

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Димитрија Котура за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног Већа Електротехничког факултета у Београду, бр. 5002/15-1 од 21. 6. 2019. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Димитрија Котура** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„Оптимално просторно и временско управљање потрошњом у електроенергетском систему са високим степеном пенетрације обновљивих извора енергије“** (енг. *"Optimal spatial and temporal demand side management in power system with the high level of penetration of renewable energy sources"*).

На основу материјала приложеног уз захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Димитрије Котур је рођен у Смедереву, 17. октобра 1991. године, где је завршио основну школу и гимназију, природно-математички смер. Учествовао је на бројним такмичењима из математике и физике, а најзначајнија признања која је том приликом освојио су једно прво, једно друго и једно треће место на државном такмичењу из математике, треће место на државном такмичењу из физике и учешће на Српској математичкој олимпијади. Такође је његов рад „Геометрија помаже алгебри“ проглашен најбољим радом из математике на републичкој смотри научних радова. На крају и основне и средње школе је добио и Вукову диплому, као и диплому ученика генерације.

Електротехнички факултет уписује 2010. године, 2011. се опредељује за одсек за Енергетику, а 2012. за смер Електроенергетске системе. Сваке године је био проглашаван најбољим студентом на одсеку за Енергетику, са просечном оценом 10. У 2013. години био је награђен и наградом фонда Мирка Милића за најбољег студента завршне године. Дипломски рад на тему „Идејно решење фотонапонског система на крову зграде Техничких факултета“ одбранио је 3. септембра 2014. године са оценом 10. Ментор за израду дипломског рада био му је доцент др Жељко Ђуришић. Основне студије је завршио са просечном оценом 10. У току основних студија учествовао је на 2 електријаде где је освајао следеће награде: прво место из Обновљивих извора енергије 2013. и 2014. године, треће место из Електричних машина 2013. године и друго место из Анализе електроенергетских система 2014. године. Одрадио је стручну праксу у предузећу Електромреже Србије. Учествовао је и на семинару

„Smart Energy for Better World” у организацији АББ Краков, у периоду 6–12. јул 2014. године. Одржао је и гостујуће предавање на Вишој електротехничкој школи у Београду. Током јула и августа 2013. године као стипендиста DAAD завршио је интензивни курс немачког језика у Берлину, ниво Б2. У слободно време воли да изучава и аеродинамику и аеронаутику, у оквиру чега је и похађао и успешно положио курс „Introduction to Aeronautical Engineering” који је организовао Делфт Универзитет у Холандији. У оквиру истог универзитета похађао и успешно положио курс „Solar Energy” у току 2014. године.

Мастер студије похађао је на модулу за Електроенергетске системе, смер Обновљиви извори енергије. У току мастер студија положио је 6 испита од по 6 ЕСПБ поена са просечном оценом 10. Мастер рад на тему „Оптимално просторно и временско управљање потрошњом у електроенергетском систему са обновљивим изворима енергије” одбрао је 14. 9. 2015. године са оценом 10 чиме је стекао звање мастер инжењера електротехнике и рачунарства. Ментор при изради мастер рада био му је доцент др Жељко Ђуришић. Овај мастер рад проглашен је од стране Привредне коморе Београда за најбољи мастер рад на Универзитету у Београду у школској 2015/2016. години.

У периоду 2. 2. 2015–1. 2. 2019. године био је запослен на Електротехничком факултету Универзитета у Београду као асистент. На основним студијама био је ангажован у извођењу наставе из предмета Обновљиви извори енергије, Електране, Практикум из софтверских алата у електроенергетици, Елементи електроенергетског система, као и лабораторијских вежби из предмета Електрична мерења 1, Електрична мерења 2, Практикума – Лабораторијске вежбе из ЕЕС и Практикума из елемената ЕЕС. На мастер студијама био је ангажован на предметима Интеграција обновљивих извора енергије у електроенергетски систем, Регулација електроенергетских система са обновљивим изворима енергије, Регулација електроенергетских система. Аутор је више радова публикованих у међународним и домаћим часописима, као и зборницима међународних, регионалних и домаћих конференција.

Од 11. 4. 2018. године запослен је и у компанији Schneider Electric где ради као главни технички лидер из области електроенергетских система на пројектима чији је циљ испорука софтвера за интеграцију обновљивих и дистрибуираних извора енергије у електроенергетски систем. Клијенти и пројекти на којима је до сада радио су: *PECO* (Филаделфија, Пенсилванија), *Arizona Public Service* (Финикс, Аризона), *National Renewable Energy Laboratory* (Голден, Колорадо), *Electrical Power Research Institute* (Ноксвил, Тенеси), *Central Hudson* (Токипси, Њујорк), *MCAS Miramar* (Сан Дијего, Калифорнија).

Области његовог интересовања су: обновљиви извори енергије, интеграција обновљивих извора енергије у ЕЕС, паметне мреже, дистрибутивне мреже. Течно говори енглески и немачки језик.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат је докторске студије уписао 2015. године и положио све испите који су предвиђени планом докторских академских студија на модулу Електроенергетске мреже и системи на Електротехничком факултету Универзитета у Београду са просечном оценом 10.

Преглед положених испита

	Назив предмета	Оцена	ЕСПБ
1	Методе оптимизације у електроенергетским системима	10	9
2	Дистрибутивни системи-оптимално планирање и експлоатација	10	9

3	Релејна заштита постројења и мрежа	10	9
4	Интеграција обновљивих извора у дистрибутивни систем	10	9
5	Високоталасна постројења	10	9
6	Увод у научни рад	10	6
7	Ветроенергетика и соларна енергетика	10	9
8	Флексибилни регулациони уређаји у електроенергетским преносним мрежама	10	9
9	Управљање електроенергетским системима	10	9
10	Планирање рада електроенергетских система у интерконекцији	10	9

Списак преосталих реализованих обавеза

	Назив предмета	ЕСПБ
1	Научно-стручни рад	3
2	Студијски истраживачки рад I	15
3	Студијски истраживачки рад II	15

Списак објављених радова

Радови објављени у научним часописима међународног значаја M20

1. **D. Kotur**, **Ž. Đurišić**: *Optimal spatial and temporal demand side management in a power system comprising renewable energy sources*, Renewable Energy, Vol. 108, 2017, pp. 533-547, DOI: 10.1016/j.renene.2017.02.070. (M21) IF4.9
2. **D. Kotur**, **P. Stefanov**: *Optimal power flow control in the system with offshore wind power plants connected to the MTDC network*, Electric Power and Energy Systems, Vol. 105, 2019, pp. 142-150, DOI :10.1016/j.ijepes.2018.08.012. (M21) IF4.418
3. **D. Kotur**, **Ž. Đurišić**, **A. Savić**: *Spatial and temporal demand side management for optimal power transmission through power system with dispersed PV and wind power plants*, Electric Power System Research, Vol. 175, 2019, 105888, pp. 1-13, DOI: 10.1016/j.epsr.2019.105888. (M21) IF3.022
4. **P. Dakić**, **D. Kotur**: *Optimal placement of photovoltaic systems from the aspect of minimal power losses in distribution network based on genetic algorithm*, Thermal Science, Vol. 22, Supplement 4, 2018, pp. 1157-1170, DOI: 10.2298/TSCI170528223D (M22) IF1.514

Зборници међународних научних скупова M30

1. **G. Dobrić**, **D. Kotur**, **Ž. Đurišić**: *Synchronously rotating onshore wind turbines analysis*, PowerTech, 2015 IEEE, Eindhoven (pp. 1-4)
2. **D. Kotur**, **M. Žarković**: *Neural Network Models for Electricity Prices and Loads Short and Long-Term Prediction*, 4th International Symposium on Environment Friendly Energies and Applications EFEA 2016, September 2016.
3. **P. Dakić**, **D. Kotur**, **Ž. Đurišić**: *Feasibility study of offshore wind turbines coupled to offshore compressed air energy storage*, WindEurope Summit 2016, Hamburg, Germany, September 2016.
4. **B. Škrbić**, **D. Kotur**, **Ž. Đurišić**: *An Optimal Mix of Wind and Solar Power Plants in a Microgrid*, WindEurope Summit 2016, Hamburg, Germany, September 2016.

5. **D. Kotur**, Ž. Đurišić: *Individual pitch control for wind turbine load reduction recognizing atmospheric stability*, WindEurope Summit 2016, Hamburg, Germany, September 2016.
6. **D. Kotur**, N. Rajaković: *Optimal Reconfiguration of Distribution Network with Participation of Distributed Electricity Prosumers*, MedPower 2016, Belgrade 2016.
7. **D. Kotur**, Ž. Đurišić: *Increasing hosting capacity from PV and wind power plants using spatial and temporal demand side management*, WindEurope Summit 2019, Bilbao, Spain, April 2019.

Радови објављени у научним часописима националног значаја M50

1. **D. Kotur**, A. Savić, Ž. Đurišić: *The Determination of the Share of Different Types of Consumption in the Overall Load Diagram*, Energetika 2016, ISSN: 0354-8651, UDC: 621.316.004 (497.11), broj 1-2, Mart 2016, pp. 305-310
2. P. Dakić, **D. Kotur**: *Optimal Capacitor Sizing and Placement in Distribution Networks with and Without Distributed Energy Sources Using Genetic Algorithm*, Energetika 2016, ISSN: 0354-8651, UDC: 621.316.1.001.573, broj 3-4, Mart 2016, pp. 15-21
3. I. Babić, **D. Kotur**, Ž. Đurišić, *Prostorna orijentacija fotonaponskih panela uz uvažavanje tržišnih efekta*, ENERGIJA, EKONOMIJA, EKOLOGIJA, No. 1-2, pp. 584 - 588, Mart, 2018

Зборници домаћих научних скупова M60

1. **D. Kotur**, G. Dobrić, N. Rajaković: *Uticaj obnovljivih izvora energije na dimaničko tarifiranje u realnom vremenu*, Međunarodni naučno-stručni simpozijum INFOTEH-JAHORINA 2015, Ref. ENS-3.11, Mart 2015, pp. 271-276.
2. **D. Kotur**, P. Dakić, Ž. Đurišić: *Optimalno angažovanje elektrana u elektroenergetskom sistemu sa obnovljivim izvorima energije*, Međunarodni naučno-stručni simpozijum INFOTEH-JAHORINA 2016, Ref. ENS-2.3, Mart 2016, pp. 131-136.
3. **D. Kotur**, J. Mikulović: *Najekonomičnije rešenje sistema napajanja izolovanog potrošača korišćenjem hibridnog sistema sa veroagregatom, baterijom i dizel agregatom*, 32. savetovanje CIGRE Srbija, pp. C6 - 4, Zlatibor, May, 2015.
4. **D. Kotur**, Z. Stojanović: *Modelovanje električnog luka na visokonaponskim nadzemnim vodovima*, 33. Savetovanje CIGRE Srbija, Zlatibor, Jun, 2017
5. P. Dakić, **D. Kotur**, Ž. Đurišić: *Model za procenu proizvodnje bliskih vetroelektrana usled efekta zavetrine*, INFOTEH-JAHORINA 2017, Ref. ENS-1.10, Mart 2017, pp. 92-97
6. P. Dakić, **D. Kotur**: *Optimalno dimenzionisanje i eksploatacija sistema za skladištenje energije u distributivnim mrežama sa integrisanim fotonaponskim sistemima*, INFOTEH-JAHORINA 2018, Ref. ENS-3.3, Mart 2018, pp. 138-143
7. Ž. Đurišić, **D. Kotur**, Nenad Šijaković, Aleksandra Sretenović: *Hibridni solarno-električni sistemi za unapređenje energetske efikasnosti u pripremi i korišćenju sanitarne tople vode u domaćinstvima*, INFOTEH-JAHORINA 2018, Ref. ENS-3.6, Mart 2018, pp. 156-161

Пред Комисијом формираном од стране Наставно-научног већа Електротехничког факултета, у саставу: др Предраг Стефанов, ванредни професор, Универзитет у Београду-Електротехнички факултет – председник комисије, др Андрија Сарић, редовни професор, Универзитет у Новом Саду – Факултет техничких наука – члан комисије који није запослен

на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, др Јован Трифуновић, доцент, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет – члан комисије, др Јован Микуловић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет – члан комисије и др Александар Савић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Електротехнички факултет – члан комисије, на јавној усменој одбрани, кандидат је успешно положио докторски испит, одржан 28.06.2019. године.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат Димитрије Котур поседује адекватан ниво знања из области које представљају основу неопходну за решавање техничких проблема који се третирају у предложеној докторској дисертацији. До сада је публикувао укупно 21 научни чланак. Објавио је 4 научна чланка у водећим међународним часописима са импакт фактором, при чему је садржај два научна чланка у директној вези са темом докторске дисертације. Положио је све испите на докторским студијама Електротехничког факултета Универзитета у Београду са просечном оценом 10. На основу наведених резултата кандидата, наша је процена да је кандидат Димитрије Котур у стању да успешно реализује израду предметне докторске дисертације.

2. Предмет, циљ и значај истраживања

Последњих 20 година у свету енергетике присутан је значајан тренд повећања инсталисаних капацитета обновљивих извора енергије (ОИЕ). На то је доминантно утицало повећање свести људи о заштити животне средине, као и ограничене резерве фосилних горива [1,2]. Интеграција ОИЕ повећала је динамику електроенергетских система. За разлику од традиционалних електроенергетских система у којима се производња великих електрана планирала тако да прати потрошњу, производња из ОИЕ зависи од тренутних расположивих ресурса примарног извора енергије (соларна енергија, енергија ветра, хидроенергија), те се због тога она не може планирати. Интермитентна производња из ОИЕ доводи до појаве проблема везаних за балансирање снага између потрошње и производње због чега је неопходно развити нове стратегије за управљање и планирање рада оваквих система [3]. У најновијој литератури, управљање потрошњом и системи за складиштење енергије представљају најзначајније теме истраживања у вези са интеграцијом ОИЕ у електроенергетски систем.

Управљање потрошњом уз помоћ управљивих електроенергетских мрежа представља потенцијални ресурс помоћу којег ће у будућности бити могуће вршити балансирање потрошње са производњом из ОИЕ [4]. За разлику од конвенционалних система, у којима се потрошња посматра као пасивни елемент система док производња генератора прати потрошњу, уз помоћ управљања потрошњом могуће је у значајној мери усклађивати дијаграме производње из ОИЕ, коју диктирају примарни ресурси, и дијаграма потрошње који се у оваквом концепту јавља као делимично управљива величина. Основни услов који треба том приликом примене управљања дијаграмом потрошње испунити је да укупна енергија коју преузму потрошачи у неком анализираном временском интервалу остане иста. Да би управљање потрошњом било могуће, оператор система мора знати који део потрошње је управљив а који је неуправљив. Неуправљив део потрошње обухвата све уређаје чији рад није могуће померати у времену или чије би померање неприхватљиво нарушило комфор корисника. Када говоримо о домаћинствима, у ту категорију уређаја спадају на пример аудио, ТВ и рачунарска опрема, шпорет, осветљење итд. Управљив део потрошње обухвата све уређаје чији рад је могуће померати у времену а да при том не буде нарушена њихова функционалност и комфор коришћења. У ту категорију спадају бојлери, ТА пећи, веш

машине, машине за прање суђа, клима уређаји итд [5–7]. Управљање потрошњом може се вршити директно или индиректно. Код директног управљања потрошњом оператор система има могућност директно да управља радом уређаја док се код индиректног управљања потрошњом потрошачи стимулишу на потрошњу електричне енергије у периоду када то одговара систему, најчешће кроз динамичку промену цене електричне енергије [8].

Циљ истраживања које је предмет предложене докторске дисертације представља развој алгоритама за оптимално просторно и временско управљање потрошњом у циљу интеграције обновљивих извора енергије у електроенергетски систем [9]. У досадашњој литератури разматрано је оптимално управљање потрошњом које се пре свега врши у циљу балансирања потрошње и производње из обновљивих извора енергије [10–15]. На овај начин, анализира се само временска димензија проблема. Како су обновљиви извори енергије претежно и дистрибуирани извори енергије (прикључују се на дистрибутивну мрежу, на пример кровне фотонапонске инсталације, мале хидроелектране, ветроелектране мале снаге, биогасне електране), њихове локације су претежно дистрибуиране свуда по систему. Просторна дисперзивност примарних ресурса узрокује да обновљиви извори имају различите профиле производње у зависности од њихове локације, због чега је поред временске компоненте потребно укључити у оптимизационе алгоритме и просторну компоненту. У оквиру истраживања која ће бити спроведена у предложеној докторској дисертацији, биће развијени различити алгоритми за оптимизацију временског и просторног управљања потрошњом у електроенергетском систему. Биће дефинисане различите објективне функције којима ће применом погодних математичких модела бити решавани различити захтеви које намеће систем, као што су минимизација губитака у систему, минимизација трошкова производње, максимизација расположивих капацитета за прикључење обновљивих извора енергије и максимизација капацитета за трансфер енергије кроз електроенергетски систем. Улазни подаци за сваки алгоритам ће бити модел једног дела електроенергетског система (преносна или дистрибутивна мрежа), прогнозирани временски дијаграми потрошње са управљивим и неуправљивим делом као и прогнозирана производња из обновљивих извора енергије. Излазни подаци сваког алгоритма ће бити оптималани временски дијаграми потрошње за сваки потрошачки чвор анализираног система и дијаграм производње сваке конвенционалне (управљиве) електране. Ови дијаграм могу послужити операторима у систему да оптимално планирају производњу у конвенционалним електранама и потрошњу у циљу постизања жељених ефеката у преносном и дистрибутивном систему. Практична реализација оваквих алгоритама управљања захтева напредније дистрибутивне и преносне мреже и сарадњу између оператора преносног и дистрибутивног система.

Научни значај и допринос овог истраживања огледа се у развоју оригиналних алгоритама и нових оптимизационих метода које за циљ имају одређивање оптималних просторних дијаграма потрошње у систему са обновљивим изворима енергије. На овај начин, могуће је додатно оптимизовати систем што се пре свега огледа у додатном смањивању губитака, повећању преносног капацитета мреже, повећања стабилности система, смањивања флукутација напона и других. Поред научног, овај рад има и практични значај. У раду ће бити приказани алгоритми са предлогом како они могу бити практично имплементирани. На овај начин, формирају се основе за развој софтвера који ће операторима преносног и дистрибутивног система дати додатни простор за оптимизацију реалних система. Актуелност истраживања које је тема ове докторске дисертације потврђују и бројне референце у водећим међународним часописима у последњих неколико година, неке од њих су дате у прилогу [15–19]:

[1] E. Dogan, F. Seker, Determination of CO₂ emissions in the European Union: The role of renewable and non-renewable energy, *Renewable Energy*, Volume 94, 2016, p 429-439

- [2] S. K. Guttikunda, P. Jawahar, Atmospheric emission and pollution from the coal-fire thermal power plants in India, *Atmospheric Environment*, Volume 92, 2014, p 449-460
- [3] M. Bollen, F. Hassan, Integration of distributed generation in the power system, A John Wiley and Sons, IEEE Press, 2011.
- [4] J. Ekanayake, K. Liyanage, J. Wu, A. Yokoyama, N. Jenkins, *Smart Grid – Technology and Application*, A John Wiley and Sons, 2012
- [5] D. Saker, M. Vahdati, P.J. Coker, S. Millward, Assessing the benefits of domestic hot fill washing appliances, *Energy and Buildings*, Volume 93, 2015, p 282–294
- [6] P. Kepplinger, G. Huber, J. Petrasch, Autonomous optimal control for demand side management with resistive domestic hot water heaters using linear optimization, *Energy and Buildings*, Volume 100, 2015, p 50–55
- [7] G. Niroa, D. Salles, M. V.P. Alcântara, L. C.P. da Silva, Large-scale control of domestic refrigerators for demand peak reduction in distribution systems, *Electric Power Systems Research*, Volume 100, 2013, p 34–42
- [8] A.S.O. Ogunjuyigbe, C.G. Monyei, T.R. Ayodele, Price based demand side management: A persuasive smart energy management system for low/medium income earners, *Sustainable Cities and Society*, Volume 17, 2015, p 80–94
- [9] D. Kotur, Ž. Đurišić, Optimal spatial and temporal demand side management in a power system comprising renewable energy sources, *Renewable Energy*, Volume 108, 2017, p 533-547
- [10] J. Khoury, R. Mbayed, G. Salloum, E. Monmasson, Predictive demand side management of a residential houses under intermittent primary energy source conditions, *Energy and Buildings*, Volume 112, 2016, p 110-120
- [11] X. Wang, C. Jiang, B. Li, Active robust optimization for wind integrated power system economic dispatch considering hourly demand response, *Renewable Energy*, Volume 97, 2016, p 798-808
- [12] Y. Yang , K.Wu, H. Long, J. Gao, X. Yan, T. Kato, Y. Suzuoki, Integrated electricity and heating demand-side management for wind power integration in China, *Energy*, Volume 78, 2014, p 235-246
- [13] D. B. Richardson, L. D. Danny Harvey, Optimizing renewable energy, demand response and energy storage to replace conventional fuels in Ontario, Canada, *Energy*, Volume 93, 2015, p 1447–1455
- [14] M. Sharafi, T. Y. ElMekkawy, E. L. Bibeau, Optimal design of hybrid renewable energy systems in buildings with low to high renewable energy ratio, *Renewable Energy*, Volume 83, 2015, p 1026-1042
- [15] M. I. Alizadeh, M. P. Moghaddam, N. Anjady, P. Siano, M.K. Sheikh-El-Eslami, Flexibility in future power systems with high renewable penetration: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 57, 2016, p 1186–1193
- [16] S. Noor, W. Yang, M. Guo, K. H. van Dam, X. Wang, Energy Demand Side Management within micro-grid networks enhanced by blockchain, *Applied Energy*, Volume 228, 2018, p 1385–1398
- [17] Z. Wu, X. Xia, Optimal switching renewable energy system for demand side management, *Solar Energy*, Volume 114, 2015, p 278–288

- [18] L. Tronchin, M. Manfren, B. Nastasi, Energy efficiency, demand side management and energy storage technologies – A critical analysis of possible paths of integration in the built environment, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 95, 2018, p 341–353
- [19] L. Bartolucci, S. Cordiner, V. Mulone, J. Luis Rossi, Hybrid renewable energy systems for household ancillary services, *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, Volume 107, 2019, p 282–297.

3. Полазне хипотезе

Полазне хипотезе као предмет истраживања предложене докторске дисертације су:

- Дијаграм потрошње електричне енергије се може декомпоновати на управљиви и неуправљиви део. Ова хипотеза ће у дисертацији бити доказана и аргументована кроз доступне научно-истраживачке радове и студије, у којима је анализиран потенцијал управљања потрошњом различитих типова потрошача, као и реалним имплементацијама система за управљање потрошњом у свету.
- Просторно и временско управљање потрошњом може битно утицати на токове снага у преносној и дистрибутивној мрежи.
- Просторно и временско усклађивање дијаграма потрошње и дијаграма производње обновљивих извора може резултовати значајним смањењем губитака у преносној и дистрибутивној мрежи.
- Просторно и временско усклађивање дијаграма потрошње и дијаграма производње обновљивих извора може резултовати бољим напонским приликама у преносној и дистрибутивној мрежи.
- Оптимално индиректно управљање потрошњом може се спровести ако су познати подаци о еластичности потрошње на промену цене електричне енергије.
- Просторним и временским измештањем дела потрошње могуће је унапредити капацитете и сигурност транзита електричне енергије кроз преносну мрежу у електроенергетском систему са високим степеном пенетрације обновљивих извора енергије.
- Могуће је формирати аналитичке форме објективних функција за оптимално просторно и временско управљање потрошњом са ограничењима типа неједнакости.

4. Научне методе истраживања

- Прорачуни токова снага, помоћу којих ће бити квантификовани ефекти просторног и временског управљања потрошњом, обухватају моделовање АС токова снага, DC токова снага као и Ширмохамадијеву методу за прорачун токова снага у радијалним дистрибутивним мрежама.
- Решавање различитих оптимизационих проблема биће спроведено помоћу различитих оптимизационих алгоритама, као што су генетски алгоритам, *Interior Point* метода и квадратно програмирање.

- Комплетан прорачун, обрада и приказ резултата биће вршени применом програмског пакета MATLAB.
- Примери прорачуна оптималних решења и коришћења предложених алгоритама, као и анализа добијених резултата, биће приказана на реалним моделима преносне мреже Србије и стандардним IEEE моделима дистрибутивних мрежа.
- Квантитативно одређивање корисности употребе предложених алгоритама биће извршено тестирањем на примеру реалне дистрибутивне мреже у Србији. Приликом квантитативног одређивања корисности употребе предложених алгоритама биће коришћени реални дијаграми потрошње на територији Србије, док ће се за формирање дијаграма производње из ОИЕ користити реални мерни подаци о потенцијалу соларног зрачења и брзини ветра на територији анализиране мреже.

5. Очекивани научни доприноси

Очекивани научни доприноси предложене докторске дисертације су:

- Биће развијен оригиналан алгоритам и математички модел за оптимизацију просторног и временског управљања потрошњом у циљу минимизације губитака у преносној и дистрибутивној мрежи и побољшања напонских профила у потрошачким чворовима у систему.
- Биће развијен оригиналан алгоритам и математички модел за оптимизацију просторног и временског управљања потрошњом и управљања производњом конвенционалних електрана у циљу минимизације укупних трошкова у електроенергетском систему и побољшања квалитета напона у свим чворовима преносне мреже.
- Биће развијена методологија за повећање расположивих капацитета за интеграцију обновљивих извора енергије у дистрибутивним мрежама кроз просторно и временско управљање потрошњом.
- Биће развијена методологија и предложени математички модели за повећање транзитних преносних капацитета и сигурности транзита енергије кроз електроенергетски систем са високим степеном пенетрације обновљивих извора енергије и управљивом потрошњом.
- Биће развијен концепт оптималног просторног и временског управљања ценом електричне енергије у електроенергетским системима са обновљивим изворима енергије и управљивом потрошњом.
- Биће спроведна имплементација развијених алгоритама и сагледани ефекти њихове примене на моделима реалних преносних и дистрибутивних система.

6. План истраживања и структура рада

Основни кораци истраживања у оквиру предложене докторске дисертације биће:

- Упознавање са основним принципима паметних мрежа са обновљивим и дистрибуираним изворима енергије.
- Упознавање са основним принципима управљања потрошњом.

- Дефинисање оптималног просторног и временског управљања потрошњом у систему са обновљивим изворима енергије.
- Дефинисање проблема оптималног просторног и временског управљања потрошњом у циљу обезбеђивања жељене трансакције електричне енергије уз задовољавање n-1 принципа сигурности.
- Дефинисање проблема оптималног просторног и временског динамичког тарифирања.
- Дефинисање проблема оптималног просторног и временског управљања потрошњом у циљу решавања проблема у дистрибутивној мрежи и повећања укупне пласиране електричне енергије из обновљивих извора на тржиште електричне енергије, чиме се повећава и капацитет дела електроенергетског система за већу пенетрацију обновљивих извора енергије.
- Сагледавање практичног значаја развијених алгоритама и математичких модела кроз квантификацију ефеката њихове примене кроз симулације коришћењем реалних модела преносне и дистрибутивне мреже.
- Верификација неких од предложених алгоритама биће приказана на примеру реалне дистрибутивне мреже у Србији. Том приликом, биће коришћени реални подаци о потенцијалу соларне енергије и енергије ветра на основу којих је могуће одредити производњу будућих електрана. Са друге стране, у анализу ће бити укључени реални дијаграми потрошње на истој или сличној локацији у Србији чиме ће се извршити моделовање реалног система. Биће анализиран утицај оптималног просторног и временског управљања потрошњом на губитке, напонске прилике, повећање преносних капацитета водова, унапређење перформанси електроенергетских система и повећање капацитета електроенергетских система за већу пенетрацију ОИЕ.
- У верификацију предложених алгоритама на примеру реалне дистрибутивне мреже биће укључена и анализа несигурности у планирању производње ОИЕ и управљања потрошњом.

Текст докторске дисертације биће написан на српском језику.

7. Закључак и предлог

На основу приложене документације, као и непосредног увида у досадашњи научни рад кандидата Димитрија Котура, мастер инжењера електротехнике, Комисија је закључила да:

1. Кандидат испуњава све формалне и суштинске услове прописане Законом о високом образовању и Статутом Електротехничког факултета Универзитета у Београду за одобрење теме за израду докторске дисертације;
2. Предложена тема „Оптимално просторно и временско управљање потрошњом у електроенергетском систему са високим степеном пенетрације обновљивих извора енергије“ (енг. "Optimal spatial and temporal demand side management in power system with the high level of penetration of renewable energy sources") научно је заснована и припада ужој научној области електроенергетски системи, а резултати до којих ће се доћи израдом ове дисертације представљаће значајан и оригиналан допринос у области предметног истраживања.

Студент докторских студија спроводи истраживања у вези са предложеном темом на Електротехничком факултету Универзитета у Београду.

На основу претходно изложеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да кандидату Димитрију Котуру одобри израду докторске дисертације под наведеним називом, а под менторством др Жељка Ђуришића, ванредног професора Електротехничког факултета Универзитета у Београду.

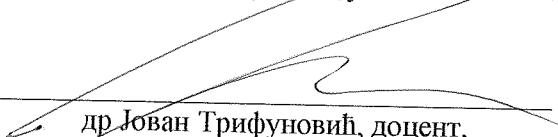
У Београду, 19. август 2019. године

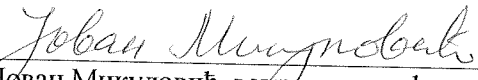
Чланови комисије


др Жељко Ђуришић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Предраг Стефанов, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Андрија Сарић, редовни професор,
Универзитет у Новом Саду – Факултет техничких наука


др Јован Трифуновић, доцент,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Јован Микуловић, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет


др Александар Савић, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Електротехнички факултет