

УНИВЕРЗИТЕТ У БАЊОЈ ЛУЦИ  
МЕДИЦИНСКИ ФАКУЛТЕТ:



Примљено:	25.1.2019.	
Орг. јед.	Број	Прилог
12/4.4	1/9	

**ИЗВЈЕШТАЈ**  
*о оцјени урађене докторске дисертације*

**I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ**

**Наставни-научни вијеће Медицинског факултета Универзитета у Бањој Луци,** на сједници одржаној 21.12.2018. године, донијело је одлуку број 18/3.947/2018 о именовању Комисије за оцјену и одбрану урађене докторске дисертације мр сц. Маријане Араповић-Савић под називом „*Примјена фотограметрије за анализу ортодонтских модела*“.

Именована је комисија у слједећем саставу:

1. Предсједник:  
Проф. др Ненад Недељковић  
Звање: ванредни професор  
Ужа научна област: Ортопедија вилица  
Институција: Стоматолошки факултет Универзитета у Београду
2. Члан:  
Проф. др Ивана Шћепан  
Звање: редовни професор  
Ужа научна област: Ортопедија вилица  
Институција: Стоматолошки факултет Универзитета у Београду
3. Члан:  
Доц. др Адриана Арбутина  
Звање: доцент  
Ужа научна област: Ортопедија вилица  
Институција: Медицински факултет Универзитета у Бањој Луци
4. Члан:  
Доц. др Слава Сукара  
Звање: доцент  
Ужа научна област: Дјечија и превентивна стоматологија  
Институција: Медицински факултет Универзитета у Бањој Луци
5. Члан:  
Проф. др Бранислав Глишић  
Звање: редовни професор  
Ужа научна област: Ортопедија вилица  
Институција: Стоматолошки факултет Универзитета у Београду

Након детаљног прегледа урађене докторске дисертације кандидата мр сц. Маријане Араповић-Савић чланови Комисије подносе Наставно-научном вијећу Медицинског факултета Универзитета у Бањој Луци и Сенату Универзитета у Бањој Луци слједећи извјештај:

## II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Маријана (Миленко) Араповић-Савић.  
Рођена 07.04.1979. године у Бањој Луци, Република Српска, Босна и Херцеговина.  
Универзитет у Бањој Луци, Медицински факултет, Студијски програм стоматологија, кандидаткиња је завршила 2006. године. Кандидаткиња је уписала послиједипломски студиј на Медицинском факултету у Бањој Луци 2006. године и успјешно га завршила са просјечном оценом 9,91. На Медицинском факултету, Универзитета у Бањој Луци 12.12.2012 године, успјешно је одбранила магистарски рад под називом: „Утицај врсте ортодонтског апарата на тврда и мека ткива усне дупље“ и тиме стекла звање магистра стоматолошких наука из области Ортопедија вилица.

## III УВОДНИ ДИО ОЦЛЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов докторске дисертације мр сц. Маријане Араповић-Савић је:  
„Примјена фотограметрије за анализу ортодонтских модела“.

Тема докторске дисертације је прихваћена од стране Наставно-научног вијећа Медицинског факултета, Универзитета у Бањој Луци Одлуком број: 18/3.540/16 од 12.07.2016. године.

Сенат Универзитета у Бањој Луци Одлуком број: 02/04-3.2038-107/16 од 18.07.2016. године дао је сагласност на Извјештај о оцјени услова и подобности теме за израду докторске дисертације на Медицинском факултету у Бањој Луци кандидаткиње мр сц. Маријане Араповић-Савић под називом „Примјена фотограметрије за анализу ортодонтских модела“.

Садржај докторске дисертације је изложен у слједећим поглављима:

- 1) Увод (стр. 1-38),
- 2) Хипотеза (стр. 39),
- 3) Циљ рада (стр. 40),
- 4) Материјал и методе (стр. 41-54),
- 5) Резултати истраживања (стр. 55-82),
- 6) Дискусија (стр. 83-102),
- 7) Закључак (стр. 103) и
- 8) Литература (стр.104-115).

Докторска дисертација је написана латиничним писмом, фонтом *Times New Roman*, величина 12. Дисертација је написана на укупно 116 страница, формата A4. На почетку дисертације налази се 8 страна које нису нумерисане, а односе се на наслов дисертације, резиме (на српском и на енглеском језику), захвалницу и на садржај докторске дисертације. Дисертација садржи 36 табеле и 33 слика. Укупан фонд кориштене литературе чини 116 литерарна извора.

**У првој целини** (стр.1-38) истакнут је разлог због којег је ово истраживање предузето и истакнуто је постојање предности, али и недостатака гипсаних студијских модела. Представљена је могућност употребе дводимензионалних и тродимензионалних студијских модела у ортодонтској дијагностици и терапији.

Такође, истакнут је значај правилног фотографисања студијских модела и употребе фотограметријских метода. Нарочит значај у овом дијелу рада дат је појави која настаје приликом фотографисања истих модела на различитом удаљеностима тј. перспективној дисторзији. Представљена је могућности фотографисања студијских модела помоћу намјенски направљеног програма OrthoPhoto4D. Програм OrthoPhoto4D користи скуп од четири фотографије, уз корекцију перспективне дисторзије и употребу QR кодова.

**У другој целини** (стр.39) представљена је хипотеза спроведеног истраживања која истиче да се анализом фотограметријских снимака ортодонтских студијских модела добијају доволно тачни и прецизни резултати и да не постоје статистички значајна одступања за клиничку праксу резултата мјерења рађених на гипсаним и скенираним студијским моделима.

Циљеви истраживања су дати у  **трећој целини** (стр.40). Циљеви истраживања су прецизно постављени како би се испитала могућност употребе фотограметријских метода за потребе ортодонтске дијагностике. Ближи циљеви су били: дефинисати протокол за фотограметријска снимања студијских модела, развити програм који омогућава мјерења на основу предходно направљеног скupa фотографија студијског гипсаног модела и упоредити резултате стандардног мјерења гипсаних студијских модела, модела на основу тродимензионално скенираног студијског модела и фотограметријског мјерења студијског модела.

У **четвртој целини** (стр.41-54) представљена је основна методологија истраживања. У оквиру овог дијела детаљно је описан прикупљени узорак као и критеријуми за њихов избор, детаљно кориштена методологија рада током истраживања. Резултати истраживања и тестирање хипотезе чине садржај **пете целине** (стр.55-82). У оквиру овог дијела дисертације, систематично су приказани резултати по фазама истраживања. Детаљно је приказана статистичка анализа и обрађени су сви резултати мјерења на гипсаним студијским моделима, 3Д скенираним моделима у OP4D веб апликацији и фотограметријским мјерењима у апликацији OrthoPhoto4D. Анализе укључују одступања за сваку мјерену вриједност, као и средњу грешку и стандардну девијацију за сваку мјерену величину. Такође је израчунат Пирсонов коефицијент корелације и извршен је упарени т-тест. Резултати ових анализа приказани су у табелама, графиконима и пратећем тексту.

**Шеста целина** у овој докторској дисертацији (стр.83-102) представљена је дискусијом добијених резултата истраживања и њиховом компарацијом са већ постојећим сличним истраживањима у овој научној области. Представљени су и образложени научни и прагматични доприноси овог рада у ортопедији вилица.

У **седмој целини** (стр.103) ове дисертације, кандидаткиња је на јасан и систематичан начин представила синтезу сазнања и научних чињеница изнесених у оквиру дисертације, добијених на основу резултата истраживања и тестирања хипотезе. Управо на бази научне спознаје изнесена је препорука употребе фотограметријског мјерења студијских модела у ортодонтској дијагностици.

**Осма целина** (стр.104-115) ове дисертације представља списак кориштене литературе у оквиру спроведеног истраживања, а у оквиру изrade ове дисертације.

## IV УВОД И ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

### **IV 1. Разлог због којег је истраживање предузето, проблем, предмет, циљеви и хипотеза истраживања**

Анализа гипсаних студијских модела представља неопходан дијагностичког протокола у ортодонцији. Како употреба гипса поред предности има и недостатке као што су складиштење и оштећење, све већи значај у употреби добијају 2Д и 3Д дигитализовани модели. Савремене технике омогућавају скенирање и фотографисање отисака и њихову дигитализацију. Омогућено је лако складиштење, чување и приступ дигиталним моделима. Најчешћи начин дигитализације је употреба 3Д скенера. Кандидаткиња је у раду представила алтернативан начин дигитализације студијских модела, заснован на употреби фотограметрије у новоразвијеном програму OrthoPhoto4D. Програм аутоматски израчунава и исправља грешке настале као последице перспективне дисторзије.

**Научни циљ** истраживања је стицање сазнања о примјени фотограметријских метода у ортодонтској дијагностици, што је кандидат урадила детаљним описима до сада кориштених метода за фотограметријске анализе.

Уважавајући горе наведене чињенице, произашли су **циљеви докторске дисертације**:

Основни циљ истраживања је био:

Испитати могућност употребе фотограметријских метода за потребе ортодонтске дијагностике мјерењем студијских гипсаних модела.

Ближи циљеви истраживања су били:

1. Дефинисати протокол за фотограметријска снимања студијских гипсаних модела.
2. Развити програм који омогућава мјерења на основу предходно направљеног скupa фотографија студијског гипсаног модела.
3. Упоредити резултате стандардног мјерења студијских гипсаних модела, тродимензионално скенираног студијског модела и фотограметријског мјерења студијског модела.

На основу проблема, предмета и циљева истраживања, као и резултата претходних сличних истраживања, постављена је **хипотеза истраживања** која гласи:

„Анализом фотограметријских снимака ортодонтских студијских модела добијају се доволно тачни и прецизни резултати. Не постоје статистички значајна одступања за клиничку праксу резултата анализа рађених на гипсаним, скенираним студијским моделима и фотографијама студијских модела добијених у апликацији OrthoPhoto4D“.

### **IV 2. Преглед претходних истраживања**

**Преглед релевантне литературе** даје ширу слику теме докторске дисертације. У оквиру уводног дијела дисертације, детаљно је приказан преглед литературе са позивом на релевантне и актуелне референце које указују да су до сада кориштене различите методе фотографисања студијских модела са циљем документовања и мјерења. У досадашњим истраживањима, аутори су поредили прецизност мјерења на гипсаним студијским моделима и фотограметријским моделима. Аутори нису у обзир узимали ефекат перспективне дисторзије који настаје услед коначне удаљености објектива од студијског модела.

Normando, Da Silva и Mendes су у свом истраживању поредили вриједности добијене мјерењем ручно на 16 студијских модела са резултатима добијених фотограметријским мјерењима истих студијских модела. У студији су користили само једну фотографију и нису узимали у обзир перспективну дисторзију. Након анализе добијених резултата, аутори закључују да су резултати упареног t-теста који

је имао вриједности од 0,01 и 0,8 и вриједности интеркласне корелације од 0,66 до 0,99 прихватљиви и да немају клинички значај [1].

Al-Khatib и сарадници су користили стереофотограметријски систем за мјерење на студијским моделима и упоређивали га са резултатима добијеним ручним мјерењима. Аутори закључују да због мјерне разлике испод 0,5 mm у већини случајева није важно постојање утврђене статистички значајне разлике, јер су добијене грешке у очекиваном опсегу грешке мјерења у клиничкој пракси [2].

Fu и сарадници су поредили мјерења на 3Д скенираним моделима и 3Д моделима реконструисаним употребом структуре из покрета на основу 72 фотографије објекта. Мјерења су вршена у програму Meshlab. Аутори закључују да одступања до 0,4 mm нису клинички значајна, иако су пронађене статистички значајне разлике [3].

Поређење дијагноза и планова терапије на двије врсте снимака, стандардним рдг и 3Д фотограметријским снимцима био је циљ студије коју су радили Manosudprasit и сарадници. Након прегледа рдг снимака ортодонти су поставили дијагнозу и план терапије. Након 4 до 6 недеља поновили су дијагнозу и план терапије, али овај пут на 3Д фотограметријским снимцима. Након статистичке анализе, већина дијагностичких одлука имала је исти одговор, чиме је потврђена висока корелација између двије испитиване методе [4].

Поузданост фотограметрије као дијагностичке методе испитивана је и у истраживању које су радили Negi и сарадници. Поређено је 11 мјерења на стандардни профилни телерендген снимцима са аналогним тачкама на предњим и бочним фотографијама. Након статистичке анализе код свих испитиваних параметра показана је висока корелација од 95% између двије методе, па су аутори овог истраживања предложили фотограметрију као једноставну, поуздану и приступачну методу у ортодонтској дијагностици [5].

Процјена клиничке примјењивости анализа на 2Д и 3Д моделима лица био је циљ студије коју су радили Zogheib и сарадници. 2Д и 3Д моделе су радили исти оператори. Три различите 2Д слике направљене су у стандардним условима: једна са насмијаним лицем и двије са ненасмијаним лицем. Након фотографисања испитаницима су урађена два 3Д скена лица. Мјерења са 2Д и 3Д моделима упоређења су са мјерењима истих антрополошких вриједности које су директно мјерена на лицима испитаника дигиталним шестаром. Аутори овог истраживања закључују да је грешка при употреби 3Д модела мања (1,8%) него при употреби 2Д слика (3,3%) [6].

3Д фотограметријски систем мјерења представљен је у истраживању које су провели Deli и сарадници. Рад је имао за циљ да се направи аутоматско, неинвазивно мјерење са циљем лакше дијагностике. Поређено је 30 тачака означених директно на пластичној глави и исте тачке су дигитализоване фотограметријском методом и ласерским скенером. Разлике између испитиваних метода кретале су се око 0,022 mm и 0,038 mm за линеарна мјерења. Добијена одступања у овом истраживању била су клинички прихватљива [7].

Употреба, поузданост и репродуцибилност фотограметријских мјерења за анализирање ангулатације зуба, био је циљ истраживања које је радио Amorim са сарадницима. Снимљене су дигиталне и стандардизоване фотографије 12 студијских модела и фотографије су преbacene у програм ради очитавања ангулатације зуба. У циљу процјене насумичне грешке и анализирања репродуцибилности фотографисање и мјерења су поновљени. Насумична грешка показала је варијацију од 0,77 до 2,55 степени за ангулатацију зуба. Статистичка анализа показала је да метод има одличну репродуцибилност за све зубе, осим за горње премоларе [8].

Рађене су бројне студије у којима су добијене разлике између испитивних метода тј. ручних мјерења на гипсаним студијским моделима и мјерењима на дигиталним моделима износиле до 0,5 mm за појединачне зубе и до 5% за веће удаљености.

Аутори ових истраживања су били мишљења да су добијене разлике клинички прихватљиве [9,10,11].

Тачност и прецизност 3Д стереофотограметије у поређењу са директним методама антропометрије и дигиталне фотограметрије био је циљ истраживања које су радили Dindaroğlu и сарадници. У студији је било укључено 80 испитаника. На профилима је мјерено 8 тачака, а на анфасу 4 тачке. Палпацијом и инспекцијом означене су директно тачке, а за удаљености тачака у предњој равни кориштен је дигитални шестар, као и за мјерење удаљености између тачака на сагиталној равни. У другој фази испитаници су фотографисани и све фотографије су пренесене на рачунар. У трећој фази све 3Д стереофотограметријске тачке добијене су помоћу 3dMDflek система. Након статистичке анализе добијених резултата, највећа средња разлика износила је 0,30 mm између директног мјерења и фотограметрије, 0,21 mm између директног мјерења и 3Д стереофотограметрије и 0,5 mm између фотограметрије и 3Д стереофотограметрије. Аутори овог истраживања сугеришу стереофотограметрију као довољно прецизну и тачну за употребу у ортодонцији [12].

#### Литература цитирана у IV 2.

1. Normando D, Lima da Silva P, Mendes ÁM. A clinical photogrammetric method to measure dental arch dimensions and mesio-distal tooth size. *The European Journal of Orthodontics*, 2011;33(6):721-726.
2. Al-Khatib AR, Rajion ZA, Masudi SA, Hassan R, Townsend GC. Validity and reliability of tooth size and dental arch measurements: a stereo photogrammetric study. *Australian orthodontic journal*, 2012;28(1):22.
3. Fu X, Peng C, Li Z, Liu S, Tan M, Song J. The application of multi-baseline digital close-range photogrammetry in three-dimensional imaging and measurement of dental casts. *PloS one*, 2017;12(6):0178858.
4. Manosudprasit A. Diagnosis and treatment planning of orthodontic patients with 3-dimensional dentofacial records. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2017;151(6):1083-1091.
5. Negi G. Photogrammetric Correlation of Face with Frontal Radiographs and Direct Measurements. *Journal of clinical and diagnostic research*, 2017;11(5):79.
6. Zogheib T. Suppl-1, M2: Comparison of 3D Scanning Versus 2D Photography for the Identification of Facial Soft-Tissue Landmarks. *The open dentistry journal*, 2018;12:61.
7. Deli R, Di Gioia E, Galantucci LM, Percoco G. 3D Facial Landmark Models for Soft Tissue Analysis with The 3D 3Cameras StereoPhotogrammetry. *85th EOS Congress of the European Orthodontics Society, Helsinki*, 2009:10-14.
8. Amorim JR, Macedo DV, Normando D. Evaluation of a photographic method to measure dental angulation. *Dental press journal of orthodontics*, 2014;19(2):84-9.
9. Leifert MF, Leifert MM, Efstratiadis SS, Cangialosi TJ. Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 2009;136(1):16-e1.
10. Okunami TR, Kusnoto B, BeGole E, Evans CA, Sadowsky C, Fadavi S. Assessing the American Board of Orthodontics objective grading system: digital vs plaster dental casts. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 2007;131(1):51-56.
11. Asquit J, Gillgrass T, Mossey P. Three-dimensional imaging of orthodontic models: a pilot study. *The European Journal of Orthodontics*, 2007;29(5):517-522.
12. Dindaroğlu F, Kutlu P, Duran GS, Görgülü S, Aslan E. Accuracy and reliability of 3D stereophotogrammetry: A comparison to direct anthropometry and 2D photogrammetry. *The Angle Orthodontist*, 2016;86(3):487-494.

#### **IV 3. Допринос тезе у ријешавању изучаваног предмета истраживања**

Универзални протокол фотографисања студијских модела у ортодонцији, те њихова употреба у дијагностици још увијек нису уведени у ортодонтску праксу. Употреба програма OrthoPhoto4D који користи скуп од четири фотографије у сврху мјерења, те коригује грешке настале перспективном дисторзијом, од великог је значаја за правилно вршење мјерења на гипсаним студијским моделима у клиничкој пракси.

#### **IV 4. Научни и прагматични допринос дисертације**

До сада није публикован рад који обједињује три различита метода мјерења студијских модела (ручна мјерења на гипсаним студијским моделима, мјерења скенираних 3Д модела и фотограметријска мјерења студијских модела). Овим радом је дат значајан научни допринос дисертације у истраживању као и у ширењу знања, која се односе на правилна мјерења и анализу дигиталних студијских модела. Прагматични допринос дисертације се огледа у два креирана програмска пакета и дефиницији процедуре које омогућавају рад на дигитализацији гипсаних студијских модела и пратећих процеса.

### **V МАТЕРИЈАЛ И МЕТОД РАДА**

#### **V 1.Материјал и критеријуми**

Материјал и методе рада који су коришћене у овој дисертацији су усклађене са постављеним циљевима и приказане су на 13 страница. Коришћени материјал и методе истраживања, који су примијењени у овој дисертацији омогућили су увид у посматрану проблематику и пружиле одговор на научни проблем, односно предмет истраживања. У току овог истраживања коришћено је 50 гипсаних студијских модела, односно 100 отисака горњег и доњег зубног низа. Критеријум за испитанике је подразумијевао да испитаник има здраве, интактне зубе или са адекватно санираним зубним испунима као и да су присутни пуни зубни низови.

#### **V 2. Кратак увид у метод истраживања**

У првој фази истраживања, мјерења су обављена на гипсаним студијским моделима помоћу дигиталног ортодонтског шестара са прецизношћу мјерења од 0,01 mm. Дигиталним шестаром су измјерене мезиодисталне ширине зуба тј. најшири промјер крунице, мезиодистална ширина сегмената зуба, као и интерканина и интермоларна растојања у обе вилице. Након тога извршene су Лундстромова и Болтонова анализа. Лундстромова анализа је сегментна анализа која се базира на подјели зубног лука на шест сегмената, а помоћу које се пореди потребан и расположив простор. Сваки сегмент обухвата два зуба, укључујући и први стални молар. Величина сваког сегмента упоређивана је са мезиодисталним промјером по два зуба и израчуната је укупна разлика. Позитивна разлика говорила је о вишку простора, док је негативна разлика говорила о мањку простора за правilan смјештај зуба у зубном низу.

Болтонова анализа представља анализу која се користи у сталној дентицији помоћу које се анализира дискрепанција зуба. Мјерен је мезиодистални промјер је са збиром ширине горњих 12 зуба и добијени резултат се множио са 100. Нормалан просјечан однос износи 91,3%. Овакав однос говори о нормалној дубини преклопа, инцизалном степенику и правилној оклузији. Већи однос настаје због превелике ширине доњих зуба, а мањи се јавља услијед повећане ширине горњих зуба. У првом случају, редукован је инцизални степеник и дубина преклопа, а у другом је повећана дубина преклопа и инцизалне степенице.

У другој фази истраживања студијски модели су фотографисани за фотограметријско мјерење. Фотографисање студијског модела извршено је са

антериорне, лијеве и десне букалне стране, те горње, односно доње оклузалне стране. Модели су фотографисани у позиционеру који омогућава једноставно фиксирање модела у потребним положајима и садржи скуп маркера за одређивање неопходних параметара за рачунање стварних вриједности мјерених величина. Програм је на основу скupa од четири фотографије омогућавао вршење низа предефинисаних мјерења на излазу дајући вриједности у милиметрима. Програм је у обзир узимао и ефекат перспективе који је присутан при трансформацији тродимензијоналног објекта у дводимензијалну фотографију, а који може утицати на тачност мјерења. За аутоматизацију рада кориштени су дводимензијални QR кодови за означавање страна позиционера и идентификацију фотографисаног модела. Фотографисање је вршено употребом дигиталног апаратца на који је био постављен објектив одговарајуће жижне даљине. Фотографисање је вршено са удаљености од приближно 120 см, и апарат је био прецизно позициониран употребом макро шина, док је за извор свјетла кориштено контролисано благо освјетљење дефинисано на такав начин да равномјерно освијетли модел и позиционер, али да је присутна и довољна количина сјена и контраста на фотографијама да би било могуће једноставно лоцирати жељене тачке. Позиционер и маркери за мјерења били су израђени од алуминијума употребом рачунарски контролисане машине за обраду метала на основу тродимензијоналног модела. На алуминијумском маркеру је био фиксиран штампани шаблон са ознакама за мјерење. На странама позиционера су били фиксирани шаблони са ознакама страна. Сви шаблони су били рачунарски генерисани и одштампани на штампачу високе резолуције. Програм за мјерења функционисао је на сљедећи начин: оператор је након увоза серије фотографија студијског модела имао на располагању четири пројекције студијског модела и могућност избора вилице коју тренутно обрађује. Прикази су међусобно повезани на такав начин да се помијерање или увећавање једног приказа аутоматски одражава и на преостала три, што је олакшавало рад оператору. Оператор је на једној од пројекција бирао локацију жељене тачке, док се информација о трећој димензији добијала одабиром исте те тачке у другој пројекцији. Након тога, оператор је прелазио на одређивање позиције наредне тачке. Након дефинисања свих потребних тачака програм је израчунавао мјерене удаљености у милиметрима. Програмска подршка раду оператора је била реализована у виду намјенски развијеног софтвера који је био израђен на Електротехничком факултету Универзитета у Бањој Луци. За основу је искориштена OpenCV (Open Source Computer Vision) библиотека намијењена за рачунарски вид и припадајућу обраду слика.

У трећој фази мјерења извршено је скенирање студијских модела и на скенираним моделима урађена су иста мјерења као и у првој и другој фази. Тродимензијално скенирање студијског модела и мјерења је извршено Steinbichler L3D COMET 5M скенером и намјенским софтвером за мјерења. Ријеч је о индустриском 3Д скенеру који користи плави извор структурисаног свјетла: обасјава модел свјетлом различитих узорака и снима слику другим помјереним објективом те на основу помјераја (паралаксе) рачуна тродимензијонални модел. Скенер посједује рачунарски контролисано ротирајуће постолје. За 75 mm објективе који су постављени на скенер ограничења су скенирање модела до 74 mm x 62 mm x 45 mm уз резолуцију између скенираих тачака од 0,03 mm. Ова ограничења омогућавају врло квалитетно скенирање ортодонтских студијских модела.

Статистичка обрада података је била адекватна. Резултати су приказани табеларно и графички и на основу добијених резултата изведени су одговарајући закључци. За статистичку обраду података су израчунате средње вриједности одступања, стандардне девијације, Пирсонов кофицијент корелације, те је извршен упарени Студентов t-тест. Резултати су представљени и графички употребом Бланд-Алтман

графика.

Анализирајући обрађени материјал, описане методе и резултате истраживања, а имајући у виду досадашња искуства и достигнућа у овој области, комисија констатује да су примјењене методе адекватне, а испитивани параметриовољно обрађени и објективно тумачени.

## VI РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ИСТРАЖИВАЊА

### VI 1. Резултати истраживања

Добијени резултати ове докторске дисертације приказани су на 27 страница, а анализирани су кроз дискусију на 29 страница.

У првој фази овог истраживања извршена су мјерења и поређени су резултати добијени ручно тј. директно на гипсаним студијским моделима, те индиректно на 3Д скенираним моделима. Добијени резултати из ове групе истраживања приказани су у табелама 1-12.

У другој фази истраживања мјерени су и поређени резултати добијени индиректно на 3Д скенираним моделима и на фотографијама студијских модела у апликацији за фотограметријска мјерења. Добијени резултати из ове групе мјерења приказани су у табелама 13-24.

У трећој фази истраживања мјерени су и поређени резултати добијени ручно на гипсаним студијским моделима и на фотографијама студијских модела у апликацији OrthoPhoto4D. Добијени резултати ове групе приказани су у табелама 25-36.

Добијена одступања у односу на референтна мјерења за сва поређења су била у складу са резултатима присутним у литератури или мања, а у свим случајевима су била у клинички дозвољеним границама одступања.

У наредном поглављу су дати графички прикази поређења резултата свих врста мјерења употребом Бланд-Алтман графика, као и графички приказ средњих одступања и стандардних девијација за ручна и фотограметријска мјерења у односу на мјерења на скенираним 3Д моделима.

Висок степен сагласности између ових начина мјерења примјетан је на графиконима, јер је највећи дио добијених вриједности између линија девијација, те су вриједности мјерења груписане око средње вриједности.

Подаци приказани у овим поглављима снажно сугеришу да је OrthoPhoto4D фотограметријски софтвер упоредив са друге дјиље испитиване методе мјерења, те да нису утврђене статистички значајне разлике у измјереним и израчунатим вриједностима мезиодисталних ширине појединих зуба, сегмената зуба, интерканине и интермоларне ширине, као и вриједности Лундстромове и Болтонове анализе. Добијени резултати снажно корелишу, а добијене разлике од просјечно 0,2 mm прихватљиве су у пракси.

### VI 2. Критичност и коректност тумачења резултата

Резултати истраживања су јасно и објективно тумачени, и презентовани на прегледан начин. Кандидат је у дисертацији показала објективан и критички став у процјени ових резултата, посебно у дијелу који се односи на компарацију са резултатима сличних истраживања. Дискусија резултата показује да је кандидат способан да прикупи, обради, презентује резултате на врло прегледан начин, као и да на јасан и свеобухватан начин разматра приказане резултате и упореди их с литературним подацима.

### VI 3. Теоријски и практични допринос дисертације и нови истраживачки задаци

*Основни теоријски допринос дисертације је сљедећи:*

Ова докторска дисертација проширује постојећа знања о употреби фотограметрије у ортодонтској дијагностици. Анализирана су три метода, које се примјењују за анализу студијских ортодонтских модела: ручна мјерења гипсаних студијских модела, мјерења 3Д скенираних модела, те мјерења модела фотограметријом. Резултати истраживања јасно показују да примјена фотограметрије за анализу студијских модела у поређењу са друге двије методе даје једнако тачне и прецизне резултате мјерења. За потребе мјерења 3Д скенираних модела је развијен веб базирани софтвер OP4D који омогућава једноставно складиштење, организацију и мјерење на дигиталним тродимензионалним моделима без потребе за инсталацију додатних програма на корисничком рачунару, укључујући и мобилне уређаје. Фотограметријска мјерења су вршена у намјенски развијеном софтверу OrthoPhoto4D који омогућава мјерења удаљености у тродимензионалном простору на основу четири фотографије модела. У оквиру истраживања је обрађена и употреба QR кодова за аутоматизацију одређених активности у току процеса дигитализације и мјерења студијских модела. Вриједно је напоменути да за употребу фотограметрије на описани начин у клиничкој пракси није неопходан изузетно скуп хардвер и софтвер специфичан за рад са 3Д скенираним моделима чиме се употреба савремених дигиталних технологија чини доступнијом. Оваква истраживања имају улогу и у подизању свијести ортодоната о могућности употребе модерних технологија у циљу повећања нивоа квалитета здравствене услуге уз смањење ефеката проблема везаних за рад са гипсаним студијским моделима. Резултати истраживања указују на предности примјене фотограметрије у односу на гипсане студијске моделе као и 3Д моделе.

*Основни правци даљих истраживања:*

Резултати ове дисертације дају одговоре на постављене задатке истраживања, али и указују на наредне правце истраживања у областима дефинисања протокола за фотографисање студијских модела, те широј употреби QR кодова у клиничкој пракси.

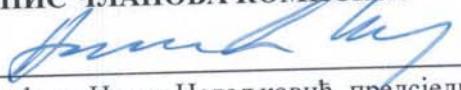
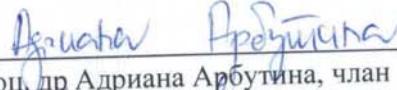
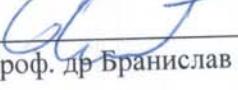
## VII ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ

Докторска дисертација мр сц. Маријане Араповић-Савић под називом „Примјена фотограметрије за анализу ортодонтских модела” израђена је у складу са образложењем које је кандидат приложио приликом пријаве теме. Докторска дисертација урађена је према правилима и принципима научно-истраживачког рада и резултат је оригиналног научног рада кандидата. Резултати добијени примјеном адекватних статистичких анализа, јасно су указали да примјена описаног програма за фотограметријска мјерења представља значајан научни допринос. Такође, резултати су јасно показали да описани начин мјерења има тачне и прецизне резултате у поређењу са друге двије испитиване методе мјерења на гипсаним и 3Д скенираним студијским моделима. Кандидаткиња је на основу резултата понудила начин превазилажења проблема и поставила оквир за даља истраживања и проналажење протокола за правилно фотографисање и мјерење студијских модела. Поред тога, кандидаткиња је прецизно и логично анализирала предложену тему истраживања и довела податке у везу са постављеном хипотезом. Кандидаткиња је тему ове дисертације, кроз јасно и концизно писање, учинила интересантном и корисном и за истраживаче и за практичаре. Дисертација представља и оригинални допринос стоматолошкој науци, јер проширује постојећа знања о примјени фотограметрије за анализу студијских модела.

Чланови Комисије, на основу укупне оцјене докторске дисертације једногласно дају позитивну оцјену о завршеној докторској дисертацији под називом: „Примјена фотограметрије за анализу ортодонтских модела” мр сц. Маријане Араповић-Савић и предлажу члановима Наставно-научног вијећа Медицинског факултета Универзитета у Бањој Луци и Сенату Универзитета у Бањој Луци да прихвате овај Извјештај и омогуће кандидату да своју докторску дисертацију јавно брани.

Датум: 25.01.2019.

### ПОТПИС ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

1.   
Проф. др Ненад Недељковић, предсједник
2.   
Проф. др Ивана Шљепан, члан
3.   
Доц. др Адриана Арбутина, члан
4.   
Доц. др Слава Сукара, члан
5.   
Проф. др Бранислав Глишић, члан