

9. (15.) savjetovanje
Šibenik, 25. - 27. svibnja 2025.

Ivan Jajčević
KONČAR - Digital d.o.o.
ivan.jajcevic@koncar.hr

Matej Nikola Raič
KONČAR - Digital d.o.o.
matej-nikola.raic@koncar.hr

Martin Bolfek
HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o.
martin.bolfek@hep.hr

Luka Klimeš
KONČAR - Digital d.o.o.
luka.klimes@koncar.hr

Tea Šporčić
KONČAR - Digital d.o.o.
tea.sporcic@koncar.hr

Duško Buršić
HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o.
dusko.bursic@hep.hr

MIGRACIJA I SPAJANJE ČETIRI SCADA BAZE PODATAKA U ADMS SUSTAV HEP ODS-A

SAŽETAK

U HEP ODS-u je u provedbi projekt nadogradnje postojećih četiri Network Manager SCADA/DMS sustava verzije 6.4 koji se koriste za nadzor i vođenje distribucijske elektroenergetske mreže Republike Hrvatske na novu verziju sklopovske i programske opreme. Projekt obuhvaća promjenu postojeće arhitekture sustava, uspostavu centralnog, jedinstvenog ADMS sustava na razini cijelog HEP ODS-a te prelazak na novi sustav za inženjering podataka čime se uvelike mijenja postupak migracije podataka i parametara sustava s postojećih na novi sustav. Riječ je o kompleksnom sustavu i bazi podataka koja sadržava podatke integriranih 4 DDC-a (Distribucijsko Dispečerski Centara).

U uvodnom dijelu referata će biti opisana struktura baze podataka i podaci koji se koriste u SCADA/DMS funkcijama. Nadalje, obradit će se proces migracije koji je organiziran u više iteracija prilagodbe skripti i ispitivanja. Posebni naglasak staviti će se na prilagodbe koje su napravljene radi uvođenja novih funkcija i migracije ekranskih prikaza.

Ključne riječi: migracija, SCADA, nadogradnja

SUMMARY

HEP ODS is implementing a project to upgrade the existing four Network Manager SCADA/DMS systems version 6.4, which are used to monitor and manage the distribution electricity network of the Republic of Croatia, to a new version of hardware and software. The project includes changing the existing system architecture, establishing a central, unified ADMS system at the level of the entire HEP ODS, and switching to a new data engineering system, which greatly changes the process of migrating data and system parameters from the existing to the new system. This is a complex system and database that contains data from 4 integrated DDCs.

The introductory part of the paper will describe the database structure and data used in SCADA/DMS functions. Furthermore, the migration process, which is organized into several iterations of script adaptation and testing, will be discussed. Special emphasis will be placed on the adaptations made to introduce new functions and migration of single line diagrams.

Key words: migration, SCADA, upgrade

1. UVOD

U svakom projektu nadogradnje SCADA sustava jednu od ključnih uloga ima ispravna migracija svih podataka i podešenja postojećeg sustava te njihova prilagodba novom sustavu. Stoga je u sklopu projekta nadogradnje postojećeg Network Manager (NM) SCADA ADMS sustava u HEP ODS-u na novu verziju sklopovske i programske opreme posebna pažnja pridana migraciji podataka. SCADA ADMS sustav u HEP ODS-u koristi se za nadzor i vođenje distribucijske elektroenergetske mreže Republike Hrvatske. Tijekom nadogradnje integrira se novi sustav za inženjering podataka čime se mijenja i postupak migracije podataka i parametara sustava.

Tijekom migracije podataka bitno je što više automatizirati cijeli proces kako bi se smanjila mogućnost ljudske pogreške. Verzija NM sustava koja je trenutačno HEP ODS-u je NM6.4, a te se ona planira zamijeniti s verzijom 10.4 NM softvera. Baza za inženjering u oba sustava, u starom 6.4 i novom 10.4, su bazirane na Oracle bazi podataka. S obzirom na to da se postupak migracije treba provoditi više puta, jer se podaci unutar trenutačnog sustava mijenjaju na dnevnoj razini, potrebno je koristiti migracijske skripte koje olakšavaju postupak migracije. Sve skripte su prilagođene specifičnostima trenutačnog NM 6.4 sustava.

Power System Explorer je novi programski alat za inženjering podataka koji je implementiran u NM10 verziji SCADA sustava. Novi alat omogućava znatno unapređenje procesa inženjeringa pomoću modernog grafičkog sučelja kojim se služe i upravljaju dodatno educirani sistem inženjeri. Za što bolju efikasnost postupka inženjeringa podataka, u novom programskom alatu omogućena je izrada predložaka i dinamičkih elemenata. Elementi u bazi podataka automatski se generiraju korištenjem skupa pravila, čiji je preduvjet za ispravno provođenje uređena baza podataka. Prednost novog PSE alata je izrada korisničkih skripti za inženjering podataka što doprinosi automatizaciji procesa inženjeringa i dodatnim mogućnostima provjere unesenih podataka. [1]

Veliki naglasak u ovom referatu, osim na migraciju se stavlja i na spajanje četiri različite baze podataka u jednu, te svim potrebnim radnjama kako bi se to spajanje obavilo sa što većim stupnjem automatiziranosti. Za unifikaciju baza i pripremanje importa u jedinstvenu bazu koristi se dio PSE alata koji omogućava izradu korisničkih skripti.

2. TEHNIČKO RJEŠENJE

2.1. Koncept inženjeringa podataka

U procesu nadogradnje postojećih SCADA sustava u HEP ODS-u također se mijenja dosadašnji alat za inženjering podataka. Dosadašnji alat za inženjering DE400, iako je bio pouzdan, je zastario i nije omogućavao brz i jednostavan rad. Današnja tehnologija i računalna moć dopuštaju korištenje alata koji mogu bolje iskoristiti ono što im računalna moć stavlja na raspolaganje. Zato se za inženjering uvodi novi alat Power System Explorer (PSE) koji sadrži brojne funkcionalnosti za jednostavniji, brži i točniji proces inženjeringa podataka.

PSE alat je baziran na serversko-klijentskoj arhitekturi pri čemu se klijentske aplikacije nalaze na inženjerskim radnim stanicama, kao što su se i ranije de400 aplikacije nalazile. No, serverske PSE aplikacije su izdvojene na zasebne poslužitelje pri čemu je sam rad PSE aplikacije podijeljen na veći broj servisa čime se osiguravaju bolje performanse i optimalnije korištenje resursa, a prema potrebi se PSE poslužitelji mogu povezati kako bi se osigurala redundancija i visoka dostupnost na razini svakog pojedinog servisa.

Osim toga što se PSE alat koristi za inženjering on se koristi i za rad operatera. U dosadašnjoj konfiguraciji inženjeringa postojala su tri različita alata koja su se morala koristiti kako bi jednopolna shema koje se nacrtala sa svim svojim pripadajućim signalima, bila vidljiva operaterima. Za inženjering podataka, se koristila već spomenuta aplikacija DE400 u kojoj su se crtale jednopolne sheme i unosili su se pripadajući podaci. Zatim se koristila aplikacija PED500 u o kojoj su se dorađivali simboli i dodatno sam izgled jednopolne sheme, a za rad operatera i nadziranje mreže u stvarnom vremenu koristila se WS500 aplikacija. Te tri aplikacije (DE400, PED500 i WS500) su u potpunosti zamijenjene s PSE aplikacijom. Jedna od većih prednost PSE aplikacije u odnosu na tri aplikacije koje mijenja je ta što se jednopolna shema koja se nacrtala u inženjerskom načinu rada u potpunosti preslikava izgledom operateru. U alatima koji su se do sada koristili uvijek su se koristile neke vrste mapiranja slika što značajno usporavalo rad pri crtanju jednopolnih shema

PSE aplikacija se zbog boljih performansi oslanja na korištenja radne memorije (RAM) i cache datoteka, pa tako svaka klijentska aplikacija ima lokalne cache datoteke koje su sinkronizirane sa serverskom PSE aplikacijom, no u slučaju gubitka veze prema serverskoj aplikaciji mogu raditi i samostalno

dok se ne povrati veza te uspostavi sinkronizacija. Serverske aplikacije imaju centralne cache datoteke u kojima je spremljen cijeli model mreže kako bi bio brže dostupan. Sam model mreže i cjelokupna baza za inženjering se i dalje nalazi na DE poslužitelju unutar Oracle baze podataka. Sve izmjene napravljene s bilo koje PSE aplikacije spremaju se u Oracle bazi podataka te lokalno na PSE poslužiteljima kako bi se sačuvala u slučaju gubitka veze s DE poslužiteljem. Koncept populiranja skupa izmjena je ostao sličan kao u NM6, ali je pojednostavljeno pokretanje, nadzor i analiza kroz sami PSE alat i promijenjen je naziv te je sada naziv deploy.

Osim promjene samog alata za inženjering, u NM10 sustavu je izmijenjen i koncept inženjeringa, dodavanjem testnog QA (*Quality Assurance*) sustava kako bi se povećala točnost podataka u produkcijskom PROD (*Production*) sustavu.

Sve izmjene se prvo rade i provjeravaju na testnom sustavu. U praksi se često dogodi da se nakon populacije izmjene na SCADA sustav primijete greške, pa je potrebno ponoviti populaciju. Nakon toga je moguće tako testirane izmjene sve zajedno ubaciti u PROD sustav u samo jednoj populaciji što znatno unaprjeđuje rad sustava s obzirom na to da svaka populacija ometa rad operatera zbog potrebe za zamjenom uloga SCADA poslužitelja, a sa svakom zamjenom uloga se kratko izgubi nadzor nad sustavom.

Komponente u PROD i QA sustavima za inženjering podataka su jednake, a razlikuju se po tome što je PROD sustav morao zadovoljiti više zahtjeve za visoku dostupnost i redundanciju. Stoga QA sustav ima jedan, a PROD sustav ima deset PSE poslužitelja koji su međusobno sinkronizirani na razini svakog servisa unutar PSE aplikacije, pri čemu je moguće za svaki servis odrediti na kojem PSE poslužitelju će biti master, a na kojem će biti automatsko prebacivanje u slučaju nedostupnosti [3].

2.2. PSE Alat za inženjering

PSE alat u NM10 sustavu značajno poboljšava proces inženjeringa koji obavljaju sistem inženjeri kroz suvremeno grafičko sučelje. Osim modernog dizajna koji olakšava rad i čini ga ugodnijim, PSE alat donosi mnoge nove mogućnosti i prednosti u usporedbi s dosadašnjim radom. Glavne prednosti uključuju velike mogućnosti automatizacije unosa podataka i korištenje ugrađenih automatskih provjera ispravnosti podataka.

Kako bi novi proces inženjeringa bio još učinkovitiji i precizniji, u novom alatu mogu se stvoriti predlošci za automatski unos određenog skupa podataka. Na primjer, moguće je stvoriti predložak za standardno polje sa svim elementima i nazivima. Osim toga, za sve elemente mogu se stvoriti dinamički prikazi koji automatski prikazuju odabrane vrijednosti ili tekst na jednopolnim shemama, poput napona, radne i jalove snage te naziva uz svaki generator. Ovo omogućuje automatizaciju samog procesa inženjeringa, što doprinosi brzini, preciznosti i dosljednosti inženjeringa podataka na razini cijelog SCADA/ADMS modela i pripadajućih objekata. [2]

Ujednačenost i dosljednost podataka u bazi podataka mnogo je lakše postići uz PSE alat, budući da se mnogi parametri, poput naziva elemenata, ograničenja ili spremanja u povijesnu bazu, mogu automatski generirati s pomoću skupa pravila i obrazaca. Za uspješno primjenjivanje pravila, ključno je imati uređenu bazu podataka, a tome doprinose i automatizirane provjere dosljednosti i ispravnosti unesenih podataka prema predefiniranim pravilima. Tako se mogu uočiti greške i upozorenja tijekom inženjeringa. Novi alat ima ugrađenu podršku za izradu korisničkih skripti napisanih u programskom jeziku C#, što omogućuje automatizaciju procesa inženjeringa. Inženjering podataka dodatno je olakšan mogućnošću jednostavnog uvoza i izvoza podataka u Excel, što omogućuje dodavanje, ažuriranje i brisanje elemenata iz baze.

Prelazak na novi alat zahtijevao je dodatne edukacije i treninge sistemskih inženjera i prilagodbu izgleda grafičkih prikaza.

3. POSTUPAK MIGRACIJE

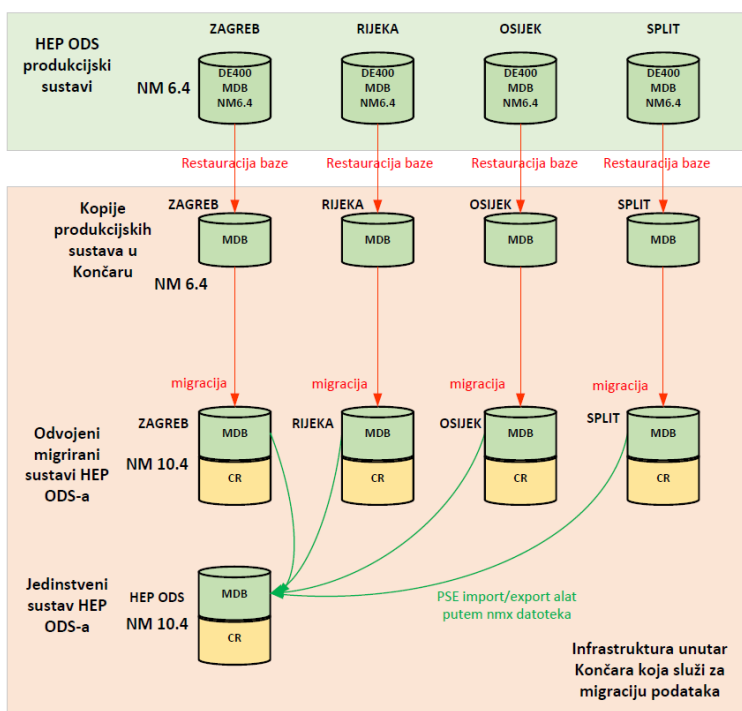
3.1. Uvod u migraciju podataka

Migracija baze za inženjering podataka jedan je od glavnih preuvjeta za nadogradnju cijelog SCADA ADMS sustava. Ovaj proces osigurava dosljednost podataka koji su rezultat višegodišnjeg inženjeringa i ispitivanja u NM6 SCADA sustavu, istovremeno prilagođavajući bazu podataka potrebama novog NM10 sustava. Prilagodbe podataka, koda i strukture baze podataka provode se radi integracije novih funkcionalnosti razvijenih za novi SCADA sustav te radi ispravljanja grešaka koje su se pojavile između verzija NM6 i NM10 SCADA sustava. Migracija baze podataka donosi i dodatnu korist u obliku poboljšanja kvalitete samih podataka. Analizom skripti za nadogradnju, usporedbom podataka između NM6

i NM10 SCADA sustava te provjerom konzistencije podataka u novom PSE alatu za inženjering podataka, otkrivaju se greške u prethodno unesenim podacima koje se direktno ispravljaju u NM6 SCADA sustavu. Neke od tih grešaka je dobro prepraviti i prije same migracije pa se one ispravljaju u NM6 sustavu, dok većina njih se može prepraviti naknadno unutar PSE alata. Prepravaka NM6 baze za inženjering se radi samo za stvari koji utječu na uspješnost migracije podataka. Preferira se prepravak stvari unutar PSE alata zbog jednostavnosti i brzine rješavanja problema.

Tijekom migracije podataka bitno je što više automatizirati cijeli proces kako bi se smanjila mogućnost ljudske pogreške. Verzija NM sustava koja je trenutno u HEP ODS-u je NM6.4, a te se verzija planira zamijeniti s verzijom 10.4 NM softvera. Baza za inženjering u oba sustava, u starom 6.4 i novom 10.4, su bazirane na Oracle bazi podataka. Skripte se primjenjuju između početne verzije sustava 6.4 i nove verzije 10.4. Kroz te skripte, određene tablice se dodaju ili brišu, stupci unutar tablica se dodaju ili brišu, te se vrše određene modifikacije parametara unutar tablica ili premještaju podaci iz postojećih stupaca u nove kako bi odgovarali strukturi nove baze.

Kako bi se osigurao nesmetan rad trenutnog NM6 sustava bilo je potrebno kreirati potpuno novu infrastrukturu unutar Končara kako bi se postupak migracije mogao nesmetano provoditi. Cijela stvorena infrastruktura u Končaru se nalazi na slici ispod. Za te potrebe je kreirana kopija NM6 sustava u Končaru kako bi se mogle raditi manipulacije unutar baze koje su potrebne za migraciju. Jeda od primjera što se treba napraviti na tom sustavu je brisanje starih korisnika u DE400. To se ne bi moglo napraviti na produkciji jer se ti korisnici koriste, a u novom sustavu više nisu potrebni i usporavaju proces migracije. Nakon toga se kroz niz skripti za nadogradnju radi manipulacija sa Oracle bazom kako bi se prilagodila struktura tablica koja odgovara verziji NM 10.4 softvera. Nakon toga se izvode četiri odvojene migrirane baze koje onda treba spojiti jednu. Taj dio se radi preko nmx import/export alata koji je opisan u poglavlju 3.4. Na četiri baze odvojene baze se rade sve dorade sa skriptama koje su opisane u idućim poglavljljima.



Slika 1. Grafički prikaz migracije i spajanja baza podataka

3.2. Sučelje za izradu korisničkih skripti

PSE, novi alat za inženjering podataka SCADA sustava dolazi opremljen API-em (Application Programming Language) koji omogućuje pisanje korisničkih skripti koje znatno olakšavaju rad nad samim podacima. Korisničke skripte pišu se u programskom jeziku C#. Svaka skripta poziva se na biblioteku koja sadrži klase, sučelja i funkcije koje omogućavaju manipulaciju nad podacima iz Oracle baze podataka unutar PSE alata. Podatci unutar PSE-a tretiraju se kao objekti što se uklapa u filozofiju objektno orijentiranog programiranja na kojem se C# bazira. Tako se tablice baze podataka mogu prikazati kao nizovi koji sadrže objekte koji imaju svoje atribute i metode i međusobno se pozivaju na druge objekte u

bazi što omogućuje nasljeđivanje atributa, te je moguće pristupiti svakom pojedinom objektu. Kombiniranjem funkcija koje nudi biblioteka za interakciju s podacima i standardnih funkcija i naredbi programskog jezika C# omogućuju se vrlo brze, točne i sistematične promjene nad velikom količinom podataka, ili čak nad cijelom bazom. Željene promjene mogu u potpunosti biti definirane programskim kodom, ili uz mogućnosti C# jezika da čita .csv i slične datoteke. Promjene mogu biti definirane i pomoću vanjskih podataka, a pisanjem u slične datoteke može se voditi evidencija promjena. Masovne promjene koje bi od sistem inženjera zahtijevale veliku količinu vremena i koncentracije izvršavaju se u nekoliko sekundi uz potpunu točnost. Korisničke skripte su uz širok spektar mogućnosti za izmjenu podataka, izrazito pogodne za provedbu analiza nad podacima. Dobro napisan programski kod može u iznimno kratkom vremenu obraditi cijelu bazu podataka i vratiti korisniku podatke ili informacije koje definira u skripti.

3.3. Automatska unifikacija četiri baze podataka

Prilikom spajanja četiri baze podataka koje je stvarao i održavao različit kadar inženjera, fokus se stavlja na sistematičnost i unifikaciju nove baze. Različite regije upotrebljavaju različito nazivlje za signale koje se odnose na istu pojavu. Cilj je prilikom spajanja razviti katalog jedinstvenih naziva signala. Sistematičnost će doprinijeti implementaciji dinamičkih predložaka za ekranske prikaze čija se funkcionalnost zasniva na nazivlju prisutnih signala.

Analizom stanja baza identificirana su sva jedinstvena imena signala i učestalost korištenja svakog naziva. Na temelju analize razvija se spomenut katalog naziva signala. Sam katalog moguće je kao vanjsku datoteku priložiti korisničkoj skripti koja u nekoliko sekundi svakom signalu na temelju njegovog prethodnog naziva pridjeljuje novi naziv. Uz to na svakom objektu u bazi uključuje tzv. *Name Flag* koji aktivira funkciju generiranja naziva signala po unaprijed određenom setu pravila. Skripta bilježi svaku promjenu i generira datoteku koja će služiti kao pivot između starih i novih naziva. Pivot datoteku je važno čuvati zbog naknadne migracije objekata iz Avanti baze podataka koji kao identifikator koriste naziv signala, koji u staroj i novoj bazi podataka više nije jednak.

3.4. Pripremanje jedinstvene baze za prihvrat podataka iz četiri različite baze

Da bi se pojedina stanica mogla ubaciti u jedinstvenu bazu potrebno je napraviti određene predradnje kako bi ta nova baza bila spremna na prihvrat podataka. Kako je u prvom trenutku nova baza u kojoj se spajaju sve četiri baze potpuno prazna, potrebno je u nju uvesti takozvane zajedničke podatke od sve četiri baze. Ti zajednički podaci se sastoje od niza tablica koje su analizom složene od sva četiri centra. Analizom se tablice prvo automatski očišćene tako da one koje se ne koriste, se neće uopće migrirati. Nakon toga se gledala učestalost korištenje pojedinih elemenata u bazi i njihova konfiguracija. Ako je bilo moguće, pojedine tablice su se mijenjale tako da se poveća unificiranost baze. Dvije najbitnije tablice su tablice za nadležnost podataka i tablice za komunikaciju. Tablica za nadležnost se koriste za sve objekte u bazi podataka.

3.5. Pripremanje podataka za import u jedinstvenu bazu

Pored samih signala, u bazi se nalaze i metapodatci (podatci o signalima) koji se definiraju kao objekti u svojim zasebnim tablicama, a signali i drugi metapodatci se referenciraju na njih. Metapodatci doprinose sistematičnosti tako što sadrže razne postavke i parametre signala koji se ne moraju definirati za svaki signal, nego se signalu predjeli metapodatak koji se može smatrati skupom postavki.

Kao i signali, metapodatci su se razvijali zasebno, svaki u svojoj bazi i osnovna pretpostavka je da postoji značajan broj različitih metapodataka koji imaju definirane jednake parametre. Spajanjem četiri baze podataka u tom stanju bi uzrokovalo stvaranje većeg broja objekata nego što je potrebno. Detaljnom analizom metapodataka, koja obuhvaća sve četiri SCADA baze podataka, grupiraju se svi metapodatci s identičnim postavkama. Uz to otkrivaju se i metapodatci koji su u nekom trenutku bili, ali više nisu u uporabi. Kao rezultat analize dobiva se katalog jedinstvenih metapodataka u kojemu je definirano koji skup starih metapodataka se treba promijeniti u koji novi metapodatak. Takav jedinstven skup metapodataka se importa u novu bazu podataka. Kako bi signali koristili nove metapodatke, potrebno je na svakom signalu, u sve četiri baze koje se koriste samo za migraciju, mapirati metapodatke kako bi odgovarali novokreiranom skupu podataka u jedinstvenoj bazi. Za takve promjene najbolje je primijeniti korisničke skripte opisane u poglavlju 3.2. Skripta treba biti napisana tako da prolazi kroz sve potrebne tablice, te

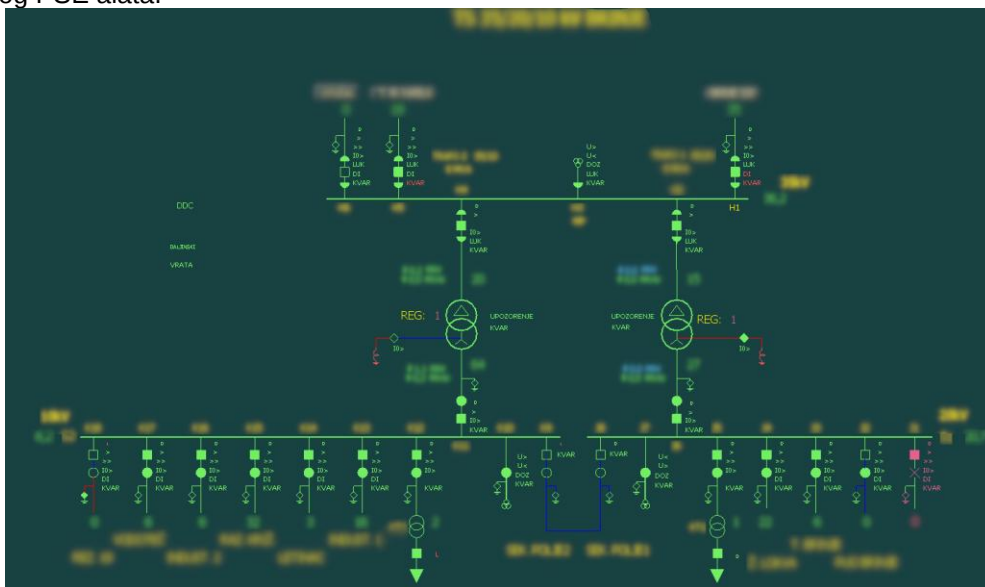
svaki metapodatak provjerava u katalogu jedinstvenih metapodataka i onda mu mijenja ima koje odgovara nekom od onih koji se nalaze u katalogu jedinstvenih metapodataka.

3.6. Import podataka u jedinstvenu bazu

Import podataka u već pripremljenu bazu se radi kroz nmx import/export alat. Alat za import/export je samostalna aplikacija koja se može pokrenuti iz izbornika Start. Alat se koristi za izvoz objekata i aspekata u nmx datoteku. Svaka stanica se izvozi u obliku .nmx datoteke i zatim se uvozi u novi sustav. Nakon što se podaci prenesu u alat, mogu se spremati kao nmx datoteka u datotečni sustav pomoću opcije „Spremi kao” u izborniku Datoteka. Prema zadanim postavkama, sadržaj datoteke je binarni. Međutim, ako je gumb Text Mode u alatnoj traci aktiviran, sadržaj će biti pohranjen kao tekst. Spremanje kao tekst je korisno, na primjer, za otvaranje datoteke u uređivaču teksta ili za spajanje s drugom nmx datotekom. Prilikom importa uvozi se kompletna stanica sa svojom bazom signala i s jednopolnom shemom. Cijela struktura stanice se preslikava jedan na jedan. U slučaju grešaka pri importu to znači da neki od prethodnih koraka nije dobro odrađen. U slučaju dobre pripreme proces uvoza, brz je i jednostavan.

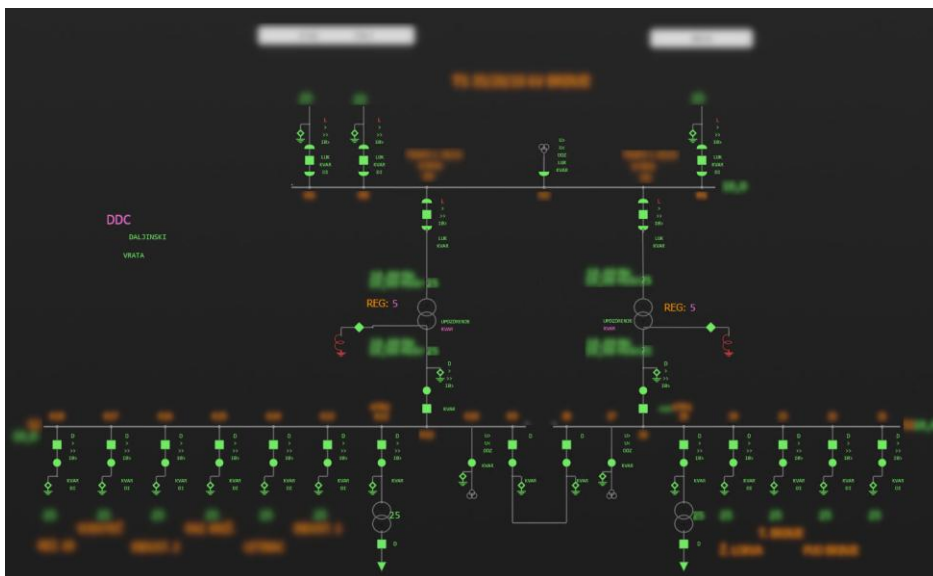
3.7. Migracija i radovi na ekranskim prikazima

Nakon što se migrira baza na novu verziju potrebno je napraviti uvoz slika po unaprijed definiranom setu pravila. Ta pravila su dizajnirana tako da bi jednopolna shema bila što sličnija izgledu u starom sustavu. Izgled se želi zadržati zbog toga što operateri navikli na određen izgled jednopolnih shema. Iako alat nudi mnoge mogućnosti za unaprjeđenje izgleda slika, ta unaprjeđenja će se uvoditi naknadno dok se operateri ne naviknu na rad s novim PSE alatom. Iako se jednopolne sheme uvoze s velikim stupnjem automatiziranosti, nažalost nije moguće uvijek u potpunosti napraviti totalni automatski postupak. Razlog tome je što pojedine jednopolne sheme imaju specifičnosti koje nije moguće u potpunosti predvidjeti i onda na temelju toga automatizirati postupak. Nakon automatskog uvoza jednopolnih shema potrebno je svako shemu provjeriti i po potrebi ručno doraditi. Na slikama ispod je primjer jednopolne sheme iz starog WS500 alata i novog PSE alata.



Slika 2. Izgled jednopolne sheme iz starog WS500 sustava

Na slici 2 i 3 se nalazi ista jednopolna shema iz dva različita sustava, ali je vidljivo da se pri migraciji vodilo računa o tome da izgled jednopolnih shema bude što sličniji iako se radi o potpuno različitim alatima.



Slika 3. Izgled jednopolne sheme iz novog PSE alata

3.8. Migracija podataka koji nisu u Oracle bazi

Osim statičkih podataka iz Oracle baze koji služe kao parametri signala, postoje i podatci koji prikazuju stvarna stanja tih signala, tj. objekata. Oni se nalaze u *Real-Time Avanti* bazi podataka. Uz ostale, u Avanti bazi nalaze se podaci o ručno unesenim stanjima sklopnih aparata i oznake koje služe za ograničavanje definiranih operacija nad određenim objektima. Te podatke ne unose sistem inženjeri, već dispečeri tokom rada. Kako prilikom prelaska sa starog sustava na novi, dispečer ne bi morali unositi svaki ručni unos i oznaku, za to se koristi alat DMT (Data Migration Tool). DMT se može konfigurirati da iz Avanti baze izvozi i uvozi objekte (*record*) iz određene tablice (*table*), i samo određene stupce, tj. svojstva (*property*). Izvoz se dobiva u obliku .xml datoteke. Import podataka vrlo je jednostavan kada se import radi u bazu podataka s istim objektima iz koje je napravljen izvoz.

S obzirom na to da će nova baza podataka sadržavati objekte iz sve četiri baze podataka, potrebno je napraviti izvoze iz svake baze zasebno. Međutim, četiri odvojena DMT importa nisu moguća jer svaki novi import poništava svaki prethodni. Podatke izvezeno sa sva četiri centra potrebno je spojiti u jednu migracijsku datoteku. Taj postupak nije jednostavno ručno napraviti zbog strukture migracijske datoteke.

```
<table>
  <name>TablicaA</name>
  <property>
    <name>SvojstvoA</name>
    <record>
      <id>ID1</id>
      <value>Vrijednost1</value>
    </record>
    <record>
      <id>ID1</id>
      <value>Vrijednost2</value>
    </record>
  </property>
  <property>
    <name>SvojstvoB</name>
    <record>
      <id>ID1</id>
      <value>Vrijednost3</value>
    </record>
    <record>
      <id>ID1</id>
      <value>Vrijednost4</value>
    </record>
  </property>
</table>
```

Slika 4. Struktura XML datoteke za prijenos ručnih unosa

Na slici dan je primjer strukture migracijske .xml datoteke. Podatci s četiri centra ne mogu se samo dodati jedan iza drugoga zato što datoteka ne sadrži objekte (*record*) koji sadrže svojstva, nego suprotno, sadrži *svojstva* koja sadrže *objekte*. Svaki objekt sadrži identifikator (ime signala) i vrijednost svojstva tog objekta. Novi podatci moraju se upisati na način da se za svako svojstvo zasebno doda novi objekt i upiše njegov identifikator i vrijednost. To nije postupak koji je praktično raditi ručno s obzirom na to da se u datotekama mogu pojaviti nekoliko tisuća objekata. Iz tog razloga se koristi skripta pisana u programskom jeziku Python, koja uzima podatke iz migracijskih datoteka iz sve četiri baze i pretvara te podatke u višedimenzionalni niz. Skripta spaja te nizove i time ubacuje podatke na njihovo pravo mjesto. Nakon što su podatci spojeni ponovno generira novu migracijsku datoteku po strukturi sa slike. Ta migracijska datoteka jednim importom unosi informacije o ručnim unosima i oznakama iz sve četiri baze. Nakon stvaranja nove migracijske datoteke potrebno je obratiti pažnju na to da se kao identifikator u Avanti bazi koristi naziv signala. U poglavlju 3.3. spomenuto je kako se prilikom migriranja podataka u jednu bazu radi unifikacija nazivlja signala, što znači da nazivi signala u bazama iz kojih su izvezeni uz pomoć migracijske datoteke nisu jednaki nazivima signala u bazi u koju će se nova migracijska datoteka uvesti. Python skiptom se na temelju pivot datoteke spomenute u poglavlju 3.3 izmjenjuju identifikatori (nazivi) nove migracijske datoteke tako da odgovaraju signalima u novoj jedinstvenoj bazi.

4. PROVJERA TOČNOSTI MIGRACIJE

4.1. Usporedba baze podataka za inženjering

S obzirom na kritičnost precizne migracije baze podataka za inženjering, bilo je potrebno razviti precizne skripte za usporedbu originalne baze iz NM6 sustava i baze podataka nakon migracije u NM10 sustavu. Usporedba je rađena pomoću python upita na obje baze pri čemu su razlike izvezene u Excel za analizu. Glavni izazovi za izradu skripte su bili:

- mrežna propuštanja između sustava,
 - osiguravanje da se od trenutka započinjanja migracije do trenutka usporedbe ne radi inženjering u NM6 sustavu kako bi podaci bili jednaki,
 - uskladiti nazive svih atributa unutar tablica s obzirom na to da su se neki promijenili između dva sustava
 - detektirati koji podaci su namjerno izmijenjeni kako bi odgovarali potrebama NM10 sustava
- Proces migracije može biti završen tek kad je potvrđeno da nema niti jedne nenamjerne razlike između NM6 i NM10 baza podataka.

4.2. Usporedba ekranskih prikaza

Nakon završnih dorada ekranskih prikaza u PSE alatu i stavljanja slika na PROD i QA sustav, potrebno je napraviti završnu usporedbu ekranskih prikaza na novom NM 10.4 i starom NM 6 sustavu.

Postupak verifikacije ekranskih prikaza opisan je u nastavku:

- Provjeriti otvaranje slike u PSE izborniku na novom NM 10.4 sustavu
- Provjeriti otvaranje filtrirane liste događaja, alarma i kronologije za stanicu preko tipki iz PSE izbornika
- Isključiti komunikacijsku liniju na kojoj se nalazi RTU koji se ispituje na oba sustava
- Pokrenuti učitavanje simuliranih stanja na oba sustava
- Potvrditi sve alarme
- Vizualno usporediti slike
- Uključiti komunikacijsku liniju na kojoj je testni RTU- na oba sustava
- Provjeriti smjerove i iznose mjerenja u normalnom stanju na oba sustava

5. ZAKLJUČAK

Migracija SCADA/DMS sustava u HEP ODS-u je složen proces koji uključuje nadogradnju hardvera i softvera te unifikaciju baza podataka. Uvođenjem centraliziranog ADMS sustava poboljšana je konzistentnost podataka, automatizacija inženjerskih postupaka i funkcionalnosti operativnog nadzora.

Korištenjem Power System Explorer (PSE) alata olakšana je obrada podataka i smanjen rizik od ljudskih pogrešaka. Testni (QA) sustav osigurao je dodatnu provjeru prije implementacije u produkciju, dok su vizualni prikazi prilagođeni kako bi operateri imali dosljedno sučelje. Suradnja timova KONČAR - Digital d.o.o. i HEP ODS-a bila je ključna za uspješnu migraciju. Ovaj projekt označava značajan iskorak u modernizaciji sustava i postavlja temelje za daljnji razvoj i integraciju novih funkcionalnosti

6. LITERATURA

- [1] Končar 54-24-00020 - Projekt arhitekture sustava
- [2] ABB Functional Description; „Power System Explorer“, Release NM 10.4