

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационен труд

**за придобиване на образователната и научна степен "Доктор" в
област на висше образование – 5. Технически науки
професионално направление – 5.2. Електротехника, електроника и автоматика
докторска програма – „Електроснабдяване и електрообзавеждане”**

Автор: маг. инж. Елизабета Трайко Арсова

**Тема: Анализ на възможностите за внедряване на нови фотоволтаични
електроцентрали в електроенергийната система на Република Северна
Македония**

**Рецензент: проф. д-р инж. Васил Димитров Димитров,
Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“ – София,
катедра „Електроснабдяване и електрообзавеждане на транспорта“**

Рецензията е изготвена на основание Заповед за утвърждаване на Научно жури № 3-01-72/22.02.2024 г. на Ректора на Технически университет – Габрово и в съответствие с решенията на журито, взети на неговото първо заседание, проведено на 26.02.2024 г.

1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Дисертационният труд е разработен в обем от 164 страници и включва увод, списък с използвани съкращения, пет глави, заключение, приноси, публикации на автора и библиография, както и 4 Приложения (в обем от 27 страници).

В увода накратко (2 страници) е обоснована необходимостта от изграждането на качествена електроенергийна инфраструктура и от внедряването на съвременни технологии в енергетиката. Коментирани са обектите и методите на изследванията в дисертационния труд.

В Глава първа (обем от 35 страници) е обърнато особено внимание на екологичните аспекти при производството на електрическа енергия и неизбежните потребности от използването на възобновяеми енергийни източници. Разглеждат се балансът на потребностите и производството на електроенергия в Република Северна Македония и

инсталираните мощности, класифицирани по технологии. В края на главата се стига до заключението, че е необходимо изграждане на нови фотоволтаични централи, тъй като вътрешното производство на електроенергия не може да задоволи нуждите на потребителите, а географското положение на страната е благоприятно.

В тази връзка е формулирана и основната **цел на дисертацията**, която може да бъде конкретизирана по следния начин:

Анализиране на възможностите за внедряване на нови фотоволтаични централи в електроенергийната система на Република Северна Македония и разработване на методики за проектиране и технико-икономически анализ.

За постигане на целта са дефинирани пет основни **задачи**, които последователно са решени в следващите глави.

В Глава втора (обем от 13 страници) са разгледани инсталираните мощности и произведената от тях електроенергия от възобновяеми енергийни източници в съседни държави (България, Сърбия и Хърватия), както и преференциалните тарифи. Обстойно е анализиран енергийният баланс на трите държави, вследствие на което в края на главата са формулирани изводи за процентното съотношение на използваните технологии за производство на електроенергия.

В Глава трета (обем от 17 страници) е предложена методика за изследване на потенциала за производство на електрическа енергия от фотоволтаични електроцентрали посредством моделиране и симулация. Подробно са описани софтуерните продукти за изследване на потенциала на слънчевата радиация за производството на електрическа енергия PVGIS и за проектиране и симулация на работата на фотоволтаични системи PVsyst. Онлайн инструментът PVGIS дава възможност за симулиране на очакваното производство на електроенергия в Република Северна Македония, а посредством PVsyst има възможност за изчисляване на оптималното местоположение, ориентация и ъгъл на разположение на панелите, както и избор на фотоволтаични панели, произведени по различни технологии.

В Глава четвърта (обем от 58 страници) са разработени два проекта за изграждане на нови фотоволтаични електроцентрали - ФЕЦ Битоля (пикова мощност 40 MWp – в четири варианта) и ФЕЦ Осломей - 2 (пикова мощност 20 MWp). Обоснован е изборът на подходящо местоположение и ориентация, проведени са симулации с различни видове фотоволтаични панели, като на базата на резултатите е избрано необходимото оборудване, което осигурява максимално производство на електроенергия за конкретния случай по

заложен критерий за баланс между ниска цена и добро качество. Осигурена е възможност за свързване с електроенергийната система.

В Глава пета (обем от 15 страници) са моделирани и анализирани енергийните потоци при свързването на новопланираните фотоволтаични електроцентрали. Представени са симулации и изчисления без и с внедрени нови производствени мощности. Направен е технико-икономически анализ на инвестициите, определен е срокът за възвръщаемост.

В заключението (4 страници) са обобщени получените резултати и тяхното приложение. Особено внимание е обърнато на екологичния аспект на разработката, съгласно Директивите на Европейския съюз.

С оглед на представените научни изследвания може да се отбележи, че тематиката е изключително актуална: осигуряване на нови мощности за електроенергийната система на Република Северна Македония и същевременно подобряване на екологичната обстановка в страната чрез използване на възобновяеми източници. С помощта на компютърно моделиране, симулации и анализ на постигнатите резултати са отправени конкретни предложения за разработване на фотоволтаични централи на територията на Република Северна Македония. Обосновани са необходимостта от внедряването им и очаквания икономически ефект. Следователно, поставените цел и задачи са изпълнени и са налице предпоставки за формулирането на приносите на дисертационния труд.

2. Обзор на цитираната литература

Библиографията включва 139 литературни източници, от тях 126 са на латиница и 13 – на кирилица, включително Наредби, Укази, Правилници и Планове за развитие в сферата на енергетиката. Значителната част от трудовете са публикувани през последните 25 години (над 85%), но се забелязват и издания от началото и средата на XX век (напр. №№ 57, 61).

Използвана е техническа литература, свързана с тематиката на дисертационния труд. Това показва, че маг. инж. Елизабета Трайко Арсова е запозната в достатъчна степен със състоянието на проблематиката, притежава задълбочени теоретични знания по специалността, умее да използва правилно литературния материал при провеждане на научни изследвания, при работа със специализирани софтуерни продукти, при анализа и тълкуването на постигнатите резултати, което показва способност за творческа интерпретация на зависимостите, известни от литературата.

3. Методика на изследване

Докторантът е приложил интердисциплинарен подход при провеждане на научните изследвания и постигане на поставената цел в дисертационния труд – съвместно използване на специфични познания в областта на електроенергетиката, електрообзавеждането, компютърното моделиране и симулация – което е едно от съвременните изисквания при организирането и провеждането на научни изследвания, анализа на получените резултати и формулирането на конкретни препоръки с дългосрочен ефект.

4. Приноси на дисертационния труд

Съгласен съм с предложените приноси на дисертационния труд, които са класифицирани от докторанта като научно приложни и приложни. Желателно е към всеки от тях да се отбележи съответният раздел, в който са разгледани и доказани. Те могат да бъдат отнесени към *Създаване на нови модели, методи, конструкции и технологии; Доказване с нови средства на съществени нови страни на вече съществуващи научни области и проблеми; Получаване на потвърдителни факти.*

Резултатите от проведените изследвания ми дават основание да обобща приносите по следния начин:

Научноприложни приноси:

✓ Въз основа на детайлно аналитично проучване на баланса на производство и потребление на електрическа енергия по различни технологии и в частност от фотоволтаични електроцентрали в четири държави на Балканския полуостров са направени аргументирани препоръки за изграждане на нови фотоволтаични електроцентрали в Република Северна Македония.

✓ Синтезиран е компютърен модел на електроенергийната система на Република Северна Македония, даващ възможност за анализ на промените на енергийните потоци, загубите на енергия и пренапреженията в електропреносната мрежа при свързването на новопроектираните фотоволтаични електроцентрали.

Приложни приноси:

✓ Изследван е потенциалът на слънчевата радиация за производството на електрическа енергия от фотоволтаични електроцентрали на територията на Република Северна Македония.

✓ Разработени са детайлни проекти на две фотоволтаични централи на територията на Република Северна Македония с обща пикова мощност 60 MWp, с използване на различни варианти на технологии и ориентация на фотоволтаичните модули.

✓ Направен е технико-икономически анализ и оценка на рентабилността от изграждането на новите две фотоволтаични електроцентрали на територията на Република Северна Македония, с отчитане на зависимостта от очакваните цени на пазара на електроенергия през следващите години.

Трябва да се отбележи, че разработените модели са детайлно анализирани и могат да се използват като база за реализация на отправените конкретни предложения за изграждане и внедряване на нови мощности в електроенергийната система на Република Северна Македония, използващи възобновяеми източници.

5. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

По дисертационния труд са представени пет публикации, разпределени по показатели Г7 и Г8, както следва:

Един доклад е представен на международна научна конференция в чужбина – International Conference on Electronics, Engineering, Physics and Earth Science, EEPES 2023 Conference, Кавала, Гърция, публикуван в AIP Conference Proceedings, рефериран и индексирани в световноизвестни бази данни с научна информация – три автора, докторантът е втори автор. Изданието *AIP Conference Proceedings* е с импакт ранг SJR 0.189/2021 и 0.164/2022. Общ брой точки по **Показател Г7 - 13,33 т.**

Две от публикациите по Показател Г8 са самостоятелни – доклади на Международната научна конференция (7th International Scientific Conference) „TechCo 2023“, организирана от Технически колеж – Ловеч. Две публикации са в съавторство с научния ръководител (докторантът е първи автор) – доклади на Международната научна конференция (International Scientific Conference) „UniTech 2023“, организирана от ТУ - Габрово. Общ брой точки по **Показател Г8 – 60 т.**

Общ брой точки по Показател Г – 73,33 т., което значително надхвърля изискването от 30 т.

Представена е и Справка за авторските трудове, свързани с темата на дисертацията, преди зачисляване на докторанта.

Публикациите отразяват основни резултати от изследванията в дисертацията и може да се счита, че е постигната необходимата публичност пред професионалната инженерна общност. Не е предоставена информация за цитирания на публикациите.

6. Авторство на получените резултати

Предвид представените научни изследвания, съчетаващи теоретичен анализ и разработване и симулация на модели чрез използване на съвременни софтуерни продукти, считам, че дисертационният труд е разработен в значителна степен от докторанта, под ръководството на научния ръководител. Използвани и обработени са статистически данни за електроенергийната система на Република Северна Македония, както и особеностите на страната по отношение на възможностите за изграждане на фотоволтаични централи.

Към дисертацията е приложена декларация за авторство.

7. Автореферат и авторска справка

Авторефератът е структуриран в общ обем от 43 стр., формат А4. Включва обща характеристика на дисертационния труд и изложение, което представлява достатъчна по обем извадка от разработката. Отразени са основните изследвания, резултати и изводи, както и приносите, публикациите, свързани с дисертацията, авторските трудове, публикувани преди зачисляване на докторанта и свързани с темата на дисертационния труд. Приложена е и анотация на английски език.

Приложени са публикациите, свързани с дисертационния труд, както и авторска справка за изпълнение на минималните национални изисквания.

Считам, че Авторефератът и авторската справка удовлетворяват изискванията и отразяват достатъчна част от постигнатите резултати.

8. Мнения, препоръки и забележки по дисертационния труд

Нямам съществени забележки към представения дисертационен труд. Имам някои препоръки и забележки от технически характер:

✓ Може някои от заглавията на отделните глави и раздели да се формулират по-кратко.

✓ По отношение на библиографията – добре е да се подредят литературните източници съгласно изискванията;

✓ Да се прецизират:

- Стр. 2 от Автореферата относно структурата на дисертационния труд (абзац 2);
- Табл. 2 от Справка за изпълнение на минималните национални изисквания - наукометричните данни на кандидата маг. инж. Елизабета Арсова по Показател А1.

Отправените препоръки и забележки не омаловажават разработката и не представлява трудност те да бъдат отстранени в електронния вариант на дисертацията и автореферата, депозиращи в НАЦИД.

9. Заключение

Считам, че представеният дисертационен труд **отговаря** на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и тези на ТУ - Габрово. Постигнатите резултати ми дават основание **да предложи** да бъде придобита образователната и научна степен „доктор” от маг. инж. **Елизабета Трайко Арсова** в област на висше образование - 5. Технически науки, професионално направление - 5.2. Електротехника, електроника и автоматика, докторска програма - „Електроснабдяване и електрообзавеждане”.

19.03.2024 г.

Рецензент: /п/

/ проф. д-р инж. Васил Димитров /