|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Slika na kojoj se prikazuje snimka zaslona, crno, tama, dizajn  Sadržaj generiran umjetnom inteligencijom može biti netočan.** |  |  |  |

Testiranje prije ulaganja

Proračun investicije u kombinaciju fotonaponskog izvora i pohrane energije u industrijskom pogonu​

LARES

Sadržaj

[Izvještaj o optimizaciji za {{ client\_name }} 2](#_Toc200636393)

[Sažetak 2](#_Toc200636394)

[Glavne Prednosti 2](#_Toc200636395)

[Ulazni parametri 3](#_Toc200636396)

[Preporučena Konfiguracija Sustava 4](#_Toc200636397)

[Fotonaponski (FN) sustav 4](#_Toc200636398)

[Baterijski sustav pohrane energije (BESS) 4](#_Toc200636399)

[Priključak na električnu mrežu 5](#_Toc200636400)

[Rad sustava 6](#_Toc200636401)

[Fotonaponski sustav 6](#_Toc200636402)

[Interakcija s mrežom 6](#_Toc200636403)

[Sažetak rada BESS-a: 7](#_Toc200636404)

[Financijska Analiza 9](#_Toc200636405)

[Investicijski troškovi 9](#_Toc200636406)

[Godišnji troškovi i uštede 9](#_Toc200636407)

[Razdoblje povrata investicije 10](#_Toc200636408)

[Ključni pokazatelji uspješnosti 10](#_Toc200636409)

[Odricanje od odgovornosti 11](#_Toc200636410)

[Kontakt 11](#_Toc200636411)

# Izvještaj o optimizaciji za {{ client\_name }}

## Sažetak

Cilj analize je odrediti optimalan rad i optimalnu veličinu novog baterijskog sustava pohrane energije te novog fotonaponskog sustava za industrijski pogon uzimajući pri tom u obzir trošak investicije, rada te održavanja i degradacije sustava.

Ključne preporuke

Instalirati baterijski sustav pohrane energije

**{{ total\_bess\_capacity\_kwh }} kWh / {{ total\_bess\_power\_kw }} kW**

Instalirati fotonaponski sustav vršne snage

**{{ total\_new\_pv\_capacity }} kW**

### Glavne Prednosti

* + Procijenjene **godišnje uštede od €{{ annual\_savings\_amount }} ({{ annual\_savings\_percentage }}%)**.
  + Smanjenje vršne potražnje iz mreže u prosjeku za **{{ peak\_demand\_reduction\_percentage }}%**.
  + Procijenjeno razdoblje povrata investicije od **{{ payback\_period }} godina**.

Ušteda

Ukupna godišnja ušteda: **€{{ annual\_savings\_amount }}**

Smanjenje godišnjih troškova: **{{ annual\_savings\_percentage }}%**

## Ulazni parametri

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parametar | Vrijednost | Jedinica |
| Cijena FN panela | {{ panel\_price }} | €/kWp |
| Cijena baterijskog spremnika | {{ battery\_price }} | €/kWh |
| Cijena pretvarača | {{ converter\_price }} | €/kW |
| Cijena el. energije (VT) | {{ energy\_price\_ht }} | €/kWh |
| Cijena el. energije (NT) | {{ energy\_price\_lt }} | €/kWh |
| Cijena vršne snage | {{ peak\_power\_price }} | €/kW/mjesec |

## Preporučena Konfiguracija Sustava

Ovaj odjeljak opisuje optimalne veličine za fotonaponski sustav te za baterijski sustav pohrane energije. Također opisuje optimizirane ugovorene vršne snage za svaki mjesec u godini.

Priključak na mrežu ostaje nepromijenjen.

### Fotonaponski (FN) sustav

* **Lokacija i razmještaj panela**

{{ location\_image }}

Slika Prikaz lokacije planirane za instalaciju FN sustava

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ID niza | Maksimalna snaga (kWp) | Orijentacija | Nagib (°) | Opis/Napomena | Preporučena nova instalirana snaga (kWp) |
| {% for array in pv\_arrays %} |  |  |  |  |  |
| {{ array.id }} | {{ array.size\_kwp\_max }} | {{ array.orientation }} | {{ array.tilt }} | {{ array.description }} | {{ array.new\_capacity\_kwp }} |
| {% endfor %} |  |  |  |  |  |
| UKUPNO | **{{ total\_pv\_size }}** | - | - | - | **{{ total\_pv\_capacity }}** |

* **Postojeći fotonaponski sustav:** {{ existing\_pv\_capacity }} kWp
* **Preporučeni novi sustav:** {{ total\_new\_pv\_capacity }} kWp
* **Ukupno:** {{ total\_pv\_capacity }} kWp

### Baterijski sustav pohrane energije (BESS)

* **Postojeći sustav:**
  + Kapacitet baterije: {{ existing\_battery\_capacity }} kWh
  + Snaga pretvarača: {{ existing\_power\_converter\_power }} kW
* **Preporučeni novi sustav:**
  + Novi kapacitet baterije: {{ new\_battery\_capacity }} kWh
  + Novi pretvarač: {{ new\_power\_converter\_power }} kW
* **Konačni ukupni BESS:**
  + **Ukupni kapacitet baterije:** {{ total\_bess\_capacity\_kwh }} kWh
  + **Ukupna snaga pretvarača:** {{ total\_bess\_power\_kw }} kW

### Priključak na električnu mrežu

* **Postojeći priključak:** {{ existing\_grid\_capacity }} kW *(Ostaje nepromijenjen)*

## Rad sustava

Ovaj odjeljak opisuje očekivani način rada preporučenog sustava i njegovu interakciju s elektroenergetskom mrežom.

### Fotonaponski sustav

Procijenjena godišnja proizvodnja dodatnog fotonaponskog sustava iznosi **{{ pv\_total\_produced\_mwh }} MWh**.

* + **Raspodjela godišnje proizvodnje**

|  |  |
| --- | --- |
| Stavka | Godišnja vrijednost (MWh) |
| FN energija za pokrivanje potrošnje | {{ pv\_serving\_load\_mwh }} |
| FN energija za punjenje baterije | {{ pv\_charging\_battery\_mwh }} |
| FN energija izvezena u mrežu | {{ pv\_exported\_to\_grid\_mwh }} |
| Ukupno proizvedena FN energija | **{{ pv\_total\_produced\_mwh }}** |

{{ im\_aggregated\_production\_day }}

Slika Agregirana proizvodnja svih nizova za jedan karakterističan sunčani dan

### Interakcija s mrežom

* Procijenjena godišnja energija kupljena iz mreže:

|  |  |
| --- | --- |
| Osnovno | Optimizirano |
| {{ annual\_mwh\_purchased\_before }} MWh | {{ annual\_mwh\_purchased }} MWh |

* Procijenjena godišnja energija prodana u mrežu: {{ annual\_mwh\_sold }} MWh
* Neto godišnja razmjena s mrežom: {{ net\_mwh\_exchange }} MWh

{{ im\_exchange\_profile\_comparison\_day }}

Slika Usporedba izmjene s mrežom prije i poslije investicije na razini dana

{{ im\_exchange\_profile\_comparison\_week }}

Slika Usporedba izmjene s mrežom prije i poslije investicije na razini tjedna

* Vršna potražnja prikazana za svaki mjesec:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Mjesec | Osnovna vršna potražnja | Optimizirana vršna potražnja |
| Siječanj | {{ bpp\_1 }} kW | {{ pp\_1 }} kW |
| Veljača | {{ bpp\_2 }} kW | {{ pp\_2 }} kW |
| Ožujak | {{ bpp\_3 }} kW | {{ pp\_3 }} kW |
| Travanj | {{ bpp\_4 }} kW | {{ pp\_4 }} kW |
| Svibanj | {{ bpp\_5 }} kW | {{ pp\_5 }} kW |
| Lipanj | {{ bpp\_6 }} kW | {{ pp\_6 }} kW |
| Srpanj | {{ bpp\_7 }} kW | {{ pp\_7 }} kW |
| Kolovoz | {{ bpp\_8 }} kW | {{ pp\_8 }} kW |
| Rujan | {{ bpp\_9 }} kW | {{ pp\_9 }} kW |
| Listopad | {{ bpp\_10 }} kW | {{ pp\_10 }} kW |
| Studeni | {{ bpp\_11 }} kW | {{ pp\_11 }} kW |
| Prosinac | {{ bpp\_12 }} kW | {{ pp\_12 }} kW |

{{im\_peak\_power\_comparison}}

Slika Usporedba vršne potražnje prije i poslije optimizacije

### Sažetak rada BESS-a:

* + Sažetak *(npr. Puni se iz viškova FN proizvodnje, prazni se tijekom vršnih sati/niske FN proizvodnje)*
  + Procijenjeni Godišnji Protok Energije kroz BESS: {{ annual\_bess\_throughput }} kWh
  + Broj ciklusa godišnje: {{ num\_of\_cycles }}

{{ im\_bess\_profile\_day }}

Slika Rad sustava na razini dana

{{ im\_bess\_profile\_week }}

Slika Rad sustava na razini tjedna

## Financijska Analiza

Ovaj odjeljak prikazuje potrebnu investiciju i projicirane financijske performanse optimiziranog sustava.

### Investicijski troškovi

* FN Sustav: €{{ pv\_investment\_cost }}
* Baterija: €{{ battery\_investment\_cost }}
* Pretvarač: €{{ pc\_investment\_cost }}
* **Ukupna procijenjena investicija:** **€{{ total\_investment\_cost }}**

### Godišnji troškovi i uštede

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Komponenta troška | Stanje bez investicije (€) | Stanje s investicijom (€) | Godišnja ušteda (€) |
| Kupnja energije | {{ baseline\_energy\_cost }} | {{ optimized\_energy\_cost }} | {{ energy\_savings }} |
| Naknade za vršnu snagu | {{ baseline\_peak\_cost }} | {{ optimized\_peak\_cost }} | {{ peak\_savings }} |
| Održavanje (postojeće + novo) | {{ baseline\_maint\_cost }} | {{ optimized\_maint\_cost }} | {{ maint\_difference }} |
| Degradacija/Zamjena | {{ baseline\_degr\_cost }} | {{ optimized\_degr\_cost }} | {{ degr\_difference }} |
| Ukupni godišnji troškovi | **{{ baseline\_total\_cost }}** | **{{ optimized\_total\_cost }}** | **{{ total\_savings }}** |

### Razdoblje povrata investicije

* **Jednostavno razdoblje povrata investicije:** (Ukupna Investicija / Ukupna Godišnja Ušteda) = **{{ payback\_period }} godina**
* Povrat investicije (ROI): {{ return\_on\_investment }}%
* Neto sadašnja vrijednost: {{ net\_present\_value }} € (uz diskontnu stopu {{ disc\_rate }}%)
* Interna stopa povrata (IRR): {{ internal\_rate\_of\_return }}%
* Ujednačeni trošak proizvedene energije (LCOE): {{ lcoe }} €/kWh

Ušteda

**Ukupna godišnja ušteda:** **€{{ annual\_savings\_amount }}**

**Smanjenje godišnjih troškova:** **{{ annual\_savings\_percentage }}%**

**{{ im\_payoff\_period }}**

Slika Usporedba troškova s i bez investicije

### Ključni pokazatelji uspješnosti

* **Energetska samodostatnost:** {{ self\_sufficiency\_percentage }}%
* **Smanjenje vršne potražnje iz mreže:** {{ peak\_demand\_reduction\_percentage }}%
* **Smanjenje godišnjih troškova:** {{ annual\_savings\_percentage }}%

## Ulazni podaci za optimizaciju

*Ovaj odjeljak pruža pregled ključnih ulaznih podataka i pretpostavki korištenih u optimizacijskom modelu.*

***1. Opći i lokacijski parametri***

* *Zemljopisna dužina (Longitude): {{longitude }} °*
* *Zemljopisna širina (Latitude): {{ latitude }} °*
* *Vremenski korak analize: {{ el\_t\_s }} h*
* *Projektni vijek trajanja: {{ N\_DL }} godina*
* *Maksimalna ukupna investicija: {{ C\_inv\_max }} €*
* *Maksimalni period povrata investicije: {{ N\_payoff\_max }} godina*

***2. Parametri fotonaponskog (PV) sustava***

*Konfiguracija polja:*

* *Broj fotonaponskih polja: {{ PV\_N\_arr }}*
* *Orijentacija polja: {{ PV\_orientation }} °*
* *Nagib polja: {{ PV\_inclination }} °*

*Troškovi i vijek trajanja:*

* *Investicijski trošak (CAPEX): {{ PV\_c\_inv }} €/kW*
* *Subvencija na investiciju: {{ PV\_c\_sub }} %*
* *Godišnji troškovi održavanja (OPEX): {{ PV\_c\_mnt }} €/kW*
* *Trošak zamjene: {{ PV\_c\_rpl }} €/kW*
* *Životni vijek PV panela: {{ PV\_N\_LT }} godina*

*Veličina i ograničenja:*

* *Maksimalna ukupna snaga instalacije: {{ PV\_P\_max }} kW*
* *Minimalna veličina po polju (faktor): {{ PV\_alpha\_min }}*
* *Maksimalna veličina po polju (faktor): {{ PV\_alpha\_max }}*

***3. Parametri baterijskog sustava pohrane (BESS)***

*Performanse:*

* *Životni vijek u ciklusima: {{ batt\_N\_cyc }} ciklusa*
* *Maksimalna dubina pražnjenja (DoD): {{ batt\_S\_DoD \* 100 }} %*
* *Efikasnost punjenja: {{ batt\_beta\_chg \* 100 }} %*
* *Efikasnost pražnjenja: {{ batt\_beta\_dch \* 100 }} %*

*Troškovi:*

* *Investicijski trošak (CAPEX): {{ batt\_c\_inv }} €/kWh*
* *Subvencija na investiciju: {{ batt\_c\_sub }} %*
* *Godišnji troškovi održavanja (OPEX): {{ batt\_c\_mnt }} €/kWh*
* *Trošak zamjene baterijskih članaka: {{ batt\_c\_rpl }} €/kWh*

*Veličina i ograničenja:*

* *Minimalni kapacitet baterije: {{ batt\_E\_new\_min }} kWh*
* *Maksimalni kapacitet baterije: {{ batt\_E\_new\_max }} kWh*

***4. Parametri pretvarača snage (Power Converter - PC)***

*Performanse i vijek trajanja:*

* *Efikasnost punjenja: {{ PC\_eta\_chg }} %*
* *Efikasnost pražnjenja: {{ PC\_eta\_dch }} %*
* *Životni vijek pretvarača: {{ PC\_N\_LT }} godina*

*Troškovi:*

* *Investicijski trošak (CAPEX): {{ PC\_c\_inv }} €/kW*
* *Subvencija na investiciju: {{ PC\_c\_sub }} %*
* *Godišnji troškovi održavanja (OPEX): {{ PC\_c\_mnt }} €/kW*
* *Trošak zamjene: {{ PC\_c\_rpl }} €/kW*

*Veličina i ograničenja:*

* *Minimalna snaga pretvarača: {{ PC\_P\_new\_min }} kW*
* *Maksimalna snaga pretvarača: {{ PC\_P\_new\_max }} kW*

***5. Tarifni sustav i cijene energije***

*Vremena tarifa:*

* *Početak Više Dnevne Tarife (VT): {{ el\_day\_start }}:00 h*
* *Kraj Više Dnevne Tarife (VT): {{ el\_day\_end }}:00 h*

*Cijene:*

* *Cijena kupovne energije (VT): {{ p\_el\_d\_consume }} €/kWh*
* *Cijena kupovne energije (NT): {{ p\_el\_n\_consume }} €/kWh*
* *Otkupna cijena (predaja u mrežu - VT): {{ p\_el\_d\_supply }} €/kWh*
* *Otkupna cijena (predaja u mrežu - NT): {{ p\_el\_n\_supply }} €/kWh*

***6. Parametri priključka na mrežu (EGC)***

* *Postojeći zakupljeni kapacitet priključka: {{ EGC\_c\_cap\_exist }} kW*
* *Cijena obračunske vršne snage: {{ EGC\_c\_peak }} €/kW/mjesec*
* *Investicijski trošak povećanja kapaciteta: {{ EGC\_c\_inv }} €/kW*
* *Minimalno moguće povećanje kapaciteta: {{ EGC\_P\_cap\_min }} kW*
* *Maksimalno moguće povećanje kapaciteta: {{ EGC\_P\_cap\_max }} kW*

## Odricanje od odgovornosti

*Ovi rezultati temelje se na dostavljenim podacima i pretpostavkama modeliranja. Stvarne performanse mogu varirati.*

## Kontakt

Prof. dr. sc. Mario Vašak [mario.vasak@fer.unizg.hr](mailto:mario.vasak@fer.unizg.hr)

Filip Rukavina, mag. ing. [filip.rukavina@fer.unizg.hr](mailto:filip.rukavina@fer.unizg.hr)

Dr. sc. Marko Kovačević [marko.kovacevic@fer.unizg.hr](mailto:marko.kovacevic@fer.unizg.hr)

Ivan Grabić, mag. ing. [ivan.grabic@fer.unizg.hr](mailto:ivan.grabic@fer.unizg.hr)

Antonio Karneluti, mag. ing. [anotnio.karneluti@fer.unizg.hr](mailto:anotnio.karneluti@fer.unizg.hr)