

Ivan Maleš
HEP ODS d.o.o.
ivan.males@hep.hr

Ante Franić
HEP ODS d.o.o.
ante.franic@hep.hr

Ivan Peko
HEP ODS d.o.o.
ivan.peko@hep.hr

Vinka Antonijević
HEP ODS d.o.o.
vinka.antonijevic@hep.hr

ZAŠTITA INFO – OPERATORSKE UPUTE ZA PRORADE INDIKACIJE ZAŠTITA U OKRUŽENJU SCADA SUSTAVA

SAŽETAK

U referatu je opisan rad aplikacije *Zaštita - info* koja dispečeru služi kao pomoć i uputa za rad u svakodnevnim situacijama prilikom prorade alarma tj. signala zaštite u SCADA sustavu.

Liste alarma i događaja SCADA sustava sadrže brojne signale čiji je naziv često reduciran (konvencije imenovanja ...) i nestandardiziran te je teško 'prepoznati' puno ime, a tim više i samu funkciju. Stoga se javila potreba za 'alatom' kojim će se brzo i jednostavno omogućiti dohvat potpune i točne definicije svih pojedinih signala zaštite, a time značajno olakšati rad i nedvojbeno razumijevanje stvarnih događaja. U okruženju postojeće aplikacije radne stanice dispečera dodana je ikona *Zaštita-info* kojom se po odabiru simbola bilo koje indikacije otvara prozor s prikazom svih potrebnih informacija (puno ime signala, opis njegove funkcije, upute, napomene ...).

Aplikacija je rezultat suradnje Odjela za procesne sustave i telekomunikacije Jug i Odjela za upravljanje mrežom Jug, a namijenjena je u prvom redu kao alat za dispečere u njihovom svakodnevnom radu i kao pomoć te podsjetnik drugim korisnicima.

Ključne riječi: SCADA sustav, liste događaja/alarma SCADA sustava, aplikacija, signali zaštite

PROTECTION INFO – OPERATOR INSTRUCTIONS FOR OPERATION OF PROTECTION INDICATIONS IN THE SCADA SYSTEM ENVIROMENT

SUMMARY

This paper describes the operation of the *Protection - info* application, which serves the dispatcher as help and it is instruction for working in everyday situations when signal of alarms is processing, i.e. protection signals in the SCADA system.

Alarm and event lists of the SCADA system contain numerous signals whose names are often reduced (naming conventions ...) and non-standardized so it is difficult to "recognize" the full name and even more the function. There was a need for a 'tool' that would quickly and easily enable the retrieval of a complete and accurate definition of all individual protection signals, significantly facilitating work and undoubtedly understanding real events. In the environment of the existing application of the dispatcher's workstation, the *Protection-info* icon has been added, opens a window with the display of all necessary information (full name of the signal, description of its function, instructions, notes...) by selecting the symbol of any indication.

The application is the result of the cooperation between HEP-ODS staff, and is primarily intended as a tool for dispatchers in their daily work and as a help and reminder to other users.

Key words: SCADA, alarm list, application, protection signals

1. UVOD

Korisnici, a prije svega dispečeri koriste u svom radu kao primarno sučelje radne stanice SCADA sustava. Prilikom obavljanja svakodnevnih planiranih radova izazovno je pratiti listu događaja SCADA sustava. U svakom trenutku registira se nekoliko događaja koji su naznačeni posebnom bojom te se na taj način vidljivo izdvajaju kao više bitni i manje bitni događaji. Prateći „šumu podataka“ javila se potreba za kreiranjem podrške kojom će se omogućiti neposredno razumijevanje funkcije pojedinih signala, kratko objašnjenje signala te način postupanja u tom određenom trenutku. Kreirana je aplikacija *Zaštita – info*, kao rezultat, koja daje vizualni uvid te usmjerava korisnike kroz nekoliko koraka.

1.1. Osnovne značajke SCADA sustava u kontekstu aplikacije *Zaštita-info*

Aplikacija WS500 je osnovno grafičko sučelje za dispečera. Na njoj se prikazuju sve slike i stanja procesnih podataka i objekata u sustavu te se šalju komande na upravljive elemente mreže.

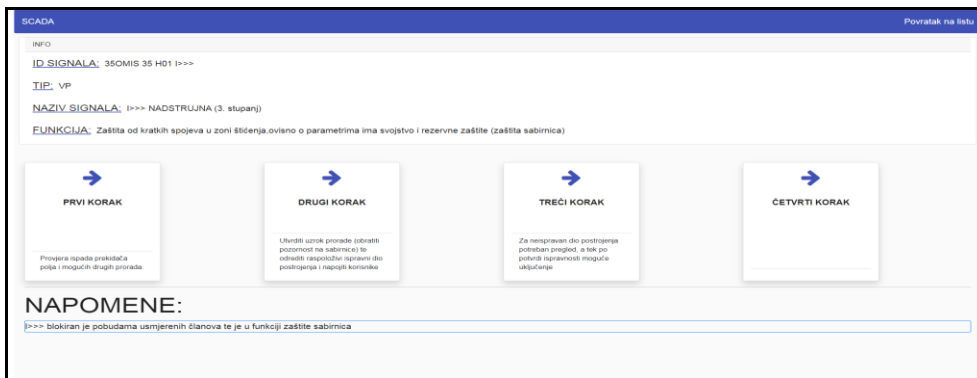
Obavljanje poslova vođenja mreže u praksi predstavlja slijed i kombinaciju različitih pogonskih postupaka koji su uvjetovani nastankom pojedinih događaja u postrojenju. Pod pojmom događaj mogu se smatrati, osim poremećaja i kvarova, ostali zahtjevi poput zahtjeva za provođenja mjerenja, ispitivanja ili provjere postojećih ili novih dijelova mreže.

Svi događaji u SCADA sustavu obrađuju se na SCADA serverima, a prikazuju se na različitim listama:

1. Lista događaja koja prikazuje sve događaje u sustavu redom kako su obrađeni na računalu;
2. Lista alarma koja prikazuje samo alarme u sustavu koji mogu biti trenutni i trajni, potvrđeni i nepotvrđeni. Lista alarma je zapravo izvadak iz liste događaja i zapisi u njoj su privremenog karaktera. Alarmi iz liste nestaju ako su trenutni i potvrđeni, a ako su trajni nakon što se stanje kvara izmjeni;
3. Lista KRĐ-a koja kronološki sortira događaje prema vremenu nastanka dobivenog iz daljinske stanice u milisekundnoj rezoluciji.

Postoji i podjela događaja na one koji se odnose na energetske sustav i na one koji se odnose na sam proces tj. upravljači sustav. Energetski sustav uključuje sva postrojenja koja se aktivno nadziru dok upravljački sustav objedinjuje sve elemente procesnog sustava (poslužitelje, stanična računala, radne stanice, komunikacijsku opremu, ...).

Budući da dispečer u svakodnevnom planiranom radu u listu događaja gotovo svake minute primi velik broj signala, javila se potreba za razumijevanjem naziva pa čak i funkcije pojedinog signala. Naime, zbog ograničenog broja znakova pri imenovanju signala unutar baze sustava nastao je veliki broj signala čiji je naziv reduciran i nejasan te je nemoguće iz nekih kratica prepoznati pravo ime. Također, sa svakom novom trafostanicom 110/x kV dolazi do velikog broja signala te je nemoguće u svakom trenutku znati točnu funkciju ili specifičnosti tog signala. Zbog toga ova „Uputa“ omogućava na jednostavan način, samim klikom na prezentaciju indikacije tog signala bilo na jednopolnoj shemi stanice, bilo na slici alarma, pristup dodatnom novom „prozoru“ unutar web preglednika gdje je sadržan info o tom signalu zaštite. Unutar info odjeljka se nalazi ID signala (ime signala u SCADI), informacija kojem polju pripada taj signal (pripada li signal vodnom, transformatorskom, spojnem, mjernom polju), njegov puni naziv i ukratko njegova osnovna funkcija unutar elektroenergetskog sustava. Ispod osnovnih informacija nalaze se nekoliko koraka koji upućuju na način djelovanja samog dispečera prema pravilima. Korišteno je načelo da su ti koraci ukratko sažeti te da se samim pogledom kroz istaknute riječi omogući što brže djelovanje dispečera. Na kraju je ostavljen odjeljak naziva „Napomena“ u kojoj su naglašene neke dodatne informacije i dodatna detaljnija objašnjenja. Ova rubrika sadrži dodatne informacije i zanimljivosti te je korisna za učenje ili kao podsjetnik korisnicima.



Slika 1. Prikaz detaljnih informacija o SCADA signalu

U gornjem desnom kutu aplikacije se nalazi mogućnost povratka na listu što omogućava ostalim korisnicima pretraživanje signala prema određenim ključnim riječima, brojevima, itd. što uvelike olakšava samu analizu određenih događaja.

SCADA										Povratak na listu
Filter										
RN	ID	PRVA NAZIV	FUNKCIJA	1.KORAK	2.KORAK	3.KORAK	4.KORAK	NAPOMENE	Detali	
420211	350MIS 35 H01	b>> kratkospojna (2 stupanj)	Zaštita od kratkih spojeva u zoni štitnjača	Provjera ispada prekidača u zoni mogućih drugih poroda	Utvrditi uzrok porode te odrediti raspoloživi ispravni do postrojenja i napajni korskne	Za nespisravan do postrojenja potreban pregled, a tek po potvrdi ispravnosti moguće uključnje		NEAKTIVNO		
421211	350MIS 35 H01	b>>> nadstrujna (3 stupanj)	Zaštita od kratkih spojeva u zoni štitnjača ovisno o parametrima ima svojstvo i rezervne zaštite (zaštita sabirnica)	Provjera ispada prekidača u zoni mogućih drugih poroda	Utvrditi uzrok porode (obratiti pozornost na sabirnicu) te odrediti raspoloživi ispravni do postrojenja i napajni korskne	Za nespisravan do postrojenja potreban pregled, a tek po potvrdi ispravnosti moguće uključnje		b>>> blokiran je pobudama usmjerenih članova te je u funkciji zaštite sabirnica		
422211	350MIS 35 H01 10	10- zemljospojna (1 stupanj)	Zaštita od jednocipnih kvarova (neusmjereni)	Provjera ispada prekidača u zoni mogućih drugih poroda	Utvrditi uzrok porode te odrediti raspoloživi ispravni do postrojenja i napajni korskne	Za nespisravan do postrojenja potreban pregled, a tek po potvrdi ispravnosti moguće uključnje				
500211	350MIS 35 H03 10	b> nadstrujna (1 stupanj)	Zaštita od preopterećenja voda	Provjera ispada prekidača u zoni mogućih drugih poroda	Utvrditi uzrok porode 1. preopterećenje - odrediti mogućnost isprekorenja (potom potvrdi uklopiti 2. nije preopterećenje - odrediti raspoloživi ispravni do postrojenja i napajni korskne	Za nespisravan do postrojenja potreban pregled, a tek po potvrdi ispravnosti moguće uključnje				
501211	350MIS 35 H03 b>>	b>> kratkospojna (2 stupanj)	Zaštita od kratkih spojeva u zoni štitnjača	Provjera ispada prekidača u zoni mogućih drugih poroda	Utvrditi uzrok porode te odrediti raspoloživi ispravni do postrojenja i napajni korskne	Za nespisravan do postrojenja potreban pregled, a tek po potvrdi ispravnosti moguće uključnje		NEAKTIVNO		
502211	350MIS 35 H03 b>>>	b>>> nadstrujna (3 stupanj)	Zaštita od kratkih spojeva u zoni štitnjača ovisno o parametrima ima svojstvo i rezervne zaštite (zaštita sabirnica)	Provjera ispada prekidača u zoni mogućih drugih poroda	Utvrditi uzrok porode (obratiti pozornost na sabirnicu) te odrediti raspoloživi ispravni do postrojenja i napajni korskne	Za nespisravan do postrojenja potreban pregled, a tek po potvrdi ispravnosti moguće uključnje		b>>> blokiran je pobudama usmjerenih članova te je u funkciji zaštite sabirnica		
503211	350MIS 35 H03 10	10- zemljospojna (1 stupanj)	Zaštita od jednocipnih kvarova (neusmjereni)	Provjera ispada prekidača u zoni mogućih drugih poroda	Utvrditi uzrok porode te odrediti raspoloživi ispravni do postrojenja i napajni korskne	Za nespisravan do postrojenja potreban pregled, a tek po potvrdi ispravnosti moguće uključnje				
504211	350MIS 35 H03 USMJ 10	10- zemljospojna (1 stupanj)	Zaštita od jednocipnih kvarova (usmjereni djelovanje u smjeru od sabirnica prema vodi)	Provjera ispada prekidača u zoni mogućih drugih poroda	Utvrditi uzrok porode (obratiti pozornost na kablu omča drug (aj) te odrediti raspoloživi ispravni do postrojenja i napajni korskne	Za nespisravan do postrojenja potreban pregled, a tek po potvrdi ispravnosti moguće uključnje		10- je usmjerenje usmjerenij djelovanja od sabirnica prema vodi		
610211	350MIS 35 H05 10	b> nadstrujna (1 stupanj)	Zaštita od preopterećenja voda	Provjera ispada prekidača u zoni mogućih drugih poroda	Utvrditi uzrok porode 1. preopterećenje - odrediti mogućnost isprekorenja (potom potvrdi uklopiti 2. nije preopterećenje - odrediti raspoloživi ispravni do postrojenja i napajni korskne	Za nespisravan do postrojenja potreban pregled, a tek po potvrdi ispravnosti moguće uključnje				
611211	350MIS 35 H05 b>>	b>> kratkospojna (2 stupanj)	Zaštita od kratkih spojeva u zoni štitnjača	Provjera ispada prekidača u zoni mogućih drugih poroda	Utvrditi uzrok porode te odrediti raspoloživi ispravni do postrojenja i napajni korskne	Za nespisravan do postrojenja potreban pregled, a tek po potvrdi ispravnosti moguće uključnje				

Slika 2. Prikaz liste signala

U svega nekoliko koraka opisan je način provođenja različitih pogonskih postupaka u pogonu električnog postrojenja, a sve u svrhu sveobuhvatnog vođenja pogona distribucijske mreže. Ove „Upute“ namijenjene su radnicima koji obnašaju poslove vođenja pogona, vrše ispitivanja i provjere pogona mreže. Uputa može poslužiti i za obuku novih radnika.

Konačni cilj ove „Upute“ je i edukacija samih dispečera kao krajnjih korisnika SCADA sustava te osiguravanje što kvalitetnijeg nadzora nad radom i upravljanjem električnim postrojenjima i mrežom, sigurnosti pri izvođenju pojedinih pogonskih postupaka, uvjeta za optimalno i propisno korištenje pogona, elemenata postrojenja i mreže, sprječavanje pogrešnih postupaka koji mogu imati za posljedicu ugrožavanje zdravlja radnika, nastanak oštećenja i kvarova elemenata mreže ili cijelog postrojenja te zagađenje okoliša.

Prilagodba za ovu funkcionalnu podršku, a pored instalacije same aplikacije *Zaštita-info*, je vrlo jednostavna. Kroz detaljan proces filtriranja indikacija iz SCADA sustava uočeno je više različitih naziva za signale čija je sama funkcija ista. Kroz aplikaciju moguće je upravo prema istoj funkciji doći do svih naziva te je ovo ujedno veliki početni korak prema unifikaciji indikacija zaštite i izradi kataloga koji bi poslužio budućim projektantima kao podloga za upotrebu istih naziva od projekta do naziva signala u SCADI.

1.2. Zahtjevi na aplikaciju *Zaštita – info*

Zahtjevi koji su se htjeli ostvariti su prilagođeni potrebama dispečera jer je cilj bio:

- izrada aplikacije kao podrške postojećem SCADA sustavu sa što manjim dodatnim intervencijama na samom SCADA sustavu,
- aplikacija koja neće opterećivati osnovnu funkcionalnost SCADA sustava i pri tom biti potpuno pouzdana,
- mogućnost nadogradnje i izmjena/dopuna na aplikaciji,
- siguran i pouzdan rad aplikacije
- jednostavno web korisničko sučelje
- podrška za rad u Windows okruženju

Iako već postoji brojna literatura u kojoj je opisano djelovanje pojedinih zaštita koje se koriste za zaštitu elemenata elektroenergetskog sustava ipak, prilikom pisanja ove „Upute“, uočene su brojne poteškoće jer je trebalo opisati djelovanje pojedinih zaštita koje se koriste u trafostanicama koje su u nadležnosti Odjela za upravljanje mrežom Jug.

1.3. Proces izrade aplikacije *Zaštita – info*

Proces izrade excel dokumenta sa svim indikacijama i objašnjenjima je bio dosta dugotrajan. Prvo je bilo potrebno iz SCADA sustava tj. same baze izvući sve indikacije signala koji postoje. Potom je bilo potrebno filtrirati indikacije signala tako da ostanu samo signali zaštite (eliminirane su indikacije aparata te neki signali koji nisu u funkciji). Nakon međusobne kratke konzultacije odlučeno je koji su podaci o signalu bitni, definirana je tablica s bitnim stupcima te je započeto ispunjavanje tablice prolazeći svaki signal zaštite unutar stanice ponekad i po nekoliko puta. Proces popunjavanja tablice je trajao više od 7 mjeseci te je obrađeno više od 22700 signala. Prilikom izrade samog excel dokumenta posvećena je maksimalna pozornost budući da isti predstavlja bazu aplikacije.

2. OPIS APLIKACIJE *Zaštita – info*

Aplikacija *Zaštita-info* realizirana je kao web aplikacija koja ima klijent – poslužitelj arhitekturu što znači da korisnici pristupaju korisničkom sučelju aplikacije pomoću standardnog internet preglednika, a sama aplikacija izvršava se na poslužitelju. Prema tome, na korisničkim računalima nije potrebno instalirati nikakve dodatne aplikacije što dodatno pojednostavljuje korištenje i održavanje aplikacije. Kroz grafičko korisničko sučelje korisniku su dostupne sve funkcionalnosti aplikacije u smislu da korisnik aplikacije može filtrirati i pretraživati tražene podatke jednostavno i brzo.

2.1. Opis rada aplikacije *Zaštita – info*

FRONT- END DIO APLIKACIJE:

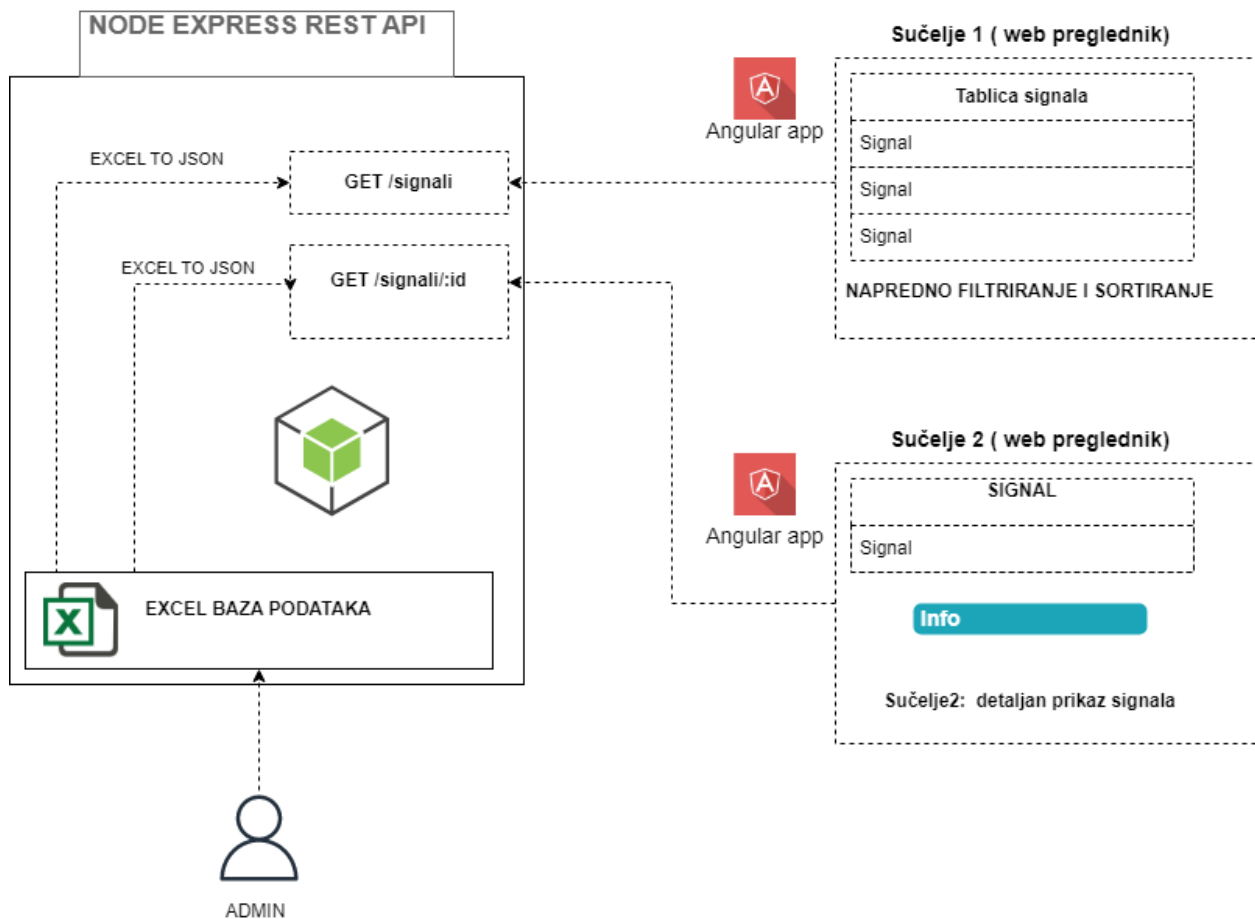
Kao front - end dio aplikacije koristi se Angular framework koji pruža mnoge mogućnosti web prikaza raznih tablica, filtriranja, pretraživanja i izradu „bogatih“ web formi.

Također omogućuje izradu koda koji je strukturiran i modularan, a time i lakši za održavanje.

BACK - END DIO APLIKACIJE:

Kao BACK - END dio aplikacije koristi se NodeJS i Express framework koji omogućava sljedeće:

- jednostavan pristup izvorima podataka (Excel tablice, relacijske baze podataka, MongoDB) i serijalizaciju podataka u JSON format
- jednostavnu izradu REST API čime se podaci koji se koriste u ovoj aplikaciji mogu jednostavno dijeliti i s drugim aplikacijama.



Slika 3. Arhitektura aplikacije

3. ZAKLJUČAK

Ova aplikacija uvelike olakšava svakodnevni rad dispečera, pogotovo u kriznim i stresnim situacijama kada je potrebno što prije donijeti odluku, uspostaviti napajanje krajnjih korisnika mreže, a da se pritom osigura siguran trajni pogon, spriječe pogrešni postupci koji mogu imati za posljedicu ugrožavanje zdravlja radnika, nastanak oštećenja i kvarova elemenata mreže ili cijelog postrojenja te zagađenje okoliša. Vremenom zbog povećanja broja trafostanica na visokom naponu dolazi do sve većeg broja signala unutar sustava te će ova aplikacija biti još nužnija za produktivnije vođenje sustava. Svaka informacija jednim klikom bit će dostupna svim korisnicima te će osim pomoći u odlučivanju utjecati i na skraćivanje vremena do konačnog otklanjanja problema.

Aplikacija je kao takva svojevrsan prijedlog odnosno podloga koja je otvorena za daljnje dopune, izmjene ili nadogradnje u suradnji kako sa trenutnim tako i s budućim korisnicima.

4. LITERATURA

- [1] Literatura za obrazovanje dispečera i uklopničara u HEP-ODS-u, studeni 2012.
- [2] Uputa za provođenje pogonskih postupaka pri vođenju pogona SVS.OU.02-1, svibanj 2019.
- [3] Standardizacija procesnih signala djelovanja električne zaštite distribucijskog sustava, Zagreb, travanj 2019.
- [4] Upute za provedbu preventivnih i korektivnih mjera u stanjima poremećaja pogona elektrodistribucijske mreže, Zagreb, veljača 2011.
- [5] Sarajčev, P.; Kosor, R.: „Zaštita u elektroenergetskom sustavu“.
- [6] Ravlić, S.: „Prepoznavanje visokoomskih kvarova u mrežama srednjega napona uzemljenima preko transformatora za uzemljenje zvjezdišta“, doktorski rad, FER, Zagreb, 2016.
- [7] Tehnički opis Riux – numerički releji zaštite, Končar-inem, Zagreb
- [8] Požar, H.: „Visokonaponska rasklopna postrojenja“, Tehnička knjiga, Zagreb, 1973.
- [9] URL: <https://nodejs.org/en/>
- [10] URL: <https://angular.io/>
- [11] URL: <https://www.npmjs.com/>