

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

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
<p>1. Датум и орган који је именовео комисију 28.01.2021. год., Декан Факултета техничких наука на основу одлуке Наставно-научног већа Факултета техничких наука у Новом Саду, решењем број: 012-199/43-2017</p> <p>2. Састав комисије са знаком 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:</p> <p>1) др Вук Богдановић, редовни професор, 07.06.2017. год., Планирање, регулисање и безбедност саобраћаја, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, председник</p> <p>2) др Драган Јовановић, редовни професор, 21.01.2016. год., Планирање, регулисање и безбедност саобраћаја, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, члан</p> <p>3) др Жељко Шарић, доцент, 11.09.2017. год., Цестовни промет, Универзитет у Загребу, Факултет прометних знаности, члан</p> <p>4) др Зоран Овцин, доцент, 14.11.2016. год., Теоријска и примењена математика, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, члан</p> <p>5) др Зоран Папић, ванредни професор, 17.11.2016. год., Планирање, регулисање и безбедност саобраћаја, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, ментор</p>
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Ненад, Јосип, Саулић</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 21.06.1985. год., Суботица, Република Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Саобраћај и транспорт – Друмски саобраћај, дипломирани инжењер саобраћаја - мастер</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2017. година, студијски програм Саобраћај</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: -</p> <p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: -</p>
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<p>Оштећења на возилу као индикатор сударних брзина код налета на пешака</p>
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<p>Навести кратак садржај са знаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикана и сл.</p>
<p>Докторска дисертација кандидата Ненада Саулића написана је на српском језику, латиничним писмом. Дисертација садржи 139 страна и чине је 10 поглавља са списком литературе у оквиру којих</p>

је прегледно, систематично и јасно приказана анализирана тема. Садржај докторске дисертације структуриран је на следећи начин, са наредним називима поглавља и подпоглављима првог степена:

- 1. Уводна разматрања**
 - 1.1. Дефинисање проблема и циља истраживања
 - 1.2. Дефинисање полазне хипотезе
 - 1.3. Методе истраживања
 - 1.4. Приказ структуре докторске дисертације по поглављима
- 2. Класификација налета возила на пешака**
 - 2.1. Чеони налет возила на пешака
 - 2.2. Бочно окрзнуће
 - 2.3. Гажење
- 3. Кинематика налета возила на пешака**
 - 3.1. Кретање тела пешака након налета
 - 3.2. Утицај висине пешака и облика каросерије возила на кинематику налета
 - 3.3. Трајекторије пешака након контакта са возилом
- 4. Постојећи модели за утврђивање брзине кретања возила приликом налета на пешака**
 - 4.1. Модел заснован на физичким законима
 - 4.2. Емпиријски модели засновани на даљини одбачаја тела пешака
 - 4.3. Упоредна анализа постојећих емпиријских модела
- 5. Повреде пешака као критеријум за утврђивање налетне брзине возила**
 - 5.1. Механизам повређивања пешака у саобраћајним незгодама
 - 5.2. Повреде пешака као индикатор налетне брзине возила
 - 5.3. Класификација повреда пешака према *AIS* критеријуму
- 6. Оштећења на возилима у саобраћајним незгодама са учешћем пешака**
 - 6.1. Оштећења на возилима као индикатор налетне брзине
 - 6.2. Интезитет оштећења возила
- 7. Дефинисање подручја и метода истраживања**
 - 7.1. Подручје истраживања
 - 7.2. Метод истраживања
 - 7.3. Формирање базе података
- 8. Формирање модела за утврђивање даљине одбачаја пешака независног од налетне брзине возила**
 - 8.1. Избор предикторских променљивих
 - 8.2. Елементи регресионе анализе
 - 8.3. Модел за предикцију даљине одбачаја пешака код потпуног чеоног налета возила на пешака
 - 8.4. Модел за предикцију даљине одбачаја пешака код делимичног чеоног налета возила на пешака
 - 8.5. Тестирање модела за предикцију даљине одбачаја тела пешака
- 9. Формирање модела за утврђивање брзине кретања возила приликом налета на пешака**
 - 9.1. Избор предикторских променљивих
 - 9.2. Елементи регресионе анализе
 - 9.3. Модел за предикцију брзине кретања возила у тренутку налета на пешака
 - 9.4. Тестирање модела
- 10. Закључна разматрања и правци даљих истраживања**

У склопу наведених поглавља налази се 61 табела и 104 слике у које спадају фотографије, скице и графикони. Литература се састоји од 91 цитираног рада. Саставни део дисертације чине прилози у којим су презентовани:

- разјашњење одређених корака приликом дефинисања модела за одређивање брзине кретања возила у тренутку налета, заснованог на физичким моделима,
- табеларни приказ базе података „Експерт“ за потпуни и делимично улазни и излазни тип налета возила на пешака са моделованим вредностима даљине одбачаја тела пешака, апсолутним и релативним грешкама,

- извештај из програмског пакета Matlab, приликом спровођења експлораторне факторске анализе.

Кључна документацијска информација и резиме докторске дисертације написани су на српском и енглеском језику.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Наслов докторске дисертације је јасан и прецизно указује на област, предмет и циљеве истраживања.

Прво поглавље – Уводна разматрања

У оквиру првог поглавља дефинисан је проблем и циљ истраживања предметне докторске дисертације. Приказан је проблем утврђивања налетне брзине возила, као једног од основних параметара неопходних за анализу саобраћајних незгода са учешћем пешака. Постављене су основне хипотезе на којима је заснована потреба за истраживањем и развојем модела. Поред тога описане су методе које су коришћене приликом анализа и израде дисертације.

Друго поглавље – Класификација налета возила на пешака

У другом поглављу је приказана основна класификација саобраћајних незгода са учешћем пешака, заснована на положају пешака у односу на возило у тренутку примарног контакта. Детаљно су описани чеони налети возила на пешака, који су предмет истраживања у оквиру докторске дисертације.

Треће поглавље – Кинематика налета возила на пешака

У трећем поглављу су детаљно описане све три фазе у кретању тела пешака након примарног контакта са возилом до коначног заустављања. Приказани су кључни елементи који утичу на кретање тела пешака у фази транспорта, лета и клизања. У другом делу поглавља приказан је утицај висине пешака и облика каросерије на кинематику налета. На крају поглавља је описано пет основних кинематичких трајекторија тела пешака код чеоних налета возила.

Четврто поглавље – Постојећи модели за утврђивање брзине кретања возила приликом налета на пешака

У првом делу овог поглавља приказани су физички закони, који се примењују приликом дефинисања даљине одбачаја тела пешака кроз сва три сегмента, односно фазе контакта и транспорта, фазе лета и фазе клизања. Један од основних елемената за утврђивање даљине одбачаја јесте налетна брзина возила, тако да је дефинисан модел за предикцију брзине возила у тренутку контакта са пешаком на основу физичких закона. Многи истраживачи су се бавили предметном проблематиком, тако да су у другом делу поглавља изнети емпиријски модели за предикцију налетне брзине, засновани на познавању даљине одбачаја тела пешака. На крају поглавља извршена је упоредна анализа постојећих емпиријских модела за предикцију налетне брзине.

Пето поглавље – Повреде пешака као критеријум за утврђивање налетне брзине возила

У петом поглављу су приказане врсте повреда, које задобијају пешаци приликом контакта са возилом, и њихов значај у анализи саобраћајних незгода. Описан је механизам повређивања пешака и начин задобијања примарних, секундарних и терцијалних повреда. У наставку поглавља презентовани су поједини модели, који дефинишу вероватноћу задобијања лаких повреда, тешких повреда и повреда са смртним исходом код пешака, у зависности од налетне брзине возила. Приказана су и истраживања, која дефинишу настанак појединих врста повреда код пешака у зависности од вредности налетне брзине возила. У оквиру поглавља је описана *AIS* (Abbreviated Injury Scale) вредносна скала, која представља међународно прихваћен систем рангирања тежине појединачних повреда.

Шесто поглавље - Оштећења на возилима у саобраћајним незгодама са учешћем пешака

Шесто поглавље ове докторске дисертације је базирано на анализи оштећења на возилима у саобраћајним незгодама са учешћем пешака. Описана су оштећења која настају у примарном и секундарном контакту са пешаком. У првом делу поглавља су приказана досадашња истраживања, која су узела у обзир оштећења приликом дефинисања налетне брзине возила. По угледу на *AIS* вредносну скалу, у другом делу поглавља је извршено скалирање видљивих оштећења на возилима, на основу експертиза реалних саобраћајних незгода и података из електронске базе података о оштећењима на возилима. Детаљно је објашњен поступак претварања дескриптивног описа оштећења на возилима у ординалну скалу, која је коришћена у каснијем формирању модела.

Седмо поглавље - Дефинисање подручја и метода истраживања

Седмо поглавље описује подручје истраживања и методе које су коришћене приликом формирања база података. За истраживање су формиране три базе података. Прва база је добијена анализом реалних саобраћајних незгода са учешћем пешака. Друга је добијена на основу визуелног приказа еквивалентне брзине возила утврђених на деформациони рад у саобраћајним незгодама са учешћем

пешака, док је трећа база формирана на основу резултата тестова са физичким моделима пешака. Приликом дефинисања метода истраживања, описани су математички и статистички појмови, који су коришћени приликом дефинисања и тестирања модела. У трећем делу поглавља су описани сви предиктивни параметри на основу којих су формиране базе података.

Осмо поглавље - Формирање модела за утврђивање даљине одбачаја пешака независног од налетне брзине возила

Поглавље осам описује формирање модела за предикцију даљине одбачаја пешака, приликом контакта са возилом. У првом делу је одрађена факторска анализа, како би се одредиле латентне групе параметара, а затим су приказане и корелационе матрице, на основу којих је дефинисано који од предиктивних елемената треба да буде укључени у модел. Утврђено је да елементи интензитета оштећења и висина највишег оштећења имају највишу корелациону повезаност са даљином одбачаја пешака. Приликом дефинисања модела за предикцију даљине одбачаја пешака раздвојене су ситуације са потпуним чеоним и делимично улазним/изласним налетом возила на пешака. За оба типа налета су анализирани потенцијални модели, а на основу статистичких параметара изабрани су оптимални модели. Модел за предикцију даљине одбачаја тела пешака при делимично улазним и изласним налетом возила није тестиран. Модел за предикцију даљине одбачаја тела пешака при потпуном чеоном налету возила је тестиран и резултати валидације су приказани на крају овог поглавља.

Девето поглавље - Формирање модела за утврђивање брзине кретања возила приликом налета на пешака

У деветом поглављу је приказан поступак за формирање модела за предикцију налетне брзине возила у саобраћајним незгодама са учешћем пешака. Као и у претходном поглављу, најпре је извршена факторска анализа и приказана корелациона матрица, на основу чега су дефинисани предиктивни елементи, који би дефинисали оптимални модел за предикцију налетне брзине. Анализирано је више потенцијалних варијанти модела, а на основу статистичких показатеља изабрана је најбоља варијанта и издвојен је крајњи модел за предикцију брзине кретања возила у тренутку налета на пешака. Резултати тестирања модела су приказани на крају поглавља.

Десето поглавље - Закључна разматрања и правци даљих истраживања

У оквиру последњег поглавља докторске дисертације наведени су основни резултати истраживања, односно предности и недостаци утврђених модела за предикцију даљине одбачаја тела пешака и налетне брзине возила. У оквиру поглавља су приказана кључна разматрања и научни допринос резултата истраживања у оквиру ове дисертације, као и правци даљих истраживања усмерени ка побољшању дефинисаних модела.

Литература

На крају рада дат је списак литературе која је коришћена приликом израде дисертације. Цитирање је извршено правилно у складу са примењеним „АРА“ стилем цитирања.

Прилози

О оквиру прилога описан је детаљни приказ развоја модела на основу физичких закона. У другом делу прилога дати су параметри, дефинисани у оквиру експертске базе, као и моделоване вредности даљине одбачаја тела пешака, апсолутне и релативне грешке за сваки случај. Раздвојене су саобраћајне незгоде у којима је дошло до потпуног или делимичног улазног и излазног налета возила на пешака. У трећем делу прилога приказан је извештај из програмског пакета Matlab, добијен приликом спровођења експлораторне факторске анализе.

На основу изложених ставова, Комисија позитивно оцењује све делове докторске дисертације.

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 *ISI* 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.

M23 – Рад у међународном часопису

Saulić, N., Papić, Z., Ovcin, Z. (2020). *Pedestrian throw distance prediction from vehicle damage intensity*. Promet–Traffic & Transportation, 32 (3), 371-382., ISSN: 1848-4069, <https://doi.org/10.7307/ptt.v32i3.3312>

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Брзина возила и даљина одбачаја тела пешака представљају основне кинематичке параметре у анализи налета возила на пешака. Готово сва досадашња истраживања у овој области су показала да између налетне брзине возила и даљине одбачаја тела пешака постоји снажна корелативна веза. Да би се утврдила даљина одбачаја тела пешака неопходно је познавати место примарног контакта као и зауставну позицију тела пешака. Искуства су показала да се у саобраћајним незгодама овог типа место налета и зауставна позиција пешака често не могу сасвим поуздано утврдити, због недостатка материјалних трагова или напуштања лица места незгоде. Из тог разлога физичке и емпиријске моделе за утврђивање налетне брзине возила често није могуће користити, на основу чега је дефинисана основна хипотеза ове дисертације, а то је да се налетна брзина возила може утврдити и без познавања места контакта, односно даљине одбачаја тела пешака.

Као последица размене кинетичке енергије између возила и пешака, на возилу настају контактни трагови и оштећења, док се на пешацима ове последице мафифестују у виду повреда. Светска здравствена организација (WHO) је извршила градацију тежина повреда учесника саобраћајних незгода. Успостављена је AIS скала, у којој су повреде настале код учесника саобраћајних незгода, у складу са њиховом тежином, кодиране одређеним вредностима. По угледу на AIS скалу успостављена је ординална скала у којој су оштећења на возилу оцењена вредностима од 1-15. На основу овога дефинисана је и друга хипотеза ове дисертације, а то је да између интензитета оштећења на возилу и његове налетне брзине постоји висока корелација.

Истраживање у оквиру ове дисертације је спроведено у две етапе. У првом делу је дефинисан модел за предикцију даљине одбачаја тела пешака на основу карактеристика оштећења на возилу. У другом делу истраживања утврђен је модел за предикцију налетне брзине возила у коју је имплементиран модел, дефинисан у првој фази.

За потребе истраживања, коришћене су три базе података. Експертска база је формирана на основу вишегодишњих анализа реалних саобраћајних незгода од стране експертског тима Департамента за саобраћај, Факултета техничких наука у Новом Саду, где је издвојена 171 саобраћајна незгода са учешћем пешака. Другу базу чине подаци прикупљени експерименталним истраживањима на физичким моделима пешака, који су садржани у оквиру посебног модула програмског пакета за симулацију и реконструкцију саобраћајних незгода PC CRASH 12.1. Ова база је садржала 19 тестова на физичким моделима пешака и коришћена је за валидацију модела у првој фази истраживања, а за формирање модела у другој фази. Трећу базу података чине каталожки подаци о EES вредностима, односно о еквивалентима брзине утрошене на деформациони рад возила у саобраћајним незгодама са учешћем пешака. Ова база садржи EES вредности за 23 возила и коришћена је за тестирање модела у другој фази истраживања.

Валидација је показала поузданост предложеног модела, односно могућност његове примене у анализама и реконструкцијама реалних саобраћајних незгода са учешћем пешака.

Резултати истраживања приказани су систематично и прегледно у форми табела и графикана. Приказани подаци су пропраћени одговарајућим коментарима који на јасан и недвосмислен начин описују резултате спроведеног истраживања и истичу њихову сврсисходност и значај.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

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

Прегледом докторске дисертације, Комисија закључује да су резултати спроведеног истраживања приказани и тумачени на јасан, систематичан и научно коректан начин. Такође, приказани резултати и закључци су у складу са дефинисаним циљевима, задацима и постављеним полазним хипотезама. Сви закључци донесени на основу добијених резултата су адекватно аргументовани и потврђују дефинисане полазне хипотезе.

Текст дисертације проверен је у софтверу за детекцију плагијаризма „iThenticate“. На основу резултата провере, Комисија је донела закључак да је докторска дисертација оригинално ауторско дело кандидата Ненада Саулића.

У складу са наведеним ставовима, Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.

<p>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:</p>
<p>1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме У пријави теме описан је предмет (проблем) истраживања који је детаљно објашњен, постављени су циљеви који су постигнути, наведени су очекивани резултати који су јасно приказани у тексту дисертације. Комисија закључује да је докторска дисертација написана у потпуности у складу са образложењем наведеним у пријави теме.</p>
<p>2. Да ли дисертација садржи све битне елементе Дисертација садржи приказ истраживања чији су: предмет, основне хипотезе, истраживачка питања и циљеви јасно дефинисани. Такође, описане су изабране методе и технике које су одговарајуће за такву врсту истраживања. Комисија закључује да докторска дисертација садржи све битне елементе научно истраживачког рада.</p>
<p>3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци Сви постојећи емпиријски модели за предикцију брзине возила у тренутку налета на пешака базирају се на познавању даљине одбачаја тела пешака. Основни и оригинални допринос ове дисертације јесте модел, којим је могуће утврдити налетну брзину без познавања места контакта, односно без познавања даљине одбачаја тела пешака. Модел се базира на траговима на возилу, који настају као последица размене кинетичке енергије између возила и пешака. Интензитет оштећења возила приказан је у виду ординалне скале, по угледу на <i>AIS</i> скалу за кодирање тежине повреда учесника у саобраћајним незгодама.</p>
<p>4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања Ограничења истраживања и новог модела јасно су идентификована и приказана у тексту дисертације, а предложени су и будући кораци за њихово превазилажење. Наведена ограничења не представљају недостатке истраживања. Комисија закључује да докторска дисертација нема битне недостатке који би у значајној мери утицали на резултате истраживања.</p>
<p>X ПРЕДЛОГ:</p>
<p>На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:</p>
<p>да се докторска дисертација под називом „Оштећења на возилу као индикатор сударних брзина код налета на пешака“ прихвати, а кандидату Ненаду Саулићу одобри одбрана дисертације.</p>

датум: 09.03.2021.

ПОТПИСИ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ

др Вук БОГДАНОВИЋ, редовни професор,
председник комисије

др Драган ЈОВАНОВИЋ, редовни професор, члан

др Жељко ШАРИЋ, доцент, члан

др Зоран ОВЦИН, доцент, члан

др Зоран ПАПИЋ, ванредни професор, ментор

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.