

## **KOMISIJI ZA STUDIJE II STEPENA ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA U BEOGRADU**

Komisija za studije II stepena Elektrotehničkog fakulteta u Beogradu, na svojoj sednici održanoj 14.05.2013. godine imenovalo nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada dipl. inž. el. Denisa Ilića pod naslovom „Metode za monitoring i dijagnostiku energetskih i mernih transformatora“. Nakon pregleda materijala Komisija podnosi sledeći

### **IZVEŠTAJ**

#### **1. Biografski podaci kandidata**

Denis Ilić rođen je 03.08.1989. godine u Tuzli. Pohađao je i uspešno završio srednju elektrotehničku školu „Nikola Tesla“ u Beogradu. Elektrotehnički fakultet u Beogradu upisao je 2008. godine. Tokom studija izabrao je Odsek za energetiku, Smer za elektroenergetske sisteme. Diplomirao je u septembru 2012. godine, sa prosečnom ocenom 7,62. Master akademske studije, smer Elektroenergetski sistemi, upisao je 2012. godine. Odlikuju ga: poznavanje rada na računaru, poznavanje engleskog jezika i posedovanje vozačke dozvole za upravljanje vozilima „B“ kategorije.

#### **2. Opis master rada**

Master rad obuhvata 117 strana, sa ukupno 83 slike. Rad sadrži 4 poglavlja, zaključak i literaturu. U prvom, Uvodnom poglavlju opisani su predmet i cilj rada. Naglašeno je da su za trajan, siguran i efikasan rad elektroenergetskog sistema neophodni sistem nadzora, dijagnostika stanja, preventivno održavanje i procena životnog veka energetskih i mernih transformatora.

U Drugom poglavlju definisan je pojam održavanja tehničkih sistema. Sistem tehničkog održavanja podrazumeva celokupnost uzajamno povezanih izvršilaca, tehničkih sredstava i radnih operacija koje su neophodne za održavanje i ponovno obnavljanje u radno stanje elemenata tehničkih sistema u procesu eksploatacije. U nastavku je dat grafički prikaz koncepcije održavanja. Detaljno je prikazana funkcionalna raspoloživost transformatora i model kvara. Procena stanja transformatora, u kontekstu identifikacije kvarova u toku eksploatacije je opisana kroz: 1) Definisane karakteristika defektivnog stanja zasnovano na praćenju fizičkog procesa razvoja mogućeg kvara; 2) „Fingerprint“ merenja u cilju snimanja referentnih karakteristika normalnog stanja transformatora, sa kojima se porede rezultati budućih merenja, pri čemu uvek treba imati na umu metodu i merni sistem primenjen kod početnih merenja. Ova merenja se sprovode tokom fabričkih ili prijemnih ispitivanja ili na mestu ugradnje, pri čemu se preporučuje da to bude u početnom periodu eksploatacije; 3) Analiza dijagnostičkih parametara u vremenu, pri čemu izrazita promena neke veličine može biti indikator ozbiljnog kvara ili osnova za dalja ispitivanja. U Trećem poglavlju prikazani su faktori i mehanizmi starenja izolacije. Definisani su izolacioni sistem transformatora koji se sastoji, pre svega od izolacionog ulja i papira koji su izloženi procesima starenja. Starenje je prikazano kroz ireverzibilan proces promena karakteristika električne izolacije usled delovanja uglavnom jednog ili više uticajnih faktora. Navedena je priroda dominantnih faktora starenja (termička, električna i mehanička).

Savremene električne metode za ispitivanje transformatora prikazane su u Četvrtom poglavlju. Svetski trend preventivnog održavanja transformatora „uvidom u stanje“, zasnovanom na kompleksnom dijagnostičkom ispitivanju niza električnih, fizičkih i hemijskih karakteristika

oba izolaciona medijuma, uz podršku novorazvijenih savremenih metoda i opreme, doveo je do razvoja novog koncepta u proceni preostalog veka. Tendencija je da se praćenjem brzine promena karakterističnih veličina modifikuje učestanost ispitivanja uz eventualnu primenu korektivnih mera revitalizacije (sušenje, degazacija, filtriranje, pasivizacija metalnih površina itd), što za direktnu posledicu ima produženje veka. Naveden je značaj uvođenja kontinualnog monitoringa karakterističnih veličina najvećih i najznačajnijih transformatora, sa mogućnošću daljinske kontrole. U radu su prikazane sledeće metode: merenje otpornosti izolacije i indeksa polarizacije, merenje omskih otpornosti namotaja, merenje faktora dielektričnih gubitaka i kapacitivnosti, merenje struja i snaga praznog hoda, merenje induktivnosti usled rasipanja, merenje parcijalnih pražnjenja, frekvencijski odziv transformatora, metoda povratnog napona, merenje struja polarizacije i depolarizacije, frekvencijski zavisna spektrometrija, akustična ispitivanja, hemijske metode procene stanja izolacije transformatora (gasnohromatska analiza).

Za svaku od metoda prikazani su: uvod, teorijske osnove, opis i značaj metode, uređaji, primer i analiza rezultata. Sledi zaključak u kojem je posebno naglašen značaj pravovremenog reagovanja i predviđanja mogućih kvarova u cilju ostvarivanja sigurnog, stabilnog i neprekidnog napajanja električnom energijom. Spisak literature sa 11 referenci dat je na kraju rada.

### 3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

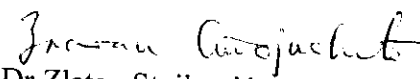
Master rad kandidata Denisa Ilića, dipl. inž. el. bavi se metodama za monitoring i dijagnostiku energetskih i mernih transformatora. Osnovni doprinosi rada su: 1) Prikaz metoda za monitoring i dijagnostiku energetskih i mernih transformatora; 2) Opis elemenata sistema za monitoring i dijagnostiku energetskih i mernih transformatora; 3) Postupak merenja, prikaz i analiza rezultata.


### 4. Zaključak i predlog

Kandidat Denis Ilić, dipl. inž. el. je u svom master radu uspešno prikazao metode za monitoring i dijagnostiku energetskih i mernih transformatora. Kandidat je iskazao upornost i samostalnost u svome postupku koji je prilagodio savremenim zahtevima postupaka za monitoring i dijagnostiku energetskih i mernih transformatora. 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 Denisa Ilića, dipl. inž. el. pod naslovom „Metode za monitoring i dijagnostiku energetskih i mernih transformatora“ prihvati kao master rad i kandidatu odobri javnu usmenu odbranu.

Beograd, 26.08.2013. godine

Članovi komisije

  
Dr Zlatan Stojković, red. prof.

  
Dr Zoran Stojanović, docent