

C2 10

IMPLEMENTACIJA LOKALNE BAZE ISTORIJSKIH PODATAKA I EE

APLIKACIJA U REGIONALNIM DCEMS-A

N. DAMJANOVIĆ*, S. CVETIĆANIN, G. JAKUPOVIĆ.

S. KRSTONIJEVIĆ, N. ČUKALEVSKI

Institut "Mihajlo Pupin" - Automatika

S. ŠAINOVIĆ, M. MITROVIĆ

"Elektromreža Srbije" - Beograd

Beograd

Srbija

Kratak sadržaj:

U ovom radu je ukratko opisana Baza istorijskih podataka (BIP) i Elektro energetske aplikacije (EE), razvijene u Institut "Mihajlo Pupin" – Automatika. Dat je opis arhitekture softvera sistema i BIP-a. Detaljno su opisani implementacija i testiranje sistema na predviđenim računarima (arhivski server i četiri radne stanice) u prostorijama Instituta "Mihajlo Pupin". Opisano je podešavanje i puštanje sistema u rad u pogonima Regionalnih dispečerskih centara RDCEMS-a.

Ključne reči: Baza istorijskih podataka, SCADA sistemi, Elektroenergetske aplikacije, Praćenje performansi rada, Regionalni dispečerski centar, Prenosna mreža

1. UVOD

Sistemi za prenos električne energije postaju sve kompleksniji, kako u tehničkom pogledu, tako i u pogledu komercijalnog poslovanja. Zahtevi u smislu kvaliteta i brzine odlučivanja su sve oštriji i mogu se zadovoljiti samo na bazi informacija odgovarajućeg obima i kvaliteta. Posebno su značajni brojni podaci o merenjima i proračunima relevantnih veličina u elektroenergetskom sistemu prenosa.

Veliki broj podataka se svakodnevno prikuplja putem nadzorno-upravljačkih SCADA sistema. Međutim ti podaci su dostupni samo malom broju korisnika u dispečerskoj sali.

Sa osnovnim ciljem da se što širem krugu korisnika i većem broju novih aplikacija omogući kvalitetnije korišćenje operativnih podataka, pristupilo se rekonstruisanju sistemi upravljanja Regionalnih dispečerskih centara (RDC) "Elektromreže Srbije". Na posebnim Arhivskim serverima su realizovane posebne baze istorijskih podataka (BIP), koje sadrže podatke dostupne većem broju korisnika i aplikacija.

U ovom radu je ukratko opisana Baza istorijskih podataka (BIP) i Elektro energetske aplikacije (EE). Ukratko je opisana implementacija, testiranje i korišćenje sistema u RDC Beograd. Potom je detaljno

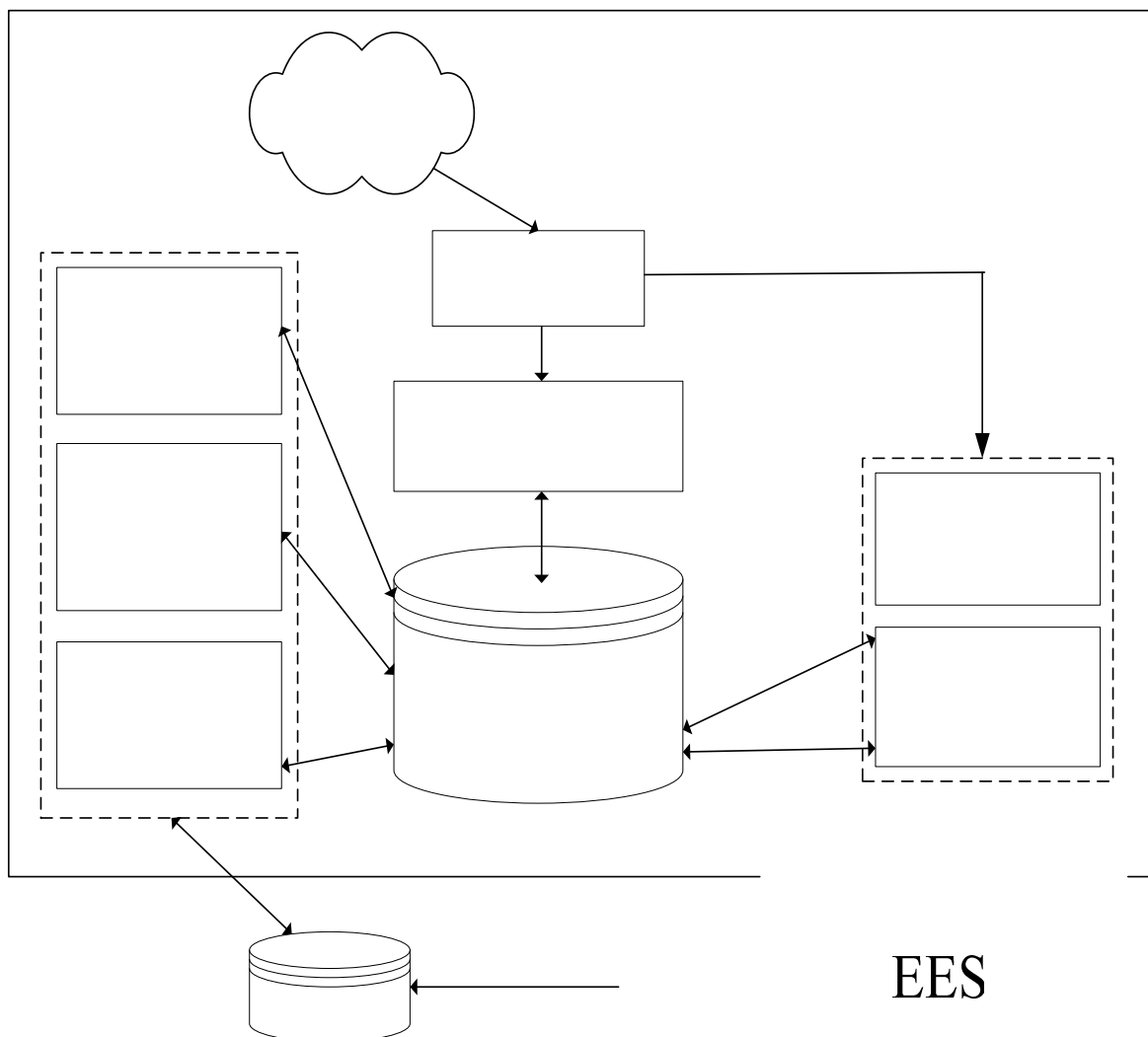
* Nada Damjanović, Institut " Mihajlo Pupin", Volgina 15, Beograd;
e-mail: nada.damjanovic@automatika.imp.bg.ac.yu

opisana implementacija baze istorijskih podataka i EE aplikacija u ostalim Regionalnim dispečerskim centrima "Elektromreže Srbije" (RDCEMS-A).

2. BAZA ISTORIJSKIH PODATAKA I EE APLIKACIJE

Realizovna Baza istorijskih podataka se nalazi na posebnom arhivskom računaru (ORACLE Server) u prostorijama RDCEMS-a. Podaci koji su obuhvaćeni bazom podataka ekstrahuju se, transformišu i smeštaju u relacionu bazu istorijskih podataka (BIP), koja je tako projektovana da omogućava izvršavanje predviđenih EE aplikacija.

Glavni izvor, iz koga se preuzimaju podaci u bazu istorijskih podataka je SCADA sistem. Pored toga podaci se uzimaju i iz baze tehničkih podataka Tehničkog informacionog sistema "Elektromreže Srbije" (BTP-TIS). Takođe je omogućeno i ručno unošenje eksploatacionih podataka. Na slici 1. prikazana je arhitektura softvera sistema.



Slika 1. Arhitektura softvera sistema

Za potrebe predviđenih EE aplikacija je dovoljno bilo arhivirati procesne podatke sa rezolucijom od 15 minuta. Iz tog razloga se od SCADA sistema preuzimaju 15-to minutni podaci i pamte u dnevnim

arhivama BIP-a. Pored tih 15-to minutnih podataka, izračunavaju se relevantni podaci nad skupom svih merenja sa SCADA računara i pamte u mesečnim i godišnjim arhivama BIP-a. U tu svrhu je napravljen programski paket na SCADA računaru za ekstrakciju, transformaciju i transfer istorijskih podataka na arhivski računar. Ovi podaci se svakodnevno i automatski pune u BIP.

Osim vremenski markiranih podataka, u bazi su arhivirani i tehnički podaci koji opisuju objekte i uređaje na kojima se merenja prikupljaju, kao i opise samih merenja.

Detaljan opis Baze istorijskih podataka i EE aplikacija dat je u radu [2].

3. IMPLEMENTACIJA I TESTIRANJE BIP-A I EE APLIKACIJA U RDC BEOGRAD

Baza istorijskih podataka i Elektroenergetske aplikacije su prvo bile implementirane u RDC Beograd.

Pre nego što se pristupilo implementaciji BIP-a i EE u RDC Beograd, izvršena je implementacija i testiranje u Centru za obuku i razvoj "Elektromreže Srbije" u Beogradu. Osnovni cilj te implementacije je bilo testiranje i konačna provera funkcionalnosti i performansi rada BIP/EE u simuliranom okruženju korišćenjem podataka koji opisuju deo EES EMS-a na teritoriji jednog RDC-a.

Testiranje se sprovodilo na kopiji SCADA modela EE mreže (naponskog nivoa 400, 220 i 110 kV) koji pokriva RDC Beograd. Deo mreže nad kojim je vršeno testiranje je nadziran sa 14 daljinskih stanica, RTU-ova.

Implementacija i testiranje u COR-u EMS-a, je detaljno opisano u radu [5].

Nakon uspešne provere u COR-u, BIP i EE su implementirani i testirani u RDC-u Beograd (2003. godine). Obavljena je obuka korisnika i sistem je, nakon probnog rada, pušten u redovno korišćenje.

4. ISKUSTVO U PRIMENI BIP-A I EE APLIKACIJA U RDC BEOGRAD

Nakon višemesečnog korišćenja BIP-a i EE aplikacija u RDC Beograd, korisnici su stekli iskustvo u praktičnoj upotrebi instaliranog sistema. Posebno su korišćene aplikacije OBAM i PMOT.

U tom periodu su se pojavili novi, i/ili alternativni zahtevi. Oni su jasno formulisani tokom januara-februara 2005. godine. Na osnovu tih zahteva je izvršeno redizajniranje dela aplikacija projekta, tako da je nova verzija instalirana u junu 2005. u RDC Beograd.

Korisnici su se složili da su podaci o svakoj promeni u mreži, koji se vode u BIP-u, dragoceni, kao i da su aplikacije post-operativne analize, vezane za održavanje opreme, vrlo važne za pogone Prenosa. Da ovakav sistem omogućava uvid u stvarne potrebe prenosa i da omogućava jedan novi pristup u održavanju, eksploataciji i planiranju razvoja EES.

Podaci iz BIP RDC se redovno koriste u izradi Godišnjih izveštaja o radu JP EMS.

Što se tiče aplikacija za operativno upravljanje, naročito je korišćena aplikacija proračun mogućnosti opterećenja transformatora (PMOT). Ona je ocenjena kao korisna alatka, pre svega u pripremi pogona i održavanju za transformatore 110/X. Navedeno je više primera kada su se ove aplikacije pokazale svrshodnim i korisnim.

Aplikacija proračun mogućnosti opterećenja (PMODV) je takodje ocenjena kao veoma korisna alatka. Medjutim kako dobijeni rezultati mnogo zavise od meteoroloških ulaznih podataka (temperatura, brzina vetra), ova aplikacija se neće koristiti, dok ne bude moguće obezbediti meteorološke podatke sa trase dalekovoda.

Treba napomenuti, jer nije bez značaja, da se sistem BIP/EE nalazi u upotrebi (u RDC Beograd) počevši od decembra 2003. godine, te da se u BIP nalaze svi predviđeni i raspoloživi podaci počevši od marta 2003. godine do danas. Naravno značajan deo zasluge za to pripada i administratoru BIP i drugim saradnicima Odeljenja za TSU EMS-a, koji su podržavali rad sistema u uslovima ne postojanja UPS, adekvatnog hardvera i drugog.

Primena BIP-a i EE aplikacija u RDC Beograd, je detaljno opisana u radu [7].

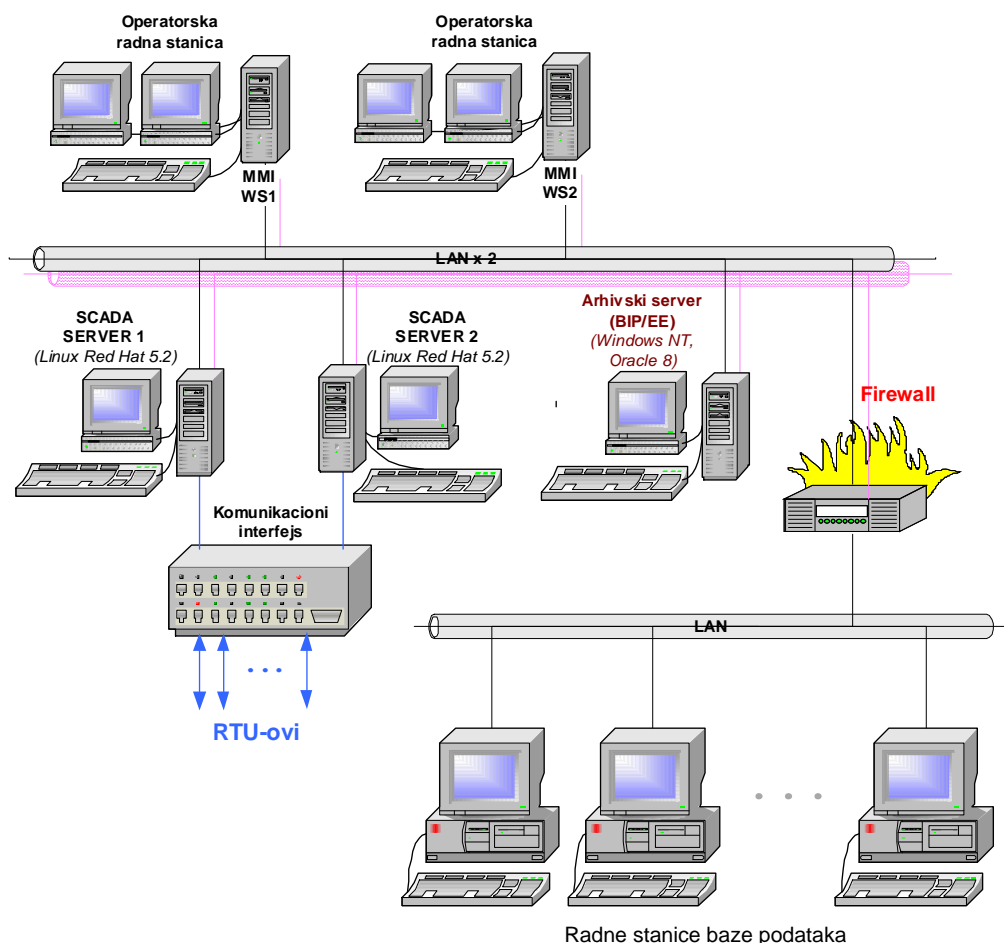
5. IMPLEMENTACIJA BIP-A I EE APLIKACIJA U OSTALIM REGIONALNIM DCEMS-A

Baza istorijskih podataka i Elektroenergetske aplikacije su za sada, pored Beograda, implementirane u RDC Bor i RDC Kruševac. U toku je implementacija u RDC Valjevo, a posle toga i u RDC Novi Sad.

Ovde je opisano implementiranje sprovedeno u RDC Bor i RDC Kruševac, a na isti način će se izvršiti i u preostalim RDC-ovima.

5.1. Platforma i radno okruženje u regionalnim DCEMS-a

Osnovni prikaz softversko/hardverskog okruženja baze istorijskih podataka (BIP/EE) u regionalnim DCEMS-a je prikazan na slici 2.



Slika 2. Arhitektura hardvera i sistemskog softvera

Redundantni SCADA serveri i Operatorske (MMI) stanice SCADA sistema predstavljaju konfiguraciju u regionalnim DCEMS-a koja je postojala pre implementacije BIP/EE.

Server baze podataka i Radne stanice baze podataka, su nove u prikazanoj konfiguraciji i povezuju se sa postojećom opremom SCADA sistema, kao što je prikazano na slici.

Na slici se jasno mogu idenifikovati osnovne komponente sistema

- ♦ *Server baze podataka* (Arhivski server) na kome je instaliran Oracle RDBMS na kome je implementirana baza podataka. Ovaj server radi pod Windows XP 4.0 Professional Edition operativnim sistemom sa instaliranim servisnim paketom 2. Verzija Oracle servera u primeni je 8.0.5.
- ♦ *Radne stanice baze podataka*. Na ovim radnim stanicama se izvršavaju korisničke (klijentske) aplikacije skladišta podataka – kao što su aplikacije koje su predmet ovog uputstva. Radi bezbednosti ovi klijenti mogu biti povezani sa serverom posredstvom firewall-a ali mogu biti i direktno povezani u okviru lokalne mreže. Ove radne stanice mogu raditi pod Windows XP Professional Edition operativnim sistemima sa instaliranim servisnim paketom 2. Podrazumeva se da je na njima instaliran klijentski softver Oracle 8.0.5 paketa i odgovarajuće aplikacije razvijene primenom Oracle-ovog alata Developer 2000 i Visual Basic-a 6.0.
- ♦ *Redundantni SCADA serveri* – ovi serveri su izvor real time podataka iz sistema koji se arhiviraju u skladištu podataka. Na ovim serverima se izvršava VIEW2 SCADA serveri razvijeni od strane Instituta "Mihajlo Pupin" i detaljno opisani u odgovarajućoj dokumentaciji. Operativni sistem pod kojim se izvršavaju ovi serveri je Red Hat Linux verzija 5.2. Na ovim serverima se takođe izvršava "interfejsni softver" koji vrši ekstrakciju arhivskih podataka iz SCADA sistema, njihovo primarno procesiranje i konverziju u format pogodan za import u tabele Oracle baza podataka. Interfejsni softver nije predmet ovog korisničkog uputstva već je detaljno opisan u odgovarajućem uputstvu za administratore sistema.
- ♦ *Operatorske (MMI) stanice SCADA sistema* se koriste za prikaz SCADA MMI okruženja i interakciju korisnika SCADA sistema sa SCADA serverom. Preko ovih radnih stanica je takođe obezbeđen prikaz korisničkog interfejsa i interakcija sa jednim aplikacijama skladišta podataka namenjenim operativnom upravljanju – aplikacijama za proračun mogućnosti opterećenja dalekovoda (PMODV) i transformatora (PMOT). Ove radne stanice rade pod operativnim sistemom Linux Red Hat 5.2, a korisnički interfejsi se izvršavaju pod X-Windows sistemom.

5.2. Implementacija i testiranje sistema za novi RDC u Institutu "Mihajlo Pupin"

Implementacija i testiranje BIP-a i EE aplikacija za aktuelni RDC, se u najvećoj meri obavlja u Institutu "Mihajlo Pupin", a sastoji se u sledećem:

- ♦ Na svim predviđenim računarima, arhivski server i četiri radne stanice, se instalira operativni sistem *Windows XP 4.0 Professional Edition sa servisnim paketom 2*.
- ♦ Na serveru se instalira softver koji podržava rad sa bazom podataka, *Oracle8 Enterprise Edition release 8.0.5*.
- ♦ Na radnim stanicama se instalira *klijentski softver Oracle 8.0.5 paketa, Oracle-ov alat Developer 2000 i Visual Basic-a 6.0*.
- ♦ Na radnim stanicama se instaliraju *Elektroenergetske aplikacije*, sa pripremljenog instalacionog diska.

- ♦ *Podešavaju se mrežni parametri* da bi se radne stanice mogle konektovati na bazu koja je na serverskoj mašini (u skladu sa praksom dodeljivanja IP adresa).
- ♦ Na serveru se instaliraju i izvršavaju *programi za kreiranje Osnovnih tabela BIP-a* (tabela koje opisuju merenja i elektro energetske objekte i uređjaje).
- ♦ *Osnovne tabele BIP-a se pune podacima*, pomoću programima za punjenje Osnovnih tabela, na osnovu dampa aktuelne SCADA baze iz aktuelnog RDC-a.
- ♦ Nakon izvršavanja programa za kreiranje i punjenje Osnovnih tabela BIP-a, uvidom u sadržaj kreiranih i napunjenih tabela *utvrđuje se da li su programi prepoznali sve elektro energetske objekte i uređjaje* na kojima se prikupljaju merenja i upisali ih u odgovarajuće osnovne tabele (TRAFOSTANICA, TRANSFORMATOR, DALEKOVOD, SABIRNICA, PREKIDAC,.....).
- ♦ U BIP se *ručno unose tehnički podaci o transformatorima i prekidačima*, pomoću instalirane aplikacije.
- ♦ Na Arhivskom serveru se *instaliraju i izvršavaju programi za kreiranje Arhivskih tabela BIP-a* (tabela koje sadrže prikupljena i izvedene merenja i signale).
- ♦ Na Arhivskom serveru se *instaliraju programi za punjenje Arhivskih tabela BIP-a*, preko SQL*Loadera, a iz fajlova pripremljenih na SCADA serveru.
- ♦ Na SCADA serveru u Institutu "Mihajlo Pupin" (IMP) se *instaliraju programi za ekstrahovanje i transformaciju prikupljenih merenja iz real time arhiva SCADA računara*.
- ♦ Iz SCADA računara u RDC-u se *kopiraju real time archive za poslednja 2 do 3 meseca* na SCADA računar u IMP-u. Pune se archive BIP-a, prenetim podacima.
- ♦ *Podešava se i proverava automatsko punjenje arhiva BIP-a* realnim podacima iz SCADA sistema, u peiodu od nekoliko dana.
- ♦ Nad kreiranom i napunjenom bazom, podacima iz predhodna 2 do 3 meseca, *proverava se izvršavanje EE aplikacija na radnim stanicama*.

5.3 Podešavanje i puštanje sistema u rad u pogonima regionalnih DC/EMS-a

Na računarima (arhivski server i četiri radne stanice), koji su unapred bili pripremnjeni za rad u regionlnom DC/EMS-a, se na licu mesta, u pogonu RDC-a, obavljaju sledeće aktivnosti:

- ♦ Na donetom arhivskom računaru se *podešavaju parametri mreže i proverava prebacivanje podataka sa SCADA servera na arhivski server*.
- ♦ Instalira se softver za EE aplikacije operativnog upravljanja na Operatorskim radnim stanicama SCADA sistema.
- ♦ Proverava se izvršavanje svih EE aplikacija.

Korisnicima se demonstriraju EE aplikacije nad BIP-om.

Isporučuje se specifična korisnička dokumentacija i obavlja obuka korisnika za korišćenje baze podataka i EE aplikacija u regionalnom DCEMS-a

6. ZAKLJUČAK

U radu je prikazana implementacija jednog vrlo složenog softverskog sistema kao što je baza podataka i EE aplikacije RDC/EMS-a. Sve softverske celine su prvo bile instalirane u Institutu "Mihajlo Pupin" (IMP) u Beogradu. Tu je zatim, na arhivskom serveru, kreirana i napunjena realnim podacima iz RDC-a, baza istorijskih podataka. Zahvaljujući tome instalacija, podešavanje i puštanje sistema u rad u pogonima RDCEMS-a, se obavlja za svega nekoliko dan. Moramo naglasiti da se pri tome osoblje dispečerskog centra minimalno ometa u redovnom radu.

LITERATURA

- [1] Leslie Tierstein, "Data Mart Database Design for OLTP Data Modelers", EOUG, June 2000, Madrid
- [2] N. Čukalevski, B. Tomašević, "Baza istorijskih podataka i EE aplikacije mrežno-regionalnog centra upravljanja", 25. *Savetovanje JUKO CIGRE*, Herceg Novi, 16-20. septembar. 2001.
- [3] Mlutin 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.
- [4] 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.
- [5] N. Damjanovic, S. Cveticanin, G. Jakupovic, S. Krstonijevic, N. Cukalevski, S. Šainovic, B. Gajic, Z. Nedeljkovic "Implementacija i testiranje skladišta podataka i EE aplikacija u MRC Beograd", 12. simpozijum *JUKO CIGRE Upravljanje i telekomunikacije u ee sistemu, Becici*, 19-21. maj 2004., str. 37-44
- [6] N. Čukalevski, G. Jakupović, N. Damjanović, S. Cvetičanin, T. Sajdl, S. Krstonijević, B. Tomašević, M. Mitrović "The Data Warehouse for the Multiple Control Centers Transmission System Operator", ..., Pariz, Francuska, 29.08.-03.09. 2004.
- [7] N. Damjanović, N. Čukalevski, S. Krstonijević, S. Cvetičanin, G. Jakupović, "Primena skladišta podataka i EE aplikacija u eksploataciji prenosnih mreža", *Zbornik radova 49. Konferencije za ETRAN*, Budva, 5-10. juna 2005, tom I