

STUDIJSKI ODBOR C2 – POGON I VOĐENJE EES-A

Predsjednik:	mr.sc. DANKO BLAŽEVIĆ dipl. ing. el.
Tajnik:	dr.sc. VLADIMIR VALENTIĆ dipl. ing. el.
Stručni izvjestitelj:	mr.sc. DANKO BLAŽEVIĆ dipl. ing. el.

IZVJEŠĆE STRUČNOG IZVJESTITELJA

1. UVOD

Na studijski odbor C2 – Pogon i vođenje EES-a, za 17. savjetovanje HRO CIGRÉ, je nakon 24 prijavljena sažetka, ukupno prispjelo 20 referata. Od toga je 5 referata prihvaćeno odmah, dok je ostalih 15 prihvaćeno nakon dopune i dostave nove verzije ispravljene prema zahtjevima recenzenta.

Preferencijalne teme za 17. savjetovanje HRO CIGRÉ za studijski odbor C2 su:

1. Koordinirano vođenje prijenosne i distribucijske mreže u normalnom i poremećenom pogonu
2. Integracija napredne aplikativne podrške za poboljšanje operativne sigurnosti i otpornosti elektroenergetskog sustava
3. Pogon i vođenje EES-a u uvjetima značajne integracije distribuirane proizvodnje i proizvodnih modula priključenih na mrežu putem inverterskih sustava
4. Poremećaji u radu EES-a – iskustva i naučene lekcije
5. Izazovi vođenja povezanog europskog EES-a u narednom razdoblju
6. Zakonska i podzakonska regulativa – implementacija i prijedlozi poboljšanja
7. Otpornost elektroenergetskog sustava korištenjem usluga fleksibilnosti

Podjela referata prema preferencijalnim temama:

Preferencijalna tema 1: C2-01, C2-02,
Preferencijalna tema 2: C2-03, C2-04, C2-05, C2-06, C2-07,
Preferencijalna tema 3: C2-08, C2-09,
Preferencijalna tema 4: C2-10, C2-11,
Preferencijalna tema 5: C2-12, C2-13, C2-14,
Preferencijalna tema 6: C2-15, C2-16, C2-17,
Preferencijalna tema 7: C2-18, C2-19, C2-20.

Preferencijalna tema 1 pokriva široko područje koordiniranog vođenja prijenosne i distribucijske mreže u normalnom i poremećenom pogonu. Distribucijska mreža je masovnim priključenjem obnovljivih izvora energije, ali i sve aktivnijim sudjelovanjem svih korisnika distribucijske mreže na tržištu, dio elektroenergetskog sustava koji treba sve aktivnije upravljati, a sve to u intenzivnoj koordinaciji s prijenosnom mrežom, odnosno njenim vođenjem i upravljanjem.

Preferencijalna tema 2 sadrži referate koji se dotiču teme dispečerskih centara, odnosno različite aplikativne podrške djelovanju dispečera, bilo da je ta podrška automatska, bilo da pomaže dispečerima u donošenju odluka nužnih za ispravno vođenje pogona.

Preferencijalna tema 3 ukazuje na moderne trendove, a to je sve više proizvodnih jedinica priključenih na distribucijsku mrežu, odnosno sve više nesinkrono priključenih proizvodnih jedinica. To mijenja tehničke značajke elektroenergetskog sustava, pa se za svakodnevno vođenje, ali i za potencijalne ponovne uspostave sustava moraju koristiti novi alati i tehnike.

Preferencijalna tema 4 daje priliku da se opišu sve češći manji i veći poremećaji u pogonu, a čijom analizom se dolazi do preporuka za implementaciju za razne dionike kako takve poremećaje u budućnosti izbjeći.

Preferencijalna tema 5 pokušava prepoznati koje će to ključne tehnike i znanja trebati imati da bi se odgovorilo na izazove u vođenju koje sve kompleksniji pogon elektroenergetskog sustava nosi.

Preferencijalna tema 6 bavi se implementacijom novih EU i hrvatskih propisa i načinom kako to postići da rješenje bude čim više jednostavno, lako primjenjivo, jeftino, a istovremeno i takvo da bude sigurno i robusno za očuvanje sigurnosti pogona.

Preferencijalna tema 7 prepoznaje fleksibilnost korisnika mreže kao jedan od ključnih načina kako optimalno voditi elektroenergetski sustav u kojem će biti sve više aktivnih korisnika, a sve manje običnih potrošača kao danas.

2. IZVJEŠĆE O REFERATIMA

PREFERENCIJALNA TEMA 1: KOORDINIRANO VOĐENJE PRIJENOSNE I DISTRIBUCIJSKE MREŽE U NORMALNOM I POREMEĆENOM POGONU

C2-01 Krunoslav Rendulić, Nina Suman, Marijan Borić, Goran Levačić, Zoran Bunčec, Ranko Jančić
UTJECAJ PORASTA POTROŠNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE NA SIGURNOST NAPAJANJA ELEKTROENERGETSKOG PODSUSTAVA ISTRE

Rad obrađuje vrlo aktualnu i važnu temu sigurnosti napajanja elektroenergetskog podsustava Istre u uvjetima rasta potrošnje i planirane dekomisije ključne proizvodne jedinice. Autori su pokazali dobru razinu tehničke stručnosti, koristeći relevantne analitičke alate i razrađujući scenarije koji vjerno prikazuju izazove budućeg razvoja mreže. Posebno je pohvalna jasna identifikacija kritičnih točaka i konkretne preporuke za daljnje investicije.

Pitanja za diskusiju:

1. Možete li uz dobavne pravce: dvosustavni dalekovod 2x220 kV Plomin – Pehlin – Melina, DV 110 kV Buje – Kopar i DV 110 kV Plomin – Lovran – Matulji, izdvojiti koji su još elementi kritični za sigurnost elektroenergetskog podsustava Istre?
2. Možete li procijeniti realnu snagu koju 110 kV HTLS potez Matulji – Lovran – Plomin može dobiti u rasklopište TS/TE Plomin?
3. Sekcioniranje sabirnica 110 kV u TS/TE Plomin, napravljeno prije desetak godine, omogućilo je stvaranje dva sabirnička sustava čime je značajno povećana sigurnosti napajanja elektroenergetskog podsustava Istre, pa se postavlja pitanje ima li smisla daljnje sekcioniranje, a ako je odgovor da molim prokomentirajte eventualne prednosti i nedostatke takvog rješenja?

C2-02 Antun Rendulić, Robert Noskov, Ivica Petrovic, Tomislav Tendera
ANALIZA POTREBE ZA PROTUMJERAMA U ULOZI SIGURNOSTI POGONA MREŽE PRIJENOSNOG PODRUČJA OSIJEK TOKOM REKONSTRUKCIJA POSTROJENJA

Autori ovog članka su obradili temu konkretnu analizu predloženih protumjera kroz dostupne alate za analizu tokova snaga. Tema članka je jako korisna i provedena analiza kod planiranja samih radova je egzaktna.

Pitanja za diskusiju:

1. Mogu li se predložene promjene topologije mreže automatizirati kako bi se smanjila potreba za ručnim intervencijama?
2. Postoji li rizik da bi zbog istovremenih rekonstrukcija na više lokacija mogle nastati nove, do sada nepredviđene sigurnosne ugroze?
3. Je li moguće unaprijediti proces planiranja rekonstrukcija kako bi se minimiziralo njihovo preklapanje i smanjio rizik za sigurnost mreže? Ako da, kako?

PREFERENCIJALNA TEMA 2: INTEGRACIJA NAPREDNE APLIKATIVNE PODRŠKE ZA POBOLJŠANJE OPERATIVNE SIGURNOSTI I OTPORNOSTI ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA

C2-03 Frano Tomašević, Ana Kekelj, Renata Rubeša, Ana Jukić, Alen Muller
PRORAČUN ANALIZE OSJETLJIVOSTI U NETVISION DAM SUSTAVU ZA POTREBE UKLANJANJA ZAGUŠENJA U PRIJENOSNOJ MREŽI HRVATSKE

Autori opisuju vrlo korisnu metodu proračuna preventivnih i korektivnih mjera za smanjenje zagušenja u prijenosnoj mreži koja se temelji na analizi osjetljivosti. Članak opisuje osnovnu funkcionalnost aplikacije daje matematičku podlogu te opisuje način kako se ona primjenjuje u praksi. U članku je predstavljena arhitektura implementiranog sustava u on-line i off-line načinu rada. Vjerujem da je aplikacija od velike pomoći operaterima u njihovom svakodnevnom radu.

Pitanja za diskusiju:

1. Može li NetVision DAM sustav automatski nadzirati kvalitetu provedbe odabrane korektivne akcije tijekom njezine implementacije na stvarnom sustavu (ne na off-line modelu sustava) ili to obavlja operater?
2. Ako provođenje predložene korektivne mjere nije smanjilo zagušenje onoliko koliko je bilo procijenjeno, što se tada radi?
3. Iz članka se dobiva dojam da korektivna mjera može postaviti generator samo na njegovu P_{min} ili P_{max} snagu. Je li stvarno tako ili je moguće da rezultat predloži bilo koju snagu unutar raspona P_{min} - P_{max} ?

C2-04 Vančo Šahpaski, Saško Lakinski, Srđan Skok IMPLEMENTACIJA SUSTAVA WAMS U ELEKTROPRIJENOSNOJ MREŽI MEPSO

Rad „Implementacija sustava WAMS u elektroprijenosnoj mreži MEPSO” daje pregled prve i planirane druge faze uvođenja WAM sustava u prijenosnu mrežu Sjeverne Makedonije.

Autori korektno prikazuju tehničke aspekte implementacije, od izbora lokacija za PMU uređaje do arhitekture sustava i komunikacijskih protokola. Poseban naglasak stavljen je na prednosti WAMS-a u odnosu na tradicionalne sustave nadzora te na ulogu ovog sustava u osiguravanju stabilnosti mreže.

Iako rad ne donosi osobito nova rješenja u području WAMS tehnologije, predstavlja vrijedan prikaz jedne konkretne nacionalne implementacije, što može biti korisno za druge operatore koji se nalaze u sličnim fazama razvoja. Sadržaj je informativan i pregledan, s potencijalom za stručnu raspravu osobito u kontekstu interoperabilnosti WAM sustava i regionalne koordinacije..

Pitanja za diskusiju:

1. U okviru novog proširenja WAM sustava planirano je povezivanje sa SCADA sustavom. Koje informacije/podaci će se razmjenjivati između WAMS-a i SCADA-e?
2. Koji su tehnički kriteriji korišteni pri odabiru lokacija za PMU uređaje u drugoj fazi nadogradnje?
3. Na koji su način su PMU podaci trenutno integrirani u operativno odlučivanje u Nacionalnom dispečerskom centru? Jesu li to isključivo vizualni prikazi ili se koriste i za alarme/akcije?
4. Koje su bile najveće tehničke prepreke u fazi implementacije prve generacije WAM sustava, vezano uz komunikaciju, sinkronizaciju i obradu podataka?

C2-05 Davorin Brkić, Đordana Miličić INTERVALNI ENERGIJSKI PODATCI HRVATSKOGA ELEKTROENERGETSKOGA SUSTAVA – ZA RAZDOBLJE OD 2019. DO 2023.

Autori su na zanimljiv način obradili pitanje obrade intervalnih energijskih podataka za petogodišnji period iz naslova s aspekta provjere ispravnosti podataka uspoređivanjem podataka dobivenih iz različitih izvora, odnosno institucija. Ukazali su na subjektivne i objektivne poteškoće koje svaka od institucija ima u osiguravanju i dostavi podataka na druge adrese kako je to predviđeno propisima. Može se zaključiti da, iako broj i kompleksnost podataka rastu, greške se pomalo ispravljaju i podaci su sve točniji. To je jako bitno jer mnogi dionici svoje poslovne odluke temelje na takvim podacima.

Pitanja za diskusiju:

1. Kakav je stav autora o podacima „iza brojila“, tj. vide li korist u prikupljanju točnih podataka koji se odnose na proizvodnju iz npr. solara na krovovima i sl.?
2. Smatraju li autori da bi Hrvatska trebala imati neki neovisni „energy data hub“ kao centralno mjesto prikupljanja energetskih podataka, s pristupom tim podacima u skladu s ovlaštenjima koja su dodijeljena svakom od dionika?

C2-06 Lucija Matulin, Tomislav Capuder, Tomislav Plavšić PROBABILISTIČKO PROGNOZIRANJE OPTEREĆENJA I MOGUĆNOSTI PRIMJENE U VOĐENJU I PLANIRANJU EES-a

Autori su ovom referatu obradili zanimljivu i primjenjivu temu probabilističkog prognožiranja opterećenja elektroenergetskog sustava. Za početak je opisana klasična (deterministička) metoda prognožiranja i njena ograničenja, te je objašnjena potreba za prelazak na probabilističko prognožiranje. Opisane su glavne metode probabilističkog prognožiranja, te primjer kratkoročne prognoze za hrvatski EES. Također, opisana su iskustva u primjeni ove metode u drugih europskih OPS-ova, te konkretne koristi koje imaju u primjeni ove metode.

Pitanja za diskusiju:

1. U kontekstu optimizacije angažiranja rezervi snage, je li probabilističko prognožiranje opterećenja, bitnije za dimenzioniranje aFRR (kratkotrajne oscilacije opterećenja, ali i proizvodnje) ili za dimenzioniranje mFRR (greške u predviđanju opterećenja, ali i proizvodnje koje se protežu kroz više tržišnih jedinica)?
2. U trenutku pisanja referata HOPS nije imao podatke o cijeloj proizvodnji na distribucijskoj mreži potrebne za određivanje neto opterećenja – očekuje li se da će dohvatom svih potrebnih podataka prognoze imati veću oštrinu?
3. Je li za HOPS bolje koristiti podatke o opterećenju iz probabilističkih prognoza rađenih za cijeli EES ili zbroj dostavljenih tržišnih planova opskrbljivača uvećanih za gubitke u prijenosnoj i distribucijskoj mreži?

C2-07 Igor Lulić, Ivan Fištrović, Luka Špoljar KONTINUIRANO PROVOĐENJE PROGRAMA OBUKE DISPEČERA NDC-a i MC-a UNUTAR SEKTORA ZA VOĐENJE EES-a

Autori su ovim referatom opisali na vrlo konkretan način kako se provodi kontinuirana obuka dispečera Nacionalnog dispečerskog centra, Mrežnih centara, kao i Centara daljinskog upravljanja unutar HOPS-a. Također je opisana i obuka dispečera Nacionalnog dispečerskog centra i Mrežnih centara koja se provodi na simulatoru u DUtrainu.

Pitanja za diskusiju:

1. Kakvi su daljnji planovi za obuku dispečera NDC-a i MC-ova unutar HOPS-a s obzirom da ste u obuku uključili i operatore CDU-a?
2. U scenariju upozorenja možete li ukratko navesti koju ulogu su imali dispečeri HOPS-a i kako su oni surađivali s ostalim TSO-ovima?
3. Što su dispečeri HOPS-a naučili/proširili znanje prilikom obuke u DuTrainu?

PREFERENCIJALNA TEMA 3: POGON I VOĐENJE EES-a U UVJETIMA ZNAČAJNE INTEGRACIJE DISTRIBUIRANE PROIZVODNJE I PROIZVODNIH MODULA PRIKLJUČENIH NA MREŽU PUTEM INVERTERSKIH SUSTAVA

C2-08 Leo Klarić, Ivan Penović, Zdravko Matišić ODZIV ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA U UVJETIMA POREMEĆENOG POGONA PRIJENOSNOG SUSTAVA UVJETOVANOG NADFREKVENCIJOM

Rad obrađuje tehničke zahtjeve i analizu odziva elektroenergetskog sustava u uvjetima nadfrekvencije, s naglaskom na primjenu ograničenog frekvencijski osjetljivog načina rada (LFSM-O).

Objašnjava se potreba za bržim odzivom proizvodnih modula zbog smanjenja sustavne inercije uslijed porasta priključene proizvodnje putem invertera. Detaljno su prikazani tehnički i regulatorni zahtjevi za MEP i SPM module te razlike između HOPS-a i HEP ODS-a, posebno u definiciji referentne snage. Agregirani odziv sustava analiziran je kroz pet pogonskih scenarija. Zaključno, rad ističe potrebu za usklađivanjem mrežnih pravila s europskim smjernicama i predlaže konkretne izmjene.

Pitanja za diskusiju:

1. Kako izbor različitih referentnih snaga (Pref) za izračun odziva djelatne snage utječe na usporedivost između proizvodnih modula priključenih na mrežu prijenosnog i distribucijskog sustava?

2. Pojasniti na temelju čega su odabrani konkretni udjeli izlazne snage (20%, 40%, 60%, itd.) za analizu odziva?
3. S obzirom na uočene nedosljednosti i neusklađenosti između tekstualnih i grafičkih prikaza tehničkih zahtjeva u nacionalnim aktima, kako se u praksi provodi verifikacija odziva proizvodnih modula i osigurava usklađenost sa zahtjevima u postupku priključenja?

C2-09 Renata Rubeša, Petar Vinković, Goran Levačić
**IZRADA I VALIDACIJA DINAMIČKIH RMS MODELA ZA ANALIZE ELEKTRO-
ENERGETSKOG SUSTAVA**

Rad obrađuje vrlo aktualnu i važnu temu validacije dinamičkih RMS modela u kontekstu rastuće integracije obnovljivih izvora energije. Autori na jasan i sustavan način prikazuju proces validacije na stvarnom primjeru, uključujući analitički pristup, interpretaciju rezultata te prijedloge za buduće smjernice u EES-u. Posebno je pohvalna upotreba stvarnih PMU podataka i primjena „playback“ metode u verifikaciji modela. Stručni doprinos rada je značajan, a struktura je logična i podatkovno utemeljena.

Pitanja za diskusiju:

1. Postoje li definirani pragovi ili statistički kriteriji koji se planiraju koristiti za formalnu ocjenu uspješnosti validacije modela?
2. Na koji način se osigurava konzistentnost simulacijskog modela kada se isti mora validirati na više različitih tipova poremećaja tj. postoji li standardizirani postupak ponovne validacije?
3. Koliko je realno očekivati da svi novi proizvođači dostave validirane RMS modele prije priključenja, s obzirom na složenost modeliranja?

PREFERENCIJALNA TEMA 4: POREMEĆAJI U RADU EES-a – ISKUSTVA I NAUČENE LEKCIJE

C2-10 Danko Blažević, Zoran Bunčec
**POREMEĆAJ U RADU SINKRONOG PODRUČJA KONTINENTALNE EUROPE DANA
21. LIPNJA 2024.**

Rad pruža jasan, strukturiran i informativan pregled složenog incidenta koji je pogodio elektroenergetski sustav kontinentalne Europe 21. lipnja 2024. Autori uspješno povezuju tehničke uzroke nestabilnosti, poput nedostatka jalove snage, ispade dalekovoda i utjecaja krajnjih potrošača, s razvojem događaja u stvarnom vremenu. Posebno je pohvalno uključivanje konkretnih preporuka koje mogu pridonijeti unapređenju sigurnosti sustava. Tekst pokazuje razumijevanje međuodnosa između naponske stabilnosti, opterećenja i mrežne topologije. Dodatna razrada mogućih alternativnih scenarija i operativnih alata u realnom vremenu mogla bi dodatno obogatiti analizu.

Pitanja za diskusiju:

1. U kontekstu opisanog poremećaja, jeste li razmatrali scenarij u kojem je dalekovod Melina – Velebit bio uključen u trenutku incidenta? Možete li procijeniti bi li njegovo uključivanje spriječilo naponski slom u pogođenim regijama, ili bi pak zbog prijenosa opterećenja moglo doći do širenja nestabilnosti prema zapadu Hrvatske i eventualnog proširenja krize na širi dio sustava?
2. Budući da je u Vašem radu spomenut P–V dijagram i pojava kritične točke (točke K), postoji li u suvremenim operativnim praksama način da operator prijenosnog sustava u stvarnom vremenu zna u kojoj se točki na P–V krivulji sustav nalazi, odnosno koliko je daleko od kritične točke naponskog sloma? Ako postoji, možete li navesti koje metode, alati ili indikatori se u praksi koriste za to praćenje i procjenu?
3. U preporukama navodite blokiranje regulacijskih sklopki transformatora kao moguću mjeru za sprječavanje širenja poremećaja. Na temelju kojih kriterija biste konkretno odredili kada i kako bi trebalo provesti blokadu regulacijskih preklopki te koje bi bile moguće posljedice prerane ili zakašnjele blokade u stvarnom vremenu?

C2-11 Zoran Bunčec, Zvonimir Brleković, Danko Blažević, Marin Plečko, Daniel Kuric

KOORDINACIJA OPERATORA PRIJENOSNIH SUSTAVA U OTKLANJANJU ZAGUŠENJA U STVARNOM VREMENU

Rad detaljno opisuje iznimno zahtjevan incident u europskoj prijenosnoj mreži, pri čemu se fokusira na tehničku i operativnu reakciju operatora prijenosnih sustava, s naglaskom na HOPS. Struktura rada je logična, uz dobar balans između tehničkih podataka i operativnog konteksta. Usprkos velikim odstupanjima od sigurnosnih kriterija, sustav je stabiliziran zahvaljujući brzom i koordiniranoj reakciji operatora prijenosnih sustava i regionalnih koordinatora sigurnosti. Analiza događaja pokazala je strukturna ograničenja u zapadno-istočnom prijenosnom koridoru koja mogu ugroziti stabilnost cijele regije. Kao odgovor, predložene su mjere za jačanje koordinacije, unapređenje alata za praćenje i izradu mehanizama za bržu i učinkovitiju preraspodjelu proizvodnje.

Pitanja za diskusiju:

1. Možete li pojasniti razloge zbog kojih određene korektivne mjere identificirane u DACF i IDCF analizama nisu bile implementirane te postoji li eventualna prepreka u procesu donošenja odluka ili tehničkoj provedbi?
2. Koji se dalekovodi smatraju ključnim prijenosnim vezama između istočne i zapadne Europe, te koji od njih prolaze kroz ili neposredno uz teritorij Republike Hrvatske?
3. Iz perspektive HOPS-a, gdje se trenutno nalaze granice osmotrivosti prijenosne mreže i koji bi opseg osmotrivosti bio optimalan za učinkovitiju procjenu sigurnosti sustava?

PREFERENCIJALNA TEMA 5: IZAZOVI VOĐENJA POVEZANOG EUROPSKOG EES-a U NAREDNOM RAZDOBLJU

C2-12 **Miroslav Gjorgjievski, Azra Djelmo, Marijana Orlic**
COORDINATION OF MULTILATERAL REMEDIAL ACTION FOR BUSINESS DAY
09.02.2025

U ovom referatu autori su iz perspektive regionalnog koordinacijskog centra (RCC) TSCNET analizirali pogonsku situaciju koja se dogodila 09.02.2025., a mogla je potencijalno dovesti do ozbiljnih posljedica u pogonu sinkronog područja kontinentalne Europe. Obradeni su različiti vremenski okviri planiranja pogona, od tjedna unaprijed do unutardnevnog s osvrtom na prepoznavanje neželjene situacije. Detaljno je opisana koordinacija između RCC-ova i operatora prijenosnih sustava s ciljem rješavanja problema jednom kad je prepoznat, te su dani prijedlozi poboljšanja koji bi mogli pomoći da se slične situacije ne ponove u budućnosti..

Pitanja za diskusiju:

1. Na osnovu svakodnevnog iskustva rada u TSCNET-u, mogu li se prepoznati operatori prijenosnih sustava koji dostavljaju nedovoljno kvalitetne ulazne podatke koji otežavaju pravovremeno prepoznavanje kritičnih situacija u pogonu?
2. Bi li već uspostavljena Central Europe CCR pomogla da se situacija obrađena u referatu ranije (prije stvarnog vremena) prepozna i riješi ili možda čak uopće i ne dogodi?
3. Smatraju li autori da su prevelike količine dodijeljenih prekograničnih kapaciteta temeljni uzrok opisane pogonske situacije?

C2-13 **Aleksandar Jović, Nina Suman, Goran Levačić, Marijan Borić**
RAZMATRANJE UGRADNJE TRANSFORMATORA SA ZAKRETANJEM FAZE U
PRIJENOSNU ELEKTROENERGETSKU MREŽU RH

U ovom radu obrađuje se uloga PST-ova u poboljšanju sigurnosti mreže prema N-1 kriteriju, optimizaciji gubitaka u mreži i upravljanju sve češćim zagušenjima koja se javljaju uslijed velikih tranzita električne energije, posebice tijekom visoke proizvodnje iz obnovljivih izvora. Prvi dio rada daje pregled europskih prijenosnih sustava koji već koriste PST-ove (ČEPS, PSE, 50Hertz, Amprion), s naglaskom na njihove tehničke karakteristike, razloge ugradnje i učinke na mrežu. U drugom dijelu rada analiziraju se potencijalne lokacije za ugradnju PST-ova u 400 kV mreži HOPS-a, te daje analiza utjecaja ugradnje i predlaže redoslijed prioriteta za ugradnju istih.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su za sve tri varijante ugradnje PST-a u analizi postavljen maksimalan kut od 40° i što to znači u analizi tokova snaga u konkretnoj mreži?
2. Koje su prednosti i nedostaci korištenja svake od te tri varijante priključenja PST obzirom na sigurnost u našem EES-u (sažeto)?
3. Koji je bio prioriteta ugradnje PST-a obzirom na gubitke u našem EES-u i da li bi doprinos ugradnje ugradnje/korištenja PST-a u VP Ernestinovo u TS Žerjavinec bio isti kao da se radi o VP Žerjavinec u TS Ernestinovo. (ne bi li trebalo obzirom na veći broj polja u TS Ernestinovo razmotriti ugradnju u TS Ernestinovo umjesto TS Žerjavinec?)

C2-14 Tomislav Tendera, Mario Stanić, Dajana Vrbičić Tendera UTJECAJ NOVIH PRUŽATELJA USLUGE URAVNOTEŽENJA aFRR REZERVE SNAGE NA VOĐENJE POGONA

Rad daje sveobuhvatan pregled uvođenja novih pružatelja usluge aFRR rezerve snage na tržištu uravnoteženja u Hrvatskoj, što je proces koji je upravo u tijeku. Jasno su prikazane razlike između tradicionalnih centraliziranih pružatelja poput dominantnog pružatelja HEP Proizvodnje i novih agregatora kao što su ENNA i Nano, s naglaskom na operativne i komunikacijske izazove, ali i prednosti koje nose otvaranje tržišta. Autori pružaju praktičan uvid u izazove s kojima se HOPS svakodnevno susreće u vođenju sustava, poput komunikacijskih problema ili neosiguravanja rezerve snage kod nepovoljnih hidroloških prilika. Predlažu se tehnička poboljšanja potrebna za unaprjeđenje komunikacije. Sveukupno, rad je relevantan za sve dionike uključene u razvoj tržišta uravnoteženja.

Pitanja za diskusiju:

1. Autori navode komunikacijske probleme te složenije vođenje kod integracije novih, ponajprije distribuiranih, aFRR pružatelja - koje su opcije za poboljšanja?
2. Kako autori vide daljnji razvoj pružanja usluge aFRR - mogu li veliki i distribuirani spremnici pridonijeti povećanju aFRR opsega?
3. Autori navode da isporuka ugovorenih aFRR količina dominantnog pružatelja ovisi o hidrologiji - kakav je utjecaj na pogon sustava sa smanjenom aFRR rezervom snage?

PREFERENCIJALNA TEMA 6: ZAKONSKA I PODZAKONSKA REGULATIVA – IMPLEMENTACIJA I PRIJEDLOZI POBOLJŠANJA

C2-15 Dajana Vrbičić Tendera, Petra Sagrestano Štambuk, Leo Klarić, Ivan Vjeko Tomić, Zoran Pupačić, Darko Nemec, Lara Buljan PROVEDBA PRETKVALIFIKACIJSKOG POSTUPKA ZA PRUŽANJE USLUGA CRNOG STARTA I RADA U OTOČNOM POGONU HIDROELEKTRANE ZAKUČAC

Autori su prepoznali značaj i nužnost provedbe pretkvalifikacijskog postupka proizvodnih jedinica HE Zakučac za pružanje usluge crnog starta i rada u otočnom pogonu. Obveza je u trogodišnjem razdoblju provesti ispitivanja crnog starta i otočnog pogona za potrebe dokazivanja sposobnosti provedbe Plana obrane sustava i Plana uspostave sustava. Najčešće se primjenjuju dvoetajna ispitivanja, primarna ispitivanja u realnom vremenu i simulacijska ispitivanja na verificiranom modelu za provjeru stabilnosti napona i frekvencije u predmetnom podsustavu. Za razdvajanje i povezivanje sustava neposredno prije i nakon rada u otočnom pogonu korišten je prekidač spojnog polja pripadajućih sabirničkih sustava i neopterećeni vod „drugog“ slobodnog sustava sabirnica, tj. ispitivanje je provedeno u djelomično simuliranim uvjetima radi sigurnosti opskrbe dijela konzuma.

Mandatorni pružatelj nefrekvencijskih pomoćnih usluga u EES-u RH HEP-Proizvodnja d.o.o. i Hrvatski operator prijenosnog sustava d.d. uz koordinaciju Instituta za elektroprivredu d.d., usuglasili su 2024. i proveli detaljni postupak složenih ispitivanja. Evaluacija rezultata ispitivanja s jasnim oscilogramima prikaza referentnih veličina po proizvodnim jedinicama uz visokostručni komentar ostvarenih pogonskih pokazatelja, odlika su ovog iznimno značajnog i profesionalnog rada u funkciji povećanja sigurnosti pogona EES-a RH.

Pitanja za diskusiju:

1. Usporedite uklopna stanja domicilne prijenosne mreže prije, tijekom i nakon ispitivanja sposobnosti rada HE Zakučac u otočnom pogonu s osvrtom na korištenje dvostrukih sabirničkih sustava u pripadajućim VVN i VN rasklopištima elektrana i transformatorskim stanicama.
2. Obrazložite status, poželjno uklopno stanje distribuirane proizvodnje kod većih pogonskih poremećaja s posljedicom raspada odnosno tijekom postupka uspostave otočnog pogona?
3. Činjenica je da velike hidroelektrane unutar EES-a RH, u pravilu imaju više proizvodnih jedinica većih jediničnih snaga koje mogu koristiti višestruke sabirničke sustave kao i prebacivanje preko međutransformacije s više na nižu naponsku razinu i obrnuto. Da li je moguće formirati više otoka na tako složenim rasklopištima elektrana, kad bi se isto primjenjivalo i koje su moguće pogonske poteškoće?

C2-16 Marko Hajdina, Marija-Kristina Šumera, Tomislav Lešković, Josipa Jurjević Šarić, Mario Stanić, Marijan Borić, Matej Alandžak, Adriana Dizdar, Josip Dvorski
UTJECAJ 110kV MREŽE NA ITC MEHANIZAM

U referatu je analiziran utjecaj tranzita na ITC mehanizme kao i ovisnost proizvodnje, potrošnje, razmjene energije, ali i topologije mreže na rezultate ITC mehanizma. Izrađena je usporedba gubitaka sa i bez 110 kV mreže.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji su pozitivni učinci Zelene tranzicije i implementacije OIE na ITC mehanizam?
2. Postoji li procedura izmjene Sporazuma u smislu određivanja domene izračuna uvažavajući i 110 kV mrežu pojedinih TSO-a?

C2-17 Miljenko Brezovec, Željko Štefan, Tomislav Pintarić, Nenad Švarc
ANALIZA MOGUĆNOSTI I OGRANIČENJA SUDJELOVANJA PROIZVODNIH JEDINICA S DVOSTRUKO REGULIRANIM TURBINAMA U PROCESU ODRŽAVANJA FREKVENCije

Iako Hrvatska ima obvezu osigurati samo 18 MW FCR rezerve, HEP Proizvodnja je uočila da postoji problem u osiguravanju zahtijevanog opsega FCR rezerve snage ako se u pružanje ne uključe skoro sve elektrane priključene na hrvatskih EES iz portfelja HEP Proizvodnje. S obzirom da proizvodne jedinice s dvostruko reguliranim turbinama imaju određena ograničenja prilikom sudjelovanja u procesu održavanja frekvencije, a takve proizvodne jedinice postoje u portfelju HEP Proizvodnje, autori su u referatu analizirali mogućnosti sudjelovanja proizvodnih jedinica s dvostruko reguliranim turbinama u procesu održavanja frekvencije s posebnim osvrtom na HE Čakovec i HE Dubrava. Predložen je i mogući koncept aktiviranja opsega usluge FCR proizvodnih jedinica iz portfelja HEP-Proizvodnje na način da se rastereti dinamika pogona agregata i uvažavaju tehnička ograničenja.

Pitanja za diskusiju:

1. Imaju li autori prijedlog kolika bi namjerna mrtva zona bila povoljna za proizvodne jedinice s dvostruko reguliranim turbinama te isplati li se koristiti proizvodne jedinice HE Čakovec i HE Dubrava u pružanju FCR rezerve snage?
2. Kakvu bi P-f krivulju (skokovitu ili glatku) imale HE Čakovec i HE Dubrava uz mrtvu zonu iz prvog pitanja te koliki bi doprinos tih proizvodnih jedinica FCR rezervi snage bio?
3. Na slici 6 je prikazan primjeri mogućih raspodjela rezerve snage uz različite parametre regulacije agregata uključenih u pružanje FCR rezerve snage. Jesu li to realni podaci elektrana iz portfelja HEP Proizvodnje? Molim autore da pojašne sliku 6.

PREFERENCIJALNA TEMA 7: OTPORNOST ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA KORIŠTENJEM USLUGA FLEKSIBILNOSTI

C2-18 Vladimir Valentić, Maša Trinajstić, Luka Calcich
POVEĆANJE OTPORNOSTI ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA AKTIVNIM UPRAVLJANJEM E-MOBILNOŠĆU

U referatu je analizirana mogućnost povećanja otpornosti elektroenergetskog sustava aktivnim upravljanjem e-mobilnošću na primjeru Istarske županije. Analizirano je kretanje broja dolazaka turista na području Istarske županije te predvidivi rast broja električnih automobila za sljedećih 3 do 10 godina. Opisane su osnovne značajke elektroenergetskog podsustava Istre te je predložen i opisan koncept tehničke virtualne elektrane. Predložena je mogućnost povećanja otpornosti EES-a korištenjem tehničke virtualne elektrane i upravljanjem e-mobilnošću putem funkcije vozilo prema mreži (eng. vehicle to grid).

Pitanja za diskusiju:

1. Da li ulogu tehničke virtualne elektrane može imati operator mreže/sustava i nije li to prirodnije rješenje u kontekstu optimiranja tokovima snaga i upravljanja lokalnom distribucijskom mrežom, što je u referatu navedeno kao funkcija tehničke virtualne elektrane?
2. Koja ulaganja u području digitalizacije i infrastrukture trebaju poduzeti operatori mreže kako bi se omogućio koncept upravljanja e-mobilnošću, predložen u referatu?
3. Postoji li pričuveno rješenje ukoliko vlasnici vozila neće koristiti funkciju vozilo prema mreži u razmjerima kako se to očekuje te će dodatno opteretiti mrežu u periodima vršnih opterećenja, a bez izgrađene elektroenergetske infrastrukture?

C2-19 Vladimir Valentić, Diego Maras, Luka Calcich, Alfredo Višković POVEĆANJE OTPORNOSTI ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA SA ZNAČAJNOM RAZLIKOM OPTEREĆENJA KORIŠTENJEM USLUGE FLEKSIBILNOSTI RADNE TOČKE SUNČEVIH ELEKTRANA

Rad je korektan, dan je pregled u uvod u temu te je na konkretnom slučaju obrađena relevantna tema.

Pitanja za diskusiju:

1. Jesu li u radu razmatrani scenariji ugradnje fotonaponskih sustava na krovove kuća, što će također smanjiti opterećenje u podsustavu Istre?
2. Kakav je zakonski okvir za smanjenje faktora snage ispod 0,95??

C2-20 Zvonimir Brleković, Ivan Pavičić, Tomislav Lešković. ANALIZA POVEĆANJA PRIJENOSNOG KAPACITETA I SMANJENJA GUBITAKA NA DALEKOVODU 220 KV HE SENJ – MELINA USLIJED PRIMJENE HTLS TEHNOLOGIJE

Rad jasno i koncizno obrađuje temu gubitaka u prijenosnoj mreži te na razumljiv način prikazuje kako primjena HTLS vodiča može doprinijeti povećanju kapaciteta prijenosa uz istodobno smanjenje gubitaka. Autori dobro objašnjavaju tehničke prednosti HTLS tehnologije, posebno njezinu otpornost na visoke temperature i smanjeni provjes, što omogućuje nadogradnju postojećih vodova bez značajnih građevinskih zahvata. Posebno je vrijedna najava konkretne analize utjecaja HTLS-a na stvarnom dalekovodu (DV 220 kV HE Senj – Melina), što daje radu dodatnu praktičnu težinu. Rad ima dobru strukturu i potencijal za primjenu u praksi.

Pitanja za diskusiju:

1. Obzirom na povećanje prijenosne moći DV 220 kV Senj - Melina nakon ugradnje HTLS vodiča, možete li komentirati koliko ona utječe na sigurnost 110 kV mreže u utjecajnoj zoni.
2. DV 220 kV Senj – Melina je jedan od značajnijih i opterećenijih dalekovoda u prijenosnoj mreži RH, te je ujedno izložen nepovoljnim vremenskim uvjetima poput jake bure, možete li pojasniti moguće nedostatke HTLS tehnologije npr. izazove vezane uz sanaciju kvarova HTLS vodiča?

3. ZAKLJUČAK

Referati prihvaćeni za 17. savjetovanje HRO CIGRE studijskog odbora C2 – Pogon i vođenje EES-a obuhvatili su sve preferencijalne teme, pri čemu je Preferencijalna tema 2 bila najzastupljenija. Radovi su pokrili široki raspon od usko specifičnih jednokratnih događaja do široko aktualnih koji se tiču paneuropskih propisa i mjera koje u vođenju pogona primjenjuju svi europski operatori prijenosnih sustava.

Referati preferencijalne teme 1 pokrili su koordiniranog vođenja prijenosne i distribucijske mreže u specifičnim situacijama značajnog rasta opterećenja i privremenih konfiguracija tijekom rekonstrukcija rasklopnih postrojenja.

Referati preferencijalne teme 2 obradili su temu aplikativne podrške, kako na općenitoj i teorijskoj razini, tako i na primjeru vrlo konkretnih primjena u pojedinim operatorima prijenosnih sustava.

Referati preferencijalne teme 3 ukazuju na moderne trendove, a to je sve više proizvodnih jedinica priključenih na distribucijsku mrežu, odnosno sve više nesinkrono priključenih proizvodnih jedinica koje je potrebno analizirati i dinamički, odnosno pratiti njihovo ponašanje izvan normalnih pogonskih uvjeta.

Referati preferencijalne teme 4 opisali su jedan veliki pogonski poremećaj, ali i primjer sprječavanja nastanka poremećaja koordiniranim djelovanjem operatora prijenosnih sustava i regionalnih koordinacijskih centara.

Referati preferencijalne teme 5 ukazuju na raznolikost mjera koje je potrebno poduzimati za očuvanje sigurnosti pogona, od koordiniranih mjera redispečiranja, preko instaliranja novih elemenata u mrežu do aktivnog sudjelovanja korisnika mreže putem agregatora.

Referati preferencijalne teme 6 obradili su problematiku sudjelovanja proizvodnih jedinica u pružanju različitih pomoćnih usluga, kao i način međusobnog poravnanja troškova operatora prijenosnih sustava nastalih zbog gubitaka u prijenosnoj mreži.

Referati preferencijalne teme 7 ukazuju na važnost fleksibilnosti za optimalno vođenje mreže, bilo da je u pitanju fleksibilnost korisnika mreže, bilo samih operatora prijenosnih sustava.