HRVATSKI OGRANAK MEĐUNARODNOG VIJEĆA
ZA VELIKE ELEKTROENERGETSKE SUSTAVE – CIGRÉ

12. savjetovanje HRO CIGRÉ
Šibenik, 8. – 11. studenoga 2015.

D2-01

Ksenija Žubrinić-Kostović
Hrvatski operator prijenosnog sustava
ksenija.zubrinic@hops.hr

mr.sc. Igor Ivanković
Hrvatski operator prijenosnog sustava
igor.ivankovic@hops.hr

mr.sc. Neven Baranović
Hrvatski operator prijenosnog sustava
neven.baranovic@hops.hr

NAPREDNA OBRADA SIGNALA U REALNOM VREMENU ZA POTREBE VOĐENJA EES-A

SAŽETAK

U centrima vođenja EES-a, novi i moderni SCADA sustavi prikupljaju i obrađuju u realnom vremenu velike količine podataka. Radi se o tisućama podataka u minuti u normalnom pogonskom stanju, a u stanjima kada je u EES-u prisutan poremećaj ili kada je EES u izvanrednom stanju tada se priliv signala bitno povećava i kreće se do desetak tisuća signala u minuti. Razvijeni su alati nove generacije za obradu signala u realnom vremenu kako bi se omogućila pravovremena informacija i podrška operateru u takvim situacijama. Podaci se istovremeno obrađuju u samom SCADA sustavu i sustavu za naprednu obradu signala, te se paralelno prikazuju kao obrađen podatak i složena informacija. Značaj složene informacije, koja je rezultat napredne obrade, je što ona ukazuje na uzrok ili početak poremećaja u EES-u te je na taj način korisna za vođenje EES-a. U realnom vremenu operateru se vizualizira objekt na mrežnoj shemi gdje je započeo poremećaj, a sami alarmi strukturirani su na tri razine. Sustav za naprednu obradu alarma povezan je sa SCADA sustavom preko CIM/XML-a i OPC servisa. Također se koriste i signali relejne zaštite. Obrađena su i analizirana dva stvarna poremećaja u prijenosnoj mreži.

Ključne riječi: napredna obrada signala, upravljanje alarmima, CIM/XML, centri vođenja

REAL TIME INTELLIGENT ALARM PROCESSING FOR POWER SYSTEM CONTROL

SUMMARY

In power system control center new and modern SCADA system collect and process in real time huge amount of data. Average data flow for normal operating condition can be thousands per minute, during the disturbance in power system or emergency state in power system data flow are rapidly increase and can reach even ten thousand data per minute. Real time alarm processing tools of new generation are developed to enable timely information and dispatcher support in crisis situation. Data are simultaneously process in SCADA system and in Intelligent alarm processing system, and they are display in parallel such as process data and complex information. Importance of this complex information as a result of intelligent alarm processing is showing cause or starter of power system disturbance and because of that is useful for power system control. Power system object where is disturbance occur are visualized in real time on grid scheme and there exist three type of alarm. Intelligent alarm processing system is connected to SCADA system via CIM/XML and OPS services. Relay protection signals are used too. Two disturbances in transmission grid are process and analyzed.

Key words: intelligent alarm processing, alarm management, CIM/XML, control centre

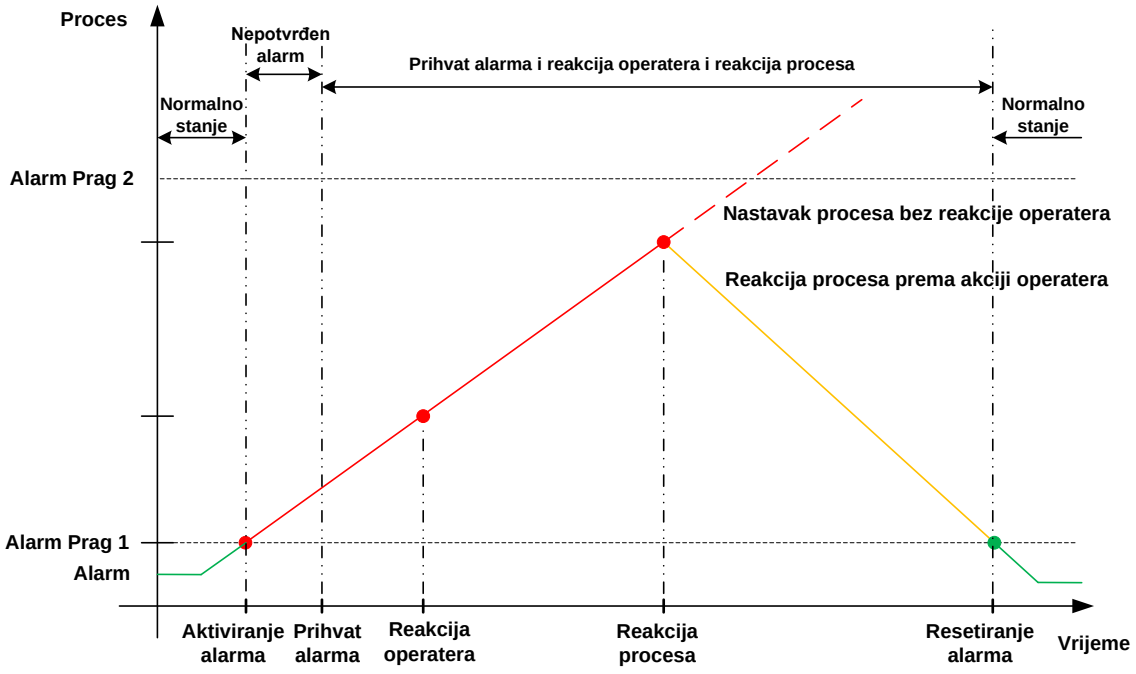
1. UVOD

Na temelju detaljnog poznavanja stanja i ponašanja elektroenergetskog sustava moguće je donošenje kvalitetnih odluka i učinkovito vođenje sustava. Ponašanje i stanje sustava karakterizira izrazito veliki broj procesnih podataka, posebno ako se uzme u obzir i djelovanje prirodnih nepogoda i klimatskih promjena. Transformacija elektroprivrednih organizacija, tržište električnom energijom, smart grid, povezivanje elektroenergetskih sustava i zahtjev za njihovim usklađenim radom, te intenzivno uvođenje novih tehnologija rezultiralo je između ostaloga osjetnim povećanjem procesnih podataka koji se prikupljaju u realnom vremenu. Problem je kako procesirati te podatke, vizualizirati ih i pružiti operateru jednoznačnu kvalitetnu informaciju o trenutnom stanju sustava i pomoći pri donošenju odluka i povratnom djelovanju na sustav. Ovaj problem se rješava u SCADA sustavima raznim metodama upravljanja alarmima (alarm management), a danas se dodatno rješava i paralelnim korištenjem metoda napredne obrade signala kao posebnih aplikacija, odnosno dijagnostičkih sustava.

2. UPRAVLJANJE ALARMIMA

Upravljanje alarmima i korištenje naprednih obrada signala su alati koji pomažu operateru u sagledavanju cjelokupne situacije, ocjeni stanja sustava i povratnom djelovanju na sustav. Osnovna ideja upravljanja alarmima je na vrijeme obavijestiti operatera o promjeni u sustavu, potrebi za njegovom intervencijom i dati mu na raspolaganje dovoljnu količinu kvalitetnih informacija da svojim djelovanjem spriječi poremećaj, odnosno spriječi eskalaciju poremećaja ako na njega ne može djelovati. Dodatna pomoć u tome je napredna obrada signala koja ima za cilj prepoznati uzroke poremećaja i obavijestiti operatera o mogućim uzrocima poremećaja i posljedičnim pojavama. Na taj način je operateru stavljen na raspolaganje manji broj podataka, ali daleko više informacija o događajima u sustavu i prirodi poremećaja, što bitno unapređuje kvalitetu njegove odluke i brzinu reakcije.

Na hodogramu prikazanom na slici 1 prikazan je slijed aktivnosti operatera od pojave alarma, njegovog prihvata, sagledavanja i prepoznavanja, donošenja odluke i povratnog djelovanja na proces/sustav.



Slika 1. Hodogram aktivnosti operatera kod pojave alarma

Upravljanje alarmima podrazumijeva detaljnu analizu procesa i svih procesnih signala te na temelju toga:

- definiranje alarma (što je alarm?),
- dodjelu prioriteta svakom alarmu ovisno o njegovom značaju i zahtijevanom vremenu odziva,
- definirati strategiju kako se nositi s neispravnim i lažnim alarmima.

Prema navodima iz literature provedeno je mnogo ispitivanja o uvjetima rada operatera i utjecaju ljudskog faktora na mogućnost prihvata većeg broja alarma kao i pravilne reakcije na svaki alarm. Za ilustraciju u tablici I navedene su preporuke organizacije Engineering Equipment and Material Users Association (EEMUA) [1-3].

Tablica I. EEMUA kriteriji za ocjenu prihvatljivosti učestale pojave alarma

Dugoročna prosječna učestalost pojave alarma u normalno radu	Ocjena prihvatljivosti
više od 1 alarm u minuti	neprihvatljivo
jedan u 2 minute	jako zahtjevno
jedan u 5 minuta	rubno prihvatljivo – upravljivo
manje od jedan u 10 minuta	prihvatljivo

U stvarnosti je situacija bitno drugačija i prema navodima iz literature u tablici II prikazane su usporedno neki od pokazatelja za elektroenergetske sustave.

Tablica II. Usporedba nekih od pokazatelja

	Preporuke EEMUA	Podaci iz prakse za elektroenergetske sustave
prosječan broj alarma na dan	144	2000
prosječan broj alarma u 10 minutnom periodu	1	8
raspodjela prioriteta alarma u % (niski/srednji/visoki)	80/15/5	25/40/35

3. UPRAVLJANJE ALARMIMA U CENTRIMA PRIJENOSNE MREŽE

Povijesno gledajući od prvih dana uvođenja sustava daljinskog nadzora i upravljanja prijenosnom mrežom problem priljeva informacija i njihova objava i vizualizacija rješavala se sukladno trenutnim tehničkim mogućnostima i saznanjima. Uvođenjem digitalne tehnologije broj procesnih signala se znatno povećao, a problem nadzora i upravljanje alarmima rješava se dodjelom prioriteta svakom alarmu i događaju, alarmnim recima, listama događaja, listama alarma, kronološkim listama, korištenjem zvučnog signala, filtriranjem događaja i dodatnim podešenjima parametara obrade procesnih signala.

U centrima prijenosne mreže HOPS-a instaliran je SCADA sustav Network Manager i sustav za inteligentnu obradu alarma GoalArt (u daljnjem tekstu IAP – Intelligent Alarm Processing). U tablici III navedeno je nekoliko karakterističnih podataka o SCADA sustavu.

Tablica III. Podaci o SCADA sustavu

Indikacije	Mjerenja	Promjena mjerenja/sekundi
74 665	7 249	500-600

Kako se ne primjenjuje princip da je alarm samo onaj događaj koji zahtijeva akciju operatera, nego princip da se signalizira promjena stanja elemenata mreže i pomoćne opreme, broj alarma je tek nešto manji od broja indikacija. Signaliziraju se i prelasci pragova mjerenja te se okvirno procjenjuje da je broj alarma u cijelom sustavu cca 70 000. Sustav se nadzire iz 4 mrežna centra i NDC Zagreb. Poseban problem u upravljanju alarmima predstavlja lavinski efekt pojave alarma koji se pojavljuje pri poremećajima, a rezultat je prirode samog procesa i posljedične povezanosti procesnih signala.

U mrežnim centrima su provedena nasumična ispitivanja učestalosti pojave alarma u stacionarnom stanju sustava i taj broj varirao je od 3 do 56 u jednom satu. Nakon provedene detaljne analize uočeno je da se dominantan broj pristiglih alarma odnosio na:.

- uređaje i dijelove sustava na kojima su se odvijali radovi
- neispravnost senzora
- prijelaz praga mjerenja napona (visoki naponi)

4. INTELIGENTNA OBRADA ALARMA U HOPS-U

4.1. Opći opis

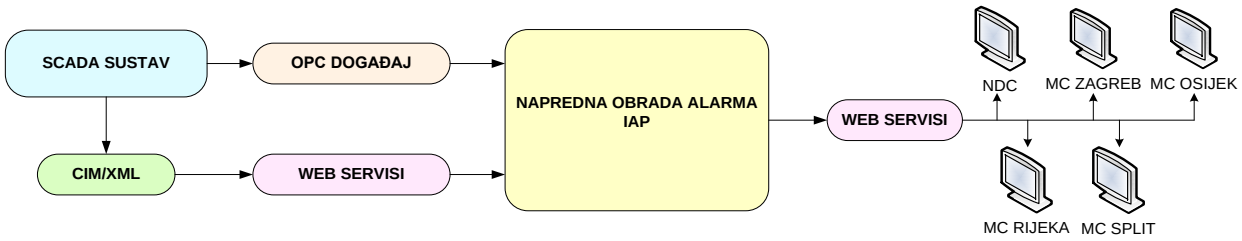
Inteligentna obrada alarma u centrima upravljanja HOPS-a omogućena je ugradnjom sustava IAP. Metoda obrade alarma temeljena je na MFM (Multilevel Flow Model) modelu i algoritmu analize uzroka (root cause) primijenjenog na elektroenergetski sustav. Osnovni objekti modela su generatori, vodovi, sabirnice i tereti. Opis takvog sustava detaljnije je naveden u literaturi [4-5]. Obzirom da SCADA sustav ima mogućnost izvoza baze podataka prema CIM modelu koji je objektno strukturiran, omogućeno je povezivanje s MFM modelom.

U trenutku nastanka poremećaja u EES-u, IAP daje trenutno operateru ideju o tome kako je poremećaj nastao generiranjem informacija u dvije liste alarma. Kao rezultat analize modela u primarnu listu dolazi informacija o tome gdje je nastao kvar, a u sekundarnu listu ulaze podaci koji su posljedica nastalog poremećaja. Svi ti podaci su povezani i temelje se na podacima iz realnog vremena SCADA sustava, koji se na taj način grupiraju prema objektu iz primarne liste i prikazuju u zasebnom prozoru što omogućava operateru hijerarhijsku analizu poremećaja i smanjuje vrijeme donošenja zaključka o uzroku poremećaja. Navedeno koristi u slučaju kaskadnih ispada pojedinih jedinica kako bi se locirao kvar i omogućilo što brže vraćanje sustava u normalno stanje.

4.2. Tehnički opis rješenja

Sustav za inteligentnu obradu alarma u HOPS-u omogućuje praćenje analize u realnom vremenu u Mrežnim centra (MC) Prijenosnih područja (PrP) Osijek, Rijeka, Split i Zagreb te Nacionalnom dispečerskom centru (NDC). Jezgra sustava je IAP poslužitelj u kojem se nalazi programski paket za analizu, paket za komunikacijske protokole te HMI paket. Konfiguracija sustava prikazana je na slici 2.

Povezivanje IAP poslužitelja s bazom SCADA sustava omogućeno je izvozom podataka iz SCADA sustava u datoteku CIM/XML oblika. Podaci sadrže informacije iz statičkog dijela baze podataka SCADA sustava i povezani su s topologijom mreže. Obuhvaćaju informacije o mjernim točkama u mreži, vrstama i pragovima mjerenja, topologiji i stanjima elemenata mreže (prekidača, rastavljača, generatora, sabirnica, vodova i transformatora). Za analizu koriste se podaci mjerenja radne i jalove snage te napona. IAP modul prevodi podatke iz CIM/XML datoteke uz provjeru topologije mreže u MFM model koji se koristi za inteligentnu obradu alarma.



Slika 2. Konfiguracija IAP sustava u HOPS-u

Kako bi model mogao analizirati događaje u realnom vremenu ostvarena je komunikacija između SCADA sustava i IAP poslužitelja pomoću OPC protokola. Za pristup podacima o stanjima prekidača i rastavljača te mjerenjima u realnom vremenu koristi se OPC DA protokol, a za pristup događajima i alarmima u realnom vremenu OPC A/E protokol.

4.3. Modeliranje podataka IAP i SCADA sustava prema CIM-u

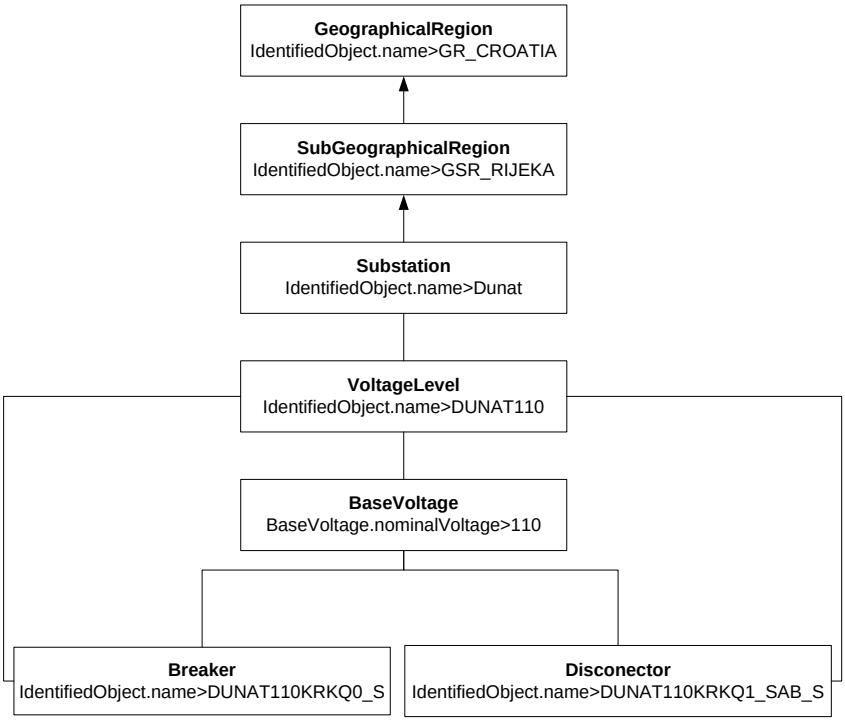
Podaci u CIM/XML datoteci SCADA sustava formatirani su prema standardu „IEC61970-552-4 EMS API CIM XML Model Exchange Format“, primjer datoteke nalazi se na slici 3.

Model CIM napravljen je za potrebe sučelja programskih aplikacija upravljačkog centra (Control Center Aplication Program Interface – CCAPI).

```
- <rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" xmlns:cim="http://iec.ch/TC57/2008/CIM-schema-cim13#">
  - <cim:IEC61970CIMVersion rdf:ID="_301">
      <cim:IEC61970CIMVersion.version>CIM13v12</cim:IEC61970CIMVersion.version>
      <cim:IEC61970CIMVersion.date>2008-09-26</cim:IEC61970CIMVersion.date>
    </cim:IEC61970CIMVersion>
  - <cim:ACLineSegment rdf:ID="_0061A46B08C54E88ABECE23594238F11">
      <cim:Conductor.gch>0</cim:Conductor.gch>
      <cim:Conductor.bch>.00001986</cim:Conductor.bch>
      <cim:Conductor.r>.88</cim:Conductor.r>
      <cim:Conductor.x>2.96</cim:Conductor.x>
      <cim:Conductor.length>7.3</cim:Conductor.length>
      <cim:IdentifiedObject.name>110HEGOJ-OSTAR2</cim:IdentifiedObject.name>
      <cim:IdentifiedObject.aliasName>110HEGOJ-OŠTARI2</cim:IdentifiedObject.aliasName>
      <cim:ConductingEquipment.BaseVoltage rdf:resource="#_38C32B5C48184DF29AD2C44AB37DF397" />
      <cim:Equipment.MemberOf_EquipmentContainer rdf:resource="#_4DB54EEA30154D67B29E7D24F2D96259" />
    </cim:ACLineSegment>
  - <cim:ACLineSegment rdf:ID="_00AFA9E3C6864153B14DDEEC3907352E">
      <cim:Conductor.gch>0</cim:Conductor.gch>
      <cim:Conductor.bch>.00001289</cim:Conductor.bch>
      <cim:Conductor.r>.15</cim:Conductor.r>
      <cim:Conductor.x>1.14</cim:Conductor.x>
      <cim:Conductor.length>3.6</cim:Conductor.length>
      <cim:IdentifiedObject.name>220MOST3-MOST42</cim:IdentifiedObject.name>
      <cim:IdentifiedObject.aliasName>220MOSTAR3-MOSTAR42</cim:IdentifiedObject.aliasName>
      <cim:ConductingEquipment.BaseVoltage rdf:resource="#_BCE1D024155A4977BF829F689EBBEA95" />
      <cim:Equipment.MemberOf_EquipmentContainer rdf:resource="#_87F88A2D73BB4684B544FBE016E4AD0C" />
    </cim:ACLineSegment>
  - <cim:ACLineSegment rdf:ID="_01C75662D09744E39829BF9AE171DCDA">
      <cim:Conductor.gch>0</cim:Conductor.gch>
      <cim:Conductor.bch>.000142</cim:Conductor.bch>
      <cim:Conductor.r>3.01</cim:Conductor.r>
      <cim:Conductor.x>20.98</cim:Conductor.x>
      <cim:Conductor.length>50.92</cim:Conductor.length>
      <cim:IdentifiedObject.name>220PODLO-CIRKO</cim:IdentifiedObject.name>
      <cim:IdentifiedObject.aliasName>220PODLOG-CIRKOVC</cim:IdentifiedObject.aliasName>
      <cim:ConductingEquipment.BaseVoltage rdf:resource="#_BCE1D024155A4977BF829F689EBBEA95" />
      <cim:Equipment.MemberOf_EquipmentContainer rdf:resource="#_E4D452A26DF24245860F7EA3328511A7" />
    </cim:ACLineSegment>
```

Slika 3. Primjer dijela CIM/XML datoteke

Instalirana verzija SCADA sustava podržava CIM verziju 13v (IEC 61970-452 equipment profile). Na slici 4 prikazana je djelomična shema CIM modela koja proizlazi IZ CIM/XML datoteke s stvarnim podacima na primjeru TS Dunat iz koje se može vidjeti međusobna povezanost CIM objekata.

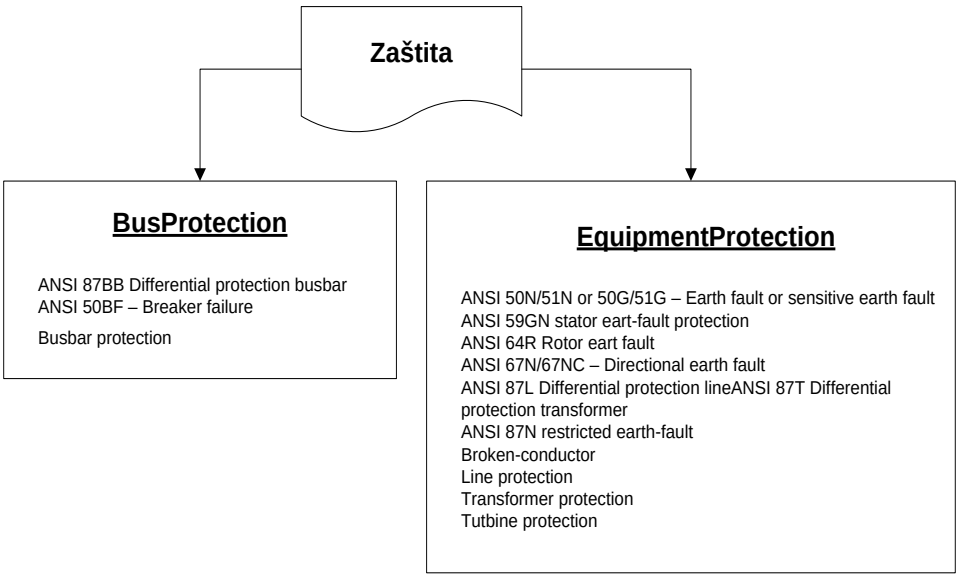


Slika 4. CIM objekti u SCADA sustavu

Kako bi model dao bolje rezultate napravljen je paket koji prepoznaje iz događaja i alarma SCADA sustava nazive procesnih signala koji predstavljaju informaciju o isklopu uređaja relejne zaštite. U

analizi je bitno prepoznati informaciju o tome da li je zaštita djelovala zbog kvara vezano za objekt iz kojeg dolazi informacija ili je do isklopa došlo zbog kvara u nekom drugom dijelu mreže odnosno zbog preopterećenja. Nazivima informacija o isklopu pridruženi su ANSI kodovi prema kojima se obavlja filtriranje informacija o djelovanju zaštite i određuje se mjesto kvara. Na shemi prijenosne mreže i vizualizira se mjesto kvara i istovremeno se prikazuje u primarnoj listi alarma. Osim ANSI kodova koriste se i grupni signali djelovanja pojedinih zaštita. Izvor podataka je unificirana baza podataka prema šifarniku HOPS-a kojima su pridruženi ANSI kodovi.

Funkcije relejne zaštite koje su odabrane kao osnova za određivanje primarnog kvara u mreži prikazane su na slici 5, a sastavni su dio programskog modula aplikacije IAP.



Slika 5. ANSI kodovi i grupe zaštita koje se koriste u IAP analizi

Prema prikazanom, osnovni podaci za analizu su podaci djelovanja zaštite sabirnica, zaštite elemenata mreže (dalekovod, transformator i generator) i zaštite od jednopolnog kratkog spoja.

Za potrebe IAP analize koriste se 3 osnovne grupe signala isklopa relejne zaštite prema mjestu nastanka kvara:

- Neovisni kvar u samoj transformatorskoj stanici. U ovu grupu spadaju signali zaštite sabirnica i prorade zaštite od otkaza prekidača.
- Neovisni kvar u neposrednoj blizini transformatorske stanice. U ovu grupu spadaju signali zemnog spoja na vodu.
- Neovisni kvar nije u blizini transformatorske stanice. U ovu grupu spadaju signali distantne zaštite na vodu.

4.4. Sučelje

Komunikacija s operaterom omogućena je vizualizacijom geografske sheme EES-a, prikazom IAP liste alarma, listom isklopa prekidača, listom događaja, listom delta (pregled trenda promjene mjerenja unutar 10 minuta) te listom na kojoj su prikazani stari primarni alarmi.

Na shemi se mogu vidjeti lokacije primarnih i sekundarnih događaja na dijelovima EE mreže (strelica i bijela točkica), kao na slici 6.

U slučaju dolaska alarma iz SCADA sustava o preopterećenju vodova isti se bojaju prema prioritetu obrade alarma, signalizira se prelazak prvog (srednji prioritet) i drugog (visoki prioritet) gornjeg praga, dok kod dolaska alarma o prelasku praga napona signalizira se prelazak prvog i drugog, gornjeg i donjeg praga.

U SCADA sustavu postoje alarmi visokog, srednjeg i niskog prioriteta, za IAP analizu koriste se alarmi visokog prioriteta u koje spadaju: uklopi i isklopi prekidača, kvar sklopnog aparata, isklopi prekidača djelovanjem relejne zaštite, vanjskih zaštita transformatora te zaštite prekidača. Osim navedenih podataka višeg prioriteta su i prelasci drugog praga mjerenja radne, jalove i prividne snage

kao i napona, struje i frekvencije. Osnovna lista je IAP lista alarma, prikazuje rezultate IAP analize prikazane u tri prozora kao na slici 7., a odnosi se na:

- Primarni događaj – događaj koji nije posljedica nekog drugog događaja, neovisan je i može se smatrati stvarnim kvarom u složenoj situaciji, obrađuju se alarmi visokog prioriteta.
- Sekundarni događaj – događaj koji je posljedica jednog ili više događaja (kvarova).
- Detalji - detaljan prikaz informacija iz SCADA sustava koji su u vezi sa primarnim događajem.

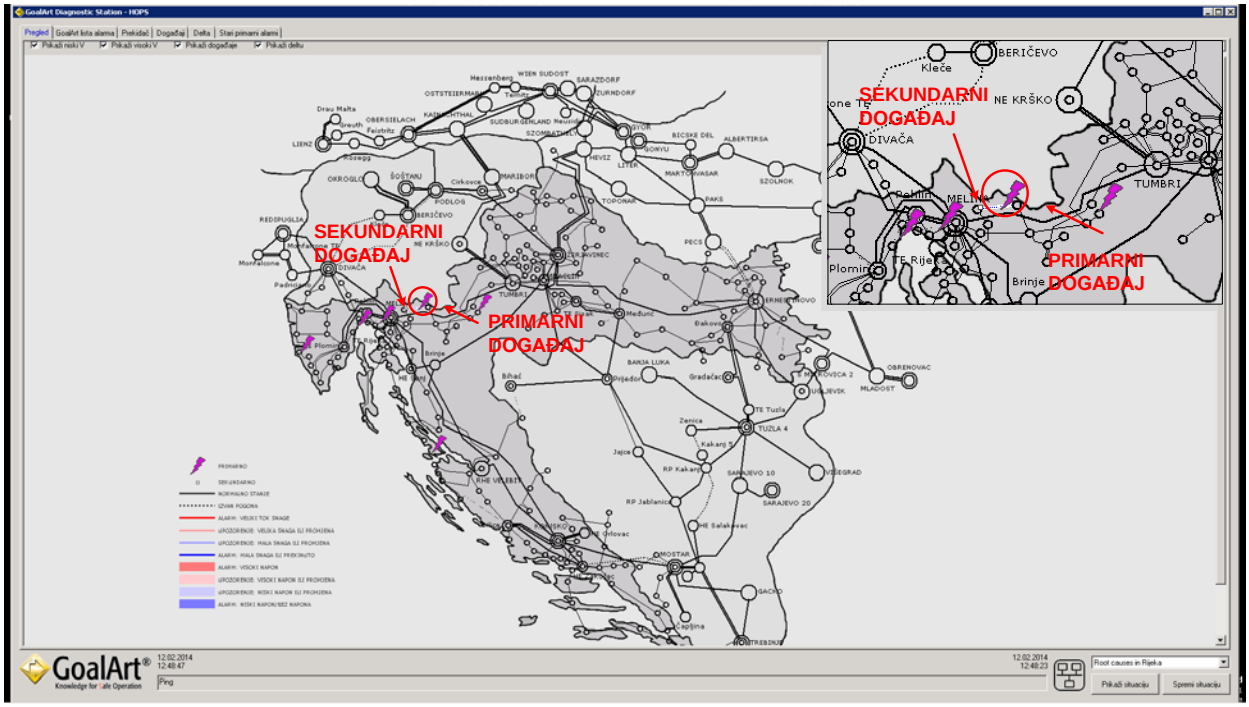
IAP analiza nije vezana striktno za vrijeme dolaska signala već grupira događaje vezane za objekt i donosi zaključak o tome koji od događaja je uzrok poremećaja, a koji posljedica.

5. PRIMJERI IZ PRAKSE

5.1. Poremećaj na području Gorskog Kotara

U Gorskom Kotaru tijekom veljače 2014. godine zbog snijega i ledene kiše, došlo je do većeg oštećenja DV 110kV Delnice-Vrata što je uzrokovalo radijalno napajanje TS 110/35/25kV Delnice preko DV 110kV Delnice-Moravice. Dana 12.02.2014 u 10:36 h IAP sustav registrirao je primarni događaj obostranog ispada DV 110kV Delnice-Moravice djelovanjem relejne zaštite dalekovoda u TS Delnice (trajni kvar na dalekovodu) i sekundarne događaje tri transformatora izvan pogona.

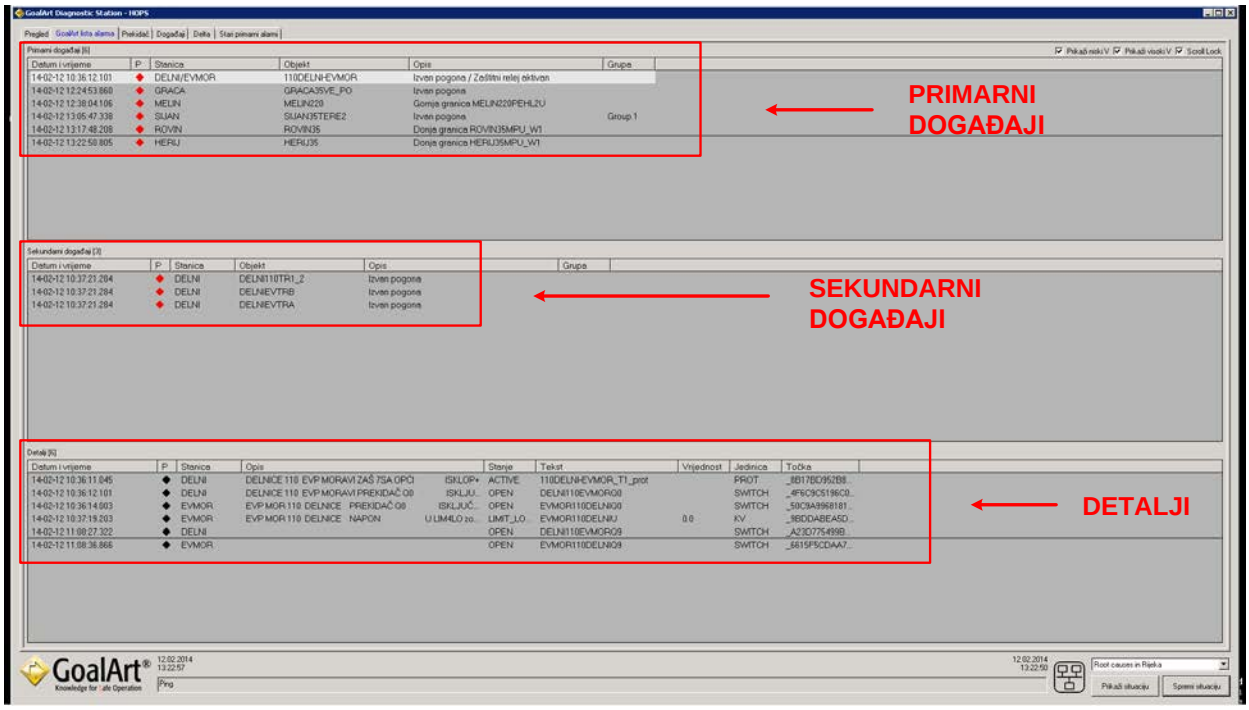
Na geografskoj shemi mreže, odnosno slici 6, prikazan je primarni događaj zbog kvara na dalekovodu (strelica na bijelo osjenčanom dalekovodu) i sekundarni događaji (mala bijela točkica u objektu TS Delnice).



Slika 6. Geografska shema EES-a

Na listi alarma, kao rezultat rada modela, odnosno slici 7 prikazan je primarni događaj za objekt 110DELNI-EVMOR izvan pogona i zaštitni relej aktivan te sekundarni događaji izvan pogona transformatori u TS Delnicama: 110 TR1, 110TRA i 110TRB. U trećem prozoru Detalji vide se signali iz SCADA sustava grupirani za objekte koji su topološki vezanI za navedeni događaj. Tijekom analize ovog poremećaja model je ispravno radio i razvrstao događaje na uzrok i posljedicu.

Rezultat analize modela je 1 primarni događaj i tri sekundarna, a pri tome je u SCADA sustavu zabilježeno ukupno 64 signala iz procesa.



Slika 7. IAP lista alarma

5.2. Poremećaj na području Slavonije

Veći poremećaj u Slavoniji dogodio se dana 14.05.2014. godine u 08:18 sati i zahvatio je veći dio regije. Posljedica je bila i redukcija u opskrbi električnom energijom. Poremećaj se odvijao nekoliko minuta, te je elektroenergetski sustav prošao kroz svih pet stanja.

Iz redovnog pogona EES-a, dogodio se izvanredan pogon, nakon njega je uslijedio opasan pogon koji je rezultirao djelomičnim raspadom EES-a. Nakon toga je uslijedila obnova EES-a. U tom poremećaju proradilo je više vrsta zaštita, kao sabirnička i nadstrujna zaštita.

U IAP sustavu napravljena je naknadna analiza poremećaja i uspostavljanja mreže čiji prikaz pojedinih faza razvoja poremećaja nalazi se na slici 8.

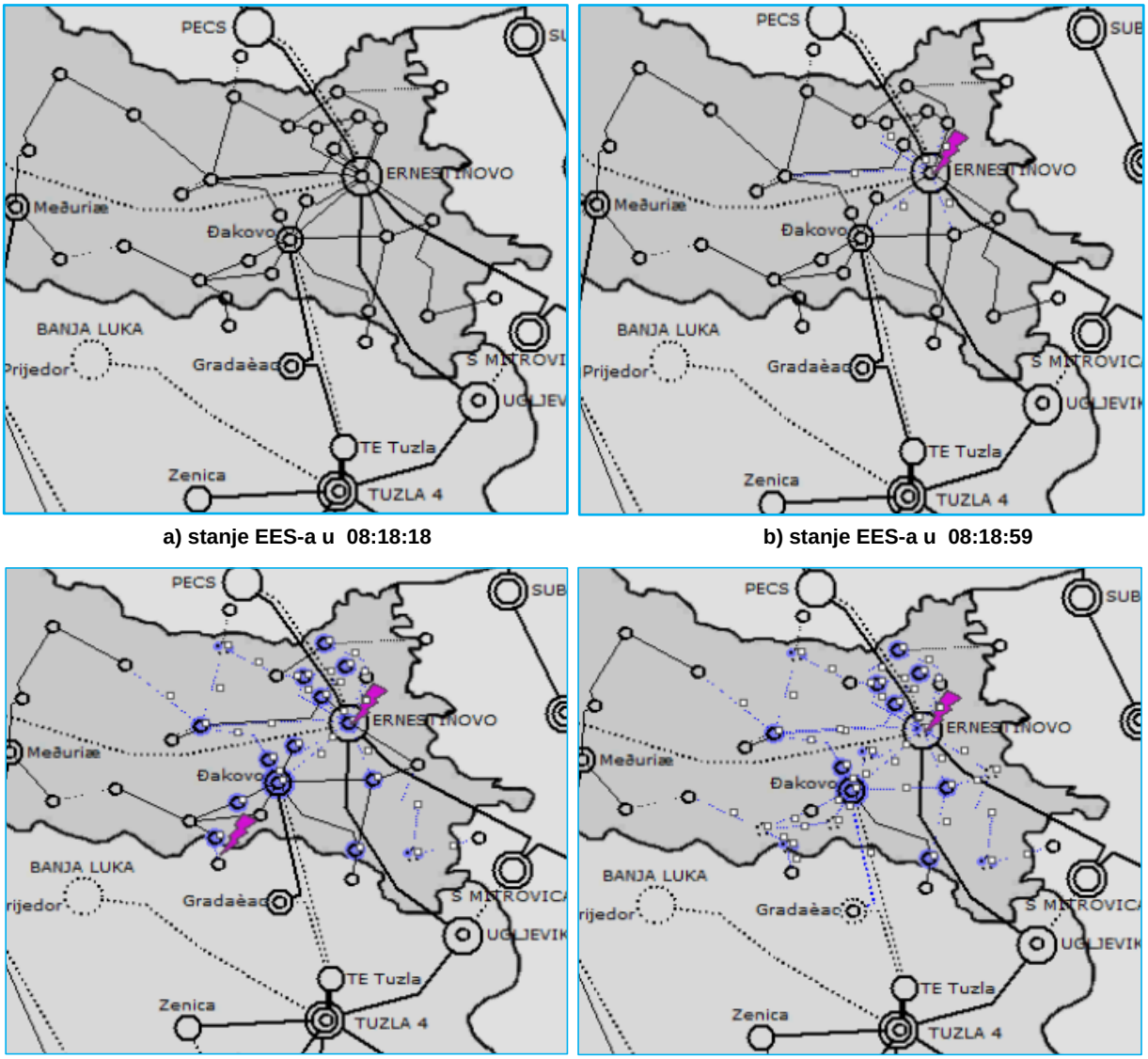
Slika 8a prikazuje stanje prije raspada, 8b prikazuje trenutak nastanka primarnog kvara u mreži. Na slici 8c vidi se razvoj događaja te je u vremenskom periodu manjem od jedne minute privremeno na primarnoj listi i slici signaliziran još jedan primarni događaj ispad jednog dalekovoda, obzirom da nije bio trajni kvar u mreži, IAP analizom potisnut je s primarne liste kvarova. Djelomični raspad EES-a prikazan je na slici 8d.

Usporedba podataka pristiglih u SCADA sustav i IAP nalazi se u Tablici IV za vremenski period od 08:18:48 do 08:26:25. 14.05.2014. godine.

Tablica IV. Broj događaja kod poremećaja u Slavoniji

SCADA		IAP	
Lista događaja	Lista KRD	Primarni događaji	Sekundarni događaji
2094	533	2	82

Uvidom u IAP listu alarma može se zaključiti da je inteligentna obrada alarma ispravno odradila i izdvojila proradu sabirničke zaštite kao uzrok (slika 8b i 8c), a ostalih 82 događaja prikazani su kao posljedice.



a) stanje EES-a u 08:18:18

b) stanje EES-a u 08:18:59

c) stanje EES-a u 08:21:49

d) stanje EES-a u 08:22:49

Slika 8 IAP sučelje kod poremećaja u Slavoniji 14.05.2014.godine

6. ZAKLJUČAK

U svrhu pomoći i podršci u radu operatera i operatera te donošenja odluka o vođenju EES-a prikazano je jedno od rješenja nove generacije za naprednu obradu signala u realnom vremenu implementirano u Nacionalnom dispečerskom centru. Provedena je pojednostavljena analiza rada upravljanja alarmima u sklopu SCADA sustava i napredne obrade alarma, te pokazane značajna poboljšanja paralelnim korištenjem oba rješenja u cilju pružanja kvalitetne informacije operateru o događajima u sustavu koji su uzrokovali poremećaj.

Naglašeni su detalji njegove implementacije i načina povezivanja s novim SCADA sustavom. U dijelu koji se odnosi na povezivanje sustava za naprednu obradu alarma s funkcionalnostima SCADA sustava opisan je način povezivanja baza podataka koje je realizirano prema CIM-u, modeliranje podataka, način definiranja statičkih podataka o topologiji mreže i mjerenjima, dinamičkih podataka o topologiji mreže i mjerenjima, te signalima relejne zaštite koji se koriste za naprednu obradu.

Funkcionalnost i rad napredne obrade alarma prezentirana je i ilustrirana s dva stvarna poremećaja nastala u prijenosnoj mreži. Prvi događaj je isključenje dalekovoda koji je nastao pri kaskadnom poremećaju i jedan regionalni poremećaj. Na primjerima stvarnih poremećaja koji su se dogodili, obavljena je usporedba i analiza rada sustava napredne obrade signala, te je dan detaljan prikaz

vizualizacije signala i informacija u realnom vremenu na mrežnoj shemi kao i na tri predviđene razine signalizacije. Struktura signalizacije novog sustava predviđa sljedeće razine. Primarni alarmi koji se odnose na događaje koji su uzrokovali poremećaj, sekundarni alarmi koji se odnose na događaje koji su izravna posljedica primarnih događaja i ostali alarmi.

Analiza rada novog sustava obrade signala u Nacionalnom dispečerskom centru pokazala je učinkovitost upravo u stanjima lavinskog priliva signala u centar te kada je razlučivanje uzroka i posljedica poremećaja i određivanje prvotnog ishodišta poremećaja vrlo otežano za operatera. Na primjeru kaskadnog poremećaja pri isključenju dalekovoda 110 kV izlučeno je nakon 64 signala iz SCADA sustava, samo 1 primarni događaj kao uzrok i 3 sekundarna događaja kao posljedica. Rezultati rada sustava za regionalni poremećaj su još impresivniji. SCADA sustav je prikupio 2094 događaja i 533 signala na KRD listi u četiri minute. Rezultat napredne obrade te količine podataka u realnom vremenu je sljedeći, određena su ispravno 2 primarna događaja i 82 sekundarna događaja.

7. LITERATURA

[1] Larry O'Brien, Dave Woll, „Alarm Management Strategies“, ARC Strategies, November 2004

[2] Stan DeVries, „Why is Alarm Management Required in Modern Plants?“, Invensys, white paper, 2010

[3] Jason P. Wright, „Alarm Management Standards and Best Practices“, PlantPax System Core, November 2011

[4] Larson, Ohman, Calzada, „Real-Time Root Cause Analysis for Power Grids“, Cigre 2007, Pariz, Francuska, 06, 2007

[5] Ksenija Žubrinić-Kostović, Ana Šaškor, „Obrada alarma u modernim centrima vođenja prijenosne mreže“, Cigre 2008, Cavtat, 2008