



I SAVJETOVANJE O ELEKTRODISTRIBUTIVNIM MREŽAMA CRNE GORE

10-13.jun 2024.
god, Budva

MJERINFO - PLATFORMA ZA POHRANU I ANALIZE VREMENSKIH SERIJA

MJERINFO - PLATFORM FOR STORAGE AND ANALYSIS OF TIME SERIES

Kristijan-Frano Čavar, HEP ODS, Hrvatska

Branimir Gabrić, HEP ODS, Hrvatska

Ivan Periša, HEP ODS, Hrvatska

Ivica Brstilo, HEP ODS, Hrvatska

KRATAK SADRŽAJ

Referat opisuje MJERinfo projekt – platformu za pohranu i analize vremenskih serija procesnih podataka HEP ODS-a. Koristeći vremenske serije iz MJERinfo baze podataka (SCADA mjerenja, mjerenja na sučelju s prijenosnom mrežom, mjerenja iz elektrana iz AMR sustava, podaci iz DHMZ, podaci s IOT uređaja..) kreiran je ekosustav aplikacija koje automatiziraju različite procese s ciljem stvaranja dodatnih informacija koje bi bile od pomoći vođenju distribucijskog sustava. U prvom dijelu referata поближе ćemo predstaviti MJERinfo alate koji se svakodnevno koriste za kreiranje analiza i izvještaja. U drugom dijelu rada dotaknut ćemo se web aplikacija za vizualizacije informacija dobivenih proračunima iz vremenskih serija MJERinfo baze podataka. Na kraju ćemo se dotaknuti DMS funkcija koje koristimo u vođenju sustava a koje smo razvili na tehnologijama otvorenog koda.

Ključne riječi: baza za pohranu vremenskih serija, analitički alati, vizualizacija podataka, DMS

ABSTRACT

The paper describes the MJERinfo project - a platform for storing and analysis of time series of process data from the HEP ODS. Utilizing time series from the MJERinfo database (SCADA measurements, interface measurements with the transmission network, measurements from power plants from the AMR system, data from DHMZ), an ecosystem of applications has been created to automate various processes aimed at generating additional information to aid in the management of the distribution system. In the first part of the paper, we will present in more detail the MJERinfo tools that are used daily for creating analyses and reports. In the second part of the work, we will touch upon web applications for visualizing information obtained from calculations of time series in the MJERinfo database. Finally, we will discuss the DMS functions we use in system management, which have been developed using open-source technologies.

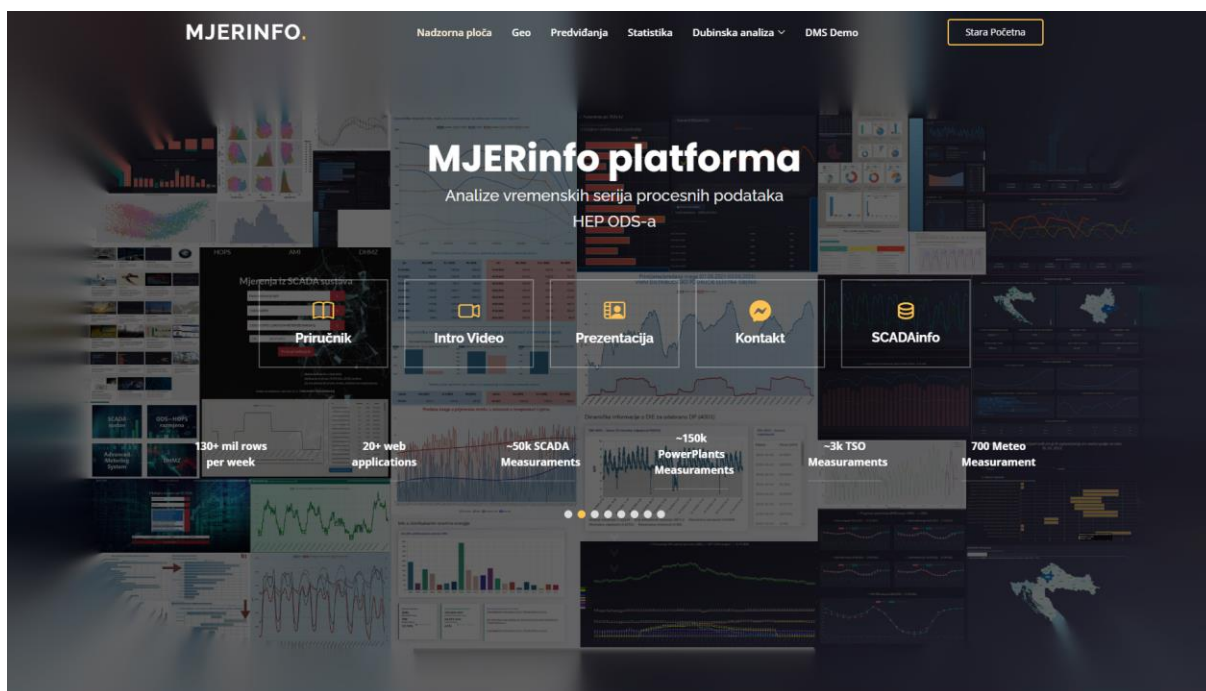
Key words: time series database, analytical tools, data visualization, DMS

1. UVOD

Povećan broj IoT (Internet stvari) uređaja zahtijeva sustave koji mogu obrađivati velike količine mjerenja unutar jedinice vremena, što je dovelo do nastanka baza za pohranu vremenskih serija. U slučaju HEP ODS-a, za pohranu velikih količina mjerenja s vremenskim oznakama koristi se InfluxDB, baza za pohranu vremenskih serija, koja predstavlja srce sustava unutar tvrtke, poznata pod radnim nazivom MJERinfo platforma.

InfluxDB se koristi u kombinaciji s različitim softverskim rješenjima otvorenog koda, poput MongoDB baze koja služi za pohranu metapodataka o mjerenjima ili PostgreSQL baze koja služi za pohranu događaja. U kontekstu Sektora za vođenje HEP ODS-a, ovo se odnosi na prikupljanje mjerenja i događaja iz različitih SCADA sustava, meteoroloških podataka te mjerenja iz susjednih sustava koji su ključni za pravilno vođenje pogona: mjerenja operatora prijenosnog sustava te mjerenja s pametnih brojila.

Na temelju podataka iz navedene baze, razvijen je ekosustav web aplikacija koji se zajednički naziva MJERinfo web aplikacije.



Slika 1. Home page MJERinfo web aplikacija

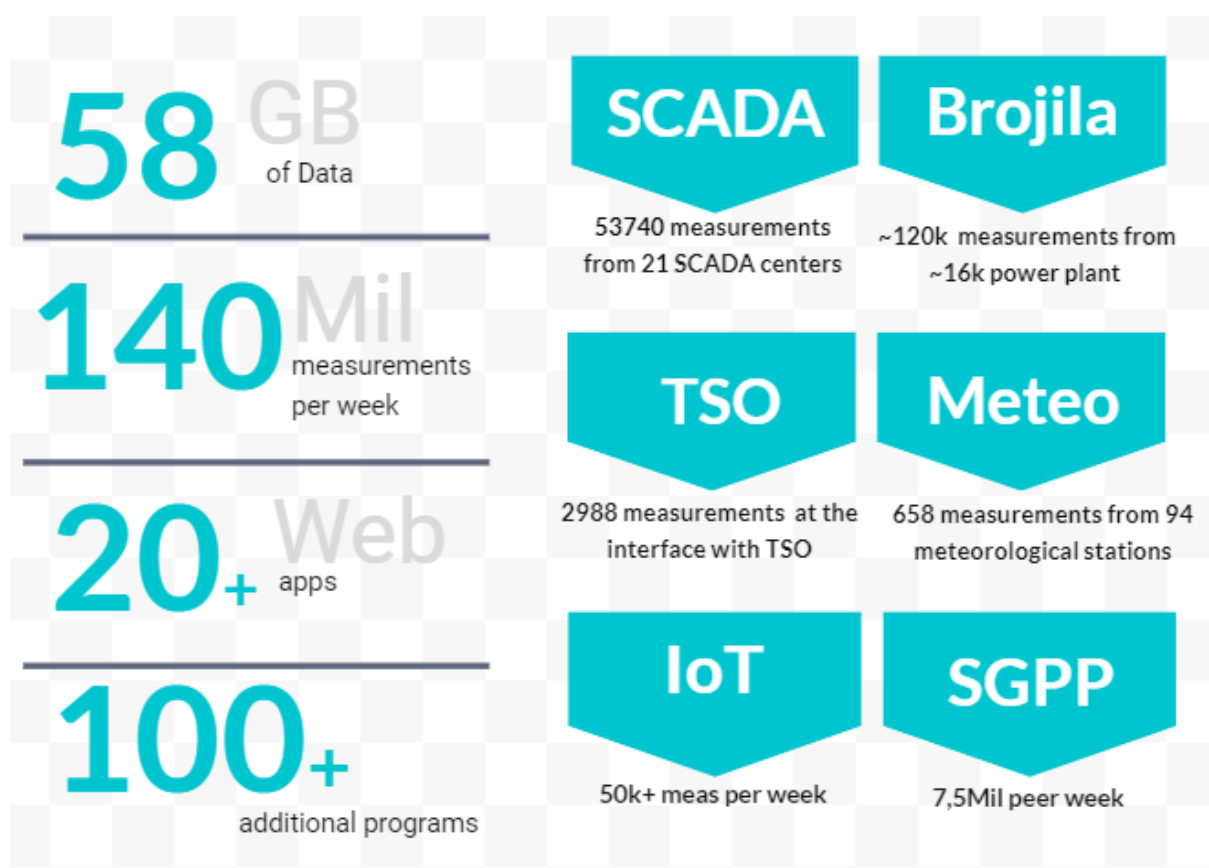
Trenutno u sustavu imamo aktivnih 20-ak web aplikacija koje se dijele na aplikacije za vizualizaciju podataka i alate za rad s vremenskim serijama.

Kroz različite vizualizacije kreirani su brojni nadzorni paneli koji opisuju kretanje opterećenja distribucijskog sustava, od proizvodnje pojedinog distribucijskog izvora, preko opterećenja pojedinih vodova i trafostanica pa sve do razmjene s prijenosnom mrežom.

Vizualizacije su dostupne za različita geografska područja u različitim vremenskim intervalima, prilagođene potrebama korisnika aplikacija, dispečera i administratora sustava. Na temelju različitih aplikacija za vizualizaciju, razvijena je i aplikacija MJERinfo Panel koja u stvarnom vremenu prikazuje sve važne događaje u sustavu diljem HEP ODS-a.

MJERinfo Alati obuhvaćaju grupu aplikacija unutar ekosustava. Osim pristupa svim mjerenjima iz MJERinfo baze podataka, korisnicima su dostupne web aplikacije koje nude automatizirana sučelja za zadatke nužne u vođenju sustava: vektorski kalkulator, aplikacija za usporedbu mjerenja, aplikacija za rasterećenje sustava, prognoza opterećenja distribucijske mreže, aplikacija za kontrolu napona te aplikacije za detaljniji uvid u različita mjerenja.

Sve aplikacije su razvijene interno unutar tvrtke i na brz i jednostavan način automatiziraju brojne svakodnevne procese u Sektoru za vođenje sustava HEP ODS-a.



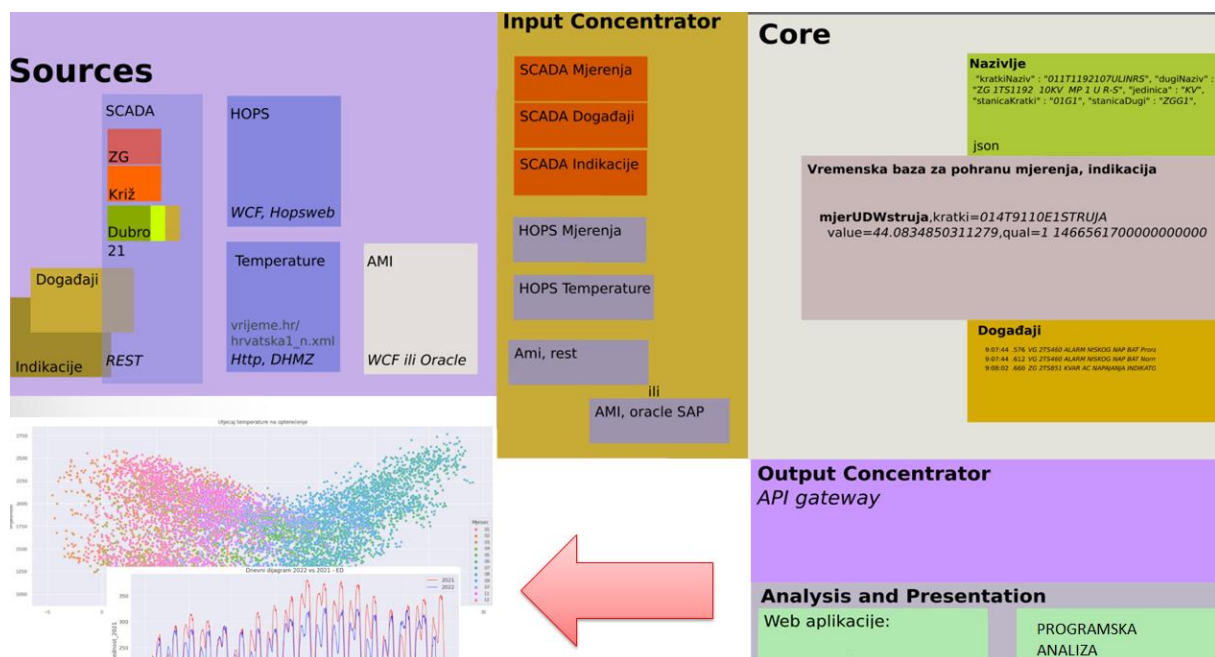
Slika 2. MJERinfo platforma kroz brojke (Ožujak 2024.)

2. ARHITEKTURA SUSTAVA

Gledajući u smjeru kazaljke na satu, na početku se nalaze "Izvori". To su brojni adapteri koji dohvaćaju podatke iz vanjskih sustava putem web servisa ili vanjskih skripti. Nakon toga dolazi "Ulazni koncentrator" koji poziva web servise iz prethodnog kvadrata.

Podaci se obrađuju, normaliziraju i prosljeđuju "Jezgri" sustava. Vrijednosti s vremenskom oznakom ulaze u bazu za pohranu vremenskih serija, dodatne informacije o mjerenjima u dokument-orijentiranu bazu, a događaji u relacijsku bazu podataka. Nadalje, u ljubičastom kvadratu prikazan je API Gateway, koji korisniku izlaže programske metode za pristup podacima: informacije o kontekstu mjerenja, vrijednostima mjerenja i slično.

Konačno, u zadnjem kvadratu (Analiza i prezentacije) prikazane su same primjene: web aplikacije s bogatim prikazom ili Python bilježnice s odgovarajućim proračunima korisnika. Tijekom vremena, stvorene su dodatne dokument-orijentirane baze u koje se upisuju različiti proračuni kreirani nad osnovnim podacima. Također, razvijen je čitav niz REST API-ja koji opslužuju web aplikacije ili krajnje korisnike samostalnih skripti.



Slika 3. Logička arhitektura sustava

MJERINFO WEB APLIKACIJE

Kao što smo već istaknuli, MJERinfo platforma trenutno obuhvaća 20 aktivnih web aplikacija, koje funkcijski dijelimo na web aplikacije za vizualizaciju podataka i aplikacije koje služe kao alati za samostalan rad s vremenskim serijama. Slikovni prikaz podjele MJERinfo web aplikacija, uz kratke opise svake pojedine aplikacije, dostupan je na Slici 4.



Slika 4. Funkcijska podjela MJERinfo web aplikacija

Aplikacije su razvijene u koristeći tehnologije otvorenog koda (eng. Open Source) pa možemo reći da je cijeli sustav zapravo napravljen za nula kuna. Osim navedenih web aplikacija, važno je spomenuti i automatizirane e-mail izvještaje koji se šalju na adrese otprilike 70 sistemskih inženjera/dispečera svakodnevno. Ti izvještaji pružaju personalizirane analize distribucijskog sustava za prethodnih 24 sata, uključujući energetske i procesne izvještaje. Osim web

aplikacija, korisnicima MJERinfo platforme omogućen je i pristup putem Jupyter Hub-a, što im omogućuje samostalnu analizu podataka s platforme.

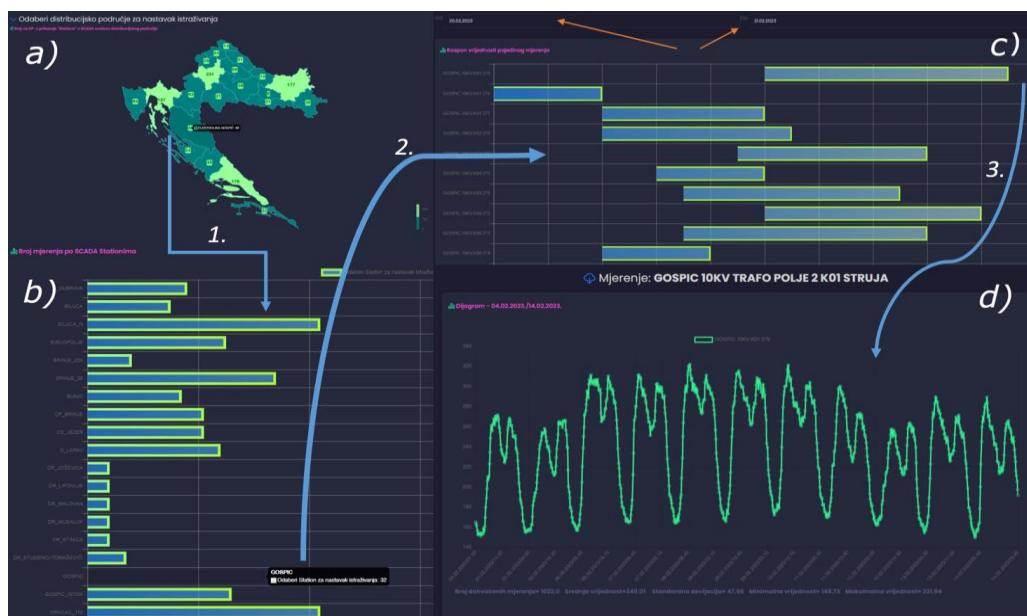
3. MJERINO ALATI

MJERinfo Alati predstavljaju grupu aplikacija iz MJERinfo ekosustava koje korisniku nude pristup svim podacima u sustavu. Osim pristupa „raw“ mjerenjima putem osnovne aplikacije korisniku su omogućene web aplikacije koje nude automatizirana sučelja za poslove koji su neophodni u vođenju sustava. U nastavku rada opisujemo neke od aplikacija uz odgovarajuće ekranske prikaze web aplikacija MJERinfo alata.

3.1.Drill Down aplikacije

Izraz „*Drill Down*“ ili (hrv. propadanje) u informatici predstavlja hijerarhijsko putovanje podacima počevši od opće kategorije te se dalje spuštajući željenom podatku putem uzastopnih upita na bazu koji se ostvaruju jednim klika miša, pri čemu svaki upit proširuje prethodni te se kroz par klikova korisnik dolazi do konačnog traženog rezultata. U slučaju MJERinfo DrillDown aplikacije (Slika 4.) putovanje izgleda:

geografski prikaz (a) -> odabir trafostanice (b)-> odabir mjerenja i vremenskog raspona (c)-> rezultatna vremenska serija (d)



Slika 5. Primjer „Drill Down“ putanje do vremenske serije odabranog mjerenja

3.2.Usporedba mjerenja

Aplikacija usporedbe mjerenja korisniku aplikacije nudi razne forme za analize mjerenja. Izdvajamo analizu usporedbe mjerenja u različitim godinama uz prikaz utjecaja meteoroloških uvjeta na promatrano mjerenje. Također, aplikacija za usporedbu omogućuje računanje i prikaz

razmjene snage na sučelju s prijenosnom mrežom. Proračun usporedbe dostupan je za svako distribucijsko područje i za svaki transformator preko kojeg je moguća razmjena energije.



Slika 6. Usporedba različitih mjerenja kroz MJERinfo web aplikaciju

3.3. Prognoze opterećenja

Promatrajući vremenske nizove nastojimo predvidjeti buduće kretanje promatrane varijable. Tako i u slučaju Sektora za vođenje sustava HEP ODS-a; nastoji se prognozirati opterećenje distribucijskog sustava. Aplikacija MJERinfo prognoze opterećenja prikazuje satne vrijednosti predviđanja 24 sata unaprijed za 4 centra (Zagreb, Split, Osijek, Rijeka) te cijeli sustav HEP ODS-a. Program osim navedene prognoze po distribucijskim područjima nudi mogućnost prognoze za svaku transformatorsku stanicu 110/x kV. Na Slici 8. nalazi se ekranski prikaz web aplikacije s rezultatima prognoze.



Slika 7. Primjer prognoze opterećenje dijela distribucijske mreže

3.4.Kontrola naponskih mjerenja

U ovisnosti od odabira vremenskih granica analize, aplikacija za kontrolu napona u distribucijskoj mreži proziva sva dostupna naponska mjerenja i klasterizira ih prema distribucijskom području i naponskoj razini mjerenja. Prema postavljenim uvjetima i graničnim vrijednostima u kojima se napon može kretati, aplikacija pronalazi “nekvalitetna” mjerenja. U trenutku pisanja ovog rada obrađuje se oko 11000 različitih naponskih mjerenja z SCADA sustava te mjerenja napona iz svih elektrana spojenih na distribucijsku mrežu.



Slika 8. Primjer kontrole napona kroz MJERinfo

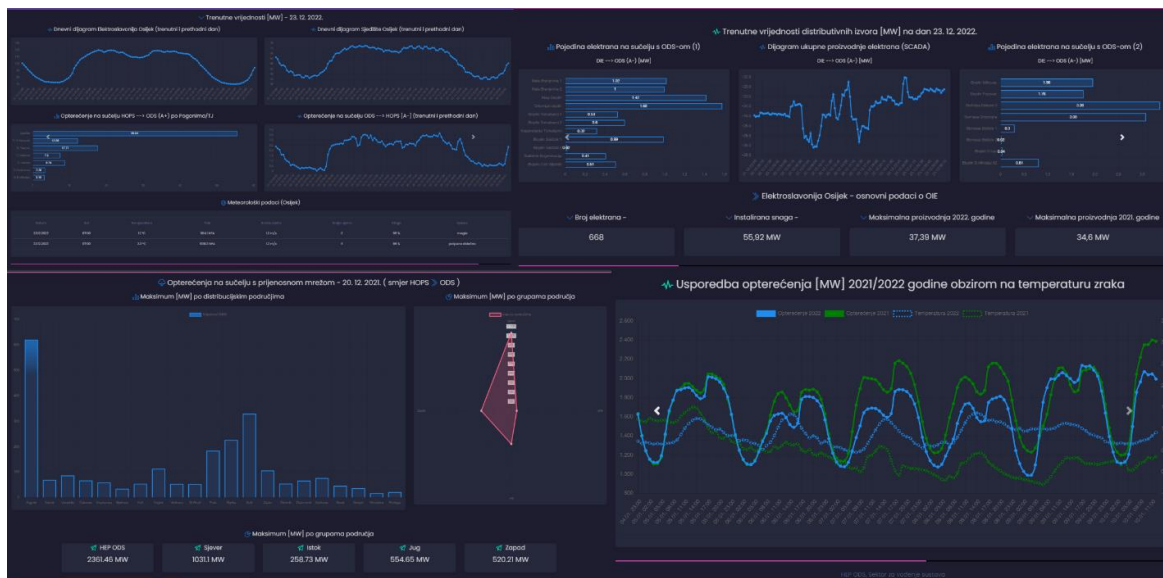
4. MJERINFO VIZUALIZACIJE

Budući da u MJERinfo eko sustavu postoji veći broj web aplikacija koji se bave vizualizacijom različitih informacija s MJERinfo platforme, najvažnije rezultate smo objedinjeni pod jednu centralnu aplikaciju – „MJERinfo Panel“ koja se da predstaviti kao nadzorna ploča (eng. *dashboard*) sa svim ključnim informacija jednog distribucijskog sustava.

Kroz web aplikaciju MJERinfo Panel različite informacije se prikazuju kroz karusel (pokretni kružni panel) koji se automatizmom osvježava novim podacima svakih 10 minuta. Osim centralnog panela čije se informacije prikazuju stanje cijele distribucijske mreže HEP ODS-a, kreirani su i paneli s podacima za pojedina distribucijska područja. Karuseli pojedinog panela satkani su od 10-ak različitih ekranskih prikaza koji se u prvom planu aplikacije prikazuju 30 sekundi, a neke od glavnih informacija koje panel donosi su:

- Geografska vizualizacija informacija po distribucijskim područjima/
- Primljena/ preuzeta energija prema grupama područja/distribucijskim područjima
- Dnevni minimumi/maksimumi prema distribucijskim područjima/terenskim jedinicama
- Dnevni dijagrami 15-minutnih vrijednosti za različita područja i sučelja
- Usporedba dnevnih vrijednosti opterećenja i temperature s prošlogodišnjim podacima
- Dijagrami dnevnih opterećenja u prošlih 30 dana

- Proizvodnja pojedinih obnovljivih izvora energije
- Pregled proizvodnje sumirano prema različitim tipovima elektrana
- Maksimalne vrijednosti trafostanica u usporedbi s instaliranom snagom u realnom vremenu



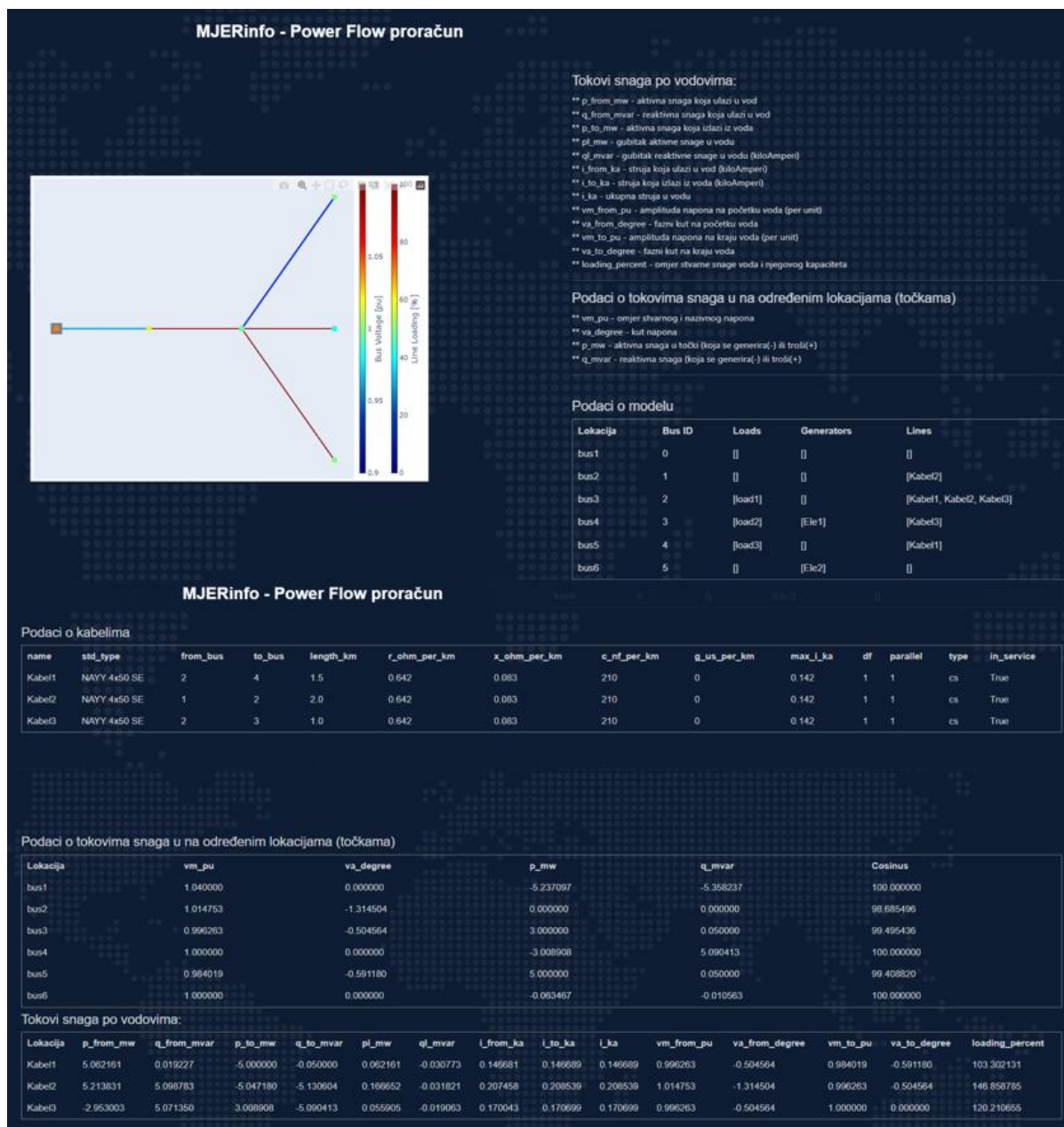
Slika 9. MJERinfo Panel – kolaž različitih ekranskih prikaza koji se ciklički pojavljuju na karuselu (a)



Slika 10. kolaž različitih ekranskih prikaza koji se ciklički pojavljuju na karuselu (b)

5. MJERINFO DMS FUNKCIJE

U kontekstu MJERinfo aplikacija koristeći tehnologije otvorenog koda kreirali aplikaciju koja računa tokove snaga na određenim dijelovima mreže. Kreiran je i web modul koji je stavljen na raspolaganje krajnjim korisnicima. Na istima je da putem web formi i ponuđenih podataka za vodove i transformatore kreiraju svoj vlastiti model mreže iz kojeg se kasnije računa Power Flow analiza.



Slika 11. Rezultat PF analize kroz MJERinfo web aplikaciju

6. ZAKLJUČAK

Analiza podataka postala je nužnost i obaveza u svakom naprednom poslovnim procesu, predstavljajući važan korak u donošenju poslovnih odluka. Bez obzira na poslovnu granu, ekspanzija analize velikih količina podataka (Big Data Analysis) postala je neizbježna, posebno u energetske tvrtkama, kako bi se izvlačile dodatne informacije ključne za poslovne procese. U skladu s tim, nastala je MJERinfo platforma koja postavlja temelje za naprednije analize i proračune procesnih podataka u HEP ODS-u.