

INTEGRACIJA I ODRŽAVANJE CENTRALIZOVANE BAZE PODATAKA DISTRIBUIRANIH SCADA SISTEMA U OKVIRU DISTRIBUTIVNOG DISPEČERSKOG CENTRA ELEKTROVOJVODINE (DDCEV)

G.JOVANOVIĆ*, PD Elektrovojvodina doo, Srbija
G. KONEČNI, Institut "Mihajlo Pupin – Automatika", Srbija
B. RADMILOVIĆ, PD Elektrovojvodina doo, Srbija
D. VOJNOVIĆ, PD Elektrovojvodina doo, Srbija

UVOD

Zahtev za dostupnošću velikog broja kvalitetnih i pouzdanih informacija u realnom vremenu na jednom mestu, kako bi se omogućio tačan uvid u tokove snaga, opterećenja, alarmnu signalizaciju i uklopna stanja u elektroenergetskom sistemu (EES) na celom području Elektrovojvodine, uslovio je potrebu za integracijom baza podataka iz svih distribuiranih SCADA sistema u jednu centralizovanu bazu koja u sebi sadrži kompletan model elektroenergetskog sistema Elektrovojvodine (EV). Da bi se to moglo realizovati bilo je potrebno razviti adekvatne alate za generisanje i održavanje te jedinstvene baze podataka. U tu svrhu kreirana su dva alata, Sistem konfigurator (SK) i ICCP konfigurator. Prvi služi za generisanje i održavanje jedinstvene SCADA baze podataka konkretne verzije sistema daljinskog nadzora i specifičan je za datog proizvođača. Drugi alat služi za kreiranje Bilateralnih tabela neophodnih za ostvarivanje komunikacije po TASE.2/ICCP protokolu sa drugim centrima upravljanja i nezavisna je od samog SCADA softvera implementiranog u centrima. Imajući u vidu česte promene u bazama po centrima upravljanja, uslovljene bilo rekonstrukcijama ili pogonskim intervencijama na objektima i potrebe da se te izmene pravovremeno preslikaju u jedinstvenu bazu u Distributivni dispečerski centar „Elektrovojvodine“ (DDCEV), alati su omogućili jednostavno i lako ažuriranje podataka.

HIJERARHIJSKA STRUKTURA CENTARA UPRAVLJANJA U ELEKTROVOJVODINI

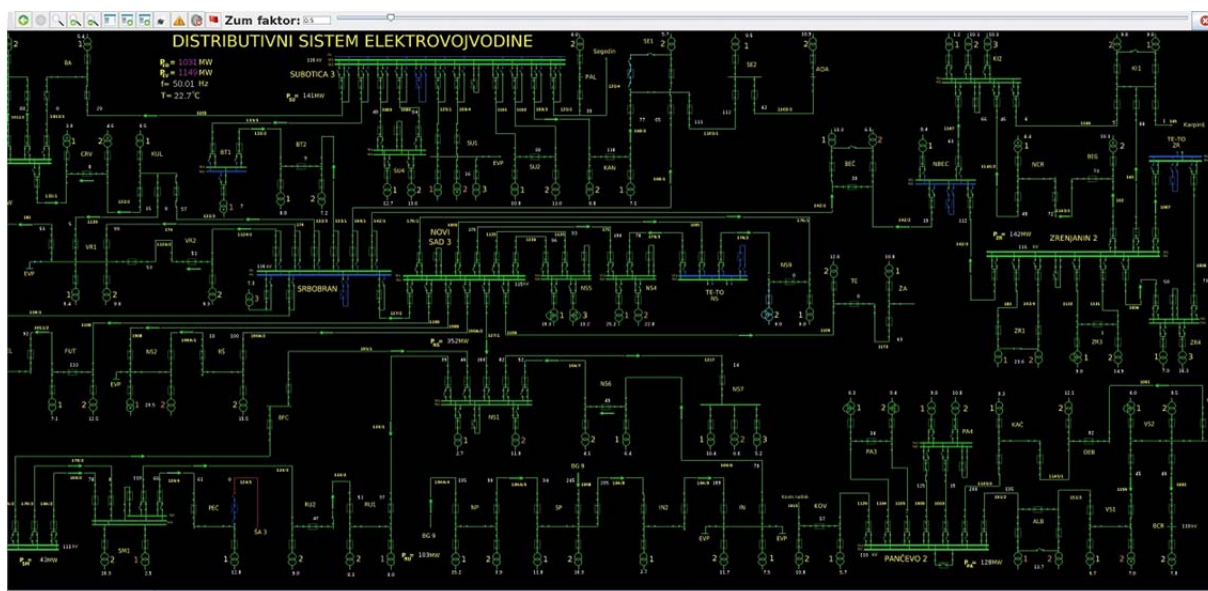
Upravljačke nadležnosti u Elektrovojvodini nad EES su podeljene po hijerarhijskim nivoima upravljanja između Distributivnog dispečerskog centra Elektrovojvodine, područnih dispečerskih centara (PDC) i operativnih dispečerskih centara (ODC). Ova podela je izvršena prema naponskim nivoima elektroenergetskih objekata (EEO) za prenos i distribuciju električne energije.

DDCEV predstavlja hijerarhijski najviši nivo upravljanja EES na području Elektrovojvodine koji prema svojoj nadležnosti vrši nadzor nad EEO 110/x kV, mrežom 110 kV i važnijim EEO 35/x kV. Nadležnost nižih hijerarhijskih centara upravljanja (PDC i ODC) je nadzor i upravljanje EEO 110/x kV i mrežom od transformatorskog polja 110 kV do elemenata niskog napona. Na području EV postoji sedam PDC i devet njima podređenih ODC centara.

Za praćenje energetske mernih veličina, pogonskih događaja, alarma i kvarova na distributivnim objektima, tokova snaga i naponskih prilika u mreži, DDCEV treba da raspolaze podacima iz realnog vremena iz svih distributivnih objekata na području EV. Da bi se to ostvarilo u DDCEV se iz svih pojedinačnih centara TASE.2/ICCP protokolom prenose podaci o statusnim i alarmnim signalizacijama i merenim veličinama akviziranih pomoću SCADA sistema.

SCADA sistem je u EV uveden u sve centre upravljanja i pomoću njega se vrši nadzor nad 57 od ukupno 61 EEO 110/x kV, 12 EEO 35/x, 8 RP 20/x i 4 distribuirana izvora energije.

Kompletan elektroenergetski sistem u DDCEV-u dispečerska služba prati preko dinamičkih prikaza kako pojedinačnih objekata, tako i preko integrisanog dinamičkog prikaza cele distributivne mreže na dinamičkoj sinoptičkoj ploči, koja osim objekata sa područja Elektrovojvodine ima uvid i u neke 400/220/110kV objekte u nadležnosti RDC Novi Sad i RDC Beograd preko kojih se napaja konzum EV. Dinamički prikaz mreže distributivnog sistema Elektrovojvodine prikazan je na slici 1.



Slika 1-Dinamički prikaz mreže distributivnog sistema Elektrovojvodine

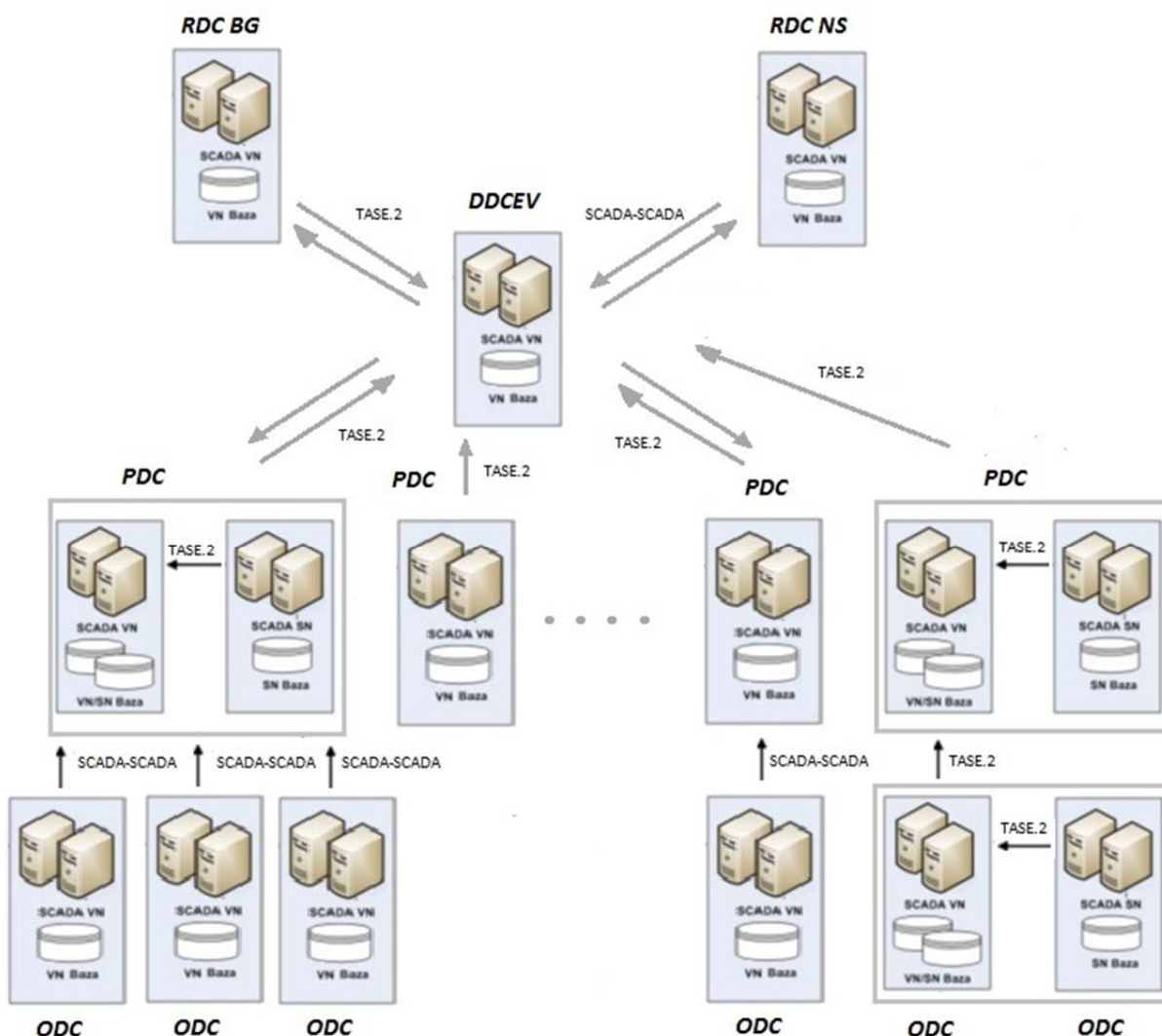
TOKOVI PODATAKA IZMEĐU CENTARA UPRAVLJANJA

SCADA sistem, osim svoje primarne funkcije, akvizicije i obrade signala, nadzora i upravljanja nad EEO mora da podrži i dvosmerni protok informacija među centrima različitog hijerarhijskog nivoa.

Protok i razmena informacija među centrima vrši se na sledeći način:

- ODC prosljeđuje podatke PDC-u o EEO 110/x i 35/x iz svoje nadležnosti;
- PDC prosljeđuje podatke DDCEV-u o objektima 110/x i 35/x iz nadležnosti PDC-a i podatke od interesa dobijene iz ODC-a;
- DDCEV podatke dobijene od PDC-ova obrađuje za potrebe Elektrovojvodine i deo podataka koji su od interesa za praćenje mreže u nadležnosti RDC Novi Sad i RDC Beograd prosljeđuje u njihove centre;
- Da bi imao kompletnu sliku elektroenergetskog sistema na svom području, DDCEV dobija podatke sa EEO 400/220/110 kV (sabirnice 110kV i dalekovodna polja koja napajaju konzum Elektrovojvodine) iz centara RDC Novi Sad (ukupno 9 objekata) i RDC Beograd (ukupno 3 objekta). Neke od ovih podataka DDCEV šalje u podređene PDC-ove.

Tokovi podataka među centrima prikazani su na slici 2:



Slika 2 - Tokovi podataka između centara upravljanja

Kao što se sa šeme može videti, razmena podataka i komunikacija među serverima u centrima upravljanja se odvija ili putem TASE.2/ICCP protokola ili SCADA-SCADA vezom, koja je u planu da se u bliskoj budućnosti zameni TASE.2/ICCP konekcijom. TASE.2/ICCP je međunarodni standardizovan protokol namenjenim za razmenu podataka u realnom vremenu između centara upravljanja koji funkcioniše na principu klijent/server. SCADA-SCADA veza se ostvaruje upotrebom PPP linka (Point-to-Point protokol) za prenos podataka putem TCP/IP protokola i vezan je za konkretnog proizvođača SCADA sistema.

Na šemi su prikazani i serveri koji akviziraju objekte u srednjenaponskoj mreži (SN), jer se u ukupnoj razmeni informacija i konfigurisanju SCADA baza podataka mora voditi računa i o podacima sa ovih objekata bez obzira što se oni ne šalju u nadređene centre.

STRUKTURA TEHNIČKIH BAZA PODATAKA U CENTRIMA UPRAVLJANJA

U svakom centru upravljanja (ODC ili PDC) implementiran je SCADA sistem za visokonaponske objekte (VN), a u nekim centrima i SCADA sistem za srednjenaponske objekte (SN). U slučaju kada je u jednom centru uveden i SN SCADA sistem, podaci sa SN SCADA servera prenose se na VN SCADA servere. Time izvorna baza podataka na VN serverima sadrži veličine sa VN i SN objekata, a SN server u sebi sadrži samo podatke koje direktno prikuplja sa objekata SN mreže. Baza podataka za PDC, u slučaju da on ima podređeni ODC, sadrži VN objekte sa svog nadzornog područja, VN objekte iz podređenog ODC centra i SN objekte u slučaju da postoji implementiran SN SCADA sistem za dati PDC. Izvorna baza podataka za DDCEV formira se integracijom izvornih baza sa VN SCADA servera podređenih PDC-ova. Iz tih baza vrši se filtriranje samo objekata od interesa za DDCEV centar, a to su EEO 110/x, 35/x. U poslednje vreme ukazala se potreba za centralizovanim nadzorom i distribuiranim izvorima električne energije radi praćenja njihovog rada, pa se u ukupnu centralizovanu bazu prenose podaci i sa ovih objekata.

Pošto se razmena podataka vrši i sa centrima RDC Beograd i RDC Novi Sad, centralizovanu bazu u DDCEV-u potrebno je proširiti podacima sa EEO koji pripadaju ovim centrima, a napajaju konzum Elektrovojvodine. Podaci iz RDC Beograd i RDC Novi Sad o dalekovodnim poljima koji napajaju EEO 110/x određenog distributivnog dela preduzeća se dalje šalju iz DDCEV-a u podređeni PDC, kako bi svaki deo preduzeća mogao da prati stanje na svom konzumnom području od izvora napajanja. Zbog ovog zahteva DDCEV mora ostvariti dvosmernu TASE.2 konekciju sa nekim od PDC-a.

U ovako složenoj hijerarhijskoj strukturi razmene podataka, iste procesne veličine moraju biti sadržane u bazama različitih SCADA sistema kako bi bile na raspolaganju većem broju centara. Neke od njih se do udaljenog centra prenose i različitim protokolima (TASE.2/ICCP ili SCADA-SCADA vezom). Npr. jedna veličina koja se akvizira u ODC-u, SCADA-SCADA vezom se prenosi u nadređeni PDC, odakle se TASE.2 protokolom prenosi u DDCEV. Nakon toga se iz ovog centra SCADA-SCADA vezom šalje u RDC Novi Sad ili TASE.2/ICCP vezom u RDC Beograd. Ta veličina se, znači, mora naći u četiri SCADA baze da bi svi gore navedeni centri (ODC, PDC, DDCEV, RDC Novi Sad ili RDC Beograd) mogli da primaju podatak o njoj.

Da bi se stekla pravovremena i pouzdana slika o radu nadziranih objekata u DDCEV-u, podaci o EEO u svakom trenutku moraju biti ažurni. To podrazumeva da procesne veličine u DDCEV SCADA bazi moraju da se poklapaju po svim svojim atributima sa procesnim veličinama izvornih baza u podređenim centrima. Promene po izvornim bazama podataka su veoma česte i mogu biti manjeg ili većeg obima. Promene manjeg obima su izmene tipa dodavanje, promena imena, ukidanje određenih polja, promena vrednosti strujnih ili naponskih reduktora. Obimne izmene nad bazom se dešavaju kada se npr. vrši rekonstrukcija celog objekta ili većeg dela, pa su potrebne izmene u bazi nad svim procesnim veličinama sa datog objekta ili uvođenje potpuno novog objekta u sistem za nadzor i upravljanje. Svaka ta promena u izvornoj bazi zahteva ažuriranje ukupne integrisane baze kako bi DDCEV imao uvid u novo stanje sistema.

Da bi dva upravljačka centra mogla da komuniciraju po TASE.2 protokolu potrebno je da se između njih definišu parametri za prenos. Parametri jednog centra moraju biti usklađeni sa parametrima centra sa kojim se uspostavlja komunikacija. To se ostvaruje preko Bilateralnih tabela u kojima su definisani parametri mrežne komunikacije i

navedeni podaci koji se razmenjuju među centrima. Bilateralne tabele se nalaze i sa klijentske i sa serverske strane i moraju biti uparene. Svaka promena u bazi podataka, osim ažuriranja ukupne DDCEV SCADA baze, zahteva ažuriranje i Bilateralnih tabela.

Ova kompleksna hijerarhijska struktura i dvosmerna razmena podataka sa različitim prenosnim protokolima zahteva jasno definisane procedure i načine kreiranja i ažuriranja pojedinačnih izvornih baza podataka u podređenim centrima, kao i ukupne integrisane baze u DDCEV-u. Imajući u vidu da se na konzumnom području EV nadzire 57 EEO 110/x kV i 12 EEO 35/x kV, što trenutno predstavlja ukupno oko 40 000 podataka, jasno je koliko je zadatak održavanja ovakvog sistema obiman.

ICCP KONFIGURATOR

Standardi serije IEC 60870-6, koji se odnose na TASE.2 komunikaciju, definišu termin Bilateralna tabela, koji označava opis prava i načina daljinskog pristupa objektima TASE.2 komunikacije. Elementi Bilateralne tabele od interesa su:

- verzije Bilateralne tabele, TASE.2 protokola i sl.;
- protokolski objekti, kao što su veličine (DataValue) i komande (Device), definisani protokolskim imenom, protokolskim tipom i identifikatorom za vezu ka stvarim SCADA veličinama;
- grupe protokolskih veličina (DataSet) i mehanizmi njihove razmene (DataSetTransferSet);
- drugi komunikacioni parametri kao što su IP adrese i sl.

ICCP Konfigurator je deo paketa za podršku komunikaciji po TASE.2 protokolu u centrima upravljanja sa IMP View2/View4 SCADA serverima i nezavisan je od tipa i verzije View SCADA softvera. Osnovna namena ICCP konfiguratora je kreiranje i održavanje Bilateralnih tabela prema zadatoj specifikaciji (Bilateralni ugovor). Preduslov za korišćenje ove aplikacije je postojanje baze tehnoloških oznaka na osnovu kojih se vrši identifikacija veličina u sistemu upravljanja i povezivanje sa protokolskim objektima.

Iako je moguće kompletnu konfiguraciju kreirati pojedinačnim unošenjem svih potrebnih elemenata komunikacije, ovaj način je praktično neizvodljiv zbog broja veličina koje se razmenjuju i učestanosti promena konfiguracije. U tom smislu ICCP konfigurator predviđa pojedinačno unošenje/menjanje elemenata komunikacije samo u režimu malih izmena i ispravki konfiguracije. Osnovni način korišćenja je kreiranje Bilateralnih tabela na osnovu procedura automatizovanog konfigurisanja i importa postojećih specifikacija.

	Sifra	Protokolsko ime	Tip	Oblast	Opis
19	AL01004S	TAL01004S	StateQTimeTag	ICC	RASTAVLJAC TRAF0 POLJA
20	AL01005S	TAL01005S	StateQTimeTag	ICC	RASTAVLJAC POPR. SPOJKE
21	AL01006S	TAL01006S	StateQTimeTag	ICC	PREKIDAC
22	AL01007S	TAL01007S	StateQTimeTag	ICC	IZLAZNI RASTAVLJAC
23	AL01008S	TAL01008S	StateQTimeTag	ICC	RASTAVLJAC ZA UZEMLJENJE
24	AL01009S	TAL01009S	StateQTimeTag	ICC	RASTAVLJAC TRAF0 POLJA
25	AL01010S	TAL01010S	StateQTimeTag	ICC	PREKIDAC
26	AL01011S	TAL01011S	StateQTimeTag	ICC	RASTAVLJAC SABIRNICA R1
27	AL01012S	TAL01012S	StateQTimeTag	ICC	RASTAVLJAC SABIRNICA R2
28	BFC1001S	TBFC1001S	StateQTimeTag	ICC	PREKIDAC

Slika 3 – Izgled ICCP Konfiguratora

Prema zahtevima za konfigurisanje, uočavaju se dve vrste TASE.2 veza:

- veze između centara upravljanja unutar iste kompanije – postoji jača sprega između centara upravljanja, obim podataka koji se razmenjuju je veći, promene u broju i vrsti podataka za razmenu su česte; ne postoje posebna ograničenja na prava pristupa pojedinim podacima; formati protokolskih imena i tehnoloških oznaka su definisani na nivou kompanije i mogu se generisati na osnovu specificiranih pravila;
- veze između centara upravljanja koji ne pripadaju istoj kompaniji – sprega između centara je slabija i definisana je manje ili više formalnim Bilateralnim ugovorom. Samim tim promene konfiguracije su mnogo ređe, obim podataka za razmenu je manji, dozvoljen je daljinski pristup pojedinim podacima samo onako kako je definisano Bilateralnim ugovorom.

Bez obzira na formu Bilateralnog ugovora, potrebno je definisati tabelu u CSV kompatibilnom formatu sa specificiranim protokolskim imenima, tipovima i ključevima za povezivanje sa tehnološkim oznakama. Importom ovog fajla moguće je iskonfigurirati većinu parametara potrebnih za ICCP konfiguraciju.

Izgled osnovnog prozora ICCP Konfiguratora je prikazan na slici 3. U okviru njega, veze između lokalnog centra upravljanja (LCC) i udaljenih centara upravljanja (RCC) su prikazane drvetom sa leve strane, dok se spiskovi veličina koje dati centar upravljanja prima (klijentska uloga), odnosno nudi (serverska uloga) nalaze u tabelama na desnoj strani prozora. Na nivou različitih elementa drveta konfiguracije moguće je pozivati neke od automatizovanih importno-eksportnih akcija, koje predstavljaju najvažnije funkcionalnosti aplikacije:

- import protokolskih imena iz CSV fajla;
- import imena SCADA veličina za ICCP komunikaciju u CSV formatu;
- generisanje konfiguracije udaljenog centra upravljanja na osnovu lokalnog centra;
- spajanje konfiguracija;
- eksportovanje konfiguracija lokalnog i/ili udaljenog centra upravljanja itd.

SISTEM KONFIGURATOR

Sistem konfigurator (SK) je aplikacija razvijena za potrebe implementacije distribuiranog sistema daljinskog upravljanja u Elektrovojvodini. Namena joj je generisanje i ažuriranje izvornih baza podataka koje sadrže veličine iz više centara upravljanja. Problemi koji su inicirali razvoj ove aplikacije svode se na:

- konfiguracione baze podataka su decentralizovane; odgovornost za održavanje izvornih baza podataka je distribuirana između različitih organizacionih jedinica, odnosno različitih preduzeća;
- moguće su istovremene, nezavisne, izmene na različitim delovima sistema koje je neophodno propagirati kroz ceo sistem;
- postoje veličine koje moraju da budu dostupne u više centara, ali sa izmenjenim konfiguracionim atributima, kao što su na primer način generisanja linija događaja, arhiviranje itd.

Za svaku veličinu može da se definiše pripadnost organizacionoj jedinici u smislu održavanja konfiguracije. U Elektrovojvodini odgovornost za konfiguraciju leži na nivou PDC-ova za veličine koje dolaze sa postrojenja koja su u nadležnosti tog PDC-a. Svi drugi centri upravljanja moraju da ažuriraju sve promene nad veličinama nad kojima nisu direktno odgovorni. Što se tiče veličina koje se dobijaju od centara upravljanja koji nisu u sklopu Elektrovojvodine, odgovornost naravno leži na tim kompanijama. Ovakva struktura se vidi na slici 4, koja opisuje model sistema u SK aplikaciji

Osnovna funkcija SK aplikacije je ažuriranje izvornih baza podataka potrebnih za rad SCADA softvera. Ažuriranje se vrši na osnovu odgovarajućih eksporta iz izvornih baza relevantnih centara upravljanja. SK aplikacija pruža mogućnost kompletnog ili parcijalnog ažuriranja. U slučaju izmena nad SCADA bazama u više različitih centara upravljanja primenjuje se procedura kompletnog ažuriranja. U tom slučaju baza se generiše od početka ponovnim spajanjem izvornih baza iz svih podređenih centara.

U slučaju manjih izmena moguće je primeniti parcijalno ažuriranje. Tada se vrše izmene samo dela baze vezano za objekte kod kojih je došlo do promena. Parcijalno ažuriranje omogućava promene od nivoa jednog signala do promena nad skupom signala koji pripadaju nekoj funkcionalnoj celini.

Projekat Eksport/Import Model EES Topologija EES Model SU Topologija SU Tabela Alati Podešavanja Pomoć

Tabele tipskih elemenata Hijerarhijski filtar

KONFIGURACIJA SISTEMA UPRAV...
KOMUNIKACIONA TOPOLOGIJA S...
MODEL ELEKTROENERGETSKOG ...

- [-] Elektromreža Srbije
 - RDC Beograd
 - RDC Novi Sad
 - [-] Elektrovojvodina
 - [-] ED Novi Sad
 - OPS
 - TS,RP
 - Pogon Bačka Palanka
 - Pogon Bečej
 - Pogon Žabalj
 - ED Pancevo
 - ED Ruma
 - ED Sombor
 - ED Sremska Mitrovica
 - ED Subotica
 - ED Zrenjanin
 - Uprava

Merenja i upravljanja Uređaji Polja Naponski nivoi Elektroenergetski

	Objekat	Naziv	Opis
73	BEC	BE01017A	AUTOMAT KOLA KOMANDI
74	BEC	BE01017K	REGULACIONI PREKIDAC ET
75	BEC	BE01017M	REAKTIVNA SNAGA
76	BEC	BE01017S	REZIM REGUL. NAPONA
77	BEC	BE01018A	AUTOMAT MOTORA PREKIDACA
78	BEC	BE01018K	REZIM REGULACIJE NAPONA ET
79	BEC	BE01018M	STRUJA U FAZI S
80	BEC	BE01018S	PREKLOPKA REGULACIJE NAPONA
81	BEC	BE01019A	AUTOMAT MOTORA RASTAVLJACA
82	BEC	BE01019K	PREKIDAC
83	BEC	BE01019M	STRUJA U FAZI S

Slika 4 – Model elektroenergetskog sistema

U oba slučaja SK pruža odgovarajuće akcije za rad na nivou celih izvornih baza, nekih njihovih veličina grupisanih po datom kriterijumu ili na nivou pojedinačnih veličina.

Na slici 5 je prikazana organizacija izvornih SCADA baza podataka u okviru SK aplikacije. Po završetku ažuriranja svih izvornih baza u sistemu Elektrovojvodine, korisnik iz SK kreira eksporte da bi se konačne izmene propagirale ka izvornim bazama i da bi se kreirale nove Bilateralne tabele u relevantnim centrima upravljanja. Kao rezultat eksporta dobija se nova izvorna baza podataka i fajl u CSV formatu, koji predstavlja ulazne podatke za ICCP konfigurator.

Projekat Eksport/Import Model EES Topologija EES Model SU Topologija SU Tabela Alati Podešavanja Pomoć

Tabele tipskih elemenata Hijerarhijski filtar

KONFIGURACIJA SISTEMA UPRAV...
Sistem za nadzor i upravljanje

- [-] SCADA centri
 - DCEV
 - PDC_Novi_Sad
 - PDC_Pancevo
 - PDC_Ruma
 - PDC_SMitrovica
 - PDC_Sombor
 - PDC_Subotica
 - PDC_Zrenjanin
 - Udaljeni centri upravljanja
 - LUM
 - RTU

Signalizacije Merenja Brojčki ulazi Komande Set Point AGC

	Tehnološka oznaka	Šifra	Objekat	Polje
1	BFCPTS	RU.BFCPTS	BFC	BFC_TS
2	EVDIREKT	RU.EVDIREKT	DDCEV	DDCEV
3	EVEDKONZUM	RU.EVEDKONZUM	DDCEV	DDCEV
4	EVKONZUM	RU.EVKONZUM	DDCEV	DDCEV
5	M01E0101	RU.M01E0101	NOVISAD3	NS3_DV190A/2
6	M01E0102	RU.M01E0102	NOVISAD3	NS3_DV190A/2
7	M01E0201	RU.M01E0201	NOVISAD3	NS3 DV190B

Slika 5 – Konfiguracija sistema upravljanja

ZAKLJUČAK

Sistem konfigurator i ICCP konfigurator omogućavaju konfigurisanje i održavanje SCADA baza u hijerarhijski povezanim centrima upravljanja koji se granaju u više pravaca. Pošto su promene u bazama u centrima upravljanja veoma česte, alati obezbeđuju mogućnost lakšeg i jednostavnijeg ažuriranja baza kako bi se sve izmene pravovremeno preslikale u DDCEV. Centralizovanjem podataka sa više izvora omogućeno je praćenje svih objekata koji su uvedeni u sistem daljinskog nadzora i upravljanja sa jednog mesta, a time se, takođe, stvorila mogućnost proračuna relevantnih podataka i sa objekata koji nisu uvedeni u SCADA sistem. Na taj način dispečerska služba dobija uvek ažuran pregled aktuelnog stanja EEO na celom konzumnom području Elektrovojvodine, čime se postiže efikasnije i pouzdanije upravljanje sistemom.

LITERATURA

- [1] IMP Automatika, SK korisničko uputstvo
- [2] IMP Automatika, ICCP konfigurator, korisničko uputstvo
- [3] IEC 60870-6:2002 TASE.2 serija
- [4] Uputstvo o dispečerskom upravljanju PD za distribuciju električne energije