

## **Komisiji za studije II stepena elektrotehničkog fakulteta u Beogradu**

Komisija za studije II stepena, na sastanku održanom 09.09.2014. godine, imenovala nas je u Komisiju za pregled i ocenu master rada kandidata Dragića Lalića pod naslovom: „Električne karakteristike gorivnih ćelija“. Nakon pregleda materijala Komisija podnosi sledeći:

### **IZVEŠTAJ**

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

Dragić Lalić je rođen 20.08.1990. godine u Vranju. Osnovnu školu i gimnaziju je završio u Vranju kao nosilac Vukove diplome. Elektrotehnički fakultet Univerziteta u Beogradu upisao je 2009. a diplomirao u septembru 2013. godine na odseku za energetiku smer elektroenergetski sistemi sa prosečnom ocenom 8.24 (ocena na diplomskom 10). Diplomске akademske – master studije na Elektrotehničkom fakultetu u Beogradu, modul Elektroenergetski sistemi upisao je 2013. godine. Položio je sve ispite sa prosečnom ocenom 8.80. Od stranih jezika govori engleski jezik.

#### **2. Predmet, cilj i metodologija rada**

Predmet ovog rada jeste upoznavanje sa termodinamičkim i električnim karakteristikama gorivnih ćelija. U skladu sa evropskim trendovima vezanim za zaštitu okoline i primenu obnovljivih izvora energije, nameće se potreba za proizvodnjom električne energije iz pouzdanih izvora, uz smanjeno zagađenje i troškove. Sve veći značaj zauzimaju izvori energije koji su pokretljivi i male težine, kao i oni koji mogu učestvovati u kogeneraciji na osnovu svojih termodinamičkih osobina povećavajući pritom efikasnost konverzije i do preko 80%. To bi u bliskoj budućnosti mogle da pruže gorivne ćelije za koje se kao gorivo koristi vodonik i druge supstance koje ga sadrže, a za razvoj ove malo poznate i zastupljene tehnologije neophodno je posjedovanje teoretskog znanja i obrazovanje novih kadrova. Gorivne ćelije se pre svega smatraju elektrohemijskim uređajima za skladištenje energije zato što hemijsku energiju skladištenu u vodoniku kao gorivu pretvaraju u električnu energiju. Zbog toga su gorivne ćelije jako pogodne za korišćenje zajedno sa drugim obnovljivim izvorima energije kao što su fotonaponske i vetroelektrane čija je proizvodnja promeljiva jer zavisi od intenziteta insolacije odnosno vetra. Prvi korak u razmatranju gorivnih ćelija jeste uvid u osnove principa funkcionisanja gorivnih ćelija kao i analiza veličina koje su od značaja, kao i razmatranje empirijski određenih zavisnosti u vezi sa njima. Tema ovog master rada jeste teorijska analiza električnih karakteristika gorivnih ćelija.

U radu je prikazan princip rada gorivnih ćelija uz kratak osvrt na njihov istorijski razvoj. Objasnjeni su zakoni termodinamike na kojima se zasniva proizvodnja električne energije iz hemijske energije vodonika. Rad se bavi i izračunavanjem idealnog napona pri standardnim uslovima ispitivanja na krajevima gorivne ćelije, kao i uticajem radnih uslova poput pritiska i temperature na električne karakteristike gorivnih ćelija. Poseban deo rada je posvećen analizi realne gorivne ćelije uz osvrt na različite oblike polarizacije koji se u njima javljaju. U radu su prikazani tipovi gorivnih ćelija na osnovu vrste elektrolita koji se u njima koristi i izvršeno je razmatranje svakog tipa pojedinačno na osnovu električnih i termodinamičkih karakteristika kao i mogućnostima primene koje su sa njima u jakoj vezi.



### 3. Analiza rada sa ključnim rezultatima

Master rad sadrži 56 stranica teksta u okviru kojeg su 8 poglavlja i spisak literature.

Prvo poglavlje predstavlja uvod u kome je opisana tendencija razvoja obnovljivih izvora energije kao i značaj gorivnih ćelija kao uređaja za korišćenje hemijske energije koja je skladištena u vodoniku kao gorivu.

U drugom poglavlju opisan je princip funkcionisanja gorivnih ćelija uz osvrt na njihov istorijski razvoj.

U trećem poglavlju analizirane su termodinamičke karakteristike gorivnih ćelija i određena je maksimalna teoretska efikasnost gorivnih ćelija na osnovu njih.

Četvrto poglavlje bavi se izračunavanjem električnog izlaza idealne gorivne ćelije pri standardnim uslovima ispitivanja uz poseban osvrt na uticaj pritiska i temperature na njene električne karakteristike, što je ilustrovano i kroz dva primera.

Peto poglavlje se bavi električnim karakteristikama realne gorivne ćelije. U ovom poglavlju je objašnjen uticaj različitih vrsta gubitaka koji izazivaju padove napona na izlazu gorivne ćelije.

U šestom poglavlju detaljnije su analizirani različiti tipovi gorivnih ćelija. Podela je izvršena u zavisnosti od vrste elektrolita koji se u njima koristi. Date su električne karakteristike gorivnih ćelija uz poseban osvrt na mogućnost primene u zavisnosti od njih.

U sedmom poglavlju su ukratko opisani načini proizvodnje vodonika koji je neophodan za rad gorivnih ćelija, pri čemu se u zavisnosti od vrste goriva koje je izvor vodonika menjaju produkti elektrohemijskih reakcija.

U poslednjem, osmom poglavlju, dat je zaključak master rada u kome su sažeto prikazani rezultati sprovedene analize.

### 4. Zaključak i predlog

Prema mišljenju članova komisije, predložen master rad predstavlja značajan doprinos u oblasti obnovljivih izvora energije. U radu je izvršena analiza termodinamičkih i električnih karakteristika gorivnih ćelija, pokazan je način izračunavanja električnog izlaza idealne gorivne ćelije uz uvažavanje uticaja pritiska i temperature reatanata, kao i različitih gubitaka na električne karakteristike. Značaj master rada se ogleda u upoznavanju stručne javnosti sa malo poznatom i zastupljenom tehnologijom gorivnih ćelija za čiji će razvoj u bliskoj budućnosti biti neophodno obrazovanje novih kadrova.

Na osnovu izloženog, komisija predlaže da se rad kandidata Dragića Lalića pod naslovom: „Električne karakteristike gorivnih ćelija“ prihvati kao master rad i da se kandidatu omogući usmena odbrana.

U Beogradu, 15.09.2014. godine

Članovi komisije:

  
Dr Jovan Mikulović, doc.

  
Dr Željko Đurđević, doc.