

GINISED ALATI ZA PROSTORNU ANALIZU ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE

A. Stanimirović, Elektronski fakultet u Nišu, Srbija
D. Vulović Elektronski fakultet u Nišu, Srbija
L. Stoimenov, Elektronski fakultet u Nišu, Srbija
D. Nikolić, ED Jugoistok Niš, Srbija
M. Božić, ED Jugoistok Niš, Srbija

UVOD

Za praćenje većine ljudskih aktivnosti od ključnog značaja je posedovanje informacije o tome gde se nešto dešava. Kao posledica toga, geografska lokacija predstavlja neizostavnu komponentu svih ljudskih aktivnosti, strategija i planova. Razumevanje geografije i veza koje postoje između ljudskih aktivnosti i lokacije u velikoj meri može da olakša i poboljša proces donošenja odluka. Geografski informacioni sistemi (GIS) predstavljaju posebnu klasu informacionih sistema koja omogućava prikupljanje podataka ne samo o događajima, aktivnostima i stvarima, već i gde se ovi događaji, aktivnosti i stvari dešavaju ili postoje (1). GIS omogućava prikupljanje, skladištenje, analiziranje i prikaz informacija koje poseduju geografsku referencu. Rešenja iz GIS domena obezbeđuju podršku za donošenje odluka i rešavanje problema u različitim oblastima nauke, upravljanja resursima i planiranja razvoja.

Potreba za implementacijom GIS rešenja postaje sve izraženija u okviru velikih organizacija i državnih institucija. Tipičan primer ovakvih organizacija su preduzeća koja se bave proizvodnjom, prenosom i distribucijom električne energije. Elektroenergetski sistem, kojim upravljaju i koji koriste ova preduzeća, se sastoji iz dva dela: dela koji se bavi proizvodnjom i dela koji se bavi prenosom i distribucijom električne energije. Osnovnu strukturu sistema za prenos/distribuciju električne energije čini kompleksna mreža koja se sastoji od velikog broja različitih postrojenja, vodova i uređaja. Planiranje i projektovanje ove mreže predstavlja veliki izazov za svako elektrodistributivno preduzeće.

Elektrodistributivna mreža predstavlja sastavni deo osnovne infrastrukture svih gradova i naseljenih mesta. Ovo je naročito bitno u uslovima naglog porasta gradova kada se postojeća elektrodistributivna mreža proširuje novim kapacitetima kako bi se izašlo u susret povećanim zahtevima stanovništva i industrije. Nepotpune, neprecizne i nejasne informacije o geografskoj lokaciji elemenata

elektrodistributivne mreže mogu da dovedu pojave različitih problema, neplaniranih troškova ili čak do tragičnih incidenata (2).

Različita elektrodistributivna preduzeća koriste različite sisteme za upravljanje, održavanje i planiranje elektrodistributivne mreže. U većini preduzeća najveći deo informacija se čuva u obliku papirnih planova elektrodistributivne mreže. Dobar deo ovih planova se nalazi u jako lošem stanju usled neadekvatnih uslova čuvanja i dugotrajne upotrebe. Takođe, stanje električne mreže u planovima, najčešće nije usklađeno sa realnom situacijom koja postoji na terenu. Deo podataka o elektrodistributivnoj mreži se čuva u različitim informacionim sistemima koji funkcionišu unutar preduzeća. Podaci se čuvaju u različitim bazama podataka i/ili datotekama koji su distribuirani po čitavom preduzeću. Osim toga, ovakvi sistemi, najčešće ne uključuju informacije o topologiji električne mreže, o načinu povezivanja ili geografskoj lokaciji elemenata mreže. Sve su to informacije koje se koriste kao ulazni parametri u procesu planiranja distributivne mreže.

Iz tih razloga specijalizovana GIS rešenja dobijaju sve veći značaj u elektrodistributivnim preduzećima. Za uspešno funkcionisanje ovih preduzeća veoma je bitno postojanje odgovarajućih geopodataka o mreži (3, 4). Procena je da više od 80% podataka koji se koriste u različitim službama, od procesa projektovanja mreže, unosa i ažuriranja, do održavanja i raznih analiza, ima geografsku (prostornu) komponentu. Efikasno upravljanje elektrodistributivnom mrežom neminovno zahteva informatičku podršku u vidu specijalizovanih, geografskih informacionih sistema, koji pored standardnih alfanumeričkih podataka o električnim parametrima mreže, moraju da obezbede smeštanje, obradu, analizu i grafičku prezentaciju specijalizovanih informacija o mreži, poput prostornih, vremenskih, slikovnih i multimedijalnih. Na taj način, ova specijalizovana GIS rešenja omogućavaju vođenje evidencije i georeferenciranje svih elemenata elektrodistributivne mreže počevši od proizvodnih postrojenja pa sve do potrošača, stanje u kome se ti elementi mreže nalaze, kvalitet njihovog funkcionisanja i koja je cena obezbeđivanja usluga (4).

Osnovni zadatak različitih GIS rešenja je da obezbede alate koji će omogućiti otkrivanje novih ili prethodno nedefinisanih relacija u okviru istog skupa podataka ili između različitih skupova podataka čime se poboljšava razumevanje prostora koji nas okružuje. GIS rešenja takođe omogućavaju i integraciju podataka iz različitih izvora u cilju rešavanja definisanih problema. Rezultati ovih analiza se najčešće predstavljaju u obliku mapa i/ili statističkih izveštaja. Specijalizovana GIS rešenja za elektrodistributivna preduzeća obično nude veliki broj alata za generisanje izveštaja koji sadrže mape i/ili podatke u tabelarnom obliku. Međutim, mogućnosti GIS rešenja u velikoj meri prevazilaze ove osnovne funkcionalnosti vezane za generisanje standardnih izveštaja. Najveća snaga specijalizovanih GIS rešenja za elektrodistributivna preduzeća ogleda se u mogućnosti primena alata za prostornu analizu elektrodistributivne mreže (5). Prostorna analiza se bazira na korišćenju logičkih veza između alfanumeričkih podataka i objekata na mapi, kao i na korišćenju relacija koje postoje između objekata na mapi. Tek korišćenje alata za prostornu analizu elektrodistributivne mreže može da izvuče punu snagu specijalizovanih GIS rešenja i prikupljenih prostornih podataka i da u potpunosti opravda visoke troškove uvođenja GIS rešenja.

U okviru GIS rešenja mogu se razlikovati tri tipa prostornih analiza (5):

- atributski upiti (neprostorni upiti) - zahtevaju procesiranje alfanumeričkih podataka bez referenciranja prostornih podataka. Npr: iz baze podataka koja sadrži podatke o elektrodistributivnoj mreži potrebno je izdvojiti sve transformatorske stanice. Ovaj upit se može realizovati samo korišćenjem informacija o tipu objekta elektrodistributivne mreže bez potrebe korišćenja podataka o geografskoj lokaciji transformatorskih stanica.
- prostorni upiti - podrazumevaju izbor objekata na osnovu lokacije ili prostornih relacija, odnosno zahtevaju obradu prostornih informacija. Npr: iz baze podataka koja sadrži podatke o elektrodistributivnoj mreži potrebno je izdvojiti sve elemente elektrodistributivne mreže koji se nalaze na zadatoj udaljenosti od određenog objekta. Za realizaciju ovog upita je neophodno koristiti prikupljene podatke o geografskoj lokaciji objekata.
- Kombinovani upiti – samo najjednostavniji upiti se mogu podeliti na čisto atributske upite ili čisto prostorne upite. U većini slučajeva, prostorna analiza elektrodistributivne mreže zahteva seriju atributskih upita, prostornih upita, ažuriranja podataka ili generisanja novih skupova podataka.

Ovaj rad je organizovan na sledeći način: u narednom poglavlju opisan je GinisED sistem za evidenciju prostornih podataka o elektrodistributivnoj mreži. Treće poglavlje ukratko opisuje GinisED model za predstavljanje prostornih podataka o elektrodistributivnoj mreži. Četvrto poglavlje daje prikaz

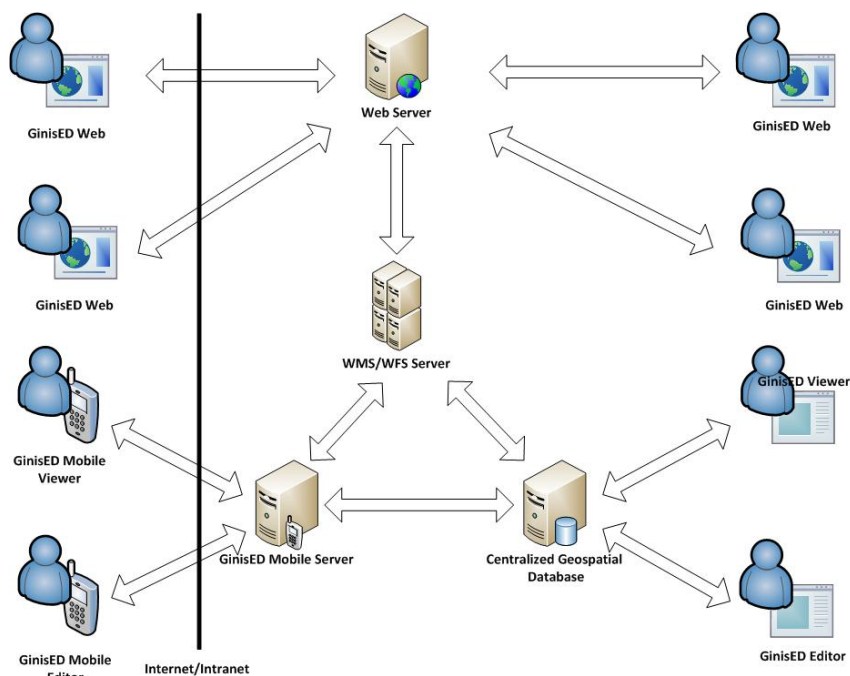
implementiranih GinisEd alata za prostornu analizu. Na kraju je dat zaključak i pregled korišćene literature.

GINISED – SPECIJALIZOVANO GIS REŠENJE ZA EVIDENCIJU ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE

GinisED je specijalizovano GIS rešenje razvijeno za potrebe elektrodistributivnih preduzeća. Bazira se na savremenim GIS metodologijama i tehnologijama za prikupljanje, ažuriranje, vizuelizaciju i prostornih podataka o elektrodistributivnoj mreži. GinisED je razvijen na Laboratoriju za računarsku grafiku i GIS na Elektronskom fakultetu u Nišu a za potrebe ED Jugoistok Niš. GinisED je alat koji se koristi u procesu svakodnevnog održavanja elektrodistributivne mreže pružajući precizne i pouzdane prostorne i neprostorne podatke o mreži (6, 7).

GinisED obuhvata tri grupe alata:

- alati za prikupljanje (digitalizacija, skeniranje i vektorizacija mapa korišćenjem GPS uređaja i druge specijalizovane opreme) i ažuriranje prostornih podataka o elektrodistributivnoj mreži,
- alati za vizuelizaciju prikupljenih podataka o elektrodistributivnoj mreži na geografskom području od interesa i
- alati za prostornu analizu podataka o elektrodistributivnoj mreži, mogućih i stvarnih kritičnih događaja i prikaz faktora rizika iz istog geografskog prostora.



Slika 1 Arhitektura GinisED sistema

Osnovne komponente GinisED sistema su (Slika 1):

- *Centralizovana geoprostorna baza podataka* u kojoj se skladište prostorni podaci o elektrodistributivnoj mreži. Elementi elektrodistributivne mreže se čuvaju kao kolekcija geobjekata. Svaki geobjekat je predstavljen svojom prostornom komponentom (geografske koordinate i/ili geometrija) i tematskom komponentom (npr. parametri provodnika i zaštitnih uređaja: naponski nivo, tip i presek provodnika, dužina, tip i konstrukcija uređaja i sl.).
- *GinisED Editor* predstavlja specijalizovani alat za ažuriranje prostornih podataka o elektrodistributivnoj mreži. Implementiran je kao desktop aplikacija u skladu sa pažljivo analiziranim zahtevima korisnika u cilju optimizacije procesa rada. Koristi se za kreiranje i ažuriranje geografskih podataka o elektrodistributivnoj mreži, unošenje parametara elemenata mreže i definisanje električne povezanosti elemenata mreže.
- *GinisED Web* (9) predstavlja WebGIS aplikaciju koja obezbeđuje jednostavne mehanizme za vizuelizaciju i pregled elektrodistributivne mreže kao i za pretragu i lociranje elemenata od

interesa u određenom geografskom području. Ova aplikacija takođe implementira i funkcionalnosti vezane za integraciju informacija iz različitih izvora podataka.

- *WMS, WFS* i *Web Servisi* su komponente koje *GinisED Web* i *GinisED Mobile Server* aplikaciju obezbeđuju neophodne rasterske mape i podatke o geobjektima. *WMS* i *WFS* komponente su razvijene u skladu sa važećim *Open Geospatial Consortium* specifikacijama (10). *Web Servisi* implementiraju mehanizme za integraciju informacija i obezbeđuju *GinisED Web* aplikaciji mehanizme za pretragu podataka i generisanje izveštaja o elektrodistributivnoj mreži.
- *GinisED Mobile Editor* (11) je alat za prikupljanje prostornih podataka o elementima elektrodistributivne mreže i potrošačima korišćenjem GPS uređaja. *GinisED Mobile Server* (10) aplikacija obezbeđuje podršku za rad *GinisED Mobile Editor* aplikacije i obezbeđuje sinhronizaciju podataka prikupljenih na terenu (koji se nalaze u mobilnoj bazi podataka na PDA uređaju) i centralizovane geoprostorne baze podataka.

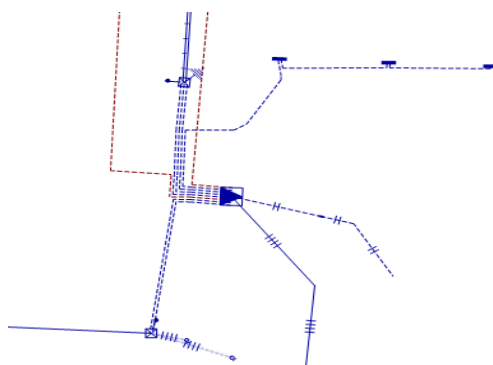
GinisED sistem se u okviru ED Jugoistok koristi od 2004. godine. U ovom periodu glavni fokus je bio na prikupljanju podataka o elektrodistributivnoj mreži u šest organizacionih jedinica. Tokom ovog perioda obezbeđene su rasterske podloge za gotovo sve veće gradove na teritoriji ED Jugoistok. U Tabeli 1 date su neke osnovne informacije o obimu vektorizovane elektrodistributivne mreže.

TABELA 1 - OBIM VEKTORIZOVANE ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE U ED JUGOISTOK

Ogranak	Površina (km ²)	Broj kupaca	Broj povezanih kupaca	% povezanih kupaca	Broj objekata elektromreže	Dužina kablova/vodova (km)
Elektrotimok Zaječar	8387	151036	0	0	1788	197
Elektrodistribucija Niš	1750	160386	155905	97	213276	5439
Elektrodistribucija Pirot	2761	50288	31570	63	54966	1510
Elektrodistribucija Prokuplje	2424	53262	9034	17	14900	394
Elektrodistribucija Leskovac	3968	105866	23769	22	31349	981
Elektrodistribucija Vranje	2321	65762	19390	29	30030	344
ED Jugoistok	21611	586600	239668	41	346309	8867

GINISED MODEL ZA PREDSTAVLJANJE ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE

Zbog specifičnosti njihove namene, u geografskim informacionim sistemima, centralnu ulogu ima prikupljanje i čuvanje informacija o geografskim objektima (fenomenima) realnog sveta (1). Geografski objekat (geoobjekat) predstavlja apstrakciju fenomena iz stvarnog sveta koji je na neki način povezan sa određenom lokacijom na zemljinoj površini. Uobičajeno je da se geografski objekti predstavljaju trojkom [*tematski atributi, geometrijski atributi, ID*]. U GIS sistemima se za predstavljanje geografskih objekata najčešće koristi model prostih geoobjekata. Kod ovog modela geometrijski atributi geoobjekata su ograničeni na proste geometrije. Proste geometrije se definišu u dve dimenzije, a za predstavljanje krivih koristi se linearna interpolacija. Osnovni tipovi geometrija su tačke, polilinije i poligoni. Osim modela prostih geoobjekata u GIS sistemima se može koristiti i topološki modeli geoobjekata. Topološki geoobjekati su prosti geoobjekti strukturirani korišćenjem određenih topoloških pravila. Mrežni model geoobjekata predstavlja poseban slučaj topološkog modela. Mrežne strukture podataka se koriste za modelovanje tokova. Struktura stabla se koristi za modelovanje radijalnih mreža, dok se struktura grafa koristi za modelovanje cikličnih mreža. U GIS sistemima se čvorovi preže predstavljaju tačkama a potezi između čvorova se predstavljaju linijama. Mrežne topološke relacije definišu veze između linijskih objekata u čvorovima mreže.

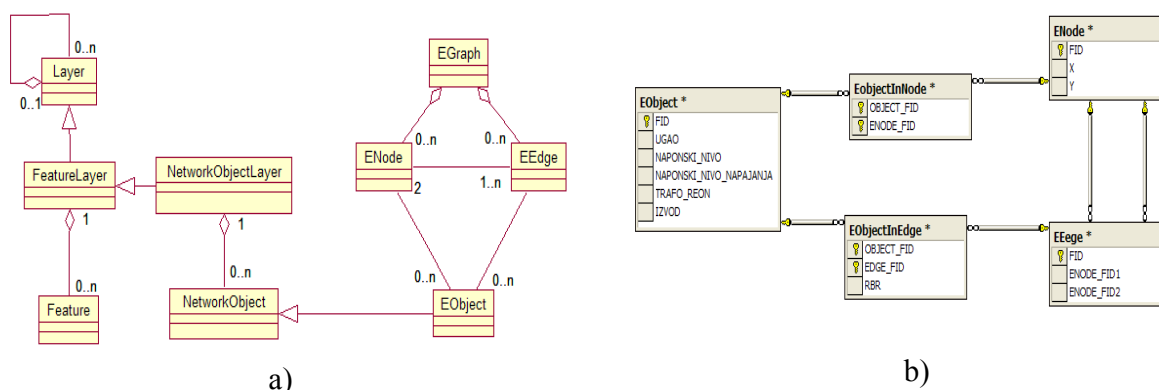


Slika 2 2D wizualizacja elektrodistributivne mreže (šematski prikaz)

Za potrebe efikasne prostorne analize u okviru GinisEd sistema razvijen je poseban model za predstavljanje elektrodistributivne mreže. Elektrodistributivna mreža se sastoji od geoobjekata koji imaju tačkastu geometriju (transformatorske stanice, stubovi, priključci, ulično svetli i sl.) ili linijsku geometriju (kablovi i vodovi različitog tipa). GinisED sistem obezbeđuje mehanizme za 2D vizelizaciju elektrodistributivne mreže (Slika 2). Pošto većina kablova/vodova deli trasu po kojoj se prostiru, da i se izbeglo preklapanje linijskih geometrija, kablovi/vodovi koji dele istu trasu predstavljaju se kao niz paralelnih linija bez obzira na njihovu stvarnu geometriju (šematski prikaz).

GinisED model podataka predstavlja kombinaciju topološkog modela (čvorovi i potezi za predstavljanje geografskih informacija) i strukture podataka tipa grafa (za predstavljanje atributa elektrodistributivne mreže) (Slika 3a). Klase *Layer*, *FeatureLayer* i *Feature* definišu osnovnu organizaciju geoinformacija i kreirane su na osnovu modela prostih geoobjekata. Za potrebe predstavljanja mrežnih geoobjekata osnovni model je proširen klasama *NetworkObject* i *NetworkObjectLayer*. Mrežni objekti, za razliku od prostih geoobjekata, ne sadrže eksplicitno definisanu geometriju. Geometrija mrežnih geoobjekata je posredno sadržana u georeferenciranom grafu. Klasa *EGraph* implementira georeferencirani graf u kome se čuvaju geometrije mrežnih geoobjekata. Georeferenciranje grafa je ostvareno preko čvorova. Čvorovi grafa električne mreže opisuju tačkaste lokacije na zemljinoj površini. Poteg povezuje dva čvora u grafu pa samim tim definiše linijski geometrijski segment. Svakom čvoru se mogu dodeliti objekti sa tačkastom a potegu objekti sa linijskom geometrijom.

Topološki deo našeg modela se čuva u relacionoj bazi podataka korišćenjem Oracle Spatial geometrijskog modela (Slika 3b). Ovaj geometrijski model sadrži nekoliko jednostavnih geometrijskih tipova i njihovih kolekcija. Jedna od prednosti korišćenja Oracle Spatial geometrijskog modela je mogućnost izvršavanja velikog broja prostornih upita u samoj bazi podataka.



Slika 3 GinisED model podataka a) Objektni model b) Relacioni model baze podataka

Zbog održavanja informacija o električnoj povezanosti elemenata elektrodistributivne mreže u svakom čvoru topološkog grafa se čuva matrica povezanosti. Ova matrica definiše električne mreže između različitih elemenata elektrodistributivne mreže između kojih može da postoji kontakt u datom čvoru grafa.

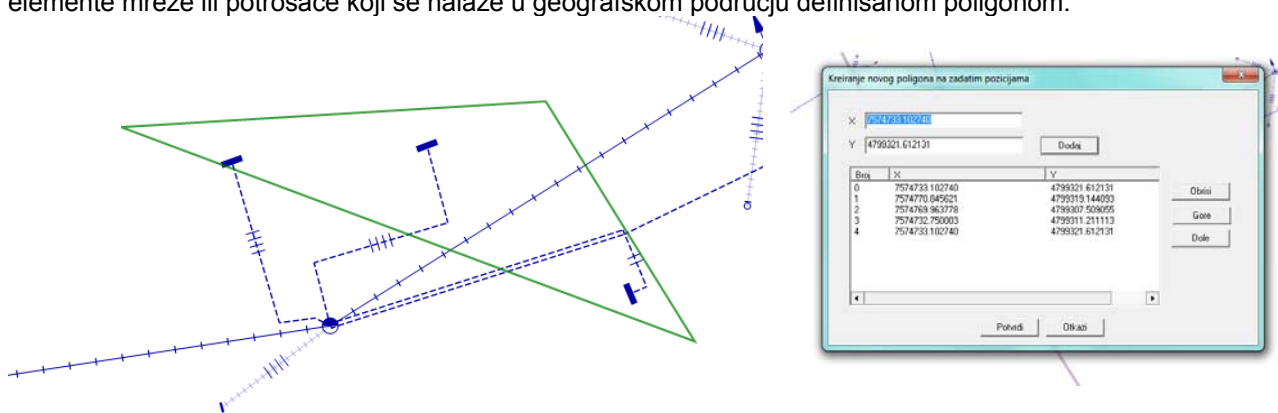
Kako bi se obezbedilo optimalno učitavanje podataka o elektrodistributivnoj mreži iz baze podataka i kreiranje objektnog mdoela u memoriji, primenjena je tehnika dodatnog indeksiranja električnog grafa u bazi podataka. Kao jedno od mogućih rešenja za indeksiranje izabrani su trafo reoni. Svakom geobjektu u bazi podataka je pridružena dodatno informacija o trafo reonu kome taj objekat pripada, a tabela geobjekata je indeksirana po ovoj dodatnoj koloni. Inicijalno, prilikom startovanja sistema, formira se električni graf koji se sastoji samo od elemenata visokonaponske mreže i transformatorskih stanica. Elementi niskonaponske mreže se u memoriju učitavaju samo na zahtev i to grupisani u trafo reone kojima pripadaju. Zahvaljujući indeksiranju tabele geobjekata, učitavanje delova niskonaponske mreže je jako efikasno.

GINISED ALATI ZA PROSTORNU ANALIZU ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE

GinisED alati za prostornu analizu elektrodistributivne mreže predstavljaju jedan od najvrednijih delova GinisED sistema. Za implementaciju prostornih analiza iskorišćen je Oracle Spatial proširenje za rad sa prostornim podacima. U većini scenarija koriste se prostorne relacije između geometrija tipa: „najbliži datoj tački“, „unutar specificiranog regiona“ i sl. Korišćenjem ovih mehanizama GinisED obezbeđuje pravovremene informacije i podršku procesu odlučivanja. Omogućava korisnicima rešavanje problema, analizu geografskih situacija, pribavljanje neophodnih podataka i generisanje novih informacija.

Korišćenjem implementiranih alata radnici angažovani na održavanju mogu generisati izveštaje neophodne za svakodnevno poslovanje i održavanje električne mreže: „naći kompletnu podzemnu mrežu u zadatom regionu“ ili „naći potrošače sa neplaćenim računima u zadatom regionu“ ili „naći prioritetne potrošače u zadatom regionu“. Radnici koji se bave planiranjem mogu koristiti alate za prostornu analizu da formulišu upite poput: „da li se kabl nalazi na određenoj udaljenosti od katastarske parcele“ ili „naći najbliže zgrade i njihovu udaljenost u odnosu na zadati kabl“.

GinisED obezbeđuje kombinaciju jednostavnog point-and-click mehanizma i sofisticiranog alata za zadavanje upita i analizu podataka. Na Slici 4 prikazan je alat za kreiranje prostornih upita koji određuju elemente mreže ili potrošače koji se nalaze u geografskom području definisanom poligonom.



a)

b)

Slika 4 Definisane geografskog područja ograničenog poligonom a) Point-and-click mehanizam b) Zadavanje koordinata temena poligona

Kada se definiše geografsko područje ograničeno poligonom moguće je izvršiti odgovarajući prostorni upit i pribaviti informacije o elementima mreže ili potrošačima koji se nalaze u zadatom geografskom području. Na osnovu probavljenih podataka moguće je generisati izveštaje u obliku Word ili Excel dokumenata. Na Slici 5 prikazan je Word dokument koji je generisan kao rezultat prostornog upita koji određuje elemente elektrodistributivne mreže sa tačkastom geometrijom koji se nalaze u zadatom geografskom području.

ELEMENTI MREŽE U IZABRANOJ OBLASTI

Obim: 98.75 m

Površina: 434.80 kvm

Element	Broj
KPK - kablovskih priključnih kutija	2
SRO - slobodno stojećih razvodnih ormana	0
MRO - merno-razvodnih ormana	0
IMO - izdvojenih merno-razvodnih ormana	0
krovnih nosača	0
zidnih nosača	1
Stubovi	
armirano-betonskih tuga omih	0
armirano-betonskih nosećih	0
drvenih	0
čeličnih - U profil	0
čelično - rešetkastih	0

Slika 5 Generisani izveštaj o obimu mreže u zadatom geografskom području

Kod kompleksnih prostornih analiza često se javlja potreba kombinovanja prostornih upita i standardnih atributskih upita. U tu svrhu u GinisED sistemu je implementiran alat koji omogućava kreiranje upita na osnovu atributa elemenata elektrodistributivne mreže (Slika 6a). Tako kreirani upiti omogućavaju dodatno filtriranje rezultata koji su dobijeni izvršavanjem prostornih upita. Sve kreirane upite je moguće snimiti i kasnije po potrebi pozivati i izvršavati (Slika 6b). Time je moguće kreirati skup standardnih upita koje korisnici stalno izvršavaju i za koje generišu izveštaje. Takav pristup je jako pogodan za izveštaje koji su vezani jedinice teritorijalne organizacije: opštine, gradove, naselja i sl.

a)

b)

Slika 6 Atributski upiti a) Grafički interfejs za kreiranje upita b) Izvršavanje snimljenih upita

ZAKLJUČAK

Razvoj GinisED sistema za potrebe ED Jugoistok Niš je započelo 2004. godine. Pre implementacije specijalizovanog GIS sistema održavanje podataka o topologiji elektrodistributivne mreže je zahtevalo dosta vremena i bilo je podložno greškama. Vođenje evidencije o izmenama u elektrodistributivnoj mreži je bilo jako otežano, zato što su papirne mape ili CAD crtežu sa topologijom mreže bili u različitim odeljenjima u okviru preduzeća.

U prethodnih osam godina, zahvaljujući GinisED sistemu, izvršena je vektorizacija jednog značajnog dela elektrodistributivne mreže. GinisED sistem je postao značajan alat u svakodnevnom funkcionisanju preduzeća koji se koristi na poslovima održavanja, planiranja i analize elektrodistributivne mreže. Njegov značaj je utoliko veći, jer osim 2D vizuelizacije distributivne mreže i generisanja tabelarnih izveštaja, omogućava i prostornu analizu elektrodistributivne mreže. Na taj podaci o mreži se mogu upariti sa podacima o geografskoj lokaciji, odnosno mogu se dobiti nove informacije koje nisu bile očigledne. Korišćenjem GinisED alata za prostornu analizu značajno se može olakšati svakodnevno funkcionisanje preduzeća.

LITERATURA

1. Longley P. A., Goodchild M. F., Maquire D. J., Rhind D. W., 2010, "Geographic Information Systems and Science", "Wiley", 3rd ed., ISBN 978-0470721445
2. Zlatanova S., Döner F., van Oosterom P., 2011, "Management and visualization of utility networks for local authorities: a 3D approach" Electronic Government and Electronic Participation, Joint Proceedings of Ongoing Research and Projects of IFIP EGOV and ePart, "Schriftenreihe Informatik 37", Trauner Verlag, pp. 459-474
3. Pickering D., Park J. M., Bannister D. H., 1993, "Utility Mapping and Record Keeping for Infrastructure", "Urban Management and Infrastructure - Urban Management Programme", Washington, D.C., Vol. 10, pp. ix-11.
4. J. I. Igbokwe, E. J. Emengini, "GIS in Management of Electricity Distribution Network: A case study of Onitsha-North L.G.A., Anambra state, Nigeria", <http://www.gisdevelopment.net/application/utility/power/utilityp0022pf.htm>
5. Raju P. L. N., 2003, "Spatial data analysis. Proc Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology", Training Workshop, 7-11 July 2003, Dehra Dun, India. pp: 151-157.
7. Stanimirović A., Stojanović D., Stoimenov L., Đorđević-Kajan S., Kostić M., Krstić A., 2007, "Geographic Information System for Support of Control and Management of Electric Power Supply Network", "Proceedings of IX Triennial International Conference on Systems, Automatic Control and Measurements SAUM", ISBN-86-85195-49-7, Niš.
8. L. Stoimenov, A. Stanimirović, N. Davidović, M. Bogdanović, A. Krstić, D. Nikolić, 2011, "GinisED Enterprise GIS - Framework for the Utility of the Future", CIRED 2011, Frankfurt, Germany, 6-9. June, ISSN:2032-9644
9. Bogdanović M., Stojanović D., Stoimenov L., Davidović N., Antolović I., Stanimirović A., "GinisED Web: A WebGIS Application for Visualisation and Querying of Electric Network Geodata", Proceedings of YUINFO 2008, Kopaonik, Proceedings on CD, ISBN 978-86-85525-03 (In Serbian)
9. Open Geospatial Consortium, 2002, "WMS and WFS Specifications", <http://www.opengeospatial.org/>
10. Davidović N., Stanimirović A., Predić B., Stoimenov L., Stojanović D., 2008, "Mobile GIS Application Development for Power Supply Network", Proceedings of TELFOR'08, Belgrade, Proceedings on CD, ISBN 978-86-7466-337-0