

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

**Sveučilišni studij**

**KOORDINACIJA ZAŠTITE FOTONAPONSKE  
ELEKTRANE SNAGE 500kW NA MREŽU HEP-a**

**Diplomski rad**

**Alen Wolf**

**Osijek, 2015.**

# SADRŽAJ

1.	UVOD .....	1
1.1.	Zadatak diplomskog rada .....	4
2.	TEHNIČKI OPIS FOTONAPONSKE ELEKTRANE ORAHOVICA 1 .....	5
2.1.	Konfiguracija solarnog postrojenja .....	6
2.2.	Fotonaponski sustav .....	6
2.2.1.	Elementi fotonaponskog sustava .....	6
2.2.2.	Fotonaponski paneli .....	7
2.2.3.	DC razvod fotonaponskih panela .....	9
2.2.4.	Zaštita fotonaponskog sustava i mrežnih invertera .....	9
2.2.5.	Mrežni inverter (izmjenjivač) .....	10
2.3.	Niskonaponski kabeli i mjerno-priključna oprema .....	12
2.4.	Priključenje FNE Orahovica 1 na elektroenergetsku mrežu HEP-a .....	12
3.	MODELIRANJE MREŽE I TOKOVI SNAGA .....	18
3.1.	Modeliranje mreže .....	18
3.2.	Tokovi snaga .....	25
3.3.	Rezultati simulacije tokova snaga .....	27
4.	ZAŠTITA FNE ORAHOVICA 1 .....	30
4.1.	Zahtjevi zaštite .....	30
4.2.	Podešenje nadstrujne zaštite .....	34
4.2.1.	Pregled ugrađenih uređaja zaštite .....	34
4.2.2.	Podešenje nadstrujne zaštite u TS 35/10kV Orahovica .....	35
4.2.3.	Podešenje nadstrujne zaštite u TS Čačinci .....	37
4.2.4.	Podešenje nadstrujne zaštite transformatora u rasklopištu 10(20)/0.4kV Orahovica 1 .....	38
4.2.5.	Podešenje nadstrujne zaštite na prekidaču za odvajanje .....	40
4.2.6.	Podešenje nadstrujne zaštite invertera .....	41
4.3.	Kratki spoj .....	43
4.4.	Rezultati simulacije kratkih spojeva .....	47
5.	ZAKLJUČAK .....	61
	LITERATURA .....	62
	SAŽETAK .....	63
	ABSTRACT .....	64
	PRILOZI .....	66

## SAŽETAK

**NASLOV:** KOORDINACIJA ZAŠTITE FOTONAPONSKE ELEKTRANE SNAGE 500kW  
NA MREŽU HEP-a

U diplomskom radu napravljen je model stvarne mreže u programskom alatu „Easy Power“ (verzija 9.6), te je koordinirana zaštita i simuliran rad fotonaponske elektrane 500kW koja radi paralelno s postojećom mrežom HEP-a. Navedena je konfiguracija fotonaponske elektrane, te uvjeti priključenja fotonaponske elektrane Orahovica 1 na distributivnu mrežu HEP-a. Izvršeni su tokovi snaga za minimalno i maksimalno opterećenje i provjerena postotna odstupanja napona od nazivne vrijednosti za navedene slučajeve. Opisani su zahtjevi zaštite i podešenje nadstrujne zaštite u fotonaponskoj elektrani i pripadnoj distributivnoj mreži. Također su opisani kratki spojevi, te je izvršena simulacija trofaznih kratkih spojeva na različitim mjestima u mreži. Na kraju je grafičkim prikazom iznosa kratkih spojeva na strujno - vremenskim karakteristikama na raznim mjestima u mreži (sabitricama) provjereno jesu li zadovoljeni osnovni zahtjevi postavljeni pred parametriranu zaštitu.

**KLJUČNE RIJEČI:** fotonaponska elektrana, distributivna mreža, koordinacija zaštite, tokovi snaga, nadstrujna zaštita, kratki spojevi, strujno-vremenske karakteristike.

## **ABSTRACT**

**TITLE:** COORDINATION OF PROTECTION 500 kW PHOTOVOLTAIC POWER PLANT ON THE HEP'S NETWORK

In this paper, a model of the real distribution network was made in the "Easy Power" program (version 9.6), coordination of protection and operations of the 500 kW photovoltaic power plant were simulated with the existing HEP's distribution network, which work parallel. The configuration of the photovoltaic power plant is listed as well as the condition of connecting the photovoltaic power plant Orahovica 1 to the HEP's distribution network. The load flows for minimum and maximum were completed and percentage voltage deviation from the nominal values for the above mentioned cases were tested. The requirements of protection, overcurrent protection setting in the photovoltaic power plant and an associated distribution network were described in the paper. Further, short circuits were described and simulations of three-phase short circuits of the different places in the network were also performed. At the end, graphically is shown the amount of short circuits on the time- current curves at various points in the network(buses) and the compliance with the basic requirements set in the parameters set before the protection is verified.

**KEY WORDS:** photovoltaic power plant, distributive network, coordination of the protection, load flows, overcurrent protection, short circuits, time-current curves.