

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ

ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ САШЕ ХОРВАТА

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<ol style="list-style-type: none">1. Датум и орган који је именовео комисију 19.04.2018. Наставно-научно веће Природно-математичког факултета у Новом Саду2. 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:<ol style="list-style-type: none">1. др Мирјана Сегединац, редовни професор, Методика наставе хемије, 1.6.2003., Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, председник2. др Душица Родић, доцент, Методика наставе хемије 15.1.2016., Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, ментор3. др Тамара Рончевић, доцент, Методика наставе хемије, 1.4.2017., Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, члан4. др Горан Савић, доцент, Примењене рачунарске науке и информатика, 1.6.2014., Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, члан
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<ol style="list-style-type: none">1. Име, име једног родитеља, презиме: Саша, Антал, Хорват2. Датум рођења, општина, држава: 12.03.1985., Прибој, Србија3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Природно-математички факултет, Мастер академске студије хемије, Мастер хемичар4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2012., Докторске академске студије методике наставе природних наука, математике и информатике – хемија5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране:6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Развој методе за процену комплексности стехиометријских проблема

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација припада научној области Методика наставе хемије. Написана је на српском језику (ћириличним писмом), а извод је дат на српском и на енглеском језику. Докторска дисертација је обима 149 страница куцаног текста и садржи 5 поглавља, 32 табеле, 15 слика и 3 прилога.

Дисертација се бави развојем и валидацијом методе за процену когнитивне комплексности стехиометријских проблемских задатака. Дисертација садржи следећа поглавља: Увод, Теоријски оквир истраживања, Методологија истраживања, Резултати и дискусија и Закључак. Уз то дисертација садржи и Литературу, Кратку биографију кандидата, као и Кључну библиотечку документацију на српском и на енглеском језику.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Наслов. Наслов докторске дисертације је прецизно формулисан и јасно одражава садржај и тематику истраживања.

Увод. У уводном делу докторске дисертације представљен је проблем истраживања који се огледа у тешкоћама ученика средњошколског узраста у савладавању основних хемијских концепата и стехиометрије. На крају уводног дела дисертације наглашене су потребе за развој методе за процену комплексности проблемских задатака у хемији.

Теоријски оквир истраживања. У теоријском делу докторске дисертације дат је преглед научних истраживања у релевантним областима. То су: ученичке потешкоће и наставничко сагледавање ученичких потешкоћа у учењу хемије и стехиометрије, значај, поступци и стратегије решавања стехиометријских проблемских задатака у настави хемије, комплексност проблемских задатака у хемији, методе процене комплексности задатака, когнитивна комплексност проблема и Теорија простора знања и њена примена у настави хемије. Посебна пажња је посвећена анализи и процени когнитивне комплексности проблема, где су анализирани све, у литератури доступне, рубрике за рејтинг когнитивне комплексности хемијских проблемских задатака. Уз то разматрани су и поступци за валидацију ових процена. Литературни преглед је актуелан, потпун и фокусиран на проблем истраживања.

Методологија истраживања. Ово поглавље сачињавају следеће целине: Проблем истраживања, Циљ и задаци истраживања, Методе истраживања, Узорак истраживања и Инструмент истраживања. Проблем истраживања је актуелан и јасно је описан. Циљ истраживања је експлицитно одређен и операционализован кроз прецизно постављене истраживачке задатке. Методе истраживања су пажљиво одабране и у складу су са дефинисаним задацима истраживањима. Коришћени инструмент је прецизно статистички окарактерисан, а узорак истраживања одговарајући. Поступак прикупљања података адекватно је спроведен.

Резултати и дискусија. У поглављу Резултати и дискусија детаљно су приказани сви резултати истраживања и дискусија добијених резултата. Поголавље чине четири целине. Редослед потпоглавља, структура изложеног материјала и начин приказа постигнутих научних резултата потпуно су сагласни са очекиваним резултатима из Извештаја о оцени подобности теме за израду докторске дисертације. Прва целина се односи на развој Методе за процену когнитивне комплексности стехиометријских проблемских задатака. Она обухвата: дизајн Табеле за процену тежине концепата и интерактивности у тесту стехиометријских задатака, и процену нумеричког рејтинга когнитивне комплексности. У другој и трећој целини валидирана је Метода за процену когнитивне комплексности стехиометријских проблема применом линеарне регресије (статистички) и применом Теорије простора знања. Након валидације применом Теорије простора знања, која је указала на разлике у просторима знања које статистички нису сагледане, разликом графова су утврђене и након тога анализирани разлике између очекиваног и реалног простора знања, што је указало на могућности унапређивања наставе стехиометрије. Резултати истраживања обрађени су одговарајућим поступцима и прате редослед истраживачких задатака. Резултати су представљени табеларно и графички, уз детаљну дискусију засновану на критичкој и аргументованој анализи представљених резултата.

Закључак. У петом поглављу дисертације дата су закључна разматрања у којима се јасно и прецизно сумирају резултати истраживања. Уз ово поглавље наведен је значај и ограничење истраживања. На крају су назначене и импликације за даља истраживања.

У поглављу **Литература** наведено је 206 библиографских јединица релевантних за испитивану тематику. Коришћена литература је актуелна и у потпуности покрива предмет и проблем истраживања.

У поглављу **Прилози** дат је: Прилог 1 (инструмент истраживања), Прилог 2 (фреквенције стања знања) и Прилог 3 (матрица веза за очекивани простор знања, матрица веза за реални простор знања и матрица веза за разлику између графова очекиваног и реалног простора знања).

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

1. Segedinac, M. T., Horvat, S., Rodić, D. D., Rončević, T. N., Savić, G. (2018). Using knowledge space theory to compare expected and real knowledge spaces in learning stoichiometry, *Chemistry Education Research and Practice*, DOI:10.1039/C8RP00052B. (M21)
2. Horvat, S., Segedinac, M., Milenković, D., Hrin, T. (2016). Development of Procedure for the Assessment of Cognitive Complexity of Stoichiometric Tasks. *Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 35(2), 275-284 (M23)
3. Horvat, S., Segedinac, M., Milenković, D. (2013). Cognitive load in problem solving stoichiometry. *44th World Chemistry Congress*, Istanbul 11-16 August 2013., Proceedings str. 446. (M34)
4. Horvat, S., Milenković, D., Segedinac, M., Hrin, T. (2016). Analysis of Cognitive Complexity of Stoichiometric Tasks. *3rd Croatian Workshop on Chemical Education*, Split 2-5. November 2016., Proceedings str. 38-39 (M34)
5. Horvat, S., Rodić, D. D., Segedinac, M. D., Rončević, T. N. (2017). Evaluation of cognitive complexity of tasks for the topic Hydrogen exponent in the solutions of acids and bases, *Journal of Subject Didactics*, 2(1), 33-45. (M53)
6. Horvat, S., Segedinac, M., Milenković, D., Hrin, T. (2014). Uticaj složenosti stehiometrijskih problemskih zadataka na učeničke performanse i mentalni napor. *Naučni skup Metodčki aspekti unapređenja nastave - prednosti i izazovi*, Beograd 5. jul 2014., Zbornik radova, str. 61-66 (M63)
7. Horvat, S., Segedinac, M., Milenković, D., Hrin, T. (2015). Dimenzionisanje kognitivne kompleksnosti stehiometrijskih zadataka. *52. Savetovanje Srpskog hemijskog društva*, Novi Sad 29-30. maj 2015., Zbornik radova, str. 143 (M64)
8. Horvat, S., Milenković, D., Segedinac, M., Segedinac, M., Hrin, T., (2016). Poređenje metoda procene kompleksnosti stehiometrijskih zadataka. *2. Didaktička konferencija Predmetne didaktike. Putokazi za unapređenje nastave*, Beograd 18. jun 2016., Zbornik radova str. 18 (M64)
9. Horvat, S., Segedinac, M. (2017). Procena kompleksnosti problemskih zadataka iz hemijske tehnologije. *Aprilski dani o nastavi hemije. 28. stručno usavršavanje nastavnika i 1. Konferencija metodike nastave hemije*, Beograd 27. i 28. april 2017., Zbornik radova, str. 13 (M64)

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Циљ истраживања је био да се развије валидна метода за процену комплексности стехиometriјских проблема. У складу са постављеним циљем дефинисано је више истраживачких задатака, чијом реализацијом су добијени следећи резултати: Развијена је Табела за процену тежине и интерактивности концепата, одређен је нумерички рејтинг когнитивне комплексности задатака на Тесту, комбиновањем Табеле са методом Кнауса и сарадника, валидирана је метода за процену комплексности стехиometriјских проблема статистички, и новим поступком заснованим на примени Теорије простора знања. Оба поступка су потврдила валидност Методе. Статистичка валидација је извршена применом корелационе анализе при чему су добијени изузетно високи коефицијенти корелације процењене комплексности са ученичким постигнућем и са уложеним менталним напором. Валидност методе је додатно потврђена применом Теорије простора знања, високом сагласношћу очекиваног и реалног простора знања. Теорија простора знања је у овој дисертацији први пут примењена за валидацију методе за процену комплексности проблемских задатака у стехиometriји. Добијени резултати су указали на то, да и када постоји изврсно статистичко слагање, Теорија простора знања омогућује да се уоче fine разлике у структурама знања. У овој дисертацији су анализиране fine разлике кроз новоуспостављене и инвертоване релације претпостављања у очекиваном и реалном простору знања, чиме је потврђена идеја о непотпуном наставничком сагледавању структуре ученичког знања и процеса учења хемије

Поступак валидације Методе, применом Теорије простора знања омогућава експертима фино структурирање лаких концепата у домену, што експерти често превиде сматрајући лаке концепте тривијалним. Примена Теорије простора знања омогућује и прецизнију процену тежине тешких концепата, које Рубрика (Knaus et al., 2011) смешта у исту категорију.

Ова докторска дисертација има и непосредне импликације за наставу стехиометрије, јер указује на неке чињенице које наставници често не увиђају. То су:

- Когнитивна комплексност, односно нумерички рејтинг когнитивне комплексности стехиометријских проблемских задатака условљен је и сложеносту једначине хемијске реакције. Прво, ученици су имали више потешкоћа да изједначе хемијску једначину са већим бројем учесника реакције. Друго, постојање различитог броја формула које су укључивале исти елеменат у продуктима и реагентима додатно је повећало когнитивну комплексност задатака.
- За одређивање коефицијената у хемијској једначини ученици најчешће користе метод провере, а да при томе нису у стању да дају образложење хемијске реакције и стехиометријских односа у хемијској једначини.
- Задаци у којима је стехиометријски однос између задате и тражене супстанце 1:1, имају нижи нумерички рејтинг когнитивне комплексности од задатака са другим стехиометријским односом.
- Ученици често поседују мисконцепције којих наставници нису свесни, што узрокује повећање нумеричког рејтинга когнитивне комплексности таквих задатака.
- Задаци у којима су задата и тражена супстанца исказане у молловима имају нижи нумерички рејтинг когнитивне комплексности од задатака у којима су задата и тражена супстанца исказане у јединицама масе.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Приказ и тумачење резултата истраживања у овој докторској дисертацији у потпуности прате истраживачке задатке који су прецизно постављени на основу јасно дефинисаног циља истраживања. Резултати истраживања су детаљно дискутовани уз упоредну анализу релевантне научне литературе. У дисертацији су коришћене добро одабране методе у анализи и тумачењу резултата. На основу резултата и дискусије изведени су јасни и прецизни закључци, истакнут је значај истраживања, као и импликације за даља истраживања.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме
Докторска дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у Пријави теме.
Неки од резултата ових истраживања саопштени су на научним скуповима и објављени у часописима са SCI листе

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе
Ова теза садржи све битне елементе научно-истраживачког рада релевантне за докторску дисертацију

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци
Оригинални научни допринос ове докторске дисертације огледа се у:

- Развоју методе за процену комплексности проблема у стехиометрији.
- Теорија простора знања је први пут примењена за валидацију процене комплексности проблема на основу разлике графова очекиваног и реалног простора знања.
- Применом Теорије простора знања утврђене су и анализиране fine разлике између очекиваног и реалног простора знања.

Будући да се примена Теорије простора знања у анализи разлика између очекиване и реалне структуре знања показала веома прецизном, осим теоријског значаја за хемијско образовање, у овој дисертацији су дате директне смернице за побољшање наставе стехиометрије, што је од практичног значаја за наставу хемије.

На основу потпуног увида у докторску дисертацију кандидата Саше Хорвата, Комисија сматра да су у овој дисертацији презентовани научни резултати који до сада нису били доступни у научној литератури, те стога представљају важан и оригиналан допринос ужој области Методике наставе хемије.

Докторска дисертација је прошла проверу плагијарности применом софтвера iThenticate, који је показао да проценат сличности износи 1% (према упутству произвођача све вредности испод 15% указују на оригиналан рад). Комисија закључује да је ова докторска дисертација оригинално дело и да не представља плагијат.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања
Комисија није уочила недостатке дисертације кандидата Саше Хорвата, који би утицали на резултате истраживања и мишљења је да је постављени циљ у потпуности испуњен.

X ПРЕДЛОГ:

На основу укупне оцене дисертације, Комисија предлаже:
да се докторска дисертација под насловом „Развој методе за процену комплексности стехиометријских проблема” прихвати, и да се кандидату Саши Хорвату одобри одбрана.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Мирјана Сегединац, редовни
професор ПМФ у Новом Саду,
председник комисије

др Душица Родић, доцент ПМФ у
Новом Саду, ментор

др Тамара Рончевић, доцент ПМФ у
Новом Саду, члан

др Горан Савић, доцент Факултета
техничких наука у Новом Саду, члан