

# Razvoj mobilne GIS aplikacije za evidenciju elektrodistributivne mreže

Nikola Davidović, Aleksandar Stanimirović, Bratislav Predić, Leonid Stoimenov, Dragan Stojanović

**Sadržaj** — Kvalitetu geopodataka koji se koriste u kompanijskim Geografskim Informacionim Sistemima se pridaje sve veći značaj. Mobilne GIS aplikacije sa mogućnošću očitavanja GPS lokacije omogućavaju premeštanje procesa unosa i ažuriranja geopodataka iz centrale kompanije na teren. Za potrebe postojećeg GinisED sistema za evidenciju elektrodistributivne mreže započet je razvoj mobilne GIS aplikacije GinisED Mobile. U ovom radu opisan je naš predlog arhitekture mobilne GIS aplikacije i definicija procesa koji je potrebno ispoštovati pri radu na terenu.

**Ključne reči** — field GIS, GIS, mobilni GIS, mobilna baza podataka

## I. UVOD

**N**APREDAK savremenih informacionih i komunikacionih tehnologija omogućio je poslovnim sistemima da pokriju što veći geografski prostor. Samim tim poslovni sistemi moraju da poseduju mehanizme za upravljanje infrastrukturom i opsluživanje klijenata koji se nalaze na međusobno jako udaljenim lokacijama. U takvim uslovima prostorni podaci sve više dobijaju na značaju. Zbog toga se sve veća pažnja posvećuje poboljšanju i pojednostavljenju procesa prikupljanja geopodataka. [1]

U prethodnom periodu proces unosa podataka zahtevao je odlazak ekipa na teren, određivanje orijentacione lokacije realnih geobjekata (definisane geometrijskih atributa) i njihovo kvalitativno opisivanje (definisane tematskih atributa). Tako prikupljeni podaci su zatim u centralama kompanija, korišćenjem nekog GIS sistema, smešteni u skladište prostornih podataka. Ovakav proces često je dovodio do grešaka usled nepreciznih i

nepotpunih podataka, loše interpretacije prikupljenih podataka ili nestandardizovanog postupaka prikupljanja podataka.

Poslednjih godina velika pažnja je posvećena pronalaženju praktičnih rešenja za povećanu dostupnost GIS-a u različitim uslovima upotrebe. Ovi naponi su rezultovali ubrzanim prelazom mnogih funkcionalnosti monolitnih GIS sistema u Web okruženje. Razvoj WebGIS-a je poboljšao dostupnost GIS rešenja širem krugu korisnika. Međutim kod WebGIS rešenja korisnici su i dalje vezani za svoja radna mesta (komunikaciona infrastruktura, električna mreža i sl.) dok se u praksi sve više javlja potreba za dostupnošću GIS aplikacija na samom terenu gde se odvija najveći deo posla koji je vezan za prikupljanje geoinformacija. Prednost terenske dostupnosti se ogleda u poboljšanju orijentacije korisnika u okruženju, mogućnost verifikacije već unešenih geopodataka, povećanje tačnosti novounešenih podataka, u pogledu lokacijske tačnosti, tačnih atributa i konteksta podataka. Na ovaj način je moguće značajno unaprediti proces prikupljanja prostornih podataka od vitalnog značaja za rad kompanije.

Prilikom projektovanja mobilnih GIS sistema neophodno je voditi računa o tehničkim karakteristikama mobilnog klijenta (ograničenja hardverskih kapaciteta, ugrađenih modula za određivanje lokacije i komunikaciju itd.) kao i fizičkim karakteristikama sredine i uslovima korišćenja (jačina svetlosti, buke, atmosferske prilike, prisustvo elektromagnetnih polja, dostupnost komunikacionih servisa itd.). Od navedenih uslova zavisi pristup projektovanju platforme GIS klijenta i izbor odgovarajućeg uređaja što direktno uslovljava i tehnologiju koja će biti korišćena u implementaciji. Projektovanjem mobilnog GIS-a potrebno je obezbediti i podršku na serverskoj strani: razvoj odgovarajućih servisa i definisanje protokola i procedura za sinhronizaciju i verifikaciju podataka prikupljenih na terenu [2].

U daljem radu će biti opisan naš rad na proširenju postojećeg GIS sistema mobilnom komponentom koja će omogućiti rad u terenskim uslovima. U drugom poglavlju će ukratko biti opisane osnovne karakteristike savremenih mobilnih GIS aplikacija. Treće poglavlje daje prikaz arhitekture GinisED sistema za evidenciju elektrodistributivne mreže i definiše položaj mobilne komponente u ovom sistemu. Četvrto daje predlog arhitekture GinisED Mobile podsistema i definiše način njegove upotrebe.

N. Davidović, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija; (e-mail: [nikola.davidovic@elfak.ni.ac.yu](mailto:nikola.davidovic@elfak.ni.ac.yu)).

A. Stanimirović, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija; (e-mail: [aleksandar.stanimirovic@elfak.ni.ac.yu](mailto:aleksandar.stanimirovic@elfak.ni.ac.yu)).

B. Predić, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija; (e-mail: [bratislav.predic@elfak.ni.ac.yu](mailto:bratislav.predic@elfak.ni.ac.yu)).

L. Stoimenov, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija; (e-mail: [leni@elfak.ni.ac.yu](mailto:leni@elfak.ni.ac.yu)).

D. Stojanović, Elektronski fakultet u Nišu, Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija; (e-mail: [dragan.stojanovic@elfak.ni.ac.yu](mailto:dragan.stojanovic@elfak.ni.ac.yu)).

## II. KARAKTERISTIKE MOBILNIH GIS SISTEMA

Prilikom razvoja arhitekture mobilnog GIS sistema mora se voditi računa o četiri osnovna aspekta [3]:

- informacioni servisi i distribuirana obrada na strani servera,
- mogućnosti koje mobilni uređaji pružaju u pogledu komunikacije i pribavljanja trenutne lokacije,
- relacije baze podataka koje je moguće koristiti na mobilnim uređajima i
- softverske i hardverske karakteristike mobilnih uređaja.

Podrška mobilnim uređajima na strani servera se ogleda kroz obezbeđivanje WMS-a, WFS-a, i posebnog Web servisa koji treba da obezbedi mogućnost slanja dodatnih podataka u zavisnosti od prosleđene lokacije, udaljenog unosa novih i ažuriranja postojećih geopodataka prosleđenih uređaju [4]. Web servis za dodatne podatke je moguće implementirati korišćenjem XML Web servisa [5].

Za komunikaciju se mobilnim uređajima moguće je iskoristiti različite vidove komunikacije: *Wireless LAN* (standard 802.11b/g), paketni prenos korišćenjem mreže operatera mobilne telefonije ili kompanijska radioveza uz korišćenje dodatnih modema [6].

Lokacijski servisi su omogućeni korišćenjem mreže za pozicioniranje poput GPS-a i baznih stanica mobilne telefonije. Danas je prekrivenost baznim stanicama mobilne telefonije dobra, posebno u urbanizovanim područjima ali se njena tačnost meri desetinama metara. GPS omogućava mnogo veću tačnost lociranja putem satelita merenu metrima, a preciznost se povećava korektivnim metodama [3].

Relaciona baza podataka na mobilnom uređaju, osim kao sredstvo za čuvanje podataka preuzetih sa centralnog sistema, treba da omogući i nezavisnost uređaja u slučajevima nedostupnosti komunikacije sa centralnim sistemom u cilju očuvanja stanja aplikacije. Mobilna baza podataka mora da obezbedi replikaciju određenih delova centralne baze podataka u kompaniji na mobilni uređaj. Princip rada većine mobilnih baza podataka se zasniva na korišćenju *flat file*-ova. Osnovna koncepcija na kojoj se zasnivaju je korišćenje serverske komponente koja služi za sinhronizaciju sa *embed* bazama na mobilnim uređajima sa glavnom (*back-end*) bazom podataka [7].

Relacione baze podataka namenjene mobilnim uređajima su u velikoj ekspanziji, tako da je na tržištu dobra ponuda rešenja različitih proizvođača. Primeri rešenja su Oracle Lite, Microsoft SQL Server 2005 Mobile, IBM's DB2 Everywhere 1.0, Sybase's SQL.

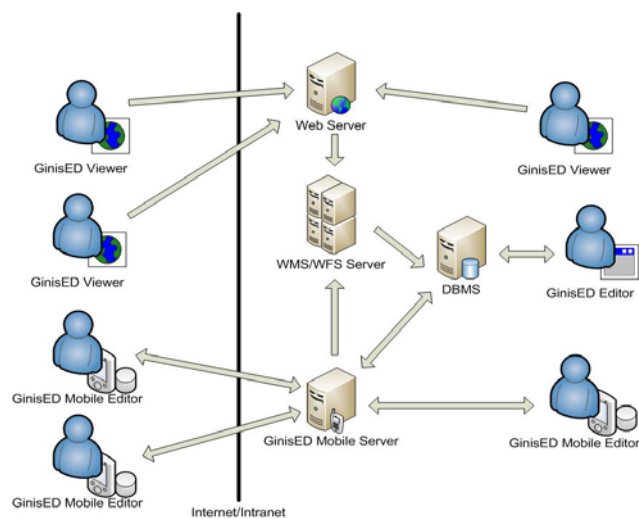
Ciljni uređaj ove aplikacije je Trimble Nomad. Operativni sistem ovog uređaja je Windows Mobile® 6. Ovo dominantno određuje .NET *Compact Framework* kao tehnologiju u kojoj se aplikacija razvija i C# kao programski jezik. Ostala ograničenja su razmatrana u radu [8].

## III. GINISED SISTEM ZA EVIDENCIJU ELEKTRODISTRIBUTIVNE MREŽE

Za potrebe evidencije, manipulacije, održavanja i analize elektrodistributivne mreže, PD Jugoistok Niš je u saradnji sa Laboratorijom za računarsku grafiku i GIS, Elektronskog fakulteta u Nišu, uz podršku Ministarstva nauke, nastavila proces razvoja specijalizovanog geografskog informacionog sistema nazvanog GiniSED [9]. GiniSED je prevashodno GIS sistem koji ima zadatak da obezbedi mehanizme za evidenciju, manipulaciju i prostornu analizu podataka o elektrodistributivnoj mreži. Aplikacija GiniSED ima objektno orijentisanu arhitekturu koja se bazira na savremenim softverskim komponentnim tehnologijama. Razvoj ove aplikacije je u velikoj meri baziran na našem prethodnom radu na razvoju objektno orijentisanog okvira za razvoj GIS aplikacija [10][11]. Svi alati, neophodni za upravljanje elektrodistributivnom mrežom, u GiniSED sistemu implementirani su kao dve nezavisne aplikacije (Sl. 1) [9]:

- GiniSED Editor - specijalizovani alat za kreiranje prostornih podataka o elektrodistributivnoj mreži (kreiranje geografskih šema distributivne mreže, unošenje i ažuriranje parametara elemenata mreže i definisanje njihovih međusobnih veza) i

- GiniSED Viewer - WebGIS aplikacija sa troslojnom softverskom arhitekturom koja obezbeđuje efikasne mehanizme za pregled i pretraživanje prostornih podataka o selektovanom delu distributivne mreže.



Sl. 1. Arhitektura GiniSED sistema sa GiniSED Mobile podsistemom.

GiniSED Viewer je prelazni korak koji omogućava korisnicima pristup prostornim podacima korišćenjem tankih klijenata sa bilo kog desktop računara, ali ne rešava problem dostupnosti geopodataka radnicima na terenu koji se slobodno kreću. Da bi pristup geopodacima bio moguć korisnicima koji rade na terenu započeto je proširenje postojećeg sistema dodavanjem novog podsistema GiniSED Mobile. Karakteristike ovog podsistema će detaljnije biti opisane u nastavku ovog rada.

#### IV. GINISED MOBILE

Podsistem GinisED mobile je troslojna aplikacija koja se sastoji od sledećih komponenata (Slika 1):

- GinisED Mobile Editor sa mobilnom bazom podataka
- GinisED Mobile Server
- Centralna baza podataka.

Komponenta GinisED Mobile Editor je aplikacija namenjena mobilnim uređajima kao podrška mobilnim ekipama PD Jugoistok pri radu na terenu. Online režim rada aplikacije je podržan kroz komponentni okvir Ginis Mobile za rad sa kartama, razvijen u laboratoriji za CG&GIS Elektronskog fakulteta [3][8]. Osim toga GinisED Mobile Editor treba da obezbedi mogućnost rada u offline režimu. Zbog toga ova aplikacija sadrži prezentacioni sloj, mogućnost rada sa rasterskim i vektorskim kartama i deo logike aplikacije za obradu podataka u vidu mobilne baze podataka.

Drugi deo logike aplikacije se nalazi na serverskoj strani. Centralna baza podataka sadrži sve neophodne informacije o elektrodistributivnoj mreži [9]. Komponenta GinisED Mobile Server treba da pripremi podatke neophodne za rad GinisED Mobile editora u offline režimu. To podrazumeva pribavljanje rasterske podloge za definisanu oblast i njihov prenos na mobilni uređaj, određivanje skupa vektorskih podataka neophodnih za izvršenje zadatka i unos tekstualnog opisa zadatka. GinisED Mobile koristi usluge WMS-a radi formiranja jedinstvene rasterske podloge (kombinovanjem postojećih rasterskih podloga i vektorskih slojeva). Iz centralne baze se pripremaju samo oni podaci koji su neophodni za izvršenje zadatka u unapred izabranoj oblasti.

Za potrebe korišćenja predloženog podsistema na nivou PD Jugoistok će biti definisane posebne procedure za korišćenje mobilne GIS aplikacije na terenu. Prilikom definisanja ovih procedura uzeto je u obzir da je unos podataka u ruralnim područjima ograničen nemogućnošću komunikacije sa serverom u preduzeću (aplikacija radi u offline režimu). Pre izlaska na teren, u mobilni uređaj je potrebno prebaciti podatke za definisano područje: rasterska podloga koja se pribavlja od WMS-a i podskup podataka o elektrodistributivnoj mreži iz centralne baze podataka. Osnovni cilj ovog pristupa je da se smanji opterećenje mobilnog uređaja pri izračunavanju i iscertavanju vektorskih podataka. Samo vektorski podaci koji su od ključnog značaja za rad na terenu se učitavaju u mobilnu bazu podataka na uređaju (u slučaju kada je potrebno već postojeće podatke editovati u skladu sa stvarnim stanjem na terenu).

Tokom rada na terenu menjaju se preuzeti podaci ili unose novi. U procesu unosa podataka je potrebno da osoba koja unosi podatke, priđe objektu od interesa, i očita trenutnu lokaciju korišćenjem GPS-a. Sledeći korak je izbor odgovarajućeg tipa objekta koji se unosi na očitanoj lokaciji. Poslednja faza je unošenje atributa novounesenog objekta (definisanje naponskog nivoa, trenutnog stanja...). Opciono je moguće uneti kratak tekstualni opis i

fotografisati uređajem objekat od interesa u cilju dokumentovanja procesa unosa.

Proces menjanja postojećih podataka zahteva da podatak od interesa već postoji u mobilnoj bazi (da je preuzet iz centralne baze) i da je prikazan u vektorskom sloju. Osnovna namena je utvrđivanje tačne lokacije objekta čiji se podaci menjaju, ali je moguće promeniti tip objekta i njegove atribute.

U slučaju da je očitavanje lokacije objekta nemoguće izvršiti usled nepristupačne lokacije, potrebno je omogućiti relativno određivanje koordinata na osnovu razmere karte, nivoa zuma i tačke koju je korisnik obeležio pokazivačem u odnosu na trenutnu lokaciju korisnika određenu pomoću GPS-a. Alternativni načini su izračunavanje triangulacijom u odnosu na dve očitane tačke ili lasersko merenje rastojanja ali se oni koriste u slučajevima kada je tolerancija greške očitavanja niska što sa podacima od interesa najčešće nije slučaj.

Tokom korišćenja mobilnog GIS sistema nekonzistentnost lokalne kopije podataka sa podacima na centralnom serveru se može javiti u dva slučaja:

- izmena postojećeg podatka i
- generisanje novog podatka

Problem nekonzistentnosti podataka rešava se tokom sinhronizacije lokalne kopije sa podacima u centralizovanoj bazi podataka. Pri tome veliku pažnju treba posvetiti problemu jedinstvenog identifikatora podataka. Za rešavanje ovog problema koriste se različiti pristupi:

- svakom uređaju se pre odlaska na teren dodeljuje opseg slobodnih ID-eva. Time se rešava problem velikog broja uređaja ali se može u velikoj meri ograničiti opseg raspoloživih identifikatora čime se ograničava i broj geobjekata koji se mogu uneti. Formiranje jedinstvenih identifikatora zavisi od kompanijskih pravila obeležavanja pa to može da predstavlja problem kod ovog pristupa.

- mobilni GIS koristi sopstveni mehanizam za generisanje jedinstvenih identifikatora koji se zatim mapiraju u odgovarajuće identifikatore na centralnom sistemu u trenutku sinhronizacije podataka. Problem se može javiti ukoliko više uređaja vrše upis u isto vreme (online na različitim lokacijama ili kablovski u različitim sektorima kompanije). Rešenje bi moglo biti da samo jedan uređaj u jednom trenutku može da upisuje u bazu dok ne prenese sve podatke, ili optimalnije da se dodeljuju žetoni u određenim vremenskim intervalima kada je uređaju dozvoljeno da upisuje.

U našem sistemu će biti korišćen drugi pristup gde se identifikatori sa mobilnog uređaja mapiraju u jedinstvene identifikatore u centralnoj bazi podataka. Nakon povratka sa terena, podaci se sa mobilnog uređaja sinhronizuju sa podacima u centralnoj bazi podataka. Svaki podatak, koji je promenjen ili unešen, treba da verifikuje ovlašćeno lice. Nakon toga su podaci validni. Usled verifikacije prostorne komponente podatka, nije moguće koristiti postojeća rešenja za sinhronizaciju mobilne sa centralnom bazom podataka.

Za svaku detaljniju analizu elektrodistributivne mreže,

pored ovih osnovnih, potrebno je obezbediti mnogo detaljnije tehničke informacije o elementima elektrodistributivne mreže. Iz tih razloga aplikacija GinisED koristi podatke iz većeg broja heterogenih i distribuiranih izvora informacija koji postoje u okviru preduzeća PD Jugoistok Niš. Podsystemi iz kojih se podaci integrišu su detaljno prikazani u radovima [5][9] i u daljem tekstu neće biti razmatrani. U cilju što efikasnijeg korišćenja mobilne aplikacije, potrebno je skup informacija koji je moguće koristiti u sistemu ograničiti na podskup takav da unapređuje mogućnosti orijentacije pomoću uređaja. Podskup čine jedinstveni identifikatori, geografska lokacija i adresa, naziv i osnovni atributi objekta. Skalabilnost sistema je od ključnog značaja jer je u zavisnosti od scenarija korišćenja aplikacije, potrebno proširiti navedeni podskup informacija. Na primer, korišćenje aplikacije u radu sa klijentima na terenu zahteva integraciju informacija iz CIS (Customer Information System) sistema. Radnik treba da, osim navedenih podataka, raspolaže i podatkom o trenutnom zaduženju klijenta, da li je klijent u procesu reprograma duga, rezultatom analize potrošnje i drugim.

#### V. ZAKLJUČAK

Izloženi koncepti predstavljaju dobru polaznu osnovu za razvoj mobilnog GIS-a za rad na terenu. Poboljšanja koja treba da dovedu do optimalnih rezultata u smislu poboljšanja interfejsa, definisanja zadataka, količine potrebnih podataka za udoban rad sa aplikacijom je potrebno identifikovati u skladu sa iskustvima korisnika. Sa razvojem novih tehnologija bežičnog Interneta, moći će da se uvede veliki stepen interakcije između osobe na terenu i osobe zadužene za proveru prikupljenih podataka. Ovim će biti omogućeno da podaci, odmah nakon sinhronizacije budu validirani u preduzeću i dostupni ostalim službama koje koriste GinisED aplikaciju. Arhitektura aplikacije omogućava razvoj klijentskih mobilnih aplikacija namenjenih drugim profilima korisnika. Paralelno sa razvojem, u narednom periodu biće stavljen akcenat i na identifikaciju svih potencijalnih korisnika mobilnog GIS sistema u PD Jugoistok radi unapređenja postojećih poslovnih procesa.

#### ZAHVALNICA

Istraživanja prezentovana u ovom radu delimično su finansirana od strane Ministarstva nauke Republike Srbije i PD Jugoistok Niš, u okviru projekta iz oblasti tehnološkog razvoja "Inteligentna integracija geo-, poslovnih i tehničkih informacija na nivou preduzeća", ev.broj 13003."

#### LITERATURA

- [1] Pundt H, "Field Data Collection with Mobile GIS: Dependencies Between Semantics and Data Quality" *GeoInformatica*, Volume 6, Number 4, December 2002, pp. 363-380(18)
- [2] A. A. Solyman, "Investigating Mobile GIS", *Directions Magazine*, [http://www.directionsmag.com/article.php?article\\_id=2009&trv=1](http://www.directionsmag.com/article.php?article_id=2009&trv=1), Novembar 2005.
- [3] D. Rančić, B. Predić and A. Dimitrijević, "Implementation of mobile GIS in field work", *WSEAS Transaction on Computers*, Vol. 5, No. 11, November 2006, (pp2690-2696)., ISSN: 1109-2750.
- [4] L. Luqun, L. Minglu, "A Research on Development of mobile GIS architecture", *Environmental Informatics Archives*, Volume 2, 2004, pp. 920-926
- [5] N. Davidović, A. Stanimirović, L. Stoimenov, S. Đorđević-Kajan, "Primena Web tehnologija za integraciju podataka u GinisED sistemu", *ETran 2008*, Palić 8-12. Jun 2008, CD izdanje
- [6] J.H Shin, B.J. Yi, J.J. Song, J.Y. Kang, J.I. Lee, S.K. "A Development of the Mobile Computing System for Repair and Patrol of Electric Power Facilities", *International Conference on Information Systems archive, Proceedings of the Fourth Annual ACIS International Conference on Computer and Information Science*, Pages: 622 – 627, Year of Publication: 2005, ISBN:0-7695-2296-3
- [7] M. H. Dunham, V. Kumar, "Location Dependent Data and its Management in Mobile Databases.", *9th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA'98)*, 1998, pp.414
- [8] B. Predić, A. Milosavljević, D. Rančić, D. Stojanović, S. Đorđević-Kajan, "Mobile GIS for Maintenance and Control of Electrodistribution Network", *YuInfo 2006.*, Kopaonik, 6-10.3.2006., *Proceedings on CD-ROM*.
- [9] A. Stanimirović, L. Stoimenov, D. Stojanović, S. Đorđević-Kajan, "Integracija informacija kao podrška za efikasno upravljanje elektrodistributivnom mrežom", *YuInfo 2008.*, Kopaonik, 2008, *Proceedings on CD-ROM*
- [10] D. Mitrović, A. Mitrović, S. Đorđević-Kajan, "A scalable, object-oriented GIS Framework", In *Proc. Of ISPRS Int. Workshop "Hardware and Software Aspects of GIS"*, Milan, Italy, 1996, pp. 130-141
- [11] L. Stoimenov, A. Stanimirović, S. Đorđević-Kajan, "Realization of Component-Based GIS Application Framework", *7th Agile Conference on Geographic Information Science*, Heraklion, Crete, 29 April-1 May, 2004, pp. 11E.

#### ABSTRACT

Geospatial data quality used in corporate Geographics Information Systems gains importance. Mobile GIS applications with GPS functionality provide means for dislocating process of inserting and updating geospatial data to the field. This paper proposes an extension of existing GinisED system for control and maintaining of power supply network through new application GinisED Mobile. It also describes mobile GIS application architecture and processes involved in field work.

#### MOBILE GIS APPLICATION DEVELOPMENT FOR POWER SUPPLY NETWORK

Nikola Davidović, Aleksandar Stanimirović, Bratislav Predić, Leonid Stoimenov, Dragan Stojanović