

## КОМИСИЈИ ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена, Електротехничког факултета у Београду, на својој седници одржаној 21.05.2024. године именовало нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада дипл. инж. Ане Класнић под насловом „Смањење присуства азотних оксида у димним гасовима термоенергетских постројења”. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Ана Класнић је рођена 13.12.1999. године у Београду. Завршила је основну школу „Јефимија” у Обреновцу. XIII београдску гимназију, природно-математички смер, завршила је као носилац Вукове дипломе. Електротехнички факултет у Београду уписала је 2018. године. Дипломирала је на одсеку за Сигнале и системе 2022. године са просечном оценом 9,02. Дипломски рад одбранила је у септембру 2022. године са оценом 10. Мастер академске студије на Електротехничком факултету у Београду уписала је у октобру 2022. године на модулу за Сигнале и системе. Положила је све испите са просечном оценом 10.

#### 2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Ана Класнић је као припрему за израду мастер рада урадила истраживање релевантне литературе која се односи на област којој припада тема мастер рада. Конкретно, анализирана је постојећа литература у области смањења присуства азотних оксида у димним гасовима термоенергетских постројења. Истраживањем области утврђено је да постоје примарне и секундарне мере смањења емисије азотних оксида. Примарне мере подразумевају минимизацију стварања азотних оксида у току сагоревања. Секундарне мере имају за циљ додатну редукацију азотних оксида након сагоревања. У секундарне мере спадају *SCR (Selective Catalytic Reduction)* и *SNCR (Selective Non-Catalytic Reduction)*. *SNCR* представља убризгавање редукационог средства у виду воденог раствора амонијачне воде или урее у ток димних гасова, како би се извршила редукација азотних оксида на молекуларни азот. При реализацији *SNCR* технологије кључно је обезбедити хомогено убризгавање реагенса при температурном опсегу који је оптималан за реакцију редукације и потпуно мешање реагенса са димним гасовима. Оптималан температурни опсег за реакцију редукације ограничен је разним параметрима међу којима су дизајн котла, позиција топлотних размењивача, дизајн и конфигурација горионика. *SNCR* систем у ТЕ „Костолац Б“ обухвата постројење за складиштење и руковање амонијачном водом, мерно-мешачке модуле блока Б1 и блока Б2 и систем *OFA (Over Fire Air)* копаља блока Б1 и блока Б2. Како су мерно-мешачки модули испоручени као пакетне јединице и имају своје локалне управљачке ормаре, у мастер раду је имплементиран алгоритам управљања постројењем за складиштење и руковање амонијачном водом.

### 3. Опис мастер рада

Мастер рад обухвата 61 страну, од чега прилог обухвата 13 страна, са укупно 17 слика, 22 табеле и 29 референци. Рад садржи увод, 2 поглавља и закључак (укупно 4 поглавља) и списак коришћене литературе.

Прво поглавље представља увод у коме су описани предмет и циљ рада. Представљене су предности и мане угља као горива за добијање електричне енергије, назначен је значај термоелектрана и наведене су мане производње електричне енергије у термоелектранама – проблем одлагања пепела и емисија димних гасова који садрже токсичне честице у атмосферу.

У другом поглављу је дат опис процеса производње електричне енергије у термоелектранама и дат је списак термоелектрана у Србији, са подацима о снагама инсталираних блокова.

У трећем поглављу је дат теоријски преглед примарних и секундарних мера смањења емисије азотних оксида, са нагласком на *SNCR*, описане су целине *SNCR* система у ТЕ „Костолац Б“ (постројење за складиштење и руковање амонијачном водом, мерно-мешачки модули блока Б1 и блока Б2 и систем *OFA* канала блока Б1 и блока Б2) и представљен је алгоритам управљања постројењем за складиштење и руковање амонијачном водом. Алгоритмом се контролишу три процеса: истовар амонијачне воде из ауто цистерне у резервоар амонијачне воде, транспорт амонијачне воде од резервоара до мерно-мешачког модула и транспорт деминерализоване воде до мерно-мешачког модула. Истоваром амонијачне воде се управља преко функционалне групе. Описане су процедуре покретања и заустављања истовара амонијачне воде, као и кораци старт и стоп секвенци. Такође су наведене дозволе за рад, начин покретања и заустављања уређаја у зони истовара, као и заштите уређаја. Управљање снабдевањем мерно-мешачких модула амонијачном и деминерализованом водом се своди на управљање уређајима којима се врши транспорт амонијачне, односно деминерализоване воде до мерно-мешачких модула.

Четврто поглавље је закључак у оквиру кога је дат преглед имплементираних алгоритма управљања и сумиран је опис рада мерно-мешачког модула и система *OFA* копаља. Описане су могућности за даље истраживање у области мастер рада.

### 4. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад дипл. инж. Ане Класнић се бави проблемом смањења присуства азотних оксида у димним гасовима термоенергетских постројења, а нарочито селективном некаталитичком редукацијом. Имплементирани алгоритам управљања ће бити примењен у ТЕ „Костолац Б“.

Тестирање алгоритма ће бити спроведено приком пуштања у рад *SNCR* система у ТЕ „Костолац Б“. Алгоритам је урађен на основу подлога које су достављене предузећу ИМП-Аутоматика д.о.о.

Основни резултати рада су: 1) имплементација алгоритма управљања постројењем за складиштење и руковање амонијачном водом 2) примена реализованог алгоритма у ТЕ „Костолац Б“, која ће бити могућа након пуштања у рад *SNCR* система у ТЕ „Костолац Б“ 3) могућност кориговања алгоритма, зарад примене истог у другим термоелектранама

### 5. Закључак и предлог

Кандидат Ана Класнић је у свом мастер раду успешно имплементирала алгоритам за управљање постројењем за складиштење и руковање амонијачном водом, које је део система за смањење емисије азотних оксида секундарним мерама. Примена секундарних мера доводи

до смањења концентрације азотних оксида у димним гасовима на вредност мању од граничне вредности емисије (ГВЕ), која износи  $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Кандидат је исказао самосталност и систематичност у своме поступку као и иновативне елементе у решавању проблематике овог рада.

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

Београд, 28.10.2024. године

Чланови комисије:

---

Др Жељко Ђуровић, ред. проф.

---

Др Горан Квашчев, ред. проф.