

Факултет Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

577/4
(Број захтева)Веће научних области техничких наука
(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)10.07.2025.
(Датум)**ЗАХТЕВ****за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и
о одређивању ментора**

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

ЕРГОНОМСКА ЕВАЛУАЦИЈА ВИЗУЕЛНИХ СИМБОЛА ЗА ВОЗАЧКИ ИНТЕРФЕЈС

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ: Машинство (ужа научна област: Индустријско инжењерство)

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата: УРОШ (СЛОБОДАН) МАНОЈЛОВИЋ
2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):
Универзитет у Београду - Машински факултет, Краљице Марије 16, 11120 Београд 35
3. Година завршетка претходног нивоа студија: 2022.
4. Година уписа на докторске студије: 2022.
5. Назив студијског програма докторских студија: Машинско инжењерство

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: Александар Жуњић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Tabasevic I, Milanovic DD, Spasojevic Brkic V, Misita M, Zunjic A., Cybernetic Model Design for the Qualification of Pharmaceutical Facilities, Applied Sciences, 2024; 14(13):5525. <https://doi.org/10.3390/app14135525>, ISSN: 2076-3417, (M21, IF 2.5).
- Manojlovic U., Zunjic A., Trifunovic A., Ivanisevic T., Duplakova D., Duplak J., Cicevic S., 2023, Usability of Certain Symbols Indicating Automobile Safety Status Based on Youth Assessment, Applied Sciences, 13, 9749. <https://doi.org/10.3390/app13179749>, ISSN: 2076-3417, (M21, IF 2.5).
3. Ivanišević T, Trifunović A, Čičević S, Pešić D, Simović S, Zunjic A, Duplakova D, Duplak J, Manojlovic U., 2023, Analysis and Determination of the Lateral Distance Parameters of Vehicles When Overtaking an Electric Bicycle from the Point of View of Road Safety, Applied Sciences, 13(3):1621. <https://doi.org/10.3390/app13031621>, ISSN: 2076-3417, (M21, IF 2.5).
4. Pesic D., Trifunovic A., Ivkovic I., Cicevic S., Zunjic A., 2019, Evaluation of the effects of daytime running lights for passenger cars, Transportation Research Part F, 66, pp. 252-261, ISSN: 1873-5517, (M21, IF 2.518).
5. Kefer P., Milanovic D D., Misita M., Zunjic A., 2016, Fuzzy Multicriteria ABC Supplier Classification in Global Supply Chain, Vol. 2016 (Article ID 9139483), Mathematical Problems in Engineering, pp. 1-11, ISSN: 1563-5147, (M22, IF 0.8).
- 6, Stojiljkovic E., Janackovic G., Grozdanovic M., Savic S., Zunjic A., 2016, Development and Application of a Decision Support System for Human Reliability Assessment – A Case Study of an Electric Power Company, Quality and Reliability Engineering International, Vol. 32, No.4, pp. 1581-1590, ISSN: 1099-1638, (M21, IF 2.086).

Обавештавамо вас да је Наставно – научно веће на седници одржаној 10.07.2025. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Прилог:

1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

Напомена:

Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и једном писаном примерку за архиву Универзитета

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -
Број: 577/4
Датум: 10.07.2025. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу члана 40. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 88/2017, 73/2018, 27/2018 – др. закон 67/2019, 6/2020 – др. закони, 11/2021 – аутентично тумачење, 67/2021, 67/2021 – др. закон и 76/2023), члана 64. Статута Машинског факултета – пречишћени текст (број 1136/4 од 28.06.2021. године), Одлуке о изменама и допунама Статута број 239/6 од 17.02.2023. године и члана 38. Правилника о докторским студијама на Универзитету у Београду - Машинском факултету, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 10.07.2025. године донело је:

ОДЛУКУ

о прихватању Извештаја Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације

Прихвата се Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата **Уроша Манојловића**, магист. инж. маш. под насловом **„Ергономска евалуација визуелних симбола за возачки интерфејс“**.

Извештај је поднела Комисија у саставу: др Весна Спасојевић-Бркић, ред. проф., др Мирјана Мисита, ред. проф., др Драган Стаменковић, доц., др Светлана Чичевић, ред. проф., Саобраћајни факултет Београд и др Александар Трифуновић, доц., Саобраћајни факултет Београд.

За ментора докторске дисертације именује се др Александар Жуњић, ред. проф.

Одлуку доставити: Универзитету у Београду, кандидату, ментору и архиви Факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Владимир Поповић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај о научној заснованости теме докторске дисертације кандидата Уроша С. Манојловића, маг. инж. маш.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Београду број 577/2 од 24.04.2025. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности кандидата **Уроша С. Манојловића**, студента Докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду, и научне заснованости теме докторске дисертације под називом:

„Ергономска евалуација визуелних симбола за возачки интерфејс“

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1. Биографски подаци

Урош Манојловић рођен је 19.10.1998. године у Суботици. Основне академске студије завршио је на Машинском факултету Универзитета у Београду 2020. године са просечном оценом 7,95 (седам и 95/100). Мастер студије завршио је такође на модулу за Индустријско инжењерство на Машинском факултету Универзитета у Београду 2022. године са просечном оценом 9,35 (девет и 35/100), одбранивши мастер рад под називом „Показивачи у моторним возилима“ под менторством професора др Александра Жуњића. Докторске академске студије на Универзитету у Београду-Машинском факултету уписује 2022. године са научно-истраживачком оријентацијом на област индустријског инжењерства.

Студент је током студија показивао успехе у раду и добитник је награде поводом Дана Машинског факултета у Београду за одличан успех током школске 2021/22. године, у

категорији студената 2. године мастер академских студија. Током мастер студија, у сарадњи са проф. Александром Жуњићем, радио је на изради и публикавању радова из области ергономије, што је имало афирмативан утицај да школовање настави на Докторским студијама.

Кандидат има радно искуство у оквиру продаје и техничког одржавања индустријске опреме - пнеуматских компонената (вентила, цилиндара, вакуума...) и система за производњу компримованог ваздуха (компресори, филтрација, расхладни сушачи...), које је стечено у предузећима Индустријска опрема д.о.о. и Tio pnevmatika Slovenia.

Испите на Докторским студијама кандидат је положио у предвиђеном року од две године, чиме задржава право финансирања докторских студија из буџета Републике Србије. Поред наведеног кандидат је константно радио на експерименталним истраживањима везаним за израду докторске дисертације. Пише и публикује научне радове како за међународне конференције и скупове, тако и за научне часописе.

Биографски подаци су преузети из захтева кандидата.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат је уписао докторске студије на Универзитету у Београду- Машинском факултету школске 2022/2023. године. Током докторских студија положио је све предмете одређене наставним планом и програмом и успешно одбранио Пројекат идеје докторске дисертације пред три члана комисије. У складу са чланом 15. Правилника о докторским студијама Машинског факултета у Београду, кандидат **Урош С. Манојловић** остварио је укупно 120 ЕСПБ бодова, чиме је испунио основни услов да пријави докторску дисертацију. Просечна оцена кандидата током докторских студија је 9,53 (девет и 53/100). У даљем тексту дата је табела у којој су наведени положени предмети, предметни наставници, остварени ЕСПБ бодови и добијене оцене.

Број	Назив предмета	Предметни наставник	Семестар и ЕСПБ	Оцена
1.	Виши курс математике	Проф. др Слободан Радојевић	1/5	8 (осам)
2.	Нумеричке методе	Проф. др Миодраг Спалевић	1/5	9 (девет)
3.	ОМНИРиК	Проф. др Милош Недељковић	1/5	10 (десет)

4.	Менаџмент система одржавања и квалитета	Проф. др Весна Спасојевић Бркић	1/5	9 (девет)
5.	Истраживање и публикување 1	Проф. др Александар Жуњић	1/10	10 (десет)
6.	Одабрана поглавља из механике флуида	Проф. др Александар Ћоћић	2/5	8 (осам)
7.	Менаџмент иновација	Проф. др Мирјана Мисита	2/5	10 (десет)
8.	Интерфејс човек-машина	Проф. др Александар Жуњић	2/5	10 (девет)
9.	Истраживање и публикување 2	Проф. др Александар Жуњић	2/15	10 (десет)
10.	Енергија биомасе	Проф. др Милош Бањац	3/5	10 (десет)
11.	Менаџмент ризиком	Проф. др Александар Жуњић	3/5	10 (десет)
12.	Истраживање и публикување 3	Проф. др Александар Жуњић	3/20	10 (десет)
13.	Пројекат идеје докторске дисертације	Проф. др Александар Жуњић, Проф. др Светлана Чичевић, Доц. др Александар Трифуновић	4/30	10 (десет)

Кандидат је публикувао више научно-стручних радова. Два рада су објављена у научним часописима са импакт фактором категорије М22. Поред тога, кандидат је публикувао рад у часопису категорије М51, као и рад из категорије М33.

1.3 Списак објављених радова и других релевантних резултата и активности које опредељују афинитет кандидата за рад на предложеној теми

Научни рад	Категорија*
Žunjić, A., Manojlović, U., Čičević, S., & Trifunović, A. (2022). Evaluation of the usability of certain symbols indicating automobile lighting status. <i>Journal of Road and Traffic Engineering</i> , 68(3), 19-22.	M51
Žunjić, A., Manojlović, U., Čičević, S., & Trifunović, A. (2022). Evaluation of the usability of symbols indicating the state of automobile lighting. In <i>Proceedings of the 8th</i>	M33

<i>International Conference on Industrial Engineering SIE 2022. Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet. 287-290.</i>	
Zunjic A. and Manojlovic U. (2023). Evaluation of the usability of symbols indicating a malfunction of automobiles. <i>ACTA TECHNICA NAPOCENSIS-Series: Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering</i> , 65(3S). 959-965.	(ESCI, IF 0.1, извор KOBSON)
Ivanišević, T., Trifunović, A., Čičević, S., Pešić, D., Simović, S., Zunjic, A., ... & Manojlovic, U. (2023). Analysis and Determination of the Lateral Distance Parameters of Vehicles When Overtaking an Electric Bicycle from the Point of View of Road Safety. <i>Applied Sciences</i> , 13(3), 1621.	M22
Manojlovic, U., Zunjic, A., Trifunović, A., Ivanišević, T., Duplakova, D., Duplak, J., & Čičević, S. (2023). Usability of Certain Symbols Indicating Automobile Safety Status Based on Youth Assessment. <i>Applied Sciences</i> , 13(17), 9749.	M22

* Према Правилнику о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Кандидат Урош Манојловић је кроз своје досадашње научноистраживачке радове показао изузетну стручност у области ергономске евалуације визуелних симбола у возачком интерфејсу, што га квалификује за рад на докторској дисертацији на ову тему. У сарадњи са колегама, учествовао је у више студија које су се између осталог бавиле проценом употребљивости симбола који указују на статус осветљења у аутомобилима и симбола који указују на кварове у возилима. У овим истраживањима, кандидат је применио ригорозне експерименталне методологије, укључујући тестирање разумевања симбола од стране возача и статистичку анализу добијених података. Ове активности сведоче о његовој способности да идентификује проблеме у комуникацији између возила и возача и да предложи конкретна решења заснована на емпиријским подацима. Његово искуство у дизајнирању и спровођењу експеримената, као и у анализи и интерпретацији резултата, представљају чврсту основу за рад на докторској дисертацији у области интерфејса човек – машина (ергономије), са аспекта евалуације и дизајна возачких интерфејса.

1.4 Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат Урош Манојловић је својим досадашњим истраживачким ангажманом показао висок ниво квалитета, заинтересованости, компетентности и стручности у научном и истраживачком раду. Објављени и презентовани радови у релевантним часописима и на конференцијама потврђују његов потенцијал за бављење како теоријским, тако и сложеним експерименталним истраживањима.

Будући да су претходна истраживања и објављени радови кандидата суштински повезани са научном области којој припада тема предложене докторске дисертације, Комисија сматра

да кандидат поседује одговарајућу научну и стручну оријентацију у оквиру тематског опсега дисертације.

На основу биографских података, положених испита на докторским студијама, ангажмана у научним и стручним активностима, афинитета за научни рад и публиковања радова, Комисија закључује да кандидат Урош Манојловић испуњава све неопходне услове и има квалификације за успешно самостално спровођење како теоријског, тако и експерименталног истраживања на предложеној теми докторске дисертације.

2. ПРЕДМЕТ РАДА

Савремени интерфејс возач-возило обилује различитим симболима и индикаторима који возачу преносе кључне информације о стању возила и условима вожње. Ови визуелни симболи представљају универзални језик комуникације између возила и корисника, осмишљен да брзо и интуитивно упозори на битне појаве без ослањања на текстуална објашњења. Њихова важност посебно је изражена данас, када дигитални дисплеји у возилима могу приказивати велики број икона, чиме се смањује потреба за дуготрајним читањем порука и одвраћањем пажње током вожње.

Како расте присуство електричних и полуаутономних возила, контролни системи постају све комплекснији, а јасан и ергономичан приказ информација путем симбола игра све значајнију улогу у безбедном и ефикасном коришћењу возила. Симболи на инструмент табли и другим командним површинама аутомобила могу се класификовати према својој функцији у неколико категорија (Манојловић et al., 2023; Zulkefli et al., 2018). Пре свега, симболи озбиљног квара означавају критичне проблеме или кварове на возилу који захтевају хитну реакцију возача (нпр. лампица за прегревање мотора или опасно низак притисак уља). Често су оваква упозорења истакнута црвеном бојом или трептањем, што наглашава њихов приоритет. Насупрот њима, рутински симболи представљају уобичајене оперативне индикаторе који информишу возача о нормалном стању система (на пример, индикатор укљученог показивача правца или светала која скрећу са закретањем волана, односно аутоматски укључују/искључују делове снопа да би се спречило заслепљивање осталих учесника у саобраћају). Симболи осветљења специфично приказују статус спољашњег осветљења возила, укључујући кратка и дуга светла, светла за маглу и друге светлосне и светлосно-сигналне уређаје. Даље, симболи безбедности односе се на системе пасивне и активне безбедности – ту спадају индикатори попут подсетника за везивање сигурносног појаса, контролне лампице за статус ваздушних јастука, уређај за спречавање блокирања точкова приликом кочења, контролу стабилности и слично, који возача обавештавају о стању или евентуалном отказу тих система. Симболи асистенције у вожњи представљају графичке приказе рада савремених система за помоћ возачу (нпр. иконе које сигнализирају укључен темпомат, систем за одржавање у саобраћајној траци, упозорење на потенцијални судар или сензоре за паркирање). Коначно, ту су и специјални симболи, који

обухватају остале индикаторе специфичне за одређена возила или ситуације – на пример, показатељ погона на сва четири точка, лампица за режим економичне вожње, статус хибридног/електричног погона, индикатори система за контролу емисије издувних гасова и друге ређе или посебне ознаке.

Преглед досадашњих истраживања показује да је тема симбола у кабинама возила релативно скромно заступљена у научној литератури, ако се узме у обзир значај ове врсте интерфејса за контролу и безбедност путника и возила (Manojlović et al., 2023; Žunjić A. & Manojlovic, 2022). Једна од ретких ранијих студија, спроведена у сарадњи са SAE (Society of Automotive Engineers) крајем 1980-их, указала је на велике разлике у препознатљивости различитих симбола: утврђено је да је најпрепознатљивија била ознака за сирену (звучни сигнал) са стопом тачног препознавања од чак 97%, док су најлошији резултати добијени за препознавање лампица за задња светла за маглу, коју је исправно идентификовало једва око 1% испитаника (Saunby et al., 1988).

Претходни налаз јасно илуструје да поједини симболи могу бити веома неинтуитивни за кориснике. Такође је значајно да у поменутој студији није забележена ниједна претходна референца на слична истраживања, што имплицира да је овај аспект интерфејса возила у прошлости био недовољно истражен. Недавно спроведена емпиријска испитивања потврђују да проблем недовољне препознатљивости симбола и даље постоји у модерним возилима (Manojlović et al., 2023; Žunjić et al., 2022a; Žunjić et al., 2022b).

Додатно, поједини радови (као нпр. Rodak et al., 2022 и Richardson et al., 2021) показују да се разумљивост симбола може знатно унапредити применом нових дизајнерских решења. На пример, приликом тестирања различитих графичких ознака за упозорење на недовољан притисак у пнеуматичима, показало се да су новоосмишљени симболи имали знатно бољу стопу разумевања од постојећих стандардних ознака – више предложених алтернативних икона било је интуитивније (неке су чак достигле 100% тачне интерпретације међу испитаницима) у поређењу са слабијом разумљивошћу званично прописаних симбола.

Слично томе, у контексту напредних система асистенције у вожњи уочено је да нестандардизовани симболи (које различити произвођачи користе за исте или сличне функције) могу довести до неуједначеног тумачења међу возачима (Carmona et al., 2021; Perrier et al., 2022). Једна од студија која је испитивала иконе везане за режиме полуаутоматизоване вожње открила је да, иако су учесници углавном могли да схвате приказану информацију, постојале су приметне разлике у интерпретацији у зависности од дизајна симбола и претходног искуства возача (Роћећник et al., 2023; Rodak et al., 2022).

Из наведених налаза може се издвојити неколико кључних проблема везаних за постојеће симболе у возилима. Пре свега, многи пиктограми нису довољно интуитивни – њихов дизајн не успева да пренесе значење на први поглед, већ возач мора свесно да размишља о

томе шта симбол представља и коју поруку преноси, што захтева додатно време и одвраћа пажњу са пута.

Таква ситуација је ергономски неповољна, јер се од симбола очекује да буду брзо и једнозначно разумљиви током вожње. Даље, и поред формално дефинисаних стандарда (попут међународног стандарда ISO 2575 који прописује многе од ових аутомобилских симбола), у пракси се среће извесна неуједначеност – различити произвођачи возила понекад користе различите симболе за исту функцију.

Одсуство потпуне стандардизације нарочито долази до изражаја код новијих система (нпр. различите иконе за исте системе асистенције или специфичне режиме вожње), што може збунити кориснике при промени возила. Коначно, присутан је и проблем људског фактора, односно недовољне обуке и информисаности возача о значењу свих симбола.

Многи возачи нису систематски упознати са сваким појединачним симболом на инструмент табли; едукација у ауто-школама и приручници произвођача често не обезбеђују да просечан корисник поуздано научи све симболе, посебно како се са новим моделима уводе додатне ознаке. Због тога није реткост да возач занемари упозорење или га погрешно протумачи – на пример, да не реагује правовремено на критичну лампицу управо зато што није свестан њеног значења. Овакви пропусти могу имати негативне последице по безбедност саобраћаја, тако да се уочава потреба за побољшањима, како у дизајну самих симбола, тако и у обуци корисника.

У складу са идентификованим проблемима, предмет ове докторске дисертације обухвата систематску ергономску евалуацију симбола у интерфејсу возач-возило и развој предлога за њихово унапређење. Истраживање је усмерено на анализу препознатљивости, разумљивости и употребне вредности постојећих симбола, како би се утврдило који од њих не испуњавају очекиване стандарде интуитивности и ефикасности интеракције. У ужем смислу, планирано је испитивање разлика у разумевању симбола различитих функционалних категорија, идентификација конкретних пиктограма који возачима представљају највећи изазов, као и анализа фактора који доприносе таквим тешкоћама.

3. НАУЧНИ ЦИЉ РАДА

Циљ истраживања јесте да се, на основу добијених сазнања, формулишу смернице и препоруке за побољшање дизајна и употребе ових симбола, као и предлози за редизајн одређених неефикасних или нејасних ознака, унификацију/ стандардизацију симбола тамо где постоје недоследности, и сугестије за унапређење корисничких приручника и програма обуке возача у погледу бољег упознавања контролних лампица и програма обуке возача у погледу бољег упознавања контролних сигналних уређаја.

Са научног становишта, у смислу теоријског доприноса, очекује се да ова дисертација допринесе продубљивању знања из области ергономије и интерфејса човек-машина у домену вожње. Истраживање ће попунити одређену празнину у литератури о разумевању и дизајну симбола у возилима, с обзиром на то да је ова тема до сада била релативно ретко проучавана. Са практичног аспекта, значај истраживања огледа се у његовој применљивости за унапређење безбедности и корисничког искуства у вожњи.

Очекиване препоруке за побољшање употребљивости симбола моћи ће да се искористе при креирању будућих инструмент-табли и контролних система возила, како од стране произвођача аутомобила тако и у оквиру тела за стандардизацију. На тај начин, употребљивији симболи допринеће прецизнијем и јаснијем преношењу информација возачу, што у крајњој линији значи правовременије реакције и мањи ризик од неспоразума који могу довести до незгода.

Развој савремених аутомобилских интерфејса карактерише све већа сложеност система за приказ информација возачу. Традиционални аналогни показивачи у многим возилима замењени су електронским дисплејима са богатим визуелним садржајем, који укључује широк спектар симбола и индикатора. Ова трансформација доноси бројне предности, као што су већа флексибилност приказа и прилагодљивост различитим возачким условима, али истовремено отвара и нова истраживачка питања везана за употребљивост и разумљивост приказаних информација. Научни изазов који се намеће јесте обезбеђивање да симболи у интерфејсу возач-возило буду дизајнирани на начин који максимизира њихову интуитивност, једнозначност и препознатљивост, чиме се умањује ризик од неспоразума и грешака у тумачењу.

Полазећи од овог изазова, научни циљ ове докторске дисертације јесте одређивање нивоа употребљивости симбола који се користе на инструмент-таблама возила и њихове погодности за коришћење, као и унапређење методолошког оквира за ергономску евалуацију симбола у интерфејсу возач-возило. Фокус је на препознатљивости, јасноћи и интерпретацији приказаних симбола. У том контексту, истраживање ће се бавити анализом различитих типова симбола према њиховој функцији - симболи озбиљног кvara, рутински симболи, симболи осветљења, симболи безбедности, симболи асистенције у вожњи и специјални симболи, као и упоређивањем стандардизованих (ISO) и нестандардизованих симбола који су у употреби код различитих произвођача возила.

У оквиру овог научног циља, истраживање ће обухватити следеће кључне задатке:

1. Емпиријска процена употребљивости симбола – овај сегменат се односи на испитивање у којој мери возачи успешно препознају и интерпретирају постојеће симболе у возилима, при чему ће се анализирати и фактори као што су старосна структура испитаника, возачко искуство, учесталост вожње и претходна обука у вези са аутомобилским симболима.

2. Идентификација симбола са ниском препознатљивошћу – односи се на утврђивање који симболи изазивају највише конфузије код корисника и разлога за њихову слабију препознатљивост (нпр. визуелна сложеност, недовољна сличност са реалним објектима, употреба нејасних боја и облика, недостатак стандардизације).

3. Компаративно утврђивање разлика стандардизованих и нестандардизованих симбола – заснива се на истраживању разлика у препознатљивости симбола који су део међународних стандарда (нпр. ISO 2575) у односу на симболе који су развијени од стране произвођача возила без универзалне стандардизације.

4. Развој препорука за побољшање дизајна симбола – на основу добијених резултата, задатак се састоји у формулисању предлога за оптимизацију постојећих симбола, како би се побољшала њихова интуитивност и брзина препознавања, уз посебан акценат на симболе који преносе критичне безбедносне информације.

5. Допринос унапређењу обуке возача у вези са симболима – биће размотрена могућност за побољшање возачких обука и информисања корисника о значењу и важности симбола у интерфејсу возач-возило.

Очекује се да ће резултати овог истраживања допринети бољем разумевању интеракције између возача и визуелних индикатора у возилима, као и унапређењу постојећих метода за евалуацију аутомобилских симбола. Применом оваквог приступа и предлога за побољшања, могуће је побољшати ефикасност визуелне комуникације између возила и корисника, смањити могућност неспоразума и допринети повећању безбедности у саобраћају.

4. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

На основу анализе постојећих истраживања, као и дефинисаног научног циља докторске дисертације, формулисане су следеће основне хипотезе које ће бити испитане у оквиру овог истраживања:

X1: Препознатљивост симбола у интерфејсу возач-возило није на задовољавајућем нивоу, при чему значајан број симбола не испуњава препоручени праг тачне идентификације од 67%, што доводи до неадекватног разумевања информација приказаних на инструмент-табли возила.

X2: Стандардизовани (ISO) симболи имају вишу стопу тачне идентификације у односу на нестандардизоване симболе који се користе у различитим моделима возила.

X3: Демографски фактори, као што су старост, возачко искуство и учесталост вожње, значајно утичу на препознатљивост и тачност интерпретације симбола у возилима.

X4: Постоје разлике у препознатљивости симбола различитих категорија: симбола озбиљног квара, рутинских симбола, симбола осветљења, симбола безбедности, симбола асистенције у вожњи и специјалних симбола.

Тестирањем ових хипотеза омогућиће се детаљна анализа фактора који утичу на успешност перцепције и употребљивост симбола који се користе за дизајн возачког интерфејса, што ће допринети формулисању научно утемељених препорука за њихов будући развој и оптимизацију.

У наставку су наведени неки од литературних извора релевантних у поменутој научној области, који представљају основ за покретање истраживања предвиђених овом докторском дисертацијом:

1. Abou-Senna, H., El-Agroudy, M., Mouloua, M., & Radwan, E. (2021). Effect of changing a traffic control device color on driver behavior and perception across different age groups. *Transportation research record*, 2675(10), 228-240.
2. Abou-Senna, H., Radwan, E., Mouloua, M., Wu, J., Michaelis, J., Nager, S., ... & Shaaban, K. (2019). Human Factors Study on the Use of Colors for Express Lane Delineators.; Department of Transportation: Tallahassee, FL, USA. 1-150.
3. Abou-Senna, H., Tice, P., El-Agroudy, M., Holley, G. M., Mouloua, M., & Radwan, E. (2023). Conspicuity of various colored express lane delineators: matching or contrast?. *Transportation research record*, 2677(7), 474-487.
4. Carmona, J., Guindel, C., Garcia, F., & De La Escalera, A. (2021). eHMI: Review and guidelines for deployment on autonomous vehicles. *Sensors*, 21(9), 2912.
5. Cauffman, S. J., Lau, M., Deng, Y., Cunningham, C., Kaber, D. B., & Feng, J. (2022). Research and design considerations for presentation of non-safety related information via in-vehicle displays during automated driving. *Applied Sciences*, 12(20), 10538.
6. Cicevic, S., Trifunovic, A., Mitrovic, S., & Nešic, M. (2017). The usability analysis of a different presentation media design for vehicle speed assessment. In *Ergonomic Design and Assessment of Products and Systems*. Nova Science Publishers. 195-220.
7. Collins, B. (1982). The development and evaluation of effective symbol signs: Washington, DC, USA, [online], <https://doi.org/10.6028/NBS.BSS.141> (Accessed June 13, 2025)
8. ISO 2575 Standard; Road Vehicles—Symbols for Controls, Indicators and Tell-Tales (Eighth Edition). ISO: Geneva, Switzerland, 2021.

9. Kim, J., Revell, K., Langdon, P., Bradley, M., Politis, I., Thompson, S., ... & Stanton, N. A. (2020). Drivers' interaction with, and perception toward semi-autonomous vehicles in naturalistic settings. In *Intelligent Human Systems Integration 2020: Proceedings of the 3rd International Conference on Intelligent Human Systems Integration (IHSI 2020): Integrating People and Intelligent Systems, February 19-21, 2020, Modena, Italy*. Springer International Publishing. 20-26.
10. Lin, J. L., Zheng, M. C., Wang, T., & Liu, P. (2025). Driver-Centric Design: Empirical Strategies for Optimizing the Visualization of Driving Information on Vehicle Liquid Crystal Display Dashboards. *IEEE Access*. 13, 67334-37349.
11. Liu, X., Sun, H., Gao, Y., Zhang, W., Ge, Y., & Qu, W. (2022). Exploring the performance of click and slide gestures on large in-vehicle touch screens. *Applied Ergonomics*, 99, 103613.
12. Manojlovic, U., Zunjic, A., Trifunović, A., Ivanišević, T., Duplakova, D., Duplak, J., & Čičević, S. (2023). Usability of Certain Symbols Indicating Automobile Safety Status Based on Youth Assessment. *Applied Sciences*, 13(17), 9749.
13. Mazzae, E. N., & Ranney, T. A. (2001, October). Development of an automotive icon for indication of significant tire underinflation. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications. 45(23), 1641-1645.
14. McDougall, S. J., Curry, M. B., & De Bruijn, O. (1999). Measuring symbol and icon characteristics: Norms for concreteness, complexity, meaningfulness, familiarity, and semantic distance for 239 symbols. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 31(3), 487-519.
15. Pečecnik, K. S., Tomažič, S., & Sodnik, J. (2023). Design of head-up display interfaces for automated vehicles. *International Journal of Human-Computer Studies*, 177, 103060.
16. Perrier, M. J., Louw, T., Gonçalves, R. C., & Carsten, O. (2019, September). Applying participatory design to symbols for SAE level 2 automated driving systems. In *Proceedings of the 11th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications: Adjunct Proceedings*, 238-242.
17. Radwan, E., Darius, B., Wu, J., & Abou-Senna, H. (2016, November). Simulation of pedestrian safety surrogate measures. In *ARRB Conference, 27th, 2016, Melbourne, Victoria, Australia*. 1-13.

18. Richardson, J., Revell, K. M., Kim, J., & Stanton, N. A. (2021). The iconography of vehicle automation—a focus group study. *Human-Intelligent Systems Integration*, 3, 251-261.
19. Rodak, A., Kruszewski, M., & Sztandera, B. (2022). Does the Driver Understand the Warning? Comprehension of the Request to Intervene. *Applied Sciences*, 12(19), 9451.
20. Rusiñol, M., & Lladós, J. (2010). *Symbol Spotting in Digital Libraries* (Vol. 1). Berlin: Springer.
21. Saunby, C. S., Farber, E. I., & DeMello, J. (1988). *Driver understanding and recognition of automotive ISO symbols* (No. 880056). SAE Technical Paper. Warrendale, PA, USA. 1-12.
22. Souman, J., van Weperen, M., van Dam, E., Hogema, M. H., & Hogema, R. J. (2021). An overview of standards and evaluation criteria to assess the interaction of drivers and other road users with automated vehicles. TNO 2021 R12633, Helmond, Netherlands. 1-34.
23. Tice, P. C., Mouloua, M., & Abou-Senna, H. (2020). Aging drivers and post delineated express lanes: Threading the needle at 70 miles per hour. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 74, 396-407.
24. Wu, Z., Rao, K., Dou, W., Bao, Y., & Jin, T. (2025). The effect of touchscreen layout division on the usability and driving safety of in-vehicle information systems. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 41(5), 3340-3351.
25. Zulkefli, M. T. (2019). Automotive dashboard indicator: consequences of different types of indicator to the driver. , TESSHI 2018 e-Proceedings, pp. 111-118.
26. Žunjić, A., & Manojlović, U. (2023). Evaluation of the usability of symbols indicating a malfunction of automobiles. *ACTA TECHNICA NAPOCENSIS-Series: Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering*, 65(3S).
27. Žunjić, A., Manojlović, U., Čičević, S., & Trifunović, A. (2022). Evaluation of the usability of certain symbols indicating automobile lighting status. *Journal of Road and Traffic Engineering*, 68(3), 19-22.
28. Žunjić, A., Manojlović, U., Čičević, S., & Trifunović, A. (2022). Evaluation of the usability of symbols indicating the state of automobile lighting. In *Proceedings of the 8th International Conference on Industrial Engineering SIE 2022*. Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet. 287-290.

Преглед литературе у области ергономије и дизајна симбола у аутомобилским интерфејсима указује на растућу потребу за унапређењем разумљивости и стандардизације симбола, посебно у контексту савремених возила са напредним системима асистенције и аутоматизације. Souman et al. (2021) су приказали преглед важнијих расположивих стандарда и критеријума процене у области напредних система асистенције.

Rodak et al. (2022) истраживали су разумевање упозорења која захтевају интервенцију возача у аутоматизованим возилима, користећи адаптирани ISO 9186 тест, и открили да боја и дизајн симбола значајно утичу на њихову интерпретацију, при чему црвена боја најчешће асоцира на опасност. Richardson et al. (2021) спровели су фокус групе како би испитали интерпретацију симбола у полуаутономним возилима и открили значајне разлике у разумевању истих симбола међу различитим произвођачима, што указује на потребу за увођењем нових ISO стандарда ради побољшања безбедности и поверења возача.

Čičević et al. (2017) анализирали су употребљивост различитих медија за приказ брзине возила и показали да начин приказа информација утиче на тачност процене брзине од стране возача, што наглашава важност ергономског дизајна у преносу критичних информација. Liu et al. (2022) истраживали су перформансе кликова и покрета превлачења на великим екранима осетљивим на додир у возилима и идентификовали области које су лакше или теже за употребу, што пружа теоријске смернице за распоред икона на дисплејима и побољшање интеракције човека и машине.

Tice et al. (2020) испитивали су понашање старијих возача у вожњи на брзим тракама са различитим обележивачима и открили да боја и дизајн обележивача утичу на перцепцију и понашање возача, што је релевантно за дизајн симбола и ознака у возилима. Radwan et al. (2016) спровели су симулацију мера безбедности за пешаке и показали да различити фактори, укључујући симболе и ознаке, утичу на безбедност у саобраћају, што је важно за дизајн симбола у возилима.

Kim et al. (2020) истраживали су интеракцију возача са полуаутономним возилима у реалним условима и открили да разумевање и прихватање аутоматизованих система зависи од дизајна интерфејса и симбола, што је кључно за безбедност и ефикасност вожње. Abou-Senna et al. (2021) испитивали су утицај промене боје уређаја за контролу саобраћаја на понашање и перцепцију возача различитих старосних група и открили да боја значајно утиче на перцепцију и реакцију возача, што је релевантно за дизајн симбола у возилима.

Cauffman et al. (2022) пружили су преглед фактора који утичу на приказивање информација које нису везане за безбедност на дисплејима у возилима током аутоматизоване вожње и предложили смернице за дизајн, што је важно за ергономију и разумљивост симбола. Abou-Senna et al. (2023) испитивали су уочљивост различитих обојених обележивача експресних

трака и открили да боја и контраст утичу на перцепцију возача, што има импликације за дизајн симбола и ознака.

Collins (1982) је развила и евалуирала ефикасне симболе, наглашавајући значај дизајна и стандардизације симбола за побољшање разумевања и безбедности у саобраћају. Mazzae и Ranney (2001) истраживали су развој аутомобилске иконе за индикацију значајног пада притиска у гумама и предложили алтернативне симболе који су били интуитивнији и боље разумљиви возачима. McDougall et al. (1999) измерили су карактеристике симбола и икона, као што су конкретност, сложеност, смисленост, познатост и семантичка удаљеност, што је важно за разумевање и дизајн ефикасних симбола.

Žunjić & Manojlović (2022) проценили су употребљивост симбола који указују на кварове у аутомобилима и предложили побољшања у дизајну ради бољег разумевања од стране возача. Saunby et al. (1988) испитивали су разумевање и препознавање ISO симбола од стране возача и открили да неки симболи нису довољно интуитивни, што указује на потребу за побољшањем дизајна и обуке возача. ISO 2575 (1921) стандард дефинише симболе за контроле, индикаторе и сигналне лампице у друмским возилима, пружајући основу за стандардизацију и унапређење симбола у аутомобилској индустрији.

Žunjić et al. (2022) проценили су употребљивост симбола који указују на стање осветљења у аутомобилима и предложили побољшања за боље разумевање од стране возача. Rusiñol и Lladós (2010) истраживали су препознавање симбола у дигиталним библиотекама, што је релевантно за развој система који могу аутоматски идентификовати и анализирати симболе у техничким документима, укључујући и оне у аутомобилској индустрији. Žunjić et al. (2022) проценили су употребљивост одређених симбола који указују на стање осветљења у аутомобилима и предложили побољшања у дизајну ради бољег разумевања од стране возача. Manojlović et al. (2023) указују да је потребно побољшати разумевање функције симбола у аутомобилским интерфејсима. Wu et al. (2025) разматрају дизајн информационог система и користе NASA-TLX упитник ради процене перформанси, ефикасности визуелног претраживања, и менталног оптерећења ради унапређења безбедности. Lin et al. (2025) констатују да континуирани развој технологија за приказивање и интеракцију у возилима представља нове могућности за побољшање искуства и унапређење безбедности возача.

Ови радови заједно указују на веома важну потребу за стандардизацијом и ергономским унапређењем симбола у аутомобилским интерфејсима. Недоследности у дизајну и интерпретацији симбола могу довести до конфузије и смањене безбедности, посебно у контексту растуће аутоматизације возила. Стога, даља истраживања и развој у овој области су од суштинског значаја за побољшање интеракције човека и машине у савременим возилима.

5. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

У циљу постизања дефинисаног научног циља и тестирања постављених хипотеза, истраживање ће се заснивати на примени комбинованих метода, укључујући експериментални приступ, статистичку анализу података и компаративну евалуацију различитих типова симбола у интерфејсу возач-возило. Коришћене методе су пажљиво одабране како би омогућиле валидну и поуздану процену препознатљивости, разумљивости и употребљивости симбола који се користе у савременим возилима.

1. Методологија селекције симбола за истраживање

Процедура одабира симбола за истраживање заснива се на три основна критеријума:

1. Укључивање стандардизованих симбола – симболи који су верификовани према ISO стандардима, посебно ISO 2575 и ISO 7000, биће анализирани како би се утврдила њихова препознатљивост и употребљивост у пракси.
2. Укључивање нестандардизованих симбола – симболи које често користе реномирани произвођачи аутомобила, али који нису део званичне стандардизације, биће укључени у истраживање ради анализе њихових потенцијалних недостатака и разлика у односу на стандардизоване симболе.
3. Одабир симбола са потенцијално ниском препознатљивошћу – симболи који су на први поглед нејасни или могу довести до погрешног тумачења биће издвојени као посебна категорија у истраживању.

2. Пилот истраживање

Пре спровођења главне студије, биће узето у обзир пилот истраживање како би се тестирала изводљивост експеримента, валидност инструмената за прикупљање података и поузданост коришћених метода. Циљ пилот студије је идентификација потенцијалних проблема у дизајну истраживања и унапређење методологије пре почетка главне студије.

3. Методологија узорковања испитаника

Истраживање ће обухватити случајно изабране испитанике из две основне групе:

- Младе возаче, који су прошли савременију возачку обуку и чије знање о симболима у возилима може бити актуелније.
- Старије возаче, који имају више искуства у вожњи, али су учили на старијим системима који се примарно ослањају на аналогне индикаторе.

4. Методологија прикупљања података

У истраживању ће бити примењен експериментални приступ заснован на методологији испитивања употребљивости, при чему ће се подаци прикупљати путем онлајн упитника (Google Forms). Биће коришћен метод тестирања препознавања симбола са вишеструким избором који је заснован на стандарду ISO 9186, који се користи за испитивање разумљивости графичких симбола. Поред избора одговора, испитаници ће бити замољени да оцене своју сигурност у дати одговор на Ликертовој скали са пет нивоа, чиме ће се додатно испитати субјективна сигурност у препознавање симбола.

5. Методе статистичке обраде података

Добијени подаци биће обрађени уз примену дескриптивних, напредних и инференцијалних статистичких метода, као што су:

- Тестирање нормалности података – нормалност дистрибуције података провериће се Колмогоров-Смирнов тестом. У случају нормалне расподеле користиће се параметарске методе анализе.
- Z-тест за пропорцију популације – користиће се за утврђивање да ли тачни одговори за сваки појединачни симбол достижу задати праг препознатљивости дефинисан ISO 9186 стандардом.
- Т-тест за независне узорке – биће коришћен за поређење две групе испитаника (нпр. млађи - старији возачи) у односу на успешност препознавања симбола.
- Једнофакторска ANOVA анализа – примениће се када је потребно испитати разлике у препознатљивости симбола између више од две групе испитаника.

6. ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ ИСПИТИВАЊА И НАУЧНИ ДОПРИНОС

Већина досадашњих истраживања симбола на дисплејима инструмент табли моторних возила се бавила примарно проучавањем дизајнерских карактеристика симбола и применом дескриптивних анализа. Један део претходно публикованих радова је користио статистичке методе, али углавном методе дескриптивне статистике. За разлику од тих радова, у овој дисертацији ће бити коришћене комплексне методе статистичке анализе, укључујући методу инференцијалне статистике. Није познато да су у било ком раду других аутора из ове области претходно коришћене ове методе, која омогућују добијање закључака на нивоу популације. С обзиром на то, добијање закључака о употребљивости симбола који се користе на дисплејима инструмент табли аутомобила на нивоу популације је један од очекиваних научних доприноса ове дисертације.

Поред наведеног, у овој дисертацији ће симболи бити класификовани у неколико категорија у зависности од њихове намене: категорију симбола који указују на озбиљан квар моторних

возила, рутинских симбола, светлосних симбола, симбола безбедности, симбола асистенције у вожњи, као и категорију специјалних симбола. Називи и садржина претходно публикованих радова других аутора указују да се они приликом анализе симбола нису циљано бавили неком од претходно поменутих категорија симбола. Имајући то у виду, можемо очекивати резултате и научне доприносе у овој дисертацији на основу научног истраживања употребљивости симбола из поменутих категорија симбола, уз примену комплексних статистичких метода. Поред тога, није познато истраживање које је претходно утврђивало постојање разлике у успешности препознавања између различитих категорија симбола, што такође представља један од оригиналних научних доприноса који се очекују у овој дисертацији.

Поред поменутог, већина претходно публикованих радова не наводи прецизно старосне групе испитаника које су учествовале у истраживању. У појединим радовима се наводе старосне категорије испитаника, али се резултати не тумаче и не анализирају са тог аспекта. За разлику од претходно публикованих радова, у овој дисертацији ће циљано бити анализирани резултати истраживања у оквиру млађе, али и старије (искусније) категорије испитаника. Први пут ће бити направљена компаративна статистичка анализа успешности препознавања симбола на дисплејима возила, узимајући у обзир ове две групе испитаника. Очекује се да резултати ове анализе укажу на евентуалне пропусте у едукацији возача, као и да ће представљати основ за доношење смерница у циљу превазилажења овог проблема.

Генерално, очекује се да ће резултати овог истраживања имати широку примену у области ергономије, ергономског дизајна и аутомобилске индустрије, пружајући научно утемељене смернице за развој ефикаснијих и безбеднијих возачких интерфејса.

7. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Структура дисертације која такође приказује и план истраживања је следећа:

1. Увод
2. Предмет и циљ истраживања
3. Методологија истраживања
4. Истраживање категорије симбола који указују на озбиљан квар моторних возила
5. Истраживање категорије рутинских симбола у моторним возилима
6. Истраживање категорије светлосних симбола у моторним возилима
7. Истраживање категорије симбола безбедности у моторним возилима
8. Истраживање категорије симбола асистенције у вожњи
9. Истраживање категорије специјалних симбола
10. Анализа утицаја демографских фактора испитаника на резултате истраживања
11. Закључак
12. Литература

8. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Анализом пријаве теме кандидата **Уроша С. Манојловића**, маг. инж. маш., Комисија за оцену подобности кандидата и научне заснованости теме закључује да је предложена тема изузетно актуелна и одговарајућа за израду докторске дисертације, као и да кандидат испуњава све предвиђене услове прописане Законом о високом образовању и Статутом Машинског факултета, при чему поседује истраживачке способности за рад на докторској дисертацији. Имајући у виду све наведено, Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да се кандидату **Урошу С. Манојловићу**, маг. инж. маш., студенту Докторских студија Машинског факултета Универзитета у Београду, одобри израда докторске дисертације под називом:

„Ергономска евалуација визуелних симбола за возачки интерфејс“.

Тема припада области техничких наука – Машинско инжењерство, у којој научној области – Индустијско инжењерство, за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан. За ментора ове докторске дисертације предлаже се др Александар Жуњић, дипл. инж. маш., редовни професор Катедре за индустријско инжењерство Машинског факултета Универзитета у Београду, који испуњава све услове у складу са чланом 28. Правилника о докторским студијама на Универзитету у Београду – Машинском факултету.

Београд, 19.05.2025.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Весна Спасојевић Бркић, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Мирјана Мисита, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Драган Стаменковић, доцент
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Светлана Чичевић, редовни професор
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

др Александар Трифуновић, доцент
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет