

КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 23.06.2026 године именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Анђела Крстић под насловом „Моделовање и анализа реалног уземљивачког система трансформаторске станице 110/10 kV". Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Биографски подаци кандидата

Анђела Крстић рођена је 4. новембра 2001. године у Подгорици. Основну школу „Радојица Перовић“ завршава 2016. године, након чега уписује Гимназију „Слободан Шкеровић“ у Подгорици. Гимназију завршава 2020. године и исте године уписује основне академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду. На другој години студија опредељује се за смер Енергетика. Основне академске студије завршава септембра 2024. године, чиме стиче звање дипломираног инжењера електротехнике и рачунарства. Исте године уписује мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду, модул Електроенергетски системи, смер Мреже и системи.

Током академске 2023/2024. године, као студенткиња завршне године основних академских студија, била је добитница стипендије „Доситеја“, стипендије Фонда за младе таленте.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидаткиња Анђела Крстић је као припрему за израду мастер рада под насловом „Моделовање и анализа реалног уземљивачког система трансформаторске станице 110/10 kV“ урадила истраживање релевантне литературе која се односи на област мастер рада. Конкретно, кандидаткиња је анализирила и упознала се са основним појмовима из области уземљења и уземљивачких система. Кандидаткиња се упознала са поступком димензионисања система уземљења према Правилнику о техничким нормативима за уземљења електроенергетских постројења називног напона изнад 1000 V и стандарду IEEE Std 80, као и методологијом прорачуна према Интерном стандарду ИС EMC 123. Додатно, кандидаткиња се упознала са радом у специјализованом програмском пакету CYMGRD, који је коришћен током израде мастер рада.

У оквиру истраживања главне коришћене референце су:

- [1] Ј. Нахман, В. Мијаиловић, Разводна постројења, Академска мисао, Београд, 2015, стр. 327–368.
- [2] Ј. Нахман, Уземљење неутралне тачке дистрибутивних мрежа, Научна књига, Београд, 1980.
- [3] Г. Дотлић, Електроенергетика кроз стандарде, законе, правилнике и техничке препоруке, СМЕИТС, Београд, 2013.
- [4] Правилник о техничким нормативима за уземљења електроенергетских постројења називног напона изнад 1000 V, Службени лист СРЈ, бр. 61/1995.
- [5] Уземљење и уземљивачки системи, https://ees.etf.bg.ac.rs/predmeti/38/5_uzemljivaci.pdf, 1.9.2026.
- [6] ИС-ЕМС 123:2018, Уземљење електроенергетских постројења, АД „Електромережа Србије“, Београд, 2018.
- [7] Ј. Нахман, В. Мијаиловић, Одабрана поглавља из високонапонских постројења, Академска мисао, Београд, 2002.
- [8] CYMGRD 6.3 for Windows – User's Guide and Reference Manual, CYME International T&D Inc., 2006.
- [9] IEEE Std 80-2013, IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding, Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, 2013.
- [10] Техничка препорука ТП23: Пројектовање, изградња и одржавање уземљења електроенергетских постројења, Здружена електропривреда, Београд, јануар 1982.

3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 63 стране, са укупно 32 слике, 14 табела и 9 референци. Рад садржи увод, 4 поглавља и закључак (укупно 6 поглавља), списак коришћене литературе, списак слика и списак табела.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада.

У другом поглављу је направљен теоријски осврт на основне појмове, елементе и карактеристичне

величине система уземљења електроенергетских постројења, са посебним освртом на напоне додира и корака и важеће техничке нормативе.

У трећем поглављу изложена је методологија прорачуна система уземљења према Интерном стандарду ИС EMC 123:2018. Приказани су начин одређивања отпора распрострањања, струје која се одводи у тло, потенцијала уземљивача постројења и критеријуми за избор и димензионисање проводника система уземљења.

У четвртном поглављу анализиран је конкретан систем уземљења једне реалне трансформаторске станице 110/10 kV. На основу аналитичког прорачуна одређене су карактеристичне величине уземљивача и извршена провера услова безбедности.

У оквиру петог поглавља извршено је моделовање и анализа предметног система уземљења у програмском пакету CYMGRD. Добијени резултати су упоређени са резултатима који су добијени применом методологије прописане Интерним стандардом ИС EMC 123:2018.

У шестом поглављу сумирани су најважнији резултати и закључци рада.

4. Анализа са кључним резултатима

Мастер рад је посвећен проблематици моделовања, прорачуна и анализе система уземљења трансформаторске станице 110/10 kV Велики Кривељ 2. У раду су примењена два приступа: аналитички поступак према Интерном стандарду ИС EMC 123:2018 и нумеричко моделовање помоћу специјализованог програмског пакета CYMGRD.

Основни доприноси рада су:

Приказ методологије према ИС EMC 123 и спровођење аналитичког прорачуна за анализиран уземљивачки систем.

Моделовање у програмском пакету CYMGRD. Формиран је детаљан модел уземљивачког система предметне ТС 110/10 kV Велики Кривељ 2, на основу ког су генерисани резултати карактеристичних величина и графички прикази површинског потенцијала и потенцијалних разлика додира и корака. Овај приступ омогућио је идентификацију критичних зона у близини објекта и спољашње ограде постројења.

Извршена је варијантна анализа утицаја уземљења ограде. Испитан је утицај галванског повезивања уземљивача ограде са уземљивачем постројења. Анализа је спроведена са освртом на смернице из Интерног стандарда ИС EMC 123 и повучене Техничке препоруке EMC TP23.

Извршена је анализа утицаја наношења туцаника којим се врши повећавање специфичне отпорности површинског слоја тла. Применом поступка према IEEE Std 80 квантификовано је повећање дозвољених вредности напона додира и корака услед додавања површинског слоја туцаника, што значајно доприноси побољшању услова безбедности.

Спроведена је критичка анализа разлике у резултатима који се добијају применом аналитичког поступка датог у ИС EMC 123 и резултата добијених применом програмског пакета CYMGRD. Показано је да аналитички поступак пружа брзу и поуздану основну процену на основу мањег обима података, док програмски пакет CYMGRD омогућава детаљан увид у просторну расподелу потенцијала, што је од кључног значаја за сагледавање локалних критичних места.

5. Закључак и предлог

Кандидаткиња Анђела Крстић је у свом мастер раду успешно моделовала и анализирила реални уземљивачки систем трансформаторске станице 110/10 kV уз примену свих релевантних прописа у овој области.

Током израде рада кандидаткиња Анђела Крстић је показала висок ниво самосталности, систематичности и креативности у решавању комплексне инжењерске проблематике. Посебно се истиче њено одлично разумевање предметне области, као и способност критичког сагледавања и упоређивања резултата добијених применом различитих методологија.

На основу изложеног, Комисија предлаже Комисији за студије II степена Електротехничког факултета у Београду да рад дипл. инж. Анђеле Крстић прихвати као мастер рад и кандидаткињи одобри јавну усмену одбрану.

Београд, 11.09.2026. године

Чланови комисије:

др Јелисавета Крстивојевић Доцент
сагласан, 11.09.2026.

др Томислав Рајић Ванредни професор
сагласан, 11.09.2026.