

# КОМИСИЈИ 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 дипл. инж. Јелене Пипер под насловом: „Анализа капацитета за развој пројеката соларне електране и реверзибилне хидроелектране на узурпираним површинама термоелектране Пљевља“. Након прегледа материјала Комисија подноси следећи :

## ИЗВЕШТАЈ

### 1. Биографски подаци кандидата

Јелена Пипер је рођена 3.6.1997. године у Бијелом Пољу, Црна Гора. Као носилац дипломе „Луча“ у основној школи и гимназији, уписује Основне академске студије на студијском програму Енергетика и аутоматика, на Електротехничком факултету у Подгорици. Основне студије је завршила 11.7.2019. године са средњом оценом 8.11 (Ц) и тиме стекла бечелор (BCs) степен стручне спреме. Након тога уписује Специјалистичке академске студије (Spec.Si) на студијском програму Енергетика и аутоматика, модул Електроенергетски системи, које завршава 23.07.2020. године, са средњом оценом 9.76 (А). Дипломски рад са оценом 10 (А) одбранила је на тему „Управљање електродистрибутивном мрежом“.

Дипломске академске - мастер студије, на модулу Електроенергетски системи - смер Мреже и системи, уписала је школске 2020/21. године на Електротехничком факултету Универзитета у Београду.

За време трајања студија била је члан борда локалног комитета Подгорица, а касније и члан локалног комитета Београд, европске организације студената електротехнике *EESTEC*. За то време је активно учествовала како на локалним тако и на интернационалним догађајима, конференцијама и семинарима.

### 2. Извештај о студијском истраживачком раду

Кандидат Јелена Пипер је припрему за израду мастер рада урадила истраживање потенцијала соларног зрачења на територији ТЕ Пљевља. У те сврхе кориштен је софтверски пакет *PVsyst* и његова база података о компонентама соларног зрачења. Поред анализе енергетског потенцијала соларног зрачења кандидаткиња се бавила теорисјким истраживањима карактеристика бифацијалног фотонапонског система кроз истраживање адекватне литературе.

### 3. Опис мастер рада

Мастер рад је конципиран у 10 поглавља у којима је приказано 45 слика, 18 табела, уз навођење 26 референци које се налазе на самом крају рада (10 поглавље).

У првом, уводном поглављу, изложени су изазови и баријере које креирају лошу перспективу термоелектрана, између којих и термоелектране Пљевља. У том погледу, декарбонизациона политика представља начин регулације високог степена удела сектора производње (термоелектране, нуклеарне електране) у угљеничном отиску. При чему су последице енергетског, економског и социјалног карактера. Једна од мера за постизање угљеничне неутралности је путем трговања карбон кредитима. Додатно, у циљу обезбеђења чистог, одрживог електроенергетског система потребно је повећати удео обновљивих извора у дијаграму производње. Ипак, решавање проблема истискивања угља из производног електроенергетског процеса је јединствено за сваки систем, у зависности од његове структуре.

У другом поглављу приказане су просторне и енергетске карактеристике термоелектране Пљевља са припадајућим узурпираним површинама. Указано је на техничка ограничења о којима се мора водити рачуна при избору микролокација за изградњу фотонапонске електране, али и ограничења по питању одабира елемената електроенергетске инфраструктуре фотонапонске електране. Такође, приказани су подаци о соларном потенцијалу Црне Горе и структури производних капацитета који тренутно учествују у формирању дијаграма производње. Истакнут је очекивани

начин прилагођавања тржишта електричне енергије најбрже растућој технологији ОИЕ, у формацији фотонапонских пројеката. На крају, елаборисане су метеоролошке карактеристике општине Пљевља.

Треће поглавље се односи на анализу електроенергетске инфраструктуре термоелектране Пљевља. Поред локалног значаја на нивоу државе, термоелектрана Пљевља представља важну конективну тачку у којој се стичу и из које крећу далеководи према електроенергетским системима: Републике Србије, Републике Српске, БиХ, Италије. Овим се акценат ставља на комплексност прорачуна и анализа токова снага које се спроводе у надлежним центрима за надзор и мониторинг, а које би се морале узети у обзир приликом реализације идејног решења.

У четвртном поглављу извршена је просторна анализа четири микролокације на којем се радом предлаже изградња фотонапонских панела. Приказани су основни подаци коришћених фотонапонских панела и инвертора, али и карактеристике технологије двостраних (бифацијалних) панела. У оквиру овог поглавља приказана је методологија димензионисања фотонапонске електроане и прорачун основних величина које су од интереса за даљи рад.

Шесто и централно поглавље рада се односи на анализу производње електричне енергије из фотонапонских панела на предложеним микролокацијама помоћу софтверског пакета *PVsyst*. На почетку је објашњен начин функционисања софтвера, подешања основних елемената као и подешања параметара од интереса. Затим су приказани резултати симулација са уваженим подешањима за параметре губитака електричне енергије. Поред приказаних резултата са сатном и месечном резолуцијом, приказани су и карактеристични дијаграми производње за сваку од разматраних микролокација. Такође, сумирани су подаци о инсталисаној снази фотонапонских електроана и њиховој процењеној годишњој производњи.

У седмом поглављу приказани су услови које разматрани фотонапонски системи морају да испуне у циљу прикључења на преносну мрежу. Такође, представљена је и принципска шема повезивања фотонапонских панела на мрежу и приказани су резултати оптимизације попречног пресека кабла 35 kV. Технички прорачун оптималног пресека кабла извршен је у циљу минимизације губитака електричне енергије при пласману исте у мрежу.

У оквиру седмог поглавља приказани су фактори који обезбеђују еколошку оправданост изградње фотонапонских електроана. Несумњиво је да је питање климатских промена једно од главних узрочника лоше перспективе термоелектрана. Сходно томе, приказани су резултати прорачуна и уштеда укупне годишње еквивалентне емисије референтних гасова.

Осмо поглавље рада садржи усмерења за будућа истраживања и усавршавања рада, а која се односе на анализу изводљивости изградње реверзибилне хидроелектране на реци Тихотини. Разлог је интермитентна природа фотонапонских панела и питање балансирања система. Комплементарним радом ова два извора би се избегла употреба батерија, олакшала интеграција и обезбедила конкурентност разматраног интермитентног извора у односу на остале производне капацитете.

На крају, Девето поглавље представља закључна разматрања изведена на основу претходно изнетих података и извршених анализа.

Десето поглавље садржи списак коришћене литературе.

#### **4. Анализа рада са кључним резултатима**

Мастер рад дипл. инж. Јелене Пипер се бави изазовима и баријерама производног електроенергетског сектора у европским, свеобухватним и обавезујућим, нискоугљеничним условима. Тако су радом испитане енергетске карактеристике бифацијалног фотонапонског система, са могућношћу фазне или целокупне реализације, на узурпираним површинама термоелектране Пљевља. У те сврхе коришћен је софтверски пакет *PVsyst* у којем је, на основу претходно извршених техничких прорачуна, моделован један фотонапонски блок за сваку од четири предложене микролокације. Полазна тачка анализа су: метеоролошки подаци микролокација извезени из базе података *PVGIS*, процењени подаци о расположивој површини микролокација и њиховој удаљености од разводног постројења термоелектране Пљевља, подаци из техничке спецификације одабраних фотонапонских панела и инвертора.

Приказани су најзначајнији резултати симулација извршених у софтверском пакету *PVsyst* и дефинисан је енергетски капацитет који је могуће постићи предложеном фотонапонском структуром. Програмски пакет *MATLAB* је употребљен за формирање карактеристичних дијаграма производње једног фотонапонског блока, за сваку од микролокација. Такође, овај програмски пакет је искоришћен за технички прорачун оптималног попречног пресека каблова којима се омогућава повезивање на мрежу.

Разматраним идејним решењем фотонапонских система указано је на простор за имплементацију знања и искуства како би се разматране, деградиране површине искористиле и друштву обезбедило здравије окружење.

Основни доприноси рада су: 1) приказана методологија димензионисања фотонапонске електране на основу техничких параметара одабраних фотонапонских панела и инвертора, на дефинисаним микролокацијама; 2) анализа производње електричне енергије из фотонапонских панела помоћу софтверског пакета *PVsyst*; 3) приказ идејног решења за повезивање фотонапонских панела на мрежу са техничким прорачуном оптималног попречног пресека каблова; 4) приказана методологија прорачуна и резултати уштеде укупне годишње еквивалентне емисије референтних гасова; 5) приказ основних техничких података за спровођење анализе изводљивости изградње реверзибилне хидроелектране на реци Техотини.

## 5. Закључак и предлог

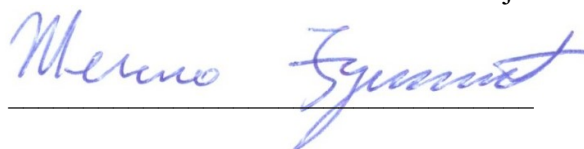
Кандидаткиња Јелена Пипер се у свом мастер раду бавила анализама услова изградње фотонапонске електране на узурпираним површинама у оквиру ТЕ Пљевља у Црној Гори. Мастер рад представља свеобухватну анализу потреба за декарбонизацијом производње електричне енергије у црногорском електроенергетском систему и доприносима које може дати изградња фотонапонске електране на површинама које су узурпирани у оквиру ТЕ Пљевља. Детаљно је описан просторни и метеоролошки аспект, дефинисана могућа инсталисана снага и прорачуната производња фотонапонске електране. Кандидаткиња је у анализама користила реалне метеоролошке податке, реалне податке о фотонапонским панелима и другој опреми, а прорачуне је спровела у професионалном софтверу за анализу фотонапонских електрана. Анализира је различита варијантна решења и дала критичку анализу. У другом дијелу рада кандидаткиња је анализирала могућности изградње реверзибилне хидроелектране у циљном региону, како би унаприједила услове интеграције фотонапонске електране у електроенергетски систем.

Рад је урађен на високом стручном и техничком нивоу. Кандидаткиња је показала самосталност, креативност и инжењерску логику у решавању задатака који су били тема овог мастер рада. Резултати рада представљају значајан допринос и могу послужити као подлога за стратешке анализе декарбонизације производње електричне енергије у електроенергетском систему Црне Горе.

На основу напред наведеног Комисија предлаже да се рад Јелене Пипер, дипломираног инжењера електротехнике и рачунарства, под насловом „Анализа капацитета за развој пројеката соларне електране и реверзибилне хидроелектране на узурпираним површинама термоелектране Пљевља“ прихвати као мастер рад и одобри јавна усмена одбрана.

Београд, 20.08.2021.

Чланови комисије:



др Жељко Ђуришић, ванредни професор



др Јован Микуловић, редовни професор