



## IMPLEMENTACIJA GEOGRAFSKOG INFORMACIONOG SISTEMA SA PODACIMA O ELEKTRODISTRIBUTIVNOJ MREŽI U DP NOVI SAD

### IMPLEMENTATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM WITH POWER DISTRIBUTION NETWORK DATA IN DP NOVI SAD

Dragan KAČAR, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija  
Dušan POPOVIĆ, Elektrodistribucija Srbije d.o.o. Beograd, Srbija  
Aleksandar BOŠKOVIĆ, Fakultet tehničkih nauka Univerziteta u Novom Sadu, Srbija

#### KRATAK SADRŽAJ

Prostorni prikaz elektrodistributivne mreže je neophodan za procese održavanja, upravljanja i planiranja mreže. Ovaj prikaz mreže predstavlja kombinaciju preciznog geografskog i manje preciznog šematizovanog prikaza. U Elektrodistribuciji Srbije je za ovu namenu postojalo više rešenja, pa je stoga bilo potrebno izgraditi sistem koji će omogućiti pristup ovom problemu na uniforman i jedinstven način.

U DP Novi Sad se od 2000. godine koristi DMS sistem za upravljanje distributivnom mrežom. U okviru ovog sistema realizovan je i geografski prikaz srednjenaponske mreže. Međutim, alati za unos geografskog prikaza su skromnih mogućnosti i nemaju funkcionalnost alata modernih GIS sistema. Pored toga, u DMS sistemu podataka o niskonaponskoj mreži nije ni bilo, već su ovi podaci unošeni putem AutoCAD aplikacije. Stoga je u DP Novi Sad za ovu namenu od 2018. godine započela implementacija UT for ArcGIS sistema kompanije VertiGIS.

U radu su predstavljena iskustva autora u implementaciji GIS sistema u DP Novi Sad, u uslovima nasleđenog sistema za ovu namenu, zanemarljivog broja terenskih ekipa za obuhvat podataka i malog broja raspoloživih lica za rad sa GIS sistemom.

**Ključne reči:** Geografski informacioni sistem, Pametna mreža

#### ABSTRACT

Spatial representation of the power distribution network is necessary for network maintenance, management and planning processes. This grid view is a combination of a precise geographic and a less accurate schematic view. There were several solutions in Elektrodistribucija Srbije for this purpose, so it was necessary to build a system that will enable access to this problem in a uniform and unique way.

The DP Novi Sad has been using the distribution management system (DMS) since 2000. Within this system, a geographical presentation of the medium voltage network was realized. However, geographic input tools have modest capabilities and lack the functionality of modern geographic information systems (GIS). In addition, there was no data on the low voltage network in the DMS system, but this data was entered via the AutoCAD application. Therefore, the implementation of the UT for ArcGIS system of VertiGIS has started in DP Novi Sad for this purpose in 2018.

The paper presents the authors' experiences in the implementation of GIS systems in DP Novi Sad, in the conditions of inherited system for this purpose, a minor number of field crews for data acquisition, and a small number of available persons to work with GIS system.

**Key words:** Geographic information system, Smart grid

## 1. UVOD

Savremena distribucija električne energije danas je podržana modernim geografskim informacionim sistemima. Postojeća specijalizovana GIS rešenja za elektrodistributivne mreže teže da zadovolje potrebe poslovnih procesa upravljanja, planiranja, investicija itd. Zbog toga su razvijeni specijalizovani GIS moduli za planiranje i upravljanje distributivnom mrežom.[5]

U DP Novi Sad 2018. godine započeto je uvođenje geografskog informacionog sistema (GIS) VertiGIS UT for ArcGIS. Do tada, za unos geografski referenciranih podataka, korišćen je isključivo distributivni menadžment sistem (DMS). I GIS i DMS sistem se oslanjaju na Oracle bazu podataka što je umnogome olakšalo razmenu podataka između ova dva sistema.

GIS server i baza podataka za DP Beograd, gde je uvođenje GIS sistema započelo još 2007. godine, se nalaze u data centru u Beogradu, dok se GIS serveri i baze podataka za GIS sistem visokog napona za područje čitave Elektrodistribucije Srbije, GIS sistem za DP Novi Sad, GIS sistem za DP Kraljevo i GIS server za pozadine (GIS Image Server) nalaze u data centru u Novom Sadu. Nad ovim sistemima rade odgovarajuće GIS desktop i web aplikacije. U DP Niš i DP Kragujevac implementirano je drugo rešenje GIS sistema GinisED.

## 2. ARHITEKTURA GIS SISTEMA

Geografski informacioni sistem podrazumeva prostorni informacioni sistem. Termin „geografski“ se ovde odnosi na prostor, a ne na geografiju kao struku. GIS sistem Elektrodistribucije Srbije je sistem za evidenciju i analizu prostornih podataka o elektrodistributivnoj mreži. Prostorni podaci oni podaci koji se mogu predstaviti na karti. GIS sistem je ključni izvor podataka o tome gde se šta nalazi.

Pri tome, GIS sistem nije skup tabela niti alfanumerička baza podataka sa koordinatama. Pored toga, GIS sistem ne pretenduje da predstavlja niti DMS, niti SCADA sistem. GIS sistem predstavlja ono što navedeni sistemi nisu – pouzdan izvor informacija o položaju u prostoru. GIS sistem se može posmatrati u vidu geografske karte sa dodatnim alfanumeričkim i drugim podacima o elektroenergetskim objektima i vodovima. U ovom sistemu karta predstavlja osnovno radno okruženje. U okviru GIS sistema moguće je:

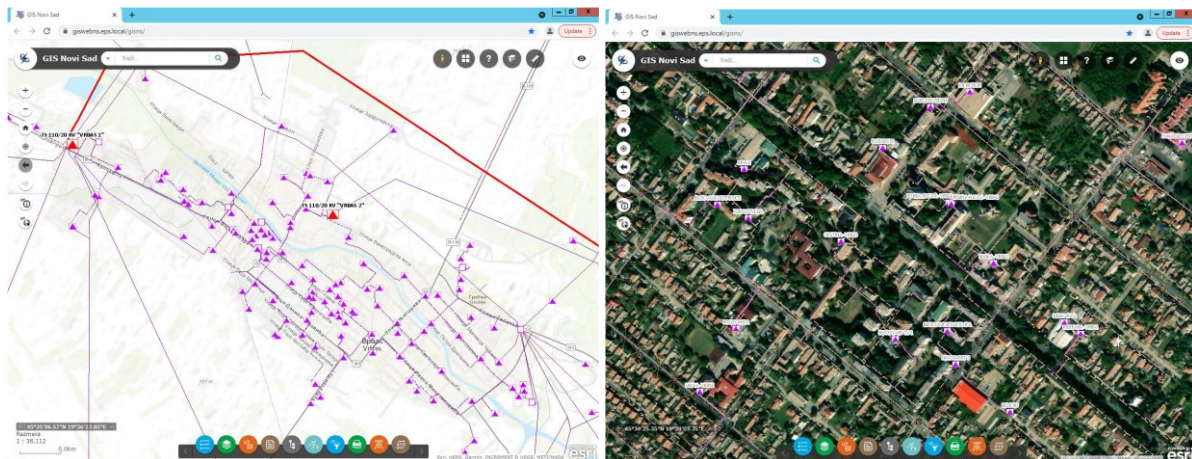
- dobiti geografski pregled objekata,
- prikazati alfanumeričke informacije o objektima,
- pretraživati objekte po određenim kriterijumima,
- vršiti merenja,
- pokretati prostorne i mrežne analize i
- generisati različite izveštaje.

U VN GIS sistemu nalaze se podaci o elektrodistributivnoj mreži na konzumnom području Elektrodistribucije Srbije. Ovi podaci obuhvataju geografski prikaz i odgovarajuće alfanumeričke podatke napojnih elektroenergetskih objekata i vodova naponskog nivoa 110 kV, 35 kV, kao i onih vodova 20 kV koji povezuju napojna 20 kV razvodna postrojenja.

U GIS sistemu DP Novi Sad nalaze se podaci o elektrodistributivnoj mreži na konzumnom području DP Novi Sad. Ovi podaci obuhvataju geografski prikaz i odgovarajuće alfanumeričke podatke napojnih i distributivnih elektroenergetskih objekata i vodova naponskog nivoa 110 kV, 35 kV, 20 kV i 10 kV, kao i jedan deo 0,4 kV vodova sve do kućnih priključaka.

## 3. KORIŠĆENJE GIS SISTEMA

Početni prikaz u GIS sistemu je celokupno konzumno područje sa odgovarajućom elektrodistributivnom mrežom. Na ovom prikazu moguće je dobiti informacije o svim prikazanim elektroenergetskim objektima i vodovima. Sadržaj prikaza zavisi od razmere prikazane karte, odnosno od uvećanja prikaza. Na početnom prikazu vidljiva je visokonaponska mreža, zatim se uvećanjem prikazuje srednjenaponska mreža, a daljim uvećanjem se stiže do niskonaponske mreže. Pri tome se pozadina može menjati po želji: od OpenStreetMap podloga do satelitskih snimaka.



Slika 1 – Geografski prikaz elektrodistributive mreže na karti i satelitskom snimku

Cilj korišćenja GIS sistema je da pruži odgovore o tome:

- Gde se određeni objekta nalazi?
- Šta se nalazi na određenom prostoru?
- Koliko određenih objekata ima na određenom prostoru?
- Sa čime je određeni objekat povezan?

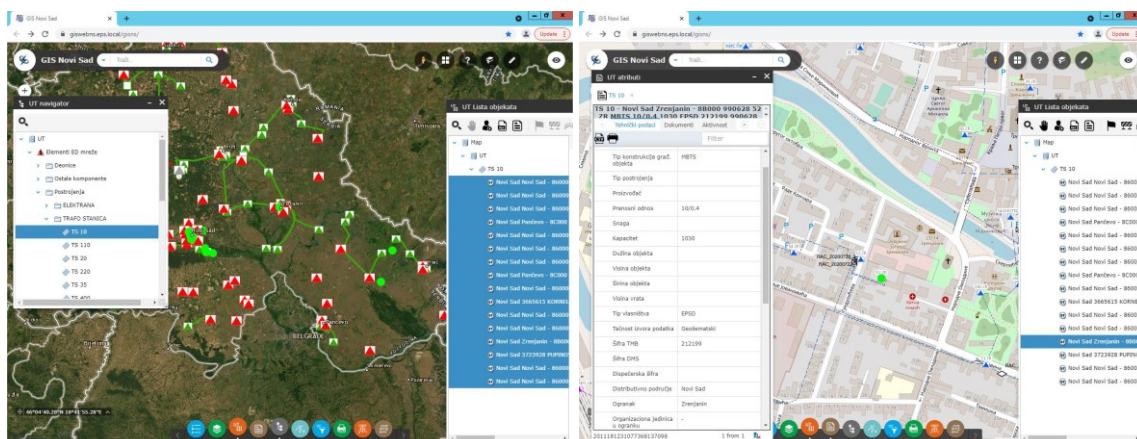
Pored toga GIS sistem treba da pruži rezultate:

- merenja i
- prostornih analiza.

Za svaki objekat GIS sistem treba da pruži:

- geografsku lokaciju,
- alfanumeričke podatke o njemu,
- odgovarajuće dokumente o objektu i
- veze sa drugim objektima.

Geografska lokacija objekta se prikazuje prikazom na odgovarajućoj podlozi, a alfanumerički podaci o objektu se pružaju u vidu info-panela u okviru korisničkog interfejsa. Dodatni dokumenti koji se čuvaju uz objekat mogu biti: slike, tehnički crteži, jednopolne šeme, projekti, itd. Takođe, za izabrani objekat moguće je dobiti podatke o povezanim objektima, moguće ih je izvesti u Excel, gde se svaki tip objekta prikazuje u posebnoj listi. Pored električne povezanosti, u GIS sistemu moguće je naći i objekte u fizičkoj blizini izabranog objekta. Takođe, moguće je praviti i složenije upite: po tipu objekta, vlasništva nad objektom, kao i ostalih atributa. Dobijene objekte, koji zadovoljavaju kriterijume, moguće je prikazati na karti i izvesti njihov spisak u Excel-u.

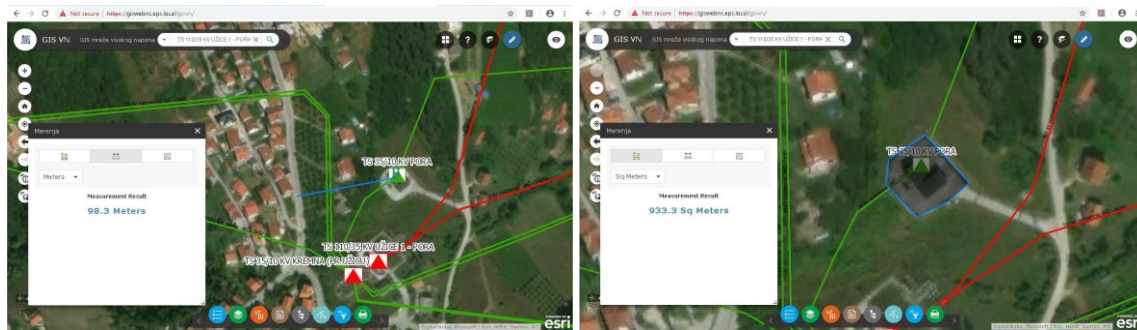


Slika 2 – Prikaz rezultata upita nad elektrodistributivom mrežom na satelitskom snimku i karti

U okviru GIS sistema na kartama je moguće meriti kako dužine, odnosno rastojanja, tako i površine npr. parcela. Još značajnija je mogućnost prostornih analiza. Na primer. Moguće je naći koji se objekti nalaze u pojasu zadate širine od srednjenaponskog voda, gde su mesta ukrštanja vodova i saobraćajnica ili kroz koje katastarske parcele prolazi određeni podzemni vod između dva elektroenergetska objekta. Drugi primer je planiranje izmeštanja srednjenaponskog voda, gde se radovi obavljaju u pojasu 20 m u odnosu na postojeću trasu. Tada GIS sistem



treba da nam pruži odgovore na sledeća pitanja: Kroz koje katastarske parcele prolazi vod? Kolika je površina parcela u pojasu radova? Koja je procenjena vrednost štete na oštećenim usevima?



Slika 3 – Merenje dužine i površine u okviru GIS sistema

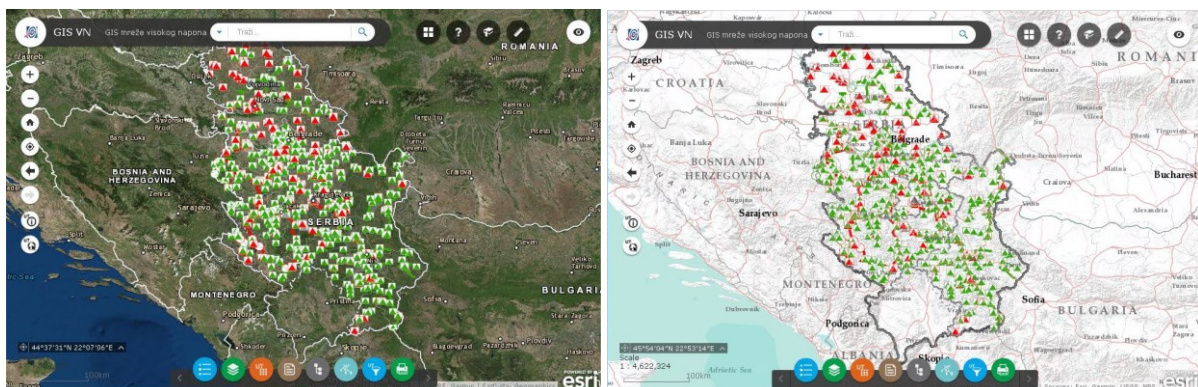
Pored navedenih analiza, u elektrodistributivnoj mreži su moguće mrežne analiza za optimizaciju rada elektrodistributivne mreže, kao i „what if“ analize topologije elektrodistributivne mreže (otvaranje ili zatvaranje prekidača, premošćavanje strujnog mosta i sl.).

#### 4. ORGANIZACIJA GIS PRIKAZA

U GIS sistemu DP Novi Sad u slojevima elektrodistributivne mreže postrojenja su uneta kao tačkasti objekti (trafostanice, razvodna postrojenja, elektrane), deonice vodova su unesene kao linijski objekti (visokonaponski, srednjenaponski i niskonaponski vodovi), dok su ogranci uneseni kao površinski objekti.

Pozadinske slojeve čine javno dostupni satelitski snimci ArcGIS Online (Google, OSM, ...) koji imaju nisku rezoluciju i tačnost, ali su pogodni za orijentaciju; zatim ortofoto snimci (geometrijski korigovani aero-snimci u razmeri i državnom koordinatnom sistemu) visoke rezolucije (5, 10, 40 cm) koji omogućuju precizno merenje koordinata, dužina, površina; i skenirane karte (katastarski planovi i topografske karte nižih razmera).

U DP Novi Sad je postavljen u sklopu GIS sistema i Image Server. Ovo je poseban server za smeštaj pozadinskih datoteka (satelitskih snimaka, ortofoto snimaka, vojnih topografskih karti razmere 1:25.000 i skeniranih karti razmera 1:500, 1:1000 i 1:2.500). Ovaj server je za sada malog kapaciteta, prilagođen je test fazi i biće potrebno njegovo proširenje. Ovo proširenje neće predstavljati problem, jer je server realizovan na virtuelnoj infrastrukturi.



Slika 4 – Ilustracija korišćenja podloga u okviru GIS sistema

#### 5. MIGRACIJE PODATAKA U GIS DP NOVI SAD

Iz DMS sistema u GIS sistem migrirani su podaci o srednjenaponskoj distributivnoj mreži za čitavo konzumno područje DP Novi Sad. Za područje Pogona Vrbas migrirani su podaci iz AutoCAD datoteka u GIS sistem o niskonaponskoj distributivnoj mreži. Migrirani su podaci o sledećim objektima:

- Elektroenergetski objekti:
  - VN/SN 155
  - SN/NN 12.004

- Deonice vodova:
  - VN 788 km
  - SN 10 580 km
  - NN 902 km
- Stubovi:
  - SN i NN 19.884

Treba napomenuti da su u DMS sistem unošeni samo stubovi gde dolazi do grananja mreže, gde se menja tip provodnika ili gde se nalazi rastavna oprema.

Migrirani podaci većinom imaju geošematsku tačnost (tačnost „strane ulice“) jer im je poreklo iz DMS sistema. Podaci iz AutoCAD datoteka imaju geodetsku (tačnost od nekoliko cm). Postavlja se pitanje kolika je zaista tačnost podataka. Tačnost se dokazuje kontrolnim merenjima. Na primer, mreža crtana rukom na starim kartama iz Austro-Ugarskog premera digitalizovana je u AutoCAD-u. Odstupanja postaju vidljiva kada se kao podloga postave satelitski snimci (stubovi se pojavljuju na krovovima kuća, a deonice vodova po kućama i dvorištima). Ovakva mreža se može korigovati uz geodetski premer dronom, čime se dobijaju ortofoto snimci rezolucije 5 cm/piksel. Na osnovu kontrolnih tačaka tada je moguće pomeranje čitave mreže. Tada je nova korigovana nadzemna mreža dokazano tačna, dok tačnost podzemne mreže nije poznata. Ovim je dokazano da je korekcija nepravilnih mreža je moguća uz aerofotogrametrijski premer dronom i transformaciju mreže korišćenjem kontrolnih tačaka.

U DP Novi Sad predstoji migracija podataka iz AutoCAD datoteka u GIS sistem o niskonaponskoj distributivnoj mreži za područje Ogranka Novi Sad. Trenutno je u toku analiza podataka i priprema podataka za migraciju.

Deonice (km)			MRO	Stubovi	KP
NN	SN	VN			
4.800	1.900	220	15.000	58.000	85.000

Tabela 1 – Podaci o niskonaponskoj mreži u Ogranku Novi Sad

Problemi koji se javljaju pri konverziji iz AutoCAD datoteka su sledeći: u pojedinim datotekama javljaju se različite zone (6 i 7), mestimično se nailazi na proizvoljan koordinatni sistemi ili se koristi nepravilna razmera. Mestimično se u datotekama nailazi na nekorektnu topologiju: trafostanice nisu spojene, postoje prekidi između deonica ili su nepovezani kućni priključci. Potrebno je i usaglašavanje podataka usled odstupanja postojeće srednjenaponske mreže od realnih pozicija usled toga što su podaci iz DMS sistema grube tačnosti.

Pri migraciji prvo će se izvršiti usaglašavanje pozicija elektroenergetskih objekata već migriranih iz DMS sistema. Krajevi postojećih srednjenaponskih deonica će se time pomeriti na nove pozicije. Zatim će se migrirati niskonaponska mreža, koja je prethodno intervencijama nad AutoCAD datotekama postavljena na korektnu poziciju. Migracija će se vršiti parcijalno, naselje o naselje. Nakon toga sledi migracija podataka o niskonaponskoj distributivnoj mreži za ostale ogranke distributivnog područja, obuka korisnika i održavanje podataka u GIS sistemu, a UT for ArcGIS će postepeno zameniti AutoCAD.

## 6. ZAKLJUČAK

Za kvalitetno održavanje i planiranje mreže, kao i upravljanje mrežom, neophodan je geografski prikaz elektrodistributivne mreže. U Elektrodistribuciji Srbije je postojalo više rešenja, pa je doneseno opredeljenje za sistem radi uniformnog i jedinstvenog pristupa. U DP Novi Sad se i za ovu namenu koristio DMS sistem, ali su njegovi alati za rad sa geografskim prikazom mreže su skromnih mogućnosti, a podaci o niskonaponskoj mreži su unošeni putem AutoCAD-a. U uslovima nasleđenog sistema za ovu namenu, zanemarljivog broja terenskih ekipa za obuhvat podataka i malog broja raspoloživih lica za rad sa GIS sistemom, doneto je opredeljenje za migraciju podataka kao inicijalno rešenje, dok se problem kadrova za ovu namenu sistemski ne reši.

## LITERATURA

- [1] Livona, Analiza AutoCAD DWG datoteka za kompletnu mrežu ogranka Novi Sad, 2021.
- [2] Livona, Migracija podataka SN mreže - Distributivno područje Novi Sad, 2020.
- [3] Livona, Analiza podataka GIS VN, 2018.
- [4] Livona, Analiza grafičkih podataka Vrbas, 2018.
- [5] Stojičić V., Lazić B., Specijalizovani GIS moduli i funkcije u poslovima planiranja i upravljanja distributivnom mrežom, 11. Savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije sa regionalnim učešćem – CIREĐ, 24-28.9.2018, Kopaonik.
- [6] Stojičić V., Stević J., Ražić D., Korišćenje GPS i GIS tehnologija u formiranju Smart Grid-a, 8. Savetovanje o elektrodistributivnim mrežama Srbije sa regionalnim učešćem – CIREĐ, 23-28. septembar 2012. Vrnjačka Banja.