

УНИВЕРЗИТЕТ У ПРИШТИНИ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
КОСОВСКА МИТРОВИЦА

УНИВЕРЗИТЕТ У ПРИШТИНИ			
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА			
КОСОВСКА МИТРОВИЦА			
ПРИМЉЕНО		24.08.2022	
ОРГ. ЈЕДИН.	БРОЈ	ПРЕДЛОЖ	ВРЕДНОСТ
	609/1		

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА У КОСОВСКОЈ МИТРОВИЦИ

Одлуком Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Косовској Митровици број 483/3-8 од 24.06.2026. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под насловом **“Интеграција батеријских система за складиштење електричне енергије у дистрибутивне мреже са значајним уделом дистрибуираних генератора са обновљивим изворима енергије”** кандидаткиње Јоване Живић Перенић, мастер инжењера електротехнике и рачунарства.

Кандидакиња је приложила комплетну документацију за пријаву теме докторске дисертације на начин и у форми прописаних Правилником о докторским студијама Факултета техничких наука у Косовској Митровици. Комисија је прегледала документацију, и на основу анализе исте, подноси Наставно-научном већу Факултета следећи

ИЗВЕШТАЈ

о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

1. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ КАНДИДАТКИЊЕ

Јована Живић Перенић је рођена 02.08.1994. године у Приштини. Основну школу је завршила у Грачаници, а гимназију Приштина са седиштем у Лапљем Селу завршила је 2013. године. Исте године уписала је основне академске студије на Електронском факултету у Нишу, на студијском програму Електротехника и рачунарство, модул Електроенергетика. Четворогодишње основне академске студије завршила је 2017. године са укупном просечном оценом у току студија 8,89 чиме је стекла звање дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства за електроенергетику. Мастер академске студије на студијском програму Електротехника и рачунарство, модул Електроенергетика, при истом факултету завршила је 2019. године са укупном просечном оценом у току студија 9,56 чиме је стекла звање мастер инжењер електротехнике и рачунарства за електроенергетику. Мастер рад на тему *Поузданост елемената дистрибутивне мреже* одбранила је са оценом 10. Докторске студије уписала је школске 2020/2021. године на Факултету техничких наука, у Косовској Митровици, студијски програм Електротехничко и рачунарско инжењерство.

У периоду од 2017. до 2018. године радила је у Synergy Plus d.o.o. у Београду као Електро инжењер пројектовања у области енергетике, нафтне индустрије и рударства.

Од 01.10.2021. године ради као асистент на Факултету техничких наука у Косовској Митровици, за ужу научну област *Теоријска електротехника*. Ангажована је на следећим

предметима: Основи електротехнике 1, Теорија електричних кола, Моделовање и симулација електромагнетских поља, Антене и простирање ЕМ поља, Фотоника, Микроталасна техника, Основи електротехнике 2, Електротехника са електроником, Електромагнетика, Лаб. вежбе из основа електротехнике.

Аутор и коаутор је 5 научних радова објављених у часописима и конференцијама од међународног значаја, и то 2 рада у часописима на СЦИ листе категорије М22, и 3 рада саопштена на међународним научним конференцијама категорије М33.

Говори и пише два страна језика: енглески (напредни ниво) и руски (средњи ниво).

Активно користи компјутерске програме општег и стручног значаја као што су: Microsoft Office, AutoCAD, Matlab, LabView.

2. ПОДОБНОСТ КАНДИДАТИЊЕ

Кандидаткиња Јована Живић Перенић је положила све испите предвиђене наставним планом и програмом студијског програма докторских студија Електротехничко и рачунарско инжењерство. Као аутор и коаутор објавила је више научних радова из уже научне области из које се пријављује тема докторске дисертације, и то:

- два рада у часописима категорије М20,
- три рада у часописима категорије М30.

У наставку је дат списак објављених радова кандидаткиње:

Радови у часописима са СЦИ листе, М22

1. **Jovana N. Živić**, Miloš J. Milovanović, Jordan N. Radosavljević, "A Review of Optimization Techniques for Optimal Integration of Battery Energy Storage Systems Into Power Grids," Energy Storage, Vol. 8, no. 2, 2026: e70373, <https://doi.org/10.1002/est2.70373>
2. Jordan Radosavljević, Aphrodite Ktena, Milena Gajić, Miloš Milovanović, **Jovana Živić**, Dynamic Optimal Power Dispatch in Unbalanced Distribution Networks with Single-Phase Solar PV Units and BESS, Energies, Vol. 16, No. 11: 4356, 2023, DOI: 10.3390/en16114356 <https://doi.org/10.3390/en16114356>

Радови на међународним конференцијама, М33

1. **Jovana Živić**, Jordan Radosavljević, Branko Gvozdić, Review on the Optimal Placement and Sizing of Battery Energy Storage Systems, 11th International Conference on Electrical, Electronics and Computer Engineering (IcETRAN), Niš, 3-6 June 2024, DOI: 10.69994/11Ic24009 <https://doi.org/10.69994/11Ic24009>
2. Branko D. Gvozdić, Branimir S. Jakšić, Jelena M. Todorović, **Jovana N. Živić**, Vladimir D. Maksimović, Performance of Macrodiversity RF Communication System in Smart

Agriculture, Proceedings of the 6th International Symposium on Agricultural Engineering - ISAE 2023, 19th – 21st October 2023, Belgrade - Zemun, Serbia, pp. 166-175. ISBN: 978-86-7834-427-5

http://isae.agrif.bg.ac.rs/archive/Proceedings_ISAE_2023.pdf

3. Branko D. Gvozdić, Jelena M. Todorović, Branimir S. Jakšić, **Jovana N. Živić**, Vladimir D. Maksimović, *Statistical Models for Describing Signal Propagation in FSO Systems in Agriculture*, Proceedings of the 6th International Symposium on Agricultural Engineering – ISAE 2023, 19th – 21st October 2023, Belgrade - Zemun, Serbia, pp. 176-184. ISBN: 978-86-7834-427-5

http://isae.agrif.bg.ac.rs/archive/Proceedings_ISAE_2023.pdf

На основу претходно наведених чињеница, Комисија констатује да је кандидаткиња испунила услове за пријаву теме докторске дисертације прописане Правилником о докторским студијама Факултета, да има научно-стручну усмереност ка области којој припада предложена тема, да поседује све потребне квалификације које је чине подобном да приступи изради докторске дисертације са предложеним насловом.

3. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Батеријски системи за складиштење електричне енергије привукли су значајну пажњу у погледу пружања подршке интеграцији обновљивих извора енергије (ОИЕ), с обзиром да могу ефикасно решавати проблеме изазване варијабилношћу производње из ОИЕ. Предности батеријских система у односу на остале системе за складиштење електричне енергије су флексибилност, брз одзив и скалабилност. Ове предности чине их погодним за бројне примене у дистрибутивним мрежама као што су регулација напона, регулација фреквенције, смањење вршног оптерећења, обезбеђивање резервног напајања, смањење расуте енергије из ОИЕ, смањење трошкова у мрежи, и побољшање квалитета електричне енергије. Интеграцијом батеријских система могу се постићи бројна побољшања у мрежи у техничком, економском и еколошком погледу. Међутим, како би се максимизирали позитивни ефекти њихове интеграције, неопходно је оптимално испланирати њихове снаге, капацитете и локације прикључења, као и оптимизовати режим рада.

Предмет истраживања докторске дисертације базираће се на одређивању оптималних снага, капацитета и локација батеријских система за складиштење електричне енергије у дистрибутивним мрежама са већ прикљученим генераторима са обновљивим изворима енергије, као што су ветроелектране и фотонапонски системи, са циљем да се оствари задати критеријум оптимизације. Оптимизациони проблем решаваће се применом стандардних метахеуристичких метода оптимизације уз експериментално подешавање параметара и опција, тако да се тежи добијању стабилних, глобалних оптималних решења.

У првом делу истраживања биће детаљно формулисан математички модел оптимизационог проблема укључујући дефинисање циљева оптимизације, техничких и оперативних ограничења, као и математичког модела батеријских система. У циљу што прецизнијег моделовања батеријских система и тачније естимације трошкова разматраће се утицај броја циклуса пуњења и пражњења на век трајања батерија. Такође, у овом делу биће дефинисани генерички дневни оперативни модел режима пуњења/пражњења батеријских система сходно њиховој функцији у дистрибутивној мрежи. У оквиру истраживања биће спроведена одговарајућа методологија за одређивање прогностичких модела дијаграма снага на излазу из ветроелектрана и фотонапонских система, као и дијаграм снаге оптерећења на основу

историјских података ових величина на одређеном подручју. На основу упоредне анализе генеричких дијаграма снаге из ОИЕ и дијаграма снаге потрошње биће идентификовани интервали у којима укупна производња из ОИЕ премашује укупну снагу оптерећења, тако да се одреди количина електричне енергије која би се расула. Тако добијена количина расуте енергије, уз уважавање усвојеног критеријума за максималну повратну снагу кроз трансформатор, користиће се као полазна основа за одређивање минималног капацитета батеријских система за складиштење електричне енергије. Максимални капацитет батеријских система биће дефинисан на основу економског критеријума, односно из услова да укупни трошкови интеграције батеријских система превазилазе остварене економске користи, чиме се њихова даља инсталација показује као неисплатива. Између минималног и максималног капацитета тражи се оптимално решење. Оптимални капацитет батеријских система биће одређен тако да се остваре задати циљеви оптимизације при чему се оптимизација спроводи на одређеном временском хоризонту уз поштовање одговарајућих техничких и оперативних ограничења. За решавање оптимизационог проблема користиће се метахеуристичке методе оптимизације као што су генетски алгоритам (GA) и оптимизација ројем честица (PSO), односно њихове модификоване унапређене верзије и хибриди, због њихове ефикасности у решавању сложених нелинеарних проблема са великим бројем променљивих и ограничења.

Други део истраживања биће усмерен на формулацију и решавање проблема одређивања оптималних локација прикључења батеријских система са претходно дефинисаним снагама и капацитетима тако да се остваре оптималне техничке перформансе рада дистрибутивне мреже пре свега кроз минимизацију губитака у мрежи и смањење одступања напона у односу на дозвољене границе.

Циљ овог истраживања је развој иновативне методологије за оптималну интеграцију батеријских система у дистрибутивне мреже, тако да се у оптимизациони оквир укључе фактори као што су неизвесности у производњи из ОИЕ и потрошњи, динамичке карактеристике и деградација батеријских система, као и варијабилност тржишних цена електричне енергије. На овај начин постиже се реалистично моделирање и симулација рада система, што доприноси добијању прецизнијих резултата оптимизације

4. СТАЊЕ НАУЧНЕ ОБЛАСТИ

Један од изазова у дистрибутивним мрежама са интегрисаним генераторима заснованим на ОИЕ (фотонапонски системи и ветроелектране) је варијабилност и непредвидивост њихове производње услед зависности од климатских услова [1]. Интеграцијом батеријских система могу се ефикасно ублажити проблеми услед варијабилне производње као што су флукутације у напону и фреквенцији, двосмерни токови снага, преоптерећење, и проблеми са радом релејне заштите [2]. Применом батеријских система може се побољшати стабилност и поузданост система, и повећати степен интеграције ОИЕ. Иако је примарни мотив за интеграцију батеријских система био ублажавање флукутација излазне снаге генератора са ОИЕ, савремени батеријски системи имају знатно шири спектар примена и користе се за решавање низа оперативних проблема у дистрибутивним мрежама [3]. Примене ових уређаја обухватају побољшање квалитета електричне енергије [4-6], регулацију напона [7-10], регулацију фреквенције [11-12], смањење вршних оптерећења [13-15], оптимизацију токова

снага, обезбеђивање резервног напајања [16], смањење губитака у мрежи [17], побољшање поузданости напајања [18-19] и остваривање економске користи [20-21].

Оптимизацијом капацитета и локација батеријских система могу се побољшати перформансе дистрибутивног система, повећати економска добит и побољшати еколошки аспекти рада система. Прегледом релевантне литературе утврђено је да у већини случајева доминира економски критеријум оптимизације. Економска оптимизација усмерена је на минимизацију укупних трошкова [22-23], максимизацију добити [24], и оптимизацију економских параметара као што су NPV (*Net Present Value*) [25-26], ROI (*Return on Investment*) [27], IRR (*Internal Rate of Return*) [28], LCOE (*Levelized Cost of Electricity*) [29], и LCC (*Life Cycle Cost*) [30]. Поред економских аспеката, у значајном броју студија усвојен је технички критеријум који подразумева оптимизацију са циљем минимизације укупних губитака снаге [31], побољшање напонског профила мреже [32], минимизација флукутације снаге у мрежи [33], смањење фреквенцијских одступања [34], као и повећање поузданости рада система [35-36]. Најмањи број студија посвећен је еколошким циљевима у које спадају минимизација емисије штетних гасова произведених из генератора са необновљивим изворима енергије [37-38].

У оптимизационим проблемима, модели батеријских система представљају математички опис динамичких карактеристика батеријских система као што су циклуси пуњења и пражњења, промена капацитета, промена напона на прикључцима, промена стања напуњености (*State of Charge - SOC*) батерије, или промена SOH (*State of Health*) параметра. У литератури је предложен велики број различитих модела, који се генерално могу класификовати као електрохемијски, емпиријски [39-40] и модели еквивалентног струјног кола [41-42]. Најчешће се батеријски системи моделују на основу промене енергије у датом тренутку [43-47] или промене SOC параметра [48-49]. У циљу што прецизнијег одређивања трошкова везаних за батеријске системе, у оптимизационе моделе се често укључује моделовање животног века батерија. У литератури су предложени различити приступи за естимацију деградације и процену њеног утицаја на животни век батерија. Најчешће коришћене методе обухватају моделе засноване на броју циклуса пуњења и пражњења [50], моделе календарског старења, као и комбиноване приступе који истовремено узимају у обзир оба типа деградације [51-53]. Посебну пажњу привлаче методе засноване на *Rainflow* алгоритму, које омогућавају детаљну анализу дубине пражњења (*Depth of Discharge - DOD*) батерије и утицаја на деградацију [54-56]. У оквиру оптимизационих модела, ефекти деградације се често интегришу кроз функцију трошкова увођењем тзв. трошкова деградације по циклусу пуњења/пражњења [57], или трошкова замене батерија током експлоатационог периода [35]. Деградација се може моделовати и кроз додатна ограничења као што су ограничења дубине пражњења (*DOD*) [58] или SOC параметра [59], чиме се спречава прекомерно хабање батерије услед поновљених циклуса пуњења и пражњења. Поред тога, у новијим истраживањима све чешће се примењују емпиријски и полу-емпиријски модели као у реф. [60], где је губитак капацитета представљен у функцији SOC параметра и температуре.

Оптимизација батеријских система је комплексан, нелинеаран и динамички проблем са бројним ограничењима, који се решава применом различитих оптимизационих метода [61]. Генерално, оптимизационе методе се могу класификовати у четири основне групе: конвенционалне [62-72], метахеуристичке [73-92], хибридне методе [93-98] и методе на бази вештачке интелигенције [99-107]. Избор методе зависи од карактеристика проблема као што су степен нелинеарности и димензионалности, захтеви у погледу тачности, брзине конвергенције и рачунарских ресурса. Конвенционалне методе имају ограничену примену у

решавању сложених, вишедимензионалних оптимизационих проблема због потребе за линеаризацијом модела, као и захтева у погледу меморије и времена прорачуна [108-110]. Насупрот томе, метахеуристички алгоритми показују већу прилагодљивост, боље перформансе и краће време прорачуна, али не гарантују глобално оптимално решење и осетљиви су на избор параметара [61]. У савременим истраживањима се све чешће примењују хибридни приступи, који комбиновањем различитих алгоритама омогућавају побољшање конвергенције и ефикасније претраживање простора решења. Такође, нови тренд у истраживању представља интеграција техника вештачке интелигенције у оптимизациони оквир са циљем прецизног предвиђања производње из генератора са ОИЕ, предвиђања потрошње, оптималног управљања радом батеријских система, као и динамичко подешавање параметара метахеуристичких алгоритама.

5. ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ

Основна хипотеза на којој се заснива докторска дисертација је да се применом вишекритеријумске оптимизационе методологије која обједињује прогностичке моделе производње из ОИЕ и потрошње, ефекте деградације и животног века батерија, као и динамичке карактеристике батерија, могу добити поузданија и економски оправданија решења за оптималне снаге, капацитете и локације батеријских система у односу на класичне детерминистичке приступе.

На основу претходно дефинисаног предмета и циљева истраживања могу се издвојити неколико посебних хипотеза:

- Укључивање прогнозирања производње из ОИЕ и потрошње у оптимизациони модел доприноси поузданијем планирању и управљању батеријских система;
- Оптимално позиционирање батеријских система у дистрибутивној мрежи побољшава техничке перформансе мреже, смањује губитке и стабилизује напонске прилике у мрежи;
- Оптимизација узимајући у обзир животног век батерија доводи до економски оправданијих решења;
- Комбинација наведених фактора у јединствени оптимизациони модел омогућава најбоље техничке и економске резултате у планирању снага и локација батеријских система, чиме се унапређује интеграција ОИЕ у дистрибутивне мреже и повећава степен њиховог искоришћења и унапређују техничке и економске перформансе мреже.

6. МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

За доказивање постављених хипотеза и остваривање циљева дисертације примениће се следеће научно-истраживачке методе:

- Анализа и преглед релевантне научне литературе из области оптимизације батеријских система у електроенергетским мрежама. Посебна пажња биће посвећена научним радовима који имају висок степен цитираности и који су објављени у престижним међународним научним часописима и конференцијама.
- Примена различитих аналитичких, експерименталних и метода стохастичке симулације са циљем моделовања рада електроенергетског система са интегрисаним ОИЕ и батеријским системима. Посебан акценат биће стављен на примену метахеуристичких оптимизационих метода у циљу одређивања оптималних снага,

капацитета и локације батеријских система у дистрибутивној мрежи, уз уважавање ограничења система и дефинисаних оптимизационих циљева.

- Примена софтверског пакета MATLAB и одговарајућих програмских алата у оквиру овог пакета у циљу предвиђања излазне снаге из ОИЕ и снаге потрошње, као и креирање одговарајућег програмског модела за естимацију оптималних снага, капацитета и локација батеријских система према задатим циљевима оптимизације.
- Примена различитих метода симулације.
- Примена статистичких показатеља за доказивање релевантности резултата добијених применом предложених оптимизационих техника
- Тестирање и верификација резултата симулације са циљем провере тачности и поузданости добијених решења применом специјализованих софтверских пакета.

7. ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ И ДОПРИНОС

Имајући у виду актуелне изазове у интеграцији ОИЕ и значај оптималног планирања батеријских система у дистрибутивним мрежама, очекује се остваривање следећих резултата и научних доприноса ове дисертације:

- Развој иновативног оптимизационог модела за одређивање оптималних снага и капацитета батеријских система, у којем се функција циља формулише као комбинација економских и техничких критеријума који обухватају минимизацију инвестиционих и оперативних трошкова рада батеријских система, максимизацију добити, минимизацију расуте снаге из ОИЕ, уз укључивање додатних фактора као што су деградација батерија и релевантна техничка ограничења. Предложени модел подразумева нову комбинацију наведених критеријума у јединствени оптимизациони оквир.
- Развој методологије за одређивање генеричких годишњих дијаграма снаге из ОИЕ и потрошње применом метода заснованих на вештачкој интелигенцији.
- Укључивање неизвесности производње из ОИЕ, потрошње и тржишних цена електричне енергије у оптимизациони модел.
- Дефинисање критеријума за минимални и максимални капацитет батеријских система на основу генеричких дијаграма снаге ОИЕ и потрошње, чиме се смањује простор претраге оптималних решења.
- Компаративна анализа техничких перформанси дистрибутивног система пре и након прикључења оптимално димензионисаних и позиционираних батеријских система, којом се показује да предложени модел обезбеђује значајна побољшања у погледу смањења губитака у мрежи и стабилизацији напонског профила мреже.
- Верификација и поређење предложеног модела са постојећим методама, којом се показује да предложени приступ даје боље резултате у погледу економских и техничких показатеља.

8. ОКВИРНИ СПИСАК ЛИТЕРАТУРЕ

У наставку је дат оквирни списак литературе који ће бити коришћен раду на дисертацији. Публикације су рефернциране у оквиру тачке 4 (СТАЊЕ НАУЧНЕ ОБЛАСТИ).

- [1] M. S. Alam, F. S. Al-Ismael, A. Salem, and M. A. Abido, „High-Level Penetration of Renewable Energy Sources Into Grid Utility: Challenges and Solutions,” *IEEE Access*, т. 8, p. 190277–190299, 2020.
- [2] J. P. Holguin, D. C. Rodriguez, and G. Ramos, „Reverse Power Flow (RPF) Detection and Impact on Protection Coordination of Distribution Systems,” *IEEE Transactions on Industry Applications* 56, 2020.
- [3] Prakash, Krishneel and Ali, Muhammad and Siddique, Md Nazrul Islam and Chand, Aneesh A. and Kumar, Nallapaneni Manoj and Dong, Daoyi and Pota, Hemanshu R., „A review of battery energy storage systems for ancillary services in distribution grids: Current status, challenges and future directions,” *Frontiers in Energy Research*, т. 10, 2022.
- [4] Om Prakash Mahela, Abdul Gafoor Shaik,, „Power quality improvement in distribution network using DSTATCOM with battery energy storage system,” *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, т. 83, pp. 229-240, 2016.
- [5] S.K. Yadav, K. B. Yadav, and A. Priyadarshi, „Performance analysis of three-phase solar PV, BESS, and Wind integrated UPQC for power quality improvement,” *Computers and Electrical Engineering*, т. 116, p. 109203, 2024.
- [6] F. R. Islam, A. Lallu, K. A. Mamun, K. Prakash and N. K. Roy, „Power Quality Improvement of Distribution Network Using BESS and Capacitor Bank,” *Journal of Modern Power Systems and Clean Energy*, т. 9, бр. 3, pp. 625-632, 2021.
- [7] M. Zillmann, R. Yan and T. K. Saha, „Regulation of distribution network voltage using dispersed battery storage systems: A case study of a rural network,” *y 2011 IEEE Power and Energy Society General Meeting*, Detroit, MI, USA, 2011.
- [8] M. Zeraati, M. E. Hamedani Golshan and J. M. Guerrero, „Distributed Control of Battery Energy Storage Systems for Voltage Regulation in Distribution Networks With High PV Penetration,” *IEEE Transactions on Smart Grid*, т. 9, бр. 4, pp. 3582-3593, 2018.
- [9] Y. Wang, K.T. Tan, X. Peng, P.L. So, „Coordinated Control of Distributed Energy Storage Systems for Voltage Regulation in Distribution Networks,” *IEEE Transactions on Power Delivery*, т. 31, бр. 10.1109/TPWRD.2015., pp. 1132-1141, 2015.
- [10] J. Radosavljević, „Voltage regulation in LV distribution networks with PV generation and battery storage,” *Journal of Electrical Engineering*, т. 72, pp. 356-365, 2021.
- [11] Bolun Xu, Alexandre Oudalov, Jan Poland, Andreas Ulbig, Göran Andersson, „BESS Control Strategies for Participating in Grid Frequency Regulation,” *IFAC Proceedings Volumes*, т. 47, pp. 4024-4029, 2014.
- [12] Y. Meng, X. Li, X. Liu, X. Cui, P. Xu and S. Li, „A Control Strategy for Battery Energy Storage Systems Participating in Primary Frequency Control Considering the Disturbance Type,” *IEEE Access*, т. 9, pp. 102004-102018, 2021.
- [13] Ehsan Reihani, Mahdi Motalleb, Reza Ghorbani, Lyes Saad Saoud, „Load peak shaving and power smoothing of a distribution grid with high renewable energy penetration,” *Renewable Energy*, т. 86, pp. 1372-1379, 2016.
- [14] Nikolaos A. Efkarpidis, Stefano Imoscopi, Martin Geidl, Andrea Cini, Slobodan Lukovic, Cesare Alippi, Ingo Herbst, „Peak shaving in distribution networks using stationary energy storage systems: A Swiss case study,” *Sustainable Energy, Grids and Networks*, т. 34, p. 101018, 2023.
- [15] Md Masud Rana, Mohd Fakhizan Romlie, Mohd Faris Abdullah, Moslem Uddin, Md Rasel Sarkar, „A novel peak load shaving algorithm for isolated microgrid using hybrid PV-BESS system,” *Energy*, т. 234, 2021.
- [16] M. Qin, K.W.Chan, C.Y. Chung, X. Luo, T. Wu, „Optimal planning and operation of energy storage systems in radial networks for wind power integration with reserve support,” *IET Generation, Transmission & Distribution*, т. 10, бр. 8, 2016.
- [17] S. Mikulski, A. Tomczewski, „Use of Energy Storage to Reduce Transmission Losses in Meshed Power Distribution Networks,” *Energies*, т. 14, бр. 21, 2021.
- [18] Mohammad-Ali Hamidan, Farzaneh Borousan, „Optimal planning of distributed generation and battery energy storage systems simultaneously in distribution networks for loss reduction and reliability improvement,” *Journal of Energy Storage*, т. 46, 2022.
- [19] Hedayat Saboori, Reza Hemmati, Mehdi Ahmadi Jirdehi, „Reliability improvement in radial electrical distribution network by optimal planning of energy storage systems,” *Energy*, т. 93, pp. 2299-2312, 2015.
- [20] Ponnaganti, P.; Bak-Jensen, B.; Wæhrens, B.V.; Asmussen, J. , „ssessment of Energy Arbitrage Using Energy Storage Systems: A Wind Park’s Perspective,” *Energies*, т. 14, p. 4718, 2021.

- [21] Peñaranda, A.F.; Romero-Quete, D.; Cortés, C.A., „Grid-Scale Battery Energy Storage for Arbitrage Purposes: A Colombian Case,” *Batteries*, t. 3, p. 7, 2021.
- [22] Shi, Y.; Cheng, S.; Chen, C.; Luo, Y.; Zhao, J.; Ghiasi, „Modified Biogeography Optimization Strategy for Optimal Sizing and Performance of Battery Energy Storage System in Microgrid Considering Wind Energy Penetration,” *Batteries*, t. 9, p. 254, 2023.
- [23] Gonçalves, A.; Cavalcanti, G.O.; Feitosa, M.A.F.; Dias Filho, R.F.; Pereira, A.C.; Jatobá, E.B.; de Melo Filho, J.B.; Marinho, M.H.N.; Converti, A.; Gómez-Malagón, L.A., „Optimal Sizing of a Photovoltaic/Battery Energy Storage System to Supply Electric Substation Auxiliary Systems under Contingency,” *Energies*, t. 16, 6p. 13, p. 5165, 2023.
- [24] H. Saboori, and R. Hemmati, „Maximizing DISCO profit in active distribution networks by optimal planning of energy storage systems and distributed generators,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, t. 71, pp. 365-372, 2017.
- [25] Tay Son Le, Tuan Ngoc Nguyen, Dac-Khuong Bui, Tuan Duc Ngo, „Optimal sizing of renewable energy storage: A techno-economic analysis of hydrogen, battery and hybrid systems considering degradation and seasonal storage,” *Applied Energy*, t. 336, p. 120817, 2023.
- [26] Mohammad Rasol Jannesar, Alireza Sedighi, Mehdi Savaghebi, Josep M. Guerrero, „Optimal placement, sizing, and daily charge/discharge of battery energy storage in low voltage distribution network with high photovoltaic penetration,” *Applied Energy*, t. 226, pp. 957-966, 2018.
- [27] U.G.K. Mulleriyawage, W.X. Shen, „Impact of demand side management on optimal sizing of residential battery energy storage system,” *Renewable Energy*, t. 172, pp. 1250-1266, 2021.
- [28] C. -T. Tsai, E. M. Ocampo, T. M. Beza and C. -C. Kuo, „Techno-Economic and Sizing Analysis of Battery Energy Storage System for Behind-the-Meter Application,” *IEEE Access*, t. 8, pp. 203734-203746, 2020.
- [29] Tarife, R.; Nakanishi, Y.; Chen, Y.; Zhou, Y.; Estoperez, N.; Tahud, A., „Optimization of Hybrid Renewable Energy Microgrid for Rural Agricultural Area in Southern Philippines,” *Energies*, t. 6, p. 2251, 2022.
- [30] V. V. Thang, „Optimal sizing of distributed energy resources and battery energy storage system in planning of islanded micro-grids based on life cycle cost,” *Energy Systems*, t. 12, p. 637-656, 2021.
- [31] Ling Ai Wong, Vigna K. Ramachandaramurthy, Sara L. Walker, Phil Taylor, Mohammad Javad Sanjari, „Optimal placement and sizing of battery energy storage system for losses reduction using whale optimization algorithm,” *Journal of Energy Storage*, t. 26, p. 100892, 2019.
- [32] Mohammad Esmaeil Hassanzadeh, Majid Nayeripour, Saeed Hasanvand, Reza Sepehrzad, „Hierarchical optimal allocation of BESS using APT-FPSO based on stochastic programming model considering voltage sensitivity and eigenvalues analyses,” *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, t. 153, p. 109291, 2023.
- [33] Zheng Zhao, Kuan Zheng, Yong Xing, Jinpu Yu, „Optimal planning of distributed generation and energy storage systems in DC distribution networks with application of category-based multi-objective algorithm,” *Energy Reports*, t. 9, pp. 529-534, 2023.
- [34] Chukwuemeka Emmanuel Okafor, Komla Agbenyo Folly, „Optimal placement of BESS in a power system network for frequency support during contingency,” *Energy Reports*, t. 19, pp. 3681-3695, 2023.
- [35] M. Gholami, S. A. Mousavi, and S. M. Muyeen, „Enhanced Microgrid Reliability Through Optimal Battery Energy Storage System Type and Sizing,” *IEEE Access*, t. 11, pp. 62733-62743, 2023.
- [36] Alireza Kalantari and Hamid Lesani, „Operation Scheduling of Distribution Network with Photovoltaic/Wind/Battery Multi-Microgrids and Reconfiguration considering Reliability and Self-Healing,” *International Journal of Energy Research*, t. 2024, 6p. 1, p. 5724653, 2024.
- [37] Tarife, R.; Nakanishi, Y.; Chen, Y.; Zhou, Y.; Estoperez, N.; Tahud, A., „Optimization of Hybrid Renewable Energy Microgrid for Rural Agricultural Area in Southern Philippines,” *Energies*, t. 15, 6p. 6, p. 2251, 2022.
- [38] Md. Shadman Abid, Hasan Jamil Apon, Salman Hossain, Ashik Ahmed, Razzaqul Ahshan, M.S. Hossain Lipu, „A novel multi-objective optimization based multi-agent deep reinforcement learning approach for microgrid resources planning,” *Applied Energy*, t. 353, p. 122029, 2023.
- [39] S. Avril, G. Arnaud, A. Florentin, M. Vinard, „Multi-objective optimization of batteries and hydrogen storage technologies for remote photovoltaic systems,” *Energy*, t. 35, 6p. 12, pp. 5300-5308, 2010.
- [40] Yang Zhang, Anders Lundblad, Pietro Elia Campana, F. Benavente, and Jinyue Yan, „Battery sizing and rule-based operation of grid-connected photovoltaic-battery system: A case study in Sweden,” *Energy Conversion and Management*, t. 133, pp. 249-263, 2017.
- [41] Y. Yang, H. Li, A. Aichhorn, J. Zheng and M., „Sizing Strategy of Distributed Battery Storage System With High Penetration of Photovoltaic for Voltage Regulation and Peak Load Shaving,” *IEEE Transactions on Smart Grid*, t. 5, 6p. 2, pp. 982-991, 2014.
- [42] Ye Liu, Yiwei Zhong, and Chaowei Tang, „Sizing Optimization of a Photovoltaic Hybrid Energy Storage System Based on Long Time-Series Simulation Considering Battery Life,” *Applied Sciences*, t. 13, 6p. 15, p.

8693, 2023.

- [43] Duong Quoc Hung and N. Mithulananthan and R.C. Bansal, „Integration of PV and BES units in commercial distribution systems considering energy loss and voltage stability,” *Applied Energy*, т. 113, pp. 1162-1170, 2014.
- [44] Sumanth Pemmada, Nita R. Patne, Ashwini D. Manchalwar, Radharani Panigrahi, „A novel hybrid algorithm based optimal planning of solar PV and battery energy storage systems,” *Energy Reports*, Том. %1 од %29, Supplement 10, pp. 380-387, 2023.
- [45] Juan P. Fossati, Ainhoa Galarza, Ander Martín-Villate, Luis Fontán, „A method for optimal sizing energy storage systems for microgrids,” *Renewable Energy*, т. 77, pp. 539-549, 2015.
- [46] Mohamed A. Elseify, Salah Kamel, Loai Nasrat, „An improved moth flame optimization for optimal DG and battery energy storage allocation in distribution systems,” *Cluster Computing*, т. 27, p. 14767-14810, 2024.
- [47] Christopher Lange, Alexandra Rueß, Andreas Nuß, Richard Öchsner, Martin März, „Dimensioning battery energy storage systems for peak shaving based on a real-time control algorithm,” *Applied Energy*, т. 280, p. 115993, 2020.
- [48] Y. Zhang, A. Anvari-Moghaddam, S. Peyghami, T. Dragičević, „Optimal sizing of behind-the-meter BESS for providing stackable services,” y 2022 *IEEE 13th International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation Systems (PEDG)*, Kiel, Germany, 2022.
- [49] Rayees Ahmad Thokar, Nikhil Gupta, K. R. Niazi, Anil Swarnkar, Nand K. Meena, Jin Yang, „Optimal coordinated energy management in active distribution networks considering battery energy storage and price-responsive demand,” *IET Generation, Transmission & Distribution*, т. 18, 6p. 9, pp. 1743-1756, 2024.
- [50] S. Khunkitti, P. Boonluk, and A. Siritaratiwat, „Optimal location and sizing of BESS for performance improvement of distribution systems with high DG penetration,” *International Transactions on Electrical Energy Systems*, т. 2022, 6p. 1, p. 6361243, 2022.
- [51] Martins, R.; Hesse, H.C.; Jungbauer, J.; Vorbuchner, T.; Musilek, „Optimal Component Sizing for Peak Shaving in Battery Energy Storage System for Industrial Applications,” *Energies*, т. 11, 6p. 8, p. 2048, 2018.
- [52] Md Sazzad Hosen, Joris Jaguemont, Joeri Van Mierlo, Maitane Berecibar, „Battery lifetime prediction and performance assessment of different modeling approaches,” *iScience*, т. 24, 6p. 2, p. 102060, 2021.
- [53] Mohammad Amini, Amir Khorsandi, Behrooz Vahidi, Seyed Hossein Hosseini, Ali Malakmahmoudi, „Optimal sizing of battery energy storage in a microgrid considering capacity degradation and replacement year,” *Electric Power Systems Research*, т. 195, p. 107170, 2021.
- [54] N. B. Arias, J. C. López, S. Hashemi, J. F. Franco and M. J. Rider, „Multi-Objective Sizing of Battery Energy Storage Systems for Stackable Grid Applications,” *IEEE Transactions on Smart Grid*, т. 12, 6p. 3, pp. 2708-2721, 2021.
- [55] Davide Fioriti, Luigi Pellegrino, Giovanni Lutzemberger, Enrica Micolano, Davide Poli, „Optimal sizing of residential battery systems with multi-year dynamics and a novel rainflow-based model of storage degradation: An extensive Italian case study,” *Electric Power Systems Research*, т. 203, p. 107675, 2022.
- [56] Pablo Ayuso, Hector Beltran, Jorge Segarra-Tamarit, Emilio Pérez, „Optimized profitability of LFP and NMC Li-ion batteries in residential PV applications,” *Mathematics and Computers in Simulation*, т. 183, pp. 97-115, 2021.
- [57] M. Sufyan, N. Abd Rahim, C. Tan, M. A. Muhammad, and S. R. Sheikh Raihan, „Optimal sizing and energy scheduling of isolated microgrid considering the battery lifetime degradation,” *PloS one*, т. 14, 6p. 2, p. e0211642, 2019.
- [58] Tianmeng Yuan, Yong Mu, Tao Wang, Ziming Liu, and Afshin Pirouzi, „Using firefly algorithm to optimally size a hybrid renewable energy system constrained by battery degradation and considering uncertainties of power sources and loads,” *Heliyon*, т. 10, 6p. 7, p. e26961, 2024.
- [59] Juan M. Lujano-Rojas, Rodolfo Dufo-López, Jesús Sergio Artal-Sevil, Eduardo García-Paricio, „Design of small-scale hybrid energy systems taking into account generation and demand uncertainties,” *Renewable Energy*, т. 227, p. 120540, 2024.
- [60] Mostafa Rezaeimozafer, Enda Barrett, Rory F.D. Monaghan, Maeve Duffy, „Optimal sizing of behind-the-meter battery energy storage systems under optimal battery operation: A case study in Ireland,” *Journal of Energy Storage*, т. 87, p. 111324, 2024.
- [61] J. Radosavljević, *Metaheuristic Optimization in Power Engineering*, London: The Institution of Engineering and Technology, 2018.
- [62] D. Q. Hung, N. Mithulananthan, and R.C. Bansal, „Integration of PV and BES units in commercial distribution systems considering energy loss and voltage stability,” *Applied Energy*, т. 113, pp. 1162-1170, 2014.
- [63] O. Khouberesht, M. Rajabinezhad, and S. Y. M. Mousavi, „An analytical optimum method for simultaneous integration of PV, wind turbine and BESS to maximize technical benefits,” *IET Generation, Transmission & Distribution*, т. 17, pp. 2207-2227, 2023.
- [64] Dariusz Borkowski, Piotr Oramus, Michał Brzezinka, „Battery energy storage system for grid-connected

- photovoltaic farm – Energy management strategy and sizing optimization algorithm,” *Journal of Energy Storage*, Том. %1 од %272, Part A, p. 108201, 2023.
- [65] K.B.J. Anuradha and U. Jayatunga and H.Y. Ranjit Perera, „Loss-Voltage Sensitivity Analysis Based Battery Energy Storage Systems Allocation and Distributed Generation Capacity Upgrade,” *Journal of Energy Storage*, т. 36, p. 102357, 2021.
- [66] Han Kun Ren, Masaō Ashtine, Malcolm McCulloch, David Wallom, „An analytical method for sizing energy storage in microgrid systems to maximize renewable consumption and minimize unused storage capacity,” *Journal of Energy Storage*, т. 68, p. 107735, 2023.
- [67] Yi Li, Jinqing Peng, He Jia, Bin Zou, Bin Hao, Tao Ma, Xiaoyang Wang, „Optimal battery schedule for grid-connected photovoltaic-battery systems of office buildings based on a dynamic programming algorithm,” *Journal of Energy Storage*, т. 50, p. 104557, 2022.
- [68] T. A. Nguyen, M. L. Crow and A. C. Elmore, „Optimal Sizing of a Vanadium Redox Battery System for Microgrid Systems,” *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, т. 6, 6p. 3, pp. 729-737, 2015.
- [69] M. Cao, Q. Xu, J Cai, and B. Yang, „Optimal sizing strategy for energy storage system considering correlated forecast uncertainties of dispatchable resources,” *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, т. 108, pp. 336-346, 2019.
- [70] Fadi Agha Kassab, Berk Celik, Fabrice Locment, Manuela Sechilariu, Sheroze Liaquat, Timothy M. Hansen, „Optimal sizing and energy management of a microgrid: A joint MILP approach for minimization of energy cost and carbon emission,” *Renewable Energy*, т. 224, p. 120186, 2024.
- [71] Chico Hermanu Brillianto Apribowo, Sasongko Pramono Hadi, Fransisco Danang Wijaya, Mokhammad Isnaeni Bambang Setyonegoro, Sarjiya, „Optimal sizing and placement of battery energy storage system for maximum variable renewable energy penetration considering demand response flexibility: A case in Lombok power system, Indonesia,” *Energy Conversion and Management: X*, т. 23, p. 100620, 2024.
- [72] Adedoyin Inaolaji, Xuan Wu, Rajarshi Roychowdhury, Raiford Smith, „Optimal allocation of battery energy storage systems for peak shaving and reliability enhancement in distribution systems,” *Journal of Energy Storage*, т. 95, p. 112305, 2024.
- [73] Orhan Ekren, Banu Y. Ekren, „Size optimization of a PV/wind hybrid energy conversion system with battery storage using simulated annealing,” *Applied Energy*, т. 87, p. 592–598, 2010.
- [74] Alejandro Valencia, Ricardo A. Hincapie, Ramón A. Gallego, „Optimal location, selection, and operation of battery energy storage systems and renewable distributed generation in medium–low voltage distribution networks,” *Journal of Energy Storage*, т. 34, p. 102158, 2021.
- [75] Weiping Zhang, Akbar Maleki, Ali Komeili Birjandi, Mohammad Alhuyi Nazari, Omid Mohammadi, „Discrete optimization algorithm for optimal design of a solar/wind/battery hybrid energy conversion scheme,” *International Journal of Low-Carbon Technologies*, т. 16, 6p. 2, p. 326–340, 2021.
- [76] Y. Xu, S. Huang, Z. Wang, Y. Ren, Z. Xie, J. Guo, and Z. Zhu, „Optimization based on tabu search algorithm for optimal sizing of hybrid PV/energy storage system: Effects of tabu search parameters,” *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, Том. %1 од %253, part C, p. 102662, 2022.
- [77] Riad Chedid, Ahmad Sawwas, „Optimal placement and sizing of photovoltaics and battery storage in distribution networks,” *Energy Storage*, т. 1, 6p. 4, p. e46, 2019.
- [78] B. Khaki, „Joint sizing and placement of battery energy storage systems and wind turbines considering reactive power support of the system,” *Journal of Energy Storage*, т. 35, p. 102264, 2021.
- [79] B. Azibek, N. Zhakiyev, A. Kushekkaliyev, A. Zhalgas, and B. Mukatov, „Optimal Allocation of Storage Capacity in Distribution Network for Renewable Energy Expansion,” *Electric Power Components and Systems*, т. 52, 6p. 10, pp. 1749-1762, 2024.
- [80] Tianming Gu, Puyu Wang, Fangyu Liang, Guangen Xie, Ling Guo, Xiao-Ping Zhang, Fang Shi, „Placement and capacity selection of battery energy storage system in the distributed generation integrated distribution network based on improved NSGA-II optimization,” *Journal of Energy Storage*, Том. %1 од %252, Part A, p. 104716, 2022.
- [81] S. Garip, and S. Ozdemir, „Optimization of PV and Battery Energy Storage Size in Grid-Connected Microgrid,” *Applied Sciences*, т. 12, p. 8247, 2022.
- [82] Haifeng Wang, Yate Liao, Jiarui Zhang, Ziwen Cai, Yun Zhao, Weijun Wang, „Optimization of shared energy storage configuration for village-level photovoltaic systems considering vehicle charging management,” *Energy*, т. 311, p. 133373, 2024.
- [83] W. Dong, Y. Li, and J. Xiang, „Optimal Sizing of a Stand-Alone Hybrid Power System Based on Battery/Hydrogen with an Improved Ant Colony Optimization,” *Energies*, т. 9, p. 785, 2016.
- [84] Mohammadreza Gholami, S.M. Muyeen, Soad Abokhamis Mousavi, „Optimal sizing of battery energy storage systems and reliability analysis under diverse regulatory frameworks in microgrids,” *Energy Strategy Reviews*, т.

51, p. 101255, 2024.

- [85] S. Sukumar, M. Marsadek, A. Ramasamy, and H. Mokhlis, „Grey Wolf Optimizer Based Battery Energy Storage System Sizing for Economic Operation of Microgrid,” *y IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2018 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe)*, Palermo, Italy, 2018.
- [86] Dong Zhang, GM Shafiullah, Choton Kanti Das, and Kok Wai Wong, „Optimal Allocation of Battery Energy Storage Systems to Enhance System Performance and Reliability in Unbalanced Distribution Networks,” *Energies*, т. 16, 6p. 20, p. 7127, 2023.
- [87] Andre F. Ramos, Iftekhar Ahmad, Daryoush Habibi, Thair S. Mahmoud, „Placement and sizing of utility-size battery energy storage systems to improve the stability of weak grids,” *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, т. 144, p. 108427, 2023.
- [88] Dong Zhang, G.M. Shafiullah, Choton K. Das, Kok Wai Wong, „Optimal allocation of battery energy storage systems to improve system reliability and voltage and frequency stability in weak grids,” *Applied Energy*, Tom. %1 од %2377, Part B, p. 124541, 2025.
- [89] Miguel Ramírez, Rafael Castellanos, Guillermo Calderón, and Om Malik, „Placement and sizing of battery energy storage for primary frequency control in an isolated section of the Mexican power system,” *Electric Power Systems Research*, т. 160, pp. 142-150, 2018.
- [90] Md. Shadman Abid, Hasan Jamil Apon, Imtiaz Mahmud Nafi, Ashik Ahmed, Razzaqul Ahshan, „Multi-objective architecture for strategic integration of distributed energy resources and battery storage system in microgrids,” *Journal of Energy Storage*, Tom. %1 од %272, Part B, p. 108276, 2023.
- [91] Nasreddine Belbachir, Salah Kamel, Mohamed H. Hassan, Mohamed Zellagui, „Optimizing energy management of hybrid wind generation-battery energy storage units with long-term memory artificial hummingbird algorithm under daily load-source uncertainties in electrical networks,” *Journal of Energy Storage*, т. 78, p. 110288, 2024.
- [92] Chetan Gusain, Uma Nangia, Madan Mohan Tripathi, „Optimal sizing of standalone hybrid renewable energy system based on reliability indicator: A case study,” *Energy Conversion and Management*, т. 310, p. 118490, 2024.
- [93] „Hybrid Simulated Annealing–Tabu Search Method for Optimal Sizing of Autonomous Power Systems With Renewables,” *IEEE Transactions on Sustainable Energy*, т. 3, pp. 330-338, 2012.
- [94] J. M. Lujano-Rojas, J. M. Yusta, J. A. Domínguez-Navarro, G. J. Osório, M. Shafie-khah, F. Wang, and J. P. S. Catalão, „Combining Genetic and Gravitational Search Algorithms for the Optimal Management of Battery Energy Storage Systems in Real-Time Pricing Market,” *y IEEE Industry Applications Society Annual Meeting*, Detroit, MI, USA, 2020.
- [95] H. Mirtaheri, A. Bortoletto, M. Fantino, A. Mazza and M. Marzband, „Optimal Planning and Operation Scheduling of Battery Storage Units in Distribution Systems,” *y 2019 IEEE Milan PowerTech*, Milan, Italy, 2019.
- [96] Choton K. Dasa, Octavian Bass, Thair S. Mahmoud, Ganesh Kothapalli, Mohammad A.S. Masoum, Navid Mousavi, „An optimal allocation and sizing strategy of distributed energy storage systems to improve performance of distribution networks,” *Journal of Energy Storage*, т. 26, p. 100847, 2019.
- [97] Saleh Ba-swaimi, Renuga Verayiah, Vigna K. Ramachandaramurthy, Ahmad K. ALAhmad, „Long-term optimal planning of distributed generations and battery energy storage systems towards high integration of green energy considering uncertainty and demand response program,” *Journal of Energy Storage*, Tom. %1 од %2100, Part A, p. 113562, 2024.
- [98] Manar A. Khalil, Tamer M. Elkhodragy, and Waleed A. A. Salem, „A novel hybrid algorithm based on optimal size and location of photovoltaic with battery energy storage systems for voltage stability enhancement,” *Electrical Engineering*, pp. 1-26, 2024.
- [99] Mohammad H. Shams, Haider Niaz, Jonggeol Na, Amjad Anvari-Moghaddam, J. Jay Liu, „Machine learning-based utilization of renewable power curtailments under uncertainty by planning of hydrogen systems and battery storages,” *Journal of Energy Storage*, т. 41, p. 103010, 2021.
- [100] Yuqing Yang, Stephen Bremner, Chris Menictas, Merlinde Kay, „Impact of forecasting error characteristics on battery sizing in hybrid power systems,” *Journal of Energy Storage*, т. 39, p. 102567, 2021.
- [101] J. Cao, D. Harrold, Z. Fan, T. Morstyn, D. Healey and K. Li, „Deep Reinforcement Learning-Based Energy Storage Arbitrage With Accurate Lithium-Ion Battery Degradation Model,” *IEEE Transactions on Smart Grid*, т. 11, 6p. 5, pp. 4513-4521, 2020.
- [102] T. Kerdphol, R. N. Tripathi, T. Hanamoto, Khairudin, Y. Qudaih, and Y. Mitani, „ANN based optimized battery energy storage system size and loss analysis for distributed energy storage location in PV-microgrid,” *y 2015 IEEE Innovative Smart Grid Technologies - Asia (ISGT ASIA)*, Bangkok, Thailand, 2015.
- [103] S. M. Opalic, M. Goodwin, L. Jiao, H. K. Nielsen, and M. L. Kolhe, „Augmented Random Search with Artificial Neural Networks for energy cost optimization with battery control,” *Journal of Cleaner Production*, т. 380, p. 134676, 2022.

- [104] Oladimeji Ibrahim, Mohd Junaidi Abdul Aziz, Razman Ayop, Ahmed Tijjani Dahiru, Wen Yao Low, Mohd Herwan Sulaiman, Temitope Ibrahim Amosa, „Fuzzy logic-based particle swarm optimization for integrated energy management system considering battery storage degradation,“ *Results in Engineering*, т. 24, p. 102816, 2024.
- [105] Mohammad Ahmad A. Al-Ja' Afreh, Bilal Amjad, Kirkland Rowe, Geev Mokryani, Jorge L. Angarita Marquez, „Optimal planning and forecasting of active distribution networks using a multi-stage deep learning based technique,“ *Energy Reports*, т. 10, pp. 686-705, 2023.
- [106] Hyuna Kang, Seunghoon Jung, Hakpyeong Kim, Jaewon Jeoung, Taehoon Hong, „Reinforcement learning-based optimal scheduling model of battery energy storage system at the building level,“ *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Том. %1 од %2190, Part A, p. 114054, 2024.
- [107] Zhenlan Dou, Chunyan Zhang, Junqiang Li, Dezhi Li, Miao Wang, Lue Sun, Yong Wang, „Innovative energy solutions: Evaluating reinforcement learning algorithms for battery storage optimization in residential settings,“ *Process Safety and Environmental Protection*, Том. %1 од %2191, Part B, pp. 2203-2221, 2024.
- [108] Yuqing Yanga, Stephen Bremner, Chris Menictas, Merlinda Kay, „Battery energy storage system size determination in renewable energy systems: A review,“ *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, pp. 109-125, 2018.
- [109] A. Owosuhi, Y. Hamam, and J. Munda, „Maximizing the Integration of a Battery Energy Storage System– Photovoltaic Distributed Generation for Power System Harmonic Reduction: An Overview,“ *Energies*, т. 16, p. 2549, 2023.
- [110] O. A. Ajeigbe, J. L. Munda, and Y. Hamam, „Towards maximising the integration of renewable energy hybrid distributed generations for small signal stability enhancement: A review,“ *International journal of energy research*, т. 44, pp. 2379-2425, 2020.

9. ОКВИРНИ САДРЖАЈ И СТРУКТУРА ДИСЕРТАЦИЈЕ

Докторска дисертација биће конципирана кроз осам поглавља, која обухватају увод, пет тематских целина, закључак и списак коришћене литературе.

У **уводу** дисертације биће дефинисани предмет и циљеви истраживања, формулисане полазне хипотезе и дат преглед коришћених методологија и алата истраживања, као и структура и организација дисертације.

У **другом поглављу** биће дат преглед различитих батеријских технологија које се најчешће примењују у дистрибутивним системима, са фокусом на њихове принципе рада, техничке карактеристике, предности и ограничења. Такође, у оквиру овог поглавља биће дат преглед различитих практичних примена батеријских система у дистрибутивним мрежама.

У **трећем поглављу** биће дата општа формулација проблема одређивања оптималних снага, капацитета и локација батеријских система у дистрибутивним мрежама са интегрисаним ОИЕ. У оквиру тога биће разматрани различити циљеви оптимизације, техничка и оперативна ограничења. Такође, биће разматрани различити модели батеријских система, укључујући и утицај деградације на животни век батерије, као и различити приступи у моделовању фотонапонских система, ветроелектрана и потрошње.

У **четвртном поглављу** биће дат преглед различитих метода коришћених у релевантној научној литератури за решавање проблема одређивања оптималних снага и локација батеријских система. Обухватиће се како класичне оптимизационе технике, тако и савремене метахеуристичке методе и методе на бази вештачке интелигенције, уз критичку анализу њихових предности, ограничења и применљивости на сложене, вишедимензионалне проблеме.

У **петом поглављу** биће представљен развијени оптимизациони модел за оптимално димензионисање батеријских система у дистрибутивне мреже. У оквиру овог поглавља биће детаљно описана предложена методологија, укључујући математичку формулацију проблема, дефиницију објективне функције и ограничења, као и модела батеријских система. У оквиру оптимизационог модела биће детаљно описана предложена методологија за прогнозу потрошње и производње из ОИЕ, као и тржишних цена електричне енергије у задатом временском хоризонту. Такође, биће дата шема за управљање радом батеријских система. Посебна пажња биће посвећена опису примењеног алгоритма за оптимизацију, његове структуре, параметарског подешавања и поступка имплементације. Ово поглавље обухватиће и проблем одређивања оптималних локација прикључења батеријских система у дистрибутивне мреже са циљем остваривања оптималних техничких перформанси рада дистрибутивне мреже. Анализираће се утицај локација на напонске прилике, губитке у мрежи и стабилност мреже.

У **шестом поглављу** биће приказани резултати симулације и анализа перформанси предложеног модела на одговарајућим тест системима. Разматраће се различити сценарији рада са циљем процене ефикасности предложеног приступа. Добијени резултати биће анализирани са техничког и економског аспекта уз поређење са референтним методама из литературе у циљу верификације.

У **Закључку** ће бити сумирани најважнији резултати истраживања и истакнут главни научни допринос. Такође, у оквиру закључка биће указано на могуће правце даљих истраживања у датој области.

Након закључка биће дат списак коришћене литературе.

10. ЗАКЉУЧАК

На основу анализе пријаве и образложења предложене теме докторске дисертације, Комисија закључује следеће:

- Предложена тема припада ужој научној области Електроенергетика, студијског програма Електротехничко и рачунарско инжењерство у Техничко-технолошком пољу, и значајна је за науку.
- Наведени предмет истраживања, циљеви истраживања, хипотеза, методологија и очекивани резултати су добро осмишљени и релевантни за израду докторске дисертације.
- Положени испити на докторским студијама и досадашњи научно-истраживачки резултати – објављени радови у СЦИ часописима и међународним научним конференцијама кандидаткиње Јоване Живић Перенић, доказују њену подобност за израду докторске дисертације са наведеном темом.
- Кандидаткиња испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању РС, Статутом ФТН-а и Правилником о докторским студијама ФТН-а у Косовској Митровици за израду докторске дисертације.

Према томе, Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета техничких наука у Косовској Митровици да прихвати тему докторске дисертације под насловом:

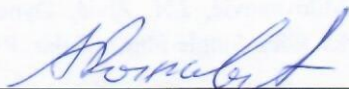
“Интеграција батеријских система за складиштење електричне енергије у дистрибутивне мреже са значајним уделом дистрибуираних генератора са обновљивим изворима енергије”

и одобри израду исте кандидаткињи Јовани Живић Перенић, мастер инжењеру електротехнике и рачунарства.

Комисија предлаже да се за ментора именује др Јордан Радосављевић, редовни професор Факултета техничких наука у Косовској Митровици.

У Косовској Митровици,
09.07.2026. год.

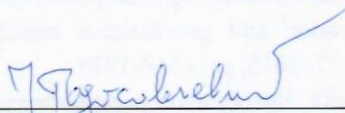
Комисија:



Др Александар Ранковић, ред. проф.,
Факултет техничких наука у Чачку, Универзитет у Крагујевцу, председник



Др Милош Миловановић, ванр. проф.,
Факултет техничких наука у Косовској Митровици, Универзитет у Приштини са привременим
седиштем у Косовској Митровици, члан



Др Јордан Радосављевић, ред. проф.,
Факултет техничких наука у Косовској Митровици, Универзитет у Приштини са привременим
седиштем у Косовској Митровици, члан

11. ИМЕ И РЕФЕРЕНЦЕ ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА

Др Јордан Радосављевић, редовни професор Факултета техничких наука, Универзитет у Приштини са привременим седиште у Косовској Митровици.

Ужа научна област: Електроенергетика.

Научне публикације које квалификују предложеног ментора за вођење докторске дисертације:

1. **J. Radosavljević**, Metaheuristic Optimization in Power Engineering, 2nd Edition Volume 1: Algorithms and power dispatch using MATLAB®-based software, The Institution of Engineering and Technology (IET), London, 2024. ISBN: 978-1-83724-137-8. ISBN: 978-1-78561-546-7. **M11**
2. **J. Radosavljević**, Metaheuristic Optimization in Power Engineering, 2nd Edition Volume 2: Distribution systems using MATLAB®-based software, The Institution of Engineering and Technology (IET), London, 2024. ISBN: 978-1-83724-131-6. **M11**
3. J. N. Živić, M. J. Milovanović, **J. N. Radosavljević**, "A Review of Optimization Techniques for Optimal Integration of Battery Energy Storage Systems Into Power Grids," Energy Storage, Vol. 8, no. 2, 2026: e70373, **M22**
4. **J. Radosavljević**, A. Ktena, M. Gajić, M. Milovanović, J.N. Živić, Dynamic Optimal Power Dispatch in Unbalanced Distribution Networks with Single-Phase Solar PV Units and BESS, Energies 16 (11), 2023, 4356 **M22**
5. **J Radosavljević**, N Arsić, M Milovanović, A Ktena, Optimal placement and sizing of renewable distributed generation using hybrid metaheuristic algorithm, Journal of modern power systems and clean energy 8 (3), 2020, 499-510 **M21**
6. Z Ullah, S Wang, **J Radosavljević**, J Lai, A solution to the optimal power flow problem considering WT and PV generation, IEEE Access 7, 2019, 46763-46772 **M21**
7. Z Ullah, MR Elkadeem, S Wang, **J Radosavljević**, A novel PSOS-CGSA method for state estimation in unbalanced DG-integrated distribution systems, IEEE Access 8, 2020, 113219-113229 **M21**
8. **J. Radosavljević**, D. Klimenta, M. Jevtić, N. Arsić, Optimal power flow using a hybrid optimization algorithm of particle swarm optimization and gravitational search algorithm, Electric Power Components and Systems, Vol. 43, Iss. 17, 2015, pp. 1958-1970. **M23**
9. **J. Radosavljević**, M. Jevtić, D. Klimenta, Energy and operation management of a microgrid using particle swarm optimization, Engineering Optimization, Vol. 48, Iss. 5, 2016, pp. 811-830. **M22**
10. **J. Radosavljević**, M. Jevtić, Hybrid GSA-SQP algorithm for optimal coordination of directional overcurrent relays, IET Generation, Transmission & Distribution, Vol. 10, Iss. 8, 2016, pp. 1928–1937. **M22**
11. **J. Radosavljević**, A solution to the combined economic and emission dispatch using hybrid PSOGSA algorithm, Applied Artificial Intelligence, Vol. 30, No. 5, 2016, 445-474. **M23**
12. **J. Radosavljević**, Miroljub Jevtić, Miloš Milovanović, A solution to the ORPD problem and critical analysis of the results, Electrical Engineering, Vol. 100, Is. 1, 2018, pp. 253-265. **M23**
13. **J. Радосављевић**, М. Јевтћ, Анализа дистрибутивних мрежа са дистрибуираним генераторима, ФТН Косовска Митровица, 2013. **M42**

14. https://scholar.google.com/citations?user=D_kgHuIAAAAJ&hl=en