

Sandi Karlović
HEP ODS d.o.o., Elektroistra Pula
sandi.karlovic@hep.hr

SUSTAV DETEKCIJE I LOKACIJE KVARA NA NISKOM NAPONU

SAŽETAK

U ovom radu prikazan je inovativni sustav detekcije i lociranja mjesta kvara na niskom naponu. Opisane su mogućnosti koje pruža sustav detekcije i lokacije uz vizualno predstavljanje mogućeg izgleda aplikacije Hrvatske elektroprivrede te konkretni primjeri simuliranih kvarova na terenu. Za kraj dano je subjektivno mišljenje o samom sustavu.

Ključne riječi: kvar; detekcija i lokacija kvara; distribucija; aplikacija

SYSTEM OF DETECTION AND LOCALIZATION OF THE FAULT POINT IN LOWER VOLTAGE NETWORK

SUMMARY

This work elaborates and describe a innovative system for detection and localization of the fault point in lower voltage network. The possibilities provided by the system of detection and localization with the presentation of the possible mobile application and two specific examples of simulated failures are presented. At the end a subjective opinion is given about the system.

Key words: fault; detection and localization of the fault point; distribution; application

1. UVOD

Sadašnji proces detekcije i određivanja mjesta kvara na niskom naponu zahtjeva poboljšanja i implementaciju novih mobilnih tehnologija, tj. GPS (engl. Global Positioning System) sustava i mobilne aplikacije kreirane isključivo za tu svrhu.

Nestanak električne energije u noćnim satima i ekstremnim vremenskim uvjetima (gdje je loša vidljivost prilaznih cesta, neadekvatna ili nikakva označenost kuća i zgrada, itd.) uvelike otežava i produljuje vrijeme koje je potrebno da se kvar otkloni te ponovno uspostavi napajanje. Trenutačno obavješćivanje o prekidima napajanja električnom energijom putem novina i radio postaja ne zadovoljava sve zahtjevnije korisnike mreže na hrvatskom tržištu električne energije. Sustav detekcije i lokacije kvara na niskom naponu unaprjeđuje informiranost budući da se u današnjoj prosječnoj obitelji nalazi po tri mobilna uređaja.

Referat je usmjeren na implementaciju inovativnog Sustava detekcije i lokacije kvara na niskom naponu u procesu detekcije i lokacije kvara HEP ODS-a s ciljem bržeg i efikasnijeg otklanjanja kvara te ponovnog uspostavljanja napajanja električnom energijom korisnika mreže. Sustav upotrebljava modernu mobilnu tehnologiju u sinergiji sa 50-tak godina starom sustavu za analiziranje, uređivanje i prikazivanje geografskih informacija, odnosno upravljanju prostornim podacima zvanom "Geoinformacijski sustav" ili skraćeno GIS. Dosadašnja praksa otklanjanja kvarova najvećim se dijelom oslanja na sposobnosti i umijeća dežurnih službi te se usprkos tome nerijetko dešava da previše vremena oduzme sama detekcija i lokacija kvara a sve radi loše komunikacije između dojavljivača kvara i dežurne službe.

Osim prijave kvara, navedeni Sustav nudi informacije o planiranim i neplaniranim prekidima napajanja, uvid u trenutačnu potrošnju električne energije te korisne informacije o štednji i efikasnoj uporabi električne energije a sve s ciljem povećanja zadovoljstva korisnika mreže HEP ODS-a.

U radu je prikazana simulacija kvara, usporedba trenutnog načina otklanjanja kvarova te uz pomoć sustava detekcije i lokacije kvara na niskom naponu.

2. PRIJAVA KVARA

Problemi koji nastaju u električnim mrežama su ujedno problemi i elektroenergetskog sustava a s obzirom na opsežnost i kompleksnost njegovih sastavnih dijelova, ponekad rješavanje može biti vrlo opsežno i dugotrajno a ponekad i nemoguće izvedivo. [1]

Najčešći kvarovi koji se javljaju u nadzemnim niskonaponskim mrežama su kvarovi uslijed atmosferskih pražnjenja, oštećenja uslijed pada stabala, oštećenja uzrokovana ljudskom nepažnjom prilikom kojih dolazi do oštećenja izolacije i samih vodiča nadzemnih vodova, oštećenja izolatora ili spojnog materijala.

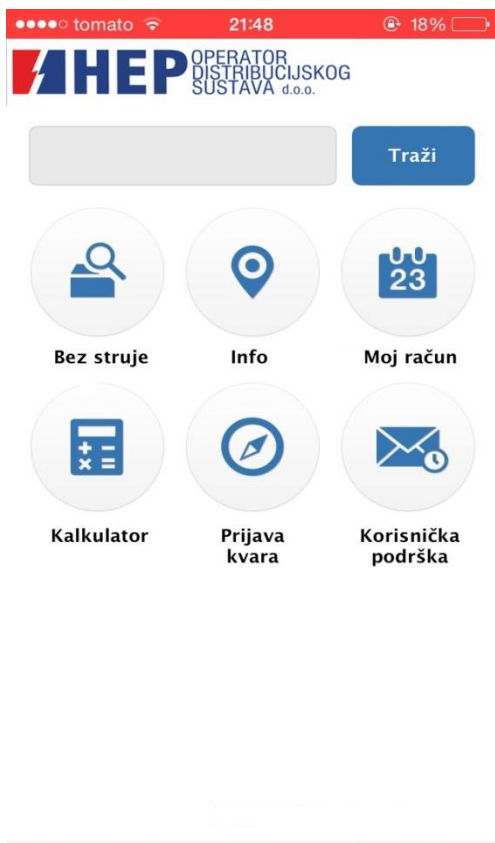
Većina kvarova na kabelskoj mreži uzrokovani su ljudskom nemarnošću prilikom izvođenja građevinskih radova, neadekvatna označenost podzemnih energetskih kabela, neadekvatan stručni nadzor prilikom izvođenja radova, oštećenja nastala djelovanjem glodavaca, nekvalitetno izvedenim spojnim mjestom te preopterećenjem mreže.

U praksi se pokazalo da se velik dio vremena potroši na samom definiranju i lociranju mjesta nastanka kvara.

Cilj sustava detektiranja i lociranja kvarova na niskom naponu je otkrivanje i lociranje kvara u što je moguće kraćem vremenu te, po mogućnosti saznati što je moguće više informacija o samom kvaru.

Da bi sustav funkcionirao, korisnik mreže treba posjedovati pametni telefon novije generacije koji sadrži GPS prijemnik. Ovisno o platformi mobilnog uređaja, IOS, Android ili Windows, korisnik preuzima besplatnu aplikaciju sa virtualne trgovine. Za korištenje aplikacije potrebna je Internet veza radi prenošenja podataka.

Pri prvom pokretanju od korisnika se zahtjeva registracija te upis podataka kojim se identificira korisnik mreže (šifra kupca, OMM). Aplikacija se povezuje sa bazom podataka te provjerava unesene podatke.



Slika 1. Polazni zaslon aplikacije



Slika 2. Zaslon Moj račun

U različitim potkategorijama same aplikacije korisniku se nude različite mogućnosti kao što su:

- osnovne informacije o korisniku mreže,
- informacije o planiranim prekidima napajanja električnom energijom u slučaju planiranih radova,
- korisne informacije o štednji i efikasnoj upotrebi električne energije, brojeve telefona dežurnih službi i govornih automata,
- kalkulator trenutne potrošnje električne energije prilikom koje se mora unijeti očitano stanje na brojilu električne energije, informacije o stanju korisničkog računa tj. da li je korisnik mreže preplatio ili duguje troškove za električnu energiju,
- uplatu dugovanja,
- sudjelovanje u nagradnim igrama te
- pomoć prilikom kvara tj. nestanka električne energije.

Slika 1. prikazuje polazni zaslon nakon prijave korisnika dok slika 2. prikazuje korisničke podatke.

Aplikacija funkcioniše na način da se pritiskom na ikonu *Moj račun* prikazuju informacije o korisniku mreže, ime i prezime, adresa, šifra kupca te dodatne opcije pregleda.

Pritiskom na ikonu *Bez struje* korisnik ima mogućnost pregleda zakazanih prekida električne energije s obzirom na lokaciju korisnika ili mogućnost pregleda ostalih željenih lokacija gdje se odabire željena županija te željeno mjesto. Ukoliko ima planiranih prekida napajanja električnom energijom, prikazuju se informacije kao što je ulica koja će biti bez električne energije i planirano vrijeme trajanja prekida napajanja za odabrano mjesto.



Slika 3. Zaslon bez struje

Slika 3. prikazuje informacije o planiranim prekidima napajanja električnom energijom a slika 4. zaslon probnog izračuna potrošnje.

Korisne informacije o štednji, vremenu jeftinije struje, promotivnim akcijama, tarifnom sustavu, brojeve telefona dežurnih službi i govornih automata prikazuju se pritiskom na ikonu *Info*.

Za pregled korisničkog računa, stanja potrošene električne energije te dugovanja potrebno je unijeti stanje brojila električne energije pritiskom na ikonu *Kalkulator*.

Pritiskom na ikonu *Prijava kvara* korisnik prijavljuje kvar prilikom koje se nudi više opcija:

- prijava kvara na korisničkoj adresi,
- prijava kvara unošenjem adrese ili
- prijava kvara putem GPS sustava.

Prilikom prijave kvara na korisničkoj adresi aplikacija prosljeđuje adresu korisnika mreže utvrđenoj prilikom potpisivanja elektroenergetske suglasnosti (EES).

Unosom adrese za prijavu kvara prosljeđuje se unošena adresa, što je potrebno ukoliko se želi prijaviti kvar za korisnika mreže koji nema mogućnost korištenja aplikacije.

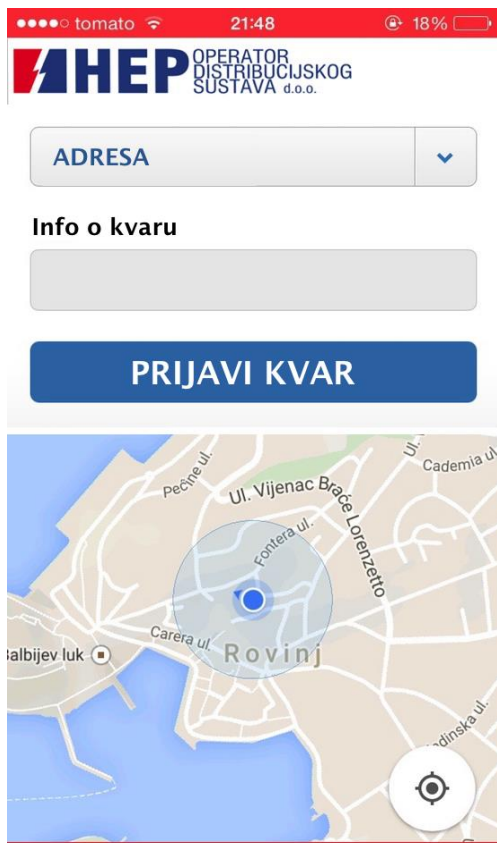
Ukoliko se prijavljuje kvar putem GPS sustava, aplikacija dohvaća korisničke koordinate tj. poziciju samoga korisnika.

Nakon što aplikacija utvrdi poziciju, korisniku je omogućen unos dodatnih informacija o samome kvaru i korištenje kamere pametnog telefona kako bi se olakšalo pripremanje dežurnih službi prije samog dolaska te za rješavanje kvara u što je moguće kraćem vremenu.

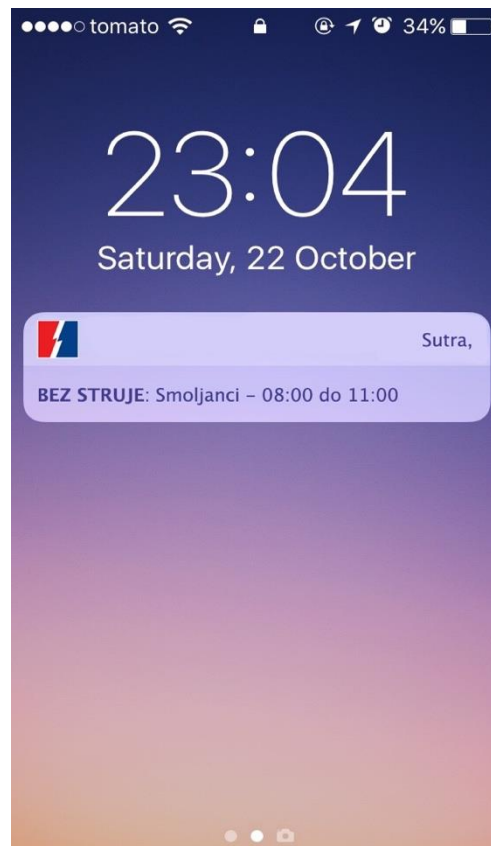


Slika 4. Zaslon kalkulator

Na prikazanom zaslonu slike 5. omogućena je prijava kvara dok na slici 6. prikazuju se obavijesti na zaključanom telefonu.



Slika 3. Zaslon Prijava kvara



Slika 4. Obavijest o nestanku struje

Pritiskom na ikonu *Prijavi kvar* upit se proslijeđuje dežurnoj službi nadležnog distribucijskog područja koja prima kvar te obavještava korisnika o primitku i predviđenom vremenu dolaska na mjesto slanja upita.

Korisniku je dana mogućnost praćenja elektromontera dežurne službe preko Google karte koja je ugrađena u samu aplikaciju prilikom približavanja mjestu kvara te mogućnost kontaktiranja ukoliko dođe do nesporazuma oko unesene lokacije. Praćenje se pokreće kad se elektromonteri dežurne službe približe definiranoj lokaciji na manje od 2 km.

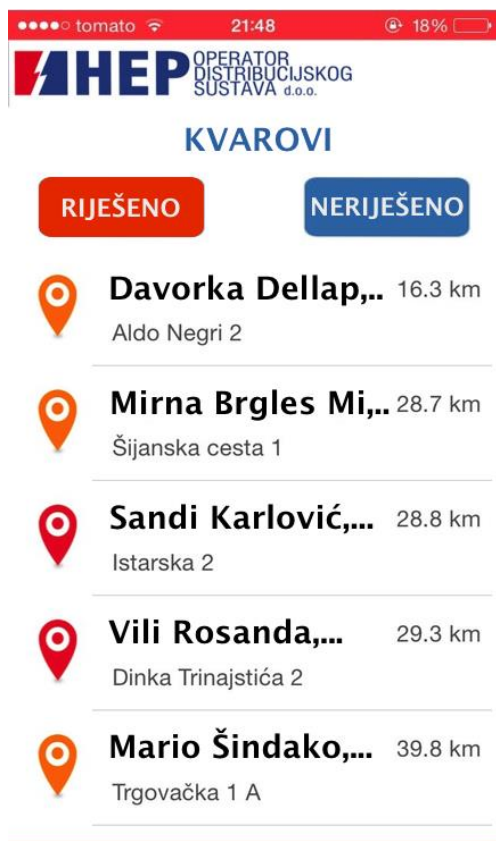
Ukoliko dohvaćanje lokacije nije moguće, aplikacija obavještava korisnika da se primakne prozoru, terasi ili nenatkrivenom mjestu da bi bilo moguće dohvaćanje pozicije. Ako niti tada aplikacija ne uspijeva dohvatiti lokaciju, obavještava se korisnika te se nudi mogućnost ponovnog prijavljivanja ostalim dviju opcija.

3. ODAZIV NA PRIJAVU KVARA

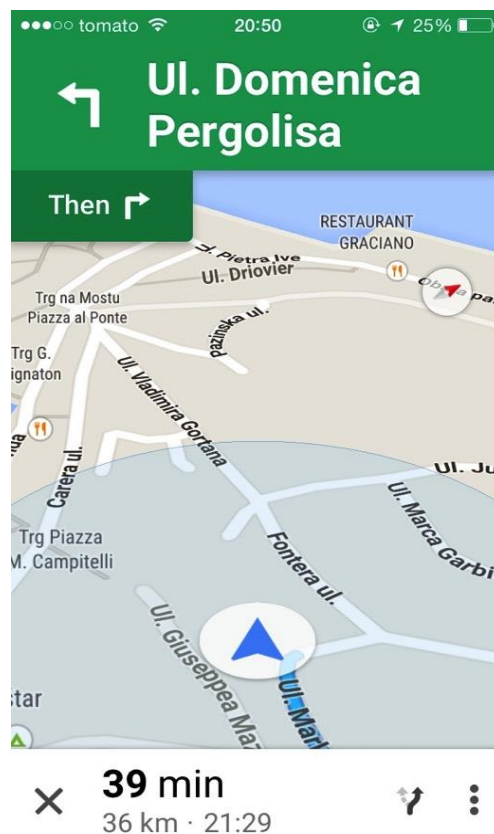
Dežurnu službu sačinjavaju dvoje elektromontera terenskih jedinica u pripravnosti 24 sata na dan. Dežurna služba se koristi pametnim telefonom opremljenim GPS prijamnikom na kojemu je instalirana aplikacija. Za prijavu u aplikaciju dežurna služba unosi korisničke podatke dostupne samo radnicima HEP ODS-a. Sama srž aplikacije je identična korisničkoj verziji ali sa izmijenjenim mogućnostima, pregledima i opcijama.

Prilikom pokretanja aplikacija zahtjeva identifikacijski broj elektromontera, pomoću koje se identificira radnik koji je trenutačno odgovora za otklanjanje kvarova. Nakon identifikacije prikazuje se popis kvarova, koji se dijeli na otklonjene i neotklonjene kvarove.

Pritiskom na otklonjene kvarove prikazuje se lista kvarova po kronološkom redu otklanjanja. Odabirom željenog kvara prikazuje se vrijeme prijave kvara, mjesto kvara prikazano u Google mapi, vrijeme koje je bilo potrebno za uklanjanje kvara, vrsti kvara te podatke elektromontera koji su otklonili kvar. Odabirom neotklonjenih kvarova prikazuju se kvarovi koji se moraju otkloniti.



Slika 8. Zaslone navigacije
neotklonjenih kvarova

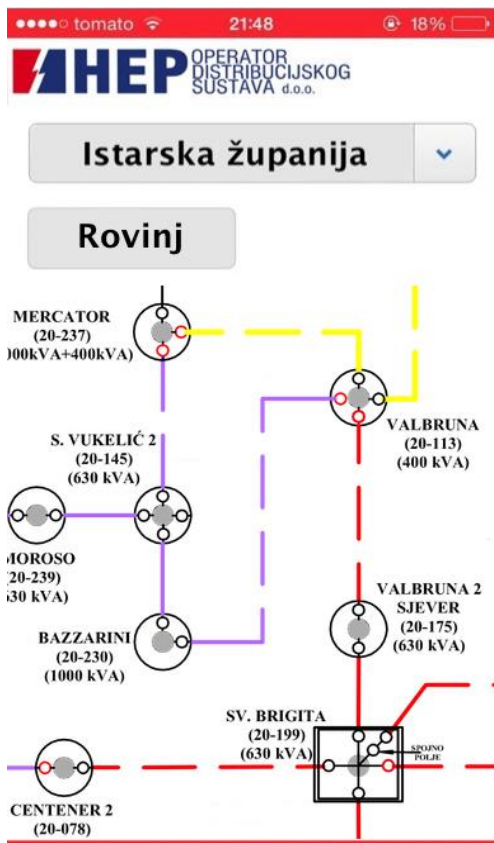


Slika 7. Zaslone otklonjenih i

Na slici 7. zaslon aplikacije omogućava pregledavanje riješenih i neriješenih kvarova dok slika 8. prikazuje navigaciju i usmjeravanje prema prijavljenom kvaru.

Prilikom pojave kvara, korisnik prijavom kvara u aplikaciji proslijeđuje upit trenutačno zaduženom elektromonteru za otklanjanje kvarova. Aplikacija vizualno na ekranu pametnog telefona i zvučno obavještava o prijavi kvara. Na zaslonu se pojavljuju informacije o korisniku prijavljenog kvara. Ukoliko je korisniku privremeno obustavljena isporuka električne energije zbog nepodmirenih dospjelih novčanih obveza ili razloga navedenih u Općim uvjetima za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (NN 85/15) članak 95, članak 96, i članak 99, vizualno se obavještava elektromontera koji u tom slučaju kontaktira korisnika mreže.

Pritiskom na ikonu *Prihvati kvar* elektromonter preuzima rješavanje kvara te aplikacija generira okvirno vrijeme dolaska na prijavljeno mjesto kvara. Aplikacija automatski obavještava korisnika o prihvatanju kvara i o okvirnom dolasku dežurne službe.



Slika 9. Zaslone umreženih trafostanica



Slika 10. GIS Zaslone

Slika 9. prikazuje trafostanice dok slika 10. informaciju u GIS-u.

Nakon prihvaćanja kvara, pojavljuje se Google mapa sa prikazom lokacije kvara i eventualnim opisom kvara, ukoliko je prijavitelj kvara unio opis. Osim prikaza Google mape, elektromonter ima mogućnost prikaza HEP-ovog GIS preglednika, koji označuje električnu mrežu odnosno, s obzirom na mjesto prijavljenog kvara, prikazuje:

- trafostanicu iz koje se napaja prijavljeno mjesto kvara,
- razvodne ormare,
- presjek dovodnog kabela ili zračne mreže,
- kućno priključni ormarić te
- vrijednosti osigurača u kućnom priključnom ormariću.

Nakon dolaska na mjesto prijave kvara i kontaktiranja prijavitelja kvara, elektromonter potvrđuje dolazak u aplikaciji. Nakon otklanjanja kvara, elektromonter potvrđuje otklanjanje te upisuje kratak opis zatečenog stanja i načina popravka.

Ukoliko elektromonter nakon 5 minuta od obavješćavanja kvara ne prihvati kvar, obavještava se koordinator terenske jedinice koji će pokušati stupiti u kontakt sa dežurnom službom.

Sustav detekcije i lokacije kvarova na niskom naponu generira podatke i informacije koje se trajno spremaju u bazama podataka. Obradom takvih podataka omogućava se menadžmentu poduzeća donošenje korektivnih mjera i provođenje aktivnosti radi postizanja poboljšanja u prikazanom procesu detekcije i lokacije kvara. Upravljanje poslovnim procesima kombinira menadžerski pristup sa odgovarajućom tehnologijom u cilju poboljšavanja performansi poduzeća. [2]

Primjenom informacijskih i komunikacijskih tehnologija informatizirati će se i unaprijediti poslovni procesi koji će u konačnici omogućiti veću kvalitetu pružanih usluga te povećati zadovoljstvo korisnika mreže.

4. SIMULACIJA KVARA

S ciljem ispitivanja mogućnosti uvođenja Aplikacije u proces detekcije i lokacije kvara, 29.10.2016. godine, u vremenu od 09:30 do 12:30 sati, izvedene su dvije simulacije kvara. U prethodnom dogovoru sa upraviteljem pogona Rovinj, angažirano je dvoje elektromontera i dispečer koji je simulirao dva kvara na području pogona Rovinj. Simulacija se odvijala na način da se dispečer pozicionirao na fiktivno mjesto kvara koje je sam odredio te je obavještavao jednog elektromontera telefonskim pozivom s adresom fiktivnog kvara. Prije same dojave, dispečer je internetom prosljedio lokaciju detektiranu GPS-om ugrađenom u pametnom telefonu osobi zaduženoj za snimanje i praćenje simulacije. Elektromonter koji je krenuo na fiktivni kvar, pokušao je u što kraćem vremenu locirati mjesto javljeno telefonom. Drugi elektromonter je bio u pripravnosti te čekao izvođenje simulacije.

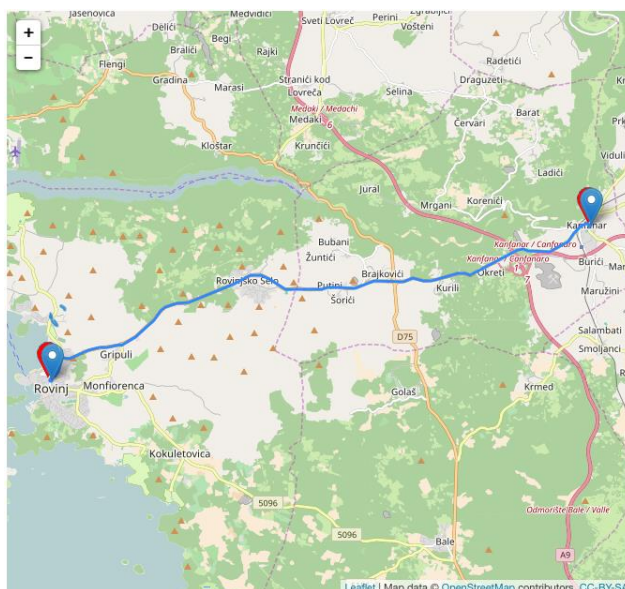
Nakon što je prvi elektromonter pronašao lokaciju, interventno se vozilo vratilo u prvotnu poziciju i tada je drugi elektromonter pristupio pronalaženju lokacije istog fiktivnog kvara ali uz pomoć detektirane GPS lokacije. U oba slučaja pratilo se kretanje vozila i vrijeme odaziva na telefonsku dojavu odnosno na primljenu internet lokaciju.

Valja napomenuti da su se prilikom odlaska na mjesto kvara pridržavala prometna ograničenja, vrijeme je bilo sunčano i gustoća prometa je bila umjerena te su elektromonteri koji su izvodili simulaciju, radnici sa višegodišnjim iskustvom u otklanjanju kvarova kako na niskom tako i na visokom naponu.

U 09:45 sati putem telefona zaprimljena je prva dojava o kvaru na adresi Matije Vlačića 1, Kanfanar. Prvi elektromonter na prikazanoj slici 11. označen plavom bojom kreće prema dojavljenoj adresi. Krećući se prosječnom brzinom od 48,8 km/h nakon 23 minute i 32 sekunde stiže na fiktivno mjesto kvara. Pritom je izmjerena najveća brzina od 73,7 km/h.

Nakon povratka vozila na prvotno mjesto, drugi elektromonter označen sa crvenom bojom u 10:52 sati zaprima putem interneta lokaciju kvara te slijedi upute navigacije putem mobilnog telefona koje ga vode na definirano mjesto. Prosječna brzina drugog elektromontera iznosila je 44,6 km/h a najviša 81,5 km/h. Drugi radnik stiže na cilj za 21 minutu i 27 sekundi.

Analizirajući oba elektromontera na slici 11. ne primjećuje se nikakva razlika u kretanju vozila. Iako su se kretali skoro identičnom prosječnom brzinom primjećuje se razlika vremena u lociranju mjesta kvara od 2 minute i 5 sekundi i veća prijeđena udaljenost od 100 m elektromontera bez GPS lokacije.



Slika 11. Kretanje radnika do prvog fiktivnog kvara

A map of the area around the church of St. Silvestra in Ljubljana. The map shows a network of streets including Javška, Mate Balote, and Matije Vlašiča. A red line indicates the planned route, starting from the church of St. Silvestra, passing through the area near the church of St. Nikolaj, and ending near the church of St. Martin. A blue line shows an alternative route. Landmarks such as the church of St. Silvestra, the church of St. Nikolaj, and the church of St. Martin are marked. The map also shows the location of the church of St. Martin and the church of St. Nikolaj. The map is credited to Leaflet | Map data © OpenStreetMap contributors, CC-BY-SA.

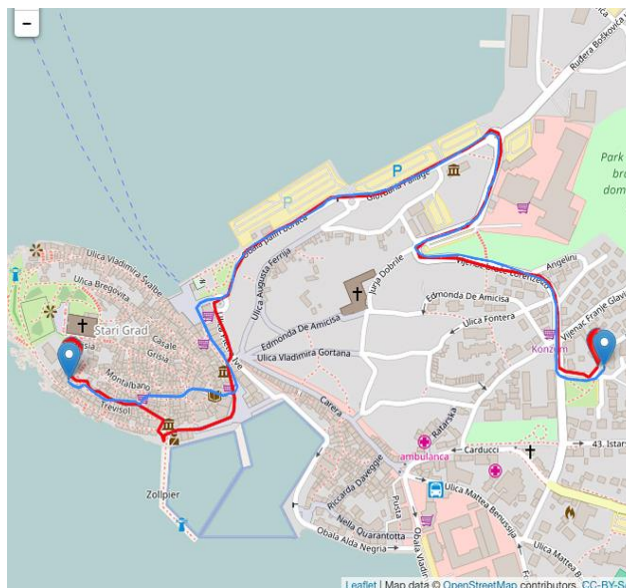
Crveni elektromonter koji je primio lokaciju putem GPS-a dolazi na točno predviđeno mjesto fiktivnog kvara bez zaustavljanja.

Drugi fiktivni kvar zaprimljen je u 11:47 sati od strane crvenog elektromontera putem telefonskog razgovora. Za dolazak na prijavljeno mjesto bilo je potrebno 8 minuta i 38 sekunde. Udaljenost je iznosila 1,94 km a prosječna brzina 13,5 km/h, prikazani na slici 13.

Razlika u vremenu i samoj udaljenosti lociranja fiktivnog kvara kod elektromontera je u samom odabiru puta prilaska mjestu. Crveni elektromonter koji nije imao asistenciju navigacije odabrao je duži put dok je plavom elektromonteru navigacija omogućila odabir kraćeg puta upotrebom matematičkih algoritama sadržanih u samom uređaju. Potrebno je naglasiti i da se do fiktivnog kvara nije moglo stići vozilom već se određeni put od cca. 500 metara morao proći pješice.

Nažalost, da bi se utvrdilo pravo stanje odnosno prave razlike između dva prikazana načina, potrebno je napraviti puno veći broj simulacija na širem području distribucijskog područja, u različitim vremenskim uvjetima i dobnom različitim elektromonterima. Pretpostavlja se da bi se veće razlike mogle pojaviti upravo u mlađim, neiskusnim elektromonterima i u lošim vremenskim uvjetima, gdje je slaba vidljivost.

9



Sika 13. Kretanje obiju radnika do drugog fiktivnog kvara

4. ZAKLJUČAK

Pouzdanost napajanja električnom energijom predstavlja dužnost operatera distribucijskog sustava prema korisniku mreže a prikazane mogućnosti sustava detekcije i lokacije kvara na niskom naponu omogućavaju distributeru brže detektiranje, lociranje kvara a kasnije i otklanjanje sa ciljem povećanja zadovoljstva korisnika mreže.

Trenutačni model detekcije i lokacije kvara oslanja se na intenzivnu uporabu govornih usluga mobilne tehnologije, što čini manji dio njenih mogućnosti. Upotrebom lokacijskih servisa, GIS tehnologije, sustava za globalno pozicioniranje, obavljanje mobilnog plaćanja, snimanje, fotografiranje, pristupanje mobilnom internetu, oglašavanje implementirano u prikazanom sustavu, predstavljaju samo dio velikog potencijala jednog od najmoćnijih komunikacijskih sredstava današnjice.

Detekcija i lokacija kvara na prikazanoj simulaciji uvelike ovisi o sposobnostima, talentu i umijeću zaposlenika što predstavlja polazište za odvijanje procesa, no bez obzira na to, implementacijom suvremenog sustava omogućava se optimizacija procesa čineći ga jednostavnijim (praćenje navigacije na pametnom telefonu), vremenski kraćim (u oba slučaja detekcija i lokacija izvršena je u kraćem vremenskom periodu) te ekonomičnijim (smanjenje trajanja prekida napajanja).

Dana 31. ožujka 2017. godine Hrvatska energetska regulatorna agencija objavila je Uvjete kvalitete opskrbe električnom energijom (NN 37/17) prema kojima se uređuju minimalni, opći i zajamčeni standardi kvalitete opskrbe električnom energijom. Shodno tome, obvezala je operatera distribucijskog sustava da postigne zajamčeni standard pouzdanosti napajanja kroz smanjenje trajanja prekida napajanja, što ujedno doprinosi povećanju učinkovitosti poslovanja društva.

5. LITERATURA

- [1] K. Ožegović, M. Ožegović, "Električne energetske mreže", FESB Split, 1996.
- [2] J. Žulj, "Analiza poslovnih procesa u poduzeću Grafotisak, grude", Završni rad, Sveučilište u Splitu, 2016., str. 4.