

B3-00

**GRUPA B3: POSTROJENJA
IZVEŠTAJ STRUČNIH IZVESTILACA**

**J. NAHMAN*, D. SALAMON, Elektrotehnički fakultet, Beograd
LJ. GERIĆ, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
RADIVOJE CRNJIN, "Elektroistok – Projektni biro", Beograd**

SRBIJA

Za 28. Savetovanje JUKO CIGRE u okviru STK B3 - POSTROJENJA prihvaćeno je ukupno 18 radova. Radovi su razvrstani prema preferencijalnim temama prihvaćenim na 27. Savetovanju JUKO CIGRE i to :

***Tema 1.** Revitalizacija, održavanje, proširenje kapaciteta i optimizacija postrojenja u izgradnji i eksploataciji – 5 referata, 1 informacija*

***Tema 2.** Specifična i inovirana projektantska rešenja, koncepti i funkcije – 6 referata, 2 informacije*

***Tema 3.** Pouzdanost i sigurnost postrojenja – 2 referata*

***Tema 4.** Specifičnosti rešenja i pogona u uslovima tržišta i distribuirane proizvodnje električne energije – 2 referata.*

Na žalost, iz oblasti koju pokriva peta preferencijalna tema "Minimizacija uticaja postrojenja na životnu sredinu" nije prispeo nijedan rad. Redosled radova prema preferencijalnim temama je sledeći:

***Tema 1.** Revitalizacija, održavanje, eksploatacija i proširenje kapaciteta postrojenja*

Referat B3 - 01

Z. Milovanović, Institut za građevinarstvo "IG", Banja Luka, Republika Srpska, BiH

Optimizacija postrojenja TE „Stanari“ u okviru faze projektovanja

U referatu se razmatraju tehničko-ekonomska pitanja izgradnje TE „Stanari“ s obzirom na instalisanu snagu, termotehnički ciklus, vrstu opreme, način pripreme goriva, odlaganje

* prof. dr Jovan Nahman, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Bulevar kralja Aleksandra 73

produkata sagorevanja i uticaja na okolinu. Razmatraju se rešenja sa raspršenim ugljem i sagorevanjem uglja u fluidizovanom sloju, radni ciklusi sa nadkritičnim i podkritičnim pritiskom i njihov uticaj na osnovne tehničke i ekonomske karakteristike elektrane.

Pitanja za diskusiju:

1. Kakav je uticaj ograničenih raspoloživih količina uglja u rudniku „Stanari“ na životni vek elektrane i njenu isplativost ?
2. Kolika je procenjena cena proizvedenog kWh i da li je ona konkurentna ?
3. Koliki su tehnički minimumi TE kod različitih rešenja ?

Referat B3 - 02

Z. Milovanović, Institut za građevinarstvo “IG“, Banja Luka, Republika Srpska, BiH

Pouzdanost i sigurnost kao kriterijumi za projektovanje mini HE snage do 5 MW u Republici Srpskoj

Referat se bavi problematikom projektovanja malih hidroelektrana u procesu od preliminarnih procena mogućnosti do izgradnje i eksploatacije. Detaljno se navode potrebne aktivnosti po redosledu i vrsti. Razmatraju se pojedina tipska rešenja i njihove moguće varijante s obzirom na prirodne uslove i raspoloživu hidrotehničku opremu.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li se mogu razviti pojedini tipski projekti koji bi pomogli kod izgradnje malih HE, kakva praksa postoji u pojedinim zemljama ?
2. Da li postoji potreba da se formiraju specijalizovane ustanove za projektovanje i izgradnju malih HE i drugih malih elektrana ?
3. Kako procenjivati ekonomičnost malih HE imajući u vidu i druge pozitivne efekte ovih izvora pored proizvodnje električne energije ?

Referat B3 - 03

Z. Kapuši, B. Bajalica, P. Biočanin, “Energoprojekt – Hidroinženjering ad“, Beograd, Srbija

Revitalizacija izvora i razvoda sopstvene potrošnje HE “Bajina Bašta”

U radu se razmatra rekonstrukcija postojećeg sistema napajanja sopstvene potrošnje HE “Bajina bašta”. U hidroelektrani razmatraju se redom koncepcije napajanja sopstvene potrošnje 15.65 kV, 35 kV, 10 kV i 0.4 kV, izvori napajanja sopstvene potrošnje i opisuju se razvodi sopstvene potrošnje. Rad opisuje sistem prebacivanja opterećenja sa jednog na drugi sistem sabirnica. Rad se bavi i revitalizacijom izvoda i razvoda sopstvene potrošnje kao i dimenzionisanjem iste. Posebna pažnja posvećena je opisu upravljanja razvodom sopstvene potrošnje elektane kako lokalno tako i daljinski. Rad opisuje sveobuhvatni niz mera koji će nesumnjivo u narednom periodu omogućiti pravilan i poboljšan sistem napajanja sopstvene potrošnje HE “Bajina Bašta“.

Pitanja za diskusiju:

1. Koje su ključne promene u novoj u odnosu na staru koncepciju napajanja sopstvene potrošnje hidroelektrane ?
2. Ima li promena u jednopolnoj šemi sopstvene potrošnje, odnosno primenjene automatike prebacivanja opterećenja ?

Referat B3 - 04

I. Milovanović, M. Krišan, Đ. Filipović, “Energoprojekt Hidroinženjering ad“, Beograd, Srbija

Revitalizacija izvora i razvoda sopstvene potrošnje Vlasinskih hidroelektrana

U radu se razmatra rekonstrukcija postojećeg sistema napajanja sopstvene potrošnje Vlasinskih hidroelektrana. U hidroelektranama “Vrla 1“ do “Vrla 4“ razmatraju se redom koncepcije napajanja sopstvene potrošnje 10 kV i 0.4 kV, izvori napajanja sopstvene potrošnje, opisuju se razvodi 10 kV i razvodi 0.4 kV, transformatori za sopstvenu potrošnju i njihove veze sa postrojenjima 10 kV i 0.4 kV. Rad opisuje sveobuhvatni niz mera koji će nesumnjivo u narednom periodu omogućiti pravilan i poboljšan sistem napajanja sopstvene potrošnje Vlasinskih hidroelektrana.

Pitanja za diskusiju:

1. Koje su ključne promene u koncepciji u odnosu na staru koncepciju napajanja Vlasinskih hidroelektrana ?
2. Ima li promena u jednopolnoj šemi sopstvene potrošnje, odnosno primenjene automatike prebacivanja opterećenja ?

Referat B3 - 05

Lj. Samailović, M. Kandić, B. Krstevski, “ABS Minel EOP“, Ripanj, Srbija

Projekti retrofit – racionalna revitalizacija postrojenja

Projektima *retrofit*-a autori predlažu završavanje postrojenja do 52 kV navodeći uštedu od oko 40% cene novog postrojenja. Autori ističu da se u procesnoj industriji i elektroprivredi pitanjima investiranja ne posvećuje dužna pažnja i da se investira “ad – hoc”. Uz ocenu da su naša postrojenja u dobrom mehaničkom stanju, sa zastarelom rasklopnom, mernom, zaštitnom i upravljačkom opremom koja ne odgovara savremenim zahtevima navode da i projektima *retrofit*-a treba pristupiti samo uz zadovoljavajuću obučenost kadrova za pogon i održavanje. Autori u slikama daju i primere *retrofit*-a: zamenom odeljka sa sekundarnom opremom, zamene malouklonog prekidača vakumskim uz ugradnju mikroprocesorske zaštite, rekonstrukcije fiksnih ćelija ugradnjom izvlačivog modula sa vakuumskim prekidačem.

Pitanja za diskusiju:

1. Koja se ispitivanja vrše pre odluke za retrofit, a koja po izvršenom retrofitu postrojenja?
2. Da li autori mogu predložiti listu fabričkih ispitivanja (FAT), listu ispitivanja na samom “sajtu” (SAT), odnosno listu ispitivanja tipa (TYT) ?
3. Kako doći u uslovima javnih nabavki do adekvatnog retrofita postrojenja ?
4. Kako bi se svrstali radovi na retrofitu postrojenja po Zakonu o planiranju i izgradnji ?

Informacija B3 - 06

P. Rakin, IHIS, Zemun, M. Marinković, “Kvazar baterije d.o.o”, Niš, Srbija

Regeneracija starih nikal-kadmijum akumulatora

U radu je prikazan originalan i ekonomičan postupak revitalizacije iskorišćenih NiCd akumulatora u kome se od komponenti iskorišćenih NiCd akumulatora dobijaju revitalizovane elektrode koje se koriste za proizvodnju novih akumulatorskih baterija. Njihove karakteristike su konkurentne novim akumulatorima prethodne konstrukcije. U radu su uporedo prikazane

električne karakteristike prethodnih novih akumulatora uporedo sa karakteristikama obnovljenih akumulatora u navedenom tehnološkom postupku.

Pitanja za diskusiju :

1. Koliki je kapacitet revitalizovanih baterija u odnosu na prethodne nove baterije ?
2. Koliki je životni vek ovakvih revitalizovanih akumulatorskih baterija u odnosu na prethodne nove baterije ?

Tema 2. Specifična i inovirana projektantska rešenja, koncepti i funkcije

Referat B3 - 07

T. Maneski, Z. Golubović, Mašinski fakultet Beograd, Srbija

Z. Nedeljković, "Elektromreža Srbije", Beograd, Srbija

Analiza ponašanja cevnih sabirnica za trafostanicu 400 kV

U radu su date analize cevnih sabirnica dobijene numeričkim proračunom primenom metode konačnih elemenata. Analizirani su maksimalni ugibi, poprečne sile sprega uklještenja u funkciji dužine uklještenja, kao i proračuni sopstvenih oscilacija za razne vrste načina oslanjanja i raspone oslanjanja od 18 i 22 metra.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su razmatrana opterećenja potpornih izolatora uzrokovana udarima vetra velike brzine na mahove, obzirom na sopstvenu učestanost sabirnica ? Isto to, ali sa malim vetrovima konstantne brzine.
2. Pored konstatacije da ima odstupanja u dobijenim vrednostima za sopstvenu učestanost sabirnica kod uprošćenog modela u odnosu na tačniji dinamički model primenjen u programu "KOMIPS", ima li i drugih značajnih odstupanja u odnosu na uobičajene formule koje se nalaze u priručnicima, a odnese se na proračun cevnih sabirnica ?

Referat B3 - 08

G. Pavlović, M. Milovanović, "Elektroistok – Projekttni biro doo", Beograd, Srbija

Uticaj načina oslanjanja cevi sabirnica na mehanička naprezanja potpornih izolatora u postrojenjima 400 kV

U radu se opisuju sabirnički sistemi kod nas – transformatorske stanice JP "Elektromreža Srbije" i to TS 400/110 kV "Mitrovica 2", TS 400/110 kV "Sombor 3", TS 400/110 kV "Jagodina 4" i TS u okruženju u BiH, Austriji i Hrvatskoj. Analiziraju se širine polja u zavisnosti od izbora tipa rastavljača, analiziraju se načini pričvršćenja sabirnica utvrđuju sličnosti i razlike. Razmatraju se slučajevi oslona cevi na dva nosača i dva potporna izolatora, na dva nosača i zajedničkim potpornim izolatorom i slučajeva cevi oslonjene na tri oslonca. Analiziraju se sile u osloncima i momenti savijanja.

Pitanja za diskusiju:

1. Obzirom na širinu polja sa cevnom sabirnicama od 22 metra i širinu polja u 400 kV postrojenjima EMS-a sa sabirnicama od AlČe uži od 24 metra, možete li iskomentarisati tehničko-tehnološko poređenje sa ekonomskog stanovišta ?
2. Obzirom na brojna precizna merenja ugiba cevnih sabirnica obavljena u ovim postrojenjima, da li se došlo da nekih eksperimentalnih podataka vezano za proračun ugiba ?

Referat B3 - 09

M. Krička, R. Gverić, M. Perišić, "Elektromreža Srbije" Beograd, Srbija
T. Maneski, Z. Golubović, Mašinski fakultet Beograd, Srbija

Problematika rešavanja ugiba cevnih sabirnica i rasterećenja potpornih izolatora u postrojenjima 400 kV TS "Sremska Mitrovica 2" i TS "Jagodina 4"

U radu se obrađuje problematiku rešavanja ugiba cevnih sabirnica i rasterećenja potpornih izolatora u postrojenjima 400 kV TS "Sremska Mitrovica 2" i TS "Jagodina 4". U radu se prikazuje niz postupaka kako numeričkih tako i praktičnih, koje je Investitor izgradnje preduzeo nakon uočavanja nedostataka na izvedenom stanju TS "Sremska Mitrovica 2" u cilju dovođenja u prihvatljive vrednosti ugiba cevnih sabirnica i naprezanja potpornih izolatora. Preciznim merenjima pokazano je u kojoj meri zavisi ugib cevnih sabirnica od pravilnog izbora fiksnih i pokretnih oslonaca, i uticaj redosleda stezanja zavrtnjeva klema na ukupan ugib sabirnica. Konstatovana su i velika naprezanja potpornih izolatora.

Pitanja za diskusiju :

1. Koje su glavne razlike primenjenih rešenja u TS S.Mitrovica 2, Sombor 3 i Jagodina 4 u odnosu na slične stanice u našem okruženju, u pogledu načina pričvršćenja sabirnica?
2. Ima li potrebe za detaljnijim ispitivanjima opterećenja potpornih izolatora obzirom na momente savijanja?

Referat B3 - 10

J. Nahman, D. Salamon, Z. Stojković, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Srbija

"Uvođenje napona 35 kV za napajanje objekata na kopu "Tamnava – Zapadno polje" i uslovi bezbednosti"

U radu su prikazani rezultati analize uslova bezbednosti na površinskom kopu "Tamnava – Zapadno polje" REIK "Kolubara" kada se objekti na kopu direktno napajaju naponom 35 kV. Rad predstavlja izuzetno edukativan primer analize uslova bezopasnosti, odnosno izbora načina uzemljenja neutralne tačke mreže 35 kV za napajanje bagera na rudničkom kopu, kod kojih je ovaj problem po pravilu prisutan.

Pitanja za diskusiju :

1. Zašto su se autori opredelili za struju zemljospoja od 50 A i koliki se prenaponi očekuju pri ovoj struji ?
2. Da li je tačka sa najvećom izmerenom vrednosti napona po jedinici struje zemljospoja od 32 mV/A bila na, po osoblje, realno pristupačnom mestu ? (Jasno je da su u svakom slučaju uslovi bezopasnosti ispunjeni).

Referat B3 - 11

Saša Stojković, Tehnički fakultet, Čačak, Srbija
Goran Pavlović, "Elektroistok – Projektni biro doo", Beograd, Srbija

Izbor prigušnica za ograničenje struja kratkih spojeva u postrojenjima sa motorima velike snage

U referatu su prikazani rezultati analize struje kratkog spoja u industrijskom postrojenju sa asinhronim motorima velike instalisane snage. Proračunima prelaznih procesa pri nastanku kratkog spoja u različitim uklopnim šemama postrojenja ustanovljene su maksimalne vrednosti asimetričnih i simetričnih struja kratkog spoja. Proračuni su omogućili pravilan

izbor prigušnica za ograničenije struja kratkih spojeva i proveru njihovih uticaja na proces puštanja motora u pogon.

Pitanja za diskusiju:

1. U kakvoj su korelaciji rezultati dobijeni potpunim modelovanjem i oni koji se dobijaju praktičnim projektantskim metodama ?
2. Na koje parametre sistema su rezultati proračuna najosetljiviji ?
3. U kojim situacijama se predlaže primena potpune analize prelaznih procesa ?

Referat B3 - 12

M. Kostić, Elektrotehnički institut “Nikola Tesla“, Beograd, Srbija

Praktičan postupak za proračun struja uključenja kondenzatora na mrežu i dimenzionisanje prigušnica

U referatu se razmatraju strujni udari do kojih dolazi kod priključenja baterija kondenzatora na mrežu ili na paralelan rad sa već postojećim kondenzatorima. Predlažu se jednostavni praktični izrazi za proračune pomenutih struja i proveru kriterijuma o dozvoljenim strujama uključenja, kao i postupci za izbor prigušnica pri kritičnim okolnostima.

Pitanja za diskusiju :

1. Kako se procenjuju vrednosti induktivnosti u granama sa kondenzatorskim baterijama ?
2. Kako karakteristike prekidača utiču na procese uključenja baterija ?
3. Da li proizvođači kondenzatorskih baterija bliže opisuju uslove eksploatacije baterija uključujući problematiku struja uključenja ?

Informacija B3 - 13

Z. Dimović, V. Lovrenčić, “C&G doo Ljubljana”, Ljubljana, Slovenija

Lasersko snimanje transformatorskih stanica u Sloveniji

U radu su prikazane mogućnosti laserskog snimanja elektroenergetskih objekata, posebno visokonaponskih postrojenja. Lasersko snimanje omogućuje 3D pregled snimanog objekta sa veliko relativnom tačnošću i služi kao pomoć kod održavanja i rekonstrukcije postrojenja. Ova metoda predstavlja vrlo ozbiljnu alternativu klasičnim vazдушnim i zemaljskim metodama merenja, pri čemu su njene prednosti brzina snimanja i obrade podataka, visoka tačnost i pouzdanost dobijenih podataka.

Pitanja za diskusiju :

1. Na koji način lasersko snimanje objekata povećava efikasnost održavanja transformatorskih stanica ?
2. U čemu je osnovna prednost laserskog u odnosu na ostale metode geodetskog snimanja objekata ?

Informacija B3 - 14

D. Lazić, S. Elez, “Energoinvest RAOP”, Istočno Sarajevo, Republika Srpska, BiH

Metalom oklopljeno, vazduhom izolovano postrojenje otporno na luk

U radu su opisane osnovne karakteristike metalom oklopljenog vazduhom izolovanog rasklopnog postrojenja sa vakuumskim prekidačem. Postrojenje je dizajnirano i ispitano da podnese interni luk izazvan strujom kratkog spoja. Dobijeni pokazatelji ukazuju da se radi o

kvalitetnom i savremeno koncipiranom sklopnom postrojenju koje je izrađeno u skladu sa važećim IEC propisima.

Pitanja za diskusiju :

1. Koje su bitne karakteristike struje kratkog spoja za testiranje postrojenja na unutrašnji luk (osim efektivne vrednosti struje)?
2. Kako se sve ublažavaju efekti nastalog električnog luka?

Tema 3. Pouzdanost i sigurnost postrojenja

Referat B3 - 15

T. Milanov, "Elektrodistribucija Beograd", Beograd, Srbija

Jedna interesantna familija jednopolnih shema višenaponskih postrojenja u TS 10/0.4 kV, 35/10 kV i 110/10 kV

U radu se iznose karakteristične šeme višenaponske strane u TS 110/10 kV, 35/10 kV i 10/0.4 kV sa dva i tri vodna polja i jednim do tri energetska transformatora. Upoređene su šeme sa jednostrukim i dvostrukim sabirnicama sa aspekta pouzdanosti i bezbednosti pri dispečerskim manipulacijama. Ukazano je da su teži kvarovi u ovim postrojenjima skoro isključivo uzrokovani pogrešnim redosledu manipulacija prekidačima, rastavljačima i zemljospojnicima, fiksnim ili prenosnim. Naglašeno je da lokalno automatsko upravljanje rasklopnim uređajima 10 kV u TS 10/0.4 kV može bitno povećati nivo pouzdanosti.

Pitanja za diskusiju :

1. Koliko se u EDB uvažavaju analize pouzdanosti u postupku izbora jednopolnih šema postrojenja ?
2. Da li je i na koji način u izvršenim analizama obuhvaćen uticaj lokalnog automatskog upravljanja rasklopnom opremom ?
3. Kakve su pespektivne jednopolne šeme višenaponskih strana postrojenja na području EDB ?

Referat B3 - 16

J. Nahman, D. Salamon, Z. Stojković, Elektrotehnički fakultet, Beograd, Srbija

Rekonstrukcija sabirničkog sistema 110 kV u TS 110 kV / 35 kV „Vreoci“ i uticaj na pokazatelje pouzdanosti

U radu se analizira pouzdanost TS 110/35 kV/kV "Vreoci" pre i posle rekonstrukcije sabirničkog sistema 110 kV u okviru koje je u sabirnice ugrađen sekcioni prekidač. U proračunima je primenjena tablična metoda za proračun pokazatelja pouzdanosti postrojenja. Analizirana su uklopna stanja sa povezanim i razdvojenim sabirnicama i ukazano je na prednosti koje se dobijaju ugradnjom sekcionog prekidača. Efekti ugradnje prekidača su kvantifikovani i omogućuju ekonomsku valorizaciju izvedene rekonstrukcije.

Pitanja za diskusiju:

1. Da li su autori u okviru rada na postrojenju TS "Vreoci" pokušali da izvrše ekonomsku valorizaciju (procenu) ovog kvalitativno i kvantitativno dokazanog rešenja ?
2. Da li se u rudniku vodila statistika o učestanosti i trajanju kvarova elemenata postrojenja ?

Tema 4. Specifičnosti rešenja i pogona u uslovima tržišta i distribuirane proizvodnje električne energije

Referat B3 - 17

V. Šiljkut, M. Slijepčević, D. Vujić, “Elektrodistribucija Beograd”, Beograd, Srbija

“Optimalno iskorišćenje kapaciteta TS 110/10 kV “Kaluderica” rekonstrukcijom u TS 110/35/10 kV”

U radu je izložena ideja optimalnog iskorišćenja instalisane snage postojeće TS 110/10 kV “Kaluderica”. Kao posledica pogrešnog planiranja porasta potrošnje i urbanističkog razvoja teritorije koju je trebalo da napaja, posmatrana TS je iskorišćena sa manje od 50% instalisane snage, dislocirana je u odnosu na težište opterećenja, a perspektive povećanja potrošnje na naponu 10 kV su minimalne. Nasuprot tome, u radu su navedene pogodnosti, prednosti i potrebni radovi na rekonstrukciji ove TS kojom bi u nju bila uvedena tronamotajna transformacija 110/35/10 kV kojom bi ona bila uklopljena i u vrlo blisku mrežu 35 kV. Na taj način bi ova TS postala maksimalno iskorišćen objekat uz optimalni rasplet mreže 35 kV koju bi napajala.

Pitanja za diskusiju :

1. Kakva su iskustva u JP “Elektrodistribucija Beograd” sa transformacijom 110/10 kV u vangradskim područjima ?
2. Da li postoje pogonska iskustva sa mešovitim tronamotajnim transformacijama u “Elektrodistribuciji Beograd”, posebno po pitanju regulacije napona ?
3. Kako su u tehno-ekonomskoj analizi obuhvaćeni troškovi neisporučene energije ?

Referat B3 - 18

Zoran Kapuši, “Energoprojekt – Hidroinženjering ad“, Beograd, Srbija;

Ugradnja petog agregata u HE “Bajina Bašta”

U radu je prikazana analiza mogućnosti povećanja instalisane snage HE “Bajina Bašta” putem ugradnje dodatnog, petog agregata. U radu su data osnovna rešenja vezana za izbor agregata, način priključka na mrežu 220 kV, dispoziciju nove opreme u elektrani i spoljašnjem razvodnom postrojenju 220 kV, sopstvenu potrošnju, sistem upravljanja, pomoćne pogone i instalacije.

Pitanja za diskusiju :

1. Da li je izvršena tehno-ekonomska analiza opravdanosti ugradnje ovog agregata i kakvi su njeni rezultati ?
2. Da li je poznato zašto do sada nije razmatrana ova mogućnost ?
3. Kakav je uticaj ovog agregata na ekološko stanje reke iza elektrane ?