

ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Испитивање могућности примене Фентон-процеса у третману обојених отпадних вода графичке индустрије кандидата **Весне Гвоић**

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовао комисију Наставно-научно веће Природно-математичког факултета у Новом Саду на електронској седници одржаној 18.07.2019. године именovalo је Комисију за оцену докторске дисертације под насловом „Испитивање могућности примене Фентон-процеса у третману обојених отпадних вода графичке индустрије“ кандидата Весне Гвоић.</p> <p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Проф. др Божо Далмација, редовни професор ужа научна област: Хемија (Хемијска технологија и Заштита околине) датум избора у звање: 18.03.1996. Природно-математички факултет у Новом Саду, председник комисије2. Доц. др Ђурђа Керкез, доцент ужа научна област: Заштита животне средине датум избора у звање: 15.04.2015. Природно-математички факултет у Новом Саду, ментор3. Проф. др Миљана Прица, ванредни професор ужа научна област: Теоријска и примењена хемија датум избора у звање: 01.12.2014. Факултет техничких наука у Новом Саду, ментор4. Проф. др Милена Бечелић-Томин, редовни професор ужа научна област: Заштита животне средине датум избора у звање: 01.11.2018. Природно-математички факултет у Новом Саду, члан комисије5. Проф. др Маријана Ачански, редовни професор ужа научна област: Примењене и инжењерске хемије датум избора у звање: 24.04.2009. Технолошки факултет у Новом Саду, члан комисије
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Весна, Стеван, Гвоић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 04.12.1986., Кикинда, Република Србија</p>

<p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Природно-математички факултет, Мастер академске студије хемије (модул: аналитичар заштите животне средине), Мастер аналитичар заштите животне средине</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2013., Докторске академске студије хемије</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: /</p> <p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: /</p>
<p>III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: Испитивање могућности примене Фентон-процеса у третману обојених отпадних вода графичке индустрије</p>
<p>IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ: Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.</p> <p>Докторска дисертација „Испитивање могућности примене Фентон-процеса у третману обојених отпадних вода графичке индустрије“ кандидата Весне Гвоић је написана на српском језику, латиничним писмом, на 189 страна текста А4 формата.</p> <p>Докторска дисертација је изложена у 7 поглавља:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Увод, 2) Теоријске основе, 3) Експериментални део, 4) Резултати и дискусија, 5) Закључак, 6) Литература, и 7) Прилог. <p>Рад садржи 84 слике, 55 табела и 398 литературних навода. После насловне стране приложена је захвалница, листа скраћеница и садржај, а на крају биографија и кључна документацијска информација на српском и енглеском језику.</p> <p>Предмет изучавања ове докторске дисертације је:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Синтеза и карактеризација Фентон катализатора: гвожђе(III)-молибдата и нано нула валентног гвожђа синтетисаног из екстракта лишћа храста. • Испитивање могућности примене синтетисаних катализатора и комерцијалног катализатора гвожђе(II)-сулфата у оквиру хомогеног, хетерогеног и Фентон-сличног процеса у третману отпадних вода графичке индустрије генерисаних након процеса флексо штампе, а обојених основним процесним бојама: цијан, магентом, жутом и црном. • Оптимизација хомогеног, хетерогеног и Фентон-сличног процеса применом статистичке методе <i>definitive screening design</i> уз одабир комбинације процесних параметара (иницијална концентрација боје, концентрација гвожђа, рН вредност, концентрација водоник-пероксида) која омогућава постизање највећег степена обезбојавања и минерализације третираних узорака.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Наслов. Наслов докторске дисертације је јасно и прецизно формулисан и у складу је са тематиком и садржајем истраживања.

Увод. У уводу је јасно и концизно дато образложење о потребама истраживања. Истакнута је изражена потреба за применом ефикасног третмана обојених отпадних вода графичке индустрије, узимајући у обзир чињеницу да су претходна истраживања спроведена искључиво у области третмана отпадних вода пореклом из текстилне индустрије. У циљу имплементације одговарајућег третмана на реалним ефлуентима генерисаним након процеса штампе, посебан осврт је на примени унапређених процеса оксидације, међу којима се истиче Фентон процес. На основу наведеног, дефинисан је предмет и циљ истраживања, уз детаљан приказ тока експеримента по фазама истраживања.

Теоријске основе. Поглавље је подељено у неколико тематских целина и иницијално усмерено на евалуацију графичке индустрије као загађивача животне средине, као и на дефинисање основних карактеристика графичких боја и њиховог утицаја на животну средину. Концизно су приказани одабрани физички, хемијски и биолошки третмани боја, а као доминантна област истраживања која одређује контекст докторске дисертације, детаљно је описан механизам одигравања Фентон процеса са акцентом на процесне услове који остварују изражен утицај на ефикасност одигравања самог процеса. Приказане су карактеристике нано нула валентног гвожђа као ефикасног катализатора Фентон процеса, при чему је посебна пажња усмерена на разматрање оксидативне трансформације органских контаминаната применом овог катализатора. Додатно је описана адсорпциона метода, употпуњена приказом најчешће коришћених адсорбентата у третману боја. Последња целина се базира на опису методе оцењивања животног циклуса, као стратегије која испитује еколошке перформансе примењених Фентон катализатора, те процењује утицај животног циклуса материјала на животну средину, од екстракције сировине до завршне фазе када производ постане отпад. Литературна грађа коришћена у оквиру теоријског дела је актуелна, опсежна и уклапа се у једну целину из које се јасно може сагледати проблематика докторске дисертације.

Експериментални део. У експерименталном делу је детаљно приказан план истраживања, као и материјали и експерименталне методе коришћене током четири фазе истраживања. Детаљно је описан поступак синтезе Фентон катализатора, гвожђе(III)-молибдата и нано нула валентног гвожђа, који је праћен приказом метода карактеризације синтетисаних материјала. Описана је статистичка метода *definitive screening design* коришћена у самом дизајну експеримента и предвиђању оптималних услова реакције, а уједно су приказани и кинетички модели коришћени за анализу кинетике обезбојавања реалног ефлуента. Дефинисане су физичко-хемијске методе примењене у циљу карактеризације реалног ефлуента пре и након Фентон третмана. Експериментални део је употпуњен описом адсорпционог третмана реалног ефлуента у оквиру треће фазе истраживања, као додатног третмана у циљу превазилажења одређених недостатака примарно спроведеног Фентон третмана. Метода оцењивања животног циклуса синтезе Фентон катализатора је описана као четврта фаза експерименталног дела, при чему су јасно приказане границе система за синтезу гвожђе(III)-молибдата и нано нула валентног гвожђа, као и инвентар животног циклуса синтезе Фентон катализатора по функционалној јединици. Експериментални поступци су приказани јасно и са довољно детаља.

Резултати и дискусија. Поглавље Резултати и дискусија је подељено у четири целине, у складу са дефинисаним фазама у експерименталном делу докторске дисертације. Цитирани литературни наводи у овом поглављу су актуелни и поткрепљују дискусију резултата ове дисертације. У првој целини су приказани резултати карактеризације синтетисаних Фентон катализатора, гвожђе(III)-молибдата и нано нула валентног гвожђа, применом одабраних физичко-хемијских метода. Друга целина се заснива на примени хомогеног, хетерогеног и Фентон-сличног процеса у циљу уклањања боје из синтетичког раствора, при чему је извршена евалуација примењеног статистичког модела *definitive screening design* и оптимизација Фентон процеса. Приказани су резултати оптимизације процеса у погледу одређивања иницијалне концентрације боје, оптималне концентрације гвожђа, концентрације водоник-пероксида и рН вредности средине. Даље су

приказани резултати третмана реалног ефлуента обојеног цијан, магентом, жутом и црном бојом при установљеним оптималним условима Фентон процеса. Резултати карактеризације испитиваних ефлуената у погледу постигнутог степена минерализације, евалуације токсичности, кинетике обезбојавања и природе идентификованих деградационих продуката омогућили су предлог механизма деградације третираних боја. Трећа целина се базира на тумачењу резултата адсорпционог третмана на *low-cost* активном угљу синтетисаном из коштица дивље шљиве. Истакнута је ефикасност адсорпционог третмана са аспекта смањења токсичности и повећања минерализације третираних реалних ефлуената, а уједно је предложен и механизам адсорпције деградационих продуката молекула боја на површини активног угља. У четвртој целини су представљени резултати примењене методе оцењивања животног циклуса синтезе Фентон катализатора, при чему је истакнут утицај синтезе појединачних Фентон катализатора на животну средину, али и удео појединих активности у укупном утицају синтезе нано нула валентног гвожђа на животну средину.

Резултати су прегледни, јасно представљени и продискутовани у складу са досадашњим научним сазнањима.

Закључак. У овом поглављу су на јасан и концизан начин сумирани и истакнути најзначајнији резултати докторске дисертације. Изведени закључци потврђују могућност и значај примене Фентон процеса као адекватног и ефикасног третмана обојених отпадних вода графичке индустрије и представљају научни допринос у области ремедијације ове врсте ефлуената.

Литература. У овом поглављу је приказан списак актуелних литературних навода који су коришћени приликом израде докторске дисертације.

Прилог. У Прилогу су дате слике које су саставни део поглавља Резултати и дискусија, и на тај начин је постигнут експлицитнији и једноставнији приказ резултата докторске дисертације.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01. јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

Рад у међународном часопису изузетних вредности (M21a)

- **Gvoić (Kecić) V.**, Kerkez Đ., Prica M., Lužanin O., Bečelić-Tomin M., Tomašević Pilipović D., Dalmacija B.: Optimization of azo printing dye removal with oak leaves-nZVI/H₂O₂ system using statistically designed experiment, Journal of Cleaner Production, 2018, Vol. 202 pp. 65-80. ISSN 0959-6526

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

- **Gvoić (Kecić) V.**, Prica M., Kerkez Đ., Bečelić-Tomin M., Kulić A., Leovac Maćerak A., Dalmacija B.: Application of a definitive screening design to Magenta dye degradation by homogeneous Fenton process, 13. International Scientific Conference "Flexible Technologies" – MMA, Novi Sad, University of Novi Sad, Faculty of Technical Scienced, 28-29 Septembar 2018, pp. 331-334, ISBN: 978-86-6022-094-5
- **Gvoić (Kecić) V.**, Prica M., Kerkez Đ., Lužanin O., Bečelić-Tomin M., Tomašević Pilipović D., Leovac Maćerak A.: Definitive screening design for the optimization of flexographic water-based Cyan dye removal from aqueous solution by nZVI-induced Fenton process, 9. International Symposium on Graphic Engineering and Design – GRID, Novi Sad, 8-10 Novembar, 2018, pp. 161-167, ISBN: 978-86-6022-115-7

Рад у научном часопису (M53)

- **Gvoić (Kecić) V.**, Kerkez Đ., Prica M., Rapajić S., Leovac Maćerak A., Bečelić-Tomin M., Tomašević Pilipović D.: Optimization of Cyan flexo dye removal by nano zero-valent iron using response surface methodology, *Journal of Graphic Engineering and Design*, 2017, Vol. 8, No. 2, pp. 35-45, ISSN: 2217-379X
- **Gvoić (Kecić) V.**, Kerkez Đ., Prica M., Bečelić-Tomin M., Leovac Maćerak A., Tomašević Pilipović D., Dalmacija B., Novaković D.: Application of nZVI nanoparticles for the dye removal of aqueous solution in flexographic water-based Cyan dye, *Celuloza si Hartie*, 2017, Vol. 66, No. 4, pp. 24-29, ISSN: 1220-9848

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)

- **Gvoić (Kecić) V.**, Prica M., Kerkez Đ., Bečelić-Tomin M., Tomašević Pilipović D., Leovac Maćerak A., Pavlović Ž., Rapajić S.: Tretman vodenog rastvora cijan flekso grafičke boje primenom nano nula valentnog gvožđa, 11. Naučna konferencija sa međunarodnim učešćem (ETIKUM), Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, Departman za proizvodno mašinstvo, 6-8 decembar 2017, pp. 181-184, ISBN: 978-86-6022-00-68
- **Gvoić (Kecić) V.**, Kerkez Đ., Prica M., Bečelić-Tomin M., Tomašević Pilipović D., Leovac Maćerak A., Rapajić S.: Tretman vodenog rastvora magenta grafičke boje primenom nZVI-Fenton procesa, 6. Memorijalni naučni skup iz zaštite životne sredine, „Docent dr Milena Dalmacija“, Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, 29-30 Mart 2018, ISBN: 978-86-7031-493-1
- **Gvoić (Kecić) V.**, Prica M., Agarski B., Bečelić-Tomin M., Tomašević D., Dalmacija B.: Ocenjivanje životnog ciklusa nano nula valentnog gvožđa sintetisanog iz ekstrakta lišća hrasta, 12. Naučna konferencija sa međunarodnim učešćem (ETIKUM), Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, Departman za proizvodno mašinstvo, 6-8 decembar 2018, pp. 169-172, ISBN: 978-86-6022-123-2
- **Gvoić (Kecić) V.**, Kerkez Đ., Prica M., Bečelić-Tomin M., Kulić A., Leovac Maćerak A.: Degradacija magenta grafičke boje primenom $Fe_2(MoO_4)_3$ kao heterogenog Fenton katalizatora, 7. Memorijalni naučni skup iz zaštite životne sredine „Docent dr Milena Dalmacija“, Novi Sad, Prirodno-matematički fakultet, 1-2 April 2019, ISBN: 978-86-7031-510-5

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У складу са дефинисаним циљевима докторске дисертације, спроведено истраживање укључило је примену савремених метода синтезе и карактеризације Фентон катализатора, испитивање могућности њихове примене у третману обојених отпадних вода графичке индустрије, као и карактеризацију третираних ефлуената.

Издавају се кључни резултати:

- На основу резултата карактеризације синтетисаног нано нула валентног гвожђа закључује се да су синтетисане честице сферног облика и просечне величине 65 nm, без изражене агрегације, са специфичном површином 1,45 m²/g. Установљен је значајан удео гвожђа од 85% у односу на мање заступљене елементе - силицијум, фосфор, сумпор и никл. Услед остварене инхибиције бактерија *Vibrio fischeri* од 32,16% закључује се да синтетисан наноматеријал спада у нетоксичне узорке.
- Синтеза хетерогеног Фентон катализатора, гвожђе(III)-молибдата, је резултовала формирањем кристалних честица моноклиничке структуре, микрометарских димензија са израженом хетерогеном унутрашњом структуром и специфичном површином од 7,5 m²/g.
- У оквиру експеримента оптимизације Фентон третмана за уклањање графичких боја из синтетичког воденог раствора испитан је утицај следећих процесних параметара: иницијалне концентрације боје, концентрације гвожђа, рН вредности и концентрације водоник-пероксида. Установљено је да рН вредност остварује највећи утицај на процес

уклањања боје, при чему су сви Фентон процеси оптимизовани у изразито киселој средини, при рН 2-3, слично као при конвенционалним Фентон процесима. Максимална ефикасност обезбојавања синтетичких раствора боја до 88% постигнута је у експериментима са цијан и црном бојом, односно 97% при третману магента и жуте боје. Киселост катализатора нано нула валентног гвожђа допринела је смањењу рН вредности, уједно смањујући и потрошњу киселине потребне за подешавање рН вредности реакционог медијума, што представља значајну предност приликом коришћења нано нула валентног гвожђа као катализатора у Фентон процесу. Иако је установљено да се висока ефикасност обезбојавања синтетичког раствора графичких боја постиже и у неутралној средини само у случају хомогеног Фентон процеса, кључни недостатак овог сегмента истраживања је генерисање одређене количине муља у виду хидроксида гвожђа, што захтева примену додатног третмана.

- Резултати друге фазе истраживања у којој је реалан ефлуент подвргнут Фентон третманима при установљеним оптималним условима, указују на чињеницу да је највећи потенцијал остварио Фентон-сличан катализатор у третману фталоцијанске боје и резултовао са 77% уклањања боје, односно хомоген Фентон катализатор у третману азо боја, магента, жуте и црне, при чему су постигнуте ефикасности процеса од 96%, 79% и 68%, респективно.
- Резултати карактеризације реалних ефлуената указују на постизање високог степена минерализације на основу измерених вредности хемијске потрошње кисеоника (ХПК) и укупног органског угљеника (eng. *total organic carbon* - ТОС). Највећи степен минерализације постигнут је применом Фентон-сличног процеса и резултовао је редукцијом ХПК од 78%, односно ТОС од 67%. Изражено смањење ХПК у односу на ТОС, али и повећана вредност биолошке потрошње кисеоника (БПК) и електропроводљивости указују на формирање стабилних деградационих производа, али и ослобађање неорганских јона који могу да остваре конкуренцију са Фентон катализаторима, и на тај начин инхибирају одигравање Фентон процеса. Тиме је објашњена смањена ефикасност Фентон процеса у третману реалног ефлуента у поређењу са синтетичким раствором графичке боје.
- Резултати евалуације теста токсичности указују на изразито повећање токсичности свих третираних ефлуената приликом примене хетерогеног Фентон процеса, који је резултовао са 99% инхибиције *Vibrio fischeri* бактерија. Насупрот томе, смањење токсичности је запажено једино у узорцима цијан и магента боје третиране хомогеним и Фентон-сличним процесом.
- Испитивање кинетике реакције показало је да најдуже време потребно за обезбојавање реалног ефлуента износи 120 минута, а ефикасност уклањања боје најбоље прати Behnajaду - Modirshahla - Ghanbary модел.
- На основу детектованих реакционих интермедијера и деградационих продуката путем квалитативне гасно-хроматографске/масено спектрометријске анализе, предложен је механизам деградације цијан, магента, жуте и црне боје. Установљено је да је процес деградације графичких боја инициран оксидативним нападом хидроксил радикала на хромофору молекула боје, при чему сукцесивне радикалске реакције деаминације, десулфонације и хидроксилације изазивају отварање ароматичних структура бензеновог и изоиндолског прстена и доводе до издвајања простијих ароматичних и алифатичних једињења, попут алкохола и карбоксилних киселина.
- Резултати адсорпционог третмана на *low-cost* базном активном угљу синтетисаном из коштица дивље шљиве су указали на смањење токсичности свих третираних узорака, при оптимизованој и неутралној рН вредности. Уједно је установљена и повећана минерализација узорака, као последица деградације једињења која су иницијално допринела повећаној токсичности. Предност примене базног активног угља се огледа у његовој способности повећања рН вредности за неколико рН јединица, што значајно умањује трошкове спровођења како адсорпционог, тако и целокупног третмана ефлуента.
- Анализа животног циклуса синтезе Фентон катализатора је указала да највеће оптерећење по животну средину, а са аспекта посматраних категорија утицаја (људско здравље, квалитет екосистема и природни ресурси), остварује хетероген Фентон катализатор, гвожђе (III)-молибдат, са чак 99% удела у односу на укупно оптерећење посматрано за сва три Фентон катализатора. На основу детаљне анализе удела појединих активности у укупном утицају синтезе нано нула валентног гвожђа на животну средину закључује се да највећи

<p>негативан утицај на посматране категорије утицаја остварује тржиште прекурсора гвожђа, односно производња гвожђе(III)-хлорида, али и тржиште електричне енергије. Стога се предлаже оптимизација екстракционе фазе у току синтезе наноматеријала уз примену алтернативне соли гвожђа, као и коришћење обновљивих извора електричне енергије.</p>
<p>VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.</p>
<p>Истраживање је обухватило широк теоријски оквир који је поткрепљен актуелним литературним наводима. Кандидат је квалитетно и детаљно приступио обради и анализи великог броја експерименталних и рачунских података. Резултати истраживања су јасно и систематично изложени, графички и табеларно добро интерпретирани, правилно дискутовани и упоређивани са резултатима доступним из релевантне научне литературе. Кандидат је дошао до поузданих закључака који су аргументовани и логично произилазе из добијених резултата, а уједно оригинални и применљиви у пракси. Уз конкретна образложења, јасно су описани практични доприноси дисертације. Стога се начин приказа и тумачење резултата оцењује позитивном оценом.</p> <p>Напомена: Текст дисертације је проверен у библиотеци Природно-математичког факултета применом софтвера за детекцију плагијаризма <i>iThenticate</i>, при чему је утврђена вредност резултујућег индекса сличности 3%, што потврђује оригиналност докторске дисертације.</p>
<p>IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:</p> <p>Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:</p>
<p>1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме</p> <p>Дисертација кандидата Весне Гвоић је у потпуности написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме за израду докторске дисертације.</p>
<p>2. Да ли дисертација садржи све битне елементе</p> <p>Докторска дисертација садржи све битне елементе научно-истраживачког рада.</p>
<p>3. По чему је дисертација оригинални допринос науци</p> <p>Оригинални допринос науци се огледа у више аспеката. Пре свега, дисертација сумира обиман преглед литературе из области третмана обојених отпадних вода, као и примене Фентон процеса са истакнутим предностима коришћења појединих катализатора, попут Фентон-сличног катализатора, нано нула валентног гвожђа и хетерогеног Фентон катализатора, гвожђе(III)-молибдата. У овом истраживању први пут је извршен третман графичких боја применом Фентон процеса, при чему су спроведена истраживања допринела разјашњењу механизма деградације графичких боја и дефинисању фактора са најизраженијим утицајем на сам ток одвијања примењеног третмана. Примењена је нова статистичка метода <i>definitive screening design</i> која је остварила бројне предности, како са аспекта дизајна експеримента и скраћивања времена потребног за извођење великог броја експеримената, тако и са аспекта оптимизације целокупног експеримента. Поред тога, примењена адсорпциона метода је омогућила превазилажење уочених недостатака Фентон процеса. Стога, примењени процеси представљају погодну опцију за ефикасан третман обојеног реалног ефлуента пореклом из графичке индустрије. Уједно је примењена метода оцењивања животног циклуса која је разматрала све материјалне и енергетске токове у свакој фази синтезе Фентон катализатора и указала на потенцијалне негативне утицаје у виду генерисања отпада, потрошње природних ресурса, емисије штетних материја, као и утицаја на људе и екосистем.</p> <p>Оцењујући докторску дисертацију кандидата Весне Гвоић, закључак Комисије је да дисертација садржи све елементе оригиналног научног рада.</p>

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања
Комисија није уочила недостатке дисертације који би утицали на резултате истраживања и мишљења је да су постављени циљеви у потпуности испуњени.
X ПРЕДЛОГ:
На основу укупне оцене дисертације, Комисија предлаже да се завршена и предата докторска дисертација „Испитивање могућности примене Фентон-процеса у третману обојених отпадних вода графичке индустрије“ прихвати, а кандидату Весни Гвоић одобри јавна одбрана.

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

Проф. др Божо Далмација,
редовни професор Природно-математичког факултета
у Новом Саду,
председник комисије

Доц. др Ђурђа Керкез,
доцент Природно-математичког факултета у Новом Саду,
ментор

Проф. др Миљана Прица,
ванредни професор Факултета техничких наука
у Новом Саду, ментор

Проф. др Милена Бечелић-Томин,
редовни професор Природно-математичког факултета
у Новом Саду, члан комисије

Проф. др Маријана Ачански,
редовни професор Технолошког факултета у Новом Саду,
члан комисије