

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Марка Крајиновића, мастер инж. електротехнике и рачунарства

Одлуком Наставно-научног већа Електротехничког факултета бр. 5003/18-3 од 15.07.2021. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Марка Крајиновића под насловом

**Решење за мапирање дозе на кожи за флуороскопски вођене процедуре у интервентној радиологији и кардиологији**

**(Skin dose mapping solution for fluoroscopy guided procedures in interventional radiology and cardiology)**

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

## РЕФЕРАТ

### 1. УВОД

#### 1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Марко Крајиновић је школске 2018/2019 године уписао докторске академске студије на Електротехничком факултету у Београду, модул Нуклеарна, медицинска и еколошка техника. Положио је све испите са просечном оценом 9,80 и испунио све обавезе везане за студијски истраживачки рад предвиђене планом и програмом Електротехничког факултета.

Кандидат је иницијално започео истраживачки рад у оквиру области дозиметрије и заштите од зрачења у интервентној радиологији и кардиологији, под руководством проф. др Оливере Цирај Бјелац као ментора за студијски истраживачки рад. Након одласка проф. др Оливере Цирај Бјелац у иностранство, од школске 2020/2021 године ментор за студијски истраживачки рад постаје ванредни професор др Милош Вујисић и под његовим менторством се наставља реализација истраживања у оквиру докторске дисертације.

Тему докторске дисертације, под радним насловом „Решење за мапирање дозе на кожи за флуороскопски вођене процедуре у интервентној радиологији и кардиологији” кандидат је пријавио Комисији за студије трећег степена 09.07.2020. године.

Комисија за студије трећег степена је на седници одржаној 14.07.2020. године разматрала предлог теме за израду докторске дисертације и упутила Наставно-научном већу предлог Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације.

Наставно-научно веће је на предлог Комисије за студије трећег степена, именovalo Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације (одлука бр. 5003/18-1 од 18.9.2020. године) у следећем саставу:

1. др Милош Вујисић, ванр. проф., Универзитет у Београду - Електротехнички факултет
2. др Драган Машуловић, ред. проф., Универзитет у Београду - Медицински факултет
3. др Ана Гавровска, доцент, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет

За ментора докторске дисертације предложен је др Оливера Цирај Бјелац, редовни професор Електротехничког факултета у Београду.

Јавна усмена одбрана одржана је на Електротехничком факултету дана 29.09.2020. године. На одбрани су били присутни сви чланови Комисије. Кандидат је тему своје докторске дисертације изложио у форми презентације, а потом успешно одговорио на сва постављена питања и исказао висок степен знања у области којој припада дисертација, на основу чега је добио оцену „задовољно”.

Наставно-научно веће Електротехничког факултета усвојило је Извештај Комисије за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације кандидата Марка Крајиновића (Одлука бр. 5003/18-2 од 18.11.2020. године).

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације Марка Крајиновића, под насловом „Решење за мапирање дозе на кожи за флуороскопски вођене процедуре у интервентној радиологији и кардиологији” (Одлука бр. 61206-4264/2-20 од 01.12.2020. године).

Проф. др Оливера Цирај Бјелац се почев од 01.11.2020. године налази на неплаћеном одсуству због одласка у иностранство, услед чега није била у могућности да обавља дужности ментора у наставку израде предметне докторске дисертације, па је предложено да се уместо проф. Цирај Бјелац за ментора предметне докторске дисертације одреди др Милош Вујисић, ванредни професор Електротехничког факултета Универзитета у Београду, будући да област докторске дисертације тематски кореспондира са његовим наставним и научним активностима, као и с обзиром да је др Вујисић блиско упознат са досадашњим студијско-истраживачким радом кандидата Марка Крајиновића. Наставно научно веће Факултета на седници одржаној 10. марта 2021. године, усвојило је захтев за промену ментора коју је поднео кандидат Марко Крајиновић којим је одређен др Милош Вујисић за новог ментора. Веће научних области техничких наука је на електронској седници одржаној 31. марта 2021. године донело Одлуку бр. 61206-1459/2-21 којом је дата сагласност на одлуку Наставно-научног већа Електротехничког факултета, бр. 297/3 од 22.03.2021. године, о одређивању проф. др Милоша Вујисића за ментора Марку Крајиновићу, уместо проф. Цирај Бјелац.

Кандидат је предао докторску дисертацију на преглед и оцену 21.06.2021. године. Комисија за студије трећег степена је на седници одржаној 29.06.2021. године потврдила испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу факултета за формирање Комисије за преглед и оцену докторске дисертације.

Наставно-научно веће је именovalo Комисију за преглед и оцену докторске дисертације (одлука бр. 5003/18-3 од 15.07.2021. године) у следећем саставу:

1. др Ковиљка Станковић, доцент, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет
2. др Слободан Петричевић, редовни професор, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет
3. др Драган Машуловић, редовни професор, Универзитет у Београду - Медицински факултет

4. др Ана Гавровска, доцент, Универзитет у Београду - Електротехнички факултет
5. др Јелена Станковић Петровић, научни сарадник, Институт за нуклеарне науке „Винча“ Институт од националног значаја за Републику Србију, Универзитет у Београду

## 1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада широј научној области Електротехника и рачунарство и ужој научној области Дозиметрија и заштита од зрачења (одређивање дозе на кожи пацијената након флуороскопски вођених процедура) за коју је матичан Електротехнички факултет. Ментор докторске дисертације је др Милош Вујисић, ванредни професор Електротехничког факултета у Београду, који је аутор бројних научних и стручних радова везаних за ужу научну област дисертације.

## 1.3. Биографски подаци о кандидату

Марко Крајиновић је рођен 1994. године у Београду. Завршио је Земунску гимназију са одличним успехом. Основне академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, студијски програм Електротехника и рачунарство, Одсек за физичку електронику, уписао је 2013. године где је дипломирао јуна 2017. године на смеру за биомедицински и еколошки инжењеринг, са просечном оценом 8,72 и одбрањеним завршним радом на тему "Експериментално одређивање карактеристика Г-М бројача", под менторством доц. др Ковиљке Станковић. Мастер академске студије на Електротехничком факултету, студијски програм Електротехника и рачунарство, модул Биомедицинско и еколошко инжењерство, уписао је 2017. године. Септембра 2018. године је завршио мастер академске студије, са просечном оценом 9,83 и одбрањеним завршним радом на тему "Мапирање дозе на површини коже у интервентној кардиологији", под менторством проф. др Оливере Цирај-Бјелац. Докторске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, модул Нуклеарна, медицинска и еколошка техника уписао је 2018. године. Положио је све испите са просечном оценом 9,80 и испунио све обавезе прописане студијским програмом сакупивши предвиђених 120 ЕСПБ марта 2020. године.

Од 01.07.2018. године запослен је у Лабораторији за заштиту од зрачења и заштиту животне средине, Института за нуклеарне науке „Винча“, Универзитета у Београду. У звање истраживач приправник је изабран 27.12.2018. године, док је у звање истраживач сарадник изабран 12.03.2021. године.

Научно-истраживачки рад Марка Крајиновића се одвија у оквиру области дозиметрије и заштите од зрачења. У ужем смислу посебно је заинтересован за имплементацију DICOM стандарда у циљу аутоматског одређивања дозе коју прими пацијент.

Поред научно-истраживачког рада Марко Крајиновић учествује и у активностима Лабораторије за заштиту од зрачења и заштиту животне средине, Института за нуклеарне науке „Винча“. У лабораторији је ангажован на истраживању у сектору за пасивну дозиметрију.

## **2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ**

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација под насловом „Решење за мапирање дозе на кожи за флуороскопски вођене процедуре у интервентној радиологији и кардиологији“ написана је на српском језику, а апстракт је написан на српском и енглеском језику. Дисертација је написана на 84 стране куцаног текста (108 са прилозима) и садржи 32 слике, 26 табела и листу од 119 библиографских референци. Текст дисертације је организован у оквиру следећих осам поглавља:

- 1) СТРУКТУРА ТЕЗЕ
- 2) ХИПОТЕЗЕ
- 3) УВОД
- 4) ПРОЦЕНА ДОЗЕ НА ПОВРШИНИ КОЖЕ ПАЦИЈЕНТА
- 5) СОФТВЕРСКО РЕШЕЊЕ *SKINCARE*
- 6) ВАЛИДАЦИЈА СОФТВЕРСКОГ РЕШЕЊА *SKINCARE*
- 7) ДИСКУСИЈА
- 8) ЗАКЉУЧАК

Дисертација пре поглавља „Структура тезе“ садржи и стране нумерисане римским бројевима које одговарају следећем:

- страна са подацима о ментору и члановима комисије
- захвалница
- резиме на српском и енглеском језику
- списак скраћеница
- списак слика,
- списак табела и
- садржај

Дисертација садржи још и стране које нису нумерисане:

- насловне стране на српском и енглеском језику

Поред ових делова, на крају дисертације се налазе и додатне стране које нису нумерисане, а обухватају неопходне изјаве (Изјаву о ауторству, Изјаву о истоветности штампане и електронске верзије рада и Изјаву о коришћењу).

## 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу су описане флуорскопски вођене интервентне процедуре и њихов значај у савременој медицини. Детаљно су описане главне компоненте флуорскопских система као и њихови режими рада. Потом су описани тренд, заступљеност и типичне абсорбоване дозе на површини коже пацијената након најчешћих интервентних процедура. На крају су описани биолошки ефекти јонизујућег зрачења и менаџмент дозе пре, током и након интервентних процедура у циљу оптимизовања заштите пацијената од потенцијалних радијационих повреда.

Централна тема другог поглавља је процена дозе на кожи пацијената током и након интервентних процедура. Прво су описане дозиметријске величине које служе за процену дозе коже као и специфичне величине флуорскопских система са Ц-луком. Након тога је описана улога калибрације дозиметара у дијагностичкој радиологији. На крају су, на систематичан начин, описане методе процене дозе коже пацијената које се спроводе током и након интервентних процедура, са нагласком на њиховим предностима и недостацима.

У трећем поглављу је приказано софтверско решење SkinCare за мапирање дозе коже пацијента, које је настало као резултат ове докторске дисертације. Најпре су приказане могућности софтвера, као и изглед дозних мапа на антропоморфним моделима. Затим су детаљно описани алгоритам и дозиметријски модел за рачунање дозе на површини коже. Потом је описано како се софтвер калибрише, тј. како се адекватно користе сви корекциони фактори, као и како се врши геометријска корекција, с обзиром да сваки произвођач другачије дефинише локацију изоцентра флуорскопског система у 3Д простору кроз DICOM (енг. Digital Imaging and Communications in Medicine) RDSR (енг. Radiation Dose Structured Report) атрибуте *Table Lateral Position*, *Table Longitudinal Position* и *Table Height Position*. На крају је приказан буџет мерне несигурности који се односи на одређивање дозе SkinCare-ом.

Валидација SkinCare-a, изложена у четвртом поглављу, извршена је у два корака. Први корак валидације се састојао у дозиметрској и геометријској валидацији SkinCare-a кроз контролисано одређивање параметара који утичу на прорачун дозе у сервисном моду Siemens Artis Zee Biplane флуорскопског система, чиме је испитана тачност у односу на референтне дозиметре. У другом кораку је извршена дозиметријска и геометријска валидација SkinCare-a на флуорскопским системима произвођача Canon (Toshiba), GE, Philips и Siemens, помоћу протокола дефинисаног у оквиру VERIDIC пројекта, са циљем да се испита компатибилност SkinCare-a са DICOM RDSR највећих светских произвођача флуорскопских система.

У петом поглављу је дата дискусија остварених резултата и спроведеног истраживања. Детаљно је анализиран садржај DICOM RDSR највећих светских произвођача флуорскопских система и изнети су предлози за унапређење постојећих структурираних извештаја о дози зрачења. На крају поглавља продискутована су ограничења спроведеног истраживања и наведени предлози за унапређење SkinCare-a, као и за генералну примену софтверских решења у рутинској клиничкој пракси.

У шестом поглављу је изведен закључак о примени софтверских решења за потребе мапирања дозе на површини коже током и након интервентних процедура. Анализиране су полазне хипотезе и дате су препоруке за будући истраживачки рад у овој области.

### **3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

#### 3.1. Савременост и оригиналност

Мапирање дозе на кожи пацијената након флуорскопски вођених процедура је посебно значајна област истраживања у дозиметрији и заштити од зрачења, која се интензивно развија последњих двадестак година кроз развој разноврсних дозиметара и софтверских решења. Општи циљ мапирања дозе је да се оптимизује и персонализује дозиметрија за пацијенте који су подвргнути потенцијално високодозним процедурама у интервентној радиологији и кардиологији, због којих се могу јавити и ткивне реакције, односно радијационе повреде коже. Директно мерење дозе постављањем дозиметра на кожу пацијента је најчешћи метод за одређивање максималне дозе на кожи (PSD - *peak skin dose*), која представља највећу дозу на било којој локацији коже пацијента током процедуре. Међутим, с обзиром да су таква мерења комплексна, временски захтевна, и подложна недетектовању PSD због мале просторне резолуције, било је неопходно дизајнирати и развити једноставнији и практичнији начин за процену PSD. Сходно томе, циљ ове дисертације био је формирање и валидација оригиналног софтверског решења (SkinCare) за мапирање дозе на површини коже пацијента које омогућава превенцију радијационих повреда коже или њихову адекватну детекцију и потоње лечење.

Тема којом се дисертација бави је веома актуелна и захтева приступ у распону од фундаменталних физичких процеса, преко биолошких ефеката зрачења, до практичних инжењерских решења. Оригиналност дисертације се огледа у имплементацији DICOM стандарда код савремених рендген-апарата и употреби RDSR фајла генерисаног на крају сваке интервенције, што је омогућило формирање универзалног решења које функционише за све савремене флуорскопске системе у складу са IEC стандардима. Оригиналност дисертације је потврђена и објављивањем два научна рада у међународним часописима, који су директно произашли из рада на дисертацији.

#### 3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде дисертације, кандидат је обавио опсежну претрагу релевантне литературе и на коректан начин цитирао 119 библиографских референци. Цитирана литература обухвата

различите типове публикација које су претежно везане за тематске области дозиметрије и заштите од зрачења, мерење јонизујућег зрачења, примену DICOM стандарда у медицинској физици и дејство јонизујућег зрачења на људски организам. У поглављу „Структура тезе“ се налазе и 2 публикације (катеорије M23) на којима је кандидат аутор, а које су проистекле из научно-истраживачког рада на дисертацији. Цитиране библиографске референце додатно показују да је кандидат темељно анализирао различите аспекате теме дисертације, увидом у бројна истраживања спроведена у оквиру научне области којој дисертација припада.

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Методологија истраживања спроведеног у оквиру предложене докторске дисертације је обухватала следеће фазе:

- Преглед и систематизација релевантне литературе у вези са методама мапирања дозе на површини коже пацијената током флуороскопски вођених процедура, са акцентом на софтверским решењима сродним теми дисертације;
- Детаљна анализа DICOM RDSR четири велика светска произвођача флуороскопских система (Canon, Philips, GE и Siemens) за потребе коришћења RDSR у мапирању дозе на површини коже пацијента;
- Развој и реализација софтверског решења SkinCare које омогућава прорачун и мапирање дозе на површини коже пацијента;
- Обука кандидата за примену дозиметријске методе на бази радиохромних филмова;
- Дизајн експеримента и релевантних експерименталних поставки;
- Калибрација радиохромних филмова и примена у клиничким условима;
- Експериментално одређивање релевантних параметра за одређивање дозе на површини коже пацијента у клиничким условима;
- Евалуација дозиметријских параметара у сервисном моду флуороскопске машине;
- Валидација софтверског решења коришћењем протокола за тестирање софтвера за мапирање дозе у интервентној кардиологији;
- Анализа резултата истраживања, њиховог значаја у ширем контексту области истраживања, као и у контексту примене у клиничким условима;
- Дисеминација кључних резултата истраживања у научним часописима;
- Приказивње резултата у форми докторске дисертације.

Експериментална испитивања су подразумевала калибрацију XR-RV3 Gafchromic® филмова у секундарној стандардној лабораторији Института за нуклеарне науке „Винча“. Експерименти су такође подразумевали валидацију SkinCare апликације која је реализована помоћу Siemens Artis Zee (Siemens Healthineers, Erlangen, Germany) флуороскопског система, коришћењем протокола за тестирање софтвера за мапирање дозе у интервентној кардиологији дефинисаног у оквиру VERIDIC пројекта. У дисертацији су коришћене следеће методе процене дозе коже пацијента и мерења јонизујућег зрачења: примена Python програмског језика приликом развоја софтвера и анализе експерименталних података, примена DICOM RDSR, калибрација уређаја за мерење производа керме и површине ( $P_{KA}$ ) помоћу полупроводничког дозиметра, као и примена XR-RV3 Gafchromic® филмова и воденог фантома. Примењена методологија у потпуности одговара стандардима научно-истраживачког рада у области дозиметрије и заштите од зрачења и усклађена је са циљевима истраживања дефинисаним на почетку израде докторске дисертације.

### 3.4. Применљивост остварених резултата

Примена софтверског решења SkinCare настала као резултат докторске дисертације за одређивање дозе на кожи пацијената у клиничкој пракси омогућава мониторинг свих релевантних дозиметријских параметара након флуороскопски вођених процедура, као и

благовремени третман у случају евидентираних високих доза, независно од типа и произвођача флуороскопског система, што је тренутно највеће ограничење постојећих софтверских решења.

Анализа доступних техничких, геометријских и дозиметријских података из DICOM RDSR четири велика светска произвођача флуороскопских система (Canon, Philips, GE и Siemens) омогућава унапређење мониторинга дозе коже на свим савременим флуороскопским системима у складу са IEC стандардима.

У оквиру ове дисертације је такође одређена и несигурност повезана са коришћењем SkinCare-а за процену дозе коже након интервентних процедура. Приказана су три различита случаја за прорачун буџета мерне несигурности према Упутству за изражавање мерне несигурности (GUM - *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*), што овим резултатима даје општи значај, с обзиром да се могу применити и за друга софтверска решења која тренутно не бележе мерну несигурност повезану са одређивањем максималне дозе коже.

### 3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током израде дисертације демонстрирао аналитичан, систематичан и оригиналан приступ истраживањима у области којој припада дисертација, што га је довело до нових идеја за мапирање дозе на кожи пацијената након флуороскопски вођених процедура. Исполио је умешност у извођењу експеримената и на креативан начин је решавао проблеме на које је наишао. Овладао је различитим дозиметријским техникама којима је имао приступ у Институту за нуклеарне науке „Винча“. Област којом се дисертација бави је мултидисциплинарна и захтева широко знање из електротехнике, рачунарства, радијационе физике, радиобиологије, дозиметрије и заштите од зрачења. Кандидат је показао способност да усвоји и примени мултидисциплинаран начин размишљања и решавања проблема.

Кандидат је први аутор на 2 рада у часописима са SCI листе који су у директној вези са дисертацијом. Као први аутор учествовао је на једној домаћој конференцији, чиме је исказао и способност да презентује свој рад широј научној заједници.

## **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

У оквиру докторске дисертације остварени су следећи научни доприноси:

- Развијено је оригинално и робусно софтверско решење за мапирање доза на површини коже пацијента, применљиво у свим медицинским установама које имају флуороскопске системе инсталиране после 2005. године и који су у складу са IEC стандардима;
- Извршена је анализа DICOM RDSR четири велика светска произвођача флуороскопских система (Canon, Philips, GE и Siemens) из перспективе тачности решења за мапирање дозе на површини коже пацијента, чиме су изведени закључци за даље унапређење садржаја DICOM RDSR;
- Анализаран је допринос мерне несигурности калибрационог фактора ( $CF$ ) и атенуационог фактора пацијентног стола ( $TAF$ ) укупној мерној несигурности одређивања дозе на површини коже пацијента, што је резултовало буџетом мерне несигурности за процену дозе коже након интервентних процедура вођених флуороскопским уређајима, који се може применити и на друга софтверска решења која тренутно не бележе мерну несигурност повезану са одређивањем максималне дозе коже;
- Утврђен је најефикаснији метод за одређивање максималне дозе на површини коже пацијента, поређењем савремених дозиметријских метода и решења.

#### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

На основу увида у циљеве истраживања постављене прилоком пријаве теме дисертације и резултате који су остварени, констатујемо да је кандидат са успехом одговорио на релевантне истраживачке проблеме у оквиру теме дисертације. У оквиру дисертације је развијено и приказано оригинално софтверско решење SkinCare намењено мапирању дозе на површини коже пацијента након флуорскопски вођених интервентних процедура коришћењем DICOM RDSR. С обзиром на могућност да се старији флуорскопски системи ажурирају у циљу генерисања DICOM RDSR, као и чињеницу да све више флуорскопских система данас генерише DICOM RDSR на крају сваке процедуре, SkinCare представља корисно, практично, савремено и адаптивбилно решење које омогућава адекватан менаџмент дозе за интервентне процедуре.

Резултати изложени у дисертацији демонстрирају могућности примене овог софтверског решења за одређивање дозе на кожи пацијената у клиничкој пракси, што ће омогућити мониторинг свих релевантних дозиметријских параметара након флуорскопски вођених процедура, као и благовремени третман у случају евидентираних високодозних случајева, независно од типа и произвођача флуорскопског система, што је највеће ограничење софтверских решења која су тренутно доступна. Квалитет остварених резултата је верификован публикавањем радова у међународним часописима и препознавањем значаја доприноса од стране научне заједнице (радови кандидата су већ цитирани у релевантним прегледним радовима из области дозиметрије и заштите од зрачења).

#### 4.3. Верификација научних доприноса

##### Категорија M23:

1. **M Krajinović**, M Dobrić, O Ciraj-Bjelac, SKIN DOSE MAPPING IN INTERVENTIONAL RADIOLOGY: A PRACTICAL SOLUTION, *Radiation Protection Dosimetry*, Volume 188, Issue 4, March 2020, Pages 508–515, <https://doi.org/10.1093/rpd/ncaa002>
2. **Krajinović M**, Kržanović N, Ciraj-Bjelac O. Vendor-independent skin dose mapping application for interventional radiology and cardiology. *J Appl Clin Med Phys*. 2021;22(2):145-157. doi:10.1002/acm2.13167

##### Категорија M63:

1. **Marko Krajinović**, Olivera Ciraj-Bjelac, Mapiranje doze na površini kože u interventnoj kardiologiji, XXX simpozijuma DZZ SCG, 2-4. oktobar 2019, Divčibare, 2019, ISBN 978-86-7306-154-2.

### **5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ**

Докторска дисертација кандидата Марка Крајиновића представља савремен и оригиналан допринос области дозиметрије и заштите од зрачења, са фокусом на мапирању дозе на површини коже пацијента након флуорскопски вођених интервентних процедура применом DICOM RDSR. Дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме и садржи све неопходне елементе које захтева Правилник о докторским студијама Електротехничког факултета у Београду.

Текст дисертације је написан на српском језику и прегледно организован у одговарајућа поглавља. Садржај дисертације је изложен на јасан и разумљив начин. Тема дисертације је значајна и актуелна, а њен главни допринос јесте оригинално софтверско решење SkinCare за мапирање абсорбоване дозе на површини коже пацијента подвргнутих флуорскопски вођеним интервентним процедурама. Сам развијени софтвер, али и пропратни резултати,



закључци и препоруке до којих је кандидат дошао током рада на дисертацији, имају знатан потенцијал за широку примену у клиничкој пракси, где би могли да унапреде флуороскопски вођене процедуре са становишта персонализоване оптимизације излагања пацијената зрачењу.

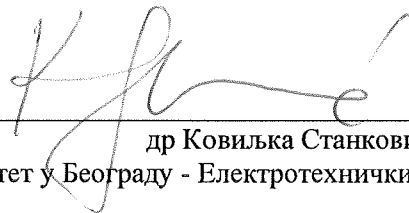
Истраживање спроведено у склопу дисертације је високог квалитета, што је потврђено радовима објављеним у међународним научним часописима. Кандидат је радећи на дисертацији исказао одлично познавање области у којој је спроводио истраживања, креативност у решавању проблема, као и способност за самостални научно-истраживачки рад.

Комисија констатује да је кандидат Марко Крајиновић испунио све неопходне услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом и Правилником о докторским студијама Електротехничког факултета у Београду.

На основу свега наведеног, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета у Београду да се докторска дисертација под називом „**Решење за мапирање дозе на кожи за флуороскопски вођене процедуре у интервентној радиологији и кардиологији**” кандидата **Марка Крајиновића** прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 30.08.2021. године

#### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Ковилка Станковић, доцент  
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



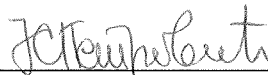
др Слободан Петричевић, редовни професор  
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



др Драган Машуловић, редовни професор  
Универзитет у Београду - Медицински факултет



др Ана Гавровска, доцент  
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет



др Јелена Станковић Петровић, научни сарадник  
Институт за нуклеарне науке „Винча“,  
Институт од националног значаја за Републику Србију, Универзитет у Београду