

KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, na svojoj sednici održanoj 12.5.2015. godine imenovala nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada Marka Selakovića, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, pod naslovom „Tehničko-ekonomska analiza primene odvodnika prenapona na vodovima visokog napona“. Nakon pregleda materijala Komisija podnosi sledeći

IZVEŠTAJ

1. Biografski podaci kandidata

Marko Selaković je rođen 16.6.1991. u Užicu. Pohađao je i uspešno završio gimnaziju u Užicu. Elektrotehnički fakultet u Beogradu upisao je 2010. godine. Tokom studija izabrao je Odsek za energetiku, Smer za elektroenergetske sisteme. Diplomirao je u septembru 2014. godine, sa prosečnom ocenom 8,43. Master akademske studije, smer Postrojenja i oprema, upisao je 2014. godine. Položio je sve predviđene ispite sa prosečnom ocenom 9,40. Odlikuju ga poznavanje rada na računaru i poznavanje engleskog jezika.

2. Opis master rada

Master rad obuhvata 67 strana, sa ukupno 38 slika i 10 tabela. Rad sadrži 7 poglavlja uključujući i literaturu. U Prvom poglavlju opisani su značaj i principi primene metaloksidnih odvodnika prenapona (MOP) na vodovima visokog napona. Sve češća primena ovih odvodnika inicirana je činjenicom da su atmosferska pražnjenja jedan od najčešćih uzroka preskoka na nadzemnim vodovima (na vodovima naznačenog napona do 300 kV, više od 50% ispada na vodovima uzrokovano je ovim pražnjenjem). Preskoci dovode do nastanka prolaznih kvarova koji se eliminišu operacijom automatskog ponovnog uključivanja (APU). Međutim, u praksi postoji određen procenat neuspešnih APU usled toga što kvarovi nisu uspešno eliminisani, kao i manji broj proboja izolatorskih članaka koji vode slabljenju linijske izolacije i pojavi trajnih kvarova. Problem velikog broja preskoka i povećan broj trajnih kvarova usled atmosferskih prenapona je posebno izražen u planinskim oblastima sa kamenitim tlom, gde su vodovi jako izloženi atmosferskim pražnjenjima, a uzemljivači stubova imaju veliku otpornost i izazivaju značajne poraste napona na stubovima koji dovode do povećanja verovatnoće povratnih preskoka. Na kraju poglavlja naveden je cilj rada koji se odnosi na tehničko-ekonomsku analizu efikasnosti primene MOP-a na smanjene broja preskoka na nadzemnim vodovima usled direktnih atmosferskih pražnjenja u zaštitno uže ili pražnjenja mimo zaštitnog užeta.

U Drugom poglavlju opisane su karakteristike MOP-a koji se primenjuju na vodovima visokog napona. Ovi odvodnici, u stručnoj literaturi poznati pod nazivom linijski odvodnici (LNA - Line Surge Arresters ili TLA - Transmission Line Arresters), dele se u dve grupe: odvodnici bez iskrišta (NGLA - Non Gapped Line Arresters) i odvodnici sa spoljašnjim iskrištem (EGLA - Externaly Gapped Line Arresters). Navedene su prednosti i nedostaci njihovog korišćenja.

Analiza broja ispada, odnosno broja trajnih kvarova izolacije vodova nastalih kao posledica atmosferskih pražnjenja prikazana je u Trećem poglavlju. U ovom poglavlju urađena je analiza pogonskih događaja na vodovima javnog preduzeća “Elektromreža Srbije” za period od 2000. do 2013. godine. Na osnovu ove analize dobijena je zavisnost uspešnih APU-a u odnosu na ukupan broj ispada u zavisnosti od naponskog nivoa prenosne mreže. U nastavku je detaljno prikazan postupak modelovanja elemenata nadzemnog voda sa posebnim osvrtom na izolaciju voda. Nastanak preskoka

na vodovima i energetska naprezanje primenjenih odvodnika analizirani su primenom programskog alata EMTP/ATP. Sproveden je postupak analize osetljivosti sa ciljem sagledavanja uticaja specifične električne otpornosti tla, tipa i visine dalekovodnog stuba i kerauničkog nivoa.

Četvrto poglavlje odnosi se na ekonomsku analizu godišnjih troškova usled neisporučene električne energije zbog ispada voda i troškova popravki kod trajnih kvarova usled atmosferskih udara, kao i troškova postavljanja odvodnika prenapona. Cilj analize odnosio se na proveru ekonomske opravdanosti primene linijskih odvodnika prenapona kod izrazito ugroženih nadzemnih vodova. Analiza je izvršena na realnom primeru nadzemnog voda DV 134/2 HE Kokin Brod – Zlatibor 2, nazivnog napona 110 kV i ukupne dužine oko 25 km, što uključuje 102 raspona. Analiza troškova postavljanja linijskih odvodnika prenapona je izvršena za slučaj kada se odvodnici prenapona postavljaju na sve tri faze svih stubova voda. Diskutovani su rezultati koji se odnose na vreme povraćaja investicije.

U Petom poglavlju detaljno je prikazan primer primene linijskih odvodnika na navedenom vodu. Sproveden je postupak izbora MOP-a u skladu sa postupcima koji su definisani od strane renomiranih proizvođača. Na osnovu izvršenih simulacija ustanovljeno je da se u slučaju direktnog atmosferskog pražnjenja u vrh stuba, postavljanjem odvodnika prenapona na sve tri faze ugroženog stuba u potpunosti eliminiše mogućnost nastanka povratnog preskoka preko izolatorskih lanaca, čak i u najkritičnijim uslovima koji mogu da se jave duž trase analiziranog voda. U slučaju pražnjenja u sredinu raspona, kada su konstrukcije stubova levo i desno od mesta pražnjenja jednake i kada su iste vrednosti otpornosti uzemljivača, neophodno je postavljanje odvodnika prenapona na sve tri faze oba stuba kako bi se uspešno eliminisala mogućnost nastanka povratnog preskoka na oba stuba.

Šesto poglavlje odnosi se na zaključak u kojem je opisan značaj primene linijskih odvodnika prenapona za zaštitu vodova visokog napona od prenapona atmosferskog porekla i sprovođenje postupka tehničko-ekonomske analize. Spisak literature sa 5 referenci dat je na kraju rada.

3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

Master rad kandidata Marka Selakovića, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, bavi se tehničko-ekonomskom analizom primene odvodnika prenapona na vodovima visokog napona. Rad sadrži analizu uticajnih parametara i rezultate proračuna broja preskoka primenom programskog alata EMTP/ATP. Na primeru tehničko-ekonomske analize primene odvodnika prenapona na primeru realnog voda prikazan je celokupan postupak koji je neophodno sprovesti u analizi izrazito ugroženih nadzemnih vodova.

Osnovni doprinosi rada su: 1) Dat je prikaz karakteristika odvodnika prenapona koji se primenjuju na vodovima visokog napona; 2) Urađena je analiza broja preskoka na vodovima u funkciji specifične električne otpornosti tla, kerauničkog nivoa područja, vrste izolatora i karakteristika vodova primenom programskog alata EMTP/ATP; 3) Određeni su ekonomski pokazatelji (godišnji troškovi usled neisporučene električne energije zbog ispada i troškovi popravki kod trajnih kvarova usled atmosferskih udara); 4) Urađen je primer primene odvodnika prenapona na realnom vodu nazivnog napona 110 kV.

4. Zaključak i predlog

Kandidat Marko Selaković, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, je u svom master radu uspešno prikazao postupak tehničko-ekonomske analize primene odvodnika prenapona na vodovima visokog napona. Kandidat je iskazao upornost i samostalnost u svome postupku koji je prilagodio savremenim zahtevima za tehničko-ekonomsku analizu i projektovanje zaštite vodova visokog napona od atmosferskih prenapona. Posebno je pokazao smisao za sprovođenje postupka modelovanja i simulacija primenom savremenog programskog alata EMTP/ATP.

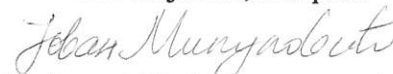
Na osnovu gore navedenog, a imajući u vidu da navedena tema pripada užoj naučnoj oblasti Elektroenergetski sistemi, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu da rad kandidata Marka Selakovića, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, pod naslovom „Tehničko-ekonomska analiza primene odvodnika prenapona na vodovima visokog napona“ prihvati kao master rad i kandidatu odobri javnu usmenu odbranu.

Beograd, 4.9.2015. godine

Članovi komisije



Dr Zlatan Stojković, red. prof.



Dr Jovan Mikulović, vanr. prof.