



# Atmosferski prenaponi

Potencijalni uzročnik kvarova i prekida isporuke električne energije iz OIE u prijenosnu mrežu

Filip Mlinarić

Mentori: Ivo Uglešić, Božidar Filipović-Grčić

Fakultet elektrotehnike i računarstva

Zavod za visoki napon i energetiku

# Sadržaj

- Uvod - OIE u Hrvatskoj; Atmosferska pražnjenja
- Utjecaj atmosferskih prenapona na prijenosnu mrežu
- Zaštita od prenapona
- Sustav za lociranje atmosferskih pražnjenja (SLAP)
- Programski alat EMTP-RV
- Prikaz modela i simulacija
- Komentar rezultata



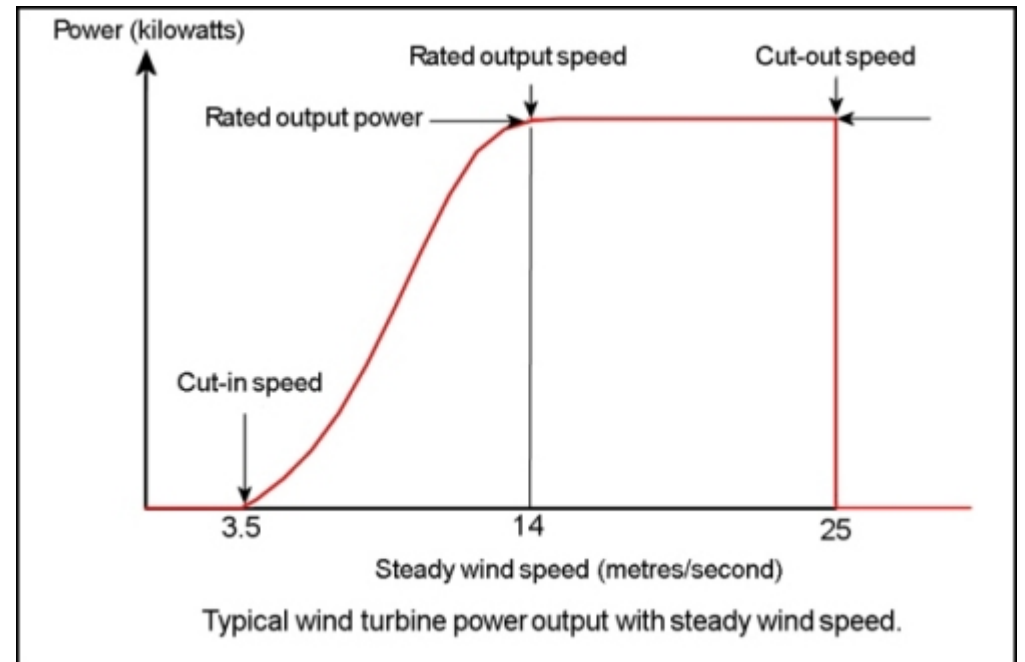
# Uvod – OIE u Hrvatskoj



- U Hrvatskoj su zastupljene:
  - **Vjetroelektrane** – 576 MW instalirane snage u RH (od ukupno ~ 5403 MW instalirane snage u svim elektranama)
  - Do 2028. plan priključiti ukupno 2193 MW vjetroelektrana
  - Solarne elektrane – postaju sve popularnije nakon popunjenja prostornog kapaciteta predviđenog za VE

# Uvod – Integracije VE u EES

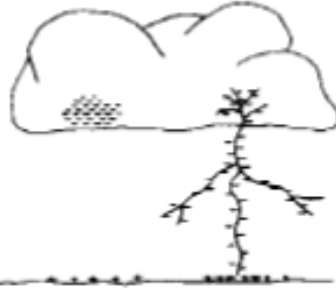
- VE snaga manjih od 10 MW → distribucijska mreža 10 kV, 20 kV i 35 kV
- VE snaga većih od 10 MW → prijenosna mreža 110 kV, 220 kV i 400 kV
- Problemi za EES:
  - VE imaju prioritet nad ostalim elektranama
  - Problem regulacije tokova snaga i priključenja na prijenosnu mrežu
  - Ispadi priključnih prijenosnih vodova ili kvarovi unutar vjetroelektrane
  - Raspoloživost VE i sigurnost opskrbe
  - **Opasnost od kvarova nastalih atmosferskim pražnjenjima** (direktna/indirektna)
  - Varijabilnost rada VE (pojava vjetra) – predviđanje brzine vjetra → koliko energije može dati tijekom dana?



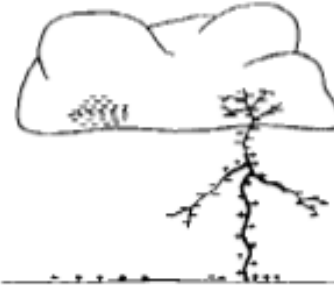
# Uvod – atmosferska pražnjenja



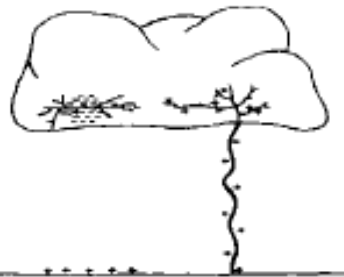
a) Početna faza



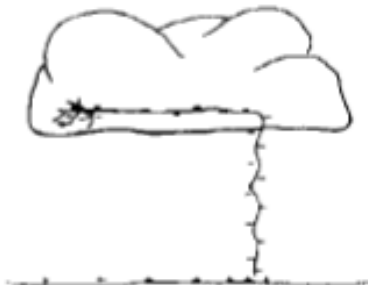
b) Grananje predvodnika



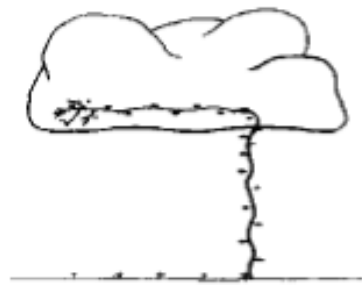
c) Prvi udar



d) Pražnjenje prvog udara



e) Uzastopni udar



f) Pražnjenje uzastopnog udara

**Nastanak atmosferskog pražnjenja**

# Uvod – atmosferska pražnjenja

- Vrste udara: silazni (OZ), uzlazni (ZO) te između oblaka (OO)
- Pozitivni i negativni → **Najčešći udar: Negativni silazni udar**



Silazni udar



Udar između oblaka

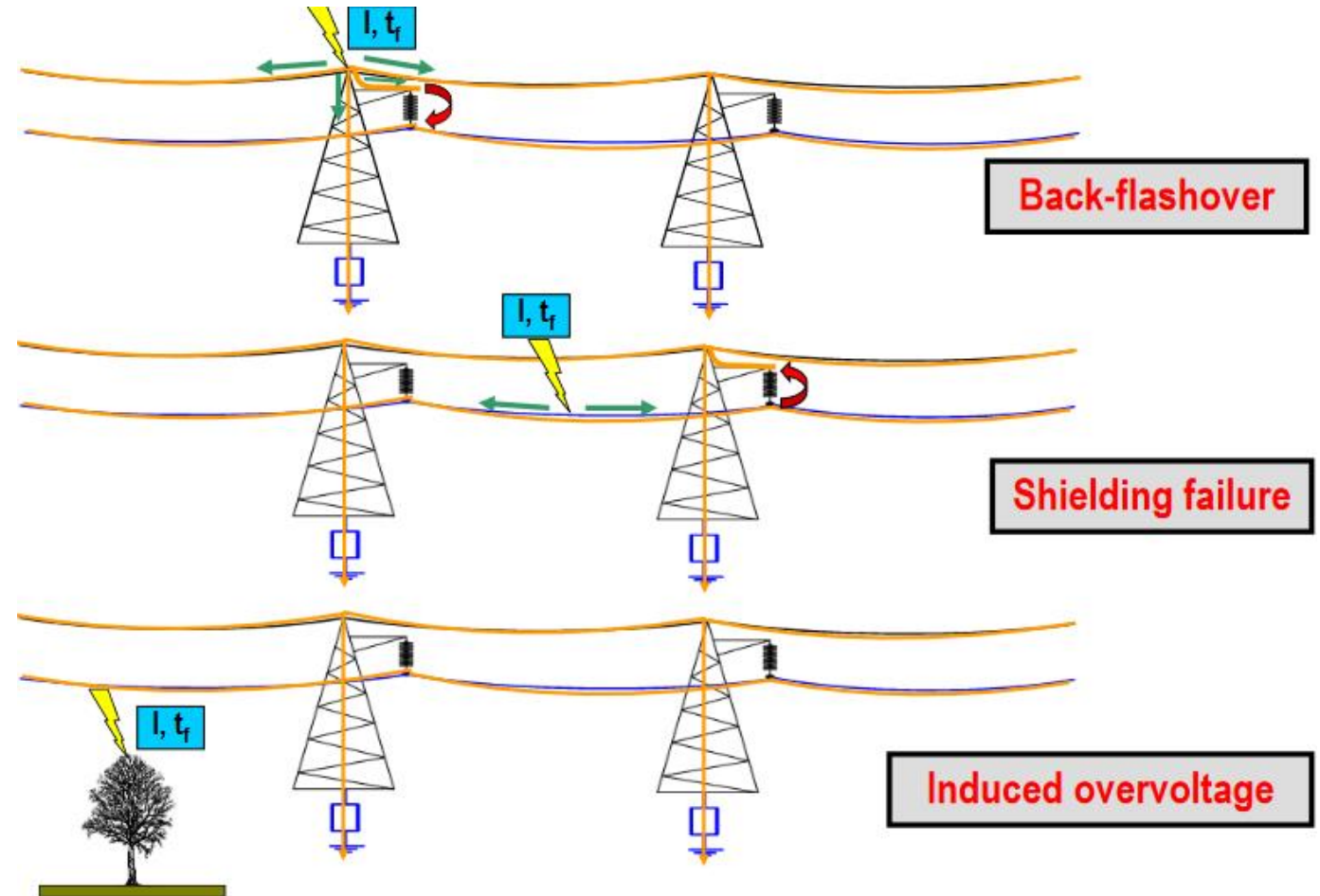
# Uzlazni udar



# Utjecaj atmosferskih pražnjenja na prijenosnu mrežu

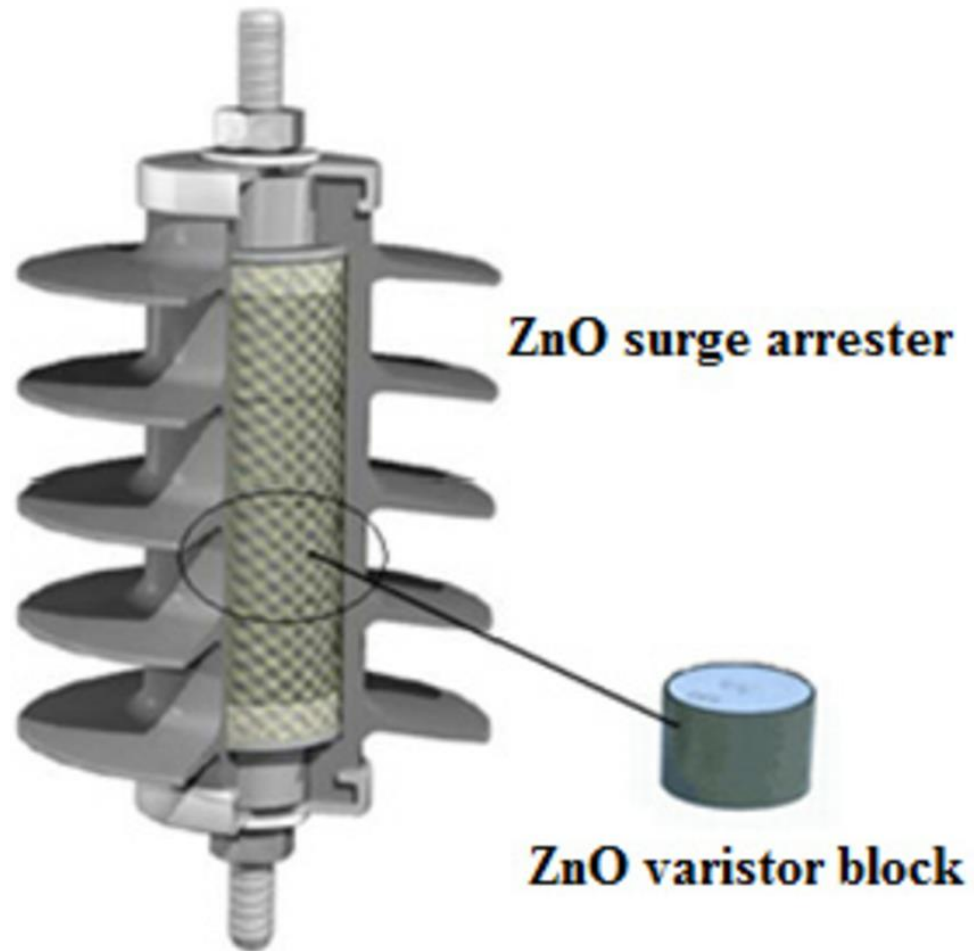


- Udar u zaštitnu užad ili fazni vodič
  - Nastanak prenaponskog putnog vala koji se širi u oba smjera → naprezanja izolacije
- Inducirani prenaponi: udar u blizini dalekovoda ili postrojenja
- U slučaju VE najgori direktni udar (pucanje lopatica VE i požar)





# Zaštita od prenapona



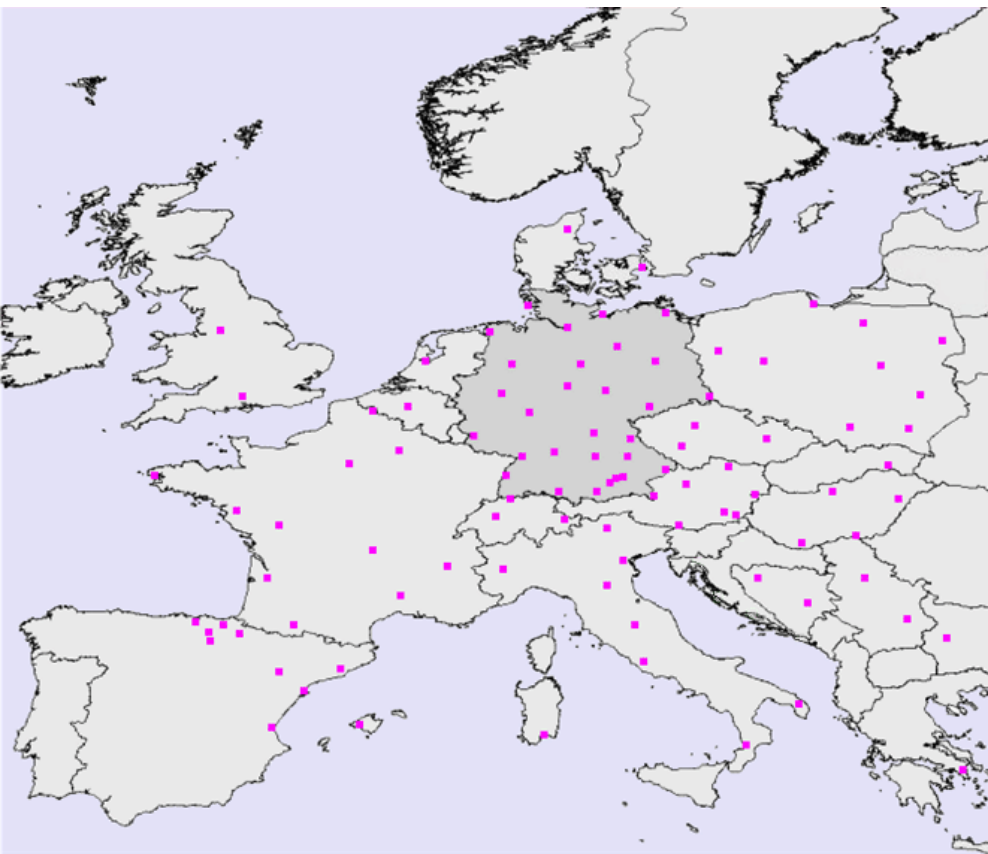
ZnO odvodnik prenapona



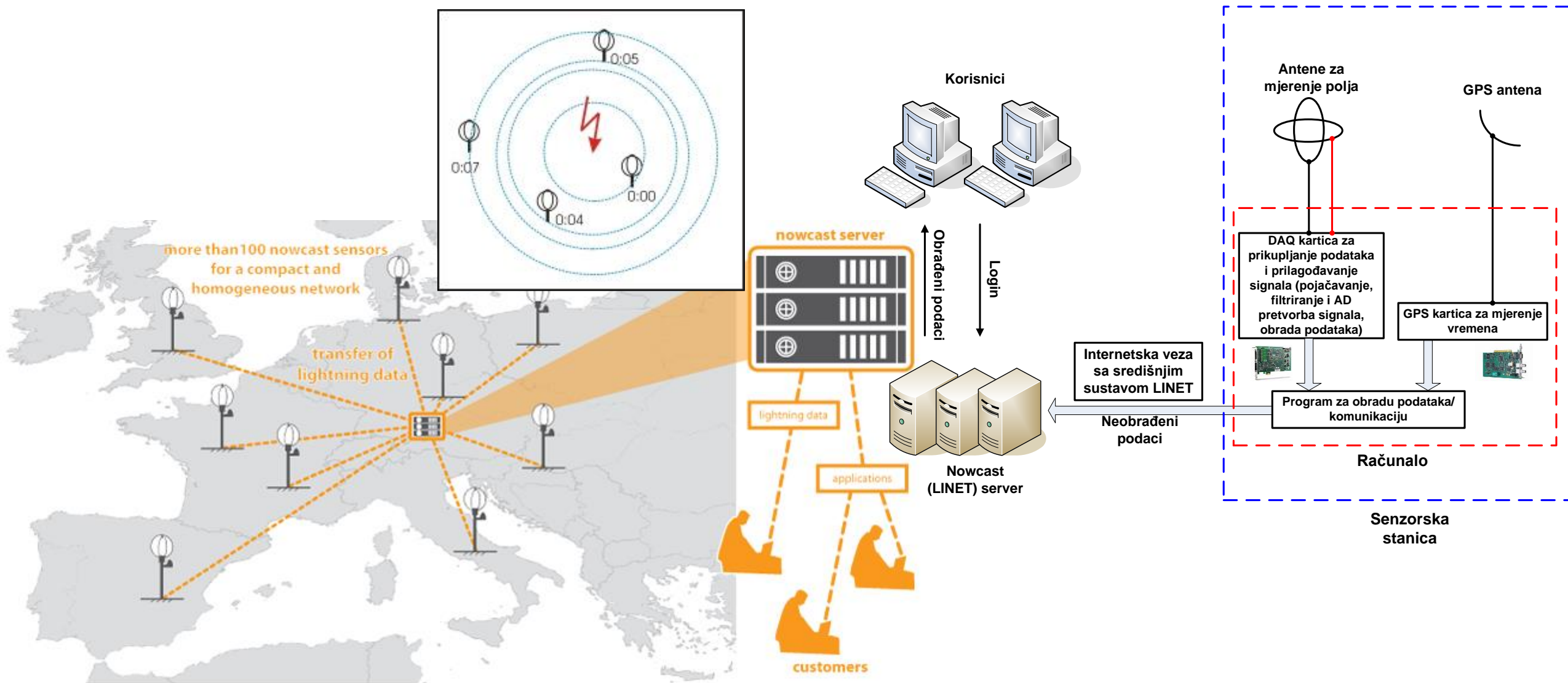
Odvodnici prenapona na dalekovodnom stupu

# Sustav za lociranje atmosferskih pražnjenja (SLAP)

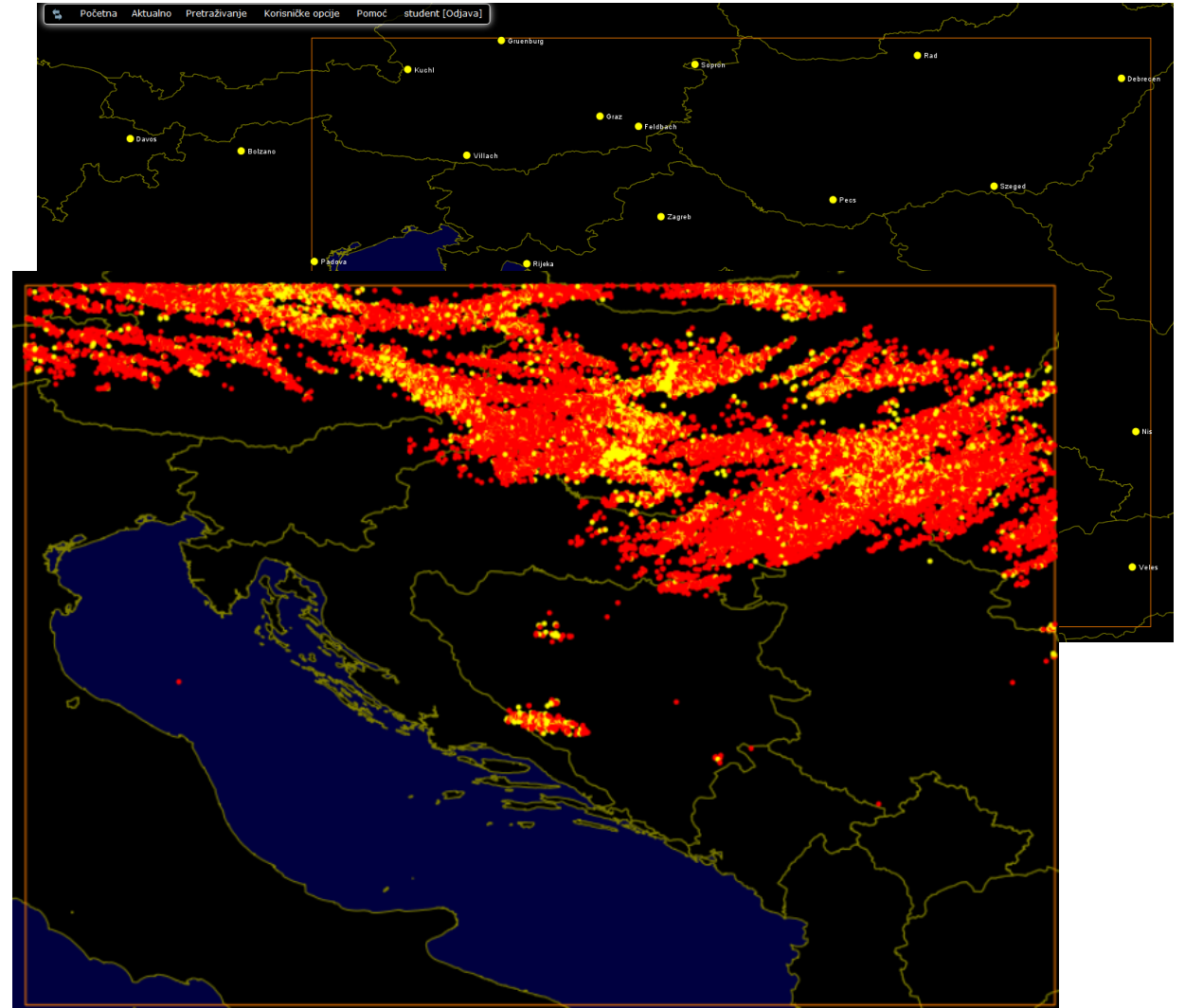
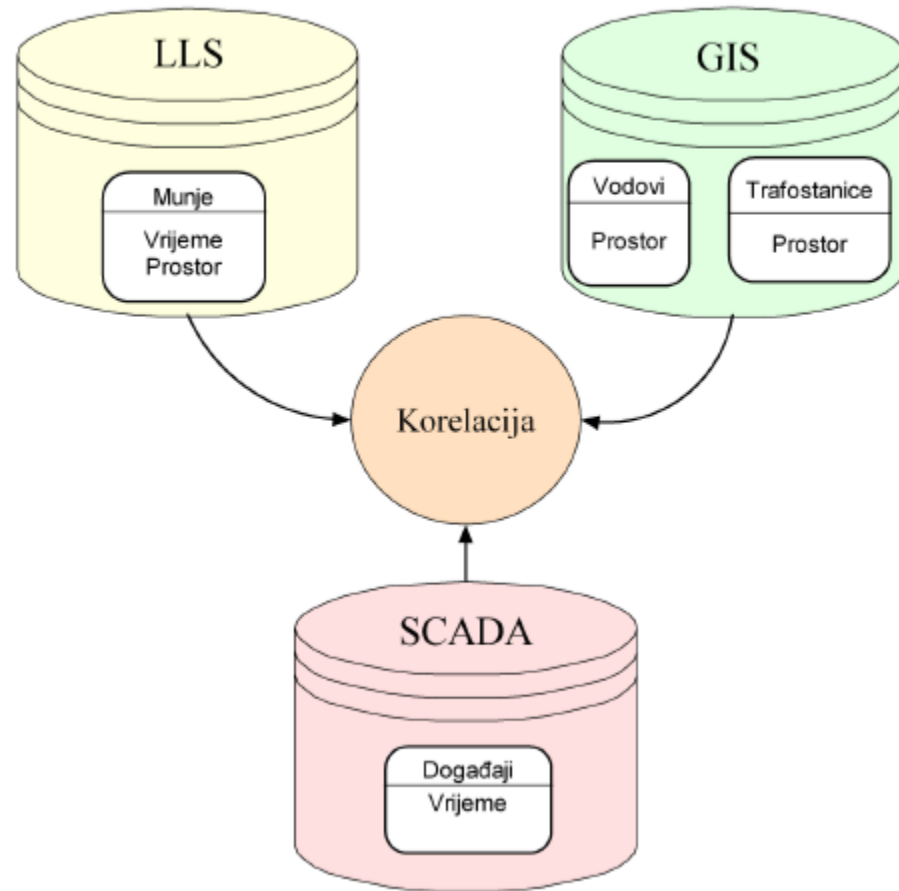
- Senzorska mreža LINET



# Sustav za lociranje atmosferskih pražnjenja (SLAP)



# Sustav za lociranje atmosferskih pražnjenja (SLAP)



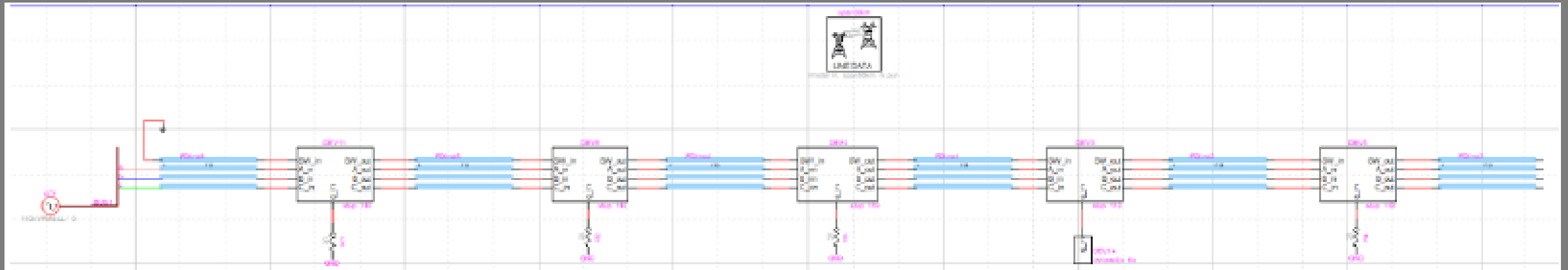


# Modeliranje problema – EMTP-RV



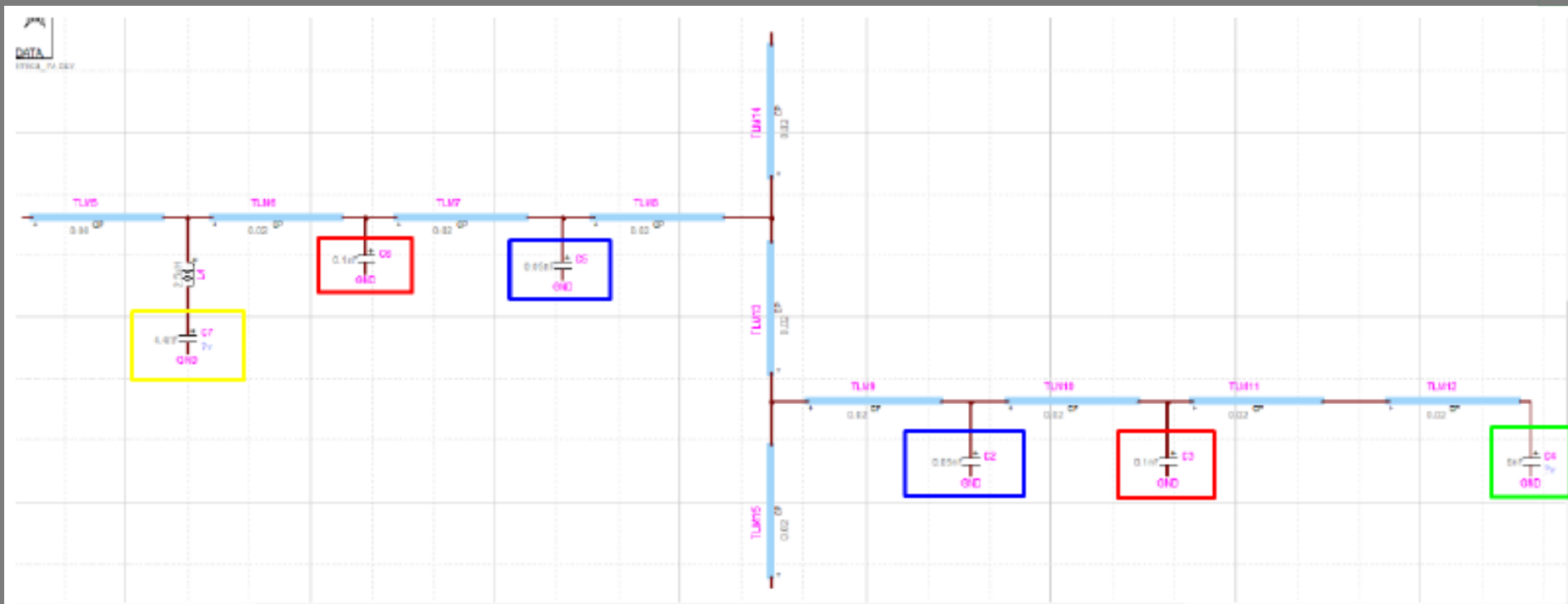
- Modeliranje elemenata 110 kV mreže
  - Potrebno poznavati tehničke karakteristike dalekovodnih stupova, dalekovodne užadi, transformatora, mjerne opreme (SMT, NMT), ...
  
- Dva slučaja analize:
  - Postrojenje štićeno odvodnicima prenapona na ulazu u postrojenje i ispred energetskog transformatora
  - Postrojenje nije štićeno od prenapona

# Modeliranje problema – EMTP-RV



Model dolaznog dalekovoda

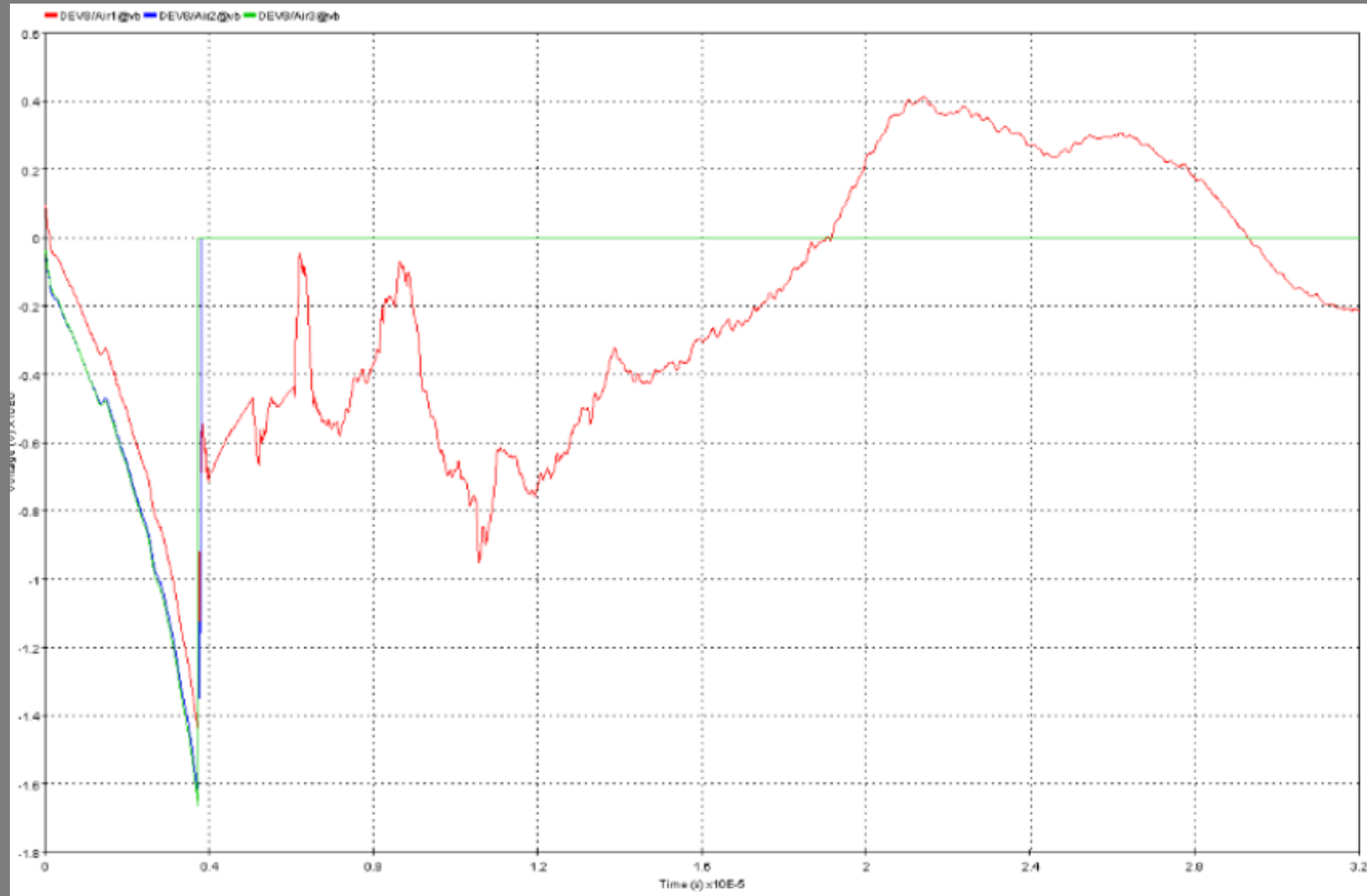
# Modeliranje problema – EMTP-RV



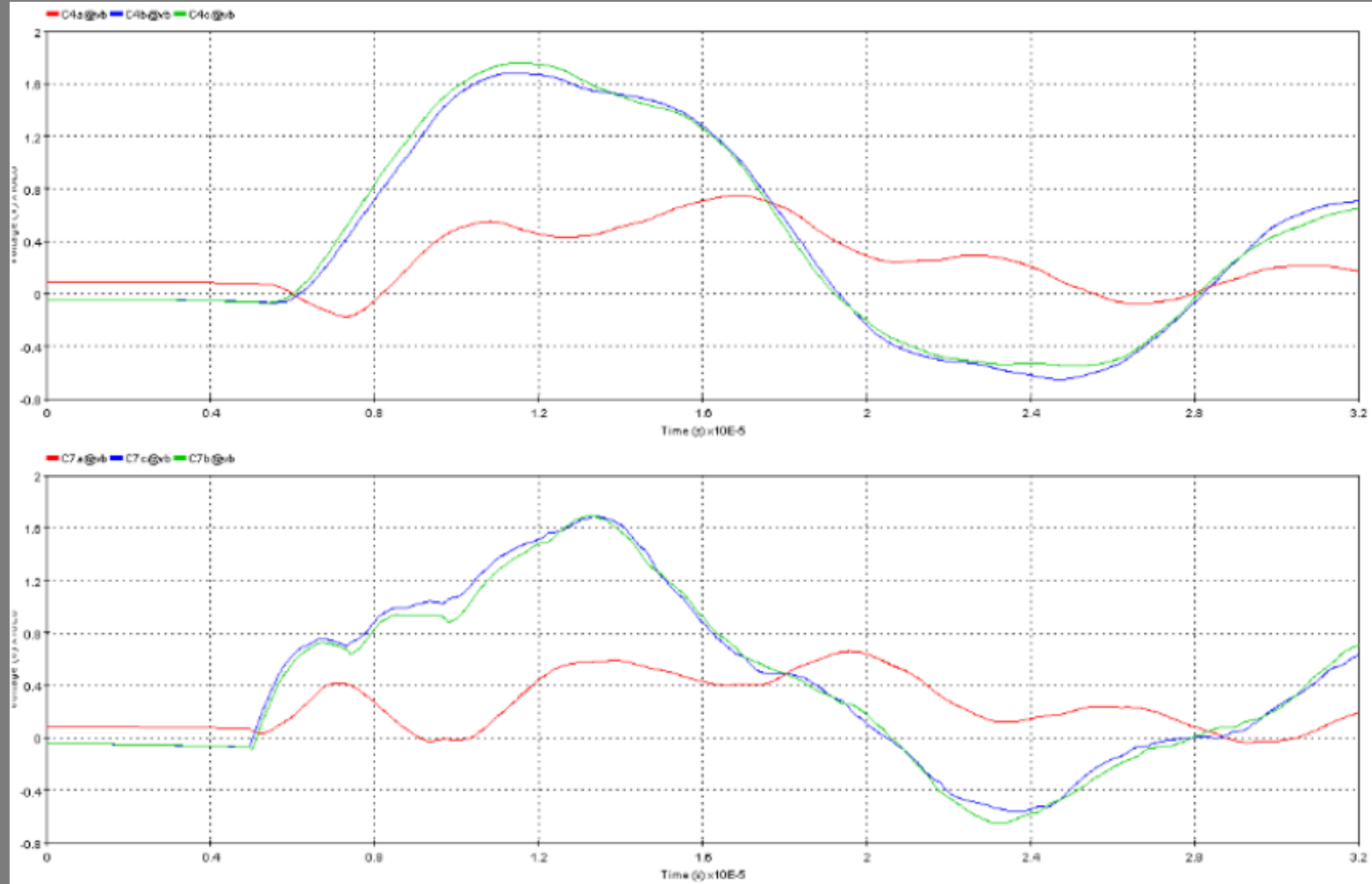
Model dolaznog spojnog polja



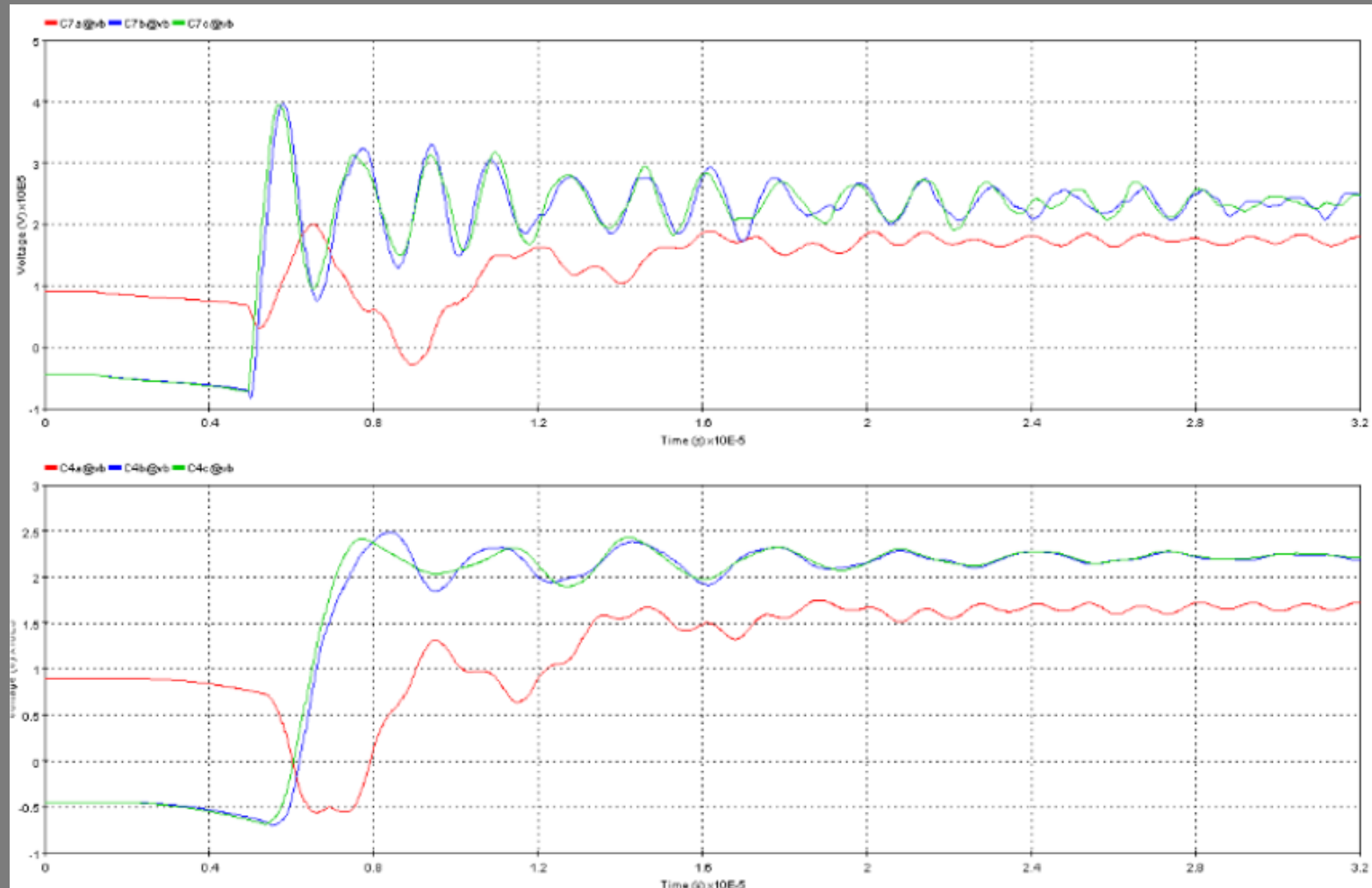
# Rezultati simulacije – preskoci na pogodnom stupu



# Rezultati simulacije – prenaponi preneseni u nezaštićeno postrojenje



# Rezultati simulacije – prenaponi preneseni u zaštićeno postrojenje





Hvala na pažnji!

Filip Mlinarić

Diplomski studij

Elektroenergetika (EIT)

Zavod za visoki napon i energetiku, FER, Zagreb

Filip.mlinaric@fer.hr