

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Ивана Белошевића

Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду - Саобраћајног факултета бр. 460/3 од 15.09.2014. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Ивана Белошевића под насловом

„ОПТИМИЗАЦИЈА КОЛОСЕЧНИХ КАПАЦИТЕТА ЗА СИМУЛТАНО
ФОРМИРАЊЕ ВИШЕГРУПНИХ ВОЗОВА У ТЕХНИЧКИМ ТЕРЕТНИМ
СТАНИЦАМА“

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

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

На основу предатих захтева кандидата Ивана Белошевића и донетих одлука одговарајућих органа Универзитета у Београду и Саобраћајног факултета, хронологија одобравања и израде дисертације је следећа:

- 05.03.2009. Кандидат Иван Белошевић, дипл. инж. саобраћаја, уписао је докторске академске студије на Универзитету у Београду - Саобраћајном факултету, студијски програм Саобраћај.
- 03.04.2013. Кандидат Иван Белошевић, дипл. инж. саобраћаја, поднео је пријаву предлога истраживања у оквиру докторске дисертације и теме докторске дисертације, уз захтев да се спроведе поступак за оцену подобности кандидата и предложене теме и за ментора предложио др Милоша Ивића, редовног професора Универзитета у Београду - Саобраћајног факултета.
- 10.04.2013. На седници Наставно-научног већа Саобраћајног факултета донета је одлука о формирању Комисије за оцену подобности кандидата и теме за израду докторске дисертације.
- 09.05.2013. Кандидат Иван Белошевић, дипл. инж. саобраћаја, пред Комисијом за оцену подобности кандидата и теме за израду докторске дисертације одбранио је предлог истраживања у оквиру предложене докторске дисертације.
- 09.05.2013. Комисија за оцену подобности кандидата и теме за израду докторске дисертације поднела је позитиван извештај Наставно-научном већу Саобраћајног факултета.

- 29.05.2013. На седници Наставно-научног већа Саобраћајног факултета донета је одлука о прихватању позитивне оцене Комисије за оцену подобности кандидата и теме и о предлогу да за ментора буде именован др Милош Ивић, редовни професор Саобраћајног факултета.
- 08.07.2013. На седници Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду донета је одлука којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Ивана Белошевића, дипл. инж. саобраћаја и на именовање ментора др Милоша Ивића, редовног професора Саобраћајног факултета.
- 09.07.2014. Кандидат Иван Белошевић, дипл. инж. саобраћаја, поднео је неукоричени примерак завршене докторске дисертације уз захтев Наставно-научном већу Саобраћајног факултета за почетак поступка за оцену и одбрану докторске дисертације.
- 11.09.2014. На седници Наставно-научног већа Саобраћајног факултета донета је одлука о формирању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Ивана Белошевића, дипл. инж. саобраћаја.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација припада научној области техничко-технолошких наука, подручје Саобраћај, ужој научној области „Планирање, пројектовање и одржавање железничке инфраструктуре“, за коју је Универзитет у Београду - Саобраћајни факултет матичан.

Ментор, др Милош Ивић, дипл. инж. саобраћаја, редовни професор Саобраћајног факултета, бави се научно истраживачким радом из области планирања, пројектовања и одржавања железничке инфраструктуре. У досадашњем раду, др Милош Ивић објавио је 6 радова у међународним научним часописима са "SCI" листе и 32 рада у осталим међународним и домаћим часописима. Поред тога, као аутор или коаутор радова учествовао је на више од 40 међународних и домаћих скупова, симпозијума и конгреса. Учествовао је у изради више од 80 студија и пројеката.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Иван Белошевић рођен је 02.02.1984. године у Чачку где је завршио основну школу и гимназију са одличним успехом. Саобраћајни факултет Универзитета у Београду уписао је 2003. год. и у току студија био је стипендиста Владе Републике Србије. Дипломирао је 2008. год. са просечном оценом 8,85. Дипломски рад са темом „Концепт решења Београдског железничког чвора“ одбранио је са оценом 10 на Здруженој катедри за експлоатацију железница, железничке пруге, станице и чворове. Докторске академске студије на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду уписао је 2009. год. На поменутиим студијама положио је све испите са просечном оценом 10.

Стручни испит за самостално обављање послова и задатака дипломираног инжењера саобраћаја у саобраћајно – транспортној служби на железници положио је 2010. год. Члан је међународног удружења *IAROR (International Association of Railway Operations Research)* и Друштва дипломираних инжењера железничког саобраћаја.

Запослен је на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду као асистент за ужу научну област „Планирање, пројектовање и одржавање железничке инфраструктуре“. У настави је ангажован на извођењу вежби на предметима „Железничке станице и чворови“, „Планирање и саобраћајно пројектовање железничких станица и чворова“ и

„Основи железничког саобраћаја“. Досадашњи педагошки рад Ивана Белошевића високо је оцењен од стране предметног наставника и студената.

Активно учествује у истраживању и публикавању радова у научним часописима и на научним скуповима домаћег и међународног значаја. Један је од аутора на 30 радова публикованих у међународним и домаћим часописима као и у зборницима радова међународних и домаћих скупова. Као члан ауторског тима учествовао је у изради четири научно-истраживачке и стручне студије.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Ивана Белошевића написана је у складу са „Упутством за обликовање докторске дисертације“ које је 14.12.2011. године усвојио Сенат Универзитета у Београду у оквиру „Упутства за формирање репозиторијума докторских дисертација“. Дисертација је обима 173 стране, садржи 52 слике, 16 табела и 3 прилога. На почетку дисертације дат је резиме на српском и енглеском језику са кључним речима, а затим садржај и листа слика и табела. Докторска дисертација урађена је на 126 страна и подељена на 9 поглавља под следећим називима:

1. Увод
2. Концепт појединачних колских пошиљака и значај вишегрупних возова
3. Димензионисање колосечних капацитета техничких теретних станица
4. Методе за формирање вишегрупних возова
5. Технички и технолошки услови за примену метода за формирање вишегрупних возова
6. Симулациона анализа метода за симултано формирање вишегрупних возова
7. Математичка оптимизација симултаног формирања вишегрупних возова
8. Тестирање модела и анализа добијених резултата
9. Закључак

Након закључка дат је списак литературе на 6 страна који садржи 79 библиографских јединица које су коришћене у изради дисертације. У наставку, кроз 3 прилога на 25 страна, детаљније су описани наводи из основног дела дисертације. У првом прилогу представљена је коригована форма метода за симултано формирање вишегрупних возова као смерница за даље истраживање. У наредна два прилога дат је шематски приказ идејног решења техничке теретне станице на којој су примењени модели и табеларно су приказани резултати тестирања модела. На крају, приложена је кратка биографија аутора и потписане изјаве о ауторству, истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и о коришћењу докторског рада.

Према структури рада, примењеним научним методама и постигнутим резултатима, дисертација у потпуности задовољава критеријуме и стандарде предвиђене за овакву врсту научног рада.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље је уводно. У њему је представљен повод за избор наведене теме као и мотиви истраживања. За предмет истраживања изабрани су колосечни капацитети за симултано формирање вишегрупних возова, док је научни циљ исказан у формулисању модела за њихово оптимално димензионисање и подизање квалитета рада у техничким теретним станицама. Истакнута је комплексност проблема, неопходност и важност истраживања и решавања, како са практичног тако и са научног аспекта.

У **другом поглављу** представљен је концепт појединачних колских пошиљака. Поред сагледавања тренутног стања транспорта појединачних колских пошиљака приказан је потенцијал реализације ове транспортне услуге. У оквиру овог поглавља дефинисани су појам вишегрупних возова и њихова улога у вршењу транспорта појединачних колских пошиљака.

Треће поглавље посвећено је прегледу постојећих метода за димензионисање колосечних капацитета техничких теретних станица. Приказане су препоруке Међународне заједнице железничких управа и појединих аутора у вези опремања и димензионисања техничких теретних станица. Анализирана су досадашња истраживања заснована на аналитичким моделима и примени теорије масовног опслуживања. Такође, у оквиру овог поглавља представљени су симулациони модели и модели математичког програмирања који су коришћени за анализирање искоришћености постојећих ранжирних система и планирање развоја појединих подсистема.

У **четвртном поглављу** дат је преглед до сада научно формулисаних или у пракси примењених метода формирања вишегрупних возова. Методе за формирање вишегрупних возова класификоване су према карактеру рада на групу метода за узастопно формирање појединачних возова и групу метода за једновремено формирање више возова. У оквиру овог поглавља прво су представљене основне карактеристике ових група, а затим су детаљно анализаране теоријске поставке, технолошки процес и ефекти примене сваке од метода.

У **петом поглављу** анализирани су технички и технолошки услови за практичну реализацију метода формирања вишегрупних возова. Анализиран је утицај ангажовања адекватних станичних постројења и маневарских капацитета у комбинацији са одговарајућом организацијом и технологијом рада на процес формирања возова. Ова анализа омогућила је формулисање техничко-технолошких услова који су потом уграђени у предложене математичке моделе симултаног формирања вишегрупних возова.

У **шестом поглављу** спроведена је симулациона анализа постојећих метода за симултано формирање вишегрупних возова у којој су анализирани ефекти њихове примене. Ови ефекти приказани су кроз потребан број колосека и њихову дужину, потребно време формирања и остварени обим маневарског рада. Такође, анализирана је осетљивост метода на промене укупног броја кола и броја група. Ова анализа омогућила је утврђивање области примене појединих метода и њихове зависности од величине колског тока и броја упутних станица у возовима на формирању. Наглашено је да се не може дати јединствен одговор која метода је најцелисходнија, јер методе имају значајне разлике у погледу параметара квалитета рада станица, што посебно долази до изражаја у условима великог броја кола на формирању.

Седмо поглавље посвећено је формулисању математичких модела заснованих на претходно разматраним техничко-технолошким условима пројектовања и експлоатације станичних постројења. На основу интерпретације етапног тока сортирања кола у току формирања возова модели су дати у форми задатака бинарног целобројног програмирања. Развијени математички модели систематизовани су у зависности од тога да ли решавају проблеме оперативног, тактичког или стратешког планирања симултаног формирања вишегрупних возова. Како је одређивање плана сортирања кола у реалним условима рада комплексан проблем у овом поглављу разрађени су рачунарски модели засновани на хеуристичком приступу решавања проблема применом метода локалног претраживања.

У **осмом поглављу** извршено је тестирање модела и анализа добијених резултата. Тестирање модела у сегменту добијања оптималних вредности реализовано је егзактном методом мешовитог целобројног програмирања академске лиценце CPLEX MIP Solver-a, док су алгоритми хеуристичких метода локалног претраживања развијени применом програмског језика Python. Поред уобичајеног поступка за сагледавање ефикасности математичких и рачунарских модела извршена је детаљнија анализа добијених резултата. Као и у случају симулационе анализе постојећих метода за симултано формирање вишегрупних возова резултати су представљени у форми показатеља ангажованих колосечних капацитета и квалитета рада станице.

У последњем **деветом поглављу** дата су закључна разматрања у складу са добијеним резултатима модела. Закључци су дати у форми општих и посебних закључака. На крају, дате су смернице које се односе на даља истраживања у овој области.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Проблем ранжирања, као једна од основних карактеристика теретног железничког саобраћаја, сврстава се у кључне оптимизационе проблеме железничког саобраћаја. У оквиру проблема ранжирања, формирање вишегрупних возова један је од комплекснијих проблема и до сада није у потпуности истражен. Претходно поменуто се пре свега односи на истраживање ефеката примене метода за симултано формирање вишегрупних возова и то по питању димензионисања колосечних капацитета, које је од посебног значаја за дефинисање коначног решења станице и примену одговарајуће технологије рада. Све ово указује на актуелност и значај теме која је у дисертацији изучавана. Савременост и актуелност дисертације потврђена је објављивањем резултата истраживања у међународном часопису и радовима саопштеним на међународним скуповима. Поред тога, у дисертацији су коришћене савремене методе, технике и алати, а коришћена литература додатно указује на савременост и актуелност истраживане области.

Оригиналност се огледа у чињеници да према доступној референтној литератури проблем симултаног формирања вишегрупних возова до сада није анализиран са аспекта планирања и пројектовања нових станица, што представља искорак у односу на досадашња истраживања која су се односила искључиво на аспект експлоатације већ изграђених станица.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Списак литературе садржи 79 библиографских јединица које су коришћене у изради дисертације. Литература је релевантна за предмет и циљеве истраживања. Кандидат је у дисертацији правилно реферисао бројне научно-стручне радове, монографије, уџбенике и студије и показао је висок ниво познавања резултата истраживања у најважнијој класичној и савременој литератури из предметне области.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У оквиру докторске дисертације, поред општих метода истраживања коришћене су методе математичког и рачунарског моделирања, симулације и статистичке обраде резултата. Изабране методе су адекватне и у потпуности одговарају предмету и циљевима истраживања.

3.4. Применљивост остварених резултата

Предложени модели заснивају се на реалним техничко-технолошким условима пројектовања и експлоатације станичних постројења и маневарских капацитета. Модели се могу лако израдити и прилагодити конкретним условима рада, а затим користити за решавање проблема свакодневног рада техничких теретних станица, израде технолошког процеса рада техничких теретних станица за одређени краткорочни период (нпр. период важења реда вожње) или димензионисање потребних колосечних капацитета у оквиру пројеката изградње нових и реконструкције постојећих техничких теретних станица.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу анализе садржаја докторске дисертације, верификације остварених резултата истраживања објављивањем у међународном часопису и саопштавањем на међународним и домаћим скуповима, Комисија сматра да је кандидат несумњиво доказао способност за самостални научно - истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

На основу прегледа докторске дисертације кандидата Ивана Белошевића, дипл. инж. саобраћаја, Комисија сматра да су у њој остварени следећи оригинални научни доприноси:

- Креирани су дискретни симулациони модели који моделирају планове сортирања кола традиционалних метода за симултано формирање вишегрупних возова. Формирани симулациони модели садрже различите типове блокова генерисања трансакција, њиховог гранања и усмеравања, редова и уређаја обраде. Употребљени блокови међусобно су повезани у складу са технолошким процесом сортирања кола традиционалних метода и у складу са функционалним везама између блокова. Модели омогућавају једноставан и приступачан начин утврђивања ефеката примене ових метода у разматраним условима рада и анализу осетљивости њихове примене на промену броја накупљених кола и броја упутних станица за које треба формирати одговарајуће возове.
- За оптимално решавање проблема симултаног формирања вишегрупних возова креирани су математички модели. Модели су дати у форми задатака бинарног целобројног програмирања и систематизовани су у зависности од тога да ли решавају проблем оперативног, тактичког или стратешког нивоа планирања. Математички модели засновани су на интерпретацији вишефазног тока сортирања кола у којој се алокација појединачних кола у току сваког корака сортирања представља бинарним вредностима. Реални техничко-технолошки услови у којима се врши сортирање кола и формирање вишегрупних возова уграђени су у ограничења модела и параметре функције циља.
- Развијени су рачунарски модели засновани на примени хеуристичких метода локалног претраживања. У рачунарским моделима извршено је прилагођавање алгоритама постојећих метода специфичностима плана сортирања кола у поступку симултаног формирања вишегрупних возова.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Креирање симулационих, математичких и рачунарских модела симултаног формирања вишегрупних возова представља савремен и ефикасан приступ решавању разматраног проблема. Симулациони модели изграђени су у програмском пакету SIMULINK и верификовани су поређењем излазних резултата са резултатима добијеним графичком методом. Спроведена симулациона анализа показала је да потребни колосечни капацитети и квалитет рада при формирању вишегрупних возова поред зависности од самог броја ранжирних задатака станице зависе и од њихове структуре, која је окарактерисана бројем и величином група у оквиру сваког ранжирног задатка. На основу добијених резултата креирани су математички модели у форми задатака бинарног програмирања који омогућавају оптимално димензионисање потребних колосечних капацитета и технологије рада. Ограничена применљивост математичког модела по питању могућности добијања егзактних решења условила је креирање рачунарских модела. С обзиром да разматрани проблем припада класи НП тешких проблема и да се при већим димензијама колског тока и броја група проблем не може оптимално решити у условима ограниченог времена и меморије рада рачунара, развијени рачунарски модели су се показали применљивим за проналажење блиско оптималних решења.

Имајући у виду постављене циљеве и предмет истраживања, Комисија сматра да представљени модели и резултати представљају оригиналан и савремен приступ димензионисању колосечних капацитета и подизању квалитета рада при формирању вишегрупних возова у техничким теретним станицама.

4.3. Верификација научних доприноса

Верификација научних доприноса остварених у оквиру ове докторске дисертације реализована је објављивањем резултата истраживања у међународном часопису и саопштавањем резултата истраживања на међународним и домаћим скуповима.

Поред тога, резултати дисертације су коришћени у реализацији активности научно - истраживачких пројеката подржаних од стране Министарства просвете и науке Републике Србије (ев. бр. 15025 и 36012).

Верификација научног доприноса дисертације остварена је објављивањем следећих радова:

Категорија M23:

1. Ivić, M., **Belošević, I.**, Milinković, S., Kosijer, M., Pavlović, N.: *Track Properties for Formation of Pick-Up Trains*, Građevinar, Vol. 65, No. 2, 2013, pp. 123-132. (**IF₂₀₁₃=0.216**)
2. **Belošević, I.**, Ivić, M., Kosijer, M.: *Conditions for Simultaneous Formation of Multigroup Freight Trains*, Građevinar, Vol. 64, No. 7, 2012, pp.553-563. (**IF₂₀₁₂=0.105**)

Категорија M33 и M63:

1. **Belošević, I.**, Ivić, M., Marković, M., Marković, A.: *Matematički model simultanog formiranja višegrupnih vozova*, SYMOPIS 2014 – XLI simpozijum o operacionim istraživanjima, Divčibare 2014, str. 542-547.

2. **Belošević, I.**, Ivić, M., Kosijer, M., Pavlović, N.: *Planning Sorting Sidings Using Binary Integer Programming Approach*, RailCopenhagen 2013 - 5th International Seminar on Railway Operations Modelling and Analysis, Copenhagen (Denmark) 2013.
3. Marton, P., **Belošević, I.**: *Marshalling Yards Along the Paneuropean Railway Corridors*, Proceedings of 3rd International Scientific and Professional Conference CORRIDOR 10 – A sustainable way of integrations, Belgrade 2012., pp. 73-79.
4. **Belošević, I.**, Ivić, M., Kosijer, M., Milinković, S.: *Infrastructure Requirements for the Simultaneous Feeder Train Formation*, Proceedings of 20th International Symposium EURO-ŽEL 2012 - Recent Challenges for European Railways, Žilina (Slovak Republic) 2012., pp. 23-29.
5. Ivić, M., **Belošević, I.**, Milinković, S., Kosijer, M., Marković, M., Vesković, S.: *Tehnološki i tehnički uslovi za primenu klasičnih metoda za formiranje sabirnih vozova*, Novi horizonti saobraćaja i komunikacija 2011, Doboj (Bosna i Hercegovina) 2011., str. 478-484.
6. **Belošević I.**, Ivić M., Marković M., Vesković S., Pavlović N., Milinković S., Kosijer M.: *Establishing Maneuver Work Indicators in the Pick-Up Train Forming Process Using the Simultaneous Method*, Proceedings of 19th International Symposium EURO-ŽEL 2011 - Recent Challenges for European Railways, Žilina (Slovak Republic) 2011., pp. 33-40.
7. Ivić, M., Marković, A., Milinković, S., **Belošević, I.**, Marković, M., Vesković, S., Pavlović, N., Kosijer, M.: *Simulation Model for Estimating Effects of Forming Pick-Up Trains by Simultaneous Method*, Proceedings of 7th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation - Vol. 2, Prague (Czech Republic) 2010.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Имајући у виду квалитет истраживања, сложеност проблема и значај резултата који су приказани Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Ивана Белошевића, дипл. инж. саобраћаја представља вредан научни допринос у области планирања технологије рада и пројектовања колосечних капацитета техничких теретних станица.

Комисија сматра да је докторска дисертација кандидата Ивана Белошевића оригиналан, савремен и значајан научни рад који доказује потпуну научно-истраживачку зрелост Кандидата и представља у пракси примењив научни допринос. Дисертација има све потребне елементе који задовољавају услове предвиђене Статутом Универзитета у Београду и Статутом Саобраћајног факултета за стицања научног звања доктора техничких наука.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Саобраћајног факултета да се докторска дисертација под називом „ОПТИМИЗАЦИЈА КОЛОСЕЧНИХ КАПАЦИТЕТА ЗА СИМУЛТАНО ФОРМИРАЊЕ ВИШЕГРУПНИХ ВОЗОВА У ТЕХНИЧКИМ ТЕРЕТНИМ СТАНИЦАМА” кандидата Ивана Белошевића, дипл. инж. саобраћаја прихвати, изложи на увид јавности, упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду и да се након тога закаже јавна одбрана пред Комисијом у истом саставу.

У Београду,
17.10. 2014.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Милош Ивић, редовни професор
Саобраћајног факултета у Београду

др Милан Марковић, редовни професор
Саобраћајног факултета у Београду

др Александар Марковић, редовни професор
Факултета организационих наука у Београду