

**ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ**  
**- обавезна садржина - свака рубрика мора бити попуњена**

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

**I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ**

1. Датум и орган који је именовao комисију:  
28.01.2021, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, Решење бр. 012-199/13-2017.
2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:
  1. др Владимир Стрезоски, редовни професор,  
УНО: Електроенергетика, 06.06.1995.  
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, председник комисије.
  2. др Андрија Сарић, редовни професор,  
УНО: Електроенергетика, 01.01.2015.  
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, члан комисије.
  3. др Душко Бекут, редовни професор,  
УНО: Електроенергетика, 13.10.2004.  
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Нови Сад, члан комисије.
  4. др Драган Тасић, редовни професор,  
УНО: Електроенергетика, 20.03.2007.  
Универзитет у Нишу, Електронски Факултет, Ниш, члан комисије.
  5. др Горан Швенда, редовни професор,  
УНО: Електроенергетика, 14.11.2013.  
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука Нови Сад, члан комисије, ментор.

**II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ**

1. Име, име једног родитеља, презиме:  
Соња Наталија Кањух
2. Датум рођења, општина, држава:  
29.01.1975. Нови Сад, Србија
3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив  
Факултет техничких наука; Електротехника и рачунарство; Електроенергетика, магистар техничких наука из области електротехнике и рачунарства

4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2016, Електротехника, Електроенергетика, Дистрибуција електричне енергије
5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране:  
Факултет техничких наука; Естимација стања дистрибутивних мрежа интегрисана у ДМС, Електротехника, 21.06.2012.
6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:  
Електротехника

### **III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

**Естимација стања активних дистрибутивних мрежа интегрисана у дистрибутивни менаџмент систем**

### **IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикана и сл.

Докторска дисертација је написана на српском језику на 160 страна и садржи: 10 поглавља, 72 цитата, 47 слика и 29 табела. Апстракт тезе у кључној документацијској информацији је представљен на српском и енглеском језику. Текст докторске дисертације је организован по следећим поглављима:

1. Увод
2. Естимација стања дистрибутивних мрежа данас
3. Поставка проблема
4. Основни концепти
5. Процедура естимације стања активних мрежа
6. Интеграција естимације стања активних дистрибутивних мрежа у ДМС
7. Верификација процедуре естимације стања активних дистрибутивних мрежа
8. Закључак
9. Литература
10. Прилог – Пресликавање оптерећења трансформатора

У **првом** поглављу представљени су улога и значај естимације стања савремених дистрибутивних мрежа (ДМ) – дистрибутивне естимације стања (ДЕС). Наведени су основни разлози за дефинисање ефикасног алгорита за естимацију стања активних ДМ у оквиру савременог дистрибутивног менаџмент система (ДМС).

У **другом** поглављу дат је сажет преглед радова на тему естимације стања ДМ и констатовано је да стандардни модел за ДЕС и стандардна процедура за њено решавање још увек није установљена.

У **трећем** поглављу дата је поставка проблема естимације стања активних ДМ, наведене су основне разлике између ДМ и преносне мреже као и кључни разлози због којих алгоритам за естимацију стања преносних мрежа није ефикасан за естимацију стања дистрибутивних мрежа и због чега је потребно развити нови специјализован концепт за ДЕС за активне ДМ.

У **четвртом** поглављу представљени су улазни подаци који се користе у ДЕС која је приказана у докторској дисертацији. Осим тога, у овом поглављу дефинисани су основни концепти (области мерења и зоне регулационих трансформатора) на којима се заснива представљена ДЕС.

У **петом** поглављу детаљно је приказан једноставан, брз и робустан, специјализован алгоритам за естимацију стања активних ДМ, при чему су наглашене разлике у обради уравнотежене ДМ са несиметричним режимима и неуравнотежене ДМ са несиметричним режимима у односу на обраду уравнотежене ДМ са симетричним режимима.

У **шестом** поглављу приказане су основне карактеристике интеграције ДЕС у ДМС. На који начин се добијају улазни подаци за ДЕС, како се активира аутоматски прорачун ДЕС и које компоненте ДМС-а користе резултате ДЕС.

У **седмом** поглављу развијена ДЕС интегрисана у ДМС је верификована на основу следећа три различита примера:

1. На једноставном примеру ДМ доказане су предности развијене ДЕС у односу на установљен алгоритам естимације стања преносних мрежа;
2. На примеру уравнотежене ДМ са несиметричним измереним вредностима снаге, представљене су могућности ДЕС да естимира несиметрично стање ДМ блиско измереним вредностима;
3. На примеру реалне активне ДМ приказани су резултати примене ДЕС, током 24 часа за један летњи радни дан, током пандемије вируса Ковид-19. На основу резултата потврђено је да се применом развијена ДЕС може практично реализовати квалитетна естимација стања неуравнотежених активних ДМ (са несиметричним оптерећењем и производњом соларних генератора која се мења са променом осунчаности). Анализом добијених резултата потврђено је да су добијене вредности веома блиске измереним вредностима.

Закључна разматрања су дата у **осмом** поглављу.

У **деветом** поглављу референтно је наведена у раду коришћена литература.

У **десетом** поглављу приложено је извођење израза за развијену методу пресликавања оптерећења са једног на други крај трофазних трансформатора.

## **V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

У овој докторском дисертацијом представљен је оригинални приступ унапређења естимације стања активних ДМ. У циљу њене верификације и практичне примене она је интегрисана у ДМС.

У **Уводу** је истакнута важност и комплексност управљања савремених ДМ које се, у све већем броју, из пасивних ДМ трансформишу у активне ДМ са великим бројем дистрибутивних енергетских ресурса (ДЕР). Зависност производње ДЕР-ова од временских услова има за последицу честе, непланиране, промене оптерећења на елементима ДМ. Те промене представљају нове изазове у вођењу ДМ за које традиционални начини за процену режима ДМ, њен надзор, управљање, оптимизацију и планирање нису довољни. Због тога се у модерним дистрибутивним предузећима као неопходан алат за ефикасно вођење, управљање, анализу и планирање ДМ уз давно установљене SCADA системе, све више намеће и ДМС. Најважније одлике ефикасног ДМС-а представљају: константан надзор целе ДМ у реалном времену, даљинска контрола и аутоматизовано управљање расположивих ресурса ДМ на оптималан начин. Тиме ДМС омогућава: брзо отклањање кварова и рестаурацију напајања, одржавање квалитета испоручене енергије, минимизацију губитака, смањење вршног оптерећења, смањење неиспоручене електричне енергије, смањење броја кварова на опреми, итд. На тај начин, смањују се трошкови пословања и повећава профит дистрибутивних предузећа и расте задовољство потрошача. Најзначајнији део ДМС-а, представља скуп аналитичких енергетских функција које се заснивају на софистицираним алгоритмима за анализу ДМ. Притом, посебно је наглашена потреба за енергетском функцијом *Дистрибутивна естимација стања (ДЕС)* као основном функцијом за процену и надзор стања ДМ. Разлог за то је чињеница да се на резултатима ДЕС-а ослањају готово све ДМС функције: токови снага, вођење погона, оптимална конфигурација мреже, рестаурација напајања, регулација напона и реактивних снага, прорачун кварова, релејна заштита, анализа сигурности и губитака, итд. И поред великих интересовања и великог броја радова објављених на ту тему, стандардна процедура за естимацију стања активних

(не)уравнотежених ДМ са (не)симетричним режимима није установљена, а још мање примењена и верификована у пракси. Самим тим, проблем естимације стања активних ДМ и даље остаје више него отворен што потврђује чињеница да су радови на ову тему и даље, пре свега, теоријског карактера и да само један мали број њих нуди резултате примене естимације стања у једноставним ДМ, у кратким временским периодима.

У **другом** поглављу (*Естимација стања дистрибутивних мрежа данас*), представљен је развој модела за естимацију стања ДМ-а, од 90-их година прошлог века до данас. Дат је преглед различитих приступа у решавању основног проблема естимацију стања ДМ – мале редундансе мерења. Најзаступљенији модели и поступци за решавање проблема естимације стања ДМ, заснивају се на давно утврђеном алгоритму естимације стања за преносне мреже. Знатно мањи број радова нуди специјализоване моделе за естимацију стања вишенAPONских, неуравнотежених активних ДМ у несиметричном режиму, а још мањи број тих радова нуди резултате њихове примене у реалним активним ДМ.

У **трећем** поглављу (*Поставка проблема*), постављени су основни задаци и циљеви естимације стања за активне ДМ која је интегрисана у ДМС. Главни циљ естимације стања јесте добијање поуздане и у датом тренутку најбоље процене променљивих стања разматра ен мреже, све на основу података из SCADA система и система паметних мерења. У овој глави наглашене су основне разлике карактеристика уобичајених преносних и дистрибутивних мрежа и наведени кључни разлози зашто је за ДЕС потребно развити посебан специјализован математички модел и процедуру за његово решавање. Ту свакако треба кренути од чињенице да је код преносних мрежа редунданса даљински пренетих (телеметрисаних) података реалног времена (стање мреже и топологија) уобичајено већа од 2.0. Са таквом редундансом обезбеђен је не само висок квалитет естимације стања мреже са квалитетним подацима, већ и висок квалитет естимације стања мрежа са лошим подацима мерења, валидација топологије, па чак и параметара мреже. У ДМ даљинско прикупљање података у реалном времену знатно је скромније у поређењу са даљинским прикупљањем података у преносним мрежама. Дистрибутивни SCADA системи обично покривају само напојне трансформаторске станице и мали број средњенапонских тачака у дубини мреже. Тако, редунданса телеметрисаних података реалног времена код реалних ДМ значајно је мања од 1.0 (иако се у литератури наводи да су те вредности око  $0.2 \div 0.3$ ). И поред тога, постоји велики број покушаја да се верификовани и практично примењени алгоритми за естимацију стања преносних мрежа прилагоде и примене и у дистрибутивном окружењу. Због великих разлика у преносним и дистрибутивним мрежама (пре свега због мале редундансе телеметрисаних података), ти покушаји, немају већих изгледа за практичну примену. Због тога се у последњих двадесет година кренуло у развој специјализовани алгоритми за естимацију стања ДМ, а у последњих десет година специјализовани алгоритми за естимацију стања активних ДМ. Нажалост, у литератури представљене методе и алгоритми нису верификовани њиховом применом у реалним активним ДМ, у реалном времену. Због тога је у овом раду представљен нови математички модел естимације стања за (не)уравнотежене ДМ са несиметричним режимима који представља компромис између модела предложених у литератури и података са којима се најчешће располаже у дистрибутивним предузећима.

У **четвртном** поглављу (*Основни концепти*), у складу са потребама за развој специјализованог алгоритма за естимацију стања (не)уравнотежене ДМ са несиметричним режимима, укратко су описани основни појмови који се односе на:

- а) улазне податке (статичке и динамичке податке),
- б) области мерења,
- в) матрицу инциденције и
- г) зоне регулационих трансформатора.

Улазни подаци естимације стања за активне ДМ представљају: основни параметри елемената ДМ, актуелна топологија ДМ, мерене вредности струје, напона, активне и реактивне снаге, параметара времена (температура, осунчаност, субјективни осећај температуре, брзина ветра), историјски подаци о потрошњи и производњи, дефинисане зависности производње

соларних и ветро генератора од временских услова, закони регулације и правила локалне аутоматике, фактори поузданости измерених и историјских података, као и резултати естимације стања надређене напојне мреже. Теорија графова представља основу за брзо формирање и једноставно памћење структуре мреже. Уобичајено је да се структура мреже представи преко оријентисаног графа где је дефинисан референтни смер сваке гране. Овакав граф се може представити преко матрице инциденције у којој свака врста одговара једном чвору, а колона једној грани мреже. Примена матрице инциденције омогућава једноставно преслагање и редукцију мреже на њене делове од интереса – области мерења. У овом раду теорија графова и матрица инциденције је искоришћена да се претежно необсервабилна ДМ представи еквивалентном потпуно обсервабилном ДМ. Зоне регулације трансформатора су уведене у сврху обраде мерења напона у оквиру естимације стања за ДМ.

У **петом** поглављу (*Процедура естимације стања активних ДМ*), описан је математички модел за естимацију стања активних ДМ. При чему је наглашена разлика алгорита за уравнотежене ДМ са симетричним режимима у односу на алгоритам за (не)уравнотежене ДМ са несиметричним режимима. Основна разлика ова два алгорита је у томе што се за уравнотежене ДМ са симетричним режимима користи алгоритам који се заснива на пофазном моделу ДМ (обрађује се само једна фаза, нпр. фаза а), док се за (не)уравнотежене ДМ са несиметричним режимима алгоритам заснива на трофазаном моделу ДМ. Осим тога, у случају (не)уравнотежене ДМ са несиметричним режимима области мерења су дефинисане, не само мерењима на гранама већ и на основу распореда трофазних двонамотајних и тронамотајних трансформатора високи на средњи и средњи на средњи напон. Естимација стања је процес у коме се на основу историјских или прогнозираних података о оптерећењу потрошача и података реалног времена (телеметрисаних података вредности мерења, статуси расклопне опреме, позиције регулационих склопки, итд.) врши естимација (најбоље могућа процена) вредности оптерећења потрошача и ињектирања генератора, променљивих вектора стања и коначно режима целокупне ДМ. Представљен алгоритам се састоји од следећа 4 корака:

- 1) Преестимација – Прорачун токова снага на основу иницијалне вредности (прве апроксимације) фазора напона корена и ињектирања свих потрошача и ДЕР-ова. Када се не располаже са валидним вредностима мерења (нпр. прекинута је конекција са SCADA системом) тако израчунато стање ДМ представља и коначно естимирано стање ДМ;
- 2) Одређивање фиктивних мерења – У циљу постизања потребног нивоа опсервабилности ДМ уводе се додатна (фиктивна) мерења чије вредности се преузимају из претходног корака (Преестимације);
- 3) Основна верификација оригиналних мерења – Телеметрисане вредности мерења се проверавају с обзиром на: а) квалитет добијен од SCADA система и б) различита хеуристичка правила. При томе се вредности мерења која су у току верификације детектована као лоша одбацују, а вредностима које су означене као несигурне смањује се фактор валидности;
- 4) Оптимизациона итеративна процедура естимације стања ДМ – Итеративна процедура која се састоји од следећих 5 корака:
  - 4.1) Корекција изведених мерења снага – Одређивање вредности изведених мерења снаге на основу оригиналних мерења струје и последњег израчунатог стања ДМ;
  - 4.2) Корекција неопсервабилних ињектирања области мерења и верификација мерења снага/струја – Решавање првог проблема оптимизације (минималне суме отежаних квадрата одступања – WLS) који је заснован на концепту поделе ДМ на области мерења и чији је циљ процена укупног неопсервабилног ињектирања области мерења уз детекцију лоших вредности мерења снага/струја;
  - 4.3) Корекција ињектираних вредности неопсервабилних отока и стања ДМ – Вредности ињектирања неопсервабилних потрошача и ДЕР-ова се коригује на основу претходно коригованих вредности неопсервабилних ињектирања области мерења. Овај корак се завршава прорачуном токова снага у циљу одређивања апроксимације стања ДМ,

чије вредности су потребна за следећи корак алгоритма (Корекцију напона). У случају када се не врши корекција напона (нпр. потребна валидна мерења напона нису доступна) и задовољен је критеријум конвергенције, израчунат режим представља коначно естимирано стање ДМ;

- 4.4) Корекција напона и стања ДМ – Решавање другог WLS проблема оптимизације, који је заснован на концепту поделе ДМ на зоне регулационих трансформатора и чији је циљ корекција апроксимације напона корена зона регулационих трансформатора (задати напон на секундару регулационог трансформатора) уз детекцију лоших вредности мерења напона. У овом кораку такође се извршава прорачун токова снага на основу коригованих ињектирања неопсервабилних отока и коригованих напона корена зона регулационих трансформатора;
- 4.5) Провера конвергенције – Провера да ли је разлика вредности последњих и претходних апроксимација фазора напона мања од задатог критеријума конвергенције. Ако је критеријум конвергенције испуњен, последње израчунато стање ДМ представља коначно естимирано стање ДМ. У супротном, поступак се понавља од корака 4.1.

Приказан поступак је могуће извршити независно за сваку напојну трансформаторску станицу високи на средњи напон, тако да се паралелним извршавањем прорачуна укупно време потребно за извршење естимације стања целе ДМ може свести на време које је потребно за напојну трансформаторску станицу која напада највећи део ДМ, односно има највећи број телеметрираних вредности мерења.

У **шестом** поглављу (*Интеграција естимације стања активних дистрибутивних мрежа у ДМС*), наглашено је да је за ефикасан ДМС потребна квалитетна процена актуелног стања ДМ, на основу чега следи да је нужно да дистрибутивна естимација стања буде интегрисана у ДМС. На тај начин све енергетске функције, као и естимација стања, уважавају исте параметре елемената ДМ, исту актуелну топологију ДМ, исте статусе локално контролираних ресурса за регулацију напона и реактивне снаге, исте актуелне временске услове, итд. Такође, резултати естимације стања су након прорачуна одмах доступни свим енергетским функцијама за праћење, контролу и оптимизацију рада ДМ у реалном времену. Односно, потпуном интеграцијом естимације стања ДМ у ДМС избегнута је потреба за додатним адаптерима и поступцима за прилагођавање и обраду потребних података.

У **седмом** поглављу (*Верификација процедуре естимације стања активних ДМ*), приказано је поређење представљеног алгоритма са установљеним алгоритмом естимације стања за преносне мреже (ПЕС), као и два примера примене ДЕС:

- а) уравнотежену ДМ са несиметричним режимом и
- б) неуравнотежену ДМ са соларним генераторима и електричним возилима са несиметричним режимом.

У циљу поређења ефикасности ДЕС и ПЕС извршено је поређење тачности резултата процене стања тест мреже и брзине прорачуна. На основу анализе добијених резултата изведени су следећи закључци:

- 1) Ако се у естимацији стања фаворизује квалитет вредности напона, што је случај за ПЕС, тада се занемарује квалитет естимације тренутних вредности активне и посебно квалитет реактивне снаге;
- 2) Насупрот ПЕС, у овом раду представљена ДЕС није осетљива на промену нивоа оптерећења ДМ (од веома оптерећене до слабо оптерећене);
- 3) Насупрот ПЕС, представљен алгоритам естимације стања ДМ нема проблем конвергенције прорачуна;
- 4) У примеру примене естимације стања за уравнотежену ДМ са несиметричним режимом приказано је да, иако је потрошња моделована као уравнотежена, на основу несиметричних вредности фазних мерења активне и реактивне снаге, естимирано је стање

ДМ са несиметричним величинама, чије су вредности блиске измереним вредностима. У примеру естимације стања за неуравнотежену ДМ са соларним генераторима и електричним возилима са несиметричним режимом приказано је да и када преестимиран режим ДМ није близак измереним вредностима, естимирано стање ДМ јесте блиско измереним вредностима.

У **Закључку** су истакнути најбитнији доприноси овог рада, као и могући правци даљих истраживања на ову тему. Констатовано је да је развијена ДЕС применљива за уравнотежене активне ДМ са (не)симетричним режимима и неуравнотежене активне ДМ са несиметричним режимима. Представљена процедура ДЕС је врло робустна јер није ограничена нивоом телеметрије у ДМ. Развијена ДЕС се заснива на формализму за аутоматско одређивање области мерења и зона регулационих трансформатора. На овај начин модел ДЕС се аутоматски ажурира након промене топологије ДМ и ДЕС увек уважава реалну топологију ДМ. У овом раду је уведена ефикасна метода пресликавања оптерећења са једног на други крај трофазног трансформатора која омогућава:

- 1) значајно редуковање димензије модела ДЕС;
- 2) интеграцију ДЕС у ДМС;
- 3) примену ДЕС на реалне савремене ДМ, у реалном времену.

У **Литератури** је референтно наведено 72 цитата, непосредно коришћених за писање докторске тезе.

У **Прилогу** су дати изрази за тзв. Пресликавање оптерећења трофазних двонамотајних и тронамотајних трансформатора.

## **VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ**

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са СЦИ листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01. јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

Кључни резултати истраживања у оквиру докторске дисертације објављени су у међународном часопису који се налази на SCI листи (M22):

G.Švenda, V.Strezoski, S.Kanjuh: Real-life distribution state estimation integrated in the distribution management system, *International Transactions on Electrical Energy Systems*, Vol. 27, Issue 5, e2296, Nov 2016, pp. 1-16, Online ISSN: 2050-7038; DOI: 10.1002/etep.2296; IF: 1.084 (2016)

## **VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА**

У докторској дисертацији приказана је специјализована процедура естимације стања (не)уравнотежених активних ДМ која је интегрисана у ДМС. Приказано је да је процедура применљива за реалне ДМ са више напонских нивоа, са моделованом нисконапонском мрежом и потрошачима и дистрибутивним енергетским ресурсима на свим напонским нивоима у ДМ, са локално контролисаним регулационим трансформаторима и ресурсима за компензацију реактивне снаге. Представљена процедура је врло робустна. Она се може применити на ДМ без телеметријских вредности података реалног времена, односно на ДМ с врло скромним нивоом телеметрије, као и на ДМ са високим нивоом телеметрије. Представљена ДЕС уважава актуелне временске услове и поред потрошње процењује и производњу дистрибутивних енергетских ресурса, како телеметријских, тако и нетелеметријских. Приказан поступак је могуће извршити независно за сваку напојну

трансформаторску станицу високи на средњи напон, тако да се паралелним извршавањем прорачуна укупно време потребно за извршење естимације стања целе ДМ може свести на време које је потребно за естимације стања напојну трансформаторску станицу која напаја највећи део ДМ. Брзина приказане ДЕС је заснована на формалној дефиницији области мерења ДМ и на једноставном и систематском начину за њихово одређивање –применом концепта матрице инциденције која се односи на мерења снаге/струје. Потребно је нагласити да је процедура за одређивање матрице инциденције једноставна и није ограничена бројем чворова ДМ, локацијом или бројем мерења.

Резултати истраживања су детаљно приказани и образложени чиме су у потпуности покривени циљеви овог рада и дата добра основа за даља истраживања у овој области.

#### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА**

**Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.**

Докторска дисертација је коректно и систематично приказала:

- стање у области истраживања (анализирано на основу доступне литературе),
- постигнуте резултате истраживања и упоредила их са постојећим методама, притом уз резултате су дата јасна и одговарајућа образложења,
- доприноси рада су јасно истакнути, као и могући правци за даља истраживања.

Докторска дисертација је проверена у софтверу за детекцију плагијаризма iThenticate.

Сходно томе, Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења постигнутих резултата истраживања.

#### **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. **Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?**

ДА

2. **Да ли дисертација садржи све битне елементе?**

ДА

3. **По чему је дисертација оригиналан допринос науци?**

У дисертацији је приказан нов приступ за естимацију стања активних (не)уравнотежених ДМ са несиметричним режимима у реалном времену. Приказана процедура се концептуално разликује од метода које су приказане и литературе и посебно од установљене и потврђене методе естимације стања за преносне мреже. Представљене су две оригиналне процедуре за детекцију и елиминацију лоших мерења снага/струја и лоших мерења напона. Приказаним математичким моделима естимације стања ДМ обухваћени су и решени проблеми на које се најлази применом естимације стања реалних ДМ у реалном времену: брзина, робустност и тачност.

4. **Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања?**

Докторска дисертација не садржи недостатке који би утицали на резултате истраживања.



**X ПРЕДЛОГ:**

**На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:**

На основу укупне оцене дисертације и сагласно свим претходно изнетим чињеницама у овом Извештају, Комисија предлаже да се докторска дисертација под називом

**Естимација стања активних дистрибутивних мрежа  
интегрисана у дистрибутивни менаџмент систем**

кандидата Соње Кањух прихвати, а кандидату одобри одбрана.

НАВЕСТИ ИМЕ И ЗВАЊЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ  
ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

---

др Владимир Стрезоски, редовни професор,  
Факултет техничких наука у Новом Саду

---

др Андрија Сарић, редовни професор,  
Факултет техничких наука у Новом Саду

---

др Душко Бекут, редовни професор,  
Факултет техничких наука у Новом Саду

---

др Драган Тасић, редовни професор,  
Електронски факултет у Нишу

---

др Горан Швенда, редовни професор,  
Факултет техничких наука у Новом Саду

**НАПОМЕНА:** Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.