

## KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU

Komisija za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, na svojoj sednici održanoj 6.5.2014. godine, imenovalo nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada kandidata Miladina Pajića, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, pod naslovom „Izbor visokonaponskih kablova primenom programskih alata“. Nakon pregleda materijala Komisija podnosi sledeći

### IZVEŠTAJ

#### 1. Biografski podaci kandidata

Miladin Pajić je rođen 31.5.1990. godine u Beogradu. Srednju tehničku školu „Tehnička škola - Obrenovac“ u Obrenovcu završio je 2009. godine. Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu, Odsek za energetiku – Smer za elektroenergetske sisteme, završio je 2013. godine. Diplomirao je sa ocenom 10 na temu „Upotreba programskog alata DigSilent u elektroenergetici: Proračuni kratkih spojeva“, čime je stekao zvanje - diplomirani inženjer elektrotehnike i računarstva. Master studije upisao je 2013. godine na modulu za Elektroenergetske sisteme gde je položio sve ispite predviđene nastavnim planom. Odlikuju ga: napredno poznavanje rada na računaru, solidno poznavanje engleskog jezika i posedovanje vozačke dozvole za upravljanje vozilima “B” kategorije. Od 20.3.2014. godine zaposlen je kao inženjer u firmi Energoprojekt-Entel u Kataru, Doha.

#### 2. Opis master rada

Master rad obuhvata 97 strana, sa ukupno 72 slike i 6 tabela. Rad sadrži 7 poglavlja, 5 priloga i literaturu. U Prvom poglavlju opisani su predmet i cilj rada. Ukazano je na značaj energetskih kablova kao čestih elemenata visokonaponskih postrojenja i na njihov pravilan izbor prema polaganju i nameni. Savremen postupak projektovanja visokonaponskih postrojenja podrazumeva ovaj izbor primenom odgovarajućih programskih alata i CAD/CAE tehnika. Navedeno je da na tržištu postoji više programskih alata koji poseduju modul za proračun kablovskih sistema: DigSILENT, NEPLAN, ETAP, PS CAD, Paladin Designbase i CYME.

U Drugom poglavlju dat je opšti prikaz o primeni i polaganju visokonaponskih kablova. Analizirano je pitanje upotrebe kablovskog ili nadzemnog voda. Prikazane se konstrukcije visokonaponskih kablova. Ukazano je na značaj sagledavanja termičkih procesa u visokonaponskim kablovima u različitim režimima rada. Uticaj karakteristika zemljišta na strujnu opteretivost i trajnost kabla je od velikog značaja pa je ove karakteristike neophodno pažljivo sagledati.

Programski alat CYME i njegov modul CYMECAP (Cable Ampacity Calculation) obrađeni su u Trećem poglavlju. Ovaj programski alat omogućava izradu elektrotehničke dokumentacije, proračun polaganja energetskih kablova, programiranje i povezivanje sa drugim aplikacijama, uključujući i programe za rad sa bazama podataka. Ovaj program predstavlja jedan od najmoćnijih programskih alata u ovoj oblasti. CYMECAP pruža mogućnost rada sa kablovima svih naponskih nivoa kada se radi o naizmeničnom naponu, kao i sa kablovima jednosmernog napona do 5 kV. Programskim alatom je omogućeno uvažavanje mesta i načina polaganja kablova dok su proračuni zasnovani na metodologiji datoj u internacionalnim standardima IEC 60287, IEC 60853, IEC 60949 i IEC 1042. Slučaj nehomogenog zemljišta razmatran je primenom Neher-McGrath-ove metode. Ukazano je da primena ovog programa doprinosi automatizaciji izrade projektne dokumentacije, čime se postiže povećanje produktivnosti. U okviru ovog poglavlja detaljno su prikazani grafički interfejs, Cable Library baza podataka i postupak sprovođenja termičke analize.

Uparedna analiza postupka izbora visokonaponskog kabla 132 kV proizvođača Doha Cables data je u Četvrtom, Petom i Šestom poglavlju. Četvrto poglavlje ilustruje kompletan

proračun na osnovu metodologije date u standardu IEC 60287. U Petom poglavlju prikazan je postupak zasnovan na primeni programskog modula CYMECAP programskog alata CYME. Zaključeno je da se rezultati proračuna dobro slažu sa kataloškim podacima datim od strane proizvođača kablova. Šesto poglavlje odnosi se na proračun prema korekcionim faktorima proizvođača kabla. Maksimalno trajno dozvoljeno strujno opterećenje provodnika kabla analizirano je u zavisnosti od najbitnijih faktora, koji su definisani od strane proizvođača. Proračuni su urađeni za jednožilne visokonaponske kablove u zemlji.

U Sedmom poglavlju su dati zaključci i smernice za dalji rad. U nastavku su dati prilozi sa izvodom iz kataloga proizvođača, izveštajima koji se odnose na verifikaciju modela kabla i izvodom iz kataloga u vezi korekcionih faktora. Spisak literature sa 10 referenci dat je na kraju rada.

### 3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

Master rad kandidata Miladina Pajića, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, bavi se izborom visokonaponskih kablova primenom programskih alata. Rad sadrži teorijski uvod o energetskim kablovima, izbor kabla prema mestu polaganja i nameni i proračune zagrevanja kabla u režimima kratkog spoja i trajnog pogona. Prikazani su osnovni elementi programskog alata CYME i njegovog modula za kablovske sisteme CYMECAP. Uporedna analiza rezultata je prikazana za tri postupka izbora visokonaponskog kabla 132 kV : 1) Postupak prema standardu IEC 60287; 2) Postupak zasnovan na primeni programskog modula CYMECAP programskog alata CYME; 3) Postupak prema korekcionim faktorima predloženim od proizvođača kablova. Date su prednosti programskog alata CYME i njegovog modula za kablovske sisteme CYMECAP u odnosu na klasičan postupak proračuna: smanjenje uticaja ljudskog faktora na grešku u proračunu i efikasnost u izradi tehničke dokumentacije. Programski alat omogućava relativno laku i brzu modifikaciju formiranog modela kablovskog voda uz automatsko generisanje izveštaja u preglednoj formi.

Osnovni doprinosi rada su: 1) Prikaz teorijskog uvoda o visokonaponskim kablovima; 2) Prikaz izbora kabla prema mestu polaganja i nameni; 3) Opis programskog alata CYME i njegovog modula za kablovske sisteme CYMECAP, kao jednog od najčešće korišćenih alata u projektovanju; 4) Uporedni prikaz izbora visokonaponskih kablova prema najčešće korišćenim postupcima u praksi.

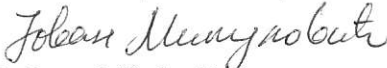
### 4. Zaključak i predlog

Kandidat Miladin Pajić, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, je u svom master radu uspešno prikazao izbor visokonaponskih kablova primenom programskih alata. Kandidat je iskazao upornost i samostalnost u svome postupku koji je prilagodio savremenim zahtevima projektovanja i eksploatacije visokonaponskih postrojenja. 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 Miladina Pajića, dipl. inž. elektrotehnike i računarstva, pod naslovom „Izbor visokonaponskih kablova primenom programskih alata“ prihvati kao master rad i kandidatu odobri javnu usmenu odbranu.

Beograd, 3.9.2014. godine

Članovi komisije

  
Dr Zlatan Stojković, red. prof.

  
Dr Jovan Mikulović, docent