

UNIVERZITET U BEOGRADU
FAKULTET ORGANIZACIONIH NAUKA

MASTER RAD

**MOGUĆNOSTI KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE
U FUNKCIJI ODRŽIVOG RAZVOJA EKOLOŠKOG KAMPA**

STUDIJSKI PROGRAM: MENADŽMENT
MODUL: EKOLOŠKI MENADŽMENT I ODRŽIVI RAZVOJ

Ivan Stevović

Beograd
Septembar, 2016.

Komisija koja je pregledala master rad kandidata:
STEVOVIĆ (SLAVIŠA) IVAN
pod naslovom:
MOGUĆNOSTI KORIŠĆENJA SOLARNE ENERGIJE U FUNKCIJI
ODRŽIVOG RAZVOJA EKOLOŠKOG KAMPA
i odobrila odbranu:

Mentor: dr Maja Levi Jakšić, redovni profesor FON-a

Član: dr Nataša Petrović, redovni profesor FON-a

Član: dr Dragana Kragulj, redovni profesor FON-a

APSTRAKT

Tema ovog master rada se oslanja na globalna i eksperimentalna istraživanja implementacije solarne energije u svetu i konkretno u ekološkom kampu na lokaciji Ada Bojana. Predmet istraživanja su mogućnosti instalacija solarnih elektrana i prednosti primene obnovljivih izvora energije, u ovom slučaju solarne, u funkciji smanjenja globalnih zagrevanja i održivog razvoja. Dat je pregled stanja u oblasti primene solarne energije u svetu, sa eklatantnim primerima i prestižnim rešenjima. Izračunati su ekonomski pokazatelji profitabilnosti, uz komparativnu analizu u odnosu na druge snabdevače. Istražene su u svetu primenjene ekonomske i regulatorne norme stimulacije primene solarne energije i aspekt trgovine karbon kreditima. Indikativna je promena cene karbon kredita u funkciji vremena, u četiri karakteristična perioda, od kada postoji tržište emisijama. Međunarodni ekološki kamp «Kite&Windsurf school Dragonproject», koji funkcioniše kao kompanija na slobodnom tržištu se, u kontekstu snabdevanja električnom energijom, definiše kao izolovani »off grid« sistem. U master radu se analizira sadašnje stanje i uspešnost kampa i škole u kontekstu održivosti. Metodološki holistički pristup obuhvata naučne metode dedukcije, indukcije, statističke metode, SWOT analizu, Delfi metod, indikatore održivog razvoja i matricu ciljeva. Analizira se i procena ekološkog rizika FMEA metodom. Dat je predlog za dalja istraživanja u smislu analize mogućnosti poboljšanja poslovanja i proširenja implementacije solarne energije na ceo turistički region perspektivne lokacije Velike Ulcinjске plaže, koja se preslikavanjem ovog modela može analizirati i kao «micro grid» i postati klaster sa ciljem razvoja regiona. Cilj master rada je da se holistički istraže opšti modeli, kao i konkretno efekti instalacije solarne elektrane na lokaciji Ada Bojana. Analizira se sadašnje stanje i stimulatívni modeli implementacije solarne energije, globalno u svetu, u Srbiji i u izolovanim sistemima, kao što je sprovedeni eksperiment u ekološkom kampu. Utvrđenim naučnim metodama istražuje se održivost koncepta primene obnovljivih izvora energije u ekološkom kampu, kao mikro konzumu buduće potencijalne pametne mreže, sa perspektivama šire primene modela na celu turističku regiju, u kontekstu održivog razvoja.

KLJUČNE REČI

Solarna elektrana, održivi razvoj, ekološki kamp, model, implementacija.

CV - IVAN STEVOVIĆ

Ivan Stevović, rođen 26.05.1992. u Beogradu, je još kao odličan đak OŠ Sveti Sava i III Beogradske gimnazije, pokazivao interesovanje, samostalnost i istraživačku znatizelju i učestvovao kao menadžer u ekološkim kampovima, zahvaljujući čemu je tokom fakulteta i master studija, kao diplomirani ekonomista, bio angažovan preko Studentske zadruge na naučno istraživačkom projektu tehnološkog razvoja Ministarstva nauke Republike Srbije: „Povećanje energetske efikasnosti pri koncepcijskom rešavanju iskorišćenja obnovljivih resursa u funkciji održivog razvoja”.

Iz tih konkretnih angažovanja proisteklo je učešće, kao Management Committee Substitute. i na 2 evropska projekta za saradnju u nauci i tehnologiji (“Improving Applicability of Nature-Inspired Optimisation by Joining Theory and Practice”, CA15140 i “Renewable energy and landscape quality”, TU1401), proistekli su delovi ovog master rada i naučni radovi:

M14(4) - Poglavlje u monografiji ili tematskom zborniku međunarodnog značaja (4):

— **Ivan Stevovic**, *Economic analyses of new photovoltaic materials application and their effects on landscape management*, Proceeding "New Functional Materials and High Technology", NFMaHT-2015, Tivat, Montenegro, ISBN 978-5-905364-10-5, pp 37-49

M23 (4)-Radovi u međunarodnim SCI časopisima (4):

— **Ivan Stevovic**, Jovana Jovanovic. *"Sustainable Management of Danube Renewable Resources in the Region of Iron Gate - Djerdap 1, 2 and 3 Case Study"*, Management of Environmental Quality: An International Journal, 2016. DOI: 10.1108/MEQ-07-2014- 0114.

M24 (4)-Radovi u naučnim časopisima priznatim od Ministarstva n. na nivou SCI liste (4):

— Vladimir M. Nikolic, Marko M. Ivanis, **Ivan S. Stevovic**, Full Length Research Paper: *Innovation of organization model for integral rural development - Serbia case study*, Economics of Agriculture, Year 61, No. 3 (695-706) 2014, Belgrade, UDC 338.43:63, ISSN 0352-3462,

M31 (3) - Predavanje po pozivu na skupu međunarodnog značaja štampano u celini (3):

— **Ivan Stevovic**, Stevan Brezanovic, *Sustainable Techno-Economic Utilization of Hydro Potential Between Serbia and Romania*, International Conference "Sustainable Energy Use and Management", 20th May 2014, Targu-Jiu, Romania, publisher: "Academica Brancusi" Publishing House, Targ-Jiu, ISBN: 978-973-144-647-9

M33(1) - Radovi saopšteni na skupovima međunarodnog značaja štampani u celini (1):

— **Ivan Stevović**, *Management of Eco-Innovation Solar Projects in the Function of Sustainable Development*, Environmental protection and sustainable development "Energy and mining", 4rd Symposium with international participation, Drvengrad, Mokra Gora, 1 - 3. marta 2016.

— **Ivan Stevović**, *Energy production in nuclear power plants from the aspect of sustainable development*, Environmental protection and sustainable development "Energy and mining", 4rd Symposium with international participation, Drvengrad, Mokra Gora, 1. do 3. marta 2016. godine, prihvaćen referat

— **Ivan Stevovic**, "Human Resources Management as Contemporary Methodological Approach to Successful Economy", V Simpozijum inovacionih istraživanja SINOVIS-2015, 24-26.04.2015. Beograd, ISBN 978-46-88966-05-4, pp 297-303

M42(1.5) - Poglavlje u knjizi ili rad u tematskom zborniku nacionalnog značaja (1.5):

— Vlada Nikolic, **Ivan Stevović**, *Politika identiteta i menadžment znanja u visokom obrazovanju - simbioza kreativne industrije i kvaliteta života*, Beograd, 2013. god, pp 192-197, ISBN 978-86-7498-060-6, www.politehnika.edu.rs

M51(3) - Rad u vodećem časopisu nacionalnog značaja (3):

— **Ivan Stevović**, *Sustainability and profitability of solar energy application with case study*, Ecologica, pp 480-487, Volume 83(2016)

— **Ivan Stevović**, Olivera Magić, *Sustainable economy in Israel based on sustainable management of water resources*, Ecologica, Sustainable economy and the environment, ISSN 0354 – 3285, pp 23-31, Beograd, June 2014.

ZAHVALNOST

Zahvaljujem se svim profesorima FONa, čija sam predavanja pažljivo slušao, na prenetim znanjima i usmerenjima, koja me posle ovog master rada vode ka doktoratu.

Posebno se zahvaljujem mentoru prof. dr Maji Levi Jakšić, na posvećenosti i ekspertskoj pomoći tokom izrade ovog master rada. Zahvaljujem se i rukovodiocu modula "Ekološki menadžment i održivi razvoj" prof. dr Nataši Petrović, predsedniku komisije i kolegini prof. dr Dragani Kragulj, članu komisije za odbranu, na uloženom trudu.

Istovremeno se zahvaljujem Inovacionom Centru ETFa, Univerziteta u Beogradu, što su me angažovali preko Studentske zadruge da radim na instalaciji eksperimentalne solarne elektrane, čime su otvoreni novi horizonti i napravljen značajan doprinos mom istraživačkom radu.

SADRŽAJ

1. Uvod	1
1.1. Područje i predmet istraživanja	1
1.2. Motivi za istraživanje	2
1.3. Pregled literature u oblasti	3
1.4. Cilj istraživanja i društveni značaj	4
1.5. Struktura master rada	5
2. Pregled stanja u oblasti implementacije solarne energije	7
2.1. Solarna energija u funkciji održivog razvoja	7
2.2. Potencijal solarne energije na planeti Zemlji	10
2.3. Inovativni modelski primeri	16
2.4. Razvoj proizvodnje solarne energije u Srbiji	22
2.5. Ekonomski pokazatelji isplativosti primene solarne energije	30
2.6. Marketinški podsticaji primene OIE	51
2.7. Metode stimulacije investiranja u OIE u svetu	54
2.8. Regulatorne stimulatívne norme u Srbiji	62
3. Model solarne elektrane u "off-grid" sistemu	77
3.1. Ekološki kamp	77
3.2. Mikro i makro lokacija	77
3.3. Obuhvat eksperimenta	78
3.4. Klimatološki uslovi i podloge za projektovanje	79
3.5. Proizvodnja	80
3.6. Konzum	83
3.7. Cene	87
4. Metodologija	88
4.1. Deduktívni metod	88
4.2. Metod indukcije	89
4.3. Statističke metode	90
4.4. SWOT analiza	92
4.5. Delfi metod	93
4.6. Metod određivanja ndikatora održivog razvoja	97
4.7. Matrica ciljeva	98
4.8. Cost-benefit metod	99

4.9. FMEA metodologija za procenu ekološkog rizika	100
5. Rezultati istraživanja i diskusija	103
5.1. Rezultati tehnološke ekonomske analize	103
5.2. Rezultati komparativne analize	104
5.3. Period povraćaja uloženog kapitala	105
5.4. Rezultati SWOT analize	106
5.5. Rezultati Delfi metode	108
5.6. Indikatori održivog razvoja	109
5.7. Matrica ciljeva – rezultati	110
5.8. Rezultati analize načina i efekata otkaza	110
6. Moguća unapređenja	113
6.1. Ekološki kamp kao mikro grid i kao deo smart grid	113
6.2. Ekološki kamp kao klaster	116
7. Zaključak	121
Literatura	123
Internet izvori	127
Prilog 1 - Proces Delfi metode	128
prilog 2 - Analiza indikatora održivog razvoja	133
prilog 3 - Detalji matrice ciljeva	136
Prilog 4 - Istraživanje načina i efekata otkaza	137

LISTA TABELA

Tabela 1. Stimulativne cene otkupa električne energije proizvedene iz sunčeve energije u zemljama EU	53
Tabela 2. Cene karbon kredita po fazama trgovine	60
Tabela 3. Planirana dinamika rasta udela OIE, izraženo u %, u tri sektora potrošnje energije u Srbiji	73
Tabela 4. Kategorije i glavni indikatori održivog razvoja	98
Tabela 5. Proračun koeficijenata rentabilnosti	104
Tabela 6. Proračun ekonomsko finansijskih pokazatelja za alternativna rešenja	105
Tabela 7. Povraćaj uloženog kapitala i uticaji na životnu sredinu	106
Tabela 8. Rezultati ankete sa odgovorima na pitanje - Kada se može očekivati saradnju sa inostranim agencijama?	129
Tabela 9. Rezultati ankete sa odgovorima na pitanje - Kada može da se očekuje porast profita za 30%?	130
Tabela 10. Matrica ciljeva za Dragonproject kamp, analiziran kao kompanija	136
Tabela 11. Numerički kvantifikatori - ocena parametra <i>ozbiljnost</i>	138
Tabela 12. Numerički kvantifikatori - Ocena <i>pojavljivanja</i> efekata otkaza	139
Tabela 13. Numerički kvantifikatori - Ocena <i>detektovanja</i> otkaza	140
Tabela 14. Analiza načina i efekata otkaza - FMEA za ekološki kamp	141

LISTA SLIKA I GRAFIKA

Slika 1. Primena krovno-fasadnih solarnih sistem	12
Slika 2. Solarni most u Londonu (Blackfriars Bridge)	14
Slika 3. Solarni železnički tunel u Belgiji	15
Slika 4. Solarna elektrana „Shams 1“ u UAE	16
Slika 5. Solarna elektrana „Ivanpah“ u Kaliforniji	17
Slika 6. Raspored solarnih elektrana u svetu sa prognozama do 2050. godine	18
Slika 7. Off grid sistemi u Beču, Italiji i u Srbiji	21
Slika 8. Inovativna rešenja primene solarnih FN panela	22
Slika 9. Grafikon poređenja energije sunca u Beogradu i Bremenu	27
Slika 10. Grafikon poređenja energije sunca u Beogradu i Barseloni	28
Slika 11. Grafikon komplementarnosti energije vetra i sunca u Bremenu	28
Slika 12. Grafikon komplementarnosti energije vetra i sunca u Beogradu	29
Slika 13. Ukupni instalisani kapaciteti za solarno grejanje vode u svetu	32
Slika 14. Novoinstalirani PV kapaciteti u svetu	41
Slika 15. Kapaciteti za korišćenje koncentrisane sunčeve energije	45
Slika 16. Grafikon odnosa smanjenja troškova sa povećanjem solarnih kapaciteta sa predviđanjima do 2050. godine	50
Slika 17. Korelacija emisija CO ₂ i cena karbon kredita	61
Slika 18. Broj zaposlenih u sektoru obnovljivih izvora	76
Slika 19. Lokacija eksperimentalne solarne elektrane	78
Slika 20. Tipiski poprečni presek FN panela	81
Slika 21. Principijalna šema rada solarne elektrane	81
Slika 22. Reprezentativni deo mernog perioda (17.-21. jul 2015. godine)	82
Slika 23. Izmereni talasni oblik napona (gore) i jačine struje (dole) pri priključenju inkadescentne sijalice	84
Slika 24. Izmereni oblik napona (gore) i jačine struje (dole) pri priključenju kompakt fluorescentne sijalice snage 15W	84

Slika 25. Pokušaj neuspešnog uključanja i ponovnog uključanja frižidera snage 200W kao potrošača (invertor od 500 W nije izdržao polazno preopterećenje)	85
Slika 26. Uspešno uključanje manjeg frižidera snage 105W (invertor od 500W izdržava uključanje ovog potrošača)	86
Slika 27. Deo ekrana sa rezultatima softvera za proračun i grafički prikaz verovatnoće ostvarenja pitanja 1 i ostalim statističkim pokazateljima: aritmetičkom sredinom, varijansom i standardnom devijacijom	130
Slika 28. Deo ekrana sa rezultatima softvera za proračun i grafički prikaz verovatnoće ostvarenja pitanja 2 i ostalim statističkim pokazateljima: aritmetičkom sredinom, varijansom i standardnom devijacijom	131

AKRONIMI, SKRAĆENICE I STRANI IZRAZI

BDP - bruto domaći proizvod

BIPV – building integrated photovoltaic

BOS - Balance of System (sve komponente PV sistema koje čine balans)

CDM - Clean Development Mechanism (mehanizam čistog razvoja)

CER - Certified Emission Reductions (sertifikovano smanjene emisija)

Cluster - klaster

CO₂ – ugljen dioksid, jedan od 6 gasova staklene baste

CRES – Centre for Renewable Energy Sources (Centar za obnovljive izvore energije)

DHW - Domestic Hot Water (sistem za grejanje tople vode za domaćinstva)

ECX - European Climate Exchange (Evropska klimatska berza)

EEA – European Environmental Agency (Evropske agencije za zaštitu životne sredine)

EPS – Elektroprivreda Srbije

ETS - European Trading Scheme (Evropska šema trgovanja emisijama)

FFNS - fasadni fotonaponski sistemi

FIT - Feed-in tariffs (fid in tarife kao mera za podsticaj primene OIE)

FMEA – Failure Modes and Effects Analysis (analiza načina i efekata otkaza)

FN sistem – fotonaponski sistem

GHG – green house gases (gasovi staklene bašte)

GHG - greenhouse gases (gasovi staklene bašte)

GJ – gigadžul (SI jedinica za toplotnu energiju, 1GJ = 0.278 MWh)

GT - Green tags (zelene oznake)

IEA - International Energy Agency (Međunarodna agencija za energiju)

IF – impakt faktor

IKO – International Kite Organization (Međunarodna organizacija za kajt)

JI - Joint Implementacion (zajednička implementacija)

Kite surf – kajt surf (padobran kojim se kreće po moru, koristeći snagu vetra)

KOBSON – Konzorcijum biblioteka Srbije za objedinjenu nabavku

Konzum – skup potrošača električne energije

Kyoto protokol – međunarodni sporazum o klimatskim promenama sa ciljem smanjenja emisija GHG, potpisan 16. 02. 2005.

Micro grid – mikro grid (mali konzum koji koristi OIE)

MPC - Medium Production Costs (prosečni troškovi proizvodnje)

Mten – milioni tona ekvivalenata nafte

NAPOIE – Nacionalni akcioni plan za obnovljive izvore energije

OECD – Organization for economic cooperation and development (Organizacije za ekonomsku saradnju i razvoj)

Off grid sistem – sistem izolovan od elektrodistributivne mreže

OIE – obnovljivi izvori energije

On grid sistem – sistem vezan za elektrodistributivnu mrežu

Opportunities – mogućnosti, šanse, prilike

PEST analiza – analiza političkih, ekonomskih, socijalnih i tehnoloških faktora

PV sistem – photovoltaic (fotonaponski) sistem

RPN – Risk Priority Number (broj za prioritet rizika)

Smart grid – inteligentna energetska mreža, pametna energetska mreža

Strengths – snage

SWOT analiza – SVOT analiza

Thomson Reuters lista – lista svetski priznatih naučnih časopisa

Threats – pretnje, opasnosti

TW, GW, MW, KW, W – teravat, gigavat, megavat, kilovat, vat (snaga el. energije)

TWh, MWh - teravat sat, megavat sat (jedinice mere za proizvedenu el. energiju)

UAE – Ujedinjeni Arapski Emirati

UN – Ujedinjene nacije

VER - Verification Emission Reductions (verifikovano smanjenje emisija)

Weaknesses – slabosti

Wind surf – vind surf (rekvizit za jedrenje, vetar inicira kretanje po vodenoj površini)

1. UVOD

1.1. Područje i predmet istraživanja

Područje istraživanja ovog master rada je razvoj i implementacija solarne energije kao obnovljive ekološki čiste energije, u svetu, Srbiji i kroz konkretan eksperiment instalacije solarne elektrane, kao studije slučaja.

Svest o ograničenim resursima na planeti Zemlji, alarmantnim zagađenjima i povećanju globalnih zagrevanja, učinila je da jedan od fokusa savremene nauke postane oblast razvoja i implementacije obnovljivih izvora energije, u ovom master radu – solarne.

Analiziran je sveukupni potencijal solarne energije na planeti Zemlji i u Srbiji, u funkciji održivog razvoja. Dat je niz eklatantnih primera i prestižnih rešenja, kao i stimulatívni modeli aplikacije, kroz inovacije i regulatorne norme, u svetu i u Srbiji. Posebno je razrađen partikularni modelski primer aplikacije solarne energije na reprezentativnom uzorku izolovanog sistema – ekološkom kampu na Adi Bojani, u kontekstu održivog razvoja.

Glavni problem istraživanja je održivost modela solarne elektrane u međunarodnom ekološkom kampu „Kite&Windsurf school Dragonproject“, čemu prethode iskustva iz sveta. Ovakvih izolovanih sistema u odnosu na elektro energetske sistem i mrežu, može da bude mnogo, posebno u turističkoj regiji Ulcinja, koja bi trebalo da bude reprezent zdrave, očuvane životne sredine, a nije, jer se u izolovanim (off grid) sistemima, za proizvodnju električne energije najčešće koriste dizel, ili benzinski agregati, koji ekstremno zagađuju životnu sredinu.

1.2. Motivi za istraživanje

Kao član udruženja «Ekološka vizija», učestvovao sam u akciji «Očistimo Srbiju» i svestan sam značaja očuvanja kvaliteta životne sredine. Istovremeno, ubeđen sam u ispravnost strategije prelaska sa prljavih tehnologija primene fosilnih goriva na čiste izvore energije, koji su bazirani na obnovljivim resursima, posebno energiji Sunca, koja u ogromnim količinama dolazi na planetu Zemlju i besplatna je.

Smatram da će se na planeti Zemlji buduće generacije suočiti sa ogromnim problemima, ako se multidisciplinarni timovi eksperata intenzivno ne angažuju u smeru zahteva za očuvanjem kvaliteta životne sredine i imperativa održivog razvoja.

Radio sam kao menadžer i instruktor svakog leta u „Kite&Windsurf school Dragonproject“ - međunarodnom ekološkom kampu na lokaciji Ada Bojana, gde se odvija ekološka edukacija i koriste obnovljivi izvori energije za proizvodnju električne energije i za kretanje rekvizita ekstremnih sportova.

Sve podloge i podatke, koje ću upotrebiti u dokazivanju održivosti i isplativosti u ovom master radu, su moje delo.

Učestvovao sam u izvođenju solarne elektrane kao objekta: konstruisao sam nosače za montažu fotonaponskih panela, kopao kanal za kablove, merio proizvodnju električne energije 35 dana u kontinuitetu, vodio dnevnik svih izmerenih veličina, kontrolisao konzum, uravnotežavao proizvodnju i potrošnju i restartovao sistem, tako da sam intelektualno motivisan da istražim i dokažem održivost, isplativost i mogućnost šire primene solarne energije u kontekstu smanjenja emisija CO₂, u skladu sa Kjoto protokolom.

Profesionalno sam zainteresovan da doprinesem širenju znanja i otvaranju opcija za intenzivniju implementaciju solarne, čiste, zelene energije. Inovativna rešenja, počev od solarnih folija, fotonaponskih fasada, solarnih telefona i drugih uređaja na bazi besplatne energije koja nam stiže sa Sunca, do velikih solarnih elektrana u svetu, su fascinantna rešenja.

Može se zaključiti da će generacije iza nas imati ogromne probleme sa resursima, zagađenjima i energijom. Zato doprinos izučavanju implementacije solarne energije ima svoj odgovorni društveni značaj i adekvatno mesto u naučnim istraživanjima.

Motiv mi je i želja da eksperiment instalacije mini solarne elektrane, na kome sam učestvovao, postane sa jedne strane klaster i inkubator razvoja održivog turizma regiona i šire, a i uzor za razvoj pametne mreže na Velikoj Plaži.

1.3. Pregled literature u oblasti

U okviru istraživanja koja su prethodila pisanju ovog master rada, izučena je relevantna najnovija literatura iz oblasti. Polazište su bili časopisi sa ugledne Thomson Reuters liste sa vrhunskim teorijskim i praktičnim rezultatima:

- Energy & Environmental Science, IF 20.523,
- Progress in Photovoltaics: Research and Applications, IF 7.584,
- Renewable and Sustainable Energy Reviews, 5.901,
- Renewable Energy, IF 3.476,
- Solar Energy, 3.469,
- Energy Policy, IF 2.575,

kao i rezultati istraživanja koje sam obavljao.

Numerički rezultati sprovedenog eksperimenta, tj. merenja proizvedene električne energije u periodu od 35 dana u ekološkom kampu su diskutovani u odnosu na rezultate iz prestižne naučne literature.

Pretraženi časopisi obuhvataju sve aspekte primene solarne energije, kao OIE, uključujući i ekonomske aspekte i regulatorne norme stimulacije primene OIE. Referentna literatura za oblast istraživanja je i naučna monografija Energetika i životna sredina, autora Marka Anđelkovića, koju je objavila Srpska akademija nauka, u Beogradu 2013. godine.

Statistički pokazatelji, deklarirani potencijali, proizvodnja i rezultati iz različitih zemalja sveta, korišteni su iz objavljene literature (Barten, 2005), (Florini, 2011), (Umbach, 2010), (OECD, 2003), (Renewables Global Status Report, 2014) i sa zvaničnih sajtova Međunarodne agencije za energiju, Međunarodne agencije za politiku razvoja i primenu solarne energije, Međunarodnog solarnog saveza i Međunarodnog društva za solarnu energiju.

Pored toga za istraživanja je korištena i literatura iz okvira svih predmeta koji su predavani na Fakultetu organizacionih nauka, Univerziteta u Beogradu, na masteru smera Menadžent, društveno humanističke nauke, modul Ekološki menadžment i održivi razvoj: Integrisani ekološki menadžment (Petrović, 2015), Menadžment održivog razvoja (Levi Jakšić i Marinković, 2015), Menadžment i organizacija (Petrović i ostali, 2015), Upravljanje ekološkim rizikom (Makajić Nikolić, 2015) i Eko marketing (Petrović, 2015).

Korišteni su i elektronski izvori: <http://www.ren21.net> *Renewables 2014 Global Status Report*, <http://www.epia.org> *Global market outlook for PV2014-2018*. i Top 10 Solar Powered Inventions, <http://thetop10site.com/technology/top-10-solar-powered-inventions/>.

U ovom delu rada su iz tehničkih razloga navedene samo ključne reference i sajtovi. Ostali podaci i informacije su pronađene u brojnoj literaturi, koja je citirana u razradi master rada i navedena na kraju rada.

1.4. Cilj istraživanja i društveni značaj

Cilj master rada je da se preko modelskih primera iz najsavremenije svetske teorije i prakse i na bazi konkretnog sprovedenog eksperimenta instalacije solarne elektrane, holistički istraže mogućnosti i dokažu prednosti primene obnovljivih izvora energije, u ovom slučaju solarne. Svi rezultati i zaključci se izvode u funkciji smanjenja emisija gasova staklene bašte i održivog razvoja.

Očekivani doprinos i društveni značaj istraživanja se ogleda u izvedenom dokazu, teorijski i praktično, o održivosti i profitabilnosti implementacije solarne elektrane u izolovanim sistemima. Izolovani sistemi na taj način dobijaju ekološki čistu, zelenu energiju, a u isto vreme su nezavisni, mogu da funkcionišu kao mala inteligentna elektro mreža i da budu udruženi u klaster.

Istraživanje razvoja i implementacije solarne energije je vrlo aktuelna oblast zbog rastućih problema zagađenja i globalnog zagrevanja na planeti Zemlji, kao i zbog smanjenja raspoloživih resursa. Očekuje se da će rezultati istraživanja unaprediti znanja u oblasti, teorijski i praktično, kroz sistematičnu analizu najnovijih svetskih iskustava i kroz modelski primer realno izvedene solarne elektrane u konkretnom *off grid* (izolovanom) sistemu – ekološkom kampu na lokaciji Ada Bojana u Crnoj Gori.

Značaj ovog master rada je i u tome što se rezultati i zaključci istraživanja oslanjaju na realna merenja i studiju slučaja instalacije solarne elektrane u međunarodnom ekološkom kampu „Kite&Windsurf school Dragonproject“.

1.5. Struktura master rada

Struktura ovog master rada prati formu naučno istraživačkog rada: uvod, pregled stanja u oblasti, materijali i metode, rezultati i diskusija, zaključak i oslanja se na istraživanja literature i realan eksperiment.

Detaljnije posmatrano, struktura ovog master rada obuhvata istraživanja najnovije naučne literature u oblasti primene solarne energije - Poglavlje 2, a zatim i konkretne studije slučaja - Poglavlje 3. U okviru plana istraživanja najpre je izučena relevantna najnovija literatura i urađen pregled stanja u oblasti implementacije solarne energije. Polazište su bili časopisi sa Thomson Reuters liste, dostupni preko KOBSONa, kao i neki moji do sada objavljeni radovi, koji se oslanjaju na sprovedena istraživanja.

U Poglavlju 3 je definisana instalacija solarne elektrane u jednom izolovanom sistemu, kao što je ekološki kamp. Prateća istraživanja koja vode rešenju problema holistički analiziraju sadašnje stanje i metodološki obuhvataju cost benefit tehno

ekonomsku analizu, SWOT analizu, Delfi metod, indikatore održivog razvoja i matricu ciljeva, kao i procenu ekološkog rizika po FMEA metodologiji. U Poglavlju 4 su date i teorijske osnove izabranog holističkog metodološkog pristupa i svih apliciranih metoda.

Zatim su obrađeni numerički rezultati merenja proizvedene električne energije u periodu od 35 dana, posle čega su urađene analize svih aspekata modela solarne elektrane u ekološkom kampu, rezultati i diskusija, u Poglavlju 5. Moguća unapređenja, u smislu razvoja klastera i mikro grid-a, diskutovana su u poglavlju 6. Zaključci i preporuke za dalja istraživanja izneti su u Poglavlju 7.

Detaljan prikaz analize procesa Delfi metode, indikatora održivog razvoja i matrice ciljeva, kao i numerički postupci procene ekološkog rizika po FMEA metodologiji, dati su kao prilozi od 1 do 4.

2. PREGLED STANJA U OBLASTI IMPLEMENTACIJE SOLARNE ENERGIJE

2.1. Solarna energija u funkciji održivog razvoja

Održivi razvoj

U Ženevi na trgu ispred zgrade UN se nalazi ogromna stolica sa jednim nogarom koji je kraći od ostalih. Ona simbolično predstavlja održivi razvoj sa njegove četiri osnovne komponente: ekonomski, socijalni, kulturni i ekološki razvoj. Ako je bilo koji od četiri nogara kraći, na toj se stolici ne može sedeti – nema održivog razvoja, ne može biti održive privrede.

Danas je često akcenat na tehničko tehnološkom i industrijskom razvoju, u ime ekonomskog razvoja i stvaranja većeg profita. Zanemaruje se socijalni i kulturni razvoj, a najugroženija je životna sredina. Čiste vode, hrane, čiste energije je sve manje. Resursi se smanjuju i postavlja se pitanje kakvu ćemo planetu ostaviti generacijama koje dolaze iza nas.

Dostignuća koncepta održivog razvoja se prate odgovarajućim indikatorima, zasnovanim na savremenim ekološkim zakonitostima, koji identifikuju uzročno posledične veze između ekonomske politike i politike zaštite i unapređivanja životne sredine. Pouzdan indikator upozorava nas na problem pre nego što on postane preozbiljan i pomaže nam da shvatimo šta treba preduzeti da bi se taj problem rešio. Indikatori održivog razvoja ukazuju gde su uzročno posledične veze između privrede, životne sredine i društva slabe i pokazuju nam putokaz kako rešiti te probleme.

Održiva privreda

Strategija održivog razvoja, kao uravnoteženog razvoja između tehničko tehnoloških, ekonomskih, socijalnih, kulturnih i parametara zaštite životne sredine, predstavlja jedini ispravan pristup privrednom razvoju. Zato je neophodna edukacija mladih, svih slojeva društva i privrednih aktera, u smislu holističkog pristupa problemu održivosti.

Samo uz poštovanje svih kriterijuma održivog razvoja, može se obezbediti uravnotežena, produktivna i uspešna održiva privreda.

Vizija održivog razvoja o dostupnosti hrane, zdravstvene nege, energije i ostalih resursa neophodnih za kvalitetan život, kako sadašnjih tako i budućih generacija, ne može se ostvariti bez usmeravanja velike količine kapitala u održivu ekonomiju. Drugim rečima, način na koji će finansijska tržišta poslovati u budućnosti predstavlja ključni faktor u razvoju održive privrede.

Očekuje se da će svetska populacija rasti velikom stopom u narednih 30 godina, sa 6.9 milijardi 2010. do 8.8 milijardi 2040. naročito u zemljama u razvoju, što će dodatno povećati pritisak na prirodne resurse, (Maddison, 2010).

Zbog toga je zadatak održive privrede da se pozabavi socijalnim problemima i da obezbedi društvenu ravnopravnost. Klimatske promene dodatno stvaraju probleme, menjajući strukturu padavina kao i strukturu poljoprivrede, povećavajući učestalost i ozbiljnost ekstremnih vremenskih neprilika, suša i poplava, preteći da će se morati raseljavati milioni ljudi širom planete.

Do 2050. neophodno je prepoloviti emisiju ugljen dioksida kako bi se izbegao najgori štetni uticaj, a to zahteva radikalne promene privrede u korist smanjenja zavisnosti od neobnovljivih izvora energije i orijentaciju ka obnovljivim, kao što je npr. solarna energija, (Roulet, 2000).

Suština održivog razvoja je u preduzimanju promena koje su u stanju da korišćenje resursa, pravac tehnološkog razvoja, finansijske tokove kao i institucionalne reforme dovedu u sklad i na taj način omoguće povećanje sadašnjih i budućih potencijala za kvalitetan ljudski život. Kako bi se održivi razvoj ostvario, neophodno je pomiriti ekologiju i privredu, što je dosadašnja praksa predstavljala kao suprotstavljene ciljeve.

Održiva privreda predstavlja skup interakcija između ekonomskih i ekoloških sektora koja je više usmerena na problem nego na sredstva, ali koja teži da ispuni svrhu

održivog razvoja, a to je izbalansirana sadašnja potrošnja resursa sa mogućnostima prirodnih sistema da ostanu na nivou koji bi obezbedio i budućim generacijama njihovo korišćenje, (Pokrajac, 2010). Za razumevanje održive privrede kao i odnosa između ekonomije, društva i održivog razvoja efikasan model predstavlja „magični trougao“ održivog razvoja, koji na svojim temenima ima sinergijski uravnotežene:

- ekonomsku sigurnost,
- socijalnu pravednost i
- ekološku ravnotežu.

kao paradigmu ekološke ekonomije i održivog razvoja.

Solarna energija

Solarna energija je čista obnovljiva energija, ili "zelena energija". Njeno korišćenje ne zagađuje životnu sredinu i zato je nazivaju čista energija. Iako se Sunce kao zvezda hladi, u razmeri ljudskog veka i trajanja, za sunčevu energiju se može reći da je neiscrpna. Zato spada u obnovljive izvore energije.

Tehnologije solarne energije zabeležile su loš početak u prošlom veku, sa ranim usponom solarnih grejača vode u Kaliforniji, koje je pratio prvi i drugi naftni šok. Ove tehnologije obećavale su isplativu, bogatu, obnovljivu i čistu energiju.

Postavlja se pitanje da li je došlo vreme da se ova obećanja ispune i da solarna energija postane konkurentna na globalnom nivou. Do sada je samo mali broj zemalja uložilo napore u solarnu energiju, a glavni razlog je skeptičnost zbog troškova ovih ulaganja, koje je pokolebalo mnoge zemlje, čak i kad ih je samo par godina delilo od uspeha, (Florini, 2011).

Dok preostale rekognoscirane rezerve fosilnih goriva na planeti Zemlji, pokrivaju 46 godina potrošnje nafte, 58 godina prirodnog gasa i skoro 150 godina uglja, sunčeva energija prikupljena samo u toku jedne godine, ukoliko bi celokupna mogla da se sačuva i konvertuje u električnu, pokrila bi 6000 godina ukupne potrošnje energije na zemaljskoj kugli, (Finnveden et al., 2003).

Kada bi se samo jedna desetina solarne energije prikupila i raspodelila, problemi snabdevanja energijom na planeti Zemlji bi potpuno nestali, (Laustsen, 2008).

2.2. Potencijal solarne energije na planeti Zemlji

Potencijal solarne energije je ogroman. Solarna energija nudi značajnu količinu snage: oko 885 miliona teravat sati (TWh) godišnje stigne na površinu Zemlje, što predstavlja 6200 puta više nego što je utrošeno primarne komercijalne energije u 2008. godini i 4200 puta više energije, nego što će ljudi potrošiti 2035. godine prema procenama Internacionalne energetske agencije, (Solangi, Islam, Saidur, Rahim, & Fayaz, 2011). To zapravo znači da je suncu potreban jedan sat i 25 minuta da pošalje količinu energije koja se trenutno potroši u toku jedne godine.

Pod obnovljivim izvorima energije se podrazumevaju nekonvencionalni izvori energije koje nam je priroda dala u izobilju, a koji ne mogu da se potroše, odnosno koji se obnavljaju. U tu grupu spadaju: energija vetra, sunčeva energija, geotermalna energija, biomasa i biogas.

Sunčeva energija, pored toga što je ogromna, je i besplatna. Korišćenje solarnih kolektora za dobijanje toplotne energije, postaje finansijski vrlo isplativa opcija. Računa se da su troškovi grejanja i zagrevanja vode veći od 60% od ukupnih energetske potrebe neke zgrade, (Umbach, 2010).

Analize su pokazale da je moguće pokriti 50-65% godišnjih potreba za toplom vodom sa sunčevom energijom i odgovarajuće dimenzionisanim sistemom solarnih ćelija. Celokupne potrebe za toplom vodom leti, u većini slučajeva mogu biti zadovoljene sa sistemima solarnog zagrevanja. Tada se konvencionalni sistem potpuno može isključiti. Ovo je posebna prednost, jer leti sistem radi sa niskim nivoom korišćenja kapaciteta, zbog manje potražnje za zagrevanjem, (Hameiri, 2016).

„Sunce će biti gorivo budućnosti“, rekao je anonimni autor, još davne 1876. godine, (Barten, 2005).

Modaliteti primene solarne energije

Solarnu energiju moguće je upotrebiti na aktivan i pasivan način.

Aktivan način podrazumeva direktno pretvaranje sunčevih zraka u toplotu, ili električnu energiju, dok pasivan način se bazira na energetskej efikasnosti, pri korišćenju sunčeve energije za grejanje stambenih i drugih objekata.

Pasivno korišćenje sunčeve energije postiže se izgradnjom objekata uz tehnička rešenja sa maksimalnom uštedom energije. Osnovni princip prilikom projektovanja zgrada su veliki kapacitet zgrade, mogućnost skladištenja energije i mogućnost kasnije upotrebe sačuvane toplote, kao i sprečavanje nekontrolisanog gubitka toplotne energije, (Stevović, 2015).

Sunčeva energija, zajedno sa koncentrisanim sistemima koji koriste reflektujuće materijale kao što su ogledala za koncentrisanje energije sunca, a zatim pretvaraju toplotu u električnu energiju su sve isplativije rešenje za snabdevanje električnih mreža, iako još uvek ima mnogo veću cenu od alternativnih tehnologija.

Sistemi solarnih fotonaponskih panela (FN), na engleskom photovoltaic, skraćeno (PV), koji neposredno pretvaraju sunčevu svetlost u električnu energiju, naročito su primenljivi u ruralnoj elektrifikaciji u onim područjima koja nemaju uslove za mikrohidroelektrane. Ovaj tip sistema moguće je koristiti za proizvodnju električne energije, ispumpavanje vode i njeno održavanje, zdravstvene sisteme i komunikacije. Negativni efekti upotrebe fotovoltaznih sistema su zanemarljivi, ali proizvodnja njihovih ćelija zahteva pažljivu kontrolu, zbog upotrebe potencijalno otrovnih i opasnih materijala.

FN panele je moguće ugrađivati i kao sastavne elemente fasada i krovova, slika 1. Ovo je model relativno nove primene solarnih sistema, sa izuzetno velikim potencijalom, sjajnim tehničkim rešenjima i prepoznatljivim nazivom – fasadni fotonaponski sistemi - FFNS (ili na engleskom *building integrated photovoltaics* - BIPV), (Neymark & Judkoff, 2004).



Slika 1. Primena krovno-fasadnih solarnih sistema, www.eex.com, pregledano: 07.07.2016.

Relativno isplativije rešenje je upotreba solarnih kolektora, kako bi se dobila toplotna energija. Procenjuje se da su troškovi grejanja i zagrevanja vode veći od 60% od ukupnih energetske potrebe pojedine zgrade. Sa sunčevom energijom i adekvatnim dimenzioniranim sistemom moguće je pokriti 50-65% godišnjih potreba za toplom

vodom. Ukupna potreba za toplom vodom leti u većini slučajeva mogla bi biti zadovoljena sa sistemima solarnog zagrevanja. U tom slučaju, konvencionalni sistem bi u potpunosti mogao biti isključen. Ovo predstavlja veliku prednost, obzirom da leti sistem radi sa niskim nivoom korišćenja kapaciteta zbog manje potražnje za zagrevanjem, (Đereg et al., 2008).

Približno 75% energije koja se koristi u razvijenom svetu troši se u gradovima, od čega se oko 40% troši u zgradama. Fotonaponski sistemi mogu da se ugrade u skoro svaku građevinsku strukturu, od autobuskih čekališta do velikih poslovnih zgrada pa čak i u bašte, parkove itd.

Pošto fasadni fotonaponski moduli mogu da zamenjuju klasične građevinske materijale, razlika u ceni, između solarnih elemenata po jedinici površine i materijala koji mogu da zamene, je od posebnog značaja.

Time je cena po jedinici površine fasadnog fotonaponskog sistema, povezanog na distributivnu mrežu, postala skoro ista kao i cena najkvalitetnijih materijala, kao što su na primer mermer ili ukrasni kamen, tako da su dodatne koristi od FFNS praktično besplatne, (Stevović, 2015).

Prestizna svetska rešenja

Pretvaranje sunčevog zračenja u električnu energiju putem solarnih ćelija, i pored brojnih ograničenja, zbog prirodnosti rada i jednostavnosti instalisanja, predstavlja jedan od najsavršenijih vidova ekonomične i održive energetike.

Iz tih razloga, primena solarnih ćelija u svetu, širi se iz dana u dan kroz kompetitivna svetska rešenja i dostignuća.

Početakom 2014. godine u Londonu je otvoren najveći solarni most na svetu (Blackfriars Bridge), slika 2. Most premošćava reku Temzu i sadrži 4400 fotonaponskih panela, koji električnom strujom napajaju istoimenu železničku stanicu.

Originalni most je izgrađen u doba parnih mašina 1886. godine i sa ovim osavremenjavanjem postao je simbol londonske odlučnosti da postane održivi grad i U isto vreme, ovaj objekat je marketinški doprinos kroz realno ostvarenje primene solarne energije i svakako turistička atrakcija, koja podstiče svest ljudi o važnosti primene obnovljivih izvora energije.



Slika 2. Solarni most u Londonu (Blackfriars Bridge), www.eex.com, pregledano: 07.07.2016.

Podstaknuti ovim londonskim primerom, sa druge strane Lamanša, Belgijanci postavljaju još snažniji sistem solarnih ćelija na železničkom tunelu u Antverpenu, slika 3.

Pruga u Belgiji koja povezuje Pariz i Amsterdam dobila tunel koji je prvobitno konstruisan sa namerom da se drveće u okolnim šumama staro više stotina godina zaštiti od vozova, kao i vozovi od mogućih padova drveća.

Tunel je dugačak 3,4 km, a 16.000 fotonaponskih panela obezbeđuju dovoljno električne energije za napajanje svih vozova u Belgiji, kojih je oko 4.000 i glavne

železničke stanice „Antwerp“ jedan dan godišnje, što je oko 3.300 MWh godišnje. Ceo projekat je koštao 14,5 miliona evra.



Slika 3. Solarni železnički tunel u Belgiji, www.eex.com, pregledano: 07.07.2016.

Ovaj projekat je odličan način za smanjenje emisije ugljen dioksida, a procenjuje se da se ukupna emisija smanjila za 2.400 tone godišnje, (Stević i ostali, 2010).

Usponi i padovi na tržištu PV panela

Godina 2012. je bila veoma teška za solarnu industriju. Tekuća ekonomska kriza i regulatorne izmene u nekim zemljama kao što su Italija i Nemačka, usporili su kretanja na svetskom tržištu solarnih ćelija, jer su te zemlje pokušavale da zaštite sopstvene proizvođače. To je rezultovalo uvođenjem protekcionističkih mera i antidamping regulacije u odnosu na osetno jeftinije proizvode kineske PV industrije. Naime, u periodu 2004-2012. udeo kineskih proizvođača u svetskoj prodaji solarnih ćelija povećan je sa 1% na 47%, ali i pored tolikog rasta udela kineski proizvođači su snižavali cene svojih proizvoda, što je konkurenciju iz drugih zemalja dovelo na rub propasti.

Ovde treba naglasiti da je prodajna cena fotonaponskih modula tokom 2012. godine snižena za 35% usled dominacije kineskih proizvođača. To istovremeno znači da su

prihodi od prodaje solarnih ćelija takođe bili smanjeni, pa je većina proizvođača i pored znatno veće prodaje poslovala sa gubicima, koji su za deset vodećih firmi, na godišnjem nivou iznosili od 28 do 491 miliona dolara. Ovakva kretanja opravdano navode na zaključak da buduće prodajne cene solarnih ćelija moraju biti uvećane, ne samo zbog pokrića finansijskih gubitaka proizvođača, već prvenstveno zbog jako uvećane tražnje.

2.3. Inovativni modelski primeri

Solarne termoelektrane

Kada je reč o proizvodnji električne energije u solarnim termoelektranama, (pri čemu dobar deo te prikupljene sunčeve toplote usled gubitaka odlazi u nepovrat), stanje je još uvek daleko od poželjnog.

Početak 2013. godine u Ujedinjenim Arapskim Emiratima puštena je u pogon solarna elektrana *Shams 1* koja je građena tri godine, slika 4.



Slika 4. Solarna elektrana „Shams 1“ u UAE, www.eex.com, pregledano: 07.07.2016.

Solarna elektrana u UAE je sastavljena od 258.000 ogledala, postavljenih na 768 cilindro-paraboličnih usmeravajućih kolektora. Maksimalna snaga je 100 MW.

Zauzimajući površinu od oko 285 fudbalskih igrališta, ova elektrana će obezbeđivati struju za 20.000 emiratskih domaćinstava i štedeće emisiju od oko 175.000 t CO₂, što je ekvivalentno sadnji 1,5 miliona stabala drveća ili uklanjanja 150.000 automobila sa drumova Abu Dabija. Pored toga, elektrana *Shams 1* raspolaže savremenim sistemom vazdušnog hlađenja koji će značajno smanjiti potrošnju vode, koja je najvredniji resurs na pustinjским prostorima Srednjeg Istoka.

Najpopularnija tehnologija tokom 2012. godine bila je cilindro-parabolična, čiji je udeo iznosio 93%. Međutim, ovaj odnos je u narednim godinama osetno izmenjen, izgradnjom novih solarnih termoelektrana sa središnjim prijernikom, pre svega puštanjem u rad velike solarne elektrane, *Ivanpah*, u pustinji Mohavi u Kaliforniji, slika 5.



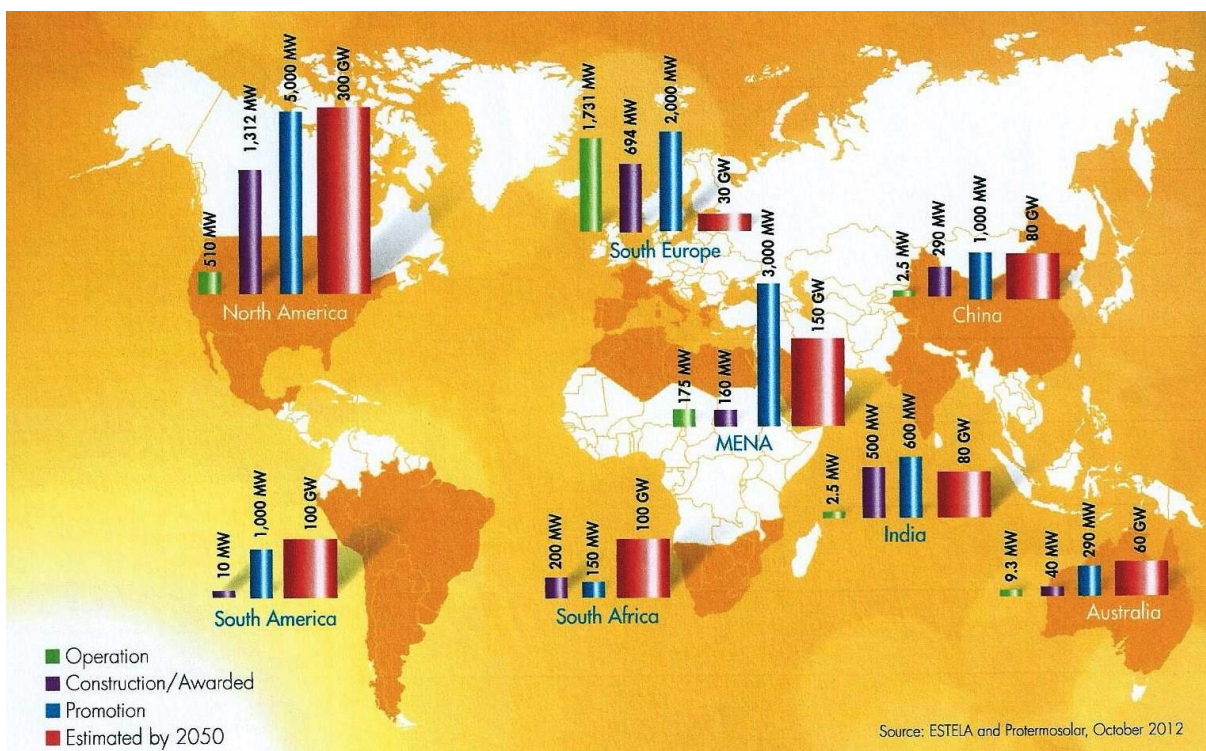
Slika 5. Solarna elektrana „Ivanpah“ u Kaliforniji, www.eex.com, pregledano: 07.07.2016.

Ova elektrana zauzima površinu od 1.400 ha, građena je tri godine i puštena u pogon početkom 2014. godine. Ukupni investicioni troškovi za solarnu elektranu *Ivanpah* iznosili su 2,2 milijarde USD, a ona godišnje može snabdevati električnom strujom oko 140.000 kalifornijskih domaćinstava.

Razvoj primene solarnih termoelektrana u 2012. godini (712 MW) bio je znatno brži nego u 2011. (440 MW). Zahvaljujući tome, kumulativno instalisani kapaciteti, krajem 2012. godine dosegli su električnu snagu od 2,42 GW. Najveći deo novih postrojenja (700 MW) instalisan je u Španiji (u oblastima Andaluzija i Ekstramadura) zahvaljujući novim podsticajnim tarifama, Real Decreto 661/2007, (Anda & Temmen, 2014).

Svetski trendovi

U svetu se grade nove solarne termoelektrane i otvaraju nova tržišta, veoma perspektivna za implementaciju opreme solarnih termoelektrana, kao što su Maroko (660 MW), Tunis (1,6 GW), Egipat (100 MW), Saudijska Arabija (25 GW do 2032.), Ujedinjeni Arapski Emirati (100 MW), Južna Afrika (200 MW), Kina (400 MW) i Indija (10 GW do 2017.), (Pinto, Amaral, & Janissek, 2016), (Florini, 2011), slika 6.



Slika 6. Raspored solarnih elektrana u svetu sa prognozama do 2050. (Florini, 2011)

Za razliku od kretanja na tržištu solarnih ćelija, čiji troškovi opadaju naglo, prilikom primene solarnih elektrana u svetu, taj pad je ublažen, što je opravdano, imajući u vidu usporenost nove primene ovih prilično glomaznih postrojenja, čija gradnja traje i po nekoliko godina. Iz tih razloga, mnoge firme koje se bave proizvodnjom opreme za solarne termoelektrane su prestale sa radom ili su preuzete od strane uspešnijih firmi.

Radi snižavanja troškova proizvodnje struje iz solarnih termoelektrana, istražuju se novi načini skladištenja prikupljene toplote putem primene različitih materijala i njihovih termodinamičkih reakcija, (Fertig et al., 2016).

Modeli implementacije solarne energije u Japanu

Japan je, posle dužeg vremena stagnacije, za razliku od Kine, SAD, i Indije, koje se razvijaju u kontinuitetu, naglo intenzivirao primenu solarne energije, zahvaljujući novim državnim podsticajima uvedenim posle havarije nuklearne elektrane Fukušima. Primena solarnih ćelija u Japanu vrlo je pogodna iz više razloga:

- japanska ostrva obiluju suncem;
- bilo koje osunčano mesto predstavlja potencijalnu lokaciju za postavku solarnih ćelija;
- veličina instalacije je prilagodljiva i sistem solarnih panela se lako može postaviti;
- ako se postavlja na krovove zgrada, nema potrebe za posebnom dozvolom.

Od jula 2012. godine u Japanu su uvedene nove podsticajne (Feed-in) otkupne cene za proizvođače električne energije iz fotonaponskih elektrana u visini od 42 jena (0,53USD) po kilovat satu. Ove tarife ne samo da su među najvišim na svetu, nego su važeće za razdoblje od 20 godina. Zahvaljujući tome, u Japanu je već tokom 2012. godine investirano oko 2 milijarde dolara, koje su rezultirale sa 2 GW fotonaponskih solarnih elektrana (kumulativno 6,7 GW). Time je Japan zadržao vodeće mesto u Aziji, budući da je Kina u isto vreme na svojoj teritoriji raspolagala sa

6,4 GW. Tokom 2013. godine u Japanu je usled investicija od oko 13,5 milijardi američkih dolara primena solarnih ćelija uvećana za 80% u odnosu na 2012. godinu.

Krajem 2013. godine puštena je u rad trenutno najsnažnija japanska solarna elektrana, postavljena na morskoj površini pored grada Kagošima. Opremljena je solarnim ćelijama poznate kompanije *Kyocera*. Nalazi se na jugozapadnoj obali ostrva Kjušu i od nje se pruža prelep pogled na zaliv i vulkan Sakuradžima. Elektrana se sastoji od 290.000 fotonaponskih panela, a u sklopu elektrane izgrađen je i centar za posetioce u kome svi zainteresovani mogu dobiti informacije o načinu proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora. Izgradnja ove neobične solarne elektrane, koja dostiže vršnu električnu snagu od 70 MW, koštala je oko 27 milijardi japanskih jena (275 miliona američkih dolara), (Yongfang Li & Zou, 2008).

Osim gradnje solarnih elektrana Japanci aktivno podstiču izvoz svojih, dokazano kvalitetnih, solarnih ćelija. Na primer, japanska korporacija *Panasonic*, vlasnik takođe poznatog preduzeća *Sanyo Electric Co.* svoje solarne ćelije je instalirala na novim velikim postrojenjima u Italiji i Maleziji. Najefikasnije silicijumske solarne ćelije na svetu (efikasnosti 25,6% u zemaljskim primenama) danas se proizvode upravo u korporaciji *Panasonic*.

Kada je reč o efikasnosti, treba pomenuti i jednu od novijih inicijativa – "*Future-PV Innovation Project*". To je inovacioni projekat koji se sprovodi u okviru politike oporavka i rekonstrukcije nuklearne elektrane Fukušime, (Stevović, 2016).

Krajem 2013. godine, grupa najboljih naučnika iz Japana, zajedno sa svojim kolegama iz inostranstva, u gradu Korijama (oblast Fukušime), osnovala je novi istraživački institut sa ciljem razvoja i dobijanja usavršenijih silicijumskih solarnih ćelija (nano-wire), čija bi efikasnost trebalo da iznosi 30%, (Yuelong Li et al., 2016).

Solarni „off grid“ sistemi

Mnogo pre nego što su PV sistemi postali pouzdan izvor električne energije u sistemima vezanim za elektrodistributivnu mrežu („on grid“), korišćeni su izolovani

„off grid“ sistemi za napajanje u udaljenim oblastima gde je mreža bila nedostupna, dakle u izolovanim sistemima, ili tamo gde je cilj bio nezavisno snabdevanje, kao što su izvedeni modeli solarnog drveta u Beču, parkinga u Italiji i vikendice u okolini Beograda, slika 7.

Za razliku od Evrope, gde na „off grid“ sisteme otpada samo 1% ukupno instalisanih PV sistema, u drugim delovima sveta oni čine značajan procenat. U SAD je 2009. godine bilo 10% „off grid“ sistema. U Australiji i Južnoj Koreji svake godine se instalira po nekoliko desetina megavata „off grid“ sistema. Takođe, rastuća je upotreba ovakvih sistema u Peruu i Indiji, (Nikolić and Stevović, 2015).



Slika 7. *Off grid* sistemi u Beču, Italiji i u Srbiji, <http://thetop10site.com/technology/top-10-solar-powered-inventions/>, pregledano: 01.07.2016.

Eko inovacioni solarni projekti

Proizvodnja toplotne i električne energije iz sunčeve obnovljive energije predstavlja model proizvodnje koji respektuje kriterijume zaštite životne sredine i koji je usklađen sa principima održivog razvoja. Specifičnosti upravljanja eko inovacionim projektima u oblasti proizvodnje iz solarne energije, kao važnog resursa OIE, uočavaju se u nizu kreativnih tehnoloških inovacija. To su solarna eko inovaciona ostvarenja, realizovana u svetu i u Srbiji, (Stevović, 2016).

Ona postoje kao solarni izumi koji ne zadovoljavaju potrebe za električnom energijom na nivou porodica, naselja ili gradova ali su takođe jako interesantni. Tu spadaju: solarni držač za foto aparat u kome se nalazi baterija koja sakuplja solarnu energiju pa se pomoću nje fotoaparat puni, solarna torba i šesir pomoću kojih se mogu puniti drugi uređaji, poput telefona ili tableta, solarni čamac, solarna kosilica, solarni auto,

solarna stolica i solarna haljina pomoću kojih se takođe mogu dopunjavati uređaji, solarni roštilj, solarni šator, solarni štampač i laser.

Iza cilja masovnog usvajanja solarnih tehnologija stoji mnogo veći i značajniji cilj, a to je doprinos održivoj privredi od koje zavisi prosperitet savremenog globalnog sveta i koja maksimizira kvalitet života za sve, na način koji omogućava ljudima da razviju svoje pune potencijale i žive produktivan život uprkos ekološkim ograničenjima i problemima, u čemu solarni eko inovacioni projekti mogu da daju svoj puni doprinos. Neka inovativna rešenja su prikazana na slici 8 (solarni šator, automobil i čamac).



Slika 8. Inovativna rešenja primene solarnih FN panela, <http://thetop10site.com/technology/top-10-solar-powered-inventions/>, pregledano: 01.07.2016.

2.4. Razvoj proizvodnje solarne energije u Srbiji

Potencijal resursa solarne energije u Srbiji

Prosečan intenzitet sunčevog zračenja na teritoriji Republike Srbije se kreće od 1,1 kWh/m²/dan na severu do 1,7 kWh/m²/dan na jugu, tokom januara, a od 5,9 do 6,6 kWh/m²/dan tokom jula. Na godišnjem nivou, prosečna vrednost energije globalnog zračenja za teritoriju Srbije iznosi od 1.200 kWh/m²/godišnje u severozapadnoj Srbiji, do 1.550 kWh/m²/godišnje u jugoistočnoj Srbiji, dok u srednjem delu iznosi oko 1.400 kWh/m²/godišnje. Stepenn iskorišćenja zračenja zavisi od karakteristika ugrađenog prijemnika toplote, tako da se može usvojiti prosečna vrednost raspoložive korisne energije u Republici Srbiji od 700 kWh/m²/godišnje, (Anđelković, 2013).

Prosečno sunčevo zračenje u Srbiji je za oko 40% veće od evropskog proseka, ali je još uvek korišćenje ove energije u proizvodnji daleko ispod zemalja EU. Broj sunčanih sati godišnje je veći od 2.000 što je vrednost veća od većine evropskih zemalja. Energija koju sunce tokom godine emituje na 1 m² krova kuće u Srbiji jednaka je energiji koja se dobije sagorevanjem 130 litara nafte.

Prosečna vrednost globalnog zračenja na godišnjem nivou na teritoriji Nemačke je oko 1.000 kWh/m², dok je u Srbiji 1.400 kWh/m². Područja u Srbiji u kojima je registrovan veliki broj sunčanih sati i godišnji odnos stvarnog zračenja i ukupnih mogućnosti čine približno 50% teritorije. Posebno interesantne lokacije su Leskovac, Pirot, Vranje i Preševo, (Pavlović et al., 2012).

Zavisno od kapaciteta prijemnika toplote, prosečna vrednost raspoložive korisne energije u Srbiji bi bila 700 kilovat-sati po kvadratnom metru godišnje. Energija koju sunce tokom godine emituje na jedan kvadratni metar krova kuće u Srbiji je jednaka energiji koja se dobije sagorevanjem 130 litara nafte. Kada bi svako peto domaćinstvo ugradilo solarni prijemnik površine 4 kvadratna metra godišnje u Srbiji na taj način bi se proizvelo oko 1.750 GWh toplotne energije koja bi najvećim delom zamenila potrošnju električne energije, a delom fosilna goriva koja se koriste za zagrevanje sanitarne vode, a omogućila bi i smanjenje emisije CO₂ za 2,3 miliona tona godišnje, (Despotović, 2012).

Prema podacima Agencije za energetske efikasnost Srbije, potrošnja energije u Srbiji bi mogla da bude smanjena za više od 50% sa efikasnim grejanjem i unapređenjem energetske efikasnosti u industriji. Takođe, prisutan je i visok procenat potrošnje pri konverziji električne energije (oko 10%), kao i 15% gubitaka zbog loših uslova elektro-distributivne mreže.

Srbija ima potencijal da godišnje iz Sunčeve energije proizvodi – 700 do 900 i više (zavisno od efikasnosti sistema, režima rada i dr.) kilovat časova energije po m² termičkog kolektora, što je više nego u zemljama koje imaju dobru reputaciju po pitanju korišćenja energije Sunca. Dnevno bi se u Srbiji po metru kvadratnom moglo (prosečno tokom godine) proizvoditi 3,3 kilovat-časa energije, a najefikasnije bi se

koristila u turističkom, zdravstvenom sektoru i u domaćinstvima, pre svega za zagrevanje tople vode, (Milosavljević, 2013).

Strategije razvoja

Srbija ne raspolaže dovoljnim energetske resursima za sopstvene potrebe, te je orijentisana na uvoz većeg dela strateških energenata (nafte, gasa, kvalitetnog uglja) i savremene energetske opreme. Zbog toga je pored sigurnog snabdevanja energijom i racionalne potrošnje, strateški interes Republike Srbije smanjenje uvozne zavisnosti, obnova i proširenje proizvodnje savremene energetske opreme čime se doprinosi smanjenju stope nezaposlenosti i očuvanja životne sredine. Sledeći cilj je primena i uvođenje novih tehnologija u oblasti obnovljivih izvora energije.

Tehnički iskoristiv energetske potencijal obnovljivih izvora u Srbiji procenjen je na preko 4,3 miliona tona ekvivalenta nafte (*ten*) godišnje. Ukupan potencijal (bez solarne energije i velikih hidroelektrana) je oko 3,2 miliona *ten*, što čini oko 20% ukupne primarne potrošnje energije.

Prema podacima Agencije za energetske efikasnost RS, ukupna godišnja potrošnja primarne energije je oko 16 Mten, a finalne potrošnje oko 8,2 Mten (Mten= miliona tona ekvivalenta nafte, 1 *ten*= 11,63 MWh). Uvozna zavisnost je oko 37% dok je ukupna finalna potrošnja oko 2,3 Mten. Udeo hidropotencijala u proizvodnji električne energije je oko 34%, (R. Nikolić et al., 2011). Srbija raspolaže sa rezervama uglja, nafte i gasa, s tim što je količinski najznačajniji resurs ugalj, i to lignit koji je slabije kalorijske vrednosti.

Ako stopa potrošnje uglja kao primarnog resursa ostane na sadašnjem nivou, procenjuje se da u Srbiji ostaje rezervi za još samo 50-ak godina. Stoga, kao što predviđa energetske strategija, postepeni prelazak i povećanje procenta korišćenja obnovljivih izvora predstavljaju neminovnost. Mnogi energetičari smatraju da je ovo prelazni period od dosadašnje epohe korišćenja konvencionalnih goriva ka budućoj epohi korišćenja novih obnovljivih izvora energije, za koju se očekuje da započne u ovom veku, (R. Nikolić et al., 2011).

Sektor energetike u Srbiji će u narednom periodu najviše ulagati u izgradnju novih energetske objekata za proizvodnju električne energije, a zatim i u revitalizaciju energetske postrojenja u elektroenergetskom sistemu. Stoga je neophodno uvođenje savremenih tehnoloških dostignuća i modernizacija energetske objekata, poboljšanje tehnoloških i operativnih performansi objekata u pogonu, uz uvođenje savremenih tehnologija pri izgradnji zamenskih kapaciteta i ugradnja opreme za zaštitu okoline.

Tržište FN panela u Srbiji

Na tržištu Srbije mogu se nabaviti solarni paneli domaćih i inostranih proizvođača. Što se tiče proizvodnje panela za direktno pretvaranje sunčevog zračenja u električnu energiju, za sada postoji pokušaj proizvodnje u okviru projekta koji razvija Institut „Mihajlo Pupin“. Za dalji razvoj tržišta opreme za korišćenje solarne energije u Republici Srbiji, potrebno je usvojiti standarde i atestiranjem regulisati kvalitet proizvoda koji se mogu naći na tržištu, uz uključivanje istraživačkih institucija, (Nikolic et al., 2014).

Prepreke za povećanje proizvodnje u Srbiji

Najznačajniju barijeru za povećano korišćenje solarne energije, kao i svih obnovljivih izvora enegije u Srbiji predstavljaju sledeći uočeni nedostaci:

- ne postoje jasno definisane obaveze operatera prenosnog, odnosno distributivnog sistema da prioritarno priključuje proizvođače koji koriste OIE na mrežu i da obnovljivoj energiji daju prvenstvo u dispečiranju;
- nedostaje znatan broj standarda opreme i postupaka za eksploataciju OIE;
- nedostaju propisi za projektovanje, izradu, kontrolu i montažu/ugradnju uređaja koji koriste OIE;
- nedostaju akreditovane atestne laboratorije za postrojenja koja koriste OIE;
- neekonomske cene električne energije i disparitet cena energenata.

Jedan od najvažnijih faktora koji utiče na ekonomsku opravdanost ugradnje solarnih panela za proizvodnju toplotne energije je cena električne energije. U uslovima ne-ekonomske cene električne energije ne postoji motivisanost stanovništva da ugrađuje ovu vrstu opreme i na taj način ostvaruje uštede. Pored toga, nepostojanje standarda i kontrole kvaliteta solarnih panela koji se mogu naći na tržištu mogu negativno uticati na opredeljenje potencijalnih investitora, (Gajic et al., 2013).

Procena opravdanosti proizvodnje u Srbiji i komparativna analiza

Procena opravdanosti proizvodnje energije iz sunčeve energije je ispitana i dokazana. Urađena je Studija energetskog potencijala Srbije za korišćenje sunčevog zračenja i energije vetra, koju je 2004. godine publikovao Institut za multidisciplinarna istraživanja Univerziteta u Beogradu. Studija je izrađena za tadašnje Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije, (NPEE, 2004).

Rezultati dobijeni egzaktnom analizom raspoloživih podataka merenja i izvršenih procena, pokazuju da Srbija raspolaže natprosečnim resursima energije vetra i sunčevog zračenja, u odnosu na zemlje kontinenta Evrope, kao i resursima biomase čija je produkcija direktno proporcionalna globalnim sunčevom zračenju.

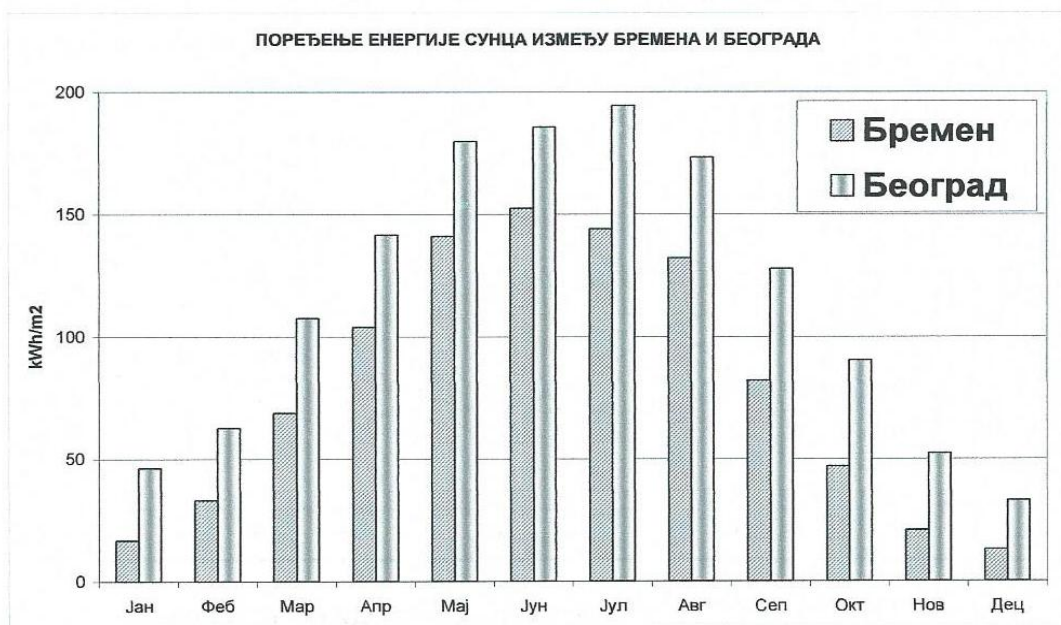
Rezultati su takođe pokazali da Srbija ima posebnu pogodnost u komplementarnosti vremenske raspodele energije sunčevog zračenja i vetra, što je vrlo važno za „pokrivanje“ špiceva u opštoj potrošnji energije. Potencijalni efekti su u Studiji diferencirani na sledeći način:

- Povećanje sigurnosti snabdevanja električnom energijom;
- Smanjenje zavisnosti od uvoza električne energije;
- Smanjenje utroška električne energije u prenosu;
- Smanjenje emisije štetnih gasova u atmosferu i zaštita okoline;
- Smanjenje utroška električne energije iz elektroenergetskog sistema za grejanje i hlađenje građevinskih objekata;
- Povećanje zaposlenosti u Srbiji;
- Smanjenje tehnološkog zaostajanja Srbije;

- Uključivanje Srbije u međunarodno tržište energije;
- Efekti korišćenja obnovljivih izvora energije na razvoj neenergetskih delatnosti, Vasić (2016).

U okviru Studije izvršeno je poređenje Beograda i nemačkog grada Bremena i Beograda i španskog grada Barselone, (NPEE, 2004). Na slici 9. prikazan je grafikon poređenja Beograda i Bremena. U proseku je godišnja suma energije veća za oko 45%, ali je u toku juna, kada je u Bremenu maksimum, veća samo za 20%.

Suša koja se klimatološki pojavljuje na kraju leta u Beogradu povećava razliku u energiji u korist Beograda. Beograd u toku čitave godine ima oko 45% više sunčeve energije od Bremena. Povoljnija solarna klima u Beogradu nije slučajnost.

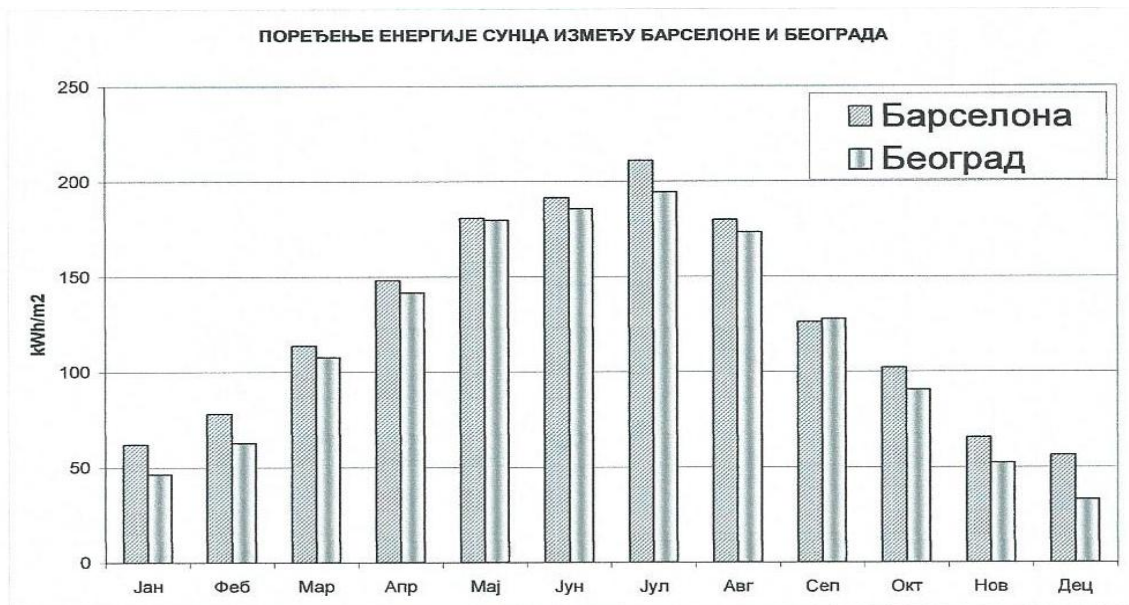


Slika 9. Grafikon poređenja energije sunca u Beogradu i Bremenu (NPEE, 2004)

Bremen čak u Nemačkoj nema lošu poziciju jer mu blizina severnog mora daje bolju provetrenost i manju zamućenost vazduha. Najnepovoljnije su u tom pogledu stanice u centralnoj Nemačkoj. Beograd je u Srbiji lokalitet sa prosečnom energijom sunčevog zračenja.

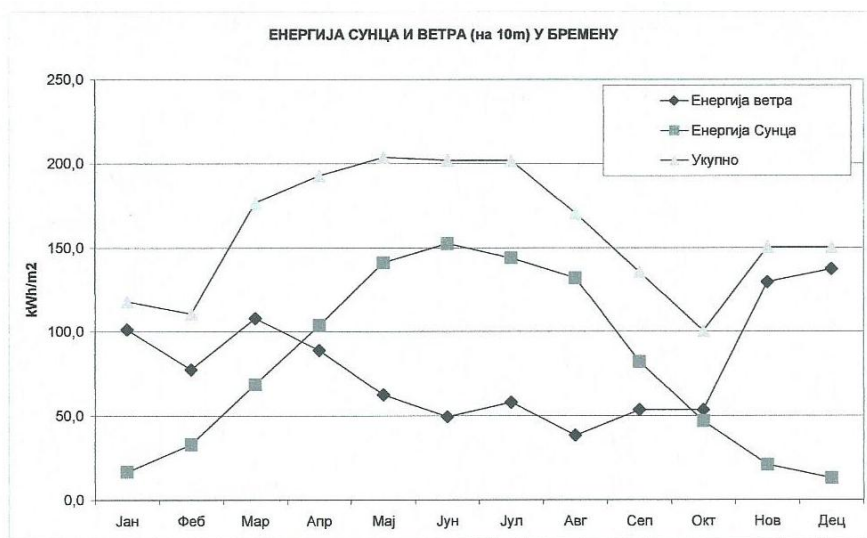
Na slici 10. prikazan je grafikon poređenja Beograda i Barselone. Barselona ima oko 10% više sunčeve energije od Beograda. Prirodno je da Beograd ima manje sunčeve energije od jednog mediteranskog grada. Pri tome je zanimljivo da u septembru

Beograd čak ima malo više sunca od Barselone. S obzirom na postojeći trend produžavanja vegetacionog perioda ("Miholjsko leto") može se očekivati da se to preimućstvo produži i na oktobar.



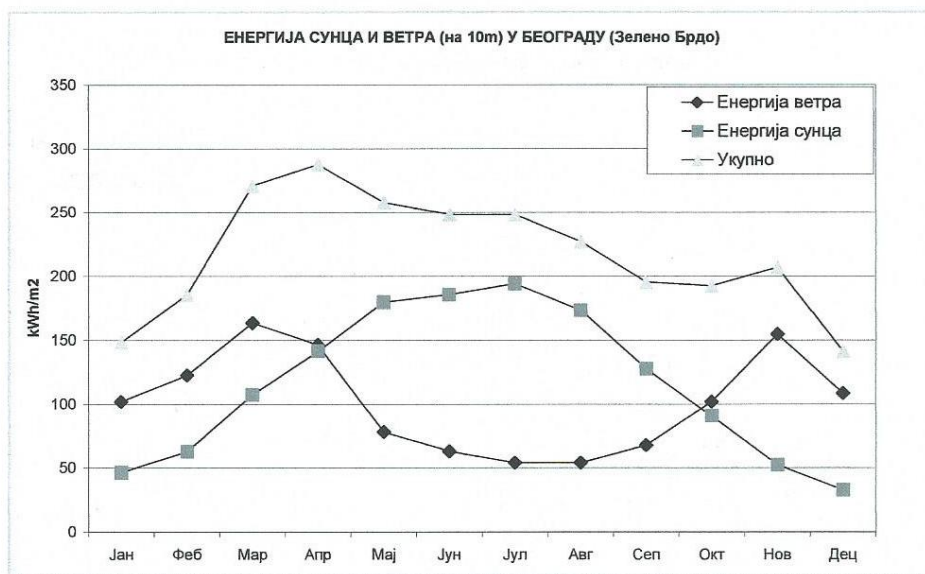
Слика 10. Графикон поређења енергије sunca у Београду и Барселони (NPEE, 2004)

Комплементарност енергије sunca и ветра испитана је и на примеру пара станица Бремен и Београд. У Бремену је добра комплементарност sunčeve и енергије ветра, слика 11. Месећна сума енергије sunca креће се од 15kWh/m² у јануару и децембру до 150kWh/m² у јуну. Кочићник је 10. Енергија ветра се креће у распону од 40 до 140kWh/m² - коочићник је 3,5. Сумарна енергија је у распону од 100 до 200 kWh/m² -коочићник је 2.



Слика 11. Графикон комплементарности енергије ветра и sunca у Бремену (NPEE, 2004)

Kombinovanim radom značajno se smanjuje amplituda rezultujućeg efekta sistema. U Beogradu, slika 12, kao i u čitavom košavskom području, takođe je jasno izražena komplementarnost energija sunčevog zračenja i vetra. Maksimalna mesečna količina sunčeve energije u Beogradu je u julu 190kWh/m^2 , a vetar ima maksimume u aprilu i novembru oko 180kWh/m^2 . Minimum za sunce je 40, a za vetar 60kWh/m^2 . Odnos maksimuma i minimuma sunčeve energije je 4,7:1, energije vetra 3:1, dok je taj odnos kod sumarne energije 2:1.



Slika 12. Komplementarnosti energije vetra i sunca u Beogradu (NPEE, 2004)

Kod razmatranja komplementarnosti energije sunca i vetra treba imati u vidu da se kod sunčeve energije radi o fluksu energije kroz horizontalnu površinu, a kod energije vetra je vertikalna površina brisana elisom. Zato se iz ovih razmatranja ne sme izvoditi zaključak da nad nekom teritorijom ima više energije vetra nego sunca ili obrnuto.

2.5. Ekonomski pokazatelji isplativosti primene solarne energije

Komparativna analiza isplativosti - primer

Primer troškova ugradnje solarnih kolektora za zagrevanje sanitarne vode – za domaćinstvo sa 4 člana porodice:

- u proseku je potrebno oko dva solarna kolektora (oko 4 m²) i bojler zapremine oko 200 litara. Cena sistema za zagrevanje vode u domaćinstvu pomoću sunčeve energije je od 1.500-2.000 €, u zavisnosti od kvaliteta, (Lambić, 2013);
- ugradnjom sistema za zagrevanje vode četvoročlano domaćinstvo bi godišnje uštedelo oko 2.800 kWh do 3.600 kWh električne energije. Vrednost ove uštede je oko 120 € godišnje, (Lambić, 2013). Pored toga, svaki rast cene električne energije bi uticao na smanjenje perioda za povraćaj investicije.

Prema rezultatima istraživanja evropskog udruženja „Interatom“, cena grejanja vode za domaćinstva pomoću ravnih solarnih kolektora – u krajevima gde ima više od 1.600 sunčanih sati godišnje, već danas je 1:1 – u odnosu na druge sisteme grejanja vode.

Za slučaj izgradnje osnovnog solarnog sistema – instalacije namenjene za grejanje sanitarne potrošne vode sa dva solarna kolektora i rezervoarom za vodu (akumulatorom toplote – bojlerom) zapremine od 200 litara može se uštedeti oko 70 % i više godišnje potrošnje električne energije za grejanje vode, (Umbach, 2010). Manje vrednosti se odnose na jeftinije solarne kolektore i jednostavnije instalacije, a veće – na skuplje sisteme sa složenijim instalacijama sa razmenjivačima toplote, sistemom za prinudnu cirkulaciju radne tečnosti i automatikom za regulaciju rada.

Efekti pri grejanju potrošne sanitarne vode u periodu od aprila do oktobra meseca sa aspekta pokrivenosti potreba su oko 80% od potrebne energije, a u periodu od oktobra do aprila ova pokrivenost je oko 30%, (Shimura et al, 2016).

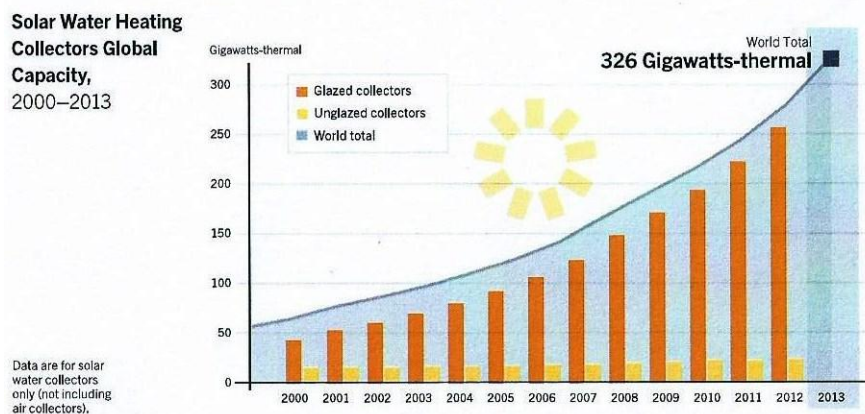
Po današnjim cenama električne energije vrednost uloženi sredstava (investicija) bi se otplatili za oko 10 do 12 godina. Međutim, malo je verovatno, da cena električne energije u narednim godinama neće rasti, te zbog toga stvarno vreme isplativosti neće biti duže od pet godina.

Neke od analiza vezanih za procenu porasta cene električne energije ukazuju na verovatnoću da će period otplativosti biti još kraći – od tri do pet godina. Većina certifikovanih sistema ima rok trajanja 25 do 30 godina, zato po isteku desete godine od montiranja, solarni sistem će tako reći bresplatno pripremati vodu još 15 do 20 godina. Jedini trošak za njegov rad predstavlja zanemarujuće održavanje i napajanje pumpe, čija snaga se, u zavisnosti od proizvođača i sistema kreću od 40 W do 65 W, (Polo et al, 2016). Ceo sistem, dakle, neće trošiti više električne energije od jedne obične sijalice.

Kada bi svako domaćinstvo u Srbiji (oko 2,5 miliona domaćinstava) imalo samo jednu jedinicu solarnog kolektora, površine 2 m², za grejanje sanitarne vode – na godišnjem nivou bi se uštedela energija ekvivalentna toplotnoj energiji dobijenoj sagorevanjem oko 500.000 t nafte ili oko 5 TWh energije. Za eksploatacioni vek od 30 do 50 godina – to bi bilo oko 15.000.000 – 25.000.000 tona nafte. Kada bi toliku količinu nafte smestili u vagon cisterne – to bi na godišnjem nivou bila kompozicija voza duga oko 500 km, (StameniĆ, 2009).

Tehno-ekonomski pokazatelji aktivne primene sunčeve energije

Aktivna primena sunčeve energije podrazumeva korišćenje posebnih uređaja – solarnih kolektora koji, upijajući sunčevu svetlost, proizvode nisko i srednjetemperaturnu toplotnu energiju. Iznos korisne toplotne energije proizvedene aktivnim solarno-energetskim sistemima u svetu, tačnije, ukupni instalisani kapaciteti za solarno grejanje vode u svetu u periodu od 2000. do 2013. godine, (EIA, 2015), prikazan je na slici 11. On zavisi od veličine sistema, fizičkih karakteristika ugrađenih delova, raspoložive insolacije i klimatskih uslova.



Slika 11. Ukupni instalisani kapaciteti za solarno grejanje vode u svetu (Renewables Global Status Report, 2014)

Ukupna godišnja globalna ozračenost jeste ukupna godišnja ozračenost (insolacija) na vodoravnu površinu, izražena u $\text{GJ/m}^2/\text{god}$. Ova veličina opisuje intenzitet sunčevog zračenja na datoj lokaciji, (Ginley et al., 2008).

Budući da najveći broj aktivnih sistema primene sunčeve energije koristi ravne, pločaste prijemnike ili prijemnike sa vakuumskim cevima, takvi sistemi su osposobljeni da upijaju i direktno i difuzno (odbijeno) sunčevo zračenje.

Pod pojmom *sijanje Sunca* smatra se okolnost kada sunce osvetljava predmete snažnije od raspršenog zračenja neba. Svetska meteorološka organizacija definiše sijanje Sunca kao razdoblje u kome je intenzitet Sunčevog zračenja veći od 120 W/m^2 . Pri vedrom danu, uz mali sadržaj vodene pare, dima i prašine u atmosferi, na površinu Zemlje leti dospeva snaga od 1.030 W/m^2 , a zimi 970 W/m^2 . U opštim procenama, obično se uzima zaokružena srednja vrednost od 1 kW/m^2 , (Solangi et al., 2011).

Kako maksimalni intenzitet sunčevog zračenja na nivou mora iznosi oko $3,6 \text{ MJ/h/m}^2$, to znači da godišnji iznos zahvaćene solarne energije po jednom kvadratnom metru prijemne površine varira od 2,8 do 9,4 GJ, zavisno od lokacije (geografske širine i nadmorske visine), (IEA, 2015). Pri tome, veliko ograničenje za intenzivniju primenu energije sunčevog zračenja jeste njeno odsustvo tokom noći i tokom dužih oblačnih perioda. Iz tog razloga, isplativija primena sunčeve energije podrazumeva njeno

kombinovanje sa drugim energentima kao što su vetar, biomasa, hidro i geotermalna energija, vodonik ili prirodni gas.

Osnovni element aktivnog solarno-energetskog sistema jeste kolektor (prijemnik), obično u vidu metalne ploče sa cevima (apsorber), koji upija sunčevo zračenje i pretvara ga u korisnu toplotu. Poslednjih godina, umesto pločastih metalnih kolektora, sve više se koriste prijemnici sunčeve energije sa staklenim vakuumskim cevima, koji su efikasniji tokom oblačnog vremena.

Tako prikupljena sunčeva energija, putem odgovarajućih prenosnih fluida (vode, antifrizna ili vazduha) odvodi se direktno do potrošača ili do toplotnog skladišta, gde se čuva za kasniju upotrebu. Za sisteme sa tečnim fluidom, kao skladište zahvaćene sunčeve energije koriste se toplotno izolovani metalni bojleri u kojima se čuva topla voda. Za sisteme primene sunčeve energije koji umesto vode za toplotni prenosnik koriste vazduh, potencijalna skladišta uključuju kamen, beton ili fazno promenljive materijale.

Veliki aktivni solarni sistemi, predviđeni za snabdevanje toplom vodom više zgrada, obično koriste masivne vodene rezervoare koji mogu biti ukopani u zemlju, tako da čuvaju prikupljenu energiju od leta za zimu (intersezonalna skladišta), (Espinosa et al., 2016).

Kapacitet skladišta u sistemima za individualna domaćinstva, obično je predviđen da sačuva prikupljenu sunčevu energiju jedan ili dva uzastopna oblačna dana. Ipak, da bi sačuvalo toplotu u dužem periodu bez sunca, aktivni solarni toplotni sistem mora imati masivnije skladište i mora biti dopunjen pomoćnim konvencionalnim energetskim sistemom.

Poslednjih godina, kao energetska dopuna tokom dužih oblačnih perioda, sve više se primenjuju drugi pogodni oblici obnovljivih izvora, poput biomase ili geotermalne energije. Velika prednost takvih hibridnih sistema (sunce-biomasa ili sunce-geotermalna energija) jeste ta što se mogu koristiti ne samo kada je oblačno nego i noću, čime se umnogome povećava njihova ukupna toplotna efikasnost.

Aktivni toplotni solarno-energetski sistemi se primenjuju na stambenim, javnim, trgovačkim i industrijskim zgradama, sa ciljem grejanja/hlađenja prostora ili za dobijanje tople vode, a često se koriste i za dogrevanje plivačkih bazena. Tip sistema zavisi od namene i klimatskih uslova.

Tehnologija aktivnog korišćenja solarne energije jako brzo napreduje. Poslednjih godina, efikasnost pretvaranja sunčeve energije u toplotu dostizala je između 65% i 80%, (Čičak, 2015), kroz inovacije kao što su selektivni apsorberi, dvostrani prijemnici, anti-reflektujuće zastakljenje, efikasni sistemi skladištenja i postojani kontrolni uređaji.

Glavno područje budućih poboljšanja na ovom polju predstavlja snižavanje kapitalnih troškova. Investicioni troškovi značajno variraju od tipa i kvaliteta sistema, načina primene i lokacije. Primera radi, ukupni investicioni troškovi aktivnih sistema za grejanje vode upotrebom sunčeve energije za domaćinstva, kreću se od 250 €/m² za jednostruko zastakljene ravne pločaste kolektore, koji se koriste samo u letnjem periodu, do 800 €/m², (Polo et al, 2016) za visoko efikasne vakuumske kolektore, koji se koriste tokom cele godine.

Kod najvećeg broja sistema aktivne primene sunčeve energije, troškovi instalisanja predstavljaju značajan deo ukupnih troškova. Zbog toga proizvođači ovih uređaja vrše funkcionalna poboljšanja sa ciljem obezbeđenja jednostavne ugradnje i smanjenih troškova održavanja. Troškovna efektivnost aktivnog korišćenja solarne energije najviše zavisi od uslova insolacije. Zbog toga, mesto postavke uređaja mora biti pažljivo odabrano.

Kapitalni trošak sistema, odnosno visina početne investicije, vrlo je važna veličina za kapitalnu ocenu. Smanjenje kapitalnog troška rezultira poboljšanjem ekonomičnosti, budući da su troškovi rada i održavanja relativno niski. Pri tome, treba naglasiti da najveći pojedinačni element kapitalnog troška čini vrednost kolektora. Ovaj trošak zavisi od tipa kolektora, koji je određen vrstom toplotnog fluida, potrebnom temperaturom, zaštitom od zamrzavanja i zastakljenjem.

Nabavna cena bakarnog apsorbera sa jednostrukim zastakljenjem, za tipične porodične DHW (*Domestic Hot Water*) sisteme kreće se u opsegu od 200-300 €/m². Nasuprot tome, cena višestruko zastakljenog vakuumskog solarnog kolektora može biti nekoliko puta veća.

Kapitalni troškovi sistema mogu jako varirati zavisno od mesta i načina instalisanja. Na primer, trošak termosifonskog (integrisanog kolektor-skladište sistema) za toplu vodu u južnim predelima može biti značajno manji od „zatvorenih“ sistema sa antifrizom koji se koriste u severnim predelima, (Casillas & Kammen, 2011).

Efikasnost sistema, odnosno stepen pretvaranja sunčeve energije u toplotu, takođe veoma zavisi od sastava i oblika sistema, tipa kolektora, uslova insolacije i potrebne temperature. Izazov za solarne dizajnere predstavlja snižavanje ukupnih troškova, bez značajnog negativnog uticaja na efikasnost sistema. Pokazatelji učinka sistema:

- *Godišnja proizvodnja energije (GJ/god)* je godišnja proizvodnja toplotne energije putem aktivnog solarnog sistema;
- *Godišnja proizvodnja energije (kWh/god)* je godišnja proizvodnja električne energije dobijene aktivnim solarnim sistemom. Nastaje primenom hibridnih, toplotno-električnih solarnih sistema (solarne kogeneracije);
- *Godišnji iznos potrebne ulazne energije (GJ/god)* je iznos konvencionalne energije, neophodan za normalni rad solarnog sistema. Na primer električna struja potrebna za rad cirkulacionih pumpi;
- *Solarni udeo (%)* je godišnje isporučena korisna energija od aktivnog solarnog sistema, podeljena ukupnom energetsom potrošnjom zgrade;
- *Prosečna godišnja efikasnost kolektora (%)* je ukupna godišnje isporučena energija toplotnom skladištu, podeljena ukupnom godišnjom primljenom energijom u vidu insolacije;
- *Godišnja efikasnost toplotnog skladišta (%)* je ukupni godišnji izlaz iz skladišta, podeljen ukupnim godišnjim prilivom energije iz aktivnog solarnog sistema;

- *Efikasnost aktivnog solarnog sistema (%)* je godišnji iznos energije predat potrošnji, podeljen ukupnom godišnjom primljenom energijom u vidu insolacije;
- *Efikasnost pomoćnog sistema (%)* je ukupan godišnji iznos proizvedene energije pomoćnog sistema, podeljen njegovom ukupnom utrošenom energijom, (Mikulović & Đurišić, 2012).

Tehno-ekonomski pokazatelji pasivne primene sunčeve energije

Za razliku od aktivne, pasivna primena sunčeve energije je potpuno prirodna, što znači da ne koristi neke posebne uređaje za intenzivan zahvat sunčevog zračenja. Pasivna solarna kuća se projektuje i gradi po ugledu na cvet: danju i po sunčanom vremenu širi svoje latice, dok ih noću i kada je hladno skuplja i zatvara, (Turk, 2015).

Pasivna solarna tehnologija se suštinski bazira na uklapanju i raspoređivanju arhitektonskih elemenata i sklopova za korišćenje prirodnih energetske izvora (posebno sunčevog zračenja). Energetske koristi koje se ostvaruju pasivnom solarnom arhitekturom jesu grejanje, hlađenja i prirodno osvetljenje, (Ćehajić, 2013).

Energetski izvor je sunčeva energija i njena vrednost varira između 2,8 i 9,4 GJ/m² godišnje zavisno od lokacije. Pasivna solarna tehnologija je različita od ostalih oblika ekološke energetike zbog određenih specifičnosti:

- Suštinski je vezana za građevine;
- Sunčeva energija se prikuplja i skladišti unutar zgrade, bez potrebe za prenosnim cevima i elektro provodnicima;
- Najveći broj pasivnih primena sunčeve energije donosi kvalitativne koristi (zadovoljstvo, udobnost, zdravlje), čije vrednosti obično nisu uračunate u konvencionalnim (računovodstveno-finansijskim) ekonomskim analizama.

Glavne delove pasivnih solarnih sistema čine osobeni arhitektonski sklopovi koji su prilagodljivo uklopljeni u sastav same zgrade. Zavisno od potrebne energetske usluge, ti sklopovi skupljaju i raspoređuju sunčevu toplotu i svetlost, skladište

sunčevu toplotu ili je odbijaju. Prijemnici solarne energije u ovom slučaju jesu zastakljeni delovi građevine i najčešće su to standardni prozori ili staklene verande. Prenos sunčevog zračenja i toplote, ostvaruje se refleksijom između unutrašnjih površina zgrade.

Dalji prenos sunčeve toplote odvija se konvekcijom unutrašnjeg različito zagrejanog vazduha i toplotnim ozračivanjem masivnih zidova. Sastavni delovi toplotnog skladišta najčešće jesu betonski podovi ili masivni zidovi od cigle. Kontrolisano odbijanje sunčevog zračenja se ostvaruje primarno putem podešavanja veličine, položaja i zasenčenosti solarnih elemenata i sekundarno putem različitih načina prirodne i veštačke ventilacije, (Franković & Blecich, 2009).

Čist pasivni sistem za primenu sunčeve energije jeste onaj u kome je tok toplotne energije ostvaren prirodnim procesima provođenja, odzračivanja, zračenja i isparavanja.

Pasivno grejanje. Zavisno od načina isporuke energije unutrašnjem prostoru, možemo razlikovati dva glavna tipa pasivnih solarnih sistema za grejanje:

- Sistem direktnih dobitaka, koji koristi standardna zastakljena okna za neposredni prodor sunčeve toplote u unutrašnjost zgrade;
- Sistem indirektnih dobitaka, kao što su staklenici, Trombovi zidovi, vodeni krovovi i zidovi. Prikupljena toplota se distribuira putem prenosnih elemenata (ventilacionih kanala).

Oba pomenuta sistema zahtevaju toplotno skladište. Kod direktnih sistema, prikupljena energija se čuva u sastavnim delovima – betonu, ciglama, podnim pločama i ostalim teškim materijalima. Staklenici skladište sunčevu toplotu na sličan način, uz upotrebu prirodne ventilacije otvaranjem unutrašnjih vrata i prozora. Kod Trombovih zidova, prikupljena toplota se prenosi prirodnim provođenjem sa velikom vremenskom inercijom.

Pasivno hlađenje. Načini pasivnog solarnog hlađenja su suštinski različiti od pasivnog grejanja, zbog potrebe za odbijanjem, umesto prikupljanjem zračenja. Strategije hlađenja se ostvaruju u dve ravni.

Prva je ravan izolacije, kojom se smanjuje preterano zagrevanje. Toplotni dobici su odbijeni prikladnom veličinom, položajem i zasenčenošću prozora, sadnjom listopadnih biljaka kao i izolacijom podova, zidova i krova. Drugi nivo strategije pasivnog hlađenja predstavlja korišćenje različitih mehanizama iznošenja unutrašnje toplote u spoljašnju sredinu.

Ovi mehanizmi uključuju prirodnu ili prinudnu ventilaciju, vršeci isparavanje i noćno hlađenje. Toplotno skladište je osnovni element za izvođenje navedenih rashladnih postupaka.

Dnevno osvetljenje. Pasivno solarno osvetljenje treba da se ostvari što većim staklenim površinama, kao deo pasivnog solarnog grejnog sistema, posebno spratnim prozorima (*French windows*) i krovnim monitorima. Posebne unutrašnje površine, kao što su svetle police i vazdušni otvori, obezbeđuju poželjan raspored dnevnog svetla unutar zgrade. Buduće tehnologije pasivnog dnevnog osvetljenja, ispitane su i demonstrirane su u laboratorijama, uključujući specijalne dodatke, kao što su elektrohromni prozori i holografski filmovi za dnevno svetlo, (Đukanović, 2010).

Integrirani sistemi. Pasivno grejanje, hlađenje i osvetljenje su često grupisani u spojene sisteme, čiji elementi vrše više energetske usluge. Na primer, odgovarajuće dizajniran prozor vrši funkciju i toplotnog i svetlosnog prijemnika. Zidna i krovna izolacija obezbeđuje pasivno grejanje i hlađenje, minimiziranjem toplotnih gubitaka zimi i toplotnih dobitaka leti. Toplotno skladište takođe može raditi u pasivnom sistemu za grejanje ili za hlađenje. Kombinovanje ovih sistema može biti od posebne važnosti u razućenim poslovnim zgradama sa višedimenzionalnim energetskim potrebama.

Većina tehnologija pasivnog solarnog grejanja je razvijena i prisutna na tržištu. U različitim klimatskim zonama, značajna smanjenja troškova grejanja zgrada mogu se postići okrenutošću zgrade u pravcu kojim će najbolje iskoristiti raspoloživu sunčevu energiju, i obezbeđenjem da zastakljene površine budu koncentrisane na južno okrenutim fasadama, sa malim prozorima na severnoj strani.

Troškovno najefektnije primene se ostvaruju putem optimalnih mešavina pasivnog solarnog grejanja i toplotne izolacije zgrade. Dvostruko zastakljeni direktni prijemni sistemi mogu ostvariti uštede toplotne energije između 60 i 300 kWh/m² godišnje, zavisno od klimatskih uslova. Uštede takođe mogu biti ostvarene ugradnjom verandi ili staklenika na ulazima i terasama. Verande mogu zagrevati ulazne hodnike, (Vuković, 2014).

Većina tehnologija dnevnog osvetljenja je takođe razvijena i tržišno raspoloživa. U nestambenim objektima, kao što su poslovne zgrade, bolnice, škole i fabrike postoje prilike za snižavanje rashladnih troškova i troškova osvetljenja, razumnim korišćenjem dnevnog svetla. U tim objektima, troškovi osvetljenja često čine glavni udeo u ukupnim troškovima energije.

Pasivno hlađenje je manje razvijeno od grejanja i osvetljenja, mada većina mera konzervacije, kao što je zasenčenje, način ventilacije i isparavanja, jesu poznate i tržišno raspoložive. Naredna istraživanja su neophodna u tehnikama smanjenja vlažnosti kod kuća u toplim i vlažnim klimatskim područjima.

Energetske uštede koje se pripisuju pasivnom solarnom dizajnu, jesu najosetljivije na dodatne troškove pasivnih solarnih elemenata, upoređene sa troškovima konvencionalnih građevinskih elemenata, i količinu uštede energije putem pasivne primene sunca, u odnosu na konvencionalni pristup.

Dodatni troškovi pasivnih solarnih elemenata. U stambenim zgradama, dodatni troškovi su pridruženi troškovima toplotne izolacije. Za masivne zgrade od čvrstog materijala, dodatni troškovi su sadržani u porastu zastakljenosti. Na primer, u poslovnim zgradama, gde je važno dnevno osvetljenje, ovi dodatni troškovi mogu

varirati između 0 i 25%. U posljednje vreme, ovi dodatni troškovi se smanjuju uvođenjem jeftinijih termoizolacionih materijala, kao što su tehnologije transparentne izolacije ili suvi malteri, koji skladište toplotnu energiju putem tzv. faznih prelaza.

Iznosi uštedene energije putem pasivne primene sunca. Za stambene zgrade koje zadovoljavaju visoke standarde energetske konzervacije, pasivna primena solarne energije može obezbediti 30-50% zadovoljenja potreba za toplotnom energijom.

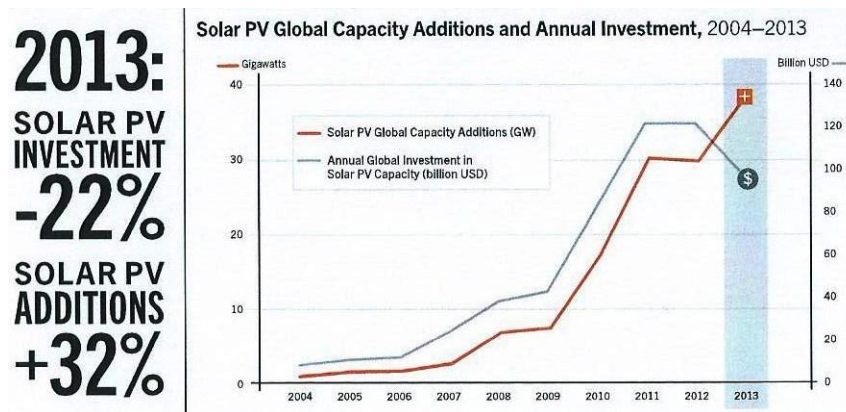
Upotrebom novih materijala, ovo učešće bi trebalo da se uveća na 40-60%. Nasuprot tome, u nestambenim objektima, dnevno svetlo obično štedi 30% potrebne energije za osvetljenje. Savremena arhitektonska rešenja i noviteti poput staklenih polica i novih atrijumskih oblika, trebalo bi da povećaju zadovoljenje potreba za toplotnom energijom na čak 70-80%, (Stevović, 2015).

Prednosti pasivne primene sunčeve energije u suštini se nalaze u razlici potrošene energije pasivne solarne zgrade, sa jedne i odgovarajuće obične zrade sa druge strane. Isti pristup je korišćen i kod troškova pasivne tehnologije, koji se ogledaju u dodatnim troškovima „solarizacije“ u odnosu na konvencionalne zgrade, (Vukadinović et al., 2015).

Tehno-ekonomski pokazatelji primene fotonaponskih ćelija

Solarna ćelija predstavlja električni generator koji Sunčevu energiju neposredno pretvara u električnu. Solarne ćelije na bazi silicijuma koriste se već više od pola veka kao generatori električne energije za posebne namene, među kojima je naročito značajna njihova primena za snabdevanje satelita električnom energijom.

Od samog početka razvoja solarne ćelije su našle primenu na usamljenim objektima, svetionicima, aerodromima, istraživačkim platformama na moru, stambenim i industrijskim objektima. Novoinstalirani PV kapaciteti u svetu u periodu od 2004. do 2013. godine, (Finnveden et al., 2003), prikazani su na slici 14.



Slika 14. Novoinstalirani PV kapaciteti u svetu, (Finnveden et al., 2003)

Fotonaponski sistemi koriste poluprovodničke materijale za konvertovanje svetlosti u električnu energiju. Količina proizvedene električne struje iz PV sistema zavisi od vrste solarnih ćelija i jačine sunčevog zračenja, koje opet zavisi od lokacije, doba dana i klimatskih uslova. Za proračun isplativosti primene, bitni pokazatelji energetskog izvora su:

- Ukupna godišnja insolacija – ukupno godišnje ozračenje na vodoravnu površinu, u kWh/m² godišnje, koja opisuje solarne ekološke osobenosti na datoj lokaciji;
- Ukupno godišnje direktno ozračenje – godišnja vrednost ozračenja koje direktno pada pod pravim uglom na vodoravnu površinu. To je sastavni deo ukupnog globalnog zračenja i potreban je za sisteme solarnih ćelija sa koncentradorima zračenja. Izraženo je u kWh/m².

Maksimalna jačina sunčevog zračenja na nivou mora približno iznosi 1 kWh/m², mada za vreme oblačnosti ova vrednost ne prelazi 100 W/m². Savremene solarne ćelije od monokristala silicijuma ostvaruju vršnu električnu snagu između 150 i 200 W/m². Na primer, jedan kvadratni metar čuvenih solarnih ćelija *HIT*, koje proizvodi japanski *Panasonic*, dostiže električnu snagu od 183,3 W, (Shimura et al, 2016).

Osnovni sastavni deo PV sistema jeste solarna ćelija od poluprovodničkog materijala koja generiše električnu struju kada se izloži sunčevom zračenju. Tipična solarna ćelija zauzima površinu od oko 100 cm² i može dostići snagu od oko 2 vršna vata

(Wp) električne struje. Grupa solarnih ćelija uklopljena u module (obično 1 m² ili manje) može raspolagati električnom snagom od oko 50-250 Wp, (Li et al, 2016).

Postoje dva tipa PV modula: ravni-pločasti (koji se češće koristi) i paneli sa koncentradorima zračenja. Ravni-pločasti moduli mogu pretvarati u električnu struju i direktno i difuzno sunčevo zračenje, dok paneli sa koncentradorima koriste samo direktno zračenje. Ravni-pločasti moduli mogu biti fiksirani ili postavljeni na pokretnim tragačima sunca, dok koncentrirajući moduli moraju biti instalisani samo na mehaničkim tragačima, okrenutim prema Suncu, poput suncokreta.

Ostale komponente PV sistema, uopšteno nazvane BOS (*Balance of System*), mogu sadržavati (zavisno od primene) inverter za pretvaranje jednosmerne struje u naizmeničnu, regulator snage, jačine i napona, akumulatorske baterije, kontrolere i različite pomoćne sastavne delove, (Hasan & Parida, 2016).

Sistemi solarnih ćelija su pogodni za različite oblike primene. Zbog toga što proizvode električnu struju tokom sunčanog dana, PV su prikladni za napajanje mreže strujom za vreme popodnevnog vršnog opterećenja. Nasuprot tome, u vreme kada sunce ne sija, mogu se koristiti skladišne baterije. Konačno, zahvaljujući svojoj modularnosti, PV sistemi su takođe podesni za obezbeđenje relativno malih količina električne struje na udaljenim lokacijama koje nisu vezane na elektro-mrežu.

Tehnologije primene solarnih ćelija mogu biti svrstane u četiri glavna tržišta: samostalni sistemi, sistemi priključeni na elektro-mrežu, primena kod proizvoda široke potrošnje i primena u svemirskim uslovima.

Samostalni sistemi opskrbljuju strujom usamljene potrošače. Samostalni sistemi se mogu koristiti kao hibridni, na primer u kombinaciji sa dizel ili vetrogeneratorom. Primeri postojećih samostalnih sistema od 100 W do 200 kW jesu pumpe za vodu, osvetljenje i primene u udaljenim selima, zamrzivači hrane i medicinskih preparata, repetitori, signalni uređaji i osvetljenje, punjači mobilnih telefona i primene u poljoprivredi za navodnjavanje.

Sistemi priključeni na elektro-mrežu mogu posedovati električnu snagu od nekoliko kilovata do više desetina megavata. U malim stambenim sistemima i srednje velikim sistemima, koji su instalisani na trgovačkim, industrijskim ili poslovnim objektima, elektromreža se koristi kao pomoćni izvor energije. U velikim centralizovanim PV sistemima, celokupna proizvodnja se direktno odvodi u elektro-mrežu.

Tehnologija solarnih ćelija se već godinama komercijalno primenjuje na tržištu svemirske opreme i na tržištu proizvoda široke potrošnje, kao što su kalkulatori, dečije igračke i slično.

Status PV tehnologije obično je meren sa tri kritična faktora: efikasnost solarnih ćelija, kapitalni troškovi i vreme životnog ciklusa. Vezano sa tim, najveći broj tekućih istraživanja je usmeren na pronalaženje novih materijala koji će ostvarivati veću efikasnost a biti jeftiniji.

Dokoro, najveći broj PV tehnologija se zasnivao na upotrebi monokristala ili polikristala silicijuma. To su dobro razvijene tehnologije, u upotrebi od 1950. godine. Iako su ove solarne ćelije tržišno raspoložive, njihova cena je prilično visoka za masovno korišćenje.

Saglasno tome, istraživanja su usmerena na razvoj jeftinijih sastavnih materijala, povećanje efikasnosti ćelija, razvoj novih kombinacija materijala i novih tipova solarnih ćelija, koji će smanjiti proizvodne troškove. Kao alternativa skupom postupku dobijanja monokristalnih ćelija, razvijeno je nekoliko tehnologija za proizvodnju trakastih polikristalnih ćelija od livenog materijala, (Hameiri, 2016).

Manje skupi materijali od mono i polikristalnog silicijuma pakuju se na tanke slojeve. Oni imaju dodatne prednosti u vidu proizvodnje u velikim serijama. Najveća pažnja je bila usmerena na tanke slojeve solarnih ćelija od amorfnog silicijuma, koje se jeftinije proizvode. Ostali materijali koji se ispituju jesu bakar-indijum-diselenid, kadmijum-telurid i galijum-arsenid. Bakar-indijum diselenid, na primer, nudi relativno visoku efikasnost i dobru stabilnost za vreme dužeg intenzivnog izlaganja sunčevoj svetlosti. Solarne ćelije od galijum-arsenida postižu veću efikasnost u odnosu na ostale PV

materijale, ali zahtevaju dalje sniženje troškova proizvodnje, kako bi ekonomski bili konkurentni.

Istraživači, takođe, proučavaju upotrebu tankih slojeva kod višeslojnih (*multi-junction*) solarnih ćelija, koje podrazumevaju nadograđivanje dva različita materijala. Takve solarne ćelije imaju potencijalno veću efikasnost, budući da višestruki materijali pokrivaju veći spektar sunčevih talasnih dužina. Buduća poboljšanja efikasnosti solarnih ćelija imaće značajan uticaj na troškove energije skopčanih sa primenom fotonaponskih sistema, (Yongfang Li, 2012).

Kapitalni trošak je drugi izazov za istraživanja u oblasti PV tehnologija. Smanjenje kapitalnog troška rezultira proporcionalnim poboljšanjem energetskog troška. Kapitalni troškovi za ravne pločaste module, početkom 90-ih godina prošlog veka iznosili su 400-500 USD/m², dok su troškovi za koncentratorske module bili oko 400 USD/m², (IEA, 2015).

Napori se takođe ulažu za poboljšanje proizvodne tehnologije i procese. Neke firme teže da proizvedu veće PV module, sa bazičnim dimenzijama koje prevazilaze 100 cm². Posao se nastavlja i na snižavanju troškova prateće opreme (BOS), kroz jeftinije baterije, poboljšane regulatore snage, smanjenu noseću strukturu i uprošćenu proceduru instalisanja.

Daljim razvojem očekuje se produženje vremena trajanja fotonaponskih sistema. Za tehnologiju monokristalnog silicijuma, radni vek je otprilike 30 godina. Za solarne ćelije od amornog silicijuma to se ne može reći, s obzirom da one tokom vremena gube početnu sposobnost i proizvodnja struje im ozbiljno opada tokom vremena. Produženje vremena njihovog rada, sa 10 na 20 godina, imaće značajne efekte na troškove energije, (Milosavljević, 2013).

Tehno-ekonomski pokazatelji primene koncentrisanih zraka

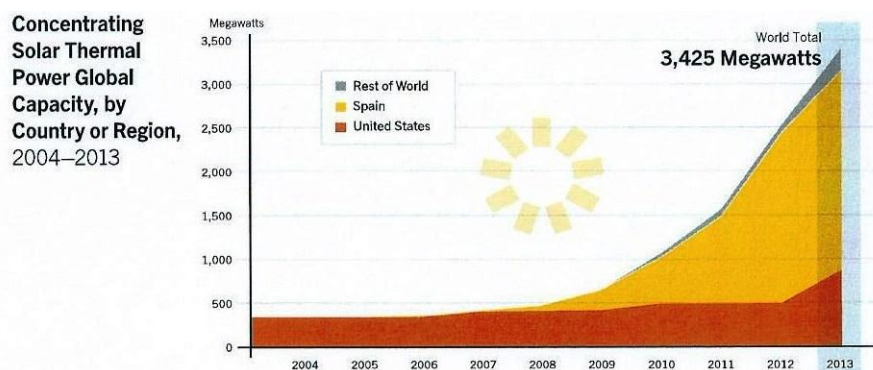
Počev od Arhimeda i njegovog spektakularnog paljenja rimskih brodova pomoću sunčevih zraka, u prošlosti su zabeleženi brojni više ili manje uspešni pokušaji

primene koncentrisane sunčeve energije. Danas čovečanstvo raspolaže različitim načinima usredsređenja sunčevog zračenja i njegovog korišćenja za toplotne ili električne svrhe.

Solarni termalni sistemi pretvaraju energiju sunčevog zračenja u toplotnu energiju, putem njene koncentracije u žižnu tačku ili žižnu osu. Tako dobijene visoke temperature se koriste za dobijanje električne energije ili procesne toplote. Proizvedena količina toplote zavisi od iznosa ozračenja, koji varira sa lokacijom, dobom dana i vremenskim prilikama. Ukupna globalna insolacija je sastavljena od direktnog i difuznog zračenja. Međutim, za procenu snage i toplotno-energetskog izlaza od termalnog solarnog sistema, dizajneru je potrebno da zna iznos direktnog ozračenja na mikrolokaciji, budući da solarni termalni sistemi koriste koncentratore, koji upijaju direktno zračenje.

Bitne veličine za ove sisteme su: *godišnja ukupna insolacija* (ukupno godišnje ozračenje horizontalne površine koje opisuje ekološke karakteristike sunčevog zračenja na datoj lokaciji) i *godišnja ukupna direktna insolacija* (godišnji iznos ozračenja horizontalne površine koji direktno pada od Sunca – to je neodbitni deo globalnog ozračenja, neophodan za solarne sisteme sa optičkim koncentratorima).

Tipične vrednosti za direktno zračenje na pogodnim lokacijama variraju između 1.900 kWh/m² (Almerija, Španija) do 2.500 kWh/m² godišnje (Bastou, Kalifornija), (Đukanović, 2010). Kapaciteti za korišćenje koncentrisane sunčeve energije od 2004. do 2013. godine su prikazani na slici 15, IEA (2015).



Slika 15. Kapaciteti za korišćenje koncentrisane sunčeve energije, (IEA, 2015)

Ako se posmatraju tri tipa koncentrisanih tehnologija (sistemi sa središnjim prijemnikom, parabolični i cilindroparabolični sistemi) može se primetiti da navedeni tipovi tehnologija imaju različite pristupe koncentraciji sunčevog zračenja, kao i dobijanju toplotne ili električne energije.

Sistemi sa središnjim prijemnikom prikupljaju i usmeravaju zračenje na jedan prijemnik, montiran na vrhu visokog tornja, uz pomoć dvoosnih tragajućih ogledala (heliostata).

Prijemnik je isprepletan cevima kroz koje protiče prenosni fluid poput ulja, vodene pare, topljene nitratske soli ili tečnog natrijuma. Za konvertovanje toplotne energije u električnu, koristi se toplotni motor, zasnovan na Rankinovom parnom ciklusu. Parabolični koncentratori rade na principu fokusiranja zračenja u žižnu tačku uz korišćenje Rankinovog ili Stirlingovog ciklusa za proizvodnju električne energije, (Tomić, 2013).

Cilindroparabolična tehnologija fokusira sunčevo zračenje na prijemnu cev od vakuumskog stakla, kroz koju protiče prenosni fluid.

Solarna termalna tehnologija se može koristiti kod centralizovanih termoelektrana, izolovanih energetske sistema ili za velike industrijske/poslovne potrošače. Svaki od navedenih tipova solarnih termalnih tehnologija – središnji prijemnik, parabolični i cilindroparabolični, ima svoje karakteristike koje treba da budu potpuno usaglašene sa zahtevima potrošača.

Modularnost (deljivost) parabolične i cilindroparabolične tehnologije im omogućuje različite primene sa varijabilnim nivoima tražnje za toplotnom ili električnom energijom.

Tako dispergovani solarni termalni sistemi mogu biti ili priključeni ili nepriključeni na prenosnu mrežu. Oni su takođe pogodni za obezbeđenje popodnevnih vršnih energija, jer u toku dana skupljaju sunčevo zračenje u skladu sa ritmom kretanja Sunca po

nebeskom svodu. Međutim, prenosni fluidi u ovim sistemima treba tokom noći ili u oblačnim periodima da budu dogrevani pomoćnim energetskim izvorima, najčešće prirodnim gasom ili dizelom. Pokazatelji tehničkih karakteristika sistema su:

- *Gubici zavisno od površine.* To je procenat od direktnog zračenja koji nije apsorbovan usled neadekvatnog nagiba, reflektivnih gubitaka, i atmosferskih neprilika;
- *Ostali gubici.* Procenat apsorbovanog zračenja usled gubitka u prenosnom podsistemu;
- *Efikasnost sistema.* Godišnja efikasnost termalnog solarnog sistema;
- *Potrebna pomoćna energija.* Iznos klasične energije, potrošen za normalan rad sistema, uključujući fosilna goriva i električnu energiju za motore, pumpe, kontrolne uređaje, kao i pomoćnu energiju kod hibridnih sistema;
- *Raspoloživost.* Procentualni vremenski deo godine u kojem solarni sistem može da funkcioniše;
- *Godišnja proizvodnja energije.* Godišnji energetski izlaz jednak je proizvodu ukupnog direktnog ozračenja, efikasnosti sistema i raspoloživosti;
- *Faktor kapaciteta.* Veličina jednaka količniku godišnje proizvodnje energije i standardne izlazne snage, pomnoženom sa 8.760 časova rada godišnje.

Status razvoja solarnih termalnih sistema meri se efikasnošću konverzije energije i kapitalnim troškovima, jer su upravo to kritični faktori kada su troškovi energije koncentrišućih solarnih termalnih sistema u pitanju.

Razvojni naporu su usredsređeni na redukciju kapitalnih troškova za tehnologiju heliostata sa sledećim pristupima: porast veličine heliostata, razvoj tehnologije razvučenih membrana koje bi trebalo da zamene staklena ogledala i razvoj jeftinijih refleksionih filmova. Više različitih problema izašli su tokom vremena na videlo, kao na primer, korozija ogledala heliostata.

Razvoj sistema je usmeren na smanjenje troškova putem jeftinijih materijala i poboljšanja načina postavke i rukovanja. Parabolični sistemi su, takođe, u fazi prekomercijalno/oglednog razvoja. Nekoliko kompanija u SAD i Evropi razvijaju

tehnologiju Stirlingovog parnog ciklusa. Teži se razvoju jeftinijih, visoko efikasnih koncentratorskih prijemnika.

Cilindroparabolični sistemi su komercijalni. Razvoj ovakvog tipa elektrana ide u pravcu snižavanja troškova putem dizajniranja lakših prijemnika, konstrukcije reflektora sa razvučenim metalnim ili polimernim membranama umesto staklenih ogledala, zatim snižavanja troškova pomoćne prateće opreme i poboljšanja sistema kontrole praćenja Sunca, (Polo et al., 2016).

Buduća poboljšanja efikasnosti solarnih termalnih sistema će imati značajan uticaj na energetske troškove tehnologije. Efikasnost današnjih solarnih sistema kreće se u rasponu od 28-33% za proizvodnju električne struje i 66% za procesnu toplotu. Smanjenja kapitalnih troškova vode približno proporcionalnim smanjenjima troškova energije.

Ova tvrdnja ostaje tačna sve dotle dok troškovi rada i održavanja ne postanu dovoljno značajni za visinu troškova proizvodnje električne energije iz solarnih termoelektrana. Smanjenje kapitalnih troškova će rezultirati poboljšanjima dizajna koncentratora.

U stvarnosti, razvojni naponi su usmereni ka kombinovanom uticaju na ove kritične faktore, kako bi se ubrzalo vreme dostizanja pune konkurentnosti sa tehnologijama zasnovanim na klasičnim izvorima energije.

Troškovi proizvodnje električne energije iz pojedinih OIE

Ekonomski parametar je "prosečni troškovi proizvodnje"- MPC (*Medium Production Costs*) izraženi u [c€/kWh]. MPC zavisi od brojnih faktora i mora se pažljivo utvrditi pomoću formule (1):

$$MPC = \frac{(C_i \times A + C_{OM}) + C_f}{E} \text{ [c€/kWh]} \quad (1)$$

gde je:

C_i - investicioni troškovi (€/kW)

C_{OM} - tekući i operativni troškovi održavanja (€/kW)

E - godišnja proizvodnja električne energije (kWh/kW)

C_f - troškovi goriva (c€/kWh)-samo kod elektrana na biomasu

A - koeficijent aktualizacije:

pri čemu se koeficijent aktualizacije računa po formuli (2):

$$A = \frac{r}{1 - (1+r)^{-n}} \quad (2)$$

gde su:

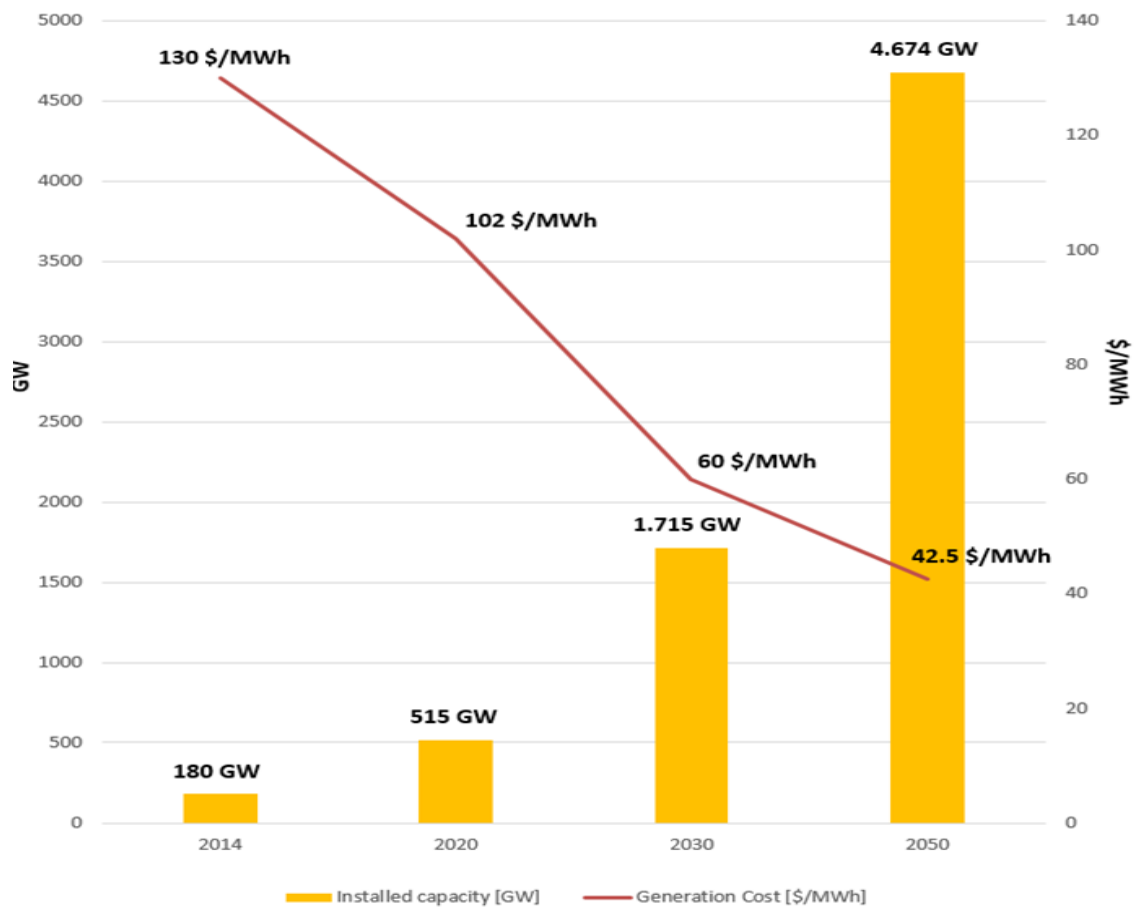
r - kamatna stopa (%)

n - životni ciklus postrojenja (god.)

Razvoj tehnologija solarnih fotonaponskih panela i prateće opreme, uticao je na povećanje instalisanih kapaciteta, a posledično i na pad investicionih troškova istih.

Korelacioni odnos investicionih troškova i proizvedenih instalacija solarnih sistema, je u funkciji tržišnog zakona ponude i potražnje. Dakle, kako su se tehnološke komponente solarnih sistema usavršavale i kako je proizvodnja počela da biva masovnija, posledično je ta relativna snabdevenost tržišta uzrokovala da su i cene, na početku vrlo visoke, dobile trend smanjenja.

Međusobni odnos smanjenja troškova solarnih sistema sa povećanjem solarnih kapaciteta, sa predviđanjima do 2050. godine, (Shimura et al., 2016), prikazan je na slici 16, što je ohrabrujuće, jer znači da će ekonomski i finansijski posmatrano, biti još isplativije i lakše investirati u FN sisteme. Svi ti trendovi su pozitivni iz ugla održivog razvoja.



Slika 16. Grafikon odnosa smanjenja troškova sa povećanjem solarnih kapaciteta sa predviđanjima do 2050. godine, (Global market outlook for PV, 2016)

2.6. Marketinški podsticaji primene OIE

Još pre nego što je 2007. godine Savet Evrope objavio svoj cilj dostizanja 20% učešća obnovljivih izvora u strukturi ukupne proizvodnje energije za 2020. godinu, u pojedinim zemljama su osmišljavane i primenjivane različite ekonomske podsticajne mere. Kako je vreme proticalo, a stepen primene obnovljivih izvora energije u tim zemljama se povećavao, tako su razrađivani novi oblici stimulativnih ekonomskih mera. Poslednjih godina, širom sveta, koriste se različiti oblici podsticanja primene obnovljivih izvora energije: državne subvencije, smanjenje poreza na dodatu vrednost, poreski krediti, neto-razmena, zeleno označavanje, naknada troškova itd. Tokom godina u praksi su se najdelotvornijim pokazale: naknade troškova, zelene oznake i neto-razmena, (Tamás et al., 2010).

Neto razmena

Reč je o sezonskoj razmeni električne energije između individualnih proizvođača i nadležnih elektrodistributivnih preduzeća. Ova mera je nastala kao odgovor na potrebu uprošćavanja postupka razmene proizvedene električne energije između domaćinstva koja su instalirala na svojim zgradama sisteme za primenu obnovljivih izvora energije. Neto razmena podrazumeva da električna energija, proizvedena u solarnim ćelijama ili vetrogeneratorima i isporučena u prenosnu elektro-mrežu ima jednaku ili veću ekonomsku vrednost u odnosu na električnu struju kupljenu od elektrodistribucije. To znači da domaćinstva plaćaju samo onu razliku između proizvedene i potrošene električne energije, što je naročito važno za razdoblja dužih oblačnosti ili smanjene vetrovitosti.

Neto-razmena (*Net-metering*) kao mera za podsticanje primene solarnih ćelija, nastala je u Kaliforniji, početkom novog milenijuma. Nezavisni proizvođači električne energije iz solarnih ćelija, tokom leta su prodavali struju nadležnim elektrodistribucijama po ceni od 31 US cent/kWh, dok su tokom zime, tu istu struju kupovali po ceni od 9 US centi/kWh. Tri i po puta viša prodajna cena i te kako podstiče domaćinstva da investiraju u sisteme solarnih ćelija, budući da elektrodistributivna mreža igra ulogu velike akumulatorske baterije, efikasnosti preko

300%. Od zemalja EU neto-razmena, kao podsticajna mera za primenu sistema solarnih ćelija, primenjivala se u Belgiji, Češkoj, Danskoj i Italiji, (IEA, 2015).

Zelene oznake u proizvodnji električne energije

Zelene oznake predstavljaju svojinska prava proizvođača električne energije iz obnovljivih izvora nad određenim ekološkim koristima. Zelene oznake (*Green tags - GT*) mogu biti predmet trgovine između različitih proizvođača električne energije. U tom slučaju, nosioci, odnosno vlasnici zelenih znakova mogu da naplate pravo, stečeno proizvodnjom električne energije iz obnovljivih izvora. U Italiji, na primer, već duže od deset godina, svi veliki proizvođači električne energije iz fosilnih goriva (sa godišnjom proizvodnjom preko 100 GWh) imaju zakonsku obavezu da određenu količinu električne struje proizvedu iz obnovljivih izvora.

Ukoliko države nemaju svojih postrojenja koja koriste obnovljive izvore, imaju mogućnost da na tržištu kupe potrebnu količinu električne struje od drugih proizvođača. Na taj način dobijaju određeni broj zelenih oznaka i stiču zakonska prava po tom osnovu. Jedna zelena oznaka se stiče proizvodnjom 50 MWh električne energije iz obnovljivih izvora. Ovlašćena agencija nadgleda ovaj proces i određuje koliko će pojedini proizvođač ili kupac struje iz obnovljivih izvora dobiti zelenih oznaka. Svaka tako deljena zelena oznaka ima jedinstveni identifikacioni broj, čime se izbegava dvostruki obračun.

Osnovne prednosti zelenog označavanja su sniženje ukupnih troškova proizvodnje električne struje iz obnovljivih izvora, kao i povećanje broja „zelenih“ korisnika i oživljavanje prometa na organizovanom tržištu električne energije. Nasuprot tome, glavni nedostatak zelenog označavanja oličen je postojanjem izvesnih razlika u visini pojedinačnih troškova proizvodnje „zelene“ električne energije između samih proizvođača, zavisno od lokacije, osunčanosti i vetrovitosti. Od zemalja EU zelene oznake su primenjivane u Austriji, Belgiji, Češkoj, Danskoj, Mađarskoj, Irskoj, Holandiji i Švedskoj, kad je u pitanju solarna energija, a u Belgiji, Italiji, Poljskoj, Rumuniji i Švedskoj kada je reč o energiji vetra.

Ekonomске naknade

Mehanizam ekonomskih naknada (Feed-in tariffs - FIT) najšire je korišćena mera za podsticanje primene obnovljivih izvora energije. Na snazi je u preko 20 zemalja EU, kao i u Srbiji. Stimulativne cene otkupa električne energije proizvedene iz sunčeve energije u nekim zemljama EU u 2011. godini su prikazane u tabeli 1.

Sušтина ekonomskih naknada se sastoji u obavezi elektrodistributivnih preduzeća da na svojoj teritoriji otkupljuju svu električnu struju dobijenu iz obnovljivih izvora, uz isplatu tačno utvrđenih iznosa tokom preciziranog budućeg razdoblja. Naknada se isplaćuje svakom proizvođaču električne energije koji koristi sisteme za proizvodnju iz obnovljivih izvora, u fiksiranom iznosu za svaki isporučeni kilovat sat. Visina naknade je unapred određena oblikom korišćenog obnovljivog izvora energije i razlikuje se od zemlje do zemlje, usled različitih korisničkih tehnologija, različite osunčanosti, vetrovitosti, različitih tržišnih prilika ili socijalno-političkih okolnosti. Važno je naglasiti da primena ekonomskih naknada ne opterećuje poreske obveznike niti državni budžet, već samo potrošače električne energije, putem različitih tarifnih stavova i posredstvom teritorijalno nadležnih elektrodistribucija.

Tabela 1. Stimulativne cene otkupa električne energije proizvedene iz sunčeve energije u zemljama EU (IEA, 2015)

Država	€cent/kWh
Austrija	29-46
Bugarska	34-38
Kipar	34
Češka	45,5
Estonija	5,1
Nemačka	29-55
Grčka	55
Mađarska	9,7
Italija	36-44
Luksemburg	28-56
Holandija	45,9-58,3
Portugal	31
Slovačka	27
Slovenija	26,7-41,4
Španija	32-34

2.7. Metode stimulacije investiranja u OIE u svetu

Karbon krediti

Kako Kjoto protokolom nije definisan način smanjivanja emisija gasova staklene bašte (*GHG -greenhouse gases*), u praksi se mogu naći različiti mehanizmi za ostvarenje ove obaveze, koji se mogu i kombinovati.

Da bi države potpisnice Kjoto protokola mogle da realizuju potpisane i prihvaćene obaveze smanjenja emisija GHG, Kjoto protokol je definisao vrednost GHG, poznatiju kao „karbon kredit“. Jedan karbon kredit, kao mera emisije bilo koje vrste, ekvivalentan je jednoj toni ugljen-dioksida, (da Graça Carvalho, 2012).

Prema najnovijem izveštaju Evropske agencije za zaštitu životne sredine (EEA) iz februara 2015. obnovljivi izvori energije uspešno „obaraju“ emisiju CO₂ u funkciji održivog razvoja. Bez primene obnovljivih izvora energije od 2005. godine, emisija gasova staklene bašte bi 2012. godine bila veća za minimum 7%. Tehnologije obnovljivih izvora energije, pored toga i povećavaju energetska stabilnost. Potrošnja fosilnih goriva bila bi veća za 7% da nije obnovljivih izvora.

Prema ovom izveštaju, u 2013. godini u EU je porasla upotreba obnovljivih izvora energije do 15%, što je iznad predviđenih 12%. To je ohrabrujuće, kada se zna da su zemlje EU u obavezi da dostignu ukupno 20% do 2020. godine, odnosno cilj od 27% učešća obnovljivih izvora energije do 2030. godine. U nekim zemljama, kao što su Švedska, Letonija, Finska i Austrija, već je premašen i cilj za 2030. godinu, dok je u Malti, Luksemburgu, Holandiji i Velikoj Britaniji učešće obnovljivih izvora energije ispod 5%, (Hameiri, 2016).

Dok je u sektoru grejanja i hlađenja, kao i sektoru proizvodnje struje zabeležen rast udela obnovljivih izvora, u sektoru transporta je u 2013. godini zabeležen pad, kako u velikom broju zemalja članica EU, tako i na nivou cele Unije, (Jacobsson et al., 2009).

Šeme trgovine emisijama CO₂

Najzastupljenija je Evropska šema trgovanja emisijama (*European Trading Scheme, ETS*), koja je obavezujuća širom Evropske unije. Svaka zemlja članica određuje svoje limite emisije i nacionalne planove alokacije, zasnovane na sopstvenim i ciljevima iz Kjoto protokola.

Zemlje, zatim, raspoređuju dozvole na pojedinačne emitere GHG do nivoa nacionalnog limita. Iako zemlje raspoređuju nacionalne dozvole njima se može trgovati u okviru Evropske unije na Evropskoj klimatskoj berzi (*European Climate Exchange, ECX*). Nezavisna, treća strana, mora verifikovati sve emisije i redukcije emisija.

Problemi koji se javljaju u ETS – u su to što zemlje članice imaju ovlašćenje da domaćoj industrij od nacionalnog značaja dodele besplatne dozvole. To ne obuhvata emisije GHG iz transporta i privatnog i javnog sektora. ETS omogućava zemljama članicama da steknu karbon kredite, investirajući u projekte na još dva načina:

- jedan je mehanizam čistog razvoja (na engleskom Clean Development Mechanism, skraćeno CDM), a drugi se zove
- zajednička implementacija (na engleskom Joint Implementacion, skraćeno JI), (Jacobsson & Bergek, 2004).

Mehanizmi čistog razvoja

U okviru Kjoto protokola su definisane razvijene, tkzv. „Aneks 1 zemlje“ i zemlje u razvoju, tkzv. „ne-Aneks 1 zemlje“. Prvi način sticanja karbon kredita jeste mogućnost investiranja razvijenih zemalja u CDM projekte, ne samo na svojoj, već i van svoje teritorije, tj. u nerazvijenim zemljama. Tako se danas dešava da se brojne razvijene zemlje javljaju na tendere u Srbiji i konkurišu da dobiju koncesiju npr. za izgradnju neke elektrane, koja koristi obnovljive izvore energije (solarne, vetro i male hidroelektrane). Ovo je mehanizam koji omogućava učešće nerazvijenih zemalja u projektima smanjenja emisija GHG.

Sušтина ovakvog koncepta je u prekograničnim zagađenjima. Čak i da neka nerazvijena zemlja, nemajući sredstava da investira u projekte čistih tehnologija, želi da ignoriše problematiku emisije GHG, razvijene zemlje sveta to ne mogu da dozvole, jer se zagađenja ne mogu locirati na teritoriji nerazvijene zemlje. Zagađenja su prekogranična i pronose se kroz vazduh, reke i podzemne vode, nezavisno od državnih granica. Dakle problem je globalnih razmera i zahteva holistički pristup i integralno rešavanje na nivou svih zemalja.

Kroz CDM mehanizme, razvijene industrijske zemlje, zapravo brinući zbog prekograničnih zagađenja, pomažu zemljama u razvoju, da realizuju projekte čistih tehnologija.

Što se tiče Srbije, može se reći da razvijene zemlje žele da investiraju danas u izgradnju vetroelektrana u Vojvodini (Bavanište, Bela Anta) i na Vlasini, u izgradnju solarnih elektrana, hidroelektrana na Ibru, Velikoj Moravi, itd.

Motivi za investiranje leže u suštinskim principima održivog razvoja, koji nerazvijene zemlje ne bi mogle postići bez investiranja i pomoći razvijenih zemalja. Osim toga, ako razvijene zemlje investiraju u projekte čistih tehnologija, na teritoriji nerazvijenih zemalja, one smanjuju svoje obaveze u odnosu na emisije GHG, definisane po Kjoto protokolu.

Dakle, razvijene zemlje dobijaju tkzv. verifikovano smanjene emisija (*Certified Emission Reductions, CER*). Verifikovano smanjenje emisija GHG ima svoju tržišnu vrednost. Emisijama se može trgovati na berzi, kao sa akcijama.

Trgovina CER-ovima

Organizacija trgovine CER-ovima je sledeća: određene specijalizovane kompanije obavljaju istraživanja u nerazvijenim zemljama, pokušavajući da identifikuju koji bi to mogli biti projekti, preko kojih bi se mogla realizovati redukcija emisije gasova, koji stvaraju efekat staklene bašte. Pored toga se traži da su potencijalni projekti

koncipirani tako da je evidentan dokaz o „dodatnosti“, tj. da je dokazano da se investiranjem u predmetni projekat smanjuje emisija GHG, u poređenju sa nultim stanjem, odnosno situacijom kada se ne investira u taj projekat.

Posle dokaza o smanjenju GHG, za projekat koji pretenduje da bude klasifikovan kao CDM projekat, odgovarajuće komisije i stručna tela računaju CER-ove za predmetni projekat. Definisano je da je jedan CER identičan, kao emisija jedne tone CO₂. CER-ovi se daju na tržište razvijenih zemlja i cena im se određuje po zakonu ponude i potražnje, (Greiner & Michaelowa, 2003).

Razvijene zemlje su zainteresovane za kupovinu CER-ova, jer time ispunjavaju svoju kvotu smanjenja emisije GHG, koja im je definisana Kjoto protokolom i koju su potpisali, tj. obavezali se da će je realizovati. Kako CER-ovi na neki način predstavljaju i „izjednačavanje“ emisije GHG razvijenih industrijskih zemalja, u odnosu na nerazvijene zemlje, oni se istovremeno nazivaju i „izjednačavajući“ krediti, (<http://www.kogeneracija.rs/kjoto.html>), pregledano: 26.06.2016.

Godišnji promet na tržištu CER-ova je reda veličine 10×10^9 \$. Kroz brigu o održivom razvoju i trgovinu emisijama, brojne finansijske kompanije, konsultantske kuće, brokeri i ostali prisutni tržišni učesnici, ostvaruju enormne profite. Najčešće se finansiraju projekti iz oblasti energetike, (Umbach, 2010).

Posebno je atraktivno investiranje u OIE, a zatim upravljanje otpadom i sličnim tehnologijama, kao npr. ponovna upotreba deponijskog gasa, spaljivanje otpada, itd. Jedni od najvećih investitora u CDM projekte su Indija i Kina. Uključeni su u više od 50% aktuelnih CDM projekata, po principu zajedničkog učešća, (<http://www.esco.rs/cdm-mehanizam.html>), pregledano: 27.06.2016.

Na dobrovoljnom tržištu trguje se verifikovanim smanjenjima emisije (*Verification Emission Reductions, VER*). To su karbon krediti zasnovani na dobrovoljnim projektima, koje inicira privatni sektor. Od 2007. godine ovo tržište najpre raste, a zatim ima svoje oscilacije i pad.

Modaliteti CDM projekata

CDM mehanizam zapravo omogućava zemljama da nastave sa emisijom GHG, sve dok plaćaju redukcije koje su načinjene na drugim mestima. Važno je napomenuti da ne-Aneks 1 zemlje, na čijim se teritorijama realizuju CDM projekti, takođe imaju koristi, jer na taj način privlače značajne investicije, povećavaju transfer novca i omogućavaju uvođenje modernih "zelenih" tehnologija, koje su ekološki prihvatljivije, tehnološki naprednije i energetske efikasnije, (Spasić, 2012).

Realizacijom projekata čistih tehnologija, aktivira se tržište CER-ova. To su projekti koji ne moraju uvek da budu ekonomski isplativi, ali su svakako projekti u okviru kojih se vodilo računa o životnoj sredini i održivom razvoju. CER-ovi, tj. karbon krediti se mogu realizovati preko više projekata iz različitih oblasti, (Greiner & Michaelowa, 2003).

➤ Projekti za proizvodnju električne energije:

- projekti koji koriste OIE
- projekti koji koriste biomasu,
- projekti za proizvodnju briketa i peleta
- projekti kogeneracije
- projekti povećanja energetske efikasnosti u zgradarstvu i energetici uopšte
- projekti redukcije transportnih i distributivnih troškova
- projekti prelaska sa fosilnih na goriva čistih tehnologija, npr. biogas)

➤ Projekti racionalizacije energetske potrebe:

- zamena postojećeg pokućstva energetski efikasnijim
- poboljšanje energetske efikasnosti postojeće opreme
- projekti pametnih mreža (smart grids)

➤ Projekti optimizacije transporta:

- efikasniji motori za transport (npr. zamena starih lokomotiva)
- promena načina transporta (npr. voz umesto aviona)
- promena goriva (npr. autobusi javnog gradskog prevoza na gas)

➤ Projekti upravljanja otpadom:

- korišćenje deponijskog gasa za proizvodnju električne energije

- korišćenje otpada i otpadnih voda (reuse)
- reciklaža
- Pošumljavanje, (Urošević et al., 2008)

Kretanje cena karbon kredita

Evropska šema trgovanja emisijama (*EU ETS*) je počela da funkcioniše 2005. godine. Ovo je prvi veliki sistem trgovine karbon kreditima u svetu, a i danas je najveći po obimu.

Šema trgovine je podeljena na četiri faze, odnosno četiri perioda trgovine. Prvi je pokrivaio period od 2005. godine do kraja 2007. godine i bio je predviđen kao period uhadavanja. Drugi period, odnosno druga faza je bila od 2008-2012. godine i poklapala se sa primenom odredbi Kjoto protokola. Treća faza pokriva period 2013-2020. godine, a četvrta će obuhvatiti period 2021-2028. godine, (Reyes & Gilbertson, 2010). Cene karbon kredita, analizirane po fazama trgovine su prikazane u tabeli 2.

Trgovina u prvoj fazi je započeta u aprilu 2005. godine. Cene su uglavnom rasle sve do vrhunca u aprilu 2006. (do skoro 30 €/t CO₂). Tada se javljaju spekulacije da postoji veliki višak dozvola za emisiju, što je u skladu sa zakonom ponude i potražnje, izazvalo strahovit pad cena karbon kredita od čak 54% za nekoliko dana. Dve nedelje kasnije, 15. 05. 2006. je objavljen izveštaj Evropske komisije u kome je ozvaničeno ono što se pretpostavljalo i to je dodatno oborilo cene na oko 10 €/toni. Pad cena se nastavio do kraja prve faze, i to tako da su cene pale na nivo od skoro 0 € u poslednjoj polovini 2008. godine, (Obermayer, 2009).

Druga faza je počela u januaru 2008. godine. Početna cena je bila oko 20 € i rasla je tokom prvih nekoliko meseci ali je finansijska kriza pogodila i tržište karbon kredita krajem 2008. godine. Cene su pale na nivo od 10-15 € i takve su bile tokom čitave tri godine. Krajem 2011. godine cene dodatno padaju na ispod 10 € i ostaju na tom nivou do kraja II faze, (Chevallier, 2009).

Na početku III faze cene su na izuzetno niskom nivou (oko 3,4 €), ali postepeno rastu, tako da cena krajem aprila 2015. godine iznosi 7,26 €/t CO₂, (Hebburn, 2007)

Tabela 2. Cene karbon kredita po fazama trgovine, izvor: www.eex.com i <http://petrolog.typepad.com/>, pregledano: 07.07.2016.

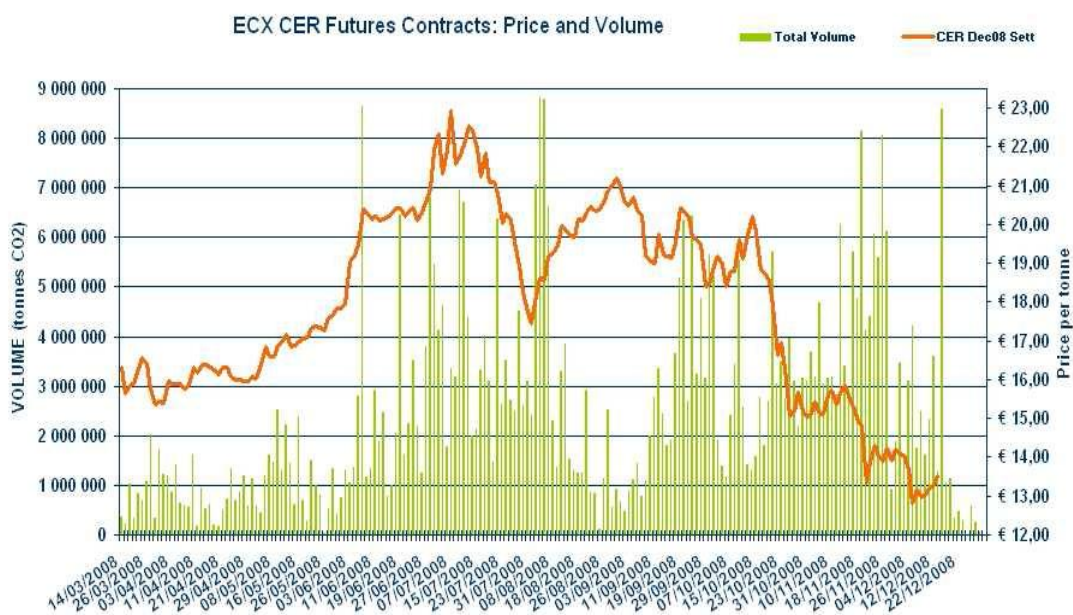
Faze trgovine	Vreme	Cena karbon kredita
n	Mesec i godina	€/t CO ₂
-I	Apr 2005.	10.67
	Dec 2005.	28.23
	Maj 2006.	29.51
	Dec 2006.	14.92
	Sept. 2007.	0.23
II	Maj 2008.	20.07
	Avg 2008.	28.15
	Nov 2008.	24.92
	Apr 2010.	11.15
	Febr 2010.	14.97
	Nov 2010.	15.01
	Maj 2011.	14.95
	Dec 2011.	16.73
	Feb 2012.	5.03
	Jul 2012.	9.67
III	Apr 2013.	3.95
	Jan 2014.	5.17
	Avg 2014.	5.08
	Jan 2015.	6.14
	Apr 2015.	7.42

Zakon ponude i potražnje na tržištu karbon kredita

I na tržištu karbon kredita vlada zakon ponude i potražnje. Naredni dijagram najreprezentativnije predstavlja korelacionu zavisnost, tj. uticaj promene količina emisija na tržištu u odnosu na cenu karbon kredita, slika 17. Analizirana je promena cene karbon kredita u periodu od 14.03.2008. do 22.12.2008. godine, (Mathews, 2008).

Očigledno je da u varijantama pojave veće količine emisija na tržištu karbon kredita, u skladu sa zakonom ponude i potražnje, cene karbon kredita padaju i promet

emisijama opada, izvor: www.eex.com i <http://petrolog.typepad.com/>, pregledano 07.07.2016.



Slika 17. Korelacija emisija CO₂ i cena karbon kredita, izvor: www.eex.com i <http://petrolog.typepad.com/>, pregledano 07.07.2016.

2.8. Regulatorne stimulative norme u Srbiji

U Srbiji se čine prvi koraci u razvijanju tržišta obnovljivih izvora energije. Prvobitno su Zakonom o energetici iz 2004. godine predviđene mere za stvaranje uslova za stimulisanje korišćenja obnovljivih izvora energije.

Takođe, Strategijom razvoja energetike do 2015. godine, za jedan od prioriteta u srpskoj energetici je postavljeno i veće korišćenje OIE, a to je i prioritet Strategije za održivi razvoj u kontekstu unapređenja životne sredine i racionalnog korišćenja prirodnih resursa.

Posebno važan korak je bilo usvajanje uredbi krajem 2009. godine: Uredba o uslovima za sticanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije iz obnovljivih izvora i Uredba o merama podsticaja za proizvodnju električne energije korišćenjem obnovljivih izvora energije i kombinovanom proizvodnjom električne i toplotne energije, kao i 2012. godine Uredba o merama podsticaja za povlašćene proizvođače električne energije. Njima su garantovane otkupne cene (*feed in* tarife) za tako proizvedenu struju kao i period otkupa od 12 godina.

Vlada Republike Srbije je 2009. godine usvojila i izmene i dopune Uredbe o Programu sprovođenja Strategije razvoja energetike u cilju ostvarivanja jednog od njenih prioriteta – većeg korišćenja OIE. U Uredbi su navedeni podaci o potencijalu, ciljevima, međunarodnim obavezama i drugi podaci koji su ključni za razvoj te oblasti, (Tomic & Labovic, 2012).

Energetska politika Srbije, pa i oblast obnovljivih izvora energije, ponovo je definisana Zakonom o energetici, usvojenim u julu 2011. godine. Usvajanje tog zakona je jedan od koraka koje je Srbija morala da preduzme da bi ispunila uslove za sticanje statusa kandidata za članstvo u Evropskoj Uniji. Tim zakonom podstiču se investicije u OIE, kroz pojednostavljivanje procedura za ulaganje i uvođenje povlašćenih proizvođača energije iz biomase, vode, vetra i solarne i geotermalne energije.

Uvodi se i privremeni status povlašćenog proizvođača struje iz energije vetra i sunca u trajanju od tri godine uz mogućnost produženja od godinu dana. Još se uvodi i garancija porekla za električnu i toplotnu energiju proizvedenu iz OIE, koje će proizvođačima omogućiti da izvoze „zelenu energiju“. Garancije će se izdavati po jedinicama za jediničnu količinu od 1MWh i trajaće godinu dana.

Predviđeno je da se energetske dozvole izdaju sa rokom važenja od tri godine, umesto dotadašnje dve. Energetske licence važiće 10 godina, osim za proizvođače struje i toplotne energije kojima će licenca važiti 30 godina.

Zakonom iz 2011. su predviđene i mere podsticaja za proizvodnju toplotne energije iz OIE, pošto prema direktivama EU i ona ulazi u energetske bilans. Predviđeno je da se podsticajne mere za proizvodnju toplotne energije prebace na lokalni nivo, odnosno da o njima odlučuju lokalne samouprave. Cilj Srbije je da iskoristi biomasu koja nije toliko skupa, ali da se efikasnije koristi i da proizvodi toplotnu energiju koja će ući u energetske bilans, (Živković & Banjac, 2016).

U toku je donošenje nove Strategije razvoja energetike za period do 2025. godine. Novi dokument trebalo bi da obuhvati sve nove uticaje, a jedan od osam delova odnosiće se isključivo na OIE, (Milunović et al., 2014).

Međutim, na putu većeg korišćenja energije iz obnovljivih izvora više je prepreka - procedure za investiranje su duge i složene, propisi nedovoljni, a standardi tek delimično definisani. Posebnu prepreku predstavlja cena električne energije koja nije ekonomska, odnosno energija iz obnovljivih izvora ne bi bila konkurentna zbog niske regulisane cene struje.

Otvoreno je i pitanje koliko bi distributivna mreža mogla da podrži priključivanje kapaciteta iz obnovljivih izvora energije bez ulaganja i kako bi se to odrazilo na cenu struje. Kada se govori o obnovljivim izvorima energije, uvek se postavlja i pitanje stabilnosti snabdevanja iz takvih izvora energije, koji, kao što je slučaj sa vetrom i suncem, ne mogu obezbediti ravnomerno snabdevanje tokom cele godine. Proizvodnja električne energije iz obnovljivih izvora energije je skuplja od proizvodnje

energije iz fosilnih goriva i zbog toga se uvode mere podsticaja za investiranje u postrojenja.

Jedan od koraka u razvoju oblasti obnovljivih izvora energije u Srbiji bilo je i utvrđivanje svih neophodnih koraka i postojećih procedura za investitore kako bi im se na jednom mestu pružile informacije o tome šta im je potrebno od dozvola i saglasnosti.

U tom cilju prikupljeni su podaci iz svih nadležnih ministarstava i predstavljeni u četiri brošure – za male hidroelektrane, vetroelektrane, biomasu i geotermalnu energiju. Pokazalo se, međutim, da su procedure duge i komplikovane, a sledeća faza bi trebalo da bude pojednostavljivanje tih procedura.

Neke olakšice za izgradnju objekata za obnovljive izvore energije omogućene su izmenama i dopunama Zakona o planiranju i izgradnji (2014. godine), kao što je npr. mogućnost gradnje na poljoprivrednom zemljištu.

U Srbiji ima i malo objekata za eksploataciju obnovljivih izvora energije, osim hidroelektrana, ali i na tom planu ima pomaka, pošto je najavljena izgradnja više novih objekata. Gotovo da ne postoje deklarirani proizvođači opreme, pošto doskora nisu postojali tehnički standardi za opremu i proizvođače.

Institut za standardizaciju je 2010. godine usvojio neke tehničke standarde za određene vrste obnovljivih izvora energije. Za razliku od ranijih godina u Srbiji sada ima servisera, ali je reč uglavnom o onima koji prodaju uvezenu opremu jer nema veće domaće proizvodnje, (Miroslav, 2014).

U Srbiji se proizvode kotlovi za biomasu - u toj oblasti ima nekoliko proizvođača, ali bi ih moglo biti i više. Nemački Siemens u fabrici u Subotici proizvodi generatore za vetroelektrane a ta proizvodnja je namenjena izvozu. Siemens, takođe, investira 24 miliona evra u početak proizvodnje novog tipa generatora sa beskontaktnim pogonom za vetrenjače.

***Fid in* tarife kao model stimulacije**

Ključni korak za početak razvoja tržišta obnovljivih izvora energije, a time i solarne, bilo je utvrđivanje *fid-in* tarifa, odnosno garantovane otkupne cene za električnu energiju proizvedenu iz obnovljivih izvora energije 12 godina od početka proizvodnje. Uvođenje ovih mera predstavljalo je podsticaj za investitore koji su nakon toga pokazali veće interesovanje za ulaganja u toj oblasti. Ministarstvo energetike iznelo je u decembru 2012. predlog nove uredbe po kojoj bi se zadržao period trajanja podsticaja od 12 godina, uveli podsticaji za proizvodnju struje iz solarnih kolektora na zgradama, ali bi se smanjile otkupne cene struje proizvedene iz energije vetra i sunca. Deo investitora koji planira da uloži u izgradnju vetroparkova u Srbiji negodovao je zbog smanjenja "*fid-in* tarifa" i ocenio da će to odložiti ili potpuno zaustaviti ulaganje u vetroparkove.

Vlada Srbije usvojila je u januaru 2013. novu Uredbu o podsticajnim cenama za otkup struje iz obnovljivih izvora energije, kao i Uredbu o uslovima i postupku sticanja statusa povlašćenog proizvođača električne energije. Novina je da će se iznosi podsticaja, takozvanih *fid-in* tarifa jednom godišnje usklađivati s iznosom inflacije u evro zoni. U novoj uredbi je zadržan period trajanja podsticaja od 12 godina.

Novom uredbom je smanjena cena za otkup struje iz elektrana na vetar sa 9,5 na 9,2 i povećana kvota za otkup sa 450 na 500 megavata. Precizirano je da će se do kraja 2015. godine subvencionisati otkup struje iz vetroelektrana ukupne snage do 300 megavata, a da će se taj iznos povećati za dodatnih 200 megavata vetroelektrana koje budu izgrađene do 2020. godine.

Novom uredbom su uvedene i *feed-in* tarife, kako za sve vrste biogasova, tako i za otkup struje proizvedene iz solarnih kolektora postavljenih na zgradama, da bi se građani podstakli da više koriste taj izvor energije. Struja iz solaranih elektrana otkupljivaće se po cenama od 16,25 na zemlji do 20,66 evroceniti na objektu, u zavisnosti od snage elektrane, umesto dosadašnja 23 evrocenata. Energija iz solarnih

kolektora na objektima za, na primer, objekte instalisane snage do 30 kilovata, otkupljivaće se po ceni od 20,66 evrocenti za kilovat sat, (Milunović et al., 2014).

Cena struje u Srbiji iznosi oko 7,3 evro centi po kilovat času sa porezom na dodatu vrednost. Sa liberalizacijom tržišta električne energije u Srbiji i određivanjem cena prema tržišnim parametrima *fid-in* tarife trebalo bi da izgube značaj jer će se cene sve više izjednačavati.

Kao i u Srbiji, u većini evropskih zemalja se primenjuju *fid-in* tarife, kao podsticajna mera. Druge mere podsticaja u različitim zemljama su umanjene ili oslobađanje poreza i učešće u ulaganjima pre svega u tehnologije. Podsticanje proizvodnje toplotne energije uglavnom se sastoji od ulaganja u početnoj fazi i oslobađanja od poreza u kasnijim fazama. Kriterijumi za selekciju obnovljivih izvora energije i tehnologija su energetska potencijal, mogućnosti privrede i stepen razvoja tehnologija i tržišta na međunarodnom planu.

Finansiranje putem naknade

Posebna naknada za subvencionisanu struju iz obnovljivih izvora energije u iznosu od 4,4 pare po kilovat satu naplaćuje se od računa za mart 2013. proporcionalno utrošenoj aktivnoj električnoj energiji. Procenjuje se da će prosečan račun za struju u Srbiji od oko 400 kilovatsati biti veći za oko 16 dinara. Novac od naknade ići će na poseban račun sa koga će se plaćati struja iz obnovljivih izvora energije otkupljena od povlašćenih proizvođača po subvencionisanim cenama, takozvanim *fid-in* tarifama. U Ministarstvu energetike očekuju da se u 2013. prikupi do 10 miliona evra od te naknadne.

Svake godine će biti određivan iznos naknade koji će se povećavati sa rastom proizvodnje struje iz obnovljivih izvora energije i očekuje se da će 2020. godine biti potrebno oko 220 miliona evra, odnosno da će se po računima za struju u proseku plaćati 425 dinara, (Đereg et al., 2008).

Novi zakon kao podsticaj investicijama

Energetska politika Srbije, pa i oblast obnovljivih izvora energije, ponovo je definisana novim Zakonom o energetici, usvojenim u julu 2011. Usvajanje tog zakona je jedan od koraka koje je Srbija morala da preduzme da bi ispunila uslove za sticanje statusa kandidata za članstvo u EU. Novim zakonom podstiču se investicije u obnovljive izvore energije, kroz pojednostavljivanje procedura za ulaganje i uvođenje povlašćenih proizvođača energije iz biomase, vode, vetra, solarne i geotermalne energije.

Prema novom zakonu, novac za otkup struje od povlašćenog proizvođača obezbeđivaće krajnji kupci plaćanjem posebne naknade za podsticaj, koja se posebno iskazuje i plaća uz račun za struju. Zakon o energetici iz 2011. godine uvodi garancije porekla za električnu i toplotnu energiju proizvedenu iz obnovljivih izvora energije, koje će proizvođačima omogućiti da izvoze "zelenu energiju". Garancije će se izdavati po jedinicama za jediničnu količinu od jedan megavat čas (MWh) i trajaće godinu dana.

Neki potencijalni investitori, pre svega u oblasti energije vetra, zamerili su to što se ključna pitanja u vezi sa obnovljivim izvorima energije, poput fid-in tarifa, regulišu uredbama a ne zakonom. Vlasti su, međutim, navodile da se pitanja poput fid-in tarifa u svetu ne regulišu zakonom već podzakonskim aktima.

Svrha toga jeste da se podsticajne mere, poput garantovanih cena i rokova, mogu usklađivati sa postojećim prilikama i okolnostima na energetsom tržištu. Novi zakon, međutim, preuzima jedan deo iz prethodnih uredbi, odnosno uvodi status privremenog povlašćenog proizvođača, čime se potencijalnim investitorima garantuje da će, ako u roku završe objekat, dobiti status povlašćenog proizvođača.

Status privremenog povlašćenog proizvođača i mogućnost zaključenja ugovora za EPS-om o otkupu struje trebalo bi da se dobija nakon dobijanja građevinske dozvole. To treba da im omogući da obezbede sredstva od banaka koje za kreditiranje tako skupih projekata postavljaju vrlo stroge uslove. Do sada, potencijalni investitor nije

imao garanciju da će, ako ima dozvolu, na kraju imati i status povlašćenog proizvođača. Time se delimično izašlo u susret potencijalnim investitorima u energiju vetra koji su tražili da im se odmah omogući pravo na podsticajne mere kako bi obezbedili finansiranje.

Za investitore je status povlašćenog proizvođača prioritetno pitanje jer se time garantuje otkup proizvedene energije po određenim cenama i u određenom periodu, i tako osigurava otplata uložene investicije.

Novim zakonom su predviđene i mere podsticaja za proizvodnju toplotne energije iz obnovljivih izvora energije, pošto prema direktivama EU i ona ulazi u energetske bilans. Predviđeno je da se podsticajne mere za proizvodnju toplotne energije prebace na lokalni nivo, odnosno da o njima odlučuju lokalne samouprave. Cilj Srbije je da iskoristi biomasu koja nije toliko skupa, ali da je efikasnije koristi, i da proizvodi toplotnu energiju koja će ući u energetske bilans, (Veselinović et al., 2012).

U odnosu na prethodni Zakon o energetici, novi, usvojen pred sam početak 2015. godine, je doneo preciznije i bolje uređene administrativne procedure, dok je istovremeno otklonio primećene nedostatke u vezi izdavanja energetske dozvole i sticanja statusa povlašćenih proizvođača električne energije. Uvedena je mogućnost dobijanja privremenog statusa povlašćenog proizvođača za sve elektrane koje koriste OIE, a ne samo kao do sada - za elektrane na energiju sunca i vetra.

Investitori su time dobili sigurnije uslove za planiranje investicije, a država mogućnost da centralizovano prati razvoj i realizaciju projekata. Usvojen je i Pravilnik o utvrđivanju standardnih modela ugovora i predugovora o otkupu ukupnog iznosa proizvedene električne energije. Iako su pre stupanja na snagu Uredbe o merama podsticaja za povlašćene proizvođače električne energije iz 2013. godine iznosi za fid-in tarife bili viši u proseku od 5% do 25%, ali oni su bili fiksni bez mogućnosti usklađivanja sa stanjem na tržištu. Prema postojećoj Uredbi, godišnje se vrši korekcija fid-in tarifa koje se usklađuju sa stopom inflacije u evrozoni.

Na taj način u periodu trajanja statusa povlašćenog proizvođača električne energije od 12 godina korekcije otkupne cene bi trebalo da rastu, ako je suditi po dosadašnjim trendovima. Sa trenutnim fid-in tarifama, projekti koji su optimizovani obično imaju period povrata investicije između 8 i 10 godina.

Uredbom Vlade sa početka 2013. definisane su fid-in tarife za svaku kategoriju solarnih elektrana od 16,25 evrocenti za 1 kWh (za solarne elektrane na zemlji) do 20,66 evrocenti (za solarne elektrane do 30 kW na objektu). Ugovor se sklapa na 12 godina, a visina naknade se jednom godišnje usklađuje sa inflacijom u evrozoni. Za solarne elektrane na zemlji, to je 5 puta više od regularne cene električne energije.

Sa ovakvim fid-in tarifama moguće je finansirati solarne elektrane, a da period povrata investicije bude između 8 i 10 godina. Takođe, sredstva koja lokalne komercijalne banke obezbeđuju za finansiranje ovakvih projekata neretko sadrže i takozvanu "grant" komponentu, odnosno subvenciju po uspešno implementiranom projektu, koja dodatno umanjuje period povrata. U ovakvim uslovima investicije u solarne elektrane mogu da budu isplative, takođe imajući u vidu relativno niske investicione troškove kao i troškove održavanja ovakvih postrojenja.

Energetska zajednica i usklađivanje sa EU

Ratifikacijom Ugovora o osnivanju energetske zajednice 2006, Srbija je prihvatila obavezu da primeni evropske direktive u oblasti obnovljivih izvora energije. Najnovijom direktivom EU o obnovljivoj energiji iz 2009. postavljeni su obavezujući ciljevi za članice EU kako bi se obezbedilo da do 2020. godine obnovljiva energija čini 20% ukupne potrošnje energije u Evropskoj uniji.

To ne znači da će sve članice morati da ostvare taj udeo već se on obračunava na osnovu podataka o učešću u 2005. uz koeficijent uvećanja od 5%, ali se pritom uzima u obzir i bruto domaći proizvod (BDP), što znači da će ekonomski najjače zemlje imati i zahtevnije ciljeve. Članice EU su nakon usvajanja obaveze morale da u roku od godinu dana donesu plan za ostvarenje utvrđenog cilja.

Postavljeni su i međuciljevi. Prilikom procene ostvarenja cilja Evropska komisija se pokazala kao vrlo striktna i nepopustljiva i protiv svih koji nisu ostvarili cilj pokrenula je postupak. Ciljevi za zemlje Energetske zajednice će se utvrđivati na osnovu podataka iz 2008. godine.

Utvrđivanje cilja učešća obnovljivih izvora energije u potrošnji za 2020. po istoj metodi i njegovo ostvarivanje predstavlja poseban izazov za Srbiju, jer je, prema prvobitnom izveštaju grčkog Centra za obnovljive izvore energije i uštedu (CRES), udeo obnovljivih izvora energije u Srbiji iznosio čak 25%.

Prema ranijim statističkim podacima srpskih institucija, taj udeo je bio 14%, ali ta istraživanja nisu obuhvatala sve aspekte potrošnje biomase zbog čega su ti bili podaci nepotpuni. Nacrt završnog izveštaja CRES-a koji je na jesen 2011. dostavljen nadležnim vlastima u Srbiji je, međutim, bio više u skladu sa procenama srpskih vlasti o udelu obnovljivih izvora energije, odnosno nešto niži u odnosu na prvobitni izveštaj.

Radna grupa Energetske zajednice jugoistočne Evrope prihvatila je 6. decembra 2011. da udeo energije iz obnovljivih izvora iznosi 21,2% u ukupnoj potrošnji energije u Srbiji, odnosno da to bude osnovica za utvrđivanje obaveze Srbije za povećanje učešća obnovljivih izvora energije u potrošnji do 2020. Na osnovu toga, Srbija je preuzela obavezu da do 2020. godine poveća udeo energije iz obnovljivih izvora u ukupnoj potrošnji sa sadašnjih 21,2% na 27%.

Prethodno je Srbija pregovarala o cilju nastojeći da ga umanja. Ono što je predstavljalo izazov za Srbiju jeste da bi sa visokom polaznom osnovom, uvećanjem od 5% i na osnovu BDP-a na kraju taj cilj mogao biti visok: procene su bile da bi cilj mogao da bude i 29%.

Za Srbiju bi to značilo da mora da značajno poveća proizvodnju energije iz obnovljivih izvora, što zahteva ulaganja. Izazov predstavlja i podsticanje krčenja šuma ili sadašnjega načina korišćenja biomase koji je vrlo neefikasan jer se koriste

uređaji poput "smederevaca" ili kaljevih peći koji imaju izuzetno mali stepen efikasnosti.

Stav srpskih vlasti je bio i da bi Srbija imala i kraći rok i veći godišnji procenat uvećanja udela u potrošnji od članica EU jer su one sa sprovođenjem svojih programa krenule 2008. godine, što znači da imaju period od više od 11 godina za primenu i godišnju stopu uvećanja od 0,5%.

U slučaju da je 2012. počela sa ostvarivanjem postavljenog cilja Srbija ne bi imala više od osam godina da ostvari taj cilj zbog čega bi godišnja stopa uvećanja bila veća. Srbija je tražila da i za nju godišnja stopa uvećanja bude 0,5%, odnosno da ukupni koeficijent uvećanja iznosi 4%, (Radaković, 2012).

Srpske vlasti su zato pregovarale da polazna osnova i koeficijent uvećanja bude manji, kao i da se prilikom utvrđivanja cilja uzme u obzir i pitanje energetske efikasnosti. Pregovori o tome su vođeni u okviru Energetske zajednice, prvo na nivou radnih grupa a zatim je odluka potvrđena na ministarskom sastanku. U slučaju da se ne postigne dogovor o nekim pitanjima, može se doneti i politička odluka o tome, ako je u interesu neke zemlje da zbog drugih ciljeva poput ulaska u EU, pristane na postavljene ciljeve.

Direktiva EU takođe predviđa da do 2020. godine korišćenje obnovljive energije u transportu iznosi najmanje 10% ukupne potrošnje goriva u Evropskoj uniji. Kako je najavljeno, Srbija će u okviru Energetske zajednice zahtevati da se ta obaveza smanji sa 10 na 6,5% zbog kraćeg vremenskog perioda za ostvarivanje cilja u odnosu na članice EU.

Nova direktiva EU predviđa mere za saradnju sa potpisnicima Ugovora o energetske zajednici, pošto primene direktivu, ali su i pre toga predviđeni neki podsticaji. Direktiva omogućava i saradnju članica EU u zajedničkim projektima sa trećim zemljama a pruža im mogućnost da uključe uvezenu obnovljivu energiju u dostizanje nacionalnih obavezujućih ciljeva.

Prema Nacionalnom akcionom planu za obnovljive izvore energije u Srbiji da bi se do 2020. ostvario cilj od 27% udela obnovljivih izvora energije potrebno izgraditi 1.092 megavata novih kapaciteta za proizvodnju struje.

Akcioni plan, koji je predstavljen u februaru 2013, predviđa da do 2020. u pogonu budu objekti snage 500 megavata za proizvodnju struje iz vetra, 438 megavata mini hidroelektrana, 100 megavata elektrana na biomasu, 30 megavata na biogas, po 10 megavata na deponijski gas i sunčevu energiju, tri megavata za elektrane na otpad i jedan megavat na geotermalnu energiju.

Prema planu, učešće obnovljivih izvora u sektoru električne energije trebalo bi da se poveća sa sadašnjih 29% na 37% do 2020. godine, u energiji za grejanje i hlađenje sa 26 na 30%, i u sektoru saobraćaja kroz upotrebu biogoriva sa sadašnjih nula na 10%.

U cilju usklađivanja sa ciljevima EU do 2020. u oblasti obnovljivih izvora energije i energetske efikasnosti EPS je u maju 2011. objavio strateški dokument, Belu knjigu, koji sadrži pregled obaveza i planiranih aktivnosti.

Procenjuje se da će za realizaciju tih planova biti potrebno oko četiri milijarde evra. U oblasti obnovljivih izvora energije EPS planira izgradnju i revitalizaciju 35 malih hidroelektrana i u tom cilju je sa Ministarstvom poljoprivrede potpisao Protokol o saradnji u realizaciji projekata energetske efikasnosti i korišćenja obnovljivih izvora energije.

EPS planira i ulaganje u vetroparkove i solarne elektrane. EPS namerava i da bolje iskoristi hidropotencijal. U tom cilju je planirana izgradnja novih centrala, a najznačajniji projekat je izgradnja pet hidroelektana na Velikoj Moravi ukupne snage 150 megavata. Partner je nemačka kompanija RWE Inodži (*RWE Innogy*). Belom knjigom EPS-a predviđena i gradnja reverzibilne hidroelektrane Đerdap 3 i projekat elektrana na gornjem delu Drine, koje EPS takođe namerava da radi sa kompanijom RWE.

Da bi se povećala energetska efikasnost elektrana i smanjila emisija ugljen-dioksida EPS planira da zatvori više starih elektrana ukupne snage 1.100 megavata do 2020. godine i nadomesti ih novim efikasnijim postrojenjima na ugalj, sa savremenim filterskim tehnologijama (A. Nikolić & Đorđević, 2015). To ipak ostavlja znak sumnje, jer su u pitanju neobnovljivi izvori energije.

Srbija ima obavezu da do 2020. godine dostigne 27% potrošnje energije iz obnovljivih izvora. S obzirom na to da do tada ima još četiri godine, veoma je neizvesno na koji način će se ispuniti zacrtani ciljevi, odnosno povećati udeo energije iz obnovljivih izvora u ukupnoj potrošnji sa sadašnjih 21,2 na 27%.

Dvadeset sedam odsto se odnosi na udeo OIE u brutofinalnoj potrošnji energije, a ne samo u elektro-sektoru, i to je jedini obavezujući cilj. Državama je data sloboda da same odluče na koji način će to da dostignu, odnosno da potrošnju raspodele na sektor elektro-energetike, sektor grejanja i hlađenja, odnosno na transport, (Hopwood & Cohen, 2008).

Obaveza Srbije vezana je za "potrošnju" iz obnovljivih izvora energije, a ne za "proizvodnju", tabela 3. Na upravljačkim i naučnim institucijama je da se napravi plan i da se odluči da li će Srbija taj stepen potrošnje postići iz domaće proizvodnje, ili će se Srbija okrenuti uvozu. Ukoliko Srbija ne dostigne ovu obavezu od 27% ni iz uvoza, sigurno je da će plaćati neke penale i da ovo može usporiti pristup EU.

Tabela 3. Planirana dinamika rasta udela OIE, izraženo u %, u tri sektora potrošnje energije u Srbiji, (Karakosta et al, 2011)

	2009.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
OIE grejanje i hlađenje	26%	26%	26%	26%	26%	27%	28%	29%	30%
OIE električna energija	29%	29%	30%	30%	31%	32%	33%	35%	37%
OIE saobraćaj	0%	0%	0%	2%	3%	5%	7%	8%	10%
OIE ukupno učešće	21%	21%	21%	22%	23%	23%	25%	26%	27%

Godina 2009. je bila bazna godina za izradu Nacionalnog akcionog plana za obnovljive izvore energije (NAPOIE) u Srbiji, u skladu sa Direktivom za OIE 2009/28/EC, (Tešić et al., 2011).

Država bi trebalo da prestane da "socijalizuje" troškove korišćenja fosilnih goriva. Najveća prepreka korišćenju obnovljivih izvora energije jeste politika direktnih i skrivenih subvencija za korišćenje fosilnih goriva, što onemogućava potrošačima i proizvođačima da izmere koji izvor energije im je isplativiji. Ovo naročito pogađa korišćenje našeg najvećeg obnovljivog izvora biomase, koji bi bio sasvim konkurentan i bez bilo kakvih državnih podsticaja.

Održivo rešenje za energetske sistem Srbije je mnogo veći fokus na energetskej efikasnosti, kako bismo manje trošili energiju i samim tim smanjili zavisnost od uvoza, i okretanje obnovljivim izvorima energije.

Izgradnja solarnih elektrana poslednjih godina sve je popularnija u Srbiji. Razlog zbog koga postoji veliko interesovanje da se gde god ima zgodnog mesta – postave paneli, leži pre svega u tome što Srbija ima znatno veći broj časova sunčevog zračenja nego većina evropskih zemalja.

Ulaganje u solarne elektrane isplativo je jer ova postrojenja imaju izuzetno niske troškove održavanja, i ne traže dodatno angažovanje radnika, a država ugovara fid-in tarife na period od 12 godina. Ipak, kako će se ova oblast u razvijati, zavisi od toga hoće li država u budućnosti novim ulagačima davati status povlašćenih proizvođača.

Prva koja je sa "*Elektroprivredom Srbije*" (EPS) potpisala ugovor kao povlašćeni proizvođač, bila je solarna elektrana "*Stubline*" kod Obrenovca, snage 2,1 kW. Nju je izgradio Centar za promovisanje, razvoj i primenu obnovljivih izvora energije. Interesovanje nije jenjavalo, pa tako EPS danas otkupljuje struju od 89 solarnih elektrana (sa statusom povlašćenog proizvođača), a broj stalno raste, zavisno od faze izgradnje i trenutka priključenja na sistem. Za prvih devet meseci 2014, od solarnih elektrana otkupljeno je 4,4 miliona kWh. Iako su neke druge oblasti

obnovljivih izvora sada možda isplativije, ulaganje u solarnu energiju je perspektivno - dugoročno je stabilno i sigurno donosi prihod.

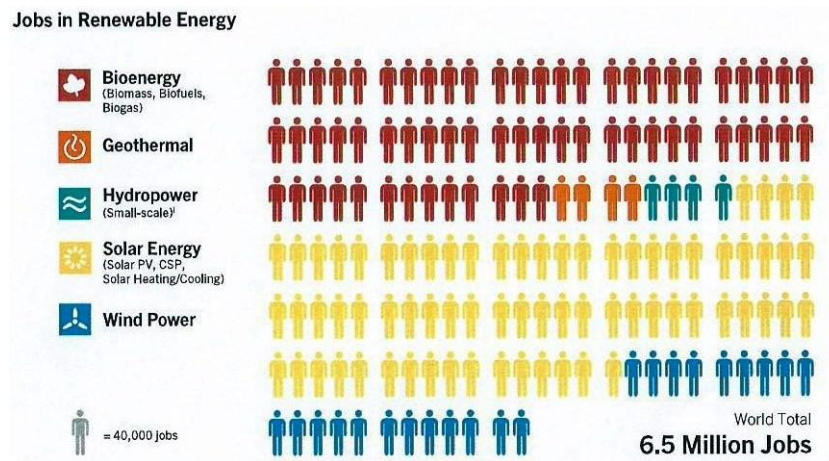
Ipak, u ovom trenutku postoje određene regulatorne prepreke kako bi se nastavilo sa daljim investiranjem u projekte solarnih elektrana. Uredbom Vlade Srbije, koja je stupila na snagu početkom 2013. godine, definisani su uslovi za dobijanje statusa povlašćenog proizvođača električne energije, pri čemu je definisana i ukupna instalisana snaga solarnih elektrana koja može biti predmet dobijanja subvencionisanih fid-in tarifa.

Za elektrane na zemlji (pojedinačne snage više od 500 KW) – ukupno 6 MW, za elektrane na objektima (od 30 do 500 KW) – 2 MW, i za solarne elektrane na objektima pojedinačne snage do 30 KW – isto 2 MW. Trenutno je čitav predviđeni kapacitet od 10 MW zauzet, odnosno Ministarstvo je zainteresovanim investitorima izdalo statute privremenog povlašćenog proizvođača električne energije, (Karakosta et al., 2011).

Potencijalni investitori koji nisu uspeli da dobiju privremeni status, zasad imaju mogućnost da apliciraju jedino ukoliko projekti koji imaju taj status, ne budu implementirani u predviđenom vremenskom roku. Realizacija projekata koji ne mogu da obezbede status povlašćenog proizvođača nije isplativa, jer oni ne mogu da podnesu troškove finansiranja.

Do danas, prema podacima Ministarstva rudarstva i energetike, u Srbiji ima instalisanih 34 MW iz obnovljivih izvora od čega 26,3 MW iz malih hidroelektrana, 0,5 MW iz vetra, 2,4 MW iz solarnih elektrana i 4,8 MW iz biomase.

Investiranje u ovaj sektor, u isto vreme otvara veliki broj novih radnih mesta i pozitivno utiče na smanjenje stope nezaposlenosti u Srbiji, (Shamshirband et al., 2015). Na slici 18. su šematski prikazani statistički pokazatelji, vezano sa brojem novootvorenih radnih mesta u sektoru OIE, analizirano na kraju 2013. godine.



Slika 18. Broj zaposlenih u sektoru obnovljivih izvora, (Shamshirband et al., 2015)

Prognoza investiranja u čistu energiju

Rast ulaganja u obnovljivu energiju širom sveta, posebno u razvijenim zemljama, usporava, delom zbog politike neizvesnosti i rizika kod povezivanja na mrežu. Do kraja decenije ulaganja će biti za 20 milijardi dolara godišnje manja nego što se ranije prognoziralo, poručili su iz Međunarodne organizacije za energiju (IEA). Usporavanje rasta se očekuje kod svih obnovljivih izvora, osim solarne energije. U Agenciji, ali i brojnim organizacijama, smatraju da će za dalji razvoj sektora obnovljive energije u svetu od ključnog značaja biti stabilna regulativa i dugoročni planovi koji će investitorima doneti izvesnost.

Prognoze rasta smanjene su za sve obnovljive izvore energije osim za solarnu, kod koje će rast podsticati pad cene tehnologije i brzo postavljanje novih kapaciteta u zemljama van Organizacije za ekonomsku saradnju i razvoj (OECD).

Evropska Agencija savetuje da zadrži regulativu koja nudi izvesnost naknada, da prelazi na šeme nižih podsticaja, kao i da poveća stepen povezivanja energije iz različitih izvora na mrežu.

3. MODEL SOLARNE ELEKTRANE U "OFF-GRID" SISTEMU

3.1. Ekološki kamp

Da bi se zacrtani ciljevi na globalnom nivou realizovali, potrebno je investirati u projekte OIE i na mikro planu. Jedan od takvih primera je i studija slučaja implementacije solarne energije, istražena u ovom master radu.

U ovom poglavlju su prikazani rezultati istraživanja na temu profitabilnosti i održivosti primene solarne obnovljive čiste, tkzv. zelene energije na lokaciji «Kite&Windsurf school Dragonproject», u ekološkom kampu na Adi Bojani.

Najpre su date opšte informacije o «Kite&Windsurf school Dragonproject», međunarodnom sportsko rekreativnom edukativnom ekološkom kampu, (Stevović, 2016).

Od osnivanja kampa, koji funkcioniše po principu samofinansiranja, cilj nikada nije bio samo profit. Ideja je uvek bila da postoji i da se zadrži sopstveni identitet, koji je različit u odnosu na potrebe današnjeg prosečnog mladog turista, da ga pomeri iz kafića ka vodenim sportovima koji koriste vetar kao obnovljivi izvor energije za pokretanje, ka zdravom životu i kvalitetnoj životnoj sredini.

Dragonproject ekološki kamp na Adi Bojani postoji od 1993. godine, poštuje standarde međunarodnih asocijacija iz oblasti bezbednosti na plaži i vodi, kvaliteta opreme i strčnosti instruktora. U kampu je osnovna delatnost takva da se istovremeno odvijaju i promocija zaštite životne sredine i održivog razvoja.

3.2. Mikro i makro lokacija

Dragonproject je prva surf škola – ekološki kamp na obali Jadranskog mora i prostoru Balkana, koja danas funkcioniše kao organizovani ekološki sportsko rekreativni edukativni kamp, na mikrolokaciji Ade Bojane, u zoni najatraktivnije turističke ponude na crnogorskom primorju.

Generalno posmatrano, izučava se oblast atraktivne turističke regije na jugu Crne Gore, opština Ulcinj. Tačna lokacija je 12km jugoistočno od Ulcinja, 2km od najbližeg sela Štoj. Geografska širina predmetne lokacije je $41^{\circ}52'$, dok je geografska dužina $19^{\circ}19'$.

Eksperimentalna mikro solarna elektrana snage 200W bila je postavljena 12km jugoistočno od Ulcinja, slika 19. u ekološkom kampu „Kite&Windsurf school Dragonproject“, <http://www.dragonproject.me/windsurfing.html>, pregledano: 03. 07. 2016., čime je ovaj ekološki sportsko rekreativni edukativni kamp postao jedinstven u regionu i svetu. Rad solarne elektrane, proizvodnja električne energije i tariranje modela je trajalo 36 dana i kontinualno su mereni svi pokazatelji, snaga, napon, vreme rada, vreme otkaza. Na kraju je izračunata ukupna proizvodnja električne energije i urađene tehno ekonomske analize.



Slika 19. Lokacija eksperimentalne solarne elektrane (fotografija autora)

Solarna elektrana je smeštena u jednoj sojenici, sa fotonaponskim panelima na krovu, dok je većina potrošača locirana u i ispred sojenice, 20 – 30m istočno od elektrane.

3.3. Obuhvat eksperimenta

U okviru ovoga eksperimenta je definisan skup logičkih aktivnosti koje su obezbedile istovremeno sinergijsko ostvarivanje ekoloških ciljeva i determinisane proizvodnje električne energije, u funkciji zadovoljenja konzuma izolovanog “off grid” tehničkog sistema.

Urađene su i tehno-ekonomske analize za 3 alternativna rešenja snabdevanja i metodom ukupnih troškova izveden je dokaz o isplativosti i održivosti, kao i izbor optimalnog rešenja. Kite & windsurf kamp je predstavljao izolovani sistem, jer u najbližoj okolini nije bilo dalekovodne mreže, da bi se moglo obezbediti snabdevanje električnom energijom.

U prethodnom periodu snabdevanje električnom energijom je obezbeđeno preko agregata nominalne snage 4kW, koji je kao sirovinu koristio benzin, pravio buku, remetio kvalitet netaknute životne sredine i u isto vreme predstavljao hazard u smislu mogućnosti akcidenta sa izlivanjem benzina i zagađenjem podzemnih voda.

Izolovani tehnički sistem se sastojao od četiri objekata i uređaja škole ekstremnih sportova, kod kojih se za kretanje koristila snaga vetra. Kamp je kompletno organizovan po principima održivog razvoja i očuvanja kvaliteta životne sredine. Bilo je potrebno obezbediti snabdevanje električnom energijom i omogućiti funkcionisanje zamrzivača, frižidera, osvetljenja, muzičke linije, računara i telefona.

3.4. Klimatološki uslovi i podloge za projektovanje

Klimatološki uslovi koji važe za ovu lokaciju prikazuju da je ona registrovana kao lokacija sa najvećim brojem sunčanih dana u toku godine, na prostoru stare Jugoslavije.

Ekološki kamp je bio udaljen od mreže elektroenergetskog sistema, tako da je kao jedino moguće rešenje izabran benzinski agregat, čiji se rad redukovao korišćenjem obnovljivih izvora energije. Na predmetnoj lokaciji, raspoloživi obnovljivi resursi su bili energija Sunca i vetra.

Konfiguracija terena, topografija, vegetacija su sledeći: peščana plaža Ada Bojana, ravno, sa blago zatalasanim peščanim dinama u zaleđu, rastinje makije – trava i žbunje, otvoreno ka vetrovima sa pučine.

Na izbor mikrolokacije solarne elektrane, posebno fotonaponskih panela, su uticali tehnički uslovi: nagib krovne konstrukcije, upadni ugao sunčevih zraka i orijentacija ka jugu.

Na osnovu prognoze potrošnje električne energije u kampu i na bazi raspoloživih finansijskih sredstava, projektovan je tehnički sistem, koji se sastojao od:

- dva fotonaponska panela ukupne snage 200W,
- akumulatorske baterije kapaciteta 140Ah, (pri dvadesetočasovnom režimu pražnjenja),
- regulatora punjenja i
- invertora nominalne snage 500W.

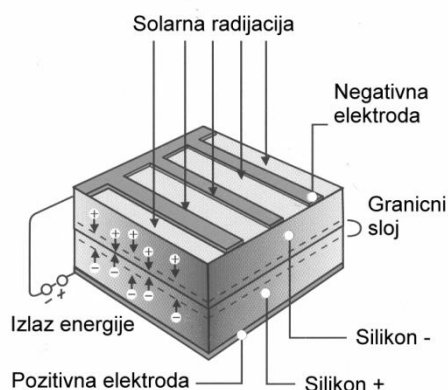
Imperativ održivog razvoja i zahtev za očuvanjem kvaliteta životne sredine, inicirali su da je potrebno izvršiti prelaz sa prljavih, fosilnih goriva na izvore čiste energije, koji su bazirani na obnovljivim resursima, kao što je npr. energija Sunca. Zato je instalirana solarna elektrana.

Iako su u sistemu snabdevanja električnom energijom, količina svetlosti, osunčanost i oblačnost, stohastičke ulazne veličine, koje karakteriše visok stepen entropije, planirana je i urađena optimizacija rada sistema. Da bi se za različite vrednosti ulaza, obezbedilo da sistem funkcioniše u relativno stabilnom stanju, definisan je cilj: uspostaviti dinamičku ravnotežu sistema, bez obzira na entropiju ulaznih veličina. Koncipirana je principijalna šema rada solarne elektrane.

3.5. Proizvodnja

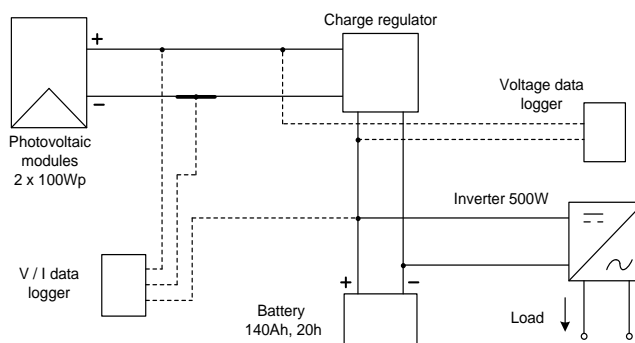
Solarni fotonaponski paneli su postavljeni na drvenu krovnu konstrukciju sojenice, pod uglom od 10° u odnosu na horizontalu. Predmetna lokacija, sa najvećim brojem sunčanih dana u godini, obezbedila je kontinualan rad elektrane. Eksperimentalna merenja su pokazala da su fotonaponski paneli imali maksimalnu proizvodnju i kada je bila visoka oblačnost.

Proizvodnja se odvijala u silikonskim FN panelima, transformacijom sunčeve energije u električnu. Tipski poprečni presek FN panela je prikazan na slici 20.



Slika 20. Tipski poprečni presek FN panela

Za projektovanje napajanja izolovanih potrošača korišćena su neka iskustva iz napajanja sličnih izolovanih, (Bhandari et al., 2014). Principijelna šema rada ove solarne elektrane je data na slici 21.



Slika 21. Principijalna šema rada solarne elektrane, (Nikolić and Stevović, 2015)

Izvršena su merenja generisanja električne energije od strane fotonaponskih panela. Merenja su trajala 36 dana tokom jula i avgusta tekuće godine. Merni instrumenti su bili duplirani, zbog uzajamnog proveravanja podataka i važnosti dobijenih rezultata.

Merni sistem „Pupin“ je uređaj za automatsko registrovanje i skladištenje podataka i merio je napone panela i baterije, kao i jačinu struje panela, na svakih sat vremena tokom posmatranog perioda. Merni sistem „Hobo“ je akvizicioni uređaj koji je merio napone panela i baterije, na svakih 5 minuta tokom posmatranog perioda.

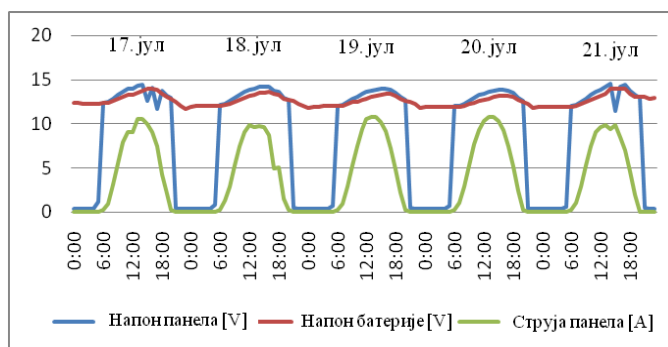
Pored toga obavljana su i ručna očitavanja, u mernom periodu od 36 dana, sedam parametara sa ekrana regulatora punjenja, na bazi čega su doneti odgovarajući zaključci i optimizovano funkcionisanje izolovanog sistema. Svakodnevno su u različitim vremenskim intervalima očitavani struja i napon fotonaponskih panela, kao i napon baterije.

Konstatovano je da je od početka mernog perioda bilo potrebno deset dana da se ostvari stoprocentna angažovanost panela, u odnosu na devedesetpeto-procentnu angažovanost prvoga dana po stavljanju sistema u pogon.

Tokom navedenih letnjih meseci fotonaponski moduli su radili 5 sati dnevno punim kapacitetom. Klimatološki uslovi su bili izrazito povoljni. U periodu merenja od 36 dana, svega su dva dana bila oblačna, međutim i u tom periodu je proizvodnja električne energije bila maksimalna, kao u prethodnom periodu, čime je dokazana visoka osetljivost fotonaponskih panela na svetlost.

Ukupna generisana energija tokom mernog perioda prelazi 36 kWh, odnosno srednja dnevna proizvedena energija iznosi oko 1 kWh.

Na slici broj 22. je prikazan reprezentativni deo mernog perioda od 17-og do 21. jula. Ovakav dijagram na kome su prikazani naponi panela i akumulatorske baterije kao i jačine struje panela postoji za ceo period trajanja od 36 dana. Iz tehničkih razloga, ovde se prikazuje samo reprezentativni uzorak.



Slika 22. Reprezentativni deo mernog perioda (17.-21. јул 2015. godine), (Nikolić and Stevović, 2015)

3.6. Konzum

Konzum ovog „off grid“ sistema su predstavljali potrošači električne energije u kampu. Potrebe za električnom energijom izolovanog sistema su bile racionalizovane, zbog nemogućnosti snabdevanja električnom energijom iz konvencionalnog elektroenergetskog sistema.

Potrošači izolovanog sistema su bili: pumpa za vodu snage 800W, frižider snage 380W, zamrzivač snage 400W, frižider snage 200W, frižider snage 105W, pojačalo i zvučnici snage 100W, 2 prenosiva računara, 6 sijalica snage 60W i 3 do 5 istovremeno uključenih punjača za kamere, fotoaparate i mobilne telefone.

Sa ciljem povećanja organizovanosti i stabilnosti sistema, tj. stabilnosti snabdevanja potrošača električnom energijom, prikupljene su odgovarajuće informacije.

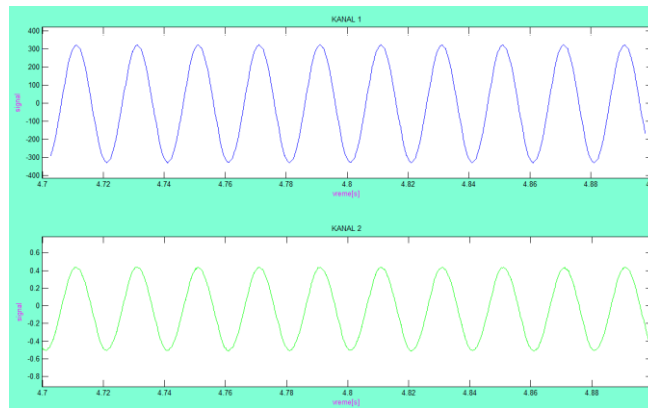
Te informacije su bile: praćenje intenziteta i trajanja osunčanosti, merenje proizvodnje na dnevnom nivou i praćenje rada sistema pri uključenju različitih potrošača.

U okviru sprovedenih eksperimenata urađenih sa ciljem da se optimizira rad sistema, testirana su priključenja različitih potrošača. Analizirano je:

- priključenje inkandescentne sijalice od 75 W,
- priključenje fluorescentne sijalice od 15 W,
- priključenje frižidera od 200 W i
- priključenje frižidera od 105 W.

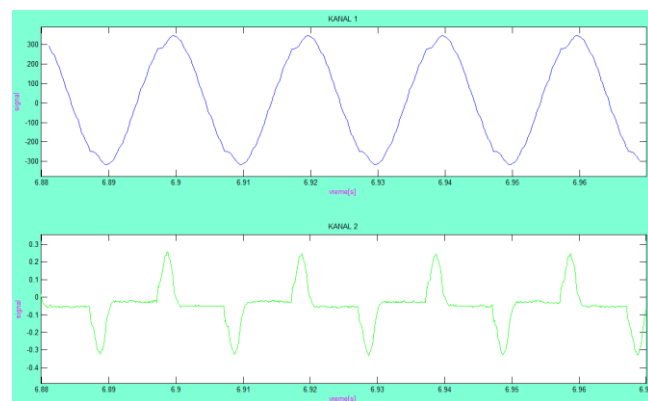
Uočava se da se kod priključenja inkandescentne sijalice snage 75W, ne javljaju velike udarne struje i da se ne kviri oblik izlaznog napona iz invertora.

Dijagram na kome su nacrtani talasni oblik napona i jačine struje pri priključenju inkandescentne sijalice, nalazi se na slici 23.



Slika 23. Izmeneni talasni oblik napona (gore) i jačine struje (dole) pri priključenju inkadescentne sijalice, (Nikolić and Stevović, 2015)

Priključenje fluorescentne sijalice od 15 W i pripadajući oblici napona i jačine struje su prikazani na slici 24.



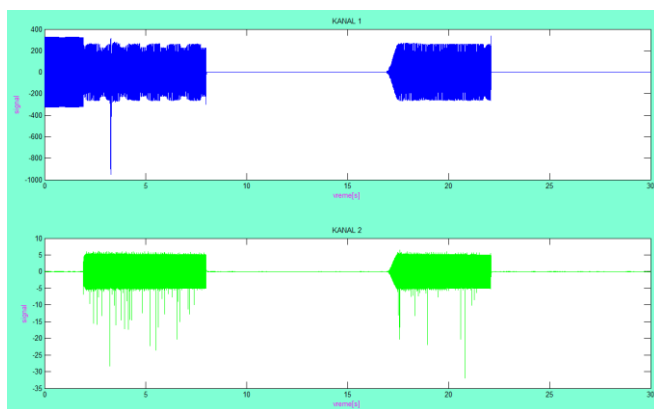
Slika 24. Izmereni oblik napona (gore) i jačine struje (dole) pri priključenju kompakt fluorescentne sijalice snage 15W, (Nikolić and Stevović, 2015)

Nominalna snaga kompakt fluorescentne sijalice je 5 puta manja od nominalne snage inkadescentne sijalice u prethodnom ogledu. Ipak, njenim priključenjem na inverter javljaju se znatna izobličenja napona i posebno izobličenje izlazne struje tako da je koeficijent harmonijskog izobličenja struje prilično nepovoljan.

Obavljeno je i snimanje izlaznog napona i udarne struje pri priključenju frižidera snage 200W. U principu je ovo bio primer priključenja motornog opterećenja sa velikim udarnim ili polaznim strujama koje su nekoliko puta veće od nominalnih. Sa dijagrama na slici 22. se može uočiti da priključenjem frižidera snage 200W na

inverter nominalne snage 500W, dolazi do znatnog smanjenja izlaznog napona maksimalne vrednosti od 310V do 180V u nekim trenucima.

Inverter pokušava s maksimalnom strujom do 6A da pokrene elektromotor i kompresor, ali kada mu posle 6s to ne uspeva obustavlja rad i isključuje izlazni napon.



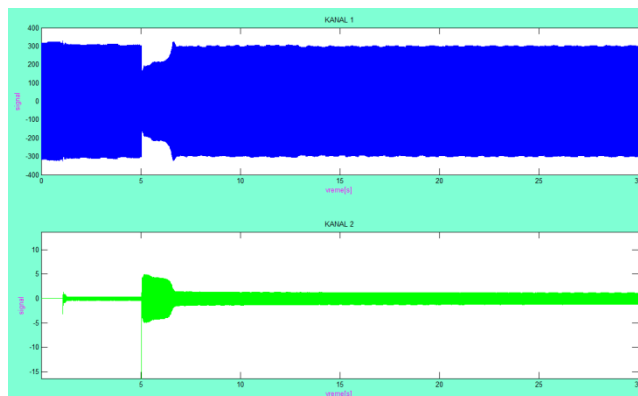
Slika 25. Pokušaj neuspešnog uključanja i ponovnog uključanja frižidera snage 200W kao potrošača (inverter od 500 W nije izdržao polazno preopterećenje), (Nikolić and Stevović, 2015)

Desetak sekundi posle toga, inverter ponovo pokušava da pokrene elektro-motor frižidera postepenim podizanjem napona kao i struje, ali ne uspeva da poveća maksimalnu vrednost izlaznog napona na veću vrednost od 200V kao ni da generiše veću struju od 5A.

Kako ni pod ovim uslovima inverter ne može da pokrene frižider, posle 6 sekundi ponovo dolazi do obustavljanja rada invertora. Proizvođač invertora (*Steca*) je naveo u tehničkoj specifikaciji proizvoda da inverter tokom 5s može izdržati udarnu struju reda 300% nominalne struje. Zaključak je ipak, da inverter snage 500W nije u stanju da pokrene frižider snage 200W.

Tokom priključenja frižidera manje snage (105W), inverter smanjuje napon u trajanju od 2 sekunde, ali uspeva da izdrži polaznu struju. Pošto nominalna struja potrošača iznosi oko 0,5A, njegova polazna struja je 7-10 puta veća (zavisno od uređaja i proizvođača), pa je potrebno dimenzionisati inverter prema ovoj vrednosti.

Uključenje manjeg frižidera snage 105W je bilo uspešno. Invertor snage od 500W izdržava uključenje ovakvog potrošača. Dijagram uspešnog uključenja ovog potrošača je prikazan na slici 23.



Slika 26. Uspešno uključenje manjeg frižidera snage 105W (invertor od 500W izdržava uključenje ovog potrošača), (Nikolić and Stevović, 2015)

Interesantno je navesti i neka iskustva ljudi koji su boravili u ekološkom kampu tokom posmatranog perioda, i koristili električnu energiju generisanu od strane fotonaponskih panela:

- Korišćenjem solarnog sistema, tokom večernjih sati je postojalo osvetljenje, bez buke koju bi proizvodio benzinski agregat.
- Solarni sistem je uspešno odgovarao maloj potrošnji, odnosno priključenju potrošača snage od 50 do 100W. Ovakvo malo opterećenje nije pogodno za benzinski agregat jer je specifična potrošnja goriva još veća, a ubrzava se i njegovo starenje.
- Primećeno je da je invertor stabilniji izvor napona od benzinskog agregata. Pri napajanju preko agregata, dolazilo je povremeno i do restartovanja računara usled varijacija napona u mreži a što nije bio slučaj pri napajanju preko solarnog sistema.
- Primećeno je veliko interesovanje posetiolaca kampa za ovaj, alternativni način napajanja. Pored toga, ljudi koji su boravili u ekološkom kampu su izrazili veliko zadovoljstvo pošto je električna energija generisana na potpuno ekološki način.

Sprovedena merenja u trajanju od 36 dana i prikupljene informacije, predstavljali su mehanizam, koji je tariranjem povratno omogućio održavanje dinamičke ravnoteže sistema.

Informacije su poslužile da se napravi povratna sprega za kontrolu delovanja dinamičkog sistema. Ovaj tehnički sistem je zahtevao prilagodljivost potrošača u odnosu na ograničenja proizvodnih kapaciteta. Finalnim korisnicima usluga prilagodljivost nije bila problem. Bili su posvećeni održivim sportovima i očuvanoj prirodi.

3.7. Cene

Cene fotonaponskih panela i kompletne opreme za proizvodnju solarne energije kontinualno padaju. Primera radi oprema za solarnu elektranu snage 1 MW, sa invertorom i akumulatorom, bila je 7×10^6 €, u Beogradu 2001. godine. Cena iste opreme, danas je pala 7 puta i kupuje se za 1×10^6 €. Uzrok pada cena leži u:

- omasovljenju proizvodnje,
- ubrzanom razvoju proizvodnih tehnologija i
- ulasku kineskih proizvoda na tržište EU, koja je skoro "zaratila" sa Kinom zbog damping cena.

4. METODOLOGIJA

U ovom poglavlju su teorijski obrađene metode korištene u okviru predmetnog istraživanja održivosti primene solarne energije. Metodom dedukcije se krenulo od rezultata aplikacije solarne energije na globalnom nivou ka konkretnom, pri čemu su određeni zaključci izvedeni i iz pojedinačnih primera, a posebno sprovedenim analizama studije slučaja ekološkog kampa na Adi Bojani metodom indukcije. Korišteni su statistički pokazatelji i analizirano funkcionisanje i poboljšanje efektivnosti, uspešnosti i smanjenju ekoloških rizika kampa na Adi Bojani.

Dakle, metodološki holistički pristup obuhvata naučne metode dedukcije, indukcije, statističke metode, SWOT analizu, Delfi metod, indikatore održivog razvoja i matricu ciljeva, kao i FMEA metodu za analizu i procenu ekoloških rizika.

4.1. Deduktivni metod

U okviru prethodnih istraživanja literature, prikupljene su i interpretirane relevantne informacije o potencijalu i primenjenim modelima solarne energije u svetu i Srbiji, sa ciljem da se dedukcijom dođe do odgovora na sledeća pitanja:

- Koliko još godina mogu da traju rezerve fosilnih goriva, kakva je raspoloživost solarne energije kao vida OIE?
- Koji je u svetu stepen implementacije solarne energije i kakva je savremena teorija i praksa?
- Da li je solarna elektrana optimalan model snabdevanja električnom energijom izolovanih sistema?
- Pored „*feed in*“ tarifa, da li postoje još neke atraktivne stimulatивne metode za proizvođače solarne energije?
- Šta su zeleni sertifikati – karbon krediti?
- Kako funkcioniše tržište karbon kreditima?
- Kakva je održivost modela solarne elektrane u ekološkom kampu?
- Kakva je rentabilnost solarne elektrane u odnosu na druge izvore snabdevanja?

- Kakvi je pouzdanost funkcionisanja sistema i koji su ekološki rizici?
- Kakve se mogućnosti unapređenja poslovanja ekološkog kampa otvaraju?
- Da li se razvijeni model može implementirati na širu turističku regiju?

Sprovedena istraživanja, kao sistematski način postavljanja pitanja i sistematski uređene radoznalosti u oblasti aplikacije solarne energije, koriste deduktivni pristup. Polazi se od opštih pretpostavki i istina i ide do jednostavnih. Zaključivanje ide od globalnog ka pojedinačnom. Reč dedukcija potiče od reči *deductio*, što znači izvođenje.

Dakle, dedukcija je logička metoda, oblik posrednog zaključka kod koga se zaključni sud izvodi od opšteg ka posebnom ili pojedinačnom, kreće se od opštih spoznaja i izvode se istinite činjenice u nekom konkretnom slučaju. U ovom master radu se najpre kreće od svetskih iskustava i zaključaka u oblasti solarne energije, ka aplikaciji istoga u slučaju ekološkog kampa na Adi Bojani.

Svaka dedukcija uključuje u sebi element indukcije.

4.2. Metod indukcije

Isto tako se u ovom master radu na bazi eksperimenta sprovedenog u ekološkom kampu i instalacije solarne elektrane, metodom indukcije izvode odgovarajući opšti zaključci.

Teoretski posmatrano, induktivni pristup je misaoni proces koji se odvija od posebnog ka opštem: Pristup u kome se na osnovu informacija do kojih se došlo posmatranjem niza manjih pojedinačnih slučajeva, izvode opšti zaključci.

Induktivno zaključivanje je rezultat viševjekovne ljudske delatnosti i svoju pojavu duguje rekognosciranju i eksperimentu, kao što je slučaj u ovom master radu, gde se određeni zaključci izvode na bazi sprovedenog ekperimenta.

Prvi izvori o indukciji radovi su starogrčkog filozofa Sokrata, a još preciznije logičko tumačenje je dao drugi starogrčki filozof Aristotel, osnivač logike. Riječ indukcija potiče od latinske reči *inductio* što znači uvođenje, navođenje, pobuđivanje.

Pojam indukcija ima sledeća tri osnovna svojstva:

- Indukcija je jedan od načina zaključivanja kojim se iz dva ili više pojedinačnih posebnih sudova dobija novi opšti sud, skraćeno rečeno, indukcija je rasuđivanje od pojedinačnog ka opštem. To je misaoni proces kojim se stvaraju generalizacije.
- Indukcija je jedna od osnovnih naučnih metoda istraživanja, kojom se pri proučavanju nekog skupa objekata posmatraju posebni objekti iz tog skupa i utvrđuju kod njih zajednička svojstva, koja se zatim pripisuju celom skupu. Indukcija je jedna od najvažnijih postupaka u nauci.
- Indukcija je način izlaganja u literaturi, u razgovoru, u nastavnom procesu kada se od manje opštih tvrdnji dolazi do opštih tvrdnji.

4.3. Statističke metode

Primenom statističkih metoda su izvedeni brojni zaključci u domenu primene solarne energije u svetu i u Srbiji.

Generalno, statističke metode su danas jedne od glavnih metoda naučnog saznanja.

One koje su najvažnije i koje se najčešće upotrebljavaju su:

- Metod uzorka
- Metod srednjih vrednosti
- Metod korelacije
- Metod verovatnoće
- Uporedni metod
- Analiza sadržaja

Metod uzorka predstavlja jedinstvo metodoloških postupaka i tehnika koje obezbeđuju da se iz nekog osnovnog skupa pojava pravilno odabere jedan manji

deo, koji će reprezentovati celinu. Prema načinu formiranja, razlikuju se tri tipa uzoraka: slučajni, sistematski i stratifikovani.

Metodom srednjih vrednosti se utvrđuju proseci, odnosno aritmetičke sredine, medijalne i modalne vrednosti masovnih društvenih pojava. Aritmetička sredina pokazuje prosečnu vrednost, ili stanje određene pojave. Medijana je statistička vrednost koja izražava srednju pozicionu vrednost neke pojave na skali te pojave i zato se često naziva pozicionom vrednošću. Ekstremne vrednosti nemaju uticaj na položaj medijane. Modalna vrednost je statistička srednja vrednost koja je dominantna na skali pojave koja se ispituje. Na modalnu vrednost ne utiče ni veličina, ni pozicija rezultata, samo učestalost pojedinih pojava. Što je pojava manje varijabilna, aritmetička sredina, medijana i modalna vrednost imaju sličnije vrednosti.

Metod korelacije je najviše i najčešće upotrebljavani statistički metod. Metodom korelacije se utvrđuje povezanost dveju ili više pojava. Korelacija je pozitivna kada statističke veličine dveju pojava koje se upoređuju uporedo rastu. Korelacija je negativna kada jedna upoređivana statistička veličina raste, a druga pada.

Metodom verovatnoće se proučava, odnosno predviđa razvoj najraznovrsnijih društvenih pojava, posebno onih koje su manje složene. Naučno saznanje se od laičkog saznanja upravo razlikuje po stepenu verovatnoće.

Metod komparacije se koristi za naučno objašnjenje društvenih pojava. komparativni, ili uporedni metod se može koristiti na tri nivoa:

- Uporedna istraživanja u jednom društvu (uslov je da društvo nije homogeno)
- Proučavanje društvenih pojava u više konkretnih društava koja pripadaju istom istorijskom tipu društva i
- Najopštija upoređenja, gde se uporedo proučavaju opšte osobine različitih tipova društava.

Analiza sadržaja je istraživački postupak kojim se želi izgraditi sistematska iskustvena evidencija o simboličkim relacijama, kao jednom od aspekata društvenog života. Opšti postupak analize sadržaja se sastoji iz tri faze:

- Stvaranje sistema kategorija analize i jedinica za klasifikaciju sadržaja i oblika simboličkog opštenja
- Analiza simboličkog opštenja i statistička obrada podataka dobijenih analizom i
- Naučni opis sadržaja i oblik simboličkog opštenja.

4.4. SWOT analiza

Metode i tehnike koje se najčešće koriste u strateškom menadžmentu su: - SWOT analiza - utvrđivanje sadašnjih i budućih šansi i pretnji iz okruženja i sopstvenih slabosti

SWOT analiza je krajnje efikasan alat za razumevanje i donošenje odluka u najrazličitijim situacijama u radu kompanije, organizacije, ili bilo kog društva. Tvorac SWOT analize je A. S. Humphrey.

Pojam, odnosno naziv SWOT analiza, predstavlja skraćenicu od četiri engleske reči, koje u prevodu znače:

- Strengths – snage
- Weaknesses – slabosti
- Opportunities – mogućnosti (šanse, prilike) i
- Threats – pretnje (opasnosti).

Osnovna ideja SWOT analize, zbog čega je i dobila taj naziv, je da omogući razvojno ponašanje. To je napredni metod u planiranju rada organizacije. SWOT analiza omogućava prepoznavanje pozitivnih i negativnih faktora i daje mogućnost da se na njih blagovremeno utiče. Tačnije, SWOT analiza omogućava da se utvrdi gde se u sadašnjoj situaciji organizacija nalazi, koje su joj glavne prednosti i slabosti i kakve su joj šanse i koje su prepreke da se stigne do planiranih ciljeva u budućnosti. SWOT analiza je analitički okvir menadžmenta za dobijanje relevantnih informacija organizacije o samoj sebi i o okolini u kojoj deluje sada i u budućnosti sa svrhom utvrđivanja strateških prilika i pretnji u okolini i sopstvenih strateških snaga i slabosti.

SWOT analiza se zasniva na pretpostavci da će organizacija postići najveći strateški uspeh maksimiziranjem sopstvenih snaga i prilika u okolini uz istovremeno minimiziranje pretnji i slabosti, odnosno najboljom upotrebom unutrašnjih snaga u korišćenju mogućnosti iz okoline.

Bitna pretpostavka je analiza saglasnosti unutrašnjih i spoljašnjih faktora, odnosno utvrđivanje njihovih implikacija na strategiju. Zapravo, unutrašnje snage i slabosti treba posmatrati u kontekstu spoljašnjih mogućnosti i pretnji i obrnuto. Osim SWOT analize postoji i takozvana PEST analiza. PEST je akronim za Političke, Ekonomske, Socijalne i Tehnološke faktore koji mogu da utiču na planiranje i rad organizacije. SWOT analiza procenjuje samu organizaciju, dok PEST analiza procenjuje tržište.

SWOT analiza je alat za procenu organizacije da bi se odredile njene snage, slabosti, prilike i pretnje. Ovakva analiza se obično radi u "brejnstorming" sesijama. Kada su sve snage, slabosti, prilike i pretnje identifikovane, sledeći korak je kako da se:

- Maksimiziraju snage,
- Minimiziraju slabosti,
- Iskoriste prilike i
- Izbegnu pretnje, ili da se smanji njihov uticaj.

Postavlja se pitanje zašto je SWOT analiza važna? Odgovor je: zato što omogućava organizaciji da preispita i sebe i svoje okruženje, u cilju razumevanja prošlih i sadašnjih uspeha i neuspeha, a u nameri da se pozicionira za dalji napredak. Iz tog razloga je SWOT analiza i korištena u preispitivanju uspešnosti i mogućnosti razvoja ekološkog kampa, kada se on posmatra kao kompanija na tržištu profita, koja uvodi nove savremene tehnologije primene OIE.

4.5. Delfi metoda

Delfi metoda je jedna od osnovnih metoda prognoziranja i predstavlja najpoznatiju i najviše korišćenu metodu ekspertnih ocena. Metode ekspertnih ocena predstavljaju značajno poboljšanje klasičnih načina dobijanja prognoza zajedničkom konsultacijom grupe eksperata za proučavani fenomen. Drugim rečima, radi se o metodološki

organizovanom korišćenju znanja eksperata, u cilju predviđanja budućih stanja odnosno fenomena.

Delfi metoda proučava i daje prognoze o neizvesnim, ili mogućim budućim situacijama za koje nismo u stanju da izvedemo objektivne statističke zakonitosti, formiramo model, ili primenimo neku formalnu metodu. To su fenomeni koje je veoma teško kvantifikovati, jer su uglavnom, kvalitativne prirode, odnosno, za koje ne postoji dovoljno statističkih podataka na osnovu kojih bi se izvršilo proučavanje.

Delfi metoda je nastala ranih šezdesetih godina u američkoj korporaciji RAND (Santa Monica, California). U to vreme istraživači RAND-a bili su angažovani na projektu za komandu američkih oružanih snaga, koji se sastojao od predviđanja budućih međunarodnih situacija, potencijalnih ratnih stanja, prognoziranju globalnog naučno-tehnološkog razvoja i vojnih potencijala, koji mogu biti rezultat budućih tehnologija. Završna faza projekta bila je izrada studije o opštim okolnostima i mogućim posledicama eventualnog interkontinentalnog rata. U tu svrhu istraživači RAND-a odlučili su se za sistematsko i organizovano prikupljanje pojedinačnih predviđanja grupe eksperata, u cilju dobijanja tražene prognoze.

Sledeći problem koji se postavio bio je način na koji će eksperti artikulirati svoj stav i dati konačno mišljenje, a da isti način ničim ne umanjí fokusiranost svakog pojedinačnog učesnika u ekspertnom panelu na cilj. Rešenje ovog problema u suštini predstavlja začetak Delfi metoda. Naučnici RAND-a: Olaf Helmer, Nicholas Rescher i Norman Dalkey rešili su ovaj problem tako što su u potpunosti odbacili mogućnost konferencijskog okupljanja eksperata i eliminisali eventualnu mogućnost da mišljenje najglasnijeg učesnika u panelu odnese prevagu nad kvalitetnijim razmišljanjima eksperata koji nemaju takvu mogućnost artikulacije.

Ovim metodom se izbegavaju direktna diskusija i konfrontacija ljudi i mišljenja, koja klasičnim načinom dobijanja zajedničkog predviđanja grupe eksperata na otvorenom sastanku mogu nekada da budu i neobjektivna. Otvorena diskusija potencijalno omogućava afirmaciju predviđanja grupe ili pojedinaca, zbog njihove društvene pozicije ili sposobnosti da dobro argumentuju i odbrane svoje mišljenje. Međutim,

konstatovano je da postoji čitav niz različitih faktora, koji na debatama mogu uticati na objektivnost i tačnost konačne prognoze.

Svi ovi faktori izbegnuti su Delfi metodom, pa je to jedna od njenih osnovnih prednosti. Istraživači RAND-a doneli su odluku da konferencijsku salu zamene stvarnim ekspertskim konsenzusom do koga će doći sami - organizovanim i sistematskim usaglašavanjem pojedinačnih prognoza.

Ime metode je preuzeto iz grčke mitologije po proroku iz Delfija, koji je pod dejstvom psihogenih aktivnih supstanci mogao da predvidi budućnost. Međutim, u osnovi svega je filozofsko pitanje naučnika RAND-a: «koliko možemo stvarno da znamo o budućnosti?»

Polazna tačka metode je *definisanje problema* za koji se traži prognoza. Nakon definisanja problema, formira se grupa eksperata koji će učestvovati u prognoziranju. Jasno je da je preduslov svih uslova *izbor najkompetentnijih eksperata* za datu oblast, onih koji najbolje poznaju proučavani fenomen.

Broj eksperata koji bi trebalo da čine grupu nije lako odrediti, međutim preporučuju se grupe od 10 do 15 naučnika, a najviše do 35. Kontakti sa ekspertima obavljaju se u nekoliko krugova. Preko upitnika se od njih traže prognoze i raznovrsne informacije, pri čemu je anonimnost eksperta i dobijenih prognoza zagarantovana.

Prvi krug upitnika koja se dostavlja ekspertima sadrži neophodne informacije, a od njih se traži da daju svoju prognozu koja mora biti potkrepljena odgovarajućim argumentima. Na bazi dobijenih prognoza, pristupa se izračunavanju prosečne prognoze koja predstavlja srednju vrednost pojedinačnih prognoza, kao i variranje prognoza oko srednje vrednosti koje predstavlja meru preciznosti prognoza.

Drugi krug upitnika, koja se šalje ekspertima sadrži izračunatu prosečnu prognozu, meru preciznosti prognoza i ekstremne prognoze sa njihovim razlozima. Od eksperata se tada traži da preispitaju svoju prvobitnu prognozu, urade eventualnu korekciju i

dostave mišljenje o ekstremnim prognozama zajedno sa odgovarajućom argumentacijom.

Ovakav proces se obavlja u više koraka – obično četiri, a konačna prognoza dobija se kao srednja vrednost prognoza iz poslednjeg kruga upitnika.

Kao prosečna vrednost uzima se medijana, koja predstavlja onu vrednost prognoze za koju je broj eksperata, čija je prognoza veća od te vrednosti, jednak broju eksperata, čija je prognoza manja od te vrednosti.

Variranje prognoze oko srednje vrednosti predstavlja se u obliku granica –kvartila. Donji kvartil predstavlja onu prognozu za koju broj eksperata, čije su prognoze manje od te vrednosti iznosi 25% ukupnog broja eksperata. Gornji kvartil predstavlja onu prognozu za koju broj eksperata čije su prognoze veće od te vrednosti iznosi 25% ukupnog broja eksperata.

U praksi se sledeći koraci mogu smatrati uobičajenim i profilisanim kao najefikasnijim u sprovođenju Delfi metode:

- Formiranje tima za sprovođenje i praćenje projekta
- Izbor ekspertskeg panela koji će učestvovati u istraživanju
- Priprema prvog kruga upitnika
- Kontrola teksta prvog kruga upitnika
- Slanje prvog kruga upitnika ekspertima
- Analiza odgovora iz prvog kruga upitnika
- Priprema drugog kruga upitnika na bazi prikupljenih odgovora
- Kontrola teksta drugog kruga upitnika
- Slanje drugog kruga upitnika ekspertima
- Analiza odgovora iz drugog kruga upitnika
- Izveštaj tima za analizu prikupljenih izveštaja

Napred navedenih 10 postupaka predstavljaju dva ciklusa i ponavljaju se u zavisnosti od broja ciklusa, 3 – 4 puta. Poslednji postupak predstavlja finalni izveštaj analitičkog tima i predstavlja prognozu o neizvesnim ili mogućim budućim situacijama.

4.6. Metod određivanja indikatora održivog razvoja

Indikator se može definisati kao "parametar, ili vrednost izvedena na osnovu parametara, koja ukazuje, pruža informacije, ili opisuje stanje pojave (okruženja, prostora) i ima značajan uticaj koji prevazilazi domet same vrednosti parametra" (OECD, 2003).

Suštinu koncepta održivog razvoja čini interakcija razvoja i životne sredine i međusobna uslovljenost i komplementarnost razvojne politike, u ovom slučaju Dragonproject škole, kao kompanije i politike zaštite životne sredine koje uvažavaju zakonitosti ekoloških sistema.

Tradicionalni indikatori ekosocijalnog sistema imaju ograničene *vidike*, jer vrednuju promene samo u jednom delu podsistema, kao da je on potpuno nezavistan od delova, ili celine ekosocijalnog sistema. Na taj način ovi indikatori ne odražavaju realnost o tesnoj uzajamnoj povezanosti unutar ekosocijalnog sistema.

Indikatori održivog razvoja se klasificiraju u četiri kategorije i to: društvenu, ekonomsku, ekološku i institucionalnu.

Jedan od najčescih argumenata koje kritičari koncepta održivog razvoja koriste, su dosta nejasni rezultati ispitivanja. Ova ispitivanja se baziraju na iteracijama i teoriji apsurdna.

Skup jasno definisanih i uravnoteženih indikatora su upravo oni koji održivost čine opipljivom. Najčešće su najzanimljiviji oni indikatori održivog razvoja koje utvrđuje Eurostat (odelenje za statistiku EU), u svrhu praćenja efikasnosti Strategije održivog razvoja EU.

Indikatori se svrstavaju u kategorije i podkategorije, a one se grupišu prema već definisanim aspektima. Kategorije i adekvatni glavni indikatori održivog razvoja kampa su predstavljeni u tabeli 4.

Tabela 4. Kategorije i glavni indikatori održivog razvoja

Kategorija	Glavni indikator
Sociološko-ekonomski razvoj	Stvarni BDP (bruto domaći proizvod)
Održiva potrošnja i proizvodnja	Produktivnost resursa
Demografske promene	Stopa nataliteta, mortaliteta, stopa zaposlenosti starije populacije
Alternativni izvori energije	Indeks (stepen) iskoriscenja
Solarni paneli	18%-20%
Uvoz CO ₂ emisija po toni	Tarifa koja se plaća za uvoz
Naseljenost nekog područja	Parametri mereni po glavi stanovnika

4.7. Matrica ciljeva

Matrica ciljeva spada u metode i tehnike podrške menadžmentu tehnologije. Pomoću matrice ciljeva se izvodi ocena uspešnosti primenjene tehnologije u kompaniji čija je produktivnost predmet istraživanja.

Kao metod za ocenu produktivnosti u preduzeću, upotrebom matrice ciljeva se sprovodi merenje promena produktivnosti u kompanijama, nakon što je uvedena nova tehnologija.

Prednosti primene matrice ciljeva su:

- Oba aspekta produktivnosti (efikasnost i efektivnost) se mogu uključiti u kvantitativno razmatranje i
- Može se primenjivati u proizvodnim i uslužnim preduzećima.
- Primena je moguća na nivou organizacije, odeljenja, sektora ili individualnom nivou.

Tehnika proračuna indeksa produktivnosti se koristi najčešće za poređenje više godina poslovanja preduzeća. Za vrednovanje produktivnosti, nakon primene nove tehnologije najčešće se koristi matrica ciljeva, pa je zato i primenjena za analizu uspešnosti poslovanja ekološkog kampa, u kome je uvedena nova tehnologija primene solarne energije za proizvodnju električne.

U razmatranje se obično uzima šest uticajnih faktora. Najpraktičniji način za prikazivanje ocena, koje odgovaraju mogućim vrednostima svakog od faktora, je da se elementi i rezultati proračuna prikažu tabelarno.

4.8. Cost-benefit metod

Cost-benefit analiza (na engleskom jeziku *cost-benefit analysis*; na nemačkom *Kosten-Nutzen-Analyse*), je metoda ekonomske analize kojom se upoređuju i vrednuju sve prednosti i svi nedostaci nekog privrednog zahvata ili projekta, analizom troškova (*cost*) i koristi (*benefit*). Ovaj metod je vrlo važan za donošenje ispravne odluke i za korekciju projekata.

Prilikom ocene opravdanosti realizacije jednog investicionog projekta treba uvek imati u vidu i efekte koje projekat donosi drugim organizacijama, ili široj društvenoj zajednici. Pojedine investicije su i same, po svojoj prirodi takve da se moraju posmatrati i ocenjivati pre svega sa šireg društvenog aspekta – npr. saobraćajnog, energetskog, odbrambenog, prirodnog, društvenog i sl, zbog svog velikog doprinosa koji daju zemlji u celini. Ovakvi projekti se na najbolji način mogu ocenjivati ako se analiziraju i uzmu u obzir ukupni efekti koje donosi posmatrani investicioni projekat.

Cost-benefit analiza je metoda ekonomske analize kojom se upoređuju i vrednuju sve prednosti i svi nedostaci nekog privrednog poduhvata ili projekta analizom troškova (*cost*) i koristi (*benefit*). Ova analiza se ne koristi za investicione projekte koji donose samo direktne komercijalne efekte koji se mogu meriti i kvantitativno izraziti, već, pre svega, za projekte koji donose i značajne indirektno i nemejljive efekte, kao što je slučaj sa solarnom elektranom u ekološkom kampu na Adi Bojani.

Pored toga ona predstavlja metod koji omogućava odlučivanje o izboru između različitih oblika korišćenja resursa i različitih projekata, na osnovu utvrđivanja ukupnih doprinosa projekata dostizanju ekoloških ciljeva.

Za sam fokus pažnje, programa i projekta, koji preovlađuju u javnom sektoru, potrebno je analogno sprovesti analizu troškova i koristi. Tu se manifestuju dve

veoma bitne razlike, koje preovlađuju između analize troškova i koristi i analize profitabilnosti uvođenja novog proizvoda:

- analiza troškova i koristi je instrument, koji se koristi za donošenje javnih odluka, a čiji interes nije u tome da su firme individualno profitno orjentisane, nego, odluke teže ka ostvarivanju opštedruštvenih interesa,
- ova analiza se uglavnom koristi za ocenjivanje politike i programa, čiji su ciljevi netržišni (npr. unapređenje kvaliteta životne sredine).

Cost-benefit analiza je analitički pristup rešavanju problema izbora, koji zahteva definiciju ciljeva i identifikaciju alternativa koje daju najveću korist za date troškove, ili koje daju zadatu korist za najmanje troškova. Pogodna je za procenu rezultata investiranja, naročito ako se radi o investicijama u infrastrukturu (fizičku – kao što su saobraćajnice i duhovnu – kao što je obrazovanje).

Zato je cost-benefit analiza veoma koristan alat za dokazivanje kreatorima ekonomske politike, kako kratkoročno, tako, naročito, dugoročno, za povećavanje obima i kvaliteta proizvodnje i njene efektivnosti i efikasnosti.

Prednost ove analize je u tome što ona odgovorne subjekte usmerava da identifikuju moguće troškove i efekte i da se ne oslanjaju na nepouzidane ocene i svoju ličnu intuiciju.

4.9. FMEA metodologija za procenu ekološkog rizika

Analiza ekološkog rizika je sastavni element procesa donošenja važnih ekoloških odluka. Donosioci ekoloških odluka moraju prvo identifikovati sve rizike i oceniti mogućnost negativnih uticaja na životnu sredinu. Na taj način se omogućava izbor najadekvatnijeg pravca akcije za smanjenje rizika.

Realno, ne mogu svi ekološki rizici biti eliminisani. Zbog toga je važno da donosioci ekoloških odluka odrede koliki je taj nivo rizika koji bi društvo eventualno moglo da toleriše. Neophodno je odrediti prihvatljiv nivo rizika.

Sa stanovišta ekološke ekonomije, upravljanje ekološkim rizikom trebalo bi bazirati na analizi troškova i koristi (cost – benefit analysis) sa smanjenjem ekoloških šteta. Nažalost, menadžeri su često suočeni sa nedostatkom podataka neophodnih za potpunu procenu troškova i koristi smanjenja ekološkog rizika. Rizik se može definisati kao negativno procenjena posledica čije je ostvarenje neizvesno. Iz same definicije rizika, da bi se izbegle negativne posledice, slede dva osnovna zadatka a to su: identifikacija i procena rizika, i reagovanje na rizik.

Rizik može da bude dobrovoljno preuzeti rizik i nametnuti rizik.

Reč rizik potiče od grčke reči rhizo, koja označava opasnost plovidbe brodom oko zloglasne morske hridi. Pod pojmom hazard podrazumeva se izvor opasnosti.

Reč hazard, ili takođe *hasard*, *azard*, *azart*, arapskog je porekla i izvedena je od reči *az-zahr*, što na arapskom jeziku označava igru kockom.

Hazard je nedovoljno utvrđen rizik, odnosno potencijalni rizik, kojem dimenzije nisu poznate ili su tek delimično poznate.

Rizici su kvantifikovani, objektivizovani, upoređeni ili utvrđeni hazardi. Rizik predstavlja opasnost koja se do određene mere može predvideti i kojoj se može odrediti veličina.

Termin rizik se često meša sa terminom hazard. Struja visokog napora, radioaktivni metal, ili otrovna hemikalija su primer hazarda, u smislu da predstavljaju mogućnost da se šteta dogodi. Koncetrovane kiseline npr. predstavljaju opasnost za korisnika jer izazivaju opasne opekotine ako se njima ne rukuje pravilno.

Rizik je verovatnoća ili šansa da hazard koji se nalazi u toj hemikaliji dovede do povrede. Koncetrovana sumporna kiselina je hazardna materija.

Kao zaključak stoji činjenica da čovek može malo da utiče na hazard. Hazardi neke koncentrovane kiseline, kancerogene materije, ili eksplozivne supstance su nerazdvojne osobine određenih materija. Rizik koje one nose međutim može i terbao bi biti smanjem na minimum, tako što se prvo pripremi procena rizika, a onda sledi procedura koja je predložena u toj proceni.

Imajući u vidu da nas ekološki rizici svugde prate, kao i da se većina ekoloških rizika, kao složenih procesa, u savremenom društvu ne smanjuje, odavno se nametnula potreba za što pouzdanijim procenjivanjem, odnosno za što efikasnijom kontrolom i upravljanjem nad njima.

Analiza ekološkog rizika je sastavni element procesa donošenja svih ekoloških odluka. Donosioci ekoloških odluka moraju prvo identifikovati sve rizike i oceniti mogućnost negativnih uticaja na životnu sredinu. Na toj osnovi biće omogućen izbor najpodesnijeg pravca akcije za smanjenje rizika.

Realno, ne mogu svi ekološki rizici biti eliminisani. Zbog toga je važno da donosioci odluka odrede koliki je taj nivo rizika koji bi društvo moglo da toleriše. Dakle, važno je odrediti prihvatljiv nivo rizika.

FMEA je u praksi najviše korišćena analiza za procenu rizika. Najčešće se koristi u početnim fazama razvoja da bi se osiguralo da svi potencijalni otkazi budu uočeni i eliminisani na vreme. Kako je primenljiva na svaki sistem, i na bilo koji željeni nivo detaljnosti – sistem, podsistem, sklop ili komponentu, a i primenljiva je za sisteme sa više razčitih rizika, različitog porekla, kao što je slučaj u „Kite&Windsurf school Dragonproject“ ekološkom kampu, ona je dokazano optimalna tehnika za procenu rizika u konkretnom slučaju.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

5.1. Rezultati tehno ekonomske analize

Kod proračuna koeficijenta rentabilnosti, kao osnovnog tehno ekonomskog pokazatelja, polazi se od formule (3):

$$r = \frac{B}{C} \quad (3)$$

gde su:

r_s – koeficijent rentabilnosti za solarnu elektranu

B_s – finansijski kvantifikovani benefiti (dobiti) solarne elektrane

C_s – koštanja (investicioni i troškovi održavanja) solarne elektrane

r_b – koeficijent rentabilnosti za benzinski agregat

B_b – benefiti benzinskog agregata

C_b – investicioni i troškovi održavanja benzinskog agregata

r_d – koeficijent rentabilnosti za dizel agregat

B_d – benefiti dizel agregata

C_d – investicioni i troškovi održavanja dizel agregata

Pretpostavke sa kojima se ušlo u proračun, uslovi i ograničenja u sistemu su:

- Eksploatacioni period traje 90dana/godišnje
- Alternativno rešenje - agregat troši 15l/dan (iskustveni podatak)
- Solarna elektrana i konzum funkcionišu 18h dnevno
- Radno vreme sistema je od 8 ujutro do 2h posle ponoći, samo u toku letnje turističke sezone
- Vek trajanja 20 godina.

$$B_s = 0.2066 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \times 1 \frac{\text{kWh}}{\text{dan}} \times 365 \frac{\text{dan}}{\text{god}} \times 20 \text{ god} = 1508 \text{ €} \quad (4)$$

$$C_s = 1000 \text{ €} \quad (5)$$

$$B_b = 0.07 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \times 1 \frac{\text{kWh}}{\text{dan}} \times 365 \frac{\text{dan}}{\text{god}} \times 20 \text{ god} = 511 \text{ €} \quad (6)$$

$$C_b = 700 \text{ €} + 20 \frac{\text{€}}{\text{dan}} \times 365 \frac{\text{dan}}{\text{god}} \times 20 \text{ god} = 146\,700 \text{ €} \quad (7)$$

$$B_d = 0.07 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \times 1 \frac{\text{kWh}}{\text{dan}} \times 365 \frac{\text{dan}}{\text{god}} \times 20 \text{ god} = 511 \text{ €} \quad (8)$$

$$C_d = 800 \text{ €} + 16 \frac{\text{€}}{\text{dan}} \times 365 \frac{\text{dan}}{\text{god}} \times 20 \text{ god} = 116\,800 \text{ €} \quad (9)$$

Rezultati primene formule (3) i međurezultata iz jednačina (4) do (9) prikazani su u tabeli 5, odakle se može zaključiti da je primena solarne energije, ne samo ekološki prihvatljivo, već i ekonomski isplativo rešenje.

Tabela 5. Proračun koeficijenata rentabilnosti

	Solarna elektrana	Benzinski agregat	Dizel agregat
Benefiti (B)	1508€	511€	511€
Koštanja (C)	1000€	146700€	116800€
Koef. rentabilnosti r	1.51	0.003	0.004

5.2. Rezultati komparativne analize

Tehno ekonomska i komparativna analiza su urađene u realnom vremenu, za realno radno vreme solarne elektrane u iznosu od 18h dnevno, od 8h ujutro do 2h posle ponoći, samo 90 dana u sezoni, tj. od 1. jula do 30. septembra. Pretpostavke sa kojima se ušlo u proračun su bile: eksploatacioni period traje 90dana/godišnje, agregat troši 15l/dan (iskustveni podatak). Izračunati su benefiti B, imajući u vidu cenu električne energije i investiciona koštanja C, pa je izvršeno poređenje koeficijenta rentabilnosti r, za solarnu elektranu, benzinski i dizel agregat.

Tehno ekonomska i komparativna analiza - za vek trajanja 20 godina su prikazane u tabeli 6, pri čemu se zna da fotonaponski paneli mogu da rade 20 godina, a dizel i benzinski agregat – teško.

Sva računska zaokruženja su zbog zahteva objektivnosti zaključaka išla na štetu rešenja sa fotonaponskim panelima i u korist dizel i benzinskog agregata, međutim,

zaključak je nedvosmisleno da solarna elektrana, u odnosu na druga 2 alternativna rešenja, predstavlja daleko funkcionalnije, održivije i rentabilnije rešenje.

Tabela 6: Proračun ekonomsko finansijskih pokazatelja za alternativna rešenja

Za vek trajanja od 20godina	Solarna elektrana	Benzinski agregat	Dizel agregat
Investicioni troškovi	1000€	700€	800€
Troškovi održavanja i gorivo (dnevno)	0€/dan	20€/dan	16€/dan
Troškovi održavanja i gorivo (godišnje)	0€/god	7300€/god	5840€/god
Proizvodnja el. energije (dnevno)	1kWh-radi 18h/dan	1kWh-radi 8h/dan	1kWh-radi 8h/d
Koštanje 1kWh na tržištu energije	20.66c€/kWh	7c€/kWh	7c€/kWh
Koeficijent rentabilnosti $r = B / C$	1.51	0.003	0.004

5.3. Povraćaja uloženog kapitala i uticaji na životnu sredinu

Ukupna investicija za izvedenu solarnu elektranu je 1000 €. Kada bi se proizvedena električna energija davala u sistem, proizvedeni kWh bi, po danas važećim *feed in* tarifama za FN panele postavljene na krov postojećeg objekta, bio plaćen 20.66€/kWh. Izmerena, tj. ostvarena dnevna proizvodnja električne energije u Kite&windsurf school, bila je 1kWh/dan. Iz toga proističe da će solarna elektrana povratiti uloženi kapital prema formuli (10):

$$t_s = \frac{C (\text{€})}{E \left(\frac{\text{kWh}}{\text{dan}} \right) \times 0.2066 \text{ €/kWh}} \quad (10)$$

$$t_s = \frac{1000 \text{ €}}{1 \frac{\text{kWh}}{\text{dan}} \times 0.2066 \frac{\text{€}}{\text{kWh}}} \quad (11)$$

$$t_s = 4840 \text{ dana} \quad (12)$$

Za benzinski i dizel agregat, period povraćaja uloženog kapitala se analogno gore primenjenoj formuli (10), dobija:

$$t_b = 10000 \text{ dana} \quad (13)$$

$$t_d = 11429 \text{ dana}$$

(14)

gde je

t – period povraćaja uloženog kapitala

C – ukupno investiciono koštanje objekta solarne elektrane

E – proizvedena energija na dnevnom nivou

0.2066 €/kWh – *feed in* tarifa za proizvedenu energiju iz solarnih elektrana smeštenih na krovu objekta

0.07 €/kWh – tarifa za proizvedenu energiju iz fosilnih goriva

Period povraćaja uloženog kapitala za sva tri alternativna oblika snabdevanja električnom energijom (solarna elektrana, benzin i dizel agregat), prikazan je u tabeli 7.

Potrebno je napomenuti i da solarna elektrana nema, dok benzin i dizel agregat imaju značajne troškove održavanja na dnevnom i godišnjem nivou, kao i troškove obaveznog remonta.

Tabela 7. Povraćaj uloženog kapitala i uticaji na životnu sredinu

Eksploatacioni period 20godina	Solarna elektrana	Benzinski agregat	Dizel agregat
Period povraćaja uloženog kapitala	4840dana	10000dana	11429dana
Kvantitativni uticaj na ž. sredinu	5	1	2

U tabeli 7. su prikazane i objektivne ocene koje je ekspertski tim dao za procenu uticaja na životnu sredinu sva tri alternativna načina snabdevanja električnom energijom.

5.4. Rezultati SWOT analize

Odgovor na postavljeno pitanje, kako zadržati identitet posebnosti kampa na Adi Bojani, suštinskog pristupa edukaciji u sportu, životu i očuvanoj životnoj sredini, a opet imati dovoljan broj klijenata da škola kao kompanija može da opstane i ima profit, tražen je preko SWOT analize.

U okviru sprovedenog istraživanja, sa ciljem rešenja problema pada broja klijenata u poslednje 2 godine, analiziraju se prednosti, slabosti, šanse i opasnosti za Dragonproject školu.

Prednosti:

- Klijenti imaju mogućnost izbora. Radi se na 2 lokacije (na samom ostrvu Ada Bojana i na Velikoj plazi, što omogućava da se časovi drže i na ravnoj vodenoj površini i na talasima, što je jako bitno i poboljšava kvalitet procesa učenja)
- Prva škola na ovim prostorima, respektovano i prepoznatljivo ime
- Licencirani instruktori
- Najnovija oprema
- Fokus na sportu, edukaciji, zdravom životu i očuvanju prirode i samog mesta baš takvim kakvo jeste
- Programi za decu
- Mir i tišina, netaknuta priroda

Slabosti:

- Organizovanje, vođenje i kontrola rada na dve lokacije
- Loš prilazni put
- Neredovnost snabdevanja strujom i vodom
- Slabo organizovan kafić/restoran, problem ishrane

Šanse:

- Saradnja sa inostranim agencijama
- Saradnja sa sportskim klubovima (brojni klubovi mogu da dolaze na pripreme)
- Šira edukacija mladih (o vodenim sportovima, samostalnosti, životu u prirodi, značaju kvalitetne očuvane životne sredine)
- Razvijanje ozbiljnog surf centra sa u svetu priznatim metodološkim pristupom i vodećim programima obuke za sve nivoe znanja i sve klijente

- Bolji raspored rada sa klijentima različitog nivoa predznanja, obzirom da je Dragonproject jedina škola koja radi na 2 lokacije (jedna na mirnoj ujezerenoj vodi na ušću za početnike i druga na otvorenom moru i talasima za napredne takmičare)
- Jedinствен ekološki kamp sa mogućnošću instalacije eksperimentalne mini solarne elektrane i snabdevanjem kampa strujom iz obnovljivih izvora energije

Opasnosti:

- Namnožavanje konkurentskih škola koje prate i zadovoljavaju želje većine omladine, željne lakog provoda, malo lakog sporta i mnogo pokazivanja u lepim plažnim kaficima, enterijerom i eksterijerom
- Loš prilazni put
- Neredovnost snabdevanja strujom i vodom
- Slabo obeležavanje i loša reklama na magistralnom putu

5.5. Rezultati Delfi metode

Istraživanje na temu kako se može unaprediti poslovanje Dragonproject škole kao kompanije, urađeno je primenom Delfi metode.

Anketirano je 7 eksperata iz oblasti, koji su svi u dugogodišnjem poslovnom kontaktu sa školom i kampom: glavni investitor, glavni menadžer, trener, instruktor, međunarodni IKO ispitivač, turistikolog, takmičar ekstremnih sportova na vodi.

Zaključci sprovedene metode su:

- Realizacija planirane saradnje sa inostranim agencijama se može očekivati sredinom 2020. godine. Ostvarenje događaja sa verovatnoćom od 90% se može očekivati krajem 2022.
- Porast profita za 30% se može očekivati krajem 2021. godine. Ostvarenje događaja sa verovatnoćom od 90% se može očekivati krajem 2023.

Detalji sprovedenog procesa se nalaze u Prilogu 1. na kraju rada, zajedno sa imenima ispitanika.

5.6. Indikatori održivog razvoja

Kao 4 ključna indikatora održivog razvoja Dragonproject škole, čije bi praćenje bilo značajno sa ciljem realizacije očekivanih rezultata, tj. povećanja broja polaznika, a time i profitabilnosti, mogu se definisati:

- Kapacitet nosivosti prirodnih resursa (pitka voda, čist vazduh, prostor, održiva proizvodnja energije iz obnovljivih izvora)
- Kapacitet nosivosti ljudskih resursa – nivo stručnosti, poznavanje više stranih jezika, radne sposobnosti, opšte zdravlje i obrazovanje instruktora i menadžera kampa.
- Kapacitet nosivost socijalnih i kulturnih vrednosti – sklad odnosa između menadžera, instruktora i polaznika škole, harmonija odnosa između polaznika različite nacionalnosti, uzrasta, pola, odnosi turista-gostiju međusobno, porodica, prijatelja i društvenih grupa u kampu i uslovi smeštaja, što direktno utiče na broj održanih časova u sezoni.
- Dugoročna vizija ekonomske efikasnosti (profitabilnosti) i održivosti Dragonproject škole, kroz usklađen razvoj opreme i infrastrukture u očuvanoj životnoj sredini.

Ako se za indikatore održivog razvoja uzmu samo oni pokazatelji koji se jasno i brzo mogu kvantifikovati, tj. numerički predstaviti, onda bi se u indikatore održivog razvoja Dragonproject škole, mogli ubrojati:

- stepen instalisanosti solarne elektrane,
- kvalifikaciona struktura zaposlenih,
- broj održanih časova i
- tehnička opremljenost.

Detaljna analiza indikatora održivog razvoja data je u Prilogu 2. na kraju rada.

5.7. Matrica ciljeva - rezultati

Rezultati sprovedene metodologije za praćenje indikatora održivog razvoja pokazuju da indikatori održivog razvoja Dragonproject škole, kao faktori produktivnosti imaju vrednosti 92, 210, 135 i 100, pri usvojenim težinskim koeficijentima 23, 30, 27 i 20, za stepen instalisanosti solarne elektrane, kvalifikacionu strukturu zaposlenih, broj održanih časova i tehničku opremljenost. Ukupna vrednost matrice ciljeva je 537. Detalji u Prilogu 3. na kraju rada.

5.8. Rezultati analize načina i efekata otkaza

Ako se rizici podele na dobrovoljno preuzete i nametnute rizike, onda se za zaposlene u „Kite&Windsurf school Dragonproject“ ekološkom kampu, kao i za turiste – goste, može reći da su izloženi i dobrovoljno preuzetim i nametnutim rizicima.

Tema ovog poglavlja obuhvata analizu nametnutih ekoloških rizika. Izloženost instruktora, sportista i polaznika škole dobrovoljno preuzetim rizicima, eventualnim povredama, gubljenju opreme, imajući u vidu da se radi o ekstremnim sportovima, nije predmet ovoga rada.

Kako bi imidž „Kite&Windsurf school Dragonproject“, kao prve surf škole na obali Jadranskog mora i prostoru Balkana, ostao nedodirljiv i kako bi kamp kontinualno funkcionisao kao organizovani ekološki sportsko rekreativni edukativni kamp, na obe mikrolokacije, u zoni najatraktivnije turističke ponude na crnogorskom primorju, neophodno je i važno obezbediti da se svi mogući rizici analiziraju, predvide, eliminišu i/ili ublaže i preduprede.

U „Kite&Windsurf school Dragonproject“ ekološkom kampu ima 17 zaposlenih i 100 gostiju, polaznika škole, koji su na dnevnom nivou uključeni u proces obuke jedrenja, ili samo koriste - rentiraju opremu, ili su u restoranu i svi mogu biti izloženi potencijalnim ekološkim rizicima.

Pored ljudi, čiji broj nije mali (117 na dan u sezoni), ekološkim rizicima je izložena i solarna elektrana, dizel agregat, pumpa za vodu, električni uređaji u restoranu, nameštaj u restoranu, skupa sportska oprema, sami objekti, sojenice, hangari i šatori.

Na predmetnoj lokaciji i okruženju identifikovani su sledeći prirodni hazardi:

- požar
- olujni vetrovi
- obimne padavine
- grom i
- talasi i morske struje

Požar je čest u celom regionu, imajući u vidu visoke temperature i suvoću rastinja. U proseku jednom godišnje se dešava požar u šumi u neposrednoj blizini.

Istovremeno, i u samom ekološkom kampu, nemarnošću zaposlenih, ili gostiju, može se izazvati požar, imajući u vidu da su sojenica za solarnu elektranu, restoran i hangari konstruisani od zapaljivih materijala, kao što su drvo, trska i slama.

Lokacija Velike ulcinjske plaže je poznata po vetrovima. Geografski posmatrano, to su tkzv. Otranska vrata – ulazak, tj. prelazak iz Jadranskog mora u Mediteransko more. Vetrovi stalno duvaju. Zbog topografije, tj. velike ravne peščane površine Velike plaže, gde pesak ima izrazito visoku temperaturu, čineći tako značajnu razliku u odnosu na temperaturu vodene površine, često se stvaraju i orkanski vetrovi, kojima su izloženi svi zaposleni, zatim turisti i sportska oprema.

Na ravnicu plaže retko padaju kiše, jer oblaci obično preleću nizijski deo i kiše najčešće padaju u zaleđu, na planinskom delu, međutim, povremeno se dešavaju i ogromne padavine. Tom hazardu su izloženi svi zaposleni i sportisti – turisti, koji se zateknu u „Kite&Windsurf school Dragonproject“ kampu.

Na predmetnoj lokaciji, mogući hazard je i grom, jer je površina ravna, a na njoj ima značajan broj jarbola, a i sam čovek, istaknut na ravnoj velikoj površini, može da predstavlja hazardnu situaciju. udar groma je moguć.

Talasi su takođe hazard, jer je „Kite&Windsurf school Dragonproject“ kamp, smešten na peščanoj obali. Svake godine se oblik i visina obale menja. Snažne sile talasnog kretanja mora, svake godine odnesu deo obale, tj. odnekuda povuku pesak, a negde ga natalože.

U svakom slučaju, i ova dugotrajna lagana pomeranja peska, kao lako erodibilnog materijala, izazvana talasima, mogu predstavljati hazard za objekte i opremu koja ostaje preko zime na obali.

Isto tako i talasi na dnevnom nivou predstavljaju hazard za ljude i opremu koja se nalazi na obali. Struje su takve da uvek vuku na pučinu, što predstavlja hazard za slabije plivače i decu.

Kompletno istraživanje načina i efekata otkaza u „Kite&Windsurf school Dragonproject“ ekološkom kampu, po FMEA metodi je prikazana u Prilogu 4.

Cilj ovih analiza je bio identifikovanje i procena ekoloških rizika, kao i otkaza koji mogu nepovoljno uticati na pouzdanost i funkcionisanje celog sistema „Kite&Windsurf school Dragonproject“ ekološkog kampa.

FMEA je primenjena tehnika koja je dala odgovore na pitanja šta je sve ugroženo u ekološkom kampu, na koji način otkazuje, koliko često se dešavaju akcidenti, otkazi, koji su negativni efekti i koje su posledice na pouzdanost / sigurnost.

Opšti zaključak je da su ljudi, objekti i oprema u ekološkom kampu izloženi mnogim hazardima, da su rizici visoki i da je FMEA odgovarajuća tehnika da se rizici procene i smanje.

6. MOGUĆA UNAPREĐENJA

6.1. Ekološki kamp kao mikro grid i kao deo smart grid

Ekološki kamp «Kite&Windsurf school Dragonproject», na Adi Bojani, u kome je instalirana mini solarna elektrana i koji ima svoj konzum, mogao bi da se posmatra kao mikro grid, jer ima, sa aspekta eksploatacije važne segmente inteligentnih mreža, koji se odnose na odziv potrošnje:

- upravljanje potrošnjom,
- integraciju obnovljivih izvora energije u sistem i
- automatsko obnavljanje pogona sistema nakon kvara.

Interesantna činjenica je da na analiziranoj lokaciji ima više kampova slične namene. Iako su oni međusobno različitih upravljačkih i vlasničkih struktura. Ako bi se posmatrao samo aspekt snabdevanja električnom energijom i mogućnosti instalacije solarnih elektrana u svakome od njih, skup više udruženih podskupova potrošača električne energije bi svakako mogao predstavljati jedan ozbiljan konzum, u koji bi imalo smisla instalirati sve odredice pametne mreže, uključujući i pametna brojlila, sa ciljem smanjenja emisija gasova staklene bašte, očuvanja kvaliteta životne sredine i održivog razvoja.

Svaka mikro grid (mikro mreža) može da bude integralni deo jedne veće smart grid (pametne mreže).

Inteligentne elektroenergetske mreže po svojoj suštini predstavljaju superpoziciju komunikacione mreže na konvencionalnu elektroenergetsku mrežu. Ovom superpozicijom omogućena je dvosmerna komunikacija za prenos svih potrebnih informacija da bi se sistem optimalno eksploataisao i planirao.

U ekološkom kampu na Adi Bojani sam optimizirao i planirao rad sistema mini solarna elektrana – konzum. Razlika između standardnih mikro grid i ove u kampu je u tome što se to u standardnim mrežama radi automatski, a u slučaju solarne elektrane u kampu na Adi Bojani, ja sam upravljao radom sistema ručno.

Dakle, u inteligentnim mrežama pored energetske snage pojavljuju se i tokovi informacija, tokovi komandnih signala za daljinsko upravljanje, signala za praćenje stanja sistema (monitoring), signala povezanih sa zaštitom i automatizacijom sistema, i konačno signala komercijalne prirode (podaci sa pametnih brojala potrebni za obračun utrošene energije).

Početak uvođenja inteligentnih mreža u smislu nove opreme i uređaja predstavlja ugradnja novih inteligentnih brojala i izgradnja komunikacione mreže (koja može biti realizovana i sa digitalnim radiom).

Sa aspekta eksploatacije važniji segmenti inteligentnih mreža odnose se na odziv potrošnje (upravljanje potrošnjom), integraciju obnovljivih izvora energije u sistem, dinamičko tarifiranje i automatsko obnavljanje pogona sistema nakon kvara.

U ekološkom kampu na Adi Bojani:

- postojalo je upravljanje potrošnjom, to sam ja radio manuelno, u funkciji opaženih maksimalnih snaga i izmerenih rekognosciranih granica sistema i na bazi definisanog plana
- integrisani su bili obnovljivi izvori energije (instalirana je mini solarna elektrana) i
- umesto automatski, manuelno sam izvodio obnavljanje pogona sistema nakon kvara, tj. ispada koji se najčešće dešavao pri vršnom radu – istovremenom uključanju više većih potrošača, što je u ovom radu obrađeno.

Mikro mreže predstavljaju male modularne mrežne strukture, tipično sa sopstvenim generisanjem aktivne snage iz distribuirane proizvodnje ugrađene u okviru mikro mreže, koja je tipa obnovljivih ili neobnovljivih izvora. Mikro mreže mogu da rade zajedno sa spoljnom mrežom kada je to za mikro mrežu povoljno, tokom vršnih opterećenja u mikro mreži, ali mogu da rade i odvojeno od spoljne mreže, kada se npr. dešavaju slučajevi kvara u spoljnoj mreži.

Dok nijedna od definicija inteligentne mreže ne prevlada, može se da je za inteligentnu mrežu trenutno najprikladniji naziv „inteligentnija mreža“. Svi pristupi imaju zajedničko to da poboljšaju ukupnu funkcionalnost sistema za isporuku električne energije. Zajedno se zalažu za sistem koji će imati manje štetan uticaj na životnu sredinu, koji će povećati zanačaj električne energije proizvedene iz obnovljivih izvora energije i poboljšati kvalitet života.

Koncept inteligentne mreže potrebno je da se proširi u sva tri domena: od proizvodnje, preko prenosa do krajnje potrošnje. Koncepti funkcionalnosti treba da angažuju senzore, komunikacione i računarske tehnologije, da bi mogli da se efikasno koriste pri smanjenju potrošnje električne energije, smanjenju emisije štetnih gasova pri proizvodnji i poboljšanju pouzdanosti na gornjem kraju energetske lanca vrednosti.

Poboljšanje energetske efikasnosti će zahtevati primenu promišljene, usaglašene i efikasne politike na lokalnom i međunarodnom nivou, kao i opsežna poboljšanja u tehnologiji. Sve studije urađene na ovu temu zahtevaju da se specifični skupovi politika i programa sprovode u cilju maksimiziranja potencijala za poboljšanje energetske efikasnosti.

Dakle, pametna (inteligentna) mreža je obična (konvencionalna) elektroenergetska mreža sa nadgradnjom koju čini komunikaciona mreža tako da zajedno značajno unapređuju upravljanje mrežom. Ovo se ostvaruje delom i time što dvosmeran protok (od izvora ka potrošaču i obrnuto) komandnih signala i informacija omogućava bolji nadzor i upravljanje elementima mreže. Potrebe za ovakvom mrežom su svakako i posledica priključenja distribuiranih (najčešće obnovljivih) izvora energije koji na lokacijama blizu potrošača realno uslovljavaju i dvosmerne tokove energije. S druge strane preko pametne mreže kupci (potrošači) postaju od pasivnih učesnika (kojima služi proizvodnja u velikim elektranama) aktivni učesnici jer mogu svoje potrebe da prilagode proizvodnji u npr. vetroelektranama ili solarnim elektranama, pomoću postupka poznatog kao upravljanje potrošnjom. Ovu funkciju je obavljao autor u ekološkom kampu. Pored toga kupac može da ima različite cene

energije u npr. satnim ili kraćim intervalima, pa je i to razlog više da postoji dodatno upravljanje u mikro mreži.

Mikro mreža u elektroenergetskom sistemu svakako predstavlja malu energetska strukturu sa zadatom potrošnjom i sopstvenom proizvodnjom koja može da radi ili samostalno (nezavisno od velike mreže), ili povezana sa velikom mrežom. Ekološki kamp trenutno nema mogućnost povezivanja na elektroenergetski sistem i mrežu.

Ako se u budućnosti uradi povezivanje na mrežu, mikro mreža ekološkog kampa bi koristila prednosti povezanog rada, mogla bi da kupuje energiju kada je jeftina, ili u slučaju sopstvene nedovoljne proizvodnje, a u isto vreme bi mogla da se razdvoji od velike mreže u slučajevima većih poremećaja u toj mreži (npr. kratki spojevi koji ugrožavaju sigurnost pogona). Istovremeno bi mikro mreža ekološkog kampa mogla da isporučuje električnu energiju u sistem po *feed in* tarifama, u periodima kada kamp ne radi i postoje viškovi električne energije.

Ekološki kamp bi mogao da postane i pametna mreža koja povezuje više malih solarnih elektrana, pod pretpostavkom da je komunikaciona infrastruktura izgrađena (povezanost u upravljačkom smislu svih tačaka proizvodnje i potrošnje). Podrazumeva se da je oprema za prekidanje električnih kola kao i zaštita sa automatikom već raspoloživa.

6.2. Ekološki kamp kao klaster

Engleska reč *cluster* ima više značenja i može se pronaći u različitim aspektima života: skup, jato, grozd, grupa, skup istovremenih, gusto nanizanih tonova. Bez obzira na oblast nauke, klasteri u svakom slučaju predstavljaju određenu vrstu grupe ili skupa sa zajedničkim obeležjima, (Moran et al., 2005).

Neke definicije klastera koje se sreću u naučnoj literaturi:

- Klasteri su međusobno povezani privredni subjekti, locirani na određenom geografskom području, specijalizirani dobavljači, preduzimači koji se bave

- davanjem usluga i povezane institucije koje u određenoj oblasti predstavljaju regiju ili državu, (Porter, 2000)
- Klasteri su važna jezgra moguće konkurentne prednosti određenog prostorno obuhvaćenog okruženja, (Dukic & Meler, 2008)
 - Klaster je koncentracija privrednih subjekata ili industrija, povezanih zajedničkim tržištem, uslugama - proizvodima, dobavljačima i zaposlenicima, (Moran et al., 2005)
 - Klaster je koncept povezivanja preduzimača u okviru jednog industrijskog sektora, uz čvrstu suradnju sa naučnim i državnim ustanovama, najčešće na regionalnom ili nacionalnom nivou, sa ciljem boljeg plasmana usluga ili određene vrste proizvoda. Povezivanje obuhvata sve segmente - od zakupa prostora, proizvodnje ili usluga, do marketinga i distribucije, (Čičak, 2015).

Ako se pođe od definicije da klaster čine geografski koncentrisana, međusobno povezana, preduzeća iz srodnih i različitih delatnosti kao i nosioci znanja, druge institucije i organizacije koje garantuju kritičnu masu znanja, tehnologija, resursa i sredstava, značajnih za jačanje konkurentnosti pojedinačnih preduzeća-učesnika i klastera kao celine, onda je očigledno da ekološki kamp «Kite&Windsurf school Dragonproject», na Adi Bojani, kao reprezent naprednih ideja, zajedno sa ostalim kampovima na Velikoj Plaži opštine Ulcinj, može biti klaster i inkubator razvoja održivih tehnologija i održivog turizma važne turističke regije u celini.

Interes postojećih kampova bi bio da se pridruže ekološkom kampu «Kite&Windsurf school Dragonproject» u klaster, jer ih povezuju zajedničke potrebe na području marketinškog nastupa, nabavke, klijenata – polaznika wind i kite surf škola, njihovih specijalizovanih usluga, instruktora i asistenata, ostale radne snage i dugih resursa.

U ekonomskoj praksi klasteri predstavljaju jedinstvena interesna udruženja preduzimača koji u suradnji sa državnim institucijama i akademskom zajednicom, nastoje stvoriti dodanu vrednost za svoje poslovanje unaprijeđivanjem poslovnog okruženja u kojem deluju.

Kao glavni menadžer ekološkog kampa i student angažovan preko Studentske zadruge na projektu Ministarstva nauka Srbije, obezbedio sam vezu ekološkog kampa sa naučnom zajednicom, tj. usmerio sam da izbor lokacije za eksperimentalnu instalaciju solarne elektrane bude kamp u kome sam radio.

Imajući u vidu prestižne sportove i edukaciju koja se u kampu obavljala, klijenti, polaznici kite i wind surf škole su često bili univerzitetski profesori iz inostranstva i Srbije, direktori i menadžeri iz važnih kompanija, kao što su NIS, KPMG, tako da se stvorila kritična masa naprednih znanja. Videvši entuzijazam i usmerenost ka naprednim, čistim tehnologijama, i sami su se uključivali da doprinesu konkurentnosti škole i kampa na tržištu.

U budućnosti je potrebno napraviti program razvoja klastera. Vrednost formiranja ovakvog klastera pokazala bi praksa. Delatnost koja se odvija u kampovima na Velikoj plaži bi bila unapređena, institucionalizovana, sa stabilnim tržišnim položajem.

Jedino zajednički nastup svih kampova, koji su trenutno međusobno konkurentni, omogućava brže rešavanje strukturnih problema, koji opterećuju ovu granu delatnosti poput nerealno visokih troškova zakupa plaže, teškog dobivanja sredstava iz fondova EU za ovakve projekte, slabe mogućnosti marketinškog nastupa na inostranim tržištima i/ili nedovoljnih ulaganja u inovacije i razvoj (jedino je kamp «Kite&Windsurf school Dragonproject», uspeo da obezbedi sredstva za instalaciju mini solarne elektrane).

Klasterizacija, kao politika razvoja klastera u svetu ne predstavlja novost. Mnoge države teže politici razvoja na svojoj teritoriji, imajući u vidu da klasteri značajno povećavaju konkurentnost svih učesnika, otvaraju nove investicije i stvaraju povoljnu poslovnu klimu. Međutim, postoje i izuzetno jaki međunarodni klasteri, koji predstavljaju čitave segmente nacionalnih ekonomija.

Pojam klastera još uvek nije dovoljno jasno definisan na prostorima zemalja u tranziciji, pa tako i u Srbiji. Našim privrednicima su više poznati drugačiji oblici

udruživanja i prisutan je određeni stepen skepticizma među privatnim preduzimačima kad se pojam klastera želi bliže odrediti.

Klasteri mogu da uključuju preduzeća iz jedne delatnosti, ali i iz vertikalno povezanih delatnosti, proizvođače komplementarnih proizvoda, što znači da klaster u određenoj grani mogu da čine proizvođači sirovina, proizvođači gotovih proizvoda i usluga, naučne, obrazovne institucije, vladine i nevladine organizacije.

Cilj stvaranja klastera jeste:

- Povećanje konkurentnosti domaćih proizvođača na domaćem i inostranom tržištu kao i obezbeđivanje uslova za proširenje tržišta (povećanje izvoza)
- Bolje i efikasnije korišćenje domaćih resursa (prirodnih, proizvodnih i kadrovskih)
- Iniciranje i podrška kooperacije između samih preduzeća, između preduzeća i obrazovnih i razvojnih institucija
- Povezivanje sa fondovima za finansiranje inovacionih projekata
- Obuka i obrazovanje.

Ključne koristi formiranja klastera su:

- Stvaranje jednog šireg okvira za saradnju
- Podsticaj ekonomije obima
- Razvoj višeg nivoa konkurentnosti
- Ublažavanje međugranskih konkurentskih strahova (gradi se poverenje i saradnja)

S obzirom da klasteri po svojoj definiciji treba tesno da sarađuju sa Vladom, preduzećima i preduzetnicima, potrebna su i unapređenja zakonodavnog i institucionalnog okvira za poslovanje, sa ciljem otklanjanja administrativnih i drugih barijera, a samim tim i na unapređenja konkurentnosti celokupne privrede.

Klaster, kao ideja, podrazumeva udruživanje gde je apriori definisan kvalitet, gde je determinisan kvantitet i kontinuitet proizvodnje sa ciljem da se zadovolje zahtevi tržišta i kupaca i stoga je klaster strateški orijentisan i razvija se u određenom

sektoru. Unutar klastera je moguće kontrolisati faktore koji utiču na strategiju kompanije.

Zato se zaključuje da klasteri mogu postati "generator" novog načina strateškog razmišljanja u nacionalnoj privredi, gde se zna koji se proizvodi i usluge moraju proizvoditi i nuditi za određeno ciljno područje i tačno se zna koje su ciljne grupe potrošača, u ovom slučaju klijenata. Članicama klastera treba da bude jasno da se ulaskom u ovakav način organizovanja i dalje zadržava sopstvena samostalnost, individualnost, svoja proizvodnja i svoje tržište.

Kako se koncept klastera oslanja na ideju zdrave konkurencije i na pretpostavku da će se konkurentnost bolje razvijati unutar klastera, nego unutar istog broja rasutih preduzeća unutar jedne nacionalne privrede, ili privredne grane, jasno je da moguće unapređenje poslovanja «Kite&Windsurf school Dragonproject» ekološkog kampa kao kompanije, predstavlja i udruženje u klaster.

7. ZAKLJUČAK

Rezultati sprovedenih teorijskih i eksperimentalnih istraživanja unapređuju znanja u oblasti, kroz sistematičnu analizu najnovijih svetskih iskustava i kroz modelski primer realno izvedene solarne elektrane u konkretnom *off grid* sistemu – na lokaciji „Kite&Windsurf school Dragonproject“, međunarodnom sportsko rekreativnom edukativnom ekološkom kampu na Adi Bojani u Crnoj Gori.

Fokus ovoga master rada je bio na inovativnim modelskim primerima iz sveta, uz razradu i holističke analize konkretnog primera implementacije solarne energije.

Analizirani su i stimulativni ekonomski, finansijski i pravni podsticaji, da bi se omasovila i unapredila proizvodnja solarne energije u planskom razvoju privrede, koja teži da bude održiva. Prikazana je ekonomska ocena korišćenja solarne energije kao i rezultat projekcije razvoja na konkretnom primeru ekološkog kampa.

Istraženo je tržište zelenim sertifikatima, vezano za kvote definisane Kjoto protokolom. Urađena je analiza promene cene karbon kredita u desetogodišnjem periodu i na kraju je data komparativna analiza finansijskih efekata proizvodnje solarne energije, na modelskom primeru solarne elektrane.

Master rad je baziran na iskustvima razvijenih zemalja, praktičnom eksperimentu i saznanjima autora iz raspoloživih izvora.

Cilj ovog rada bio je i da kroz praktične primere i istraživanja ukaže na značaj i primenljivost solarne energije u savremenom okruženju koje se suočava sa problemima zagađenja, globalnog zagrevanja i velikog energetskeg deficita.

Iza cilja masovnog usvajanja solarnih tehnologija stoji mnogo veći i značajniji cilj, a to je doprinos održivoj privredi od koje zavisi prosperitet savremenog globalnog sveta i koja maksimizira kvalitet života za sve, na način koji omogućava ljudima da razviju

svoje pune potencijale i žive produktivan život uprkos ekološkim ograničenjima i problemima.

Rezultati istraživanja sprovedenih u ovom master radu pokazuju da je instalacija solarnih fotonaponskih panela u ekološkom kampu, kao *off grid* sistemu, isplativo i u isto vreme održivo rešenje. Postoje izvesni rizici, ali oni mogu da se drže pod kontrolom i da budu upravljivi.

Buduća istraživanja mogu da se usmere ka smanjenju rizika i povećanju efikasnosti proizvodnje električne energije, u tehničkom i organizacionom smislu.

Ograničenja u tom smeru nema. Tehnologija proizvodnje FNP se razvija, a cene FNP i potrebne prateće opreme padaju. Eventualna ograničenja se mogu očekivati u slučajevima zasićenja elektroenergetskog sistema energijom iz OIE, kao što se desilo u Nemačkoj 2013. godine, što je opet rešiv problem prolaznog karaktera.

«Kite&Windsurf school Dragonproject» ekološki kamp, u budućnosti svakako može da predstavlja generator naprednih ideja i da bude inkubator održivosti, u okviru širenja iskustava primene solarne obnovljive energije, kao i mogućeg formiranja i funkcionisanja kao *mikro grid*, u smislu elektro energetske mreže, a u privrednom smislu kao klaster.

U okviru obaveza Srbije, vezanih za Evrointegracije, potpisani Kjoto protokol i u kontekstu imperativa održivog razvoja, kao i sopstvenih strateških ciljeva, neophodno je dati veće naučne doprinose i razraditi metode i modele, koji bi bili u funkciji povećanja proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora i širenja naprednih znanja i inovativnih tehnika.

LITERATURA

- Anda, M., & Temmen, J. (2014). Smart metering for residential energy efficiency: The use of community based social marketing for behavioural change and smart grid introduction. *Renewable Energy*, 67, 119-127.
- Anđelković M. (2013), Energetika i životna sredina, Srpska akademija nauka, Beograd
- Barten, H. (2005). International Energy Agency.
- Bhandari, B., Lee, K.-T., Lee, C. S., Song, C.-K., Maskey, R. K., & Ahn, S.-H. (2014). A novel off-grid hybrid power system comprised of solar photovoltaic, wind, and hydro energy sources. *Applied Energy*, 133, 236-242.
- Casillas, C. E., & Kammen, D. M. (2011). The delivery of low-cost, low-carbon rural energy services. *Energy policy*, 39(8), 4520-4528.
- Ćehajić, N. (2013). Pasivno korištenje Sunčeve energije u zgradarstvu–Trombov zid. *Tehnički glasnik*, 7(4), 363-370.
- Chevallier, J. (2009). Carbon futures and macroeconomic risk factors: a view from the EU ETS. *Energy Economics*, 31(4), 614-625.
- Čičak, M. (2015). *Konkurentnost Zagrebačke županije u privlačenju strateških investicija*. University of Zagreb. Faculty of Economics and Business.
- da Graça Carvalho, M. (2012). EU energy and climate change strategy. *Energy*, 40(1), 19-22.
- Despotović, Ž. (2012), Obnovljivi izvori energije – stanje i perspektive u svetu i u Srbiji, Beograd
- Dereg, N., Jović, Z., & Apostol, I. (2008). Obnovljivi izvori energije-preporuke, potencijali i kriterijumi. *Centar za ekologiju i održivi razvoj, Subotica*.
- Đukanović, S. (2010). Podsticanje primene obnovljivih izvora energije–Španija, Italija, Srbija. *Škola biznisa, Broj, 4*, 41-50.
- Dukic, B., & Meler, M. (2008). *Creating information infrastructure in tourism industry cluster development*. Paper presented at the An Enterprise Odyssey. International Conference Proceedings.
- Espinosa, N., Zimmermann, Y.-S., dos Reis Benatto, G. A., Lenz, M., & Krebs, F. C. (2016). Outdoor fate and environmental impact of polymer solar cells through leaching and emission to rainwater and soil. *Energy & Environmental Science*, 9(5), 1674-1680.
- Fertig, F., Nold, S., Wöhrle, N., Greulich, J., Hädrich, I., Krauß, K., . . . Preu, R. (2016). Economic feasibility of bifacial silicon solar cells. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*.
- Finnveden, G., Nilsson, M., Johansson, J., Persson, Å., Moberg, Å., & Carlsson, T. (2003). Strategic environmental assessment methodologies—applications within the energy sector. *Environmental impact assessment review*, 23(1), 91-123.
- Florini, A. (2011). The International Energy Agency in global energy governance. *Global Policy*, 2(s1), 40-50.
- Franković, B., & Blecich, P. (2009). *Passive solar house for coastal area and islands*. Paper presented at the III. Savjetovanje o morskoj tehnologiji.
- Gajic, B., Tomic, Z., & Sredojevic, Z. (2013). A simple method estimates and economic indicators of photovoltaic systems for drip irrigation. *Ekonomika Poljoprivrede*, 60(2), 223.
- Ginley, D., Green, M. A., & Collins, R. (2008). Solar energy conversion toward 1 terawatt. *Mrs Bulletin*, 33(04), 355-364.

- Greiner, S., & Michaelowa, A. (2003). Defining investment additionality for CDM projects—practical approaches. *Energy policy*, 31(10), 1007-1015.
- Hameiri, Z. (2016). Photovoltaics literature survey (no. 127). *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 24(6), 899-902.
- Hasan, M., & Parida, S. (2016). An overview of solar photovoltaic panel modeling based on analytical and experimental viewpoint. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 75-83.
- Hopwood, N., & Cohen, J. (2008). Greenhouse gases and society. Retrieved April, 8, 2008.
- IEA (2015). International Energy Agency: *Solar Energy Perspectives*, Paris, France
- Jacobsson, S., & Bergek, A. (2004). Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology. *Industrial and corporate change*, 13(5), 815-849.
- Jacobsson, S., Bergek, A., Finon, D., Lauber, V., Mitchell, C., Toke, D., & Verbruggen, A. (2009). EU renewable energy support policy: Faith or facts? *Energy policy*, 37(6), 2143-2146.
- Karakosta, C., Doukas, H., Flouri, M., Dimopoulou, S., Papadopoulou, A. G., & Psarras, J. (2011). Review and analysis of renewable energy perspectives in Serbia. *International Journal of Energy and Environment*, 2(1), 71-84.
- Lambić, M., (2013), *Solarne tehnologije: toplotni i fotoelektrični sistemi*, AMG knjiga, Beograd, 2013.
- Laustsen, J. (2008). Energy efficiency requirements in building codes, energy efficiency policies for new buildings. *International Energy Agency (IEA)*, 477-488.
- Levi Jakšić, M. i Marinković, S., (2015), *Menadžment održivog razvoja*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd
- Li, Y. (2012). Molecular design of photovoltaic materials for polymer solar cells: toward suitable electronic energy levels and broad absorption. *Accounts of Chemical Research*, 45(5), 723-733.
- Li, Y., Carretero-Palacios, S., Yoo, K., Kim, J. H., Jiménez-Solano, A., Lee, C.-H., Ko, M. J. (2016). Maximized performance of dye solar cells on plastic: a combined theoretical and experimental optimization approach. *Energy & Environmental Science*, 9(6), 2061-2071.
- Li, Y., & Zou, Y. (2008). Conjugated polymer photovoltaic materials with broad absorption band and high charge carrier mobility. *Advanced Materials*, 20(15), 2952-2958.
- Maddison, A. (2010). Statistics on world population, GDP and per capita GDP, 1-2008 AD. *Historical Statistics*.
- Makajić Nikolić, D., (2015), *Upravljanje ekološkim rizikom*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd
- Mathews, J. A. (2008). How carbon credits could drive the emergence of renewable energies. *Energy policy*, 36(10), 3633-3639.
- Mikulović, J., & Đurišić, Ž. (2012). Statistička metoda za procenu proizvodnje električne energije iz fotonaponskog sistema. *Infoteh, Mart*.
- Milosavljević, D. D. (2013). „Proučavanje energetske efikasnosti solarnih elektrana u Republici Srbiji i Republici Srpskoj—. *Univerzitet u Nišu, Prirodno–Matematički Fakultet, Niš*.
- Milunović, M., Pavićević, A., & Đoković, G. (2014). Finansijska funkcija obnovljivih izvora energije u Srbiji. *Glasnik za društvene nauke* (6), 225-237.

- Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj (2009), Održivi razvoj Srbije naša zajednička budućnost, Nacionalna strategija održivog razvoja, Beograd
- Miroslav, K. (2014). Tranzicije regionalnih energetskih sistema.
- Moran, S. M., Ellis, R. S., Treu, T., Smail, I., Dressler, A., Coil, A. L., & Smith, G. P. (2005). A Wide-Field Hubble Space Telescope Survey of the Cluster Cl 0024+16 at $z=0.4$. III. Spectroscopic Signatures of Environmental Evolution in Early-Type Galaxies. *The Astrophysical Journal*, 634(2), 977.
- Neymark, J., & Judkoff, R. (2004). International Energy Agency Building Energy Simulation Test and Diagnostic Method for Heating, Ventilating, and Air-Conditioning Equipment Models (HVAC BESTEST): Volume 2: Cases E300-E545: National Renewable Energy Lab., Golden, CO (US).
- Nikolić, A., & Đorđević, V. (2015). Importance of organized energy efficiency introduction and improvement in PE EPS. *Zbornik radova, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla"*(25), 65-78.
- Nikolic D. and Stevović I. (2015), Sustainable energy production in isolated system, 9th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, September 20 - 27, 2015, Venice
- Nikolic, D., Negnevitsky, M., de Groot, M., Gamble, S., Forbes, J. R., & Ross, M. (2014). *Fast demand response as an enabling technology for high renewable energy penetration in isolated power systems*. Paper presented at the PES General Meeting| Conference & Exposition, 2014 IEEE.
- Nikolić, R., Furman, T., Tomić, M., Simikić, M., & Samardžija, M. (2011). Korišćenje obnovljivih izvora energije u Srbiji. *Traktori i pogonske mašine*, 16(3), 7-14.
- NPEE, (2004). *Studija energetskog potencijala Srbije za korišćenje sunčevog zračenja i energije vetra*, Evidencioni broj EE704-1052A, Institut za multidisciplinarna istraživanja Univerziteta u Beogradu za Ministarstvo Nauke i zaštite životne sredine Republike Srbije, Beograd, 2004.
- OECD (2003), Report of Organization for economic cooperation and development
- Obermayer, J. (2009). *An analysis of the fundamental price drivers of EU ETS carbon credits*. 2009.
- Pavlović, T. M., Radonjić, I. S., Milosavljević, D. D., & Pantić, L. S. (2012). A review of concentrating solar power plants in the world and their potential use in Serbia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16 (6), 3891-3902.
- Petrović, D., i ostali, (2015),, *Menadžment i organizacija*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd
- Petrović, N. (2015), *Integrirani ekološki menadžment*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd
- Petrović, N. (2015), *Eko marketing*, Fakultet organizacionih nauka, Beograd
- Pinto, J. T., Amaral, K. J., & Janissek, P. R. (2016). Deployment of photovoltaics in Brazil: Scenarios, perspectives and policies for low-income housing. *Solar Energy*, 133, 73-84.
- Pokrajac, S. (2010). Reinženjering: Novi početak starog poslovnog koncepta. *Naučno-stručni časopis*, 80-86.
- Polo, J., Téllez, F., & Tapia, C. (2016). Comparative analysis of long-term solar resource and CSP production for bankability. *Renewable Energy*, 90, 38-45.
- Porter, M. E. (2000). Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy. *Economic development quarterly*, 14 (1), 15-34.
- Radaković, M. (2012). Obnovljivi izvori energije—nasušna potreba Srbije (Apstrakt). *Danubius*.

- Reyes, O., & Gilbertson, T. (2010). Carbon Trading: How it works and why it fails. *Soundings*, 45(45), 89-100.
- Roulet, N. T. (2000). Peatlands, carbon storage, greenhouse gases, and the Kyoto protocol: prospects and significance for Canada. *Wetlands*, 20(4), 605-615.
- Shamshirband, S., Gocić, M., Petković, D., Javidnia, H., Ab Hamid, S. H., Mansor, Z., & Qasem, S. N. (2015). Clustering project management for drought regions determination: a case study in Serbia. *Agricultural and Forest Meteorology*, 200, 57-65.
- Shimura, S., Herrero, R., Zuffo, M. K., & Grimoni, J. A. B. (2016). Production costs estimation in photovoltaic power plants using reliability. *Solar Energy*, 133, 294-304.
- Solangi, K., Islam, M., Saidur, R., Rahim, N., & Fayaz, H. (2011). A review on global solar energy policy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(4), 2149-2163.
- Spasić, I. (2012). Clean development mechanism and legal frame for realization of CDM projects in Republic of Serbia. *Strani pravni život* (3), 326-347.
- Stameniće, D. L. (2009). Korišćenje solarne fotonaponske energije u Srbiji. *Jefferson Institute*,
- Stević, Z. i ostali (2010) Tehnika i tehnologija u funkciji zaštite životne sredine, Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije (SMEITS), Beograd
- Stevović, I. (2015), Economic analyses of new photovoltaic materials application and their effects on landscape management, International Conference "New Functional Materials and High Technology", NFMaHT-2015, Tivat, Montenegro
- Stevović, I. (2016), Energy production in nuclear power plants from the aspect of sustainable development, Environmental protection and sustainable development "Energy and mining", 4rd Symposium with international participation, 1. do 3. marta 2016. godine, Drvengrad, Mokra Gora, Srbija
- Stevović, I. (2016), *Management of Eco-Innovation Solar Projects in the Function of Sustainable Development*, Environmental protection and sustainable development "Energy and mining", 4rd Symposium with international participation, 1. do 3. marta 2016. godine, Drvengrad, Mokra Gora,
- Stevović, I., (2016), *Sustainability and profitability of solar energy application with case study*, *Ecologica*, no 83.
- Tamás, M. M., Shrestha, S. B., & Zhou, H. (2010). Feed-in tariff and tradable green certificate in oligopoly. *Energy policy*, 38(8), 4040-4047.
- Tešić, M., Kiss, F., & Zavargo, Z. (2011). Renewable energy policy in the Republic of Serbia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(1), 752-758.
- Tomic, A., & Labovic, D. (2012). Primena Obnovljivih Izvora Energije U Funkciji Društveno-Ekonomske Razvoja Republike Srbije (Implementation Renewable Energy Sources in the Function of Socio-Economic Development of Republic of Serbia). *Socioeconomica—The Scientific Journal for Theory and Practice of Socioeconomic Development*, 1(2), 223.
- Tomić, T. (2013). *Solarna elektrana s organskim Rankinovima ciklusom*. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje
- Turk, K. (2015). *Svjetlosni dobici kroz ostakljene otvore pasivne kuće*. Polytechnic of Međimurje in Čakovec. Sustainable development.
- Umbach, F. (2010). Global energy security and the implications for the EU. *Energy policy*, 38(3), 1229-1240.

- Urošević, D., Kulić, F., & Janković, V. (2008). Metodologije mehanizama čistog razvoja (CDM) u kogenerativnim postrojenjima (CHP) (Vol. 12, pp. 236-238): National society of processing and energy in agriculture.
- Vasić, G. (2016). *Primena multi-kriterijumske analize u dizajniranju energetske politike orijentisane ka podršci razvoja obnovljivih izvora energije*. Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука.
- Veselinović, M., Zdravković, D., & Radukić, S. (2012). Perspektive korišćenja obnovljivih izvora energije u Srbiji. *FACTA UNIVERSITATIS-Economics and Organization*(3), 381-391.
- Vukadinović, A. V., Radosavljević, J. M., Protić, M. Z., & Ristić, D. P. (2015). Measures for energy efficiency improvement of buildings. *Tehnika*, 70(3), 409-414.
- Vuković, M. M. (2014). Management of projects for energy efficiency. *Tehnika*, 69(5), 855-860.
- Živković, M. Z., & Banjac, G. M. (2016). Energy potentials of military buildings. *Vojnotehnički glasnik*, 64 (1), 196-212.

Internet izvori:

1. <http://petrolog.typepad.com/>, pregledano: 07.07.2016.
2. <http://rpknsc.com/~rpknsc/images/stories/ekologija/solarna-energija.doc>, pregledano: 10.07.2016.
3. <http://www.dragonproject.me/windsurfing.html>, pregledano: 07.06.2016.
4. <http://www.eea.europa.eu/>, pregledano: 05.06.2016.
5. <http://www.epia.org> *Global market outlook for PV2014-2018*, pregledano: 15.06.2016.
6. <http://www.esco.rs/cdm-mehanizam.html>, pregledano: 27.06.2016.
7. <http://www.ftn.uns.ac.rs>, pregledano: 28.07.2016.
8. <http://www.geoplan.com/knowledge/experience/distribution-planning/index.html>, pregledano: 15.05.2016.
9. <http://www.google.earth>, pregledano: 17.06.2016.
10. <http://www.inovacionifond.rs/strawberry-energy-d-o-o/>, pregledano: 21.05.2016.
11. <http://www.kogeneracija.rs/kjoto.html>, 26.06.2016.
12. <http://www.ren21.net> Renewables Global Status Report, 2014. pregledano: 20.06.2016.
13. <http://www.ren21.net> *Renewables 2014 Global Status Report*, pregledano: 25.06.2016.
14. <http://www.solarcity.com/residential/solarlease.aspx>, pregledano: 17.05.2016.
15. <http://www.solarisenergy.co.rs>, pregledano: 23.07.2016.
16. <http://www.stsmihajlopupin.edu.rs>, pregledano: 15.07.2016.
17. <https://ekospark.wordpress.com/tag/solarni-paneli/>, pregledano: 25.05.2016.
18. Top 10 Solar Powered Inventions, <http://thetop10site.com/technology/top-10-solar-powered-inventions/>, pregledano: 01.07.2016.
19. www.eex.com, pregledano: 07.07.2016.

PRILOG 1 – PROCES DELFI METODE

Ekspertima je postavljen set od 5 sledećih najvažnijih pitanja, preko kojih se smatra da se posle odgovora eksperata, može doći do zaključka o rešenju problema i unapređenju poslovanja Dragonproject škole.

Pitanje br. 1: Kada se može očekivati izgradnja prilaznog puta?

Obrazloženje: Ovo pitanje je jako bitno jer mnogi klijenti imaju problem da stignu do škole. Zemljani put koji se trenutno koristi je jako loš i njime ne mogu sva vozila da prođu. Samim tim mnogi zainteresovani su praktično prinuđeni da odu u druge škole koje su blize magistralnom putu.

Pitanje br. 2: Kada se može očekivati kontinualno uvođenje solarnih panela, koji bi u potpunosti zamenili snabdevanje kampa električnom energijom iz benzinskog agregata?

Obrazloženje: Kako je Ulcinj jedan od gradova sa najviše sunčanih dana u godini na Jadranskom moru, instalacija solarnih panela bi bila sjajno rešenje. Ne bi se zagađivala životna sredina bukom i niti bi bilo emisije CO₂ iz benzinskog agregata.

Pitanje br. 3: Kada može da se očekuje porast broja klijenata?

Obrazloženje: Prihodi u školi su direktno vezani za broj klijenata. Kako bi škola opstala i dalje sa najmodernijom opremom i najsavremenijom edukacijom, potrebno je sačuvati identitet, a ići u korak sa konkurencijom.

Pitanje br. 4: Kada se može očekivati saradnja sa inostranim agencijama?

Obrazloženje: U toku 2015/2016 je obavljeno više razgovora sa jednom turističkom agencijom iz Nemačke. Saradnja sa njima bi znatno unapredila poslovanje. Prodaja aranžmana unapred bi omogućila bolje planiranje investicija, kadra i opreme.

Pitanje br. 5: Kada može da se očekuje porast profita za 30%?

Obrazloženje: Vlasnik škole, glavni menadžer i glavni instruktori imaju sjajne, napredne ideje o razvoju sporta i kampa u celini, ali jaka konkurencija usmerena ka mnogobrojnijem prosečnom omladincu, predstavniku potrošačkog društva, primorava da se još mnogo toga promeni i inovira unutar organizacije.

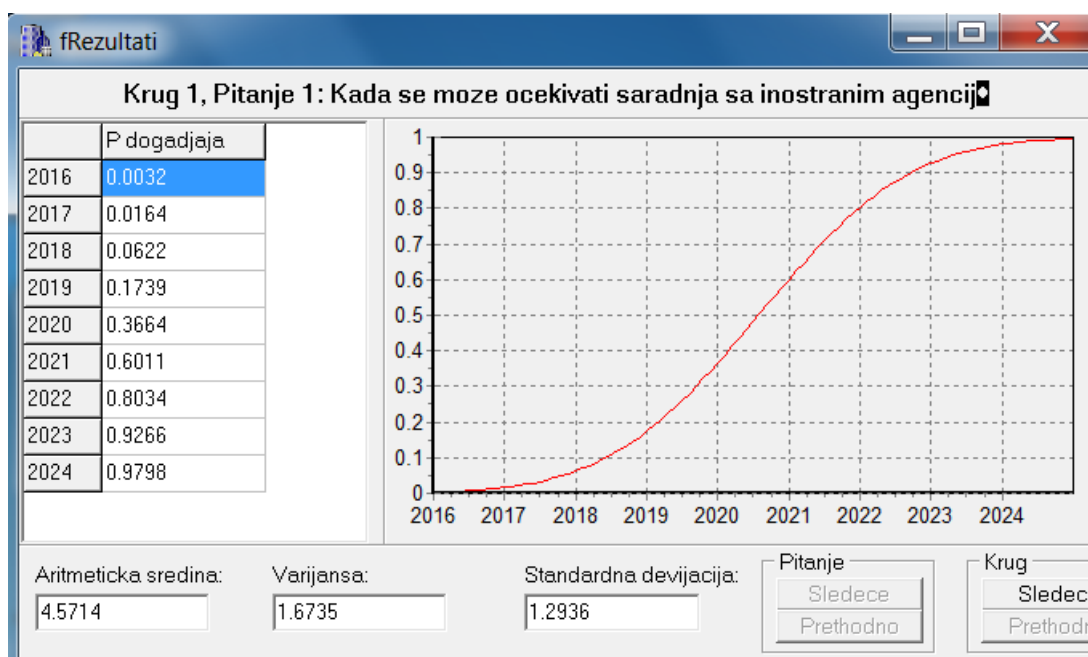
U protekle 2 godine škola na Velikoj plaži je imala najmanji broj klijenata do sada zabeležen.

Kako bi Dragonproject škola ostala konkurentna, potrebno je značajno podići atraktivnost i kvalitet usluge i pronaći načina da ovako ozbiljan program dobije odgovarajuću klijentelu, jer program koji nudi ova škola, očigledno nije ono što prosečan reprezent gosta-turiste očekuje i traži.

U tabelama 8 i 9 i na slikama 27 i 28 su prikazani odgovori pojedinih eksperata i statistička obrada rezultata ankete ekspertskog tima poprimeom Delfi metode, za izabrana pitanja. Ekspertski tim je bio sastavljen od 10 renomiranih eksperata iz oblasti, čime je obezbeđena objektivnost i kompetentnost. Eksperti su odgovarali na ista pitanja u četiri kruga.

Tabela 8. Rezultati ankete sa odgovorima na pitanje - Kada se može očekivati saradnja sa inostranim agencijama?

Ekspert	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1						X			
2				X					
3					X				
4						X			
5								X	
6						X			
7				X					
8				X					
9						X			
10					X				

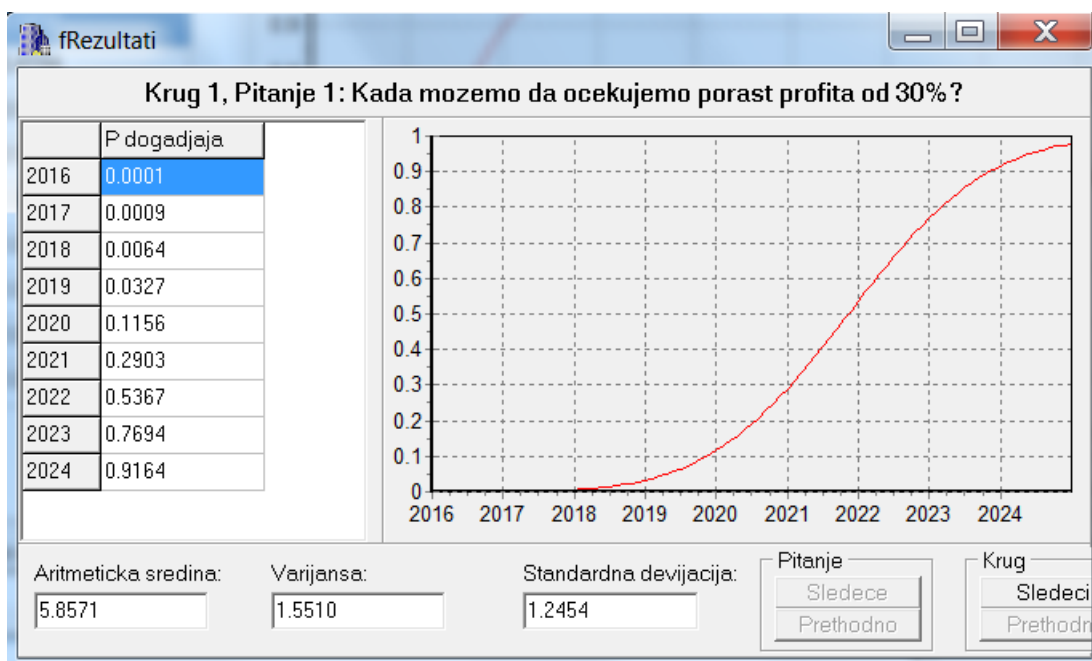


Slika 27: Deo ekrana sa rezultatima softvera za proračun i grafički prikaz verovatnoće ostvarenja pitanja 1 i ostalim statističkim pokazateljima: aritmetičkom sredinom, varijansom i standardnom devijacijom za hipotetički primer

Na bazi odgovora dobijenih u prvom krugu ankete, izračunate su prosečne prognoze koje predstavljaju srednju vrednost pojedinačnih prognoza, kao i variranje prognoza oko srednje vrednosti koje predstavlja meru preciznosti prognoza.

Tabela 9. Rezultati ankete sa odgovorima na pitanje - Kada može da se očekuje porast profita za 30%?

Ekspert	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
1					X				
2						X			
3				X					
4							X		
5								X	
6					X				
7						X			
8						X			
9							X		
10					X				



Slika 28: Deo ekrana sa rezultatima softvera za proračun i grafički prikaz verovatnoće ostvarenja pitanja 2 i ostalim statističkim pokazateljima: aritmetičkom sredinom, varijansom i standardnom devijacijom za hipotetički primer

Na bazi odgovora dobijenih u prvom krugu ankete, izračunate su prosečne prognoze koje predstavljaju srednju vrednost pojedinačnih prognoza, kao i variranje prognoza oko srednje vrednosti koje predstavlja meru preciznosti prognoza.

Drugi krug upitnika, koji je poslat ekspertima sadržao je izračunatu prosečnu prognozu, meru preciznosti prognoza i ekstremne prognoze sa njihovim razlozima. Od eksperata je zatraženo da preispitaju svoju prvobitnu prognozu, urade eventualnu korekciju i dostave mišljenje o ekstremnim prognozama zajedno sa odgovarajućom argumentacijom.

Konačna prognoza dobijena je kao srednja vrednost prognoza iz poslednjeg kruga upitnika.

U sledećoj fazi Delfi metode izvršeno je testiranje vremenske dimenzije ostvarenja postavljenih ciljnih funkcija, nivo saglasnosti odgovora eksperata u odnosu na oba pitanja i period ostvarenja ciljanih događaja sa visokom verovatnoćom:

a) Na osnovu ekspertskog mišljenja saopštenog kroz anketu i na bazi prognoza anketiranih stručnjaka, kada se može očekivati ostvarenje posmatranih ciljanih događaja?

Na osnovu Delfi analize, može se zaključiti da je odgovor na prvo pitanje, tačnije da se saradnja sa inostranim agencijama može očekivati sredinom 2020. godine (slika 27), a kod drugog pitanja kada se može očekivati porast profita za 30%, da je to krajem 2021. godine (slika 28).

b) Da li je nivo saglasnosti u odgovorima stručnjaka veći kod prvog, ili kod drugog pitanja?

Analiza pokazuje da je nivo saglasnosti veći kod drugog pitanja, na šta ukazuje manja vrednost varijanse.

c) Na osnovu odgovora stručnjaka u prvom krugu, kada se može očekivati ostvarenje posmatranih događaja sa verovatnoćom od 90%?

Ostvarenje događaja sa verovatnoćom od 90% se kod prvog pitanja može očekivati krajem 2022. a kod drugog pitanja krajem 2023.

Za potrebe ove analize konsultovan je tim sastavljen od sledećih sedam eksperata iz oblasti:

1. Drago Grubnić, osnivač, vlasnik i instruktor „Dragonproject“ škole
2. Miljan Bošković, vlasnik surf škole „Kiteloop“
3. Boris Judin, bivši svetski šampion kitesurf-a u juniorskoj konkurenciji
4. Grujičić Nikola, IKO Examiner – međunarodni ispitivač
5. Peter Muller, menadžer nemačke surf škole „SurfMotion“
6. Karmen Schrodt, vlasnica turističke agencije u Nemačkoj
7. Zvonko Rondić, turistikolog, ugostitelj i surfer

PRILOG 2 – ANALIZA INDIKATORA ODRŽIVOG RAZVOJA

Ključni indikatori održivog razvoja su obeleženi brojevima od 1 do 4.

1. Stepen instalacije solarne elektrane – P_{inst} (W)

Obrazloženje: Dragonproject je jedinstven ekološki kamp koji za proizvodnju električne energije koristi mini solarnu elektranu, instaliranu na krovu sojenice. Trenutno su na krovu montirana 2 fotonaponska panela, ukupne površine $2m^2$ i ukupne snage 200W. Ova instalacija nije dovoljna da 100% zadovolji potrebe predmetnog konzuma i zato zahteva prilagođavanje potrošača, ali značajno smanjuje zagađenja životne sredine, jer ne pravi buku kao benzinski agregat, a nema ni zagađenja vazduha.

Maksimalna ocena se daje za instalaciju fotonaponskih panela, koja zadovoljava potrebe konzuma bez isključenja i ograničenja, a to je instalacija od 500W, sa kojom bi se mogla crpeti i čista, pitka voda iz podzemne izdani.

Minimalna ocena se daje za varijantu kada nema instalacije solarne elektrane, kao obnovljivog izvora energije.

Sadašnja vrednost instalacije je 200W.

2. Odnos broja zaposlenih i broja polaznika, tj. broj instruktora u odnosu na broj polaznika (BZBP) na prosečnom času (kvalifikaciona struktura)

Obrazloženje: U polaznike se ubrajaju svi klijenti škole, počev od onih koji dolaze samo da rentiraju opremu, preko onih koji žele da usavrše postojeća znanja i veštine, do apsolutnih početnika.

U zaposlene se ubrajaju glavni menadžer kampa, koji je u isto vreme i instruktor i ostali instruktori. U ukupan broj zaposlenih se računaju svi instruktori, koji imaju međunarodnu IKO licencu i koji nemaju, jer se pretpostavlja da je sasvim

zadovoljavajuće, ako turista koji rentira opremu ima na raspolaganju instruktora sa iskustvom, a bez licence.

Idealno je, tj. maksimalna ocena se daje za varijantu kada u svakom trenutku jedan instruktor radi sa, tj. nadgleda jednog klijenta.

Minimalna ocena se daje, ako jedan instruktor u isto vreme mora da radi sa dva polaznika različitih kategorija.

Sadašnja vrednost kvalifikacione strukture zaposlenih, tj. odnos broja instruktora prema broju polaznika, izraženo u % je 85%.

3. Broj održanih časova u sezoni (BROČ)

Obrazloženje: Maksimalan mogući broj časova koji može da se održi u sezoni je 6000, pod pretpostavkom da sezona traje 4 meseca (od juna, zaključno sa septembrom), a da se u časove računaju i časovi obuke i časovi rentiranja, jer i rentiranje opreme zahteva angažovanje instruktora, pri izboru odgovarajuće opreme, montiranju, davanju ključnih uputstava, nadzoru, pregledu opreme na kraju časa i njenom sistematičnom vraćanju na definisanu poziciju u magacinu.

Minimalna ocena se daje za sezonu u kojoj je bilo malo vetra, malo turista i minimalni broj časova je 200.

4. Tehnička opremljenost: broj katamarana, kajteva, jedara, dasaka za jedrenje, spasilačkih čamaca, rekvizita za spasavanje i druge opreme u odnosu na broj polaznika (TO)

Obrazloženje: U potrebnu opremu se ubrajaju svi plovni objekti, daske za surf i windsurf, kajtevi, katamarani, jedra različitih kvadratura (od dečijih do jedara za napredne takmičare). Kako se u školi vrši obuka i bavljenje ekstremnim sportovima i sigurnost je nezaobilazan indikator održivog razvoja Dragonproject škole. Za

obezbeđenje sigurnosti izvedbe obuke potrebni su čamci, pojasevi za spasavanje, dvogledi, mobilni telefoni, artikli prve pomoći i razni signalni uređaji.

Maksimalna ocena se daje ako ukupna vrednost opreme za obuku, rentiranje i spasavanje u slučaju akcidenta iznosi 500 000€.

Minimalna ocena se daje za vrednost opreme u iznosu od 50 000€.

PRILOG 3 – DETALJI MATRICE CILJEVA

Metodologija za praćenje indikatora održivog razvoja daje kvantitativnu ocenu uspešnosti Dragonproject škole. U tabeli 10 su prikazane numeričke vrednosti za četiri ključna indikatora održivog razvoja, kao faktora produktivnosti:

- stepen instalisanosti solarne elektrane,
- kvalifikacionu strukturu zaposlenih,
- broj održanih časova i
- tehničku opremljenost kampa.

Tabela 10. Matrica ciljeva za Dragonproject kamp, analiziran kao kompanija

Indikatori održivog razvoja		Faktori produktivnosti			
		P _{inst} W	BZBP %	BROČ časovi	TO €
Ocena	S. V.	200	85	3100	275 000
	10	500	100	6000	500 000
	9	450	95	5420	455 000
	8	400	90	4840	410 000
	7	350	85	4260	365 000
	6	300	80	3680	320 000
	5	250	75	3100	275 000
	4	200	70	2520	230 000
	3	150	65	1940	185 000
	2	100	60	1360	140 000
	1	50	55	780	95 000
0	0	50	200	50 000	
Ocena		4	7	5	5
Težinski koeficijent		23	30	27	20
Vrednost		92	210	135	100
Ukupna vrednost		537			

PRILOG 4 – ISTRAŽIVANJE NAČINA I EFEKATA OTKAZA

Formulacija istraživačkog problema i cilja procene rizika

Istraživački problem u ovom radu je procena svih ekoloških rizika u „Kite&Windsurf school Dragonproject“ sportsko rekreativnom, edukativnom, ekološkom kampu na Adi Bojani.

Cilj procene rizika je povećanje sigurnosti funkcionisanja „Kite&Windsurf school Dragonproject“ ekološkog kampa, pri čemu se tu misli na ljude, na tehničku i sportsku opremu i na objekte. U isto vreme cilj je i sprečavanje ili umanjeње negativnih posledica potencijalnih prirodnih hazarda.

Entitet koji treba zaštititi u užem smislu je ekološki kamp, kao sportsko rekreativni i turistički centar, a u širem smislu, to je i ekosistem makije, koja se nalazi u zaleđu ekološkog kampa, sa staništem retkih vrsta ptica i zaštićene vrste divljeg narcisa, koji bi bili ugroženi u slučaju hazarda požara. Ornitolozi iz celog sveta dolaze u ovu regiju da posmatraju ptice. U blizini je i Šarsko jezero.

Specifični atributi ekološkog kampa koje treba zaštititi su:

- život i zdravlje ljudi, koji mogu biti ugroženi jednim od napred pobrojanih prirodnih hazarda
- čistoća vode za piće, koja može biti ugrožena tehničkom neispravnošću pumpe, agregata i rezervoara, kao i faktorom ljudske greške
- čistoća ekološkog kampa, koja može biti ugrožena orkanskim vetrovima, a zatim posledično imati negativan efekat na zdravlje ljudi

U ekološkom kampu mogu biti ugroženi i svi tehnički uređaji, oprema restorana (frižideri, zamrzivači, šporet, kuhinjski sitni aparati), kako negativnim efektima potencijalnih prirodnih hazarda, tako se isto partikularno može razmatrati stablo otkaza svakoga od njih pojedinačno.

Kako u kampu postoji i solarna elektrana, hazardi i rizici u odnosu na ovu instalaciju za proizvodnju električne energije iz obnovljive energije sunca, su posebna tema.

Priroda i intenzitet efekata zavise od vrste hazarda.

Prostorna rasprostranjenost efekata, odnosi se na površinu ekološkog kampa, a to je 1000m x 500m, u najužem i najdirektnijem smislu, a u širem smislu, posebno prirodni hazardi se mogu odnositi na čitavu širu turističku regiju Ulcinja i zaleđa, koja iznosi 50km x 10km.

Vremenska rasprostranjenost efekata se odnosi na period direktnog trajanja efekta i određeno vreme posle, pri čemu se vreme trajanja posledica menja u funkciji prirode hazarda, a najduže je u varijanti delovanja morskih struja i talasa, koji mogu i da trajno "odnesu", tj. erodiraju deo obale, što znači kampa i prostora za bavljenje sportom i rad.

Analiza i karakterizacija rizika

Za analizu i karakterizaciju rizika se primenjuju različite tehnike kvantifikacije parametara (tabele 11, 12 i 13) i metode procene rizika. U konkretnom slučaju sportsko rekreativnog, edukativnog, ekološkog kampa na Adi Bojani, najadekvatnija je FMEA (Failure Modes and Effects Analysis) – analiza načina i efekata otkaza.

Tabela 11. Numerički kvantifikatori - ocena parametra *ozbiljnost*

Ozbiljnost	Opisno	Ocena kvantitativno
Nikakva	Nema razloga da se očekuje da će otkaz imati efekat na sigurnost, zdravlje, okruženje ili misiju	1
Vrlo mala	Neznatni poremećaj funkcionisanja. Oправка može biti završena čim se uoči otkaz	2
Mala	Neznatni poremećaj funkcionisanja. Oправка može trajati duže ali neće ugroziti misiju	3
Mala do umerena	Umereni poremećaj funkcionisanja. Neki delovi misije se moraju preraditi ili delovi procesa odložiti	4

Umerena	Umereni poremećaj funkcionisanja. Cela misija se mora preraditi ili ceo proces odložiti	5
Umerena do velika	Umereni poremećaj funkcionisanja. Neki delovi misije su izgubljeni. Umereno kašnjenje u obnavljanju sistema	6
Velika	Veliki poremećaj funkcionisanja. Neki delovi misije su izgubljeni. Značajno kašnjenje u obnavljanju sistema	7
Veoma velika	Veliki poremećaj funkcionisanja. Cela misija je izgubljeni. Značajno kašnjenje u obnavljanju sistema	8
Hazard	Potencijalna opasnost za sigurnost, zdravlje ili okruženje. Otkaz se javlja sa upozorenjem	9
Hazard	Potencijalna opasnost za sigurnost, zdravlje ili okruženje. Otkaz se javlja bez upozorenja	10

FMEA je tehnika za procenu rizika koja najviše odgovara u konkretnom slučaju, jer se u „Kite&Windsurf school Dragonproject“ ekološkom kampu srećemo sa više razčitih rizika, različitog porekla.

Numerički kvantifikatori, tj. ocene ozbiljnosti, pojavljivanja i detektovanja rizika, koje će se koristiti u FMEA tehnici za procenu rizika, prikazane su u tabelama 11, 12, i 13.

Tabela 12. Numerički kvantifikatori - Ocena *pojavljivanja* efekata otkaza

Pojavljivanje	Opisno	Ocena kvantitativno
Neznatno	Otkaz je skoro neverovatan	1
Malo	Vrlo retki otkazi	2
Malo	Relativno malo otkaza	3
Umereno malo	Nečesti otkazi	4
Umereno	Povremeni otkazi	5
Umereno veliko	Frekventni otkazi	6
Veliko	Otkazi se javljaju često	7
Veliko	Otkazi se ponavljaju	8
Veliko	Otkazi i bezotkazni rad su skoro isti	9
Veoma veliko	Otkaz je skoro neizbežan	10

Da bi se odredio broj za prioritet rizika (Risk Priority Number – RPN) koriste se parametri iz tabela 11, 12 i 13:

- Ocena *ozbiljnosti* svakog efekta otkaza,
- Ocena izglednosti (verovatnoća) *pojavljivanja* svakog efekta otkaza i
- Ocena izglednosti (verovatnoća) *detektovanja* svakog efekta otkaza.

Tabela 13. Numerički kvantifikatori - Ocena *detektovanja* otkaza

Detektovanje	Ocena
Skoro izvesno	1
Veoma visoka	2
Visoka	3
Umereno visoka	4
Umerena	5
Niska	6
Veoma niska	7
Neznatna	8
Veoma neznatna	9
Skoro nemoguća	10

RPN predstavlja proizvod ove tri ocene:

$RPN = \text{ozbiljnost} \times \text{pojavljivanje} \times \text{detektovanje}$

Kompletna analiza načina i efekata otkaza u „Kite&Windsurf school Dragonproject“ ekološkom kampu, po FMEA metodu je prikazana u tabeli 14.

Cilj ovih analiza je bio identifikovanje i procena ekoloških rizika , kao i otkaza koji mogu nepovoljno uticati na pouzdanost i funkcionisanje celog sistema „Kite&Windsurf school Dragonproject“ ekološkog kampa.

FMEA je primenjena tehnika koja je dala odgovore na pitanja šta je sve ugroženo u ekološkom kampu, na koji način otkazuje, koliko često se dešavaju akcidenti, otkazi, koji su negativni efekti i koje su posledice na pouzdanost / sigurnost.

Opšti zaključak je da su ljudi, objekti i oprema u ekološkom kampu izloženi mnogim hazardima, da su rizici visoki i da je FMEA odgovarajuća tehnika da se rizici procene i smanje.

FMEA (FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS) – ANALIZA NAČINA I EFEKATA OTKAZA
u „Kite&Windsurf school Dragonproject“ ekološkom kampu

Tabela 14. Analiza načina i efekata otkaza - FMEA za ekološki kamp

Deo	Funkcija	Način otkaza	Efekti otkaza	Ozbiljnost	Uzrok otkaza	Verovatnoća pojavljivanja	Kako otkaz može da se detektuje	Detektovanje	RPN	Akcija
Drvena sojenica restoran	Ugostiteljske restoranske usluge	Restoran ne radi	Turisti ne mogu dobiti hranu	10	Požar regionalnih razmera	2	Kontrola i praćenje situacije	1	20	Blagovremeno uzbunjivanje i zaštita
		Deo restorana ne radi	Neki turisti ne mogu dobiti hranu	9	Delimični požar izazvan ljudskom greškom	3	Kontrola i praćenje situacije	2	54	Blagovremeno uzbunjivanje i zaštita
Drvena sojenica kuhinja	Pripremanje hrane	Ne može hrana da se priprema	Turisti ne mogu dobiti hranu	10	Požar regionalnih razmera	2	Kontrola i praćenje situacije	1	20	Blagovremeno uzbunjivanje i zaštita
		Ne može da se spremi sve što je poručeno	Neki turisti ne mogu dobiti šta su poručili	9	Delimični požar izazvan ljudskom greškom	3	Kontrola i praćenje situacije	2	54	Blagovremeno uzbunjivanje i zaštita
Drvena sojenica restoran	Ugostiteljske restoranske usluge	Restoran ne radi	Turisti ne mogu dobiti hranu	10	Olujni vetar orkanskih razmera	2	Kontrola i praćenje situacije	1	20	Blagovremeno uzbunjivanje i zaštita
		Deo restorana ne radi	Neki turisti ne mogu dobiti hranu	9	Olujni vetar	3	Kontrola i praćenje situacije	2	54	Blagovremeno uzbunjivanje i zaštita
Drvena sojenica kuhinja	Pripremanje hrane	Ne može hrana da se priprema	Turisti ne mogu dobiti hranu	10	Olujni vetar orkanskih razmera	2	Kontrola i praćenje situacije	1	20	Blagovremeno uzbunjivanje i zaštita
		Ne može da se spremi sve što je poručeno	Neki turisti ne mogu dobiti šta su poručili	9	Olujni vetar	3	Kontrola i praćenje situacije	2	54	Blagovremeno uzbunjivanje i zaštita

Deo	Funkcija	Način otkaza	Efekti otkaza	Ozbiljnost	Uzrok otkaza	Verovatnoća pojavljivanja	Kako otkaz može da se detektuje	Detektovanje	RPN	Akcija
Drvena sojenica restoran	Ugostiteljske restoranske usluge	Restoran ne radi	Turisti ne mogu dobiti hranu	10	Ekstremne padavine	2	Kontrola i praćenje situacije	1	20	Blagovremeno uzbunjivanje i zaštita
		Deo restorana ne radi	Neki turisti ne mogu dobiti hranu	9	Padavine srednjeg intenziteta	3	Kontrola i praćenje situacije	2	54	Blagovremeno uzbunjivanje i zaštita
Drvena sojenica kuhinja	Pripremanje hrane	Ne može hrana da se priprema	Turisti ne mogu dobiti hranu	10	Ekstremne padavine	2	Kontrola i praćenje situacije	1	20	Blagovremeno uzbunjivanje i zaštita
		Ne može da se spremi sve što je poručeno	Neki turisti ne mogu dobiti šta su poručili	9	Padavine srednjeg intenziteta	3	Kontrola i praćenje situacije	2	54	Blagovremeno uzbunjivanje i zaštita
Svi drveni objekti, sojenice i zaštite od trske	Spremanje hrane, ugost. usluge, skladištenje sportske opreme	Hrana se ne sprema, restoran ne radi, časovi se ne daju	Turisti ne mogu dobiti hranu, obuku, oprema uništena	10	Udar groma, talasi i morske struje odneli obalu	2	Kontrola i praćenje situacije	1	20	Postavljanje gromobrana, blagovremeno uzbunjivanje i adekvatna zaštita
Dizel agregat	Proizvodi struju za rad pumpe za vodu	Izlilo se gorivo	Zagađenje podzemnih voda	10	Oštetio se rezervoar za gorivo	2	Kontrola i praćenje situacije	1	20	Uvesti bolju i češću KK i ne piti vodu
		Nema struje	Pumpa za vodu ne radi, nema vode	9	Tehnička greška	3	Kontrola kvaliteta materijala	2	54	Uvesti bolju i češću KK i zameniti deo

Deo	Funkcija	Način otkaza	Efekti otkaza	Ozbiljnost	Uzrok otkaza	Verovatnoća pojavljivanja	Kako otkaz može da se detektuje	Detektovanje	RPN	Akcija
Solarna elektrana	Proizvodi struju za ekološki kamp	Ne rade frižideri, zamrzivači, sijalice, LT, punjenje mob. telefona	Nema struje	8	Tehnička greška	5	Kontrola rada i kvaliteta	1	40	Uvesti bolju KK i zameniti deo
				3	Potrošeno akumulatorsko punjenje	10	Praćenje mernih instrumenata	1	30	Sačekati novi ciklus, ponovo uključiti sistem
Sportska oprema	Jedrenje, kite, rentiranje i obuka	Izgori u požaru, gromu, odnese je vetar	Nema opreme za rad obuke	9	Požar, grom, olujni vetar	3	Praćenje vremenske prognoze	2	54	Odgovarajući bezbednosni sistemi, montaža gromobrana
		Vetar, talasi, kiša oštete jedra	Smanjena ponuda	6	Prosečan vetar i talasi	6	Praćenje vremenske prognoze	4	144	Sklanjati opremu uveče sa plaže u hangare