

Комисија за преглед и оцјену докторске дисертације  
кандидата мр Милодрага Кошарца, дипл. инж. ел.

- Проф. др Божидар Крстајић, Електротехнички факултет, Источно Сарајево, ужа научна област: Електроенергетика - предсједник
- Проф. др Чедомир Вујовић, Електротехнички факултет, Источно Сарајево, ужа научна област: Електроенергетика – ментор и члан
- Проф. др Љубомир Герић, Факултет техничких наука, Нови Сад, ужа научна област: Електроенергетика - члан
- Проф. др Златан Стојковић, Електротехнички факултет, Београд, ужа научна област: Електроенергетика - члан
- Проф. др Лидија Коруновић, Електронски факултет, Ниш, ужа научна област: Електроенергетика - члан

## **Научно-наставном вијећу Електротехничког факултета у Источном Сарајеву**

На основу члана 71. *Закона о високом образовању РС* (Службени гласник РС бр. 73/10, 104/11, 84/12 и 108/13), члана 57 *Статута Универзитета у Источном Сарајеву* (број: 01-С-294-Ш/11 од 6.10.2011.), Научно-наставно вијеће Електротехничког факултета, на својој 95. редовној сједници, одржаној 10.09.2015. године, донијело је Одлуку о именовању Комисије за писање извјештаја о урађеној докторској дисертацији под називом „Системске и помоћне услуге у електроенергетском систему“. На основу члана 17. *Правилника о стицању научног степена доктор наука („докторат по старом“)* Комисија подноси следећи

### **ИЗВЈЕШТАЈ**

#### **1. Подаци о кандидату**

##### *Основни биографски подаци*

Милодраг (Перо) Кошарац рођен је 25. новембра 1966. године у Сарајеву гдје је завршио основну и средњу школу. На Електронском факултету Универзитета у Нишу 1997. године је дипломирао, а 2009. године и магистрирао, на катедри за енергетику.

##### *Стручна биографија кандидата*

Кандидат је у својој професионалној каријери обављао следеће послове:

- у Институту за електроенергетику, ИРЦЕ - Српско Сарајево

- од маја 1997.                   Стручни сарадник  
до јуна 1998.
- од јуна 1998.                   ВД руководилац лабораторија ИРЦЕ  
до септембра 1998.
- од септембра 1998.       Руководилац лабораторијског комплекса ИРЦЕ  
до марта 1999.
- од марта 1999.               Помоћник директора лабораторијског комплекса ИРЦЕ  
до октобра 2001.
- у Заједничком електроенергетском координационом центру, ЗЕКЦ - Сарајево
  - од октобра 2001.       Инжењер за управљање системом у реалном времену  
до јула 2005.
- у Независном оператору система у БиХ, НОСБиХ - Сарајево
  - од јула 2005.           Инжењер за управљање системом у реалном времену  
до марта 2006.
  - од марта 2006.       Инжењер за анализу и оптимизацију ЕЕС-а  
до априла 2007.
  - од априла 2007.       Виши инжењер за оперативно планирање  
до септембра 2011.
  - од септембра 2011.   Руководилац службе оперативног планирања  
до децембра 2012.
  - од децембра 2012.   Члан Управе  
до данас

Кандидат је, такође, био ангажован на Електротехничком факултету у Српском Сарајеву и то школске 2000/2001. године у својству сарадника у настави за предмет Електроенергетска постројења, а школске 2001/2002. године у својству лаборанта за предмет Електрични апарати.

#### *Објављени радови*

У току стручне каријере кандидат је као аутор или коаутор у часописима и зборницима са конференција од међународног и националног значаја објавио 22 рада (сви радови су из области из које је дисертација – електроенергетике):

*Радови објављени у међународним часописима:*

1. **Милодраг Кошарац**, Чедомир Вујовић: „*Reduction of Excessively High Voltages in Transmission System*“, *International Review of Automatic Control (I.R.E.A.CO.)*, Vol. 5 N. 3. May 2012. ISSN: 1974-6059.

*Радови објављени у зборницима са националних и међународних скупова:*

1. Саша Радошевић, Лазар Лукић, Милан Савић, **Милодраг Кошарац**: „Развој и атестирање домаћих отпорничких елемената електродинамичког кочионог система за електромоторни воз серије 412/416“, ЈУЖЕЛ - *The 7th INTERNATIONAL*

- SCIENTIFIC CONFERENCE OF RAILWAY EXPERTS*, стр. 288.-291, *Yugoslavia, Vrnjačka Banja, October 04.-06, 2000.*
2. **Милодраг Кошарац**, Зоран Кукобат, Недељко Матић, Неђо Трапара: „Типска испитивања растављача 420 kV, 2000 А у ИРЦЕ“, *JUKO CIGRE* - 26. саветовање, Р 13.-05, Бања Врућица, 25.-30. мај 2003. *ISBN: 86-82317-40-0.*
  3. **Милодраг Кошарац**, Лидија Коруновић, Добривоје Стојановић: „Параметри еквивалентне потрошње на 10 kV нивоу дистрибутивних мрежа“, ЕТРАН - XLVII конференција, том 1, стр. 223.-226, Чачак, 06.-10. јуна 2004. *ISBN: 86-80509-49-3.*
  4. Л. М. Коруновић. Д. П. Стојановић, **М. П. Кошарац**: „*Load Parameters in Low Distribution Networks*“ *ICEST 2004 - XXXIX INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE ON INFORMATION, COMMUNICATION AND ENERGY SYSTEMS AND TECHNOLOGIES*, pp. 19-22, June 16-19, 2004, Faculty of Technical Sciences, Bitola, Macedonia. *ISBN: 9989-786-38-0.*
  5. **Милодраг Кошарац**, Лидија Коруновић, Добривоје Стојановић: “*Equivalent Load Parameters on 0.4 kV Voltage Level*“, *REGIONAL CONFERENCE AND EXHIBITION ON ELECTRICITY DISTRIBUTION, R-6.5, Herceg Novi, Montenegro, October 5-8, 2004.* *ISBN: 86-83171-12-4.*
  6. **Милодраг Кошарац**, Небојша Митровић, Неђо Трапара: „Растерећење притиска гасова у прикључној кутији високонапонског електричног мотора 6 kV“, *JUKO CIGRE* - 27. саветовање, Р А3.-04, Златибор, 29. мај - 03. јун 2005. *ISBN: 86-82317-55-9.*
  7. **Милодраг Кошарац**: „Процес израде дневног распореда у НОС БиХ-у“, *INFOTEN* - Јахорина 2007. - Међународни научно-стручни симпозијум, Реф. Д-4, Јахорина, 28. - 30. март 2007. *ISBN: 99938-624-2-8.*
  8. **Милодраг Кошарац**: „Модул за додјелу преносних капацитета у НОС БиХ-у“, *INFOTEN* - Јахорина 2007. - Међународни научно-стручни симпозијум, Реф. Д-5, Јахорина, 28. - 30. март 2007. *ISBN: 99938-624-2-8.*
  9. **Милодраг Кошарац**, Добривоје Стојановић: „Правила за додјелу прекограничних преносних капацитета“, ЕТРАН - LI конференција, ЕЕ1.2, Херцег Нови, 04. - 08. јуна 2007. *ISBN: 978-86-80509-62-4.*
  10. **Милодраг Кошарац**, Добривоје Стојановић: „Имплементација ЕСС-а у активностима дан унапријед“, *JUKO CIGRE* - 28. саветовање, Р. Ц5.-11, Врњачка Бања, 30. септембар - 05. октобар 2007. *ISBN: 978-86-82317-63-0.*
  11. **Милодраг Кошарац**, Војислав Пантић, Милан Јововић: „Додјела преносних капацитета у НОС БиХ-у“, *JUKO CIGRE* - 28. саветовање, Р Ц5.-12, Врњачка Бања, 30. септембар - 05. октобар 2007. *ISBN: 978-86-82317-63-0.*
  12. Сенад Хацић, Хуснија Феризовић, **Милодраг Кошарац**: „Анализа догађаја у *UCTE* мрежи од 04.11.2006. године“, *BH K CIGRE* - 8. савјетовање, Р Ц2-04, Неум, 21.-25. октобар 2007.

13. **Милодраг Кошарац**, Мерим Цизић, Сенад Хаџић: „ESS – ETSO Scheduling System“, *BH K CIGRE* - 8. савјетовање, Р Ц5.-06, Неум, 21.-25. октобар 2007.
14. **Милодраг Кошарац**, Војислав Пантић, Алдин Мешановић: „Пробни период координисаних аукција у региону ЈИ Европе“, *BH K CIGRE* - 8. савјетовање, Р Ц5.-08, Неум, 21.-25. октобар 2007.
15. **Милодраг Кошарац**, Хуснија Феризовић, Алдин Мешановић: „Координисана аукција на бази концепта максималног тока“, *BH K CIGRE* - 9. савјетовање, Р Ц1.-06, Неум, 27. септембар - 01. октобар 2009.
16. **Милодраг Кошарац**, Марио Шеремет: „Примјена ESS-а у процесу израде Збирног дневног распореда“, *INFOTEH – Јахорина 2010*. - Међународни научно-стручни симпозијум, Реф. Д-2, Јахорина, 17.-19. март 2010. *ISBN: 99938-624-2-8*.
17. **Милодраг Кошарац**, Чедомир Вујовић: „Алокација прекограничних преносних капацитета у складу са прописима ЕУ“, *INFOTEH - Јахорина 2011*. - Међународни научно-стручни симпозијум, Реф. Д-1, Јахорина, 16.-18. март 2011. *ISBN: 99938-624-2-8*.
18. **Милодраг Кошарац**, Алдин Мешановић, Милан Јововић: „Обнова ЕЕС БиХ активирањем системске услуге *black start*“, *CIGRE СРБИЈА* - 30. саветовање, Р Ц2.-12, Златибор, 29. мај - 03. јун 2011. *ISBN: 978-86-82317-69-2*.
19. **Милодраг Кошарац**, Хусмин Турајлић, Срђан Ресавац: „Усаглашавање планова прекограничних размјена између сусједних оператора система“, *INFOTEH - Јахорина 2012*. - Међународни научно-стручни симпозијум, Реф. ЕНС-2-1, Јахорина, 21. - 23. март 2012. *ISBN: 99938-624-2-8*.
20. Аднан Чаршимамовић, Аднан Муџезиновић, Зијад Бајрамовић, **Милодраг Кошарац**: „Одређивање напона почетка короне на вишефазним пријеносним линијама“, *BH K CIGRE* -11. савјетовање, Р Ц4-09, Неум, 15.-19. септембар 2013..
21. **Милодраг Кошарац**, Аднан Чаршимамовић, Хусмин Турајлић, Чедомир Вујовић: „*A Practical Example of Increasing Net Transfer Capacity (NTC) by Modifying the Power System Topology*“, *IEEE ENERGYCON 2014, Dubrovnik, May 13-16*. *ISBN: 978-1-4799-2448-6*.

## 2. Преглед докторске дисертације

Дисертација садржи укупно 146 страница формата Б5, основног фонта *Times New Roman* 11 са проредом 1, у оквиру којих је приказано 62 слике, 14 табела и списак од 124 библиографске јединице. Дисертација се састоји од предговора, седам поглавља, литературе и шест додатака.

У првом поглављу докторске дисертације дата су уводна разматрања, гдје су дефинисани циљеви истраживања. Размотрене су методе истраживања, те је указано на значај истраживања и досадашња позната истраживања из ове области.

У другом поглављу дате су актуелне дефиниције и класификације системских и помоћних услуга у БиХ и свијету.

У трећем поглављу спроводена су истраживања системске услуге регулација фреквенције и снаге размјене и помоћних услуга које су у корелацији са њом; примарне, секундарне и терцијарне регулације. Посебна пажња током истраживања ове системске услуге посвећена је проналажењу функционалних и у пракси примјенљивих метода за обезбјеђивање прекограничног преносног капацитета за потребе прекограничне регулације.

У четвртном поглављу истраживана је системска услуга регулација напона и реактивне снаге и помоћна услуга компензација реактивне снаге. Анализирани су напонско-реактивни ресурси, а истраживања су била фокусирана на рјешавање проблема са вишком реактивне снаге и повишеним напонима у систему.

У петом поглављу истраживано је покривање губитака на преносној мрежи. При дефинисању теоријских поставки ове услуге установљено је да се трошкови за покривање губитака на преносној мрежи код већине ЕЕС, у потпуности или у највећем дијелу алоцирају само на потрошаче, те да се не узимају у обзир резултати *ITC (Inter-TSO Compensation)* механизма. Због тога су истраживања била усмјерена к добијању методе која би омогућила распојелу трошкова губитака на преносној мрежи између потрошача и произвођача пропорционално њиховом учешћу у оптерећењу мреже.

У шестом поглављу истраживана је системска услуга обнова система. Анализиране су стратегије које се могу примјенити, а сама истраживања су била усмјерена на рјешавање распада система преко нижих напонских нивоа, како би резултати могли имати практичну примјену на електроенергетски систем БиХ.

У завршном, седмом поглављу дисертације, извршена су закључна разматрања и дискутовани су резултати истраживања.

### **3. Значај и допринос дисертације**

У докторској дисертацији су врло прегледно изложени механизми вођења и регулације ЕЕС-а, а посебно су анализиране и развијене неке од системских и помоћних услуга, прво кроз теоретска, а затим и кроз симулацијска истраживања. Симулацијска истраживања су вршена на стварним моделима електроенергетског система БиХ и његовог окружења, као типичног малог ЕЕС, тако да добијени резултати имају изузетан практичан значај за операторе система који управљају таквим малим, слабо опремљеним системима.

Значај и допринос дисертације, са становишта актуелног стања у области електроенергетике, је у развоју модела неких помоћних услуга, као и чињеница да су оне у симулацијским истраживањима потврђене. Претпоставке да се нетовањем трансакција супротног смијера и промјеном топологије преносне мреже могу

обезбиједити значајни (потребни) прекогранични преносни капацитети за потребе прекограничне регулације, као и то да у преносним мрежама постоје значајни напонско-реактивни ресурси који се могу искористити за апсорпцију вишкова реактивне снаге, па тиме и за регулацију повишених напона су, такође, потврђене. Симулацијама на ЕЕС БиХ је доказано да је исправан приступ по којем се обнова ЕЕС БиХ у случају хаварија и/или распада при примјени стратегије „одоздо-нагоре“ врши преко напонског нивоа 110 kV. При томе је уједно потврђено да је такав начин обнове концептуално прихватљив и за друге системе који су својом величином и степеном опремљености слични ЕЕС БиХ. Посебан значај и допринос дисертације огледа се у приједлогу методе за алокацију трошкова губитака на преносној мрежи која узима у обзир и резултате *ИТС* механизма, што је чини јединственом у односу на методе које се могу пронаћи у расположивој литератури.

#### 4. Научни резултати докторске дисертације

Анализе, развој метода и истраживања спроведена у оквиру докторске дисертације у циљу потврде постављене хипотезе су у потпуности одговорили очекиваним резултатима и постављеним циљевима. Као најважнији резултати дисертације могу се сматрати:

- развој метода за пружање системских и обезбјеђивање помоћних услуга у дерегулисаној електроенергетској систему којима се повећава ефикасност рада појединачних ЕЕС, као и интерконекије у цјелини и омогућавање бољег искоришћења ресурса и тиме повећање конкурентности између давалаца помоћних услуга,
- рјешавање проблема са којима се сусрећу оператори система приликом обезбјеђивања услуге регулације фреквенције и активне снаге размјене изван властите контролне области,
- развој методе за ефикасно регулисање превисоких напона, који се често јављају у развијеним а слабо оптерћеним ЕЕС, какав је и ЕЕС БиХ,
- квалитетнија идентификација потенцијалних пружалаца помоћних услуга, чиме се онемогућавају злоупотребе у трговини истим на тржишту,
- развој методе за праведнију расподјелу трошкова који су последица губитака активне снаге на све учеснике на тржишту, што доприноси аргументима да се напусти досадашња пракса у већини ЕЕС, да губитке на преносној мрежи покривају само потрошачи,
- предлагање методе за покривање трошкова изазваних губицима активне снаге на преносној мрежи која узима у обзир и резултате *ИТС* механизма,
- развој ефикасне методологије тј. поступка за обнову снабдјевања у мањим, слабије опремљеним системима.

## 5. Закључак и приједлог Комисије

На основу прегледа докторске дисертације и извршене анализе доприноса у њој, може се закључити да докторска дисертација мр Милодрага Кошарца, дипл. инж. ел. представља високо квалитетан научно истраживачки рад. Дисертација садржи оригиналне теоријске и верификоване практичне доприносе системских и помоћних услуга у електроенергетским системима.

Чланови Комисије предлажу Вијећу Електротехничког факултета у Источном Сарајеву и Сенату Универзитета у Источном Сарајеву да докторску дисертацију под насловом

„СИСТЕМСКЕ И ПОМОЋНЕ УСЛУГЕ У ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКОМ СИСТЕМУ“

аутора мр Милодрага Кошарца, дипл. инж. ел. прихвати и одобри њену усмену одбрану.

Источно Сарајево, 23.10.2015. године

### КОМИСИЈА:

---

Проф. др Божидар Крстајић, предсједник  
Електротехнички факултет, Источно Сарајево

---

Проф. др Чедомир Вујовић, ментор и члан  
Електротехнички факултет, Источно Сарајево

---

Проф. др Љубомир Герић, члан  
Факултет техничких наука, Нови Сад

---

Проф. др Златан Стојковић, члан  
Електротехнички факултет, Београд

---

Проф. др Лидија Коруновић, члан  
Електронски факултет, Ниш