



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ • ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73 • 11000 Београд • Република Србија •

Тел. 011/324-8464 • Факс: 011/324-8681

163/2
25.1.2011.

Универзитет у Београду
Већу научних области техничких наука

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији

Молимо да, сходно чл.46 ст.5.тач.4 Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“ бр.131/06), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата

Мр СТРАХИЛА (ЈОВО) ГУШАВЦА

Мр Страхил Гушавац пријавио је докторску дисертацију под називом:

„Развој методологије за ефикасно одржавање надземних водова уз уважавање поузданости“
Универзитетско веће научних области техничких наука је 19.12.2008.године дало сагласност на предлог теме докторске дисертације.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Страхила Гушавца образована је на седници 02.11.2010./ 25.01.2011. године, одлуком Факултета под бр. 803/3, у саставу:

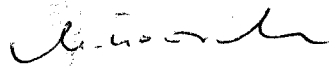
Име и презиме члана Комисије	Звање	Установа у којој је запослен
1. Др Миленко Ђурић	редовни професор	Електротехнички факултет у Београду
2. Др Мирослав Нимрихтер	ванредни професор	Факултет техничких наука у Новом Саду
3. Др Иван Шокљевић	редовни професор	Електротехнички факултет у Београду
4. Др Зоран Радојевић	ванредни професор	Електротехнички факултет у Београду
5. Др Љубомир Герић	редовни професор	Факултет техничких наука у Новом Саду

Наставно-научно веће Факултета усвојило је Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 25.01.2011.године.

Прилози:

1. Извештај Комисије са предлогом
2. Акт Наставно-научног већа факултета о усвајању извештаја

ДЕКАН
ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА


Проф.др Миодраг Поповић



УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ ● ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ

Булевар краља Александра 73 ● 11000 Београд ● Република Србија ●

Тел. 011/324-8464 ● Факс: 011/324-8681

203/3
25. 1. 2011.

На основу чл.128 Закона о високом образовању и чл.66 и 68 и Статута Електротехничког факултета у Београду, Наставно-научно веће на седници од 25.01.2011.године, донело је

ОДЛУКУ

Усваја се извештај комисије у саставу: др Миленко Ђурић, редовни професор Електротехничког факултета, др Мирослав Нимрихтер, ванредни професор Факултета техничких наука у Новом Саду, др Иван Шкокљев, редовни професор Електротехничког факултета, др Зоран Радојевић, ванредни професор Електротехничког факултета, др Љубомир Герић, редовни професор Факултета техничких наука у Новом Саду, о прегледу и оцени урађене докторске дисертације под насловом: „Развој методологије за ефикасно одржавање надземних водова уз уважавање поузданости“ коју је предао мр Страхил Гушавац, и упућује се на сагласност Већу научних области техничких наука.

Комисија за усмену одбрану именована је у саставу: др Миленко Ђурић, редовни професор Електротехничког факултета, др Мирослав Нимрихтер, ванредни професор Факултета техничких наука у Новом Саду, др Иван Шкокљев, редовни професор Електротехничког факултета, др Зоран Радојевић, ванредни професор Електротехничког факултета, др Љубомир Герић, редовни професор Факултета техничких наука у Новом Саду.



ДЕКАН

Електротехничког факултета

Проф. др Миодраг Поповић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ЕЛЕКТРОТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА БЕОГРАД

Одлуком бр. 0803/50 наставно-научног већа Електротехничког факултета у Београду, донетом 24. 11. 2010. године, одређени смо за чланове *Комисије за преглед и оцену докторске дисертације* *Мр инж. Страхила Гушавца*, под насловом *„Развој методологије за ефикасно одржавање надземних водова уз уважавање поузданости“*. Након прегледа дисертације, подносимо Већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Наслов и обим дисертације

Наслов дисертације је *„Развој методологије за ефикасно одржавање надземних водова уз уважавање поузданости“*. Обим дисертације је 195 страна, с једноструким проредом.

1.2. Хронологија одобравања и израде дисертације

Тема, под насловом *„Развој методологије за ефикасно одржавање надземних водова уз уважавање поузданости“*, одобрена је на Наставно-научном већу Електротехничког факултета 3. јуна 2008. године, а Веће области техничких наука Универзитета у Београду дало је на то сагласност 19. децембра 2008. године.

Кандидат је урађену дисертацију поднео на преглед и оцену 22. октобра 2010. године, а Наставно-научно веће Електротехничког факултета је 24. новембра 2010. године именовало комисију за преглед и оцену.

1.3. Место дисертације у одговарајућој научној области

Дисертација је из области Електроенергетски системи, за коју је матичан Електротехнички факултет Универзитета у Београду.

1.4. Биографски подаци о кандидату;

Мр Страхил Гушавац рођен је 1963. године у Дрнишу. Дипломирао је на Факултету техничких наука у Новом Саду 1988, у области електроенергетике дипломским радом под називом *„Утицај паралелно вођених ваздушних водова на струје кратких спојева“*. Магистарски рад *„Техничка анализа експлоатационе поузданости електроенергетских постројења индустрије цемента“* одбранио је 1999 године на Електротехничком факултету у Београду.

Запослен је на Факултету техничких наука у Новом Саду, у звању асистента. За 21 годину радног искуства објавио је: 1 рад у часопису међународног значаја, 2 рада у монографијама међународног значаја, 1 рад у монографији националног значаја, 20 радова на скуповима међународног значаја, 5 радова у часописима националног значаја и 23 рада на скуповима националног значаја. Био је учесник у изради више студија од којих су најважније *„Методологије планирања развоја преносне мреже ЕПС-а“* и *„Студија губитака у преносној мрежи Црне Горе“*. Аутор је четири софтверска алата од којих је један из области управљања имовином која је и тема докторске дисертације. Такође је учествовао у изради већег броја пројеката.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

Структура и садржај дисертације

Дисертација је подељена у седамнаест поглавља, има насловну страну, садржај, увод, централни део и закључак. По својој форми и садржају, поднети рад задовољава стандарде за докторску дисертацију.

Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу даје се кратак опис улоге управљања имовином у електропривредним предузећима у тржишним условима пословања чиме се јасно позиционира и место докторске дисертације у области којом се бави.

У другом поглављу су уведени основни појмови везани за управљање имовином, стратегије одржавања и управљање ризиком.

Треће поглавље описује основне аспекте управљања имовином надземних водова и даје преглед могућих управљачких акција на њима, те утицај тих акција на ризик при њиховој експлоатацији. У овом поглављу се уводи појам одржавања заснованог на поузданости (Reliability Centered Maintenance - RCM), и његове основне карактеристике. Код ове методе приоритет акција одржавања одређује се имајући у виду два аспекта: техничко стање одржаване опреме и њен значај по систем. На крају овог поглавља дат је принципски блок дијаграм одржавања надземних водова заснован на RCM методи, који је у складу са методологијом управљања имовином надземних водова изложеној у докторској дисертацији.

Четврто поглавље дискутује утицај различитих фактора на старење компоненти надземних водова. Указује се да стопа отказа опреме након неког времена експлоатације почиње експоненцијално да расте, а брзина пораста зависи од врсте опреме, како због различитости њене конструкције тако и због различитих начина утицаја на њено старење.

Пето поглавље обрађује начине дијагностике стања компоненти надземног вода, што је од великог значаја за управљање имовином, јер старењем опреме расту потребе за извођењем акција дијагностике стања, како у погледу учесталости, тако и у погледу нивоа детаљности, односно трајања. Откривање проблема дијагностиком омогућује планско и ефикасније извођење оправки са мање трошкова и последица него у случају када овакви откази настају неочекивано.

У шестом поглављу су обрађене проактивне акције управљања имовином надземних водова чијим провођењем се смањује вероватноћа настајања отказа, а тиме и ризик. У последње време, овај аспект управљања имовином добија посебно на значају као последица процеса дерегулације у електропривреди што условљава ефикасније коришћење постојећих преносних капацитета надземних водова по постојећим трасама и одржавање потребног нивоа поузданости њиховог рада.

Седмим поглављем обрађене се реактивне акције управљања имовином надземних водова којима се на ризик утиче смањивањем последица до којих долази по њиховом отказу.

У осмом поглављу се разматра скуп расположивих експлоатационих показатеља стања надземних водова Електромреже Србије (ЕМС), пре свега са аспекта старења (интензитет трајних отказа, учесталост ремонтних активности, индекс расположивости, индекс поузданости рада и интензитет краткотрајних отказа). Овај скуп представља основу за даљи развој методологије за оцену свеобухватног стања вода. Истовремено су то подаци за каснију верификацију развијеног модела за одређивање оцене стања.

На бази разматрања из претходног поглавља, односно разматрања експлоатационих показатеља рада надземних водова предузећа ЕМС, у деветом поглављу дат је приказ прве од две развијене методе за одређивање величине „индекса стања надземног вода“ којом се даје нумеричка оцена тренутног стања експлоатације у погледу старења надземног вода.

У десетом поглављу је изложена друга предложена методе за одређивање „индекса стања надземног вода“, заснована на фазификацији стања појединачних компоненти надземног вода, који се одређује на бази детаљне дијагностике њиховог стања (лабораторијским испитивањима, визуелним прегледима и другим дијагностичким алатима). Ово поглавље, заједно са претходна два представљају главни

допринос овог рада и они су основа методологије управљања имовином надземних водова предложене у докторској дисертацији.

У једанаестом поглављу обрађен је појам „индекса значаја надземног вода“ који, после „индекса стања надземног вода“ представља другу величину која се користи за одређивање приоритета акција одржавања за потребе методе којом се доносе одлуке у области управљања имовином засноване на поузданости (RCM). Одређивање овог индекса, а у складу са поставкама RCM методе, врши се сагледавањем аспеката рада електроенергетског система, без и уз присуство одређеног надземног вода у систему. Упоређивањем стања у систему, у ова два случаја, пре свега у погледу економских аспеката рада система, врши се одређивање наведеног индекса значаја.

У дванаестом поглављу указано је на чињеницу да се управљањем одржавањем имовином надземних водова утиче на њихову поузданост и последице њихових отказа. Како се акцијама управљања имовином утиче на поузданост и преносни капацитет, у неким случајевима могуће је да се њиховим провођењем омогући одлагање инвестиција у нове преносне капацитете.

У тринаестом поглављу дата је илустрација рангирања надземних водова са аспекта приоритета извођења акција управљања имовином, заснована на RCM методи одржавања. У овом поглављу, на тест примеру, илустроване су и могуће последице провођења проактивних акција одржавања на планирање преносне мреже.

У четрнаестом поглављу дат је осврт на потребне аспекте информационог система одржавања надземних водова, како би се омогућило праћење потребних информација које се прикупљају при експлоатацији надземних водова, а које имају за циљ ефикасно управљање њиховом имовином.

У петнаестом поглављу дат је закључак у којем се даје сажет приказ основних доприноса докторске дисертације и указује на неке будуће аспекте рада на овој проблематици у оквиру електропривредних предузећа.

У шеснаестом поглављу дати су неопходни прилози којима је пропраћена материја изложена у претходним поглављима.

Преглед коришћене литературе дат је у седамнаестом поглављу.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

Савременост, оригиналност и значај

Тежиште ове докторске дисертације је на развоју методологије која се тиче оцене стања надземних водова, који временом пролазе кроз различита стања расположивости:

- период раних отказа (првих неколико година експлоатације),
- период поузданог рада (траје 20-30 година), и
- период карактерисан растом непоузданости, узрокован старењем, које траје до тренутка када његова даљња експлоатација без предузимања обимнијих акција обнављања губи смисао (након 40-60 година експлоатације).

Циљ развијене методологије је да омогући објективну оцену којом се исказује ниво погоршавања стања експлоатације надземних водова, као последица процеса његовог старења.

У овом моменту развоја науке управљања имовином велики изазов представља развој метода којима би се могло оценити стање експлоатације надземних водова у циљу предвидивости њиховог рада и на основу тога донети одлука о акцијама које треба применити, а све у циљу одржавања рада надземних водова у прихватљивим границама. Добијени резултати оцене стања су основа за примену низа напреднијих метода (у односу на примену корективних или унапред временски специфичних акција одржавања) за управљање имовином, надземних водова, као што су: одржавање засновано на стању (CBM - condition-based maintenance), одржавање засновано на поузданости (RCM - Reliability centered maintenance), и одржавање засновано на ризику (RBM - risk-based maintenance).

Као последица чињенице да се при управљању имовином надземних водова мора водити рачуна о електроенергетским, грађевинским, машинским, технолошким, економским и еколошким аспектима њиховог пројектовања, изградње и експлоатације јасно је да су они сложена целина која захтева познавање широког опсега знања како из области инжењерских тако и из области економских наука, а што ова докторска дисертација успешно обухвата.

Методологије које се баве управљањем имовином надземних водова релативно су слабо заступљене у литератури што указује на значај, оригиналност и научни допринос ове докторске дисертације у унапређењу проблема управљања имовином.

Осврт на референтну и коришћену литературу

У својој дисертацији кандидат је детаљно претражио отворену литературу и коректно навео референце на радове који су у вези са темом дисертације. Поред радова у часописима и реферисаних на конференцијама, кандидат је током израде дисертације консултовао уџбеничку и монографску литературу из области одржавања надземних водова. Осим тога, детаљно се упустио у упознавање са алгоритмима на којима су засновани софтверски алати које је користио у свом раду.

Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање

Методологија истраживања у оквиру докторске дисертације састоји се у следећем:

- проучене су особине и ограничења постојећих метода за оцену индекса стања и индекса значаја надземног вода;
- проучена је могућност коришћења показатеља понашања надземног вода као целине из расположиве историје догађаја током његове експлоатације за одређивање индекса стања и индекса значаја надземног вода;
- проучена је могућност коришћења методе која се заснива на детаљној оцени стања појединих група компоненти надземног вода уз коришћење фази логике и вероватноће.
- на основу проучених постојећих и развијених метода за оцену стања и важности надземног вода предложена је и верификована методологија за управљање мрежом надземних водова заснована на рангирању надземних водова по RCM методи код које се редослед акција одржавања одређује на основу две величине: „индекса стања“ и „индекса значаја“ за конкретни надземни вод.

Кораци које је кандидат предузео у свом раду водили су, са једне стране, непосредном решавању конкретних проблема. Са друге стране, водили су сагледавању проблема у ширем контексту, што дисертацији даје додатну тежину.

Оцена способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је у свом раду показао изузетну самосталност, проницљивост, систематичност, педантност и агилност. Тиме је испољио потпуну зрелост као научни радник.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Приказ остварених научних доприноса;

Доприноси ове дисертације се односе на област управљања имовином надземних водова.

Користи од примене методологије управљања имовином надземних водова предложене у овој докторској дисертацији су:

- Успешно се интегрише низ различитих информација о стањима различитих врста компоненти надземног вода у јединствену оцену стања надземног вода.
- Применом предложене методе, дефинисани су и скупови података које је потребно прикупљати у будућности за стварање неопходне базе информација чиме се унапређују ефекти управљања имовином надземних водова.
- Изложене методе дозвољавају промене у правцу комплекснијег приступа али и симплификације, у складу са расположивим подацима.
- На основу експертских оцена (лингвистичке променљиве) који су основа за закључивање формирају се фази правила и облици функција припадности на основу којих се врши обједињавање сазнања експерата и постојеће праксе у конкретном предузећу. У овој тези је предложена процедура и дати су предлози за дефинисање лингвистичких променљивих, на

основу прикупљених података из литературе односно праксе експлоатације предузећа ЕМС. Изложени приступ омогућује уважавање специфичности система чијом се имовином управља, а примена јединственог модела по свим водовима омогућује јединствен приступ оцени стања, а тиме и поређење свих надземних водова, који су предмет анализе менаџера имовине.

- Предложени приступ омогућује да се премости проблем недовољне статистичке популације података тако што се укључују искуства експерата, чиме се надокнађује овај недостатак.
- Предложени модел омогућује уважавање низа специфичности различитих преносних предузећа, у погледу конструкције водова, утицаја околине на водове и специфичне праксе одржавања тих водова.

На основу изложеног може се закључити да се остварени научни доприноси у дисертацији могу успешно применити за даљи развој управљања процесом одржавања надземних водова у електропривреди.

Критичка анализа резултата истраживања

Кандидат је развио методе за што објективније доношење одлука при управљању имовином у електропривреди. То је један од стратешких задатака како за електропривреду тако и друштво у целини.

Управљање имовином надземних водова свакако се не може одвојити од управљања осталим материјалним добрима електропривредних предузећа, као што су трансформатори, прекидачи, релејна заштита и слично, за коју треба међусобно усагласити стратегију која се у великом делу може базирати на приступу датом у овом раду, уз одређене корекције којима ће се уважити специфичности конкретне групе елемената.

Методи рада кандидата обухватају теоријски приступ и нумеричку симулацију уз коришћење података из реалне преносне мреже ЕМС-а. Кандидат је оба приступа добро уклопио у логичну избалансирану целину.

Резултати до којих је кандидат дошао имају теоријску и практичну вредност. Теоријска вредност је у сагледавању нових методологија за оцену стања и значаја надземних водова, које отварају пут ка даљем развоју и унапређењу процеса одржавања надземних водова у електропривреди. Практична вредност је у томе што се методолошка решења до којих је кандидат дошао могу непосредно употребити у процесу одржавања надземних водова у електропривреди.

Очекивана примена резултата у пракси

Резултати дисертације су непосредно применљиви у процесу одржавања високонапонских преносних и дистрибутивних мрежа у електропривредним компанијама. Применом резултата које даје дисертација могу се очекивати значајне уштеде у трошковима потребним за квалитетно одржавање надземне мреже електропривреде Србије.

Верификација научних доприноса

У директној вези са докторском дисертацијом је рад објављен у водећем часопису са SCI листе, на коме је кандидат првопотписани коаутор:

- S. Gušavac, M. Nimrihter, Lj. Gerić, " Estimation of overhead line condition", Electric Power Systems Research 78 (2008) p.p 566–583 (ISSN 0378-7796).

Осим тога, у директној вези је седам радова саопштених на међународним конференцијама и два рада објављена у националним часописима:

Радови саопштени на скуповима међународног значаја, штампани у целини:

1. M. Nimrihter, M. Dutina, S. Novaković, S. Gušavac: High and medium voltage overhead lines revitalization, *ISIRR – 6th International Symposium Interdisciplinary Regional Research Hungary-Romania-Yugoslavia*, Novi Sad, 2002, paper 0226.
2. M. Nimrihter, M. Dutina, D. Radojčić, S. Novaković, S. Gušavac: Reliability as Measure of Importance of HV Overhead Lines, *ISIRR – 6th International Symposium Interdisciplinary Regional Research Hungary-Romania-Yugoslavia*, Novi Sad, 2002, paper 0227.

3. M. Nimrihter, S. Gušavac, S. Novaković, M. Dutina,: Overhead Line Reliability as a Base for Assessment of Line Importance in Planning of Revitalization, *Colloquium on Overhead Lines Revitalization*, Beograd, May 06-10, 2003, paper R2-03.
4. S. Gušavac, M. Nimrihter, S. Novaković, Ž. Savanović: Overhead Lines Maintenance Information System, *Colloquium on Overhead Lines Revitalization*, Beograd, May 06-10, 2003, paper R3-01.
5. M. Nimrihter, S. Gušavac, S. Novaković, M. Dutina,: Techno-Economical Analysis of Overhead Lines – Revitalization Candidates, *Colloquium on Overhead Lines Revitalization*, Beograd, May 06-10, 2003, paper R7-01.
6. M. Nimrihter, M. Dutina, D. Radojčić, S. Gušavac, S. Novaković: Overhead Lines Importance-Decision Making Basis for their Revitalization Necessity, *17th International Conference on Electricity Distribution CIREN 2003*, Barcelona, May 12-15, 2003, Session 5, Paper No 17, pp.1-5.
7. M. Nimrihter, S. Gušavac, M. Dutina, G. Bojković: Maintenance Management of Overhead High Voltage Lines, *ICEE-2005, May 19th-21th, 2005, Novi Sad*, paper T9-2.3.

Радови у часописима националног значаја:

1. М. Нимрихтер, С. Гушавац, М. Дутина, С. Новаковић: Планирање ревитализације надземних водова, *часопис Електропривреда*, Београд, број 1, 2004, стр. 31-39.
2. С. Гушавац, С. Ђукић, Ј. Лукић, Ј. Кричка: Оцена стања темеља и стубова надземног вода, *Електропривреда*, број 1, 2008, стр. 82-95.

Доприноси објављени у поменутим радовима представљају део основних резултата истраживања представљених у докторској дисертацији кандидата.

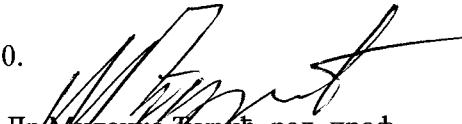
5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

У својој дисертацији, кандидат Мр инж Страхил Гушавац предложио је нову методологију за управљања мрежом надземних водова засновану на рангирању надземних водова по RCM (Reliability centered maintenance) методи код које се редослед акција одржавања одређује на основу две величине: „индекса стања“ и „индекса значаја“ за конкретни надземни вод и методологију за процену ових индекса. Предложене методологије су примењене и верификоване на примерима реалних надземних водова из преносне мреже „Електромреже Србије“. Кандидат је постављени проблем обрадио свестрано и савесно. Показао је потпуну зрелост за самосталан научни рад. Резултати до којих је кандидат дошао верификовани су објављивањем у водећем међународном часопису.

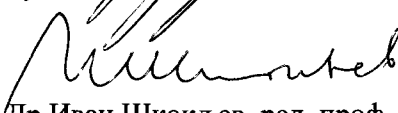
Комисија сматра да поднети рад кандидата, под насловом „Развој методологије за ефикасно одржавање надземних водова уз уважавање поузданости“, испуњава све формалне и суштинске услове да буде прихваћен као докторска дисертација.

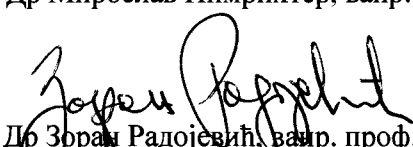
Комисија предлаже да се поднети рад прихвати као докторска дисертација и кандидату одобри јавна усмена одбрана.

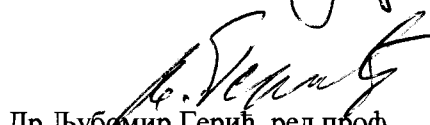
Београд, 05. децембар 2010.


Др Милењко Ђурић, ред. проф.


Др Мирослав Нимрихтер, ванр. проф.


Др Иван Шкокљев, ред. проф.


Др Зоран Радојевић, ванр. проф.


Др Љубомир Герић, ред. проф.