

# PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA FARMI MUZNIH KRAVA

---

**Tremboš, Ivan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2015**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:394877>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-05**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA**  
**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Ivan Tremboš, absolvent

Preddiplomski studij smjera Zootehnika

**PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA FARMI MUZNIH KRAVA**

**Završni rad**

**Osijek, 2015.**

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA**  
**POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU**

Ivan Tremboš, absolvent

Preddiplomski studij smjera Zootehnika

**PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA FARMI MUZNIH KRAVA**

**Završni rad**

Povjerenstvo za ocjenu i obranu završnog rada:

1. Prof.Dr.Sc.Zvonimir Steiner, predsjednik
2. Prof.Dr.Sc.Davor Kralik, mentor
3. Prof.Dr.Sc.Goran Kušec, član

**Osijek, 2015**

# Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. MATERIJAL I METODE</b> .....	3
2.1. Izvori podataka.....	3
2.2. Metode rada.....	3
<b>3. SOLARNI FOTONAPONSKI SUSTAVI</b> .....	4
3.1. Zakonodavni okvir proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora .....	4
3.1.1. Zakon o energiji.....	4
3.1.2. Zakon o tržištu električne energije .....	5
3.1.3. Zakon o prostornom uređenju .....	6
3.1.4. Zakon o regulaciji energetske djelatnosti .....	6
3.2. Pojmovno definiranje solarnog fotonaponskog sustava .....	7
3.3. Karakteristike fotonaponskih ćelija .....	10
4.1. Samostalni hibridni fotonaponski sustavi .....	11
<b>5. REZULTATI PROVEDENOG ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA</b> .....	12
5.1. Poslovanje obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva u razdoblju od 2009. do 2014. godine .....	12
5.2. Osnovni podaci o elektrani .....	16
5.3. Tehnički opis građevine na koju je postavljena fotonaponska elektrana .....	17
5.4. Tehničke karakteristike fotonaponske elektrane .....	17
5.5. Solarni sustav za pripremu tople vode .....	17
5.6. Ekonomska analiza i povrat investicije .....	18
<b>6. ZAKLJUČAK</b> .....	21
<b>7. LITERATURA</b> .....	23
<b>8. SAŽETAK</b> .....	24
<b>9. ABSTRACT</b> .....	25
<b>10. POPIS GRAFIKONA</b> .....	26
<b>11. POPIS SLIKA</b> .....	27
<b>12. POPIS TABLICA</b> .....	28
<b>TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA</b> .....	29

## 1. UVOD

U suvremenim se uvjetima poslovanja, sve veći naglasak stavlja upravo na obnovljive izvore energije. Sve je veći broj poslovnih subjekata koji prepoznaju potencijal obnovljivih izvora energije te investiraju u postrojenja koja omogućuju implementaciju iste u okviru energetske politike njihovih jedinica. Fotonaponski sustavi se sve više implementiraju na krovovima i pročeljima privatnih i poslovnih korisnika, omogućavajući im na taj način optimizaciju poslovanja, energetske neovisnost ali i odgovorno upravljanje prirodnim resursima te troškovima poslovanja njihovih proizvodnih jedinica.

Prema Majdandžiću, značajni razvoj fotonaponske tehnologije je zabilježen unatrag nekoliko desetljeća. Danas je zabilježen trend rasta fotonaponskih postrojenja koja prvenstveno pridonose brizi za okoliš ali isto tako i racionalnom upravljanju troškovima što je poglavito značajno kod poslovnih subjekata koji ostvaruju prihode isključivo od proizvodnje i prodaje jedne vrste proizvoda.

Kriza iz 2012. godine koja je pogodila mljekarski sektor, ponovno je istaknula važnost ostvarivanja prihoda iz različitih poslovnih aktivnosti. Naime, pojava je alfatoksina u mlijeku uzrokovala snažan udarac mljekarskoj industriji u Republici Hrvatskoj. Posljedice su iste pogodile i male i velike proizvođače mlijeka i mliječnih proizvoda. Ova je kriza ukazala na brojne probleme u sektoru mljekarske industrije. Jedan od inih svakako je neodgovorno upravljanje troškovima poslovanja poljoprivrednih poslovnih subjekata ali isto tako i ovisnost o uspješnosti proizvodnje jedne vrste proizvoda.

Stoga, predmet je izrade ovog rada: ***Proizvodnja električne energije na farmi muznih krava*** pomoću fotonaponskih ćelija (fotonaponske tehnologije).

Kada je riječ o dosadašnjim istraživanjima koja su obrađivala promatranu problematiku, potrebno je istaknuti kako je relativno malo takovih istraživanja. Primjena je fotonaponske tehnologije promatrana u općenitom kontekstu. Potencijal iste u snižavanju troškova energije i optimizacije poslovanja poljoprivrednih subjekata nije prepoznat u mjeri u kojoj je prepoznat potencijal proizvodnje električne energije iz bioplinskih postrojenja. Problematika promatrana u radu regulirana je zakonodavnim odredbama koje su usklađene s pravnom stečevinom Europske unije. Obzirom na manjkavost literature koja obrađuje promatranu problematiku, u radu će biti korišteni podaci projekta izgradnje fotonaponskih ćelija na farmi muznih krava.

Osnovni problem rada jest manjak stručne literature koja obrađuje problematiku implementacije fotonaponskih tehnologija u okviru poljoprivrednih postrojenja. U stručnoj je literaturi značajnije zastupljena problematika bioplinskih postrojenja u poljoprivrednim subjektima.

Ciljevi su ovog istraživanja višestruki. Prvenstveno, cilj je izrade ovog rada sažimanje dostupne literature temeljem koje će problematika rada biti obrađena u teorijskom kontekstu. Nadalje, cilj je izrade rada i stvaranje jedinstvene teorijske podloge koja će omogućiti razumijevanje potencijala fotonaponskih tehnologija. Također, cilj je izrade rada, proširivanje dosadašnjih saznanja vezanih za korisnosti proizašle iz implementacije obnovljivih izvora energije u okviru poslovanja suvremenih poslovnih subjekata kao i prikaz samostalnosti u korištenju literature koja obrađuje problematiku rada.

Problematika rada je promatrana u okviru pet poglavlja. U uvodnom su poglavlju rada iznesene osnovne informacije vezane za problematiku rada a koje se odnose na predmet istraživanja, dosadašnja istraživanja problematike rada, ciljeve istraživanja te strukturu rada. U drugom su poglavlju rada obrađeni izvori podataka te metode korištene pri izradi rada. Solarni su fotonaponski sustavi bili predmetom proučavanja trećeg poglavlja rada gdje je naglasak stavljen na zakonodavni okvir koji regulira problematiku rada. Također, fotonaponski je sustav pojmovno definiran dok je naglasak stavljen na samostalni hibridni fotonaponski sustav priključen na javnu elektroenergetsku mrežu.

Sukladno potrebama rada, analizirano je poslovanja farme muznih krava temeljem čega je utvrđena opravdanost investiranja u fotonaponske sustave. U četvrtom su poglavlju rada stoga, iznesene osnovne informacije o sunčanoj elektrani, izgrađenoj na farmi muznih krava koje su između ostalog obuhvatile i tehnički opis građevine, tehničke karakteristike fotonaponske elektrane, solarni sustav za pripremu tople vode kao i ekonomsku analizu i povrat investicije. U petom se poglavlju rada, iznose zaključni stavovi rada.

## **2. MATERIJAL I METODE**

### **2.1. Izvori podataka**

Prilikom su izrade ovog rada, korišteni primarni i sekundarni izvori podataka. Sekundarni su izvori podataka sadržani u zakonodavnim odredbama, knjigama, stručnim člancima i dr. dok su primarni izvori podataka rezultat vlastitog istraživanja.

### **2.2. Metode rada**

Metode korištene prilikom izrade rada su:

- induktivna metoda,
- deduktivna metoda,
- metoda analize,
- metoda sinteze te
- metoda generalizacije.

Induktivna metoda istraživanja korištena je u ovom radu kako bi se došlo do općih zaključaka, a deduktivna metoda koja podrazumijeva primjenu deduktivnog načina zaključivanja korištena je kako bi se iz općih zaključaka izveli pojedinačni zaključci. Kako bi se složeni pojmovi korišteni u okviru ovog rada raščlanili na jednostavne dijelove korištena je metoda analize, dok je za izvođenje složenijih dijelova korištena metoda sinteze.

### **3. SOLARNI FOTONAPONSKI SUSTAVI**

U suvremenim se uvjetima poslovanja, sve veći naglasak stavlja na proizvodnju električne i toplinske energije iz obnovljivih izvora energije. Brojni su razlozi navedenog, među kojima je svakako potrebno istaknuti ekološku dimenziju ali isto tako i smanjenje energetske ovisnosti o distributerima energije. U Republici Hrvatskoj, ali i u brojnim drugim zemljama, proizvodnja je energije iz obnovljivih izvora relativno nov segment o čemu svjedoči i manjak literature koja tu problematiku obrađuje.

#### **3.1. Zakonodavni okvir proizvodnje električne energije iz obnovljivih izvora**

Proizvodnja je energije iz obnovljivih izvora energije regulirana zakonodavnim odredbama, pravilnicima te uredbama. Za potrebe su ovog rada, poglavito značajni slijedeći zakoni:

- Zakon o energiji
- Zakon o tržištu električne energije
- Zakon o regulaciji energetske djelatnosti
- Zakon o zaštiti od požara
- Zakon o općoj sigurnosti proizvoda
- Zakon o prostornom uređenju.

Sukladno potrebama rada, navedeni će zakoni biti i obrađeni u okviru ovog poglavlja rada.

##### **3.1.1. Zakon o energiji**

Zakon je o energiji donesen s ciljem usklađivanja hrvatskog zakonodavstva sa zakonodavstvom Europske unije odnosno usklađivanja s Direktivom o promicanju iskorištavanja obnovljivih izvora energije. Zakon o energiji, uređuje:<sup>1</sup>

- mjere za sigurnu i pouzdanu opskrbu energijom i njezinu učinkovitu proizvodnju i korištenje,

---

<sup>1</sup> Zakon o energiji, NN 120/12, 14/14



- akte na kojima se utvrđuje i na temelju kojih se provodi energetska politika i planiranje energetskeg razvitka,
- obavljanje energetskeg djelatnosti na tržištu ili kao javnih usluga te
- osnovna pitanja vezana za obavljanje energetske djelatnosti.

Sukladno odredbama ovog Zakona, lokacija za izgradnju energetskeg objekata mora biti ucrtana na državnim prostornim planovima Republike Hrvatske. Energetska je učinkovitost od strateškog interesa za Republiku Hrvatsku o čemu svjedoči i donošenje Strategije energetskeg razvoja Republike Hrvatske. Sukladno potrebama ovog rada, poseban je naglasak potrebno staviti na obnovljive izvore energije te kogeneracije koji su također od interesa za Republiku Hrvatsku. Ovim su Zakonom definirane i energetske djelatnosti koje čine:<sup>2</sup> proizvodnja energije, prijenos odnosno transport energije, skladištenje energije, distribucija energije, upravljanje energetskeg objektima, opskrba energijom, trgovina energijom te organiziranje tržišta energije.

### **3.1.2. Zakon o tržištu električne energije**

Zakon je o tržištu električne energije donesen s ciljem usklađivanja zakonodavstva Republike Hrvatske sa zakonodavstvom Europske unije. Ovaj je Zakon na snagu stupio 2013. godine. Zakonom se o tržištu električne energije uređuju:<sup>3</sup>

- pravila i mjere za sigurnu i pouzdanu proizvodnju, prijenos, distribuciju i opskrbu električnom energijom te za trgovinu električnom energijom i organiziranje tržišta električne energije kao dijela elektroenergetskeg tržišta Europske unije,
- pravila koja se odnose na zaštitu krajnjih kupaca, organiziranje i funkcioniranje elektroenergetskeg sektora, otvoren pristup tržištu, utvrđivanje obveza općih usluga i prava kupaca električne energije.

Sukladno čl. 8. Zakona o tržištu električne energije, građevine za proizvodnju električne energije te za prijenos i distribuciju električne energije grade se i koriste u skladu s propisima o prostornom uređenju i gradnji, propisima kojima se uređuje energetskeg sektor, propisima kojima se uređuje zaštita okoliša te posebnim tehničkim i sigurnosnim propisima. Prema promatranom Zakonu, pravo na proizvodnju električne energije, ima

<sup>2</sup> Zakon o energiji, NN 120/12, 14/14

<sup>3</sup> Zakon o tržištu električne energije, NN 22/13

proizvođač električne energije koji posjeduje dozvolu za proizvodnju električne energije a koju izdaje Hrvatska elektroprivreda (HEP d.d.).

### **3.1.3. Zakon o prostornom uređenju**

Zakonom o prostornom uređenju, definirane su lokacije za izgradnju energetske objekata. Odredbama se ovog Zakona, uređuju slijedeća pitanja:<sup>4</sup>

- ciljevi, načela i subjekti prostornog uređenja,
- praćenje stanja u prostoru i području prostornog uređenja,
- uvjeti planiranja prostora,
- donošenje Strategije prostornog razvoja Republike Hrvatske,
- prostorni planova, provedba istih i dr.

Prostornim uređenjem osiguravaju se uvjeti za gospodarenje, zaštitu i upravljanje prostorom Republike Hrvatske kao osobito vrijednim i ograničenim nacionalnim dobrom, te se time ostvaruju pretpostavke za društveni i gospodarski razvoj, zaštitu okoliša i prirode, vrsnoću gradnje i racionalno korištenje prirodnih i kulturnih dobara.<sup>5</sup> Slijedeći Zakon koji regulira problematiku rada, Zakon je o regulaciji energetske djelatnosti.

### **3.1.4. Zakon o regulaciji energetske djelatnosti**

Zakonom se o regulaciji energetske djelatnosti uređuje uspostava i provođenje sustava regulacije energetske djelatnosti kao i postupci osnivanja tijela koji provode regulaciju energetske djelatnosti. Kao i prethodnim zakonima, i ovim je Zakonom prenijeta stečevina Europske unije u pravni sustav Republike Hrvatske.

Osnovni cilj uspostave regulacije energetske djelatnosti jest „provođenja sustava reguliranog djelovanja energetske subjekata u obavljanju energetske djelatnosti, posebice onih energetske djelatnosti koje se obavljaju kao javne usluge i u javnom interesu s jedne strane te radi uspostave i uređenja tržišta energije s druge strane“<sup>6</sup>. Donošenjem Zakona o regulaciji energetske djelatnosti promiče se:

---

<sup>4</sup> Zakon o prostornom uređenju, NN 153/13

<sup>5</sup> Zakon o prostornom uređenju, NN 153/13

<sup>6</sup> Zakon o regulaciji energetske djelatnosti, NN 120/12

- zaštita okoliša,
- investiranje u područje energetskog sektora,
- poticanje poduzetničke aktivnosti kao i
- učinkovito i racionalno korištenje energije.

### 3.2. Pojmovno definiranje solarnog fotonaponskog sustava

Fotonaponski sustavi svoje korijenje vuku još iz 19. stoljeća kada su provedena prva istraživanja fotonaponskih ćelija. Nakon što je uslijedilo nekoliko istraživanja koja su ukazivala na fotonaponski potencijal, uslijedio je razvoj fotonaponskih ćelija i to prema slijedećem vremenskom slijedu:<sup>7</sup>

- 1883. godine američki izumitelj Charles Fritts opisao je prvu sunčevu ćeliju načinjenu od selena kao vodiča sa vrlo tankim slojem zlata.
- 1905. godine proslavljeni fizičar Albert Einstein objavio je znanstveni dokaz fotonaponskog efekta, ali i teoriju relativnosti. Upravo za znanstveni dokaz fotonaponskog efekta 1921. godine osvojio je Nobelovu nagradu (jedinu).
- 1916. godine Robert Millikian pružio je eksperimentalni dokaz fotonaponskog efekta.
- 1918. godine poljski znanstvenik Jan Czochralski otkrio je način proizvodnje čistog silicija (Si), a koji je uspio proizvesti tek nakon 1950. Čistoća proizvedenog silicija bila je oko 99.99%, te je od tada pa do današnjeg dana na osnovi silicijske tehnologije proizvedeno daleko najviše elektroničkih komponenti.
- 1954. godina smatra se početkom fotonaponske tehnologije. Naime, te godine su tri američka znanstvenika (Pearson, Fuller i Chapin) razvili prvu fotonaponsku ćeliju koja je mogla generirati upotrebljivu količinu energije (efikasnosti oko 4%).
- 1958. počinje upotreba fotonaponske tehnologije u svemirskom programu SAD-a.

Fotonaponske su ćelije u prvim godinama svoje implementacije bile korištene za potrebe svemirskog programa. Daljnja su istraživanja na promatranom području, omogućila primjenu fotonaponskih ćelija u proizvodnji električne energije te današnje dosege

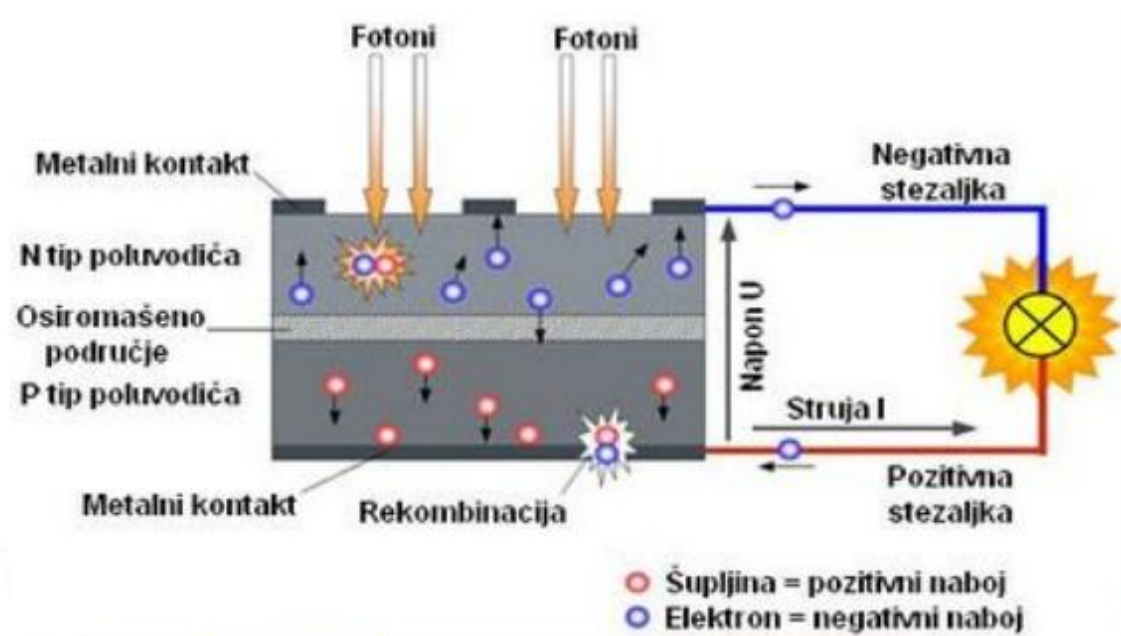
---

<sup>7</sup> Cvrk, I. (2011). Optimiranje korištenja solarne energije fotonaponskom pretvorbom, Fakultet elektrotehnike i računarstva u Zagrebu, Zagreb

promatrane tehnologije. Pri izradi fotonaponskih ćelija, mogu biti korišteni različiti poluvodiči i tehnologije. Cvrk navodi slijedeće:<sup>8</sup>

- silicij (Si),
- polikristalni tankoslojni materijali (polikristalni tanki film),
- monokristalni tankoslojni materijali te
- multijunction strukture materijala – kombinacije raznih poluvodičkih materijala.

Fotonaponski sustavi funkcioniraju preko fotonaponskih ćelija temeljem kojih pretvaraju sunčevu energiju u električnu energiju. Upravo je pretvorba sunčeve energije u električnu energiju u fotonaponskim ćelijama, jedan od najpoznatijih načina iskorištavanja sunčeve energije danas.

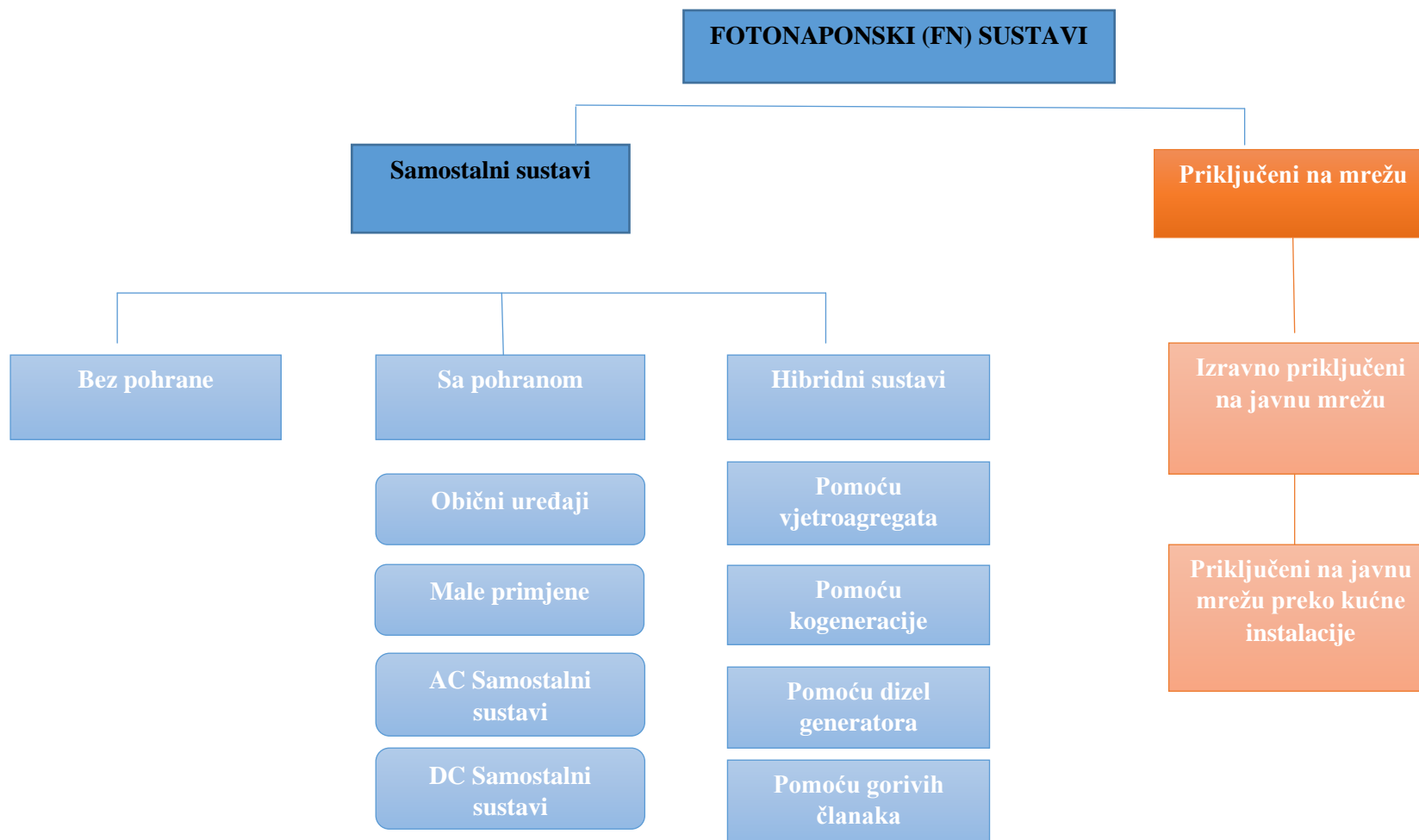


**Slika 1. Princip rada fotonaponske ćelije**

Čotar, A., Filčić, A. (2012). Fotonaponski sustavi, IRENA – Istarska Regionalna Energetska Agencija, Rijeka

Princip je rada fotonaponske ćelije prikazan Slikom 1., sukladno kojoj je vidljivo kako je za proizvodnju fotonaponskog efekta potrebno imati struju. Kretanje je fotoelektrona određeno utjecajem električnog polja.

<sup>8</sup> Cvrk, I. (2011). Optimiranje korištenja solarne energije fotonaponskom pretvorbom, Fakultet elektrotehnike i računarstva u Zagrebu, Zagreb, str. 44.



**Slika 2. Osnovna podjela fotonaponskih sustava**

Majdandžić, Lj: Fotonaponski sustavi – priručnik, Tehnička škola Ruđera Boškovića u Zagrebu, Zagreb

Prema prikazanom (Slika 2.), solarni je fotonaponski sustav moguće podijeliti na samostalni sustav te sustav priključen na mrežu. Riječ je o dvije osnovne skupine fotonaponskih sustava. Fotonaponski sustavi priključeni na mrežu mogu biti izravno priključeni na javnu mrežu ili mogu biti priključeni na javnu mrežu preko kućne instalacije. Samostalni fotonaponski sustavi mogu biti sa i bez pohrane. Ovisno o načinu pohrane energije odabiru se i fotonaponski sustavi sa i bez pohrane. Kada je pak riječ o hibridnim sustavima, isti mogu biti pomoću vjetroagregata, pomoću kogeneracije, pomoću dizel generatora te pomoću gorivih članaka.

### 3.3. Karakteristike fotonaponskih ćelija

Prema Majdandžiću, prva je primjena fotonaponskih sustava započela instaliranjem istih na krovove odnosno pročelja zgrada. Danas je prepoznat potencija fotonaponskih sustava te je sve veći broj poslovnih subjekata koji ugrađuju iste na pročelja i krovove svojih poslovnih zgrada ali i stambenih objekata.



**Slika 3. Fotonaponska ćelija**

Čotar, A., Filčić, A. (2012). Fotonaponski sustavi, IRENA – Istarska Regionalna Energetska Agencija, Rijeka

Sve većoj instalaciji fotonaponskih sustava, pridonose brojne prednosti među kojima je potrebno istaknuti:<sup>9</sup>

- životni vijek duži od trideset godina,

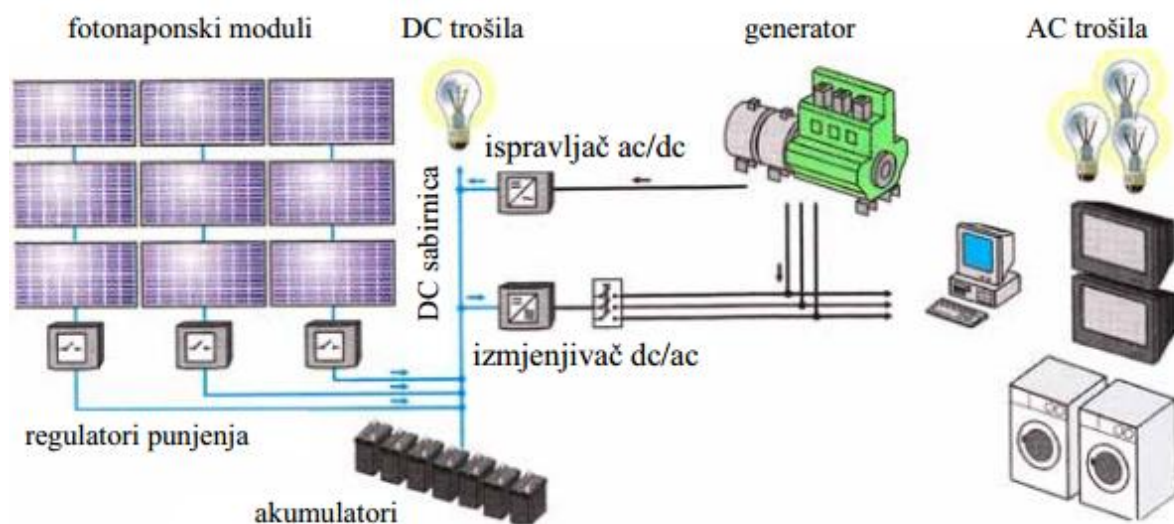
<sup>9</sup> Čotar, A., Filčić, A. (2012). Fotonaponski sustavi, IRENA – Istarska Regionalna Energetska Agencija, Rijeka

- pouzdanost, dugotrajnost te tišina rada uređaja,
- besplatno gorivo za fotonaponske ćelije,
- ne ispuštanje onečišćujućih tvari u okoliš te
- minimalno potrebno održavanje fotonaponskih sustava.

Smatra se kako će fotonaponski sustavi u budućnosti biti ključni u razvoju proizvodnje električne energije kako za kućanstva tako i za poslovne subjekte.

### 3.4. Samostalni hibridni fotonaponski sustavi

Sukladno potrebama rada, naglasak će biti stavljen na samostalne hibridne fotonaponske sustave. Samostalni hibridni fotonaponski sustavi mogu biti izvedeni pomoću vjetroagregata, pomoću kogeneracije, pomoću dizala generatora te pomoću gorivih članaka. Samostalni hibridni fotonaponski sustav je prikazan Slikom 3..



**Slika 4. Samostalni hibridni fotonaponski sustavi**

Majdandžić, Lj: Fotonaponski sustavi – priručnik, Tehnička škola Ruđera Boškovića u Zagrebu, Zagreb

Kod samostalnog se hibridnog fotonaponskog sustava, električnom energijom proizvedenom u solarnim modulima, prvo napajaju trošila dok se višak energije pohranjuje u akumulatorima.

#### **4. REZULTATI PROVEDENOG ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA**

U suvremenim se uvjetima poslovanja, sve veći naglasak stavlja na što efikasnije iskorištavanje svih resursa. Navedeno je slučaj i kod poljoprivrednih poslovnih subjekata koji bi trebali u okviru svoje poslovne aktivnosti što optimalnije iskorištavati svoje resurse. Sukladno potrebama ovog rada, biti će prikazan projekt izgradnje sunčane elektrane Tremboš.

##### **4.1. Poslovanje obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva u razdoblju od 2009. do 2014. godine**

Sukladno potrebama ovog rada, biti će analizirano poslovanje obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva Tremboš u razdoblju od 2009. do 2014. godine kako bi se utvrdila opravdanost investiranja u projekt izgradnje fotonaponskog sustava na farmi muznih krava. Na analiziranom gospodarstvu 2008. godine izgrađena je farma muznih krava, kapaciteta 50 ležišnih mjesta. Farma je izgrađena temeljem kreditnih sredstava HBOR-a ali i vlastitim sredstvima. Gospodarstvo je tada na 45 hektara obradivog poljoprivrednog zemljišta proizvodilo voluminozni dio obroka za postojeća grla na farmi.

Svi prihodi na gospodarstvu rezultat su proizvodnje mlijeka, tj. gospodarstvo se nikada nije bavilo nikakvim dodatnim djelatnostima koje bi donosile financijsku korist. Obzirom na zadovoljavajuće stanje u mljekarskom sektoru, godine 2009., obiteljsko se poljoprivredno gospodarstvo odlučuje na kupnju 33 visoko steone junice s kojima je uvelike podiglo prihode i dodatno učvrstilo svoju financijsku poziciju. Taj potez se uvelike isplatio što pokazuje poslovanje za 2010. godinu (Tablica 1.).



**Tablica 1. Poslovanje obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva u referentnom razdoblju**

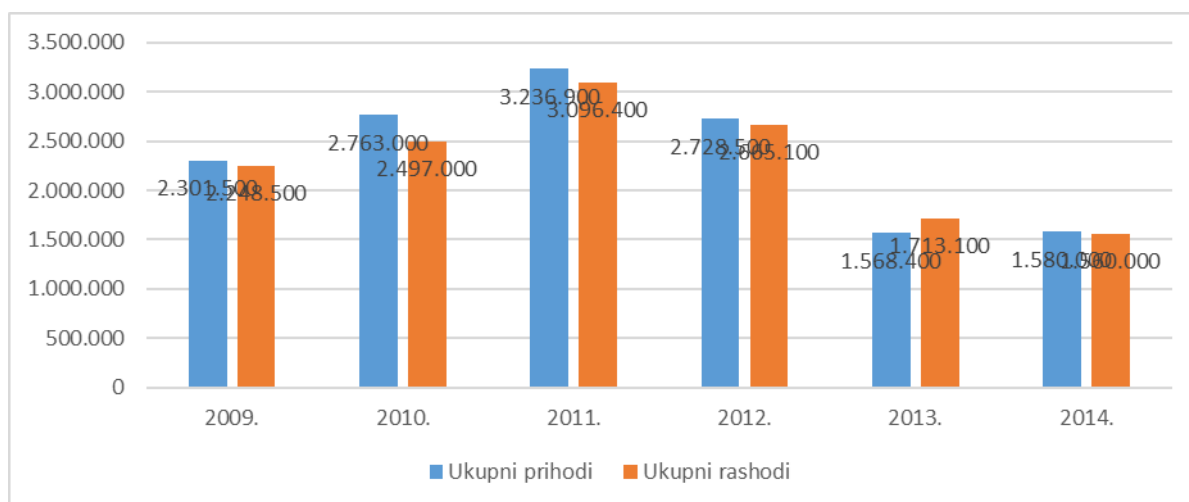
<b>Godina</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
<b>Ukupni prihodi</b>	2.301.500	2.763.000	3.236.900	2.728.500	1.568.400	1.580.000
<b>Ukupni rashodi</b>	2.248.500	2.497.000	3.096.400	2.665.100	1.713.100	1.560.000
<b>Bruto dobit</b>	53.000	265.800	140.500	63.400	-144.700	20.000
<b>Porez na dobit</b>	39.100	55.900	33.700	17.200	0	8.000
<b>Produktivnost</b>	92.617	175.721	72.928	85.386	52.268	48.000
<b>Br. Uvjet. Grla</b>	113	163	192	216	144	110
<b>Ukupno hektar</b>	45	48	48	59	52	51

Izvor: Interni podaci obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva.

No, s porastom prihoda, došlo je i do porasta ukupnih troškova. Godine 2010., obiteljsko se poljoprivredno gospodarstvo odlučuje na novo proširenje proizvodnih kapaciteta kroz nadogradnju postojećih kapaciteta ali i izgradnju novih što je rezultiralo kupovinom novih 40 steonih junica u 2011. godini. Navedeno je rezultiralo povećanjem prihoda.

Godine 2012., nastupila je kriza u mljekarskom sektoru što se negativno odrazilo i na poslovanje obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva te je ostvaren gubitak od 144.700,00 kuna. Obzirom kako su prihodi obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva bili temeljeni isključivo na prihodima od proizvodnje mlijeka, javila se i potreba za razmatranjem financiranja od strane novih prihoda. Jedna od alternativa svakako je bilo ulaganje u izgradnju fotonaponskog sustava. Zbog nemogućnosti financiranja iz drugih prihoda koji bi umanjili trenutno loše stanje u mljekarstvu, došlo je do prodaje proizvodno upitnih grla i rasplodnog podmlatka. Takvim se potezom umanjilo loše financijsko stanje na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu ali je navedeno uvelike utjecalo na dugoročne ciljeve obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva.

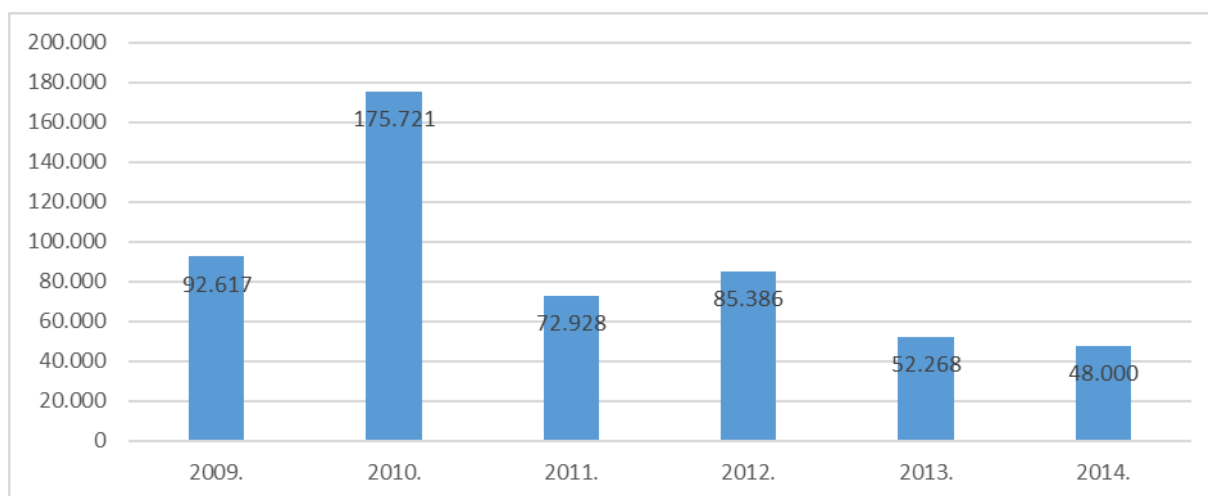
Godine 2013., nastupaju veliki financijski problemi. Stočni je fond sveden na minimum što je onemogućilo prodaju stoke budući da bi isto rezultiralo prestankom proizvodnje. Kako bi se riješile financijske poteškoće u kojima se obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo zateklo, pristupa se novim poljoprivrednim djelatnostima što je rezultiralo pozitivnim financijskim rezultatom u 2014. godini. Jedna od novih djelatnosti svakako je i postavljanje fotonaponskog sustava te sustava za zagrijavanje vode.



**Grafikon 1. Kretanje ukupnih prihoda i rashoda obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva u razdoblju od 2009. do 2014. godine**

Izradio autor.

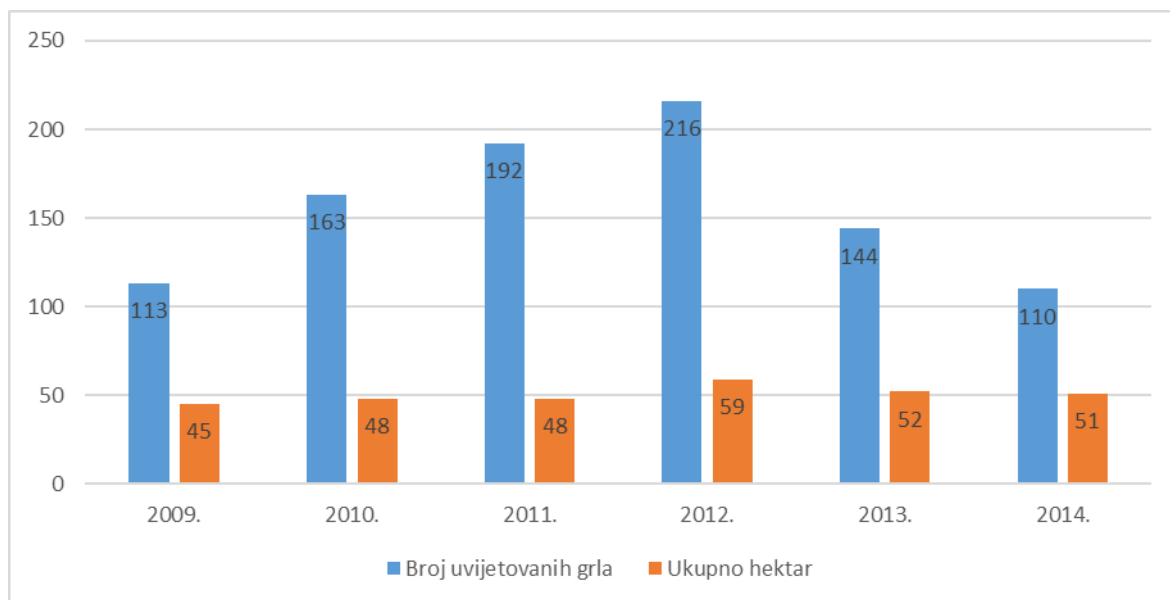
Ukupni su prihodi i rashodi poslovnog subjekta u promatranom razdoblju (razdoblju od 2009. do 2014. godine, zabilježili određene oscilacije. Trend je rasta ukupnih prihoda zabilježen od 2009. do 2011. godine nakon čega slijedi pad. Ukupni su rashodi slijedili trend kretanja ukupnih prihoda. Obiteljsko poljoprivrednog gospodarstvo je poslovalo s gubitkom u 2013. godini, i to s gubitkom od 144.700,00 kuna. Referirajući se na ukupna gospodarska kretanja (a time i porast cijene energenata u promatranom razdoblju), moguće je konstatirati kako je investiranje u fotonaponski sustav opravdano budući da bi isto umanjilo rizike od povećanja cijene energenata te na taj način smanjilo rizik poslovanja s gubitkom.



**Grafikon 2. Produktivnost obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva u promatranom razdoblju**

Izradio autor.

Prema prikazanom (Grafikon 2.), produktivnost je obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva u promatranom razdoblju oscilirala. Najviša je razina zabilježena u 2010. godini dok je najniža razina zabilježena u 2014. godini.



**Grafikon 3. Broj uvjetovanih grla i hektara zemljišta u razdoblju od 2009. do 2014. godine**

Izradio autor.

Prema Grafikonu 3., vidljivo je kako je broj uvjetovanih grla kao i ukupan broj hektara zemljišta oscilirao. Najveći broj grla, obiteljsko je poljoprivredno gospodarstvo imalo u 2012. godini (216 grla) dok je najmanji broj grla obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo imalo u 2014. godini (110 grla).

Građevinski objekt na koji je ugrađena instalacija potrebna za solarnu elektranu, u vlasništvu je obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva. Izuzev fotonaponskog sustava, na krov je zgrade instaliran i sustav za zagrijavanje vode. Navedenim se aktivnostima bitno utjecalo na smanjenje troškova vezanih za utrošak energije na obiteljskom poljoprivrednom gospodarstvu, smanjila se energetska ovisnost kao i rizici proizašli iz iste.

## 4.2. Osnovni podaci o elektrani

Kako bi bilo omogućeno optimalno iskorištavanje resursa na farmi muznih krava Tremboš (u kontekstu rada električne energije), bilo je potrebno ishoditi elektroenergetsku suglasnost koja se dobiva od strane Hrvatske elektroprivrede odnosno od strane HEP-ODS d.o.o. Elektroslavonija Osijek. Sunčana je elektrana izgrađena u Piškorevcima te je ista postavljena na krovu poslovne građevine. Osnovni podaci o sunčanoj elektrani Tremboš su dani u Tablici 2..

**Tablica 2. Osnovni podaci o sunčanoj elektrani**

OPREMA	TEHNIČKE KARAKTERISTIKE
1. Fotonaponski moduli (176 komada)	245Wp dim: 1663x998x35mm
2. Pretvarač DC/AC	150 – 1000 DC/ 3 *230/400 v, 50 Hz, 2*15k 2*Diehl Platinum 17000TL3 opremljen sustavom za nadzor NN mreže i zaštitama prema zahtjevima HEP-a
3. Kabeli od FN modula do Pretvarača	PV1F 1 x 4 mm 2; 1,8 kV
4. Kabeli od pretvarača do brojila i NN	PP00 – Y 5 x 25 mm <sup>2</sup>
5. Brojilo električne energije (HEP)	3 x 230/400 V dvosmjerno sa GSM komunikatorom
<b>MAKSIMALNA SNAGA ELEKTRANE</b>	30,0 kW
Vrsta elektrane	Sunčana elektrana (grupa postrojenja 1, tip postrojenja a.2. sunčana elektrana instalirane snage veće od 10 kW do uključivo 30 kW

Izvor: Interni podaci sadržani u projektu izgradnje Sunčane elektrane Tremboš

Uz prethodno sažete podatke. Potrebno je navesti još i kako je izlazna snaga elektrane maksimalno 30,0 kW i to simetrično u sve tri faze dok predvidiva godišnja potrošnja iznosi do 51.100 kWh. Putem sunčane elektrane, omogućena je kontinuirana proizvodnja električne energije.

### **4.3. Tehnički opis građevine na koju je postavljena fotonaponska elektrana**

Građevina na koju je postavljena fotonaponska elektrana, postojeća je poslovna zgrada na čijem krovu je postavljena sunčana elektrana. Ta građevina posjeduje odgovarajuću građevinsku dozvolu, izdanu u Đakovu, 2006. godine. Obzirom kako je za potrebe sunčane elektrane korišten krov zgrade, obilježja su krova slijedeća:

- krov je građevine dvostrešni,
- pokriven profiliranim limom,
- orijentacija je krova građevine sjeverozapada – jugoistok dok je nagib krova 20°,
- fotonaponski moduli su smješteni na jugoistočnoj strani krova.

### **4.4. Tehničke karakteristike fotonaponske elektrane**

U slučaju fotonaponske elektrane Tremboš, radi se o sunčanoj elektrani od 30 kW. Prema podacima sažetim u Projektu izgradnje iste, sunčana se elektrana sastoji od 176 fotonaponskih polikristalnih modula čija je snaga 245 W, pretvarača Diehl Platinum 17000TL3 (2 kom), kablskih instalacija i instalacija uzemljenja i zaštite od udara munje. Radi trofaznog priključenja sunčana elektrana iznad 5 kW prema pravilniku HEP-a mora imati trofazni pretvarač.

Površina na koju je instalirani fotonaponski moduli iznosi 290 kvadratnih metara. Potrebno je napomenuti da u blizini ne smije biti objekata odnosno drveća koji će zasjeniti fotonaponske module te na taj način smanjiti prinos proizvodnje električne energije. Ovako proizvedena električna energija se predaje u distribucijsku mrežu ali isto tako i koristi se od strane samog proizvođača iste. Riječ je o elektrani mrežnog tipa kod koje se sva proizvedena električna energija daje u mrežu dok se sam proizvođač iste (korisnik) napaja preko drugog voda na kojem ima svoje brojilo.

### **4.5. Solarni sustav za pripremu tople vode**

Sukladno potrebama građevinskog objekta, bilo je potrebno izvesti i solarni toplinski sustav koji omogućava pripremu tople vode. Taj sustav zadovoljava uvjete minimalnog omjera a izveden je na pet ploča čija je površina 1,8 m<sup>2</sup>. Snaga je ovih ploča 6,3 kW a iste su spojene

na spremnik tople vode čija je zapremina 500 litara. Prema Projektu, solarni se sustav, sastoji od slijedećih komponenti:

- solarnih kolektora,
- solarnog akumulacijskog spremnika,
- regulacije,
- solarne pumpne grupe,
- ekspanzijske posude te
- elemenata armature i izoliranih cijevi.

Potrebno je istaknuti kako sve komponente solarnog sustava moraju biti pažljivo dimenzionirane kako bi sam solarni sustav za pripremu vode mogao kvalitetno raditi.

#### 4.6. Ekonomska analiza i povrat investicije

Program koji je korišten u izračunu proračunu proizvodnje fotonaponskog sustava program je PV \*SOL. Izračun je povrata investicije fotonaponskog sustava od 30 kW, prikazan slijedećom tablicom.

**Tablica 3. Povrat investicije u fotonaponski sustav 30 kW**

<b>Godišnja naknada za isporučenu električnu energiju u elektroenergetsku mrežu</b>	$51\,100 \text{ kWh} \times 2,45 \text{ kn/kWh}^{10} = 125.200,00$ kn
<b>Procjena ukupne investicije</b>	550.000,00 kn (14,00 kn/W) odnosno 73.000,00 € (1,90 €/W)
<b>Vrijeme otplate fotonaponskog sustava</b>	$550.000,00 / 125.200,00 = 4,4$ godine (za gotovinu, bez kamata banke)

Izvor: Interni podaci sadržani u projektu izgradnje Sunčane elektrane Tremboš

Potrebno je napomenuti kako se ugovor o otkupu električne energije s HEP-ODS d.o.o. Elektroslavonijom Osijek, sklapa na rok od 14 godina. Prema izračunatom povratu investicije u fotonaponski sustav, vidljivo je kako vrijednost ukupne investicije u izgradnju fotonaponske

<sup>10</sup> Cijena el. energije iz integrirane sunčane elektrane(fotonaponskog sustava) instalirane snage do uključivo 30 kW i instaliranim toplinskim sustavom.

elektrane iznosi 550.000,00 kn dok godišnja naknada za isporučenu električnu energiju u elektroenergetskoj mreži iznosi 125.200,00 kuna. Prema izračunu, vrijeme je povrata investicije u fotonaponski sustav 4,4 godine ukoliko se u isti ulože vlastita sredstva investitora.

Ukoliko pak u investiranju ovog projekta budu korištena sredstva neke od financijskih institucija, vrijeme se otplate investicije bitno produžava te se isto kreće u rasponu od sedam do devet godina što pak ovisi o visini kamata na posuđena sredstva. Tako primjerice ukoliko bi cijela investicija bila financirana kreditom Hrvatske banke za obnovu i razvoj (HBOR), iznos kreditnih sredstava bi bio 780.000,00 kuna na rok povrata 10 godina, bez godine dana počeka sukladno čemu bi godišnja rata iznosila 78.000,00 kuna.

Kada je pak riječ o električnoj energiji utrošenoj u zagrijavanje vode, proračun je prikazan na godišnjoj razini.

**Tablica 4. Ušteda od uvođenja fotonaponskog sustava kod zagrijavanja vode**

Stavka	Mjesečni iznos troška	Godišnji iznos troška
Mjesečni trošak zagrijavanja vode za farmu ovog kapaciteta	2.200,00 kn	26.400,00
Uvođenje sustava zagrijavanja vode temeljenog na fotonaponskom sustavu	1.200,00	14.400,00
<b>UŠTEDA</b>	1.000,00	12.000,00

Izvor: Izračunao autor.

Prema izračunatom (Tablica 4.), vidljivo je kako je ušteda kod uvođenja fotonaponskog sustava kod zagrijavanja vode potrebne za farmu, na godišnjoj razini iznosi 12.000,00 kn

**Tablica 5. Prihod od investicije u izgradnju fotonaponskog sustava na godišnjoj bazi**

<b>PRORAČUN</b>	<b>Na godišnjoj bazi</b>
<b>Prihodi od proizvodnje električne energije temeljem fotonaponskog sustava</b>	125.200,00
<b>Prihodi od uvođenja fotonaponskog sustava u proizvodnju toplinske energije</b>	14.400,00
<b>UKUPAN GODIŠNJI PRIHOD</b>	139.600,00
<b>Trošak kredita</b>	78.000,00
<b>Prihod od investicije</b>	61.600,00

Izvor: Izračunao autor.

Ukupni prihod od investicije u izgradnju fotonaponskog sustava na godišnjoj razini iznosi 139.600,00 a sadržan je od prihoda od proizvodnje električne energije kao i od prihoda od uvođenja fotonaponskog sustava prilikom proizvodnje toplinske energije sukladno potrebama farme. Kada se od ukupnog godišnjeg prihoda oduzme godišnja rata kredita (78.000,00 kuna), prihod od investicija na godišnjoj razini iznosi 61.600,00 kn.

Temeljem provedene analize, moguće je zaključiti kako je ulaganje u investiciju ovog tipa opravdano budući da bi u razdoblju od 4,4 godine poslovni subjekt imao konstantni prihod od 61.600,00 kuna a nakon tog razdoblja pa sve do kraja razdoblja na koje je ugovoren otkupu električne energije (14 godina), poslovni subjekt bi imao konstantan prihod od 139.600,00 kn. Na taj bi se način uvelike smanjili rizici poslovanja vezani za energetske ovisnost o vanjskom distributeru električne energije čime bi se utjecalo na jačanje konkurentnosti poslovnog subjekta.



## 5. ZAKLJUČAK

Temeljem svega obrađenog, omogućeno je izvođenje zaključnih stavova rada. Problematika rada je promatrana u okviru pet poglavlja. U uvodnom su poglavlju rada iznesene osnovne informacije vezane za problematiku rada a koje se odnose na predmet istraživanja, dosadašnja istraživanja problematike rada, ciljeve istraživanja te strukturu rada. U drugom su poglavlju rada obrađeni izvori podataka te metode korištene pri izradi rada. Solarni su fotonaponski sustavi bili predmetom proučavanja trećeg poglavlja rada gdje je naglasak stavljen na zakonodavni okvir koji regulira problematiku rada. Također, fotonaponski je sustav pojmovno definiran dok je naglasak stavljen na samostalni hibridni fotonaponski sustav priključen na javnu elektroenergetsku mrežu.

Sukladno potrebama rada, analizirano je poslovanja farme muznih krava temeljem čega je utvrđena opravdanost investiranja u fotonaponske sustave. U četvrtom su poglavlju rada stoga, iznesene osnovne informacije o sunčanoj elektrani, izgrađenoj na farmi muznih krava koje su između ostalog obuhvatile i tehnički opis građevine, tehničke karakteristike fotonaponske elektrane, solarni sustav za pripremu tople vode kao i ekonomsku analizu i povrat investicije. U petom se poglavlju rada, iznose zaključni stavovi rada.

Relativno je malo domaće literature koja obrađuje problematiku implementacije fotonaponskih sustava na poljoprivredne objekte i postrojenja. Zastupljenija je literatura vezana za investiranje u proizvodnju električne energije temeljem bioplinskih postrojenja. Zakonodavni okvir koji regulira proizvodnju energije iz obnovljivih izvora, jedan je od relevantnih izvora koji regulira promatranu problematiku a koji je korišten prilikom izrade ovog rada.

Fotonaponski sustavi funkcioniraju preko fotonaponskih ćelija temeljem kojih pretvaraju sunčevu energiju u električnu energiju. Upravo je pretvorba sunčeve energije u električnu energiju u fotonaponskim ćelijama, jedan od najpoznatijih načina iskorištavanja sunčeve energije danas. Iako je zabilježen trend rasta ugradnje fotonaponskih ćelija u postojeće kućanske i poslovne objekte, smatra se kako će upravo fotonaponski sustavi u budućnosti biti ključni u proizvodnji električne energije budući da isti zahtijevaju minimalno održavanje, ne ispuštaju štetne tvari u okoliš, imaju najduži životni vijek i dr..

Na farmi je muznik krava Tremboš, fotonaponski sustav već izgrađen i postavljen na krovu zgrade. Isti se koristi za proizvodnju električne energije te proizvodnju tople vode. Temeljem postavljenih fotonaponskih ćelija, sunčeva se energija pretvara u električnu energiju koja se

predaje u distribucijski sustav temeljem čega se ostvaruju stanoviti prihodi. Sunčeva je elektrana instalirane snage veće od 10 kW do uključivo 30 kW. Fotonaponski moduli su instalirani na krovu farme čija površina iznosi 290 kvadratnih metara. Krov je pokriven profiliranim limom. Orijehtacija je krova građevine sjeverozapada – jugoistok dok je nagib krova 20°, a fotonaponski moduli su biti smješteni na jugoistočnoj strani krova.

Prema provedenoj ekonomskoj analizi, utvrđeno je kako je investicija u izgradnju fotonaponskih ćelija opravdana iz razloga što ista nosi dugoročne stabilne prihode koji pridonose financijskoj stabilnosti poljoprivrednog gospodarstva.

## **6. LITERATURA**

- Cvrk, I. (2011). Optimiranje korištenja solarne energije fotonaponskom pretvorbom, Fakultet elektrotehnike i računarstva u Zagrebu, Zagreb
- Čotar, A., Filčić, A. (2012). Fotonaponski sustavi, IRENA – Istarska Regionalna Energetska Agencija, Rijeka
- Idejni projekt Sunčane elektrane Tremboš
- Majdandžić, Lj: Fotonaponski sustavi – priručnik, Tehnička škola Ruđera Boškovića u Zagrebu, Zagreb
- Zakon o energiji, NN 120/12, 14/14
- Zakon o prostornom uređenju, NN 153/13
- Zakon o regulaciji energetske djelatnosti, NN 120/12
- Zakon o tržištu električne energije, NN 22/13

## 7. SAŽETAK

Postojeće poljoprivredne građevine imaju značajan potencijal za proizvodnju električne energije temeljem fotonaponske tehnologije. Investiranjem u fotonaponske tehnologije, omogućena je proizvodnja električne energije temeljem sunčeve energije. Riječ je o jednom od obnovljivih izvora energije koji privatnim i poslovnim korisnicima stoji na raspolaganju u snižavanju troškova proizvodnje sirovine ali i smanjivanju energetske ovisnosti o distributerima električne energije. Investiranjem u fotonaponske tehnologije u proizvodnje električne energije, poljoprivredni poslovni subjekti ne samo da ostvaruju uštedu u troškovima proizvodnje već ostvaruju i zaradu prodajući dobivenu energiju u javnu elektroenergetsku mrežu.

Ključne riječi: električna energija, obnovljivi izvor energije, solarna elektrana, fotonaponske ćelije, povrat investicije

## **8. ABSTRACT**

Existing agricultural buildings have significant potential for the production of electricity based on photovoltaic technology. By investing in photovoltaic technology have made possible the production of electricity based on solar energy. This is one of the renewable energy for homes and businesses that is available in lowering production costs or raw materials and reducing energy dependency on electricity distributors. By investing in photovoltaic technology in electricity production, agricultural businesses not only make savings in production costs, they are already making profits and selling the resulting energy into the public electricity grid.

Key words: electricity, renewable energy, solar power, photovoltaic cells, return on investment.

## **9. POPIS GRAFIKONA**

<b>Grafikon 1. Kretanje ukupnih prihoda i rashoda obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva u razdoblju od 2009. do 2014. godine.....</b>	<b>14</b>
<b>Grafikon 2. Produktivnost obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva u promatranom razdoblju .....</b>	<b>14</b>
<b>Grafikon 3. Broj uvjetovanih grla i hektara zemljišta u razdoblju od 2009. do 2014. godine .....</b>	<b>15</b>

## **10. POPIS SLIKA**

<b>Slika 1. Princip rada fotonaponske ćelije.....</b>	<b>8</b>
<b>Slika 2. Osnovna podjela fotonaponskih sustava.....</b>	<b>9</b>
<b>Slika 3. Fotonaponska ćelija .....</b>	<b>10</b>
<b>Slika 4. Samostalni hibridni fotonaponski sustavi.....</b>	<b>11</b>

## **11. POPIS TABLICA**

Tablica 1. Osnovni podaci o sunčanoj elektrani .....	16
Tablica 2. Povrat investicije u fotonaponski sustav 30 kW .....	18
Tablica 3. Ušteda od uvođenja fotonaponskog sustava kod zagrijavanja vode .....	19
Tablica 4. Prihod od investicije u izgradnju fotonaponskog sustava na godišnjoj bazi.....	20
Tablica 5. Poslovanje obiteljskog poljoprivrednog gospodarstva u referentnom razdoblju ....	13



## **TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Završni rad

### **PROIZVODNJA ELEKTRIČNE ENERGIJE NA FARMI MUZNIH KRAVA**

#### **POWER GENERATION ON A DIARY FARM**

Ivan Tremboš

Sažetak

Postojeće poljoprivredne građevine imaju značajan potencijal za proizvodnju električne energije temeljem fotonaponske tehnologije. Investiranjem u fotonaponske tehnologije, omogućena je proizvodnja električne energije temeljem sunčeve energije. Riječ je o jednom od obnovljivih izvora energije koji privatnim i poslovnim korisnicima stoji na raspolaganju u snižavanju troškova proizvodnje sirovine ali i smanjivanju energetske ovisnosti o distributerima električne energije. Investiranjem u fotonaponske tehnologije u proizvodnje električne energije, poljoprivredni poslovni subjekti ne samo da ostvaruju uštedu u troškovima proizvodnje već ostvaruju i zaradu prodajući dobivenu energiju u javnu elektroenergetsku mrežu.

Ključne riječi: električna energija, obnovljivi izvor energije, solarna elektrana, fotonaponske ćelije, povrat investicije

Summary

Existing agricultural buildings have significant potential for the production of electricity based on photovoltaic technology. By investing in photovoltaic technology have made possible the production of electricity based on solar energy. This is one of the renewable energy for homes and businesses that is available in lowering production costs or raw materials and reducing energy dependency on electricity distributors. By investing in photovoltaic technology in electricity production, agricultural businesses not only make savings in production costs, they are already making profits and selling the resulting energy into the public electricity grid.

Key words: electricity, renewable energy, solar power, photovoltaic cells, return on investment