

Факултет Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

477/5
(Број захтева)19.06.2025.
(Датум)Веће научних области техничких наука
(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)**ЗАХТЕВ****за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и
о одређивању ментора**

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

**РАЗВОЈ МАТЕМАТИЧКОГ МОДЕЛА ЗА ПРОРАЧУН ПОТРЕБНЕ КОЛИЧИНЕ ВАЗДУХА ЗА
ХЛАЂЕЊЕ ГАСНИХ ТУРБИНА**

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: Машинство (ужа научна област: Термоенергетика)

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата: ПЕТАР (ВИНКО) БАБИЋ
2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):
Универзитет у Београду - Машински факултет, Краљице Марије 16, 11120 Београд 35
3. Година завршетка претходног нивоа студија: 2019.
4. Година уписа на докторске студије: 2019.
5. Назив студијског програма докторских студија: Машинско инжењерство

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: Милан Петровић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Petrovic, M. V., Milic, S., Petkovic, D., Madzar, T., & Markovic, N. M. Improving Steam Turbine Plants Performance Through Advanced Testing and Simulation. *Energies*, 2025, 18(7), 1615. <https://doi.org/10.3390/en18071615>
2. Banjac, M., Savanovic, T., Petkovic, D., Petrovic, M. V. "A Comprehensive Analytical Shock Loss Model for Axial Compressor Cascades." *Trans of the ASME. J. Turbomach.* 2022, 144(9): 091003. <https://doi.org/10.1115/1.4053852>
3. Petkovic, D., Banjac, M., Milic, S., Petrovic, M. V., Wiedermann, A., Modeling the Transient Behavior of Gas Turbines." *Trans of the ASME. J. Turbomach.* 2020, 142(8): 081005. <https://doi.org/10.1115/1.4046451>
4. Banjac, M. B., Đukanovic, D. R., Petrovic, M. V., Techno-Economic Analysis of Gas Turbine-Based C.H.P. Plant Operation under a Feed-in Tariff System, *Thermal Science* 2020 24(6 Part B), Pages: 4103-4114, <https://doi.org/10.2298/TSCI200103150B>
5. Milic, S., Petrovic, M.V., Banjac, M., Djukanovic, D., Nedeljkovic, S.M.: Analysis of Operation of the Condenser in a 120 MW Thermal Power Plant, *Thermal Science*, 2018, 22(1), Part B, Pages: 735-746 <https://doi.org/10.2298/TSCI170903242M>

Обавештавамо вас да је Наставно – научно веће на седници одржаној 19.06.2025. године размотрило предложен; закључило да је тема подобра за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за размену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

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 једном писаном примерку за архиву Универзитета

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
Број: 477/5
Датум: 19.06.2025. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу члана 40. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 88/2017, 73/2018, 27/2018 – др. закон 67/2019, 6/2020 – др. закони, 11/2021 – аутентично тумачење, 67/2021, 67/2021 – др. закон и 76/2023), члана 64. Статута Машинског факултета – пречишћени текст (број 1136/4 од 28.06.2021. године), Одлуке о изменама и допунама Статута број 239/6 од 17.02.2023. године и члана 38. Правилника о докторским студијама на Универзитету у Београду - Машинском факултету, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 19.06.2025. године донело је:

ОДЛУКУ

о прихватању Извештаја Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације

Прихвата се Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата **Петра Бабића**, маг. инж. маш. под насловом **„Развој математичког модела за прорачун потребне количине ваздуха за хлађење гасних турбина“**.

Извештај је поднела Комисија у саставу: др Драган Туцаковић, ред. проф., др Александар Ћоћић, ред. проф., др Неџад Рудоња, ванр.проф., др Срђан Милић, доц. и др Здравко Миловановић, ред. проф., Машински факултет, Универзитет у Бањој Луци.

За ментора докторске дисертације именује се др Милан Петровић, ред. проф.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду, кандидату, ментору и архиви Факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Владимир Поповић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Извештај о научној заснованости теме докторске дисертације кандидата г. **Петра Бабића**,
маст. инж. маш.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Београду бр. 477/3 од 15.05.2025. год. именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме докторске дисертације кандидата г. **Петра Бабића**, маст. инж. маш. под називом **Развој математичког модела за прорачун потребне количине ваздуха за хлађење гасних турбина** под менторством проф. др Милана Петровића.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Петар Бабић је рођен 11.07.1992. године у Бањој Луци, Република Српска. Основну школу и гимназију завршио је у Бањој Луци. На Машински факултет у Београду уписао се 2011. године. Основне академске студије је завршио 2014. године са просечном оценом 9,47 (девет и 47/100). Мастер академске студије је завршио 2019. године, на модулу за Термоенергетику, са просечном оценом 9,55 (девет и 55/100). Мастер рад на тему: „Тродимензијски прорачун струјања у аксијалној гасној турбини“ код ментора, проф. др Милана Петровића, одбранио је у септембру 2019. године, са оценом 10 (десет).

Докторске студије на Машинском факултету у Београду је уписао 2019. године и положио све обавезне и изборне предмете, Истраживање и публикавање I-IV и одбранио Пројекат идеје докторске дисертације.

Запослен је на Машинском факултету Универзитета у Бањој Луци од марта 2021. на катедри за Хидро и термоенергетику. У фебруару 2024. године, изабран је у звање вишег асистента за ужу научну област Хидро и термоенергетика. Пре тога је радио годину дана у РиТЕ „Угљевик“ као машински инжењер у термоелектрани.

Као ученик гимназије освојио је Похвалу (Honourable Mention) на 42. Међународној олимпијади из физике одржаној у јулу 2011. године у Банкоку, Тајланд. Учествовао је на 41. Међународној олимпијади из физике одржаној у јулу 2010. године у Загребу, Хрватска. Освојио је прво место на Државном такмичењу из физике за ученике средњих школа Босне и Херцеговине одржаном у мају 2011. године у Брчком, БиХ. Освојио је прво место на Републичком такмичењу из физике за ученике средњих школа Републике Српске у априлу 2011. године у Бањој Луци, РС, БиХ.

Говори енглески језик.

Члан је Савеза енергетичара Републике Српске и Друштва термичара Србије.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

1.2.1. Списак положених испита

Кандидат **Петар Бабић** је уписао Докторске академске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду школске 2019/2020. године. Положио је све испите предвиђене Програмом усавршавања са просечном оценом 9,69. Приказ свих положених испита је дат у наредној табели:

Р. бр.	Назив предмета	год. студија (ЕСПБ)				оцена испита
		1. год.		2. год.		
		I	II	III	IV	
1.	Виши курс математике	5				9(девет)
2.	Нумеричке методе	5				9 (девет)
3.	ОМНИР и комуникација	5				9 (девет)
4.	Оптимизација термоенергетских постројења	5				10 (десет)
5.	Теорија граничног слоја	5				10 (десет)
6.	Истраживање и публиковање I	10				10 (десет)
7.	Одабрана поглавља из механике флуида		5			10 (десет)
8.	Режими и енергетска ефикасност термоенергетских постројења		5			10 (десет)
9.	Истраживање и публиковање II		15			10 (десет)
10.	Моделирање турбулентних струјања			5		9 (девет)
11.	Струјање у топлотним турбомашинама			5		10 (десет)
12.	Истраживање и публиковање III			20		10 (десет)
13.	Пројекат идеје докторске дисертације				30	10 (десет)

Просечна оцена 9,69 (девет и 69/100).

1.2.2. Списак објављених радова

Радови представљени на научним скуповима

1. **Babić, P.**, Petrović, M.V., *Proračun prostornog strujanja u jednostupnoj aksijalnoj gasnoj turbini*, Elektrane 2021, Beograd, 17.-18. novembar 2021.

Техничка решења

1. *Контролни прорачун надземног резервоара за ТНГ, V = 60.000 l, фаб. бр. 2.00.00017*, Катедра за Хидро и термоенергетику, Машински факултет Бања Лука, октобар 2022.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат **Петар Бабић**, студент Докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду, је завршио студије на Машинском факултету у Београду и стекао диплому мастер инжењера машинства. Током Докторских студија положио је све предвиђене испите планом докторских студија укључујући и припреме за пријаву дисертације и стекао 120 ЕСПБ бодова. Одбранио пројекат идеје за израду дисертације. Одржавао је наставу више година на Машинском факултету у Бањој Луци, објавио је рад на међународној конференцији и учествовао у изради једног техничког решења.

Кандидат је уведен у проблематику докторске дисертације припремом и полагањем предмета, израдом и презентацијом рада на међународној конференцији и учешћем у истраживачко-развојном пројекту. Тиме су се стекли формални и стварни услови за наставак рада докторској дисертацији са предложеним насловом.

2. Предмет и циљ истраживања

Прелиминарна фаза развоја гасне турбине подразумева процене радних карактеристика различитих компонената у циљу добијања прелиминарних радних карактеристика целокупног постројења. Процењене вредности морају бити довољне тачности како не би дошло до већих одступања у даљим фазама развоја. Приликом овог процеса поред осталих компонената и система потребно је предвидети и радне карактеристике система за хлађење. Систем за хлађење има задатак да обезбеди

да температура материјала не пређе максимално дозвољену вредност која гарантује тражена механичка својства и пројектовани радни век хлађених компоненти.

Повишење температуре на улазу у турбину заједно са већим степеном компресије доводи до побољшања степена корисности циклуса и повећања корисне снаге. Ово ће за последицу имати и веће топлотно оптерећење компонената турбине, због чега је потребна и већа количина ваздуха за хлађење компонената турбине. Увођење веће количине ваздуха за хлађење има негативан утицај на степен корисности процеса из два разлога. Увођењем расхладног ваздуха у струју продуката сагоревања долази до мешања које за резултат има снижавање температуре на улазу у турбину и снижавање средње температуре довођења топлоте циклусу. Поред тога, ваздух за хлађење заобилази грејну комору и процес сагоревања те му се не повећава радна способност, док се у исто време троши рад за његово сабијање. Овај утрошени рад не може у потпуности бити искоришћен у турбини с обзиром на неповратност процеса струјања. Ово јасно намеће потребу за оптимизацијом количине ваздуха за хлађење.

Модерне гасне турбине карактерише комбинована примена различитих метода хлађења компонената. Хлађење у гасним турбинама се може поделити на спољашње и унутрашње. Спољашње хлађење подразумева филмско и транспирационо хлађење. Унутрашње хлађење подразумева конвективно хлађење путем оребрених канала унутар лопатице, ударно хлађење и „пин-фин“ хлађење.

Истраживање има за циљ да се развије математички модел и одговарајући рачунарски програм за процену потребне количине ваздуха за хлађење. Развој модела подразумева моделирање физичких процеса који карактеришу наведене методе хлађења те њихово повезивање у једну целину која ће омогућити одређивање потребне количине ваздуха за хлађење. Прорачун се спроводи на основу следећих података:

- основних геометријских података (средњег пречника ступња, висине лопатица, дужине тетиве, релативног корака решетке),
- конфигурације система хлађења гасне турбине (примењених метода хлађења),
- највише дозвољене температуре материјала,
- струјних величина (тотални притисак и тотална температура продуката сагоревања на улазу у турбину, масени проток продуката сагоревања, почетна температура ваздуха за хлађење).

Као резултат прорачуна добија се:

- потребни проток ваздуха за хлађење.

Модел за прорачун треба да има флексибилну структуру у циљу омогућавања прорачуна за различите конфигурације система хлађења гасних турбина. Структура модела и одговарајући рачунарски програм морају омогућити компатибилност са већ постојећим софтверима за прорачун гасних турбина који се користе у фази развоја, као и са софтверима за праћење рада изведених постројења.

Време извршења прорачуна треба да буде довољно кратко како би се модел могао применити у току развоја гасне турбине, као и за праћење, анализу и дијагностику рада постројења у реалном времену.

Ради валидације развијених модела потребно је резултате прорачуна упоредити са експерименталним подацима на примерима гасних турбине са ваздушним хлађењем.

Развој математичких модела који описују процесе у гасним турбинама са хлађењем почиње још 50-тих година прошлог века. *Hawthorne* [1] изводи изразе за одређивање апсорбоване количине топлоте код турбинске решетке са унутрашњим каналима за хлађење и за умањење степена корисности ступња услед хлађења. *Ainley* [2] третира пренос топлоте и пад притиска ваздуха за хлађење код лопатица са унутрашњим каналима за хлађење са једним пролазом ваздуха.

Више аутора сугерише поделу развијених модела на нуладимензијске и једнодимензијске. Нуладимензијски модели подразумевају прорачун хлађења на основу промене притиска и температуре кроз турбину. Једноставност ових модела, у односу на једнодимензијске моделе који одвојено третирају статорске и роторске решетке, огледа се у чињеници да они не захтевају познавање геометрије и струјног поља унутар турбине. Карактеристичан пример модела ове врсте представља модел *El-Masri* [3] који уз претпоставку о константним вредностима особина флуида

изводи изразе за величине стања током експанзије у аналитичком облику. Модел претпоставља континуално вршење рада и увођење расхладног ваздуха са експанзијом радног тела. Ово се може схватити и као низ инфинитезимално малих експанзија праћених мешањем радног тела и ваздуха за хлађење. Код унутрашњег хлађења ваздухом претпостављено је да се ваздух за хлађење загрева док циркулише кроз зидове турбине те се тако загрејан уводи у главну струју са занемарљивом количином кретања. Расподела увођења ваздуха дата је изразом који укључује температуру гасова на месту увођења. Модел не узима у обзир умањење коефицијента прелаза топлоте са гаса на зидове услед увођења расхладног ваздуха. За разлику од претходно наведеног модела, *Traupel* [4] претпоставља пропорционално увођење расхладног ваздуха са променом притиска током експанзије у хлађеном делу турбине. Масени проток ваздуха за хлађење зависи искључиво од температуре на улазу у турбину и ова зависност се одређује емпиријски. Крај хлађеног дела турбине се утврђује на месту где се температура гасова изједначи са максимално дозвољеном температуром материјала. Модели *Consonni, Macchi* [5] и *Stecco, Facchini* [6], такође нуладимензијски, предвиђају увођење ваздуха за хлађење одједном при одређеној температури. Модел [5] уводи ваздух за хлађење на улазу у турбину, док [6] уводи ваздух при температури гасова између улазне температуре и максимално дозвољене температуре материјала.

Young и *Wilcock* [7] детаљно дефинишу формалну процедуру за одређивање потребног масеног протока расхладног ваздуха и губитака који потичу од хлађења код хлађених гасних турбина. За разлику од нуладимензијских модела хлађења, овај модел одвојено третира процесе у роторским и статорским решеткама. Модел узима у обзир и хлађење кућишта, као и дискова ротора. *Torbidoni* и *Horlock* [8] описују развијену методологију за прорачун потребне количине ваздуха за хлађење при познатој температури на улазу у турбину као и познатој почетној температури ваздуха за хлађење. Аутори су површину лопатице поделили на елементарне површине (по висини и по тетиви) за које се рачуна топлотни флуks са претпостављеним протоком ваздуха за хлађење. Потребна количина ваздуха одређује се тако што се најпре врши сумирање по висини лопатице те се итеративним поступком са граничним условом да је температура лопатице при њеном врху са спољашње стране једнака максимално дозвољеној одређује елементарни проток ваздуха, те се сумирањем по тетиви рачуна укупно потребни проток ваздуха за хлађење лопатице.

Развијени модел за процену потребне количине ваздуха за хлађење *Yin, Tiemstra* и *Rao* [9] заснован је на полу-емпиријским изразима за пренос топлоте и пад притиска. Модел укључује модуле који третирају филмско, конвективно, ударно и „pin-fin“ хлађење. Модуларна структура модела омогућује једноставно прилагођавање модела различитим конфигурацијама хлађења као и даљи развој модела путем развоја појединачних модула. Валидација модела извршена је према подацима доступним у отвореној литератури. Постоји велики број истраживања која разматрају филмско [10,11], конвективно [12], ударно [13] или „pin-fin“ хлађење [14].

Петровић и *Wiedermann* [15] развили су нови метод за прорачун струјања у аксијалним турбина са хлађеним лопатицама који узима у обзир утицај комплексних конфигурација хлађења на аеродинамичко понашање турбина.

Следи попис наведених истраживања:

1. Hawthorne, W.R. (1956). "The Thermodynamics of Cooled Turbines: Part 1—The Turbine Stage." *Journal of Fluids Engineering*.
2. Ainley, D.G. (1957). "Internal Air Cooling for Turbine Blades. A General Design study." *Aeronautical Research Council Reports and Memorandum* 3013.
3. El-Masri, M.A. (1986). "On Thermodynamics of Gas-Turbine Cycles: Part 2—A Model for Expansion in Cooled Turbines." *Trans. ASME. J. Eng. Gas Turbines Power*. January 1986; 108(1): pp. 151–159. <https://doi.org/10.1115/1.3239862>
4. Traupel, W. (1977). "Thermische Turbomaschinen: Erster Band Thermodynamisch-strömungstechnische Berechnung", pp. 496-499, Springer Berlin, Heidelberg, <https://doi.org/10.1007/978-3-642-96374-2>
5. Consonni, S., Macchi, E., (1988). "Gas Turbine Cycles Performance Evaluation", *Proc. 1988 ASME COGEN-TURBO (Montreaux, Switzerland)*, pp. 66-67. Published by ASME, New York.

6. Stecco, S.S., Facchini, B., (1988). "A Simplified Thermodynamic Analysis of Blade Cooling Effects in Combined Gas-Steam Power Plants", Proc. 1988 ASME COGEN-TURBO, pp. 299-304
7. Young, J.B., Wilcock, R.C. (2002). "Modeling the Air-Cooled Gas Turbine: Part 2—Coolant Flows and Losses." Trans. ASME. J. Turbomach. April 2002; 124(2): pp. 214–221. <https://doi.org/10.1115/1.1415038>
8. Torbidoni, L., Horlock, J.H. (2005). "A New Method to Calculate the Coolant Requirements of a High-Temperature Gas Turbine Blade." Trans ASME. J. Turbomach. January 2005; 127(1): pp. 191–199. <https://doi.org/10.1115/1.1811100>
9. Yin, F., Tiemstra, F. S., Rao, A. G. (2018). "Development of a Flexible Turbine Cooling Prediction Tool for Preliminary Design of Gas Turbines." Trans. ASME. J. Eng. Gas Turbines Power. September 2018; 140(9): 091201. <https://doi.org/10.1115/1.4039732>
10. Cho, H.H., Goldstein, R.J. (1995). "Heat (Mass) Transfer and Film Cooling Effectiveness With Injection Through Discrete Holes: Part II—On the Exposed Surface." Trans. ASME. J. Turbomach. July 1995; 117(3): 451–460. <https://doi.org/10.1115/1.2835681>
11. Yang, X., Hao, Z., Feng, Z. (2025). "Influences of Particulate Deposition on Vane Trailing-Edge Film Cooling: Adiabatic and Overall Cooling Effectiveness." Trans. ASME. J. Turbomach. September 2025; 147(9): 091012. <https://doi.org/10.1115/1.4067636>
12. Han, J.C., Chandra, P.R., Lau, S. C. (1988). "Local Heat/Mass Transfer Distributions Around Sharp 180 deg Turns in Two-Pass Smooth and Rib-Roughened Channels." Trans. ASME. J. Heat Transfer. February 1988; 110(1): pp. 91–98. <https://doi.org/10.1115/1.3250478>
13. Wang, H., Deng, Q., Feng, Z. (2024). "Heat Transfer and Flow Characteristics of Channel Impingement Cooling Structure at Leading Edge Inside Turbine Blades Using Large Eddy Simulation." Trans. ASME. J. Heat Mass Transfer. May 2024; 146(5): 053803. <https://doi.org/10.1115/1.4064706>
14. Liang, C., Rao, Y., Chen, J., Zhang, P. (2022). "Experimental and Numerical Study of the Turbulent Flow and Heat Transfer in a Wedge-Shaped Channel With Guiding Pin Fin Arrays Under Rotating Conditions." Trans. ASME. J. Turbomach. July 2022; 144(7): 071007. <https://doi.org/10.1115/1.4053488>
15. Petrovic, M. V., Wiedermann, A. (2013). "Through-Flow Analysis of Air-Cooled Gas Turbines." Trans. ASME. J. Turbomach. November 2013; 135(6): 061019. <https://doi.org/10.1115/1.4023463>

3. Полазне хипотезе

У овој докторској дисертацији полази се од следећих основних хипотеза:

- Развојем модела за прорачун потребне количине ваздуха за хлађење гасних турбина омогућује се смањење броја потребних експеримената и нумеричких симулација у фази развоја гасне турбине чиме се постиже уштеда у току фазе развоја.
- Развојем модела за прорачун потребне количине ваздуха за хлађење гасних турбина омогућује се одређивање потребне количине ваздуха за хлађење на парцијалним режимима рада и економичнији рад постројења.
- На основу апстрактног модела могуће је упоредити понашање стварне машине са резултатима прорачуна и детектовати одступање појединих параметара од очекиваних вредности.
- Претпостављене радне карактеристике система хлађења одговарају карактеристикама ових система код савремених гасних турбина.

4. Научне методе истраживања

Методе које ће се у истраживањима користити обухватају:

- моделирање термодинамичких и струјних процеса трансформације унутрашње енергије у механички рад,
- моделирање размене топлоте у компонентама гасне турбине,

- нумеричке методе решавања система диференцијалних и нелинеарних једначина,
- програмирање и развој рачунарског програма,
- валидација математичког модела на основу расположивих експерименталних података.

5. Очекивани резултати и научни допринос

Очекују се вишеструки резултати и доприноси ове дисертације, како научни, тако и практични:

- нова методологија за прорачун потребне количине ваздуха за хлађење гасних турбина која ће омогућавати прорачун различитих конфигурација система хлађења у фази развоја,
- прецизним одређивањем минимално потребне количине ваздуха за хлађење гасних турбина побољшаће се степен корисности машине,
- развијени систем ће имати и практичну примену:
 - у фази пројектовања гасних турбина за оптимизацију параметара у циљу побољшања карактеристика постројења,
 - за праћење и анализу рада код постојећих постројења. Очекује се да се применом овог модела може повећати расположивост и радни век машина.

6. План истраживања и структура рада

Планом истраживања предвиђене су следеће целине:

1. Развој модела за прорачун потребне количине ваздуха за хлађење гасних турбина.
2. Развој и тестирање рачунарског програма.
3. Демонстрација развијеног система на примеру једне гасне турбине.

Структура докторске дисертације обухвата следеће оквирне целине које ће бити обрађене:

1. Уводна разматрања и опис проблема који се истражује.
2. Приказ и дискусија постојећих математичких модела и система за прорачун.
3. Развој математичког модела и нумеричког кода.
4. Валидација математичког модела и верификација нумеричког кода.
5. Закључак о оствареним резултатима и научном доприносу докторске тезе.

7. Закључак и предлог

На основу изложеног приказа предложене теме и досадашњих активности кандидата, Комисија је дошла до следећих закључака:

Анализом пријаве теме кандидата **Петра Бабића**, маг. инж. маш., Комисија за оцену подобности и научне заснованости теме закључује да је предложена тема изузетно актуелна за израду докторске дисертације, као и да кандидат испуњава све предвиђене услове прописане Законом о високом образовању и Статутом Машинског факултета, при чему поседује истраживачке способности за рад на докторској дисертацији.

Предложена тема **Развој математичког модела за прорачун потребне количине ваздуха за хлађење гасних турбина** је актуелна с обзиром на растући значај гасних турбина у области енергетике са све већом применом обновљивих извора енергије и захтевима технологијама са брзим стартом и флексибилним погоном. Гасне турбине ће и у будућим електроенергетским системима играти једну од главних улога. Планира се примена модерних аналитичких и нумеричких метода. Предвиђени научни доприноси ће допринети унапређењу научних знања у области термоенергетике и развоју система за симулацију прелазних режима рада гасних турбина..

Кандидат, студент докторских студија **г. Петар Бабић**, маг. инж. маш., испунио је све услове предвиђене програмом ових студија за пријаву дисертације. Положио је испите који укључују и лабораторијски рад, изложио је рад на међународној конференцији, учествовао изради техничког решења. Кандидат је више година држи вежбе из предмета из области термоенергетике на Машинском факултету у Бањој Луци.

Комисија предлаже Већу докторских студија да се студенту докторских студија Машинског факултета Универзитета у Београду, **г. Петру Бабићу**, одобри израда докторске дисертације под насловом **Развој математичког модела за прорачун потребне количине ваздуха за хлађење гасних турбина**. Тема припада области **Техничке науке – машинство**, ужој научној области **Термоенергетика**. За ментора ове докторске дисертације предлаже се проф. др Милан Петровић.

Београд, јун 2025.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

проф. др Драган Туцаковић, ред. професор,
Универзитет у Београду – Машински факултет

проф. др Александар Ћоћић, ред. професор
Универзитет у Београду – Машински факултет

проф. др Неџад Рудоња, в. професор
Универзитет у Београду – Машински факултет

доц. др Срђан Милић, доцент
Универзитет у Београду – Машински факултет

проф. др Здравко Миловановић, ред. професор
Машински факултет, Универзитет у Бањој Луци.