Универзитет у Београду
Електротехнички факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај о урађеној докторској дисертацији кандидаткиње Милице Бановић Петровић

Одлуком бр. 1240/26 од 07.07.2026. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену докторске дисертације кандидаткиње Милице Бановић Петровић под насловом

Утицај магнетских жлебних летвица на локалну расподелу губитака код нисконапонских асинхроних машина великих снага

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

И З В Е Ш Т А Ј

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидаткиња Милица Бановић Петровић уписала је школске 2021/2022. године докторске академске студије на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, под менторством академика др Слободана Вукосавића, редовног професора.

Тему докторске дисертације под насловом „Утицај магнетских жлебних летвица на локалну расподелу губитака код нисконапонских асинхроних машина великих снага“ кандидаткиња је пријавила 28.11.2024. године. Комисија за студије трећег степена је 03.12.2024. године разматрала предлог теме за израду докторске дисертације и предлог Комисије за оцену научне заснованости теме упутила Наставно-научном већу на усвајање. Наставно-научно веће је 10.12.2024. године именовало Комисију за оцену научне заснованости теме докторске дисертације.

Наставно-научно веће је 14.01.2025. године усвојило Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације. За ментора докторске дисертације одређен је академик др Слободан Вукосавић, редовни професор Универзитета у Београду - Електротехничког факултета. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду је 25.03.2025. године дало сагласност на Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације, Одлуком број 61206/2-25 од 25.03.2025. године.

Кандидаткиња је 25.06.2026. године поднела докторску дисертацију на оцену. Комисија за студије трећег степена је 30.06.2026. године потврдила испуњеност потребних услова за подношење предлога Наставно-научном већу Електротехничког факултета за формирање Комисије за оцену докторске дисертације. На основу предлога Комисије за студије трећег степена, Наставно-научно веће Електротехничког факултета је на 932. седници одржаној 07.07.2026. године донело Одлуку број 1240/26 о именовању Комисије за оцену докторске дисертације.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација кандидаткиње Милице Бановић Петровић под насловом „Утицај магнетских жлебних летвица на локалну расподелу губитака код нисконапонских асинхроних машина великих снага“ припада научној области Електротехничко и рачунарско инжењерство и ужој научној области Енергетски претварачи и погони, за коју је матичан Електротехнички факултет Универзитета у Београду.

Ментор докторске дисертације је академик др Слободан Н. Вукосавић, редовни професор Универзитета у Београду - Електротехничког факултета, истакнути научник са дугогодишњим

научноистраживачким радом у области електричних машина, енергетских претварача и електромоторних погона.

1.3. Биографски подаци о кандидаткињи

Милица Бановић Петровић рођена је 29. децембра 1996. године у Новом Саду. Гимназију „Јован Јовановић Змај" у Новом Саду, природно-математички смер, завршила је 2015. године.

Основне академске студије на студијском програму Енергетика, електроника и телекомуникације уписала је 2015. године на Факултету техничких наука Универзитета у Новом Саду. Дипломирала је 22. јула 2019. године као прва у својој текућој генерацији на усмерењу Електроенергетика, са оценом 10 на дипломском испиту и просечном оценом 10,00 током студирања. У периоду од 2017. до 2019. године била је ангажована као сарадник-демонстратор на Департману за енергетику, електронику и телекомуникације Факултета техничких наука у Новом Саду.

Мастер академске студије електротехнике и рачунарства уписала је школске 2019/2020. године на истом факултету, на смеру Енергетска електроника и електричне машине. Мастер студије завршила је у року са просечном оценом 10,00. Завршни мастер рад под називом „Прорачун локалне расподеле снаге губитака у магнетном колу IPMSM-а применом FEA" успешно је одбранила 25. септембра 2020. године, под менторством др Дејана Јеркана. Паралелно са мастер студијама била је ангажована као сарадник у настави на Катедри за електроенергетику и примењено софтверско инжењерство.

За изузетне резултате остварене током основних и мастер академских студија, у јануару 2021. године уручена јој је Светосавска награда Факултета техничких наука, чиме је промовисана у најбољег студента Факултета за школску 2019/2020. годину. Од 2020. године запослена је у развојно-истраживачком сектору аутомобилске индустрије.

До сада је учествовала у изради и публиковању седам научних радова: једног рада у водећем међународном часопису категорије М21, једног рада у часопису међународног значаја категорије М22, четири саопштења са научних скупова међународног значаја категорије М33 и једног рада у часопису националног значаја категорије М53.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација је написана на српском језику, ћириличним писмом. Достављена електронска верзија садржи 128 страна, укључујући насловне и уводне стране, основни текст, списак литературе, биографију ауторке и прописане изјаве. Основни текст је организован у шест поглавља. Дисертација садржи 65 слика и 5 табела, а списак коришћене литературе обухвата 114 референци.

Поглавља докторске дисертације су:

1. Увод
2. Модели прорачуна снаге губитака у феромагнетским материјалима
3. Предложени модел прорачуна локалне расподеле снаге губитака независних од оптерећења применом FEA
4. Верификација алгоритма прорачуна губитака
5. Допринос магнетских жлебних летвица са аспекта величина електричног и механичког приступа машине
6. Закључак и будући правци истраживања

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу дат је увод у проблематику нисконапонских кавезних асинхроних машина великих снага, са посебним освртом на конструкционе специфичности дубоких жлебова широког отвора и последично изражену магнетску анизотропију ваздушног процепа. Размотрена је примена магнетских жлебних летвица и њихов познати утицај на хомогенизацију магнетског поља, смањење губитака и побољшање радних карактеристика. На основу критичког осврта на постојећа тумачења формулисана је главна хипотеза да се значајан део смањења губитака независних од оптерећења не остварује превасходно у статору, већ у површинском слоју ротора и у штаповима кавезног намотаја. Дефинисани су предмет, циљеви и методологија истраживања.

Друго поглавље посвећено је теоријским основама и моделима прорачуна снаге губитака у феромагнетским материјалима. Полазећи од Поинтингове теореме и механизама дисипације енергије у променљивом магнетском пољу, анализирани су интегрални модели губитака и модели који раздвајају појединачне физичке компоненте. Размотрени су Штајнмецов приступ и његова унапређења, хистерезисни модели, као и Јорданов и Бертотијев модел. Посебно је анализиран утицај фреквенције, дебљине лима, проводности и пермеабилности на вртложне струје и губитке. На основу критичке анализе, Бертотијев модел је издвојен као најпогоднија основа за даљи развој локалног прорачуна губитака у обртним електричним машинама.

У трећем поглављу развијен је унапређени модел прорачуна локалне расподеле губитака независних од оптерећења применом методе коначних елемената. Губици у феромагнетику раздвојени су на хистерезисну компоненту, компоненту услед вртложних струја и компоненту додатних губитака, при чему су параметри модела одређени на основу експерименталног испитивања торусног узорка од лима M250-50A, израђеног од исте серије материјала као и испитивана машина. Измерене су статичке и динамичке хистерезисне петље у широком опсегу магнетске индукције и фреквенције, а затим су нумерички одређене функционалне зависности за локални прорачун губитака. Поред тога, развијен је поступак за прорачун додатних паразитних губитака у штаповима кавезног намотаја применом Фарадејевог и Џуловог закона у локалном облику. Сви поступци су обједињени у јединствен алгоритам постпроцесирања резултата 2D-FEA симулација на нивоу појединачних коначних елемената.

Четврто поглавље посвећено је верификацији развијеног алгоритма на нисконапонској кавезној асинхроној машини називне снаге 1250 kW, напона 690 V и фреквенције 50 Hz. Упоредно су анализиране конфигурације без и са магнетским жлебним летвицама. Најпре је проучена локална просторна и временска расподела магнетског поља у карактеристичним зонама статора, ваздушног процепа, ротора и роторских штапова, а затим су израчунате појединачне компоненте губитака. Резултати показују да магнетске жлебне летвице најизраженије смањују губитке у површинском слоју ротора и у врховима роторских штапних проводника, док је њихов утицај на губитке у феромагнетику статора знатно мањи. Експериментална испитивања машине пре и после уградње летвица потврдила су висок степен сагласности са резултатима предложеног нумеричког поступка.

Пето поглавље проширује анализу са локалне расподеле губитака на спољa приступачне електричне и механичке величине машине. Анализирани су таласни облици и хармонијски састав електромоторних сила и струја статора, сопствене индуктивности, индукованих електромоторних сила и струја у роторским штаповима, као и електромагнетског момента, у режиму празног хода и при номиналном оптерећењу. Показано је да примена магнетских жлебних летвица смањује реактивну компоненту струје, хармонијско изобличење фазних струја, паразитне струје у ротору и таласност електромагнетског момента, а истовремено побољшава фактор снаге и енергетску ефикасност. Поређењем експерименталних и симулационих вредности кључних називних величина додатно је потврђена адекватност развијеног модела.

У шестом поглављу сумирани су најважнији резултати и научни доприноси истраживања и дата је синтеза потврђене главне хипотезе. Истакнута је могућност проширења развијене методологије на друге врсте обртних електричних машина, посебно синхроне машине са пригушним кавезом и машине са сталним магнетима. Као будући правци наведени су и развој неинвазивних метода за дијагностику оштећења или испада магнетских жлебних летвица, спектрална анализа терминалних величина и примена техника дубоког учења у надзору стања машине.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација кандидаткиње Милице Бановић Петровић бави се актуелним проблемом повећања енергетске ефикасности, поузданости и квалитета електромеханичког претварања код нисконапонских кавезних асинхроних машина великих снага. Ова класа машина је и даље веома значајна у индустријским погонима великих снага, док конструктивна потреба за дубоким жлебовима широког отвора истовремено доводи до изражених локалних хармонијских појава и паразитних губитака у непосредној близини ваздушног процепа.

Магнетске жлебне летвице представљају познато конструкционо решење, али је њихово дејство у постојећој литератури претежно тумачено преко смањења губитака у зупцима статора и укупних губитака празног хода. Оригиналност дисертације огледа се у померању тежишта анализе са интегралних величина на локалну расподелу губитака и у утврђивању да доминантни део побољшања код испитиване класе машина потиче од смањења додатних компоненти губитака у ротору - у површинском слоју феромагнетика ротора и у врховима штапних проводника кавезног намотаја.

Посебну оригиналност има развој методологије која спаја експериментално калибрисан модел губитака у феромагнетском материјалу, локалну FEA анализу и прорачун паразитних Џулових губитака у роторском кавезу. На тај начин су резултати симулација поља претворени у просторну расподелу физички раздвојених компоненти губитака, што омогућава значајно прецизније тумачење губитака независних од оптерећења од стандардног интегралног приступа.

Савременост приступа додатно потврђује употреба транзијентних нумеричких симулација, спектралне анализе, експерименталне карактеризације магнетског материјала и верификације на индустријској машини снаге 1,25 MW. Комисија оцењује да дисертација доноси оригиналне и научно утемељене резултате који доприносе бољем разумевању механизама локалне дисипације снаге у електричним машинама великих снага.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У дисертацији је коришћена обимна и релевантна литература, са укупно 114 библиографских јединица. Референце обухватају фундаменталне радове и монографије из области електричних машина, електромагнетних поља и модела губитака, као и савремене радове из водећих међународних часописа из области електричних машина и енергетске конверзије.

Посебна пажња посвећена је литератури о моделима магнетских губитака, укључујући класичне и модификоване Штајнмецове, Јорданове и Бертотијеве приступе, као и радове о вртложним струјама, ротационим губицима и карактеризацији електротехничких лимова. Референтна грађа обухвата и радове о утицају магнетских жлебних летвица на поље, губитке, вибрације и радне карактеристике асинхроних машина.

Коришћени су и релевантни међународни и национални стандарди за одређивање губитака и ефикасности електричних машина, укључујући IEC 60034-2-1 и стандарде/техничке спецификације из серије IEC 60034-30. Литература садржи већи број новијих публикација из периода 2021-2026, што показује да је кандидаткиња истраживање позиционирала у односу на актуелно стање у области, истовремено ослањајући се на фундаменталне изворе неопходне за теоријско утемељење модела.

Критичка анализа литературе није сведена на преглед постојећих резултата, већ је искоришћена за идентификацију конкретног истраживачког јаза: стандардне процедуре и значајан део литературе не издвајају додатне губитке у ротору у режиму празног хода, што доводи до њиховог погрешног придруживања губицима у магнетском колу статора. Управо је овај недостатак послужио као полазиште за формулисање хипотезе и развој оригиналне методологије у дисертацији.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Истраживање је засновано на међусобно допуњујућој примени теоријских, нумеричких и експерименталних метода. На теоријском нивоу извршена је анализа механизама настанка губитака у феромагнетским материјалима и усвојена компонентна декомпозиција по Бертотијевом моделу. Класични модел је прилагођен локалном прорачуну и дискретном временском домену, што га чини погодним за директну примену на резултатима метода коначних елемената.

Експериментална карактеризација магнетског материјала изведена је на специјално израђеном торусном узорку од лима M250-50A, из исте серије и обрађеном истим поступком као лимови испитиване машине. Снимањем статичких и динамичких хистерезисних петљи у опсегу магнетске индукције до 2,5 T и фреквенција до 60 Hz обезбеђена је калибрација модела на стварним својствима употребљеног материјала, укључујући утицај производне обраде. На основу измерених података параметри статичких хистерезисних и додатних губитака одређени су нумеричким поступцима апроксимације.

За анализу електромагнетског поља развијен је 2D модел машине методом коначних елемената, и то за две конфигурације - без и са магнетским жлебним летвицама. Развијени алгоритам постпроцесирања користи вредности магнетског вектор потенцијала и магнетске индукције на нивоу појединачних коначних елемената и омогућава локални прорачун хистерезисних, вртложних и додатних губитака у феромагнетику, као и паразитних губитака у штаповима кавезног намотаја. На тај начин су локалне области повећане дисипације директно повезане са локалном структуром електромагнетског поља.

Нумерички резултати су верификовани експерименталним мерењима на асинхроној машини снаге 1250 kW, при чему су испитивања извршена пре и после уградње магнетских жлебних летвица. Додатно су анализирани таласни облици и хармонијски спектри струја, роторских величина и електромагнетског момента, као и фактор снаге и ефикасност. Овако постављена методологија омогућава независне нивое провере - од материјала, преко локалног поља и губитака, до интегралних и терминалних величина машине.

Комисија оцењује да су примењене научне методе савремене, адекватно изабране и методолошки повезане са постављеним циљевима и хипотезом. Посебна вредност је у томе што се експериментални и нумерички део истраживања међусобно не замењују, већ се допуњују: експеримент служи за калибрацију материјалног модела и интегралну верификацију, док нумеричка анализа обезбеђује локални увид који није могуће непосредно добити стандардним испитивањима готове машине.

3.4. Применљивост остварених резултата

Остварени резултати имају непосредну примену у анализи и пројектовању нисконапонских кавезних асинхроних машина великих снага. Развијени поступак омогућава да се, поред укупних губитака, идентификују зоне у којима долази до највеће локалне дисипације, што је од значаја за електромагнетско и термичко димензионисање, процену локалних прегревања и оцену ефеката конструкционих измена у области ваздушног процепа.

Резултати показују да се при оцени оправданости примене магнетских жлебних летвица не треба ослањати само на традиционално тумачење губитака у статору, већ и на њихов снажан утицај на паразитне губитке у ротору. Ово је посебно важно код машина великих снага код којих и релативно мале процентуалне промене губитака представљају значајне апсолутне износе снаге и имају директан утицај на експлоатационе трошкове, енергетску ефикасност и термичко оптерећење.

Предложена методологија није ограничена на конкретну геометрију испитиване машине, али је за њену примену на другим типовима материјала потребно поновити поступак карактеризације и калибрације параметара. Уз одговарајуће прилагођење, приступ је применљив на високонапонске асинхроне машине, синхроне машине са пригушним кавезом и машине са сталним магнетима, код којих се аналогни паразитни губици јављају у проводним деловима ротора.

Поред пројектантске примене, резултати отварају могућност развоја дијагностичких метода за праћење стања магнетских жлебних летвица на основу промена у спектру струја и других терминалних величина, као и примене метода машинског и дубоког учења за аутоматизовано препознавање оштећења.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидаткиње за самостални научни рад

На основу увида у докторску дисертацију, примењену методологију, начин интерпретације резултата и досадашњи научноистраживачки рад, Комисија оцењује да је кандидаткиња Милица Бановић Петровић достигла висок степен оспособљености за самосталан научни рад.

Кандидаткиња је показала способност да из сложеног индустријски релевантног проблема издвоји научно питање, критички анализира постојећу литературу и уочи ограничење важећег тумачења губитака празног хода. На основу тога је формулисала проверљиву хипотезу и развила методологију која обједињује теоријску анализу, експерименталну карактеризацију материјала, нумеричко моделовање и експерименталну верификацију на машини велике снаге.

Посебно се издваја самосталност у формулисању локалних модела губитака, развоју алгоритма постпроцесирања FEA резултата и критичком поређењу нумеричких и експерименталних података. Истраживање показује способност кандидаткиње да повезује фундаменталне

електромагнетске појаве са практичним конструкционим и експлоатационим питањима електричних машина.

Квалитет и релевантност резултата потврђени су и публиковањем рада непосредно повезаног са дисертацијом у часопису IEEE Transactions on Energy Conversion, категорије М21. Досадашњи академски успех, научни рад и професионално искуство у развојно-истраживачком сектору додатно потврђују способност кандидаткиње за даље самостално бављење научноистраживачким радом.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Најзначајнији научни доприноси докторске дисертације могу се сажети на следећи начин:

1. Формулисан је унапређени локални модел прорачуна губитака у феромагнетским материјалима обртних електричних машина, заснован на компонентном Бертотијевом приступу и прилагођен дискретним резултатима методе коначних елемената. Параметри модела одређени су експериментално на торусном узорку израђеном од истог материјала и истом производном технологијом као магнетско коло испитиване машине.
2. Развијен је јединствени алгоритам постпроцесирања 2D-FEA резултата који омогућава израчунавање и просторну визуелизацију појединачних компоненти губитака у феромагнетику статора и ротора, као и додатних Џулових губитака у штапним проводницима кавезног намотаја, на нивоу појединачних коначних елемената.
3. Идентификовано је и квантитативно анализирано присуство значајних додатних губитака у ротору асинхроне машине у режиму празног хода, и то губитака у површинском слоју феромагнетика ротора и паразитних електричних губитака у штаповима кавезног намотаја. Показано је да стандардне процедуре ове компоненте не издвајају, већ их посредно приписују губицима у магнетском колу статора.
4. Утврђено је ново тумачење механизма дејства магнетских жлебних летвица код разматране класе машина: њихов доминантни допринос смањењу губитака независних од оптерећења није у редукцији губитака у зупцима статора, већ у смањењу паразитних губитака у површинском слоју ротора и у врховима роторских штапних проводника.
5. Квантификован је утицај наведеног ефекта. У анализираној машини приближно 55% укупног смањења губитака потиче од редукције губитака у кавезном намотају, што одговара снази од око 8,96 kW. Хистерезисни и губици услед вртложних струја у роторском феромагнетику смањени су приближно 45-50%, док је компонента додатних губитака у ротору смањена за око 30%.
6. Извршена је експериментална верификација предложеног модела на индустријској асинхроној машини снаге 1,25 MW. Експериментом је након уградње магнетских жлебних летвица измерено смањење ужих губитака празног хода од 43,4% (са 33,16 kW на 18,77 kW), док је предложени модел предвидео смањење од 46,8% (са 34,89 kW на 18,56 kW), чиме је показан висок степен сагласности прорачуна и мерења.
7. Систематски је анализиран утицај магнетских жлебних летвица на терминалне и електромеханичке величине машине. Показано је смањење паразитних струја у ротору и таласности електромагнетског момента, побољшање квалитета фазних струја, повећање фактора снаге и повећање енергетске ефикасности, чиме је локални механизам губитака повезан са мерљивим побољшањима перформанси целог погона.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Главна научна вредност дисертације огледа се у томе што познато и у индустријској пракси широко примењивано конструкционо решење - магнетске жлебне летвице - анализира на нивоу локалних механизама настанка губитака. На тај начин је постојеће интегрално тумачење допуњено физички утемељеном просторном декомпозицијом губитака. Посебно је значајно што је истраживање показало да у стандардној расподели губитака празног хода код посматране класе машина недостају роторске компоненте које по апсолутном износу нису занемарљиве.

Убедљивост резултата појачана је вишестепеном верификацијом. Модел материјала је калибрисан независним мерењима на торусу, нумеричка анализа је спроведена за идентичну машину пре и после уградње летвица, а коначна провера је извршена поређењем са експерименталним губицима

и називним величинама машине. Врло блиске вредности укупног смањења губитака добијене мерењем и прорачуном представљају јак аргумент у прилог исправности предложене методологије и тумачења механизма дејства летвица.

Истовремено, потребно је имати у виду физичка ограничења спроведеног истраживања. Локалну расподелу губитака у ротору није могуће директно издвојити стандардним испитивањима готове машине, па је верификација локалних компоненти посредна - кроз слагање њиховог интегралног збира са измереним губицима и кроз слагање терминалних величина. Поред тога, експериментална поставка на испитној станици није омогућила директно снимање свих временских таласних облика анализираних у петом поглављу, те су они експериментално проверени преко расположивих дискретних величина.

Методологија је детаљно верификована на једној нисконапонској асинхроној машини велике снаге и на конкретном типу електротехничког лима M250-50A. Иако је поступак формулисан довољно опште да се пренесе на друге геометрије и материјале, за такву примену је потребна додатна калибрација материјалних параметара и експериментална провера. Такође, примена 2D-FEA модела подразумева уобичајена ограничења у погледу тродимензионалних крајњих ефеката. Ова ограничења не умањују остварене доприносе, већ јасно дефинишу простор за даљу верификацију и проширење развијене методологије.

У целини, резултати су научно утемељени, међусобно конзистентни и адекватно поткрепљени теоријским, нумеричким и експерименталним аргументима. Дисертација представља значајан допринос прецизнијем одређивању и правилнијем тумачењу губитака у електричним машинама великих снага, са јасном везом између локалних електромагнетских појава и мерљивих експлоатационих перформанси.

4.3. Верификација научних доприноса

Према достављеној библиографији кандидаткиње, непосредну верификацију централних научних резултата докторске дисертације представља следећи рад:

Категорија M21:

1. M. D. Banović, D. G. Jerkan and S. N. Vukosavić, "No-Load Loss Distribution of High-Power Induction Machines With Magnetic Slot Wedges," IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 40, no. 4, pp. 2972-2982, Dec. 2025, doi: 10.1109/TEC.2025.3569532, ISSN 0885-8969, IF=5,4. (M21)

Наведени рад је тематски и садржински непосредно повезан са дисертацијом и обухвата кључне резултате који се односе на расподелу губитака независних од оптерећења и утицај магнетских жлебних летвица код асинхроних машина великих снага.

У ширем тематском оквиру истраживања магнетских жлебних летвица кандидаткиња је коаутор и саопштења категорије M33: M. Banović, K. Vujkov, M. Terzić, D. Jerkan, "Modeling of High-Voltage Induction Machines with Fallen-out Magnetic Slot Wedges", 9th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETRAN 2022, ETRAN Society, Belgrade, Academic Mind, Belgrade, Novi Pazar, Serbia, June 2022, pp. EEI1.5: 205-210, ISBN 978-86-7466-930-3.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу детаљног прегледа и анализе докторске дисертације кандидаткиње Милице Бановић Петровић, Комисија констатује да дисертација представља оригиналан и значајан научни допринос у области анализе губитака и електромагнетских појава у електричним машинама, са посебним значајем за нисконапонске кавезне асинхроне машине великих снага.

Кандидаткиња је успешно формулисала и решила постављени истраживачки проблем применом савремених теоријских, нумеричких и експерименталних метода. Развијени локални модели и алгоритам обраде резултата методе коначних елемената омогућили су идентификацију и квантификацију роторских компоненти губитака које стандардне процедуре не издвајају, као и ново и аргументовано тумачење доминантног механизма дејства магнетских жлебних летвица.

Дисертација је написана систематично и прегледно, са јасно изложеном методологијом и анализом резултата. Научни доприноси су потврђени експерименталном карактеризацијом материјала, нумеричким анализама и мерењима на асинхроној машини снаге 1,25 MW, а део резултата

објављен је у водећем међународном часопису категорије М21. Резултати имају и јасан потенцијал за практичну примену у пројектовању, анализи и дијагностици електричних машина великих снага.

Комисија оцењује да докторска дисертација кандидаткиње Милице Бановић Петровић испуњава услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Београду и одговарајућим правилницима Универзитета и Електротехничког факултета, као и да кандидаткиња поседује потребне компетенције за самосталан научноистраживачки рад.

На основу свега наведеног, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Електротехничког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом **„Утицај магнетских жлебних летвица на локалну расподелу губитака код нисконапонских асинхроних машина великих снага“** кандидаткиње **Милице Бановић Петровић** прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду, 16.08.2026.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Младен Терзић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет

др Богдан Брковић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Електротехнички факултет

др Жељко Деспотовић, научни саветник
Институт „Михајло Пупин“, Београд

др Дарко Марчетић, редовни професор
Универзитет у Новом Саду - Факултет техничких наука

др Дејан Јеркан, ванредни професор
Универзитет у Новом Саду - Факултет техничких наука