

Ante Veža, dipl.ing.el.
HEP ODS, Elektrodalmacija Split
ante.veza@hep.hr

Ante Kujundžić, dipl.ing.el.
HEP ODS, Elektrodalmacija Split
ante.kujundzic@hep.hr

Leo Štambuk, dipl.ing.el.
HEP ODS, Elektrodalmacija Split
leo.stambuk@hep.hr

UGRADNJA NOVOG 35 KV POSTROJENJA U TS 110/35 KV METERIZE - ISKUSTVA S MONTAŽE I ISPITIVANJA

SAŽETAK

Sukladno Načelima razgraničenja djelatnosti proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije između HEP-Operatora prijenosnog sustava d.o.o. (danas HOPS) i HEP-Operatora distribucijskog sustava d.o.o, te Sporazumu o zajedničkom korištenju objekta TS 110/35 kV Meterize, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o. (DP "Elektrodalmacija" Split) preuzeo/la je u lipnju 2013. godine nadležnost nad postrojenjem 35 kV u TS 110/35 kV Meterize. Zbog jako lošeg stanja 35 kV postrojenja, u Sporazumu je konstatirano da HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o. nije u mogućnosti preuzeti upravljanje 35 kV postrojenjem te da je nužna sanacija kompletnog postrojenja 35 kV.

Cilj ovog referata je opisati metodologiju ugradnje i načine ispitivanja tijekom cijelog postupka zamjene 35 kV postrojenja, uz naglasak na električna ispitivanja prije puštanja postrojenja pod napon te opis problema koji su uočeni tijekom radova.

Ključne riječi: TS 110/35 kV Meterize, ugradnja/zamjena postrojenja 35 kV, iskustva, montaža, ispitivanje

INSTALLATION OF A NEW 35 KV PLANT IN TS 110/35 KV METERIZE - EXPERIENCES FROM INSTALLATION AND TESTING

SUMMARY

In accordance with the Principles of delimitation of electricity generation, transmission and distribution activities between HEP-Transmission System Operator d.o.o. (today HOPS) and HEP-Operator of the distribution system d.o.o., and the Agreement on joint use of the facility TS 110/35 kV Meterize, HEP-Operator Operator of the distribution system d.o.o (DP "Elektrodalmacija" Split) took over the jurisdiction over the 35 kV plant in TS 110/35 kV Meterize in June 2013. Due to the very poor condition of the 35 kV plant, the Agreement states that HEP- Operator Operator of the distribution system d.o.o. is not able to take over the management of the 35 kV plant and that the rehabilitation of the complete 35 kV plant is necessary.

The aim of this paper is to describe the installation methodology and test methods during the entire procedure of replacing the 35 kV plant, with emphasis on electrical tests before putting the plant under voltage and a description of the problems observed during the works.

Key words: TS 110/35 kV Meterize, installation / replacement of 35 kV plant, experiences, installation, testing

1. UVOD

TS 110/35 kV Meterize puštena je u pogon 1955. godine. Postrojenje 110 kV je vanjske izvedbe, smješteno na platou TS. Izvedeno je s dvostrukim sabirnicama (300 mm² Cu) i ima šest aktivnih vodnih polja, dva transformatorska polja te spojno i mjerno polje. Transformatori su prijenosnog omjera 110/36,5 kV, snage po 40 MVA. Zvezdište primara transformatora direktno je uzemljeno, a zvezdište sekundara uzemljeno je preko zajedničkog maloomskog otpornika.

Stanje postrojenja prije zamjene opreme: postrojenje 35 kV smješteno je u komandnoj zgradi, a izvedeno je s dva sustava glavnih sabirnica, ima pet aktivnih vodnih polja, dva transformatorska polja, spojno polje, polje vlastite potrošnje (trafo snage 160 kVA), dva mjerna polja te tri rezervna polja. Prekidači su stari i nepouzdana, malouljni ili sa SF6 plinom. Pogon rastavljača je pneumatski, a upravljanje njima je često problematično te je za isključiti/uključiti rastavljač neophodna pomoć izolacijskom motkom. Naponski mjerni transformatori u vodnim poljima su spojeni direktno na sabirnice 35 kV, bez štice visokoučinskim osiguračima. Spojevi 35 kV čelijama sa sabirnicama izvedeni su s prolaznim izolatorima na kojima se često osjete parcijalna izbijanja.

Upravljanje cijelim 35 kV postrojenjem omogućeno je daljinski iz CDU Vrboran (nadležnost samo za mrežu HOPS-a). Za potrebe SDV-a (sustav daljinskog vođenja) ugrađena je daljinska stanica DAS 803. Relejna zaštita izvedena je elektrostatičkim relejima. Sustav protupožarne zaštite u postrojenju 35 kV ne postoji.

Građevinski dio objekta je u jako lošem stanju. Uočeni nedostaci su: prokišnjavanja po cijelom objektu 35 kV postrojenja; nisu označeni kabeli koji preko fasade objekta ulaze u postrojenje 35 kV; čelije 35 kV crne zbog kvarova i eksplozija po čeliji ...

Kompletna TS ima stalnu posadu-uklopničara u postrojenju, za potrebe obavljanja manipulacija i to svaki dan, uključujući vikende i praznike, u vremenu od 07:00-19:00 h. Od 19:00-07:00 h uklopničar je u "kućnoj pripravnosti" te je u slučaju potrebe obavezan odazvati se pozivu i doći na posao.

Pri preuzimanju nadležnosti nad postrojenjem 35 kV, odnosno pri potpisivanju Sporazuma o zajedničkom korištenju objekta TS 110/35 kV Meterize navedeno je da HEP ODS, zbog lošeg zatečenog stanja, nije u mogućnosti preuzeti upravljanje nad 35 kV postrojenjem bez pomoći HOPS-a. Nužno je bilo osigurati potrebne tehničke (uvođenje postrojenja 35 kV u SDV HEP ODS-a) i organizacijske preduvjete (obuka djelatnika HEP ODS-a za manipulacije postrojenjem). Zbog jako lošeg stanja u postrojenju, predloženo je da rok za obuku djelatnika HEP ODS-a bude do kraja 2014. godine (1,5 godinu nakon potpisivanja Sporazuma!)

Kao krajnja i neodgodiva mjera, zaključeno je da je potreba kompletna zamjena 35 kV postrojenja.

2. ZAMJENA POSTROJENJA 35 kV

Nakon preuzimanja postrojenja pristupilo se rješavanju navedenih problema. Trebalo je odrediti način kako zamijeniti postojeće postrojenje, uz istovremeno funkcioniranje postojećeg postrojenja koje je služilo kao osnovno napajanje za TS 35/10 kV Brodogradilište (preko dva vodna polja), TS 35/10 kV Klis i TS 35/3 kV Majdan (obračun isporučene el. energije na 35 kV naponu) te kao rezervno napajanje za TS 35/10 kV Sv. Kajo i TS 35/10 kV Brižine.

Postojeće postrojenje smješteno je na dvije etaže te na svakoj etaži u dva reda. Da bi se ugradilo novo postrojenje neophodno je bilo osloboditi jednu polovicu postrojenja (ostaviti bez funkcije), a potrošače prebaciti na drugu polovicu postrojenja (Slika 1.). Nakon toga pristupilo se građevinskim radovima (rušenje dijela postrojenja, izgradnja kabelskog kanala za novo postrojenje, pregrada prolaza prema gornjem katu te ličenje postrojenja), bravarskim (zamjena prozora, ugradnja protupožarnih vrata na objektu, ugradnja čeličnih i poklopaca na kabelski kanal) te nakon toga i elektromontažnim radovima (ugradnja postrojenja, ispitivanje i puštanje u pogon).



Slika 1. Prikaz starog i novog postrojenja

3. MJERENJA I ISPITIVANJA UGRAĐENIH ELEKTRIČNIH POSTROJENJA I INSTALACIJA

Sva oprema i materijal koji se ugrađuju tijekom gradnje postrojenja treba imati zahtijevanu razinu kvalitete potvrđenu odgovarajućim atestima (tipski atesti, ispitni izvještaji i sl.) od proizvođača opreme. Tijekom trajanja cijelog procesa, od proizvodnje opreme u tvornici, montaže opreme pa sve do puštanja postrojenja pod napon, provodila se kontrola opreme kao i potrebna električna ispitivanja, definirana prema tehničkoj dokumentaciji za zamjenu 35 kV postrojenja.

Tijekom proizvodnje sklopnih blokova te montaže i ispitivanja opreme u tvornici, stručne osobe HEP ODS-a sudjelovale su u tvorničkim ispitivanjima te obuci za rukovanje novim postrojenjem.

Završna kontrola i ispitivanja obuhvaćala su ispitivanje opreme u skladu sa specifikacijama, planovima ispitivanja, strujnim shemama i drugim odgovarajućim dokumentima. Ovlašteno i kvalificirano osoblje izvođača radova obavljalo je ispitivanja prema planovima kontrole kvalitete i internim uputama, u skladu s domaćim i međunarodnim propisima i normama. Nakon uspješno završenog ispitivanja izrađuju se izvještaji o ispitivanju i kompletira dokumentacija o kvaliteti ugrađene opreme i izvedenih radova, u skladu s Planom kontrole kvalitete.

3.1. 35 kV postrojenje

Osim pregleda i ispitivanja opreme u tvornici, kao i tijekom procesa montaže, prije puštanja postrojenja pod napon obaveza je ispitati sve bitne elemente SN postrojenja. Provedena su slijedeća ispitivanja:

- sekundarno i funkcionalno ispitivanje 35 kV postrojenja
- ispitivanje padova napona na sabirnicama 35 kV postrojenja
- visokonaponsko ispitivanje glavnog strujnog kruga
- ispitivanje mjernih transformatora.

3.1.1. Sekundarno i funkcionalno ispitivanje postrojenja 35 kV

Funkcionalno ispitivanje postrojenja napravljano je na osnovu prethodno izrađenih Izvedbenih projekata i Elaborata podešenja zaštite TS 110/35 kV Meterize, a obuhvaćalo je:

- ispitivanje krugova zaštite, upravljanja mjerenja i signalizacije

- funkcionalnost svih aparata
- ispitivanje i podešenje relejne zaštite.

Nakon uspješno provedenih ispitivanja izdan je Izvještaj o provedenim ispitivanjima.

3.1.2. Ispitivanje padova napona na sabirnicama 35 kV

Ispitivan je prijelazni otpor na dijelovima izoliranih sabirnica nakon montaže postrojenja. Ispitivanje je izvršeno injektiranjem struje 100A DC kroz sabirnice 35 kV postrojenja, te mjerenjem pada napona na ispitivanom dijelu sabirnica.

Dobiveni rezultat ispitivanja je zadovoljavajući ako je otpor zanemarivo malog iznosa, što znači da nema lošeg spoja između elemenata postrojenja. Ispitivanje je obavljano između jednog referentnog polja (=H2;=H6;=H7.2) prema svim ostalim poljima spajanjem direktno na kableske konektore za sve tri faze. Na taj način provjeren je otpor svih dijelova sabirnica, tropoložajne sklopke i prekidača (Tablica I.).

Tablica I. Rezultati mjerenja prijelaznog otpora

Faza	Injektirana struja	Izračunati otpor ($\mu\Omega$)									
		od =H2-->					od =H6-->	od =H7.2-->			
		=H3	=H4	=H5	=H6	=H7.1	=H7.2	=H8	=H9	=H10	=H11
L1	100 A DC	556,1	410,7	515,2	474,9	594,0	464,1	368,5	422,0	469,0	478,7
L2		403,6	453,3	557,5	436,0	517,1	505,1	492,7	476,1	457,4	611,6
L3		417,1	430,2	406,5	494,6	> 5.000	487,7	478,1	562,7	595,1	566,5

Prilikom mjerenja uočen je povećani prijelazni otpor između referentnog polja =H2 i polja =H7.1 i to na fazi L3. Nadalje, izmjeren je otpor između sabirnica i kablenskog izvoda u polju =H7.1. Dobila se otprilike ista vrijednost (>5 m Ω), dok je vrijednosti tvorničkog ispitivanja za taj dio strujnog kruga iznosila 265 $\mu\Omega$. Iz mjerenja je zaključeno da je nešto sporno u fazi L3 polja u polju =H7.1 te je isto demontirano i poslano u tvornicu.

Nakon povrata polja =H7.1 iz tvornice, montaže te ponovljenog ispitivanja rezultat je bio približno istih vrijednosti kao i na svim ostalim fazama i poljima (izmjerenja vrijednost u fazi L3 bila je 466,6 $\mu\Omega$).

3.1.3. Visokonaponsko ispitivanje glavnog strujnog kruga

Povišeni napon je napon industrijske frekvencije 50 Hz koji je po iznosu viši od maksimalnog pogonskog napona (obično traje kratko vrijeme, dok trajanje uzroci njegovog nastanka).

Zahtjev prije puštanja postrojenja pod napon bio je da se prema Normi IEC 62271 provede ispitivanje izmjeničnim naponom industrijske frekvencije (50 Hz), naponom 50 kV u trajanju od 1 min. Ispitivanje se provodi tako da se na ispitnu opremu narine ispitni izmjenični napon u trajanju od 1 min (oprema zadovoljava ako tijekom ispitivanja ne dođe do proboja ili preskoka). Za vrijeme visokonaponskog ispitivanja jedna faza uređaja za dizanje napona spojena je na jednu od odabranih faza, a druga na zemlju i kućište ispitnog postrojenja. Druge dvije faze ispitnog postrojenja spojene su na zemlju. Ispitivanje se vršilo u dva dijela, od polja =H1 do =H7.1, te od polja od =H7.2 do =H12. Rezultati ispitivanja prikazani su u Tablici II.

Tablica II. Rezultati visokonaponskog ispitivanja

Ispitivano područje	Ispitivana faza	Uzemljeno tijekom ispitivanja	Primjedba	Ispitivano područje	Ispitivana faza	Uzemljeno tijekom ispitivanja	Primjedba
od =H1 do =H7.1	L1	L2, L3, kućište postrojenja	Proboj prema zemlji!	od =H7.2 do =H12	L1	L2, L3, kućište postrojenja 35 kV	Ispravno!
	L2	L1, L3, kućište postrojenja 35 kV	Proboj prema zemlji!		L2	L1, L3, kućište postrojenja 35 kV	Ispravno!
	L3	L1, L2, kućište postrojenja 35 kV	Proboj prema zemlji!		L3	L1, L2, kućište postrojenja 35 kV	Ispravno!

Tijekom ispitivanja osjetilo se „prštanje“ (Slika 2.). Kod narinutog napona cca 45 kV došlo je do proboja sve tri faze sekcije I. prema zemlji. Sekcija II: je uspješno prošla ispitivanje. Nakon toga, napravljeno je mjerenje otpora izolacije sekcije I. (Tablica III.)

Tablica III. Rezultati mjerenja otpora izolacije sekcije I.

Polje	Ispitivanje između	Uzemljeno tijekom ispitivanja	Otpor izolacije (GΩ)
od =H1 do =H7.1	L1 - L2	L3, kućište postrojenja 35 kV	105,4
	L1 - L3	L2, kućište postrojenja 35 kV	77,8
	L2 - L3	L1, kućište postrojenja 35 kV	43,4
	L1 - masa	L2, L3, kućište postrojenja 35 kV	48,6
	L2 - masa	L1, L3, kućište postrojenja 35 kV	11,27
	L3 - masa	L1, L2, kućište postrojenja 35 kV	3,66



Slika 2. Ispitivanje postrojenja 35 kV izmjeničnim naponom 50 kV u trajanju od 1 min.

Vizualnim pregledom postrojenja, nakon spomenutih ispitivanja, uočeno je oštećenje završnih kapa na bloku =H7.1 na sve tri faze (Slika 3.).



Slika 3. Mjesto proboja i slike oštećenja završnih kapa na polju =H7.1

Završne kape na bloku su zamijenjene te je nakon završenih radova ponovljeno ispitivanje sekcije I. na povišeni napon te je utvrđeno da je nedostatak otklonjen.

3.1.4. Ispitivanje mjernih transformatora

Na svim mjernim transformatorima izvršena su opća ispitivanja, provjera prijenosnog omjera i polariteta te provjera krivulje magnetiziranja.

Opća ispitivanja obuhvaćala su:

- vizualnu provjeru opreme
- provjeru postojanosti i ispravnost ožičenja te
- provjeru kontinuiteta (neprekinutosti) strujnih grana.

Provjera prijenosnog omjera i polariteta (Tablica IV.) obuhvaćala je:

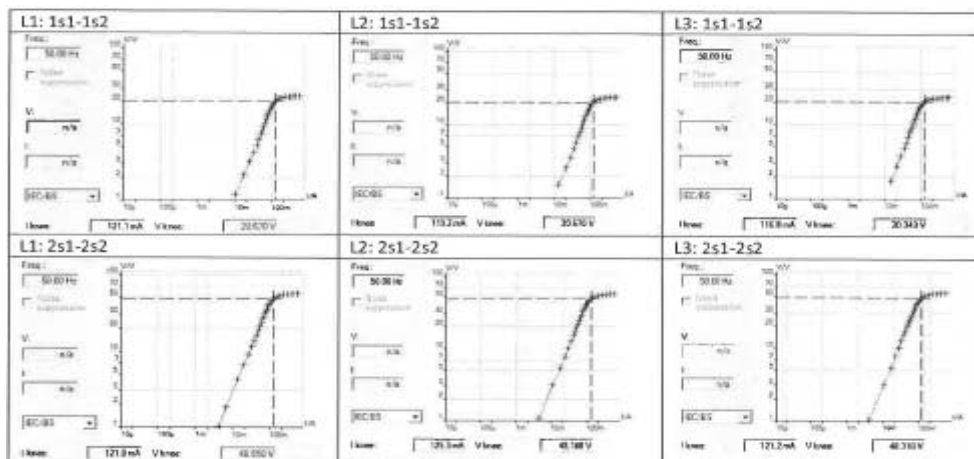
- mjerenje prijenosnog omjera
- provjeru mjerenja na terminalu polja
- provjeru polariteta.

Tablica IV. Rezultati ispitivanja prijenosnog omjera i polariteta strujnih mjernih transformatora

Faza	Jezgra	Injektirana primarna struja (A)	Očekivana sekundarna struja (A)	Izmjerena sekundarna struja uređajem CPC 100 (A)	Prijenosni omjer izračunat uređajem CPC 100	Polaritet ispravan (DA/NE)
L1	1s1-1s2	60	1	1.015	60 : 1.015	ISPRAVAN
L2	1s1-1s2			1.012	60 : 1.012	ISPRAVAN
L3	1s1-1s2			1.012	60 : 1.012	ISPRAVAN

Provjera krivulje magnetiziranja izvršena je snimanjem krivulje magnetiziranja.

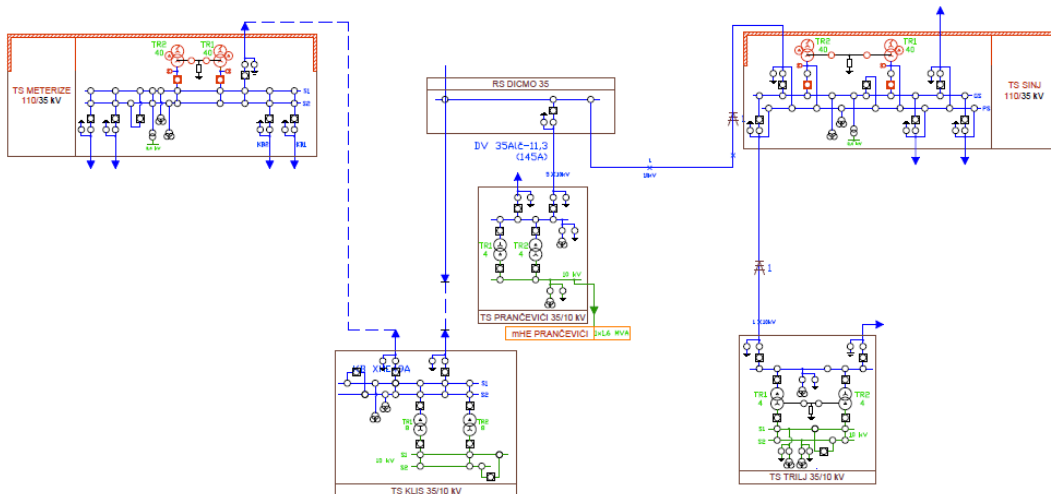
Mjerenjem struja magnetiziranja kontrolira se stanje magnetskog kruga transformatora. Nagle promjene magnetskog toka (krivulje magnetiziranja) upućuju na oštećenje jezgre mjernog transformatora. Snimanjem krivulje nisu primijećena oštećenja magnetskog kruga mjernog transformatora (Slika 4.).



Slika 4. Provjera krivulje magnetiziranja strujnih mjernih transformatora sa dvije jezgre Ispitivani mjerni transformatori uspješno su prošli sva ispitivanja.

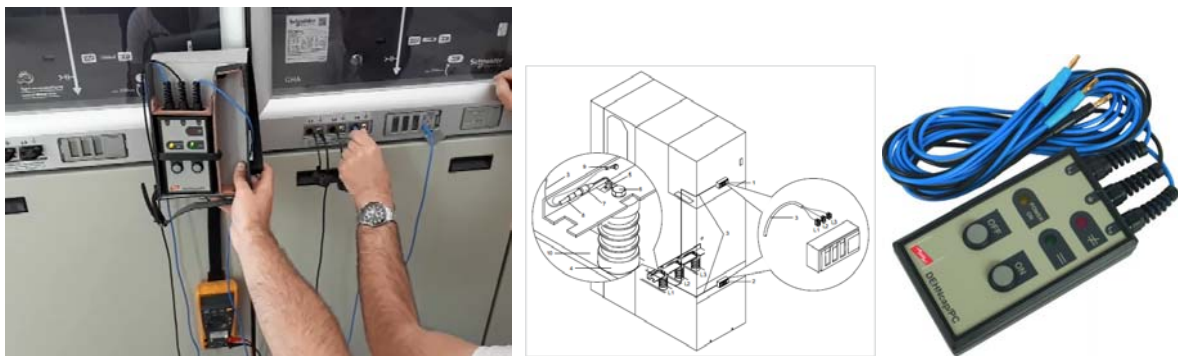
3.1.5. Provjera usklađenosti faza

Nakon uspješnih ispitivanja novog postrojenja, isto je pušteno pod napon (prazni hod), a vodna polja sa starog postrojenja bilo je potrebno prespojiti na novo postrojenje te na kraju staro postrojenje demontirati. Za to vrijeme, jedan transformator 110/36,75 kV napajao je staro 35 kV postrojenje, dok je drugi napajao novo postrojenje. Nakon prespajanja vodnih polja, a prije terećenja istog i ulaska u paralelni rad sa ostalim postrojenjima trebalo je provjeriti usklađenost faza na naponskom nivou 35 kV (Slika 5.).



Slika 5. Shema veza 35 kV mreže (između TS 110/35 kV Meterize i TS 110/10 kV Sinj)

Provjera usklađenosti faza izvršena je na bloku, na IVIS integriranom sustavu (indikatoru napona) koji je priključen na potporne izolatore sa kapacitivnim djeliteljem (Slika 6.), uspoređujući napon na sabirnicama bloka sa naponom na izlazu iz bloku. Indikator napona na izlazu bloka registrira napon na vodu, bez obzira na uklopno stanje polja (ako je polje isključeno registrirat će povratni napon ako je prisutan na vodu).



Slika 6. Ispitivanje usklađenosti faza

Provjera usklađenosti faza po poljima provjeravala se na način da se uspoređivao napon na sabirnicama sa "povratnim" naponom na kabelskim konektorima, uz isključeno polje na kojem se provjerava usklađenost faza. Indikator napona je pokazao da u fazi L1 postoji fazni pomak između napona na sabirnicama i napona na izlazu bloka, dok su naponi u fazama L2 i L3 usklađeni! Postojala je sumnja na ispravnost indikatora napona jer je gotovo nemoguće da jedna faza nije usklađena, dok druge dvije jesu (obično su zamijenjene dvije faze pa se greška u faznom pomaku vidi na obje faze).

Da bi se potvrdila sumnja na kvar indikatora, uključen je kabel u prazni hod (polje isključeno na drugoj strani), što znači da je napon na sabirnicama definitivno istofazan s naponom na izlazu bloka. Uspoređujući napon kao, dobilo se iste rezultate (jedna faza nije usklađena, odnosno nema isti fazni pomak sa uspoređivanim naponom). Kad se utvrdilo da indikator napona nije ispravan, još jednom je provjerena usklađenost faza na način da usklađenost faza provjerena u TS 35/10 kV Klis, koja se napaja preko predmetnog vodnog polja. Napon je provjeren dvopolnim faznim komparatorom, potvrđena je istofaznost te je polje pušteno pod napon.

3.1.5.1. Ispitivanje ispravnosti indikatora napona

Zbog problema opisanih pod točkom 3.1.5. pristupilo se ispitivanju indikatora napona. Prethodno je utvrđeno da su faze istofazne u svim poljima, dok je indikator u polju =H4 upućivao na to da nešto nije u redu sa fazom L1.

Tablica V. Rezultati mjerenja napona na indikatorima

Faza	=H2	=H3	=H4	=H5	=H6
L1	16,3	16,4	79,9	16,3	16,5
L2	16,6	16,5	16,9	16,4	16,6
L3	16,8	16,6	17,5	16,6	16,6

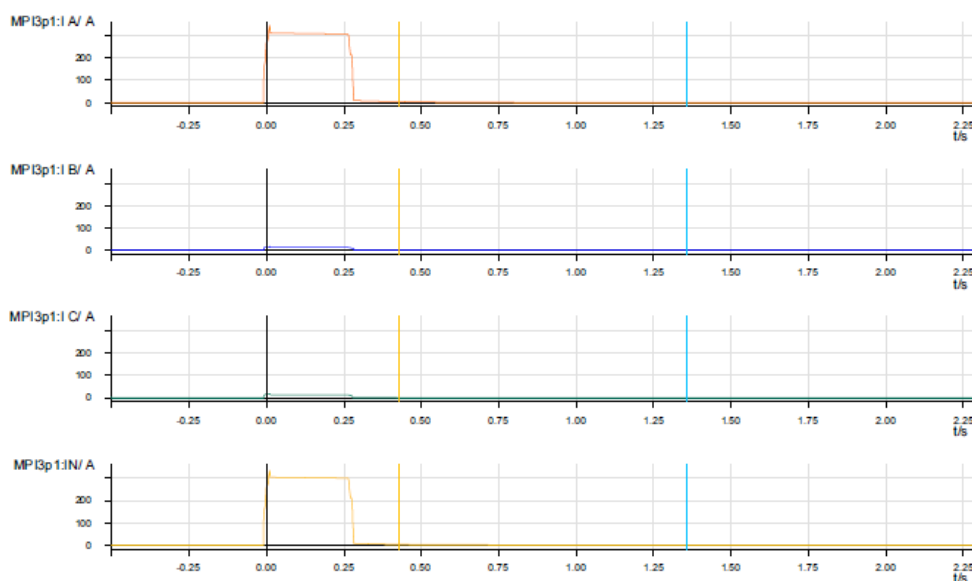


Slika 7. Izmjereni napon na IVIS indikatoru napona u fazama L1, L2, L3 (polje =H4)

U normalnom pogonu, izmjereni napon na indikatoru u VP Klis (=H4) imao je odstupanja u fazi L1 u odnosu na sva ostale indikatore napona. Indikator je proglašen neispravnim te je isti zamijenjen.

3.1.6. Usmjerenje zemljospojne zaštite

Ispitivanje usmjerenja zaštite izvršeno je provjerom prorade osjetljive zemljospojne zaštite. Na kraju kabela koji napaja TS 35/10 kV Brodogradilište simuliran je jednopolni kratki spoj. Nakon uključenja polja koje napaja taj kabel (=H3) došlo je do prorade usmjerene zemljospojne zaštite i isključenja prekidača.



Slika 8. Struje zemljospoja u trenutku prorade zaštite

3.2. SN kabeli

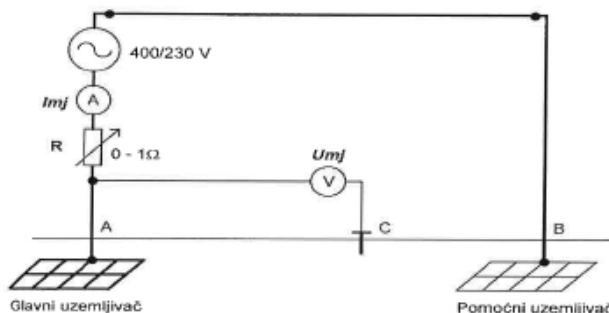
Nakon polaganja kabela i izrade kabelskih završetaka izvršeno je ispitivanje vanjskog plašta kabela istosmjernim naponom:

- od TR 1 do TP 35 kV 1 (=H6)
- od TR 2 do TP 35 kV 2 (=H8)
- od SP1 (=H7.1) do SP 2 (=H7.2).

Svi ispitivani kabeli zadovolji su ispitivanja.

3.3. Otpor uzemljenja uzemljivačkog sustava

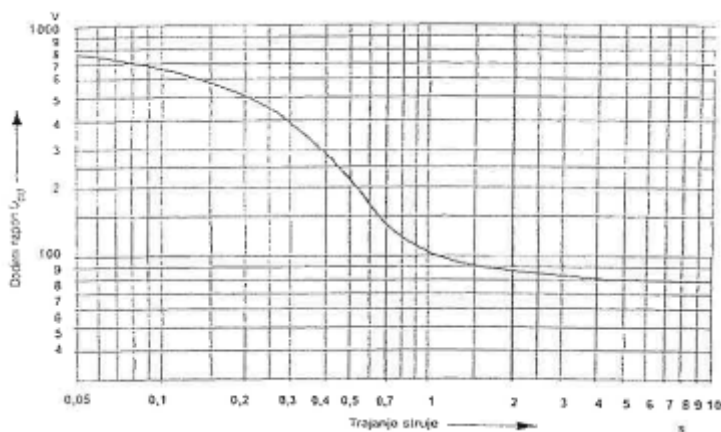
Uzemljivač izgrađenog 35 kV postrojenja povezan je na postojeći uzemljivač te zajedno sa plaštevima 35 kV kabela čini združeni uzemljivač TS 110/35 kV Meterize. Za mjerni postupak za određivanje impedancije sustava uzemljenja i zaštitnih uvjeta na uzemljivačkom sustavu TS 110/35 kV Meterize korištena je U-I mjerna metoda (Slika 9.).



Slika 9. Mjerenje otpora raspostiranja i raspodjele potencijala U-I metodom

Kao strujna sonda korišten je 35 kV kabelska petlja Meterize-Sv.Kajo-Brižine koja je za vrijeme mjerenja bila uzemljena u TS 35/10 kV Brižine.

Temeljni uvjet koji uzemljivački sustav treba zadovoljiti je taj da napon dodira i napon koraka, koji nastaju u slučaju jednopolnog kratkog spoja, budu manji od propisima dozvoljenih napona na svim mjestima unutar i izvan ograde postrojenja. U slučaju mreže s neuzemljenom, odnosno indirektno uzemljenom neutralnom točkom, napon uzemljivača pri zemljospoju ne smije biti veći od 125 V izvan postrojenja, a na ogradi postrojenja dodirni napon ne smije biti veći od 65 V (Slika 10.).



Slika 10. Dozvoljeni napon dodira i koraka prema HRN EN 61936-1:2012

Ugrađena distantna zaštita na 110 kV dalekovodu isključuje kvar u drugom stupnju sa potpunom sigurnošću za 846 ms. Dakle, za trajanje jednopolnog kratkog spoja od 846 ms, u TS 110/35 kV Meterize dozvoljeni su naponi dodira i naponi koraka od 125 V.

Najviši izmjereni napon dodira unutar ograde postrojenja, uključujući i postrojenje 35 kV, bio je $U_{dmax}=64$ V. Najviši izmjereni napon dodira izvan ograde postrojenja je $U_{dmax}=62$ V.

Na osnovu provedenih mjerenja, te na osnovu Pravilnika o tehničkim zahtjevima za elektroenergetska postrojenja nazivnih izmjeničnih napona iznad 1 kV (NN 105/2010), uzemljivački sustav TS 110/35 kV Meterize zadovoljava propisane uvjete.

3.4. Ispitivanje niskonaponske instalacije, rasvjete i povezanih metalnih masa

U svrhu dokazivanja ispravnosti električnih instalacija i rasvjete izvršena su sljedeća ispitivanja:

- ispitivanje neprekinutosti zaštitnog vodiča
- mjerenje impedancije kvara
- provjera smjera okretnog magnetskog polja
- mjerenje rasvijetljenosti opće rasvjete

- mjerenje rasvjetljenosti nužne rasvjete
- mjerenje rasvjetljenosti protupanične rasvjete
- funkcionalna ispitivanja.

Sva ispitivanja su zadovoljila propisane uvjete.

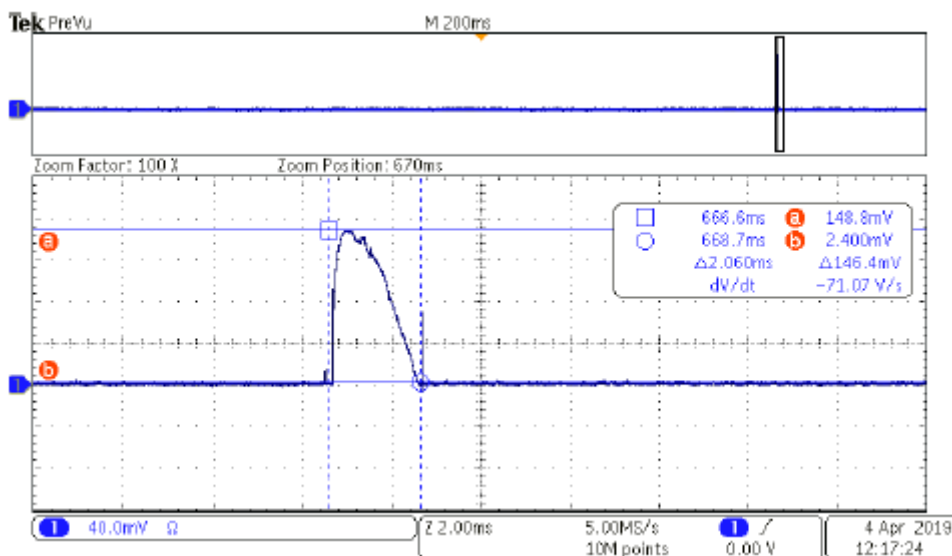
3.5. Ispitivanje selektivnosti zaštite sustava napajanja istosmjernim naponom 220 V

Provjera selektivnosti zaštitnih automata ispituje se simuliranjem kratkih spojeva u istosmjernom razvodu. Kod provjere kratkog spoja, struja prolazi kroz oba zaštitna automata. Na taj način, kad su automati jednako strujno opterećeni, zaštitni automat manje nazivne struje automatske će isključiti prije zaštitnog automata s većom nazivnom strujom, a takvo isključenje proglašava se selektivnim, dok se ostali slučajevi isključenja smatraju neselektivnim.

Razine i nazivne struje zaštitnih prekidača istosmjernog sustava u TS 110/35 kV Meterize:

- I. razina – $I_n=200$ A DC (smješten u ormaru ispravljača)
- II. razina – $I_n=6-16$ A DC (smješteni u ormaru DC razvoda)
- III. razina – $I_n=3-10$ A DC (smješteni u NN ormaru sklopnog bloka 35 kV i razdjelniku nužne rasvjete).

Ispitivanje je izvršeno uređajem za ispitivanje selektivnosti. Pomoću osciloskopa mjere se vremena prorade zaštitnih prekidača i iznos struje kratkog spoja (Slika 11.).



Slika 11. Rezultati ispitivanja zaštitnog automata ($I_{ks}=488$ A, $\Delta t=2,06$ ms)

Prilikom provjere selektivnosti zaštitnih prekidača II. razine (kratki spoj simuliran neposredno iza zaštitnih prekidača II. razine) selektivnost zaštite je zadovoljila.

Prilikom provjere selektivnosti zaštitnih prekidača III. razine, simuliranjem kratkog spoja iza promatranog zaštitnog prekidača III. razine ($I_n=6$ A) došlo je do istovremenog ispada i zaštitnog prekidača II. razine ($I_n=16$ A) te time selektivnost nije zadovoljila. Predloženo je da se napajanje ispitivanog strujnog kruga izvede preko zaštitnog prekidača II. razine sa $I_n=40$ A. U tom slučaju dobije se selektivna kombinacija zaštitnog prekidača II. razine sa zaštitnim prekidačem III. razine.

4. ZAKLJUČAK

Tijekom zamjene opreme u TS 110/35 kV Meterize pojavilo se niz poteškoća oko organiziranja gradilišta i rada dijela postrojenja koji je pod naponom, kako zbog osiguranja mjera zaštite na radu, tako i zbog sigurnog napajanja 35 kV mreže. Nakon uspješno izvedenih građevinskih, bavarskih i elektromontažnih radova pristupilo se ispitivanjima ugrađene opreme prije prvog puštanja pod napon rad. Tijekom ispitivanja uočeni su navedeni nedostaci koji su otklonjeni od strane izvođača radova.

Cilj ovog referata je ukazati na kompletnost i dosljednu provedbu svih potrebnih ispitivanja (ispitivanje povišenim naponom, ispitivanje padova napona, ...) koja se definirana tehničkim specifikacijama i Planom kontrole kvalitete. Izvješća o ispitivanjima bitan su temelj za interni tehnički pregled i puštanje novog postrojenja pod napon. Nakon završetka radova i puštanja postrojenja pod napon, nisu uočeni nikakvi problemi.

5. LITERATURA

- [1] HEP-Proizvodnja d.o.o., HEP-Operator prijenosnog sustava d.o.o., HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., "Osnovna načela razgraničenja", 27. studenog 2012. godine
- [2] Hrvatska elektroprivreda d.d., "Načela razgraničenja djelatnosti proizvodnje, prijenosa i distribucije električne energije", 27. ožujka 2013. godine
- [3] HEP-Operator prijenosnog sustava d.o.o., HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., "Sporazum o zajedničkom korištenju elektroenergetskog objekta TS 110/35 kV Meterize", lipanj 2013. godine
- [4] Hrvatski operator prijenosnog sustava d.o.o., HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., "Sporazum o zajedničkom korištenju elektroenergetskog objekta TS 110/35 kV Meterize", veljača 2015. godine
- [5] HEP-Operator prijenosnog sustava d.o.o., "Kronologija važnijih pogonskih događaja u TS 110/35 kV Meterize", ožujak 1973. – prosinac 2013. godine
- [6] HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., "Projektni zadatak zamjene 35 kV postrojenja u TS 110/35 kV Meterize", rujan 2014. godine
- [7] "Ispitna izvješća TS 110/35 kV Meterize"
- [8] Ministarstvo gospodarstva, rada i poduzetništva, "Pravilnik o tehničkim zahtjevima za elektroenergetska postrojenja nazivnih izmjeničnih napona iznad 1 kV", NN 105/2010
- [9] Projekti izvedenog stanja, "Zamjena 35 kV postrojenja u TS 110/35 kV Meterize"