

Branimir Gabrić, dipl. ing. el.  
HEP – ODS d.o.o., Elektra Zagreb  
[branimir.gabric@hep.hr](mailto:branimir.gabric@hep.hr)

Goran Petrić, dipl. ing. el.  
HEP – ODS d.o.o., Elektra Zagreb  
[goran.petric@hep.hr](mailto:goran.petric@hep.hr)

## AUTOMATSKO ISPUNJAVANJE IZVJEŠTAJA O POREMEĆAJU POGONA

### SAŽETAK

U slučaju dugotrajnijeg ispada voda, transformatora ili cijele trafostanice u Elektri Zagreb, obavijest o poremećaju pogona žurno se šalje nadređenima, medijima i službi 112. U izvještaju se navode informacije o uzroku kvara, o vremenu iskapčanja, o elementu elektroenergetske mreže koji je iskopčan, koliko je trafostanica ostalo bez napajanja, njihova snaga te procijenjeno vrijeme trajanja otklona kvara. U izvještaju se još navode ulice koje su ostale bez napajanja. Do sada je popunjavanje jednog takvoga izvještaja iziskivalo dosta vremena jer je dispečer, kako bi na kraju dokument poslao elektroničkom poštom, morao odraditi dosta „ručnoga“ posla.

Da bi obrazac bio ispunjen u najkraćem mogućem vremenu, kao izvor podataka koriste se događaji i topologija mreže iz SCADA sustava, podaci iz procesnih i poslovnih baza podataka, Googleovi servisi (za procjenu trajanja otklanjanja kvara). Tamo gdje nije siguran u konačnu odluku o sadržaju pojedinog polja, sustav služi kao asistent (nudi suženi izbor).

U radu će se opisati metode i algoritmi koji se koriste za automatizirano te navođeno popunjavanje polja obrasca.

**Ključne riječi:** izvještaj o ispadu, SCADA, teorija grafova

## AUTOMATED FILLING OF OUTAGE REPORT

### SUMMARY

In the case of long-term failure to Elektra Zagreb, it is necessary to notice the disturbance operation and urgently send information to higher-level services and the media. In case of failure of cable, transformer or whole station, it is necessary to report information on the cause of failure, on failed element in the network, number of substation remained without power, and their power. Mediums, news, 112 service are to be reported what parts of town remained without power, and how the elimination of failure will last. Until now, filling one such report took a lot of time because dispatcher, had to do a lot of "handicraft" work.

To fill the form, as a source of data events and topology of the SCADA system are used, furthermore, data from process and business databases, Google's services (to assess the duration of the malfunction). Where it is not sure of the final decision on the content of a particular field, the system serves as an assistant (offering limited logical choice).

This paper will describe the methods and algorithms used for automated and assisted filling form fields.

**Key words:** outage report, SCADA, graph theory

## 1. UVOD

Izvještaj o poremećaju pogona (IOPP u nastavku) nije vezan za zakon o energiji, ali ako prekid traje duže od dva sata onda smo, kao operator distribucijskog sustava, dužni po članku 16. „Općih uvjeta“ obavijestiti korisnike mreže i korisnike mjernih podataka o procijenjenom trajanju prekida napajanja koristeći medije ili svoje internetske stranice.

IOPP je obavijest o poremećaju pogona osmišljena da o svakom poremećaju pogona obavijesti rukovodeće ljude u Elektri Zagreb, HEP ODS-u, glasnogovornika HEP-a, službu 112, te putem medija i svoje internetske stranice i to u najkraćem mogućem vremenu od nastanka poremećaja (najkasnije 3-4 minute od nastanka).

Iz izvještaja se može saznati o obimu poremećaja (je li bez napajanja vodno polje, transformator 110/x, 30/x kV ili cijela trafostanica) i području koje je zahvaćeno poremećajem (nabrojane su sve ulice koje su u prekidu), te o procijenjenoj duljini trajanja poremećaja.

Za medije i službu 112 najvažniji podatak iz IOPP-a je informacija o području bez napajanja te kada će potrošači dobiti ponovo napon.

Lokalne radio postaje obavještavaju slušatelje o nestanku struje te na taj način smanjuju broj poziva na SPS.

Naime u samom početku nastanka IOPP-a obavijest nije išla tako brzo, već u roku do pola sata, no daljnjim razvijanjem aplikacije i smanjenjem detalja u samom IOPP-u taj jer rok bitno skraćen (oko 4 minute).

Ideja o izradi IOPP-a je došla iz razloga što je direktor o poremećaju pogona saznao prije iz medija nego iz DC-a, jer u današnje vrijeme mediji su ekspresni, te ih je bolje preduhitriti.

U nastavku referata će biti opisane funkcionalnosti aplikacije za izradu izvještaja. Bit će ukratko opisana poslovna logika koja se iza aplikacije krije.

## 2. POSTAVLJENI ZAHTJEVI

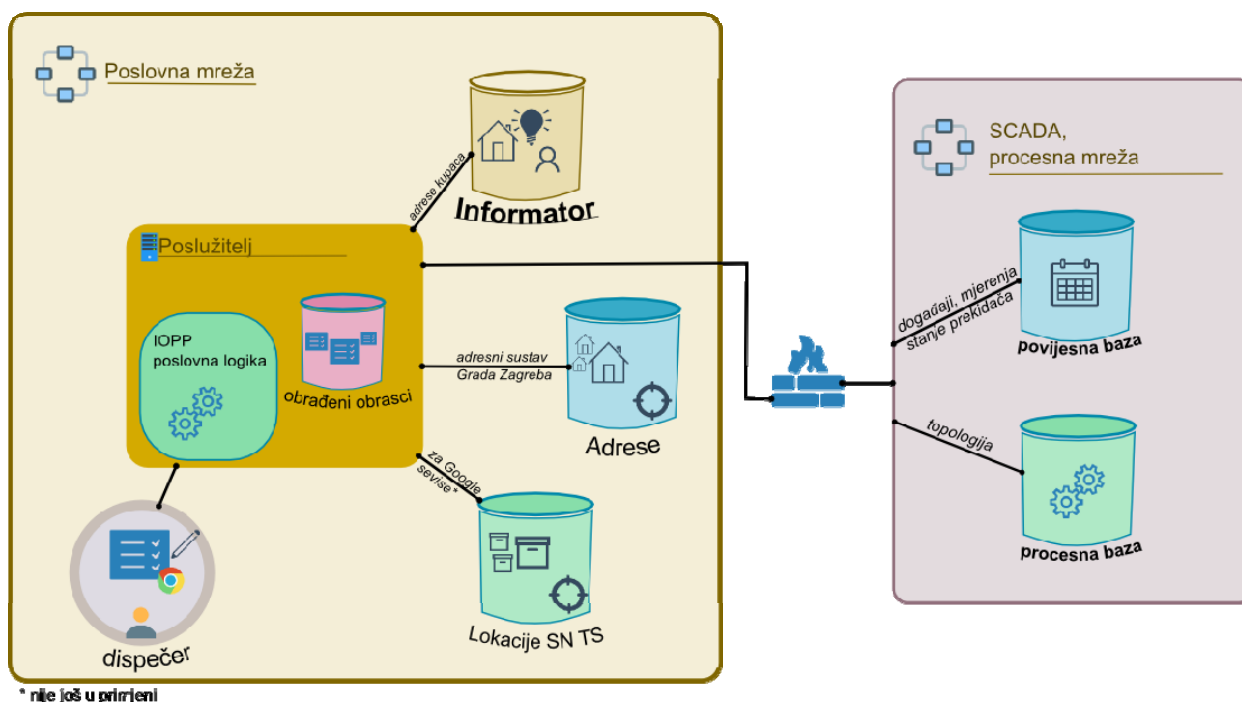
Početni dogovor jest popuniti obrazac o poremećaju pogona potpunim automatizmom. Svi podaci koji detaljno opisuju ispad trebaju biti izvučeni iz SCADA sustava te iz ostalih poslovnih baza podataka. Aplikacija se treba sastojati od nekoliko odjeljaka: ispad vodnog polja, ispad transformatora, ispad cijele trafostanice, obrada ispada duljih od dva sata. Jedinici korisnik aplikacije može biti dispečer te aplikacija smije raditi samo na dispečerskom računalu. Između ispada i poslanoga izvještaja ne bi smjelo proći više od nekoliko minuta. Izvještaj se šalje u PDF-u na el. adrese nadređenih, radio postajama, internetskim portalima i službi 112.

U izradi aplikacije je naknadno ipak određeno da aplikacija potpunim automatizmom ispunjava obrazac samo kada je ispad vodnoga polja VN trafostanice. Svi ostali slučajevi zahtijevaju izvjesnu intervenciju dispečera. Svejedno, cilj je da, i u slučaju kada dispečer treba „ručno“ popuniti podatke, izvještaj vrlo brzo dođe do odredišta.

## 3. APLIKACIJA

Sučelje za unos je osmišljeno kao obrazac koji se otvara u internetskom pregledniku ukoliko je korisnik u poslovnoj mreži HEP-a. Korisnik u pretražnik treba utipkati <http://zagweb01/pp>.

Poslovna logika je izvedena u ASP.NET i WCF tehnologiji, nalazi se na poslužitelju u poslovnoj mreži. Tom je poslužitelju kroz vatrozid dopušteno pristupiti povijesnoj i procesnoj bazi SCADA sustava. Također, omogućen je pristup i aplikaciji Informator – Oracle aplikacija koja povezuje poslovnu bazu o kupcima Elektre Zagreb s tehničkom bazom podataka. Pristup je odobren i bazi podataka u kojoj je pohranjen službeni adresni sustav Grada Zagreba, te još jednoj bazi u kojoj su pohranjene geografske informacije SN trafostanica. Shema je prikazana Slikom 1.:

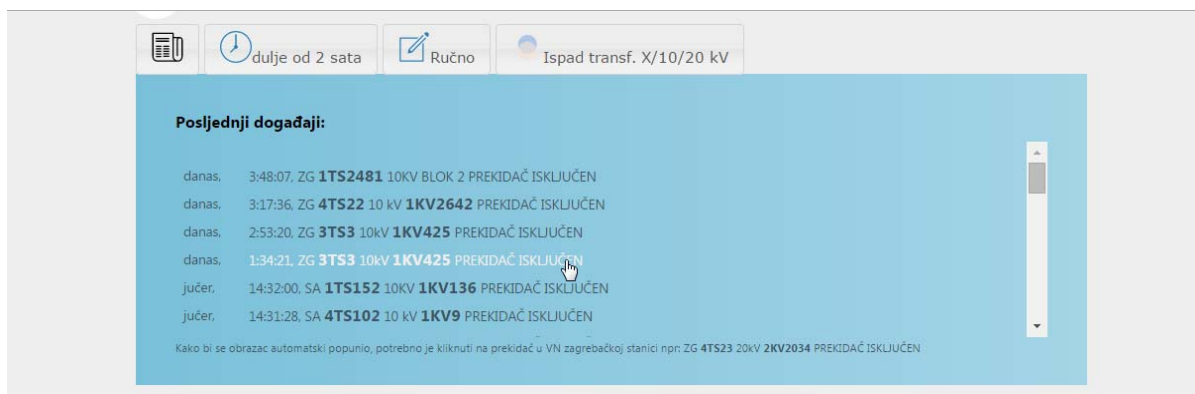


Slika 1. Shema sustava

U nastavku će ukratko biti prikazana funkcionalnost aplikacije, logički razdijeljena u pododjeljcima.

### 3. 1. Ispad vodnog polja VN trafostanice

U slučaju ispada prekidača proradom relejne zaštite, isti će se nalaziti u popisu zadnjih događaja. Klikom na odgovarajući element liste (na Slici 2.), aplikacija sama popunjava obrazac (Slika 3.): iz osnovnih detalja odabranog događaja da se iščitati o kojoj je trafostanici riječ, nazivu kabela te vremenu ispada. Iz SCADA sustava se dodatno doznaje prosječna vrijednost opterećenja voda prije ispada. Doznaje se stanje prekidača, pretražuje se topologija mreže i doznaje broj stanica koje su ostale bez napajanja. Iz „Informatora“ se doznaju kućne adrese potrošača koji su spojeni na dotične SN trafostanice. Klikom na *Slanje izvještaja*, izrađuje se PDF dokument koji se šalje na grupnu el. adresu.



Slika 2. Odabir isključenog prekidača

**Prekid je uzrokovan poremećajem:**

Poremećaj u trafostanici: 3TS3 Ružmarinka trafostanice...

Iskopčani dio postrojenja: 1KV425 kabeli...

Datum i vrijeme nastanka: 21.1.2016. 1:34 vrijeme iz liste događaja...

Predvidivo trajanje prekida (min): 30 do 90 min trajanje...

Uzrok prekida: Prorada sustava zaštite postrojenja ! - U ovo polje nije potrebno unositi konkretnu zaštitu.

Broj i snaga TS izvan pogona: 7 526,91 kW izračun snage...

Poduzete aktivnosti: Otklanjanje poremećaja u tijeku

Područje obuhvaćeno prekidom: RENDIĆEVA, BOŽIDAREVIĆEVA, ŠVARCOVA, PETROVA, JORDANOVAC, KLOVIĆEVA, ČIKOŠEVA, MAKSIMIRSKA, JORDANOVAČKE Osvježi broj stanica i adrese

I potrebno je ponekad i do 60-tak sekundi (uglavnom do 15 sekundi) pričekati prebrojavanje stanica i adrese. Ukoliko se nakon duljeg vremena ništa ne pojavi, ručno popunite prazna polja.

@ **Slanje izvještaja**

Slika 3. Popunjeni izvještaj spreman za slanje

### 3. 2. Prekid dulji od dva sata

U slučaju kada nije moguće svim potrošačima vratiti napajanje, a prošlo je više od 2 sata, potrebno je poslati novi izvještaj koji u sebi sadrži podskup ispalih trafostanica.

Svi poslani izvještaji pohranjuju se u bazu podataka na web poslužitelju tako da korisnik može naknadno koristiti njihov sadržaj. Primjerice, program nudi SN trafostanice zahvaćene nedavnim prekidom. Za odabrane TS (koje su još uvijek bez napona), program doznaje o kojim je ulicama riječ te procjenjuje kolika je snaga TS izvan pogona (*snaga uoči prekida* podijeljena s *brojem ukupno ispalih TS* te pomnožena s *brojem TS koje još nisu stavljene pod napon*).

### 3. 3. Ručni unos

Ukoliko ispali prekidač nije u početnom popisu događaja, potrebno je ručno izraditi izvještaj. U tom slučaju program dispečera vodi kroz popunjavanje izvještaja. Ponudi mu se popis trafostanica, zatim odgovarajući kabeli te odabir vremena iz ključnih događaja unutar odabranog TS-a. Program sada može doznati snagu trafostanica izvan pogona, nazive tih trafostanica te potrošače koji su ostali bez napajanja.

### 3. 4. Ispad transformatora X/20/10 kV

Ispad transformatora 110/x, 30/x kV ima znatan utjecaj na mrežu. Povećava se važnost programa koji na ovaj način može bitno skratiti jalovi posao dispečera. Korisnik je najprije upitan o kojoj je trafostanici riječ, potom treba odabrati koji je transformator ispao, također, važno je da dispečer odabere valjano vrijeme događaja (ponuđeni su mu najvažniji događaji u toj trafostanici na koje se može referencirati).

Pošto je broj ispalih TS znatan, pokazalo se nepraktičnim ispisati popis ulica potrošača koji nemaju struju jer premašuje jednu stranicu; tako da je odlučeno da se mjesto ulica, na popisu nalaze nazivi mjesnih odbora Grada Zagreba (Slika 5.)

Registacija Prijava

Početna O Kontakti

dulje od 2 sata
 Ručno
 Ispad transf. X/10/20 kV

### Prekid je uzrokovan poremećajem:

Poremećaj u trafostanici: 3TS3 Ružmarinka

Ispodni dio postrojenja: Transf. TR1

013T3 TR1 TRANSF

Datum i vrijeme nastanka: 28.1.2016. 14:37

Predviđeno trajanje prekida (min): 30 do 90 min

Uzrok prekida: Prorada sustava zaštite postrojenja I - U ovo polje nije potrebno unesiti konkretnu zaštitu.

Broj i snaga TS izvan pogona: 42 2050,07 kW

Poduzete aktivnosti: Otklanjanje poremećaja u tijeku

Područje obuhvaćeno prekidom: Dobri Dol, Maksimir, Mašićeva, Peščenica, Donje Svetice, Ružmarinka, Petrova, Volovčica, "Dinko Šimunović", "Hrvatski narodni vladari", "Matko"

Osvježi broj stanica i adrese

I potrebno je ponekad i do 60-tak sekundi (uglavnom do 15 sekundi) pričekati prebrojavanje stanica i adrese. Ukoliko se nakon duljeg vremena ništa ne pojavi, ručno popunite prazna polja.

Zahvaćene trafostanice:  
1T762:1T894:1T2146:1T956:1T1163:1T939:1T366:1T1600:1T1244:1T652:1T373:1T898:1T1346:1T501:1T1636:1T761:1T956:1T192:1T463:1T548:1T91:1T1681

Slanje izvještaja

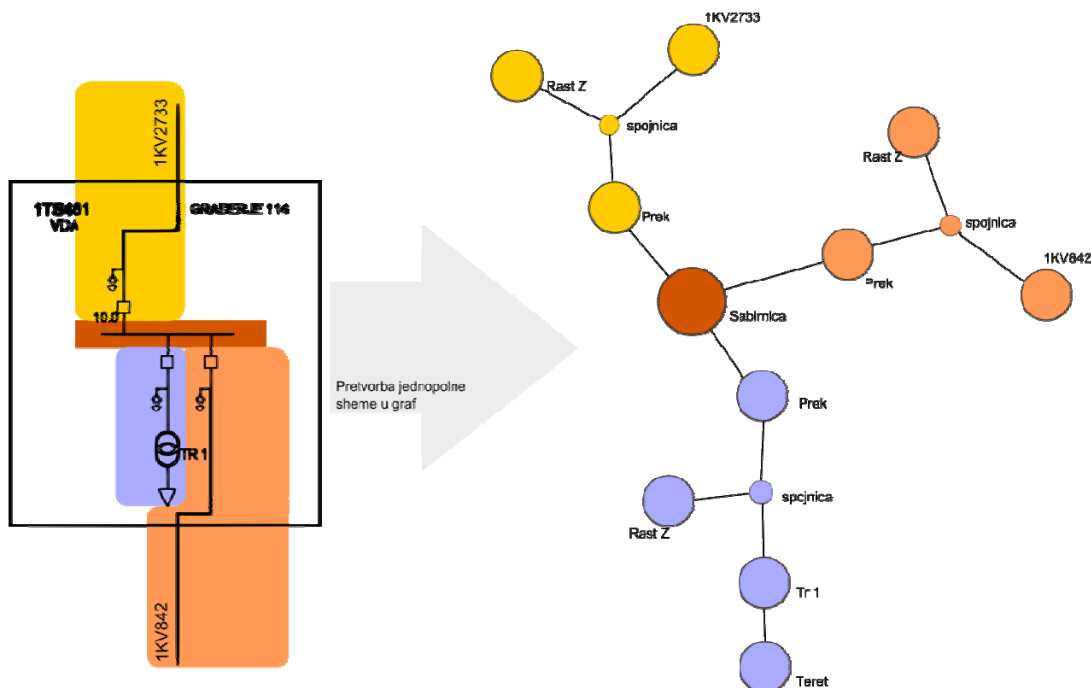
Klikom na točku, izvještaj se šalje na grupni mail: Obavijestoprekidima-LLKTRAZAGREB

Napomena: ukoliko neka polja automatizmom nisu popunjena ili je potrebno izmijeniti im sadržaj, u svakom je polju moguć slobodan unos.

Slika 5. Mjesni odbori posloženi silazno po broju potrošača

### 3.5. Kako radi pretraživanje topologije

Ova se aplikacija u svom najvažnijem dijelu zasniva na algoritmima koji su opisani u dokumentu [1]. Naime, svi elementi mreže su pretvoreni u matematički graf (čvorovi i poveznice). Tamo gdje su u mreži prekidi (uzemljenja ili isključeni prekidači), poveznice imaju veću težinu te ih algoritam traženja najkraćega puta redovito zaobilazi. Na slici ispod je prikazana logika pretvaranja jednopolne sheme u graf:



Slika 6. Jednopolna shema prikazana grafom

Topologija mreže se dohvaća te pretvara u graf u noćnim satima kada je najmanje opterećenje SCADA poslužitelja dok se uklopno stanje osvježava svakih pola sata. Algoritam je dodatno poboljšan u odnosu na prethodnu inačicu tako da konačni proračun ispada kabela traje nekoliko sekundi te 15-tak sekundi za ispad trafo-polja. Za usporedbu, aplikacija, opisana na prošlom CIRED-u (koji se održao 2014. godine u Trogiru/Segetu Donjem [1]), za sličan proračun traži bar 45 sekundi procesorskog vremena te funkcionira samo za ispad voda VN trafostanice.

### 3.6. Funkcionalnosti koje još nisu zaživjele

U sažetku se spominje izrada izvještaja za ispad cijele VN trafostanice. Međutim, u trenutku pisanja ovoga rada to još nije implementirano, a možda i neće biti. Naime, izvještaj o ispadu VN trafostanice se može izraditi na osnovu ispada jednoga ili više trafo-polja.

Spominje se i korištenje Googleovih servisa koji će procjenjivati trajanje popravka. U razvojnoj inačici aplikacije je mogućnost ispitana. Međutim, ograničenje je Googleov ugovor o korištenju njihovih aplikacijskih sučelja; ovaj kaže da, ukoliko se ova funkcionalnost koristi, na aktivnom ekranu mora biti prikazana Googleova mapa - u slučaju ovakove aplikacije izgledalo bi to nezgrapno. Svejedno, o tome se još da razmisliti.

### 3.7. Sigurnost

Aplikacija se može koristiti u poslovnoj mreži, međutim ukoliko se želi poslati izvještaj na grupnu adresu, aplikacija mora biti pokrenuta s dispečerskog računala. Također osigurano je da na grupnu adresu (koja u sebi sadrži mnoštvo „osjetljivih“ adresa), elektroničku poruku može poslati samo aplikacija te Rukovoditelj službe. Dispečer nakon slanja izvještaja isti dobije na svoju adresu tako da je siguran da je poruka poslana. Također, razvojno računalo je osigurano kako probni izvještaji ne bi otišli na grupnu adresu.

## 4. U UPORABI

Aplikacija se aktivno koristi od 1. listopada 2015. godine, a do kraja siječnja 2016. poslano je tridesetak izvještaja. Ovako izgleda PDF dokument:

**OPERATOR  
DISTRIBUCIJSKOG  
SUSTAVA d.o.o.**

**Elektra Zagreb**  
Služba za vođenje pogona  
Odjel za vođenje pogona

**Obavijest o prekidu opskrbe električnom energijom:** srijeda, 27. siječnja 2016. u 6:04 sati  
Prekid je uzrokovan poremećajem:

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| Poremećaj u trafostanici:     | 4TS9 Zagorska   |
| Iskopčani dio postrojenja:    | 1KV1554   |
| Datum i vrijeme nastanka:     | 27.1.2016 u 6:01h   |
| Predviđeno trajanje prekida:  | 30 do 90 min  |
| Uzrok prekida:                | Prorada sustava zaštite postrojenja   |
| Broj i snaga TS izvan pogona: | 10 TS izvan pogona, ukupno: 451,47 kW   |
| Poduzete aktivnosti:          | Otklanjanje poremećaja u tijeku   |
| Područje obuhvaćeno prekidom: | ILICA, VINOGRADSKA, MANDALIČINA, NAD LIPOM, SLOVENSKA, PODOLJE, KRAJIŠKA, ČANIČEVA, KORDUNSKA, VRHOVEC, TRG FRANČUSKE REPUBLIKE, ULICA GRADA MAINZA, PRILAZ GJURE DEŽELIĆA, HERCEGOVAČKA, JADRANSKA, VRTLARSKA, BUČAROVA, RELJKOVIĆA M. ANTUNA, MANDALIČINA ODVOJAK, MAGDIČEVE STUBE, RELJKOVIĆEVA, ILICA 168/A, VRTLARSKA CESTA, OREŠKOVIĆA M., OPOROVEČKI VINOGRADI |

Dežurni dispečer

Slika 7. Između slanja PDF-a i samog događaja prošlo je 3 minute

## **5. ZAKLJUČAK**

Zahvaljujući postojećim algoritmima dostupnima u Elektri Zagreb u Odjelu za procesni sustav, održavanoj poslovnoj bazi Informator iz Službe za informatiku te dispečerima koji redovno osvježavaju uklopno stanje SN mreže u SCADA sustavu zapravo je i omogućena izrada ovakve aplikacije.

Sve većom integracijom različitih informacijskih sustava Elektre Zagreb, vjerujemo, nastat će još brojne aplikacije koje ubrzavaju svakodnevni rad.

## **6. LITERATURA**

- [1] B. Gabrić, M. Penzar, „Virtualno putovanje SN mrežom u uvjetima ispada“, 4. savjetovanje hrvatskog ogranka međunarodne elektrodistribucijske konferencije CIRED, Trogir/Seget Donji, 11. – 14. svibnja 2014.