

НАУЧНО-НАСТАВНОМ ВЕЋУ

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Милоша Раденковића**

Одлуком бр. 3/1-2 од 24.01.2018. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Милоша Раденковића** под насловом

**„Модел електронског пословања за учешће потрошача на српском тржишту електричне енергије заснован на *smart grid* технологијама“**

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала, као и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

**РЕФЕРАТ**

**1. УВОД**

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Милош Раденковић је уписао докторске студије 2015/2016. године. Приступни рад на докторским студијама је пријавио 02.06.2017. године. Комисија за преглед и одбрану приступног рада и оцену научне заснованости пријављене докторске дисертације формирана је 07.06.2017. године, одлуком бр. 3/59-11. Приступни рад је одбрањен 13.07.2017. године.

Одлука о усвајању извештаја Комисије о научној заснованости пријављене докторске дисертације донета је 06.09.2017. године, бр. 3/111-12. Одлуком Универзитета у Београду од 25.09.2017. бр. 61206-3525/2-17 дата је сагласност на предлог теме докторске дисертације Милоша Раденковића под називом „Модел електронског пословања за учешће потрошача на српском тржишту електричне енергије заснован на *smart grid* технологијама“. На Наставно-научном већу 11.10.2017. године, Одлука бр. 3/132-7, одобрена је израда дисертације кандидата Милоша Раденковића. За ментора је именована доц.др Александра Лабус.

Ментор доц.др Александра Лабус је 18.01.2018. известила Наставно-научно веће ФОН-а да је Милош Раденковић завршио израду докторске дисертације. Наставно-научно веће ФОН-а је именovalo Комисију за оцену завршене докторске дисертације 24.01.2018. бр. 3/1-2.

1.2. Научна област дисертације

Предмет ове дисертације је развој модела електронског пословања заснованог на флексибилном учешћу потрошача на српском тржишту електричне енергије. Централни проблем који се разматра у докторској дисертацији је испитивање могућности развоја и примене модела електронског пословања који омогућава учешће домаћинстава и појединачних уређаја на балансном тржишту и на берзи

електричне енергије, коришћењем технологија паметних електроенергетских мрежа (енг. *smart grid*) и интернета интелигентних уређаја (енг. *internet of things*), као и *demand-response* пословно-економског и технолошког приступа за усклађивање производње и потрошње електричне енергије преко управљиве потрошње на страни корисника. Обзиром да се *demand-response* као приступ на српском тржишту електричне енергије не примењује, у стручној литератури на српском језику нема широко усвојеног превода овог термина, па је у овој дисертацији коришћен оригинални термин на енглеском језику. Фокус истраживања је, поред самог предлога модела и на анализи спремности за његово увођење, код потрошача и учесника на балансном тржишту електричне енергије.

Докторска дисертација припада научној области електронско пословање. Поред ове области, у дисертацији се обрађују и теме из области паметних електроенергетских мрежа и интернета интелигентних уређаја.

Ментор доц. др Александра Лабус поседује одговарајуће компетенције за вођење дисертације у виду низа објављених научних радова категорије М21 и М22, у врхунским часописима међународног значаја из области електронског пословања, паметних електроенергетских мрежа и интернета интелигентних уређаја.

### 1.3. Биографски подаци о кандидату

Милош Раденковић је рођен 1991. године у Београду. Основну школу „Коста Абрашевић“ и Осму београдску гимназију завршио је са одличним успехом. Основне академске студије, студијски програм „Рачунарске науке“ уписао је 2010. године на Рачунарском факултету Универзитета Унион у Београду. Студије је завршио у року са просечном оценом 9.19 са дипломским радом на тему: „Пословна интелигенција у В2В електронском пословању унутар SAP ERP система“. У школским годинама 2014/2015-2017/2018 је ангажован за извођење вежби из предмета „Складишта података“, на Рачунарском факултету Универзитета Унион у Београду. Мастер студије, на студијском програму „Електронско пословање и управљање системима“, студијска група „Технологије електронског пословања“ уписао је 2014. године. У септембру 2015. је одбранио мастер рад: „Модел електронског пословања за интелигентну регулацију фреквенције у електроенергетским системима коришћењем паметних уређаја“. Од 2015. године је студент докторских студија на Факултету организационих наука Универзитета у Београду, студијски програм Информациони системи и квантитативни менаџмент, студијска група Електронско пословање. Области његовог научног интересовања су: електронско пословање, складишта података, пословна интелигенција, интернет интелигентних уређаја и паметне електроенергетске мреже. У овим областима је објавио више радова у монографијама, научним часописима и зборницима научних скупова националног и међународног значаја.

Од децембра 2014. је запослен у АД Електромрежа Србије (ЕМС) у Одељењу за унапређење пословног информационог система у Сектору за апликативни развој и подршку пословању као самостални инжењер пројектант информационог система. Одговоран је за одржавање и даљи развој система за пословну интелигенцију за тржиште електричне енергије.

Као руководиоца пројекта учествовао је на пројектима:

- Трећа фаза имплементације система за пословну интелигенцију у АД ЕМС (2016-2017).

Као члан пројектног тима учествовао је на следећим пројектима:

- Имплементација система за пословну интелигенцију, пословно планирање и буџетирање у ЈП ЕМС (2014-2015) - пројекат је освојио треће место на такмичењу *SAP Quality Awards* за најбољи пројекат у региону у категорији брзог развоја решења;
- Имплементација система за планирање и консолидацију у ЈП ЕМС, SAP ВРС (2014-2015);
- Увођење система за управљање документима у ЈП ЕМС (2015);
- Друга фаза имплементације система за пословну интелигенцију у ЈП ЕМС (2015-2016).

## 2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација, укупног обима 167 страница, садржи 87 слика и графичких приказа, 27 табела и 210 литературних навода. Структура докторске дисертације обухвата следеће целине: анализу оквира за електронско пословање у паметним електроенергетским мрежама, развој модела електронског пословања за учешће потрошача на тржишту електричне енергије и анализу спремности српског тржишта електричне енергије за увођење модела електронског пословања заснованих на учешћу потрошача.

Докторска дисертација се састоји из следећих поглавља и потпоглавља:

1. Увод
  - 1.1. Полазне хипотезе
  - 1.2. Методе истраживања
2. Анализа оквира за електронско пословање у паметним електроенергетским мрежама
  - 2.1. Традиционалне електроенергетске мреже
  - 2.2. Концепти и структура паметних електроенергетских мрежа
    - 2.2.1. Паметно мерење електричне енергије
    - 2.2.2. Инфраструктура паметне електроенергетске мреже
    - 2.2.3. Дистрибуирана производња и микромреже
    - 2.2.4. Електрична возила
    - 2.2.5. Пословни модели и тржишта електричне енергије
    - 2.2.6. Складиштење и аналитика података у паметним електроенергетским мрежама
    - 2.2.7. Сигурност и приватност у паметним електроенергетским мрежама
    - 2.2.8. Оквир за имплементацију паметних електроенергетских мрежа
  - 2.3. Тржишта електричне енергије
  - 2.4. Балансна тржишта и помоћни сервиси
    - 2.4.1. Контигенције
    - 2.4.2. Класификација помоћних сервиса
    - 2.4.3. Пословање на балансном тржишту
    - 2.4.4. Цене на балансном тржишту
  - 2.5. Берзе електричне енергије
  - 2.6. *Demand-response*
3. Развој модела електронског пословања за учешће потрошача на тржишту електричне енергију
  - 3.1. Анализа постојећих модела
  - 3.2. Анализа регулационог оквира
  - 3.3. Пословни модел
    - 3.3.1. Спецификација *demand-response* сервиса у предложеном пословном моделу
    - 3.3.2. Организациони и технички детаљи пројекта
    - 3.3.3. Спецификација архитектуре решења
  - 3.4. Модел пословних процеса
  - 3.5. Моделирање архитектуре система
  - 3.6. Моделирање IoT инфраструктуре и софтверских сервиса
  - 3.7. Моделирање система за извештавање
  - 3.8. Оквир евалуације и имплементације предложеног модела
4. Анализа спремности за учешће у *demand-response* сервисима на српском тржишту електричне енергије
  - 4.1. Теоријски оквир
  - 4.2. Анализа спремности потрошача за учешће на српском тржишту електричне енергије
    - 4.2.1. Инструменти
    - 4.2.2. Узорак
    - 4.2.3. Анализа мотива за учешће у *demand-response* сервисима
    - 4.2.4. Анализа поверења у оператора тржишта

- 4.2.5. Анализа заинтересованости за сервисе балансног тржишта
- 4.3. Анализа спремности оператора тржишта
- 4.4. Дискусија
5. Научни и стручни доприноси
  - 5.1. Верификација научних доприноса
6. Будућа истраживања
7. Закључак
8. Референтна литература
9. Списак слика и табела
10. Биографија аутора

## 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У уводном делу дисертације се разматрају концепти: паметних електроенергетских мрежа, тржишта електричне енергије, балансног тржишта и *demand-response*. Описани су предмет и циљеви дисертације, полазне хипотезе и методе истраживања.

У другом поглављу се најпре разматрају традиционалне електроенергетске мреже, чија се структура и начин функционисања нису мењали више од једног века, а које је у својим патентима дефинисао Никола Тесла. Потом се уводе концепти и структура паметних електроенергетских мрежа. Даље, објашњавају се појмови тржишта електричне енергије, балансног тржишта, брзе електричне енергије и *demand-response* као пословног, економског и технолошког приступа за усаглашавање производње и потрошње, преко управљиве потрошње на страни корисника. Наведени су и кључни разлози за увођење сервиса паметних електроенергетских мрежа на тржиште електричне енергије.

У оквиру трећег поглавља је приказан развој модела електронског пословања за учешће потрошача на српском тржишту електричне енергије. Предложени модел представља покушај формулације пословног модела заснованог на *demand-response* сервисима који би могли да функционишу у тржишном окружењу Републике Србије. Технички аспект модела је отвореног карактера и није заснован на специфичним техничким окружењима. Циљ овакве архитектуре је остваривање отворене и дистрибуиране инфраструктуре за повезивање и координацију између великог броја корисничких уређаја. За реализацију оваквог иновативног модела електронског пословања истражене су могућности децентрализације балансног механизма и ефеката даље дерегулације тржишта у Републици Србији. Одвојен од техничког модела, али ослањајући се на њега, развијен је пословни модел, који је прилагођен пословном окружењу и регулативи у Републици Србији. Регулатива и пословна правила дата у овом моделу се односе на тржишна правила и на правила за учествовање на брзој електричне енергије. Коначни резултати истраживања указују да је применом предложеног модела могуће унапређење пословања тржишта електричне енергије и постизање веће флексибилности електроенергетског система Републике Србије.

У четвртом поглављу анализирани су теоријски оквири, који би били погодни за истраживање спремности потрошача за увођење нових пословних модела, технологија и сервиса паметних електроенергетских мрежа који су предложени у овој дисертацији. За потребе истраживања је изабран UTAUT2 теоријски оквир. Затим, извршена је анализа спремности потрошача за учешће на српском тржишту електричне енергије применом одабраног теоријског оквира. Идентификовани су главни мотиви за учешће потрошача у *demand-response* сервисима: заштита животне средине, подршка развоју зелене енергије, лични профит и могућност испробавања нових технологија. Ставови испитаника разматрани су у зависности од старосне групе, примања или радног статуса. У истраживању је испитивано и поверење потрошача у различите типове оператора тржишта, раније разматраних у поглављу 3, као и ставови потрошача према појединачним *demand-response* сервисима који су предложени у поглављу 3. У завршном делу овог поглавља извршена је и анализа спремности оператора српског тржишта електричне енергије за примену предложеног модела електронског пословања.

У петом поглављу дат је преглед научних и стручних доприноса дисертације. У шестом поглављу описана су будућа истраживања. У седмом поглављу дати су закључци везани за истраживања и остварене резултате из ове докторске дисертације.

Списак литературе садржи све коришћене референце. У деветом поглављу дати су спискови слика и табела.

### 3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

#### 3.1. Савременост и оригиналност

Предмет дисертације припада актуелној области истраживања примене *smart grid* технологија, *demand-response*-а и интернета интелигентних уређаја. Велики број научних и стручних часописа, конференција, књига, ресурса доступних на интернету и велика заинтересованост енергетске, економске и информатичке заједнице за развој ових технологија указује на актуелност теме докторске дисертације. *Demand-response* приступ се до сада није користио на српском тржишту електричне енергије. Његово увођење предстоји, тако да су резултати истраживања дати у овој дисертацији актуелни и могу бити друштвено корисни.

Досадашња истраживања у научним областима дисертације су претежно ограничена на развој математичких модела оптимизације *demand-response* сервиса као и студија оправданости имплементираних програма. У литератури постоји јасан недостатак истраживања у области развоја нових модела електронског пословања заснованих на учешћу потрошача у *smart grid* сервисима, као и о конкретизацији спреге између IoT технологија и *demand-response* сервиса, што указује да тематика докторске дисертације представља значајно и ново сагледавање потенцијала за имплементацију IoT у *demand-response* окружењу.

Модел електронског пословања предложен у овој дисертацији нуди одржив и применљив вид пословања који омогућава учешће домаћинстава и појединачних уређаја на балансном тржишту електричне енергије, коришћењем *smart grid* концепата и *demand-response* приступа. За предложени модел је извршена анализа спремности потрошача за увођење *demand-response* сервиса и учешће на српском тржишту електричне енергије, која указује на могућност његове примене у реалним условима на територији Републике Србије.

На основу изложеног, може се закључити да докторска дисертација доноси новине у односу на постојеће стање и отвара простор за даља истраживања.

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

Последњих година вршена су интензивна истраживања у области *smart grid* технологија, интернета интелигентних уређаја, *demand-response*-а и електронског пословања на тржиштима електричне енергије. Многобројни резултати публиковани су у научним часописима међународног значаја који се налазе на SCI листи, монографијама међународног значаја и презентовани на бројним конференцијама. Такође, интензивно се ради на развоју и усвајању нових стандарда у свим сегментима паметних електроенергетских мрежа. Коришћена и референтна литература садржи укупно 210 литературних навода. За израду докторске дисертације коришћена је обимна и актуелна литература која је објављена у часописима међународног значаја (IEEE Power and Energy Magazine, Energy Policy, Information Systems Frontiers, Applied Energy, Decision Support Systems и други). Коришћени су и наводи из официјелних докумената удружења и институција у области енергетике и *smart grid*-а (European Network of Transmission System Operators for Electricity, Federal Energy Regulation Commission, International Energy Agency, NIST и други). Такође, коришћени су и референцирани закони, прописи, правила и процедуре којима се уређује српско тржиште електричне енергије.

У првом делу дисертације цитирани су патенти Николе Тесле на основу којих се више од једног века, готово без икаквих концептуалних измена имплементирају традиционалне електроенергетске мреже. У делу који се односи на паметне електроенергетске мреже дат је детаљан преглед *smart grid* концепата и њихове класификације (Farhangi, 2010)(Irakchi, 2009). Основа за имплементацију технологија заснованих на паметним електроенергетским мрежама је нова мерна и сензорска инфраструктура (Fang, 2012)(Niyato, 2011). Применом нових технологија у енергетском сектору и појавом великог броја нових корисника, у пракси се показало да се у паметним електроенергетским мрежама јављају проблеми сигурности и приватности. Могућа решења ових проблема дата су у (Wang, 2013)(Mo, 2012). Повећањем броја трансакција у енергетским системима, појављује се проблем складиштења и анализе великих количина података који се појављују у свакодневном раду тржишта и мреже (Li, 2013)(Argotte, 2009)(Lukić, 2017). За имплементацију технологија паметних електроенергетских мрежа, потребно је формулисати имплементациони оквир као и социјалне и системске аспекте који могу утицати на реализацију и њихово прихватање (Pipattanasomporn, 2009)(Lightener, 2010). Упоредо са технолошким променама јављају се и промене у пословном оквиру, посебно у либерализацији тржишта електричне енергије (Bae, 2014)(FERC, 2015)(D'haeseleer, 2017). Либерализацијом тржишта појављују се нови модели пословања, а посебно прелазак на сервисни модел пословања (Joskow, 2003). Посебна област истраживања у овој дисертацији су балансна тржишта, њихови модели пословања и пословни процеси (ENTSO-E, 2011). У делу који се односи на преглед пословања на тржишту и анализу помоћних сервиса балансног тржишта, са освртом на могућност њиховог прилагођавања *demand-response* технологијама референциран је рад (Kirby, 2007). *Demand-response* као технологија детаљно је обрађена. Сагледани су њени пословни и технички аспекти, посматрано из угла потрошача и угла оператора система (O'Neill, 2013)(Schuitema, 2017). Као подршка за предложени модел електронског пословања урађена је анализа постојећих модела и регулационог оквира унутар Републике Србије (Elektromreža Србије, 2014)(ENTSO-E, 2017). За ефикасно управљање *demand-response* системом, потребна је примена пословне интелигенције, како би се аналитиком тржишта и појединачних уређаја дошло до показатеља укупних перформанси система (Escobedo, 2016)(Kimball, 2011)(Lukić, 2016). Као основ за имплементацију *demand-response* система у домаћинствима развијена је архитектура решења, у којој је предложена инфраструктура једног дистрибуираног система који функционише по IoT принципима (Kyriazis, 2013). У дисертацији је дата анализа спремности српског тржишта електричне енергије за увођење модела електронског пословања заснованог на *demand-response* технологијама. Анализа спремности је спроведена по методологији која је предложена у (Ellabban, 2016)(Toft, 2014) (Steg, 2018). Поред анализе спремности потрошача, битан елемент је спремност оператора тржишта за прихватање модела пословања, за коју је урађена одвојена анализа (EMS AD, 2016).

### 3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У изради дисертације коришћене су следеће научне методе:

- У првом делу дисертације (поглавља 1 и 2) коришћене су методе прикупљања и анализе постојећих научних резултата и достигнућа.
- У трећем поглављу коришћене су методе моделирања пословних процеса, моделирања IoT инфраструктуре и моделирања података.
- У четвртном поглављу коришћене су статистичке методе за анализу добијених резултата. Прикупљање података извршено је експлицитно, анкетирањем испитаника. Развијен је сопствени модел за евалуацију резултата заснован на постојећим моделима прихватања нових технологија.

Резултати истраживања су презентовани текстуално, описивањем, и кроз више табела, слика и дијаграма са упоредним резултатима. Истраживање је интердисциплинарно, јер укључује научне дисциплине електронско пословање, информатику, енергетику, економију, методологију, статистику, и друге.

На основу анализе докторске дисертације, може се закључити да примењене научне методе и технике по свом значају и структури одговарају теми дисертације и спроведеном истраживању.

#### 3.4. Применљивост остварених резултата

Модел електронског пословања за учешће потрошача у *demand-response* сервисима развијен у овој дисертацији оријентисан је на примену на тржишту електричне енергије Републике Србије. Модел је заснован на регулативи српског тржишта електричне енергије и референтним међународним стандардима. Уз мања прилагођавања локалној регулативи, модел се може успешно применити и на другим тржиштима електричне енергије, пре свега у земљама у развоју и на тржиштима која уводе *smart grid* сервисе. Примена резултата докторске дисертације може афирмисати увођење паметне инфраструктуре и подстаћи потрошаче на активнију сарадњу са предузећима из енергетског сектора. Применљивост развијеног модела електронског пословања огледа се у чињеници да се од потрошача не захтевају напредна техничка знања, већ само прихватање нових *demand-response* сервиса и свест о предностима које примена предложеног модела доноси. Имплементација заснована на доступним IoT технологијама омогућава ниске трошкове увођења предложених сервиса и доступност већем броју корисника.

Резултати спроведеног истраживања указују да у Републици Србији постоји спремност потрошача за прихватање *demand-response* сервиса. Главне циљне групе развијеног модела (потрошачи који плаћају рачуне за електричну енергију) имају висок ниво поверења у оператора тржишта који је организован као државна институција, па се предложени модел може брзо и једноставно имплементирати у оквиру тренутног стања српског тржишта електричне енергије.

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

Области научног интересовања кандидата Милоша Раденковића су електронско пословање, интернет интелигентних уређаја, паметне електроенергетске мреже и пословна интелигенција. Стекао је значајно практично искуство радећи у АД Електромержа Србије. Као члан и руководилац пројектних тимова учествовао је на бројним пројектима ЕМС-а. Такође, поседује вишегодишње искуство у универзитетском наставно-образовном процесу као асистент за предмет: „Складишта података“.

У току истраживања везаних за докторску дисертацију Милош Раденковић је показао способност да сагледа проблем истраживања са више аспеката, да креативно приступи његовом решавању, као и да постигнуте резултате објави у научним часописима највишег ранга. Објавио је укупно седам научних радова, од тога два рада у зборницима радова научних скупова, један категорије М30 и један категорије М60, три рада у научним часописима међународног значаја категорије М21, један рад категорије М22, и један рад у поглављу монографије међународног значаја категорије М14. Од укупно седам радова које је у својој професионалној каријери до сада објавио, резултати истраживања проистекли из рада на докторској дисертацији објављени су у два рада у часописима категорије М21, једном раду у часопису категорије М22 и једном раду у зборнику категорије М63.

На основу наведеног, сматрамо да кандидат Милош Раденковић поседује потребно знање и искуство за самосталан научни рад.

## **4. ОСТВАРЕН НАУЧНИ ДОПРИНОС**

### 4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни допринос докторске дисертације се огледа у дефинисању модела електронског пословања за учешће потрошача на тржиштима електричне енергије, који је независан од инфраструктуре и организације електроенергетског система и специфичан је за српско тржиште и регулативу. Фокус техничког модела је на примени IoT технологија ради постизања вишег нивоа интеграције са

корисничким системима и компатабилности са великим бројем уређаја и контролера разних произвођача. Имплементација пословног модела је заснована на међународним стандардима за *demand-response* и на примени иновативних *smart grid* концепата.

Научни доприноси дисертације објављени у научним радовима који су наведени у поглављу 4.3 овог извештаја су:

- Формални опис модела електронског пословања заснованог на флексибилном учешћу потрошача на српском тржишту електричне енергије.
- Модел електронског пословања на балансном тржишту Републике Србије и на берзи електричне енергије прилагођен будућој интеграцији са *smart grid* технологијама.
- Формални описи модела и метода дистрибуираног *demand-response* система. Развијени модел је флексибилан и може се једноставно мењати и прилагођавати у складу са тржиштем у коме се налази.
- Модел пословних процеса за учествовање потрошача на тржиштима електричне енергије.
- Модел извештавања за пословне процесе у оквиру развијеног модела.
- Анализа спремности потрошача за прихватање нових *demand-response* технологија, са детаљном анализом њихових мотивација.
- Анализа спремности оператора тржишта за подршку пословним процесима везаним за *demand-response* као ресурс на балансном тржишту електричне енергије.

#### 4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Кандидат је у докторској дисертацији развио иновативни модел електронског пословања заснован на флексибилном учешћу потрошача на српском тржишту електричне енергије. Развијени модел је прилагођен раду модерних електроенергетских система и отвореном тржишту, истовремено уважавајући услове и ограничења у Републици Србији. Истраживачки рад је заснован на постојећим научним резултатима. Анализирана је обимна литература, као и различите методе и технике у области електронског пословања, интернета интелигентних уређаја и паметних електроенергетских мрежа. Резултат истраживања је оригинални модел електронског пословања заснован на флексибилном учешћу потрошача на српском тржишту електричне енергије, који је проширив и омогућава интеграцију са новим *smart grid* технологијама. Модел је прилагођен српском тржишту и регулативи, а уз мање модификације може се применити у другим земљама у којима је *smart grid* у развоју.

Као додатак предложеном моделу урађена је и анализа спремности потрошача и оператора српског тржишта за увођење *demand-response* сервиса. Резултати анализе спремности потрошача су указали на висок степен заинтересованости крајњих корисника за учешће у *demand-response* сервисима. Идентификовани су кључни показатељи заинтересованости потрошача за коришћење *demand-response* сервиса: став према заштити животне средине, лични профит и интересовање за нове технологије. Спремност потрошача за коришћење *demand-response* сервиса анализирана је у зависности од њихових година, висине прихода и радног статуса. Анализа спремности оператора је утврђена анализом пословних процеса, тренутне праксе и стања на тржишту. Утврђена је спремност оператора за имплементацију *demand-response* сервиса, уз потенцијалне промене у регулативама ради ефикаснијег усвајања ове технологије.

Имплементацијом предложеног модела могуће је остварити директне и индиректне користи за појединачна домаћинства као и за целокупан електроенергетски систем. Директна корист за домаћинства се огледа у мањем рачуну за електричну енергију и у стабилнијим раду мреже, уз мање непланираних нестанака струје. Конзистентном применом *demand-response* модела електронског пословања могуће је остварити дугорочне користи по целокупан систем. Ове дугорочне користи се највише могу осетити на тржиштима електричне енергије, на којима се директно повећава ефикасност тржишта преко смањења цена вршне потрошње, пробоја зелених генератора електричне енергије на тржиште, смањењења тржишне моћи учесника на тржишту и веће енергетске независности целокупне електроенергетске мреже.



### 4.3. Верификација научних доприноса

Верификација научних доприноса је обављена кроз процес ригорозне рецензије и објављивање радова у врхунским међународним часописима са високим импакт фактором. Резултатите који су проистекли из рада на овој докторској дисертацији Милош Раденковић је објавио у четири рада. Два рада су у часопису категорије M21, један рад у часопису категорије M22 и један рад у зборнику категорије M63.

Објављени радови у часописима међународног значаја категорије M20:

1. **M.Radenković**, J.Lukić, M.Despotović-Zrakić, A.Labus, Z.Bogdanović, "Harnessing Business Intelligence in Smart Grids: A Case of the Electricity Market", *Computers in industry*, Vol.96, Pages 40-53, April 2018, DOI:10.1016/j.compind.2018.01.006, ISSN: 0166-3615, **IF(2016) = 2.691**, (M21).
2. J. Lukić, **M. Radenković**, M. Despotović-Zrakić, A. Labus, and Z. Bogdanović, "Supply chain intelligence for electricity markets: A smart grid perspective," *Information Systems Frontiers*, vol.19(1), pp. 91-107, 2017, DOI: 10.1007/s10796-015-9592-z, ISSN: 1387-3326, **IF(2016)=2.521**, (M21).
3. J. Lukić, **M. Radenković**, M. Despotović-Zrakić, A. Labus, and Z. Bogdanović, "A hybrid approach to building a multi-dimensional business intelligence system for electricity grid operators," *Utilities Policy*, vol. 41, pp. 95–106, 2016 DOI: 10.1016/j.jup.2016.06.010, ISSN: 0957-1787, **IF(2016)=1.682**, (M22).

Рад објављен у зборнику научног скупа националног значаја M60:

1. J. Lukic, **M. Radenkovic**, R. Delic, M. Jankovic, M. Zaric, and N. Tomic, "Implementacija prve faze sistema poslovne inteligencije u JP „Elektromreža Srbije“," in *InfoFest, Budva 27.09-03.10. 2015*, (M63).

Укупан збир импакт фактора часописа у којима су објављени радови из ове дисертације износи 6.894. У једном раду у часопису категорије M21, Милош Раденковић је наведен као први аутор. Комисија сматра да су тиме верификовани научни доприноси ове докторске дисертације.

## **5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ**

Предмет ове дисертације је развој модела електронског пословања заснованог на флексибилном учешћу потрошача на српском тржишту електричне енергије. Главни научни доприноси ове докторске дисертације су: модел електронског пословања прилагођен балансном тржишту електричне енергије у Републици Србији, модел дистрибуираног *demand-response* система, модел пословних процеса за учествовање потрошача на тржиштима електричне енергије, анализа спремности потрошача за прихватање нових *demand-response* технологија и анализа спремности оператора за подршку пословним процесима везаним за *demand-response* као ресурс на балансном тржишту.

Резултати истраживања из докторске дисертације објављени су у 4 рада, од којих су три објављена у часописима међународног значаја категорија M21 и M22.

Рад на овој дисертацији резултовао је и низом стручних доприноса од којих су најважнији: анализа примене *smart grid* технологија у електроенергетским системима, примена IoT концепата за потребе контроле кућних уређаја, примене дистрибуираног рачунарства за управљање *demand-response* системом, анализа постојећих модела електронског пословања на тржишту електричне енергије и развој механизма за аутоматизовано учешће потрошача на тржиштима електричне енергије.

С обзиром на постигнуте резултате, комплексност, актуелност и мултидисциплинарност обрађене теме, ова дисертација задовољава највише научне критеријуме и показује способност кандидата Милоша Раденковића за самосталан научно-истраживачки рад.

На основу свега наведеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу да донесе одлуку о прихватању овог извештаја и заказивању јавне одбране докторске дисертације.

## **ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ**

---

**доц.др Александра Лабус**, доцент, ментор,  
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

---

**проф.др Маријана Деспотовић-Зракић**, редовни професор,  
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

---

**проф.др Зорица Богдановић**, ванредни професор,  
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

---

**проф.др Саша Лазаревић**, ванредни професор,  
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

---

**проф.др Ненад Стефановић**, ванредни професор,  
Универзитет у Крагујевцу, Природно-математички факултет