

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
САОБРАЋАЈНОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Драгана С. Секулића, дипл. инж. саобраћаја**

Одлуком Наставно-научног већа Саобраћајног факултета Универзитета у Београду (Одлука број 265/3), од 10.04.2013. године именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Драгана Секулића, дипл. инж. саобраћаја, под насловом „ИСТРАЖИВАЊЕ ОСЦИЛАТОРНОГ КОМФОРА ПУТНИКА У АУТОБУСУ СА АСПЕКТА ПОЛОЖАЈА И КВАЛИТЕТА СЕДИШТА“.

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

Кандидат Драган Секулић, дипл. инж. саобраћаја, дана 19.06.2009. године уписао је докторске академске студије на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду, студијски програм „Саобраћај“. Кандидат је 24.05.2012. године поднео пријаву докторске дисертације Наставно-научном већу Саобраћајног факултета Универзитета у Београду. На седници Наставно-научног већа Саобраћајног факултета од 30.05.2012. године, донета је одлука о формирању Комисије за оцену подобности кандидата и теме за израду докторске дисертације у саставу проф. др Срђан Русов, ментор, Саобраћајни факултет; проф. др Властимир Дедовић, Саобраћајни факултет и проф. др Градимир Данон, Шумарски факултет, Београд.

Сагласно Правилнику докторских академских студија: Студијски програм „Саобраћај“, Члан 17, дана 05.07.2012. године, кандидат је пред комисијом одбранио предлог истраживања у оквиру предложене докторске дисертације. Комисија за оцену подобности кандидата и теме за израду докторске дисертације је 09.07.2012. године поднела извештај Наставно-научном већу Саобраћајног факултета. На седници Наставно-научног већа Саобраћајног факултета од 12.09.2012. године, донета је одлука о прихватању позитивне оцене Комисије за оцену подобности кандидата и теме, и именовању ментора др Срђана Русова, редовног професора Саобраћајног факултета. На седници Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду од 22.10.2012. године, донета је одлука

којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Драгана Секулића, дипл. инж. саобраћаја. Кандидат је 03.04.2013. године поднео примерак завршене докторске дисертације уз захтев Наставно-научном већу Саобраћајног факултета за почетак поступка за оцену и одбрану. На седници Наставно-научног већа Саобраћајног факултета од 10.04.2013. године, донета је одлука о формирању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Драгана Секулића, дипл. инж. саобраћаја.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом „Истраживање осцилаторног комфора путника у аутобусу са аспекта положаја и квалитета седишта“ припада научној области „Превентива и безбедност саобраћаја“, а ужој научној области „Друмска возила и динамика возила“ за коју је матичан Универзитет у Београду-Саобраћајни факултет.

Ментор др Срђан Русов је редовни професор Саобраћајног факултета који се бави научно истраживачким радом из наведене области и који је, као аутор или коаутор, објавио 8 научних радова у међународним часописима са SCI листе и више од 50 радова у осталим међународним и домаћим часописима. Поред тога, као аутор или коаутор радова учествовао је на више од 20 међународних и домаћих скупова, симпозијума и конгреса.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Драган Секулић је рођен 08. јануара 1976. године у Лозници, где је завршио основну школу и гимназију са одличним и врлодобрим успехом. Саобраћајни факултет Универзитета у Београду уписао је као редован студент школске 1995/1996, Одсек за друмски и градски саобраћај и транспорт. Дипломски рад под насловом „Кампање у безбедности саобраћаја“ одбранио је крајем маја 2002. године са оценом 10. Просечна оцена током студирања је 8,63. После завршених студија провео је годину дана у САД ради усавршавања Енглеског језика, а после повратка у земљу одслужио је војни рок.

Децембра 2003. уписао је последипломске студије на Саобраћајном факултету у Београду, група „Превентива и безбедност у друмском саобраћају и транспорту“. На последипломским студијама положио је све испите предвиђене наставним планом и програмом са просечном оценом 9.86. Од јуна 2005 године запослен је на Саобраћајном факултету у Београду на радном месту асистента-приправника на предметима „Динамика возила“ и „Возна динамика“, Катедре за друмска возила и динамику возила.

Према Статуту Саобраћајног факултета и Правилнику докторских академских студија, школске 2008/2009. године, уписује се на докторске академске студије на Саобраћајном факултету у Београду.

Тренутно је на основним студијама ангажован за реализацију вежби на предметима "Возна динамика" (ДГСТ-безбедност друмског саобраћаја и ДГСТ-саобраћај). На мастер студијама ангажован је за држање вежби на предмету "Динамика возила - одабрана поглавља".

Аутор је и коаутор више радова објављених у научно стручним часописима, на домаћим и међународним научним скуповима. Члан је ауторског тима више студија и пројеката.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Драгана Секулића, дипл. инж. саобраћаја, под насловом **„Истраживање осцилаторног комфора путника у аутобусу са аспекта положаја и квалитета седишта“** је документ формата А4, штампан једнострано, са текстом на српском језику и изложена је на 234 нумерисане стране. Поред садржаја, материја у докторској дисертацији изложена је у једанаест поглавља, док је списак литературе дат као дванаесто поглавље. Дисертација садржи следећа поглавља:

1. Увод
2. Дејство вибрација на тело човека
3. Вредновање дејства вибрација и превентивне мере
4. Осцилаторне побуде возила
5. Осцилаторни модели возила
6. Програмски пакети за сложене динамичке анализе возила
7. Осцилаторни модели саобраћајних средстава за превоз путника
8. Припрема за симулационо истраживање
9. Симулационо истраживање
10. Могућност уједначавања нивоа комфора за све путнике
11. Завршна разматрања и закључак
12. Литература

Текст дисертације је илустрован са 145 слика и дијаграма и 37 табела. Списак литературе садржи 130 библиографских референци.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље представља уводни део дисертације у коме су јасно истакнути и прегледно представљени мотиви истраживања са анализом значаја теме. Дефинисани су предмет и циљ истраживања. Образложен је значај истраживања вибраторне удобности корисника у аутобусу узимајући у обзир квалитет седишта и положај седишта на платформи аутобуса.

Подела вибрација и њихове основне карактеристике представљени су у другом поглављу рада. Наведени су физиолошки поремећаји који настају код човека који је изложен дејству вибрација. Посебна пажња посвећена је опажању комфора вибрација, као и утицају вибрација на безбедност саобраћаја.

У трећем поглављу наведени су стандарди који се користе приликом оцено утицаја вибрација на тело човека. Међународни стандард ИСО 2631 (1985, 1997) је најпознатији и најчешће коришћени стандард, па је у овом делу највише пажње посвећено поступку вредновања и величинама за оцено утицаја вибрација на комфор које овај стандард прописује. Такође су наведене превентивне мере које се могу примењивати са циљем умањења дејства вибрација на кориснике возила (путнике и возаче) у друмском транспорту.

У четвртном поглављу описана је подужна неравност коловоза и наведени су фактори који имају утицај на неравност коловоза. Како није увек могуће обавити снимање неравности коловоза, које би се искористиле у анализама осцилаторног понашања возила, посебна пажња у овом делу посвећена је моделирању подужне неравности коловоза помоћу спектралне густине неравности коловоза. Предложен је и описан поступак за моделирање неравности коловоза у којем је искоришћен модел за симулирање случајних процеса, који је предложио *Shinozuka*. Дат је један пример симулираних подужних неравности врло доброг асфалт-бетонског коловоза на два трага за који је написан програм у програмском пакету *MATLAB* узимајући у обзир предложени поступак. Симулирана подужна неравност коловоза може да се искористи као осцилаторна побуда осцилаторних модела возила. У овом поглављу дати су и примери седам различитих реалних неравности коловоза, који су се искористили као побудни сигнали приликом валидације осцилаторног модела возила и одређивања осцилаторног комфора корисника аутобуса. Пет профила су преузети из базе података софтвера *RoadRuf*, а два профила су добијена са Грађевинског факултета у Београду.

У петом поглављу представљена су два оригинална осцилаторна модела возила - равански осцилаторни модел са шест степени слободе и просторни осцилаторни модел са десет степени слободе. Модел је изграђен у модулу *Simulink* и програмском пакету *MATLAB*. Помоћу ових модела испитан је комфор возача једног приградског аутобуса и комфор корисника на карактеристичним местима у једном међуградском аутобусу домаћег произвођача. На основу добијених резултата утврђено је да комфор корисника зависи од положаја и квалитета седишта у аутобусу што је иницирало идеју да се дефинишу предмет и циљ истраживања ове докторске дисертације. У овом поглављу је уведен и дефинисан нови термин - *зоне једнаког осцилаторног комфора*.

У шестом поглављу дат је преглед програмских пакета који се користе у симулацијама динамичког понашања возила. Више пажње посвећено је "*multibody*" програмском пакету *MSC.ADAMS* и његовој употреби у аутомобилској индустрији. Оригинални просторни осцилаторни модел међуградског аутобуса ИК 301 за потребе овог рада изграђен је у модулу *ADAMS/View*, па је у овом поглављу у кратким цртама описан поступак моделирања механичких система помоћу овог модула.

У седмом поглављу извршена је упоредна анализа елемената важних за осцилаторно понашање копнених саобраћајних средстава за превоз путника (аутобуса и шинских возила). На основу упоредне анализе дефинисан је општи осцилаторни модел намењен пре свега за анализу осцилаторног комфора свих корисника као предуслов за дефинисање зона једнаког осцилаторног комфора возила. Осим осцилаторне удобности, општи модел може да се користи и за анализе активне безбедности возила. Општи модел изграђен је у софтверу *ADAMS/View*. На основу овог модела и уз његове мање модификације изграђен је и оригинални просторни осцилаторни модел међуградског аутобуса ИК 301 са 65 степени слободе, који је послужио као конкретна подлога за одређивање зона једнаког осцилаторног комфора.

У осмом поглављу обављена је валидација осцилаторног модела ИК 301. Валидација је спроведена упоредном анализом четири важне осцилаторне величине које су добијене симулацијом помоћу осцилаторног модела аутобуса ИК 301 и мерењем у реалним условима експлоатације међуградског аутобуса ИК 302. Утврђено је да модел омогућава релативно добру процену вредности осцилаторних величина чиме је показано да он може да се користи при оцени комфора корисника и дефинисању осцилаторних зона у аутобусу.

У поглављу девет обављено је детаљно истраживање осцилаторне удобности свих корисника аутобуса ИК 301. У осцилаторни модел уведено је седам различитих реалних неравности коловоза које су регистроване при различитим брзинама мерног возила. Увођење реалних неравности коловоза омогућило је да се у обзир узму различити услови експлоатације, што је нарочито важно приликом мапирања осцилаторних зона и правилног избора седишта којима треба да се побољша осцилаторна удобност у аутобусу. За сваку реалну осцилаторну побуду одређен је комфор за сваког корисника аутобуса појединачно према критеријумима удобности у средствима јавног превоза које прописује међународни стандард ИСО 2631 (1997).

Затим су за кориснике аутобуса (возача и путнике са умањеним комфором) одређена дозвољена времена излагања вибрацијама за правац *z*-осе. Анализа је показала да корисници аутобуса на задњим седиштима на задњем препусту аутобуса имају најкраће дозвољено време излагања вибрацијама.

На основу процењеног комфора узимајући у обзир критеријуме стандарда ИСО 2631, одређене су зоне једнаког осцилаторног комфора аутобуса ИК 301 за свих седам осцилаторних побуда аутобуса.

На основу резултата поменутих анализа одређена су седишта са незадовољавајућим осцилаторним комфором. Утицај осцилаторних параметара на осцилаторну удобност тих седишта разматран је у поглављу десет. Закључено је да би седишта опремљена са јастуцима мање крутости и са јачим пригушењем осетно побољшала осцилаторни комфор корисника.

У једанаестом поглављу приказана су завршна разматрања и закључак. Дате су напомене о испуњености циљева истраживања и научном доприносу дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

У дисертацији се истражује могућност уједначавања комфора свих корисника аутобуса у различитим условима његове експлоатације (различити типови коловоза и различите брзине кретања аутобуса). Истраживања утицаја вибрација на кориснике возила за превоз путника су увек актуелна и важна ако се има у виду да дуже излагање вибраторним оптерећењима осим комфора, утиче и на радну способност и на здравље корисника.

У циљу смањења негативног утицаја вибрација и заштите здравља радника на радним местима, Европска Унија је јуна 2002. године усвојила директиву 2002/44/ЕЦ (директива о вибрацијама). У овој директиви дефинисани су дозвољени прагови (нивои) изложености вибрацијама целог тела човека на радним местима и у складу са њима јасно је наглашена обавеза радних организација за предузимање одговарајућих безбедоносних мера. Мере из директиве 2002/44/ЕЦ су свих 27 земаља чланица Европске Уније почеле да примењују када је она ступила на снагу 6. јула 2005. године. Може се очекивати да у будућности у нашој земљи испитивање дејства вибрација на раднике који раде у вибраторном окружењу добије на значају.

За израду дисертације коришћени су савремени софтверски пакети, технике и алати. Актуелност теме дисертације потврђена је и кроз објављивање резултата истраживања у часописима међународног и домаћег карактера и радовима саопштеним на међународним и домаћим скуповима.

Оригиналност дисертације огледа се у чињеници да према доступној научној литератури, до сада није дефинисан и решаван проблем осцилаторног комфора на начин на који је то урађено у дисертацији Драгана Секулића; другим речима, приступ проблематици и добијени резултати су оригинални. Мапирањем зона различитог осцилаторног комфора на платформи возила и одређивањем нових вредности параметара крутости и пригушења седишта, којима се постиже уједначење осцилаторног комфора на целој платформи возила, представља оригинални и иновативни приступ за побољшање осцилаторне удобности возила.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У дисертацији је коришћена обимна литература, релевантна за предмет и циљеве истраживања. Аутор је у дисертацији правилно реферисао бројне научно-стручне радове, монографије и уџбенике, и тиме показао висок ниво познавања резултата

истраживања који покривају најважнију класичну и савремену литературу из предметне области.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У оквиру докторске дисертације поред општих метода научних истраживања као што су индукција, дедукција, анализа, синтеза, компаративна анализа коришћене су методе аналитичке механике, методе мерења, симулационе технике, статистичке методе. Изабране методе су адекватне и у потпуности одговарају предмету и циљевима истраживања.

3.4. Применљивост остварених резултата

Остварени резултати имају значајну практичну вредност и применљивост. Резултати спроведених анализа указали су на појединачна седишта у аутобусу домаћег произвођача на којима је осцилаторна удобност корисника смањена. Анализе су показале да променом осцилаторних параметара седишта може да се утиче на осцилаторни комфор и да њиховим правилним избором може да се побољша удобност корисника који на њима седе. Стога резултати докторске дисертације могу значајно да помогну конструкторима и произвођачима аутобуса, јер указују на оне конструктивне карактеристике седишта са којима се може осетно побољшати и уједначити осцилаторна удобност свих корисника.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу анализе резултата докторске дисертације и досада постигнутих резултата у истраживањима која су објављивана у међународним и домаћим часописима и саопштавана на скуповима у земљи и иностранству, Комисија сматра да је кандидат показао способност за самостални научно - истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

На основу прегледа докторске дисертације кандидата Драгана Секлића дипл. инж. саобраћаја, сматрамо да је у њој остварен оригинални научни допринос. Најзначајнији научни доприноси огледају се кроз:

- дефинисање оригиналног општег осцилаторног модела саобраћајних средстава за превоз путника. Шире посматрано, општи модел је тако замишљен и изграђен да може да се користи за анализе различитих проблема вертикалне динамике (која укључује и активну безедност) друмских и шинских возила. Уже посматрано, помоћу општег осцилаторног модела могу да се, анализом осцилаторног комфора корисника, одреде зоне једнаког осцилаторног комфора.
- изградњи оригиналног просторног осцилаторног модела међуградског аутобуса у који су, за разлику од модела возила у радовима других аутора, укључена сва седишта корисника (возача и свих путника) аутобуса.
- дефинисање осцилаторног модела међуградског аутобуса који, увођењем релативно једноставних модификација, може да се примени за истраживање проблема вертикалне динамике свих врста аутобуса (градски, приградски, туристички и специјални аутобуси (нпр. double-decker)).
- увођење и дефинисање новог термина *"зона једнаког осцилаторног комфора возила"* у области вертикалне динамике возила.
- изналажење зависности осцилаторне удобности корисника у осцилаторним зонама аутобуса за случајеве када се аутобус креће истим брзинама по подлогама различитог квалитета, различитим брзинама по подлогама истог квалитета и различитим брзинама по подлогама различитог квалитета.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

У овом раду приказана су резултати истраживања и анализе аутора који се односе на последице које трпе корисници аутобуса који се креће по реалној подлози. Разматрана је могућност уједначавања осцилаторног комфора корисника возила за превоз путника полазећи од претпоставке да се различита вибрациона оптерећења на платформи могу компензовати различитим осцилаторним карактеристикама седишта.

Према полазним хипотезама, имајући у виду постављене циљеве и предмет истраживања, Комисија сматра да добијени резултати дају одговоре на сва важна питања која су постављена у тези. Резултати спроведених анализа показала су да постоје разлике у дејству вибрација на кориснике који се налазе на различитим деловима платформе возила. Резултати су, такође, указали на појединачна седишта у возилу на којима је осцилаторна удобност корисника умањена. Анализе су показале да променом осцилаторних параметара седишта може да се утиче на

осцилаторни комфор и да њиховим правилним избором може да се побољша удобност корисника који на њима седе.

Мапирањем зона различитог осцилаторног комфора на платформи возила и одређивањем нових вредности параметара крутости и пригушења седишта, којима се осцилаторни комфор у угроженим зонама побољшава за један до два нивоа и постиже уједначење осцилаторног комфора на целој платформи возила, испуњен је циљ израде ове тезе.

4.3. Верификација научних доприноса

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

Радови у часописима

Рад у међународном часопису - M23

- **Sekulić, D.**; Dedović, V.; Rusov, S. 2012. Effect of shock vibrations due to speed control humps to the health of city bus drivers, *Scientific Research and Essays*, 7 (5): 573-585, DOI: 10.5897/SRE11.1724, ISSN 1992-2248, (IF₂₀₁₀=0,445).

Саопштење са међународног скупа штампано у целини - M33

- Dedović, V.; **Sekulić, D.** 2012. *Effect of shock vibrations due to speed control humps to the health of city bus passengers using oscillatory model with six DOF*, International Conference on Traffic and Transport Engineering - Belgrade, 10 str.
- **Sekulić, D.**; Dedović, V. 2011. *Istraživanje oscilatornog komfora autobusa na prostornom modelu sa deset stepeni slobode simulacijom u ADAMS/View softveru*, treći međunarodni naučno-stručni simpozijum "Novi Horizonti saobraćaja i komunikacija 2011", Doboј, Bosna i Hercegovina, 10 str.
- **Секулић, Д.**; Дедовић, В. 2011. *Анализа осцилаторног комфора возача аутобуса симулацијом помоћу модела са шест степени слободe*, XXIII Међународни научно-стручни скуп: Наука и моторна возила, Специјална конференција за Западни Балкан, Београд, 13 стр.

Рад у научном часопису - М51

- **Sekulić, D.;** Dedović, V. 2011. Intercity bus users vibration comfort analysis through an oscillatory model with seven degrees of freedom using Adams/View software, *Journal of Applied Engineering Science*, 3 (9): 401-410, ISSN 1451-4117.

Рад у научном часопису - М53

- **Sekulić, D.;** Dedović, V. 2011. The effect of stiffness and damping of the suspension system elements on the optimization of the vibrational behavior of a bus, *IJTTE - International Journal for Transport and Traffic Engineering*, 1 (4): 231-244, ISSN 2217-544X.
- **Секулић, Д.;** Дедовић, В. 2008. Симулација осцилаторног понашања аутобуса са класичним и активним системом ослањања, *Научно-стручни часопис Истраживања и пројектовања за привреду*, 6 (20): 23-32, ISSN 1451-4117.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу свега изнетог, имајући у виду захтеве које су пред кандидата постављени у пријави теме, обим истраживања, примењене методе истраживања, сложеност проблематике, спроведена истраживања и резултате до којих је кандидат дошао, као и остварени научни допринос, Комисија једногласно закључује да је докторска дисертација кандидата Драгана Секулића, дипл. инж. саобраћаја под називом „Истраживање осцилаторног комфора путника у аутобусу са аспекта положаја и квалитета седишта“ научни рад који је оригиналан, савремен и значајан.

Дисертације кандидата Драгана Секулића, дипл. инж. саобраћаја, садржи у пракси применљив научни допринос и има све потребне елементе који задовољавају услове предвиђене Статутом Универзитета у Београду и Статутом Саобраћајног факултета, којима је дефинисан начин стицања научног степена доктора техничких наука.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Саобраћајног факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација под називом „Истраживање осцилаторног комфора путника у аутобусу са аспекта положаја и квалитета седишта“ кандидата Драгана Секулића прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, односно да се одобри јавна одбрана.

У Београду,
17.04.2013. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Срђан Русов, редовни професор
Саобраћајног факултета у Београду

Др Властимир Дедовић, редовни професор
Саобраћајног факултета у Београду

Др Градимир Данон, редовни професор
Шумарског факултета у Београду