



Одлуком Сената Универзитета у Крагујевцу бр. III-01-709/54 од 21.09.2021. године именовани смо за чланове комисије за оцену и одбрану мастер рада под називом „Компаративна анализа исплативости *In Silico* студија у односу на реалну студију уградње коронарног стента“ кандидата Невене Марковић, бр. индекса 22/2019, студијски програм Информационе технологије. Овим путем након прегледа мастер рада подносимо

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ МАСТЕР РАДА

1. Биографски подаци кандидата

Невена Марковић је рођена 13.06.1992 године у Крагујевцу, где је завршила основну школу, а затим средњу Економску школу. Године 2013. уписује Факултет за менаџмент у Зајечару, на коме дипломира 2017. године на тему „Анализа предвиђања иновација и нових технологија до 2100 године“, са просеком 8,55. Исте године уписује мастер академске студије на Економском факултету у Крагујевцу, смер маркетинг. Године 2018. мастерира на тему „Утицај колективизма на доношења одлука о куповини“, са просеком 10,00. Од новембра 2019. године студира мастер академске студије Информационих технологија при Универзитету у Крагујевцу. У оквиру стручне праксе у Центру за Биоинжењеринг, радила као сарадник на научним пројектима-писање делова научних пројеката. Године 2021 у оквиру програма: "Моја прва плата" започиње сарадњу са агенцијом "MIA Consulting", на позицији пројект менаџера. Сада је запослена у комерцијали компаније "Трнавe промет" и ради као референт за амбалажу и транспорт. Омиљени хоби плес и пливање.

2. Извештај о студијском истраживачком раду

Невена Марковић (22/2019) је упозната са правилима, поступцима и процесима самосталног и целовитог истраживачког рада, као и писања стручних/научних текстова. Оспособљена је за примену принципа и теоријских основа, као и практичних знања стечених током студија, за коришћење како писане литературе, тако и садржаја који се могу наћи на интернету, чиме је оспособљена да самостално унапређује своје знање.

Самосталан рад кандидата на завршном мастер раду континуирано је праћен од стране ментора. Студент је током истраживања упознат и са основним резултатима из уже области из које је завршни мастер рад, као и са литературом.

3. Опис мастер рада

Предмет истраживања у мастер раду је компаративна анализа исплативости *In Silico* и реалне студије уградње коронарног стента, односно испитивање да ли је *In Silico* студија исплативија од клиничке студије уградње коронарног стента.



Образац 4: *Извештај о оцени мастер рада*

Основни циљ мастер рада је стицање релевантних сазнања да ли је In Silico студија исплативија од клиничке студије уградње коронарног стента.

Мастер рад се састоји од три поглавља, увода и закључка.

У првом делу рада објашњена је коронарна физиологија, анатомија и коронарне болести. Теоријски је стављен фокус на коронарне болести како би се лакше разумела потреба за медицинским усвајањем In Silico платформе у свакодневном раду.

У другом делу рада анализирани су стентови по врсти и материјалима од кога се праве, поступку израде стента, као и специјални додаци који се користе приликом поступка израде стента.

Трећи део рада обухвата главни истраживачки део рада. Објашњена је компаративна анализа исплативости In Silico платформе у односу на класичну уградњу стента. Основни циљ рада је да се стекну релевантна сазнања да ли је In Silico студија исплативија од клиничке студије уградње коронарног стента.

За потребе истраживања дефинисане су следеће хипотезе:

X1: In Silico студија је економски исплативија у односу на реалну клиничку студију уградње коронарних стентова

X2: In Silico студија ће за краћи временски период израчунати потребне податке за клиничка испитивања и уградњу коронарних стентова

X3: In Silico студија може редуковати праву клиничку студију за одређени проценат при чему се неће изгубити веродостојност података за уградњу металног и биодиграбилног стента у Србији.

За доказивање је коришћено МАТЛАБ окружење за нумеричке прорачуне и програмски језик четврте генерације који омогућава лако манипулисање матрицама, приказивање функција и фитовање, имплементацију алгоритама. Коришћени су трошкови уградње коронарних стентова добијени од Клиничког центра Крагујевац за 100 пацијената. Просечна цена уградње једног стента упоређена је са ценом једне In Silico симулације уградње коронарног стента (модул за примену), чиме је доказано да је In Silico симулација исплативија.

Резултати истраживања приказани су и протумачени на крају рада, у циљу доказивања постављених хипотеза. На основу резултата изведени су одговарајући закључци, ограничења, правци и препреке будућих истраживања.



4. Анализа рада са кључним резултатима

На основу дефинисаних циљева у овом истраживању, дефинисане су и потврђене постављене хипотезе:

X1: In Silico студија је економски исплативија у односу на реалну клиничку студију уградње коронарних стентова

X2: In Silico студија ће за краћи временски период израчунати потребне податке за клиничка испитивања и уградњу коронарних стентова

X3: In Silico студија може редуковати праву клиничку студију за одређени проценат при чему се неће изгубити веродостојност података за уградњу металног и биодеграбилног стента у Србији.

Укупни трошкови реалних клиничких студија (уградње стента) у Србији су 750.000 €, док се цена једне In Silico симулације креће између 1.000 € и 10.000 €. Преко MATLAB рачунарског програма извршена је анализа тачке рентабилности за клиничка испитивања уградње васкулар стента на простору Републике Србије. In Silico симулација клиничке уградње стента исплативија до износа од 5.500 еура. Све преко тога иде у корист реалне клиничке студије уградње коронарног стента.

Преко MATLAB рачунарског програма извршена је анализа тачке рентабилности за клиничка испитивања уградње коронарног стента на простору Републике Србије.

За потребе истраживања прикупљени су подаци о цени клиничке уградње коронарних стентова за 100 пацијената. Ови подаци су добијени од КБЦ-а Крагујевац, где је у 2019. години 1.100 пацијената било хоспитализовано и уграђени су им стентови. Половина пацијената је била на одељењу Интервентне Кардиологије, а друга половина међу којима су пацијенти са компликацијама на Одељењу за Ишемијске болести срца-одсек интензивне неге коронарна јединица. Формиран је узорак од 100 пацијената, 50 за прву и 50 за другу групу. У 2019. години, која се може узети као последња релевантна пре пандемије Ковид 19, у Крагујевцу је уграђено 1.100 коронарних стентова. Добијени су резултати да је цена уградње једног стента фиксна и износи 38.500 динара. У зависности од здравственог стања пацијената, година старости, али и претходне историје болести, различите су цене лекова, интервенције и осталих болничких услуга. У мастер раду узет је узорак од 100 пацијената просечна цена по уградњи коронарног стента по пацијенту је 1.739 €, а цена In Silico симулације уградње износи 1.000 - 10.000 €. Тиме је доказано да је исплативија виртуална студија у односу на реалну клиничку студију уградње коронарног стента.

Цена једне In Silico симулације уградње коронарног стента модула за примену (deployment modul) износи 1000 евра, па је тако доказано да је In Silico у симулација исплативија.

Важан аспект који треба истаћи је време потребно за извођење In Silico симулације кроз In Silico платформу у поређењу са временом потребним за извођење праве студије.



Образец 4: *Извештај о оцени мастер рада*

- Модул механичког моделирања смањује број механичких тестирања. Време потребно за извођење симулације 24 до 48 сати. Време потребно за реалну клиничку студију је 6 месеци.
- Модул за испоруку лекова Време потребно за извођење симулације 7 дана. Време потребно за реалну клиничку студију је 12 до 24 месеца.
- Модул који може проценити дизајн стента на основу димамике флуида, ефекат дизајна катетера, балона и локација стента у потенцијалном ризику од рестенозе. Време потребно за извођење симулације 2 до 6 сати. Време потребно за реалну клиничку студију је 12 месеци.

In Silico студија треба да помогне да се редукује обим клиничких студија, у смислу да се неки делови из клиничке студије скрате или искључе захваљујући In Silico студијама.

5. Закључак и предлог

In silico медицина има вишеструку глобалну сарадњу у апликацији технологија вештачке интелигенције следеће генерације као што су учење са појачањем и генеративне супарничке мреже како би се омогућило стварање нових молекуларних структура са жељеним својствима што нам је омогућило да брже добијемо праве лекове правим пацијентима. Сматра се да *In Silico* истраживања у медицини имају потенцијал да убрзају стопу открића, а смањују потребу за скупим лабораторијским радом и клиничким испитивањима.

In silico медицина је моћно средство које укључује неколико предности, као што је могућност преласка на персонализовану медицину (идентификација здравствених стања, процена прогнозе и подршка за идентификацију најбоље очекиваног лечења), смањење учешћа 'животиња и пацијената' у клиничким испитивањима, смањење трошкова истраживања и развоја и времена до изласка на тржиште.

Мастер рад плод је научно-истраживачког приступа областима медицине и информационих технологија. Ова област представља будућност у медицинским истраживањима. In Silico методе још нису у потпуности заживеле, али свакако да се и медицина, као и све друге науке све више ослања информационе технологије и вештачку интелигенцију.

Научна оправданост рада представља допринос истраживању исплативости In Silico клиничке студије, као и проширењу постојећих научних сазнања везаних за предмет истраживања. Друштвена оправданост се огледа у примени добијених научних сазнања и да се овај рад користи у научно-истраживачке сврхе, као и да послужи као основа за објављивање радова у часописима из области биоинжењеринга.

Вреди напоменути да, поред пријављене уштеде трошкова, платформа даје могућност виртуелног тестирања, у врло кратком времену и са знатно нижим трошковима, концепата у почетној фази развоја, пре израда прототипа и током фаза предклиничких и клиничких испитивања. Ово би могло побољшати фазу истраживања и повећати иновациони капацитет, уз додатне потенцијалне предности за циљне пацијенте. Када је реч о клиничким испитивањима, важно је нагласити још три важна аспекта: несумњиву предност смањења броја стварних појединаца који ризикују клиничко испитивање,



Образац 4: *Извештај о оцени мастер рада*

могућност симулације у врло кратком времену дугорочне ефикасности и сигурносне крајње тачке које би иначе захтевале вишегодишња стварна испитивања и могућност фокусирања на одређене критичне типологије пацијената (понекад ретко доступне у стварности).

Спроведено истраживање пружа одређени научни и друштвени допринос. Резултати истраживања могу послужити за проширење постојећих сазнања, обогаћивање домаће литературе и стварање смерница домаћим ауторима за будућа истраживања. Такође, могу бити примењени за писање научно истраживачких радова, који се могу објавити у научним часописима из области биоинжињеринга.

Потврђујемо да мастер рад под називом „*Компаративна анализа исплативости In Silico студија у односу на реалну студију уградње коронарног стента*“ кандидата Невене Марковић, бр. индекса 22/2019, студијски програм Информационе технологије, садржи све елементе прописане Правилником о мастер академским студијама које се реализују при Универзитету у Крагујевцу.

Комисија која је прегледала рад кандидата Невене Марковић под насловом „*Компаративна анализа исплативости In Silico студија у односу на реалну студију уградње коронарног стента*“ и мишљења је да мастер рад испуњава све услове за јавну одбрану.

Наслов завршног (мастер) рада

„*Компаративна анализа исплативости In Silico студија у односу на реалну студију уградње коронарног стента*“

Ментор: др Ненад Филиповић, редовни професор

Члан: др Зоран Калинић, редовни професор

Члан: др Марија Гачић, научни сарадник

У Крагујевцу, 26-01-2022 године.