



IZVJEŠĆE SO B3 HRO CIGRÉ

STUDIJSKI ODBOR B3 – RASKLOPNA I SLIČNA ELEKTROENERGETSKA POSTROJENJA

Predsjednik: ZDRAVKO ŠOJAT, dipl. ing. el.

Tajnik: BRANIMIR ĐIKIĆ, dipl. ing. el.

Na studijski odbor B3 – Rasklopna i slična elektroenergetska postrojenja, za 15. savjetovanje HRO CIGRÉ, u zadanom roku, ukupno je prispjelo trinaest referata. Preferencijalne teme za 15. savjetovanje HRO CIGRÉ za studijski odbor B3 su:

1. Napredak tehnologije projektiranja i izgradnje transformatorskih stanica
2. Izazovi u postojećim postrojenjima: održavanje i rekonstrukcija.
3. Zahtjevi u svezi osiguranja zaštite na radu, zaštite okoliša i osiguranja kvalitete

Najveći broj pristiglih referata odnosi se na drugu preferencijalnu temu. Podjela referata prema preferencijalnim temama je sljedeća:

Preferencijalna tema 1: B3-01 do B3-05.

Preferencijalna tema 2: B3-06 do B3-13.

IZVJEŠĆE O REFERATIMA

PREFERENCIJALNA TEMA 1: **NAPREDAK TEHNOLOGIJE PROJEKTIRANJA I IZGRADNJE TRANSFORMATORSKIH STANICA**

B3-01 Ivan Štamol, Viktor Lovrenčić, Miha Osredkar, Matej Balant, Primož Vintar,
Jaka Jenškovec and Roman Tomažič
NAPREDNE TEHNOLOGIJE DIGITALIZIRANIH TRANSFORMATORSKIH
STANICA

Trenutno se osposobljavanje i provjere znanja osoblja u elektroenergetskom sektoru temelje na korištenju klasičnih obrazovnih metoda.

Za upravljanje, kontrolu, vođenje i održavanje digitalizirane transformatorske stanice, nova rješenja koja omogućuju tehnologije proširene stvarnosti (VR/AR/MR) mogu osigurati siguran, učinkovit i trajan prijenos znanja. Virtualno okruženje za učenje, podržano tehnologijama proširene stvarnosti, omogućuje provedbu naprednog osposobljavanja u elektroenergetskom sektoru. Takvo osposobljavanje je sigurnije, atraktivnije, neovisno o vanjskim čimbenicima i prilagođeno pojedincu.

Autori u ovom radu opisuju tehnološku platforma ViRTUS koja omogućuje pripremu prilagođenih digitalnih okruženja za učenje i osposobljavanje u elektroenergetskom sektoru. S razvojem platforme ViRTUS usko je povezana i digitalizacija transformatorskih stanica kod kojih se primjenjuju najsuvremenije tehnologije primarne i sekundarne opreme.

Pitanja za diskusiju:

1. Što znači kratica XR koju autori spominju u referatu i da li je na neki način povezana s kraticama VR (virtual reality) – virtualna stvarnost i AR (augmented reality) – proširena stvarnost i MR (mixed reality) – kombinacija elemenata fizičkog i virtualnog okruženja?
2. Da li autori mogu navesti primjer praktične primjene tehnološke platforme ViRTUS u obrazovanju i osposobljavanju osoblja u elektroenergetskom sektoru?
3. Da li postoje istraživanja koja ukazuju na stvarnu korist od primljene platforme ViRTUS u obrazovanju i osposobljavanju osoblja u elektroenergetskom sektoru?

B3-02

Sonja Ravlić Begić, Velimir Ravlić, Ante Ravlić

Mehanička naprezanja energetskih transformatora kod seizmičkog djelovanja

U članku je opisana primjena numeričko-eksperimentalne metode koju je razvio ENEL, a koja pomaže kod seizmičke analize velikih energetskih transformatora. Analizirano je dinamičko ponašanje autotransformatora 230/135 kV, 160 MVA za vrijeme stvarnog potresa. Razlozi isklopa autotransformatora zbog prorade montiranog Buchholz releja su analizirani pomoću ispitivanja (u laboratoriju i na terenu) kao i numeričkom analizom primjenom metode konačnih elemenata.

Pitanja za diskusiju:

1. Primjenom suvremenih alata koji se temelje na FEM i CFD proračunima moguće je napraviti dinamičku analizu kompleksne seizmičke interakcije između transformatorskih provodnika, transformatora (uključujući ulje) i temelja u postrojenju. Na ovaj način moguće je odrediti seizmičke performanse visokonaponske opreme i postrojenja u cjelini. Na koji način i do koje mjere se pri građenju novih ili rekonstrukciji starih postrojenja u našem EES-u rade slične analize proračuna seizmičkih performansi visokonaponske opreme i postrojenja?
2. Smatraju li autori da bi se u dijelu našeg EES-a koji je oštećen nedavnim potresima trebala provesti analiza slična onoj koja je prikazana u članku, s ciljem poboljšanja i povećanja otpornosti novih postrojenja na seizmička naprezanja?

B3-03

Ivica Pavić, Velimir Ravlić, Ante Ravlić

Utjecaj porasta vrijednosti struja kratkog spoja na povećanje nazivnih karakteristika visokonaponske opreme

Razvojem elektroenergetskog sustava i povezivanjem više sustava u zajednički elektroenergetski sustav, kao i sve većom izgradnjom novih izvora električne energije te njihovim povezivanjem u visokonaponski prijenosni sustav, došlo je do značajnog porasta struja kratkih spojeva, što je naročito izraženo na sabirnicama velikih čvornih transformatorskih stanica.

U ovom se radu detaljnije analizira problematika specifikiranja vremenskih konstanti za analizu navedenih svojstava dijelova elektroenergetskog sustava, a posebno prekidača.

Pitanja za diskusiju:

1. U slučaju velikih visokonaponskih postrojenja, struje kratkih spojeva su različite na pojedinim mjestima ugradnje. Kako se odabire nazivna prekidna struja kratkog spoja u takvim postrojenjima?
2. Postoje li u visokonaponskoj mreži HOPS-a postrojenja s vrlo visokim vrijednostima struje kratkog spoja i vremenskih konstanti koje mogu značajno utjecati na izbor prekidača i strujnih mjernih transformatora?
3. Čija je obveza odnosno odgovornost odabira karakteristika VN opreme u odnosu na uvjete na mjestu ugradnje: investitor, projektant ili netko drugi?

B3-04 Sonja Ravlić Begić, Velimir Ravlić
Primjena regulacijske prigušnice s ciljem poboljšanja naponskih prilika u TS Melina

Referat Primjena regulacijske prigušnice s ciljem poboljšanja naponskih prilika u TS Melina detaljno opisuje proces projektiranja i izbora ključne opreme. Također, analizira pojavu prenapona uzrokovanih sklopnim operacijama te time pokazuje važnost izbora adekvatne VN opreme.

Pitanja za diskusiju:

1. Zašto je odabrana nazivna snaga 200 MVA_r kod 242 kV?
2. Je li autorima poznat podatak za koliko se spustio napon u 220 kV mreži u TS Melina nakon ulaska u rad prigušnice?
3. Postoji li podatak u kojem opsegu regulacije radi prigušnica obzirom na to da ima dosta širok regulacijski opseg

B3-05 Sonja Ravlić Begić, Velimir Ravlić
Uvod u analizu seizmičkih naprezanja ventilnih konstrukcija HVDC i FACTS postrojenja

U članku je opisana metoda koju je razvila Korejska elektroprivreda, a koja pomaže kod seizmičke analize ventilskih sklopova u elektroenergetskim postrojenjima. Pri tome su analizirana dinamička ponašanja za vrijeme stvarnog potresa.

Pitanja za diskusiju:

1. Primjenom suvremenih alata koji se temelje na metodi konačnih elemenata (FEM), proračunima je moguće napraviti dinamičku analizu kompleksne seizmičke interakcije između mehaničkih nosivih dijelova ventilskih sklopova i temelja zgrade u slučaju SVC postrojenja (ali i drugih FACTS uređaja). Na ovaj način je moguće odrediti seizmička svojstva bitnih dijelova FACTS postrojenja. Je li u Republici Hrvatskoj do sada ugrađeno slično postrojenje i je li izvršena slična analiza proračuna seizmičkih svojstava elektroenergetskih postrojenja?
2. Smatraju li autori da bi u specifičnim postrojenjima trebalo provesti slične analize koje su prikazane u članku, s ciljem poboljšanja i povećanja otpornosti elektroenergetskih postrojenja na seizmička naprezanja?

**PREFERENCIJALNA TEMA 2: IZAZOVI U POSTOJEĆIM POSTROJENJIMA:
ODRŽAVANJE I REKONSTRUKCIJA**

B3-06 Goran Levačić, Branimir Đikić, Mate Lasić, Ivica Pavić
Ugradnja kondenzatorskih baterija u svrhu sprječavanja naponskog sloma prijenosne elektroenergetske mreže Istre

Referat kvalitetno sagledava naponske prilike na području Istre i obrađuje jedan od načina otklanjanja mogućnosti naponskog sloma. U referatu je opisano trenutno stanje u prijenosnoj mreži na području Istre po pitanju postojeće infrastrukture i opterećenja. Prikazan je tehnički opis zahvata ugradnje kondenzatorskih baterija i sagledane su moguće lokacije ugradnje i utjecaj kondenzatorskih baterija u ovisnosti o snazi i lokaciji. Sagledan je utjecaj predloženog rješenja na moguće pojave rezonancije i način ublažavanja neželjenog utjecaja ugradnjom antirezonantne prigušnice.

Pitanja za diskusiju:

1. Koji je razlog za odabir (n-3) stanja mreže, kad je po važećim Mrežnim pravilima prijenosnog sustava glavni (n-1) kriterij sigurnosti?
2. Kakav će utjecaj imati mogući potpuni prestanak rada TE Plomin s obzirom na emisije CO₂ na naponske prilike u Istri i predloženo rješenje?
3. Kakav je okvirni odnos investicijskog i operativnog troška predloženog rješenja?

B3-07

Kristian Lazarić, Aleksandar Šuša, Damir Miščenić, Dean Dobrec

Zamjena energetskih transformatora 110/35 kV 20 MVA novim transformatorima 110/35 kV 40 MVA u TS LIČKI OSIK 110/35 kV

Autori su u referatu obradili tehničko rješenje zamjene energetskih transformatora u TS 110/35 kV Lički Osik. U radu je dan kratak opis postojećeg stanja TS 110/35 kV Lički Osik i energetski razlozi za povećanje postojeće snage transformacije s 2x20 MVA na 2x40 MVA.

Prilikom izvođenja zamjene energetskih transformatora izvršena je zamjena dijela postojeće primarne i sekundarne opreme za pripadajuća 110 kV i 35 kV transformatorska polja uključujući i izvođenje građevinskih radova. Poseban naglasak dan je na faze izvođenja radova i uspostavu provizornog napajanja s obzirom na nužni trajni pogon jednog energetskog transformatora tijekom izvođenja radova. Predmetni zahvat je realiziran u ukupno pet faza, pri čemu su u referatu detaljno opisani radovi zamjene energetskih transformatora u svakoj fazi.

Pitanja za diskusiju:

1. U referatu su navedeni građevinski radovi izrade novih temelja i uljne kade energetskih transformatora kao i zamjena instalacije zauljene kanalizacije. Da li je bilo zahvata i na uljnoj jami budući da se radi o zamjeni postojećih energetskih transformatora snage 2x20 MVA s energetskim transformatorima snage 2x40 MVA uz pretpostavku da se radi o većoj količini ulja kod novih transformatora?
2. Da li je u drugoj fazi radova kod ugradnja novog energetskog transformatora -TR2 ugrađen i pripadajući mali djelatni otpor (MO). Da li je u Fazi I prilikom uspostave provizornog napajanja preko TR2 korišten postojeći zajednički mali djelatni otpor (MO) ili je mali djelatni otpor provizorno ugrađen za potrebe provizorija navedene faze?
3. Da li autori imaju informaciju je li je bilo neželjenih ispada, odnosno prekida konzuma tijekom izvođenja radova zamjene energetskih transformatora kada je transformator koji je predmet zahvata bio neraspoloživ? Da li je bilo potrebe za redukcijom napajanja konzuma kad je 35 kV postrojenje napajano samo preko postojećeg -TR1 snage 20 MVA u I fazi?

B3-08

Igor Đurić, Krešimir Špicnagel, Željko Pavičić, Miljenko Antolić

Učinak potresa magnitude 6,2 prema Richterovoj ljestvici na transformatorske stanice TS 110/20 kV Elektre Sisak

Područje Sisačko-moslavačke županije pogodio je 29.12.2020. u 12.19 h jaki potres magnitude 6,2 prema Richterovoj ljestvici (podaci Seizmološke službe Hrvatske). U užem epicentralnom području, iz pogona je isključeno oko 50.000 korisnika elektrodistribucijske mreže HEP ODS Elektre Sisak, a oštećeno je preko 200 transformatorskih stanica svih naponskih razina. U radu je predstavljen pregled pogonskih događaja tijekom i nakon potresa i pregled najznačajnijih oštećenja.

Pitanja za diskusiju:

1. Prema Karti potresnih područja Republike Hrvatske za lokaciju TS PETRINJA, TS GLINA i TS SISCIA horizontalno vršno ubrzanje tla je sljedećih vrijednosti:
Tp = 95 godina, a = 0,07 g
Tp = 475 godina, a = 0,15 g
Smatrate li da bi prilikom projektiranja novih objekata i rekonstrukcije postojećih isto trebalo biti osnova za dimenzioniranje i izbor opreme te kakva je trenutna situacija s navedenim kriterijem prilikom odabira opreme?
2. Na koji je način predviđena sanacija zgrade TS 110/20 kV Petrinja u tehnički ispravno stanje ili je predviđena izgradnja nove zgrade i rušenje stare?
3. Na temelju iskustva s potresom magnitude 6,2 prema Richterovoj ljestvici možete li definirati najslabije točke u samoj transformatorskoj stanici te predložiti mogućnosti sanacije istih?

B3-09 Hrvoje Medvedović, Dejan Barulek, Goran Posavec, Tomislav Pintarić
Zamjena glavnog razvoda 0,4 kV HE ČAKOVEC

U ovom referatu autori su obradili i na vrlo jasan način prikazali zamjenu glavnog razvoda 0,4 kV u HE Čakovec. Opisano je stanje prije i nakon zamjene, te što je najvažnije tijekom izvođenja kompleksnih radova zamjene cijeloga sustava dok je elektrana bila u pogonu, gdje je minimalno vrijeme obustave rada glavnih agregata bio jedan od najvažnijih početnih uvjeta same rekonstrukcije. Vrlo dobro su prikazane sve prednosti novoga glavnoga razvoda u odnosu na stari. Prikaz načina i obima rekonstrukcije dijelova VN postrojenja zasigurno je zahvalna tema kojom autori referata prenose svoja stečena iskustva na čitatelje.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li je moguće izvršiti prijelaz sa otjcepa jednog generatora na drugi, bez beznaponskog stanja uz kratkotrajni paralelni rad?
2. Koja je uloga malog diesel agregata na Slici 5. - Topologija novog glavnog razvoda 0,4 kV, odnosno u kojim slučajevima se pali te koje potrošače napaja?
3. Na koji način se izveo i napojio ormar podrazvoda korišten tijekom izvođenja radova?

B3-10 Katarina Musulin, Hrvoje Bulat, Mario Jurić, Robert Teči, Domagoj Rubić,
Dubravko Rumiha
Zamjena i proširenje 110 kV metalom oklopljenog, plinom SF₆ izoliranog
postrojenja EL-TO Zagreb

Zamjena i proširenje metalom oklopljenog, plinom SF₆ izoliranog postrojenja 110 kV u Elektrani-Toplani Zagreb izvedeno je sukladno Ugovoru o priključenju novog proizvodnog bloka L u sklopu strateške investicije modernizacije cijele lokacije.

U radu je opisan tijek zamjene 110 kV postrojenja GIS izvedbe sa svim specifičnostima koje su primijenjene na prvoj zamjeni metalom oklopljenog i plinom SF₆ izoliranog, visokonaponskog postrojenja u Republici Hrvatskoj.

Pitanja za diskusiju:

1. Kako je optimizirano korištenje kabela i kablenskog pribora 110 kV za potrebe provizorija i konačno stanje te postignuto skraćeno vrijeme beznaponskog stanja pojedinog voda pri spoju na novo postrojenje?
2. U radu se navodi da je prije priključka -T1 na novo postrojenje provedeno ispitivanje induciranim naponom PVT-a . Kako je provedeno navedeno ispitivanja i koji dio postrojenja je bio pod naponom induciranim PVT-om ?

B3-11

Danko Dobranović, Haris Trobradović and Igor Proviči

Povećanje sigurnosti i pouzdanosti transformatorskih stanica uvođenjem ultrazvuka

U radu su prikazana mjerenja parcijalnih izbijanja ultrazvučnom metodom za različite tipove parcijalnih izbijanja te usporedba rezultata mjerenja prije i nakon sanacije mjesta indikacije nepravilnosti. Novi ultrazvučni senzori mogu otkriti pojačanu ultrazvučnu aktivnost uzrokovanu parcijalnim izbijanjima, bila ona u strukturi materijala ili okolnom zraku. Poznavanjem izmjerenih vrijednosti ultrazvuka za te pojave, njihovi trendovi i oblici, mogu pomoći u boljem održavanju postrojenja, a time i boljem upravljanju stanjem imovine. Uvođenjem ultrazvuka u dosadašnje nadzore stanja može se povećati sigurnost i pouzdanost visokonaponskih i srednjenaponskih postrojenja.

Pitanja za diskusiju:

1. Za koje tipove parcijalnih izbijanja ultrazvučni senzori imaju prednost naspram ostalih senzora (npr. UHF, HFCT)?
2. U članku se navodi da postoji mogućnost sustava za kontinuirani nadzor stanja izolacije s ultrazvučnim sensorima ? Mogu li autori prikazati jedan takav sustav, koliko je usporediv s ostalim poznatim sustavima kontinuiranog nadzora stanja izolacije (npr. UHF sustav kontinuiranog nadzora), posebno glede obrade rezultata mjerenja ?

- B3-12** Vladimir Valentić, Aleksandar Šuša, Dean Dobrec, Dubravko Franković, Damir Miščenić, Zoran Zbunjak, Ranko Jancic, Kristijan Lazarić, Arsen Jurasić, Damir Majcen, Marko Jušić
OSIGURANJE N-1 KRITERIJA USPOSTAVOM REZERVNOG NAPAJANJA
– PROVIZORIJA IZ SN MREŽE PUTEM ELEMENATA VN MREŽEe

Rekonstrukcija i održavanje postojećih postrojenja postavljaju izazove na koje je moguće odgovoriti putem prilagodbe, koordinacije te fleksibilnosti sudionika i elemenata postojećeg elektroenergetskog sustava (EES).

Treba naglasiti da je potrebna koordinacija ne samo između operatora prijenosnog sustava, operatora distribucijskog sustava te sustava proizvodnje, već između njihovih nadležnih odjela zaduženih za održavanje, investicije, relejnu zaštitu i vođenje. U ovom radu opisano je tehničko rješenje provizornog napajanja konzuma središnje Like izvedeno prilikom zamjene energetske transformatora.

Pitanja za diskusiju:

1. Koliko je procijenjeno potrebno vrijeme za uspostavu novog napajanja?
2. Procijenite financijske troškove potrebne za navedeno rješenje.
3. Obzirom na ograničenu mogućnost prijenosa preko 35 kV mreže u ovom slučaju jeli urađen plan redukcije konzuma?

- B3-13** Zoran Kovač, Ivan Šimunić
Primjena nove metodologije za definiranje liste prioriteta za zamjenu i rekonstrukciju elemenata prijenosne mreže

U radu je prikazana nova metodologija za definiranje liste prioriteta za zamjenu i rekonstrukciju elektroenergetskih postrojenja prijenosne mreže. Na temelju definiranih parametara izrađena je metodologija koja za rezultat daje optimalno rangiranje elemenata prijenosne mreže koje je potrebno zamijeniti odnosno provesti rekonstrukciju transformatorske stanice.

Pitanja za diskusiju:

1. Uzima li predmetna metodologija u obzir preopterećene elemente mreže koje uočava analiza sigurnosti pogona po kriteriju N-1, na osnovu koje Sektor za vođenje poduzima preventivne tj. kurativne mjere?
2. Prilikom definiranja liste prioriteta uzima li se u obzir pozicija tj. mjesto ugradnje samog elementa mreže (npr. radijalan dalekovod, ili dvosustavni dalekovodi značajni za napajanje cijele regije)?
3. Iskustva inženjera koji održavaju pogon su značajna te u kojoj mjeri ih predmetna metodologija koristi?