

DOI: [10.46793/CIGRE37.D2.06](https://doi.org/10.46793/CIGRE37.D2.06)**D2.06****IMPLEMENTACIJA NOVOG SCADA/GMS SISTEMA U ELEKTROPRIVREDI
REPUBLIKE SRPSKE (ERS)****IMPLEMENTATION OF THE NEW SCADA/GMS SYSTEM IN THE ELECTRIC
POWER UTILITY OF REPUBLIKA SRPSKA****Nikola Jelić*, Milan Josifović, Nikola Jemuović, Goran Jakupović, Simo Bošnjak**

Kratak sadržaj: U ovom radu biće prikazan novi SCADA/GMS sistem Mješovitog Holdinga "Elektroprivreda Republike Srpske" (ERS) u Trebinju. Na početku, biće dat kratak opis sistema, uz pregled ključnih funkcionalnosti koje SCADA/GMS sistem treba da obezbedi. Zatim, biće opisana jedinstvena hardversko-softverska platforma koja je razvijena za potrebe efikasnog upravljanja elektroenergetskim sistemom. U daljem tekstu, biće razrađeni osnovni koncepti upravljanja sistemom, kao i detaljan pregled pojedinačnih komponenti koje čine njegovu celokupnu strukturu. Na kraju, biće predstavljeno na koji način implementacija ovog sistema doprinosi unapređenju procesa upravljanja elektroenergetskim sistemom, uz razmatranje mogućih pravaca daljeg razvoja i unapređenja sistema.

Ključne reči: AGC, LFC, Hijerarhijsko upravljanje

Abstract: This paper will present the new SCADA/GMS system developed and implemented for the needs of the Mixed Holding Company "Electric Power Utility of Republika Srpska" (ERS) in Trebinje. Initially, a brief description of the system will be provided, along with an overview of the key functionalities that the SCADA/GMS system is designed to ensure. Next, the unique hardware-software platform developed for efficient management of the power system will be described. The paper will then elaborate on the fundamental concepts of system management, as well as a detailed review of the individual components that make up its entire structure. Finally, the paper will demonstrate how the implementation of this system contributes to the improvement of power system management processes, along with an analysis of potential directions for further development and enhancement of the system.

Key words: SCADA, GMS (Generation Management System)

1 UVOD

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) i GMS (Generation Management System) sistemi predstavljaju ključne tehnologije u upravljanju i nadzoru elektroenergetskih sistema.

* Nikola Jelić, Institut Mihajlo Pupin - IMP Automatika, nikola.jelic@pupin.rs

SCADA sistem omogućava praćenje i kontrolu rada elektroenergetskih objekata u realnom vremenu, prikupljanje podataka sa terena i upravljanje uređajima na daljinu.

S druge strane, GMS sistem je specijalizovan za upravljanje proizvodnim jedinicama, počev od planskog sistema do same regulacije kako bi se odgovorilo na zahtev balansiranja sistema koji se dobija od nezavisnog operatera prenosne mreže NOSBIH.

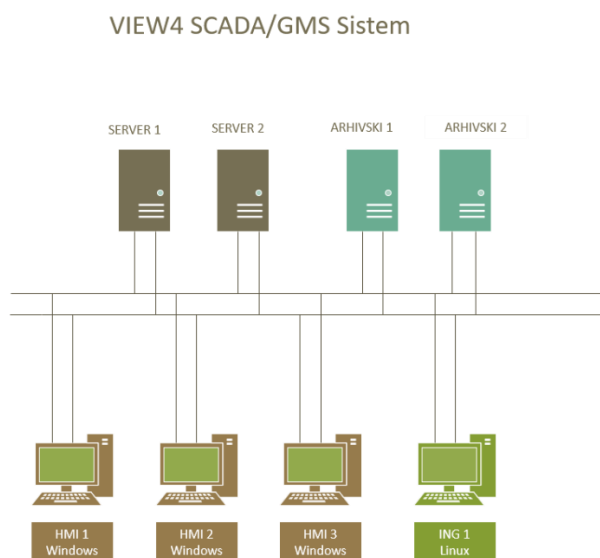
Za Elektroprivredu Republike Srpske (ERS) u Trebinju, GMS sistem je ključan u automatizaciji procesa regulacije proizvodnje električne energije u skladu sa promenama potrošnje i potrebama mreže. Ovaj sistem omogućava automatsko podešavanje proizvodnje električne energije u realnom vremenu, kako bi se obezbedila stabilnost mreže i efikasno korišćenje resursa. Kroz integraciju SCADA i GMS AGC sistema, Elektroprivreda Republike Srpske optimizuje upravljanje elektroenergetskom infrastrukturom, čime se poboljšava pouzdanost i efikasnost celokupnog elektroenergetskog sistema.

2 ARHITEKTURA

Arhitektura SCADA/GMS sistema za Elektroprivredu Republike Srpske u Trebinju zasnovana je na distribuiranom pristupu sa ciljem obezbeđivanja visoke dostupnosti i efikasnosti u upravljanju elektroenergetskim mrežama. Sistem se sastoji od dva glavna servera koji omogućavaju centralizovano upravljanje podacima i kontrolu procesa u realnom vremenu. Pored toga, dva arhivska servera služe za dugoročno čuvanje podataka, omogućavajući analizu istorijskih informacija i izveštaja, što je ključno za buduće planiranje i optimizaciju mreže.

Radne stanice, kojih ima tri, koriste se za operativno praćenje i interakciju sa sistemom, omogućavajući tehničkom osoblju da vrši nadzor, analizu i intervencije u realnom vremenu. Inženjerska radna stanica služi za naprednu konfiguraciju sistema, analizu podataka i razvoj novih funkcionalnosti, pružajući inženjerima alate za detaljno istraživanje i unapređenje sistema. Ova arhitektura omogućava visoku pouzdanost i fleksibilnost čineći sistem skalabilnim i spremnim za dalji razvoj i proširenje.

Na slici ispod prikazana je uprošćena arhitektura SCADA/GMS sistema u ERS Trebinju.



Slika 2.1: Uprošćena arhitektura sistema

2.1 Produkcioni serveri

Jezgro sistema CDS čine redundantni SCADA VIEW4 serveri na kojima su instalirane VIEW4 serverske komponente koje obuhvataju:

- podršku za komunikaciju po IEC 60870-5-104 protokolu
- generisanje događaja i alarmiranje
- arhiviranje trenutnih vrednosti veličina, preseka stanja i događaja
- izračunavanje vrednosti veličina prema definisanim izrazima

VIEW4 SCADA serveri su bazirani na standardnoj IMP VIEW4 SCADA platformi za dispečerske centre. Sve baze podataka, realizovane su na RDBMS MariaDB platformi na Linux operativnom sistemu [1].

2.2 Arhivski serveri

SCADA arhivski server se koristi za hostovanje MySQL kompatibilnog MariaDB servera relacionih baza. Relacione baze na ovom serveru koristi SCADA izveštajni podsistem (IPS). Na arhivskim serverima se nalaze baze trenutnih vrednosti (HISTORY), preseka stanja (SNAPSHOT) i baza događaja (EVENT). Za realizaciju ovih baza se koristi MariaDB tehnologija. Redundansa je obezbeđena korišćenjem Red Hat® Enterprise Linux® High Availability Suite (ovaj dodatak za visoku dostupnost dozvoljava da usluga pređe sa jednog čvora na drugi bez očiglednog prekida za klijente u klasteru, uklanjajući neispravne čvorove tokom prenosa kako bi se sprečilo oštećenje podataka) rešenja, dok se za sinhronizaciju podataka između ova dva servera koristi DRBD® (DRBD je distribuirani replikacioni sistem za skladištenje za Linux platformu).

2.3 Radne stanice

Koriste se dva tipa radnih stanica sa kojih se pristupa serverima:

- Inženjerska radna stanica, na kojoj se nalaze inženjerski alati za kreiranje baza podataka sistema, kreiranje izveštaja i dinamičkih prikaza, kao i test verzija VIEW4 SCADA/GMS servera, i
- Operatorska radna stanica, na kojoj se nalazi VIEW4 HMI paket za spregu korisnika sa VIEW4 sistemom, što uključuje prikaz dinamičkih slika, grafikona, izveštaja i alarmnih lista. Na dinamičkim prikazima se realizuju i dijalozi za izdavanje odgovarajućih komandi.

3 PREGLED FUNKCIONALNOSTI

3.1 VIEW4 SCADA

VIEW4 server je deo VIEW4 sistema koji obavlja funkcije:

- komunikacije
- obrade podataka
- arhiviranja
- rukovanja HMI komandama

3.1.1 Komunikacija

Koncept komunikacije u VIEW4 okruženju podrazumeva ostvarivanje veze sa jednim ili više udaljenih objekata (RTU, daljinske stanice) korišćenjem jednog ili više različitih prenosnih puteva (Port) implementirajući neki od podržanih komunikacionih protokola. Sve ove elemente objedinjuje jedan komunikacioni pravac. Za svaki komunikacioni pravac pokreće se nezavisan proces kojim se obavljaju sve akcije vezane za uspostavu i održavanje komunikacije [2].

Po tipu udaljenih objekata, VIEW4 sistem podržava komunikaciju sa:

- Daljinskim stanicama (RTU)
- Udaljenim centrima upravljanja

Komunikacija sa daljinskim stanicama je uglavnom master-slave tipa, gde VIEW4 komunikacioni server propituje periodično sve daljinske stanice na pravcu i prosleđuje im komande na zahtev operatera. Tipično korišćeni protokoli za komunikaciju sa daljinskim stanicama su:

- IEC 60870-5-101
- IEC 60870-5-104
- IEC 61850
- DNP 3.0
- ModbusRTU
- ModbusTCP, i drugi

Komunikacija sa udaljenim centrima upravljanja podrazumeva mogućnost dvosmerne komunikacije između dva centra. Za ovaj tip komunikacije podržani su:

- IEC 60870-6 TASE2/ICCP
- IEC 60870-5-104 Server (samo slanje podataka i prijem komandi)
- IEC 60870-5-101 Slave (samo slanje podataka i prijem komandi)

3.1.2 Obrada podataka

Obrada veličina je osnovna funkcija VIEW4 server dela nadzorno-upravljačke aplikacije. Veličine se mogu podeliti na sledeće kategorije, na osnovu izvora podataka:

- Direktne
- Izračunate
- Procesirane

Prema vrednosti podatka u VIEW4 sistemu postoje sledeći tipovi veličina:

- Analogne
- Digitalne
- Brojačke
- Stringovi

Redovni ciklus obrade veličina podrazumeva sledeće korake:

- izračunavanje vrednosti
- postavljanje kvaliteta
- postavljanje vremenske oznake
- generisanje i distribuciju događaja

3.1.3 Arhiviranje

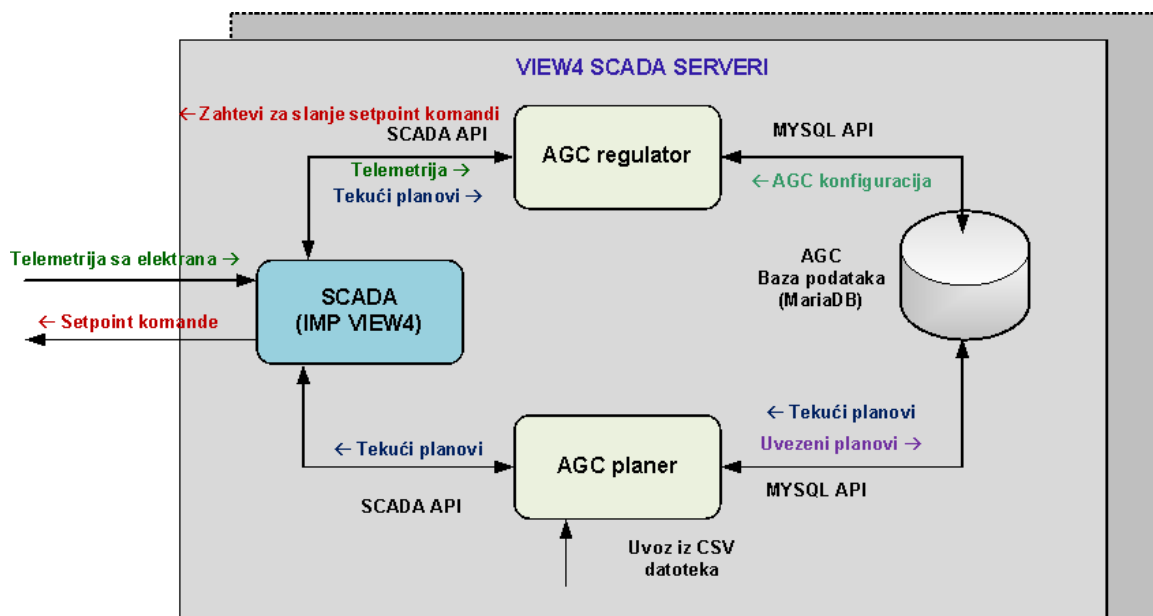
VIEW4 arhiver generiše sledeće tipove arhivskih zapisa:

- arhiva događaja
- arhiva vrednosti
- snimak vrednosti

3.2 GMS sistem

GMS sistem obuhvata sledeće celine:

- AGC planer, čija je uloga da učitava datoteke sa planovima koje su generisane od eksternog sistema i iste upiše u AGC bazu podataka. Na kraju sam modul ima ulogu čitanja trenutnih planova iz baze i prosleđivanje istih SCADA sistemu.
- AGC regulator, koji prikuplja informacije iz AGC baze podataka, kao i podatke iz SCADA-e (telemetriju i tekuće planove), na osnovu kojih vrši proračun regulacionih zahteva u vidu setpointa, koje dalje prosleđuje SCADA-i na slanje regulacionim jedinicama.
- AGC baza podataka, sadrži postavke konfiguracije sistema, modele elektrana, planove i druge ključne parametre za rad GMS sistema.

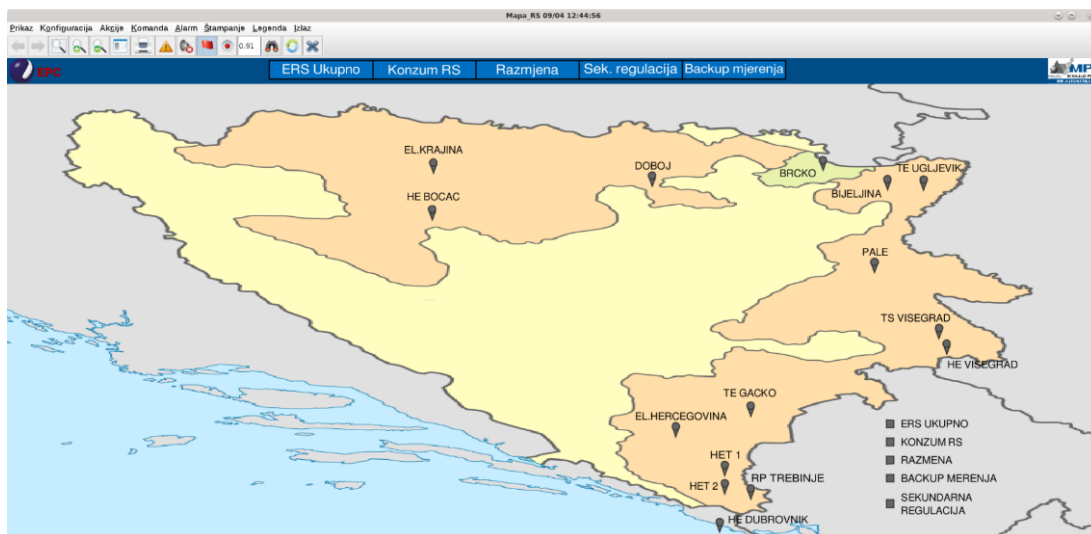


Slika 3.1: Pojednostavljena softverska arhitektura

4 KORISNIČKI INTERFEJSI

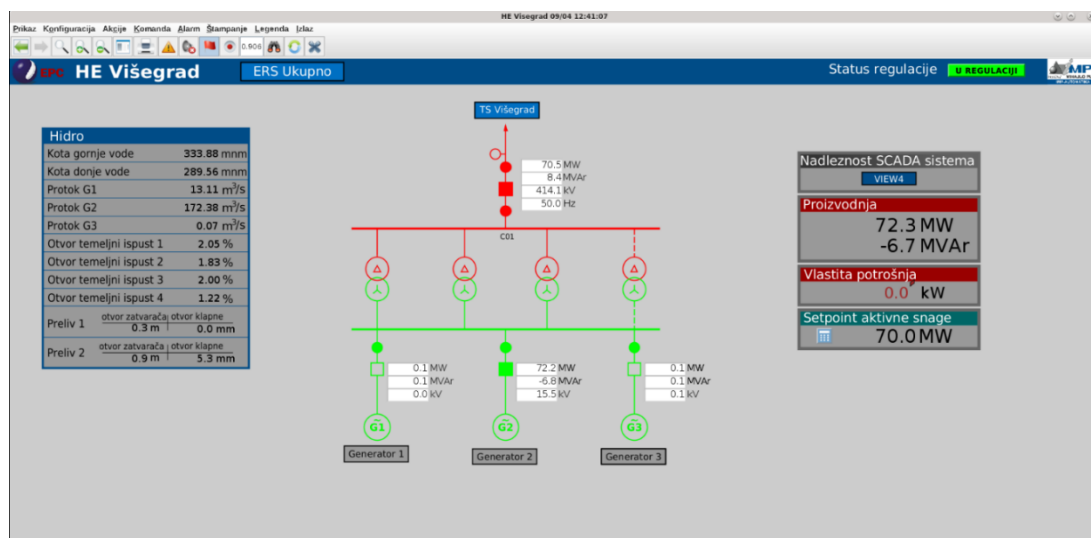
Korisnički interfejsi su prilagođeni krajnjem korisniku za lakši rad sa sistemom.

Jedan od prikaza je mapa_rs, sa koga dispečer može lako da pristupi ostalim prikazima (slika ispod). U zaglavlju se nalaze pozivi za slike koje su vezane za GMS deo sistema. Tačke na slici su aktivni linkovi koji pozivaju slike objekata.



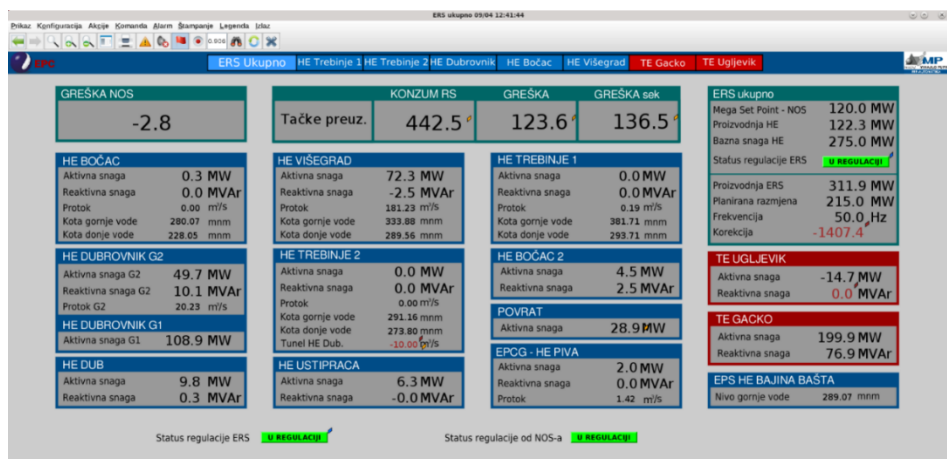
Slika 4.1: Mapa RS

Na narednom prikazu predstavljena je jednopolna šema jednog od regulacionih objekata sa kog je dispečeru omogućeno pregled kako stanja rasklopne opreme i pripadajućih merenja tako i stanje regulacije (da li je elektrana u regulaciji, setpoint i odziv elektrane) i nadležnosti SCADA sistema (izbor između novog i starog sistema).

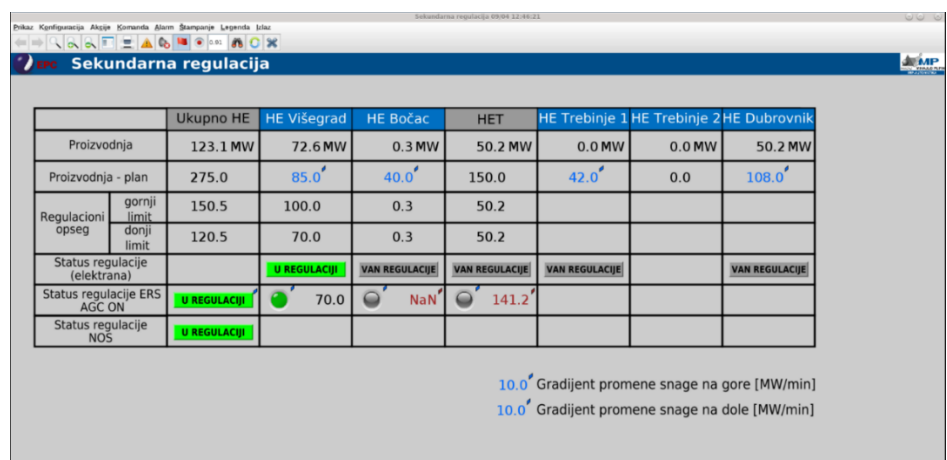


Slika 4.2: Jednopolna šema

GMS sistem je integrisan sa SCADA-om, kako na aplikativnom nivou, pomoću SCADA API-a, tako i na nivou baze gde su neke veličine koje su deo GMS sistem realizovane pomoću kalkulacija unutar same SCADA-e. Naredne dve slike sadrže navedene informacije.

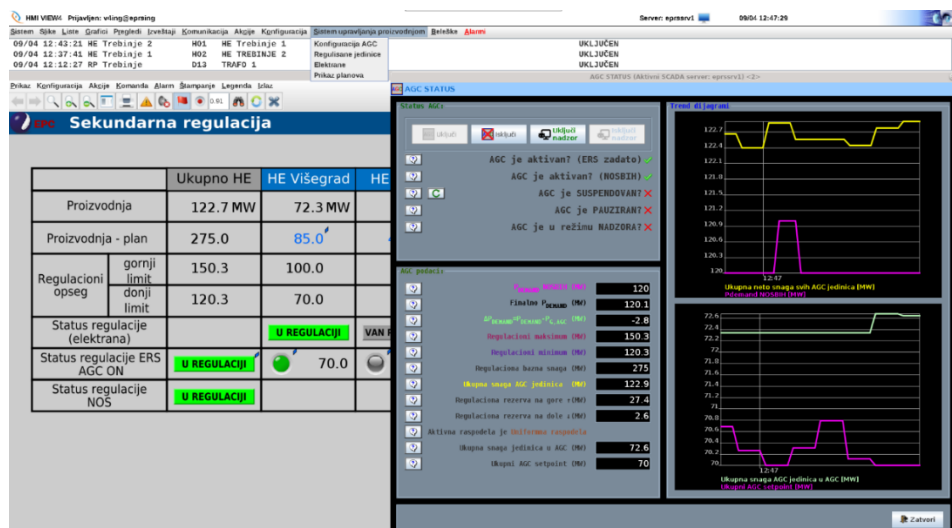


Slika 4.3: Sumarni prikaz - ERS ukupno



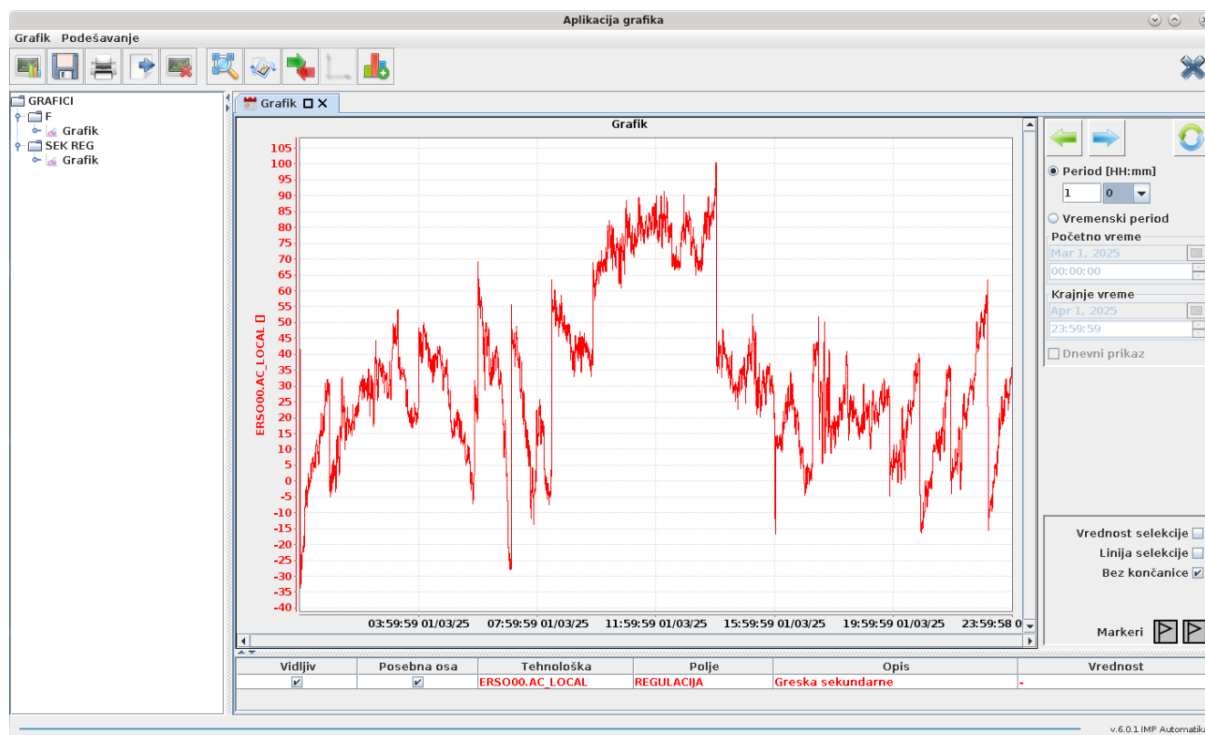
Slika 4.4: Sekundarna regulacija

Aplikacija za sekundarnu regulaciju i prikaz planova je deo HMI SCADA/GMS interfejsa. Prikazi u tabu “Sistem upravljanja proizvodnjom” je java aplikacija koja je namenski pravljen za potrebe rada ERS Trebinja.



Slika 4.5: AGC glavni prikaz

Korisniku je omogućeno i generisanje grafika od kojih su neki namenski pravljeni za potrebe ERS Trebinja.



Slika 4.6: Grafik

5 ZAKLJUČAK

SCADA/GMS sistem predstavlja deo veće celine SCADA/EMS sistema koji je standardan set aplikacija kod operatora prenosnog sistema (OPS). Potreba za upravljanje i nadzorom sistema elektroprivrede ne obuhvata EMS kao celinu, već samo njegov deo koji je od važnosti za regulaciju sistema čiji zahtev generiše OPS. U ovakvoj konfiguraciji integracija SCADA i GMS sistema ima ključnu ulogu u upravljanju elektroenergetskim sistemom. Njihova međusobna povezanost značajno olakšava ne samo procese nadzora i upravljanja, već i održavanja sistema.

U budućnosti, dodatna istraživanja i razvoj u oblasti SCADA/GMS sistema, kao i integracija novih tehnologija i novih funkcionalnosti, kao što su economic dispatch i unit commitment, mogli bi značajno unaprediti performanse SCADA/EMS sistema i doprineti boljoj stabilnosti i pouzdanosti upravljanja elektroenergetskom mrežom.

6 LITERATURA

- [1] Tamara Jelić, Gordan Konečni, Predrag Ilić, Goran Jakupović, Zlatko Mitrović, Miodrag Vulić, Dragan Surudić, "CENTRALNI DISPEČERSKI SISTEM (CDS) ELEKTROPRIVREDE SRBIJE (EPS): ARHITEKTURA SISTEMA", 8. Savjetovanje CG KO CIGRE, 9-12. maj 2023, Budva, Crna Gora
- [2] Interna dokumentacija VIEW4 SCADA

- [3] Jelena Car, Goran Jakupović, "SCADA System Security as a Part of Overall Security of Deregulated Energy Management System", Eurocon 2005: The International Conference on Computer as a Tool, Vol 1, Proceedings, str. 338 – 341 (Proceedings Paper), Belgrade, 2005, ISBN: 1-4244-0049-X, DOI: 10.1109/EURCON.2005.1629930
- [4] Ninel Čukalevski, Goran Jakupovic, "Technical Information Systems and Generation Management System Interdependencies", 15th INTERNATIONAL WORKSHOP ON ELECTRIC POWER CONTROL CENTERS EPCC-2019, May 12-15, 2019, Reykjavik, Iceland
- [5] Ninel Čukalevski, Goran Jakupović, Aleksandar Mihajlov, Nada Turudija, Slađan Janićijević, „Arhitektura novog VIEW4 SCADA/EMS sistema“, 16. Simpozijum Upravljanje i Telekomunikacije u Elektroenergetskom sistemu CIGRE Srbija, 26-29. oktobar 2014, Kladovo, Srbija, ISBN 978-86-82317-75-3