

## **SAVREMENI ASPEKTI SISTEMATIZACIJE PODLOGA ZA ANALIZU I PLANIRANJE DISTRIBUTIVNIH MREŽA U SRBIJI**

A. Šaranović, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Srbija

S. Minić, I. Belić, M. Ivanović, M. Marković, I. Stanisavljević, N. Obradović, N. Šušnica, Elektrotehnički institut "Nikola Tesla", Srbija

### **1. UVOD**

Da bi se dostiglo kvalitetno i ekonomično funkcionisanje elektrodistributivne mreže neophodne su stalne analize njenog prethodnog rada ali i planiranje njenog daljeg razvoja. U poslednjih nekoliko godina, kroz projekte koji su se odnosili upravo na analizu i planiranje distributivne mreže na područjima nekoliko elektrodistributivnih preduzeća u Srbiji ([2]-[10]), stečena su nova iskustva u prikupljanju i sistematizaciji podataka, kao i formiranju polaznih podloga što je značajno doprinelo kvalitetu modelovanja stanja mreže sa kojim se ulazi u analize. Od posebnog značaja je činjenica da se priprema neophodnih podloga vezuje za georeferenciranu digitalizovanu podlogu što omogućuje da se daleko preciznije snimi prostorna raspodela opterećenja što je svakako dobra osnova i za druge vrste analiza kao što su optimizacija uklopnog stanja u mreži 0.4 kV, smanjenje gubitaka i sl.

Period poslednjih nekoliko godina karakteriše pojava unapređenih poslovnih i tehničkih informacionih sistema (PIS i TIS) u okviru elektrodistributivnih preduzeća što uz njihovu međusobnu povezanost omogućuje daleko sadržajnije analize i značajno detaljnije planiranje razvoja distributivne mreže. S druge strane, geografski informacioni sistemi (GIS) obuhvataju podatke vezane za geografsku lokaciju određenih elemenata jednog ili drugog informacionog sistema. Zahvaljujući raspoloživim kvalitetnim georeferenciranim digitalizovanim podlogama moguće je izvršiti identifikaciju pojedinih elemenata PIS-a ili TIS-a na njima i time formirati osnovu za GIS. Povezivanje PIS-a, TIS-a i GIS-a je od velikog značaja za unapređenje funkcionisanja elektrodistributivne mreže i elektrodistributivnog preduzeća. Informacije iz PIS-a omogućuju kvalitetnije modelovanje elektrodistributivnih mreža, čime se ima tačniji uvid u njihovo funkcionisanje.

Cilj ovog rada je da se prezentira sistematizovani pregled raspoloživih podloga za analizu i planiranje distributivnih mreža. Biće detaljno opisana sistematizacija podloga u četiri celine: podaci o utrošenoj električnoj energiji i njenoj prostornoj raspodeli, podaci o električnoj mreži, podaci o merenjima struja, napona i snaga na različitim naponskim nivoima i podaci o kvarovima po pojedinim elementima mreže i njihovim posledicama na napajanje potrošača. Posebno je važno ukazati na značaj formiranja geografskog informacionog sistema (GIS) u elektrodistributivnim preduzećima koji obuhvata podatke vezane za geografsku lokaciju elemenata mreže, ali i kupaca električne energije. Biće dat poseban osvrt na formiranje podloga na osnovu podataka čiji izvor nisu elektrodistributivna preduzeća, a moraju biti implementirani u planiranje razvoja distributivnih mreža. U pitanju su demografski podaci, podaci o planovima privrednog razvoja konkretnog područja kao i podaci o razvoju infrastrukture i planovima širenja ostalih energetske sistema (razvoj gasovodne i toplovodne mreže, i sl.). U radu će

biti izloženi primeri realizovanih sistematizacija različitih grupa podataka za neka distributivna preduzeća u Srbiji, ali i načini njihovog korišćenja za potrebe analiza postojećeg stanja u distributivnoj mreži i planiranja njenog razvoja.

## 2. SISTEMATIZACIJA PODLOGA U ČETIRI CELINE

### 2.1. Podaci o utrošenoj električnoj energiji i njenoj prostornoj raspodeli

Da bi se za potrebe analize stanja distributivne mreže modelovala opterećenja po TS X/0.4 kV i mernim mestima 10(20), 35 ili 110 kV, potrebno je doći do podatka o ukupnoj energiji protekloj kroz datu TS X/0.4 kV, odnosno merno mesto, za podrazumevani period. Jedan od načina podrazumeva ugradnju mernih grupa po TS X/0.4 kV i mernim mestima. Drugi način bi podrazumevao određivanje granica pojedinih trafo rejona na georeferenciranoj digitalizovanoj podlozi što bi omogućilo da se ima precizan uvid u geografsku raspodelu kupaca i njihove potrošnje, a srazmerno tome i protekle energije i opterećenja TS X/0.4 kV. Na taj način bi se formirale kvalitetne podloge i za potrebe nekih drugih analiza interesantnih za elektrodistributivna preduzeća kao što su optimizacija uklopnog stanja u mreži 0.4 kV, praćenje gubitaka i primena mera za njihovo smanjenje i praćenje rezultata i sl. S planerske tačke gledišta potrebno je što kvalitetnije odrediti prostornu raspodelu potrošnje što je posebno značajno kada je u pitanju prognoza potrošnje za naredni period. Kvalitetno formirana prostorna raspodela prognoze, bazirana na što je moguće tačnijim i detaljnijim podlogama, je osnova za planiranje dugoročnog razvoja distributivne mreže svih naponskih nivoa.

U okviru nekoliko poslednjih projekata, koji su se odnosili na analizu postojećeg stanja i planiranje razvoja distributivne mreže, razvijena je nova metodologija upravo za određivanje granica trafo rejona na georeferenciranoj digitalizovanoj podlozi što je podrazumevalo identifikaciju elemenata PIS-a i TIS-a na njima čime je formirana osnova za formiranje GIS-a. Ukoliko se pri pozicioniranju elemenata na georeferenciranoj digitalizovanoj podlozi zadrži njihova jedinstvena identifikacija iz PIS-a i TIS-a (šifra, ID broj, i sl.) uspostavlja se direktna veza GIS-a sa pomenuta dva informaciona sistema. Povezivanje ova tri informaciona sistema je od velikog značaja za unapređenje funkcionisanja elektrodistributivne mreže i elektrodistributivnog preduzeća. U konačnoj fazi GIS bi trebalo da sadrži sve elemente koji mogu da imaju geografsku karakteristiku: svaki stub od 0.4 - 110 kV, sve vrste kućnih priključaka, mesta merenja kod svakog od kupaca, rastavljače, riklozere, TS od 0.4 - 110 kV, vodove i kablove svih naponskih nivoa sa precizno označenom trasom itd. Međutim, formiranje ovako potpunog GIS-a u prvoj fazi njegovog razvoja nije neophodno, a može biti i skupo i dugotrajno. Iskustva pokazuju da je u prvoj fazi izvodljivo u kratkom roku i sasvim dovoljno za kvalitetne analize locirati na digitalizovanim georeferenciranim podlogama sve kupce (odnosno, njihova mesta merenja), kao i mrežu naponskog nivoa 10-110 kV uključujući i TS X/0.4 kV.

Da bi se formirala osnova za GIS i povezala sa PIS-om i TIS-om, u okviru programa koji se koristi za analizu i planiranje razvoja elektroenergetskih mreža, razvijena je posebna aplikacija koja se odnosi na potrošače. Bilo je nekoliko bitnih razloga za razvoj GIS aplikacije u okviru programskog paketa za analizu i planiranje razvoja elektroenergetskih mreža:

- procesi identifikacije lokacije kupaca električne energije i identifikacije njegove napojne TS X/0.4 kV su razdvojeni, pa je tako omogućena njihova paralelna realizacija i nije potrebno istovremeno prisustvo resursa koji će ove procese realizovati (ljudi iz službe prodaje električne energije i službe održavanja niskonaponske električne mreže),
- značajno je povećana tačnost informacija o napojnim TS X/0.4 kV za svakog kupca električne energije, jer se na georeferenciranoj digitalizovanoj podlozi najpre identifikuje kupac, a zatim napojna mreža,
- povećano je interesovanje službi za održavanje ažurnosti podataka, jer su podaci vizuelno pristupačni i mogu se koristiti u velikom broju svakodnevnih poslova u elektrodistribuciji (planovi isključenja, poslovi održavanja mreže, rad na smanjenju gubitaka i lociranju neovlašćene potrošnje, itd.),
- podaci u novoj formi predstavljaju odličnu osnovu za analizu funkcionisanja i planiranje niskonaponske mreže,
- pored identifikacije napojne TS moguće je identifikovati i ostale karakteristike kupaca, bilo vezane za energetske infrastrukturu (priključak na gasovod ili toplovod), bilo vezane za demografiju (informacije o pripadnosti određenom naselju prema popisnim podacima), itd.

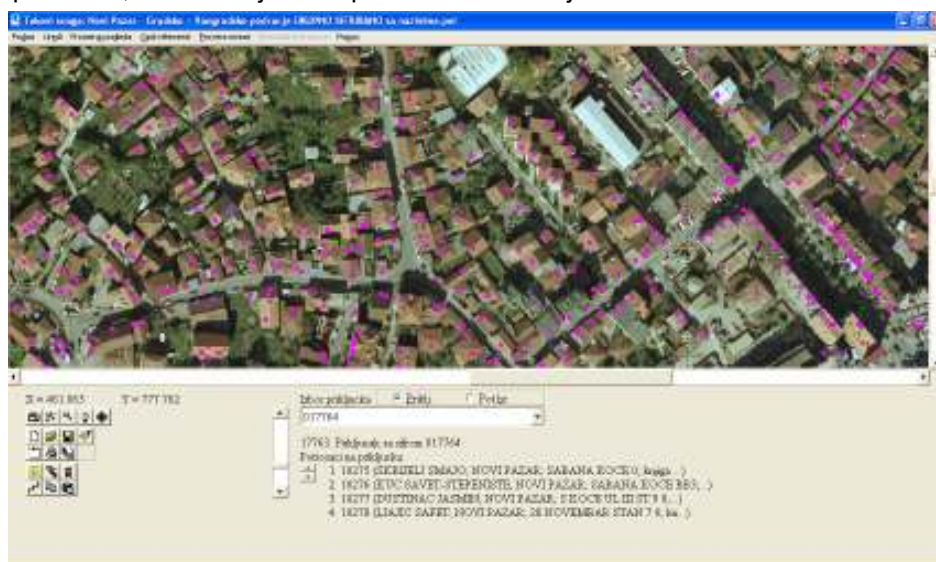
Sam proces realizacije osnove za GIS je metodološki relativno jednostavan. Raspolagalo se georeferenciranim digitalizovanim podlogama područja koje pokriva data distributivna mreža koje su poslužile kao georeferencirana podloga u pomenutoj aplikaciji za definisanje pozicije svakog od kupaca iz čitačkih spiskova u čemu su direktno učestvovali zaposleni iz elektrodistributivnih preduzeća

nadležni za očitavanje brojila kupaca električne energije po pojedinim čitačkim listama. Paralelno sa ovim radom, ekipe na terenu su na odštampanim podlogama, na osnovu pojedinačnog isključenja svake od TS X/0.4 kV, snimale granice datog trafo reiona što je implementirano u pomenutu aplikaciju. Kao konačni rezultat aplikacija daje spisak kupaca prema potrošačkom broju koji sadrži sve potrebne informacije o kupcu: njegovu poziciju, broj brojila, ime i adresu potrošača i šifru TS X/0.4 kV sa koje se napaja. Svi pomenuti podaci su u formi pogodnoj za direktnu ugradnju u poslovne informacione sisteme elektrodistributivnih preduzeća.

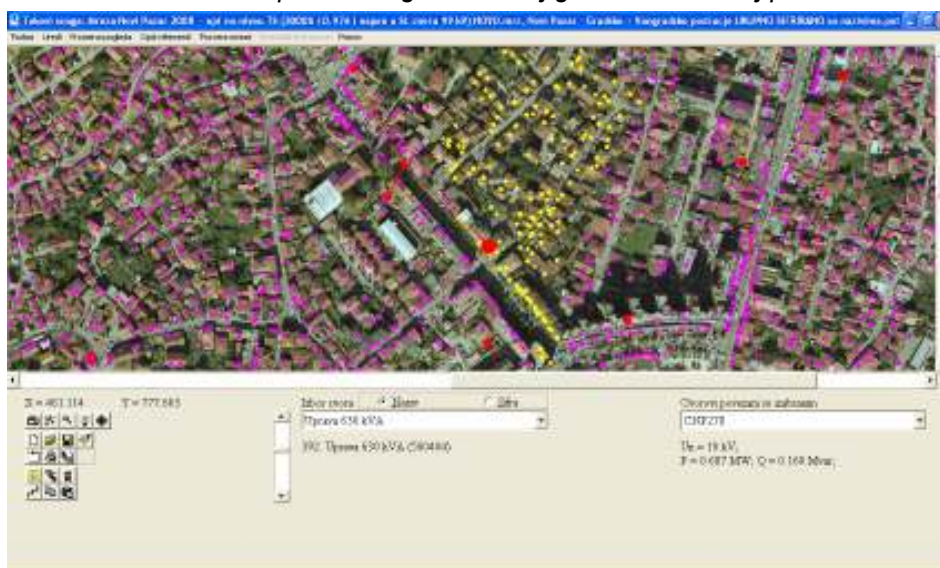
Treba napomenuti da savremeni uređaji za GPS omogućuju značajno ubrzanje celog procesa sistematizacije podloga za GIS direktnim radom na terenu. Ovi uređaji mogu da koriste GIS aplikacije koje sinhronizovane sa GIS-om omogućuju direktan prenos podataka prikupljenih na terenu, bilo da se radi o podacima o kupcima, bilo da se radi o podacima o njihovoj napojnoj mreži.

Na *sl. 1* prikazan je primer kupaca (njihova merna mesta označena su ružičastim tačkama) lociranih na digitalizovanoj georeferenciranoj podlozi. Ovakav način lociranja realizovan je za oko 120000 potrošača koji su bili predmet obrade studija ([6]-[10]).

Na *sl. 2* je prikazan formirani GIS u kojem su identifikovani kupci i elementi mreže povezani kroz informaciju o napojnoj TS X/0.4 kV za svakog kupca (ružičastom bojom su označeni kupci, crvenom bojom su označene TS X/0.4 kV, a žutom bojom su izdvojeni kupci koji se napajaju iz odabrane TS X/0.4 kV). Pre formiranja GIS aplikacije, identifikacija veze kupac - napojna TS X/0.4 kV vršena je kroz anketu čitača i službi održavanja niskonaponske mreže. Nova aplikacija omogućava daleko tačniji unos podataka, a zatim i njihovo operativno korišćenje.



*sl. 1: Prikaz kupaca na digitalizovanoj georeferenciranoj podlozi*



*sl. 2: Prikaz formiranog GIS-a koji povezuje informacije o kupcima i elementima mreže*

TABELA 1 prikazuje primer tabele sa bitnim informacijama o kupcima koja se može generisati iz aplikacije. Podaci o kupcima su dati u formi pogodnoj za direktnu ugradnju u PIS. Ove informacije su od značaja za službe upravljanja jer im omogućuju identifikaciju potrošača bez napajanja pri promenama uklopnog stanja u normalnim ili havarijskim režimima, kao i identifikaciju ugroženih elemenata mreže na osnovu informacije o prestanku napajanja koja dolazi od određenog potrošača. Službama održavanja od koristi su informacije o geografskom rasporedu potrošača napajanom iz određene TS X/0.4 kV, jer se na osnovu njega relativno lako identifikuje i napojna niskonaponska mreža.

TABELA 1 - Primer izlaznog fajla o kupcima za direktnu implementaciju u bazu podataka

Potrošački broj	Napojna TS	X koordinata kupca (km)	Y koordinata kupca (km)	Šifra priključka	Detalji o kupcu
5304	500403	7 460 342	4 777 075	020539	HAJDAREVIC ADEM -LOKAL; NOVI PAZAR; M. OBILICA 3; knjiga 2031
7592	500403	7 460 367	4 777 039	020546	DRUSTINAC ALIJA; NOVI PAZAR; M. OBILICA 1; knjiga 2031
5305	500403	7 460 317	4 777 033	020547	GANIC BECIR; NOVI PAZAR; CETINJSKA 20; knjiga 2031
10115	500404	7 461 192	4 777 883	009919	RAKONJAC DRAGO; NOVI PAZAR; GOJKA BACANINA 39; knjiga 501
10158	500404	7 461 101	4 777 668	009974	KUCNI SAVET BR.1-STEPEN.; NOVI PAZAR; 28.NOVEMBAR *BR1* I0; knjiga 200
10159	500404	7 461 101	4 777 668	009974	DIVANEFENDIC AVDULAH; NOVI PAZAR; 28.NOVEMBAR *1/2* 0; knjiga 501
10160	500404	7 461 101	4 777 668	009974	Z.U.-HIGIJA--APOTEKA~; NOVI PAZAR; 28 NOVEMBAR 1/1 1; knjiga 501
10161	500404	7 461 101	4 777 668	009974	PECANIN TAIDA; NOVI PAZAR; 28.NOVEMBAR *1/5* 0; knjiga 501
10162	500404	7 461 101	4 777 668	009974	GEGIC RABIJA; NOVI PAZAR; 28.NOVEMBAR *1/3* 0; knjiga 501
10163	500404	7 461 101	4 777 668	009974	SEMOVIC FADIL; NOVI PAZAR; 28.NOVEMBAR *1/4* 0; knjiga 501
10164	500404	7 461 095	4 777 675	009975	KUCNI SAVET BR.1-STEPEN.; NOVI PAZAR; 28.NOVEMBAR *UL II* 00; knjiga 200
10165	500404	7 461 095	4 777 675	009975	BALTIC DERVISA; NOVI PAZAR; 28.NOVEMBAR *UL II* *8*; knjiga 501
10166	500404	7 461 095	4 777 675	009975	MEMIC ULFETA; NOVI PAZAR; 28.NOVEMBAR *UL II* BR0*; knjiga 501
10167	500404	7 461 095	4 777 675	009975	MALICEVIC CAZIM; NOVI PAZAR; 28 NOVEMBAR 9; knjiga 501
10168	500404	7 461 095	4 777 675	009975	SAVIC NEGOSLAV; NOVI PAZAR; 28.NOVEMBAR *UL II* BR*4; knjiga 501
10169	500404	7 461 095	4 777 675	009975	HAMZAGIC ZUHRA; NOVI PAZAR; 28.NOVEMBAR *ULII* BR*6; knjiga 501
10170	500404	7 461 095	4 777 675	009975	LJUICA ISMET; NOVI PAZAR; 28.NOVEMBAR *ULII* BR*5; knjiga 501
10171	500404	7 461 095	4 777 675	009975	TRTOVAC HATKA; NOVI PAZAR; 28.NOVEMBAR *UL II* BR*1; knjiga 501
10172	500404	7 461 095	4 777 675	009975	BELIC DARKO; NOVI PAZAR; 28 NOVEMBAR BR*2; knjiga 501
10173	500404	7 461 095	4 777 675	009975	ALIJAGIC RAMIZA; NOVI PAZAR; 28.NOVEMBAR *UL II* BR*3; knjiga 501
52032	500404	7 461 095	4 777 675	009975	HAMZAGIC ZUHRA; NOVI PAZAR; 28. NOVEMBAR 46; knjiga 501
10174	500404	7 461 090	4 777 682	009976	KUCNI SAVET BR. 1; NOVI PAZAR; 28.NOVEMBAR *UL III* 00; knjiga 200
10175	500404	7 461 090	4 777 682	009976	IVANOVIC MIODRAG; NOVI PAZAR; 28.NOVEMBAR *UL III* BR*1; knjiga 501
10176	500404	7 461 090	4 777 682	009976	RADUNOVIC MILE; NOVI PAZAR; 28.NOVEMBAR *UL III* BR*9; knjiga 501
10177	500404	7 461 090	4 777 682	009976	REDZOVIC SELIM; NOVI PAZAR; 28.NOVEMBAR *UL III* BR*1; knjiga 501

## 2.2. Podaci o električnoj mreži

Kada je reč o kvalitetnom modelovanju mreže, što je polazna osnova za analize koje je potrebno sprovesti, od izuzetne su važnosti podloge sa kojima se raspolaže. Podaci o mreži se koriste na nizu mesta u elektrodistributivnom preduzeću: poslovnim informacionom sistemu, kao resurs određene vrednosti kojim preduzeće raspolaže, službama upravljanja, gde je dovoljno raspologati tehničkim karakteristikama elemenata i podacima o uklopnom stanju, te službama razvoja i investicija, gde su pored prethodnih neophodne i informacije o geografskom rasporedu elemenata i mogućnostima korišćenja prostora za gradnju novih elemenata. Pored prethodnih informacija, za potrebe planiranja razvoja mreže neophodna je i procena fizičkog stanja elemenata, na bazi koje je moguće dati i procenu njegovog životnog veka, odnosno trenutka izlaska iz pogona zbog dotrajalosti. Georeferencirana digitalizovana podloga područja koje pokriva data distributivna mreža se i u ovom slučaju koristi kao podloga za ucrtavanje elemenata mreže svih naponskih nivoa. Za potrebe sistematizacije podataka o vodovima i transformatorskim stanicama u okviru GIS-a koriste se svi raspoloživi izvori: katastarske podloge sa iscrtanom podzemnom instalacijom, projekti izvedenog stanja vodova, podaci dobijeni snimanjem pomoću GPS uređaja (*Global Positioning System*), iskustvo izvođača radova na polaganju kablovskih vodova itd. Pri snimanju nadzemne mreže pomoću GPS uređaja potrebno je snimiti sve ugaone stubove (mesta promene pravca voda), mesta grananja vodova, mesta drugih diskontinuiteta na vodu (npr. promena preseka, ili čak i promena tipa vodova). Značajno je snimiti i lokacije rastavnih elemenata u mreži (rastavljača, riklozera, i sl.) i naravno lokacije svih TS X/0.4 kV, TS 35/X kV i TS 110/X kV. Po snimanju, neke od elemenata moguće je identifikovati na digitalizovanim podlogama (sve TS, stubove 35 kV i 110 kV), što će smanjiti grešku koju čini GPS uređaj. Da bi se sačuvala veza sa elementima TIS-a, objektima u GIS-u treba dodeliti jedinstvene identifikatore (šifre) koje dati elementi imaju u TIS-u ili PIS-u.

Potrebno je napomenuti da u nekim elektrodistributivnim preduzećima postoje razvijeni geografsko-informacioni sistemi u kojima su već formirane elektronske podloge sa već ugrađenim neophodnim podacima o elementima mreže za pojedine delove distributivne mreže i te podatke je moguće preuzeti u elektronskoj formi.

Na sl. 3 dat je primer ucrtavanja elemenata mreže na georeferenciranu digitalizovanu podlogu.



sl. 3: Prikaz vodova i TS X/0.4 kV na na digitalizovanoj georeferenciranoj podlozi

### 2.3. Podaci o merenjima struja, napona i snaga na različitim naponskim nivoima

Poslovni informacioni sistem (PIS) sadrži informacije o nabavci i prodaji osnovne robe kojom trguje elektrodistributivno preduzeće, a to je električna energija, ali i informacije o svim ostalim poslovnim aktivnostima u okviru preduzeća (npr. o nabavci svih ostalih dobara i usluga, o prodaji usluga, o operativnim troškovima poslovanja koji obuhvataju i troškove održavanja električne mreže i sl.). Pošto su ovi podaci povezani sa novcem, odnosno, plaćanjima koja su predmet kontrole strana koje učestvuju u plaćanju, kao i poreskih službi koje ceo proces kontrolišu, tačnost ovih podataka je vrlo visoka. S druge strane, ovi podaci su promenljivi u vremenu i predstavljaju dobru osnovu za analizu istorije rada elektrodistributivnog preduzeća, a ukoliko postoji mogućnost da se povežu sa podacima iz TIS-a dobija se kvalitetna osnova za analizu rada elektroenergetske mreže, strukture i kretanja potrošnje električne energije.

Potrebno je da grupa podataka o merenjima potrošnje bude organizovana tako da se lako mogu dobiti izveštaji u formi pogodnoj za dalju obradu i analizu:

- Godišnji izveštaji o potrošnji električne energije po naponskim nivoima, a za niski napon i po kategorijama potrošnje;
- Potrošnja električne energije po trafopodručjima X/0.4 kV i mernim mestima, po kategorijama potrošnje i po naseljima;
- Podaci o potrošnji aktivne i reaktivne energije i registrovanim vršnim snagama za kupce sa mernom grupom;
- Podaci o nabavci električne energije na godišnjem nivou i registrovanim vršnim godišnjim snagama na mestima preuzimanja;
- Podaci o petnaestominutnim srednjim aktivnim i reaktivnim snagama na mestima preuzimanja električne energije.

Navedeni podaci su od velikog značaja za modelovanje funkcionisanja mreže u postojećem stanju, a s druge strane trend promene ovih informacija iz dužeg perioda u prošlosti služi za formiranje globalne prognoze potrošnje električne energije i vršne snage u budućem periodu.

Druga značajna grupa podataka koji potiču iz merenja locirana je u tehničkom informacionom sistemu, odnosno, njegovom delu vezanom za upravljanje (SCADA). Radi se o podacima o merenjima struje, napona, faktora snage, ili aktivne i reaktivne snage po pojedinim elementima mreže u okviru elektrodistributivnog sistema. Najčešće je podatke o izmerenim vrednostima iz SCADA sistema moguće konvertovati u srednje petnaestominutne vrednosti aktivnih i reaktivnih opterećenja, koji, s jedne strane zadržavaju kvalitet prikupljenih informacija, a s druge strane takvog su obima da je moguća njihova analiza (podaci o npr, sekundnim vrednostima merenjima zauzimaju ogroman memorijski prostor i zbog pretraživanja i analize njihovo korišćenje je značajno usporeno).

Druga grupa podataka o merenjima je od velikog značaja za kvalitetno modelovanje mreže određenog naponskog nivoa (npr. 10 kV) u postojećem stanju. Poređenjem podataka o potrošnji napajanoj sa nekog izvoda 10 kV i maksimalnom snagom na tom i susednim izvodima, imajući u vidu informacije o uklopnom stanju, može se doći do koeficijenta srazmere, koji je u projektima [6]-[10] definisan kao

prosečno vreme korišćenja isporučene energije. Prosečna vrednost ovog koeficijenta srazmere za dovoljno veliki uzorak izvoda, omogućuje da se dovoljno kvalitetno modeluju maksimalna opterećenja svih izvoda 10 kV u mreži, na osnovu energije koja je po tim izvodima isporučena potrošačima i na raspolaganju je kao podatak iz PIS-a.

Treba, ipak, imati u vidu da podatke o merenjima treba vrlo pažljivo analizirati i uzeti u obzir, pre svega, kao redundantne podatke. Naime, zbog problema sa opremom, dešava se da neka merenja nisu tačna, pa se tek uz dopunske informacije mogu koristiti za analize. Takođe, informacije o merenjima mogu biti korisne tek kada se imaju i precizne informacije o uklopnom stanju mreže, što najčešće nije slučaj. Značaj arhive merenja je veliki za modelovanje postojećeg stanja mreže, ali tek kada se izvrši analiza istorijskih podataka koja mora da bude bazirana i na informacijama iz nekog drugog izvora.

#### **2.4. Podaci o kvarovima po pojedinim elementima mreže i njihovim posledicama na napajanje potrošača**

Poseban segment podataka u TIS-u čine informacije o kvarovima. Ovo su podaci koji su tek od skoro počeli sistematizovano da se prikupljaju i skladište u elektrodistributivnim preduzećima. Ovi podaci (koji se takođe snimaju i skladište) su rezultat direktnog rada dispečerske službe i komunikacije sa kupcima i relativno su visoke tačnosti. Iako su od velikog značaja za analize pouzdanosti rada mreže, ove informacije dobijaju smisao kada se sagleda uticaj kvarova na poslovanje elektrodistributivnog preduzeća, a to nije moguće bez povezivanja sa informacijama iz PIS-a. Na ovaj način, se dobijaju i informacije o tome na koji broj potrošača kvarovi ostavljaju posledice i kolike su posledice u pogledu neisporučene energije potrošačima. Dakle, veza između informacija o tome koji se potrošači napajaju posredstvom elementa čiji se kvar analizira, kao i merenja struje i napona na tom elementu, ili njegovim napojnim elementima (npr. napojnom izvodu 10 kV za određeni vod 10 kV čiji se kvar razmatra) su od ključne važnosti. Dva su smera korišćenja ovih podataka za različite analize distributivnih mreža:

- 1) Prvi smer korišćenja se odnosi na analizu i procenu uticaja parametara pouzdanosti iz formirane baze podataka na dugoročne planove razvoja mreže i potrebu da indeksi pouzdanosti postanu parametar procene životnog veka elemenata mreže i procene momenta ulaganja u elemente koji bi preuzeli funkciju dotrajalog elementa mreže. U okviru metodologije za planiranje dugoročnog razvoja mreže moguće je formirati korelaciju između godišta elemenata mreže (energetskih transformatora, nadzemnih vodova i kablova) i trenutne vrednosti intenziteta otkaza i vremena trajanja kvara, kao i korelaciju između procenjene godine izlaska iz pogona elementa (godine ulaska u pogon uvećane za prosečan procenjeni životni vek objekta) i trenutne vrednosti intenziteta otkaza i vremena trajanja kvara. Vrednosti stepena korelacije dodatni su element metodologije za planiranje koji u određenoj meri utiče na procenu životnog veka elemenata mreže različitog tipa.

Pošto postupak planiranja obuhvata sagledavanje investicija neophodnih s gledišta zadovoljenja tehničkih kriterijuma (termičke granice opterećenja elemenata, naponskih ograničenja i sigurnosti), a zatim sagledavanje ekonomičnih investicija, uključuje parametara pouzdanosti u proces se realizuje nakon formiranja planskih rešenja koja uključuju prethodno navedene dve grupe investicija. U formiranim planskim rešenjima elektroenergetskih mreža po presečnim godinama utvrđuju se preostali elementi koji ne zadovoljavaju unapred definisane zadovoljavajuće vrednosti indeksa pouzdanosti. Pošto je u savremenu metodologiju planiranja razvoja elektroenergetskih mreža uključeno i ograničenje raspoloživih investicionih sredstava, za dodatne realizacije se biraju nove investicije koje svojom implementacijom najviše poboljšavaju indekse pouzdanosti u odnosu na uloženi novac.

- 2) Drugi smer korišćenja je usmeren na kvalitetne procene neisporučene energije zbog ispada pojedinih elemenata mreže. Osnovu za realizaciju ovakvog načina korišćenja čini grupa raspoloživih podataka vezanih za sisteme za akviziciju podataka i daljinsko upravljanja (SCADA sisteme) instalirane u TS 110/35 kV, TS 110/10 kV i TS 35/10 kV, kao i na dislociranim rastavnim elementima mreže za zaštitu i prekid struja kvara (reklozerima).

Za delove elektrodistributivne mreže 10 kV, gde su ugrađeni riklozeri, mogu se rekonstruisati određeni događaji, na osnovu podataka dobijenih njihovim očitavanjem (datumi kada je posmatrani reklozer proradio, broj i vrsta isključenja, podešenje zaštite, kritični parametri i merenja struje, napona i snage ukoliko postoje) i podataka dobijenih od strane SCADA sistema (petnaestominutna merenja struje na izvodima 10 kV i po TS X/10 kV). Pri tome je neophodno poznavati i topologiju posmatranog dela mreže.

Značaj ovih procena je posebno naglašen u projektima u kojima se teži povećanju pouzdanosti rada elektrodistributivne mreže, npr. projektima automatizacije srednjenaponske mreže. Formiranje kvalitetnih procena neisporučene energije potrošačima omogućuje i kvalitetnu evaluaciju efekata primenjenih mera na povećanju pouzdanosti napajanja.

### 3. FORMIRANJE PODLOGA NA OSNOVU PODATAKA ČIJI IZVOR NISU ELEKTRODISTRIBUTIVNA PREDUZEĆA

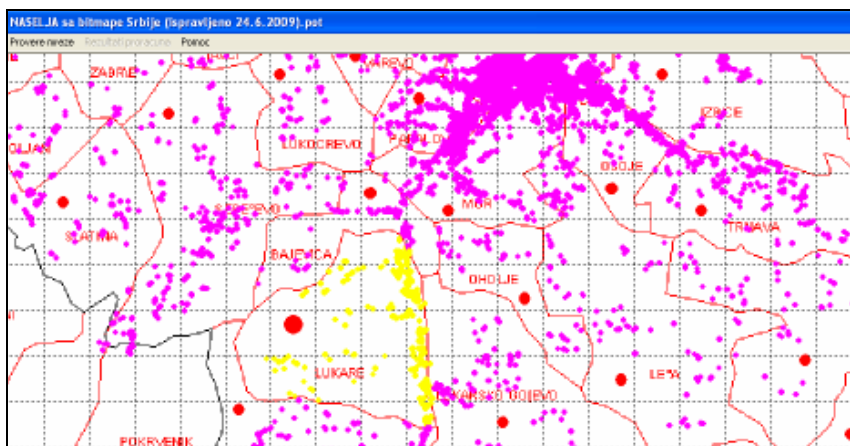
U pitanju su grupe podataka koje su posebno značajne za formiranje prognoze potrošnje električne energije kao što su demografski podaci, zatim planovi privrednog razvoja konkretnog područja kao i podaci o razvoju infrastrukture i planovima širenja ostalih energetskih sistema (razvoj gasovodne i toplovodne mreže, i sl.).

U okviru PIS-a postoje podaci koji se odnose na adresu pojedinih kupaca. Ovi podaci su od značaja za poslovni sistem zbog komunikacije sa kupcima (pre svega zbog očitavanja brojlara i dostavljanja računa). Na žalost, sistem adresa u okviru PIS-a nije usklađen sa statističkom organizacijom naselja koja je podloga za popise i demografske analize.

U okviru prognoze potrošnje, naročito kada je u pitanju kategorija domaćinstava, bitno je uspostaviti spregu podataka o potrošnji i demografskih podataka čiji je izvor zvanična popisna dokumentacija. Iz tog razloga od velikog je značaja da se podaci o kupcima u poslovnom informacionom sistemu dopune podacima o pripadnosti naselju u njegovim popisnim (statističkim) granicama.

Identifikacija potrošača na georeferenciranim digitalizovanim podlogama omogućuje i njihovo automatsko vezivanje za popisna naselja jer je na raspolaganju i georeferencirana mapa statističkih (popisnih) naselja u Srbiji koja, takođe, može biti jedna od podloga za GIS (sl. 4).

Drugi bitan aspekt informacija o kupcima električne energije, kako za poslovnu politiku, tako i za prognozu njihove buduće potrošnje, je informacija o korišćenju drugih energenata za grejanje i/ili pripremu tople vode. U nekim elektrodistributivnim preduzećima u Srbiji, zbog objedinjene naplate komunalnih računa, ova informacija je već uključena u PIS [2]. U drugim je neophodno identifikovati pojedinačne kupce priključene na sistem daljinskog grejanja, ili gasovodnu mrežu. Zbog analize ponašanja kupaca u prelaznom periodu po priključenju na neki od pomenutih sistema, značajno je u poslovni informacioni sistem uključiti i informaciju o datumu priključenja na neki od pomenutih sistema. Do ove informacije može se doći u saradnji sa preduzećima zaduženim za neki od pomenutih sistema, identifikacijom kupaca po imenu ili adresi, kao što je to realizovano u studijama [3]-[10].



sl. 4: Georeferencirana mapa popisnih naselja na području Srbije sa lociranim mestima priključaka potrošača na njoj

Konačno, posebnu grupu podataka koji su neophodni za planiranje dugoročnog razvoja elektrodistributivnih mreža čine podaci o strateškim planovima kupaca s većom angažovanom snagom ili većom potrošnjom električne energije. U pitanju su najčešće kupci koji imaju merenje na srednjem naponu, i skoro uvek merenje snage. Ovi podaci se najčešće prikupljaju u formi anketa u kojima se pored pitanja o budućim planovima o potrošnji električne energije postavljaju i pitanja o postojećim i novim tehnološkim procesima, njihovoj budućoj promeni, smenskom radu, planiranoj kompenzaciji reaktivne energije, potrebi za povećanjem nivoa sigurnosti napajanja i sl. Na osnovu ovih podataka moguće je formirati relativno kvalitetnu pojedinačnu prognozu potrošnje ovih kupaca. Da bi se kvalitet formirane prognoze digao na što je moguće viši nivo, anketiranje ovakvih kupaca treba da postane godišnja praksa u elektrodistributivnim preduzećima.

#### 4. ZAKLJUČCI

U radu je prikazana sistematizacija podloga koje su raspoložive za analizu i planiranje razvoja elektrodistributivnih sistema. Podloge su sistematizovane u četiri osnovne grupe čije je povezivanje omogućeno kroz povezivanje poslovnog, tehničkog i geografskog informacionog sistema. U radu je poseban akcenat stavljen na značaj formiranja geografskog informacionog sistema kao spona koja povezuje poslovni i tehnički informacioni sistem u elektrodistributivnom preduzeću. Informacije dobijene iz GIS-a su od velikog značaja, ne samo zbog unapređenja procesa dugoročnog planiranja elektrodistributivnih mreža (u kojem GIS ima ulogu u kvalitetnoj prostornoj raspodeli potrošnje, tačnom modelovanju elemenata mreže i analizi potencijalnih trasa budućih vodova), već i zbog mogućnosti da se koriste u operativnim poslovima u elektrodistributivnom preduzeću: npr. poslovima upravljanja mrežom ili njenog održavanja.

Posebna pažnja je u radu posvećena podacima o kvarovima čija je sistematizacija od skoro započela. Prikazana su dva načina korišćenja raspoloživih podataka u procesu analize rada i planiranja distributivnih mreža.

Poslednju grupu podataka koja je u radu prikazana čine podaci čiji je izvor van elektrodistributivnog preduzeća, ali su od velikog značaja za streteško sagledavanje razvoja mreže.

#### LITERATURA

- [1] Tehničke preporuke Direkcije za distribuciju EPS, 1996-2008, Beograd
- [2] Studija perspektivnog dugoročnog razvoja električnih mreža naponskih nivoa 110, 35 i 10 kV na području EPS JP "Elektrošumadija" Kragujevac, 2005, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd
- [3] Studija perspektivnog dugoročnog razvoja električne mreže naponskog nivoa 10 kV na području grada Leskovca, 2006, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd
- [4] Analiza funkcionisanja distributivnih mreža 10-110 kV i prognoza potrošnje na području ED Kraljevo i ED Vrnjačka Banja, 2007, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd
- [5] Studija perspektivnog dugoročnog razvoja električne mreže naponskog nivoa 10 kV na području grada Niša, 2008, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd
- [6] Studija perspektivnog dugoročnog razvoja električne mreže naponskog nivoa 10 kV na području ogranka Piroć, 2009, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd
- [7] Studija perspektivnog dugoročnog razvoja električne mreže naponskog nivoa 10 kV na području ogranka Vranje, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd
- [8] Studija dugoročnog razvoja električne mreže naponskog nivoa 10-110 kV na području ED Loznica, izrada u toku, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd
- [9] Studija dugoročnog razvoja električne mreže naponskog nivoa 10-110 kV na području ED Valjevo, izrada u toku, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd
- [10] Analiza funkcionisanja distributivnih mreža 10-110 kV, prognoza potrošnje i srednjoročni plan razvoja na području ogranka Kraljevo, izrada u toku, Elektrotehnički institut Nikola Tesla, Beograd