

Образац 3.

Факултет ТЕХНОЛОШКО-
МЕТАЛУРШКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

2026 - 35/286

Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

9. 7. 2026.

(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:

**Термодинамичко моделовање и оптимизација процеса плазма гасификације одабраних
угљеничних отпадних сировина**

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Технолошко инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Јована (Душко) Анђелковић

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

Универзитет у Београду,

Технолошко-металуршки факултет, Металуршко инжењерство, мастер инжењер металургије

3. Година завршетка претходног нивоа студија: 2021.

4. Година уписа на докторске студије: 2021.
-

5. Назив студијског програма докторских студија:

Хемијско инжењерство

6. Датум подношења пријаве теме докторске дисертације:

11. 6. 2026.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

за кандидата **Јована (Душко) Анђелковић**

Име и презиме ментора: **др Мирјана Кијевчанин**

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

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Miladinović, A., Stajić-Trošić, J., **Kijevčanin, M.**, Stijepović, V., Alnouri, S. Y., Stijepović, M., Performance estimation of a steam-turbine driven multistage compressor system, Case Studies in Thermal Engineering, vol. 74, p. 106764, (2025), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.csite.2025.106764> IF = 6.4.
2. Cvetković, S.M., Radoičić, T.K., Novaković, J.G., Kovačević, V., Lopičić, Z.R., Adamović, V., **Kijevčanin, M.L.**, Renewable hydrogen production perspective in Serbia via biogas generated from food processing wastewaters, Journal of Cleaner Production, 363 (2022) 132142, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132142> , IF= 11.072.
3. Miladinović, A., Grujić, A. S., **Kijevčanin, M.**, Stijepović, V., Alnouri, S. Y., Stijepović, M., Towards zero carbon emissions: Electrification and decarbonization of an ethylene Plant's utility system, Computers & Chemical Engineering, vol. 198, p. 109117, (2025), DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2025.109117> IF=4.0)
4. Jovanović, J.D., Grozdanić, N.D., Radović, I.R., **Lj. Kijevčanin, M.**, A new group contribution model for prediction liquid hydrocarbon viscosity based on free-volume theory, Journal of Molecular Liquids 376 (2023) 121452. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2023.121452>, IF= 6.000
5. Škobalj, P., **Kijevčanin, M.**, Afgan, N., Jovanović, M., Turanjanin, V., Vučićević, B., Multi-criteria sustainability analysis of thermal power plant Kolubara-A Unit 2, Energy, 125 (2017) 837-847, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.02.027>, IF= 4.968.

ДЕКАНКА ФАКУЛТЕТА

Проф. др Мирјана Кијевчанин

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ 2:

за кандидата **Јована (Душко) Анђелковић**

Име и презиме ментора: **др Дејан Цветиновић**

Звање: виши научни сарадник Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Cvetinović, D.**, Erić, A., Mladenović, M., Buha-Marković, J., & Janković, B. (2024). Thermal plasma gasification of sewage sludge: Optimisation of operating parameters and economic evaluation. *Energy Conversion and Management*, 313, 118639. ISSN: 0196-8904. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.118639>. IF = 10.9.
2. **Cvetinović, D.**, Erić, A., Cvetković, S., Komatina, M., Manić, N., & Janković, B. (2025). Performance assessment and techno-economic analysis of the thermal plasma gasification of biomass using air and steam as gasification medium. *Applied Thermal Engineering*, 276, 126940. ISSN: 1359-4311. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2025.126940>. IF = 6.9.
3. Erić, A., **Cvetinović, D.**, Milutinović, N., Škobalj, P., & Bakić, V. (2022). Combined parametric modelling of biomass devolatilisation process. *Renewable Energy*, 193, 13–22. ISSN: 0960-1481. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.04.129>. IF = 8.7.
4. Perendija, J., Cvetković, S., Manić, N., Andrejić, G., Vukašinović, I., **Cvetinović, D.**, & Janković, B. (2024). A comparative study on the slow pyrolysis of *Miscanthus* (*Miscanthus × giganteus*) cultivated on agricultural and contaminated soils: Assessment of distribution of final products. *Industrial Crops and Products*. ISSN: 0926-6690. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.119452>. IF = 5.6.
5. Cvetković, S., Perendija, J., Dželetović, Ž., Janković, M., Janković, B., Grbović Novaković, J., & **Cvetinović, D.** (2025). Harvesting renewable hydrogen from an energy crop in Serbia: Quantifying the energy saving potential, possible utilization, and environmental benefits. *Energy*, 335, 138266. ISSN: 0360-5442. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.138266>. IF = 9.0.

ДЕКАНКА ФАКУЛТЕТА

Проф. др Мирјана Кијевчанин

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 9. 7. 2026. 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 9. 7. 2026. године, донета је

О Д Л У К А

о прихватању Извештаја Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације и одређивању ментора

Прихвата се Извештај Комисије о научној заснованости теме за израду докторске дисертације кандидата **Јоване Анђелковић**, број индекса 2021/4032, под називом: **„Термодинамичко моделовање и оптимизација процеса плазма гасификације одабраних угљеничних отпадних сировина”**.

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

За менторе се одређују др Мирјана Кијевчанин, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет и др Дејан Цветиновић, виши научни сарадник Универзитета у Београду, Институт за нуклеарне науке „Винча“, Институт од националног значаја за Републику Србију.

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

Д Е К А Н К А

Проф. др Мирјана Кијевчанин

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај о оцени научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Јоване Анђелковић, маг. инж. металургије

Одлуком бр.2026-35/211 од 11 јуна 2026, именовани смо за чланове Комисије за оцenu научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Јоване Анђелковић, маг. инж. металургије, под насловом “Термодинамичко моделовање и оптимизација процеса плазма гасификације одабраних угљеничних отпадних сировина”.

На основу материјала приложеног уз пријаву теме кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Јована Анђелковић рођена је 11 фебруара 1995. године у Београду, где је завршила основну школу и Тринаесту београдску гимназију. Основне академске студије уписала је 2014. године на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, на студијском програму Хемијско инжењерство – Хемијско процесно инжењерство. Дипломирала је 2020. године са просечном оценом током студија 8,18. Завршни рад на основним академским студијама под називом “Анализа процеса сагоревања отпада у циљу добијања енергије” под менторством проф. др Мирјане Кијевчанин одбранила је оценом 10. Мастер академске студије уписала је 2020. године на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, на студијском програму Металуршко инжењерство. Мастер рад под називом “Могућност примене отпада као горива у индустрији гвожђа и челика” одбранила је 2021. године под менторством проф. др Татјане Волков-Хусовић оценом 10. Мастер академске студије завршила је са просечном оценом 9,63.

Кандидаткиња је докторске академске студије уписала 2021. године на Технолошко-металуршком факултету Универзитета у Београду, на студијском програму Хемијско инжењерство.

У новембру 2021. Јована Анђелковић је стекла звање истраживач приправник. Од јануара 2022. године запослена је у Институту за нуклеарне науке “Винча”. Учествоје у активностима везаним за истраживачку тему “Развој еколошки и енергетски прихватљивих технологија за пиролизу, гасификацију, уништавање и топљење опасног, неопасног отпада, биомасе и њихових мешавина у нискотемпературној плазми водене паре и ваздуха” под руководством др Дејана Цветиновића, вишег научног сарадника.

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

У оквиру докторских студија кандидаткиња је положила све испите предвиђене наставним планом и програмом докторских академских студија, са просечном оценом 9,91, и успешно одбранила завршни испит са оценом 10.

Списак положених испита приказан је у табели:

Редни број	Предмет	Оцена	ЕСПБ
1	Аналогије феномена преноса	10 (десет)	5
2	Хемијска кинетика	9 (девет)	5
3	Одбрана поглавља нумеричке анализе	10 (десет)	5
4	Виши курс термодинамике	10 (десет)	5
5	Пренос топлоте и енергетска интеграција	10 (десет)	5
6	Теорија процеса сагоревања	10 (десет)	6
7	Електрохемијски и алтернативни извори електричне енергије	10 (десет)	5
8	Специјална поглавља преноса топлоте	10 (десет)	4
9	Биомаса као извор енергије	10 (десет)	4
10	Воде у термоенергетици	10 (десет)	6
11	Завршни испит	10 (десет)	30

У Институту за нуклеарне науке “Винча“ где је кандидаткиња запослена, научни и истраживачки интереси обухватају термодинамичко моделовање хемијски реагујућих система. Истраживачки рад кандидаткиње усмерен је ка развоју, валидацији и примени нумеричког модела процеса плазма гасификације одабраних угљеничних отпадних сировина. У оквиру предложене теме докторске дисертације, кандидаткиња ће користити знања из области термодинамике, хемијске равнотеже, термохемијских процеса, гасификације и нумеричког моделовања.

У досадашњем научно-истраживачком раду, аутор је и коаутор више научних радова објављених у часописима међународног значаја (катеорије M21a+, M21, M22), као и коаутор једног новог техничког решења примењеног на националном нивоу (катеорије M82). Учествовала је на неколико међународних конференција, из којих су проистекла саопштења са међународног скупа штампана у целини (катеорије M33).

Списак објављених научних и стручних радова

Категорија M21a+

1. D. Cvetinović, N. Milutinović, A. Erić, P. Škobalj, J. Anđelković, V. Bakić, Optimisation of the operating parameters of a thermal plasma system for the conversion of waste containing polychlorinated biphenyls by thermodynamic modelling, Energy Conversion and Management, Vol. 292 (2023), pp. 117358, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2023.117358> (IF 2023=9.8, ISSN: 0196-8904)
2. D. Cvetinović, A. Erić, N. Četenović, J. Anđelković, M. Jovanović, V. Bakić, Evaluation of economic feasibility of hydrogen production by steam pyrolysis of natural gas in a thermal plasma reactor, Energy Conversion and Management, Vol. 336 (2025), pp. 119890, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2025.119890> (IF 2024=10.2, ISSN: 0196-8904)
3. A. Erić, D. Cvetinović, J. Anđelković, V. Bakić, M. Jovanović, Techno-economic evaluation and sensitivity analysis of sewage sludge–sorghum co-gasification in an air plasma, Energy Conversion and Management, Vol. 357 (2026), pp. 121430, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2026.121430> (IF 2024=10.2, ISSN: 0196-8904)

Категорија M21

4. D. Cvetinović, A. Erić, N. Milutinović, N. Petrov, J. Anđelković, V. Bakić, Thermodynamic equilibrium modeling of biomass gasification: Effects of operating conditions on gasifier performance, Journal of King

Saud University – Science (2024), pp. 103370, <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2024.103370> (IF 2024=3.7, ISSN:1018-3647)

Категорија M22

5. D. Cvetinović, N. Četenović, A. Erić, J. Anđelković, Đ. Čantrak, Transient modeling of impinging heat transfer from an acoustically modulated turbulent air jet to a normally positioned flat surface, Thermal Science, Vol. 29, No. 1, Part B (2025), pp. 767-780, <https://doi.org/10.2298/tsci2501767c> (IF 2024=1.0, ISSN: 0354-9836)

6. D. Cvetinović, A. Erić, J. Anđelković, N. Četenović, M. Jovanović, V. Bakić, Economic Viability of hydrogen production via plasma thermal degradation of natural gas, Processes, Vol. 13, No. 6 (2025), pp. 1888, <https://doi.org/10.3390/pr13061888> (IF 2024=3.1, ISSN:2227-9717)

7. J. Anđelković, D. Cvetinović, A. Erić, N. Milutinović, M. Kijevčanin, Thermodynamic equilibrium modeling of the thermal plasma gasification using Aspen Plus, Thermal Science Online-First Issue 00 (2026), pp. 28-28, <https://doi.org/10.2298/TSCI251218028A> (IF 2024=1.0, ISSN:0354-9836)

Категорија M33

8. J. Anđelković, D. Cvetinović, P. Škobalj, A. Erić, N. Živković, Hazardous waste management and suitable waste-to-energy conversion technologies in the Republic of Serbia, International Conference “Power Plants 2021”, November 17th-18th, Belgrade, Serbia, pp. 297-310, ISBN: 987-86-7877-030-2

9. J. Anđelković, D. Cvetinović, A. Erić, N. Milutinović, M. Kijevčanin, Aspen Plus Thermodynamic Equilibrium Modeling of the Thermal Plasma Gasification Process, International Conference “IEEP 2022”, November 8th-9th, Belgrade, Serbia, pp. 410-423, ISBN: 978-86-7877-030-2

10. N. Milutinović, A. Erić, D. Cvetinović, N. Živković, J. Anđelković, A thermodynamic analysis of the process of hydrogen production by natural gas decomposition in the low-temperature thermal plasma reactor, International Conference “IEEP 2022”, November 8th-9th, Belgrade, Serbia, pp. 331-345, ISBN: 978-86-7877-030-2

11. D. Cvetinović, A. Erić, N. Živković, J. Anđelković, P. Škobalj, G. Belov, Effectiveness and economy of hydrogen production by natural gas decomposition in the thermal plasma, The 18th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environmental Systems (SDEWES), September 24th-29th 2023, Dubrovnik, Croatia

12. N. Četenović, Đ. Čantrak, A. Erić, J. Anđelković, D. Cvetinović, Numerical investigation of impinging heat transfer from acoustically modulated turbulent air jet to flat surface positioned normally to jet axis, International Conference “Industrial Energy and Environmental Protection in Southeast Europe – IEEP 2024”, May 29th-31st, Belgrade, Serbia, ISSN: 3042-1403

13. D. Cvetinović, A. Erić, J. Anđelković, M. Jovanović, V. Bakić, B. Janković, Estimation of gasifier performance for biomass gasification by mathematical modelling, 19th SDEWES Conference, Roma, Italy, September 8th-12th 2024, ISSN: 2706-3690

14. J. Anđelković, A. Erić, N. Četenović, N. Živković, D. Cvetinović, Ecological and energetic optimization of the operating parameters of the process of thermal plasma gasification of sewage sludge, The 21st International Conference on Thermal Science and Engineering of Serbia “SimTerm 2024”, October 22nd-25th 2024, Niš, Serbia, ISBN: 978-86-6055-191-9

15. J. Anđelković, A. Erić, D. Cvetinović, N. Četenović, V. Bakić, M. Jovanović, Thermodynamic assessment of the possibilities of co-gasification of sewage sludge and sorghum, The 20th SDEWES Conference, Dubrovnik, Croatia, ISSN: 2706-3690

Категорија M82

16. A. Erić, D. Cvetinović, P. Škobalj, N. Živković, N. Milutinović, J. Anđelković, Metoda određivanja godišnjeg stepena korisnosti kogeneracionog postrojenja sa gasnim motorom, Institut za nuklearne nauke Vinča, Institut od nacionalnog značaja za republiku Srbiju, Univerzitet u Beogradu, 2024, TR 0309-033/2023

1.3. Оцена оспособљености кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег рада и постигнутих резултата током докторских студија, комисија оцењује да је Јована Анђелковић располаже одговарајућом основом за самосталан рад на предложеној теми докторске дисертације, која обухвата термодинамичко моделовање, анализу и оптимизацију процеса плазма гасификације. У току досадашњег рада, показала је велику одговорност, педантност и самосталност у реализацији истраживања, као и обради добијених резултата. У области истраживања предложене теме, резултати се огледају кроз више објављених радова и саопштења међународног и националног карактера (M21a+, M21, M22, M33, M82). Комисија из свега наведеног сматра да Јована Анђелковић испуњава услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања предложене докторске дисертације је развој, валидација и примена нумеричког модела процеса плазма гасификације одабраних угљеничних отпадних сировина, са циљем одређивања утицаја кључних процесних параметара на равнотежни састав продуката, доњу топлотну моћ синтезног гаса, степен конверзије угљеника, енергетску ефикасност и специфичну потрошњу енергије. Истраживање ће бити засновано на термодинамичком моделовању хемијски реагујућег система, пре свега применом принципа минимума Гибсове слободне енергије, уз могућност укључивања изабраних кинетичких или полу-емпиријских корекција уколико се током валидације покаже да је то неопходно за адекватан опис реалног процеса.

Основни циљ истраживања је формирање поузданог моделског оквира за анализу и оптимизацију процеса плазма гасификације одабраних угљеничних отпадних сировина. Развијени модел би требало да омогући предвиђање састава сувог синтезног гаса, процену енергетских показатеља процеса и идентификацију радних услова при којима се постиже повољан однос између квалитета синтезног гаса и утrophка електричне енергије за рад плазма извора.

Посебни циљеви истраживања су:

- систематизација постојећих сазнања о плазма гасификацији угљеничних отпадних материјала, са посебним освртом на термодинамичко моделовање, равнотежне прорачуне и процесну оптимизацију;
- дефинисање састава и својстава одабраних отпадних сировина на основу техничке и елементарне анализе, укључујући садржај влаге, пепела, испарљивих материја, фиксног угљеника и елемената C, H, O, N, S и Cl, у складу са расположивим подацима;
- развој математичког и нумеричког модела за одређивање равнотежног састава продуката плазма гасификације у функцији температуре, притиска, врсте гасификационог медијума и односа медијум/сировина;
- анализа утицаја температуре, удела водене паре, ваздуха или другог гасификационог медијума, садржаја влаге и састава сировине на удео H_2 , CO, CO_2 , CH_4 и других релевантних компоненти у синтезном гасу;
- процена доње топлотне моћи синтезног гаса, хладне гасне ефикасности, степена конверзије угљеника и специфичне потрошње енергије као основних показатеља процесних перформанси;
- валидација модела поређењем са доступним литературним и, уколико је применљиво, експерименталним подацима;

- дефинисање оптималних радних режима за одабране сировине и формулисање препорука за даљи развој и скалирање процеса плазма гасификације.

Посебну вредност предложеног истраживања представља могућност коришћења новог истраживачко-демонстрационог постројења за плазма гасификацију, које је намењено испитивању термохемијске конверзије различитих отпадних сировина и производњи синтезног гаса у условима термалне плазме. Наведено постројење може омогућити да се део резултата нумеричког моделовања провери на реалном процесном систему, кроз анализу утицаја састава сировине, радног режима плазма извора, гасификационог медијума и температурних услова на састав и енергетску вредност добијеног синтезног гаса. На тај начин дисертација ће повезати термодинамичко моделовање, процесну оптимизацију и експерименталну проверу на истраживачкој инфраструктури релевантној за развој и скалирање технологија плазма гасификације.

Релевантни библиографски извори, повезани са предметом истраживања ове докторске дисертације, који уједно представљају полазну основу за даљи ток истраживања су следећи:

1. I. Janajreh, S. Shabbar Raza, A. Snaer Valmundsson, *Plasma gasification process: Modeling, simulation and comparison with conventional air gasification*, Energy Conversion and Management, Vol. 65 (2013), pp. 801-809, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2012.03.010>
2. J. Favas, E. Monteiro, A. Rouboa, *Hydrogen production using plasma gasification with steam injection*, International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 42, Issue 16 (2017), pp. 10997-11005, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.03.109>
3. S. Ferreira, E. Monteiro, P. Brito, C. Vilarinho, *A holistic review on biomass gasification modified equilibrium models*, Energies, Vol. 12, Issue 1 (2019), <https://doi.org/10.3390/en12010160>
4. R. Tavares, A. Ramos, A. Rouboa, *A theoretical study on municipal solid waste plasma gasification*, Waste Management, Vol. 90 (2019), <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.03.051>
5. N. Indrawan, S. Mohammad, A. Kumar, R. L. Huhnke, *Modeling low temperature plasma gasification of municipal solid waste*, Environmental Technology & Innovation, Vol. 15 (2019), pp. 100412, <https://doi.org/10.1016/j.eti.2019.100412>
6. V. Sikawae, M. Hrabovsky, G. Van Oost, M. Pohorelý, M. Jeremiáš, *Progress in waste utilization via thermal plasma*, Progress in Energy and Combustion Science, Vol. 81 (2020), <https://doi.org/10.1016/j.peccs.2020.100873>
7. A. Tungalag, B. Lee, M. Yadav, O. Akande, *Yield prediction of MSW gasification including minor species through Aspen Plus simulation*, Energy, Vol. 198 (2020), pp. 117296, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117296>
8. O. C. Mutlu, T. Zeng, *Challenges and opportunities of modeling biomass gasification in Aspen Plus: A review*, Chemical Engineering & Technology, Vol. 43, Issue 9 (2020), pp. 1674-1689, <https://doi.org/10.1002/ceat.202000068>
9. M. Oliveira, A. Ramos, T. M. Ismail, E. Monteiro, A. Rouboa, *A review on plasma gasification of solid residues: Recent advances and developments*, Energies, Vol. 15, Issue 4 (2022), <https://doi.org/10.3390/en15041475>
10. M. Ajorloo, M. Ghodrat, J. Scott, V. Strezov, *Recent advances in thermodynamic analysis of biomass gasification: A review on numerical modelling and simulation*, Journal of the Energy Institute, Vol. 102 (2022), pp. 395-419, <https://doi.org/10.1016/j.joei.2022.05.003>
11. P. Pitrez, E. Monteiro, A. Rouboa, *Numerical analysis of plasma gasification of hazardous waste using Aspen Plus*, Energy Reports, Vol. 9 (2023), pp. 418-426, <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.05.262>
12. A. Okati, M. Reza Khani, B. Shorki, E. Monteiro, A. Rouboa, *Parametric studies over a plasma co-gasification process of biomass and coal through a restricted model in Aspen Plus*, Fuel, Vol. 331, Part 2 (2023), pp. 125952, <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.125952>
13. D. Cvetinović, A. Erić, M. Mladenović, J. Buha-Marković, B. Janković, *Thermal plasma gasification of sewage sludge: Optimisation of operating parameters and economic evaluation*, Energy Conversion and Management, Vol. 313 (2024), pp. 118639, <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.118639>

14. D. Cvetinović, A. Erić, S. Cvetković, M. Komatina, N. Manić, B. Janković, *Performance assessment and techno-economic analysis of the thermal plasma gasification of biomass using air and steam as gasification medium*, Applied Thermal Engineering, Vol. 276 (2025), <https://10.1016/j.applthermaleng.2025.126940>

3. Полазне хипотезе

Полазне хипотезе предложене докторске дисертације су следеће:

- Равнотежни термодинамички модел заснован на минимизацији Гибсове слободне енергије може са задовољавајућом тачношћу да предвиди доминантне компоненте синтезног гаса насталог плазма гасификацијом одабраних угљеничних отпадних сировина.
- Повећање температуре реакционе зоне изнад критичног опсега доводи до повећања степена конверзије угљеника и смањења удела сложених угљоводоника и катранских прекурсора у продуктима гасификације.
- Примена водене паре као гасификационог медијума, у односу на ваздух, доводи до повећања удела H_2 и CO у сувом синтезном гасу, али оптимални однос водена пара/сировина зависи од елементарног састава, садржаја влаге и енергетске вредности полазне сировине.
- Постоји оптимални опсег односа гасификационог медијума према сировини и специфичног уноса енергије у коме се постиже максимална енергетска вредност синтезног гаса уз прихватљиву потрошњу електричне енергије за рад плазма извора.
- Разлике у елементарном саставу, садржају влаге, уделу пепела и структури органске материје код различитих токова отпада доводе до значајних разлика у саставу синтезног гаса, доњој топлотној моћи, хладној гасној ефикасности и степену конверзије угљеника.
- Комбиновањем термодинамичке анализе, параметарског моделовања и валидације на основу литературних и/или експерименталних података могуће је формирати моделски оквир применљив за прелиминарно пројектовање, поређење и оптимизацију процеса плазма гасификације различитих угљеничних отпадних сировина.

4. Научне методе истраживања

У оквиру израде докторске дисертације биће примењене теоријске, нумеричке, аналитичке и експерименталне методе истраживања. Методологија ће бити постављена тако да обезбеди јасну везу између састава улазне сировине, процесних услова, састава продуката и енергетских показатеља процеса.

Биће спроведена систематична анализа релевантне научне литературе из области плазма технологије, гасификације, термохемијске конверзије отпада, равнотежног термодинамичког моделовања, хемијске кинетике и процесне оптимизације. Посебна пажња биће посвећена радовима који приказују експерименталне резултате плазма гасификације и радовима у којима су развијени модели засновани на минимизацији Гибсове слободне енергије, материјалним и енергетским билансима и емпиријским корекцијама равнотежног приступа. У даљој фази истраживања дефинисаће се угљеничне отпадне сировине које ће бити предмет анализе. За сваку сировину биће формиран улазни скуп података који обухвата техничку анализу, елементарни састав, садржај влаге, садржај пепела, доњу и/или горњу топлотну моћ, као и друге релевантне параметре неопходне за прорачун материјалног и енергетског биланса. Коначни избор сировина биће заснован на научној релевантности, расположивости података и могућности поређења са литературним или експерименталним резултатима.

Такође, биће развијен математички модел процеса, чију ће основу чинити материјални и енергетски биланс реакционог система уз прорачун равнотежног састава продуката применом принципа минимума Гибсове слободне енергије. У модел ће бити укључене релевантне гасовите компоненте, пре свега H_2 , CO , CO_2 , CH_4 , H_2O , N_2 и друге компоненте чије је присуство значајно у зависности од

састава сировине, као што су H_2S , NH_3 , HCN или HCl . По потреби ће бити размотрено и присуство чврстог угљеника, пепела и минералног остатка. Нумеричке симулације биће спроведене у одговарајућем софтверском окружењу погодном за решавање равнотежних хемијских система, параметарске анализе и обраду резултата. Симулацијама ће се испитивати утицај температуре, врсте гасификационог медијума, односа гасификационог медијума и сировине, садржај влаге у сировини и специфични унос енергије.

Валидација модела биће извршена поређењем резултата симулације са доступним литературним подацима и у експерименталној инсталацији која ће бити изведена као демонстрационо постројење за технологије на бази термалне плазме, са резултатима добијеним лабораторијским испитивањима. Поређење ће обухватити моларне или запреминске уделе главних компоненти синтезног гаса, доњу топлотну моћ, степен конверзије угљеника и енергетску ефикасност. Квалитет слагања биће процењен на основу релативног одступања, средње грешке или другог погодног статистичког критеријума.

Експериментална истраживања биће реализована на истраживачко-демонстрационом постројењу за плазма гасификацију. Постојење је намењено испитивању процеса термохемијске конверзије отпадних сировина у условима термалне плазме и обухвата плазма систем, реактор/гасификатор, системе за довод радних и технолошких медијума, као и пратеће јединице за третман, хлађење и анализу продуката процеса. Експериментални део обухватиће избор и припрему одабраних сировина, дефинисање радних режима, праћење температуре, протока и других релевантних процесних величина, узорковање и анализу састава синтезног гаса, као и карактеризацију чврстог остатка. Постојење ће омогућити контролисано варирање изабраних радних параметара, као што су врста и проток технолошког медијума, режим рада плазма извора, масени проток сировине и услови хлађења и третмана продуката, у складу са техничким могућностима инсталације. Добијени експериментални подаци користиће се за проверу применљивости равнотежног термодинамичког модела, калибрацију одабраних моделских претпоставки и процену граница применљивости модела у реалним условима рада.

У завршној фази биће спроведена процесна оптимизација. Критеријуми оптимизације обухватиће максимизацију удела корисних компоненти синтезног гаса, пре свега H_2 и CO , максимизацију доње топлотне моћи и хладне гасне ефикасности, као и минимизацију специфичне потрошње електричне енергије и удела непожељних компоненти. На основу резултата биће дефинисане оперативне мапе и препоручени радни режими за анализиране сировине.

Уколико динамика завршетка и пуштања у рад демонстрационог постројења ограничи обим експерименталних испитивања, валидација модела биће заснована на систематски одабраним литературним подацима и доступним резултатима лабораторијских анализа, док ће експериментално постројење бити коришћено за проверу одабраних моделских претпоставки у мери у којој то буде технички изводљиво.

5. Очекивани научни допринос

Израдом предложене докторске дисертације очекује се више значајних научних доприноса који ће представљати основу за даља истраживања у области плазма гасификације отпадних угљеничних сировина. Очекује се да ће предложена докторска дисертација дати следеће научне доприносе:

- развој и валидацију нумеричког модела за предикцију равнотежног састава продуката плазма гасификације одабраних угљеничних отпадних сировина;
- квантификацију утицаја температуре, врсте гасификационог медијума, односа медијум/сиrovина, садржаја влаге и елементарног састава сировине на састав, као и доњу топлотну моћ и енергетску ефикасност производње синтезног гаса;
- експерименталну проверу применљивости развијеног термодинамичког модела на истраживачко-демонстрационом постројењу за плазма гасификацију, чиме ће се допринети

бољем разумевању граница применљивости равнотежног приступа у опису реалних процеса термалне плазме

- дефинисање оптималних процесних режима за производњу синтезног гаса повећане енергетске вредности, уз ограничење специфичне потрошње електричне енергије и минимизацију непожељних компоненти;
- успостављање основе за упоредну анализу понашања различитих угљеничних отпадних сировина у условима плазма гасификације;
- унапређење разумевања односа између састава сировине, процесних параметара, равнотежног састава продукта и енергетских показатеља плазма гасификације;

6. План истраживања и структура рада

Истраживање у оквиру ове докторске дисертације биће спроведено кроз више међусобно повезаних фаза које обухватају систематичну анализу литературе, дефинисање улазних сировина, развој математичког и нумеричког модела, валидацију, параметарску анализу, оптимизацију процесних параметара и анализу добијених резултата, уз препоруке за даља истраживања и потенцијалну индустријску примену.

Докторска дисертација ће бити структурисана кроз следећа поглавља: *Увод, Теоријске основе плазма гасификације и равнотежног термодинамичког моделовања, Материјали и методе, Развој математичког и нумеричког модела, Експериментални део, Резултати параметарске анализе и дискусија, Оптимизација процеса и технолошка интерпретација резултата, Закључак и Литература.*

У поглављу *Увод* биће образложени значај управљања угљеничним отпадним материјалима, улога термохемијских технологија у одрживом енергетском систему и научна оправданост истраживања плазма гасификације. Биће дефинисани предмет, циљеви, хипотезе и очекивани доприноси дисертације.

У поглављу *Теоријске основе плазма гасификације и равнотежног термодинамичког моделовања* биће дат приказ досадашњих истраживања у области плазма гасификације, са посебним освртом на експерименталне резултате, моделовање процеса, утицај састава сировине и улогу гасификационог медијума. Такође, ово поглавље ће обухватити опис основних реакција гасификације, карактеристике термалне плазме, материјалне и енергетске билансе, принцип минимизације Гибсове слободне енергије и дефиниције показатеља као што су доња топлотна моћ синтезног гаса, хладна гасна ефикасност, степен конверзије угљеника и специфична потрошња енергије.

У поглављу *Материјали и методе* биће приказани избор сировина, њихове основне карактеристике, улазни подаци за модел, дефинисани процесни услови, методе прорачуна и критеријуми валидације. Уколико буде реализован експериментални део, биће описани експериментална поставка, поступак припреме узорка, методе мерења и анализа састава продукта.

Поглавље *Развој математичког и нумеричког модела* биће усмерено на формулацију претпоставки за развој модела, избор релевантних хемијских компоненти, решавање равнотежног система, имплементацију модела у софтверском окружењу и дефинисање поступка симулација. У овом поглављу ће бити извршена и валидација модела, односно биће приказано поређење резултата нумеричког модела са расположивим литературним и експерименталним подацима.

У *Експерименталном делу* биће обухваћени припрема и карактеризација одабраних угљеничних отпадних сировина релевантних за предмет истраживања. За припремљене узорке биће одређен скуп кључних својстава неопходних за формирање улазних података за нумеричку анализу и упоредно разматрање одабраних сировина.

Поглавље *Резултати параметарске анализе и дискусија* обухватиће анализу утицаја кључних процесних параметара на састав синтезног гаса и енергетске показатеље. Резултати ће бити интерпретирани у контексту хемијске равнотеже, реакционих механизма и процесно-инжењерских ограничења.

У поглављу *Оптимизација процеса* биће дефинисани оптимални радни режими за одабране сировине, уз поређење различитих критеријума оптимизације и анализу компромиса између квалитета синтезног гаса, енергетске ефикасности и специфичне потрошње електричне енергије.

У *Закључку* ће бити сумирани најважнији резултати и дате препоруке за даља истраживања, експерименталну проверу и могућу индустријску примену.

У поглављу *Литература* биће наведена релевантна стручна литература која се користила током истраживања, укључујући и радове који су проистекли из научноистраживачког рада у оквиру израде ове докторске дисертације.

7. Закључак и предлог

На основу података о досадашњем раду и постигнутим резултатима, Комисија сматра да кандидаткиња Јована Анђелковић, мастер инжењер металургије, испуњава све потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације. Такође, на основу наведених података, Комисија сматра да је предложена тема докторске дисертације Јоване Анђелковић под називом “Термодинамичко моделовање и оптимизација процеса плазма гасификације одабраних угљеничних отпадних сировина” научно заснована и да ће резултати овог рада представљати значајан научни допринос научној области хемијског инжењерства. Комисија предлаже Наставно-научном већу Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду да кандидаткињи Јовани Анђелковић одобри израду докторске дисертације под наведеним насловом.

Такође, Комисија предлаже да се упути захтев Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације. Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство, ужа научна област Хемијско инжењерство, за коју је Технолошко-металуршки факултет Универзитета у Београду матична установа. За менторе се предлажу др Мирјана Кијевчанин, редовни професор Технолошко–металуршког факултета Универзитета у Београду и др Дејан Цветиновић, виши научни сарадник Института за нуклеарне науке “Винча“ Универзитета у Београду.

У Београду,
30. јун 2026. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Мирјана Кијевчанин, редовни професор
Универзитет у Београду, Технолошко–металуршки факултет

Др Ивона Радовић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технолошко–металуршки факултет

Др Мирко Стијеповић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технолошко–металуршки факултет

Др Дејан Цветиновић, виши научни сарадник
Институт за нуклеарне науке “Винча”,
Институт од националног значаја за Републику Србију

Др Александар Ерић, научни саветник
Институт за нуклеарне науке “Винча”,
Институт од националног значаја за Републику Србију