

## КОМИСИЈА ЗА СТУДИЈЕ II СТЕПЕНА ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БЕОГРАДУ

Комисија за студије II степена Електротехничког факултета у Београду именовала нас је у Комисију за преглед и оцену мастер рада Петра Павловића под насловом: „Учешће ветроелектрана у регулацији фреквенције и анализа трошкова регулационих капацитета“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи :

### ИЗВЕШТАЈ

#### 1. Биографски подаци кандидата

Петар Павловић је рођен 25. 10. 1990. године у Крупњу. Основну школу и средњу школу је завршио у Београду. Електротехнички факултет Универзитета у Београду уписао је 2009. а дипломирао је у октобру 2013. године на Одсеку за Енергетику, смер за Електроенергетске системе са просечном оценом 8,38 (оцена на дипломском 10).

Дипломске академске – мастер студије на Електротехничком факултету у Београду, модул Електроенергетски системи уписао је 2013. године. Положио је све испите са просечном оценом 7,6.

Од јула 2014. године запослен је у Електротехничком Институту „Никола Тесла“ у Београду. Течно говори енглески језик.

#### 2. Предмет, циљ и методологија рада

Предмет мастер рада је анализа могућности учешћа ветроелектрана у регулацији фреквенције и прорачун трошкова регулационих капацитета ветроелектране у јужном Банату. Циљ рада је сагледавање могућности учешћа ветроелектрана у примарној и секундарној регулацији фреквенције у ЕЕС-у, као и преглед постојећих технологија за њихову реализацију. Ове анализе ће бити извршене прегледом доступне литературе и практичних искустава ветроелектрана у неким Европским земљама. У практичном делу рада биће анализирани трошкови обезбеђивања регулационих капацитета перспективних ветроелектрана у јужном Банату. Анализе су урађене на основу расположивих података о брзини ветра у овом региону, као и карактеристика снаге реалних ветроагрегата. Прорачуни су урађени у програмском пакету MATLAB.

#### 3. Анализа рада са кључним резултатима

Мастер рад садржи 51 страницу текста у оквиру којег су 6 поглавља и на крају је списак литературе.

Прво поглавље представља увод у коме је описан предмет и циљ рада.

У другом поглављу је детаљно описана регулација фреквенције конвенционалних електрана. Анализирани су проблеми везани за регулацију фреквенције ветроелектрана са фиксном брзином обртања. Поред овога, објашњена су два типа ветроелектрана са променљивом брзином обртања, као и могућности њиховог учешћа у регулацији фреквенције. Проблеми са којима се суочавају садашњи оператори система у земљама у којима постоје велики капацитети ветроелектрана које немају способност учешћа у регулацији фреквенције су описани у оквиру овог поглавља.

У трећем поглављу су презентована досадашња достигнућа истраживања и развоја индустрије ветроелектрана, кроз методе које су симулиране или имплементирани у пракси. Описане су методе којима је могуће регулисати излазну активну снагу, а самим тим и

регулисати фреквенцију. У ове методе спадају: контрола кинетичке енергије инерцијалних маса, регулација *pitch* угла, регулација брзине ротора, као и метода одавања додатне активне снаге и на крају комбинације свих метода са резултатима симулација и закључцима. Кроз графике су презентовани утицаји које ове методе имају на системску фреквенцију.

У четвртном поглављу је представљена заједничка регулација ветроелектрана и конвенционалних електрана. Кроз пример симулације објашњено је какав утицај на функционисање електроенергетског система има замена капацитета термоелектрана и хидроелектрана са ветроелектранама.

Пето поглавље се бави учешћем ветроелектрана на мору у регулацији фреквенције на копну, када су са копненом мрежом повезани преко високонапонског кабла једносмерног напона.

У шестом поглављу рада извршена је симулација и прорачун регулационе резерве за перспективну ветроелектрану на подручју Баваништа у јужном Банату. У почетном делу је укратко објашњен принцип регулационе резерве ветроелектрана. У наставку су објашњене карактеристике ветроагрегата који је употребљен у прорачуну. У прорачуну је претпостављено да су резерве снаге 0,05 и 0,1 од номиналне снаге ветроагрегата. За ове вредности регулационе резерве су прорачуната умањења годишње производње енергије, као и трошкови датих регулационих капацитета. Кроз симулације, графички су представљене снага регулационе резерве, на годишњем нивоу, као и средње сатне вредности регулационе резерве, а поред овога дати су и графици просечних дневних снага регулационе резерве на месечном нивоу.

У последњем поглављу, дат је закључак мастер рада у коме су сажето приказани најважнија достигнућа регулације фреквенције ветроелектрана, као и резултати симулација из претходног дела.


#### 4. Закључак и предлог

Кандидат Петар Павловић је у свом мастер раду представио достигнућа у погледу учешћа ветроелектрана у обезбеђивању регулационе резерве. У овој анализи корисито је научне радове и водећих међународних часописа, као и осталу доступну литературу и практична искуства земаља у којима се ветроелектране користе у регулацији фреквенције. У практичном делу рада успешно је обавио анализу трошкова учешћа перспективних ветроелектрана у јужном Банату у обезбеђивању регулационе резерве. Анализа је извршио на основу реалних мерних података о брзини ветра на локацији Баваниште, као и реалних карактеристика снаге комерцијалних ветроагрегата који су погодни за овај регион. Овај рад има велики практичан значај јер је повезан са актуелном проблематиком интеграције ветроелектрана у јужном Банату у електроенергетски систем. Кроз прорачун је показано да су трошкови регулационих капацитета знатни, чак и када се користи ниска вредност резерве снаге.

На основу напред наведеног Комисија предлаже да се рад кандидата Петра Павловића, под насловом "Учешће ветроелектрана у регулацији фреквенције и анализа трошкова регулационих капацитета" прихвати као мастер рад и одобори јавна усмена одбрана.

Београд, 29.09.2014.

Чланови комисије:

  
Др Жељко Ђуришић, доц.

  
Др Предраг Стефанов, доц.