

DOI: [10.46793/CIGRE37.B5.13](https://doi.org/10.46793/CIGRE37.B5.13)**B5.13****ISKUSTVA U KORIŠTENJU PODATAKA IZ BAZE SISTEMA DALJINSKOG NADZORA
I UPRAVLJANJA I SISTEMA ZA DALJINSKI PRISTUP STANIČNIM LAN-OVIMA****EXPERIENCE IN USING DATA FROM THE REMOTE MONITORING AND CONTROL
SYSTEM DATABASE AND FROM THE SYSTEM FOR REMOTE ACCES TO STATION
LANS.****Branislav Koprena, Zoran Blažić, Marko Babić***

Kratak sadržaj: Mikroprocesorski zaštitni i upravljački uređaji u trafo stanicama Elektroprenosa BiH integrisani su u sisteme staničnog nadzora i upravljanja. Ovi sistemi povezani su na sistem daljinskog nadzora i upravljanja, realizovan u četiri dispečerska centra Operativnih područja i dispečerski centar NOS-a (Nezavisni Operator Sistema). U ovom radu prikazan je način tehničke pripreme i korištenja podataka upisanih u bazu podataka sistema, u dispečerskom centru OP Banja Luka, od strane raznih korisnika. Posebna klasa korisnika su inženjeri relejne zaštite. Osim podataka iz pomenutog sistema, u analizama kvarova i poremećaja koriste se i podaci dobijeni direktno iz zaštitnih uređaja, najčešće u obliku oscilopertubografskog zapisa (disturbance record). Rad pokazuje kako je pripremljena komunikaciona infrastruktura za dobijanje ovih podataka iz uređaja različitih generacija i proizvođača. U radu se posebno izdvaja problematika u verifikaciji tačnosti podataka dobijenih iz lokatora kvara, integrisanih u uređajima distantne zaštite. Mogućnost brzog dobijanja tačne lokacije kvara od izuzetnog je značaja za pravovremeno otklanjanje kvarova na nadzemnim visokonaponskim dalekovodima, a naročito u otežanim zimskim uslovima.

Ključne reči: Baza podataka, oscilo-pertubografski zapis, lokator kvara

Abstract: Numeric protection and control devices in the HV substations of Elektroprenos BiH are integrated into the station monitoring and control systems. These systems are connected to the remote monitoring and control system, implemented in four operational area dispatch centers and the NOS (Independent System Operator) dispatch center. This paper presents the technical preparation and method of using data recorded in the system database at the operational area Banja Luka dispatcher center by various users. A special class of users are protection relay engineers. In addition to data from the aforementioned system, fault and disturbance analyses also utilize data obtained directly from protection devices, most often in the form of disturbance records. The paper demonstrates how the communication infrastructure was prepared to obtain these data from devices of various generations and manufacturers.

* Branislav Koprena, Elektroprenos BiH, branislav.koprena@elprenos.ba
Zoran Blažić, Elektroprenos BiH, zoran.blazic@elprenos.ba
Marko Babić, Elektroprenos BiH, marko.babic@elprenos.ba

The paper particularly highlights the issue of verifying the accuracy of data obtained from fault locators integrated into the distance protection devices. The ability to quickly obtain the exact location of a fault is crucial for the timely elimination of faults on overhead high-voltage transmission lines, especially in challenging winter conditions.

Key words: *Database, disturbance record, fault locator*

1 UVOD

Elektroprenos BiH u svom vlasništvu ima transformatorske stanice naponskih nivoa 400 kV, 220 kV, 110 kV. Ono što ga razlikuje od srodnih firmi u okruženju je to što su u njegovom vlasništvu i transformatori 110/x kV, kao i srednjenaponska postrojenja u ovim objektima. Kompanija je organizovana u četiri operativna područja (OP) sa sjedištima u Banja Luci, Sarajevu, Tuzli i Mostaru, sa teritorijalno podijeljenim nadležnostima. Svako operativno područje ima vlastiti dispečerski centar, a postoji i centar Nezavisnog operatora sistema (NOS) u Sarajevu, čija se nadležnost proteže na sva operativna područja. U svim objektima implementiran je sistem staničnog nadzora i upravljanja. Uvođenje sistema u objekte intenzivno je rađeno u periodu 2005-2007 godine, i u tom periodu većina objekata je bila povezana na dispečerske centre. Tada je već značajan broj objekata bio opremljen mikroprocesorskim zaštitnim i upravljačkim uređajima. U potonjim godinama, intenzivno su vršene rekonstrukcije objekata i zamjena opreme, i građen veliki broj novih objekata, u kojima su ugrađeni moderni mikroprocesorski uređaji. Bez obzira na nivo modernizacije objekta, signali i mjerenja koji se pojavljuju u toku redovne eksploatacije ili poremećaja zapisuju se u bazu podataka sistema daljinskog nadzora i upravljanja u dispečerskim centrima. Dodatno, u objektima u kojima je izvršena modernizacija, uređaji za zaštitu i upravljanje kod poremećaja vrše zapisivanje oscilopertubografskih zapisa (disturbance record). U ovom radu biće prikazani izazovi i problemi koji su se pojavili pri korištenju ovih podataka i način na koji su rješavani, u operativnom području Banja Luka.

2 SCADA SISTEM U DC-U OP BANJA LUKA I NAČIN KORIŠTENJA PODATAKA IZ BAZE SISTEMA

Postojeći SCADA sistem u DC-u OP Banja Luka je instalisan i pušten u pogon 2006. g. Sistem radi na operativnim sistemu UNIX. Implementirani korisnički interfejs, koji omogućava pretragu i filtriranje pogonskih događaja iz arhivske baze, se pokazao kao nepraktičan i nefleksibilan za korištenje. Definisanje filtera je sporo i nije moguće izvoziti podatke u elektronskom formatu. PC računari i aplikacija (OS Windows) koja je isporučena da premosti ove teškoće je bila bazirana na ORACLE alatima i vrlo brzo je, zbog izmjene hardvera i verzije Windows-a, a i nekih bagova u samoj aplikaciji, postala neupotrebljiva. Problem je bio i što su ti računari bili vezani u procesnu mrežu kojoj je pristup dozvoljen samo tehničkoj službi za SCADA sisteme. Podaci su se jedino mogli dobiti direktnim zahtjevom tehničkoj službi za SCADA sisteme, koja je tražene podatke očitavala direktnim pristupom arhivskoj bazi korištenjem SQL upita. Proces je bio dug i nepraktičan i zavisio je od raspoloživosti osoblja tehničke službe, te se većina potreba za podacima nije mogla zadovoljiti. Također su naglo porasli zahtjevi za podacima distributivnih preduzeća. Ti zahtjevi nisu bili vezani za pojedine pogonske događaje, vezane za neki datum i vrijeme, već su najčešće bili zahtjevi za istorijskim podacima analognih mjerenja, i to često za veoma duge vremenske periode. Pretraga i iščitavanje tako velikog obima podataka je opterećivala arhivski server i jako ga usporavala. Zbog tih razloga je napisana WEB aplikacija koja je omogućila da vanjski korisnici (korisnici čiji računari se nalaze u poslovnoj mreži) dobiju pristup podacima.

2.1 WEB aplikacija

Web aplikacija Arhiva pogonskih događaja razvijena je na bazi Microsoft .NET tehnologije. Interfejs je minimalistički, a funkcionalnost kreirana prema zahtjevima i potrebama krajnjih korisnika. Aplikacija se koristi za organizovan pristup bazi pogonskih događaja i arhivi analognih mjerenja. Pošto je arhiva na izvornim serverima ograničena po broju zapisa (zbog nedovoljnog prostora na diskovima), arhiva pogonskih događaja periodično se izvozi u fajl formatu, za potreba kasnijeg pristupa starijim zapisima. Analogna mjerenja na izvornim serverima čuvaju se u trajanju od 10 dana. Zahtjevi korisnika su bili da se mjerenja mogu dobiti za znatno duži period iz prošlosti. Iz tog razloga se radi replikacija analognih mjerenja sa izvorne Oracle na pomoćnu Microsoft SQL bazu koja je realizovana na novom serveru gdje ne postoji problem kapaciteta prostora za smještanje podataka. Nakon realizacije pomoćne baze, analogna mjerenja dostupna su za nekoliko godina unazad.

Korisnici ove aplikacije su:

- Zaposlenici Službe za održavanje razvodnih postrojenja. Koriste se podaci o broju odrada prekidača, posebno u SN postrojenjima. Čelije u kojima prekidači imaju veći broj odrada podliježu vanrednim revizijama,
- Zaposlenici Službe za eksploataciju. Koriste se podaci o zastojsima SN odvoda dužim od 3 minuta. Podaci se dostavljaju dalje u direkciju, i koriste za izračunavanje SAIDI i SAIFI pokazatelja.
- Zaposlenici Tehničkog sektora, Sektora za upravljanje, Tehnički rukovodilac. Koriste se razni podaci, kao što su opterećenje transformatora i dalekovoda, redosljed manipulacija i reagovanje dispecera i dežurnih električara pri određenim događajima, naponske prilike u VN i SN mreži itd.
- Zaposlenici Službe za održavanje mjerno-relejne tehnike i pomoćnih napajanja. Podaci iz arhive pogonskih događaja koriste se u analizama raznih pogonskih stanja i kvarova.

Najčešći korisnici podataka iz baze sistema su zaposlenici Službe za održavanje mjerno-relejne tehnike i pomoćnih napajanja, a najčešće se koristi Arhiva pogonskih događaja. Aplikacija se može koristiti u bilo kojem web pretraživaču, a interfejs je vrlo jednostavan:

Pogonski događaji

Banja Luka 1 --svi nivoi-- --sva polja-- --sve informacije-- ☐ sve stanice

☐ samo akcije dispecera
☐ prikaži samo događaje sa milisekundama
☐ prikaži sve događaje

od 15 : 00 17.03.2025
do 13 : 24 18.03.2025

Osvježi

Slika 1: Interfejs Aplikacije za pregled pogonskih događaja

Biranjem vrste podataka iz padajućih lista i vremenskog intervala, kako se vidi na slici 1. lako se dolazi do željenih podataka, u vidu hronološke liste:

Prijedor 3	20 kV	04.03.2025	23:32:07	Hladnjaca	Prekidac	CB trip		ERSope2 potvrdio alarm
Prijedor 3	SNG	04.03.2025	23:32:07		Zemljospojna zaštita	AIStatus	pojava alarma	ERSope2 potvrdio alarm
Prijedor 3	20 kV	04.03.2025	23:37:30,918	Hladnjaca	Prekidac		uključen	ERSope2 daljinska komanda
Prijedor 3	20 kV	04.03.2025	23:37:31,217	KO Velepromet	Prekidac		isključen	
Prijedor 3	20 kV	04.03.2025	23:37:31,217	KO Velepromet	Prekidac	CB trip		
Prijedor 3	20 kV	04.03.2025	23:38:00	KO Velepromet	Prekidac	CB trip		ERSope2 potvrdio alarm
Prijedor 3	20 kV	04.03.2025	23:38:54,409	Pecani	Prekidac		uključen	ERSope2 daljinska komanda
Prijedor 3	20 kV	04.03.2025	23:39:58,809	KO Velepromet	Prekidac		uključen	ERSope2 daljinska komanda

Slika 2: Hronološka lista iz aplikacije za pregled pogonskih događaja

U datom primjeru, na slici 2, prikazan je događaj pri kojem dolazi da istovremenog ispada više SN odvoda u TS 110/20 kV Prijedor 3. Podaci se lako izvoze u tabelarnom formatu (XLS), gdje se onda mogu brisati nepotrebni redovi i kolone, te dodavati komentari, kao što vidimo u primjeru na slici 3:

04.03.2025	23:37:30,918	Uključenje Hladnjača, DC OPBL	
04.03.2025	23:37:31,217	Isključenje Velepromet	Nema signala zaštite. Oko 300 ms nakon uključenja Hladnjače.
04.03.2025	23:38:54,409	Uključenje Pečani	
04.03.2025	23:39:58,809	Uključenje Velepromet	
04.03.2025	23:51:16,993	Ispad Velepromet	Zajednički signal zemljospojna zaštita. Signal je zbirni, pa se ne može znati koji je odvod imao signal, a koji nije. Sve u okviru cca 120 ms.
04.03.2025	23:51:17,039	Ispad Pečani	
04.03.2025	23:51:17,073	Ispad Raškovac	
04.03.2025	23:51:17,119	Ispad Hladnjača	

Slika 3: Hronološka lista iz aplikacije za pregled pogonskih događaja sa dodatim komentarima

Za potrebe analize zastoja u SN mreži, urađena je integracija sa podacima druge aplikacije – aplikacije za planiranje isključenja. Na ovaj način moguće je razlikovati zastoje uzrokovane planiranim isključenjem dalekovoda (što je navedeno kroz program Isključenja) od ostalih zastoja.

Naziv objekta	Naponski nivo	Naziv SN odvoda	Zastoj	Razlog zastoja	Datum pocetka zastoja	Vrijeme pocetka zastoja	Datum prestanka zastoja	Vrijeme prestanka zastoja	Trajanje	brojFotosaca	NazivElektroprivrede	NazivDistribucije	Napomena
TS Banja Luka 4	20	MAB staklo	planiran	radovi elektroprenosa	11.03.	11.30	11.03.	12.15	45	46	RS	Banja Luka	Revizija polja i ispitivanje zaštita
TS Banja Luka 4	20	Dragocaj-Stranjani	planiran	radovi elektroprenosa	12.03.	08.05	12.03.	09.03	58	170	RS	Banja Luka	Revizija polja i ispitivanje zaštita
TS Banja Luka 4	20	Dragocaj-Stranjani	planiran	radovi elektroprenosa	12.03.	09.03	12.03.	09.18	15	170	RS	Banja Luka	Revizija polja i ispitivanje zaštita
TS Banja Luka 4	20	Dragocaj-Stranjani	planiran	radovi elektroprenosa	12.03.	09.21	12.03.	10.09	48	170	RS	Banja Luka	Revizija polja i ispitivanje zaštita
TS Banja Luka 4	20	Ramici-Barlovi	neplaniran	kvar na vodu	13.03.	22.26	13.03.	22.30	4	1525	RS	Banja Luka	
TS Banja Luka 4	20	Sargovac-Daljka	neplaniran	kvar na vodu	14.03.	10.07	14.03.	10.11	4	288	RS	Banja Luka	
TS Banja Luka 4	20	Sargovac-Daljka	neplaniran	kvar na vodu	14.03.	10.11	14.03.	10.42	31	288	RS	Banja Luka	

Web aplikacija omogućava i kreiranje proizvoljnih upita koristeći Oracle SQL jezik i izvoz rezultata u .xls formatu. Ovo se ne odnosi samo na dobijanje podataka iz arhive pogonskih događaja i analognih mjerenja, već i na podatke o mreži i parametre SCADA sistema. Kreirani izvještaji omogućavaju bržu i jednostavniju pretragu podataka iz sistema kao što su npr. kompletna baza signala i mjerenja, zajedno sa njihovim adresama.

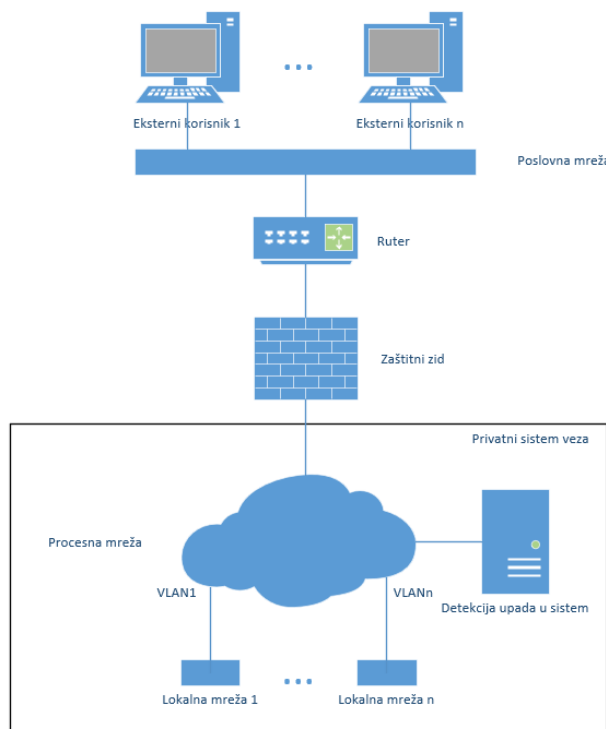
3 DALJINSKI PRISTUP LOKALNIM MREŽAMA U TRANSFORMATORSKIM STANICAMA

Jedan od ciljeva unapređenja sistema održavanja je bio da se SCADA sistem ne opterećuje podacima koji su nebitni za operativno vođenje energetske mreže, odnosno da se detaljni podaci za analizu pogonskih događaja ne šalju u SCADA sistem, već da se omogući inženjerima za mjerno-relejnu tehniku daljinski pristup zaštitnim i upravljačkim terminalima odakle se mogu iščitati snimljeni poremećaji koji sadrže detaljne zapise pogonskih događaja i oscilopertubografske zapise analognih i digitalnih podataka. Ovi zapisi omogućavaju naprednu analizu u programima specijalizovani za tu namjenu.

Prema načinu pristupa zaštitnim i upravljačkim uređajima, transformatorske stanice u OP Banja Luka se mogu podijeliti u tri tipa (u zavisnosti od vrste protokola i fizičkog medija za komunikaciju):

- TS koje imaju procesorske uređaje sa pristupom preko lokalnog porta ili uopšte nemaju procesorske uređaje,
- TS koje imaju lokalno inženjersko radno mjesto i starije serijske protokole,
- TS izgrađene u skladu sa standardom IEC 61850.

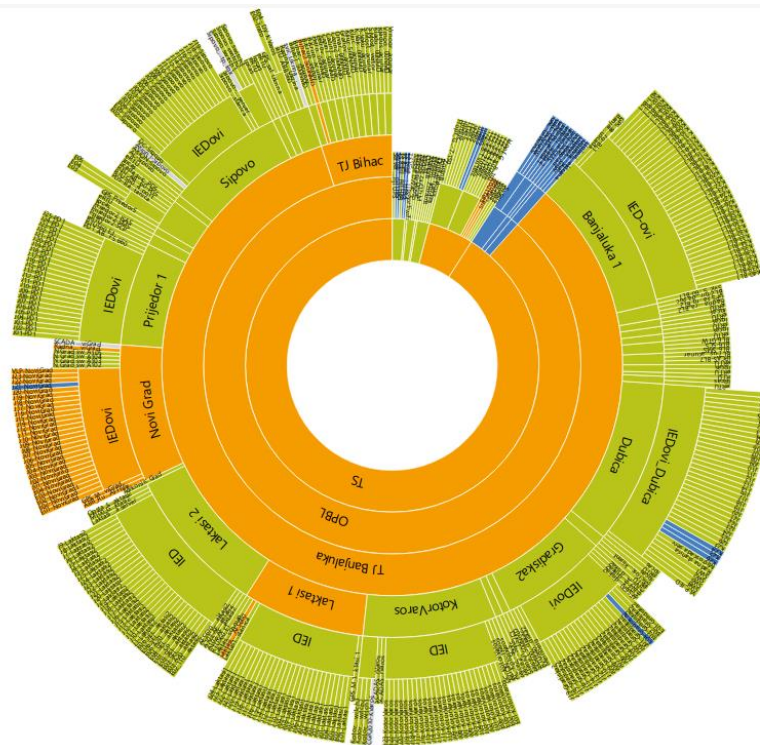
Za poslednja dva tipa bilo je moguće obezbijediti daljinski pristup i iščitavanje podataka i u skladu sa tim je formirana komunikaciona mreža bazirana na VLAN-ovima.



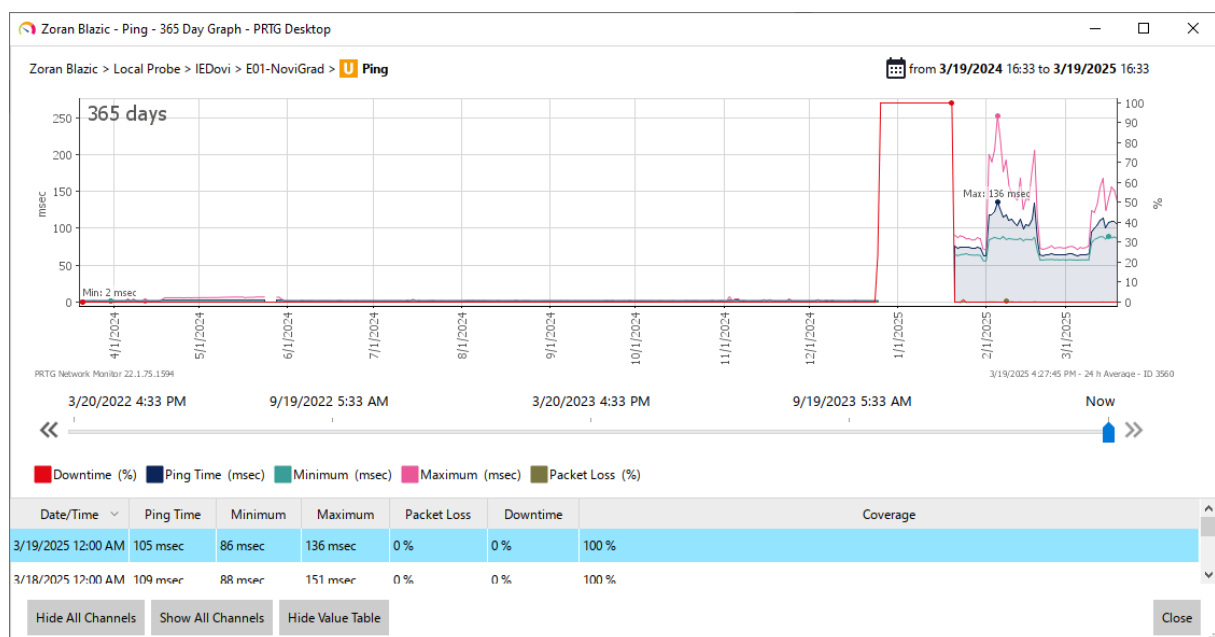
Slika 4: Pojednostavljeni prikaz sistema za daljinski pristup lokalnim mrežama

Za nadzor rada mreže i svih uređaja kojima se može pristupiti daljinski instalisan je poseban sistem, koji omogućava mjerenje protoka saobraćaja na mrežnim uređajima i kontrolu prisutnosti na mreži svih uređaja. U slučaju prekida komunikacija šalje se e-mail službi za SCADA sisteme za svaki pojedinačni uređaj, koji sadrži tačno vrijeme prestanka komunikacije, a nakon uspostavljanja komunikacije informaciju o dužini prekida. Sistem vodi statistiku o prekidima i omogućava uvid u raspoloživost uređaja i veza.

Slika 6 prikazuje zanimljiv slučaj, gdje se vidi da su kvalitet veze i raspoloživost uređaja bili odlični, a zatim je došlo do pada optičkog zemljovodnog užeta krajem decembra 2024. i veza je prebačena na sistem za prenos podataka preko mobilne mreže polovinom januara 2025. Bez obzira na manju brzinu prenosa i brzinu odziva raspoloživost je i dalje odlična.



Slika 5: Grafički prikaz sistema za nadzor



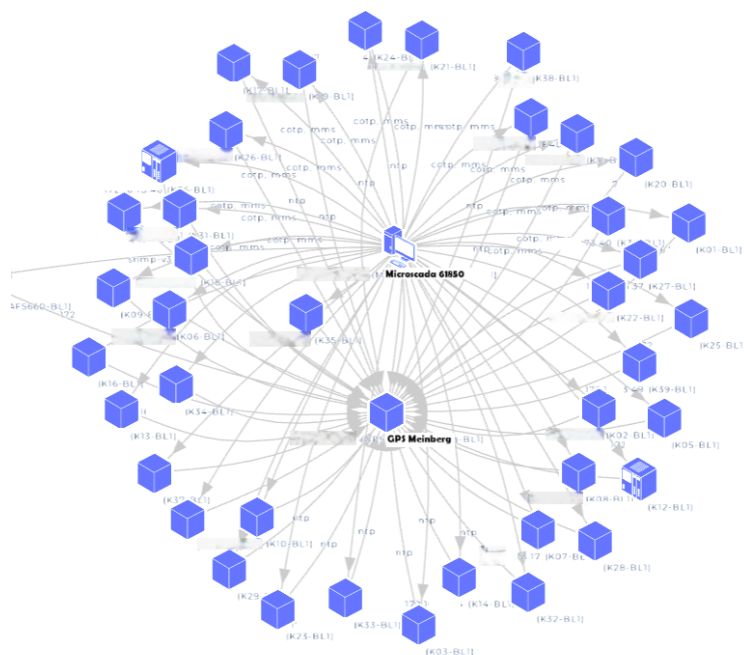
Slika 6: Prikaz nadzora pojedinačnog uređaja za period od jedne godine

3.1 Bezbjednost informacija i mjere tehničke zaštite

Poslovna i procesna mreža su odranije bile fizički razdvojene zbog ispunjenja zahtjeva za bezbjednost podataka i cijelog sistema za nadzor i upravljanje. Povezivanjem mreža preko rutera i zaštitnog zida (*firewall*) omogućen je daljinski pristup određenim vanjskim korisnicima.

Pod pojmom vanjski korisnik podrazumjevaju se korisnici zaposleni u Elektroprenosu OP Banja Luka koji inače nemaju pristup procesnoj mreži, ali imaju potrebu za podacima. Ne postoje vanjski korisnici izvan internih mreža Elektroprenosa OP Banja Luka (npr. iz distributivnih preduzeća).

Za kontrolu i nadzor nedozvoljenog pristupa koristi se sistem za detekciju upada u mrežu (*Intrusion detection system* - IDS). Savremena rješenja za sigurnost računarskih mreža, pored svoje osnovne funkcije, imaju mogućnosti koje su korisne i za analizu mnogih problema u komunikaciji zasnovanoj na IEC 61850 i IEC 60870-5-104 standardu. Tako npr. primjenjeno IDS rješenje, nudi mogućnost automatskog snimanja saobraćaja između IED-a i SCADA servera. Rezultat snimanja je .pcap fajl kojeg otvara aplikacije kao što je npr. Wireshark, koja prepoznaje format paketa u skladu sa IEC61850 standardnom. Sistem prepoznaje i mjerenja koja nisu ažurirana u definisanom periodu, nakon čega automatski alarmira korisnike.



Slika 7: Grafički prikaz jedne lokalne mreže u IDS-u

Alerts									
Page 2 of 2 29 entries / filtered by ip src: 192.168.1.1									
Export Group by incident Live Count by field... 11 selected									
Actions	Risk	Time	ID	Type ID	Description	Protocol	IP Src		
☐ ...	Low	2025-01-03 13:45:14.071	622fcec1	NET-RST-FROM-PRODUCER	The producer 192.168.1.1 sent a RST of the connection to the consumer.	tcp	192.168.1.1		
☐ ...	Low	2024-12-23 00:21:10.461	73993a01	NET-RST-FROM-PRODUCER	The producer 192.168.1.1 sent a RST of the connection to the consumer.	tcp	192.168.1.1		
☐ ...	High	2024-12-21 04:17:21.401	5034b724	INCIDENT-ANOMALOUS-PACKETS	Known nodes 192.168.1.1 and 192.168.1.1 have started anomalous commu...	other	192.168.1.1		
☐ ...	High	2024-12-19 05:58:14.371	dd57dead	INCIDENT-ANOMALOUS-PACKETS	Known nodes 192.168.1.1 and 192.168.1.1 have started anomalous commu...	other	192.168.1.1		

Slika 8: Lista upozorenja za jedan uređaj u IDS-u

3.2 Način dobijanja i upotrebe podataka dobijenih pristupom lokalnim mrežama

Nakon analize podataka iz Arhive pogonskih događaja, u nekim slučajevima se dešava da ovi podaci nisu dovoljni, i da je potrebno iz uređaja za zaštitu analizirati snimljeni oscilopertubografski zapis.

U jednom broju objekata, rekonstruisanih ili izgrađenih u ranijem periodu, gdje su stanični sistemi nadzora i upravljanja bazirani na serijskim protokolima, nije omogućen daljinski pristup za iščitavanje snimača poremećaja. U ovim objektima se iščitavanje zapisa mora obavljati na licu mjesta.

Objekti naponskih nivoa 400 kV i 220 kV rekonstruisani su u periodu 2005-2007. godine, i u njima je za povezivanje na stanični sistem nadzora i upravljanja korišten vlasnički procesni protokol. Mogućnost uređaja da pored porta za pomenuti protokol imaju i port za serijske protokole, koji se može koristiti kao servisni port, iskorištena je za povezivanje uređaja u zasebnu servisnu mrežu na koju pristup ima inženjerska radna stanica koja se nalazi u transformatorskoj stanici. Sa ovog računara moguć je pristup uređajima za zaštitu, radi čitanja snimača poremećaja, ali i drugih analitičkih radnji. Ovim računarima omogućen je daljinski pristup, tako da inženjeri relejne zaštite mogu pristupiti svim uređajima iz svoje kancelarije.

U objektima izgrađenim ili rekonstruisanim u posljednjih desetak godina, stanični LAN je rađen na bazi standarda IEC 61850. Dobra prethodna iskustva navela su nas da i u tim objektima omogućimo daljinski pristup uređajima za zaštitu. Postojala je dilema da li da se i u ovim objektima pravi zasebna servisna mreža, ali je odlučeno da se za direktan pristup uređajima za zaštitu koristi infrastruktura razvijena za potrebe staničnog sistema za nadzor i upravljanje. Ovakvo rješenje pokazalo se jeftinije i jednostavnije, jer nema dodatnih troškova. Povoljno u svemu tome je što su i proizvođači uređaja za zaštitu i upravljanje takođe razmišljali na ovu temu, i omogućili da se port koji se koristi za povezivanje na stanični sistem nadzora i upravljanja ujedno koristi i kao servisni port. U ovim objektima više nisu potrebne inženjerske radne stanice, već se uređajima za zaštitu može pristupiti direktno sa računara u kancelariji. Daljinski pristup omogućio je i korištenje softverskih alata za analizu komunikacija i paketa podataka, pri dijagnostici problema koji se javljaju u transformatorskim stanicama, sa jedne centralizovane lokacije.

Ovakvim načinom pristupa podacima iz uređaja za zaštitu, zajedno sa prethodno opisanim načinom pristupa Arhivi pogonskih događaja, dolazi se do mogućnosti analiziranja kvarova i poremećaja praktično odmah nakon što su se desili, bez ikakve vremenske zadržke. Tako se potrebni podaci i upute daju pravovremeno službama održavanja, koje onda mogu adekvatno reagovati.

4 VERIFIKACIJA PODATAKA O LOKACIJI KVARA NA VN DALEKOVODIMA

Važnost pravovremenog i tačnog dobijanja podatka o lokaciji kvara kod kvarova na visokonaponskim nadzemnim dalekovodima dobro je poznata. Teritorija u nadležnosti OP Banja Luka je pretežno planinska, što otežava pregled dalekovoda. Neki od dalekovoda su izuzetno dugački. Na primjer, najduži dalekovod je DV 220 kV Prijedor 2- Kakanj, dužine 173.9 km. Podatak o lokatoru kvara znatno olakšava posao ekipama Službe za održavanje dalekovoda. Naročito ako se kvarovi dešavaju u otežanim uslovima intenzivnih sniježnih padavina.

Upravo takvu situaciju smo imali u toku protekle zime. U kratkom vremenskom periodu pao je izuzetno težak i mokar snijeg, izazivajući kvarove na više dalekovoda istovremeno. Stabilno napajanje potrošača bilo je ugroženo na širem prostoru, na praktično cijeloj teritoriji u nadležnosti OP Banja Luka, i OP Tuzla. Služba za održavanje dalekovoda morala je tražiti kvarove po dubokom snijegu, podijeljena na više manjih timova, na različitim dalekovodima.

U većem broju slučajeva, kada postoji podatak o lokatoru kvara na obe strane voda, i ako se zbir dužina približno poklapa sa ukupnom dužinom voda, dodatno potvrđivanje podatka o lokaciji kvara nije ni potrebno. Međutim, dešava se da je podatak o lokaciji kvara nepouzdan, ili čak da ne postoji. Uzroci su različiti:

- Uređaji određenih proizvođača, iako su tzv. „full-scheme“, to jest imaju odvojene mjerne članove za različite petlje kvara, imaju samo jedan mjerni član za lokator kvara, zajednički za sve petlje. A informaciju o petlji kvara lokator dobija od pobudnog člana. Pobudni članovi često imaju široku impedansu karakteristiku, i relativno nisko podešene prekostrujne pobudne članove, tako da u kraćim vremenskim intervalima mogu registrovati pobudu u fazama u kojima uopšte nema kvara. Tada lokator pogrešno računa udaljenost.
- Dešava se da se kvar „razvija“ to jest da iz kvara faza-zemlja preraste u kvar faza-faza. Na primjer, kod pada drveta, gdje prvo dođe u kontakt sa jednom fazom, a nakon toga s drugom. Slično kao u prethodnom primjeru, može doći do pogreške u određivanju petlje kvara ili problema u radu algoritma.
- Kod neuspješnog APU, u pravilu je tačniji podatak sa lokatora kod prvobitnog kvara, nego kod drugog kvara nakon APU.
- Slično kao u prethodnom slučaju, podatak sa lokatora kvara kod probe uključenja na kvar manje je pouzdan nego kod prethodnog ispada nakon normalnog režima.
- Kod visokoomskih kvarova, može se desiti da lokator značajno pogriješi ili da podatka uopšte nema.
- Iako je takvih dalekovoda jako malo, postoje vodovi sa otcjepom, to jeste sa krutom tačkom. Injektiranje struje kvara s treće strane remeti rad lokatora.
- Postoje drugi slučajevi, kod kojih iz različitih razloga, kojima se nećemo ovdje baviti, ne postoji podatak o lokatoru, iako postoji oscilo-pertubografski zapis.
- Neki stariji uređaji nemaju funkciju lokatora kvara, iako imaju mogućnost zapisivanja oscilo-pertubografskih zapisa.

U prethodno opisanim slučajevima potrebno je izvršiti provjeru podataka o lokaciji kvara, ili iznaći način za dobijanje podatka o lokaciji ako je uopšte nema. Prvo se pristupa čitanju podataka iz Arhive pogonskih događaja, iz dvije ili više TS u kojim je došlo do djelovanja zaštita. Podaci se analiziraju, upoređuju, i izvlače zaključci potrebni za dalje analize. Na osnovu ovih podataka, preko sistema za daljinski pristup lokalnim mrežama vrši se iščitavanje snimljenih poremećaja. Dalja analiza ovih podataka može se vršiti u analitičkim alatima proizvođača zaštitnih uređaja, koji su dio istog paketa kao i softver koji je korišten za iščitavanje snimljenih poremećaja. Ako je potrebna kompleksnija analiza, provjera ili potpuno nov izračun lokacije kvara, zapis se može snimiti u COMTRADE formatu i analizirati u specijalizovanim softverskim alatima (npr. SIGRA).

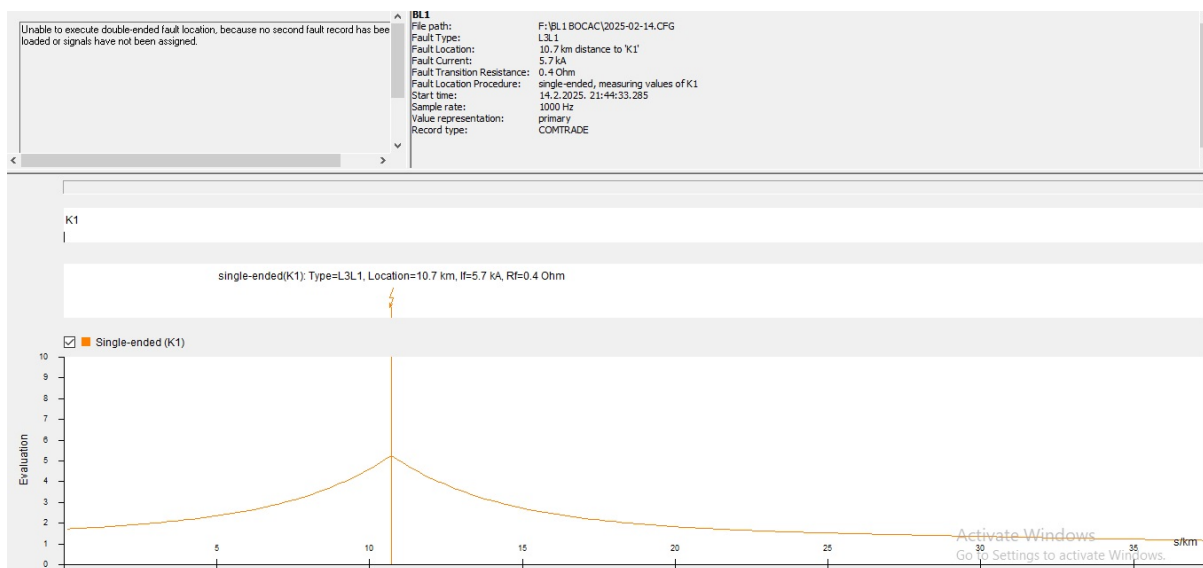
Brz pristup Arhivi pogonskih događaja, i dobijanje snimljenih poremećaja preko sistema za daljinski pristup lokalnim mrežama omogućavaju pravovremenu verifikaciju podatka o lokaciji kvara, koji se dalje dostavlja Službi za održavanje dalekovoda.

4.1 Primjer iz prakse, određivanje lokacije kvara

Korištenje sistema opisanog u ovom radu ovdje ćemo pokazati na primjeru određivanja lokacije kvara na dalekovodu DV 110 kV Banja Luka 1- HE Bočac, sa otcjepom na TS Banja Luka 5. Naime, TS 110/10 kV Banja Luka 2 i TS 110/35/20 kV Banja Luka 5 su ranije bile napojene radijalno iz TS 110/35/10 kV Banja Luka 1. TS Banja Luka 2 je najvažnija gradska TS u gradu Banja Luka, koja napaja najveći konzum, a TS Banja Luka 5 je važna jer napaja fabriku vode.

Kako bi se obezbjedilo dvostrano napajanje ove dvije TS, izvršeno je priključenje TS Banja Luka 5 na DV 110 kV Banja Luka 1-HE Bočac krutom tačkom u mjestu Grbići. Naravno, u planu je da se i ovo pitanje riješi, i eliminiše kruta tačka, ali trenutna stanje je takvo.

Kvar na dalekovodu se desio 14.02.2025. , u 21:44:33. Po prijavi dispečera, analizu su vršili Tehnički rukovodilac i Rukovodilac Službe za mjerno-relejnu tehniku i pomoćna napajanja, u ranim jutarnjim časovima narednog dana. Uvidom u podatke iz Aplikacije za pregled pogonskih događaja utvrđeno je istovremeno i pravovremeno djelovanje zaštita sa sve tri strane, čime je kvar eliminisan. Međutim, iz HE Bočac nismo mogli dobiti podatke o lokatoru, niti imamo mogućnost pristupa za iščitavanje distrubance record-a, jer objekat nije u vlasništvu Elektroprenosa. A sve se dešavalo tokom vikenda, pa nismo mogli računati na brzu pomoć kolega iz HE Bočac. Iz TS Banja Luka 5 smo dobili podatak o lokatoru (17.0 km), ali kako ova dužina značajno prelazi dužinu otcjepa od krute tačke do TS Banja Luka 5 (1.4 km) ovaj podatak takođe nije bio od velike pomoći. Iz TS Banja Luka 1 nije bilo podatka o lokatoru, iz tehničkih razloga koje ovdje nećemo objašnjavati. Dalekovod većim dijelom prolazi teškim terenom planine Manjača, a uslovi za pregled su bili dodatno otežani zbog sniježnih padavina i niske temperature. Snimljeni poremećaj je iščitao iz uređaja za zaštitu u TS Banja Luka 1 i konvertovan iz REVAL formata u COMTRADE format, te otvoren u SIGRA softveru. Parametri voda, te ostali parametri važni za kalkulaciju impedansi pravilno su uneseni u softver. Uvidom u zapis, potvrđeno je da je kvar međufazni (L1-L3), amplitude 5.7 kA, i određena je lokacija kvara na 10.7 km od TS Banja Luka 1, kao što se vidi na slici 9:



Slika 9: Određivanje lokacije kvara na DV 110 kV Banja Luka 1- He Bočac

Dužina dobijena na ovaj način bila je kraća od dužine voda od TS Banja Luka 1 do krute tačke, tako da se ovaj podatak mogao smatrati tačnijim od podatka iz TS Banja Luka 5. Kolege iz Službe za održavanje DV, u telefonskom razgovoru, potvrdili su da se vrijednost lokatora odgovara mjestu na kojem se vrši preplitanje faznih provodnika, što odgovara informaciji da se radi o međufaznom kvaru između dvije faze.

Tako je ekipa za održavanje DV dobila preciznu informaciju po kojoj su mogli reagovati, i pronašli kvar na izolatoru, kao što se vidi na slici 10:



Slika 10: Mjesto kvara na DV 110 kV Banja Luka 1- He Bočac

Oštećeni izolator je zamijenjen i dalekovod je uspješno pušten u pogon.

Važno je naglasiti da je od dobijanja informacije o kvaru i zahtjeva za analizu kvara do dobijanja povratne informacije o lokaciji kvara prošlo oko 25 minuta.

5 ZAKLJUČAK

Korištenje navedenih softverskih rješenja ubrzalo je i pojednostavilo pristupanje podacima u bazi SCADA sistema. Udaljeni inženjerski pristup zaštitnim i upravljačkim uređajima uštedio je mnoge pređene kilometre i mnoge sate provedene u putovanju do transformatorskih stanica. Mogućnost da se u istom danu rješava problematika iz više objekata, povećala je produktivnost u radu. Naročito je važno pravovremeno pružanje pravovremenih i tačnih podataka službama održavanja. U ovom kontekstu je potrebno je pomenuti da je, pored obezbjeđivanja podataka za potrebe analitičkog rada, sistem omogućio brzu dijagnostiku i u dosta slučajeva otklanjanje zastoja i kvarova na lokalnim sistemima za upravljanje i nadzor (SCADA serveri, RTU-ovi, svičevi, IED-ovi, GNSS uređaji itd.). Često se kroz ovaj sistem vrši i ažuriranje procesnih slika na lokalnim SCADA sistemima (nazivi polja, redni brojevi polja i sl.).

Imperativ je da se opisana funkcionalnost zadrži i nakon planiranih zamjena telekomunikacionog i SCADA sistema u dispečerskom centru. Navedena rješenja mogu poslužiti i za migraciju podataka o sistemu u novi SCADA sistem, ukoliko se za tim ukaže potreba. Moderni SCADA sistemi imaju integrisana rješenja koja uključuju dio funkcionalnosti koja je u aplikaciji Arhiva pogonskih događaja. Pri implementaciji novog SCADA sistema potrebno je posvetiti posebnu pažnju pri integraciji ovih rješenja, na način da krajnji korisnici što manje osjete zamjenu sistema.

6 LITERATURA

[1] PRTG Manual, https://www.paessler.com/manuals/prtg/welcome_to_prtg

[2] Nozomi Guardian, Administrator Guide, N2OS v25.0.0— 2025-03-18