

Obrada podataka o NN distribucijskim mrežama prikazanim u geoinformacijskim sustavima

Tomislav Antić

Zavod za visoki napon i energetiku

Fakultet elektrotehnike i računarstva

Sveučilište u Zagrebu

Ovaj rad su sufinancirali Hrvatska zaklada za znanost i HEP
Operator distribucijskog sustava d.o.o. projektom IMAGINE –
Inovativni modeli i laboratorijski testirana rješenja za sljedeću
generaciju distribucijskih mreža (PAR-2018)

Sadržaj

- Uvod
- GIS podaci – NN mreže
- Greške u GIS podacima
- Uređivanje GIS podataka
- GIS podaci u proračunu tokova snaga
- Vizualizacija rezultata

Uvod

- Distribucijske mreže karakterizira niska osmotrivost
- Podaci o topologiji i karakteristikama mreža su nepoznati
- U prošlosti, distribucijske mreže prikazane su na kartografskim rasterskim podlogama
- Digitalizacija → AutoCAD crteži distribucijskih mreža
 - Otežano korištenje u daljnjim proračunima i analizama
- Situacija se poboljšava korištenjem aplikacija baziranim na geoinformacijskom sustavu (GIS)
- Unatoč napretku, određeni problemi i dalje postoje
- Neiskoristivost GIS podataka u inicijalnom obliku
- **Uklanjanje detektiranih grešaka i uređivanje GIS podataka**

GIS podaci – NN mreže

- Podaci o NN distribucijskim mrežama u *geojson* formatu
- Prostorni i tehnički atributi
- Elementi NN distribucijskih mreža:
 - SN/NN transformatorska stanica
 - NN spojnica
 - NN kabelačka glava
 - NN ormarić
 - Priključak
- NN dionica → linijski objekt

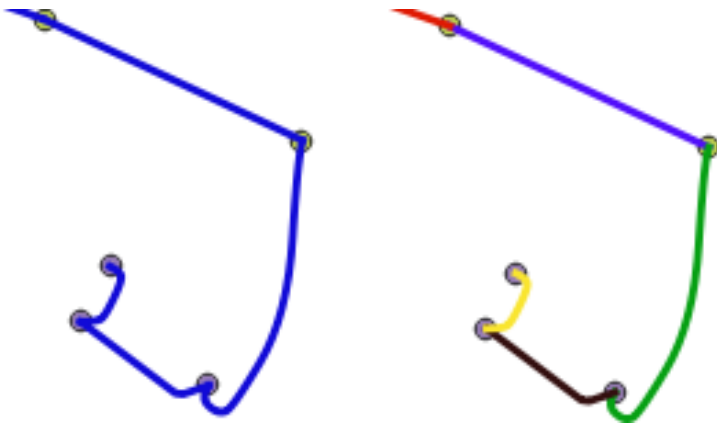
Točkasti objekti

Greške u GIS podacima

- GIS podaci o distribucijskim mrežama nisu uvijek iskoristivi u inicijalnom obliku
- Prije korištenja u daljnjim analizama potrebno je urediti podatke
- Prvi korak je detekcija grešaka:
 - Neprekinutost linijskih objekata
 - Nepovezanost elemenata
 - Nepoznata početna i/ili krajnja točka linijskih objekata
 - Redundantnost elemenata
 - Nepoznati podaci o tehničkim atributima elemenata sustava
- Sve greške moguće je ukloniti ručno ili automatiziranom skriptom
- Izrada skripte koja se temelji na geoprostornim upitima koristeći programski jezik *Python*, *SQL* i *postgis* ekstenziju te program *QGIS*

Neprekinutost linijskih objekata

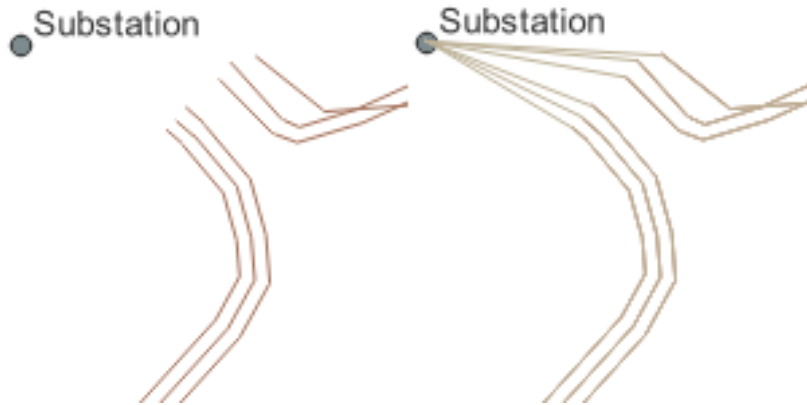
- Na određenim NN dionicama nalaze se točkasti objekti koji ne dijele dionicu na segmente
- Točkasti objekti nisu topološki povezani s linijskima, nalaze se “u zraku”
- Podjela NN dionice na segmente uz zadržavanje atributa i podjelu duljine sukladno duljinama segmenta



Slika 1. Podjela linije na segmente

Nepovezanost elemenata

- Transformatorska stanica i NN ormarići nisu topološki povezani s NN dionicama
- NN dionice nemaju početnu ili krajnju točku
- Povezivanje točkastog objekta i NN dionice uz očuvanje atributa duljine



Slika 2. Povezivanje linijskih i točkastih objekata

Nepoznata početna i/ili krajnja točka linijskih objekata

- Većina NN dionica dijeli početnu i/ili konačnu koordinatu s nekim od točkastih objekata
- Nekim NN dionicama nije moguće odrediti početnu i/ili krajnju točku, čak i nakon prethodno spomenutih geoprostornih operacija
- Za takve NN dionice kreira se točkasti objekt nazvan “virtualno čvorište”, točkasti objekt definiran samo koordinatom

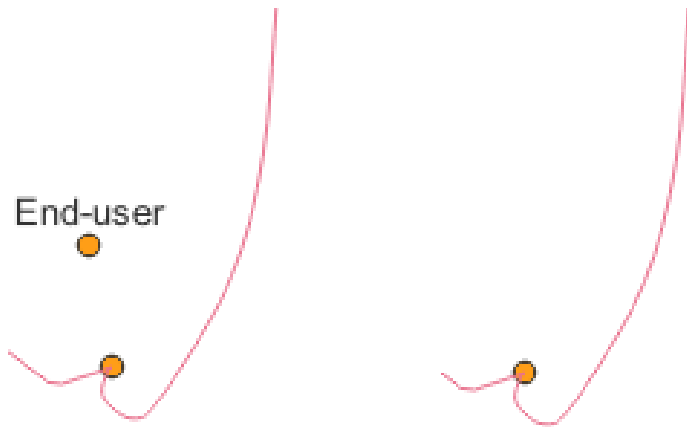


Slika 3. Stvaranje virtualnog čvorišta

Redundantnost elemenata

- Određeni točkasti elementi ne mogu se topološki povezati s NN dionicama
- Takvi točkasti objekti stvaraju probleme u tehničkim analizama i proračunima distribucijskih mreža
- Uklanjanje točkastih objekata kojima nije moguće odrediti pripadajuću NN dionicu

9



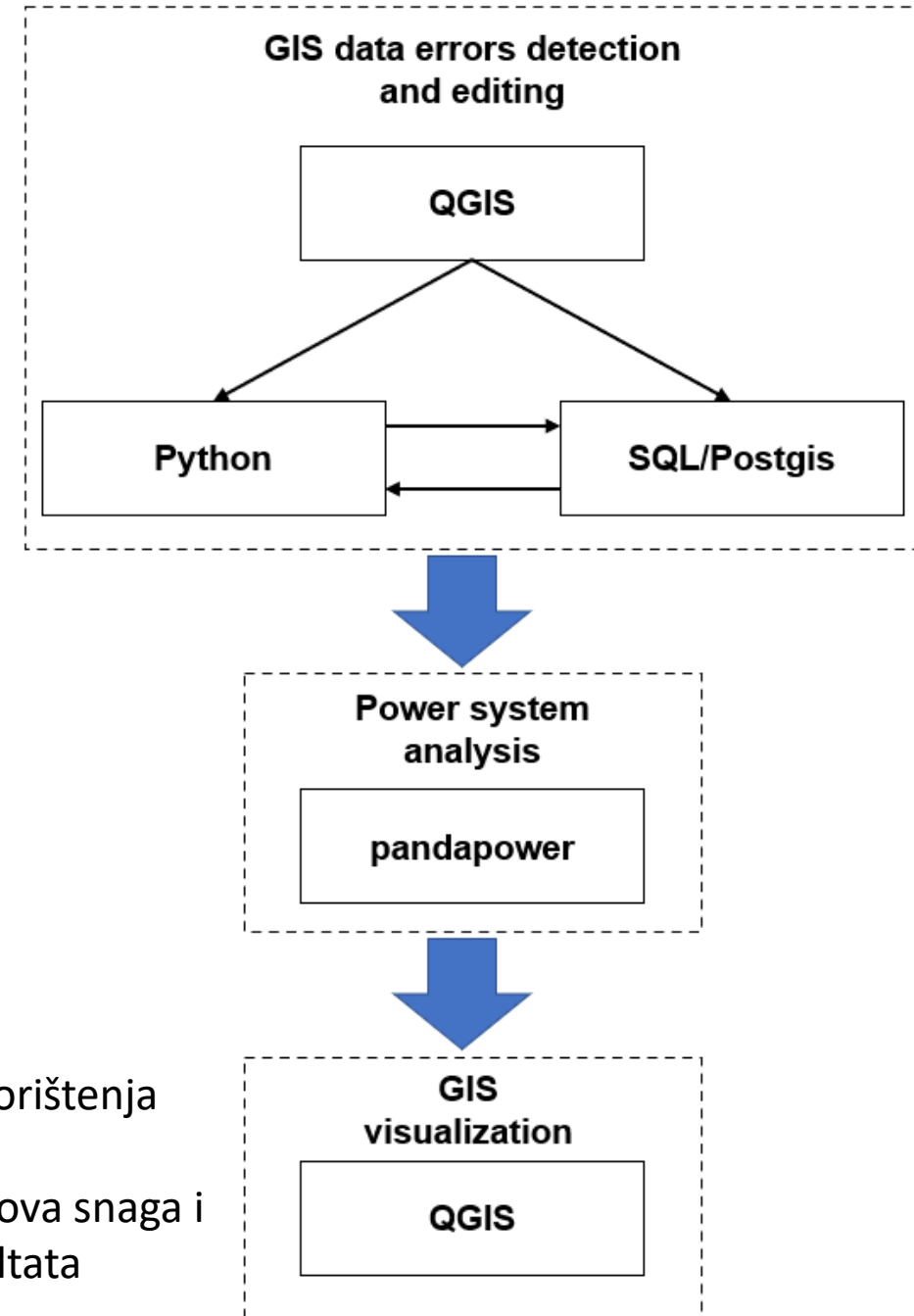
Slika 4. Uklanjanje redundantnih objekata

Nepoznati podaci o tehničkim atributima elemenata sustava

- Određenim elementima nedostaju tehnički atributi potrebni za proračune distribucijskih mreža
- Najčešće je riječ o NN dionicama kojima nedostaje atribut tipa voda/kabela
- Nepoznati podaci o R, X, nazivnoj struji, itd.
- Pretragom u bazi određuje se najčešći tip voda/kabela
- Razlikovanje magistralnih vodova/kabela i vodova/kabela koji od stupa ili NN ormarića idu do krajnjih korisnika
- Pridjeljivanje tipskih vrijednosti nepoznatim atributima

GIS podaci u proračunu tokova snaga

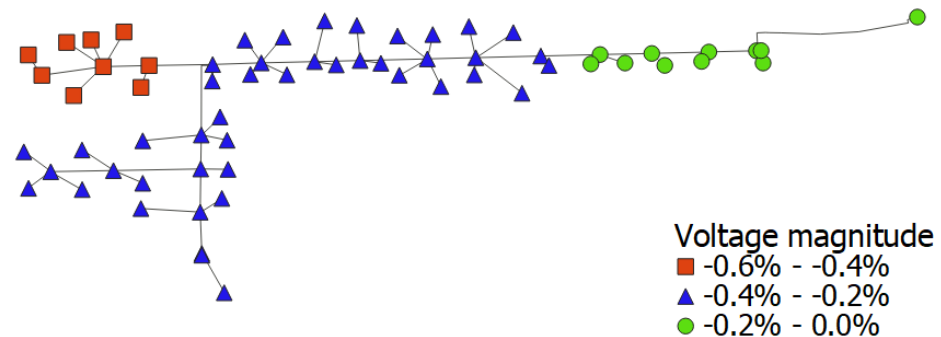
- Nakon provođenja svih geoprostornih operacija, GIS podaci se mogu koristiti u daljnjim analizama
- Automatizirani proces iz GIS podataka kreira distribucijsku mrežu u *Python* biblioteci *pandapower*
- Koristeći podatke o potrošnji, definiraju se opterećenja krajnjih korisnika
- Proračun (harmoničkih) tokova snaga i vizualizacija rezultata



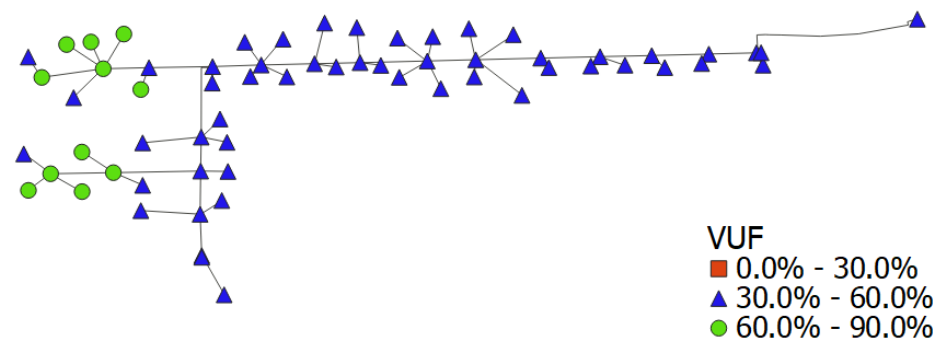
Slika 5. Proces korištenja GIS podataka u proračunu tokova snaga i vizualizaciji rezultata

Vizualizacija rezultata

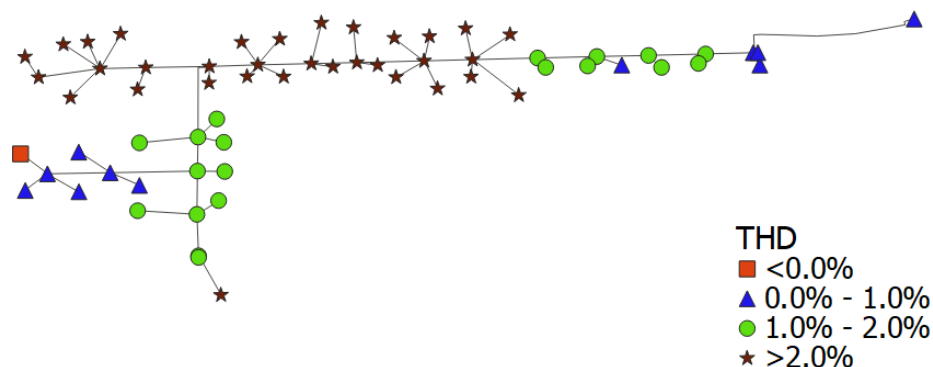
- Utjecaj pandemije koronavirusa na parametre kvalitete električne energije
 - Napon osnovnog harmonika
 - Naponska nesimetrija
 - THD
- Promjena iznos pokazatelja kvalitete električne energije tijekom lockdowna



Slika 6. Promjena iznosa napona



Slika 7. Promjena iznosa naponske nesimetrije



Slika 8. Promjena iznosa THD-a

Zaključak

- Važnost digitalizacije u planiranju i vođenju distribucijskih mreža
- Povećanje osmotrivosti distribucijskih mreža korištenjem geoinformacijskog sustava
- GIS podaci nisu uvijek iskoristivi u inicijalnom obliku → automatizirani pristup uređivanju podataka i uklanjanju grešaka
- Povezivanje GIS podataka s *pandapower* alatom → tehnička analiza distribucijskih mreža
- 13 ▪ Rezultate analize korištene mreže moguće je vizualizirati korištenjem GIS alata

Bibliografija

- T. Antić and T. Capuder, "An open source approach to distribution networks modeling, analyzing and visualizing: Impact of COVID-19 on power quality in Croatian low voltage networks", [Applied Energy \(recenzija\)](#)
- T. Antić, T. Capuder, "GIS visualization of COVID-19 impact on PQ indicators in distribution networks: A case study of Croatia", [13th International Conference on Applied Energy \(ICAE\) 2021, doi: 10.1016/energy-proceedings-9766](#)



Hvala na pozornosti

Ovaj rad su sufinancirali Hrvatska zaklada za znanost i HEP Operator distribucijskog sustava d.o.o. projektom IMAGINE – Inovativni modeli i laboratorijski testirana rješenja za sljedeću generaciju distribucijskih mreža (PAR-2018)