

# **INTEGRACIJA INDIKATORA PROLASKA KVARA U OKVIRU SISTEMA DALJINSKOG UPRAVLJANJA (SDU) GRADA BEOGRADA**

D. VUKOTIĆ\*, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija  
G. ŽIVADINOVIĆ, ODS „EPS Distribucija“ d.o.o. Beograd, Srbija

## **UVOD**

Na osnovu usvojene koncepcije upravljanja srednjenaponskom elektrodistributivnom mrežom na konzumnom području grada Beograda preporučena je intenzivnija ugradnja indikatora prolaska struje kvara na nadzemnim vodovima [1]. Do usvajanja koncepcije na konzumnom području grada Beograda bilo je ugrađeno nekoliko indikatora prolaska struje kvara bez daljinske dojave, različitih proizvođača, ali nakon toga počelo se sa ugradnjom indikatora prolaska struje kvara koji imaju ugrađen GSM modem, putem koga je moguće ostvariti daljinsku dojavu pri prolasku struje kvara na mestu ugradnje uređaja. Nažalost, iako su indikatori struje kvara imali mogućnost daljinske dojave, informacije su se putem SMS poruka upućivale na određene mobilne telefone u nadređene centre upravljanja, bez mogućnosti da se te informacije proslede i na SCADA sistem. Budući da informacije o prolasku struje kvara nisu integrisane u SCADA sistem, nije postojala mogućnost da se informacije pojave u odgovarajućim listama (događaja, alarma, kvarova), što je u značajnoj meri otežavalo lokaciju kvara na nadzemnoj mreži. U cilju da se željene informacije o prolasku struje kvara integrišu u SCADA sistem, realizovan je poseban komunikacioni server putem koga se prikupljaju informacije sa ugrađenih indikatora prolaska struje kvara i putem standardnog protokola IEC 60870-5-104 prosleđuju SCADA sistemu. Na taj način izvršena je potpuna integracija informacija koje se prikazuju na HMI operatorskim stanicama u okviru nadređenih centara upravljanja, na osnovu kojih dispečer može da vrlo lako izvrši lokaciju nadzemne deonice u kvaru.

**Ključne reči: indikator prolaska struje kvara, SCADA sistem, inteligentne mreže**

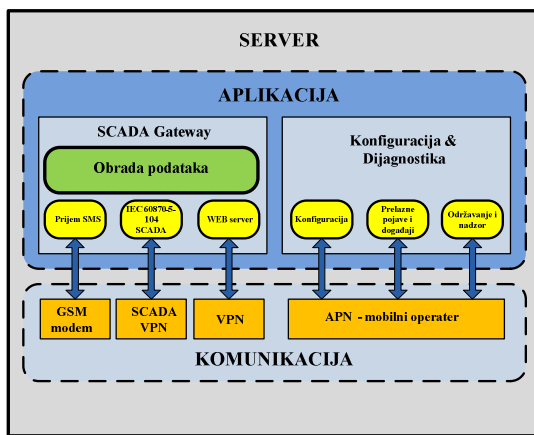
## **KONCEPCIJA REALIZOVANOG KOMUNIKACIONOG PODSISTEMA**

Na komunikacionom serveru je instaliran poseban softverski paket, baziran na operativnom sistemu MS Windows, a koji je namenjen za integraciju indikatora prolaska struje kvara u postojeći Sistem Daljinskog Upravljanja (SDU) grada Beograda. Komunikacioni server je integrisan kao poseban komunikacioni podsistem SN SCADA koji informacije na VN SCADA sistem prosleđuje putem TASE.2 protokola. Realizovani komunikacioni server za potrebe integracije indikatora prolaska struje kvara u potpunosti korisnicima sistema obezbeđuje unapređen nadzor rada indikatora prolaska struje kvara instaliranih u okviru srednjenaponske elektrodistributivne mreže (SNDM) 10 i 35 kV grada Beograda.

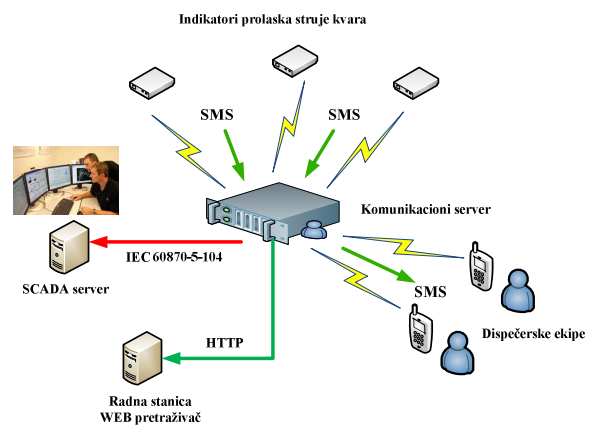
**\*dusan.vukotic@epsdistribucija.rs**

Realizovani komunikacioni podsistem za integraciju indikatora struje kvara u okviru SN SCADA sistema se sastoji iz sledećih komponenti, koje su prikazane na Slici 1:

- Instalirani indikatori struje kvara na ciljnim lokacijama SNDM mreže;
- Komunikacioni server – SCADA „gateway“:
  - Aplikativna podrška za integraciju i nadzor indikatora prolaska struje kvara:
    - SMS server za prijem primljenih informacija putem SMS poruka o događajima registrovanim na krajnjim indikatorima prolaska struje kvara;
    - Interfejs za komunikaciju sa SN SCADA serverom po protokolu IEC 60870-5-104;
    - Web Server za nadzor stanja indikatora prolaska struje kvara i funkcionisanje servera;
  - Server za konfigurisanje, dijagnostiku i analizu događaja;
  - NTP klijent za sinhronizaciju servera sa tačnim vremenom;
  - Eksterni GSM modem za prijem i slanje SMS poruka;
  - Eksterni 3G USB modem za komunikaciju sa VPN (APN) u mobilnoj mreži;
- Komunikacione infrastrukture (GSM/GPRS mreža, VPN ODS za komunikaciju sa indikatorima struje kvara preko GPRS).

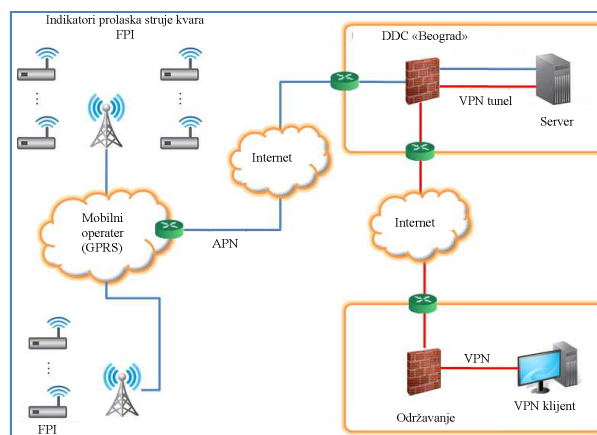


a) Komponente realizovane na serveru



b) Razmena informacija između korisnika

SLIKA 1 – Arhitektura realizovanog sistema



SLIKA 2 – Prikaz realizovane GPRS komunikacije za potrebe integracije ugrađenih indikatora

Na Slici 2 je prikazan način realizovane komunikacije putem GPRS komunikacije od strane izabranog mobilnog operatera, gde je za potrebe komunikacije realizovan poseban APN. Takođe, za potrebe održavanja sistema u garantnom roku, omogućena je posebna VPN konekcija isporučiocu opreme u cilju efikasnog otklanjanja eventualnih zastoja u radu realizovanog sistema.

#### KOMPONENTE REALIZOVANOG SERVERA

## 1) SMS server

SMS server je softversko rešenje bazirano na Windows platformi, koje omogućava primanje alarma (informacija) u obliku SMS poruka, konverziju informacija za potrebe prosleđivanja na SN SCADA server po protokolu IEC 60870-5-104, kao i preusmeravanje SMS poruka na druge mobilne telefonske brojeve u okviru definisanih korisničkih grupa. Prijem i slanje SMS poruka vrši se putem GSM modema koji je priključen preko jednog od RS-232 portova na komunikacionom serveru. Glavne funkcionalnosti SMS servera su:

- prijem i slanje SMS poruka;
- konverzija informacija u slanje putem IEC 60870-5-104 protokola;
- agregacija i filtriranje ulaznih informacija;
- Web server za nadgledanje funkcionisanja instaliranih indikatora prolaska struje kvara.

SMS server prima SMS poruke sa strane ciljnih indikatora prolaska struje kvara i prosleđuje primljene poruke korisnicima: SCADA serveru (po protokolu 60870-5-104), primaocima SMS poruka u okviru definisanih korisničkih grupa, lokalnoj bazi podataka na serveru, kao i Web serveru. SMS server podržava mogućnost konfigurisanja na takav način da se svaka pojedinačna informacija može tačno preusmeriti ciljnom korisniku u okviru određene korisničke grupe. Na ovaj način postiže se optimalno informisanje ciljnih korisnika sa tačno definisanim informacijama koje su neophodne za rad na području koje je on nadležan.

SMS server je pre-konfigurisan za prijem SMS poruka od strane indikatora prolaska struje kvara sa sledećim skupom informacija:

1. Detektovan prolazni kvar – zemljospoj;
2. Detektovan prolazni kvar – međufazni kratak spoj;
3. Detektovan trajni kvar – zemljospoj;
4. Detektovan trajni kvar – međufazni kratak spoj;
5. Prisustvo napona na vodu;
6. Rezultat auto-testa uređaja (funkcionisanje modula, stanje baterije, kvalitet GSM signala);
7. Spontano javljanje statusa indikatora sa vremenom poslednje uspostavljene komunikacije.

Primljene informacije mogu se preusmeravati daljim generisanjem i slanjem SMS poruka ka više grupa korisnika, gde su u okviru grupa definisani njihovi mobilni telefonski brojevi. Korisnici se mogu grupisati u grupe na bazi nadležnosti za određena geografska područja ili prema organizacionim nadležnostima, pri čemu se prijemne informacije mogu podeliti na: alarmne i servisne informacije. Standardna podela na određene Grupe korisnika predstavlja: dispečeri u okviru dispečerskih ekipa, osoblje za održavanje nadzemnih vodova, osoblje za održavanje indikatora prolaska struje kvara, itd. Za svaku grupu korisnika može se izabrati skup informacija koje se šalju određenoj grupi, pri čemu svi ciljni korisnici u jednoj grupi primaju isti tip podataka. Važno je istaći da je tekst SMS poruke za svaki tip informacije konfigurabilan od strane korisnika, i na taj način se postiže eventualna uniformnost između različitih proizvođača indikatora prolaska struje kvara.

Nadzor komunikacije indikatora vrši se periodičnim slanjem SMS poruka od strane indikatora o stanju samih uređaja. U slučaju da SMS poruka o stanju indikatora ne stigne u predviđenom periodu (period je podesiv od strane korisnika i najčešće se šalje ujutro u 6:00 časova), server generiše alarm upozorenja da je došlo do prekida komunikacije sa ciljnim indikatorom prolaska struje kvara.

## 2) Integracija putem protokola IEC 60870-5-104

Za potrebe integracije sa SN SCADA serverom, komunikacioni drajver je potpuno konfigurabilan od strane korisnika u protokolarnom smislu i smislu informacija koje treba integrisati, odnosno proslediti. Na taj način, identifikuju se informacije, koje nije potrebno prikazati na HMI SCADA servera, a koje za rad dispečera u centru upravljanja nisu interesantne. Pojedinačni signali o statusu stanja indikatora (ispravnost detekcije i ispravnost interne baterije) se standardno grupišu u jedan zbirni signal „Kvar indikatora“, koji se SV SCADA serveru šalje kao jedan jedinstven signal. Na taj način korisnik može da sam definiše grupisanje signala, kao i da kasnije definiše efikasno filtriranje realizovanih signala.

## 3) Web server

Web server u okviru komunikacionog servera („Gateway“) prvenstveno je namenjen osoblju za održavanje indikatora i realizovanog servera, kao i SCADA sistema. Na Web server omogućena je registraciju više korisnika sa 3 nivoa prava pristupa. Prijava na Web server se vrši standardnim putem preko adrese ( <http://localhost> ), pri čemu je kompatibilnost obezbeđena za sve verzije IE, uz korišćenje određenog korisničkog naloga i lozinke. U okviru servera mogu se kreirati nalozi za najviše do 5 (pet) grupa korisnika, pri čemu se nalozi održavaju putem posebnog konfiguracionog alata.

Prikazivanje informacija organizovano je tabelarno u tri glavne tabele:

1. „Indikatori“: Lista indikatora sa njihovim statusima;
2. „Korisnici“: Lista korisnika sa njihovim mobilnim telefonskim brojevima;
3. „Događaji“: Lista događaja detektovanih od strane indikatora i internih događaja u serveru;
4. „Sistem“: Stanje servera;

Sadržaj i oblik prikazivanja informacija na Web serveru je konfigurabilan od strane korisnika. Standardno usvojeno, sva normalna stanja signala se prikazuju sa crnim tekstom na beloj osnovi, dok se sva abnormalna i alarmna stanja signala pokazuju se sa crnim tekstom na crvenoj osnovi (markiranje teksta crvenom bojom).

Za potrebe nadgledanja indikatora napravljena je predefinisana tabela sa sledećim informacijama, koja je prikazana na Slici 3:

- Naziv (oznaka) indikatora;
- Stanje alarma trajnih kvarova – (Stanja: Normalno / Alarm);
- Prisustvo napona na vodu – (Stanja: Prisutan / Nestanak);
- Stanje uređaja – (Stanje: Ispravan / Neispravan);
- Stanje baterije – (Stanje: Normalno / Kvar);
- Nivo GSM signala u procentima;
- Stanje komunikacije – (Stanje: Normalno / Prekid);
- Datum i vreme poslednjeg javljanja indikatora („health-check“) i generisanje alarma prema protokolu IEC 60870-5-104, ako se indikator ne javi u predviđenom periodu (npr. jedanput dnevno u juturnjim časovima, ili u nekom drugom periodu (nedeljno, mesečno), itd.).

Indikatori														Korisnici														Događaji														Sistem														Accept		Log off	
Lista indikatora																																																											
	Detektovan kvar IO> - prolazni	Detektovan kvar IO> - trajni	Detektovan kvar IS - prolazni	Detektovan kvar IS - trajni	Napon na vodu	Test detekcije	Test baterije	GSM signal	Signal GSM %	Prekid komunikacije	Zadnja komunikacija LOK																																																
10 FPI-1	Normalno	Normalno	Normalno	Normalno	Normalno	OK	OK	OK	90 %	Normalno	13.05.2015 11:00:30.513																																																
10 FPI-2	Normalno	Normalno	Normalno	Normalno	Normalno	OK	OK	OK	74 %	Normalno	13.05.2015 09:31:13.059																																																
10 FPI-3	Normalno	Normalno	Normalno	Normalno	Normalno	OK	OK	OK	83 %	Normalno	13.05.2015 12:01:38.558																																																
10 FPI-4	Normalno	Normalno	Normalno	Normalno	Normalno	OK	OK	OK	87 %	Normalno	13.05.2015 13:01:39.683																																																
10 FPI-5	Normalno	Normalno	Normalno	Normalno	Normalno	OK	OK	OK	83 %	Normalno	13.05.2015 12:00:47.308																																																
10 FPI-6	Normalno	Normalno	Normalno	Normalno	Normalno	OK	OK	OK	58 %	Normalno	13.05.2015 13:01:45.033																																																
10 FPI-7	Normalno	Normalno	Normalno	Normalno	Normalno	OK	OK	OK	58 %	Normalno	12.05.2015 16:01:48.424																																																
10 FPI-8	---	---	---	---	---	---	---	---	---	Normalno	11.05.2015 15:05:01.799																																																

SLIKA 3 - Prikaz tabele sa statusima indikatora prolaska struje kvara

### 3.1) Lokalna baza podataka – „Događaji“

U lokalnu bazu podataka upisuju se svi primljeni događaji koji su bili generisani od strane indikatora prolaska struje kvara i koji su uspešno poslani preko SMS servisa mobilnog operatera. Takođe, u bazi podataka registruju se sve promene statusa servera. Svi događaji u listi određeni su izvornim vremenom nastanka signala, što znači da se vremenske odrednice događaja koje se generišu u indikatorima direktno prenose u bazu podataka. Takođe, u bazu podataka se unose svi sistemski događaji koji su lokalno generisani od strane servera. Selekcija prikazivanja događaja vrši se na sledeći način:

1. Filtriranje po vremenu: unošenjem početnog i krajnjeg vremena u okviru liste događaja ili za poslednjih 24 časa. U slučaju kada je broj događaja u određenom vremenskom intervalu veći, omogućeno je prikazivanje druge stranice lista događaja u tom istom vremenskom intervalu.

- Filtriranje po tipu događaja: definisanjem tekstualnog filtera – prikaz događaja koji sadrže određeni tekst, na primer reč „%kvar%“ ili „%FPI 10%“.

Važno je napomenuti da se znak „%“ koristi kao „wildcard“, odnosno „džoker znak“, koji određuje da traženi skup znakova može biti traženi tekst unutar nekog drugog teksta koji se pretražuje. Selektovani događaji po jednom od gore navedenih kriterijuma mogu se eksportovati u datoteku u CSV formatu.

### 3.2) Dijagnostika servera – „Sistem“

Stanje sistema – servera prikazuje se u odvojenoj tabeli na Web serveru. Sistemske informacije su sledeće:

- Opterećenje procesne jedinice, gde se mogu konfigurisati alarmni pragovi parametara maksimalnog procentualnog preopterećenja i maksimalnog dozvoljenog perioda preopterećenja.
- Prekoračenje korišćenja memorije preko određenog (%) u određenom vremenskom periodu.
- Nedostatak slobodnog prostora na disku sa konfigurabilnim (%) zauzetosti.
- Status konekcije preko IEC 60870-5-104 protokola: Stanja (Aktivna/Neaktivna), broj prekida komunikacije, poslednja uspostavljena konekcija.

Indikatori	Korisnici	Događaji	Sistem
Procesor			
9	Total time %	False	Overload alarm
Memorija			
1967153152	Available memory	False	Low memory alarm
Disk			
156784	Available disk	False	Low disk alarm
Ura sistema			
True	Clock sync last	----	Last clock sync time
IEC104			
48	Connection dropped	Connected	Connection status
12.05.2015 14:37:03.070	Last connection time	1	Connection count

SLIKA 4 - Prikaz tabele sa statusom servera

U slučaju prekoračenja maksimalnih vrednosti (alarmnih pragova), server generiše alarmni signal. Svi alarmni signali se grupišu u jedan zajednički signal pod nazivom „Stanje servera“ (Stanje: Normalno / Kvar), koji se prosleđuje dalje korisnicima sistema (SCADA, SMS).

### 4) Konfigurisanje sistema

Sistem - server se konfigurise pomoću posebnog grafičkog alata. Alat za konfigurisanje baziran je na klijentu koji se nalazi na udaljenoj radnoj stanici i koji se konektuje na server preko računarske mreže. Pomoću alata se konfigurisu svi parametri servera, pri čemu se mogu i utvrditi trenutna stanja signala, komunikacije, kao i pratiti tok podataka na komunikacionim kanalima. Pristup sistemu se omogućava putem sigurnosne provere korisnika unošenjem korisničkog naloga i lozinke. Postoji detaljno uputstvo za upotrebu alata za konfigurisanje, koje se nalazi na serveru u HTML formatu.

Takođe, na serveru je realizovana aplikativna podrška za daljinsko konfigurisanje i dijagnostiku. Korišćenje servera je vrlo intuitivno i ne zahteva nikakvo posebno konfigurisanja od strane korisnika. Omogućava daljinsko konfigurisanje indikatora i daljinski prenos podataka o detektovanim događajima, kao i druge dijagnostičke podataka o događajima i stanju indikatora. Takođe, server omogućava daljinsku nadogradnju/promenu „firmware“ ciljnih indikatora.

Izmena konfiguracionih i dijagnostičkih podataka između indikatora i servera vrši se preko GPRS komunikacije. Svi indikatori su opremljeni SIM karticama koje su uključene u isti APN kao server. U svakom od indikatora prolazaka struje kvara upisana je IP adresa servera kao parametar na osnovu koga indikator uspostavlja komunikaciju. Na SIM karticama koje su ugrađene u indikatore prolaska struje kvara definisane su od strane mobilnog operatora statičke IP adrese, tako da su svi uređaji zajedno sa serverom uključeni u jedan jedinstvenu APN grupu.

## 5) Parametriranje i konfigurisanje indikatora

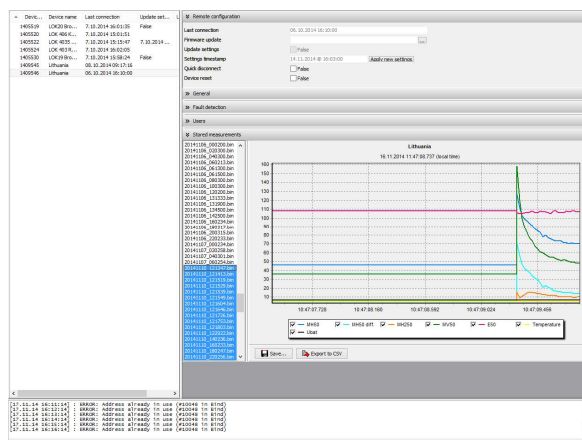
Na serveru je realizovan alat za daljinsko konfigurisanje svih radnih parametara ugrađenih indikatora prolaska struje kvara, pri čemu se konfigurisanje indikatora može se vršiti u „off-line“ režimu. Nakon završetka definisanja parametara uređaja generiše se konfiguraciona datoteka, koja se prenosi na uređaj prilikom prve konekcije ugrađenog uređaja na server preko GPRS komunikacione mreže. Nakon uspostavljanja konekcije, istovremeno se prenose sve datoteke za dijagnostiku sa indikatora (uređaja) na server. Važno je napomenuti, da se sve datoteke sa konfiguracijama i dijagnostičke datoteke arhiviraju na serveru. Svaki put kada se izvrši konekcija indikatora na server, prenosi se datoteka sa konfiguracijom sa indikatora na server, tako da server uvek ima ažuriranu konfiguraciju indikatora koji su ugrađeni u okviru SNDM mreže.

## 6) Dijagnostika događaja

Dijagnostika funkcionisanja uređaja vrši se pomoću servera za prikupljanje podataka sa indikatora. Podaci se nalaze u datotekama koje se prenose prilikom povezivanja indikatora na server preko GPRS konekcije. Server omogućava pregled i analizu podataka pomoću posebnog grafičkog interfejsa. Vremensko-amplitudni dijagram događaja sa rezolucijom od 20 ms omogućava detaljniju analizu reagovanja indikatora na određene događaje u SNDM mreži. Prelazne pojave (uzorci) sa visokom rezolucijom počinju da se beleže nakon aktiviranja „trigera“ (promena amplitude ili faze merenog signala, prekoračenje neke vrednosti, itd.) u periodu trajanja od 1 sekunde. Za vreme normalnog stanja detektovanog od strane uređaja, uzorci se registruju periodično na svakih 15 min (jedan uzorak na svakih 15 minuta po svakoj mernoj veličini). Statusi indikatora beleže se prilikom promene njihovih vrednosti. Svaka promena statusa se beleži sa vremenskom oznakom u mili-sekundnoj (ms) rezoluciji. Registruju se i prikazuju sledeće merne veličine (podaci):

1. Magnetno polje 50 Hz – M50;
2. Izračunata  $I_0$  struja –  $I_0$ -calc;
3. Magnetno polje 250 Hz – M250;
4. Procena struje kvara u slučaju međufaznog kratkog spoja – IL-calc;
5. Električno polje – proporcionalno  $U_0$  sa nekom rezidualnom vrednošću zbog asimetrije provodnika u odnosu na uređaj – E50;
6. Temperatura uređaja – Temp;
7. Napon baterije – Ubat;

U okviru aplikacije, na posebnoj kartici (snimljenom merenju), korisnici mogu da vide registrovana merenja sa SNDM mreže. Izborom ciljnog indikatora sa liste svih indikatora na levoj strani ekranskog prikaza, izborom jedne ili više datoteka, koje su sortirane po vremenu, mogu se videti prikazi mernih veličina (grafikona). Datoteka merenja se može lokalno sačuvati za kasniju upotrebu u cilju analize.



SLIKA 5 - Prikaz detektovanog kratkog spoja na vodu za ciljni indikator prolaska struje kvara

Analitički se može dokazati, što u radu neće biti prikazano usled nedostatka prostora, da horizontalna komponenta jačine magnetnog polja frekvencije 50 Hz (MH-50), raste u slučaju strujne nesimetrije u nadzemnom

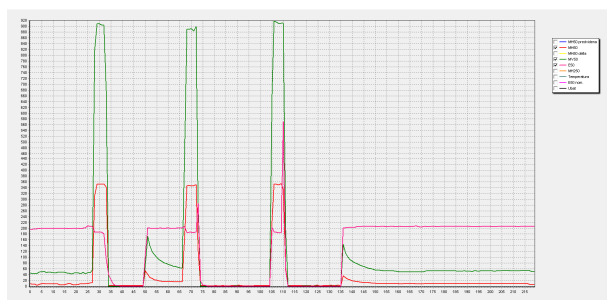
vodu, pa se ta komponenta, kao i količnik horizontalne i vertikalne komponente (MH-50/MV-50), tj. promena prostorne faze (ugla rezultantnog vektora magnetnog polja) može koristiti za detekciju struje kvara. Vertikalna komponenta jačine električnog polja frekvencije 50 Hz (EV-50), kao i količnik vertikalne i horizontalne komponente (EV-50/EH-50), može se koristiti za detekciju kvara na vodu. Brzo povećanje vertikalne komponente EV-50 od minimalno 50%, kao i izračunat porast nulte komponente struje  $dI_0/dt$  u trajanju dužem od parametra vremenskog zatezanja delovanja zaštite („Time Delay Before Trip“) se koristi kao kriterijum za detekciju zemljospoja iza ugrađenog indikatora prolaska struje kvara. Osnovni kriterijumi za detekciju kvara i određivanje nekih od tipova kvara su prikazani u Tabeli 1.

### Merna veličina

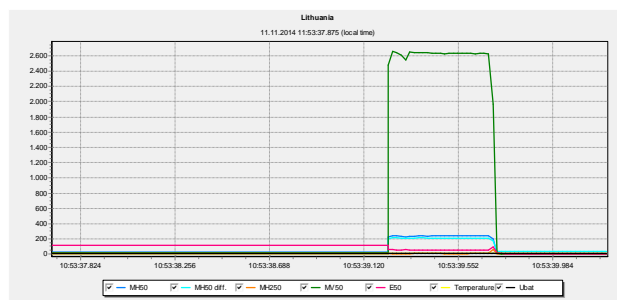
Vrsta kvara	E-50	M-50	Io-calc	IL-calc	M-250
Zemljospoj iza indikatora	Brzo relativno povećanje polja od min. 50%	Promena amplitude i faze	Prekoračenje podešenog praga u trajanju dužem od vremena zatezanja za $I_0 >$	Nema uticaja	Pojava 5-tog harmonika
Zemljospoj ispred indikatora	Brzo relativno povećanje polja od min. 50%	Promena amplitude i faze	Nema prekoračenja podešenog praga ( $dI_0/dt$ ) podešeno	Nema uticaja	Pojava 5-tog harmonika
Tropolni kratki spoj iza indikatora	Vrlo mala relativna promena. Amplituda se smanji.	Prekoračenje podešenog praga u trajanju dužem od vremena zatezanja za $I_0 >$ , (naročito za MV-50).	Nema uticaja	Prekoračenje podešenog praga u trajanju dužem od vremena zatezanja za $I_0 >$	Pojava 5-tog harmonika
Isključenje voda ispred indikatora	Smanjenje E-50 u trajanju dužem od 3 sekunde	Brzo smanjenje amplitude M-50 ( $M-50 \approx 0$ )	Nema uticaja	Brzo smanjenje amplitude IL-calc ( $IL-calc \approx 0$ )	Pojava 5-tog harmonika

TABELA 1 – Prikaz kriterijuma za detekciju kvara po tipovima

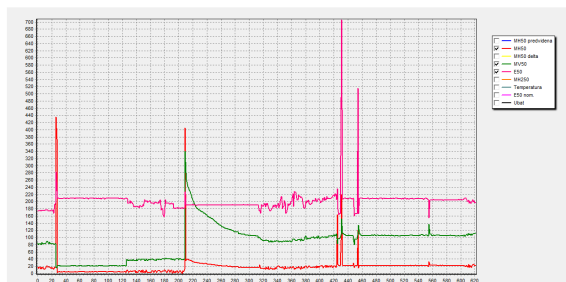
Za svaki od tipova kvara koji je prikazan u Tabela-1, za prepoznavanje vrste kvara u smislu toga da li je „Prolazni kvar“ ili „Trajni kvar“, koristi se kriterijum promene E-50 u odnosu na E-pog u vremenskom intervalu koji je duži od podešenog vremena delovanja zaštite. Za svaki kvar koji ima vrednost veću od postavljenog kriterijuma, utvrđuje se da se radi o „Trajnom kvaru“. Opisani algoritam se može prikazati na nekoliko primera registrovanih kvarova u SNDM mreži, gde su ugrađeni indikatori prolaska struje kvara.



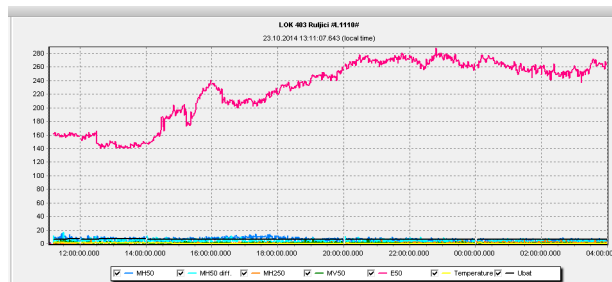
a) Zemljospoj spoj iza indikatora (sa APU)



b) Tropolni kratki spoj iza indikatora



c) Manipulacija sa riklozerom i prolazni zemljospoj



d) Dnevni profil napona i struje (bez kvara)

SLIKA 6 – Prikaz karakterističnih prelaznih pojava



Na Slici 6-a uočavaju se sledeće promene: Porast MH-50 (crvena linija); Porast MV-50 (zeleno linija); Smanjenja E-50 (ljubičasta linija) od E-pog do E-50 $\approx$ 0 nakon svakog isključenja; Pri uključenju voda posle prvog i trećeg isključenja je E-50 $\approx$ E-pog, a MH-50 i MV-50 imaju trenutni „inrush“ porast amplitude, kao prelaznu pojavu do uspostavljanja pogonskih vrednosti; Pojava MH-250 na uzlaznoj i silaznoj ivici.

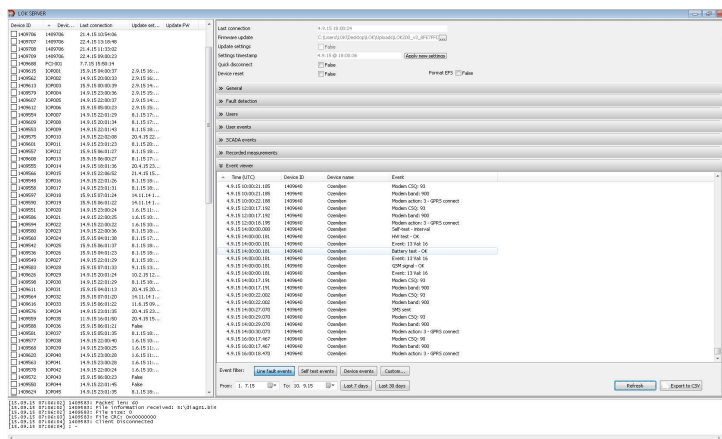
Na Slici 6-b uočavaju se sledeće promene: Porast MV-50 (zeleno linija); Porast MH-50 (plava linija); Smanjenje E-50 (crvena linija); Pojava MH-250 na uzlaznoj i silaznoj ivici;

Na Slici 6-c uočavaju se sledeće promene - I događaj (Isključenju riklozera iza indikatora): E-50 ostaje nepromenjeno E-50 $\approx$ E-pog (ljubičasta linija); MV-50 naglo pada (MH-50 $\approx$ 0) (zeleno linija); Pojava MH-250 (5-ti harmonik) (narandžasta linija); II događaj (Uključenje riklozera iza indikatora): E-50 ostaje nepromenjeno E-50 $\approx$ E-pog; MH-50 se sa vrednosti bliske nuli povećava na pogonske vrednosti uz „inrush“ prelazno povećanje struje (magnetnog polja); Kratkotrajni skok MH-250.

Na Slici 6-d uočavaju se sledeće promene: Električno polje E-50 varira u pogonskim uslovima zbog promene vlažnosti vazduha; Magnetno polje MH-50, (plava linija) je srazmerno struji opterećenja voda; Nema promene MH-250 (5-ti harmonik).

## 7) Lista događaja

Ugrađeni indikator prolaska struje kvara čuva informacije o događajima u svojoj unutrašnjoj trajnoj memoriji, pri čemu se svaki detektovani kvar, promena prisustva linijskog napona, poslata SMS poruka i rezultat samostestiranja čuvaju u lokalnoj memoriji kao događaji sa vremenskom odrednicom. Događaji se, kao što je napomenuto, prenose iz uređaja na server svaki put kada se uspostavi GPRS veza sa serverom. Događaji se mogu u okviru liste sortirati: po vremenu nastanka, ID uređaja, imenu uređaja ili tip događaja, itd. Takođe, događaji u listi se mogu filtrirati po unapred definisanim filterima ili prilagođenim filterima definisanim od strane korisnika, gde je svakom korisniku omogućeno da izabere ponuđeni filter.



SLIKA 7 – Prikaz liste događaja

## ZAKLJUČAK

U radu je prikazana integracija sistema za nadzor rada integrisanih indikatora prolaska struje kvara u SN SCADA sistem grada Beograda. Imajući u vidu da su pojedini indikatori struje kvara preko 15 godina u eksploataciji u okviru SNDM, realizacijom prikazanog sistema u potpunosti je rešena njihova integracija u okviru SDU grada Beograda na jedan vrlo efikasan način. U koordinaciji rada sa ostalom opremom za automatizaciju (riklozeri) nadzemne SNDM mreže, u punom obimu su došle do izražaja tehničke mogućnosti uređaja, pre svega mogućnost dobijanja prelaznih pojava, kao i ostalih informacija, što dovodi do preciznog određivanja deonice pogođene kvarom. Takođe, ugrađeni indikatori omogućavaju da se pri pojavi kvara na nadzemnoj mreži, u potpunosti utvrdi postojanje kvara, kao i njegov tip, što u značajnoj meri olakšava analizu događaja u okviru DEES grada Beograda.

## LITERATURA

1. „Izbor optimalne koncepcije upravljanja 10 kV srednje naponskom mrežom JP „Elektrodistribucija - Beograd“, Fakultet tehničkih nauka – Novi Sad, 2005., Beograd
2. Tehnička dokumentacija proizvođača uređaja, 2015.
3. Interna tehnička dokumentacija, ODS „EPS Distribucija“, 2016.