

Факултет ТЕХНОЛОШКО-
МЕТАЛУРШКИ

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

35/281

Веће научних области техничких наука

(Број захтева)

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

5.12.2022.

(Датум)

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:

**Дубока десулфуризација минералног изолационог уља адсорптивним поступком
применом модификоване алумине инкорпорираним јонима метала**

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: ТЕХНОЛОШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Дејан (Миодраг) Коларски

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

Универзитет у Београду,

Технолошко-металуршки факултет, Мастер студије, Мастер инжењер технологије

3. Година завршетка
претходног нивоа студија: 2018.

4. Година уписа на докторске студије: 2019.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Хемијско инжењерство

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ :

Име и презиме ментора: др Сандра Глишић

Звање: доцент

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. J.M.Lukić, D.Nikolić, V.Mandić, **S.B.Glišić**, D.Antonović, A.M.Orlović, „*Removal of sulfur compounds from mineral insulating oils by extractive refining with N-methyl-2-pyrrolidone*“, Industrial and Engineering Chemistry Research, 51, 12 (2012) 4472-4477. ISSN:0888-5885 (DOI: [10.1021/ie300450e](https://doi.org/10.1021/ie300450e)) IF(2012)=2.237 (Engineering, Chemical 30/133)
2. **Sandra B. Glisic**, Aleksandar M. Orlovic, „*Modelling of non-catalytic biodiesel synthesis under sub and supercritical conditions: The influence of phase distribution*“, The Journal of Supercritical Fluids, 65 (2012) 61-70. ISSN:0896-8446 (doi: [10.1016/j.supflu.2012.02.025](https://doi.org/10.1016/j.supflu.2012.02.025)) IF(2012)=2.986 (Engineering, Chemical 12/135)
3. Ivana M. Mijatović, **Sandra B. Glisic**, Aleksandar M. Orlović "Modeling of catalytic reactor for hydrotreating of straight-run gas oil blended with FCC naphtha and light cycle oil: The influence of vapor-liquid equilibrium", Industrial and Engineering Chemistry Research, 53 (49) (2014) 19104–19116. DOI: [10.1021/ie503188p](https://doi.org/10.1021/ie503188p), IF(2014)=2.587 (Engineering, Chemical 27/135) ISSN: 0888-5885.
4. **Sandra B. Glisic**, Jelena M. Pajnik, Aleksandar M. Orlovic, "Process and techno-economic analysis of green diesel production from waste vegetable oil and the comparison with ester type biodiesel production", Applied Energy 170 (2016) 176–185. (doi:[10.1016/j.apenergy.2016.02.102](https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.02.102)) IF(2016)=5.613 (Engineering, Chemical 6/135).
5. D. Prokić Vidojević, **S. Glišić**, J. Krstić, A. Orlović, Aerogel Re/Pd-TiO₂/SiO₂ and Co/Mo-Al₂O₃/SiO₂ catalysts for hydrodesulphurization of dibenzothiophene and 4,6-dimethyldibenzothiophene, Catalysis Today, Volume 378, 15 October 2021, Pages 10-23, <https://doi.org/10.1016/j.cattod.2020.11.022>. IF=6,766 Chemistry, Applied (10/74) Engineering, Chemical (19/143)

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Проф.дрПетарУскоковћ

- 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

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.43. Правилника о докторским студијама ТМФ-а на седници Наставно-научног већа Технолошко-металуршког факултета од 22.11.2022. 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 **Дејана Коларског**, број индекса 4025/2019, под називом: „**Дубока десулфуризација минералног изолационог уља адсорптивним поступком применом модификоване алумине инкорпорираним јонима метала**“.

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

За ментора се одређују др Сандра Глишић, доцент 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

Проф. др Петар Ускоковић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **Дејана Коларског**, дипл. инж. техн., број индекса 4025/2019, за израду докторске дисертације.

Одлуком бр. 35/204 од 28.08.2022. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Дејана Коларског**, дипл. инж. за израду докторске дисертације и научне заснованости теме под насловом **„Дубока десулфуризација минералног изолационог уља адсорптивним поступком применом модификоване алумине инкорпорираним јонима метала“**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Кандидат **Дејан Коларски**, дипл. инж. техн. рођен је 24. децембра 1993. године у Панчеву. По завршетку средње школе, школске 2012. године започиње основне академске студије на Технолошко-металуршком факултету на смеру Хемијско инжењерство – Органска хемијска технологија. Основне академске студије завршава у септембру 2018. године, са просечном оценом 7,96. По завршетку основних студија, уписује мастер студије на Технолошко-металуршком факултету на смеру Хемијско инжењерство које завршава у септембру 2019. године. Од 2020. године запослен је на Електротехничком институту 'Никола Тесла' у Београду, у склопу специјализоване Лабораторије за испитивање минералних изолационих уља и папира. Почетком школске године 2019/2020. започиње школовање на докторским академским студијама, студијски програм Хемијско инжењерство.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Дејан Коларски, дипл. инж. техн. се током вршења дужности у Електротехничком институту Никола Тесла бави истраживањем из области деривата нафте, десулфуризације минералног изолационог уља истраживачког задатка Лабораторије за испитивање

изолационог уља и папира. Одлуком научног већа Електротехничког института, Дејан је 2019. године изабран у звање истраживач приправник.

Област научно-истраживачког рада током докторских студија Дејана Коларског обухвата синтезу, карактеризацију и испитивање адсорбената за реакције десулфуризације бензотиофена и супституисаних дибензотиофена из минералног изолационог уља.

У оквиру докторских студија положио је све испите предвиђене студијским планом и програмом са просечном оценом 8,45, завршни испит је одбранио са оценом 10.

Положени испити и остварени бодови у оквиру докторских студија:

Р. бр.	Предмет	ЕСПБ	Оцена
1.	Математичка обрада експерименталних података	5	6
2.	Хетерогена катализа	4	10
3.	Хемијска кинетика	5	7
4.	Аналогије феномена преноса	5	6
5.	Одабрана поглавља инструменталне анализе	7	9
6.	Увећање размере процеса	4	7
7.	Одабрана поглавља пројектовања процеса у хемијској индустрији	5	9
8.	Пренос топлоте и енергетска интеграција	5	9
9.	Течна хроматографија-масена спектрометрија	5	10
10.	Хемијска термодинамика	5	10
11.	Енглески језик	-	10
12.	Завршни испит	30	10
	Укупно	80	8,45
	Просечна оцена		

Дејан Коларски је до сада објавио један раду у часопису Зборник радова Електротехнички институт Никола Тесла категорије М53, и био коаутор на раду објављеном у IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation категорије М22.

Радови објављени у истакнутом међународном часопису М22

J. Jankovic, J. Lukic, J. Planojevic, **D. Kolarski**, D. Janackovic, *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, **29** (2022) 54 <https://doi.org/10.1109/TDEI.2022.3148479>

Радови објављени у научном часопису националног значаја М53

D. Kolarski, J. Janković, D. Mihajlović, N. Kovačević, J. Lukić, *Zbornik radova, Elektrotehnički institut Nikola Tesla*, **31** (2021) 113 <https://doi.org/10.5937/zeint31-34696>

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу досадашњег научно-истраживачког рада током докторских студија, Дејан Коларски, дипл. инж. показао је склоност и способност за бављење научно-истраживачким радом који припада научној области Технолошког инжењерства, ужа научна област хемијско инжењерство. На основу досадашње сарадње са кандидатом, комисија сматра да испуњава све потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Строги еколошки прописи и регулативе интензивирају производњу течних нафтних деривата са ултра ниским садржајем сумпора што представља значајан изазов за рафинерије широм света. Тренутно, у рафинеријама се уклањање сумпорних једињења током прераде нафте реализује процесом хидродесулфуризације (ХДС), међутим ХДС је скуп поступак јер се током процеса примењују високе температуре, водоник под високим притиском и скупи катализатори, такође, услед стерног положаја атома сумпора у комплексним молекулима овим поступком није могуће у потпуности уклонити сва сумпорна једињења и тиме добити крајње производе чији садржај сумпорних једињења не прелази 10 mg/kg. [1]

Проблеми настају са бензотиофенима, посебно са супституисаним дериватима дибензотиофена а нарочито за 4-метилдибензотиофеном (4-МДБТ) и 4,6-диметилдибензотиофеном (4,6-ДМДБТ). Ова једињења су у великој мери присутна у тешком гасном уљу којих је све више у лежиштима нафте. Супституисане метил групе праве значајне стерне сметње, посебно код 4,6-ДМДБТ, чинећи атом сумпора неприступачним активним центрима катализатора и водонику.

Сумпорна једињења својим присуством у нафти и нафтним дериватима изазивају многе директне и индиректне негативне утицаје на животну средину. Током регенерације уља која у свом саставу садрже слабо реактивна сумпорна једињења, може доћи до конверзије слабореактивних органосумпорних једињења у реактивније облике, нарочито уколико су адсорбенти који се примењују за наведени поступак засновани на алуминијум-силикатима. Врло често се у свету примењују поступци регенерације уља током којих се у појединим фазама врши реактивација адсорбената који су засићени продуктима старења уља и то пиролитичким поступком (на око 600°C у струји кисеоника). Током овог поступка долази до каталитичког крекинга уља и конверзије слабо реактивних сумпорних једињења у реактивније облике, дислуфиде и меркаптани. Са друге стране током експлоатације трансформатора може доћи до појаве кварова термичке природе са температурама врућих тачака у распону од 150°C до 1000°C. На овим температурама такође може доћи до конверзије слабо реактивних органосумпорних једињења у реактивна. Реактивна сумпорна једињења изазивају корозију конструкционих метала у трансформатору (бабра и сребра), што представља велики ризик за даљу експлоатацију енергетског трансформатора, таложењем електро-проводних сулфида на површинама бабра и сребра, као и депоновање бакар (I) сулфида у чврстој целулозној изолацији, при чему се повећавају ризици од пробоја и хаварија енергетских трансформатора.

Адсорптивна десулфуризација је алтернативни поступак ХДС-у за селективно уклањање сумпорних једињења. За ову намену испитују се различити материјали као што су: глине [1], активни угљеник [2,3], различити оксиди метала [3], мезопорозни и микропорозни зеолити. [4,5]

Овом докторском дисертацијом биће обухваћена синтеза и карактеризација адсорбента на бази модификоване алумине са инкорпорираним јонима Cu, Ni, Al, Pd или Zn за реакције десулфуризације слабореактивних сумпорних једињења присутних у минералном изолационом уљу, дибензотиофена и супституисаног 4,6-диметилдибензотиофена укључујући и високо реактивне дисулфиде - дибензил-дисулфид (ДБДС) који могу бити детектовани у минералном изолационом уљу. Испитивање ефикасности адсорбента у реакцијама десулфуризације биће извршено перколационим поступком на пилот постројењу а затим добијени резултати биће верификовани на индустријском постројењу. Резултати истраживања би требало да омогуће ефикасан поступак уклањања органосумпорних једињења чије уклањање поступцима десулфуризације уља није довољно ефикасно или није могуће, укључујући и симултано уклањање слабореактивних сумпорних једињења и високо реактивног једињења ДБДС. Након извршене десулфуризације физичко-хемијске и електричне карактеристике изолационог уља биће побољшане у односу на почетно стање.

Научни циљеви истраживања у оквиру ове дисертације су:

- Синтеза и детаљна карактеризација адсорбента на бази модификоване алумине са инкорпорираним јонима метала за уклањање слабореактивних сумпорних једињења присутних у минералном изолационом уљу, дибензотиофена и супституисаних дибензотиофена.
- Одређивање оптималних услова за наношење активних метала на површину носача.
- Одређивање оптималних процесних параметара адсорпције слабореактивних сумпорних једињења.
- Испитивање утицаја различитих инкорпорираних метала на ефикасност адсорпције слабо реактивних сумпорних једињења.
- Одређивање кинетичких и термодинамичких параметара процеса.
- Моделовање и симулација процеса адсорптивне десулфуризације минералног изолационог уља на полу-индустријским условима применом добијених кинетичких параметара.
- Кинетика десулфуризације и упоредна анализа са ранијим резултатима уклањања ДБДС-а адсорптивним поступцима.
- Регенерација минералног изолационог уља након извршене адсорптивне десулфуризације.

Списак релевантне литературе:

1. W. Ahmad, I. Ahmad, M. Ishaq, K. Ihsan, *Arabian Journal of Chemistry*, **10** (2017) 3263 <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2013.12.025>

2. M. Seredych, T.J. Bandosz, *Energy Fuels*, **24**, (2010), 3352
<https://doi.org/10.1021/ef9015087>
3. S. G. McKinley, R. J. Angelici, *Chemical Communications*, **53** (2003) 2620
<https://doi.org/10.1039/B309249F>
4. A. Bakr, S. H. Salem, *Ind. Eng. Chem. Res.*, **33** (1994) 336
<https://doi.org/10.1021/ie00026a025>
5. CIGRE TB 625, *Copper Sulphide Long-term Mitigation and Risk Assessment*, 2015.
<https://e-cigre.org/publication/625-copper-sulphide-longterm-mitigation-and-risk-assessment>
6. CIGRE TB 378, *Copper sulphide in Transformer Insulation*, 2009.
<https://e-cigre.org/publication/378-copper-sulphide-in-transformer-insulation>
7. T. Nunthaprechachana, S. Pengpanich, M. Hunsom, *Chemical Engineering Journal*, **228**, (2013) 263 <https://doi.org/10.1016/j.cej.2013.04.067>
8. T. C. Chena, J. Fe (Jaja), F. Sapitan, F. Ballesteros, M. ChunLu, *Journal of Cleaner Production*, **124** (2016) 378 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.004>
9. S. Dasgupta, P. Gupta, A. Nanoti, A. Goswami, M. Garg, E. Tangstad, O. Vistad, A. Karlsson, M. Stocker, *Fuel*, **108** (2013) 184 <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2012.12.060>
10. C. Yang, K. Zhao, Y. Cheng, G. Zeng, M. Zhang, J. Shao, L. Lu, *Separation and Purification Technology* **163** (2016) 153 <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2016.02.050>
11. A. Akbari, M. Omidkahan, J. Towfighi Darian, *Ultrasonics Sonochemistry*, **23** (2015) 231
<https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2014.09.002>
12. A. Swat, T. Saleh, S. Ganiyu, M. Siddiqui, K. Alhooshani, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, **128** (2017) 246 <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2017.10.004>
13. A. Moreire, H. Bramdao, F. Hackbarth, D. Maass, A. Ulson de Souza, S. Guelli de Souza, *Chemical Engineering Science*, **172** (2017) 23 <https://doi.org/10.1016/j.ces.2017.06.010>
14. K. Triantafyllidis, E. Deliyanni, *Chemical Engineering Journal*, **236** (2014) 406
<https://doi.org/10.1016/j.cej.2013.09.099>
15. L. Xiao-Li G. Jia-Xiu, C. Ying-Hao, L. De-Ming, Y. Hua-Qiang, S.-Ming-Chao, R. Yavuz, *Fuel*, **123** (2014) 93 <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2014.01.068>
16. Y. Shi, X. Zhang, G. Liu, *Fuel*, **158** (2015) 565 <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2015.06.013>
17. K. Triantafyllidis, E. Deliyanni, *Chemical Engineering Journal*, **236** (2014) 406
<https://doi.org/10.1016/j.cej.2013.09.099>
18. L. Mguni, Y. Yao, X. Liu, Z. Yuan, D. Hildebrandt, *Journal of Environmental Chemical Engineering*, **7** (2019) <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.102957>
19. A. Mansouri, A. Khodadadi, Y. Mortazavi, *Journal of Hazardous Materials*, **271** (2014) 120 <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2014.02.006>
20. R. Mambrini, A. Saldanha, J. Ardisson, M. Araujo, F. Moura, *Applied Clay Science*, **83-84** (2013) 286 <https://doi.org/10.1016/j.clay.2013.08.030>
21. T. Wan, B. Feng, Z. Zhou, H. Qian, S.K. Gong, *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, **22** (2015) 3321 <https://doi.org/10.1109/TDEI.2015.005309>
22. F. Scatiggio, V. Tumiatto, R. Maina, M. Tumiatto, M. Pompili, R. Bartnikas, *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, **23** (2008) 508
<https://doi.org/10.1109/TPWRD.2007.911121>
23. J. Jankovic, J. Lukić, J. Planojevic, D. Kolarski, Đ. Janackovic, *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, **29** (2022) 54
<https://doi.org/10.1109/TDEI.2022.3148479>

24. M. Garifullin, Y. Solobodina, A. Bikzinurov, R. Giniatullin, A. Logacheva, *E3S Web of Conferences*, **216** (2020) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021601055>

3. Полазне хипотезе

Детаљним увидом у доступну литературу може се закључити да би предложени адсорбент на бази модификоване алумине са инкорпорираним јонима метала могао бити ефикасан у процесу дубоке десулфуризације минералног изолационог уља, а да би поступак са КОХ ПЕГ реагенсом за уклањање ДБДС-а био модификован. Такође, адсорбенти на бази алумине су се показали ефикасним у поступцима регенерације минералног изолационог уља.

Очекује се да племенити метал (Pd) покаже највећи афинитет према дибензотиофенима и супституисаном 4,6-диметилдибензотиофена, међутим увидом у рефенцу [19] може се закључити да се наношењем метала Ni и Cu на Al_2O_3 , добија задовољавајући резултат уклањања дибензотиофена из модел дизел горива, како је минерално изолационо уље слично дизел гориву очекује се да наведени метали дају задовољавајуће резултате након третмана уља.

У циљу испитивања ефикасности адсорбента, потребно је извршити синтезу адсорбента погодном методом која омогућава високу активност инкорпорираних јона на површини носача.

Различити инкорпорирани метали могу утицати на ефикасност предложеног поступка, стога ће бити испитан сваки појединачни наведени метал и оцењен његов допринос поступку десулфуризације, укључујући и могуће комбинације различитих метала на истом носачу. У експерименталном делу, прво ће бити инкорпорирани појединачни метали на површини алумине, испитаће се њихова активност и оцениће се допринос уклањању 4-МДБТ, 4-6-ДМДБТ и ДБДС-а, укључујући и промене изолационих карактеристика уља након десулфуризације, након чега ће бити одабрани метали са највишом активношћу и уследиће експерименти са њиховим комбинацијама како би се добио адсорбент са највишом ефикасношћу.

4. Научне методе истраживања

Адсорбент на бази алуминијум силиката са инкорпорираним јонима метала биће синтетисан влажним поступком наношењем воденог раствора соли метала на површину носача, након чега ће уследити сушење материјала на повишеној температури.

За одређивање текстуалних карактеристика адсорбента примениће се карактеризационе технике: H_2 физисорпција и Hg порозиметрија. На овај начин ће се добити подаци о специфичној површини материјала, укупној запремини пора, запремини мезопора, итд.

Морфолошке карактеристике материјала биће одређене скенирајућом електронском микроскопијом (СЕМ). Хемијски састав адсорбента биће одређен енергетском дисперзивном спектроскопијом (ЕДС).

За квантификацију сумпорних једињења користиће се гасна хроматографија са 'Electron capture detector' (ECD) детектором.

Активност и ефикасност адсорбента биће испитана у адсорпционој колони направљеној од нерђајућег челика, филтрирањем уља кроз слој адсорбента (перколациони поступак) на температурама испод 100 °C. Како би добијени резултати након експеримената могли да буду упоређени, у експериментима ће се примењивати идентичан масени однос уље/адсорбент.

Анализа кинетичких и термодинамичких података адсорптивне десулфуризације биће изведена применом нумеричких метода и математичким моделовањем поступка десулфуризације.

5. Очекивани научни допринос

Очекује се да се научни допринос истраживања, обухваћен овом докторском дисертацијом, огледати у:

- Синтетисању и карактеризацији новог адсорбента за процес дубоке десулфуризације минералног изолационог уља.
- Одређивању кинетичких и термодинамичких параметара адсорпције органосумпорних једињења на модификованој алумини.
- Испитивању активности Cu, Ni, Al, Pd и Zn на површини носача за уклањањем органосумпорних једињења.
- Одређивању кинетичких параметара реакције у сврху оптимизације реакције на индустријским условима.

6. План истраживања и структура рада

План рада ове докторске дисертације обухвата синтезу и карактеризацију новог адсорбента у процесу адсорптивне десулфуризације минералног изолационог уља, испитивање утицаја различитих метала на поступак адсорпције, одређивање кинетичких параметара процеса адсорпције

У докторској дисертацији биће обрађена следећа поглавља: *Увод, Теоријски део, Експериментални део, Резултати и дискусија, Закључак, Литература.*

У поглављу *Увод* биће приказана актуелност и значај испитивања у оквиру предложене докторске дисертације, циљеви рада, као и предмет истраживања.

Поглавље *Теоријски део* обухватиће преглед литературе која је релевантна за предложена истраживања као и преглед и анализа до сада објављених резултата из адсорбције бензотиофена и супституисаних дибензотиофена.

У теоријском делу биће обухваћене следеће целине:

- Минерална изолациона уља
- Проблеми експлоатације корозивних минералних изолационих уља
- Поступци десулфуризације нафте
- Поступци за дубоку десулфуризацију нафте
- Процес адсорптивне десулфуризације
- Носачи који се примењују за адсорптивну десулфуризацију
- Носачи на бази алумине и модификоване алумине,
- Методе модификације алумине
- Поступци регенерације минералних изолационих уља
- Поступци десулфуризације корозивних минералних изолационих уља у пракси
- Утицај температуре на ефикасност адсорптивне десулфуризације
- Кинетички модели и термодинамички параметри адсорбције

У Експерименталном делу дисертације биће описани:

- Полазни материјали и методе испитивања,
- Синтеза адсорбента,
- Карактеризација адсорбента,
- Оцена активности различитих инкорпорираних метала на адсорбенту.
- Третман уља на пилот постројењу које садржи 4-МДБТ, 4-6-ДМДБТ и ДБДС.
- Третман уља на индустријском постројењу уља које садржи 4-МДБТ, 4-6-ДМДБТ и ДБДС.
- Методе и инструменти који су коришћени за наведена испитивања адсорбента и квантификацију сумпорних једињења

Поглавље *Резултати и дискусија* садржаће детаљан приказ свих добијених резултата. Добијени резултати испитивања биће критички сагледани. Наведено поглавље биће конципирано у четири целине које презентују резултате испитивања текстуалних, морфолошких и структурних карактеристика адсорбента, одређивање кинетичког модела који најбоље описује поступак адсорбције укључујући и термодинамичке параметре адсорбције, као и верификацију кинетичког модела на индустријском постројењу.

- Анализа структурних и морфолошких карактеристика адсорбента
- Кинетички модели процеса адсорпције
- Анализа резултата третмана уља на пилот постројењу и индустријском постројењу
- Верификација модела (пилот и индустријско постројење)

У поглављу *Закључак* биће приказани најважнији закључци до којих је кандидат дошао током израде ове дисертације, укључујући примењене кинетичке моделе, поређење

ефикасности поступка на пилот и индустријском постројењу уз осврт на иновативност, важност и потенцијалну практичну примену синтетисаног адсорбента.

У делу *Литература* биће наведене све референце цитиране у докторској дисертацији, које су релевантне за истраживање, као и радови проистекли током израде ове дисертације.

7. Закључак и предлог

На основу изнетих података, Комисија сматра да је тема предложене докторске дисертације кандидата Дејана Коларског под називом *„Дубока десулфуризација минералног изолационог уља адсорптивним поступком применом модификоване алумине инкорпорираним јонима метала“* научно заснована и предлаже Наставно-научном већу да је прихвати. За ментора се предлаже др Сандра Глишић, доцент Технолошко-металуршког факултета Универзитета у Београду. 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.

У Београду, 08.10.2022. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др **Сандра Глишић**, доцент Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

др **Александар Орловић**, редовни професор Универзитета у Београду, Технолошко-металуршки факултет

др **Јелена Лукић**, научни сарадник, Универзитета у Београду, Електротехнички институт Никола Тесла а.д. Београд