

PRIMENA SKLADIŠTA PODATAKA I EE APLIKACIJA U EKSPLOATACIJI PRENOSNIH MREŽA

N. Damjanović, N. Čukalevski, S. Krstonijević, S. Cvetičanin, G. Jakupović, *Intitut "Mihajlo Pupin" – Automatika, Beograd*

Sadržaj – U ovom radu razmatra se primena baza i skladišta podataka u eksploataciji prenosnih mreža. Opisuje se arhitektura i osnovne funkcije skladišta podataka i EE aplikacija u sklopu TSU MRC Elektroistoka. Daju se konkretni primeri primene BIP i EE aplikacija u MRC Beograd Elektroistoka.

1. UVOD

Promene koje donosi liberalizacija elektroenergetskog sektora značajno povećavaju kompleksnost, kako tehničkog, tako i komercijalnog segmenta ukupnog poslovanja prenosnog preduzeća. Donošenje odgovarajućih odluka, na svim nivoima planiranja i eksploatacije EES, u adekvatnom momentu, zahteva sve više kvalitetnih informacija. U tom sklopu posebno je značajan zahtev za povećanjem, kako energetske, tako i ukupne eksploatacione efikasnosti sistema.

U tom cilju, je u Elektroistoku pokrenut Projekat rekonstrukcije sistema upravljanja mrežno-regionalnim centrima (MRC) Elektroistoka.

U radu se razmatra primena baza i skladišta podataka u elektroenergetici. Opisuje se arhitektura i osnovne funkcije skladišta podataka i EE aplikacije u sklopu TSU MRC. Opisuje se konkretni primeri primene BIP i EE aplikacija u MRC Beograd Elektroistoka.

2. PRIMENA BAZA I SKLADIŠTA ISTORIJSKIH PODATAKA U ELEKTROENERGETICI

U sadašnje vreme EMS/DMS sistemi i različite off-line aplikacije, u najvećem broju slučajeva, rade nezavisno jedni od drugih. Razmena podataka i informacija između ovih sistema vrši se putem odštampanih izveštaja ili formatiranih fajlova, što ograničava, nepouzdana je, neproaktivno, suviše, skupo i oduzima puno vremena. Dok su dnevno funkcionisanje elektroenergetskog sistema i poslovi sa tim povezani okrenuti ka trenutnim podacima, velika količina istorijskih podataka mora se sačuvati radi buduće upotrebe. Kako su podaci od vitalnog značaja za sve ove aplikacije, potrebno je imati centar u kome bi se podaci mogli razmenjivati, koristiti i obrađivati. Koncept skladišta podataka je vrlo obećavajući pristup u izgradnji jednog ovakvog centra.

Skladište podataka (Data Warehouse) nije nova tehnologija, platforma ili novi proizvod. Skladište podataka je okvir koji na jednom mestu okuplja podatke iz različitih izvora i omogućava korisnicima pristup i analizu tih informacija na različitim nivoima odlučivanja.

Skladište podataka skraćuje vreme reakcije na neki događaj, pošto su podaci dostupni na dnevnoj bazi. Umesto da gleda

samo papirne izveštaje korisniku je omogućen i drugačiji pristup podacima, kao i kreiranje sopstvenih izveštaja. Pošto su u skladištu podataka integrisani podaci iz različitih izvora, moguće je njihovim praćenjem uočiti interakcije i korelacije koje bi u drugom slučaju ostale neprimećene. Takođe, kako se prate podaci tokom dužeg vremenskog perioda, moguće je otkriti i neke istorijske trendove.

Baza istorijskih podataka (BIP), ili Historic Information System (HIS), se koristi za smeštanje podataka, njihovo arhiviranje i rekonstrukciju stanja sistema ako za tim kasnije postoji potreba. Jednostavnost korišćenja i performanse BIP-a su odlučujući faktor kvaliteta celog EMS sistema.

3. ARHIREKTURA I OPIS FUNKCIJA SISTEMA

Na slici 1 prikazan je Tehnički sistem upravljanja mrežno-regionalnim centrom (TSU).

Uočavaju se sledeće celine:

- Informaciono-upravljački (računarski) sistem daljinskog upravljanja i nadzora SCADA, koji je uz lokalnu bazu tehničkih podataka izvor, kako izmerenih podataka, koji se automatski (svakodnevno) upisuju u BIP, tako i tehničkih podataka koji opisuju EES.

- EE aplikacije post operativne analize (POA),

- EE aplikacije operativnog upravljanja (OU) i

- Skladište podataka.

U okviru **podistema POA** realizovane su i primenjuju se sledeće EE aplikacije:

- Obrada analognih merenja u mreži (OBAM),

- Analiza rada transformatora i regulacionih prekidača i

- Analiza rada prekidača u mreži.

U okviru **podistema POA** u narednoj fazi projekta biće realizovane sledeće EE aplikacije:

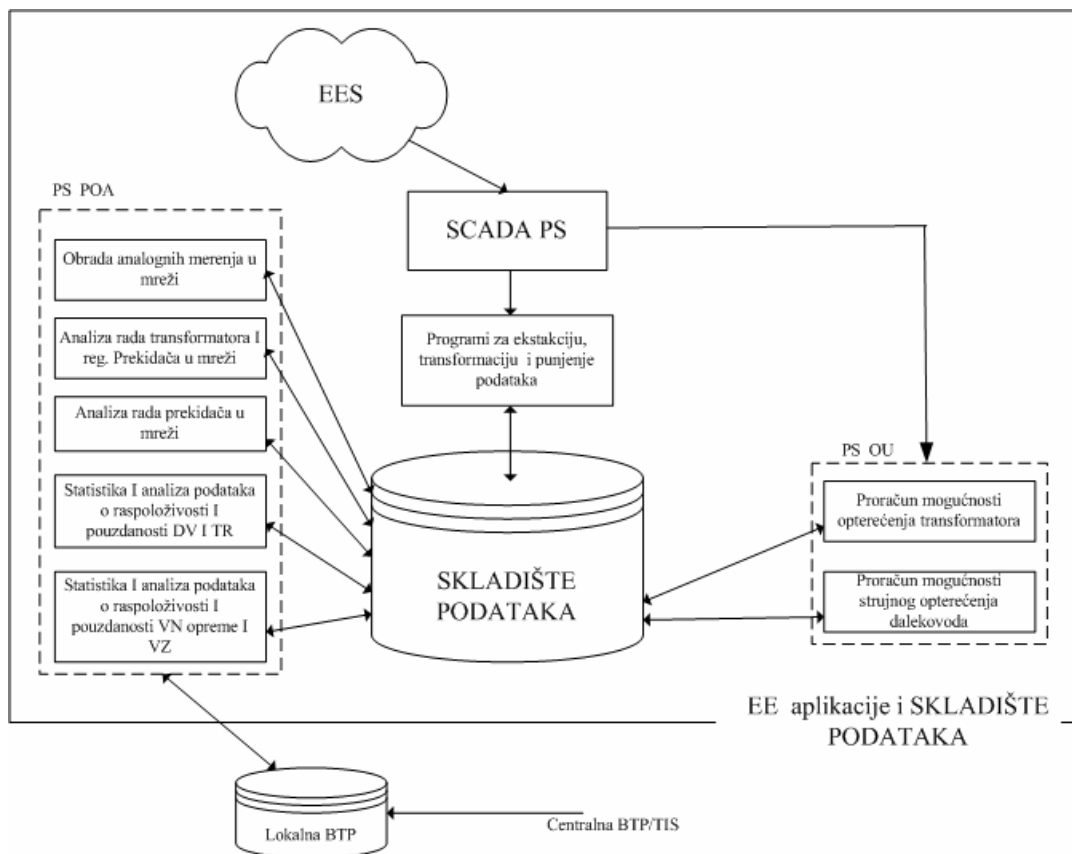
- Statistika i analiza podataka o raspoloživosti i pouzdanosti DV i TR i

- Statistika i analiza podataka o raspoloživosti i pouzdanosti VN opreme i RZ.

U okviru **podistema OU** realizovane su i primenjuju se sledeće aplikacije:

- Proračun mogućnosti opterećenja transformatora i

- Proračun mogućnosti opterećenja dalekovoda



Slika 1. Arhitektura softvera sistema

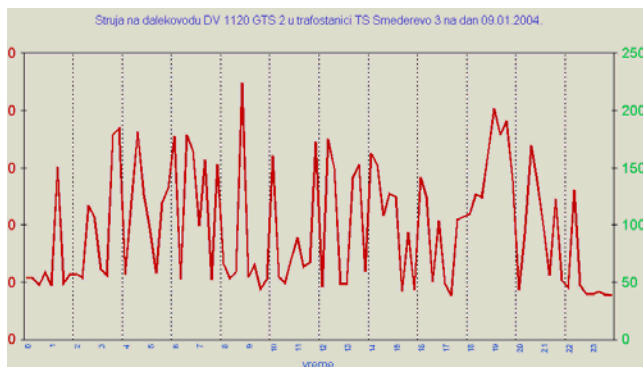
Sve gore navedene aplikacije su detaljnije opisane u [5].

4. PRIMENA BIP I EE APLIKACIJA

Prikazani su neki primeri primene BIP i EE aplikacija u eksploataciji dela prenosne mreže Elektrostoka kojim se upravlja iz MRC Beograd.

4.1. PRIMENA APLIKACIJE OBAM

Aplikacija OBAM omogućava obradu i prikazivanje analognih merenja po objektima prenosne mreže (dalekovodi, transformatori, prekidači itd.). Analogna merenja koja se prikazuju arhivirana su u BIP.



Slika 2 Struja dalekovoda DV1120 GTS2 u TS Smederevo 3

Korisnik aplikacije može da za izabrane objekte nadzora, prikaže kako izmerene tako i izračunate vrednosti u vidu ekranskih formi, štampanih izveštaja i grafičkih izveštaja. Takodje se mogu zapamtiti u tekstualni fajlovi za kasniju upotrebu.

FAKTOR SNAGE DALEKOVODA DV1120 GTS2 U TS SMEDEREVO 3								
Id Dv	Vreme	N Nivo	I	P	Q	Tgfi	Cosfi	
32	09.01.2004:00:00:0	110	53.802	7.363	8.59	1.16664403	6507986524	
32	09.01.2004:00:15:0	110	53.802	7.436	9.029	1.21422807	6357252326	
32	09.01.2004:00:30:0	110	47.648	6.264	7.161	1.14319923	6583929821	
32	09.01.2004:00:45:0	110	58.725	7.289	9.212	1.26382219	6205023221	
32	09.01.2004:01:00:0	110	46.945	6.63	8.077	1.21825037	6344720456	
32	09.01.2004:01:15:0	110	151.033	16.447	25.183	1.53116069	5468112562	
32	09.01.2004:01:30:0	110	49.407	6.85	7.308	1.06686131	6638747072	
32	09.01.2004:01:45:0	110	56.615	7.143	8.846	1.23841523	6282388355	
32	09.01.2004:02:00:0	110	57.495	7.143	8.956	1.25381492	6235339994	
32	09.01.2004:02:15:0	110	54.154	6.777	8.37	1.23505976	6292703466	
32	09.01.2004:02:30:0	110	117.275	8.168	22.253	2.72441234	3445731916	
32	09.01.2004:02:45:0	110	107.253	8.901	19.835	2.22840130	4094177439	
32	09.01.2004:03:00:0	110	61.89	8.022	10.861	1.35390177	5941182321	
32	09.01.2004:03:15:0	110	56.088	7.289	8.7	1.19357936	6422100687	
32	09.01.2004:03:30:0	110	178.989	24.872	25.256	1.01543904	7016694806	
32	09.01.2004:03:45:0	110	184.088	25.311	25.842	1.02097902	6997288729	
32	09.01.2004:04:00:0	110	56.44	7.289	8.626	1.18342708	6454300415	
32	09.01.2004:04:15:0	110	121.319	8.462	22.546	2.66438194	3513873694	
32	09.01.2004:04:30:0	110	181.626	24.505	24.89	1.01571107	7015740604	
32	09.01.2004:04:45:0	110	126.593	7.656	23.535	3.07405956	3093464483	

Slika 3 Podaci o dalekovodu DV1120 GTS2 u TS Smederevo 3, 9.1.2005. godine

Aplikacija Obrada analognih merenja u mreži (OBAM) omogućava selekciju, obradu i prikazivanje podataka o analognim merenjima i pojedinim signalizacijama prikupljenim iz objekata (transformatorskih stanica).

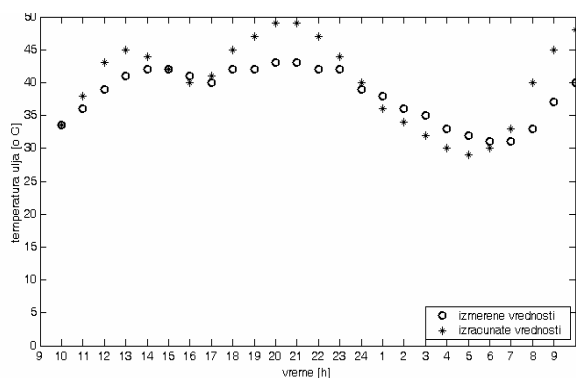
Postoji više primena ove aplikacije od strane različitih službi Elektroistoka. Ovde se prikazuje primena u analizi naponskih prilika i faktora snage dalekovoda DV1120 GTS2 u trafostanici Smederevo 3.

Na slici 2 je prikazana struja dalekovoda DV1120 GTS2 u trafostanici Smederevo 3, 9.1.2005. godine, a na slici 3 su tabelarno prikazane vrednosti struje, aktivne snage, reaktivne snage, $tgFi$ i faktor snage $cosFi$ za isti dalekovod istog dana.

4.2. PRIMENA APLIKACIJE PMOT

Aplikacija *Proračun mogućnosti strujnog opterećenja transformatora* (PMOT) omogućava sledeću funkcionalnost:

- proračun relevantnih temperatura transformatora u narednim satima, na bazi tekućih i prognoziranih struja i temperatura ambijenta
- proračun mogućih struja opterećenja, a na bazi tekućeg opterećenja, očekivanih temperatura ambijenta i prisutnih ograničenja
- proračun starenja transformatora za realizovane uslove rada.



Slika 4. Paralelni prikaz prognoziranih i izmerenih temperatura ulja za transformator T2 u TS 110/35 kV Beograd 1

Opisana je primena aplikacije PMOT u slučaju isključenja transformatora T1 u TS 110/35 kV Beograd 1, 08.11.2004. u 11:30 h. Do isključenja je došlo zbog sušenja ulja u periodu od 08.11.2004. u 08:34 h do 07.12.2004. Isključenjem ovog transformatora ceo teret je preuzeo transformator T2.

Datum/vreme	Opterećenje tr. T2 sa strane 110 kV (A)	Temperatura ulja (°C)	Prosečna temperatura ambijenta u Beogradu (°C)
08.11.04/09:00	131	34	4.5
08.11.04/12:00	133	43	
08.11.04/15:00	131	45	
08.11.04/18:00	133	45	
08.11.04/21:00	118	43	
08.11.04/24:00	141	41	6
09.11.04/03:00	110	43	
09.11.04/06:00	139	44	
09.11.04/08:00	131	48	

Slika 5 Uzorak srednjih satnih vrednosti struje i temperature ulja transformatora T1 u TS 110/35 kV Beograd 1

Pomoću aplikacije PMOT su proračunate relevantne temperature transformatora T2 u narednim satima, na bazi tekućih i prognoziranih struja i temperature ambijenta. Na osnovu toga je donesena odluka o izvodljivosti isključenja transformatora T1, s aspekta sigurnosti EES.

Paralelan prikaz izmerenih vrednosti i onih dobijenih na osnovu PMOT aplikacije, je prikazan na slici 4, a na slici 5 su prikazane srednje satne merene vrednosti struje i temperature ulja transformatora T1 u TS 110/35 kV Beograd 1.

Može se uočiti da je maksimalno apsolutno odstupanje prognozirane od izmerene temperature ulja bilo 6°C.

4.3 PRIMENA APLIKACIJE AN-PR

Aplikacija *Analiza rada prekidača u mreži* (AN-PR) omogućava selekciju, obradu i prikaz podataka o isključenjima i uključenjima prekidača u prenosnoj mreži.

U okviru ove aplikacije se svakodnevno, za sve prekidače, proračunava i "kumulativna struja prekidanja", tj. utrošeni resursi prekidača, što je od posebnog značaja za njihovo održavanje, tj. Za blagovremeno remontovanje ili zamenu prekidača novim prekidačem.

Slika 6 Prikaz "kumulativnih struja prekidanja" prekidača na naponskom nivou 110kV u TS Beograd 1

Na slici 6 se vidi ekranski prikaz "kumulativnih struja prekidanja" prekidača na naponskom nivou 110 kV, u TS Beograd 1. Pored "kumulativnih struja prekidanja" prekidača prikazani su datum poslednjeg remonta prekidača ili ugradnje prekidača i dopušteni ekvivalentni broj isključenja prekidača. Prekidač je potrebno remontovati ili zameniti pre nego što "kumulativna struja prekidanja" prekidača dostigne vrednost dopuštenog ekvivalentnog broja isključenja prekidača.

5. ZAKLJUČAK

Realizovana Baza istorijskih podataka (BIP) i EE aplikacije su jezgro Arhivskog informacionog sistema Elektroistoka. Automatsko preuzimanje procesnih podataka (iz SCADA sistema), njihova obrada i arhiviranje u savremeno koncipiranom skladištu podataka, omogućava korisnicima na različitim hijerarhijskim nivoima da putem većeg broja EE aplikacija blagovremeno donesu informisane odluke.

Posebno je značajno korišćenje skladišta podataka i EE aplikacija u rešavanju konkretnih operativnih problema u eksploataciji prenosne mreže.

Prikazana su tri primera uspešnog korišćenja skladišta podataka i relevantnih EE aplikacija u eksploataciji prenosne mreže Elektroistoka.

6. LITERATURA

- [1] JUGEL, "Tehnička preporuka za prilagodjavanje elektroenergetskih objekata tehničkom sistemu upravljanja", Beograd, Decembar 1986.godine, (GSE 63/86)
- [2] Ninel Čukalevski, "Informacione tehnologije u elektroprivredi", poglavlje u knjizi Planiranje i eksploatacija elektroenergetskih sistema (editor: J. Nahman), Beograd, 1995.
- [3] Institut "M. Pupin" – Automatika, EPS Elektroistok "Opis posla: rekonstrukcija tehničkog sistema upravljanja prenosnom mrežom Elektroistoka", Beograd, mart 1999.
- [4] G.Savić, D. Kovačević, M. Petković, M. Mitrović, T. Antonijević, "Pregled novih osobina paketa za nadzor i upravljanje sistemima za transport i distribuciju električne energije", JUKO-CIGRE, 10 Simpozijum upravljanje i telekomunikacije u EES, H. Novi, maj 2000.godine, Rad IV.2
- [5] Lj. Stanislavljević, N.Čukalevski, "Funkcionalna dizajn specifikacija EE aplikacija i baze istorijskih podataka novog MRC", (F100, Rev.3), Beograd, Juni 2000.
- [6] Leslie Tierstein, "Data Mart Database Design for OLTP Data Modelers", EOUG, June 2000, Madrid
- [7] Leslie Tierstein, "Data Mart Database Design for OLTP Data Modelers", EOUG, June 2000, Madrid
- [8] N. Čukalevski, B. Tomašević, "Baza istorijskih podataka i EE aplikacije mrežno-regionalnog centra upravljanja", 25. *Savetovanje JUKO CIGRE*, Herceg Novi , 16-20. septembar. 2001.
- [9] Milutin Petković, Tatjana Rakić, Nikola Čolović, "Rekonstrukcija tehničkog sistema upravljanja Elektroistoka – Metode implementacije", 11. *Simpozijum Upravljanje i telekomunikacije u elektroenergetskom sistemu*, Herceg Novi 21-24. maj 2002.
- [10] N. Damjanović, G. Jakupović, S. Cvetičanin, N. Čukalevski, Z. Nedeljković, "Aplikacija za analizu i praćenje rada prekidača u okviru novog skladišta podataka MRC Elektroistoka", 26. *Savetovanje JUKO CIGRE*, Teslić, Maj 2003.

Abstract – In this paper data warehouse and power applications for the regional Network Control Centers of "Elektroistok" are described. The software architecture and historical data base are presented together with the examples of their application in the daily activities of NCC.

DATA WAREHOUSE AND POWER APPLICATIONS USE IN THE REGIONAL NETWORK CONTROL CENTRE

N. Damjanović, N. Čukalevski, S. Krstonijević, S.
Cvetičanin, G. Jakupović