

Mario Golubić
KONČAR – DIGITAL d.o.o.
mario.golubic@koncar.hr

Maja Šlogar Brcko
KONČAR d.d.
maja.slogar-brcko@koncar.hr

Siniša Sekulić
KONČAR – DIGITAL d.o.o.
sinisa.sekulic@koncar.hr

Sanjin Jurešić
INA d.d.
sanjin.juresic@ina.hr

PREGLED RJEŠENJA U IMPLEMENTACIJI SUSTAVA ZA NADZOR ELEKTRIČNE ENERGIJE

SAŽETAK

Neprestano unapređenje i primjena novih tehnologija ključni su za učinkovito korištenje električne energije. U drugoj fazi modernizacije Rafinerije nafte Rijeka (RNR), razvijen je i implementiran sustav za daljinski nadzor mjerenja preuzimanja, proizvodnje, isporuke i potrošnje električne energije. Ovaj sustav, rezultat suradnje između Končara i INA-e, omogućuje učinkovito praćenje i upravljanje električnom energijom. Inicijalno, sustav za nadzor potrošnje i proizvodnje električne energije (SNPEE) povezao je desetke fizičkih mjernih terminala iz osam trafostanica, s mogućnošću dodavanja novih terminala (predviđeni broj <500). Elektro-energetski sustav RNR je složen sustav koji koristi različite režime rada i napajanja kako bi osigurao stabilnu opskrbu potrošača. Implementacija je uključivala moderne i sigurne tehnologije, što korisnicima omogućuje pregled trenutnih mjernih vrijednosti i izradu izvještaja o potrošnji energije za različite vremenske periode (7 dana, 1 mjesec, 1 godina itd.)

Ključne riječi: mjerenje, praćenje, nadzor, izvještavanje, analiza, trafostanice, generatori

OVERVIEW OF SOLUTIONS IN THE IMPLEMENTATION OF AN ELECTRIC ENERGY MONITORING SYSTEM

SUMMARY

The ongoing advancements and innovative technologies are crucial for maintaining high-quality electrical energy supply. During the modernization of the Rijeka Oil Refinery, a system was implemented to remotely monitor energy intake, production, distribution, and usage. In its initial phase, this system linked numerous measuring terminals across eight substations, with the capability to integrate additional terminals in the future. The system's complexity lies in its various operational modes designed to ensure a stable energy supply. This setup enables users to review real-time measurements and generate energy consumption reports for different time periods (7 days, 1 month, 1 year, or on request).

Key words: measurement, monitoring, supervision, reporting, analysis, substations, generators

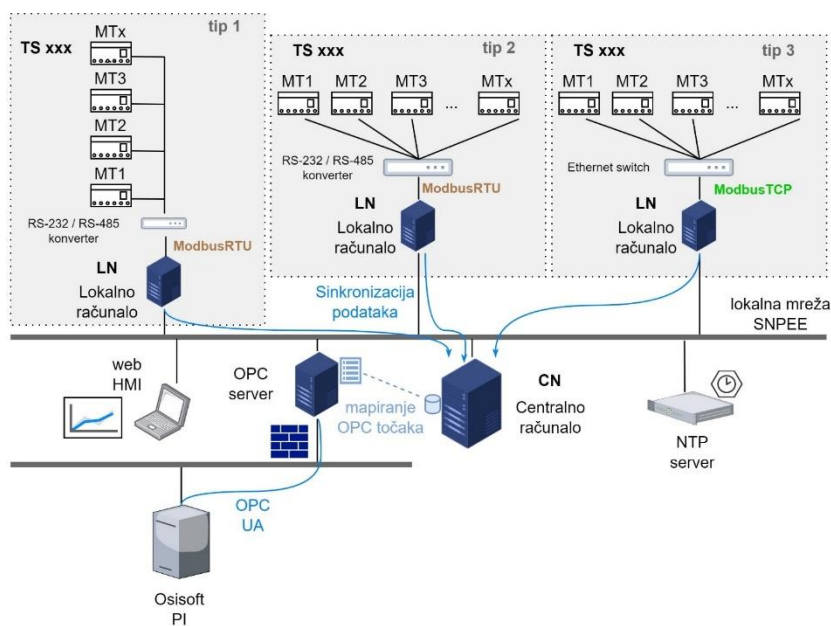
1. UVOD

U području automatiziranih upravljačkih sustava, ključni aspekt interakcije između čovjeka i stroja je aktivno praćenje stanja sustava. Tijekom nadzora, korisnik prati podatke dobivene iz mjernih točaka na fizičkim lokacijama. Kvaliteta interpretacije tih podataka ovisi o načinu na koji su prezentirani korisniku, što je u većini SCADA sustava grafičko sučelje. Trenutno, SNPEE sustav koristi podatke iz 72 mjerna terminala (MT) i nakon obrade ih prikazuje korisniku. Konkretno, elektroenergetski sustav INA RNR-a je složena mreža koja uključuje mnoge ključne komponente. Njegova osnovna struktura obuhvaća 35 kV prsten s pet glavnih trafostanica i tri generatora, koji su dio energane (TS 341). Kako bi se osigurala pouzdana opskrba svih potrošača, INA RNR ima tri voda prema HEP-ovoj distribucijskoj i dva voda prema HOPS-ovoj prijenosnoj mreži. Ova kompleksna mreža funkcionira kao samostalni elektroenergetski sustav, zahtijevajući stabilnost i pouzdane izvore energije za opskrbu rafinerije. Tijekom modernizacije INA RNR-a, broj potrošača povezanih putem 6kV trafostanica značajno je porastao. Sustav sada uključuje ukupno 30 trafostanica (TS) koje se upravljaju putem SCADA sustava PROZA NET. Unutar tih 30 TS, već su instalirani mjerni terminali (eng. measurement terminal, MT) za mjerenje i nadzor energetskih veličina, a dodatni MT-i su dodani tijekom projekta SNPEE. Međutim, ovi MT-i nisu povezani s postojećim SCADA sustavom za upravljanje. Ukratko, elektroenergetski sustav INA RNR-a je složena i dinamična mreža ključna za pouzdano funkcioniranje rafinerije.

Projekt SNPEE, usmjeren na nadzor potrošnje i proizvodnje električne energije, uključuje instalaciju i konfiguraciju novog paralelnog nadzornog sustava. Ovaj sustav se povezuje s MT-ima, omogućujući pregled trenutnih vrijednosti snaga i energija, te izradu grafičkih i tabličnih izvještaja o potrošnji energije u prošlim razdobljima. Važno je napomenuti da sustav SNPEE ne upravlja postrojenjem. SNPEE je osmišljen za pružanje detaljnog uvida u potrošnju električne energije kroz napredne funkcionalnosti nadzora. Sustav je skalabilan i prilagodljiv, s mogućnošću povezivanja s različitim MT-ovima. Korisničko sučelje je intuitivno i jednostavno za korištenje, omogućujući korisnicima lak pristup trenutnim izmjerenim vrijednostima. Operativni elementi uključuju nadzornu ploču (prikazuje trenutne vrijednosti snaga i energija), signale koji ukazuju na promjene u potrošnji, događaje koji bilježe važne trenutke u radu sustava, automatske izvještaje generirane prema unaprijed definiranim parametrima, agregaciju signala za lakše praćenje trendova potrošnje, te integraciju s vanjskim OPC sustavom za dodatne funkcionalnosti. Sve ove komponente čine SNPEE učinkovitim alatom za nadzor potrošnje električne energije.

2. PREGLED SUSTAVA

SNPEE sustav je distribuirani sustav koji u osnovnoj izvedbi povezuje 72 mjerna terminala – procesne točke. Kontinuiranim dodavanjem novih terminala kompleksnost sustava raste, a sustav je dizajniran da stabilno funkcionira čak i kada se broj terminala poveća na 1000.



Slika 1 Topologija SNPEE sustava

Sustav je sastavljen iz jednog centralnog računalnog čvora (CN, eng. central node), osam lokalnih čvorova (LN, eng. local node) i operativnog radnog mjesta – kao što prikazuje Slika 1. Svaki LN je smješten unutar transformatorske stanice i povezan je s lokalnim MT-ovima. LN-ovi imaju ključnu ulogu u ovom distribuiranom sustavu i optičkom vezom su spojeni na CN. LN-ovi prikupljaju podatke s MT-a, mogu obraditi te podatke, na način kao što su popisi (*Event*, *SOE*, *Alarm*), vremenske serije, izvješća i funkcije (*Mapping*, *Scaling*, *Matching*, Izrazi). LN-ovi pohranjuju kratkotrajnu povijest mjerenja i isporučuju mjerenja CN-u koristeći interni protokol za sinkronizaciju podataka. Ako dođe do prekida veze između CN-a i bilo kojeg LN-a, LN će zadržati povijest (do 10 dana) promjena koje su se dogodile tijekom prekida i isporučiti ih CN-u nakon ponovne uspostave veze. Centralni čvor je smješten unutar glavne transformatorske stanice TS 300 (dispečerski centar) i kao što je ranije navedeno, povezan je u optički prsten. Svaka transformatorska stanica ima svoj LN koji je povezan s terminalima putem serijske ili TCP veze. Ovisno o vrsti veze, koriste se različiti konverteri i protokoli. U lokalnoj mreži SNPEE nalazi se prijenosno računalo koje služi kao radno mjesto za operatera. Korisnici sustava mogu se preko prijenosnika povezati na CN putem web preglednika kako bi pregledali trenutna i povijesna mjerenja. Ovime je korisnicima omogućen uvid u rad sustava u stvarnom vremenu, čime se poboljšava učinkovitost i pouzdanost cijelog sustava. U mreži SNPEE nalazi se centralni poslužitelj za vremensku sinkronizaciju (NTP server) koji svim LN-ovima i CN-u poslužuje točno vrijeme – veoma važan podatak za opis događaja. Dodatno, komponente vezane uz OPC opisane su u zasebnom poglavlju ovog rada.

2.1 Mjerni terminali

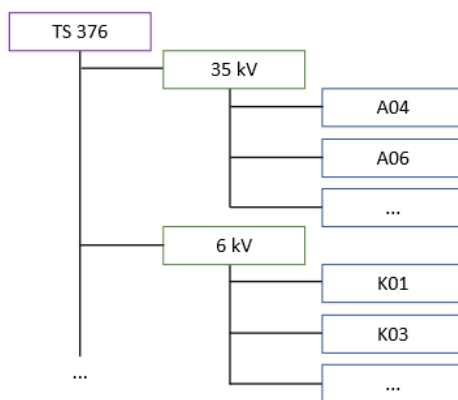
Tablica 1 Vrijednosti s mjernih terminala

PARAMETRI SIGNALA	SNAGA	ENERGIJA
Struja srednje faze (I2)	Radna snaga (P)	Radna energija (Ep+)
Linijski napon (UL12)	Jalova snaga (Q)	Radna energija (Ep-)
Frekvencija (F)		Jalova energija (Eq+)
Ukupno harmonijsko izobličenje napona (THD U)		Jalova energija (Eq-)

Mjerni terminali, proizvedeni od različitih proizvođača, ključni su elementi ugrađeni u trafostanicama. S obzirom na funkcionalnu fleksibilnost, sustav omogućuje integraciju MT-a bilo kojeg proizvođača, pod uvjetom da su pravilno postavljeni, konfigurirani i da pružaju potrebna mjerenja koristeći *ModbusRTU* ili *ModbusTCP* protokole. Tablica 1 sadrži informacije koje se prikupljaju s mjernih terminala.

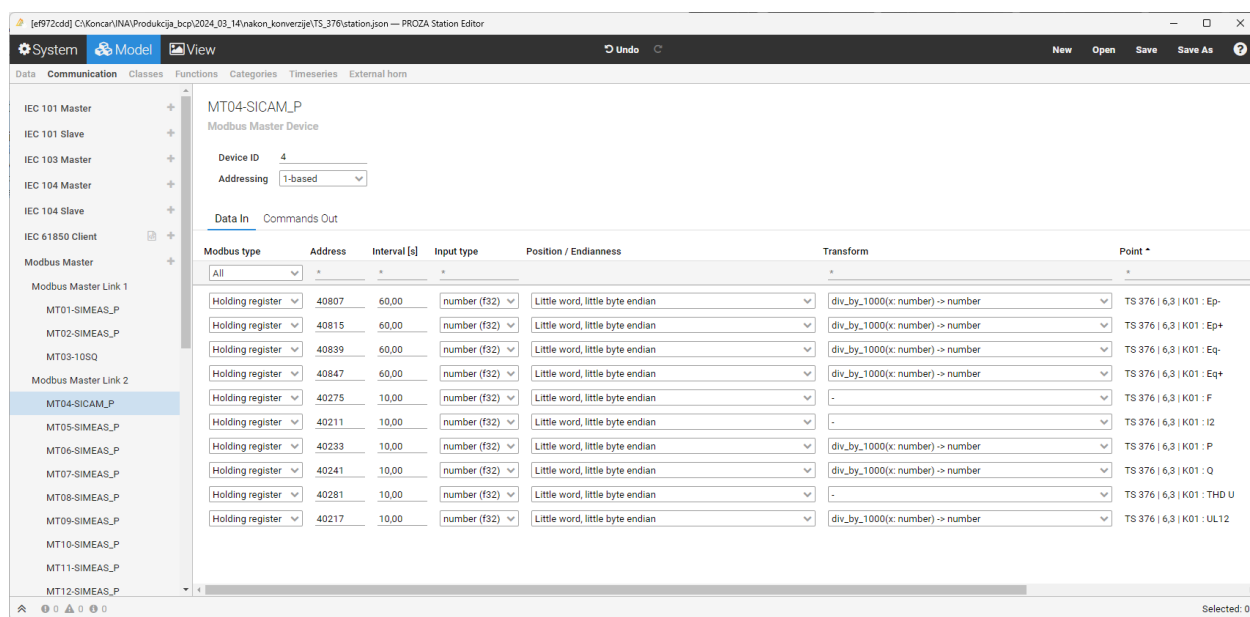
2.2. Lokalno računalo – LN

Odabrani operativni sustav instaliran na LN računalima je *Linux*, dok je ključna komponenta nadzorna aplikacija *Proza Station*. Ova aplikacija komunicira s MT-ima koristeći *Modbus* protokol. *Proza Station*, kroz svoje LN komponente, periodički očitava informacije s mjernih terminala – vrijednosti brojača energije svakih 60 sekundi, a ostale vrijednosti svakih 10 sekundi. LN računala imaju ugrađen mehanizam samonadzora koji prati zauzeće diskovnog prostora, memorije i opterećenje procesora koristeći *SNMP* protokol, koji je integriran u *Proza Station*.



Slika 2 Pojednostavljeni prikaz hijerarhijskog stabla

Proza Station omogućuje obradu nad ulaznim podacima LN-a, s ciljem optimizacije CN sustava. Obrada podataka koju LN provodi, uključuje profiliranje ostvarene energije u različitim intervalima (15-minutnim, satnim, dnevnim) te minimume, maksimume i srednje vrijednosti ostalih mjerenja u 15-minutnim intervalima. LN omogućuje lokalnu pohranu prikupljenih i profiliranih informacija. *Proza Station* se sastoji od više komponenti, uključujući *Gateway* za komunikaciju s procesom, *Syslog* poslužitelj za log poruke, *Event Server* za obradu događaja i *Orchestrator* za koordinaciju svih komponenti. Sve ove komponente šalju informacije o svojoj aktivnosti u *Syslog*, omogućujući pregled log poruka preko web sučelja. Svaka trafostanica je opisana Podatkovnim modelom unutar *Proza Station* sustava, koji sadrži procesne točke organizirane u hijerarhijsko stablo s tri razine: Trafostanica, Naponska razina i Polje, kao što prikazuje Slika 2. Mjerni terminali su integrirani u poljima, a većina točaka je smještena na trećoj razini. Podatkovni model također uključuje agregirane signale i interne systemske i komunikacijske signale.



Slika 3 Korisničko sučelje za konfiguraciju LN-a

Konfiguracija *Proza Station* modela na LN-u je jedinstvena za svaku TS, uzimajući u obzir različit broj i tip MT-ova. Korisnik koristi specijalizirani Editor za stvaranje konfiguracije (Slika 3), koji može biti instaliran na LN-u ili na udaljenom računalu. LN standardno omogućuje daljinski pristup putem ssh veze za administraciju. Editor omogućuje korisniku stvaranje nove konfiguracije za LN, kao i uređivanje postojeće. Konfiguracija se smješta na definiranu lokaciju unutar datotečnog sustava LN-a. Definiraju se podatkovni i komunikacijski modeli, omogućujući korisniku da imenuje signale i poveže ih s odgovarajućim MT-ovima. U konfiguraciji se mogu definirati dodatne interne obrade za svaki ulazni signal, uključujući mrtvu zonu, funkciju "skaliranja" i proizvoljan broj gornjih i donjih alarmnih pragova. Također, definiraju se postavke komunikacijskog kanala za MT, uključujući sve potrebne *Modbus* parametre. Konfiguracija LN-a sadrži popis administratora koji mogu pristupiti korisničkom sučelju (eng. user interface, UI). Nakon pokretanja OS-a, sustav LN-a automatski se pokreće i učitava konfiguraciju. Korisnik može pregledavati informacije

bitne za pokretanje i rad sustava putem *web UI syslog* poslužitelja LN-a. UI sučelje omogućuje korisniku uvid u trenutno stanje komunikacije s povezanim MT-ovima i CN-om, kao i osnovne informacije o procesnim točkama. Korisnik može putem UI sučelja zaustavljati i pokretati komunikaciju LN-a sa željenim uređajem.

2.3. Centralno računalo – CN

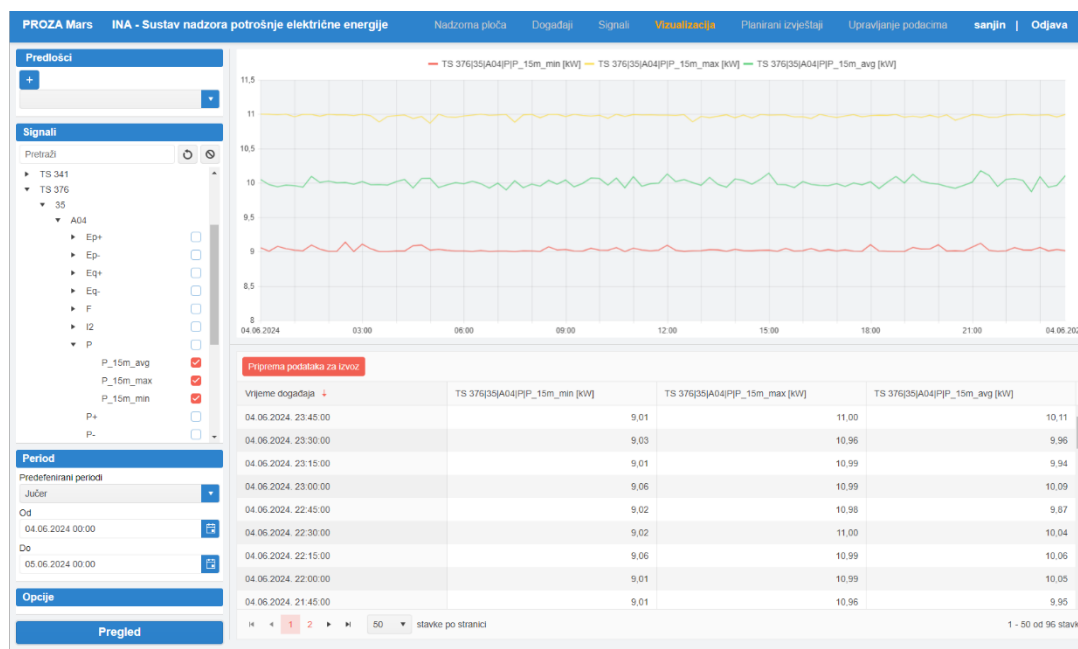
Na centralnom računalu instalirani su: operativni sustav *Linux* i nadzorni sustav *Proza Mars*. Sustav komunicira s LN-ovima i prikuplja podatke iz svih mjernih terminala. Kao što je ranije navedeno, u slučaju prekida komunikacije, podaci se lokalno skladište na LN-u i kasnije prikupljaju. Konfiguracija CN-a nastaje kombinacijom konfiguracija svih LN-ova koje administrator predaje Mars sustavu. Nakon izmjena LN konfiguracija, potrebno je ažurirati konfiguraciju CN-a. Proces ažuriranja je djelomično automatiziran i obavlja se kroz nekoliko koraka koristeći grafička sučelja. Kada se pokrene operativni sustav, automatski se starta i sustav CN-a koji učitava konfiguraciju. Konfiguracija sadrži sve bitne informacije za generiranje zajedničkog modela, uključujući hijerarhijska stabla trafostanica, mjerenja po poljima, nazive i lokacije svih mjernih terminala te IP adrese svih LN-ova. Sustav *Proza Mars* na CN-u obavlja različite funkcije, uključujući prihvatanje izvornih (sirovih) te profiliranih podataka sa svih LN-ova, primjenu kalkulacija nad ulazima, dodatno profiliranje ulaznih podataka i automatsko generiranje izvještaja za korisnike.

3. KORISNIČKO SUČELJE – HMI

Sustav *Proza Mars* omogućuje istovremeni rad više korisnika, gdje svaki korisnik ima vlastite podatke za autentifikaciju i pristupa korisničkom sučelju putem web preglednika. Nakon prijave, korisniku su dostupne sljedeće komponente sučelja:

- Nadzorna ploča (dashboard)
- Lista događaja (alarma)
- Tablični prikaz svih mjernih (procesnih) točaka
- Forma za vizualizaciju (prikaz) te izvoz podataka
- Forma za uređivanje postavki automatiziranih izvještaja
- Forma za upravljanje podacima

Korisnik može prilagoditi izgled nadzorne ploče prema vlastitim preferencijama, a sustav čuva postavke za svakog korisnika individualno. Nadzorna ploča sadrži grafičke elemente za prikaz trenutnih i povijesnih vrijednosti odabranih procesnih točaka. Korisničko sučelje (eng. Human-Machine Interface, HMI) uključuje listu događaja i alarma koja prikazuje informacije o promjenama stanja komunikacije i događajima vezanim za sinkronizaciju podataka. U tablici svih procesnih točaka korisnik može vidjeti i filtrirati najnovije vrijednosti svih točaka. Forma za ručno generiranje izvještaja omogućuje korisniku da odabere signale i period za prikaz povijesti na grafu i u tablici, a rezultati se mogu izvesti u .csv datoteku.



Slika 4 Sučelje za vizualizaciju vrijednosti

S obzirom na estetiku i ergonomiju grafičkih korisničkih sustava, važno je naglasiti da je dizajn sučelja intuitivan i logičan. Grafički elementi su jasno označeni i lako dostupni, a boje i fontovi su odabrani tako da olakšavaju čitanje i razumijevanje informacija. Također, sustav je dizajniran na način da minimizira broj koraka potrebnih za izvršavanje zadataka, čime se poboljšava učinkovitost korisnika. U formi za upravljanje podacima mogu se kreirati interne kalkulacijske točke, definirati ulazi, periodi i formule za izračune. Dodatno, interakcija korisnika s grafičkim sučeljem treba biti fluidna i bez napora, s jasnim povratnim informacijama koje omogućuju korisniku da razumije posljedice svojih akcija. To uključuje vizualne znakove poput promjene boje ili oblika gumba kada se pređe mišem preko njih, kao i zvučne signale koji potvrđuju određene akcije. Principi univerzalnog dizajna također se primjenjuju kako bi se osiguralo da sučelje bude pristupačno širokom spektru korisnika, uključujući one s posebnim potrebama. U kontekstu interakcije čovjeka i stroja, važno je razumjeti da su ovi sustavi često ključni za sigurnost i učinkovitost u industrijskim postrojenjima. HMI omogućuje operaterima da nadgledaju i upravljaju složenim strojevima i procesima kroz grafičke prikaze koji su intuitivni i lako razumljivi. Ovo može uključivati prikaz podataka u realnom vremenu, alarme za upozorenje na potencijalne probleme, i mogućnost brze intervencije u slučaju hitnosti. Grafičko sučelje (eng. Graphical User Interface, GUI), s druge strane, je usmjereno na široki opseg korisnika i dizajnirano je za različite tipove uređaja, od osobnih računala do pametnih telefona. GUI se fokusira na estetiku i korisničko iskustvo, nudeći bogat izbor alata i opcija koje korisnik može intuitivno koristiti. GUI dizajn često uključuje ikone, prozore, i padajuće izbornike koji olakšavaju navigaciju i izvršavanje zadataka. Kombinirajući ove elemente, možemo stvoriti robustan i efikasan sustav koji ne samo da izgleda dobro i lako se koristi, već također povećava produktivnost i smanjuje mogućnost pogrešaka.

Ime izvještaja

Novi izvještaj

Ponavljanja

1 +

Cron izraz

Cron izraz nije ispravan

Vrijedi od

12. 06. 2024. 13:07

Vrijedi do

dan. mjesec. godina. sat.minuta

Obrisi

Putanja do predloška

Unesi putanju

Pretvori u PDF

Izlazni direktorij (putanja)

Unesi putanju direktorija

Izlazni direktorij je obavezan

Prefiks imena izlazne datoteke

Unesi prefix izlatne datoteke

Prefiks imena izlazne datoteke je obavezan

Format vremenske oznake izlazne datoteke

Unesi format vremenske oznake izlazne datoteke

Format vremena je obavezan

Sufiks imena izlazne datoteke

Unesi sufiks imena izlazne datoteke

Sufiks imena izlazne datoteke je obavezan

Akcije

1 +

Naziv lista

Ime lista

Funkcija

Direktno

Jedinica perioda

Nedefinirano

Vrijednost perioda

0

Delta funkcija

Bez razlike

Signali

Pretraži

- CN
- IAT_TEST
- MRTest
- RNR
- TS 300
- TS 327
- TS 340
- TS 341
- TS 376
- TS 400

Signal je obavezan

Period

Prilagođeno

Period od:

12.06.2024 13:07

Period do:

12. 06. 2024. 13:07

Obrisi akciju

Spremi

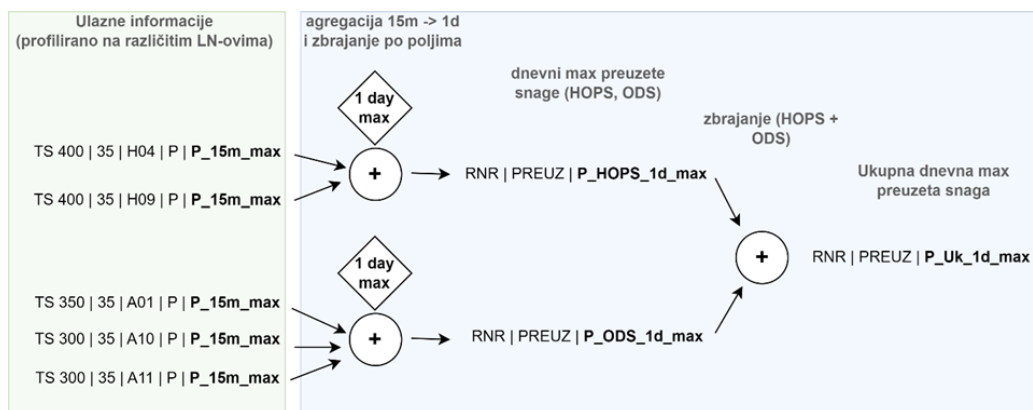
Obrisi

Ručni izvještaj

Slika 5 Osnovno sučelje za automatske izvještaje

4. AGREGACIJE PODATAKA

Agregacije podataka vremenskih serija (profiliranje) omogućuju korisnicima da analiziraju podatke s uvidom u tendencije kretanja mjerenih veličina, ishod čega je upravljanje potrošnjom energije na efikasan način. Kroz korištenje formi za upravljanje podacima, korisnici mogu definirati potrebne kalkulacije za praćenje mjerenih vrijednosti u različitim vremenskim intervalima. Ovo uključuje definiranje dnevnog maksimuma preuzete snage, što je ključno za optimizaciju rada rafinerije.



Slika 6 Apstraktni primjer agregiranja i kalkulacija podataka

Slika 6 prikazuje primjer agregiranja podataka za potrebe nadzora dnevne maksimalne snage u preuzimanju. Promotri li se lijevi dio (zeleno), uočava se popis ulaznih signala u ukupnu agregaciju. Važno je napomenuti da su ulazni podaci prethodno već profilirani na razini LN-a kao 15 minutni maksimum. Ime ulaznog signala definirano je po ključu:

NAZIV_TRAFOSTANICE | NAPONSKI_NIVO | POLJE | MJERENA_VELIČINA,

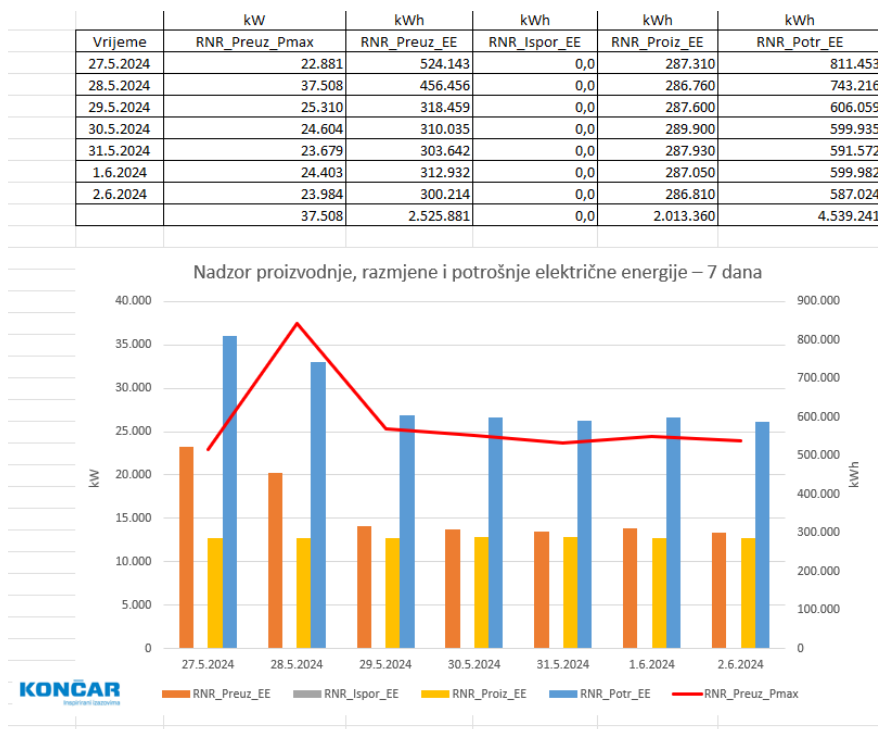
što uvelike olakšava intuitivno razumijevanje izvorišta signala i karaktera vrijednosti, a prati i ranije navedeno hijerarhijsko stablo. S desne strane (plavo), prikazan je aritmetički zbroj i tip agregiranja koji rezultira konačnom vrijednosti koja je važna za daljnju upotrebu. S obzirom da su podaci dobiveni obradom, definicija naziva signala je drugačija kako bi se uvela razlika ulaznih i izračunatih signala. U konačnici, dobiva se jasna shema agregiranja signala koja funkcionalno zadovoljava zahtjeve na sustav nadzora.

Korisnik koji promatra energetske prilike u tjednim, mjesečnim i godišnjim intervalima zahtijeva precizne podatke o preuzetoj, proizvedenoj i isporučenoj energiji na različitim točkama rafinerije. Da bi se postigao jasan uvid, potrebno je generirati izvještaje koji agregiraju podatke iz različitih izvora. Korištenjem GUI forme, korisnik može definirati sve potrebne kalkulacije, uključujući dnevni maksimum izvana preuzete snage za cijelu rafineriju. Forma zahtijeva odabir ulaznih podataka iz hijerarhijskih stabala odgovarajućih trafostanica, upis formule, odabir agregacijske funkcije i perioda. Standardni aritmetički i logički operatori koriste se pri definiranju formula, dok grafičko sučelje olakšava lociranje signala i postavljanje opcija. Jednom kada su proračuni definirani i pohranjeni, oni se automatski izvršavaju, što ubrzava proces izrade izvještaja jer se kalkulacije ne moraju obavljati u trenutku stvaranja izvještaja.

5. AUTOMATIZIRANO IZVJEŠTAVANJE

Ranije predstavljena Slika 5 prikazuje polazišni slučaj za stvaranje novog automatiziranog izvještaja. Sučelje za definiranje planiranih izvještaja omogućuje korisniku da dodaje proizvoljan broj kartica, gdje svaka kartica opisuje jedan izvještaj. Izvještaji se pokreću prema definiranom pravilu, poput npr. tjednog izvještaja svakog ponedjeljka u 2:00. Za svaki izvještaj korisnik definira putanju do .x/sx predloška koji će modul za izradu izvještaja popuniti odabranim povijesnim podacima. Predlošci sadrže naslove, prazne grafove i tablice koje označavaju mjesta unutar datoteke koja će se popuniti podacima. Nakon što modul za izvještavanje popuni predložak, on mu daje korisnički definirano ime i pohranjuje ga na zadanu datotečnu lokaciju dostupnu krajnjem korisniku. Ovaj pristup omogućuje efikasno upravljanje podacima i optimizaciju procesa izvještavanja.

Automatizirano izvještavanje donosi brojne prednosti, uključujući značajnu uštedu vremena i smanjenje mogućnosti ljudske pogreške. Korištenjem unaprijed definiranih predložaka i pravila, izvještaji se generiraju dosljedno i točno, što omogućuje brže donošenje odluka temeljenih na pouzdanim podacima. Također, automatizacija omogućuje lakšu prilagodbu izvještaja specifičnim potrebama korisnika, čime se povećava fleksibilnost i učinkovitost poslovnih procesa. Na taj način, organizacije mogu bolje pratiti ključne pokazatelje uspješnosti i brzo reagirati na promjene u poslovnom okruženju.



Slika 7 Pregled segmenta automatiziranog izvještaja

6. INTEGRACIJA S VANJSKIM SUSTAVOM

OPC UA (*Open Platform Communications Unified Architecture*) poslužitelj igra ključnu ulogu u integraciji različitih procesnih i poslovnih sustava unutar rafinerije. OPC UA je moderni industrijski komunikacijski protokol koji omogućuje sigurnu i pouzdanu razmjenu podataka između uređaja i aplikacija različitih proizvođača. Za razliku od starijeg OPC DA (*Data Access*) standarda, koji se oslanjao na Microsoftovu COM/DCOM tehnologiju, OPC UA je neovisan o platformi i pruža bolju skalabilnost i sigurnost.

OPC UA poslužitelj unutar mreže sustava SNPEE omogućuje komunikaciju s vanjskim sustavima poput Osisoft PI, koristeći OPC UA protokol za prijenos sirovih mjerenja. Ovaj protokol podržava različite modele podataka i usluge, uključujući čitanje, pisanje, pretplatu i objavljivanje podataka, što omogućuje fleksibilnu i efikasnu integraciju. Budući da OPC UA podržava enkripciju i autentifikaciju, osigurava visoku razinu sigurnosti prilikom prijenosa kritičnih informacija unutar rafinerije.

Dodatno, OPC UA poslužitelj ima sposobnost prilagodbe promjenama u sustavu. Kada se dodaju novi mjerni terminali, administrator može koristiti grafička sučelja OPC poslužitelja kako bi ažurirao konfiguraciju i osigurao pravilnu integraciju novih točaka mjerenja, čineći ih dostupnima vanjskom OPC UA klijentu. Ova fleksibilnost je posebno važna u dinamičnom okruženju rafinerije gdje se procesi neprestano razvijaju i optimiziraju. Korištenjem OPC UA poslužitelja, rafinerija osigurava pouzdanu i sigurnu razmjenu podataka između svojih sustava, što je ključno za učinkovito upravljanje procesima i poslovanjem.

7. BENEFICIJE SUSTAVA

Prikazani sustav, koji je već određeno vrijeme u eksploataciji, značajno je doprinio osiguranju pouzdanog napajanja u rafineriji. Pouzdano napajanje omogućeno je kroz SDV, dok je ovaj sustav omogućio definiranje prosječne potrošnje za određeni kapacitet prerade na određenom pogonu. Na osnovu tih podataka može se preciznije planirati utrošak energenata, postavljati granice alarma za određeni režim rada, brzo uočavati devijacije i brže otklanjati uzroke devijacija, što štedi energiju. Također, definiraju se optimalne točke rada i izbjegava nepotrebna potrošnja energije. Odmah nakon što je sustav proradio, isprobana su dva specifična režima rada na jednom pogonu, pri čemu je u jednom režimu rada trošeno 5% manje električne energije na sat. S obzirom na to da su u ovom slučaju bila uključena dva motora koja ukupno troše preko 800 kWh/h, može se zaključiti da sustav omogućava značajne uštede jer omogućava

brže donošenje ispravnih odluka. Na inženjerima je da pronađu načine za postizanje dodatnih ušteda i izbjegavanje prekomjerne potrošnje.

Trenutno nisu iskorišteni svi raspoloživi resursi u sustavu koji bi mogli doprinijeti daljnjem poboljšanju modernizacije Rafinerije nafte Rijeka. Na SNPEE je trenutno priključeno 72 mjerna uređaja, a već je u planu priključivanje idućih 112. Tek nakon toga će se omogućiti obuhvat najbitnijih cjelina proizvodnje i veće uštede. Sustav je jednostavan za korištenje, omogućava prilagodbu korisniku te prebacivanje prikupljenih podataka u druge sustave, što mu je bila glavna prednost u našem slučaju. Postoji mogućnost njegove implementacije u drugim granama industrije, kao i njegova komercijalna primjena.

8. ZAKLJUČAK

SNPEE sustav predstavlja sinergiju tehničke ekspertize i industrijskog iskustva suradnje društava Končar i INA, što rezultira sustavom koji je pouzdan, korisnički orijentiran i prilagođen specifičnim potrebama energetskog sektora. Društvo Končar donosi moderna inovativna rješenja i tehničku ekspertizu, dok iz svoje domene, INA pruža dugogodišnje operativno iskustvo i znanje o procesima unutar rafinerije. Ova suradnja omogućuje funkcionalnu integraciju najboljih praksi i efikasnu optimizaciju troškova, povećavajući pouzdanost i raspoloživost sustava.

Iz praktičnog pogleda na projekt moguće je zaključiti da je CN u sustavu INA RNR ključan za nadzor i analitiku, dok su LN-ovi u svojstvu prikupljanja i privremene pohrane podatka. Unatoč pouzdanosti optičkog prstena, prekidi komunikacije su mogući, ali zahvaljujući mehanizmu čuvanja podataka na LN-ovima, sustav prevladava ove prekide i osigurava pohranu podataka do 10 dana. Nakon uspostave komunikacije, sinkronizacija između CN-a i LN-ova osigurava kontinuitet i integritet podataka. Intuitivno grafičko sučelje na CN-u i automatski izrađeni izvještaji olakšavaju praćenje energetskih prilika i optimizaciju resursa.

Osim tehničkih aspekata, suradnja između Končara i INA-e doprinosi i lokalnoj ekonomiji, potičući razvoj domaćeg tržišta rada. Sve ove komponente čine SNPEE sustav ne samo tehnički naprednim, već i primjerom uspješne kolaboracije koja odgovara globalnim standardima i potrebama industrije.

9. NAPOMENA

Stavovi izneseni u referatu su osobna mišljenja autora, nisu obvezujući za poduzeće / instituciju u kojoj je pojedini popisani autor zaposlen te se ne moraju nužno podudarati sa službenim stavovima poduzeća / institucije.

LITERATURA

- [1] B. R. Hollifield, D. Oliver, I. Nimmo, E. Habibi, „A Comprehensive Guide to Designing, Implementing and Maintaining Effective HMIs for Industrial Plant Operations“, prvo izdanje, PAS, 2008.
- [2] S. G. McCrady, „Designing SCADA Application Software A Practical Approach“, prvo izdanje, Elsevier, 2013.
- [3] M. Šlogar Brcko, D. Crnarić: *Glavni projekt – sustav nadzora potrošnje električne energije u RNR*, Zagreb, travanj 2016. (TAJNO)
- [4] Zakon o energetskoj učinkovitosti (NN 127/14, 116/18, 25/20, 32/21, 41/21), travanj 2021., <https://www.zakon.hr/z/747/zakon-o-energetskoj-u%C4%8Dinkovitosti>, datum pristupa 07.04.2025.
- [5] M. Golubić, S. Sekulić, M. Šlogar Brdsko, S. Jurešić, „ISKUSTVA U IMPLEMENTACIJI SUSTAVA ZA NADZOR POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE“, 4. SAVJETOVANJE BH K/O CIRED, listopad 2024.