

Образац 3.

Факултет ТЕХНОЛОШКО-
МЕТАЛУРШКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

35/116

Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

30. 5. 2025.

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације
и о одређивању ментора

Молимо да, сходно чл. 48 ст. 5 тач. 3) Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр. 201/2018, 207/2019, 213/2020, 214/2020, 217/2020, 230/21, 232/22, 233/22 и 236/22), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

Моделовање и оптимизација електрификације енергана у индустријским постројењима

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Технолошко инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Алекса (Зоран) Миладиновић

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Универзитет у Београду,

Технолошко-металуршки факултет, Хемијско инжењерство, Мастер инжењер технологије

3. Година завршетка
претходног нивоа студија: 2022.
-

4. Година уписа на докторске студије: 2022.
-

5. Назив студијског програма
докторских студија: Хемијско инжењерство
-

6. Датум подношења пријаве
теме докторске дисертације: 16. 4. 2025.
-

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

за кандидата **Алекса Миладиновић**

Име и презиме ментора: **др Мирко Стијеповић**

Звање: ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Rachid Klaimi, Sabla Y. Alnouri, Joseph Zeaiter and **Mirko Stijepović** (2022). Optimization of multiple fuel utilization options in Tri-generation systems. Energy Reports, 9, pp.773–784. doi:https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.12.025. IF (2022) = 5.2, ISSN: 2352-4847.
2. Rachid Klaimi, Sabla Y. Alnouri and **Mirko Stijepović** (2021). Design and thermo-economic evaluation of an integrated concentrated solar power – Desalination tri-generation system. Energy Conversion and Management, 249, 114865. doi:https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114865. IF (2021) = 11.533, ISSN: 0196-8904.
3. Hafiz M.U. Ayub, Sabla Y. Alnouri, **Mirko Stijepović**, Vladimir Stijepović and Ibnelwaleed A. Hussein (2024). A cost comparison study for hydrogen production between conventional and renewable methods. Process Safety and Environmental Protection, 186, pp.921–932. doi:https://doi.org/10.1016/j.psep.2024.04.080. IF (2023) = 6.9, ISSN: 0957-5820 .
4. Rachid Klaimi, Sabla Y. Alnouri and **Mirko Stijepović** (2022). Investigation of seasonal variations and multiple fuel options in a novel tri-generation CSP integrated hybrid energy process. Energy, 261, Part B, 125338. doi:https://doi.org/10.1016/j.energy.2022.125338. IF (2022) = 8.9, ISSN: 0360-5442.
5. **Stijepovic, M. Z.**, Papadopoulos, A. I., Linke, P., Stijepovic, V., Grujic, A. S., Kijevčanin, M., & Seferlis, P. (2017). Organic Rankine Cycle system performance targeting and design for multiple heat sources with simultaneous working fluid selection. Journal of cleaner production, 142, 1950-1970. doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.088, IF (2017) = 5.651, ISSN: 0959-6526.

ДЕКАНКА ФАКУЛТЕТА

Проф. др Мирјана Кијевчанин

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 27. 5. 2025. године размотрило предложену тему и закључило да је
тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од
значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

- Прилог 1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и
у једном писаном примерку за архиву Универзитета

ДП

На основу чл. 40. став 3. Закона о високом образовању, чл. 112. став 3. Статута Универзитета у Београду, чл. 88. став 3. Статута ТМФ-а и чл. 33. Правилника о докторским студијама ТМФ-а на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 27. 5. 2025. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Реферата Комисије за оцену подобности теме и кандидата
за израду докторске дисертације

Прихвата се Реферат Комисије за оцену подобности теме и кандидата и одобрава израда докторске дисертације **Алексе Миладиновића**, број индекса 2022/4023, под називом: „**Моделовање и оптимизација електрификације енергана у индустријским постројењима**”.

Одлуку о давању сагласности на предлог теме докторске дисертације доноси Универзитет у Београду.

За ментора се одређује др Мирко Стијеповић, ванредни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду, кандидату, ментору, Служби за наставно студентске послове и архиви Факултета.

Д Е К А Н К А

Проф. др Мирјана Кијевчанин

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Алексе З. Миладиновића, мастер инж. технологије за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Технолошко металуршког факултета бр. 2025-35/86 од 24. 04. 2025. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Моделовање и оптимизација електрификације енергана у индустријским постројењима“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Кандидат Алекса Миладиновић, маст. инж. технологије, је рођен у Београду 24. 06. 1997. године. Основну и средњу школу, Осму београдску гимназију, завршио је у Београду са одличним успехом. Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду, уписао је школске 2016/2017. године на студијском програму Хемијско инжењерство, изборном подручју Органска хемијска технологија и дипломирао у фебруару 2021. године на тему “Симулација процеса хидродесулфуризације фракције бензина”, са просеком 8,2. Током основних студија је био добитник награде “Панта С. Тутунџић” за изузетан успех и просек 9,00. Мастер академске студије на Технолошко-металуршком факултету, Универзитета у Београду уписао је школске 2021/2022. године на студијском програму Хемијско инжењерство и завршио у септембру 2022. године са темом завршног мастер рада “Симулација и нумеричка анализа пиролитичке пећи у процесу производње етилена”, са просеком 9,25. Током мастер студија, у периоду од 2021. до 2022. године био је запослен у фирми PrimeVigilance d.o.o. у Београду као сарадник за фармаковигиланцу. Докторске академске студије на матичном факултету, на студијском програму Хемијско инжењерство је уписао школске 2022/2023. године. Испите на докторским [академским](#) студијама је положио са просечном оценом 9,70. Од 01. 04. 2023. год. је запослен у Центру за материјале и металургију (ЦММ) Института за хемију, технологију и металургију (ИХТМ) у Београду као истраживач приправник. Кандидат поседује повељу Друштва за процесну технику Савеза машинских и електротехничких инжењера и техничара Србије за најбољи мастер рад у школској 2022/2023. години. Такође је учествовао у изради елабората о стручној анализи рада енергетског система фабрике “Етилен” и предлогу мера за унапређење ефикасности. Поседује знање рада у програмима: Matlab, Aspen Plus, Microsoft Office, Python и Java као и знање енглеског језика и немачког језика.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Алекса З. Миладиновић је школске 2022/2023. године уписао докторске академске студије на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду на студијском програму Хемијско инжењерство. Положио је све испите предвиђене планом и програмом докторских академских студија са просечном оценом 9,70 као и завршни испит са темом „Нумеричка анализа рада и ефикасности вишестепених компресора са турбином у производњи етилена“, са оценом 10, пред комисијом у саставу: др Мирко Стијеповић, ванр. проф., др Мирјана Кијевчанин, ред. проф. и др Ивона Радовић, ред. проф.

Положени испити на докторским академским студијама:

Редни број	Шифра	Назив предмета	Оцена	ЕСПБ
1.	22ДМ2	Одабрана поглавља нумеричке анализе	8 (осам)	6
2.	22ДОПБВ	Одабрана поглавља биохемије-витамици	10 (десет)	6
3.	22Д51	Зелена хемија	10 (десет)	5
4.	22ДАФП	Аналогије феномена преноса	9 (девет)	6
5.	22Д48	Анализа трагова специфичних загађујућих материја	10 (десет)	5
6.	22Д11	Хеометрија	10 (десет)	5
7.	22Д121	Економика енергетике	10 (десет)	5
8.	22Д126	Пројектовање и интеграција процеса	10 (десет)	6
9.	22ДВКТ	Виши курс термодинамике	10 (десет)	6
10.	22ДЗИ	Завршни испит	10 (десет)	30

Од јануара 2023. године запослен је у Центру за материјале и металургију (ЦММ) Института за хемију, технологију и металургију (ИХТМ) у Београду као истраживач-приправник. Област истраживања кандидата обухвата развој нових метода за оптимизацију рада индустријских постројења.

Из досадашњег научноистраживачког рада Алексе З. Миладиновића, проистекао је следећи резултат:

(M22) Рад у истакнутом међународном часопису

1. **A. Miladinović, A. Grujić, M. Kijevčanin, V. Stijepović, S. Alnouri, M. Stijepović.** Towards zero carbon emissions: Electrification and decarbonization of an ethylene Plant's utility system, Computers and Chemical Engineering, 198 (2025) 109117; DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2025.109117>, IF (2023) =3.9, ISSN: 1873-4375.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег ангажовања на докторским студијама као и остварених резултата евидентно је да је кандидат испољио квалитет, заинтересованост и способност за бављење научноистраживачким радом. Кандидат је до сада објавио један рад у истакнутом међународном часопису. На основу биографских података кандидата, његових научних и стручних активности, као и постигнутих научноистраживачких резултата, Комисија сматра да кандидат испуњава услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Данашња индустријска производња, посебно петрохемијски сектор се суочава се са све већим изазовима у погледу одрживости и потребе за смањењем емисије штетних гасова. Захтеви за декарбонизацију у свим привредним областима довели су до примене алтернативних технологија које могу смањити емисију угљен-диоксида, а истовремено одржати економску исплативост [1-7]. Примера ради, етилен, као једна од најважнијих сировина у производњи полимера генерише значајне количине CO_2 због енергетски захтевне производње, кроз процес крековања. Да би се овај проблем превазишао, развијају се иновативни приступи за трансформацију енергетских система у индустријским постројењима кроз три кључна аспекта: електрификацијом, оптимизацијом постројења и унапређењем енергетске ефикасности како би се постигла одржива и економски исплатива производња.

Електрификација постројења коришћењем обновљивих извора енергије представља кључни корак ка одрживој индустријској производњи. Процес подразумева испитивање могућности замене класичних генератора паре на фосилна горива са модерним електричним котловима, прегревачима и комбинованим системима који се напајају искључиво из обновљивих извора енергије [8-11]. Овај приступ не само што олакшава прелаз на еколошки одрживе производне процесе, већ и обезбеђује ефикасну интеграцију обновљивих извора енергије у постојећу инфраструктуру, смањујући укупни утицај на животну средину. Детаљна анализа указује на значајно смањење угљеничног отиска у зависности од примењених технолошки решења, при чему се посебна пажња посвећује оптимизацији енергетске ефикасности и економској исплативости. Фокус је на анализи утицаја цене електричне енергије на економску одрживост електрификације, нарочито у погледу нивоа испод којег оваква решења постају економски исплатива. Истраживање такође подразумева детаљно проучавање перформанси генератора паре са рекуперацијом топлоте (Heat Recovery Steam Generator, HRSG) чији се допринос огледа у значајном смањењу укупних трошкова кроз оптимизацију искоришћења енергије.

Оптимизација система паре уз помоћ математичког моделовања представља део истраживања ове докторске дисертације, усмерен ка електрификацији и унапређењу енергетске ефикасности индустријских постројења. Овај приступ се заснива на развоју иновативних математичких модела [12-15], који омогућава прецизну анализу и оптимизацију расподеле топлотне енергије у сложеним вишестепеним парним системима. Кључни аспект овог истраживања је испитивање утицаја броја парних водова на укупну ефикасност система и оперативне трошкове, са циљем да се утврди оптималан број нивоа који обезбеђује најбоље карактеристике уз минималне трошкове. Савремени приступи побољшању рада система све чешће укључују и примену вештачких неуронских мрежа [16,17] које омогућавају прецизно и ефикасно подешавање оперативних параметара у циљу повећања енергетске ефикасности и смањења трошкова.

Посебан значај придаје се анализи равнотеже између капиталних и оперативних трошкова где се кроз процену укупних трошкова током животног века постројења утврђују економски најисплативији случајеви. Ова анализа не само што омогућава минимизацију укупних трошкова, већ и пружа јасне смернице за доношење одлука при пројектовању нових или модернизацији постојећих постројења. Имплементација ових модела у пракси доприноси значајном унапређењу енергетске ефикасности, смањењу емисије угљен-диоксида и економски одрживом функционисању индустријских система, постављајући нове стандарде у управљању енергетским ресурсима.

Унапређење ефикасности система вишестепених компресора повезаних на парну турбину представља још један сегмент истраживања усмерен ка побољшању перформанси индустријских постројења [18,19]. Ово унапређење се остварује уз помоћ развијеног, детерминистичког модела који у реалном времену прати рад компресора, омогућавајући прецизну идентификацију губитака ефикасности и отклон од оптималних, пројектованих параметара рада. Посебан значај се придаје свеобухватној процени кључних показатеља ефикасности, укључујући детаљну анализу механичке и политропске ефикасности у вишестепеним компресорима. Кроз анализу рада вишестепених компресора, утврђују се специфични узроци смањења ефикасности. Добијени резултати ће пружити значајне информације о односу пројектованих и стварних карактеристика система, отварајући пут ка иновативним решењима која значајно доприносе повећању енергетске ефикасности и смањењу оперативних трошкова у дугорочној перспективи.

Ово истраживање представља свеобухватан приступ у декарбонизацији великих индустријских система, интегришући решења од електрификације до оптимизације постројења, уз практичне техничке и економске смернице за трансформацију ка одрживој производњи. Добијени резултати су од посебног значаја у индустрији јер комбинују еколошке обавезе са одржањем конкурентности на тржишту, пружајући им научно засноване стратегије за усаглашеност еколошких и пословних циљева.

2.1. Релевантни библиографски извори

1. Tiggeloven, J. L., Faaij A. P. C., Kramer G. J., Gazzani M.: *Optimization of Electric Ethylene Production: Exploring the Role of Cracker Flexibility, Batteries, and Renewable Energy Integration*, - Industrial & Engineering Chemistry Research **62**(40) (2023) p. 16360-16382.
2. Guryanov, A. I., Piralishvili, Sh. A., Guryanova, M. M., Evdokimov, O. A., Veretennikov, S. V.: *Counter-current hydrogen–oxygen vortex combustion chamber. Thermal physics of processing*, - Journal of the Energy Institute **93**(2) (2020) p. 634-641.
3. Papadis, E. and G. Tsatsaronis: *Challenges in the decarbonization of the energy sector*, - Energy, **205** (2020) 118025.
4. Aguilar, O., Perry, S. J., Kim, J. K., Smith R.: *Design and Optimization of Flexible Utility Systems Subject to Variable Conditions: Part 2: Methodology and Applications*, - Chemical Engineering Research and Design **85**(8) (2007) p.1149-1168.
5. Aguilar, O., Perry, S. J., Kim, J. K., Smith, R.: *Design and Optimization of Flexible Utility Systems Subject to Variable Conditions: Part 1: Modelling Framework*, - Chemical Engineering Research and Design **85**(8) (2007) p. 1136-1148.
6. Dua, V. and Pistikopoulos, E.N.: *Algorithms for the Solution of Multiparametric Mixed-Integer Nonlinear Optimization Problems*, - Industrial & Engineering Chemistry Research **38**(10) (1999) p. 3976-3987.
7. Xiong, J., Zhao H., Zhang C., Zheng C., Luh P. B.: *Thermo economic operation optimization of a coal-fired power plant*, - Energy **42**(1) (2012) p. 486-496.

8. Gu, J., Kim, H. and Lim, H.: *Electrified steam cracking for a carbon neutral ethylene production process: Techno-economic analysis, life cycle assessment, and analytic hierarchy process*, - Energy Conversion and Management **270** (2022) 116256.
9. Maporti, D., Galli, F., Mocellin, P., Pauletto, G.: *Flexible ethylene production: Electrified ethane cracking coupled with oxidative dehydrogenation*. Energy Conversion and Management **298** (2023) 117761.
10. Jibrán, M., Zuberi, S., Ali Hasanbeigi, A., Morrow, W.: *Electrification of industrial boilers in the USA: potentials, challenges, and policy implications*, - Energy efficiency **15** (2022) 70.
11. Son, H., Kim, M., Kim, J. K.: *Sustainable process integration of electrification technologies with industrial energy systems* Energy **239** (2022) 122060.
12. Shen, F., Wang, X., Huang, L., Ye Z. and Qian, F.: *Modeling and Optimization of a Large-Scale Ethylene Plant Energy System with Energy Structure Analysis and Management*, - Industrial & Engineering Chemistry Research **58**(4) (2019) p. 1686-1700.
13. Elsidó, C., Martelli, E., Grossmann, I. E.: *A bilevel decomposition method for the simultaneous heat integration and synthesis of steam/organic Rankine cycles*, - Computers and Chemical Engineering **128** (2019) p. 228-245.
14. Jimenez-Romero, J., Azapagic, A., Smith, R.: *Style: A new optimization model for Synthesis of uTility sYstems with steam LEvel placement*, - Computers and Chemical Engineering **170** (2023) 108060.
15. Jimenez-Romero, J., Azapagic, A., Smith, R.: *BEELINE: BilevEl dEcomposition aLgorithm for synthesis of Industrial eNergy systEms*, - Computers and Chemical Engineering **180** (2024) 108406.
16. Li, Z., Zhao, L., Du, W. Qian, F.: *Modeling and Optimization of the Steam Turbine Network of an Ethylene Plant*, - Chinese Journal of Chemical Engineering **21**(5) (2013) p. 520-528.
17. Li S., Li, F.: *Prediction of Cracking Gas Compressor Performance and Its Application in Process Optimization*, - Chinese Journal of Chemical Engineering, **20**(6) (2012) p. 1089-1093.
18. Kronberg, A., Glushenkov, M., Roosjen S., Kersten, S.: *Isobaric Expansion Engines Compressors: Thermodynamic Analysis of Multistage Vapor Driven Compressors*, - Energies **16**(19) (2023) 6791.
19. Gentsch M., King, R.: *Real-time estimation of a multi-stage centrifugal compressor performance map considering real-gas processes and flexible operation*, - Journal of Process Control **85** (2020) p. 227-243.

3. Полазне хипотезе

Предложена истраживања у оквиру докторске дисертације полазе од хипотезе да је могуће, применом детерминистичких модела и вештачких неуронских мрежа оптимизовати индустријски систем са аспекта енергетске ефикасности, капиталних и оперативних трошкова и емисије угљен-диоксида интеграцијом технологија обновљивих извора енергије. При томе се полази од следећих кључних претпоставки:

- компоненте индустријских система, као што су парне турбине и вишестепени компресори, током времена губе ефикасност и постају значајан извор енергетских и капиталних губитака;
- оптимизација система вишестепених компресора покретаних парним турбинама може значајно допринети укупном енергетском и економском учинку индустријских постројења;

- примена детерминистичких модела омогућава прецизну процену ефикасности система и дефинисање оптималних радних услова у циљу уштеде енергије и смањења емисије CO₂;
- вештачке неуронске мреже представљају ефикасан алат за динамичку оптимизацију оперативних параметара и унапређење енергетске ефикасности;
- оптимална расподела размењивача топлоте дуж парних водова може утицати на смањење капиталних и оперативних трошкова система;
- интеграција технологија обновљивих извора енергије у индустријске системе представља кључну меру за постизање енергетске и еколошке одрживости;
- интегрисани приступ који укључује техничку, економску и еколошку анализу представља основни предуслов за успешно пројектовање ефикасних енергетских система.

4. Научне методе истраживања

Методе истраживања које ће бити коришћене имају за циљ прецизно прикупљање и анализу података у циљу оптимизације енергетских система и смањења трошкова, као и смањења утицаја на животну средину. Избор метода био би заснован на природи истраживачког проблема и врсти података који су потребни за добијање поузданих резултата. Користиће се квантитативне и квалитативне методе. Квантитативни приступ ће укључивати математичко моделовање и статистичку анализу, док ће квалитативне методе бити усмерене на анализу научних радова и примену теоријских концепата у конкретним индустријским примерима. Користиће се модел у којима се функција циља може односити на оптимизацију са једним циљем (смањење трошкова или емисије CO₂), са више циљева. Проблеми вишекритеријумске оптимизације са супротстављеним циљевима не доводе до јединственог решења, већ стварају скуп оптималних решења, познатих као „Парето сет“. После генерисања Парето сета, анализираће се решења како би се идентификовао најпожељнији сценарио.

Поред тога ће бити развијен модел за процену перформанси система у реалном времену, са фокусом на термодинамичке и механичке карактеристике парних турбина и вишестепених компресора. Валидација ће се спровести кроз поређење симулираних резултата са стварним оперативним подацима и пројектним спецификацијама на три индустријска случаја.

Надаље, биће примењене и вештачке неуронске мреже за моделовање и оптимизацију система за дистрибуцију паре, кондензата и котловске воде коришћењем оперативних података, на основу којих ће бити могуће предвидети и оптимизовати радне услове који доприносе значајним уштедама и смањењу негативног утицаја на животну средину.

5. Очекивани научни допринос

Предложена докторска дисертација повезује неколико сегмената који интегришу развој модела за оптимизацију капиталних и оперативних трошкова, унапређење енергетске ефикасности индустријског система и смањење емисије CO₂. Као резултат предложених истраживања очекују се следећи научни доприноси:

- биће развијен иновативни, методолошки оквир који ће комбиновати оптимизацију енергетске ефикасности, економске исплативости и еколошке одрживости у индустријским системима, уз примену детерминистичких модела и алгоритама вештачке интелигенције;
- креираће се детерминистички модел, у реалном времену, за оптимизацију перформанси система вишестепених компресора повезаних на парну турбину, који ће омогућити прецизну дијагностику и откривање кључних фактора који утичу на смањење енергетске ефикасности;
- дефинисаће се оптимални техно-економски случајеви за електрификацију индустријских постројења коришћењем обновљивих извора, у зависности од цена енергије и примењених технологија;
- утврдиће се квантитативна веза између броја нивоа паре, расподеле размењивача топлоте и капиталних и оперативних трошкова, са предвиђањем оптималне сложености система за минимизацију укупних трошкова;
- предложиће се стратегија модернизације разматраних постројења која се заснива на примени иновативних решења за хибридне системе који комбинују котлове на водоник и електричну енергију, електричне прегреваче и додатне турбине са генераторима, омогућавајући постепену трансформацију ка производњи са ниском емисијом штетних гасова.

Имплементација наведених доприноса резултирала би:

- употребом модела мешовитог целобројног линеарног/нелинеарног програмирања (MILP) у оптимизацији индустријских система;
- израдом техно-економске анализе као подршке инвестиционим одлукама у процесу декарбонизације;
- формирањем базе података за енергетске и емисионе параметре у великохемијској индустрији.

Докторска дисертација нуди научне доприносе кроз теоријски напредак у моделовању хибридних енергетских система, практичне иновације са директном применом у индустрији и методолошке иновације у процени трошкова и емисија.

6. План истраживања и структура рада

Предмет рада докторске дисертације је анализа, моделовање и оптимизација индустријских система, са циљем повећања енергетске ефикасности, смањења капиталних и оперативних трошкова и смањења емисије CO₂. Истраживање ће обухватити развој и примену детерминистичких модела и алгоритама вештачке интелигенције (са фокусом на вештачке неуронске мреже) у сврху оптималног рада система. Посебан акценат ће бити на интеграцији обновљивих извора енергије (електрификацији) и дефинисању оптималних радних услова вишестепених компресора и парних турбина као кључних компонената индустријских постројења.

У докторској дисертацији ће бити обрађена следећа поглавља: *Увод, Теоријски део, Развој модела, Примена модела на студију случаја, Резултати и Дискусија, Закључак и Литература*.

Поглавље *Увод* ће садржати кратак осврт на подручје истраживања, дефиницију основних циљева рада и сам предмет истраживања.

Теоријски део ће обухватити анализу досадашњих истраживања из следећих области:

- Енергетски и процесни системи у хемијској индустрији
- Моделовање термоенергетских система, укључујући компресоре и парне турбине

- Оптимизација система паре у индустријским постројењима
- Примена метода вештачке интелигенције у симулацији и оптимизацији парних система
- Електрификација и декарбонизација индустријских процеса
- Интеграција обновљивих извора енергије у индустријске системе
- Техно-економска процена хибридних енергетских решења.

Поглавље *Развој модела* детаљно описује разраду модела примењених у истраживању. Кључни елементи обухватају детерминистички модел за термодинамичку анализу система, дефиницију претпоставки, ограничења модела и објективне функције усмерене на истовремену оптимизацију економских и еколошких параметара (трошкови и емисије CO₂) као и имплементацију неуронских мрежа за предвиђање перформанси комплексних компресорско-турбинских јединица. Посебна пажња посвећена је интерграцији ова три приступа у јединствен аналитички оквир.

У поглављу *Примена модела на студију случаја*, биће детаљно описана примена модела за одређене случајеве у индустријским системима.

У поглављу *Резултати и Дискусија* биће приказани и дискутовани резултати истраживања. Ово поглавље ће садржати детаљан приказ добијених резултата као и њихову интерпретацију.

У поглављу *Закључак* биће сумирани закључци добијени на основу изведених истраживања.

У поглављу *Литература* биће наведене референце цитиране у дисертацији.

7. Закључак и предлог

На основу изнетих података, Комисија сматра да је тема предложене докторске дисертације под насловом „Моделовање и оптимизација електрификације енергана у индустријским постројењима“, кандидата Алексе З. Миладиновића, мастер инжењера технологије, научно заснована, да пружа могућност остваривања како научних тако и практичних резултата и да представља значајан допринос научној области хемијског инжењерства, за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду, матична установа. Комисија такође сматра да је Алекса З. Миладиновић подобан кандидат за рад на предложеној теми и стога предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да прихвати предложену тему и одобри кандидату Алекси З. Миладиновић израду докторске дисертације под менторством др Мирка Стијеповића, ванредног професора Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 20. 5. 2025. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

.....
Др Мирко Стијеповић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки
факултет

.....
Др Мирјана Кијевчанин, редовни професор
Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки
факултет

.....
Др Јасна Стајић-Трошић, научни саветник
Универзитета у Београду, Институт за хемију,
технологију и металургију, Институт од
националног значаја за Републику Србију