

Ante Pivčević
KONČAR d.d.
ante.pivcevic@koncar.hr

Ivan Pikula
KONČAR d.d.
ivan.pikula@koncar.hr

Ilija Živković
KONČAR d.d.
ilija.zivkovic@koncar.hr

Domagoj Budiša
HEP-ODS d.o.o.
domagoj.budisa@hep.hr

Zoran Budak
HEP-ODS d.o.o.
zoran.budak@hep.hr

PARALELNI RAD POSTOJEĆEG SCADA SUSTAVA I NOVOG NM ADMS SUSTAVA

SAŽETAK

U HEP-ODS-u je u tijeku projekt nadogradnje i integracije četiri SCADA/DMS sustava daljinskog vođenja distributivnog elektroenergetskog sustava u jedinstveni centralni novi Network Manager ADMS sustav.

Migracija podataka na novu verziju sustava izvršit će se uz omogućen istovremeni nezavisni operativni rad novog i postojećeg produkcijskog sustava u stvarnom vremenu korištenjem istih izvornih podataka.

Novi SCADA/ADMS sustav će se postupno ispitivati sve dok se njegove funkcije u potpunosti prilagode potrebnom stanju, što uključuje procesne slike, obradu podataka i mogućnost upravljanja svim objektima distribucijske mreže HEP-ODS-a. Za vrijeme ispitivanja postojeći sustav će služiti za kontinuiranu operativnu produkciju i korisnicima omogućavati nesmetanu svakodnevnu rutinu te ujedno služiti kao referenca za integraciju novog/nadograđenog sustava. U ovom radu će se pobliže opisati tehnička rješenja koja omogućuju ovakav pristup realizaciji projekta i proizašle benefite.

Ključne riječi: paralelni rad, SCADA, ADMS, revitalizacija, nadogradnja, migracija, daljinsko vođenje

PARALLEL OPERATION OF THE EXISTING SCADA SYSTEM AND THE NEW NM ADMS SYSTEM

SUMMARY

In HEP-ODS is currently working on a project to upgrade and integrate four SCADA/DMS systems for remote control of the distribution power system into a single central new Network Manager ADMS system.

Data migration to the new version of the system will be carried out while enabling simultaneous independent operational operation of the new and existing production systems in real time using the same source data.

The new SCADA/ADMS system will be gradually tested until its functions are fully adapted to the required state, which includes process images, data processing and the ability to manage all objects of the HEP-ODS distribution network. During the testing, the existing system will be used for continuous operational production and provide users with a smooth daily routine, while also serving as a reference for the integration of the new/upgraded system. This paper will describe in more detail the technical solutions that enable this approach to project implementation and the resulting benefits.

Key words: parallel operation, SCADA, ADMS, upgrade, migration, remote control

1. UVOD

SCADA sustavi u distributivnim centrima vođenja elektroenergetske mreže su kompleksni sustavi koji imaju visoke zahtjeve na raspoloživost. Nadogradnja sustava radi se u periodima od pet do maksimalno deset godina te zahtijeva temeljita višemjesečna ispitivanja tijekom kojih se mora osigurati raspoloživost starog i novog sustava.

HEP-ODS je pokrenuo proces nadogradnje postojećih SCADA/DMS sustava u četiri distributivna dispečerska centra (DDC) na novu verziju. Projektom je predviđena nadogradnja postojećeg sustava, zamjena sklopovske i programske potpore, nadogradnja novim funkcijama i unaprjeđenje arhitekture sustava. Projekt je podijeljen u dvije faze, u prvoj fazi će se obaviti instalacija novog sustava na svim lokacijama, sva četiri DDC-a te migracija baza SCADA/DMS sustava u DDC Istok i DDC Zapad. U drugoj fazi će se obaviti migracija baza preostala dva DDC-a DDC Sjever i DDC Jug.

Pod pojmom paralelnog rada podrazumijevamo istovremeni operativni rad u realnom vremenu dva ili više sustava nad istim izvornim podacima. Služi kako bi se rezultati rada oba sustava mogli uspoređivati i na temelju rezultata usporedbe poduzimati korektivne akcije.

Uspostava paralelnog rada važna je za praćenje kvalitete podataka, performansi novog sustava u stvarnom okruženju kao i za praćenje rada novog NM-SCADA/ADMS sustava u stvarnim uvjetima.

Jedan od temeljnih zahtjeva u realizaciji projekta je prelazak na novi sustav uz minimalne prekide u radu postojećeg sustava. Prije puštanja novog NM-SCADA/ADMS sustava u pogon potrebno je obaviti ispitivanja sustava. Za to vrijeme potrebno je osigurati paralelni rad starog i novog sustava na način da se svi podaci koja dva sustava primaju u stvarnom vremenu distribuiraju u oba sustava. To je preduvjet da se ispita rad SCADA/ADMS sustava u stvarnim uvjetima uz zadovoljavajuću kvalitetu. Prekidi za vrijeme uspostavljanja paralelnog rada i prebacivanja na novi sustav moraju biti minimalni.

Za vrijeme paralelnog rada traženo je da se osiguraju preduvjeti za ispitivanje svih upravljačkih naloga iz novog sustava prema elektroenergetskim (EE) objektima. Kako bi se to omogućilo potrebno je osigurati mogućnost prebacivanja nadležnosti upravljanja između starog i novog sustava, obzirom da je jedno od osnovnih operativnih sigurnosnih zahtjeva da se onemogući istovremeno upravljanje jednim EE objektom s dvije lokacije istovremeno.

U slučaju bilo kakvih problema za vrijeme paralelnog rada mora biti omogućeno brzo vraćanje svih komunikacijskih veza prema EE objektima direktno na stari sustav.

2. TEHNIČKO RJEŠENJE PARALELNOG RADA

Tijekom migracijskog (tranzicijskog) razdoblja novi NM SCADA/ADMS sustav će se ispitivati sasvim nezavisno od postojećih NM SCADA/DMS sustava i neće se između njih stvarati nikakve veze osim veze potrebne za razmjenu ručnih unosa. To znači da će stari i novi SCADA sustav nezavisno jedan od drugoga istovremeno morati komunicirati prema svim EE objektima u mreži HEP-ODS-a.

2.1. Razmatrana rješenja za ostvarivanje paralelnog rada

Kod pripreme tehničkog rješenja za ostvarivanje paralelnog rada u razmatranja su uzeta tri rješenja preko kojih bi se mogao ostvariti paralelni rad starog i novog SCADA sustava:

- 1) Paralelni rad na razini svakog pojedinog EE objekta,
- 2) Paralelni rad koristeći LKKU (Linux Komunikacijsko Koncentratorski Uređaj) komunikacijske koncentratore,
- 3) Paralelni rad koristeći PCU (Process Communication Unit) komunikacijske poslužitelje novog SCADA/ADMS sustava.

Prvo rješenje gdje bi se paralelni rad ostvario na razini svakog pojedinog EE objekta, se odmah odbacilo jer ga u slučaju HEP-ODS-a nije bilo moguće ostvariti bez izmjena i dorada konfiguracija u svakom pojedinom EE objektu. To nije bilo prihvatljivo jer bi uzrokovalo veliki dodatan financijski trošak i bilo bi vremenski dosta zahtjevno.

Drugo rješenje gdje se paralelni rad ostvaruje koristeći LKKU komunikacijske koncentratore, je rješenje koje smo koristili tokom nekoliko prethodnih projekata nadogradnje SCADA sustava i s kojim smo imali jako pozitivna iskustva. Međutim paralelni rad ostvaren korištenjem LKKU-a ima i određene nedostatke koji su navedeni niže te zbog kojih se od istog i odustalo:

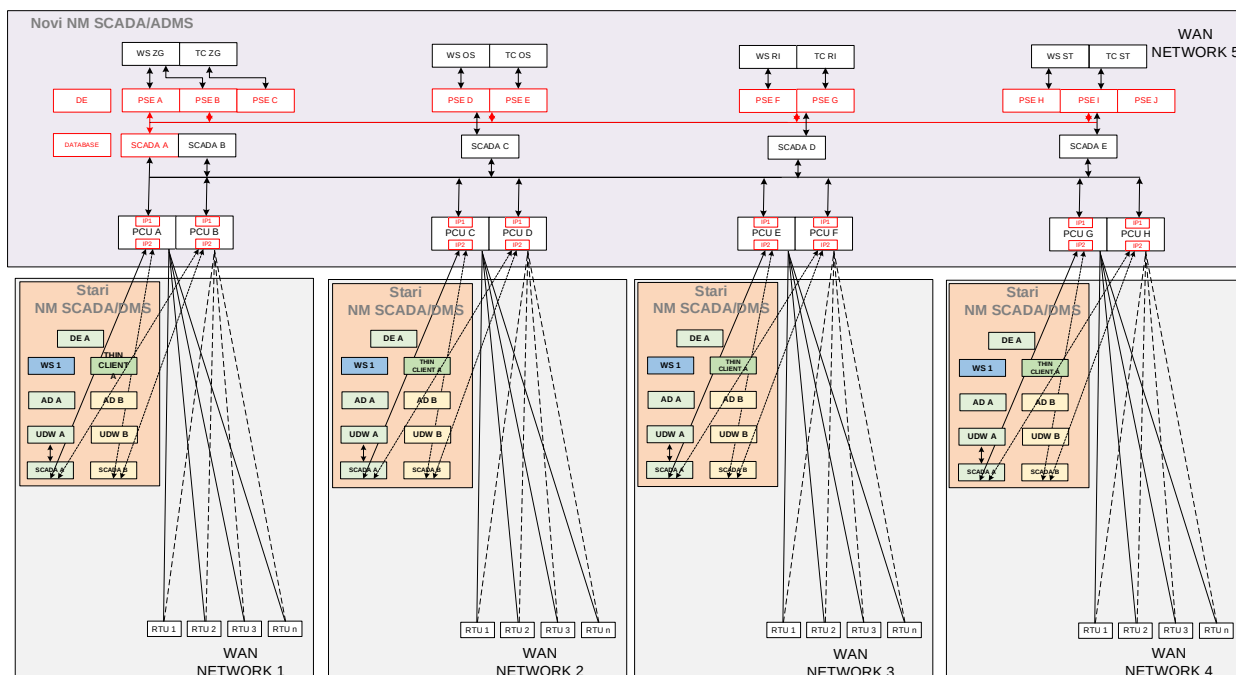
- Za instalaciju LKKU komunikacijskih koncentratora potrebno je osigurati dodatna računala, što je u slučaju ovog projekta 8 računala koje nam po završetku paralelnog rada više ne trebaju te su višak,
- LKKU računala imaju svoje IP adrese koje moraju biti propuštene kroz HPE-ODS mrežu te iste moraju biti dodane u konfiguraciju svakog pojedinog EE objekta, što rezultira dodatnim radovima.
- Da bi se ostvario paralelni rad preko LKKU-a u starom SCADA sustavu potrebno zamijeniti stvarne IP adrese EE objekata sa privremenim (virtualnim) IP adresama, tj. za svaki EE objekt potrebno je osigurati po jednu privremenu IP adresu što u slučaju HEP-ODS-a iznosi preko 1000 privremenih IP adresa.
- I naposljetku presudni razlog zašto se odustalo od paralelnog rada s LKKU rješenjem, što u slučaju da se mora hitno prekinuti paralelni rad potrebno je sve privremene (virtualne) IP adrese u bazi starog SCADA sustava zamijeniti pravim IP adresama, navedeno je vremenski dosta zahtjevno i uzrokovalo bi dugotrajan prekid u komunikaciji.

Zbog svega gore navedenog treće rješenje, gdje se za ostvarivanje paralelnog rada koriste PCU poslužitelji novog SCADA/ADMS sustava pokazalo se kao optimalno rješenje. Glavne prednosti ovog rješenja kod paralelnog rada su sljedeće:

- Implementacija paralelnog rada bez potrebnih radova u EE objektima i mrežnoj infrastrukturi,
- Ulazak i izlazak iz paralelnog rada uz minimalan gubitak nadzora nad EE objektima,
- Nema potrebe za kupovinom dodatne opreme i licenci,
- Jednostavna i sigurna procedura prebacivanja nadležnosti upravljanja nad EE objektima između starog i novog SCADA sustava.

2.2. Paralelni rad korištenjem PCU komunikacijske poslužitelje novog SCADA/ADMS sustav

Paralelni rad starog NM SCADA/DMS i novog NM SCADA/ADMS sustava osigurat će se korištenjem PCU poslužitelja novog NM SCADA/ADMS sustava. PCU poslužitelji starog NM sustava će se ugasiti, a preko PCU poslužitelja novog NM sustava komunikaciju sa daljinskim stanicama ostvariti će oba SCADA sustava, stari NM SCADA/DMS i novi NM SCADA/ADMS sustav.



Slika 1. Paralelni rad korištenjem PCU poslužitelja

Predloženo rješenje paralelnog rada korištenjem PCU poslužitelja novog NM SCADA/ADMS sustava ne zahtijeva nikakve izmjene ni prilagodbe konfiguracija u EE objektima tj. na daljinskim stanicama za vrijeme paralelnog rada, također same izmjene na starom NM SCADA/DMS sustavu su minimalne te se mogu obaviti bez značajnog prekida u komunikaciji sa EE objektima.

Nakon što se na sve HEP-ODS lokacije (u sva 4 DDC centra) isporuči i instalira novi NM SCADA/ADMS sustav, u svakom od DDC-a bit će potrebno obaviti sljedeće radove da bi se ostvario paralelni rad:

- Ugasiti PCU poslužitelje starog NM SCADA/DMS sustava,
- Na PCU poslužiteljima novog NM SCADA/ADMS sustava jednom od slobodnih mrežnih sučelja dodijeliti IP adrese PCU poslužitelja starog NM SCADA/DMS sustava.

Za vrijeme paralelnog rada, PCU poslužitelji novog NM SCADA/ADMS sustava će sa SCADA poslužiteljima starog NM SCADA/DMS sustava i daljinskim stanicama u EE objektima komunicirati preko IP adresa starih PCU-a, a sa SCADA poslužiteljima novog NM SCADA/ADMS sustava će komunicirati preko novih IP adresa.

Da bi se mogao ostvariti paralelni rad korištenjem PCU poslužitelja novi SCADA sustav mora biti instaliran na istoj lokaciji gdje se nalazi i stari SCADA sustav.

3. POTREBNI RADOVI

Kako bi se implementirao paralelni rad korištenjem PCU poslužitelja novog NM SCADA/ADMS sustava potrebno je obaviti radove koji se sastoje samo od radova u centru (lokaciji instalacije novog SCADA sustava).

Preduvjet da bi paralelni rad mogao početi je da se obavi ugradnja opreme i instalacija novog NM SCADA/ADMS sustava na lokaciji sva 4 DDC centra HEP-ODS-a.

Kako bi se izbjegao potpuni prekid u komunikaciji s EE objektima, te sam prekid u komunikaciji i gubitak podataka sveo na minimum, ulazak u paralelni rad na svakoj od 4 DDC lokacije obaviti će se kroz 7 koraka:

- 1) Gašenje PCU B poslužitelja starog NM SCADA/DMS sustava.

- 2) Jednom od mrežnih sučelja novog PCU B poslužitelju NM SCADA/ADMS sustava, dodjeli se IP adresa prethodno ugašenog PCU B poslužitelja starog NM SCADA/DMS sustava, te je potrebno mrežni kabel prespojiti iz starog u novi PCU B poslužitelj.
- 3) Povezivanje, uspostavljanje komunikacije između novog NM PCU B poslužitelja i starog NM SCADA/DMS sustava te komunikacije između novog NM PCU B poslužitelja i EE objekata.
- 4) Prebacivanje komunikacije prema svim EE objektima sa starog NM PCU A poslužitelja na novi NM PCU B poslužitelj (prebacuje se jedan po jedan EE objekt da bi se prekidi u komunikaciji te samim time i gubitak podataka sveo na minimum).
- 5) Gašenje PCU A poslužitelja starog NM SCADA/DMS sustava.
- 6) Jednom od mrežnih sučelja novog PCU A poslužitelju NM SCADA/ADMS sustava, dodjeli se IP adresa prethodno ugašenog PCU A poslužitelja starog NM SCADA/DMS sustava, te je potrebno mrežni kabel prespojiti iz starog u novi PCU A poslužitelj.
- 7) Povezivanje, uspostavljanje komunikacije između novog NM PCU A poslužitelja i starog NM SCADA/DMS sustava te komunikacije između novog NM PCU A poslužitelja i EE objekata.

Gore navedenih 7 koraka biti će potrebno obaviti u svakom od 4 DDC-a pojedinačno. Radovi uvođenja paralelnog rada u jednom DDC-u nisu uvjetovani ni zavisni o radovima uvođenja paralelnog rada u druga 3 DDC-a. Jedini uvjet je da prije aktiviranja paralelnog rada sva oprema novog NM SCADA/ADMS sustava bude instalirana na lokaciji sva 4 DDC-a.

Paralelni rad sa strane vođenja elektro energetske mreže mogu se podijeliti u dvije faze:

- Faza 1. stari NM SCADA/DMS sustav je RSP (Remote Server Protocol) master za komunikaciju s daljinskim stanicama,
- Faza 2. novi NM SCADA/ADMS sustav je RSP master za komunikaciju s daljinskim stanicama.

Sustav koji je RSP master za komunikaciju s daljinskim stanicama kontrolira PCU poslužitelje i upravlja s komunikacijom prema daljinskim stanicama, također samo iz sustava koji je RSP master može se poslati komanda prema EE objektima.

Nakon završetka paralelnog rada komunikacija između PCU-ova i daljinskih stanica će se prebaciti preko novih IP adresa PCU poslužitelja. Da bi se ovo ostvarilo izmjene u konfiguraciji moraju biti napravljene i na daljinskim stanicama. Zadnja faza u prestanku paralelnog rada biti će micanje IP adresa starih PCU-ova sa mrežnih sučelja novih PCU poslužitelja. Kada će se ovaj zadnji dio odraditi, prvenstveno ovisi o tome kada će se na svim daljinskim stanicama napraviti potrebne izmjene u konfiguraciji, a koje se sastoje od toga da se u konfiguraciju daljinskih stanica trebaju upisati prave (nove) IP adrese PCU poslužitelja NM SCADA/ADMS sustava.

4. PARALELNI RAD

Paralelni rad trajat će do završetka probnog rada i ulaska novog NM sustava u produkciju. U slučaju bilo kakvih poteškoća u radu sustava za paralelni rad, te u slučaju veće havarije potrebno je obaviti zaustavljanje paralelnog rada te povratak na komunikaciju gdje isključivo stari NM SCADA/DMS sustav direktno komunicira s daljinskim stanicama (povratak na komunikaciju preko PCU poslužitelja NM sustava).

4.1. Početak paralelnog rada

Nakon što se obave svi pripremni radovi potrebni da se uvede paralelni rad te steknu osnovni preduvjet za početak paralelnog rada, to jest instalacije i podizanja novog NM SCADA/ADMS sustava na sve 4 DDC lokacije HEP-ODS-a, obavit će se prelazak na paralelni rad.

Sam prelazak u paralelni rad bit će obavljen u 2 koraka. U prvom koraku obavit će se zamjena uloga jednog PCU poslužitelja (ugasiti stari PCU i povezati jedan od 2 nova PCU poslužitelja koji se nalazi u DDC-u) te prebacivanje testne grupe objekata (do 10 objekata koje će definirati HEP-ODS) koji će se potom ostavi u probnom radu, predlaže se da probni rad bude minimalno tjedan dana. Ako probni rad

prođe bez ikakvih smetnji u radu, tada će se u drugom koraku obaviti zamjena uloga i drugog PCU poslužitelja te prebacivanje i svih ostalih objekata.

4.2. Prekid paralelnog rada

Ako i kada dođe do potrebe da se obavi prekid paralelnog rada, potrebno je izvesti radove samo u centru, nije potrebno obaviti nikakve radove na razini EE objekata niti mrežne opreme.

Prekid paralelnog rada će se obaviti tako što će se isključiti (maknuti sa mreže) PCU poslužitelj novog NM SCADA/ADMS sustava te ponovo uključiti PCU poslužitelj starog NM SCADA/DMS sustava. Nakon uključivanja PCU poslužitelji će se ponovno povezati sa starim NM SCADA/DMS sustavom i uspostaviti komunikaciju sa EE objektima. U tom trenutku prestaje komunikacija novog NM SCADA/ADMS sustava s EE objektima što ujedno predstavlja i prestanak paralelnog rada.

4.3. Povratak u paralelnog rad

Kada se ponovno steknu svi preduvjeti za povratak u paralelni rad, povratak u paralelni rad se može obaviti brzo i jednostavno. Potrebno je ponovo ugasiti stari PCU B poslužitelj te potom ponovno upaliti novi PCU B poslužitelj (na istom nije potrebno raditi nikakve izmjene jer je već prethodno sve konfigurirano kada se ulazilo u paralelni rad). Nakon što se novi PCU B poslužitelj poveže s oba SCADA sustava i EE objektima može se ugasiti stari PCU A poslužitelj te potom ponovno upaliti novi PCU A poslužitelj.

4.4. Završetak u paralelnog rada

Po završetku paralelnog rada obaviti će se gašenje starog NM SCADA/DMS sustava i prebacivanje komunikacije prema objektima direktno na novi NM sustav, tj. prebacivanja role RSP Master na novi NM sustav.

Prekid paralelnog rada će se izvršiti po sljedećoj proceduri:

- 1) Komunikacija između PCU-ova i daljinskih stanica će se prebaciti preko novih IP adresa PCU poslužitelja NM sustava,
- 2) Gašenje starog NM sustava.

5. TOČKA-TOČKA ISPITIVANJA

Nakon početne migracije baze podataka i ekranskih prikaza koja se obavlja automatskim postupkom, izvršiti će se točka-točka ispitivanja po ulasku novog NM sustava u paralelni rad s postojećim NM sustavom. Kreirat će se niz skripti s upitima koje će napraviti usporedbu baza podataka dva NM sustava kako bi se potvrdilo da je automatska migracija podataka ispravno napravljena i ne postoje razlike između baza.

5.1. Ispitivanje tipskih polja

Obzirom na velik broj EE objekata i ograničene ljudske resurse, a uzimajući u obzir prednosti automatske migracije, predviđeno je da se točka-točka ispitivanja izvrše samo za tipska polja ili stanice. Tipskim poljima ili stanicama smatraju se oni objekti koji su jedinstvena po svojoj namjeni i opremi.

Ispitivanje signala provest će se pobuđivanjem na samom izvoru (ulazi upravljačkih jedinica ili odvojni releji) ili pomoću opreme za ispitivanje zaštitnih funkcija. Sve komande u tipskim poljima ispitat će se slanjem naloga na aparate u postrojenju.

5.2. Ispitivanja simulacijom

Preostala polja će se ispitati simuliranjem procesnih točaka na jedan od sljedećih načina:

- 1) Simulacija na staničnim računalima / daljinskim stanicama u EE objektima

2) Simulacija informacija na PCU poslužitelju.

Većina opreme (stanična računala / daljinske stanice) instalirane po EE objektima podržavaju neki vid simulacije signala.

Tamo gdje nije moguće izvršiti ispitivanje simuliranjem signala na opremi u EE objektima obaviti će se ispitivanje simuliranjem signala na PCU poslužiteljima kroz simulator ugrađen u samu funkcionalnost PCU-a.



Slika 2. Simulacijsko sučelje PCU poslužitelja

6. ZAKLJUČAK

Paralelni rad predstavlja bitnu fazu svakog projekta nadogradnje SCADA sustava. Paralelni rad omogućuje punu funkcionalnost postojećeg SCADA sustava dok u isto vrijeme omogućuje da se novi SCADA sustav ispituje u realnim uvjetima i sa stvarnim podacima iz procesa. Navedeno nam omogućuje da novi SCADA sustav bude potpuno spreman za trenutak kada treba preuzeti funkciju nadzora i vođenja elektro energetske mreže HEP-ODS-a.

Ostvarivanje paralelnog rada starog NM SCADA/DMS sustava i novog NM SCADA/ADMS sustava na projektu nadogradnje SCADA sustava u DDC centrima HEP-ODS-a korištenjem PCU poslužitelja zadržava se maksimalna funkcionalnost postojećeg SCADA sustava te se dispečerima omogućava nesmetano vođenje elektro energetske mreže, dok je u isto vrijeme omogućeno da paralelno traje ispitivanje i pripremanje novog SCADA sustava za puštanje u pogon.

7. LITERATURA

- [1] Nadogradnja i integracija četiri SCADA/DMS Network Manager sustava u jedinstveni sustav ODS-a – Izvedbeni projekt, KONČAR, 2024.
- [2] Konfiguracijske upute proizvođača