

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ

Ђорђе Т. Петровић

РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА  
БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА ОСОБА СА  
ИНВАЛИДИТЕТОМ У СВОЈСТВУ ВОЗАЧА

докторска дисертација

Београд, 2023

UNIVERSITY OF BELGRADE  
THE FACULTY OF TRANSPORT AND TRAFFIC ENGINEERING

Đorđe T. Petrović

THE DEVELOPMENT OF A MODEL FOR  
ASSESSING THE ROAD SAFETY LEVEL OF  
DRIVERS WITH DISABILITIES

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2023

# **РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА ОСОБА СА ИНВАЛИДИТЕТОМ У СВОЈСТВУ ВОЗАЧА**

**Сажетак:** Особе са инвалидитетом чине око 15% светске популације. Најзначајније светске институције препознале су њихове проблеме као важне изазове човечанства. Као један од најзначајнијих проблема препозната је приступачност саобраћају. Веома ефикасан начин за решавање овог проблема је омогућавање особама са инвалидитетом да буду возачи. Да би поједине категорије особа са инвалидитетом могле самостално да возе, неопходно је уградити у возило одређене адаптивне системе и уређаје. Уградња ових система и уређаја најчешће се врши за потребе особа са физичким инвалидитетом. Иако ови системи и уређаји доносе бројне користи, уочени су одређени проблеми везани за њихову активну и пасивну безбедност саобраћаја. Према томе, анализом безбедности особа са инвалидитетом у својству возача, која је обухватила анализу саобраћајних незгода, понашања у саобраћају и карактеристика флоте адаптираних возила, створен је оквир за креирање модела за оцену нивоа безбедности у саобраћају. С обзиром на специфичност анализираних популација, модел је креиран коришћењем Бајесовског приступа са више приорних расподела. Добијени резултати у моделу су показали да развијени модел који је интегрисао експертска знања представља најпрецизнији начин за оцену нивоа безбедности особа са инвалидитетом у својству возача. Узимајући у обзир светска искуства, анализу безбедности особа са инвалидитетом и резултате креираног модела генерисани су најважнији закључци дисертације. Као кључне области деловања у циљу унапређења безбедности саобраћаја препознате су: унапређење прилагођености перформанси адаптивних система и уређаја потребама особа са инвалидитетом, смањење ризичних понашања у саобраћају и коришћење потенцијала савремених транспортних средстава.

**Кључне речи:** Безбедност саобраћаја; системи и уређаји; особе са инвалидитетом; саобраћајне незгоде; приступачност саобраћају; савремена транспортна средства; Бајесовски приступ.

**Научна област:** Саобраћајно инжењерство

**Ужа научна област:** Превентива и безбедност у саобраћају

Елементи и термодинамика транспортних средстава

## **THE DEVELOPMENT OF A MODEL FOR ASSESSING THE ROAD SAFETY LEVEL OF DRIVERS WITH DISABILITIES**

**Abstract:** Persons with disabilities make up about 15% of the world's population. Major global institutions have recognized their problems as important challenges for society. One of the most significant problems recognized is access to transportation. Enabling persons with disabilities to drive is a highly effective solution to this problem. The installation of certain adaptive systems and devices enables specific categories of persons with disabilities to drive independently. These systems and devices are mostly installed for the needs of persons with physical impairments. Although these systems and devices bring numerous benefits, specific problems related to their active and passive road safety were recognized. Therefore, by analyzing the road safety of drivers with disabilities, including the analysis of road traffic accidents, traffic behavior, and adapted vehicle fleet characteristics, a framework was created to develop a model for assessing the road safety level. The model was created using the Bayesian approach with numerous prior distributions. The results showed that the developed model, with integrated expert priors, was the most precise way to assess the road safety level of drivers with disabilities. Based on international practices, the analysis of road safety of drivers with disabilities, and the results of the created model, the key conclusions of the dissertation are: improving the suitability of adaptive systems and devices to fulfill the needs of persons with disabilities, reducing risky behaviors in traffic and utilizing the potential of modern transportation means. These are recognized as key areas of action to improve road safety and access to transportation.

**Key words:** Road safety; systems and devices; persons with disabilities; road traffic accidents; access to transportation; modern transportation means; Bayesian approach.

**Scientific field:** Traffic Engineering

**Scientific subfield:** Prevention and Road Safety  
Elements and Thermodynamics of Transportation Means

## Садржај

1. Увод.....	1
1.1. Образложење мотива за избор теме .....	1
1.2. Дефинисања предмета и циљева истраживања .....	3
1.3. Полазне хипотезе.....	4
1.4. Методе истраживања и ограничења .....	4
1.5. Приказ садржаја по поглављима.....	5
2. Особе са инвалидитетом и транспортна средства и уређаји .....	7
2.1. Особе са инвалидитетом – дефиниције, класификација и величина популације .....	7
2.1.1. Дефиниције.....	7
2.1.2. Класификација.....	9
2.1.3. Бројност.....	10
2.2. Приступачност и мобилност особа са инвалидитетом .....	12
2.3. Баријере кретању транспортним средствима особа са инвалидитетом .....	14
2.3.1. Баријере пре започињања возачког искуства .....	14
2.3.2. Баријере током возачког искуства.....	16
2.4. Системи и уређаји транспортних средстава за потребе особа са инвалидитетом .....	17
2.4.1. Системи и уређаји за седење, позиционирање и пасивну безбедност возача.....	18
2.4.2. Системи и уређаји за управљање возилом .....	19
2.4.3. Системи и уређаји за контролу кочница и акцелератора.....	21
2.4.4. Комбиновани системи вожње .....	23
2.4.5. Помоћни системи и уређаји .....	23
2.5. Савремена транспортна средства и особе са инвалидитетом .....	24
2.5.1. Особе са физичким инвалидитетом .....	26
2.6. Закључна разматрања.....	35

---

3.	Основна обележја безбедности особа са инвалидитетом у саобраћају .....	36
3.1.	Особе са физичким инвалидитетом.....	37
3.1.1.	Возачи .....	38
3.1.2.	Пешаци.....	43
3.2.	Особе са оштећењем слуха.....	44
3.2.1.	Возачи .....	44
3.2.2.	Пешаци.....	46
3.3.	Особе са оштећењем вида.....	47
3.3.1.	Возачи .....	47
3.3.2.	Пешаци.....	48
3.4.	Особе са осталим инвалидитетима .....	50
3.4.1.	Пешаци.....	51
3.5.	Закључна разматрања.....	51
4.	Анализа безбедности особа са инвалидитетом у саобраћају у својству возача.....	57
4.1.	Анализа саобраћајних незгода .....	57
4.1.1.	Светска искуства .....	57
4.1.2.	Србија.....	61
4.2.	Анализа понашања у саобраћају.....	66
4.2.1.	Предиктори ризичног понашања.....	67
4.3.	Оцена нивоа безбедности флоте адаптираних транспортних средстава .....	76
4.4.	Закључна разматрања.....	78
5.	Креирање модела за оцену нивоа безбедности особа са инвалидитетом у својству возача..	79
5.1.	Специфичности анализираног проблема .....	79
5.2.	Процедура креирања модела .....	80
5.2.1.	Експертско истраживање .....	81
5.2.2.	Истраживање возача са инвалидитетом.....	83

---

---

5.2.3. Приорне расподеле .....	83
5.2.4. Статистичка анализа .....	84
5.3. Резултати .....	85
5.3.1. Експертско истраживање .....	85
5.3.2. Истраживање возача са инвалидитетом.....	88
5.3.3. Приорне расподеле .....	90
5.3.4. Креирање модела .....	91
5.4. Закључна разматрања.....	92
6. Анализа предложених модела и дискусија добијених резултата.....	93
6.1. Вредновање креираних модела .....	93
6.2. Анализа значајних предиктора .....	94
6.2.1. Предиктори ризичног понашања у саобраћају .....	94
6.2.2. Остали предиктори .....	96
6.3. Закључна разматрања.....	98
7. Закључна разматрања дисертације и правци будућих истраживања.....	100
Литература .....	106
Биографија .....	120

**Списак табела**

Табела 2.1. Основне карактеристике узорка .....	27
Табела 2.2. Списак исказа по конструктима са изворима .....	29
Табела 2.3. Вредности показатеља поузданости и валидности конструкта .....	30
Табела 2.4. Дискриминантна валидност конструкта .....	30
Табела 2.5. Повезаност независних и зависне променљиве .....	32
Табела 2.6. Модели Бајесовске линеарне регресије .....	34
Табела 3.1. Сумарни приказ литературе о основним обележјима безбедности саобраћаја особа са инвалидитетом.....	52
Табела 4.1. Утицај независних променљивих на зависне променљиве мобилности и учешћа у саобраћајним незгодама .....	62
Табела 4.2. Резултати мултиваријантне анализе варијансе – MANOVA .....	63
Табела 4.3. Бајесовски модел линеарне регресије .....	65
Табела 4.4. Стандардизоване вредности регресионих коефицијената модела вишеструке линеарне регресије.....	68
Табела 4.5. Рангирање утицаја предикторских променљивих применом TOPSIS методе – почетне вредности.....	72
Табела 4.6. Рангирање утицаја предикторских променљивих применом TOPSIS методе – нормализоване вредности .....	73
Табела 4.7. Рангирање утицаја предикторских променљивих применом TOPSIS методе – отежане нормализоване вредности .....	73
Табела 4.8. Рангирање утицаја предикторских променљивих применом TOPSIS методе – удаљеност од идеалног решења.....	74
Табела 4.9. Рангирање утицаја предикторских променљивих применом TOPSIS методе – удаљеност од анти-идеалног решења.....	75
Табела 4.10. Рангирање утицаја предикторских променљивих применом TOPSIS методе – коначни ранг.....	75
Табела 4.11. Упоредни приказ основних карактеристика путничких возила .....	77
Табела 5.1. Основни подаци о експертима .....	86



Табела 5.2. Селекција доминантних предиктора – резултати PROMETHEE II методе.....	88
Табела 5.3. Основне карактеристике узорка .....	89
Табела 5.4. Функционална ограничења делова тела.....	89
Табела 5.5. Приорне расподеле предиктора коришћене у моделима .....	90
Табела 5.6. Модели Бајесовске логистичке регресије .....	92

**Списак слика**

Слика 2.1. Процент особа са инвалидитетом по континентима (извор: Уједињене Нације (2022а)).....	10
Слика 2.2 Процент особа са инвалидитетом по земљама Европе (извор: Grammenos (2018))....	11
Слика 2.3. Разлика у броју дневних путовања између особа са инвалидитетом и остатка популације према различитим истраживањима.....	13
Слика 2.4. Примери уређаја за управљање возилом: А – Ручица на точку управљача (печурка); Б – „V“ ручица; В – Ручица за длан; Г – „Tri-pin“ ручица (Bouman and Pellerito, 2006).....	20
Слика 2.5. Приказ ручних команди – принцип рада „гурање/увртање“ (Cook and Polgar, 2015) .	21
Слика 2.6. Факторске вредности конструкта у зависности од возачког статуса .....	31
Слика 3.1. Динамички саобраћајни ризик учешћа у саобраћајним незгодама особа са физичким инвалидитетом у својству возача .....	39
Слика 3.2. Најважнији закључци о основним обележјима безбедности саобраћаја према врсти инвалидитета .....	52
Слика 4.1. Идентификација ризичних група CART стаблом одлучивања .....	65
Слика 4.2. Самопријављено понашање особа са инвалидитетом у својству возача на подручју Србије.....	67
Слика 5.1. Алгоритам креирања модела .....	80
Слика 5.2. Приказ значајних предиктора препознатих од стране експерата .....	87
Слика 5.3. Понашање испитаника према доминантним предикторима .....	90
Слика 5.4. Дијаграми аутокорелације, трасе, хистограма и густине предиктора који су показали статистички значајан утицај у моделима.....	91
Слика 6.1. Приказ значајности предиктора током креирања модела .....	99

# 1. Увод

## 1.1. Образложење мотива за избор теме

Особе са инвалидитетом чине велики део популације становништва. Према подацима Светске здравствене организације, око 15% светске популације живи са неком формом инвалидитета, што чини преко милијарду људи (World Health Organization, 2021). Између осталог, око 4% популације (скоро 190 милиона људи) има специфична ограничења која им значајно отежавају свакодневне активности. На подручју Европе, подаци су још алармантнији. Према подацима Европске Комисије, сваки четврти становник Европске Уније старији од 16 година (око 87 милиона) је особа са инвалидитетом (European Commission, 2021a). Са великим препрекама у току дана сусреће се око 7% популације Европске Уније (око 25 милиона људи). Према подацима Националне организације особа са инвалидитетом на подручју Србије (2022) живи око 870.000 особа са инвалидитетом или негде око 12%. С обзиром на велики удео у популацији становништва неопходно је посветити много више пажње проблемима са којима се сусрећу особе са инвалидитетом.

Једна од најзначајнијих баријера са којима се особе са инвалидитетом сусрећу су елементи саобраћајног система који нису прилагођени њиховим потребама. Из тог разлога особама са инвалидитетом није омогућено равноправно учешће у саобраћају, односно, постоји проблем приступачности саобраћају. Овај проблем препознат је као један од најзначајнијих у стратешким документима Уједињених нација (United Nations, 2019) и Европске Комисије (European Commission, 2021a, 2010). Уједињене нације у оквиру седамнаест Циљева одрживог развоја препознају „Креирање инклузивних и одрживих градова и друштва за особе са инвалидитетом“. У оквиру поменутог циља, под тачком 11.2 дефинисано је унапређење приступачности транспорту особама са инвалидитетом. Питање приступачности транспорту особа са инвалидитетом као веома значајно препознато је и у стратешким документима Европске уније из 2010. и 2021. године (European Commission, 2021a, 2010).

Добар показатељ проблема приступачности саобраћају са којима се сусрећу особе са инвалидитетом је број путовања. Број путовања особа са инвалидитетом значајно је мањи у односу на осталу популацију становништва (Aarhaug and Gregersen, 2016; Brumbaugh, 2018; Department for Transport, 2019; Henly and Brucker, 2019; Park et al., 2022; Petrović et al., 2022c; Роџић et al., 2021). Генерално, у зависности од истраживања, особе са инвалидитетом имају до 1,06 путовања на дан мање у односу на остатак популације. Поред тога, особе са инвалидитетом су мање задовољне својом мобилношћу и прилагођеношћу саобраћајног система својим потребама. Овакво стање приступачности саобраћаја за особе са инвалидитетом значајно утиче на њихов квалитет живота.

Питање које се намеће је како решити проблем приступачности саобраћају особа са инвалидитетом. Један од најефикаснијих начина је прилагођавање транспортних средстава потребама особа са инвалидитетом, тако да они могу самостално да учествују у саобраћају. Истраживања су показала да особе са инвалидитетом који су возачи имају значајно већи број путовања, и већину путовања обављају као возачи (Brumbaugh, 2018; Department for Transport, 2019; Petrović et al., 2022c). Из тог разлога, од изузетног је значаја за квалитет живота особа са инвалидитетом омогућавање самосталног учешћа у саобраћају прилагођавањем транспортног средства. Као кључни критеријум прилагођавања транспортних средстава препознаје се безбедност. Овакав начин путовања омогућава особама са инвалидитетом већи ниво флексибилности (Jansuwan et al., 2013), бољу временску ефикасност путовања (Vascom and Christensen, 2017), и квалитетнију потрошњу слободног времена (Pyer and Tucker, 2017). Поред тога, самостална вожња путничких аутомобила се показала посебно важном за особе са инвалидитетом у руралним подручјима и подручјима са лошијим приступом јавном превозу (Jansuwan et al., 2013), као и у лошим епидемиолошким ситуацијама (Cochran, 2020).

У пракси, прилагођавање транспортних средстава врши се на неколико начина. Генерално, прилагођавања се најчешће реализују адаптацијом следећих елемената транспортног средства: системи и уређаји за седење, позиционирање и пасивну безбедност возача, системи и уређаји за управљање возилом, системи и уређаји за контролу кочница и акцелератора, комбиновани системи вожње и помоћни системи и уређаји. Као један од најзначајнијих уређаја за унапређење мобилности особа са инвалидитетом препознате су ручне команде (Biering-Sørensen et al., 2004; Dahuri et al., 2017; di Stefano et al., 2015; Henriksson and Peters, 2004). Ручне команде представљају уређај који користе особе које услед физичког инвалидитета немају могућност да управљају папучицама кочнице и акцелератора стопалима (Pilkey et al., 2001). Конкретно, стопа уградње ручних команди на подручју Србије је 7-9 пута мања у односу на најразвијеније земље света, што указује на велики простор за унапређење мобилности особа са инвалидитетом у нашој земљи (Petrović et al., 2022a). Поред унапређења прилагођавања транспортних средстава особа са инвалидитетом, у будућности се може очекивати и значајан допринос савремених транспортних средстава (аутономна возила) у решавању уочених проблема, нарочито за особе које имају физички инвалидитет (Butler et al., 2021; Chng and Cheah, 2020; Cordts et al., 2021; Hwang et al., 2021).

Иако веома значајно питање, безбедности возача са инвалидитетом у саобраћају у досадашњим истраживањима није посвећено превише пажње. У зависности од истраживања динамички саобраћајни ризик учешћа у саобраћајним незгодама особа са физичким инвалидитетом у својству возача се креће од 0,51 до 2,26 саобраћајних незгода на милион пређених километара (Fitzgerald et al., 2007; Henriksson and Peters, 2004; Petrović et al., 2022d; Tong et al., 2008). Уочено је да је неприлагођеност адаптација возила возачима са инвалидитетом доприносиће фактор у око 10% саобраћајних незгода у којима они учествују (Henriksson and Peters, 2004).

О предикторима учешћа у саобраћајним незгодама и понашању у саобраћају возача са инвалидитетом до сада је вршено мало истраживања (Petrović et al., 2022a, 2022d). Ово питање је од изузетног значаја јер доноси информације које су од велике користи приликом планирања мера и активности за унапређење безбедности и мобилности возача са инвалидитетом.

Узимајући у обзир све наведено, **основни мотив за избор наведене теме истраживања представља унапређење безбедности возача са инвалидитетом, а самим тим и унапређење приступачности саобраћају, што ће за последицу имати бољи квалитет живота возача са инвалидитетом.** С обзиром на очекивани пораст броја возача са инвалидитетом у свету, како у развијеним земљама света због старења популације, тако и у неразвијеним земљама услед малог процента возача међу особама са инвалидитетом, овај проблем је **веома релевантан и актуелан.** Додатни мотив представља **боље разумевање потреба и понашања возача са инвалидитетом у саобраћају и прилагођавања њиховим потребама.**

## ***1.2. Дефинисања предмета и циљева истраживања***

Као што је поменуто, особе са инвалидитетом чине значајан део популације становништва која се у свакодневном животу сусреће са бројним баријерама. Једна од баријера која има веома негативан утицај на квалитет живота особа са инвалидитетом уочава се у области саобраћаја.

Имајући у виду све наведено, **предмет** ове докторске дисертације представља:

- ⊙ Безбедност возача са инвалидитетом у саобраћају, са аспекта учешћа у саобраћајним незгодама, понашања у саобраћају, безбедности транспортних средстава.
- ⊙ Транспортна средства и уређаји који имају циљ да унапреде безбедност и мобилност особа са инвалидитетом, са посебним акцентом на савремена транспортна средства.

Поред тога, **научни циљеви** докторске дисертације су:

- ⊙ Креирање и развој модела који ће на релевантан начин описати ниво безбедности возача са инвалидитетом у саобраћају.
- ⊙ Применом адекватних научних метода и алата препознавање најзначајнијих предиктора учешћа у саобраћајним незгодама возача са инвалидитетом и њиховог ризичног понашања у саобраћају.
- ⊙ Одређивање потенцијала система и уређаја који се уграђују у транспортна средства за потребе возача са инвалидитетом за унапређење њихове безбедности и мобилности.
- ⊙ Одређивање потенцијала за унапређење безбедности и мобилности особа са инвалидитетом применом система и уређаја карактеристичних за савремена транспортна средства.

### **1.3. Полазне хипотезе**

Основне хипотезе докторске дисертације су следеће:

- ☉ Могуће је креирати модел који ће на одговарајући начин описати учешће у саобраћајним незгодама возача са инвалидитетом и препознати најзначајније предикторе њиховог учешћа у саобраћајним незгодама.
- ☉ Уградњом одговарајућих система и уређаја у транспортна средства која користе возачи са инвалидитетом могуће је повећати њихову безбедност, мобилност и квалитет живота.
- ☉ Омогућавање особама са инвалидитетом да самостално учествују у саобраћају у својству возача ће позитивно утицати на њихову мобилност и квалитет живота.
- ☉ Савремена транспортна средства имају значајан потенцијал за унапређење безбедности и мобилности особа са инвалидитетом.

### **1.4. Методе истраживања и ограничења**

У циљу провере полазних хипотеза у докторској дисертацији су примењене опште методе научног истраживања попут: анализе, синтезе, индукције, дедукције, апстракције и аналогije. Поред наведених метода коришћене су и методе дескриптивне и аналитичке статистике (факторска анализа, корелациона анализа, непараметарски тестови, модели линеарне регресије), Бајесовски приступ (модели Бајесовске линеарне регресије, модел Бајесовске логистичке регресије), методе вишекритеријумског одлучивања (PROMETHEE II, TOPSIS), методе генерисања искустава експерата (метода верификована у Petrović et al. (2022d)). Приликом прикупљања података неопходних за реализовање докторске дисертације коришћене су методе анкете и експертских оцена.

Популација особа са инвалидитетом има специфичност да различити типови и нивои инвалидитета имају различит утицај на могућност учествовања у саобраћају у својству возача. Због уочених проблема са којима се сусрећу, као једна од најугроженијих категорија уочена је група особа са физичким инвалидитетом која је у сврху самосталног учешћа у саобраћају приморана да врши одређене адаптације на транспортном средству. Управо је ова категорија особа са инвалидитетом била предмет истраживања приликом креирања модела. Додатно ограничење представља и лош ниво евиденције особа са инвалидитетом у најзначајнијим базама података, што се најбоље огледа кроз неевидентирање њиховог учешћа у саобраћајним незгодама.

## 1.5. Приказ садржаја по поглављима

Укупно гледано, докторска дисертација сачињена је из седам целина које се међусобно допуњују. У **првом поглављу** (*Увод*), приказани су мотиви за избор теме, као и пратећи предмет и циљ истраживања. Поред тога, у овом поглављу постављене су полазне хипотезе истраживања, наведене методе истраживања и ограничења.

**Друго поглавље** (*Особе са инвалидитетом и транспортна средства и уређаји*) приказује основне информације везане за особе са инвалидитетом и њиховим учешћем у саобраћају. У овом поглављу дате су основне дефиниције које се односе на особе са инвалидитетом, њихову класификацију и податке о бројности. Даље, приказани су основни подаци о мобилности особа са инвалидитетом, са посебним акцентом на проблем приступачности саобраћају. Један од најефикаснијих начина да се проблем приступачности саобраћају реши је прилагођавање транспортних средстава потребама особа са инвалидитетом. Системи и уређаји који се користи у ту сврху су управо приказани у наставку овог поглавља. Посебан акценат стављен је на системе и уређаје савремених транспортних средстава (нпр. аутономна возила) и њихов потенцијални допринос у унапређењу квалитета живота особа са инвалидитетом. С тим у вези, приказани су резултати истраживања о односу особа са физичким инвалидитетом према аутономним возилима које је реализовано на подручју Србије (Petrović et al., 2022c).

У **трећем поглављу** (*Основна обележја безбедности особа са инвалидитетом у саобраћају*) приказана су основна обележја безбедности особа са инвалидитетом у саобраћају подељене у четири целине: особе са физичким инвалидитетом, особе са оштећењем слуха, особе са оштећењем вида и особе са осталим инвалидитетима (нпр. интелектуални, ментални, сметње у развоју и учењу итд.). За све поткатоорије особа са инвалидитетом, приказане су најважније информације у односу на својство учешћа у саобраћају. У оквиру овог поглавља, као једна од најугроженијих категорија препознају се возачи са физичким инвалидитетом и са аспекта активне и пасивне безбедности саобраћаја.

Имајући у виду рањивост особа са физичким инвалидитетом у својству возача у **четвртном поглављу** (*Анализа безбедности особа са инвалидитетом у саобраћају у својству возача*) врши се анализа безбедности особа са инвалидитетом у својству возача. Анализа безбедности ове категорије учесника врши се кроз три фазе: Анализу саобраћајних незгода, Анализу понашања у саобраћају и Оцени нивоа безбедности флоте адаптираних возила. У делу који се бави анализом саобраћајних незгода, поред светских искустава, приказани су и резултати истраживања која су анализирали податке о саобраћајним незгодама особа са инвалидитетом у својству возача у Србији (Rešić et al., 2022; Petrović et al., 2022a). Анализом понашања у саобраћају посебан акценат је стављен на предикторе ризичног понашања возача на подручју Србије (Petrović et al., 2022a). Оцена нивоа безбедности флоте адаптираних возила приказана је у односу на релевантне европске и националне базе података (Petrović et al., 2021b).

У **петом поглављу** (*Креирање модела за оцену нивоа безбедности особа са инвалидитетом у својству возача*) приказана је процедура креирања модела за оцену нивоа безбедности особа са инвалидитетом у својству возача узимајући у обзир специфичности анализираних проблема. Процедура креирања модела верификована је у Petrović et al. (2022d). У циљу креирања модела извршено је експертско истраживање и истраживање возача са инвалидитетом на подручју Србије. Применом Бајесовског приступа креирано је више модела са различитим приорним расподелама преко којих је оправдано коришћење експертског приступа.

**Шесто поглавље** (*Анализа предложених модела и дискусија добијених резултата*) представља наставак претходног и приказује дискусију о вредновању креираних модела (статистички аспект) и о значајним предикторима. На основу добијених резултата у креираном моделу најдоминантнији утицај на учешће у саобраћајним незгодама показали су ризична понашања којима је посвећена посебна пажња.

Последње, **седмо поглавље** (*Закључна разматрања и правци будућих истраживања*) представља сублимацију свих најважнијих резултата добијених у претходним поглављима. У оквиру овог поглавља наглашени су теоријски и практични доприноси дисертације уз навођење најважнијих мера и активности у циљу решавања проблема са којима се суочавају особе са инвалидитетом у својству возача. Поред тога, наведена су и ограничења дисертације и правци будућих истраживања.



## 2. Особе са инвалидитетом и транспортна средства и уређаји

### 2.1. Особе са инвалидитетом – дефиниције, класификација и величина популације

#### 2.1.1. Дефиниције

Када се говори о особама са инвалидитетом, на првом месту је важно дефинисати овај термин. Различите организације и законодавни акти другачије дефинишу овај појам у зависности од својих потреба. Као најрелевантнија дефиниција појма „*особа са инвалидитетом*“ може се сматрати дефиниција коју су дале Уједињене нације (2006) у Конвенцији о правима особа са инвалидитетом. Према овој Конвенцији, особе са инвалидитетом су препознате као „*особе које имају дуготрајна телесна, ментална, интелектуална или чулна оштећења, која у интеракцији са различитим препрекама могу спречити њихово пуно и сврсисходно учешће у друштву равноправно са другима*“. У склопу ове дефиниције важно је препознати неколико карактеристичних сегмената. Као први услов да би се нека особа сматрала особом са инвалидитетом је потреба да оштећење које има буде „*дуготрајно*“, што искључује из ове популације особе које имају привремена оштећења. Друго, важно је истаћи да је у оквиру ове дефиниције посебан акценат стављен на „*интеракцију са различитим препрекама*“ које онемогућавају „*учешће у друштву равноправно са другима*“. Ово указује на потребу да се шира друштвена заједница фокусира на уклањање „*препрека*“ које настају „*интеракцијом*“ особа са инвалидитетом и околине.

Нешто другачији начин дефинисања особа са инвалидитетом извршен је у Сједињеним Америчким Државама (САД). Центар за контролу и превенцију болести (Centers for Disease Control and Prevention, 2022), „*инвалидитет*“ дефинише као „*свако стање тела и ума које отежава особи која има ово стање да обавља одређене активности и врши интеракцију са окружењем*“. Наредна значајна дефиниција из овог подручја дата је у оквиру Закона о особама са инвалидитетом (The Americans with Disabilities Act, 2022). Овај правни акт дефинише „*особе са инвалидитетом*“ као „*особе које имају физичка или ментална ограничења која значајно ограничавају једну или више важних животних активности*“. Слично као и у дефиницију датој у Конвенцији о правима особа са инвалидитетом, дефиниције у најзначајнијим институцијама САД акценат доминантно стављају на наглашавање проблема који настају током интеракције са околином током ког настаје проблем вршења одређених активности. Разлика у дефиницијама уочава се код недефинисања дужине и врсте ограничења које имају особе које се сматрају особама са инвалидитетом.

Истраживачки центар Европског парламента у својој студији даје приказ приступа дефинисања особа са инвалидитетом у земљама Европске уније (European Parliamentary Research Service, 2017). Европска Унија нема своју дефиницију појма „особа са инвалидитетом“, а сами тим и не захтева од држава чланица да јединствено дефинишу овај појам. У свим стратешким документима Европске Уније, као дефиниција термина „особа са инвалидитетом“ коришћена је она усвојена у Конвенцији о правима особа са инвалидитетом Уједињених Нација. С обзиром на то, државе се разликују по приступу схватања инвалидитета, као и по правној регулацији овог појма. Одређене државе су успоставиле правни оквир који служи као основа за све активности везане за особе са инвалидитетом. На пример, у Немачкој дефиниција инвалидитета која се користи као референтна дефинисана је у 9. поглављу Закона о социјалним питањима донетог 2001. године. Према овом Закону, особа се сматра као особа са инвалидитетом када „њене телесне функције, менталне способности или ментално здравље одступају, дуже од шест месеци, од стања типичног за одређени узраст што доводи до отежаног учешћа у друштву“. Ова дефиниција је специфична због прецизног навођења дужине ограничења које мора да има особа да би се сматрала особом са инвалидитетом. Остале земље, као што су Белгија, Чешка, Грчка, Пољска и Словачка, немају једнозначну дефиницију појмова „инвалидитет“ или „особа са инвалидитетом“ која се користи у свим правним актима. Занимљив је и приступ скандинавских земаља које генерално избегавају дефинисање појмова инвалидитета у циљу избегавања сваког вида потенцијалне стигматизације особа са инвалидитетом.

Србија спада у групу земаља које нису једнозначно дефинисале појам инвалидитета, и овај појам се разликује у зависности од правног акта. На пример, у Закону о спречавању дискриминације особа са инвалидитетом (2016), особе са инвалидитетом су дефинисане као „особе са урођеном или стеченом физичком, сензорном, интелектуалном или емоционалном онеспособљеношћу које услед друштвених или других препрека немају могућности или имају ограничене могућности да се укључе у активности друштва на истом нивоу са другима, без обзира на то да ли могу да остварују поменуте активности уз употребу техничких помагала или служби подршке“. Још један пример представља и дефиниција особа са инвалидитетом дата у Закону о професионалној рехабилитацији и запошљавању особа са инвалидитетом (2022) „Особа са инвалидитетом јесте лице са трајним последицама телесног, сензорног, менталног или душевног оштећења или болести које се не могу отклонити лечењем или медицинском рехабилитацијом, које се суочава са социјалним и другим ограничењима од утицаја на радну способност и могућност запослења или одржања запослења и које нема могућности или има смањене могућности да се, под равноправним условима, укључи на тржиште рада и да конкурише за запошљавање са другим лицима“. Специфичност ових дефиниција је много детаљније разматрање шта то заправо представља инвалидитет у складу са самим потребама Закона. Оно што је важно нагласити је да је Србија ратификовала Конвенцију о правима особа са инвалидитетом, па се може сматрати да се дефиниција дата у овој Конвенцији може користити и на простору Србије као релевантна.

## 2.1.2. Класификација

Класификација особа са инвалидитетом се може извршити на различите начине у зависности од постављених критеријума. Најчешћа подела инвалидитета, прихваћена од релевантних светских институција (Australian National University, 2021; Disabled World, 2019; Hutchison, 1995), извршена је на следећи начин:

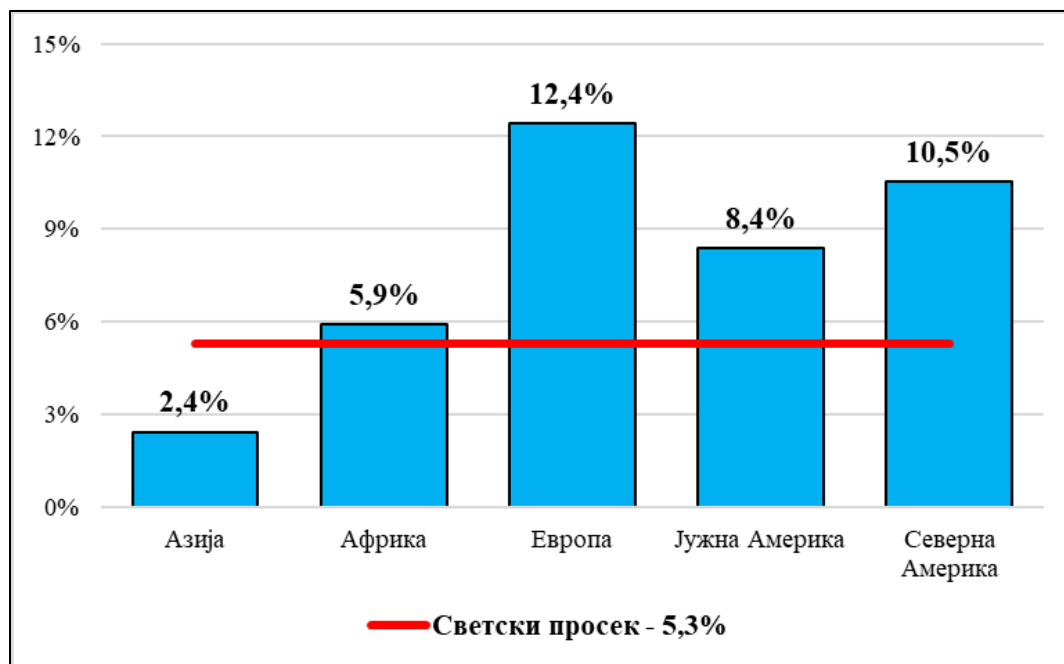
- ⊙ **Физички инвалидитет.** Особе са физичким инвалидитетом имају дуготрајно стање које значајно ограничава једну или више физичких активности као што су ходање, пењање уз степенице, устајање итд. Ова врста инвалидитета најчешће подразумева и смањење мобилности услед потешкоћа у кретању и обављању свакодневних животних активности. Поред тога, физички инвалидитет може да буде прогресиван (здравствено стање се погоршава током времена) или стабилан (здравствено стање се не мења током времена).
- ⊙ **Оштећење вида.** Особе које имају оштећење вида имају делимично или потпуно оштећење вида. Најчешће особе са оштећењем вида имају делимично оштећење (око 90%), док су преостале особе слепе. Разлози за оштећење вида су најчешће медицински и то катаракта, глауком, последице дијабетеса, дегенерација макуле итд.
- ⊙ **Оштећење слуха.** Овај инвалидитет обухвата све потешкоће које се тичу проблема са чулом слуха. Најчешће се особе са оштећењем слуха деле на глуве особе (имају велике потешкоће са слухом или не чују уопште) и особе које користе помоћне уређаје који им омогућавају корекцију слуха до прихватљивог нивоа. Оштећења слуха настају из бројних разлога као што су бука, наследно, нежељени ефекти медикамената, на рођењу итд.
- ⊙ **Ментални инвалидитет.** Ово стање утиче на нормално функционисање ума што за последицу има промене у понашању. Овај инвалидитет може бити проузрокован шизофренијом, поремећајима расположења, поремећајима анксиозности, поремећајима у исхрани, поремећајима личности, органски поремећаји мозга итд.
- ⊙ **Интелектуални инвалидитет.** Особе које имају овај инвалидитет се дефинишу у односу на просечан ниво интелигенције остатка популације. Особа чије је коефицијент интелигенције испод 70 се сматра особом која има ову врсту инвалидитета.
- ⊙ **Сметње у учењу.** Овај инвалидитет се дефинише као специфичан и дуготрајан поремећај централног нервног система који утиче на процес учења. Способност особе да тумачи визуелне и звучне стимулусе и да их повезује је ограничена. Овај проблем се најчешће идентификује као разлика између потенцијала одређене особе и стварних достигнућа који су остварени.

Имајући у виду специфичности саобраћаја, са аспекта способности и вештина неопходних за безбедно учешће у саобраћају, може се препознати да одређене категорије имају нарочито изражене проблеме учешћа у саобраћају. Особе са физичким инвалидитетом имају значајно отежано учешће у саобраћају и у својству возача (прилагођеност возила) и у својству пешака (неприлагођеност саобраћајне инфраструктуре). Особе са оштећењем вида имају још израженије проблеме приликом пешачења, док им тренутни технолошки развој не дозвољава да самостално учествују у саобраћају у својству возача. Особе са оштећењем слуха се суочавају са мањим проблемима које успешно превазилазе уз повећани ниво опреза. Због тога је фокус истраживања стављен на ова три инвалидитета, са посебним акцентом на особе са физичким инвалидитетом у својству возача.

### 2.1.3. Бројност

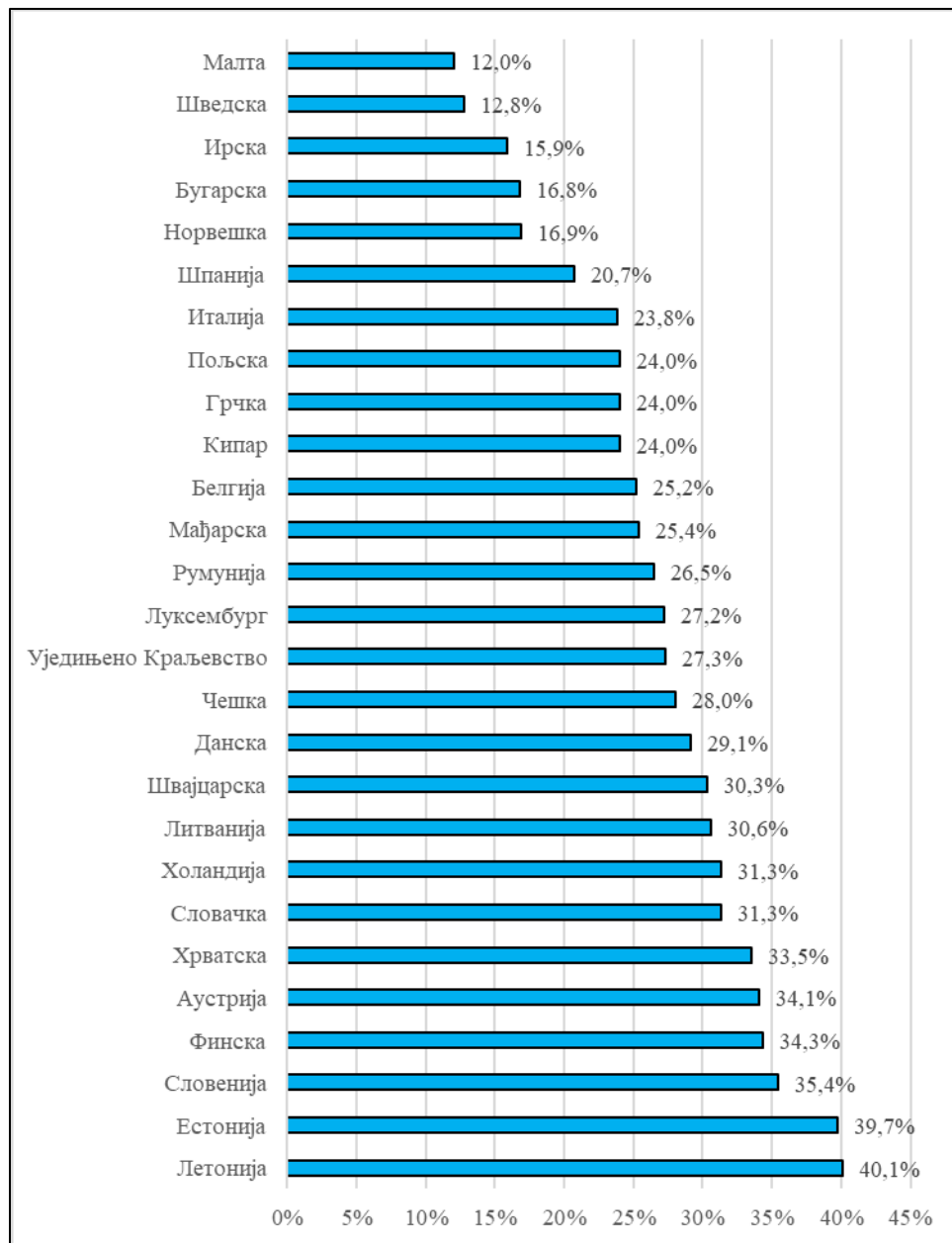
Особе са инвалидитетом чине значајан део светске популације. Међутим, удео особа са инвалидитетом у популацији се разликује у зависности од подручја, начина дефинисања и евидентирања инвалидитета. Процене Светске здравствене организације (2021) говоре да преко милијарду људи живи са неком врстом инвалидитета, док се око 200 милиона сусреће са значајним баријерама током свакодневног живота. Ове вредности представљају негде око 15%, односно 4% целокупне популације. О значајно мањем проценту особа са инвалидитетом у светској популацији извештавају Уједињене Нације кроз своју базу Статистике о инвалидитету (The United Nations, 2022a). Према званичним подацима прикупљених из 67 држава света у којима живи 3,18 милијарди људи као особе са инвалидитетом препознато је 167 милиона, или око 5,3%. Овако значајне разлике у проценту особа са инвалидитетом у популацији су последица чињенице да се у званичним базама овај број потцењује јер многе ниско и средње развијене земље не придају велики значај евидентирању ове категорије становништва.

Подаци о уделу особа са инвалидитетом у укупној популацији по континентима, према подацима Уједињених Нација (2022a), приказани су на Слика 2.1. На основу ових података може се видети да је највећи удео особа са инвалидитетом забележен у Европи и у Северној Америци, преко 10%. Ови подаци се могу сматрати очекиваним из два разлога. Прво, према подацима Уједињених Нација (2022b), ова два континента имају просечно најстарије становништво на планети (медијана старости: Европа – 41,8 година и Северна Америка – 38,2) што је у директној вези са учесталости инвалидитета. Даље, на овим континентима се налази највећи број високо развијених земаља које имају високу свест о инклузији особа са инвалидитетом, што доприноси њиховој детаљнијој евиденцији.



Слика 2.1. Процент особа са инвалидитетом по континентима (извор: Уједињене Нације (2022a))

У односу на податке Уједињених Нација, значајно већи број особа са инвалидитетом у Европи је процењен у извештају Европских експерата о инвалидитету (Grammenos, 2018). Према овом извештају, сваки четврти становник Европске Уније је особа са инвалидитетом. Анализирајући проценте особа са инвалидитетом према појединачним земљама Европе уочава се њихова велика дисперзија (Слика 2.2). Проценти удела особа са инвалидитетом се крећу од 12,0% до преко 40%. Највећи број европских земаља има проценат особа са инвалидитетом у популацији који се креће од 20% до 35%. С обзиром на значајан удео особа са инвалидитетом у популацији европских земаља, јасно је да се ове земље суочавају и да ће се сусретати са великим изазовима у смислу инклузије особа са инвалидитетом.



Слика 2.2 Процент особа са инвалидитетом по земљама Европе (извор: Grammenos (2018))

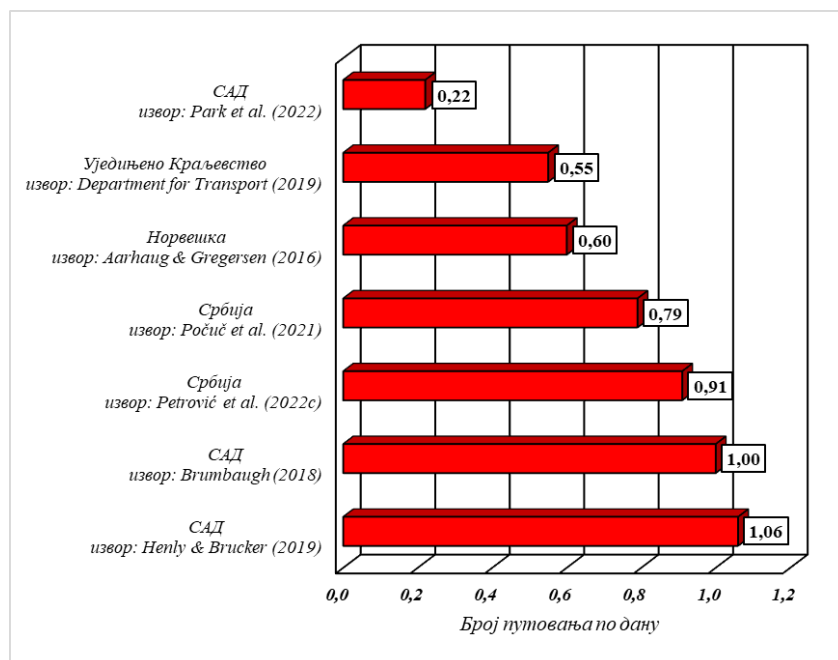
За подручје Србије као најрелевантнији извори о броју особа са инвалидитетом могу се узети подаци добијени на Попису становништва, домаћинстава и станова 2011. у Републици Србији (Marković, 2014) и од Националне организације особа са инвалидитетом Србије (2020). Према подацима добијеним на званичном Попису, у Србији живи 571.780 људи са неком врстом инвалидитета, што укупно чини 8,0% популације. Већина особа са инвалидитетом (преко 70%) су особе које су старије од 60 година. Такође, особе женског пола су несразмерно више заступљене у овој популацији (58,2%). Нешто већи број особа са инвалидитетом евидентиран је од стране Националне организације особа са инвалидитетом Србије (2020). Ова централна организација свих удружења особа са инвалидитетом процењује да у Србији живи око 870.000 особа са инвалидитетом, што чини негде око 12,6% целокупне популације. Имајући у виду и чињеницу да је становништво на подручју Србије старије од европског просека (медијана старости – 43,0 (The United Nations, 2022b)), може се претпоставити да је удео особа са инвалидитетом још и већи. Да су особе са инвалидитетом на подручју Србије посебно угрожене додатно сведочи и податак о ризику од сиромаштва и социјалне искључености. Вредност овог ризика је значајно већа за особе са инвалидитетом у Србији (42,6%) у односу на просек 27 земаља Европске Уније (28,6%) (European Commission, 2021b). Према томе, морају се уложити значајни напори у циљу свеобухватног унапређења квалитета живота особа са инвалидитетом.

## **2.2. Приступачност и мобилност особа са инвалидитетом**

Иако се уочавају позитивни резултати инклузије особа са инвалидитетом широм света, и даље постоје бројне баријере које спречавају њихово пуно учешће у друштву равноправно са другима (United Nations, 2019). Као једна од најзначајнијих баријера са којима се сусрећу особе са инвалидитетом је приступачност саобраћају. Према извештају Уједињених Нација о инвалидитету и развоју (2019) међу 17 циљева одрживог развоја препознато је и „стварање инклузивних градова и заједница за особе са инвалидитетом“. У оквиру овог циља посебно место заузима приступачност саобраћају. Као један од показатеља постизања зацртаног циља дефинисан је Задатак 11.2. који подразумева обезбеђивање „безбедних, доступних, приступачних и одрживих транспортних система за све, са посебном пажњом, између осталог, на особе са инвалидитетом“. Приступачност, у ширем смислу, препозната је и у свим стратешким документима донетим од стране Европске Комисије (2021a, 2010). У стратегији донетој 2010. године, проблем приступачности дефинисан је као „омогућавање особама са инвалидитетом приступачност робама, услугама, укључујући и јавне службе као и системе за помоћ“. У последњој стратегији, Европска Комисија експлицитно наводи и приступачност саобраћају. У овом документу, појам приступачности је дефинисан као „обезбеђивање предуслова за пуно учешће особа са инвалидитетом на равноправној основи са другима кроз омогућавање приступа изграђеном и виртуелном окружењу, информационо-комуникационим технологијама, добрима и услугама, укључујући саобраћај и инфраструктуру“.

На основу најважнијих извештаја на светском и стратешких докумената на европском нивоу, може се закључити да је приступачност саобраћају један од најзначајнијих проблема са којима се сусрећу особе са инвалидитетом. Овај проблем утиче, у најширем смислу, на квалитет живота особа са инвалидитетом, што се огледа кроз лошији друштвени живот (Ana Calle et al., 2021; Bascom and Christensen, 2017; Bezyak et al., 2020; Kim et al., 2017; Lindsay, 2020; Tennakoon et al., 2020), смањен ниво економске активности и могућности запошљавања (Ana Calle et al., 2021; Grisé et al., 2019), тежу доступност здравственим услугама (Ana Calle et al., 2021; Maart and Jelsma, 2014; Munthali et al., 2019) и тежи приступ образовању (García González et al., 2021; Hadjikakou et al., 2010; Mutanga, 2018).

Лоша приступачност саобраћају најбоље се огледа се кроз мобилност особа са инвалидитетом. Један од најбољих показатеља проблема мобилности особа са инвалидитетом је њихов број путовања у односу на остатак популације. Према подацима који су доступни за САД, Уједињено Краљевство, Норвешку и Србију (Aarhaug and Gregersen, 2016; Brumbaugh, 2018; Department for Transport, 2019; Henly and Brucker, 2019; Park et al., 2022; Petrović et al., 2022c; Роџућ et al., 2021), особе са инвалидитетом дневно имају између 2,07-3,94 дневних путовања, што је до 1,06 путовања мање у односу на остатак популације (Слика 2.3). Ови подаци додатно наглашавају проблем саобраћајне једнакости међу популацијом особа са инвалидитетом без обзира на подручје истраживања. Са аспекта модалне расподеле путовања, особе са инвалидитетом највећи број путовања реализују путничким аутомобилима 45-80% (чешће као возачи – 25-55%), затим пешачењем – 10-42%, јавним превозом – 4-10%, и осталим видовима саобраћаја – до 5% (Brumbaugh, 2018; Department for Transport, 2019; Petrović et al., 2022c). С обзиром на бројне проблеме са којима се особе са инвалидитетом сусрећу у јавном превозу (Bezyak et al., 2020; Hwang et al., 2021; Park and Chowdhury, 2018) очекивана је доминација путничких возила и пешачења у модалитетима путовања. Управо се путовање путничким возилима намеће као једно од најбољих решења проблема приступачности саобраћају.



Слика 2.3. Разлика у броју дневних путовања између особа са инвалидитетом и остатка популације према различитим истраживањима

Када се говори о путовањима путничким аутомобилима, посебно је значајно учешће особа са инвалидитетом у својству возача, јер доноси бројне позитивне ствари. Наиме, вожња путничких аутомобила је препозната као кључни фактор који доприноси социјализацији особа са инвалидитетом и њиховом унапређењу живота (Cochran, 2020; Darcy and Burke, 2018; Hutchinson et al., 2020b; Lee et al., 2018; Norweg et al., 2011; Tsai et al., 2014). Овакав начин путовања омогућава особама са инвалидитетом већи ниво флексибилности (Jansuwan et al., 2013), бољу временску ефикасност путовања (Vascom and Christensen, 2017), и квалитетнију потрошњу слободног времена (Puer and Tucker, 2017). Поред тога, самостална вожња путничких аутомобила се показала посебно важном за особе са инвалидитетом у руралним подручјима и подручјима са лошијим приступом јавном превозу (Jansuwan et al., 2013), као и у лошим епидемиолошким ситуацијама (Cochran, 2020).

### **2.3. Баријере кретању транспортним средствима особа са инвалидитетом**

Иако са собом доноси бројне предности, самостално кретање транспортним средствима за особе са инвалидитетом уме да буде захтевније у односу на остатак популације. Као три најзначајније баријере са којима се сусрећу особе са инвалидитетом које желе да буду возачи, Vine et al. (2011) препознаје трошкове, спреченост услед здравствених околности и проблем паркирања. Детаљније информације о баријерама са којима се сусрећу особе са инвалидитетом на подручју Србије препознате су у истраживању које је реализовано на популацији од преко 50 возача са инвалидитетом (Petrović et al., 2022b). У овом истраживању, испитаници су наводили најзначајније баријере са којима се сусрећу током самосталног кретања транспортним средствима у својству возача. Све баријере са којима се особе са инвалидитетом у својству возача сусрећу се могу поделити на баријере пре започињања возачког искуства и током возачког искуства.

#### **2.3.1. Баријере пре започињања возачког искуства**

##### **2.3.1.1. Подршка шире друштвене заједнице**

Као најзначајнију баријеру пре започињања вожње, особе са инвалидитетом препознају недостатак подршке шире друштвене заједнице и државе у процесу стицања возачке дозволе. Ови проблеми се најбоље огледају кроз недостатак финансијске подршке и нејасно дефинисане процедуре стицања возачке дозволе. Недостатак финансијске подршке огледа се првенствено кроз материјалне потешкоће које имају особе са инвалидитетом приликом куповине возила и његове адаптације. Путничка возила која су погоднија за особе са инвалидитетом (возила са већим габаритима) су скупља од просечних возила што додатно отежава њихову набавку, а често је потребно и уградити одређене системе и уређаје који ће омогућити особама са инвалидитетом да возе. Значајан подстрек особама са инвалидитетом представљало би и смањење трошкова обуке за вожњу. Све ово представља значајан терет за буџет особа са инвалидитетом, који себи често не могу да приуште одговарајуће превозно средство и адекватну обуку.



Пример доброг начина финансијске подршке особама са инвалидитетом бележи се у Ирској и Шведској (Irish Tax and Customs, 2021; Swedish Social Insurance Agency, 2020). Ирска влада обезбеђује до 22.000 евра за куповину и адаптацију возила за потребе особе са инвалидитетом, а додатно субвенционише и цену горива за ову категорију возача. Нешто мањи износ обезбеђује Шведска агенција за социјално осигурање, која даје просечно око 10.000 евра по особи који се могу искористити за куповину или адаптацију возила, обуку у ауто школи и сл. Корисник овог вида помоћи има право да искористи ову помоћ на сваких девет година.

Још један проблем који се може сврстати у ову групу је и нејасна законска регулатива. Законска регулатива које регулише способности возача за безбедно управљање возилом не препознаје особе са инвалидитетом као посебну категорију. Са једне стране, ови прописи подразумевају апсолутну равноправност особа са инвалидитетом и других возача, међутим, постоје проблеми у одређивању минимално потребних возачких способности и вештина особа са инвалидитетом како би могли безбедно да учествују у саобраћају. Сву одговорност за мишљење о томе да ли је нека особа са инвалидитетом способна за управљање возилом и под којим условима (да ли су неопходне адаптације возила) сноси лекар. Проблем представља чињеница да минимални критеријуми возачких способности за безбедно управљање возилом нису дефинисани, па је сва одговорност на лекарима и на њиховом субјективном мишљењу. Пример добре праксе у овој области бележи се у Аустралији (Austroads, 2017). Најважнији сегмент ове праксе представља добра повезаност медицинског система и локалних власти.

### *2.3.1.2. Процес обуке и поновне обуке*

Још један проблем представља процес обуке особа са инвалидитетом за вожњу, у ситуацијама када су у возилу уграђени одређени адаптивни уређаји који омогућавају вожњу (нпр. ручне команде). Проблеми са којима се особе са инвалидитетом сусрећу разликују се у зависности од тога да ли су инвалидитет стекли пре или после добијања возачке дозволе.

Особе са инвалидитетом које су стекле инвалидитет пре добијања возачке дозволе као најзначајнији проблем истичу мали број ауто школа у којима могу да реализују адекватну обуку. Према подацима Агенције за безбедност саобраћаја (2019), у Србији постоје само три ауто школе (Београд, Нови Сад и Зрењанин) које су омогућиле особама са инвалидитетом које користе ручне команде да прођу адекватну обуку. Са друге стране, Шведска која има сличан број становника као Србија има чак 20 специјализованих ауто школа за особе са инвалидитетом (The Swedish Road Administration, 2008). Ово указује да велики број потенцијалних возача са инвалидитетом немају могућност да прођу адекватну обуку на подручју Србије. Према подацима Републичког завода за статистику (2020) у 24 региона у којима не постоји ауто школа прилагођена потребама особа са инвалидитетом живи 64,2% становништва. Међутим, и у овим регионима особе са инвалидитетом пролазе обуку за возача. На овим локацијама, обука се најчешће састоји од прилагођавања приватног возила потребама возача и вршења обуке на њему. Са једне стране, овакав начин обуке има позитивне стране јер је возило прилагођено личним потребама возача и обука се врши на возилу које ће касније возач и користити. Међутим, проблем представљају високе цене возила и адаптације, што често доводи до одлагања тренутка започињања вожње. Додатни проблем је чињеница да у овим возилима инструктори вожње немају дупле команде помоћу којих би исправили грешке возача.

Возачи који су стекли инвалидитет након добијања возачке дозволе сусрећу се са другом врстом проблема. С обзиром да ова група особа са инвалидитетом већ има возачку дозволу, закон не препознаје потребу да они поново пролазе неку врсту поновне обуке. Ово може отежати навикавање возача на вожњу са ручним командама због практичних разлика које постоје у начину вожње у односу на конвенционално возило. Последишно, 88% испитаника који су имали возачку дозволу пре стицања инвалидитета нису прошли никакву поновну обуку за вожњу возила са ручним командама. Испитаници који су имали неку поновну обуку реализовали су је на сопствену иницијативу. Овакво стање може да буде посебно небезбедно у почетним фазама вожње када возачи са инвалидитетом још увек нису навикнути на нов начин управљања возилом. Пример добре праксе бележи се у аустралијској држави Нови Јужни Велс, где локалне власти могу захтевати поновно полагање возачког испита код ове категорије возача (NSW Government, 2021). Генерално, поновна обука старих возача је у пракси показала одличне резултате (Korner-Bitensky et al., 2009).

### 2.3.2. *Баријере током возачког искуства*

Возачи са инвалидитетом се сусрећу са додатним проблемима након започињања возачког искуства. Већина ових проблема првенствено се односи на прилагођавање возила њиховим потребама и на проблеме који се догађају у свакодневном учешћу у саобраћају.

#### 2.3.2.1. *Адаптација возила*

Када се говори о проблемима који су везани за адаптацију возила, уочени су високи трошкови и неадекватност уграђених уређаја услед нејасне процедуре дефинисања потребних адаптивних уређаја. У пракси се срећу два начина уградње система и уређаја неопходних за адаптацију возила. Прву групу представљају системи и уређаји који се серијски производе у специјализованим компанијама, док је друга група система и уређаја креирана од стране локалних предузетника на личну иницијативу особа са инвалидитетом. Испитаници наводе да су адаптивни системи и уређаји креирани од стране специјализованих компанија доста ергономичнији и интуитивнији за коришћење. Међутим, висока цена представља главни разлог за некоришћење ових система и уређаја. Иако су доступнији за особе са инвалидитетом, уређаји креирани од стране локалних предузетника имају одређена ограничења. Као прво ограничење испитаници су препознали ситуацију да системи и уређаји који су били уграђени у возило нису у потпуности одговарали њиховим потребама. Ово је за последицу имало напорнију вожњу и брже замарање возача током вожње. Додатан проблем представљала је и чињеница да многи возачи управљају возилом са ручним мењачем, што значајно отежава вожњу у случају када су у возило уграђене ручне команде. Један од ефикаснијих система дефинисања адекватних адаптација возила за потребе особа са инвалидитетом развијен је у Ирској (Road Safety Authority, 2021). Дефинисање потребних адаптација врши мултидисциплинарни тим који чине терапеути (вредновање перформанси у контролисаним условима) и лиценцирано особље за оцењивање возача (вредновање перформанси на путу).

### 2.3.2.2. Свакодневно учешће у саобраћају

Започињањем свакодневног учешћа у саобраћају, особе са инвалидитетом се сусрећу са новим баријерама. Преко 40% испитаника је рекло да понекад или чешће избегавају да возе у ситуацијама када су вршни сати или лоше временске прилике. Главни разлог за њихово обесхрабривање је немарно понашање других возача (насилничка вожња, вожња под дејством алкохола, социјално загађење) и лош квалитет путева.

Још један проблем представља и недостатак паркинг места неопходних за потребе особа са инвалидитетом. Иако је Правилником о техничким стандардима планирања, пројектовања и изградње објеката, којима се осигурава несметано кретање и приступ особама са инвалидитетом, деци и старим особама (2015) прописано да 5% паркинг места мора бити резервисано и прилагођено за потребе особа са инвалидитетом. Међутим, ово често није довољно услед паркирања других возила на резервисана места. Једно од решења овог проблема може бити примена камера и сензора у циљу брзе идентификације нелегалног паркирања (Tegeltija et al., 2021, 2020).

## 2.4. Системи и уређаји транспортних средстава за потребе особа са инвалидитетом

У циљу омогућавања особама са инвалидитетом да учествују у саобраћају у својству возача често је неопходно извршити одређене адаптације возила. Врсте адаптација које је неопходно извршити првенствено зависе од типа и степена инвалидитета особе и могу се значајно разликовати од ситуације до ситуације. У сваком случају, сви системи и уређаји који се уграђују у транспортна средства за потребе особа са инвалидитетом се могу поделити у пет група (Bouman and Pellerito, 2006; Petrović et al., 2020b):

- ☉ Системи и уређаји за седење, позиционирање и пасивну безбедност возача;
- ☉ Системи и уређаји за управљање возилом;
- ☉ Системи и уређаји за контролу кочница и акцелератора;
- ☉ Комбиновани системи вожње;
- ☉ Остали системи и уређаји;

Посебну пажњу треба усмерити на системе и уређаје савремених транспортних средстава који, поред осталих користи, могу олакшати или омогућити особама са инвалидитетом самостално учешће у саобраћају.

### 2.4.1. Системи и уређаји за седење, позиционирање и пасивну безбедност возача

Група ових система и уређаја има за циљ да обезбеди особама са инвалидитетом удобан положај тела током вожње, висок ниво пасивне безбедности, лакши улазак и излазак из возила, као и лакше позиционирање у самом возилу. У зависности од конкретних потреба возача са инвалидитетом врши се адаптација ових система, али се ове адаптације најчешће врше на следећим системима и уређајима.

**Адаптација сигурносног појаса** – Да би се обезбедио пун ефекат сигурносног појаса за особе са инвалидитетом које возилом управљају из инвалидских колица потребно је извршити одређене адаптације сигурносног појаса. Главни разлог за извођење адаптације је немогућност да појас буде припијен уз тело возача, услед одређених компонента инвалидских колица које то ометају (Schneider et al., 2016). Поред тога, препознати су и проблеми у самом процесу везивања сигурносног појаса, који доста зависи и од могућности возача да се окрене, као и у времену неопходном за његово везивање (Bertocci and Buning, 2009). Ови проблеми се решавају стандардима и препорукама које још увек нису обавезне ни у најразвијенијим земљама света. Неки од стандарда који се бави питањем безбедности особа у инвалидским колицима у возилима је стандард ANSI/RESNA WC19 (2000). Више информација о утицају адаптације сигурносног појаса на пасивну безбедност возача са инвалидитетом дато је у **Поглављу 3**.

**Прилагођавање рада ваздушних јастука** – Код особа са инвалидитетом које управљају возилом из инвалидских колица постоји забринутост како ће активација ваздушних јастука утицати на њихову безбедност с обзиром на њихову већу рањивост и специфичан положај у возилу. Посебно забрињава утицај уграђених адаптивних уређаја у возилу (нарочито на точку управљача) на ефикасност ваздушних јастука. Више детаља о истраживањима која су се бавила овом темом дато је у **Поглављу 3** у делу везаном за пасивну безбедност особа са физичким инвалидитетом.

**Системи за безбедно седење у инвалидским колицима** – У ситуацијама када возач управља возилом из инвалидских колица неопходно је обезбедити фиксирање инвалидских колица у кабини. Најчешћи систем фиксирања инвалидских колица представља систем везивања каишевима у четири тачке. Предности овог начина везивања су могућност везивања различитих типова колица, али је недостатак што особа са инвалидитетом не може сама да фиксира колица. Још један чест начин фиксирања инвалидских колица је закључавање колица у одговарајућем положају. Принцип рада овог система је да наиласком колица на конкретан положај механизам закључава положај колица. Овакав начин отклања недостатке система везивања каишевима у четири тачке, али је ограничење висока цена уградње оваквог система (Schneider and Manary, 2006).

**Уградња улазно/излазних рампи и лифтова** – Ова адаптација возила служи за олакшавање уласка и изласка особа са инвалидитетом у инвалидским колицима. Најчешће се ове рампе уграђују са бочне или задње стране возила. У зависности од потреба особа са инвалидитетом ове рампе се могу активирати ручно или уз помоћ одређеног електричног уређаја (Cook and Polgar, 2015). Са истим циљем се уграђују и лифтови који представљају нешто сложеније системе. У зависности од истраживања, учесталост ових система и уређаја код возача са инвалидитетом је између 14% и 26% (di Stefano et al., 2015; Henriksson and Peters, 2004).

**Спуштање пода возила** – Ова адаптација возила се врши за потребе особа са инвалидитетом у инвалидским колицима код возила са вишим подом. Разлог за овакву адаптацију је омогућавање оптималне висине погледа приликом вожње с обзиром да је положај седења у инвалидским колицима виши у односу на стандардно седиште (Bouman and Pellerito, 2006). С обзиром на високу цену овог типа адаптације возила оне и нису нарочито честе. У истраживању Di Stefano et al. (2015) ове адаптације возила забележене су у око 2% случајева.

**Адаптација седишта возача** – Мере које служе за адаптацију седења и позиционирања особе са инвалидитетом у возилу имају за циљу да стабилизују труп и торзо возача тако да им омогући безбедну вожњу (Babigad, 1989). У зависности од потреба особе са инвалидитетом могуће је на различите начине прилагодити седиште (6 степени слободне – ротацију за 90 степени (према вратима), подешавање висине седења, као и положаја у односу на точак управљача). Оваква седишта поред стабилизације тела возача имају за циљ и да олакшају улазак и излазак из возила. У циљу повећавања комфора и смањења умора током вожње могуће је уграђивање и подлога за седење, као и наслона за руке (Bouman and Pellerito, 2006).

## 2.4.2. Системи и уређаји за управљање возилом

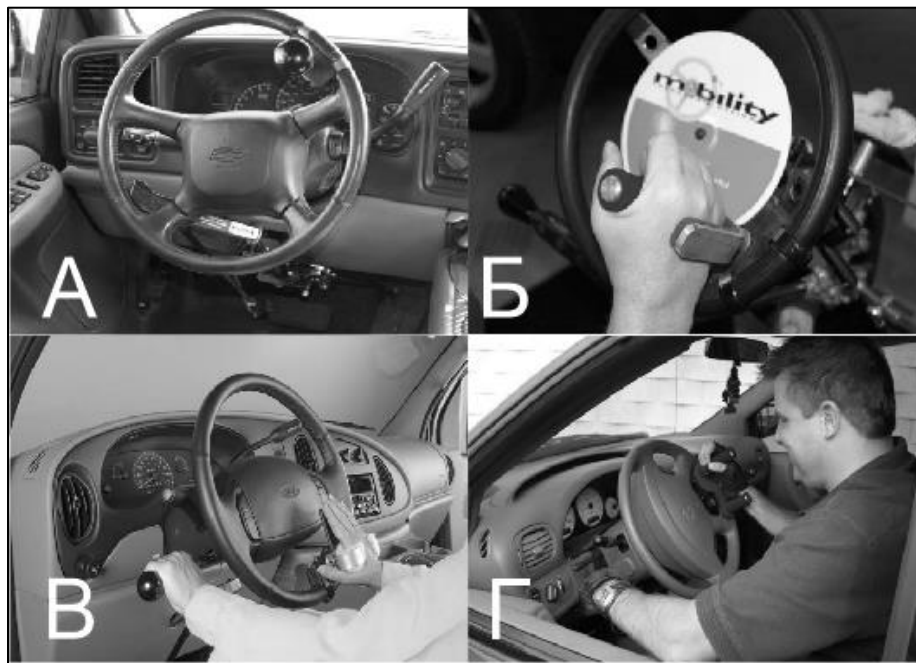
Системи и уређаји за управљање возилом имају за циљ да особама са инвалидитетом олакшају управљање возилом. У пракси се примењује велики број система и уређаја управо са овим циљем међу којима су најзаступљенији:

**Систем за подршку управљању точком управљања** – У ситуацијама када особа са инвалидитетом није у могућности да управља стандардним точком управљача могуће је смањити напор за управљање возилом и до 70%. Приликом уградње овог уређаја, возач теже стиче осећај о карактеристикама управљања возилом у реалним условима, па треба бити веома опрезан у коликој мери смањити неопходну силу за управљање возилом. Такође, овај систем обезбеђује и повратну силу која аутоматски враћа точак управљача у неутрални положај и тако олакшава управљање возилом (Bouman and Pellerito, 2006).

**Адаптација величине и положаја точка управљача** – Величина точка управљача се може смањити када нема довољно слободног простора или када особа са инвалидитетом има смањен опсег покрета. Мањи точак управљача подразумева и већи напор приликом његовог окретања, па је ова адаптација често праћена системом за подршку управљању точком управљања. Са аспекта положаја точка управљача најчешће се врше адаптације продужења летве точка управљача и постављање точка управљача у хоризонталну раван. Продужење летве точка управљача се углавном реализује приликом адаптације већих возила за потребе особа са инвалидитетом, како би се олакшало управљање возилом. Постављањем точка управљача у хоризонталној равни се елиминише утицај силе гравитације приликом управљања возилом и најчешће се не комбинује са системом за подршку управљању точком управљача (Bouman and Pellerito, 2006).

**Ручице на точку управљача и помоћни уређаји** – Овим ручицама олакшава се особама са инвалидитетом управљање возилом. Постоји неколико начина извођење ових ручица. За имплементацију класичне ручице (печурка) неопходно је да особа са инвалидитетом има потпуно функционалан хват шаке (Слика 2.4.-А). Даље, „V” ручица се користи када је рукохват особе са инвалидитетом ослабљен, али задржава одређене функције (Слика 2.4.-Б). Још један начин извођења ручице на точку управљача је ручица за длан (Слика 2.4.-В). Овај додатак на точку управљача је, слично „V” ручици, намењен особама са инвалидитетом чији рукохват и даље има одређене функције. „Tri-pin“ ручица се користи када је ручни рукохват особе са инвалидитетом ослабљен и задржава врло мало или нема готово никакве преостале функције (Слика 2.4.-Г). Овим уређајем се обезбеђује да рука возача сигурно стоји на точку управљача и спречава њено потенцијално спадање током маневара скретања (Bouman and Pellerito, 2006). Као посебна врста ручице може се сматрати и прстен за протезу. Овај уређај обично садржи једноставан метални прстен причвршћен на точку управљача у који особа са инвалидитетом може сместити протезу којом управља.

Ручице на точку управљача представљају једну од најчешће уграђиваних адаптација за потребе особа са инвалидитетом. Према истраживању Di Stefano et al. (2015), у ком је учествовало 97 возача адаптираних возила у аустралијској држави Викторија, ручице на точку управљача су уграђиване у 49% возила. Нешто мања учесталост ових адаптација забележена је код возила која користе возачи са инвалидитетом из Шведске – 26% (Henriksson and Peters, 2004). Специфично, на узорку адаптираних возила у САД овај проценат је нешто већи и износи 62% (van Roosmalen et al., 2013). Такође, ове ручице се јако често уграђују и у Србији, а веома често и са контролерима за контролу помоћних система и уређаја (Lončar et al., 2016). Поред ручица на точку управљача често се уграђују и помоћни уређаји који служе за фиксирање шаке за точак управљача. Углавном се овај додатак састоји од два дела: постоља у ком се фиксира шака и траке којом се шака фиксира уз точак управљача (Bouman and Pellerito, 2006).



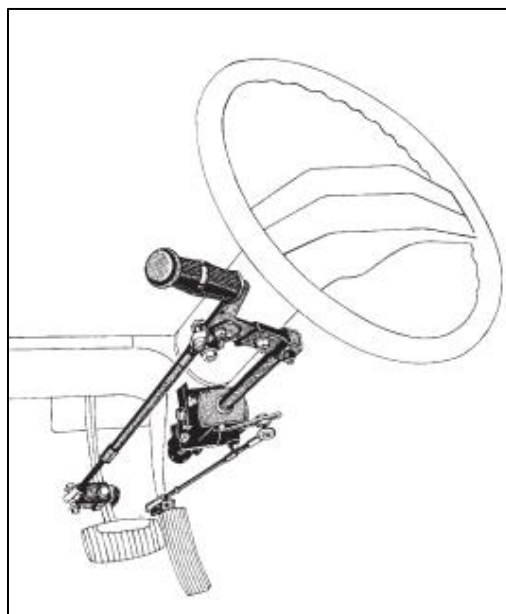
Слика 2.4. Примери уређаја за управљање возилом: А – Ручица на точку управљача (печурка); Б – „V” ручица; В – Ручица за длан; Г – „Tri-pin“ ручица (Bouman and Pellerito, 2006)

### 2.4.3. Системи и уређаји за контролу кочница и акцелератора

Системи и уређаји који спадају у ову групу су од кључног значаја за безбедно управљање аутомобилом особама са инвалидитетом. Најчесталији системи и уређаји из ове групе приказани су у наставку.

**Ручне команде** – Ручне команде су уређаји које користе особе које немају могућност да управљају папучицама кочнице и акцелератора стопалима услед физичког инвалидитета (Pilkey et al., 2001). Овај уређај представља једну од најчешћих адаптација возила за потребе возача са инвалидитетом (Biering-Sørensen et al., 2004; Dahuri et al., 2017; di Stefano et al., 2015; Henriksson and Peters, 2004). Ручне команде су обично повезане шипкама са папучицама кочнице и акцелератора. Шипке су повезане са носачем који је постављен испод точка управљача и завршавају се у ручици постављеној близу обода точка управљача (Слика 2.5). Bouman and Pellerito (2006) издвајају четири најчешћа принципа рада ручних команди које се уграђују у возило:

- ⊙ *Систем „правог угла“* – Кочење се врши гурањем ручне команде ка напред, а убрзавање окретањем ка доле. Овакав систем најзаступљенији је приликом уградње ручних команди у Србији (Lončar et al., 2016).
- ⊙ *Гурање/Повлачење* – Кочење се врши гурањем ручне команде ка напред, а убрзавање повлачењем ка назад.
- ⊙ *Гурање/Увртање* – Кочење се врши гурањем ручне команде ка напред, а убрзавање увртањем ручице.
- ⊙ *Гурање/Нагибање* – Кочење се врши гурањем ручне команде ка напред, а убрзавање нагибањем ручице.



Слика 2.5. Приказ ручних команди – принцип рада „гурање/увртање“ (Cook and Polgar, 2015)

У зависности од потребе особе са инвалидитетом ручна команда може да се угради за управљање левом или десном руком. Такође, постоји могућност додатне асистенције особама са инвалидитетом које имају мање снаге у горњим екстремитетима. Додатна асистенција може да буде механичка (повезивање ручних команди на полуку која је једним крајем причвршћена за под, кочење се врши гурањем, а убрзавање повлачењем полуге) и електронска (остваривање додатне снаге коришћењем серво мотора) (Cook and Polgar, 2015).

У опширном истраживању, Pilkey et al. (2001) су истраживали утицај ручних команди приликом чеоног судара. Тестирањем шест типова ручних команди аутори су донели следеће закључке:

- ☉ Ручне команде немају изражен ризик да ће током незгоде доћи до контакта са главом возача.
- ☉ Коришћење ручних команди не значи нужну потребу приближавања возача точку управљача, што је повезано са потенцијалним ризиком од повређивања приликом активације ваздушних јастука.
- ☉ Постављање комплетног уређаја, минимално повећава ризик од повреда колена.

Генерално, возачи са инвалидитетом који користе ручне команде су веома задовољни њиховом функционалношћу (di Stefano et al., 2015; Petrović et al., 2022b). Поред тога, сваки долар уложен у адаптацију возила (међу којима је и уградња ручних команди) враћа до 17,3 долара друштву (Hutchinson et al., 2020a). Са друге стране, ручне команде доносе одређене забринутости са аспекта комплексности вожње (Benoit et al., 2009), времена реакције (Peters, 2001) и безбедности саобраћаја (Hu et al., 2020; Pilkey et al., 2001; Schneider et al., 2016). Више детаља о утицају ручних команди на безбедност возача дато је у **Поглављу 3**.

Ручне команде представљају једну од најчешћих адаптација на возилу за потребе пре свега особа са физичким инвалидитетом. Према доступним подацима за Србију (Petrović et al., 2022a), просечан број уграђених ручних команди на 100.000 становника износи 3,6. У односу на развијене земље света, овај показатељ за Србију је значајно лошији. Конкретно, вредност овог показатеља у Шведској износи 28,5 ручних команди на 100.000 становника (Henriksson and Peters, 2004), а у САД 30,9 (Pilkey et al., 2001).

**Заштита папучица** – Овај уређај се уграђује како би се онемогућио потенцијални случајни контакт стопала возача са папучицама у случају када се користе ручне команде. Овај уређај углавном није фиксан и лако се може уклонити, уколико је то потребно (Bouman and Pellerito, 2006). Такође, овим уређајем се спречава и потенцијално подлетање стопала испод папучица и у нашој пракси обавезно прати уградњу ручних команди (Lončar et al., 2016).

**Адаптација папучица** – Када за то постоји потреба, могуће је папучицу акцелератора пребацити лево од папучице кочнице. Ова адаптација се најчешће реализује у ситуацијама када особа са инвалидитетом има дисфункцију левог или десног дела тела (Stasiak-Cieślak, 2018). Оваква промена је могућа само код возила са аутоматским мењачем. За потребе особа са инвалидитетом које имају краће доње екстремитете или су нижег раста могуће је извршити продужење папучица (Stasiak-Cieślak, 2018). Пракса је да се папучице продужавају у зависности од потреба од 5 до 45 центиметара (Bouman and Pellerito, 2006). Према истраживању Di Stefano et al (2015), адаптације папучица акцелератора и кочнице су четврта најчешћа адаптација возила, која је извршена у 24% случајева. Слично, Henriksson and Peters (2004) проналазе да су код 4% адаптираних возила папучица акцелератора пребачена на леву страну, а у 10% случајева извршено продужење папучица.



#### 2.4.4. Комбиновани системи возње

У циљу омогућавања особама са инвалидитетом да возе, у појединим ситуацијама обједињују се системи и уређаји за управљање возилом и системи и уређаји за контролу кочница и акцелератора. Комбинација ових система није нарочито честа у пракси, пре свега због високе цене, а најчешће се сусрећу следећа два система.

**Џојстик** – Џојстик представља уређај који омогућава возачу да преко само једног уређаја, једном руком, убрзава, успорава и управља возилом. Овај уређај користи мала група особа са инвалидитетом која не поседује способности да управља точком управљача и командама на неки други начин (нпр. тетраплегија (Stasiak-Cieślak, 2018)). Највећи изазови приликом креирања ефикасних џојстик система за управљање возилом се састоје у следећем (Östlund, 1999):

- ⦿ Време одзива система је потенцијално краће у односу на стандардни систем управљања возилом. Ово је последица електромотора и система који повезује џојстик и остале системе у возилу.
- ⦿ Успоравање џојстиком је мање интуитивно и теже за учење од класичног начина кочења.
- ⦿ Проблем интеракције између успоравања/убрзавања и управљања возилом. Проблем се јавља у тренуцима када је неопходно истовремено и управљати возилом и успоравати/убрзавати, јер је том приликом неопходно одредити оптималан положај ручице џојстика.

**Интегрисани точак управљача** – Овај уређај представља веома ретку адаптацију на возилима којима управљају особе са инвалидитетом. Овим уређајем се помоћу физичких веза између точка управљача и команди кочница и акцелератора омогућава успоравање и убрзавање возила гурањем и повлачењем точка управљача. Интегрисани точак управљача представља својеврстан џојстик заснован на физичким везама и принципима механике (Bouman and Pellerito, 2006). Choromański et al (2015) у свом истраживању креирају прототип једног интегрисаног точка управљача. Принцип рада прототипа састоји се од интеграције два додатна прстена на точку управљача пречника сличног као и точак управљача. Прстен за кочење се уграђује испод точка управљача, а прстен за убрзавање изнад. У каснијим истраживањима (Choromański et al., 2019), упоређене су перформансе возње приликом управљања прототипом интегрисаног точка управљача и класичним начином управљања. Добијени резултати су показали лошије перформансе возње приликом коришћења прототипа, али аутори наводе да би се уз више возње на овај начин и резултати значајно поправили.

#### 2.4.5. Помоћни системи и уређаји

Помоћни системи и уређаји омогућавају возачима да лакше обављају одређене секундарне активности, које им омогућавају безбедно учешће у саобраћају. У пракси се најчешће врше следеће адаптације:

**Команде за активацију помоћних система (показивача правца, брисача, светала, звучних сигнала, клима уређаја и темпомата)** – С обзиром да је у већини возила команда показивача правца лоцирана лево од точка управљача, у одређеним ситуацијама особа са инвалидитетом може имати потешкоће приликом њеног коришћења. Слично као и код команди показивача правца, у одређеним ситуацијама потребно је извршити и промену положаја и осталих команди. У случају када је то потребно најчешће се ове команде постављају на точак управљача (Bouman and Pellerito, 2006) или се уграђују контролери на ручним командама (Lončar et al., 2016).

**Начин стартовања**– Адаптација начина стартовања је неопходна у случају када особа са инвалидитетом, услед ограничених функција руке и шаке, не може да окрене кључ. Овај проблем се решава уградњом физичких додатака који олакшавају убацивање кључа у браву и његово окретање или уградњом система за паљење на дугме (Bouman and Pellerito, 2006).

**Огледала** – У одређеним ситуацијама неопходно је уградити и додатна огледала како би се омогућило особама са инвалидитетом које имају ограничену ротацију врата да виде све што је потребно за безбедну вожњу. Најчешће се уграђују конвексна и огледала са више делова како би се покрио што већи простор око возила (Bouman and Pellerito, 2006).

## 2.5. *Савремена транспортна средства и особе са инвалидитетом*

Један од најрелевантнијих представника савремених транспортних средстава су аутономна возила. Аутономно возило представља возило које је опремљено технологијом чијом се комбинацијом хардвера и софтвера омогућава његово самостално кретање, са или без надзора перформанси технологије од стране човека. Управо у зависности од нивоа надзора који се захтева од путника у возилу (возача) препознаје се 6 нивоа аутономије (SAE International, 2016):

- ⊙ 0. ниво – *традиционални приступ* – Возач је једини доносилац одлука за целокупан систем. Возач управља возилом, убрзава, успорава итд.
- ⊙ 1. ниво – *помоћ за возаче* – На овом нивоу аутономије возило пружа подршку возачу или за управљање или за промену брзине. Такође, на овом нивоу возач мора бити у потпуности ангажован око вожње, али може неке задатке препустити систему. Темпомат (Cruise control) је уређај који је типичан представник овог нивоа аутономије возила.
- ⊙ 2. ниво – *делимична аутономија* – Возило контролише неколико система возила истовремено. Примера ради возило може да активира темпомат и систем за праћење положаја у саобраћајној траци истовремено. Међутим, све остале системе возила мора у потпуности да контролише возач.
- ⊙ 3. ниво – *условна аутономија* – Возило може да се креће аутономно, али возач мора да буде спреман да преузме контролу над возилом у сваком тренутку, уколико је то неопходно.
- ⊙ 4. ниво – *висока аутономија* – На овом нивоу возило контролише све аспекте вожње и не постоји потреба за интервенцијом возача. Чак је могуће да ово возило нема точак управљача, акцелератор или педалу кочнице. На овом нивоу постоји могућност да возило буде аутономно само на неком подручју, док ван тог подручја возило не може да се креће у аутономном режиму или не може да се креће уопште.

- ◎ 5. ниво – пуна аутономија – У последњем нивоу аутономије возило је у потпуности аутономно и може да се креће увек и свуда где би и човек могао да управља возилом. Аутономно возило на овом нивоу би требало да буде подједнако добар возач као и сам човек, или чак и бољи.

Иако је тренутни технолошки развој аутономних возила на прелазу са другог на трећи ниво аутономије (Choksey and Wardlaw, 2021), од аутономних возила се очекују користи у бројним областима, као што су, безбедност саобраћаја (Fagnant and Kockelman, 2015; Petrović et al., 2020a), смањење загађења (Stern et al., 2019), повећање мобилности (Harper et al., 2016). Са аспекта безбедности саобраћаја, оптимистичне процене говоре да ће у тренутку када аутономна возила буду чинила 90% удела на тржишту, број саобраћајних незгода и погинулих опасти за 90% (Fagnant and Kockelman, 2015). Иако прелиминарни резултати тестирања аутономних возила нису у складу са овим проценама, може се очекивати позитивна промена у типолошкој дистрибуцији саобраћајних незгода (Petrović et al., 2020a). Конкретно, очекује се повећавање удела саобраћајних незгода типа „сустизање“, а смањење удела незгода са пешацима и бочних судара. Stern (2019) проналази да се елиминисањем непотребних заустављања у саобраћају које могу остварити аутономна возила може смањити емисија угљен диоксида за 15%, а азотних оксида за чак 73%. Аутономна возила имају и потенцијал да повећају мобилност особа који нису возачи (особе које немају возачку дозволу, стара лица, особе са инвалидитетом итд.), а према резултатима истраживања у САД, може се очекивати пораст од око 14% пређене километраже ове популације (Harper et al., 2016).

Имајући у виду концепт аутономних возила, може се очекивати да особе са инвалидитетом имају посебно велике користи од њих, без обзира на врсту инвалидитета. Као највеће потенцијалне користи од аутономних возила, у досадашњим истраживањима, идентификоване су унапређење мобилности, унапређење безбедности у саобраћају и временске уштеде у путовањима (Petrović et al., 2021a). Са друге стране, проблеми које генерално особе са инвалидитетом препознају везани су за приступачност, трошкове, законску регулативу и прераспodelу послова.

У бројним студијама које су анализирале однос између особа са оштећењем вида и аутономних возила (Bennett et al., 2020; Brinkley et al., 2020, 2019, 2017), уочава се супротстављање, са једне стране, позитивних очекивања који се односе на повећану приступачност окружењу, већу флексибилност кретања, а са друге стране, забринутости везаних за безбедност саобраћаја, високе трошкове технологије, поузданости возила, законске регулативе. Најмање истраживања реализовано је у популацији особа осталим инвалидитетима (нпр. ментални инвалидитет) (Bennett et al., 2019a). У овом истраживању, аутори проналазе да су кључне детерминанте коришћења аутономних возила у овој популацији слобода и страх. Иако су очекивања да све особе са инвалидитетом имају користи од аутономних возила, тренутни ниво њиховог технолошког развоја у највећој мери омогућава интеграцију особа са физичким инвалидитетом. Из тог разлога, у наредном поглављу стављен је посебан акценат на ову групу особа са инвалидитетом.

### 2.5.1. Особе са физичким инвалидитетом

Када се говори о односу особа са физичким инвалидитетом према аутономним возилима забележени су контрадикторни проналасци. Прва група истраживања показује да особе са физичким инвалидитетом имају позитивне ставове према аутономним возилима (Butler et al., 2021; Chng and Cheah, 2020; Cordts et al., 2021; Hwang et al., 2021). Butler et al. (2021) проналази да ова група особа са инвалидитетом има 1,091 пута позитивнија очекивања од аутономних возила у односу на остатак популације. Hwang et al. (2021) извештава да особе са инвалидитетом (доминантно са физичким инвалидитетом – преко 80%) имају прилично позитивне ставове о аутономним возилима. Конкретно, спремност да користе аутономна возила, ако не би била скупа, изразило је 66% испитаника. Cordts et al. (2021) и Chng and Cheah (2020) закључују да ова група особа са инвалидитетом има генерално позитивне ставове према аутономним возилима.

Са друге стране, одређени аутори проналазе да особе са физичким инвалидитетом нису толико ентузијастични према аутономним возилима (Bennett et al., 2019b; Kassens-Noor et al., 2021, 2020). На пример, око 64% испитаника има негативне или неутралне ставове о овим возилима (Bennett et al., 2019b). Особе са инвалидитетом имају преко 50% мање шансе да желе користити аутономна возила у односу на остатак популације (Kassens-Noor et al., 2021, 2020).

Без обзира на различите проналаске, уочавају се четири кључне области које утичу на одлуку особа са физичким инвалидитетом да ли да користе аутономна возила. Препознате четири теме су: безбедност, приступачност, поузданост и трошкови. Безбедност се препознаје као најкритичније питање (Deka and Brown, 2021; Etminani-Ghasrodashti et al., 2021; Hwang et al., 2021, 2020; Kassens-Noor et al., 2021). Према Deka and Brown (2021), особе са физичким инвалидитетом су 15,4% више забринуте за безбедност аутономних возила у односу на остатак популације. Специфични проблеми безбедности саобраћаја који су препознати су саобраћајне незгоде, механички откази, хакерски напади, откази компјутера, недостатак људских оператера, безбедан улазак/излазак из возила, помоћ у хитним случајевима (Etminani-Ghasrodashti et al., 2021; Hwang et al., 2020; Kassens-Noor et al., 2021). Позитивна очекивања са аспекта безбедности саобраћаја су смањење броја саобраћајних незгода усред елиминације људских грешака (Hwang et al., 2020). Друга тема по значају била је приступачност. Генерално, особе са физичким инвалидитетом имају велика очекивања од аутономних возила у области приступачности (Butler et al., 2021; Hwang et al., 2021, 2020; Lee and Kockelman, 2022). Ова група особа са инвалидитетом очекује да аутономна возила буду опција за превоз која ће унапредити њихову мобилност, независност и омогућити више прилика у друштву (Butler et al., 2021; Hwang et al., 2021). Lee and Kockelman (2022) закључују да се већи доприноси са аспекта приступачности могу очекивати за особе које имају тежи ниво инвалидитета. Као најважније проблеме приступачности, аутори проналазе недостатак помоћних уређаја за приступачност и неприступачно окружење (тротоари и рампе) (Etminani-Ghasrodashti et al., 2021; Hwang et al., 2021, 2020). Остале значајне теме биле су поузданост и трошкови (Etminani-Ghasrodashti et al., 2021; Hwang et al., 2020, 2021; Kassens-Noor et al., 2021). Када се говори о поузданости, као најзначајнији проблем се уочава поузданост технологије коју користе аутономна возила (Etminani-Ghasrodashti et al., 2021; Kassens-Noor et al., 2020). Hwang et al. (2021) истичу проблем поузданости у екстремним и ретким ситуацијама. Са аспекта трошкова најзначајнији проблеми који су идентификовани су смањење оперативних трошкова, високи почетни трошкови приликом куповине возила и скупо одржавање (Hwang et al., 2020; Kassens-Noor et al., 2021).

## 2.5.1.1. Истраживање у Србији

У циљу бољег разумевања прихватања аутономних возила од стране особа са физичким инвалидитетом, реализовано је истраживање у Србији на узорку од 160 испитаника (Petrović et al., 2022c). Главни циљ овог истраживања био је да помогне у креирању мера, политика и стратегија за успешну имплементацију аутономних возила у овој популацији и да допринесе глобалном циљу унапређења приступачности транспорту препознатом од стране Уједињених Нација (2019). С обзиром да је већ од раније познато да особе са физичким инвалидитетом другачије гледају на АВ у односу на остатак популације (Bennett et al., 2019b; Kassens-Noor et al., 2021), посебан акценат је стављен на уочавање разлика између група возача и невозача. Возачки статус је препознат као један од кључних критеријума који утичу на квалитет живота и социјалну инклузију особа са физичким инвалидитетом (Cochran, 2020; Darcy and Burke, 2018; Hutchinson et al., 2020b; Norweg et al., 2011; Tsai et al., 2014).

Табела 2.1. Основне карактеристике узорка

Променљива/Категорија	Учесталост	Процент
<u>Пол</u>		
Женски	54	33,8%
Мушки	106	66,2%
<u>Старост</u>		
Просек	40,7	
Стандардно одступање	9,8	
Медијана	40,0	
<u>Место становања</u>		
Урбано	68	42,5%
Приградско	35	21,9%
Мали град	37	23,1%
Рурално	20	12,5%
<u>Месечни приход (€)</u>		
<500	103	64,4%
500-750	25	15,6%
750-1000	12	7,5%
>1000	20	12,5%
<u>Образовање</u>		
Средња школа или ниже	111	69,4%
Основне студије или више	49	30,6%
<u>Запосленост</u>		
Незапослени	105	65,6%
Запослени	55	34,4%
<u>Разлог инвалидитета</u>		
Саобраћајна незгода	43	26,9%
Последице болести	41	25,6%
Урођено	27	16,9%
Пад са висине	15	9,4%
Рањавање из оружја	14	8,8%
Повреда на раду	11	6,9%
Остало	9	5,6%

Прикупљање узорка испитаника извршено је у периоду од новембра 2021. до маја 2022. године међу популацијом особа са физичким инвалидитетом у Србији. Истраживање је реализовано помоћу онлајн упитника, услед здравствених ризика проузрокованих пандемијом вируса COVID-19. Дужина трајања попуњавања упитника износила је између 10 и 20 минута (просек 14 минута и 14 секунди). Имајући у виду значај возачког статуса испитаника, прикупљање узорка је извршено на такав начин да се обезбеди подједнак број и возача и невозача (по 80). Основне социодемографске карактеристике узорка приказане су у Табела 2.1. Поред основних карактеристика, важно је истаћи да је код већине испитаника дијагностикована повреда кичмене мождине (56,5%), затим мултипла склероза (10,6%) и церебрална парализа (6,3%). Остали испитаници имали су више различитих дијагноза, као што су, дечија парализа, ампутација, болести мишића, артерогрипоза итд. Поред питања о социодемографским и медицинским карактеристикама, испитаници су одговарали и на питања о мобилности. Питања о мобилности обухватила су број и вид путовања, као и опште задовољство тренутним нивоом мобилности и прилагођености инфраструктуре.

Прихватање аутономних возила од стране особа са физичким инвалидитетом моделирано је кроз креирање адекватних конструкта. Конструкти су креирани на основу исказа о одређеним темама који су у наставку тестирани у коликој мери релевантно описују конкретан конструкт. На основу досадашњих истраживања која су везана за особе са физичким инвалидитетом и аутономним возилима издвојиле су се четири теме: Безбедност, Приступачност, Поузданост и Трошкови (Butler et al., 2021; Deka & Brown, 2021; Etmnani-Ghasrodashti et al., 2021; Hwang et al., 2020, 2021; Kassens-Noor et al., 2020, 2021; J. Lee & Kockelman, 2022). Ове четири теме су употребљене за креирање конструкта чији ће се утицај на Жељу за коришћењем аутономних возила касније испитати. У истраживањима прихватања аутономних возила у општој популацији препознато је још конструкта које треба узети у разматрање (Jing et al., 2020; Kaye et al., 2021; Zhang et al., 2021). Jing et al. (2020) врши литерарни преглед 75 истраживања и идентификује четири конструкта која значајно утичу на жељу за коришћењем аутономних возила: Једноставност употребе, Корисност, Поверење и Ставови. Аутори наводе да постоји позитивна корелативна веза између ова четири конструкта и Жеље за коришћењем ових возила. Zhang et al. (2021) користи податке из 36 студија у циљу креирања проширеног ТАМ (Technology Acceptance Model) модела користећи технику мета-аналитичког структурног модела. Аутори идентификују четири конструкта и то Једноставност употребе, Корисност, Поверење и Ризик. Ново идентификовани конструкт Ризик показао је негативну повезаност са циљаном зависном променљивом. Сличан методолошки приступ користе и Kaye et al. (2021) који користе податке из 35 истраживања и посебно истичу позитиван утицај Ставова. С обзиром да је конструкт Безбедност по свом значењу веома сличан конструкту Ризик, у истраживању је коришћен само конструкт Безбедност. На сличан начин обједињени су и конструкти Поузданост и Поверење. Искази коришћени за креирање конструкта усвојени су из претходних истраживања (Табела 2.2).

Потврда усвојених конструкта извршена је применом конфирматорне факторске анализе (Confirmatory factor analysis – CFA). Вредновање поузданости и валидности исказа и конструкта извршено је кроз неколико показатеља: индикатор поузданости, поузданост унутрашње конзистенције, конвергентна валидност, дискриминантна валидност. Индикатор поузданости показује у којој мери одређени исказ описује припадајући конструкт. Овај показатељ се мери помоћу факторског пуњења (Factor loading – FL). Према дефиницији, факторско пуњење репрезентује повезаност између исказа и припадајућег конструкта (DeCoster, 1998). Минимална прихватљива вредност факторског пуњења износи 0,7.

Поузданост унутрашње конзистенције конструкта, тј. колико су искази који чине конструкт конзистентни, оцењивана је преко два параметра Кронбах алфа и композитне поузданости (Composite reliability – CR). За оба показатеља минимална прихватљива вредност износи 0,7 (Fornell and Larcker, 1981). Конвергентна валидност оцењена је помоћу просечне екстраховане варијансе (Average variance extracted – AVE), чија прихватљива вредност износи 0,5 (Fornell and Larcker, 1981). Конвергентна валидност показује да ли је више исказа у конструкту у међусобном сагласју. Вредности факторског пуњења (ФП), Кронбах алфа (КА), композитне поузданости (КП) и просечне екстраховане варијансе (ПЕВ) су приказане у Табела 2.3.

Табела 2.2. Списак исказа по конструктима са изворима

Конструкти	Искази	Извори
<i>Безбедност - БС</i>	<b>БС1</b> – Генерално, аутономна возила су безбедна. <b>БС2</b> – Аутономна возила су безбедна за путнике <b>БС3</b> – Аутономна возила су безбедна за остале учеснике у саобраћају.	(Petrović et al., 2022c; Xu et al., 2018)
<i>Пристапачност – ПП</i>	<b>ПР1</b> – Верујем да ће аутономна возила бити прилагођена мојим потребама. <b>ПР2</b> – Верујем да ће аутономна возила имати опрему која ми је потребна.	(Petrović et al., 2022c)
<i>Поузданост – ПО</i>	<b>ПО1</b> – Генерално, аутономна возила су поуздана. <b>ПО2</b> – Верујем да неће доћи до механичких отказа код аутономних возила. <b>ПО3</b> – Верујем да неће доћи до хакерских напада код аутономних возила. <b>ПО4</b> – Верујем да неће доћи до отказа на компјутеру аутономног возила.	(Choi and Ji, 2015; Petrović et al., 2022c)
<i>Једноставност употребе – ЈУ</i>	<b>ЈУ1</b> – Учење коришћења аутономних возила ће ми бити лако. <b>ЈУ2</b> – Лако ћу постати вешт у коришћењу аутономних возила. <b>ЈУ3</b> – Лако ћу се кретати аутономним возилом где год пожелим.	(Choi and Ji, 2015; Davis et al., 1989)
<i>Корисност – КР</i>	<b>КР1</b> – Употреба аутономног возила ће бити корисна у испуњавању мојих захтева за путовањима. <b>КР2</b> – Употреба аутономног возила ће ми смањити доживљени стрес током путовања.	(Davis et al., 1989; Zhang et al., 2019)
<i>Ставови – СТ</i>	<b>СТ1</b> – Мислим да је коришћење аутономних возила добра идеја. <b>СТ2</b> – Мислим да је коришћење аутономних возила мудра идеја. <b>СТ3</b> – Мислим да ће коришћење аутономних возила представљати задовољство.	(Davis et al., 1989; Zhang et al., 2019)
<i>Трошкови – ТР</i>	<b>ТР1</b> – Цена аутономних возила ће бити веома висока. <b>ТР2</b> – Трошкови одржавања аутономних возила ће бити веома високи.	(Petrović et al., 2022c)
<i>Жеља за коришћењем – ЖК</i>	<b>ЖК1</b> – Верујем да ћу бити спреман да користим аутономно возило уместо конвенционалног возила. <b>ЖК2</b> – Предвиђам да ћу користити аутономно возило у будућности.	(Davis et al., 1989; Zhang et al., 2019)

Дискриминантна валидност је оцењивана на основу следећег правила: корелација између факторских вредности конструкта (Factor scores) треба да буде мања од квадратног корена просечне екстраховане варијансе. Потврда дискриминантне валидности конструкта дата је у Табела 2.4. DiStefano et al. (2009) дефинише факторске вредности као композитне променљиве које доносе информације о конструкту за појединачног испитаника. У овом истраживању, факторске вредности су генерисане применом регресионог метода – метод најмањих квадрата (Thurstone, 1935). Овим поступком добијене су нове променљиве које представљају јединствене вредности конструкта за сваког испитаника посебно. Просечна вредност овако генерисане променљиве износи 0, а стандардно одступање 1.

Табела 2.3. Вредности показатеља поузданости и валидности конструкта

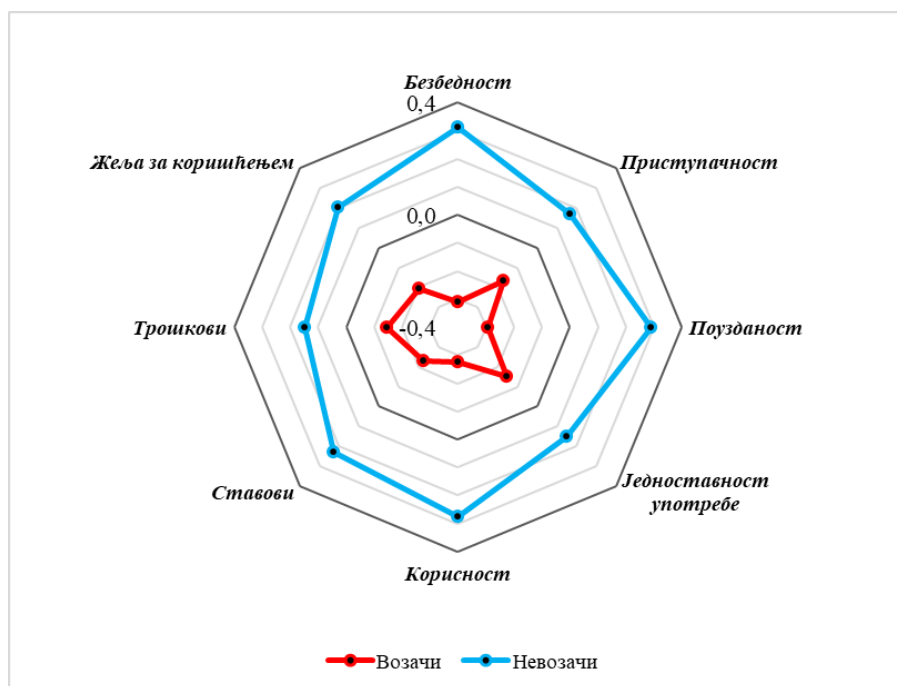
Конструкти	Искази	Просек (СО)	ФП	КА	КП	ПЕВ
Безбедност	БС1	3,40 (1,22)	0,952	0,934	0,958	0,883
	БС2	3,34 (1,22)	0,945			
	БС3	3,43 (1,25)	0,922			
Приступачност	ПР1	3,62 (1,27)	0,955	0,902	0,954	0,912
	ПР2	3,73 (1,21)	0,955			
Поузданост	ПО1	3,31 (1,16)	0,851	0,869	0,911	0,719
	ПО2	2,91 (1,27)	0,838			
	ПО3	2,94 (1,30)	0,846			
	ПО4	3,04 (1,20)	0,857			
Једноставност употребе	ЈУ1	3,66 (1,28)	0,897	0,868	0,919	0,790
	ЈУ2	3,78 (1,28)	0,880			
	ЈУ3	3,54 (1,34)	0,890			
Корисност	КР1	3,56 (1,30)	0,921	0,822	0,918	0,848
	КР2	3,36 (1,36)	0,921			
Ставови	СТ1	3,69 (1,31)	0,941	0,919	0,949	0,861
	СТ2	3,69 (1,35)	0,917			
	СТ3	3,55 (1,34)	0,926			
Трошкове	ТР1	3,83 (1,25)	0,908	0,786	0,904	0,824
	ТР2	3,47 (1,19)	0,908			
Жеља за коришћењем	ЖК1	3,37 (1,44)	0,932	0,848	0,930	0,869
	ЖК2	3,15 (1,37)	0,932			

Табела 2.4. Дискриминантна валидност конструкта

	Безбе- дност	Присту- пачност	Поузда- ност	Једноста вност упо- требе	Кори- сност	Ста- вови	Трош- кови	Жеља за кори- шћењем
Безбедност	<b>0,940</b>							
Приступачност	0,733	<b>0,955</b>						
Поузданост	0,803	0,713	<b>0,848</b>					
Једноставност употребе	0,795	0,818	0,699	<b>0,889</b>				
Корисност	0,802	0,788	0,720	0,830	<b>0,921</b>			
Ставови	0,796	0,816	0,748	0,829	0,865	<b>0,928</b>		
Трошкови	0,346	0,475	0,349	0,467	0,397	0,423	<b>0,908</b>	
Жеља за коришћењем	0,686	0,766	0,716	0,724	0,763	0,841	0,327	<b>0,932</b>

С обзиром да су све вредности поузданости и валидности исказа и конструкта имали задовољавајуће вредности, може се сматрати да одабрани искази на релевантан начин описују одабране конструкте. Факторске вредности конструкта у зависности од возачког статуса испитаника приказане су на Слика 2.6. Статистички значајне разлике уочене су у шест од осам конструкта. Невозачи са физичким инвалидитетом имају статистички значајно веће вредности код следећих конструкта: Безбедност ( $U = 2401.5$ ,  $z = -2.738$ ,  $p < 0.01$ ; возачи  $-0.223$ , невоначи  $-0.223$ ), Приступачност ( $U = 2612$ ,  $z = -2.041$ ,  $p < 0.05$ ; возачи  $-0.162$ , невоначи  $-0.162$ ), Поузданост ( $U = 2297$ ,  $z = -3.083$ ,  $p < 0.01$ ; возачи  $-0.232$ , невоначи  $-0.232$ ), Корисност ( $U = 2501.5$ ,  $z = -2.398$ ,  $p < 0.05$ ; возачи  $-0.197$ , невоначи  $-0.197$ ), Ставови ( $U = 2469.5$ ,  $z = -2.515$ ,  $p < 0.05$ ; возачи  $-0.174$ , невоначи  $-0.174$ ), и Жеља за коришћењем ( $U = 2370$ ,  $z = -2.851$ ,  $p < 0.01$ ; возачи  $-0.214$ , невоначи  $-0.214$ ). И код преостала два конструкта невоначи имају већу вредност факторских вредности, али те разлике нису статистичке значајне – Једноставност употребе ( $U = 2940$ ,  $z = -0.894$ ,  $p = 0.372$ ; возачи  $-0.103$ , невоначи  $-0.103$ ), и Трошкови ( $U = 2739.5$ ,  $z = -1.586$ ,  $p = 0.113$ ; возачи  $-0.120$ , невоначи  $-0.120$ ).





Слика 2.6. Факторске вредности конструктора у зависности од возачког статуса

У даљој анализи, као зависна променљива, усвојена је факторска вредност конструктора Жеља за коришћењем као мера намере да ће особа са физичким инвалидитетом у будућности користити аутономно возило. У следећем кораку је извршено филтрирање независних променљивих (социодемографских, медицинских и мобилности) у циљу смањења броја променљивих за креирање коначног модела. Филтрирање је извршено анализом повезаности између зависне и независних променљивих. Према препорукама Cohen (2013), када се испитује повезаност непрекидне зависне променљиве и различитих типова независних променљивих користе се:

- ⊙ Mann–Whitney U тест за категоријске променљиве са две категорије (бинарне);
- ⊙ Kruskal–Wallis H тест за категоријске променљиве са више од две категорије;
- ⊙ Коефицијент линеарне корелације за непрекидне променљиве.

Повезаност између независних променљивих и дефинисане зависне променљиве приказана је у Табела 2.5. Три социодемографске променљиве су показале статистички значајан утицај на зависну променљиву. Променљива Пол има статистички значајан утицај код свих испитаника ( $U = 2045,5$ ,  $z = -2,965$ ,  $p < 0,01$ ; мушкарци  $-0,168$ , жене  $-0,331$ ) и код невожача ( $U = 584,5$ ,  $z = -2,059$ ,  $p < 0,05$ ; мушкарци  $-0,003$ , жене  $-0,460$ ). Место становања (референта категорија: Урбано подручје) показало је значајан утицај у све три групе (сви:  $U = 2273,5$ ,  $z = -2,968$ ,  $p < 0,01$ ; урбано подручје  $-0,256$ , неурбано подручје  $-0,189$ ; возачи:  $U = 556,5$ ,  $z = -1,738$ ,  $p < 0,10$ ; урбано подручје  $-0,021$ , неурбано подручје  $-0,341$ ; невожачи:  $U = 599,5$ ,  $z = -1,951$ ,  $p < 0,10$ ; урбано подручје  $-0,420$ , неурбано подручје  $-0,009$ ). Узрок инвалидитета имао је значајан утицај међу свим испитаницима ( $U = 1832,5$ ,  $z = -2,646$ ,  $p < 0,01$ ; саобраћајна незгода/НЕ  $-0,122$ , саобраћајна незгода/ДА  $-0,333$ ) и међу возачима ( $U = 475,5$ ,  $z = -1,923$ ,  $p < 0,10$ ; саобраћајна незгода/НЕ  $-0,086$ , саобраћајна незгода/ДА  $-0,532$ ). Остале социодемографске променљиве (Старост, Приходи, образовање и Запосленост) нису показале статистички значајан утицај.

Поред тога, променљиве које су узимале у обзир медицински статус испитаника (пре свега функционално ограничење појединих делова тела – 14 променљивих) и мобилност (девет променљивих) нису показале статистички значајан утицај. Са друге стране, свих седам конструкта имали су значајан утицај на зависну променљиву (Безбедност: сви –  $r = 0,686$ , возачи –  $r = 0,628$ , невозачи –  $r = 0,719$ ; Приступачност: сви –  $r = 0,766$ , возачи –  $r = 0,717$ , невозачи –  $r = 0,804$ ; Поузданост: сви –  $r = 0,716$ , возачи –  $r = 0,715$ , невозачи –  $r = 0,690$ ; Једноставност употребе: сви –  $r = 0,724$ , возачи –  $r = 0,738$ , невозачи –  $r = 0,712$ ; Корисност: сви –  $r = 0,763$ , возачи –  $r = 0,747$ , невозачи –  $r = 0,767$ ; Ставови: сви –  $r = 0,841$ , возачи –  $r = 0,811$ , невозачи –  $r = 0,860$ ; Трошкови: сви –  $r = 0,327$ , возачи –  $r = 0,262$ , невозачи –  $r = 0,358$ ).

Табела 2.5. Повезаност независних и зависне променљиве

Променљиве	Сви	Возачи	Невозачи
<i>Социодемографске</i>			
Пол (реф: Мушкарци)	Да ( $p < 0,01$ )	Не	Да ( $p < 0,05$ )
Место становања (реф: Урбано подручје)	Да ( $p < 0,05$ )	Да ( $p < 0,10$ )	Да ( $p < 0,10$ )
Узрок инвалидитета (реф: саобраћајна незгода/ДА)	Да ( $p < 0,05$ )	Да ( $p < 0,10$ )	Не
Остале променљиве (Старост, Приходи, Образовање и Запосленост)	Не	Не	Не
<i>Медицинске</i>			
Све променљиве (функционална ограничења појединих делова тела)	Не	Не	Не
<i>Мобилност</i>			
Све променљиве (Учесталост путовања: путничким аутомобилима, јавним превозом, међуградским аутобусима, таксијем, возилима на захтев, немоторизована путовања; Број путовања, Задовољство мобилношћу, Задовољство инфраструктуром)	Не	Не	Не
<i>Конструкти</i>			
Безбедност	Да ( $p < 0,01$ )	Да ( $p < 0,01$ )	Да ( $p < 0,01$ )
Приступачност	Да ( $p < 0,01$ )	Да ( $p < 0,01$ )	Да ( $p < 0,01$ )
Поузданост	Да ( $p < 0,01$ )	Да ( $p < 0,01$ )	Да ( $p < 0,01$ )
Једноставност употребе	Да ( $p < 0,01$ )	Да ( $p < 0,01$ )	Да ( $p < 0,01$ )
Корисност	Да ( $p < 0,01$ )	Да ( $p < 0,01$ )	Да ( $p < 0,01$ )
Ставови	Да ( $p < 0,01$ )	Да ( $p < 0,01$ )	Да ( $p < 0,01$ )
Трошкови	Да ( $p < 0,01$ )	Да ( $p < 0,05$ )	Да ( $p < 0,01$ )

Променљиве које су показале статистички значајан утицај коришћене су у креирању коначних модела који истовремено узимају у обзир све променљиве. Моделирање је извршено креирањем модела Бајесовске линеарне регресије. Бајесовски приступ има многе предности у специфичним ситуацијама у односу на традиционални (фреквенционистички) приступ (Wagenmakers et al., 2018). У конкретном случају, разлози одабира овог приступа за линеарну регресију били су мала величина узорка испитаника и мали број претходних студија о овој теми.

Према дефиницији, Бајесовски приступ даје могућност добијања постериорних вероватноћа на основу претходних знања (приорних вероватноћа) и функције вероватноће прикупљених података (Gelman et al., 2004). Према Gelman et al. (2004), постериорне вероватноће параметра  $\theta$  се добијају на следећи начин (Једначина [2.1]):

$$\pi(\theta|\varphi) = \frac{\pi(\theta, \varphi)}{\pi(\varphi)} = \frac{\pi(\theta)\pi(\varphi|\theta)}{\pi(\varphi)} \propto \pi(\theta)\pi(\varphi|\theta) \quad [2.1]$$

$\pi(\theta|\varphi)$  представља постериорну расподелу параметра  $\theta$  на посматраном скупу података  $\varphi$ . Заједничка расподела вероватноће анализираниог скупа података  $\varphi$  и параметра  $\theta$  изражена је преко  $\pi(\theta, \varphi)$ .  $\pi(\theta)$  представља приорну расподелу параметра  $\theta$ , а  $\pi(\varphi|\theta)$  функцију вероватноће параметра  $\theta$ .

Генерално, постоје три типа приорних расподела: информативне (на основу претходних знања – литература, експертске процене, итд.), слабо информативне (овај приступ не носи конкретне информације већ служи за спречавање доношење нелогичних закључака), и неинформативне (без икаквих претходних знања). Иако су информативне приорне расподеле најбоље у примени Бајесовског приступа, у конкретном случају овај приступ није применљив због малог броја претходних студија. С обзиром на бројне недостатке неинформативних приорних расподела (Lemoine, 2019), у овом истраживању усвојене су слабо информативне расподеле. Lemoine (2019) разматра и вреднује неколико приорних расподела и даје препоруке које треба користити у будућим истраживањима. Између осталог, аутор предлаже нормалну-гама приорну расподелу за регресионе моделе због конзервативности процене параметара и избегавање прецењивања грешака услед малог узорка. На основу ових препорука, усвојена је следећа приорна расподела (Једначине [2.2], [2.3], [2.4]):

$$b \sim N(0, 1/\tau_b) \quad [2.2]$$

$$\tau_b \sim \text{Gamma}(\alpha, \beta) \quad [2.3]$$

$$\alpha = 0.25; \beta = 0.25 \quad [2.4]$$

Генерисање постериорних процена креираног модела извршено је применом МСМС (Monte Carlo Markov Chains) приступа. За сваки параметар генерисан је посебан „ланац“ са укупно 40.000 понављања, при чему је првих 10.000 служило за постизање конвергентности ланца и изузимано из коначних процена. Квалитет МСМС је оцењиван на основу стопе прихватања (acceptance rate) и визуелно провером дијаграма аутокорељације, трасе, хистограма и густине. За оцењивање квалитета модела и његове комплексности коришћена је Бајесовска генерализација Акаиковог информационог критеријума (Akaike Information Criterion) – DIC (The Deviance Information Criterion). Код конкретног модела, 90% Бајесовски интервал поверења (99% BCI – Bayesian credible interval) је усвојен у циљу оцене величине утицаја анализираних предиктора.

На основу усвојених приорних расподела креирана су три модела Бајесовске линеарне регресије (сви испитаници – Модел\_СВИ, возачи – Модел\_ВОЗ, невожачи – Модел\_НЕВ), чији су коефицијенти приказани у Табела 2.6. Стопе прихватања су се кретале између 0,409 и 0,432 што је у складу са препорукама Gelman et al. (2004). Такође, визуелном провером утврђене су одговарајуће вредности на дијаграмима аутокорељације, трасе, хистограма и густине. Параметри за оцену квалитета модела су показали да су квалитетнији модели који посматрају узорак испитаника парцијално, што оправдава овакав начин анализе.

Табела 2.6. Модели Бајесовске линеарне регресије

Променљиве	Модел_СВИ			Модел_ВОЗ			Модел_НЕВ		
	b	99% BCI	0,190	b	99% BCI	0,167	b	99% BCI	0,233
Пол (реф: Мушкарци)	0,089	-0,016	0,190				0,098	-0,034	0,233
Место становања (реф: Урбано подручје)	<b>-0,118</b>	<b>-0,224</b>	<b>-0,017</b>	<b>-0,155</b>	<b>-0,304</b>	<b>-0,009</b>	-0,080	-0,224	0,068
Узрок инвалидитета (реф: саобраћајна незгода/ДА)	0,012	-0,096	0,116	0,024	-0,123	0,167			
Безбедност	-0,197	-0,422	0,015	-0,250	-0,527	0,036	-0,096	-0,438	0,241
Приступачност	<b>0,256</b>	<b>0,063</b>	<b>0,435</b>	0,145	-0,089	0,368	<b>0,359</b>	<b>0,074</b>	<b>0,669</b>
Поузданост	<b>0,260</b>	<b>0,086</b>	<b>0,438</b>	<b>0,399</b>	<b>0,163</b>	<b>0,644</b>	0,040	-0,242	0,298
Једноставност употребе	0,021	-0,185	0,234	0,142	-0,119	0,417	-0,020	-0,324	0,287
Корисност	0,088	-0,117	0,292	0,158	-0,074	0,406	0,056	-0,309	0,378
Ставови	<b>0,489</b>	<b>0,270</b>	<b>0,712</b>	<b>0,319</b>	<b>0,050</b>	<b>0,618</b>	<b>0,554</b>	<b>0,256</b>	<b>0,878</b>
Трошкови	-0,074	-0,191	0,037	-0,096	-0,247	0,065	-0,027	-0,198	0,142
Константа	-0,001	-0,101	0,100	-0,040	-0,186	0,101	0,027	-0,119	0,176
$\sigma^2$	0,241			0,225			0,241		
DIC	236,3			116,4			121,3		

Четири од десет променљивих је показало статистички значајан утицај на зависну променљиву у моделу који је анализирао комплетан узорка (Модел\_СВИ). Три променљиве су конструкти: Приступачност, Поузданост и Ставови. Позитивне вредности регресионих коефицијената ових променљивих показују пропорционалну повезаност са зависном променљивом. Четврта променљива која је показала статистички значајан утицај била је место становања. С обзиром на негативан знак регресионог коефицијента ове променљиве, може се закључити да већу жељу за коришћењем аутономних возила имају испитаници који живе у урбаним подручјима. Модели који су посматрали делове узорка су донекле другачији. Прво, ови модели су анализирали мањи број променљивих, по девет. У моделу који је анализирао возаче (Модел\_ВОЗ), три променљиве су показале статистички значајан утицај (Поузданост, Ставови и Место становања), а у моделу невозача (Модел\_НЕВ) две променљиве (Приступачност и Ставови).

На основу добијених резултата, као главни резултати овог сложеног истраживања о прихватању аутономних возила од стране особа са физичким инвалидитетом, као најзначајнији закључци се издвајају:

- ☉ Невозачи са физичким инвалидитетом су склонији да користе аутономна возила у односу на возаче.
- ☉ Особе са физичким инвалидитетом које живе у урбаним подручјима више желе да користе аутономна возила.
- ☉ Жеља за коришћењем аутономних возила код особа са физичким инвалидитетом доминантно зависи од њихових схватања аутономних возила, а не од социодемографских, медицинских или навика мобилности.
- ☉ Кључна питања успешног увођења аутономних возила код особа са физичким инвалидитетом су ставови, приступачност и поверење.

Управо су ово препоруке за доносиоце одлука у циљу унапређења приступачности саобраћаја и саобраћајне једнакости за особе са инвалидитетом увођењем аутономних возила. Једно од конкретних решења било би и увођење аутономних возила у систем јавног градског превоза путника поштујући принципе приступачности, безбедности и поузданости.

## **2.6.    *Закључна разматрања***

У оквиру овог поглавља дате су основне поставке које се тичу особа са инвалидитетом и транспортних средстава које ове особе користе. С обзиром на велику бројност особа са инвалидитетом у светској популацији, за очекивати је да су и све најзначајније светске и европске институције препознале њихове проблеме као важне изазове човечанства. Један од најзначајнијих проблема са којима се сусрећу особе са инвалидитетом је приступачност саобраћају. Наиме, ова популација становника има и до 1,06 путовања мање у односу на остатак популације. Као један од најефикаснијих начина за решавање овог проблема је омогућавање особама са инвалидитетом да буду возачи. Међутим, уочене су бројне баријере које то отежавају, како у процесу стицања возачке дозволе, тако и у самом процесу вожње. Кључни корак у омогућавању особама са инвалидитетом да постану возачи јесте увођење адекватне адаптације возила у складу са потребама особа са инвалидитетом. Адаптација возила подразумева уградњу система и уређаја који ће омогућити и/или олакшати особама са инвалидитетом самостално учешће у саобраћају у својству возача, а огледа се кроз уградњу различитих система и уређаја (Системи и уређаји за седење, позиционирање и пасивну безбедност возача, Системи и уређаји за управљање возилом, Системи и уређаји за контролу кочница и акцелератора, Комбиновани системи вожње, Остали системи и уређаји). Посебан допринос решавању проблема приступачности саобраћаја доносе и савремена транспортна средства (аутономна возила), која ће омогућити већем броју особа са инвалидитетом да самостално учествују у саобраћају.

### 3. Основна обележја безбедности особа са инвалидитетом у саобраћају

Иако особе са инвалидитетом представљају једну веома хетерогену популацију, у појединим студијама које су анализирале повређивање у друмском саобраћају особе са инвалидитетом су посматране као јединствена целина (Aldred, 2018; Jernbro et al., 2020; Peiris-John et al., 2016; Petridou et al., 2003; Xiang et al., 2006). Без обзира на ограничења оваквог посматрања особа са инвалидитетом, ова истраживања доносе веома значајне проналаске са аспекта безбедности особа са инвалидитетом у саобраћају.

У оквиру Националног истраживања путовања у периоду од 2007. до 2015. године на подручју Велике Британије, Aldred (2018) је анализирао одговоре 147.185 испитаника који су износили своја искуства са аспекта учешћа у саобраћајним незгодама са посебним акцентом на повреде пешака. Као једну од шест променљивих које су коришћене у креирању модела бинарне логистичке регресије који описује искуство повређивања у саобраћајним незгодама у својству пешака, аутор је препознала променљиву „инвалидитет“. Ова променљива у истраживању није детаљно образлагана, па се може сматрати да она обухвата све врсте инвалидитета. На основу креираног модела, утврђено је да пешаци са инвалидитетом имају преко четири пута већу шансу да учествују у саобраћајним незгодама у односу на пешаке без инвалидитета.

На основу података прикупљених Националним истраживањем доступности и коришћења транспорта од стране особа са инвалидитетом у САД за 2002. годину, Xiang et al. (2006) су анализирали потенцијалну повезаности између постојања инвалидитета и ризика од настанка незгоде типа „возило-пешак“ и „возило-бициклиста“ међу децом. Од укупно 5.019 испитаника који су узели учешће у истраживању, као деца (старости од 5 до 17 година) идентификовано је њих 687. Од укупног броја деце, 299 је имало неку форму инвалидитета. Уколико је испитаник на Попису становништва 2000. године одговарао на нека питања везана за инвалидитет или испуњава услове Закона о инвалидитету или похађа специјално образовање, сматрало се да испитаник има инвалидитет. Више детаља о врсти инвалидитета испитаника није доступно. Према прикупљеним подацима, утврђено је да деца са инвалидитетом имају преко пет пута већу шансу да учествују у саобраћајним незгодама као пешак или бициклиста у односу на децу без инвалидитета.

Petridou et al. (2003) су упоређивале начине повређивања код деце са инвалидитетом у односу на децу без инвалидитета. У оквиру истраживања, анализиран је петогодишњи период (1996-2000) током ког је у бази повреда Службе хитне медицинске помоћи евидентирано 110.066 повреда деце у Грчкој, међу којима је и 251 повреда деце са инвалидитетом. Као инвалидитет сматрано је постојање моторних, психомоторних или сензорних инвалидитета који су постојали и пре повређивања. Као један од значајних закључака у овом раду је чињеница да деца са инвалидитетом чешће бивају повређена у друмском саобраћају (4,4%) у односу на децу без инвалидитета (3,6%).

На територији Новог Зеланда током 2012. године реализовано је истраживање са циљем испитивања повезаности између постојања инвалидитета код младих и начина повређивања (Peiris-John et al., 2016). Истраживање је реализовано путем анкете на узорку од 8.500 младих, а појам „инвалидитет“ је дефинисан као постојање дуготрајног функционалног ограничења. Детаљније информације о врсти инвалидитета нису наведене. На основу добијених резултата, аутори су пронашли да млади са инвалидитетом имају 53% већу шансу да буду повређени у саобраћајним незгодама у односу на младе без инвалидитета.

Jernbro et al. (2020) су реализовали истраживање о начинима повређивања у популацији младих особа (између 15 и 17 година) са инвалидитетом и без инвалидитета. У оквиру студије, анкетним истраживањем прикупљен је узорак од 4.741 младе особе са подручја Шведске, од којих је 649 имало неку врсту инвалидитета. Упоредивши начине повређивања између ове две популације уочено је да млади са инвалидитетом имају већи удео повреда у саобраћају у односу на остатак популације. Конкретно, од укупног броја повреда, повреде у саобраћају код младих са инвалидитетом чиниле су 13,9%, док је у осталој популацији 9,5%. Међутим, ове разлике нису статистички значајне. Такође, анализирајући типове инвалидитета нису уочене статистички значајне разлике са аспекта веће заступљености повреда у саобраћају.

Према истраживањима која нису стављала акценат на врсту инвалидитета могу се уочити два значајна проналазка. Прво, деца и млади са инвалидитетом имали су већи ризик учешћа и повређивања у саобраћајним незгодама. Поред тога, као ризично својство учешћа у саобраћају деце и младих са инвалидитетом препознато је пешачење. Међутим, недостатак наведених истраживања је чињеница да су особе са инвалидитетом посматране као једна хомогена целина, иако то нису. Због тога је изузетно важно анализирати основна обележја безбедности саобраћаја специфичних категорија особа са инвалидитетом. Из тог разлога, у наставку је дат преглед основних обележја безбедности особа са инвалидитетом према врсти инвалидитета. Особе са инвалидитетом су подељене у четири групе: особе са физичким инвалидитетом, особе са оштећењем слуха, особе са оштећењем вида и особе са осталим инвалидитетима (нпр. особе са интелектуалним инвалидитетом, менталним инвалидитетом, сметњама у развоју, сметњама у учењу).

### ***3.1. Особе са физичким инвалидитетом***

Приказ основних обележја безбедности саобраћаја особа са физичким инвалидитетом приказан је у зависности од својства учешћа: возачи и пешаци. Део о возачима са физичким инвалидитетом подељен је у три целине. Прва целина обухвата упоређивање динамичког саобраћајног ризика учешћа у саобраћајним незгодама (број незгода на милион пређених километара) ове категорије особа са инвалидитетом на различитим подручјима (Fitzgerald et al., 2007; Henriksson and Peters, 2004; Petrović et al., 2022d; Tong et al., 2008). Динамички саобраћајни ризик представља најадекватнију меру поређења ризика у случају када не постоје подаци о бројности специфичне популације и њиховом степену моторизације, а могуће је проценити пређену километражу. Друга и трећа целина обухватају проблеме активне и пасивне безбедности саобраћаја са којима се сусреће посматрана популација возача. Према дефиницији, активна безбедност саобраћаја има за циљ смањење броја саобраћајних незгода, док пасивна безбедност саобраћаја има за циљ да смањи последице саобраћајних незгода које су се већ догодиле (Lipovac, 2008).

У оквиру активне безбедности, акценат је стављен на способности возача да безбедно управљају возилом (Benoit et al., 2009; Horberry and Inwood, 2010; Ku et al., 2002; Pauley and Devlin, 2011; Santos et al., 2021). Са аспекта пасивне безбедности најзначајнији проблеми са којима се сусрећу особе са физичким инвалидитетом су ефикасност сигурносних појасева и ваздушних јастука у случају саобраћајне незгоде (Hu et al., 2022, 2020; Masiá et al., 2011; Prochowski et al., 2022; Schneider et al., 2016; Sybilski and Małachowski, 2021). Код анализе основних обележја безбедности пешака са физичким инвалидитетом, акценат је стављен на ризик учешћа у саобраћајним незгодама и узроке њиховог настанка (Kraemer, 2015; Kraemer and Benton, 2015; Pecchini and Giuliani, 2015).

### 3.1.1. Возачи

#### 3.1.1.1. Динамички саобраћајни ризик учешћа у саобраћајним незгодама

У једној од првих студија које анализирају безбедност особа са физичким инвалидитетом, Henriksson and Peters (2004) су разматрали искуства 793 возача из Шведске који управљају адаптираним возилима. Истраживање је реализовано анкетирањем возача са инвалидитетом у циљу бољег разумевања проблема безбедности и мобилности приликом свакодневног учешћа у саобраћају. У анализираном тро и по годишњем периоду (1996-јун 1999) забележене су 94 саобраћајне незгоде у којима су учествовала 84 анкетирани возача (око 11% узорка). Аутори су упоређивали ризике страдања анализираних популација возача са општом популацијом возача. На основу овог поређења пронађено је да возачи са инвалидитетом, у односу на општу популацију, имају незнатно већи ризик повређивања у саобраћајним незгодама (0,21:0,20 саобраћајних незгода на милион пређених километара) и нешто мањи ризик учешћа у саобраћајним незгодама (0,85:0,98). Упоредивањем 95% интервала поверења ових ризика утврђено је да не постоји статистички значајна разлика у вредности ризика између опште популације и популације возача са инвалидитетом који возе адаптирана возила.

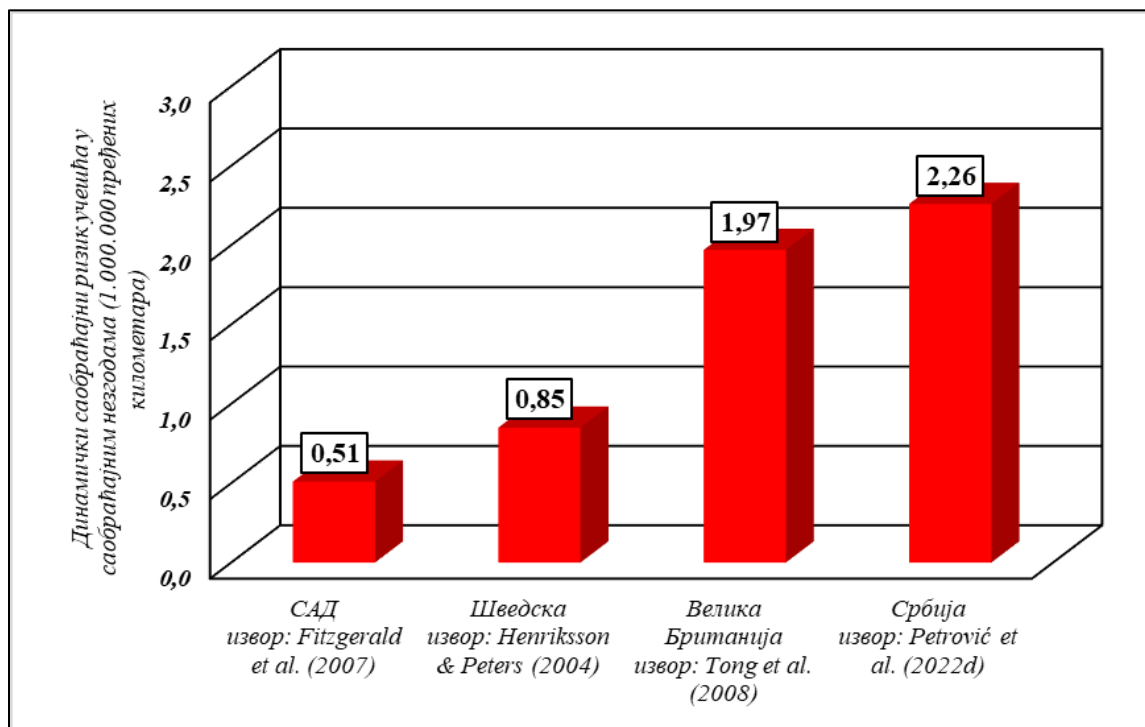
У оквиру извештаја који је разматрао податке о вожњи особа са инвалидитетом, Tong et al. (2008) су приказали истраживање које је анализирано популацију власника повластица за паркирање (Blue Badge holders), којих је у истраживању учествовало 1.615. Од укупног узорка испитаника, 8,3% њих је учествовало у саобраћајним незгодама у протеклих 5 година. Узимајући у обзир пређену километражу испитаника уочава се да ова популација возача са инвалидитетом има ризик учешћа у саобраћајној незгоди који износи 1,97 на милион пређених километара.

Још једно значајно истраживање реализовано је на узорку популације која користи инвалидска колица (Fitzgerald et al., 2007). Истраживање је реализовано међу 596 испитаника са подручја САД у периоду од јуна 2002. до новембра 2003. године. Без обзира на својство учешћа у саобраћају, 19,5% испитаника је рекло да је учествовало у саобраћајној незгоди у протекле 3 године. Посебно значајан податак представља чињеница да је чак 24% возача са инвалидитетом учествовало у саобраћајним незгодама, док је значајно мање путника доживело саобраћајну незгоду (8% у приватним возилима, 6% у средствима јавног превоза путника). Анализирајући ризик учешћа у саобраћајним незгодама на милион пређених километара добијена је вредност ризика за возаче која износи 0,51 саобраћајна незгода на милион пређених километара.



На подручју Србије реализовано је истраживање које је анализирано број саобраћајних незгода у којима је учествовало 65 возача који користе ручне команде током вожње (Petrović et al., 2022d). На основу истраживања, утврђено је да 27,7% возача има искуства учешћа у најмање једној саобраћајној незгоди у својству возача у периоду од када управљају возилом са ручним командама. Узимајући у обзир податке о просечној годишњој пређеној километражи и просечном возачком стажу са ручним командама може се проценити динамички саобраћајни ризик учешћа у саобраћајној незгоди – 2,26 саобраћајних незгода на милион пређених километара.

Упоређивањем динамичког саобраћајног ризика учешћа у саобраћајним незгодама особа са инвалидитетом у својству возача може се уочити да је највећи ризик забележен код популације у Србији (Слика 3.1). Ови подаци добијају додатно на тежини када се узме у обзир да су подаци из других земаља значајно старији у односу на податке у Србији. Оправдано је очекивати да су ризици учешћа у саобраћајним незгодама возача са инвалидитетом у САД, Шведској и Великој Британији данас још и мањи него што су то били у годинама истраживања. Ова претпоставка се заснива на очекиваном унапређењу безбедности система и уређаја који се уграђују у возила за потребе возача са инвалидитетом и генералним унапређењем безбедности саобраћаја у овим земљама.



Слика 3.1. Динамички саобраћајни ризик учешћа у саобраћајним незгодама особа са физичким инвалидитетом у својству возача

### 3.1.1.2. Активна безбедност

Norberry and Inwood (2010) су спровели истраживање са циљем дефинисања нормативних захтева приликом статичких испитивања опреме која се уграђује за потребе особа са инвалидитетом. Експериментално испитивање је извршено у Центру за мобилност Уједињеног Краљевства и обухватало је три области: управљање, силу приликом кочења и време реакције. Експериментом су прво прикупљени резултати за популацију испитаника без инвалидитета (154 испитаника), а затим за популацију испитаника са инвалидитетом (52 испитаника). Упоређивањем резултата тестова у посматране три категорије утврђено је да особе без инвалидитета имају боље перформансе вожње на великом броју тестова. Статистички значајне разлике уочене су на тестовима обртног момента точка управљача и тесту остваривања силе приликом кочења. Ови резултати су показали да ова популација возача са инвалидитетом има значајан проблем са аспекта снаге током вожње. На преосталим тестовима (тест способности управљања точком управљача, тестови времена реакције – аудио, визуелни, лампице) нису уочене статистички значајне разлике.

У истраживању које је имало за циљ да испита оптерећење током вожње након преласка са конвенционалног начина управљања возила на управљање са ручним командама, Veinot et al. (2009) су пронашли да је вожња ручним командама значајно захтевнија. Само истраживање је извршено на узорку од 54 испитаника из Канаде који су возили руту дугачку 30 километара на два начина. Први начин је подразумевао конвенционални начин вожње, а други управљање ручним командама заједно са инструктором вожње. Важно је нагласити да су у возилу у ком је вршено истраживање биле инсталиране и дупле команде које је у случају потребе могао да користи инструктор. На основу NASA Task Load Index-а (NASA TLX) извршена је евалуација возачког оптерећења у четири различита возачка окружења (маневри паркирања, вожња кроз насељено место, вожња ван насеља или аутопутем и вожња у условима повећане густине саобраћаја). Упоређивањем NASA TLX уочено је да су возачи приликом вожње ручним командама имали значајно већи ниво возачког оптерећења у односу на конвенционални начин вожње. Ове разлике су остале статистички значајне чак и након 30 пређених километара. Аутори закључују да овакви резултати указују на потребу процеса поновне обуке када возач мора да пређе са конвенционалног управљања возилом на управљање ручним командама.

Употребом симулатора вожње на Универзитету у Сао Паолу, Бразил, Santos et al. (2021) су упоређивали времена реакције кочења за 20 возача са инвалидитетом и 20 возача без инвалидитета. Карактеристично за возаче са инвалидитетом је чињеница да су били у питању возачи са параплегијом који током своје свакодневне вожње користе ручне команде. Упоређивањем резултата времена реакције кочења аутори нису пронашли статистички значајну разлику између две групе испитаника. Наиме, просечно време реаговања кочењем за возаче са инвалидитетом износило је 0,92 секунде и за 0,02 је дуже у односу на возаче без инвалидитета. Оно што брине је закључак да са порастом возачког стажа возача са параплегијом расте време реакције кочења, просечно 0,017 секунди годишње.

Применом симулатора вожње, Ku et al. (2002) су анализирали разлике између перформанси вожње између 15 возача са инвалидитетом (повреда кичмене мождине) и 10 возача без инвалидитета. Возачи са инвалидитетом су користили симулатор применом ручних команди, а возачи без инвалидитета користећи конвенционалне команде. Истраживање је реализовано на узорку испитаника из Јужне Кореје. Симулатором је обухваћено 18 секција пута, при којима је вршено праћење просечне брзине, могућности управљања, држање правца, поштовање светлосне саобраћајне сигнализације и трајање вожње.

Упоредивањем резултата за ове параметре утврђено је да не постоји статистички значајна разлика између две посматране групе. Међутим, на 9 од 18 анализираних сегмената утврђено је да особе које управљају возилом ручним командама возе значајно мањом брзином у односу на општу популацију, али то не утиче на укупне резултате. Аутори посебно истичу велику корист оваквог начина обуке у смислу смањења страха возача са инвалидитетом у вожњи.

У студији која је имала за циљ истраживање разлика у укупном времену реакције између популације возача које користе протезе на месту доњих екстремитета и опште популације, Pauley and Devlin (2011) су реализовали експериментално истраживање које је анализило 10 возача са инвалидитетом и 13 возача без инвалидитета (контролна група). Истраживање је реализовано на узорку испитаника из Канаде који користе протезу најмање годину дана. У склопу експеримента, мерено је време реакције у два случаја. Време реакције испитаника када су фокусирани на само једну активност и време реакције када постоје две активности. У случају када су возачи фокусирани само на једну активност, нису уочене статистички значајне разлике у времену реаговања међу групама. Међутим, када је фокус усмерен на две активности, особе са ампутираним екстремитетима имали су значајно дуже време реакције (преко 150 ms).

### 3.1.1.3. Пасивна безбедност

У великој студији која се бавила унапређењем безбедности превоза особа са инвалидитетом који користе инвалидска колица, једно од кључних питања било је ефикасност сигурносних појасева у случају саобраћајне незгоде (Schneider et al., 2016). На основу узорка незгода у којима су учествовали возачи у инвалидским колицима у САД, аутори проналазе да сигурносни појасеви нису у потпуности прилагођени потребама ових особа. Наиме, од укупно 69 саобраћајних незгода или конфликта у само 29% случајева су особе у инвалидским колицима користиле на адекватан начин систем пасивне заштите. Важно је истаћи и чињеницу да је већина ситуација представљала чеоне сударе. Као кључни проблем уочено је неефикасно позиционирање појаса на груди возача услед положаја наслона за руке на инвалидским колицима. Овакав положај сигурносног појаса значајно повећава ризик од настанка повреда груди и стомака у случају саобраћајне незгоде. С обзиром на то, аутори ове студије су предложили неколико решења који би унапредили пасивну безбедност возача у инвалидским колицима.

Hu et al. (2020) су покушали да дају одговор на питање да ли треба искључити ваздушне јастуке у возилу када се превозе особе у инвалидским колицима. Са тим циљем, аутори су спровели експеримент у ком практично тестирају ефекте ваздушних јастука и употребе сигурносног појаса код ове популације возача, у контролисаним условима. Експериментом је симулиран чеони судар возила са непокретном препреком при брзини од 48 km/h, у ком силе успорења достижу вредност од 20-g. Током експеримента, мењане су димензије возача-лутке (мушкарац – средња величина и жена – мала величина), адекватност везивања појаса (некоришћење, небезбедно коришћење и безбедно коришћење) и угао судара (0, 15 и 30 степени). Највеће последице судара уочене су у ситуацијама када није коришћен сигурносни појас или употреба појаса није прилагођена возачу са инвалидитетом. Активирање ваздушних јастука показало је значајан ефекат у смањењу повреда главе и врата, без обзира на начин употребе сигурносног појаса. Међутим, проблем је уочен у случајевима када особа са инвалидитетом седи јако близу точка управљача, тако да у тренутку судара возач грудима удара у точак управљача пре него што се активира ваздушни јастук. Оваква ситуација може довести и до смртног исхода, па се препоручује деактивирање ваздушних јастука. Аутори остављају отворено питање везано за ефикасност ваздушних јастука када су у возилу уграђене ручне команде или помоћни уређаји на точку управљача.

Управо на питање о ефикасности ваздушних јастука када постоје уређаји уграђени на точку управљача корисне информације су дали Masiá et al. (2011). На основу статичког испитивања активације ваздушних јастука, аутори су оцењивали у коликој мери уграђени уређаји на точку управљача смањују ефикасност ваздушних јастука. У оквиру студије, испитиване су три врсте уређаја које се уграђују на точак управљача: класична ручица (печурка), „tri-pin“ ручица и концентрични уређај за убрзавање (прстен на точку управљача). Експериментом, аутори су закључили да се уређаји који стоје непосредно испред точка управљача не смеју уграђивати када су ваздушних јастуци активни. Конкретно, концентрични уређај за убрзавање онемогућава адекватну активацију ваздушних јастука, док „tri-pin“ ручица у мањој мери смањује могућност ефективне активације ваздушних јастука али додатно повећава ризик од повреда руке током експлозије. Класична ручица се показала као уређај који има најмањи негативан ефекат на пасивну безбедност саобраћаја.

Утицај уграђених уређаја на точку управљача на пасивну безбедност возача са инвалидитетом био је предмет још једног истраживања (Prochowski et al., 2022). Уз помоћ програма PC Crash, аутори су испитивали у коликој мери уградња уређаја на точку управљача повећава ризик од повређивања у случају незгоде. У ту сврху, аутори су креирали експеримент у ком су варирали различите положаје уређаја на точку управљача и упоређивали их са истим експерименталним условима за случај када не постоје додатни уређаји. Поред положаја додатног уређаја, аутори су варирали и брзине судара. Положај ручице који се показао као најнебезбеднији је положај на врху точка управљача. Код оваквог положаја, највећа је вероватноћа настанка повреда возача. Просечно, постојање уређаја на точку управљача повећава ризик од настанка повреда за 15%.

Значајно истраживање о утицају промене тежишта масе возача на ефикасност система пасивне безбедности у случају када је на возилу уграђена ручица на точку управљача или ручне команде са десне стране реализовали су Sybilski and Małachowski (2021). Промена тежишта масе возача последица је ампутације одређених екстремитета. Креирањем нумеричког модела коначних елемената и симулацијама у софтверским пакетима извршена је евалуација различитих сценарија. На основу симулација, аутори су закључили да постојање уграђених уређаја (без обзира који уређај је у питању) негативно утиче на пасивну безбедност возача. Разлог проналасе у чињеници да обе руке возача нису на точку управљача, па услед судара долази до ротације карличног дела и након удара у ваздушни јастук, тело се не враћа у првобитни положај што може изазвати озбиљне повреде врата. Поред тога, код модела код ког је извршена ампутација леве ноге уочено је значајно повећана ротација рамена и грудног коша, док је код модела код ког је извршена ампутација десне руке уочена повећана ротација рамена. Оно што су аутори такође нагласили је и мања кинетичка енергија приликом судара услед мање масе возача са инвалидитетом.

У свим претходним студијама фокус је био на анализи пасивне безбедности возача са физичким инвалидитетом приликом чеоних судара. Подстакнути том чињеницом, Hu et al. (2022) су анализирали проблеме пасивне безбедности који настају током бочног судара код путника у инвалидским колицима који се превозе на месту до возача. Аутори су тестирали седам сценарија бочних судара при брзини удара од 30 km/h и максималним успорењем које достиже 24-g. Анализом резултата је утврђено да су ваздушни јастуци у возилу веома ефикасни у случају када је бочни судар са леве стране. Међутим, приликом симулације бочног судара са десне стране, уочена је могућност испадања путника из инвалидских колица, што може значајно повећати његов ризик од повређивања.

### 3.1.2. Пешаци

У истраживању чији је циљ био да анализира ризик страдања у саобраћајним незгодама пешака који се крећу у инвалидским колицима, Kraemer and Benton (2015) су анализирали FARS (Fatality Analysis Reporting System) базу података о саобраћајним незгодама са погинулима и платформу за претрагу вести LexisNexis. Разлог за овакав начин истраживања био је недостатак променљивих у оквиру FARS базе података које би адекватно описале учешће у саобраћајним незгодама пешака у инвалидским колицима. Истраживање је реализовано на територији САД за период од 2006. до 2012. године током ког су евидентиране 252 саобраћајне незгоде са пешацима у инвалидским колицима. Анализом стопе смртности, аутори су пронашли да је ризик смртог страдања у саобраћајним незгодама 36% већи за пешаке у инвалидским колицима у односу на остатак популације. Као посебно ризична категорија пешака у инвалидским колицима издвојили су се средовечни мушкарци. У оквиру анализе овако високог ризика аутори су препознали неколико значајних проблема који се тичу ове групе пешака. Као најзначајнији проблеми истичу се неприлагођеност саобраћајне инфраструктуре потребама пешака у инвалидским колицима и понашање пешака приликом преласка улице (нпр. прелазак улице на местима где саобраћајном сигнализацијом то није предвиђено, небезбедно започињање преласка коловоза што проузрокује неблагоприятно уочавање пешака итд.).

Идентичне проблеме учешћа у саобраћају пешака у инвалидским колицима, Kraemer (2015) је идентификовао и приликом анализе саобраћајних незгода са повређеним лицима. Према Националном електронском систему надзора повреда (National Electronic Injury Surveillance System – NEISS), у периоду од 2002. до 2010. године процењен је број од 9.348 повређених пешака у саобраћајним незгодама приликом коришћења инвалидских колица на подручју САД. Слично као и у истраживању у ком су анализирана лица која су смртно страдала у овој популацији, најризичнија категорија учесника у саобраћају били су средовечни мушкарци.

На територији италијанског града Парма, реализовано је истраживање са циљем анализе понашања у саобраћају пешака са инвалидитетом (Pecchini and Giuliani, 2015). У оквиру истраживања анализирано је понашање пешака који користе инвалидска колица у различитим саобраћајним окружењима (преласци на пешачким прелазима код кружних токова и у стамбеним блоковима). Укупно је анализиран 261 прелазак улице учесника у истраживању. Добијени резултати су показали да је особама које се крећу у инвалидским колицима прелазак улице изузетно захтеван задатак. Овај закључак се огледа кроз време доношења одлуке за започињање преласка улице које је значајно дуже у односу на остатак популације. Овакви резултати су добијени без обзира на тип пешачких прелаза. Конкретно, особе које користе инвалидска колица имају од 1,78-1,99 већу шансу да пролонгирају време чекања за безбедан прелазак улице у односу на особе без инвалидитета или са оштећењем слуха.

## 3.2. Особе са оштећењем слуха

У досадашњим истраживањима безбедности у саобраћају особа са оштећењем слуха ова популација особа са инвалидитетом је посматрана у својству возача и пешака. Према томе, преглед најважнијих истраживања о основним обележјима безбедности у саобраћају особа са оштећењем слуха дат је према ова два својства учешћа у саобраћају. Код истраживања која разматрају возаче са оштећењем слуха уочавају се две доминантне тематске целине. Прва целина подразумева ризик учешћа у саобраћајним незгодама (Green et al., 2013; Gresset and Meyer, 1994; Ivers et al., 1999; McCloskey et al., 1994; Picard et al., 2008), а друга способности возача са оштећењем слуха да безбедно учествују у саобраћају (Herbert et al., 2016; Hickson et al., 2010; Thorslund et al., 2014, 2013). Са друге стране, у истраживањима која су анализирали безбедност пешака фокус је на ризицима страдања и утицајним факторима који доводе до саобраћајних незгода (Dultz et al., 2013; Mann et al., 2007; Roberts and Norton, 1995).

### 3.2.1. Возачи

#### 3.2.1.1. Ризик учешћа у саобраћајним незгодама

Једна од првих студија која је узела у обзир ризик учешћа у саобраћајним незгодама возача са оштећењем слуха реализована је у САД (McCloskey et al., 1994). У оквиру овог истраживања, аутори су ставили фокус на особе старије од 65 година које су доживеле повреде у саобраћајним незгодама у периоду од 1987. до 1988. године. Од укупног броја повређених, 235 је пристало да учествује у истраживању. Поред жртава саобраћајних незгода, као контролна група анализирано је 448 особа исте старости, који су у анализираном периоду били возачи, али нису учествовали у саобраћајним незгодама. Релевантне информације о обе групе испитаника су прикупљане на основу анкете. На основу добијених резултата, није уочен утицај постојања оштећења слуха на ризик повређивања у саобраћајној незгоди. Једини значајан закључак повезан са оштећењем слуха је чињеница да су особе које користе апарат за корекцију слуха имале 2,1 пута већу шансу повређивања у саобраћајној незгоди у својству возача.

Још једна студија која је анализирали учешће у саобраћајним незгодама особа са оштећењем слуха у фокус је ставила нешто старију популацију становништва, преко 49 година (Ivers et al., 1999). Истраживање је реализовано на узорку од 2.326 возача из Аустралије, од којих је 5,8% учествовало у саобраћајним незгодама у својству возача у протеклих 12 месеци. На основу реализоване анализе, возачи који имају оштећење слуха имали су већу вероватноћу учешћа у саобраћајној незгоди, али ти резултати нису статистички значајни. Међутим, као статистички значајне променљиве које утичу на вероватноћу настанка саобраћајних незгода препознате су средњи ниво оштећења слуха и оштећење слуха само на десном уху (1,9 пута већи ризик учешћа у саобраћајној незгоди).

Gresset and Meyer (1994) су испитивали утицај различитих врста инвалидитета и болести возача на учешће у саобраћајним незгодама особа старијих од 70 година. Увидом у базу података Друштва ауто осигурања Квебек, Канада, пронађено је 1.400 возача старијих од 70 година који су учествовали у саобраћајним незгодама са лаким телесним повредама или са материјалном штетом. Аутори су ову популацију поредили са 2.636 насумично изабраних возача исте старосне доби (контролна група). У анализираним групама, особе са оштећењем слуха чиниле су 4-5% узорка. Упоредивањем учешћа у саобраћајним незгодама анализираних и контролне групе, уочено је да особе са оштећењем слуха немају различит ризик учешћа у саобраћајним незгодама.

У још једном истраживању утицаја оштећења слуха на ризик учешћа у саобраћајним незгодама коришћени су подаци Друштва ауто осигурања Квебек, Канада (Picard et al., 2008). У оквиру истраживања, аутори су ставили акценат на раднике који су у свакодневном раду изложени повећаном интензитету буке. Узорак у истраживању чинило је 46.030 радника мушког пола са важећом возачком дозволом који су најмање једном у периоду од 1985. до 2001. године имали лекарски преглед којим је испитиван њихов квалитет слуха. Од укупног броја испитаника, 38,8% њих је имало неку врсту оштећења слуха, а 24,8% је учествовало у најмање једној саобраћајној незгоди. Најзначајнији закључак овог истраживања је чињеница да са порастом нивоа оштећења слуха расте ризик учешћа у саобраћајној незгоди. Конкретно, шансе да ће особа са оштећењем слуха учествовати у саобраћајној незгоди у односу на остатак анализираних популације се крећу од 1,06 (оштећење слуха од 16-30 dB) до 1,31 (оштећење слуха преко 51 dB).

Green et al. (2013) су анализирали постојање повезаности између постојања оштећења слуха и учешћа у саобраћајним незгодама возача старијих од 70 година. Истраживање је спроведено на подручју савезне државе Алабаме и обухватило је 2.000 возача. На основу лекарског прегледа и упитника о општем здравственом стању прикупљени су подаци о постојању оштећења слуха код испитаника, док су подаци о учешћу у саобраћајним незгодама испитаника добијени од Одељења за безбедност саобраћаја Алабаме. Анализом прикупљених података, аутори проналазе да постојање оштећења слуха не утиче на ризик учешћа у саобраћајној незгоди.

### 3.2.1.2. *Способности*

Nickson et al. (2010) су разматрали утицај постојања аудио и визуелне дистракције на способност војње код возача са оштећењем слуха. Истраживање је подразумевало експериментално испитивање у реалним саобраћајним условима 107 возача из Аустралије старости од 62 до 88 година, различитог нивоа квалитета слуха (45% испитаника имало је одређени ниво оштећења слуха). Параметри коришћени за мерење способности војње били су време путовања задатом трасом, учечавање саобраћајних знакова, учечавање ризичних ситуација и њихово избегавање и перцепција безбедног растојања. Аудио и визуелна дистракција подразумевала је да возач током војње решава просте математичке задатке који су били задати у зависности од типа дистракције гласовном поруком или на екрану поред точка управљача. На основу реализованог експерименталног истраживања, аутори су пронашли да возачи са средњим и већим оштећењем слуха (оштећење преко 40 dB) имају значајно лошије перформансе војње у случају присуства дистракције.

Thorslund et al. (2013) су истраживали ефекте когнитивног оптерећења током војње у ситуацијама са различитим нивоом комплексности међу популацијом возача са и без оштећења слуха. Истраживање је реализовано међу 24 испитаника са оштећењем слуха (преко 40 dB) и 24 испитаника са нормалним нивоом слуха на подручју Шведске. Просечна старост испитаника износила је око 60 година. Процедура експеримента одвијала се у реалним условима у којима су возачи имали три задатка: основна војња, реаговање на конфликтне ситуације и паркирање. Поред реализовања активности везаних за војњу, пред испитанике је постављен и секундарни задатак који се састојао у гледању и понављању четири слова која су приказана на екрану. Упоредивањем начина војње (просечна брзина, одступање од трајекторије пута) нису уочене разлике код основне војње између анализираних две популације. Међутим, у случају комплекснијих возачких активности или постојања секундарних активности, возачи са оштећењем слуха су имали нешто лошије резултате. Лошији резултати су се огледали кроз спорију војњу и мањи фокус на секундарни задатак.

У студији која је представљала наставак претходне студије, на истом узорку испитаника, Thorslund et al. (2014) су испитивали когнитивно оптерећење анализирајући визуелно понашање возача током вожње. Као индикатори визуелног понашања анализирани су: број скидања погледа са пута, временски период током ког поглед није усмерен на пут, просечна и максимална дужина трајања једног скидања погледа са пута и проценат времена гледања ван пута. Секундарни задатак стављен пред возаче био је исти као и у претходном истраживању. На основу истраживања, аутори су пронашли да особе са оштећењем слуха чешће скидају поглед са коловоза и то у краћим интервалима и збирно краће гледају на коловоз. Поред тога, возачи са оштећењем слуха су имали лошије резултате на секундарном задатку. Ове проналаске, аутори су објаснили потребом возача са оштећењем слуха да се током вожње осећају безбедно па недостатак слуха надокнађују чешћим визуелним уверавањем у кретање других учесника у саобраћају и мање обраћају пажњу на секундарне активности.

Herbert et al. (2016) су упоређивали способност вожње код особа са нормалним нивоом слуха и у случају када постоји симулирано оштећење слуха. Истраживање је реализовано на подручју Уједињеног Краљевства и обухватило је 36 испитаника чија је просечна старост била око 28 година. Експеримент је реализован у симулатору у ком су испитаници возили идентичну руту у нормалним околностима и у условима када је симулирано оштећење слуха. Способност вожње је посматрана кроз попречни положај у траци и начин посматрања коловоза. Упоредно са вожњом у симулатору пред испитанике је стављен задатак да одговоре на просте математичке задатке, као вид аудитивне дистракције (секундарни задатак). Поређењем добијених резултата утврђено је да не постоје статистички значајне разлике у анализираним перформансама вожње у односу на постојање симулираног оштећења слуха. Међутим, уочени су лошији резултати код решавања секундарног задатка када је симулирано оштећење слуха.

### 3.2.2. Пешаци

Roberts and Norton (1995) су анализирали популацију деце (до 15 година) која су погинула или била повређена у саобраћајним незгодама и упоређују га са контролном групом деце која нису учествовала у саобраћајним незгодама. Истраживање је обухватило жртве саобраћајних незгода у периоду од јануара 1992. до марта 1994. године на подручју Окленда, Нови Зеланд. У анализираном периоду, настрадало је 190 деце у саобраћајним незгодама, а као контролна група узет је узорак од 479 испитаника. Истраживање је реализовано интервјуисањем родитеља, који су, поред осталог, наводили да ли њихова деца имају проблеме са слухом. На основу прикупљених података, аутори су пронашли да деца са оштећењем слуха имају 73% већу шансу да буду повређена у саобраћајним незгодама у својству пешака у односу на децу са нормалним слухом. Ипак, с обзиром на релативно малу величину узорка, ови резултати нису статистички значајни.

У још једном истраживању учешћа у саобраћајним незгодама деце са оштећењем слуха, Mann et al. (2007) су истраживали медицинске податке из статистичког извештаја савезне државе Јужна Каролина о начину повређивања деце. Анализиран је период од 2002. до 2003 године током ког су обухваћени подаци о пружању услуга медицинске заштите у здравственим установама. У посматраном периоду, евидентирано је 1.010 повреда међу децом са оштећеним слухом и 91.591 у контролној групи (деца без оштећења слуха). На анализираном узорку, повреде у саобраћајним незгодама у својству пешака рангиране су на петом месту по учесталости у обе групе.



Поред тога, није уочена значајна разлика између ове две групе са аспекта релативне учесталости незгода. Наиме, код деце са оштећењем слуха интервенције због последица саобраћајне незгоде су забележене у 0,59 случаја на 100 интервенција, док је код контролне групе ова стопа незнатно мања и износи 0,50.

Dultz et al. (2013) су анализирали страдање рањивих учесника у саобраћају у урбаним условима града Њујорка. Аутори истраживања су интервјуисали особе које су учествовале у саобраћајним незгодама у својству пешака или бициклисте у периоду од 2008. до 2011. године. Водећи рачуна о избалансираност узорка, интервјуисано је 1.457 рањивих учесника који су учествовали у саобраћајним незгодама. Међу бројним променљивим које су показале статистички значајан утицај уочава се и оштећење слуха. Наиме, рањиви учесници који су имали оштећење слуха имају 2,24 пута већу шансу да доживе теже последице саобраћајних незгода у односу на учеснике без ове врсте инвалидитета.

### 3.3. Особе са оштећењем вида

Поред учешћа у својству пешака, у зависности од нивоа оштећења вида, особе са овим инвалидитетом могу да учествују у саобраћају и у својству возача. Анализом учешћа у својству возача особа са оштећењем вида до сада се бавио велики број аутора, а као најважније тематске целине могу се уочити ризик учешћа у саобраћајним незгодама (Piyasena et al., 2021; Wood et al., 2022) и способност безбедног учешћа у саобраћају возача (Owsley and McGwin, 2010; Wood, 2022). Имајући у виду велики број истраживања о овим темама, приказани су репрезентативни литерарни прегледи који су се бавили идентификованим целинама. Са друге стране, код пешака са оштећењем вида фокус је првенствено на способности безбедног учешћа у саобраћају (Ashmead et al., 2005; Guth et al., 2012; Hassan, 2012), док о ризицима учешћа постоје тек спорадични подаци (Dultz et al., 2013; Roberts and Norton, 1995).

#### 3.3.1. Возачи

##### 3.3.1.1. Ризик учешћа у саобраћајним незгодама

У литерарном прегледу истраживања која су се бавила ризиком учешћа у саобраћајним незгодама особа са оштећењем вида, Wood et al. (2022) су пронашли 39 радова из ове области. У циљу систематизације литературе, аутори су груписали истраживања према различитим врстама оштећења вида. Највећи број студија (15) анализирао је утицај оштрине вида на ризик учешћа у саобраћајним незгодама. На основу анализе утицаја овог оштећења, аутори су закључили да постојање мањег нивоа оштећења оштрине вида нема значајан утицај на ниво ризика. Значајан број студија (12) бавио се и темом оштећења видног поља возача. Генерални закључак аутора говори да постојање овог оштећења вида код старијих возача значајно увећава ризик учешћа у саобраћајним незгодама. На основу овог проналаска, аутори су закључили да један од кључних критеријума за добијање/продужење возачке дозволе треба да буде управо квалитет видног поља возача. Даље, аутори су анализирали и честе дијагнозе које се односе на специфична оштећења вида, као што су катаракта, глауком, дегенерација макуле услед старости, генетске болести мрежњаче и хемианопсија. Прегледом литературе утврђено је да постојање неке од ових дијагноза у различитим истраживањима може имати различит утицај на ризик учешћа у саобраћајној незгоди, па се не може извући једнозначан закључак о утицају ових дијагноза.

У још једној студији која је анализирала повезаност особа са оштећењем вида и ризика учешћа у саобраћајним незгодама, Riyasena et al. (2021) су ставили акценат на популацију возача из ниско и средње развијених земаља света. Анализом релевантне литературе, аутори су пронашли укупно 29 истраживања која су испуњавала све услове неопходне за укључивање у анализу. Мета анализом обједињена је литература која се односила на специфичне проблеме оштећења вида у циљу добијања јединствених закључака. Као најзначајније врсте оштећења, аутори су пронашли оштећење оштрине вида, оштећење видног поља и неразликовање боја. Постојање нека од ова три стања благо увећава вероватноћу учешћа у саобраћајним незгодама. Конкретно, постојање оштећења оштрине вида повећава ризик учешћа у саобраћајној незгоди за 46%, постојање оштећења видног поља за 36%, а неразликовање боја за 36%.

### 3.3.1.2. *Способности*

Owsley and McGwin (2010) су реализовали истраживање у ком анализирају објављену литературу до 2010. године везано за утицај оштећења вида возача на способност безбедне вожње. Аутори су анализирали литературу у зависности од врсте оштећења вида са којим се возач суочава. Идентификовани проблеми оштећења вида били су: оштрина вида, видно поље, осетљивост на контрасте, брзина процесуирања визуелних информација и постојање вида на само једном оку. Прегледом литературе, аутори су пронашли да особе које имају проблем оштрине вида имају способност да безбедно управљају возилом. Међутим, код особа које имају овај проблем забележена је лошија идентификација саобраћајне сигнализације и ризичних ситуација. Проблем видног поља возача негативно утиче на уочавање саобраћајних знакова и препрека, као и на време реакције. Са друге стране, ова врста ограничења вида није имала негативан утицај на процену брзине и потребног пута за заустављање. Даље, аутори су пронашли да лошија осетљивост возача на контрасте као и проблем брзине процесирања визуелних информација значајно утиче на лошије уочавање саобраћајне сигнализације, препрека и пешака. Значајан закључак аутора представљала је и чињеница да се способности возача да безбедно управљају возилом не разликују у зависности од дисфункције једног ока.

Литерарни преглед који је извршила Wood (2022) практично се наставља на истраживање претходних аутора ажурирањем са новим студијама. Такође, проблеми са видом који су анализирани су доста слични: оштрина вида, видно поље, осетљивост на контрасте, брзина процесуирања визуелних информација и осетљивост на покрете. Допринос овог истраживања представљају пре свега нови проналасци везани за способности управљања возилом возача са поменутих оштећењима вида. Нови проналасци су додатно потврдили резултате претходног истраживања, и као најважније проблеме возача са оштећењем вида идентификовали су лоше опажање саобраћајне сигнализације, лоше уочавање препрека на путу и касно уочавање пешака, нарочито у ноћним условима саобраћаја.

### 3.3.2. *Пешаци*

У истраживању које је анализирало утицај оштећења слуха на настанак саобраћајне незгоде, Roberts and Norton (1995) су анализирали и утицај оштећења вида међу популацијом деце (до 15 година) која су смртно страдала или била повређена у саобраћајним незгодама и упоређују га са контролном групом деце која нису учествовала у саобраћајним незгодама. Аутори су пронашли да деца са оштећењем вида имају 4,25 пута већу шансу да учествују у саобраћајним незгодама у својству пешака у односу на децу са нормалним видом.

У још једном истраживању које је анализирано утицај променљиве оштећење слуха на учешће у саобраћајним незгодама, разматрано је оштећење вида (Dultz et al., 2013). У групи променљивих које нису показале статистички значајан утицај уочена је и променљива оштећење вида. Наиме, рањиви учесници који су имали оштећење вида имају 32% већу шансу да доживе теже последице саобраћајних незгода у односу на учеснике без ове врсте инвалидитета, међутим, овај закључак није статистички значајан.

У истраживању реализованом у САД, Nassan (2012) је упоређивао преласке улице код три групе пешака са аспекта квалитета вида: нормални ниво вида, оштећење вида и слепи. Истраживање је реализовано у реалним саобраћајним условима, у којима пешаци треба да пређу улицу која има укупно шест саобраћајних трака. Из сваке групе пешака у истраживању је учествовало најмање десет испитаника, а укупно 32. У циљу оцене безбедности прелазака улице, аутор је дефинисао оптимално време између наилаaska возила и започињања преласка улице. У односу на овај период дефинисан је ниво безбедности преласка улице. Поређењем прелазака улице три дефинисане групе пешака, аутори су пронашли најнебезбедније преласке врше слепе особе, док приликом поређења понашања особа са нормалним видом и са оштећењем вида не постоје статистички значајне разлике. Конкретно, слепе особе су имале 5,5 пута већу шансу да започну прелазак улице у временском интервалу који се може сматрати мање безбедан у односу на особе са нормалним видом. Значајно је истаћи да особе са нормалним видом имају безбеднији прелазак улице чак и када улицу прелазе затворених очију.

Узимајући у обзир све учесталије регулисање саобраћаја кружним токовима на раскрсницама, Ashmead et al. (2005) су покушали да одговоре на питање како ће се у овим новим саобраћајним условима снаћи слепи и слабовиди пешаци. С тим циљем, аутори су анализирали преласке преко пешачких прелаза шест слепих пешака и шест пешака са нормалним видом на кружној раскрсници у Нешвилу, САД. Без обзира на проток саобраћаја, дужина чекања за започињање преласка улице код слепих особа била је око четири пута дужа у односу на особе са нормалним видом. Поред тога, у 6% прелазака слепих особа уочена је конфликтна ситуација која је захтевала реакцију возача.

Још једна студија анализирано је преласке слепих пешака и упоређивала их са особама са нормалним видом на кружним раскрсницама (Guth et al., 2012). У оквиру овог истраживања аутори су анализирали преласке на пешачком прелазу непосредно на уласку у кружни ток и на самом краку на удаљености од око 20 метара од посматраног пешачког прелаза. Поред тога, аутори су разматрали и различите величине протока саобраћаја на посматраној раскрсници. У самом истраживању учествовало је 19 пешака (10 слепих особа и 9 са нормалним видом) који су учествовали у саобраћају на раскрсници у Тампи, САД. На основу реализоване анализе, аутори су закључили да слепе особе чешће предузимају ризичне преласке улице, поготово у условима високог саобраћајног протока (14,2% – 20,4% прелазака). Поред тога, треба истаћи да и слепе особе и особе са нормалним видом безбедније прелазе улице на сегменту пре пешачког прелаза него на самом пешачком прелазу.

### 3.4. Особе са осталим инвалидитетима

Специфичности ограничења са којима се сусрећу особе са осталим инвалидитетима (нпр. особе са интелектуалним инвалидитетом, менталним инвалидитетом, сметњама у развоју, сметњама у учењу) у одређеним околностима онемогућавају њихово учешће у саобраћају у својству возача. Већина студија која се бави проблемима њиховог учешћа у саобраћају анализира ризик повређивања у саобраћају без јасног дефинисања својства учешћа (Brenner et al., 2013; Calver et al., 2021; White et al., 2018). Међутим, у појединим студијама аутори препознају учешће у саобраћајним незгодама у својству пешака (Strauss et al., 1998; Wilmut and Purcell, 2021).

Calver et al. (2021) су реализовали студију са циљем упоређивања ризика повређивања између младих са интелектуалним инвалидитетом и сметњама у развоју и младих без инвалидитета. С тим у вези, аутори су прикупили податке за период од јануара 2014. до децембра 2016. године о повредама младих преко базе података Министарства здравља и неге Онтарија, Канада. У посматраном периоду, забележено је укупно 730 повреда младих са инвалидитетом и 28.064 повреда младих без инвалидитета. Од укупног броја повреда, код популације младих са инвалидитетом саобраћајне незгоде су чиниле 5,3%, а у општој популацији 12,6%. Упоређивањем релативног ризика, утврђено је да особе са инвалидитетом имају око 30% мањи ризик да буду повређене у саобраћајним незгодама.

У циљу истраживања врсте и броја повреда које доживљавају особе са интелектуалним инвалидитетом, White et al. (2018) су реализовали студију праћења 432 младе особе са интелектуалним инвалидитетом на подручју Аустралије у периоду од јануара 2006. до јуна 2010. године. Током анализираниог периода забележено је 289 повреда. Од укупног броја повреда, око 7% је настало као последица коришћења бицикла или саобраћајних незгода. У поређењу са свим осталим начинима повређивања, повреде у саобраћају заузимале су пето место.

Brenner et al. (2013) су анализирали ненасилне повреде код младих особа (до 17 година) са сметњама у развоју на подручју САД за период од децембра 2006. до новембра 2007. године. Подаци о ненасилним повредама преузети су из базе Националног електронског система надзора повреда (National Electronic Injury Surveillance System – NEISS). С обзиром да су у овој бази евидентиране све врсте инвалидитета, аутори су извршили издвајање групе младих са сметњама у развоју и упоређивали их са осталим типовима инвалидитетима. У анализираној популацији свих типова особа са инвалидитетом евидентирано је укупно 6.369 ненасилних повреда, од чега је 684 настало као последица саобраћаја. Упоређивањем учесталости повређивања у саобраћају између популације особа са сметњама у развоју у односу на популацију свих особа са инвалидитетом, утврђено је да не постоји значајна разлика. Наиме, повреде у саобраћају код особа са сметњама у развоју заступљене су са 13%, док је у популацији свих инвалидитета овај проценат 12%.

### 3.4.1. Пешаци

У циљу бољег разумевања страдања особа са сметњама у развоју услед утицаја спољних фактора, Strauss et al. (1998) су анализирали узроке смрти особа које су у периоду 1981. до 1995. године примале неки вид помоћи од Калифорнијског центра за помоћ особама са сметњама у развоју. Анализом популације, евидентирано је 520 смртних случајева које су настале утицајем спољашњих фактора. Даљим рашчлањивањем узрока настанка смрти, као један од узрока препознато је учешће у саобраћајним незгодама у својству пешака. Аутори су пронашли да особе са сметњама у развоју имају око 2,85 пута већи ризик да погину у саобраћајној незгоди у својству пешака у односу на општу популацију становништва Калифорније.

Детаљан преглед литературе о теми понашања пешака са неуролошким сметњама у развоју дали су Wilmut and Purcell (2021). Анализом литературе која је објављена до јула 2019. године аутори проналазе 17 истраживања која анализирају различите дијагнозе везане за неуролошке сметње у развоју. Као најзначајнији проблем са којима се сусрећу пешаци са овим проблемима уочена је лоша процена везана за безбедан прелазак улице. Конкретно, ова популација пешака била је склона грешкама процене брзине надоласећих возила, а самим тим и процене простора довољног да се изврши безбедан прелазак улице.

## 3.5. Закључна разматрања

Најзначајнији проблеми безбедности саобраћаја могу се идентификовати код особа са физичким инвалидитетом у својству возача и особа са оштећењем вида (подгрупа слепих особа) у својству пешака (Слика 3.2). Иако се и друге групе особа са инвалидитетом у својству возача сусрећу са одређеним проблемима учествовања у саобраћају, опрезнијим стиловима вожње успевају то да надоместе. Иако и особе са физичким инвалидитетом возе опрезније, уградња адаптивних система и уређаја и навикавање на њих у значајној мери отежава вожњу у почетним месецима возачког искуства. Поред тога, сложено здравствено стање возача са физичким инвалидитетом у комбинацији са уграђеним адаптивним системима и уређајима носи ризик са аспекта пасивне безбедности, пре свега у смислу ефикасности система пасивне заштите. Имајући све ово на уму, може се уочити да су возачи са физичким инвалидитетом веома рањива категорија учесника у саобраћају.

Са аспекта географског подручја, истраживања која су се бавила основним обележјима безбедности особа са инвалидитетом реализована су углавном у високо развијеним земљама света или у експерименталним условима (Табела 3.1). Ово указује на недостатак истраживања о овим темама у земљама средњег нивоа развоја, као што је Србија.



Слика 3.2. Најважнији закључци о основним обележјима безбедности саобраћаја према врсти инвалидитета

Табела 3.1. Сумарни приказ литературе о основним обележјима безбедности саобраћаја особа са инвалидитетом

Врста инвалидитета – својство учешћа	Аутор/и	Подручје	Тип студије (узорак)	Најважнији закључци
<b>Сви инвалидитети</b>	<i>Aldred (2018)</i>	Велика Британија	Анализа националног истраживања путовања (147.185)	Пешаци са инвалидитетом су имали преко четири пута већу шансу да учествују у саобраћајним незгодама
	<i>Jernbro et al. (2020)</i>	Шведска	Анкетно истраживање (4.741)	Млади са инвалидитетом су имали већи удео повреда у саобраћају (13,9%) у односу на остатак популације (9,5%).
	<i>Peiris-John et al. (2016)</i>	Нови Зеланд	Анкетно истраживање (8.500)	Млади са инвалидитетом су имали 53% већу шансу да буду повређени у саобраћајним незгодама.
	<i>Petridou et al. (2003)</i>	Грчка	База повреда Службе хитне медицинске помоћи (251)	Деца са инвалидитетом су чешће доживљавала повреде у друмском саобраћају.

Врста инвалидитета – својство учешћа	Аутор/и	Подручје	Тип студије (узорак)	Најважнији закључци
<b>Физички – возачи – динамички саобраћајни ризик</b>	<i>Xiang et al.</i> (2006)	САД	База националног истраживања доступности и коришћења транспорта (687)	Деца са инвалидитетом су имала преко пет пута већу шансу да учествују у саобраћајним незгодама као пешак или бициклиста
	<i>Fitzgerald et al.</i> (2007)	САД	Анкетно истраживање (596)	Возачи су учествовали у 0,51 саобраћајних незгода на милион пређених километара, 24% возача учествовало у саобраћајној незгоди.
	<i>Henriksson and Peters</i> (2004)	Шведска	Анкетно истраживање (793)	Возачи су учествовали у 0,85 саобраћајних незгода на милион пређених километара, 11% возача учествовало у саобраћајној незгоди.
	<i>Petrović et al.</i> (2022d)	Србија	Анкетно истраживање (65)	Возачи су учествовали у 2,26 саобраћајних незгода на милион пређених километара, 28% возача учествовало у саобраћајној незгоди.
<b>Физички – возачи – активна безбедност</b>	<i>Tong et al.</i> (2008)	Велика Британија	Анкетно истраживање (1.615)	Возачи су учествовали у 1,97 саобраћајних незгода на милион пређених километара, 8% возача учествовало у саобраћајној незгоди.
	<i>Benoit et al.</i> (2009)	Канада	Експеримент у реалним условима (54)	Возачи приликом војње ручним командама су имали значајно већи ниво возачког оптерећења у односу на конвенционални начин војње.
	<i>Horberrry and Inwood</i> (2010)	Уједињено Краљевство	Експеримент у контролисаним условима (52 + 154 контролна група)	Особе без инвалидитета су имале боље перформансе војње на великом броју тестова.
	<i>Ku et al.</i> (2002)	Јужна Кореја	Експеримент у контролисаним условима (15 + 10 – контролна група)	Особе које управљају возилом ручним командама возили су значајно мањом брзином у односу на општу популацију на 9 од 18 сегмената
	<i>Pauley and Devlin</i> (2011)	Канада	Експеримент у контролисаним условима (10 + 13 – контролна група)	Особе са ампутираним екстремитетима имали су значајно дуже време реакције када је фокус усмерен на две активности.
	<i>Santos et al.</i> (2021)	Бразил	Експеримент у контролисаним условима (20 + 20 – контролна група)	Возачима са параплегијом расло је време реакције кочења са порастом возачког стажа, просечно 0,017 секунди годишње.
<b>Физички – возачи – пасивна безбедност</b>	<i>Hu et al.</i> (2020)	Није од значаја	Експеримент – crash тест	У случајевима када особа са инвалидитетом седи јако близу точка управљача препоручено је деактивирање ваздушних јастука.
	<i>Hu et al.</i> (2022)	Није од значаја	Експеримент – crash тест	Приликом бочних судара са десне стране постоји могућност испадања из инвалидских колица путника, што може повећати ризик од повреде.

Врста инвалидитета – својство учешћа	Аутор/и	Подручје	Тип студије (узорак)	Најважнији закључци
<b>Физички – пешаци</b>	<i>Masiá et al.</i> (2011)	Није од значаја	Експеримент – статичко активирање ваздушних јастука	Уређаји који стоје непосредно испред точка управљача се не смеју уграђивати када су ваздушних јастуци активни.
	<i>Prochowski et al.</i> (2022)	Није од значаја	Експеримент – РС Crash	Постојање уређаја на точку управљача повећава ризик од настанка повреда за 15%.
	<i>Schneider et al.</i> (2016).	САД	Дубинска анализа реалних незгода (69)	У 29% случајева су особе у инвалидским колицима користиле на адекватан начин систем пасивне заштите.
	<i>Sybilski and Malachowski</i> (2021)	Није од значаја	Експеримент – нумерички модел	Постојање уграђених уређаја у возилу негативно утиче на пасивну безбедност возача.
	<i>Kraemer</i> (2015)	САД	База Националног електронског система надзора повреда – NEISS (9.348)	Неприлагођеност саобраћајне инфраструктуре потребама пешака у инвалидским колицима и њихово понашање приликом преласка улице представљало је највеће проблеме.
	<i>Kraemer and Benton</i> (2015)	САД	База података о саобраћајним незгодама – FARS (252)	Пешаци у инвалидским колицима су имали 36% већи ризик смртог страдања у саобраћајним незгодама.
	<i>Pecchini and Giuliani</i> (2015)	Италија	Анализирање понашања у реалним условима (261)	Особе у инвалидским колицима су имале 1,78-1,99 већу шансу да продуже време чекања за безбедан прелазак улице.
	<i>Green et al.</i> (2013)	САД	Анкетно истраживање (2.000)	Постојање оштећења слуха није утицало на вероватноћу настанка саобраћајне незгоде код особа старијих од 70 година.
	<i>Gresset and Meyer</i> (1994)	Канада	Анкетно истраживање (1.400 + 2.363 – контролна група)	Особе (старије од 70 година) са оштећењем слуха нису имале повећан ризик учешћа у саобраћајним незгодама
<b>Оштећење слуха – возачи – ризици</b>	<i>Ivers et al.</i> (1999)	Аустралија	Анкетно истраживање (2.326)	Особе које имају средњи ниво оштећења слуха или оштећење слуха само на десном уху имале су 1,9 пута већи ризик учешћа у саобраћајним незгодама.
	<i>McCloskey et al.</i> (1994).	САД	Анкетно истраживање (235 + 448 – контролна група)	Особе које користе слушни апарат имале су 2,1 пута већу вероватноћу да буду повређени у саобраћајној незгоди у својству возача.
	<i>Picard et al.</i> (2008)	Канада	База Друштва ауто осигурања Квебек (46.030)	Са порастом нивоа оштећења слуха расте ризик учешћа у саобраћајној незгоди међу популацијом радника мушког пола.
	<i>Hickson et al.</i> (2010)	Аустралија	Експеримент у реалним условима (107)	Возачи са средњим и већим оштећењем слуха (оштећење преко 40 dB) су имали значајно лошије перформансе војње у случају присуства дистракције.



Врста инвалидитета – својство учешћа	Аутор/и	Подручје	Тип студије (узорак)	Најважнији закључци
	<i>Thorslund et al.</i> (2013)	Шведска	Експеримент у реалним условима (24 + 24 – контролна група)	Приликом комплекснијих возачких активности или постојања секундарних активности, возачи са оштећењем слуха су имали лошије резултате који се огледају кроз спорију возњу и мањи фокус на секундарну активност.
	<i>Thorslund et al.</i> (2014)	Шведска	Експеримент у реалним условима (24 + 24 – контролна група)	Особе са оштећењем слуха у присуству секундарне активности су вршили чешћа уверавања у кретање других учесника у саобраћају и мање обраћају пажњу на секундарне активности.
	<i>Herbert et al.</i> (2016)	Уједињено Краљевство	Експеримент у симулатору (36)	Возачи су имали лошије резултате код решавања секундарних задатака у експерименту када је симулирано њихово оштећење слуха.
<b>Оштећење слуха – пешаци</b>	<i>Roberts and Norton</i> (1995)	Нови Зеланд	Интервју (479)	Деца са оштећењем слуха су имала 73% већу шансу да буду повређена у саобраћајним незгодама у својству пешака у односу на децу са нормалним слухом
	<i>Mann et al.</i> (2007)	САД	База о пружању услуга медицинске заштите у здравственим установама (1.010 + 91.591 – контролна група)	Повреде у саобраћајним незгодама у својству пешака категорисане су на пето место по учесталости у популацији деце са оштећењем слуха.
	<i>Dultz et al.</i> (2013)	САД	Интервју (1.457)	Рањиви учесници који су имали оштећење слуха имају 2,24 пута већу шансу да доживе теже последице саобраћајних незгода.
<b>Оштећење вида – возачи – ризик</b>	<i>Wood et al.</i> (2022)	Више земаља	Литерарни преглед (39)	Оштећење видног поља код старијих возача значајно увећава ризик учешћа у саобраћајним незгодама. Оштећење оштрине вида и специфичне дијагнозе (нпр. катаракта) нису јасно повезане са ризиком.
	<i>Piyasena et al.</i> (2021)	Више земаља – средње и ниско развијене	Литерарни преглед (29)	Постојање оштећења оштрине вида повећавало је ризик учешћа у саобраћајној незгоди за 46%, постојање оштећења видног поља за 36%, а неразликовање боја за 36%.
<b>Оштећење вида – возачи – способности</b>	<i>Owsley and McGwin</i> (2010)	Више земаља	Литерарни преглед (-)	Проблем са оштрином вида, проблем са видним пољем, осетљивост на контрасте и проблем брзине процесуирања визуелних информација су имали негативан утицај на одређене сегменте вођење.

Врста инвалидитета – својство учешћа	Аутор/и	Подручје	Тип студије (узорак)	Најважнији закључци
<b>Оштећење вида – пешаци</b>	<i>Wood</i> (2022)	Више земаља	Литерарни преглед (-)	Највећи проблеми возача да безбедно управљају возилом били су лоше опажање саобраћајне сигнализације, лоше уочавање препрека на путу и касно уочавање пешака.
	<i>Roberts and Norton</i> (1995)	Нови Зеланд	Интервју (479)	Деца са оштећењем вида су имала 4,25 пута већу шансу да настрадају у саобраћајним незгодама.
	<i>Dultz et al.</i> (2013)	САД	Интервју (1.457)	Рањиви учесници који су имали оштећење вида имају 32% већу шансу да доживе теже последице саобраћајних незгода
	<i>Hassan</i> (2012)	САД	Експеримент у реалним условима (32)	Слепе особе су имале 5,5 пута већу шансу да започну прелазак улице у временском интервалу који се може сматрати мање безбедан
	<i>Ashmead et al.</i> (2005)	САД	Експеримент у реалним условима (6 + 6 контролна група)	Дужина чекања за започињање преласка улице код слепих особа била је око 4 пута дужа у односу на особе са нормалним видом
	<i>Guth et al.</i> (2012)	САД	Експеримент у реалним условима (10 + 9 контролна група)	Слепе особе су чешће предузимале ризичне преласке улице, поготово у условима високог саобраћајног протока (14,2% – 20,4% прелазака)
<b>Остали – непознато својство – ризици</b>	<i>Brenner et al.</i> (2013)	САД	База Националног електронског система надзора повреда – NEISS (6.369)	Није постојала значајна разлика учесталости повређивања у саобраћају између популације особа са сметњама у развоју у односу на остале особе са инвалидитетом.
	<i>Calver et al.</i> (2021)	Канада	База повреда младих Министарства здравља и неге Онтарија (730 + 28.064 – контролна група)	Млади са интелектуалним инвалидитетом и сметњама у развоју су имали око 30% мањи ризик да буду повређени у саобраћајним незгодама.
	<i>White et al.</i> (2018)	Аустралија	Студија праћења (432)	У поређењу са свим осталим начинима повређивања, повреде у саобраћају заузимају су пето место.
<b>Остали – пешаци</b>	<i>Strauss et al.</i> (1998)	САД	База калифорнијског центра за помоћ особама са интелектуалним инвалидитетом (520)	Особе са сметњама у развоју су имале око 2,85 пута већи ризик да погину у саобраћајној незгоди у својству пешака.
	<i>Wilmot and Purcell</i> (2021)	Више земаља	Литерарни преглед (17)	Пешаци су склони грешкама процене брзине надоласећих возила и процени простора неопходног за безбедан прелазак улице.

## 4. Анализа безбедности особа са инвалидитетом у саобраћају у својству возача

Безбедност особа са инвалидитетом у својству возача, са посебним акцентом на особе са физичким инвалидитетом услед бројних специфичности ове популације, анализирана је са три аспекта. Прво, анализирани су саобраћајне незгоде у којима су особе са инвалидитетом учествовале као возачи. Анализа саобраћајних незгода је посматрана одвојено према светским искуствима и истраживањима на подручју Србије. Други део анализе обухватио је анализу понашања у саобраћају особа са инвалидитетом у својству возача. Фокус је стављен на возаче са инвалидитетом на подручју Србије и у овом делу су анализирани предиктори најризичнијих понашања. У последњем делу анализе посматрана је безбедност флоте адаптираних транспортних средстава и процењена је њихова безбедност у односу на целокупну флоту возила на подручју Србије и Европске Уније.

### 4.1. Анализа саобраћајних незгода

Детаљна анализа саобраћајних незгода у којима су учествовале особе са инвалидитетом у својству возача постоји у неколико истраживања. У светским оквирима, најзначајнија истраживања су детаљни извештаји о саобраћајним незгодама у којима су учествовале особе са инвалидитетом, који су на различите начине анализирали овај проблем (Henriksson and Peters, 2004; Schneider et al., 2010; Tong et al., 2008; Wiacek et al., 2019). С обзиром да у јавним базама саобраћајних незгода на подручју Србије не постоје подаци о инвалидитету учесника, подаци о саобраћајним незгодама у којима учествују возачи са инвалидитетом се могу наћи у неколико истраживања (Pešić et al., 2022; Petrović et al., 2022a). С обзиром да се географски могу јасно уочити две целине, анализа саобраћајних незгода у којима су учествовале особе са инвалидитетом у својству возача приказана је кроз светска искуства и искуства Србије.

#### 4.1.1. Светска искуства

##### 4.1.1.1. Шведска

У оквиру ширег истраживања безбедности у саобраћају и мобилности, Henriksson and Peters (2004) врше кратку анализу саобраћајних незгода особа са инвалидитетом код којих су доминантне следеће дијагнозе: повреда кичмене мождине, дечија парализа, мултипла склероза, болести мишића (преко 65%). Саобраћајне незгоде су евидентирани на основу одговора возача са инвалидитетом у истраживању самопријављеног понашања и увидом у полицијске извештаје о саобраћајним незгодама.

У истраживању које је обухватило 793 возача из Шведске који управљају адаптираним возилима, аутори проналазе укупно 94 саобраћајне незгоде у којима су учествовали анализирани возачи у тро и по годишњем периоду (јануар 1996 – јун 1999). Од укупног броја саобраћајних незгода већина незгода је за последицу имала материјалну штету (86,2%), а остале повређена лица. Детаљном анализом узрока саобраћајних незгода, аутори стављају акценат на три карактеристична проблема која су повезана са опремом коју користе возачи са инвалидитетом. У девет саобраћајних незгода (9,6% свих незгода), препознати су следећи проблеми:

- ⊙ Возач је ненавикнут на уграђене уређаје (3 саобраћајне незгоде);
- ⊙ Адаптација не задовољава потребе возача (2);
- ⊙ Отказ уграђених уређаја (4).

Аутори наводе и конкретне примере за сваки од идентификованих проблема. Репрезентативан пример првог проблема је случај када возач уместо кочења убрзава возило, што је последица ненавикнутости возача на уграђене уређаје (конкретно, ручне команде). Адаптација која не задовољава потребе возача се уочава у незгоди која је настала услед немогућности возача са инвалидитетом да оствари довољну силу кочења користећи уграђене уређаје. Ово указује да возило није прилагођено у складу са потребама возача у смислу његове способности да оствари потребно успорење. Од четири саобраћајне незгоде које су настале као последица отказа уређаја, чак три су проузроковане отказом неке од полуга ручних команди.

Иако истраживање не доноси превише података о начину настанка саобраћајних незгода особа са инвалидитетом у својству возача, значај овог истраживања представља наглашавање утицаја уређаја који се инсталирају за потребе возача са инвалидитетом.

#### 4.1.1.2. Велика Британија

У великој студији која је реализована на подручју Велике Британије, Tong et al. (2008) анализирају пет различитих база саобраћајних незгода у којима се на неки начин помињу особе са инвалидитетом. Свих пет анализираних база су прикупљале податке о саобраћајним незгодама у Великој Британији и на различите начине су биле финансиране од стране Владе Велике Британије.

Прва анализирана база била је база Заједничког истраживања саобраћајних незгода (Co-operative Crash Injury Study – CCIS). Ова база креирана је још 1983. године, а за потребе истраживања, анализиран је период од 1998. до 2002. године. Сврха постојања ове базе је боље разумевање начина повређивања возача и путника у возилу, прикупљање информација о заштити које је возило пружио возачима и идентификовање кључних области у циљу унапређења безбедности возила у будућности. У овој бази узрок настанка саобраћајне незгоде није био предмет истраживања. У анализираном периоду, од укупно 4,402 саобраћајне незгоде идентификовано је 14 незгода у којима су учествовали возачи са инвалидитетом, што чини негде око 0,32%. Иако специфична дијагноза возача није наведена, у четири возила су били уграђени додатни уређаји који су омогућавали вожњу возачима са инвалидитетом. С обзиром да је у овој бази акценат пре свега на начину повређивања возача и путника у возилу, аутори закључују да постојање додатних уређаја није имало утицај на последице по возаче возила.

Следећа анализирана база била је База о саобраћајним незгодама са погинулима (Fatal Intermediate Database). Ова база обухвата временски период од 1986. до 1998. године. На основу ове базе могуће је истражити улогу и допринос инвалидитета настанку незгоде са погинулим и допринос уграђених уређаја у возило. У анализираном периоду идентификовано је укупно 36 саобраћајних незгода у којима су препознате особе са инвалидитетом као учесници. У већини саобраћајних незгода особе са инвалидитетом су биле мушког пола (73%), а најчешћа старост учесника преко 60 година. Већина саобраћајних незгода биле су последица лошег вида возача и привремене болести, док је свака четврта незгода настала је као последица функционалног ограничења возача који нема везе са проблемом вида или болести. На основу анализе незгода из ове базе као најзначајнији проблем уочава се ограничена функционалност доњих екстремитета у ситуацијама када је неопходна брза реакција возача. Иако је ово чест пропуст возача без инвалидитета, аутори истичу да постоје индиције да је овај проблем наглашен и при релативно малим брзинама код возача са инвалидитетом који имају проблем са функционалношћу доњих екстремитета.

Подаци из треће базе саобраћајних незгода прикупљани су методом дубинских анализа изласком на терен непосредно након настанка незгода. Прикупљање података вршено је од стране две екипе на два различита подручја (полицијска округа). Овакав начин прикупљања података доноси велики број информација, као што су узроци и последице незгода, утицај инвалидитета на настанак незгоде, као и утицај адаптација возила на последице незгода. Аутори анализирају период од децембра 1999. до октобра 2003. године, током ког је евидентирано 1,513 саобраћајних незгода методом дубинских анализа. Код укупно четири саобраћајне незгоде евидентирано је учешће возача са инвалидитетом. У свим овим незгодама није идентификован инвалидитет као узрок настанка саобраћајне незгоде и утицај уграђених уређаја на величину последица. Аутори као ограничење базе наводе чињеницу да је релативно мало подручје било предмет анализе.

Четврта база која је била предмет анализе била је база Агенције за услуге возила и оператера (Vehicle and Operator Services Agency). Ова база се првенствено фокусира на истраживање да ли је саобраћајна незгода настала као последица отказа неког од система возила, укључујући и системе и уређаје које користе особе са инвалидитетом. Инспектори поменуте Агенције истражили су укупно 1,109 саобраћајних незгода које су се догодиле у периоду од 2003. до 2004. године. У само једној саобраћајној незгоди утврђено је постојање уграђених уређаја за потребе особа са инвалидитетом. Према реализованој анализи, у конкретној саобраћајној незгоди су биле уграђене ручне команде чија се функционалност не може оценити као интуитивна са аспекта возача.

Последња анализирана база била је Полицијска база утицајних фактора настанка саобраћајних незгода. Од укупно 51 утицајног фактора, полицијски службеник приликом евидентирања може да препозна утицајни фактор „инвалидитет“ и да га оцени на следећа три начина: сигуран, вероватан, могућ. Аутори анализирају период од 1999. до 2003. године и процењују да је у овој бази евидентирана свака четврта саобраћајна незгода. Од укупног броја саобраћајних незгода утицајни фактор „инвалидитет“ препознат је у 0,2% ситуација. Ово може да буде последица неколико фактора. Прво, приликом прикупљања ових података полицијски службеници често не могу свеобухватно да сагледају ситуацију и да јасно препознају све утицајне факторе. Додатни проблем представља чињеница да полицијски службеници немају довољна медицинска знања која би им омогућила да препознају инвалидитет као утицајни фактор. Из ових разлога се може претпоставити да је утицај овог фактора реално и већи.

#### 4.1.1.3. Сједињене Америчке Државе

Wiacek et al. (2019) реализују истраживање са циљем бољег разумевања ризика са којима се сусрећу особе са инвалидитетом у возилима у која су уграђени адаптивни уређаји. С тим циљем аутори претражују две националне базе података: База података о погинулим лицима (Fatality Analysis Reporting System – FARS) – период 2007-2015, и База података дубинских анализа саобраћајних незгода (National Automotive Sampling System – Crashworthiness Data System) – период 2006-2015.

Претрагом посматраних база пронађено је 59 саобраћајних незгода у којима су учествовала возила у којима су уграђени одређени адаптивни уређаји. У 50 незгода идентификована је уградња уређаја који омогућавају управљање возилом особа са инвалидитетом, од којих је у 40 забележен смртни исход неког од учесника у незгоди. У већини случајева, возач са инвалидитетом који је користио уграђене уређаје био је мушког пола (64%) и просечне старости од 45 година. Као утицајне факторе, аутори препознају употребу алкохола возача у 6%, а ометање пажње у 12% саобраћајних незгода. Са аспекта дневног осветљења и стања коловоза, већина незгода се догодила у дневним условима саобраћаја (64%) и када је коловоз био сув (72%).

Детаљном анализом незгода, аутори проналазе да је свих 50 саобраћајних незгода настало пре свега као последица грешке возача. Поред тога, није пронађено да су отказ уређаја, његова лоша уградња или неадекватно коришћење на било који начин утицали на настанак неке од ових незгода. Уграђени уређаји нису били главни узрок повређивања возача, а у случајевима када су узроковали одређене повреде, те повреде су биле лакше. На основу овога, аутори закључују да уграђени адаптивни уређаји за потребе возача са инвалидитетом не представљају чињеницу која значајно утиче на безбедност саобраћаја.

Иако приказан извештај прилично неутрално оцењује утицај адаптивних уређаја на безбедност саобраћаја, аутори истичу да у оквиру анализираних извештаја нису у обзир узета и физичка ограничења возача која се могу огледати кроз касно реаговање или недостатак снаге за постизање потребних сила. Управо ово представља и кључно ограничење овог извештаја.

Још једна студија анализирала је саобраћајне незгоде возача са инвалидитетом у САД. Schneider et al. (2010) спроводе дубинске анализе саобраћајних незгода у којима су учествовале особе које користе инвалидска колица у својству возача и путника у возилу. Дубинске анализе су реализоване уз помоћ стејкхолдера (произвођачи опреме, клиничари, сервиси за уградњу уређаја итд.) који су давали информације о потенцијалним незгодама у којима је учествовала циљана популација.

Истраживањем је пронађено 14 саобраћајних незгода у којим су учествовали возачи у инвалидским колицима. Не наводећи више информација о свим појединачним саобраћајним незгодама, аутори проналазе да највећи проблем представља неправилно коришћење система заштите што је главни узрок тешких и смртних повреда у анализираној популацији. Као кључни закључак истакнута је потреба едукације возача у инвалидским колицима о начину употребе система заштите, као и о њиховом значају са аспекта безбедности саобраћаја.

#### 4.1.1.4. Закључна разматрања о светским искуствима

Светска искуства о учешћу особа са инвалидитетом у својству возача у саобраћајним незгодама су врло скромна. Број земаља који на неки начин прикупља податке о учешћу у саобраћајним незгодама возача са инвалидитетом је мали, а поред тога начин прикупљања података је методолошки доста различит. С обзиром на релативно мали број возача са инвалидитетом који користе адаптивне уређаје током вожње очекиван је и мали удео саобраћајних незгода у којима учествују. У свим истраживањима њихов удео је испод 1%.

На основу искустава Шведске, Велике Британије и САД као најзначајнији додатни проблем са којима се суочавају возачи са инвалидитетом уочава се усклађеност уграђених уређаја са њиховим потребама. Проблем усклађености уређаја огледа се кроз: прилагођеност перформанси и начина рада уређаја потребама особа са инвалидитетом и почетну ненавикнутост возача на њихов начин функционисања.

Проблеми који су у мањој мери изражени се односе на пасивну безбедност возача и на поузданост уграђених система и уређаја. Ова два проблема су у неким базама идентификована као узрочници саобраћајних незгода и фактори који повећавају степен повреда возача, док у неким базама то није био случај.

#### 4.1.2. Србија

У јавно доступним базама саобраћајних незгода на подручју Србије не евидентира се постојање инвалидитета међу учесницима у саобраћајним незгодама, а самим тим није могуће утврдити ни утицај инвалидитета на настанак саобраћајних незгода. Из тог разлога, неопходно је спровођење истраживања међу циљаном популацијом. У оквиру истраживања која су анализирали мобилност и безбедност возача са инвалидитетом који користе ручне команде током вожње на подручју Србије, прикупљени су и подаци о учешћу у саобраћајним незгодама (Pešić et al., 2022; Petrović et al., 2022a). У оквиру ових истраживања, методолошки се на различите начине приступило проблему анализе саобраћајних незгода, па је и број закључака већи.

За потребе оба истраживања, контактирана су 82 возача са инвалидитетом који активно користе ручне команде током вожње од којих је 65 пристало да учествује у истраживању. Истраживање је реализовано у периоду од септембра до октобра 2020. године на подручју Србије. Испитаници су поред својих основних социодемографских карактеристика у оквиру интервјуа одговарали на питања везана за здравствено стање, мобилност и безбедност у саобраћају. Већину испитаника чиниле су особе мушког пола (88%), просечне старости око 43 године, које живе у урбаним подручјима (51%) и са примањима испод 500 евра (57%). Важну информацију представља и чињеница да је просечно возачко искуство у коришћењу ручних команди износило 12,5 година. Током свог искуства коришћења ручних команди 18 испитаника (27,7%) је учествовало у укупно 27 саобраћајних незгода. Већина испитаника је учествовала у једној саобраћајној незгоди (11), нешто мање у две (5), а преостали у три (2).

У првом истраживању (Petrović et al., 2022a), одређивање које променљиве везане за социодемографске и здравствене карактеристике, као и променљиве мобилности и безбедности у саобраћају имају утицај на мобилност и учешће у саобраћајним незгодама извршено је преко креирања регресионих модела. У овом истраживању зависна променљива која описује мобилност била је Просечна годишња пређена километража, а зависна променљива која дефинише учешће у саобраћајним незгодама била Број саобраћајних незгода по години коришћења ручних команди. Током креирања модела уочено је неколико изазова. Први изазов је представљао одабир променљивих које ће бити саставни део модела из скупа потенцијалних променљивих. У оквиру истраживања прикупљени су подаци о 42 потенцијалне променљиве, што представља велики број са аспекта креирања практичног регресионог модела. Овај проблем је решен двофазним филтрирањем. У првој фази применом основних статистичких тестова (Mann-Whitney U тест, Kruskal-Wallis H тест, коефицијент корелације) смањен је број потенцијалних променљивих. У Табела 4.1. приказане су променљиве које су на основу реализованих статистичких тестова показале значајне утицаје на зависне променљиве. Мањи број променљивих (шест) је показао статистички значајан утицај на зависну променљиву учешћа у саобраћајним незгодама у односу на зависну променљиву мобилности (11). Променљива Образовање је показала да испитаници који имају већи степен образовања чешће учествују у саобраћајним незгодама ( $X_{\text{средња школа}} = 0,028$  незгода по години и  $X_{\text{факултет}} = 0,043$  незгода по години). Даље, запослени имају већи ризик учешћа у саобраћајним незгодама ( $X_{\text{запослени}} = 0,052$  незгода по години и  $X_{\text{незапослени}} = 0,023$  незгода по години). Функционално ограничење тела које је показало значајан утицај на учесталост учешћа у саобраћајним незгодама било је функционално ограничење десног рамена ( $X_{\text{функционално}} = 0,030$  незгода по години и  $X_{\text{ограничено}} = 0,122$  незгода по години). Са аспекта безбедности саобраћаја, три ризична понашања су показала позитивну корелацију са бројем саобраћајних незгода по години, и то: Вожња под дејством алкохола, Употреба мобилног телефона и Вожња упркос умору.

Табела 4.1. Утицај независних променљивих на зависне променљиве мобилности и учешћа у саобраћајним незгодама

<i>Просечна годишња пређена километража</i>		<i>Број саобраћајних незгода по години коришћења ручних команди</i>	
Пол	U = 139	Образовање	U = 364
Месечни приходи (df = 3)	$\chi^2 = 10,703$	Запосленост	U = 376
<500 : 500-750	U = 192,5	Функционалност десног рамена	U = 14
<500 : 750-1000	U = 47	Вожња под дејством алкохола	r = 0,244
<500 : >1000	U = 35,5	Употреба мобилног телефона	r = 0,212
Врста мењача (реф: аутоматски)	U = 177	Вожња упркос умору	r = 0,340
Возачка бука на возилу са ручним командама	U = 350		
Учесталост вожње (df = 2)	$\chi^2 = 3,314$		
Сваки дан : Неколико пута седмично	U = 64		
Сваки дан : Неколико пута месечно	U = 13		
Избегавање вожње ноћу	r = -0,251		
Избегавање вожње у вршним сатима	r = -0,227		
Избегавање вожње током лошег времена	r = -0,394		
Избегавање вожње на дуге релације	r = -0,393		
Избегавање вожње на непознате локације	r = -0,430		
Употреба мобилног телефона	r = 0,312		



У другој фази, извршено је заједничко посматрање зависних променљивих кроз мултиваријантну анализу варијансе – MANOVA. Заједничким посматрањем утицаја независних променљивих на зависне променљиве мобилности и безбедности препознато је пет променљивих које су показале утицај на комбиновану променљиву, а затим и на зависну променљиву која описује учешће у саобраћајним незгодама (Табела 4.2). Управо ових пет променљивих је коришћено за креирање коначног модела.

Табела 4.2. Резултати мултиваријантне анализе варијансе – MANOVA

Категорија	Променљива	Комбиновано	Просечна годишња пређена километража	Број саобраћајних незгода по години коришћења ручних команди
Социодемо-графске	Пол	PT = 0,041, p = 0,282	-	-
	Месечни приходи	PT = 0,080, p = 0,545	-	-
	Образовање	PT = 0,037, p = 0,315	-	-
	Запосленост	PT = 0,023, p = 0,497	-	-
Медицинске	Функционалност десног рамена	PT = 0,092, p < 0,10, $\eta_p^2 = 0,09$	F(1,62) = 0,11, p = 0,916, $\eta_p^2 < 0,01$	F(1,62) = 6,24, p < 0,01, $\eta_p^2 = 0,09$
Мобилност	Учесталост вожње	PT = 0,209, p < 0,01, $\eta_p^2 = 0,10$	F(2,61) = 6,95, p < 0,01, $\eta_p^2 = 0,19$	F(1,62) = 1,28, p = 0,286, $\eta_p^2 = 0,04$
	Врста мењача	PT = 0,068, p = 0,116	-	-
	Возачка бука на возилу са ручним командама	PT = 0,115, p < 0,05, $\eta_p^2 = 0,12$	F(1,62) = 3,162, p < 0,10, $\eta_p^2 = 0,05$	F(1,62) = 3,510, p < 0,10, $\eta_p^2 = 0,05$
	Избегавање вожње ноћу	PT = 0,061, p = 0,147	-	-
	Избегавање вожње у вршним сатима	PT = 0,049, p = 0,215	-	-
	Избегавање вожње током лошег времена	PT = 0,151, p < 0,01, $\eta_p^2 = 0,15$	F(1,62) = 10,75, p < 0,01, $\eta_p^2 = 0,15$	F(1,62) = 0,607, p = 0,439, $\eta_p^2 = 0,01$
	Избегавање вожње на дуге релације	PT = 0,229, p < 0,01, $\eta_p^2 = 0,23$	F(1,62) = 13,89, p < 0,01, $\eta_p^2 = 0,18$	F(1,62) = 1,695, p = 0,198, $\eta_p^2 = 0,03$
	Избегавање вожње на непознате локације	PT = 0,203, p < 0,01, $\eta_p^2 = 0,20$	F(1,62) = 14,35, p < 0,01, $\eta_p^2 = 0,19$	F(1,62) = 1,907, p = 0,172, $\eta_p^2 = 0,03$
Безбедност саобраћаја	Вожња под дејством алкохола	PT = 0,113, p < 0,05, $\eta_p^2 = 0,11$	F(1,62) = 0,130, p = 0,717, $\eta_p^2 < 0,01$	F(1,62) = 7,860, p < 0,01, $\eta_p^2 = 0,11$
	Употреба мобилног телефона	PT = 0,255, p < 0,01, $\eta_p^2 = 0,26$	F(1,62) = 18,67, p < 0,01, $\eta_p^2 = 0,23$	F(1,62) = 2,820, p < 0,10, $\eta_p^2 = 0,04$
	Вожња упркос умору	PT = 0,120, p < 0,05, $\eta_p^2 = 0,12$	F(1,62) = 2,641, p = 0,109, $\eta_p^2 = 0,04$	F(1,62) = 6,26, p < 0,05, $\eta_p^2 = 0,09$

Наредни изазов представљало је креирање адекватног модела у условима ограничене величине узорка. Наиме, у случајевима када је узорак мали стандардни регресиони модели не могу на релевантан начин да опишу зависну променљиву. Из тог разлога креиран је Бајесов модел линеарне регресије, који Washington et al. (2003) математички описују на следећи начин (Једначина [4.1]):

$$y = b_0 + \sum_{k=1}^n b_k x_k + \varepsilon_i \quad [4.1]$$

у представља вредност зависне променљиве. Вредност  $b_k$  представља регресионе коефицијенте  $k$ -те независне променљиве, а  $x_k$  је вредност  $k$ -те независне променљиве. Параметар  $n$  представља број независних променљивих (у овом случају пет). И на крају,  $b_0$  представља константу модела, а  $\varepsilon_i$  насумичну случајну грешку.

Бајесов приступ омогућава да се креира регресиони модел и са малим узорцима без ризика да ће доћи до прецењивања утицаја параметара. Као приорне расподеле регресионих коефицијената модела одабране су слабо информативне приорне расподеле. Коришћење ових приорних расподела препоручује се услед немогућности генерисања знања из претходних истраживања и недостатака неинформативних приорних расподела (Lemoine, 2019). Поред тога, Lemoine (2019) предлаже следећу слабо информативну приорну расподелу (Једначине [4.2], [4.3] и [4.4]):

$$b \sim N(0, 1/\tau_b) \quad [4.2]$$

$$\tau_b \sim \text{Gamma}(\alpha, \beta) \quad [4.3]$$

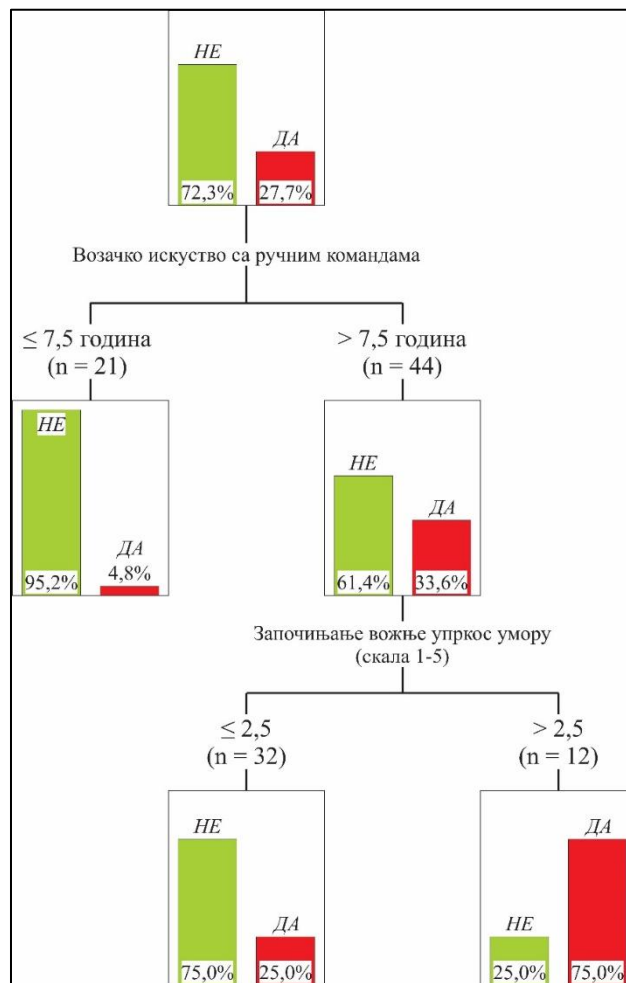
$$\alpha = 0.25; \beta = 0.25 \quad [4.4]$$

Променљиве које су коришћене у креирању Бајесовског модела линеарне регресије и њихови регресиони коефицијенти су приказани у Табела 4.3. Прва приказана променљива је постојање функционалног ограничења десног рамена возача. На основу знака регресионог коефицијента може се закључити да возачи који имају неко ограничење десног рамена чешће учествују у саобраћајним незгодама и овај резултат је статистички значајан. Друга променљива која је укључена у модел је податак да ли је возач пролазио обуку за вожњу на возилу са ручним командама. Према вредности регресионог коефицијента може се закључити да возачи који су прошли обуку на возилима која имају уграђене ручне команде имају повећан ризик учешћа у саобраћајним незгодама. Међутим, утицај ове променљиве се не може сматрати статистички значајним. Преостале три променљиве у моделу се односе на свакодневно понашање возача у саобраћају. Очекивано, возачи који су изјавили да чешће возе након конзумирања алкохолних пића су чешће учествовали у саобраћајним незгодама, али овај закључак није статистички значајан па га у извесној мери треба узети са опрезом. Још једна променљива која није имала статистички значајан утицај је учесталост употребе мобилног телефона током вожње. Код ове променљиве, занимљив је знак регресионог коефицијента који указује да возачи који чешће користе телефон ређе учествују у саобраћајним незгодама. Последња анализирана променљива у моделу била је учесталост започињања вожње упркос умору. Наиме, возачи који започињу вожњу упркос умору чешће су учествовали у саобраћајним незгодама. Вредност регресионог коефицијента ове променљиве је показала статистичку значајност.

Табела 4.3. Бајесовски модел линеарне регресије

	B	90% BCI	
Функционалност десног рамена	<b>0,193</b>	<b>0,038</b>	<b>0,345</b>
Возачка обука на возилу са ручним командама	0,119	-0,026	0,275
Вожња под дејством алкохола	0,160	-0,001	0,326
Употреба мобилног телефона	-0,158	-0,358	0,029
Вожња упркос умору	<b>0,396</b>	<b>0,183</b>	<b>0,607</b>
Константа	-0,075	-0,231	0,063
$\sigma^2$	0,501		
DIC	143,1		

У другом истраживању (Pešić et al., 2022) коришћени су алгоритми стабла одлучивања (decision tree algorithm) са циљем да се јасније дефинишу најугроженије групе са аспекта учешћа у саобраћајним незгодама. Код овог приступа, зависна променљива Учешће у саобраћајним незгодама је посматрана као променљива бинарног типа. Имајући у виду да су независне променљиве различитог типа, у анализи је коришћен CART алгоритам (Breiman et al., 1984) са следећим параметрима: минимални број одговора за почетни чвор – 20, минимални број одговора за чворове наредног нивоа – 10 и критеријум поделе – Gini.



Слика 4.1. Идентификација ризичних група CART стаблом одлучивања

Креирано стабло одлучивања применом CART алгоритма за идентификовање ризичних група испитаника са аспекта учешћа у саобраћајним незгодама приказано је на Слика 4.1. Као потенцијални чиниоци алгоритма узете су све променљиве које су прикупљене у истраживању. Као најзначајнија променљива која је утицала на зависну променљиву показала се Дужина искуства у коришћењу ручних команди. Очекивано, возачи који су имали дуже искуство су чешће доживљавали саобраћајне незгоде, али свакако је важно истаћи да је уочена граница од 7,5 година. Мање од 5% возача са искуством са ручним командама мањим од 7,5 година је учествовало у незгоди, док је са друге стране сваки трећи возач са искуством преко ове границе доживео саобраћајну незгоду. Даље грађање стабла је извршено на основу променљиве која показује учесталост започињања вожње упркос умору. Возачи са дужим стажем коришћења ручних команди и који чешће започињу вожњу упркос умору у 75% случајева је учествовало у саобраћајним незгодама. Док је код возача који не започињу вожњу када су уморни овај проценат значајно маљи и износи 25%.

#### *4.1.2.1. Закључна разматрања о искуствима Србије*

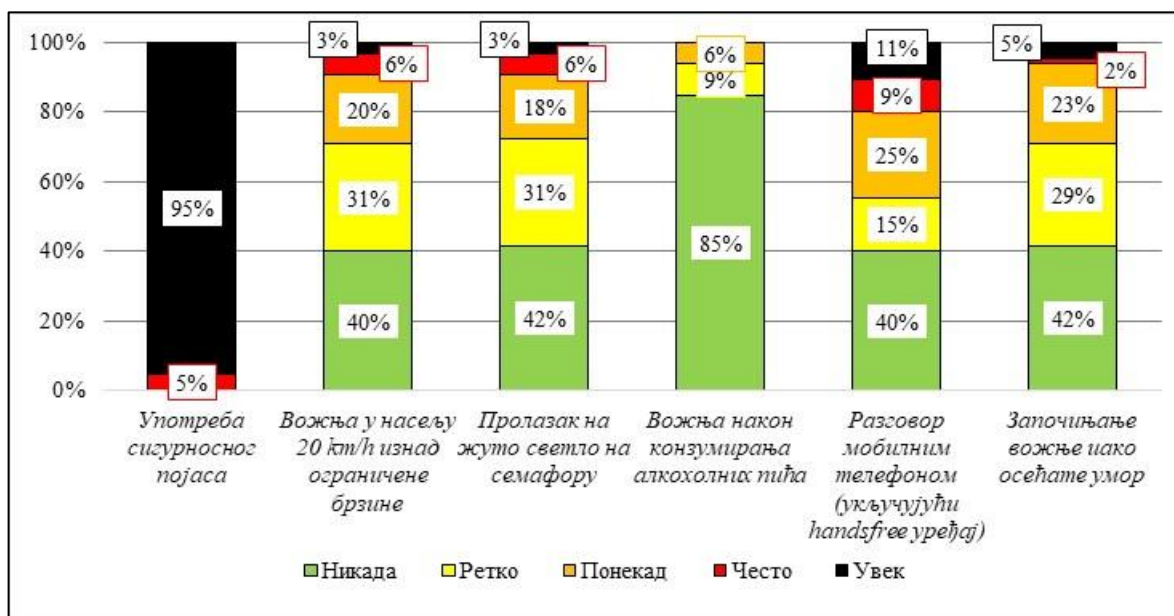
На основу реализованих истраживања која су посматрала искуства учешћа у саобраћајним незгодама возача са инвалидитетом који користе ручне команде на подручју Србије уочене су три променљиве које значајно доприносе учешћу у саобраћајним незгодама. Једина променљива која је у оба истраживања показала статистички значајан утицај на искуство учешћа у саобраћајним незгодама је учесталост вожње упркос умору. Овакав закључак указује да су особе са инвалидитетом које користе ручне команде посебно осетљиве на негативне ефекте умора на вожњу. Са аспекта медицинских ограничења уочено је да свако слабљење функционалности десног рамена отежава коришћење ручних команди и доводи до тога да вожња постаје напорнија и небезбеднија. Значајан резултат представља и чињеница да су посебно ризична категорија возачи са искуством коришћења ручних команди преко 7,5 година. Ова граница може указати за потребу чешћег усклађивања перформанси уграђених уређаја са потребама возача са инвалидитетом.

Недостатак приказаних истраживања се огледа у чињеници да се карактеристике испитаника могу разликовати у тренутку када је реализовано истраживање у односу на моменат када се саобраћајна незгода догодила. Ово указује на потребу системског праћења безбедности особа са инвалидитетом у саобраћају, посебно њиховог учешћа у саобраћајним незгодама.

## **4.2. *Анализа понашања у саобраћају***

Понашање у саобраћају најбитније утиче на безбедност учесника у саобраћају (Lipovac, 2008), па је из тог разлога веома важно сагледати како се понашају особе са инвалидитетом у својству возача. У досадашњим истраживањима понашање возача са инвалидитетом посматрано је првенствено кроз призму мобилности (di Stefano et al., 2019, 2015). Са друге стране, анализа понашања са аспекта безбедности у саобраћају је била доста мање предмет истраживања (Petrović et al., 2022a).

У истраживању које је реализовано на подручју Србије на узорку 65 возача са инвалидитетом који користе ручне команде током војње посматрано је шест ризичних понашања са аспекта безбедности у саобраћају (Petrović et al., 2022a). Испитаници су на петостепеној Ликертовој скали оцењивали учесталост својих понашања везано за употребу сигурносног појаса, прекорачење брзине у насељу, пролазак кроз жуто светло на семафору, војњу под дејством алкохола, употребу мобилног телефона и започињање војње упркос умору. Ова питања су преузета и прилагођена из SARTRE 4 упитника (Antov et al., 2010).



Слика 4.2. Самопријављено понашање особа са инвалидитетом у својству возача на подручју Србије

Са Слика 4.2 може се уочити да особе са инвалидитетом у својству возача у извесној мери врше ризична понашања током војње. Ризично понашање које ова група возача најчешће предузима је употреба мобилног телефона током војње. Наиме, 45% испитаника понекад или често користи мобилни телефон током војње. У нешто мањој мери, испитаници понекад или често предузимају ризична понашања која се тичу прекорачења брзине (29%), започињање војње упркос умору (27%) и проласка на жуто светло (27%). У најмањој мери су забележена два ризична понашања. Војња након конзумирања алкохола је заступљена код 6% испитаника, а некоришћење сигурносних појасева током војње код 5% (одговор: често или ређе).

#### 4.2.1. Предиктори ризичног понашања

Према претходном наведеном се може закључити да особе са инвалидитетом у својству возача у извесној мери предузимају ризична понашања током учешћа у саобраћају. Имајући то у виду од значаја је препознати који су предиктори њихових ризичних понашања. Ове информације су важне у смислу бољег разумевања понашања и јаснијег и прецизнијег дефинисања мера у циљу унапређења истог. Из тог разлога, креирано је шест модела вишеструке линеарне регресије који су као зависне променљиве посматрали управо поменута ризична понашања.

Креирање модела вишеструке линеарне регресије извршено је коришћењем *stepwise method*-е, тј. постепеним увођењем предикторских променљивих. Овај приступ подразумева да се уводи једна по једна предикторска променљива све док постоји макар једна променљива која има статистички значајан утицај на зависну променљиву. Због релативно мале величине узорка, усвојен је ниво статистичке значајности од 90%. Овим се омогућава креирање модела који неће имати превелики број предикторских променљивих и који ће имати већи практични значај. Квалитет креираних модела оцењиван је Коригованим  $R^2$  (Adjusted  $R^2$ ). Овај параметар на најрелевантнији начин описује квалитет креираних модела.

Стандардизоване вредности коефицијената за све моделе вишеструке линеарне регресије приказане су у Табела 4.4. Модели који описују ризична понашања са аспекта умора и употребе мобилног телефона обухватила су укупно девет предикторских променљивих, док су модели који су као зависну променљиву анализирали ризична понашања са аспекта вожње након конзумирања алкохола (7), прекорачења брзине (6), пролазак кроз жуто светло (5) и некоришћење сигурносног појаса (3) имали мањи број предиктора. С обзиром да модели који описују ризична понашања везана за употребу мобилног телефона и вожњу упркос умору имају више предикторских променљивих у себи, очекивано је и да су вредности Коригованог  $R^2$  веће (0,417 и 0,505), у односу на преостале моделе. Предикторске променљиве које су коришћене у моделу се могу поделити у четири тематске групе: социодемографске, медицинске, возачко искуство и навике у вожњи.

Табела 4.4. Стандардизоване вредности регресионих коефицијената модела вишеструке линеарне регресије

Предикторске променљиве	Појас	Брзина	Жуто светло	Алкохол	Телефон	Умор
<i>Социодемографске</i>						
Пол	/	0,388	/	0,305	0,292	/
Тип насеља	/	/	-0,202	/	/	/
Запосленост	/	/	/	/	/	0,168
Приходи	/	/	/	0,206	0,376	0,233
Број чланова породице	/	/	/	0,182	/	/
<i>Медицинске</i>						
Функција грудни кош	/	0,206	/	/	/	/
Функција трб. мишића	/	/	/	/	-0,221	-0,278
Функција врат	/	/	/	/	0,258	0,205
Функција десно раме	/	/	/	/	0,242	/
Функција лево раме	0,421	/	/	/	/	0,193
Функција десна шака	-0,233	/	/	0,189	/	0,255
Функција лева шака	/	/	-0,301	/	/	/
Функција вида	/	/	/	/	-0,548	/
<i>Возачко искуство</i>						
Врста мењача	/	-0,187	/	/	-0,256	-0,226
Возачки стаж	0,229	/	/	/	/	-0,206
Постојање помагала	/	/	/	/	/	-0,370
Учесталост вожње	/	-0,279	/	/	/	/
Задовољство РК	/	/	/	/	-0,167	/
<i>Навике у вожњи</i>						
Став (паркинг место)	/	/	0,239	/	/	/
Став (ноћни услови)	/	-0,381	-0,353	-0,242	-0,389	/
Став (вршни сати)	/	0,437	0,393	0,474	/	/
Став (лоше време)	/	/	/	-0,427	/	/
<i>Оцена квалитете модела</i>						
Коригован $R^2$	<b>0,153</b>	<b>0,319</b>	<b>0,268</b>	<b>0,333</b>	<b>0,505</b>	<b>0,417</b>
Број предикторских променљивих у моделу	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>9</b>

У групи социодемографских предиктора пет предиктора су испуњавали захтеване услове приликом креирања модела. Предиктор Пол указује да особе женског пола имају значајно већу вероватноћу да прекораче брзину, возе под дејством алкохола и користе мобилни телефон. Овакав резултат није у сагласности са претходним истраживањима који су у обзир узимали понашање учесника у саобраћају са аспекта пола (Rhodes and Pivik, 2011). Разлог оваквог проналаска може да буде ниска заступљеност особа женског пола у узорку (тек око 10%), па се истиче потреба да се овакви проналасци додатно испитају на већем узорку жена возача са инвалидитетом који користе ручне команде. Даље, предикторска променљива Приходи, показује да већу вероватноћу да предузму ризична понашања (вожња под дејством алкохола, употреба мобилног телефона и вожња упркос умору) имају возачи који имају веће приходе. Ово је уочено и у ранијим истраживањима понашања учесника у саобраћају у својству возача. На пример, са порастом нивоа прихода идентификовано је мање поштовање ограничења брзине (Shinar et al., 2001). Овакво понашање се може оправдати мањим страхом од прекршајних санкција. Као логични проналасци могу се оправдати утицаји предикторских променљивих Тип насеља и Запосленост. Наиме, возачи са инвалидитетом који не живе у урбаним подручјима у мањој мери имају ризична понашања која се односе на светлосну саобраћајну сигнализацију (пролазак на жуто светло). Ово је и очекивано јер ова група испитаника живи у подручјима где је и мање заступљена регулација саобраћаја светлосном саобраћајном сигнализацијом. Запосленост је показала утицај код модела који је посматрао умор. И овај закључак се може сматрати очекиваним јер испитаници који су запослени имају више активности у току дана, па и веће шансе да буду уморни пре започињања вожње. Променљива чији утицај треба додатно испитати јесте Број чланова породице и њен утицај на модел који је анализирао понашање са аспекта вожње након конзумирања алкохола.

Медицински предиктори представљали су бројчано највећу групу предиктора која је показала утицај на понашање возача са инвалидитетом који користе ручне команде. Конкретно осам предиктора су испунили услове неопходне да буду укључени у модел. Утицаји појединих медицинских предиктора се могу сматрати логичним и очекиваним, док са друге стране, утицаји неких предиктора захтевају додатна истраживања. У категорију логичних и очекиваних резултата може се сврстати и чињеница да возачи који имају функционално ограничење вида ређе користе мобилни телефон током вожње. Може се претпоставити да возачи са ограничењем чула вида сав фокус током вожње усмеравају на пут, максимално смањујући секундарне активности. Очекиван резултат је свакако и чешће започињање вожње упркос умору за возаче који имају функционална ограничења врата, левог рамена и десне шаке. Ова ограничења могу утицати на повећан интензитет умора код возача са инвалидитетом приликом уласка/изласка возила и током вожње. Са друге стране, додатно треба испитати и пронаћи образложења са медицинског аспекта утицаја осталих функционалних ограничења (грудног коша на прекорачење брзине, трбушних мишића на употребу телефона и умор, врата на употребу мобилног телефона, десног рамена на употребу мобилног телефона, левог рамена и десне шаке на коришћење сигурносног појаса, леве шаке на пролазак кроз жуто светло).

Предикторске променљиве које обухватају возачко искуство имале су значајан утицај код четири модела. Укупно пет предикторских променљивих су показале статистички значајан утицај и то: Врста мењача, Возачки стаж, Постојање помагала на точку управљача, Учесталост вожње и Задовољство коришћења ручних команди. Добијени регресиони коефицијенти указују да возачи који управљају возилом са мануелним мењачем и који у свом возилу имају уграђена додатна помагала на точку управљача ређе предузимају ризична понашања (прекорачење брзине, употреба мобилног телефона, започињање вожње упркос умору).

Ови резултати добијају на значају с обзиром да је анализирана група возача која управља возилом користећи ручне команде. Наиме, возачима који користе ручне команде изузетно је тешко управљати возилима са мануелним мењачем. Ова група возача приморана је да приликом промене степена преноса дислоцира своју руку са точка управљача, што представља ризик са аспекта задржавања путање возила. Из тог разлога, ови возачи возе значајно безбедније како би могли да изврше све радње на одговарајући начин. Такође, возачи са дужим возачким стажем и возачи који ређе возе могу се сматрати безбеднијим. Овакви проналасци могу се приписати генерално безбеднијем понашању искуснијих возача (Rhodes and Pivik, 2011; Shinar et al., 2001) као и повећаном опрезу код возача који нису свакодневни учесници у саобраћају. Задовољство коришћењем ручних команди има позитиван утицај са аспекта употребе мобилног телефона током вожње. Наиме, возачи који су задовољнији ручним командама ређе користе мобилни телефон током вожње. Овај закључак треба додатно испитати и истражити потенцијале других уређаја који се налазе у возилу.

Четири предикторске променљиве које разматрају навике у вожњи су показале статистички значајан утицај у четири анализирана модела. Возачи који избегавају да возе у ноћним условима и у условима који се могу окарактерисати као лоше временске прилике нису склони да предузимају ризична понашања. Ова чињеница може указати да ова група возача унапред планира своја путовања тако да она буду што лакша за вожњу и да поред избегавања тежих услова вожње, избегавају и ризична понашања. Са друге стране, возачи који избегавају вожњу у вршним сатима, спремнији су да возе под дејством алкохола, прекорачују ограничену брзину и врше проласке кроз жуто светло на раскрсницама регулисаним светлосном саобраћајном сигнализацијом. Ова група возача је склонија избору вожње у условима када је мањи проток саобраћаја и када је мања вероватноћа евидентирања прекршаја. Управо мањим ризиком од евидентирања прекршаја се могу објаснити утицаји овог предиктора. Занимљив резултат представља и чињеница да возачи који воле да путују на места са обезбеђеним паркинг местима чешће предузимају ризична понашања везана за пролазак на жуто светло. Овакав закључак се може сагледати кроз призму понашања возача и саобраћајне ситуације у урбаним подручјима (проблеми са паркинг местима и већи број раскрсница регулисаних светлосном саобраћајном сигнализацијом).

#### *4.2.1.1. Рангирање значаја предикторских променљивих*

Имајући у виду да су укупно 22 предикторске променљиве показале значајан утицај у шест различитих модела који су анализирали ризична понашања, намеће се питање који предиктори су важнији од других и који имају већи утицај на ризична понашања. Другим речима, отвара се питање рангирања значаја предикторских променљивих. Рангирањем променљивих добија се свеобухватнија слика о томе којим предикторским променљивама треба дати приоритет приликом дефинисања мера за унапређење понашања возача са инвалидитетом који користе ручне команде.

Један од најпогоднијих начина решавања проблема рангирања предикторских променљивих представља примена метода вишекритеријумског одлучивања. Као једна од метода која је најчешће коришћена у проблемима рангирања у области безбедности саобраћаја издваја се TOPSIS метода (Bao et al., 2012; Chen et al., 2015; Rosić et al., 2017). Ова метода вреднује алтернативе на основу њихове удаљености у односу на идеално и анти-идеално решење (Hwang and Yoon, 1981).



Најбоља алтернатива је она која има најмање растојање од идеалног решења и највеће растојање од анти-идеалног решења. Имајући у виду ову чињеницу креатори методе су за укупну меру квалитета алтернативе прогласили релативну блискост алтернативе идеалном решењу, узимајући у обзир њену удаљеност од идеалног и анти-идеалног решења истовремено. Ова мера у себе укључује и информацију о тежинским коефицијентима критеријума.

Примена TOPSIS методе у решавању постављеног задатка реализована је кроз шест фаза. Имајући у виду да је циљ рангирања да се упореди апсолутни утицај предикторских променљивих, у првом кораку су све вредности стандардизованих регресионих коефицијената претворене у апсолутне вредности. На овај начин се обезбеђује упоредивост коефицијената без обзира на њихов смер утицаја на зависне променљиве. Следећи корак представља дефинисање тежина критеријума. Као мера која на адекватан начин описује квалитет неког модела који описује ризично понашање возача са инвалидитетом који користе ручне команде може се узети Кориговани  $R^2$ . Наиме, што је већа вредност овог параметра то је и већа покривеност варијабилности конкретног понашања на основу предиктора који чине модел. Међутим, већа вредност Коригованог  $R^2$  је у директној корелацији са бројем предиктора који чине модел што може довести до тога да се у рангирању утицај неког предиктора прецени. Ово може довести до ситуације да предиктор који има мали утицај у моделу са високом вредношћу Коригованог  $R^2$  буде боље рангиран од предиктора који има велики утицај у моделу са ниском вредношћу Коригованог  $R^2$ . Да би се овај недостатак отклонио, вредности тежина које су коришћене у TOPSIS методи пропорционалне су количнику Коригованог  $R^2$  и броја предикторских променљивих које су чиниле модел. Према томе, вредности тежина коришћених у рангирању TOPSIS методом су израчунаване према следећем обрасцу (Једначина [4.5]):

$$w_{Tj} = \frac{\frac{adj R_j^2}{n_j}}{\sum_{i=1}^m \frac{adj R_i^2}{n_i}} \quad [4.5]$$

На приказаном обрасцу,  $w_{Tj}$  представља тежину  $j$ -тог критеријума ( $j$ -ти модел ризичног понашања возача са инвалидитетом који користе ручне команде) која се користи приликом рангирања TOPSIS методом. Вредности обележене као  $adj R_j^2$  представљају вредност Коригованог  $R^2$  за  $j$ -ти модел, а параметар  $n_j$  представља број предикторских променљивих у  $j$ -том моделу. Параметар  $m$  представља број креираних модела, што је у конкретном случају шест. Након реализована прва два корака могуће је приказати почетну табелу за реализовање рангирања утицаја предикторских променљивих применом TOPSIS методе (Табела 4.5).

Наредни корак представља нормализовање почетних вредности. Овим кораком се све почетне вредности свде на упоредиви јединствени опсег, а сам процес нормализације почетних вредности извршен је применом следећег обрасца (Једначина [4.6]):

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad [4.6]$$

Вредност  $r_{ij}$  представља нормализовану вредност  $i$ -те предикторске променљиве,  $j$ -тог критеријума, а вредност параметра  $x_{ij}$  представља почетну вредност за исту предикторску променљиву по истом критеријуму. Добијене нормализоване вредности након примењене процедуре приказане су у Табела 4.6.

Табела 4.5. Рангирање утицаја предикторских променљивих применом TOPSIS методе – почетне вредности

Предикторске променљиве	Појас – К1	Брзина – К2	Жуто светло – К3	Алкохол – К4	Телефон – К5	Умор – К6
Пол	0	0,388	0	0,305	0,292	0
Тип насеља	0	0	0,202	0	0	0
Запосленост	0	0	0	0	0	0,168
Приходи	0	0	0	0,206	0,376	0,233
Број чланова породице	0	0	0	0,182	0	0
Функција грудни кош	0	0,206	0	0	0	0
Функција трб. мишића	0	0	0	0	0,221	0,278
Функција врат	0	0	0	0	0,258	0,205
Функција десно раме	0	0	0	0	0,242	0
Функција лево раме	0,421	0	0	0	0	0,193
Функција десна шака	0,233	0	0	0,189	0	0,255
Функција лева шака	0	0	0,301	0	0	0
Функција вида	0	0	0	0	0,548	0
Врста мењача	0	0,187	0	0	0,256	0,226
Возачки стаж	0,229	0	0	0	0	0,206
Постојање помагала	0	0	0	0	0	0,370
Учесталост вожње	0	0,279	0	0	0	0
Задовољство РК	0	0	0	0	0,167	0
Став (паркинг место)	0	0	0,239	0	0	0
Став (ноћни услови)	0	0,381	0,353	0,242	0,389	0
Став (вршни сати)	0	0,437	0,393	0,474	0	0
Став (лоше време)	0	0	0	0,427	0	0
<b>Тежине</b>	<b>0,166</b>	<b>0,173</b>	<b>0,174</b>	<b>0,155</b>	<b>0,182</b>	<b>0,151</b>

Четврти корак у примени TOPSIS методе подразумева отежавање претходно нормализованих вредности. Овај поступак се реализује множењем тежина критеријума са одговарајућим нормализованим вредностима (Једначина [4.7]).

$$v_{ij} = r_{ij} * w_{Tj} \quad [4.7]$$

Вредности добијене отежавањем нормализованих вредности у конкретном примеру приказане су у Табела 4.7.

Табела 4.6. Рангирање утицаја предикторских променљивих применом TOPSIS методе – нормализоване вредности

<i>Предикторске променљиве</i>	<i>Појас – К1</i>	<i>Брзина – К2</i>	<i>Жуто светло – К3</i>	<i>Алкохол – К4</i>	<i>Телефон – К5</i>	<i>Умор – К6</i>
Пол	0,000	0,484	0,000	0,373	0,300	0,000
Тип насеља	0,000	0,000	0,295	0,000	0,000	0,000
Запосленост	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,230
Приходи	0,000	0,000	0,000	0,252	0,387	0,319
Број чланова породице	0,000	0,000	0,000	0,222	0,000	0,000
Функција грудни кош	0,000	0,257	0,000	0,000	0,000	0,000
Функција грб. мишића	0,000	0,000	0,000	0,000	0,227	0,380
Функција врат	0,000	0,000	0,000	0,000	0,265	0,280
Функција десно раме	0,000	0,000	0,000	0,000	0,249	0,000
Функција лево раме	0,790	0,000	0,000	0,000	0,000	0,264
Функција десна шака	0,437	0,000	0,000	0,231	0,000	0,349
Функција лева шака	0,000	0,000	0,440	0,000	0,000	0,000
Функција вида	0,000	0,000	0,000	0,000	0,564	0,000
Врста мењача	0,000	0,233	0,000	0,000	0,263	0,309
Возачки стаж	0,430	0,000	0,000	0,000	0,000	0,282
Постојање помагала	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,506
Учесталост вожње	0,000	0,348	0,000	0,000	0,000	0,000
Задовољство РК	0,000	0,000	0,000	0,000	0,172	0,000
Став (паркинг место)	0,000	0,000	0,350	0,000	0,000	0,000
Став (ноћни услови)	0,000	0,476	0,516	0,296	0,400	0,000
Став (вршни сати)	0,000	0,545	0,575	0,579	0,000	0,000
Став (лоше време)	0,000	0,000	0,000	0,522	0,000	0,000
<b>Тежине</b>	<b>0,166</b>	<b>0,173</b>	<b>0,174</b>	<b>0,155</b>	<b>0,182</b>	<b>0,151</b>

Табела 4.7. Рангирање утицаја предикторских променљивих применом TOPSIS методе – отежане нормализоване вредности

<i>Предикторске променљиве</i>	<i>Појас – К1</i>	<i>Брзина – К2</i>	<i>Жуто светло – К3</i>	<i>Алкохол – К4</i>	<i>Телефон – К5</i>	<i>Умор – К6</i>
Пол	0,000	0,084	0,000	0,058	0,055	0,000
Тип насеља	0,000	0,000	0,051	0,000	0,000	0,000
Запосленост	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,035
Приходи	0,000	0,000	0,000	0,039	0,070	0,048
Број чланова породице	0,000	0,000	0,000	0,034	0,000	0,000
Функција грудни кош	0,000	0,044	0,000	0,000	0,000	0,000
Функција грб. мишића	0,000	0,000	0,000	0,000	0,041	0,057
Функција врат	0,000	0,000	0,000	0,000	0,048	0,042
Функција десно раме	0,000	0,000	0,000	0,000	0,045	0,000
Функција лево раме	0,131	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040
Функција десна шака	0,072	0,000	0,000	0,036	0,000	0,053
Функција лева шака	0,000	0,000	0,077	0,000	0,000	0,000
Функција вида	0,000	0,000	0,000	0,000	0,103	0,000
Врста мењача	0,000	0,040	0,000	0,000	0,048	0,047
Возачки стаж	0,071	0,000	0,000	0,000	0,000	0,042
Постојање помагала	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,076
Учесталост вожње	0,000	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000
Задовољство РК	0,000	0,000	0,000	0,000	0,031	0,000
Став (паркинг место)	0,000	0,000	0,061	0,000	0,000	0,000
Став (ноћни услови)	0,000	0,082	0,090	0,046	0,073	0,000
Став (вршни сати)	0,000	0,094	0,100	0,090	0,000	0,000
Став (лоше време)	0,000	0,000	0,000	0,081	0,000	0,000
<b>Тежине</b>	<b>0,166</b>	<b>0,173</b>	<b>0,174</b>	<b>0,155</b>	<b>0,182</b>	<b>0,151</b>

Наредни корак подразумева одређивање удаљености нормализованих отежаних вредности од идеалног и анти-идеалног решења. Идеално и анти-идеално решење представљају максималне, односно, минималне вредности алтернатива по сваком критеријуму. Израчунавање удаљености предикторских променљивих од идеалног и анти-идеалног решења извршено је применом следећих образаца (Једначине [4.8] и [4.9]).

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^m (v_{ij} - v_j^+)^2} \tag{4.8}$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{i=1}^m (v_{ij} - v_j^-)^2} \tag{4.9}$$

Параметри  $S_i^+$  и  $S_i^-$  представљају удаљености предикторских променљивих од идеалног и анти-идеалног решења. Конкретне вредности идеалних и анти-идеалних решења за  $j$ -ти критеријум обележени су као  $v_j^+$  и  $v_j^-$ . Вредности удаљености од идеалног и анти-идеалног решења приказане су у Табела 4.8 и Табела 4.9.

Табела 4.8. Рангирање утицаја предикторских променљивих применом TOPSIS методе – удаљеност од идеалног решења

Предикторске променљиве	Појас – К1	Брзина – К2	Жуто светло – К3	Алкохол – К4	Телефон – К5	Умор – К6
Пол	0,017	0,000	0,010	0,001	0,002	0,006
Тип насеља	0,017	0,009	0,002	0,008	0,011	0,006
Запосленост	0,017	0,009	0,010	0,008	0,011	0,002
Приходи	0,017	0,009	0,010	0,003	0,001	0,001
Број чланова породице	0,017	0,009	0,010	0,003	0,011	0,006
Функција грудни кош	0,017	0,002	0,010	0,008	0,011	0,006
Функција трб. мишића	0,017	0,009	0,010	0,008	0,004	0,000
Функција врат	0,017	0,009	0,010	0,008	0,003	0,001
Функција десно раме	0,017	0,009	0,010	0,008	0,003	0,006
Функција лево раме	0,000	0,009	0,010	0,008	0,011	0,001
Функција десна шака	0,003	0,009	0,010	0,003	0,011	0,001
Функција лева шака	0,017	0,009	0,001	0,008	0,011	0,006
Функција вида	0,017	0,009	0,010	0,008	0,000	0,006
Врста мењача	0,017	0,003	0,010	0,008	0,003	0,001
Возачки стаж	0,004	0,009	0,010	0,008	0,011	0,001
Постојање помагала	0,017	0,009	0,010	0,008	0,011	0,000
Учесталост вожње	0,017	0,001	0,010	0,008	0,011	0,006
Задовољство РК	0,017	0,009	0,010	0,008	0,005	0,006
Став (паркинг место)	0,017	0,009	0,002	0,008	0,011	0,006
Став (ноћни услови)	0,017	0,000	0,000	0,002	0,001	0,006
Став (вршни сати)	0,017	0,000	0,000	0,000	0,011	0,006
Став (лоше време)	0,017	0,009	0,010	0,000	0,011	0,006

Табела 4.9. Рангирање утицаја предикторских променљивих применом TOPSIS методе – удаљеност од анти-идеалног решења

Предикторске променљиве	Појас – К1	Брзина – К2	Џуто светло – К3	Алкохол – К4	Телефон – К5	Умор – К6
Пол	0,000	0,007	0,000	0,003	0,003	0,000
Тип насеља	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000
Запосленост	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
Приходи	0,000	0,000	0,000	0,002	0,005	0,002
Број чланова породице	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
Функција грудни кош	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
Функција трб. мишића	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,003
Функција врат	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002
Функција десно раме	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000
Функција лево раме	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002
Функција десна шака	0,005	0,000	0,000	0,001	0,000	0,003
Функција лева шака	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000
Функција вида	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000
Врста мењача	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,002
Возачки стаж	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002
Постојање помагала	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006
Учесталост вожње	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000
Задовољство РК	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
Став (паркинг место)	0,000	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000
Став (ноћни услови)	0,000	0,007	0,008	0,002	0,005	0,000
Став (вршни сати)	0,000	0,009	0,010	0,008	0,000	0,000
Став (лоше време)	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000

Табела 4.10. Рангирање утицаја предикторских променљивих применом TOPSIS методе – коначни ранг

Предикторске променљиве	TOPSIS – С	РАНГ	Просечан РАНГ по категоријама
Пол	0,377	4	
Тип насеља	0,183	17	
Запосленост	0,127	21	13,6
Приходи	0,318	6	
Број чланова породице	0,127	20	
Функција грудни кош	0,160	19	
Функција трб. мишића	0,244	13	
Функција врат	0,226	14	
Функција десно раме	0,164	18	
Функција лево раме	0,410	3	11,3
Функција десна шака	0,336	5	
Функција лева шака	0,254	11	
Функција вида	0,315	7	
Врста мењача	0,276	9	
Возачки стаж	0,288	8	
Постојање помагала	0,246	12	13,4
Учесталост вожње	0,208	16	
Задовољство РК	0,118	22	
Став (паркинг место)	0,211	15	
Став (ноћни услови)	0,480	1	
Став (вршни сати)	0,473	2	7,0
Став (лоше време)	0,260	10	

Последњи, шести, корак у примени TOPSIS методе представља израчунавање релативне блискости предикторских променљивих идеалном решењу. На основу ових вредност врши се и коначно рангирање утицаја предикторских променљивих. Рачунање релативне блискости предикторских променљивих идеалном решењу врши се преко следећег обрасца (Једначина [4.10]):

$$C = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad [4.10]$$

Табела 4.10. приказује вредности блискости идеалном решењу за све предикторске променљиве. Значајан податак представља и просечан ранг предикторских променљивих у зависности од категорија којима предикторске променљиве припадају. На основу овог показатеља може се закључити да навике у вожњи имају доминантан утицај на понашање у саобраћају возача са инвалидитетом са аспекта безбедности у саобраћају, чији просечан ранг износи 7,0. Као две најдоминантније предикторске променљиве из ове групе издвојиле су се навике возача везане за учествовање у саобраћају у ноћним условима и током вршних сати. Имајући у виду смер утицаја ове две променљиве, може се закључити да возачи који избегавају кретање у вршним сатима и чешће се крећу у ноћним условима представљају популацију која је склона предузимању ризичних понашања у саобраћају. Наредна категорија променљивих која је имала нешто мањи утицај била је група медицинских предикторских променљивих. Просечан ранг ових променљивих износио је 11,3, а као најдоминантније променљиве издвојиле су оне везане за функционалност левог рамена, десне шаке и вида. Најмањи просечан ранг забележен је код категорија променљивих које су дефинисане као социодемографске (13,6) и возачко искуство (13,4).

### **4.3. Оцена нивоа безбедности флоте адаптираних транспортних средстава**

О утицају адаптивних уређаја на активну и пасивну безбедност особа са инвалидитетом у својству возача више детаља дато је у претходном поглављу (**Поглавље 3**). Међутим, од значаја је анализирати и безбедност флоте адаптираних путничких возила као целине и упоредити их са карактеристикама флоте свих путничких возила.

Према подацима Асоцијације европских произвођача возила (АСЕА, 2022) на подручју Европске Уније у 2020. години регистровано је укупно 246.345.770 путничких аутомобила. Овај податак представља раст од скоро три милиона возила у односу на 2019. годину, или у процентима око 1,2%. Према истом извештају, просечна старост путничких возила на подручју Европске Уније износи 11,8 година. Међутим, од државе до државе ова вредност значајно варира. Тако да је у појединим земљама овај просек испод девет година (Луксембург – 6,7, Аустрија – 8,5, Ирска – 8,6 и Данска – 8,9), а у неким и изнад 16 (Грчка – 16,6, Естонија – 16,7, Румунија – 16,9, Литванија – 17,0). Са аспекта старосне структуре возног парка уочава се да је скоро свако четврто возило у Европској Унији млађе од шест година (23,9%), док је 55,9% старије од десет година.

Податке о карактеристикама флоте путничких возила на подручју Србије могуће је пронаћи у неколико извора. Као најпрецизнији извор података о овој теми могу се сматрати истраживања која реализује Агенција за безбедност саобраћаја Републике Србије (2022) у оквиру годишњих пројеката истраживања индикатора перформанси безбедности саобраћаја. Према овим истраживањима пронађено је да је просечна старост путничких аутомобила на подручју Србије за 2021. годину износила 16,5 година. У оквиру истраживања анализирана су још два значајна индикатора, и то „% путничких аутомобила млађих од шест година“ и „% путничких аутомобила старијих од десет година“.

Вредности ових индикатора током 2021. године за подручје Србије износиле су 7,0% за индикатор „% путничких аутомобила млађих од шест година“ и 83,5% за индикатор „% путничких аутомобила старијих од десет година“. У истраживању које се бавило сценаријима управљања флотом возила у циљу унапређења енергетске ефикасности и смањења емисије штетних гасова може се пронаћи још информација о флоти путничких возила (Мијаиловић et al., 2019). На репрезентативном узорку од преко 7.811 путничких аутомобила, аутори проналазе да се просечна старост возила креће од 14,2 године до 19,8 година у зависности од врсте и запремине погонског агрегата. Најмања старост уочена је код возила која се покрећу на дизел гориво и имају запремину мотора мању од 2.000 cm<sup>3</sup>, а највећа код возила која користе бензин као погонски агрегат и имају запремину мотора већу од 2.000 cm<sup>3</sup>. Просечна маса категорија путничких возила се креће од 926 до 2.202 kg у зависности од врсте погонског агрегата и запремине мотора.

С обзиром да се у јавним базама које садрже податке о флоти путничких возила на подручју Србије не могу филтрирати карактеристике везане за адаптирана возила, подаци о карактеристикама ових возила неопходно је прикупити на другачији начин. У истраживању реализованом током 2020. године, интервјуисани су возачи адаптираних возила који су, између осталог, наводили и информације о возилима које користе (Petrović et al., 2021b). Анализом прикупљеног узорка од 65 адаптираних возила утврђено је да просечна старост ових возила износи 13,4 године, док је проценат адаптираних возила млађих од шест година – 12,3%, а проценат возила старијих од десет година – 72,3%. Просечна маса адаптираних возила износи 1.253 kg. Више од половине адаптираних путничких возила има просечну масу која се налази у категорији између 1.100 и 1.500 – 55%. У значајно мањем проценту забележена је маса возила „мање од 1.100 kg“ – 23% и „више од 1.500 kg“ – 22%. Преко 70% адаптираних возила има запремину мотора која се креће у опсегу од 1.400 до 2.000 cm<sup>3</sup>, док значајно мањи проценат возила има запремину мотора већу (18%) и мању (11%) од овог опсега.

Табела 4.11. Упоредни приказ основних карактеристика путничких возила

Карактеристика флоте	Европска Унија – 2020 (ACEA, 2022)	Србија – Индикатори БС – 2021	Србија – Мијаиловић et al. (2019)	Адаптирана возила - Petrović et al. (2021b)
Старост возила	11,8	16,5	14,2-19,8	<b>13,4</b>
% возила млађих од шест година	23,9	7,0	-	<b>12,3</b>
% возила старијих од десет година	55,9	83,5	-	<b>72,3</b>
Маса возила (бензин, <1.400 cm <sup>3</sup> )	-	-	926	<b>1.134</b>
Маса возила (бензин, 1.400 cm <sup>3</sup> - 2.000 cm <sup>3</sup> )	-	-	1.176	<b>1.149</b>
Маса возила (бензин, >2.000 cm <sup>3</sup> )	-	-	1.407	<b>1.290</b>
Маса возила (дизел, <2.000 cm <sup>3</sup> )	-	-	1.225	<b>1.338</b>
Маса возила (дизел, >2.000 cm <sup>3</sup> )	-	-	2.202	<b>1.552</b>

У Табела 4.11 упоредно су приказани подаци о карактеристикама флоте путничких возила Европске Уније, Србије и адаптираних возила на подручју Србије.

Анализом старости флоте конвенционалних возила и флоте адаптираних возила за потребе особа са инвалидитетом уочава се да су адаптирана возила нешто млађа. Имајући у виду да млађа возила имају боље перформансе безбедности (Anderson and Searson, 2015; Broughton, 2012; Martin and Lenguerrand, 2008; Méndez et al., 2010), може се закључити да флота адаптираних возила има боље карактеристике безбедности у односу на флоту конвенционалних возила. Поред тога су код флоте адаптираних возила уочени већи проценти возила млађих од шест година и мањи проценат возила старијих од десет година.

Маса адаптираних возила се донекле разликује у односу на претходно истраживање (Mijailović et al., 2019) које је разматрало масу флоте путничких аутомобила у Србији. Упоређивањем просечних маса возила може се уочити да је маса „мањих“ адаптираних возила (бензин до 1.400 cm<sup>3</sup> и дизел до 2.000 cm<sup>3</sup>) већа у односу на исте категорије конвенционалних возила. С обзиром на значај масе возила за безбедност путника (Evans and Frick, 1993; Martin and Lenguerrand, 2008; Tolouei et al., 2013), може се рећи да су адаптирана возила поменуте запремине мотора и погонског агрегата безбеднија у односу на исте категорије конвенционалних возила. Међутим, код „већих“ адаптираних возила (преко 2.000 cm<sup>3</sup>), забележена је мања маса адаптираних возила у односу на конвенционална возила. Разлог за овај закључак може да буде претпоставка да је у истраживању флоте конвенционалних возила било више возила са већом запремином мотора.

#### 4.4. *Закључна разматрања*

Према светским искуствима и истраживањима на подручју Србије, као најзначајнији проблем који доводи до настанка саобраћајних незгода особа са инвалидитетом у својству возача издваја се прилагођеност перформанси и начина рада адаптивних уређаја специфичним потребама корисника. Ово се јасно истиче у неколико база из Велике Британије као и у истраживању реализованом у Шведској. Индикатор овог проблема за подручје Србије је чињеница да драматично већу стопу незгода имају возачи са возачким искуством преко 7,5 година, што управо може да буде последица неприлагођености уређаја новим потребама возача са инвалидитетом. Такође, променљива која може указати на проблем прилагођености перформанси уређаја је и ограничење функционалности десног рамена што значајно доприноси настанку незгода. Као ризично понашање које има нарочито изражен допринос настанку незгода код анализираних популација препознато је започињање вожње упркос умору. Ово може указати на повећано замарање током вожње што може бити узроковано различитим околностима (захтевнији улазак/излазак из возила, напорнија вожња итд.).

Особе са инвалидитетом у својству возача предузимају одређена ризична понашања као и други учесници у саобраћају. Као најчешће ризично понашање у овој групи возача идентификована је употреба мобилног телефона током вожње. Имајући у виду специфичности вожње возача са инвалидитетом који користе ручне команде, овај закључак добија додатно на тежини. На основу анализе утицаја предиктора на ризична понашања, може се извући генерални закључак да су испитаници склонији да врше ризична понашања у ситуацијама када се осећају пријатно (нпр. управљају возилом са аутоматским мењачем, крећу се у условима саобраћаја без гужви итд.). Рангирањем утицаја предиктора на ризична понашања, као најдоминантнија издвојила се група предиктора везана за навике у вожњи.

Анализа флоте адаптираних возила за потребе особа са инвалидитетом у својству возача показала је да флота ових возила има боље показатеље безбедности саобраћаја у односу на целокупну флоту возила на подручју Србије, али значајно лошије у односу на флоту путничких возила из Европске Уније. Поред тога, пронађено је да адаптирана возила у просеку имају нешто већу масу што је условљено и потребама самих возача (више простора у возилу).



## 5. Креирање модела за оцену нивоа безбедности особа са инвалидитетом у својству возача

### 5.1. Специфичности анализираног проблема

Као што је поменуто у **Поглављу 3**, различити типови и нивои инвалидитета имају различит утицај на могућност учешћа у саобраћају особе са инвалидитетом у својству возача. Док неки типови инвалидитета готово да немају утицај на ниво безбедног учешћа у саобраћају у својству возача (нпр. особе са оштећењем слуха), особе са другим инвалидитетима суочавају се са бројним баријерама (нпр. особе са физичким инвалидитетом). С обзиром на велику хетерогеност са аспекта инвалидитета, развијен је модел чија су циљна група особе са физичким инвалидитетом које у циљу самосталног учешћа у саобраћају у својству возача уграђују одређене системе и уређаје у возило (нпр. ручне команде).

Специфичности ове популације особа са инвалидитетом која учествују у саобраћају у својству возача у великој мери ограничавају могућност примене одређених аналитичких алата. Прво ограничење представља релативно мали број особа са инвалидитетом који учествују у саобраћају на подручју Србије у својству возача. Број возача са инвалидитетом у Србији је значајно мањи у односу на развијене земље света (Petrović et al., 2022a). Овакво постојеће стање онемогућава коришћење алата за анализу који захтевају велики узорак. С обзиром на то, неопходно је применити методе које су резистентне на овај проблем.

Још један значајан недостатак је мали број претходних истраживања која су се бавила предикторима безбедности особа са инвалидитетом у својству возача. Ова чињеница представља ограничење са два аспекта. Прво, значајно отежава избор релевантних предиктора за креирање модела и захтева реализацију додатних истраживања у ту сврху. Поред тога, валидација утицаја предиктора на безбедност особа са инвалидитетом у својству возача је непоузданија са аспекта поређења са претходним истраживањима.

Приликом креирања модела неопходно је узети у обзир специфичности анализираних популације, како би резултати били што поузданији, а предлози мера што релевантнији. Из свега претходног наведено, може се закључити да су погодни алати за анализу циљане популације они који подржавају рад са:

- ☉ Малим узорцима;
- ☉ Малим бројем претходних истраживања.

## 5.2. Процедура креирања модела

Имајући у виду претходна ограничења, као погодан начин за анализу посматраног проблема изабран је Бајесовски приступ. Овај приступ има бројне погодности у специфичним условима (Wagenmakers et al., 2018). Бајесовски приступ омогућава да се модел креира не само на основу прикупљених података, већ и на основу претходних (приорних) знања. Ова знања се најчешће могу генерисати на основу претходних истраживања и експертских знања. С обзиром на мали број истраживања која су се бавила предикторима безбедности особа са инвалидитетом у својству возача, неопходно је на другачији начин генерисати претходна знања. Најпогоднији начин за генерисање претходних знања у анализираном проблему је експертско истраживање.



Слика 5.1. Алгоритам креирања модела

Као почетни корак у креирању модела реализовано је експертско истраживање. Циљеви експертског истраживања били су дефинисање скупа потенцијалних (значајних) предиктора и уочавање ризичних категорија у оквиру сваког препознатог предиктора. На основу ових информација, могуће је дефинисати подкуп доминантних предиктора погодних за креирање модела. Поред тога, на основу експертских знања могуће је дефинисање ризичних категорија препознатих предиктора кроз конкретне вредности које би се користиле као претходна знања у креирању модела. Више детаља о начину одабира експерата, конкретним задацима експерата, дефинисању процедуре за одабир доминантних предиктора дато је у **Поглављу 5.2.1.**

Након реализовања експертског истраживања, приступило се реализацији истраживања међу особама са инвалидитетом који у саобраћају учествују у својству возача. У оквиру овог истраживања, испитаници су давали информације о основним социодемографским и медицинским карактеристикама, као и о предикторима који су експертским истраживањем препознати као доминантни. Више детаља о начину реализације истраживања међу анализираним популацијом приказано је у **Поглављу 5.2.2.**

На основу прикупљених података експертским истраживањем и истраживањем особа са инвалидитетом креиран је Бајесовски модел логистичке регресије. У циљу вредновања експертских знања, креирана су укупно 3 модела са различитим приорним расподелама параметара. Поред модела у ком су усвојене приорне расподеле генерисане на основу знања експерата, разматрани су и модели код којих су усвојене неинформативне приорне расподеле и расподеле засноване на максималној процени вероватноће. Више о приорним расподелама и генерисању приорних расподела на основу експертских знања приказано је у **Поглављу 5.2.3.**, а више детаља о Бајесовском моделу логистичке регресије дато је у **Поглављу 5.2.4.**

Шематски приказ процедуре реализовања истраживања у циљу креирања модела за оцену нивоа безбедности особа са инвалидитетом у својству возача приказан је на Слика 5.1.

### 5.2.1. *Експертско истраживање*

Имајући у виду да је безбедност особа са инвалидитетом у својству возача мултидисциплинарни проблем, приликом експертског истраживања први изазов био је креирање мултидисциплинарног тима експерата. У конкретном истраживању, учествовале су три групе експерата:

- **Искусни возачи са инвалидитетом.** У оквиру ове групе, захтевано је да експерт има вишегодишње искуство учешћа у саобраћају у својству возача, активно у последњих годину дана. Предност су имали искусни возачи са инвалидитетом који додатно учествују у унапређењу инклузије и квалитета живота особа са инвалидитетом (кроз владине и невладине организације, јединице локалне самоуправе, спортске организације итд.)
- **Медицински експерти.** Ова група експерата одабрана је на основу искуства у раду са особама са инвалидитетом, првенствено у својству процене потенцијалних возача да ли могу на безбедан начин да учествују у саобраћају.
- **Саобраћајни инжењери.** Експерти ове групе изабрани су на основу њиховог претходног искуства у области безбедности саобраћаја и учешћа на пројектима који су анализирали учешће у саобраћају особа са инвалидитетом.

На основу ових критеријума креиран је списак потенцијалних експерата за све препознате области. Имајући у виду препоруке из претходних истраживања на тему експертских истраживања (Knoi et al., 2010), потребан број експерата из сваке области је шест. Према томе, у експертском истраживању учествовало је укупно 18 експерата из три области.

Након одабира експерата приступило се реализацији истраживања. Експертско истраживање реализовано је интервјуисањем сваког експерта посебно, које је трајало између 30 и 40 минута. Након упознавања експерата са циљевима истраживања и њиховим задацима, приступило се реализацији истраживања кроз две фазе:

- **Одређивање значајних предиктора.** У првој фази експерти су наводили конкретне предикторе за које сматрају да повећавају вероватноћу учешћа у саобраћајним незгодама особа са инвалидитетом у својству возача. За сваки препознат предиктор, експерти су давали процену његовог значаја на петостепеној скали.
- **Одређивање ризичних категорија за сваки предиктор.** За сваки предиктор који је препознао као значајан, експерт је имао задатак да истакне која категорија тог предиктора је више ризична. Експерти су ови информацију давали као количник шанси једне категорије у односу на другу категорију са аспекта учешћа у саобраћајној незгоди. На пример, експерт који препозна предиктор пол као значајан, у овом кораку може да наведе: „Мушкарци са инвалидитетом у својству возача имају за 40% више шанси да учествују у саобраћајној незгоди у односу на жене са инвалидитетом у својству возача“. Због лакшег разумевања, сви предиктори су разматрани као категоријске променљиве са две или више категорија.

С обзиром на релативно велики број експерата, очекиван је и велики број значајних предиктора. Следећи изазов представљао је избор подскупа доминантних предиктора из скупа значајних предиктора препознатих од стране експерата. Овај корак је важан за наставак креирања модела, како би се број предиктора у моделу смањило и како би модел био практичнији. Из тог разлога креирана је процедура за одабир доминантних предиктора. Ова процедура заснована је на PROMETHEE II методи вишекритеријумског одлучивања. Генерално, PROMETHEE (The Preference Ranking Organisation METHod for Enrichment of Evaluations) методе анализирају односе између предиктора изражавајући их преко доминантности одређеног предиктора у односу на друге и доминације других предиктора у односу на њега (Brans and de Smet, 2016). Предност PROMETHEE II методе је генерисање јединствене вредности за сваки предиктор која представља разлику између доминације конкретног предиктора у односу на остале и доминантности других предиктора у односу на конкретни предиктор. Јединствене вредности добијене на овај начин крећу се у опсегу од -1 (сви остали предиктори су доминантни у односу на посматрани) до 1 (посматрани предиктор је доминантан у односу на све остале). Као гранична вредност за дефинисање подскупа доминантних предиктора усвојена је вредност 0,50. Сви предиктори чија је јединствена вредност добијена PROMETHEE II методом износила преко граничне вредности, сматрани су доминантним предикторима. Током примене PROMETHEE II методе усвојена је линеарна функција преференције. С обзиром да је PROMETHEE II метода вишекритеријумског одлучивања, да би њена примена била могућа, било је неопходно дефинисати одређене критеријуме. У ту сврху дефинисана су два критеријума:

- ⊙ **Критеријум 1.** Процент експерата који су конкретан предиктор препознали као значајан.
- ⊙ **Критеријум 2.** Просечна вредност разлика између важности конкретног предиктора и просечне вредности важности свих предиктора према одређеном експерту. Вредност овог критеријума израчунавана је према следећем изразу (Једначина [5.1]):

$$z_i = \frac{\sum_j^m (z_{ij} - \bar{y}_j)}{m} \quad [5.1]$$

$z_i$  представља вредност Критеријума 2 за  $i$ -ти предиктор,  $m$  је број експерата који су препознали  $i$ -ти предиктор као значајан. Вредност  $z_{ij}$  представља важност  $i$ -тог предиктора од стране  $j$ -тог експерта на петостепеној скали. Вредност  $\bar{y}_j$  представља просечну важност свих предиктора од стране  $j$ -тог експерта.

### 5.2.2. *Истраживање возача са инвалидитетом*

На основу резултата добијених анализом експертског истраживања креиран је упитник који је коришћен у истраживању возача са инвалидитетом. Поред основних питања о испитаницима која су се односила на социодемографски и медицински статус, упитник је укључио и питања о предикторима који су експертским истраживањем препознати као доминантни. Као једна од кључних тема истраживања возача са инвалидитетом представљала су и питања о искуству учешћа у саобраћајним незгодама.

Прикупљање података је извршено уз помоћ организација које окупљају особе са инвалидитетом (нпр. Савез параплегицара и квадриплегицара Србије – СПИКС). У зависности од жеље испитаника, прикупљање података је реализовано интервјуисање уживо (лицем у лице) поштујући све здравствене мере услед пандемије COVID-19 или преко телефона. Просечна дужина трајања интервјуа износила је између 20 и 25 минута. Непосредно пре почетка интервјуа, испитаник је био упознат са циљевима истраживања и замољен од стране истраживача да одобри употребу података у научноистраживачке сврхе. Након добијања дозволе од стране испитаника, започет је процес интервјуисања.

### 5.2.3. *Приорне расподеле*

Као веома важан корак у креирању модела за оцену нивоа безбедности особа са инвалидитетом у својству возача издваја се креирање приорних расподела независних параметара. У оквиру овог истраживања, упоређиване су три приорне расподеле параметара са циљем одабира најквалитетнијег модела. Прва приорна расподела била је неинформативна расподела. Овакав приступ не доноси никаква претходна знања о потенцијалном утицају параметара на зависну променљиву. Неинформативна расподела представља добру основу за вредновање других приорних расподела. Овакав приступ је чест у претходним истраживањима из области безбедности саобраћаја (Afghari et al., 2019; Farid et al., 2017). Други приступ је подразумевао генерисање приорних расподела као нормалних расподела чији су параметри добијени проценом максималних вероватноћа (Yu and Abdel-Aty, 2013). Овакав приступ подразумева да су параметри нормалне расподеле за одређени предиктор једнаки параметрима који су добијени проценом максималних вероватноћа у логистичкој регресији где је посматрани предиктор једина независна променљива, а зависна променљива је она која је анализирана у моделу.

Последњи приступ подразумева добијање приорних расподела на основу експертских процена које су прикупљене током експертског истраживања. Одређивање конкретних вредности је извршено на основу информација о ризичности категорија предиктора. С обзиром да су експерти своја мишљења изражавали као количник шанси, на основу овог податка могуће је оценити вредност логистичког регресионог коефицијента ( $\hat{b}_{ij}$ ) за  $i$ -ти предиктор према мишљењу  $j$ -тог експерта. Услов оцењивања логистичког регресионог коефицијента за одређени предиктор је тај да су регресиони коефицијенти свих осталих предиктора константни. Израчунавање вредности оцењеног коефицијента врши се на следећи начин (Једначине [5.2] и [5.3]):

$$\frac{\text{odds}(x_i = 1)}{\text{odds}(x_i = 0)} = \frac{e^{\hat{b}_{0j} + x_1 \hat{b}_{1j} + \dots + x_n \hat{b}_{nj}}}{e^{\hat{b}_{0j} + x_1 \hat{b}_{1j} + \dots + 0 \hat{b}_{ij} + \dots + x_n \hat{b}_{nj}}} = e^{\hat{b}_{ij}} \quad [5.2]$$

$$\ln\left(\frac{\text{odds}(x_i = 1)}{\text{odds}(x_i = 0)}\right) = \ln(e^{\hat{b}_{ij}}) = \hat{b}_{ij} \quad [5.3]$$

Овај поступак поновљен је за сваки доминантни предиктор и за сваког експерта. На основу свега приказаног, експертске приорне расподеле предиктора изражене су као нормалне расподеле са параметрима које узимају просечну вредност параметра  $\hat{b}_{ij}$  за све експерте уз одговарајуће вредност варијансе. Према томе, експертске приорне расподеле предиктора се могу записати као (Једначина [5.4]):

$$b_i \sim N\left(\hat{b}_{ij}, \frac{\sum (\hat{b}_{ij} - \bar{\hat{b}}_{ij})^2}{m-1}\right) \quad [5.4]$$

#### 5.2.4. Статистичка анализа

У циљу истраживања утицаја доминантних предиктора на зависну променљиву креирани су модели Бајесовске логистичке регресије. У општем случају, модел логистичке регресије се може написати преко следећег израза (Једначина [5.5]):

$$\frac{p}{1-p} = e^{b_0 + x_1 b_1 + \dots + x_i b_i + \dots + x_n b_n} \quad [5.5]$$

У конкретном моделу  $\frac{p}{1-p}$  представља однос вероватноће да ће се саобраћајна незгода догодити и вероватноће да се саобраћајна незгода неће догодити када је возач особа са инвалидитетом. Овај однос се назива још и шанса. Вредности  $b_i$  представљају регресионе коефицијенте логистичког регресионог модела, а  $x_i$  су конкретне вредности  $i$ -тог предиктора. Вредност индекса  $n$  представља број предиктора који чине модел.

С обзиром на специфичности анализираних популација која се манифестује кроз њихову малобројност и мали број претходних истраживања која се односе на ову тему, као погодан приступ за анализу, изабран је Бајесовски приступ. Према дефиницији, Бајесовски приступ даје могућност добијања постериорних вероватноћа на основу претходних знања (приорних вероватноћа) и функције вероватноће прикупљених података (Gelman et al., 2004). На овај начин решава се и проблем прецењивања квалитета добијених резултата (overfitting), што је карактеристично у анализама малих узорака. Према дефиницији (Gelman et al., 2004), постериорна вероватноћа параметра  $\theta$  се добија на следећи начин (Једначина [5.6]):

$$\pi(\theta|\varphi) = \frac{\pi(\theta, \varphi)}{\pi(\varphi)} = \frac{\pi(\theta)\pi(\varphi|\theta)}{\pi(\varphi)} \propto \pi(\theta)\pi(\varphi|\theta) \quad [5.6]$$

$\pi(\theta|\varphi)$  представља постериорну расподелу параметра  $\theta$  на посматраном скупу података  $\varphi$ . Заједничка расподела вероватноће анализираних података  $\varphi$  и параметра  $\theta$  изражена је преко  $\pi(\theta, \varphi)$ .  $\pi(\theta)$  представља приорну расподелу параметра  $\theta$ , а  $\pi(\varphi|\theta)$  функцију вероватноће параметра  $\theta$ .

Генерисање постериорних процена креираног модела извршено је применом МСМС (Monte Carlo Markov Chains) приступа. За сваки параметар генерисан је посебан „ланац“ са укупно 40.000 понављања, при чему је првих 10.000 служило за постизање конвергентности ланца и изузимано из коначних процена. Квалитет МСМС је оцењиван на основу стопе прихватања (acceptance rate) и визуелно провером дијаграма аутокорељације, трасе, хистограма и густине. За оцењивање квалитета модела и његове комплексности коришћена је Бајесовска генерализација Акаиковог информационог критеријума (Akaike Information Criterion) – DIC (The Deviance Information Criterion). С обзиром на малу величину узорка, препорука је коришћење толерантнијих опсега за одређивање значајности утицаја предиктора (Royall, 1986). Код конкретног модела, 90% Бајесовски интервал поверења (90% BCI – Bayesian credible interval) је усвојен у циљу оцене величине утицаја анализираних предиктора.

## 5.3. Резултати

### 5.3.1. Експертско истраживање

У складу са препорукама да је шест експерата довољно за адекватну оцену неке области и имајући у виду да је анализиран проблем посматран са три аспекта, у истраживању је учествовало 18 експерата. Табела 5.1. приказује основне информације о експертима који су учествовали у истраживању. Највише искуства у својој експертској области имају возачи са инвалидитетом. Просечно искуство ове групе експерата износи око 23 године. Нешто мање, али свакако веома значајно искуство имали су и експерти из области медицине и саобраћајног инжењерства. Медицински експерти су имали просечно искуство од преко десет година, а експерти из области саобраћајног инжењерства нешто мало више, око 11 година искуства.

Током истраживања, експерти су препознали 23 предиктора као значајна са аспекта учешћа у саобраћајним незгодама особа са инвалидитетом у својству возача. Препознати значајни предиктори се могу поделити у пет група, које су приказане на Слика 5.2. Највећи број предиктора идентификован је у оквиру групе Возачке навике, укупно осам. Након тога, по шест значајних предиктора уочено је у групи медицинских и групи ризичног понашања у саобраћају. Најмање значајних предиктора експерти су препознали у групи социодемографских (2) и групи карактеристике возила (1).

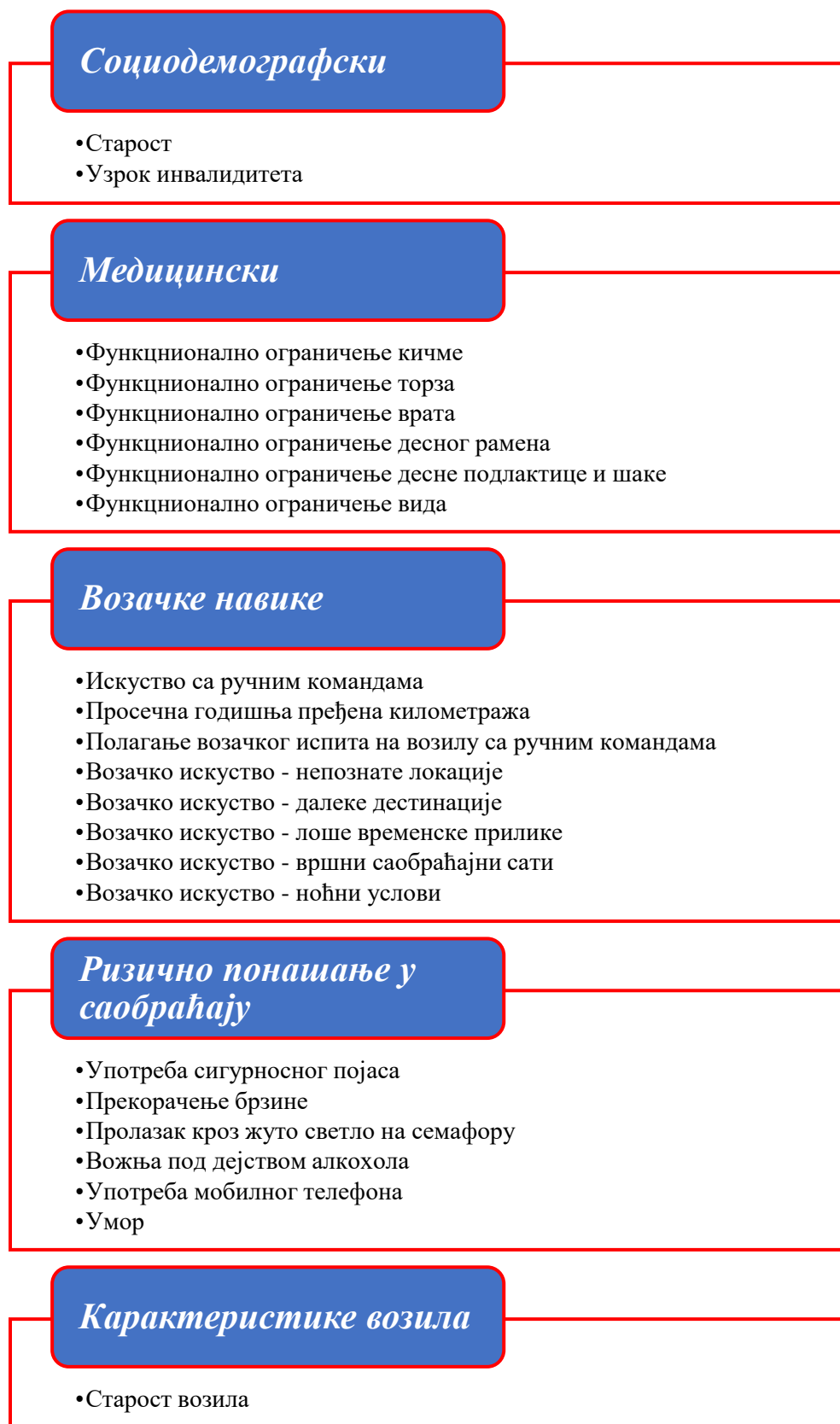
Табела 5.1. Основни подаци о експертима

ID	Експертска област	Позиција	Пол	Старост	Искуство
1	Искуство у вожњи	Приватна компанија	Мушки	62	40
2	Искуство у вожњи	Невладина организација	Женски	54	20
3	Искуство у вожњи	Параспортиста	Мушки	51	32
4	Искуство у вожњи	Локална администрација	Мушки	48	15
5	Искуство у вожњи	Невладина организација	Мушки	46	20
6	Искуство у вожњи	Невладина организација	Женски	30	12
7	Медицина	Лекар специјалиста	Мушки	38	11
8	Медицина	Лекар специјалиста	Женски	39	13
9	Медицина	Лекар специјалиста	Мушки	43	10
10	Медицина	Лекар специјалиста	Мушки	40	8
11	Медицина	Лекар специјалиста	Мушки	38	7
12	Медицина	Лекар специјалиста	Мушки	40	13
13	Саобраћајно инжењерство	Универзитет	Мушки	40	12
14	Саобраћајно инжењерство	Национална агенција	Женски	38	17
15	Саобраћајно инжењерство	Национална агенција	Мушки	38	10
16	Саобраћајно инжењерство	Универзитет	Мушки	33	9
17	Саобраћајно инжењерство	Невладина организација	Мушки	33	10
18	Саобраћајно инжењерство	Универзитет	Женски	32	7

Наредни корак био је филтрирање препознатих предиктора са циљем смањења броја предиктора који ће бити коришћени у моделу. Овај поступак је извршен применом PROMETHEE II методе вишекритеријумског одлучивања, користећи два раније дефинисана критеријума. Анализом Критеријума 1, уочава се укупно 11 предиктора које је као значајно препознало преко 50% експерата. Једини предиктори који су препознати као значајни од стране свих експерата били су Вожња под дејством алкохола и Употреба мобилног телефона. На основу критеријума који показује релативну битност предиктора у односу на остале предикторе (Критеријум 2), уочено је 11 предиктора са позитивним вредностима. Ове позитивне вредности говоре да су ови предиктори битнији од замишљеног „просечног“ предиктора. Највећа вредност Критеријума 2 забележена је код критеријума Вожња под дејством алкохола. Резултати примене PROMETHEE II методе вишекритеријумског одлучивања у селекцији доминантних предиктора приказани су у Табела 5.2. Колона означена „ $\psi^+$ “ представља доминантност конкретног предиктора у односу на остале предикторе. Слично, колона „ $\psi^-$ “ представља доминацију свих других предиктора у односу на посматрани, док колона „ $\psi$ “ представља јединствену вредност доминације која се добија као разлика колоне „ $\psi^+$ “ и „ $\psi^-$ “.

Применом PROMETHEE II методе извршено је смањење броја предиктора, приликом чега је одабрано шест предиктора који се могу сматрати доминантним. Из скупа доминантних предиктора, чак четири су из групе Ризично понашање у саобраћају, и то су: Прекорачење брзине, Вожња под дејством алкохола, Употреба мобилног телефона и Умор. Поред тога, два предиктора су идентификована из групе медицинских предиктора, и то: Функционално ограничење врата и Функционално ограничење вида.





Слика 5.2. Приказ значајних предиктора препознатих од стране експерата

Табела 5.2. Селекција доминантних предиктора – резултати PROMETHEE II методе

Предиктор	Крите- ријум 1	Крите- ријум 2	$\psi+$	$\psi-$	$\psi$	Статус
Старост	58,3%	0,16	0,469	0,227	0,242	Одбачен
Узрок инвалидитета	41,7%	-0,26	0,085	0,543	-0,457	Одбачен
ФО – кичме	58,3%	-0,05	0,298	0,324	-0,026	Одбачен
ФО – торза	50,0%	-0,13	0,176	0,423	-0,247	Одбачен
ФО – врата	91,7%	0,45	0,703	0,072	<b>0,631</b>	<b>Прихваћен</b>
ФО – десног рамена	50,0%	-0,05	0,247	0,378	-0,131	Одбачен
ФО – десне подлактице и шаке	58,3%	0,03	0,424	0,283	0,141	Одбачен
ФО – вида	83,3%	0,45	0,661	0,080	<b>0,582</b>	<b>Прихваћен</b>
Искуство са ручним командама	50,0%	-0,09	0,201	0,400	-0,199	Одбачен
Просечна годишња пређена километража	50,0%	0,07	0,396	0,314	0,082	Одбачен
Полагање возачког испита на возилу са ручним командама	33,3%	-0,18	0,082	0,606	-0,524	Одбачен
ВИ – непознате локације	25,0%	-0,51	0,003	0,810	-0,807	Одбачен
ВИ – далеке дестинације	33,3%	-0,34	0,034	0,652	-0,618	Одбачен
ВИ – лоше временске прилике	58,3%	-0,09	0,252	0,346	-0,094	Одбачен
ВИ – вршни саобраћајни сати	41,7%	-0,43	0,048	0,578	-0,530	Одбачен
ВИ – ноћни услови	50,0%	-0,01	0,330	0,360	-0,030	Одбачен
Употреба сигурносног појаса	33,3%	-0,42	0,019	0,663	-0,644	Одбачен
Прекорачење брзине	83,3%	0,75	0,696	0,021	<b>0,675</b>	<b>Прихваћен</b>
Пролазак кроз жуто светло на семафору	66,7%	0,25	0,546	0,176	0,370	Одбачен
Вожња под дејством алкохола	100,0%	1,08	0,827	0,000	<b>0,827</b>	<b>Прихваћен</b>
Употреба мобилног телефона	100,0%	0,75	0,782	0,010	<b>0,772</b>	<b>Прихваћен</b>
Умор	83,3%	0,75	0,696	0,021	<b>0,675</b>	<b>Прихваћен</b>
Старост возила	33,3%	-0,59	0,008	0,697	-0,689	Одбачен

### 5.3.2. Истраживање возача са инвалидитетом

Истраживање међу возачима са инвалидитетом реализовано је на територији Србије у периоду од септембра до октобра 2020. године. Током истраживања прикупљен је узорак од 65 испитаника који у саобраћају учествују у својству возача возила на ком су уграђени уређаји за управљање возилом (нпр. ручне команде). Према подацима Агенције за безбедност саобраћаја (2021), уграђено је око 250 оваквих уређаја, па се уочава да је узорак у истраживању око четвртина популације.

Основне социодемографске карактеристике узорка приказане су у Табела 5.3. У прикупљеном узорку већину испитаника чиниле су особе мушког пола. Просечна старост испитаника износила је 42,9 година, а медијана старости узорка износи 40 година. Већина испитаника живи у урбаним срединама, има примања испод €500, има завршену највише средњу школу и незапослени су. Као најдоминантнији узрок инвалидитета у популацији су саобраћајне незгоде, скоро у 50% случајева. Важан податак је и тај да је укупно 27,7% испитаника учествовало у саобраћајној незгоди као возач са инвалидитетом.

Табела 5.3. Основне карактеристике узорка

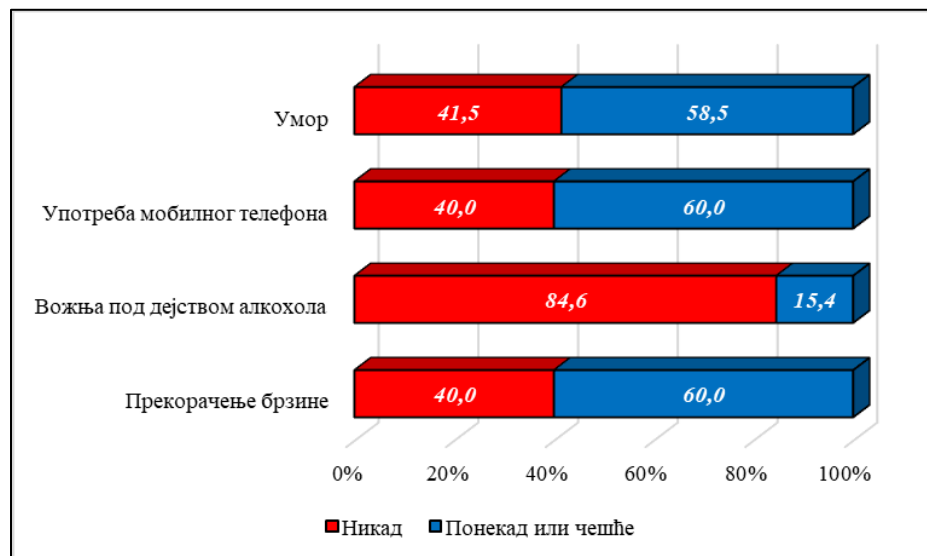
<i>Променљива/Категорија</i>	<i>Учесталост</i>	<i>Процент</i>
<u>Пол</u>		
Женски	8	12,3%
Мушки	57	87,7%
<u>Старост</u>		
Просек	42,9	
Стандардно одступање	10,5	
Медијана	40,0	
<u>Место становања</u>		
Урбано	33	50,8%
Приградско	12	18,5%
Мали град	11	16,9%
Рурално	9	13,8%
<u>Месечни приход (€)</u>		
<500	37	56,9%
500-750	18	27,7%
750-1000	5	7,7%
>1000	5	7,7%
<u>Образовање</u>		
Средња школа или ниже	44	67,7%
Основне студије или више	21	32,3%
<u>Запосленост</u>		
Незапослени	43	66,2%
Запослени	22	33,8%
<u>Разлог инвалидитета</u>		
Саобраћајна незгода	32	49,2%
Последице болести	7	10,8%
Повреда на раду	6	9,2%
Рањавање из оружја	5	7,7%
Пад са висине	4	6,2%
Урођено	4	6,2%
Остало	7	10,8%

Табела 5.4. приказује проценат испитаника који имају функционално ограничење неког од најважнијих делова тела. Највећи проценат испитаника има функционална ограничења доњих екстремитета (лева и десна бутина, и лева и десна потколеница и стопало) – преко 90%. Поред тога, значајан број испитаника има функционално ограничење леђа и трбушних мишића.

Табела 5.4. Функционална ограничења делова тела

<i>Део тела</i>	<i>Функционално ограничење</i>	<i>Потпуно функционално</i>
Леђа	76,9%	23,1%
Грудни кош	15,4%	84,6%
Трбушни мишићи	66,2%	33,8%
Врат	6,2%	93,8%
Лева надлактица и рамени појас	4,6%	95,4%
Десна надлактица и рамени појас	3,1%	96,9%
Лева подлактица и шака	10,8%	89,2%
Десна подлактица и шака	9,2%	90,8%
Лева бутина	96,9%	3,1%
Десна бутина	98,5%	1,5%
Лева потколеница и стопало	98,5%	1,5%
Десна потколеница и стопало	98,5%	1,5%
Чуло слуха	4,6%	95,4%
Чуло вида	13,8%	86,2%

Од укупног броја испитаника, њих 27,7% учествовало је у макар једној саобраћајној незгоди као возач са инвалидитетом. Понашање испитаника према предикторима коју су препознати као доминантни приказано је на Слика 5.3. Испитаници у око 60% случајева понекад или чешће прекорачују ограничену брзину, користе мобилни телефон током војње и започињу војњу упркос умору. Најмањи проценат испитаника започиње војњу након конзумације алкохола.



Слика 5.3. Понашање испитаника према доминантним предикторима

### 5.3.3. Приорне расподеле

Креирање приорних расподела доминантних предиктора у истраживању извршено је на три различита начина. Први начин, подразумевао је усвајање неинформативне приорне расподеле за све предикторе (Модел НИП), при чему је усвојена претпоставка да не постоје никакве претходне информације о утицају предиктора на зависну променљиву. Код другог приступа, приорне расподеле предиктора су приказане преко нормалне расподеле где су параметри добијени проценом максималних вероватноћа (Модел ПМВ). Ове вредности су добијене креирањем више логистичких регресионих модела где је посматрани предиктор једина независна променљива, а зависна променљива је искуство учешћа у саобраћајној незгоди. Приорне расподеле коришћене у последњем моделу (Модел ЕКС) добијене су на основу процедуре која је детаљно објашњена у Поглављу 5.2.3. Конкретне вредности параметара приорних расподела ( $N \sim (\mu, \sigma^2)$ ) приказане су у Табела 5.5.

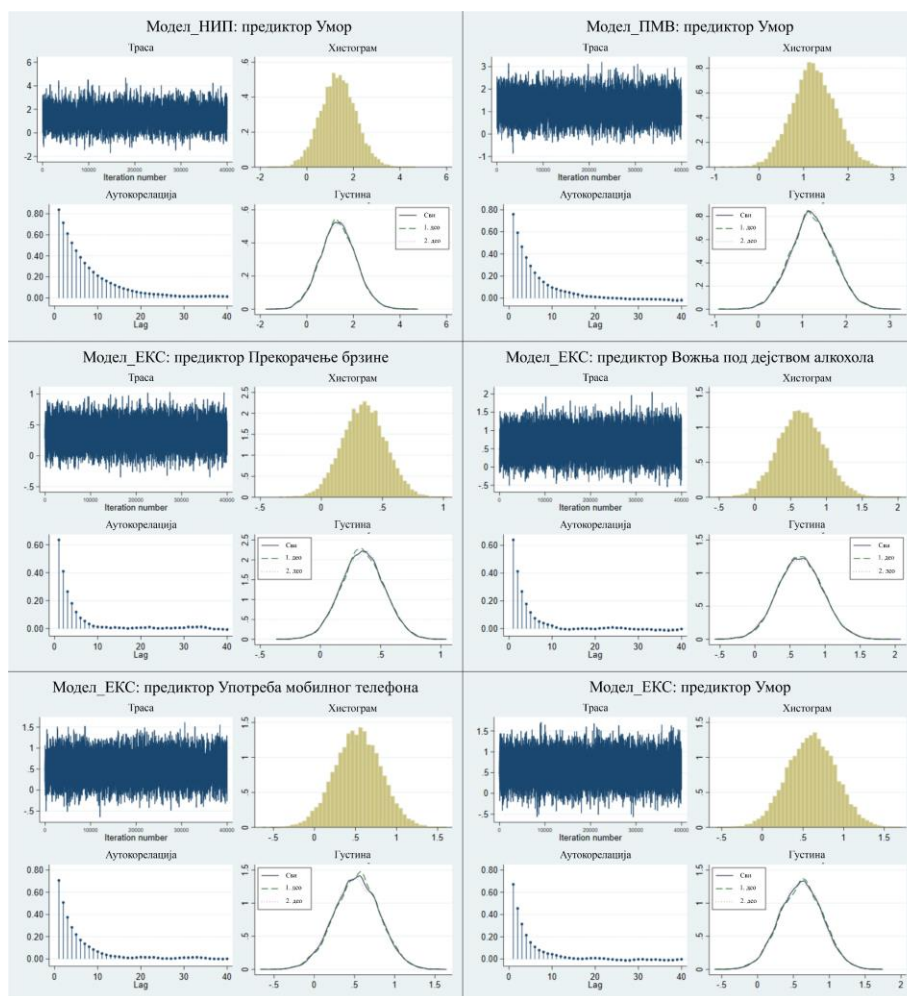
Табела 5.5. Приорне расподеле предиктора коришћене у моделима

Предиктори	Модел НИП		Модел ПМВ		Модел ЕКС	
	$\mu$	$\sigma^2$	$\mu$	$\sigma^2$	$\mu$	$\sigma^2$
ФО – врат			-0,147	1,415	0,564	0,201
ФО – вид			0,312	0,591	0,693	0,241
Прекорачење брзине	0	10000	0,268	0,356	0,374	0,035
Војња под дејством алкохола			1,034	1,085	0,665	0,111
Употреба мобилног телефона			0,611	0,313	0,556	0,104
Умор			1,308	0,349	0,518	0,117

### 5.3.4. Креирање модела

На основу приорних расподела, креирана су три модела Бајесовске логистичке регресије. Независне променљиве у моделима биле су доминантни предиктори препознати од стране експерата, укупно шест. Са друге стране, зависна променљива била је искуство учешћа у саобраћајној незгоди. Зависна променљива је изражена као бинарна променљива где је са шифром „0“ обележено да испитаник није имао искуство учешћа у саобраћајној незгоди као возач са инвалидитетом, док је шифра „1“ указивала на супротно.

У зависности од модела, стопа прихватања се креће у опсегу од 0,434 до 0,446, што је у складу са препорукама (Gelman et al., 2004). Поред тога, визуелном провером дијаграма аутокорељације, трасе, хистограма и густине учача се адекватно понашање добијених параметара. Приказ ових дијаграма за предикторе који су имали статистички значајан утицај у моделима приказано је на Слика 5.4. Коначно, према параметру за упоређивање квалитета модела (DIC) показано је да је модел који је креиран на основу експертских приорних расподела (Модел\_ЕКС) најбољи. Коefицијенти свих модела Бајесовске логистичке регресије приказани су у Табела 5.6.



Слика 5.4. Дијаграми аутокорељације, трасе, хистограма и густине предиктора који су показали статистички значајан утицај у моделима

Табела 5.6. Модели Бајесовске логистичке регресије

Предиктори	Модел НИП			Модел ПМВ			Модел ЕКС		
	В	90% ВCI		В	90% ВCI		В	90% ВCI	
ФО – врат	-0,977	-3,888	1,550	-0,673	-2,247	0,875	0,431	-0,258	1,122
ФО – вид	0,209	-1,311	1,756	0,230	-0,773	1,245	0,601	-0,056	1,295
Прекорачење брзине	-0,120	-1,270	1,114	-0,059	-0,904	0,775	<b>0,349</b>	<b>0,069</b>	<b>0,651</b>
Вожња под дејством алкохола	0,143	-2,075	2,319	0,154	-1,183	1,570	<b>0,641</b>	<b>0,125</b>	<b>1,161</b>
Употреба мобилног телефона	0,264	-0,893	1,360	0,265	-0,471	1,037	<b>0,519</b>	<b>0,058</b>	<b>0,990</b>
Умор	<b>1,332</b>	<b>0,063</b>	<b>2,606</b>	<b>1,245</b>	<b>0,452</b>	<b>2,044</b>	<b>0,599</b>	<b>0,124</b>	<b>1,112</b>
Константа	-1,595	-2,454	-0,746	-1,567	-2,311	-0,873	-1,711	-2,271	-1,115
ДИС	86,4			80,0			77,2		

Анализом добијених резултата уочава се да су у моделу заснованом на експертским проценама приорних расподела (Модел\_ЕКС) сви предиктори који су везани за ризично понашање у саобраћају показали статистички значајан утицај. Код свих предиктора карактеристично је да су регресиони коефицијенти позитивни. Ово указује на позитивну повезаност између ова четири предиктора и зависне променљиве. На пример, возачи који чешће предузимају ризичне активности (нпр. започињу вожњу када су уморни, користе мобилни телефон током вожње, започињу вожњу након конзумације алкохола и прекорачују брзину) чешће су учествовали у саобраћајним незгодама као возачи са инвалидитетом. У преосталим моделима (Модел\_НИП и Модел\_ПМВ), једини предиктор који је показао статистички значајан утицај је Умор. Са друге стране, у свим моделима, два доминантна медицинска предиктора нису показала статистички значајан утицај. На основу добијених резултата, може се закључити да на учешће у саобраћајним незгодама возача са инвалидитетом доминантно утиче ризично понашање у саобраћају, а не медицинско стање.

## 5.4. Закључна разматрања

У овом поглављу креиран је Бајесовски логистички модел за оцену нивоа безбедности особа са инвалидитетом у својству возача. Креирање модела реализовано је на основу два истраживања (експертско и возача са инвалидитетом) и три методолошка приступа (метода вишекритеријумског одлучивања – PROMETHEE II, метод генерисања приорних расподела на основу експертских процена и моделирање Бајесовском логистичком регресијом). Упоредивањем перформанси креираних модела оправдан је методолошки приступ који је подразумевао укључивање експертских оцена у анализу безбедности особа са инвалидитетом у својству возача. Овакав начин генерисања приорних расподела показао је боље резултате у односу на раније коришћене начине усвајања ових расподела. Додатан значај ових резултата је потенцијал примене овог приступа и на друге проблеме који имају слична ограничења. Као најзначајнији предиктори који утичу на учешће у саобраћајним незгодама особа са инвалидитетом у својству возача препознати су предиктори из групе ризичног понашања у саобраћају. Конкретно, четири ризична понашања су се посебно издвојила: прекорачење брзине, вожња под дејством алкохола, употреба мобилног телефона и вожња упркос умору. Поред ових предиктора, у модел су укључена и два предиктора која су разматрала функционална ограничења особа са инвалидитетом. Ови предиктори односили су се на функционална ограничења врата и вида.

## 6. Анализа предложених модела и дискусија добијених резултата

### 6.1. Вредновање креираних модела

Значајан аспект креирања модела за оцену нивоа безбедности особа са инвалидитетом у својству возача је оправдање коришћења експертских знања код Бајесовског приступа. У претходним студијама из области безбедности саобраћаја мали број аутора се бавио интеграцијом експертских знања и Бајесовског приступа (Petrović et al., 2022d; Schlüter et al., 1997; Washington and Oh, 2006; Yu and Abdel-Aty, 2013). Може се претпоставити да је узрок малог броја оваквих радова природа истраживања у области безбедности саобраћаја која углавном нема проблем са величином узорка и малим бројем претходних истраживања.

Schlüter et al. (1997) су се бавили идентификацијом, рангирањем и одабиром ризичних тачака из групе раније идентификованих проблематичних локација. У овом раду, аутори предлажу хијерархијски Бајесовски модел са Поасоновом претпоставком и Гама приорним расподелама. У оквиру истраживања аутори наводе да су у креирању приорних расподела користили експертска знања, али конкретан поступак инкорпорације није наведен. Креираним моделом успешно је показано које су локације ризичне и колико, на реалном примеру 35 ризичних тачака на Новом Зеланду. Washington and Oh (2006) су интегрисали експертска знања и приорне расподеле добијене из претходних истраживања у циљу одређивања најбољих мера за решавање проблема безбедности на путно пружним прелазима. Аутори су користили Бајесовски приступ, размотривши 18 мера за постизање зацртаног циља. Овим приступом успешно су идентификоване мере које имају боље ефекте у решавању конкретних проблема настанка саобраћајних незгода. Yu and Abdel-Aty (2013) упоређују четири приорне расподеле у анализи фактора који су допринели настанку саобраћајних незгода на једној деоници у току годину дана. У раду су примењена два начина моделирања Поасоново-Гама и Поасоново-Логнормално моделирање. Методи генерисања приорних расподела били су следећи: двостепени Бајесовски приступ (подела узорка на два дела, где се на основу првог дела генеришу приорне расподеле које се користе у другом), метод максималне вероватноће параметара (у овом приступу параметри приорне расподеле се генеришу директно из узорка), метод момената (генерисање приорне расподеле само на основу сумарне статистике параметара) и експертски метод (генерисање приорних расподела на основу експертских знања). И у овом истраживању конкретан начин генерисања приорних расподела на основу експертског истраживања није дат. Аутори рада закључују да експертски метод има нарочито велики значај у случајевима када постоји мали узорак испитаника.

У моделу који је детаљно приказан у претходном поглављу упоређена су три модела Бајесовске логистичке регресије са различитим приорним расподелама. Прва приорна расподела била је неинформативна расподела (Afghari et al., 2019; Farid et al., 2017), друга приорна расподела заснована је на методу максималне вероватноће параметара (Yu and Abdel-Aty, 2013) и трећа заснована на генерисању експертских знања кроз приорне расподеле. Упоређивање креираних модела уочено је да је најбољи модел (према вредностима DIC параметра), онај модел у ком су приорне расподеле добијене експертским знањима. Ова чињеница оправдава коришћење експертског приступа у креирању предметног модела и потврђује значај интеграције Бајесовског приступа и експертских знања у решавањима проблема на малим узорцима (Yu and Abdel-Aty, 2013).

## 6.2. *Анализа значајних предиктора*

С обзиром на мали број релевантних истраживања из области учешћа у саобраћајним незгодама возача са инвалидитетом који су управљали преправљеним возилима, ограничена је могућност дефинисања релевантног скупа утицајних предиктора. Из тог разлога, извршено је експертско истраживање са једним од циљева да се дефинише скуп релевантних предиктора. На основу експертског истраживања, препозната су 23 предиктора који се могу логички груписати у пет целина (социодемографски, медицински, возачке навике, ризично понашање у саобраћају и карактеристике возила). Анализом доминантних предиктора и самих модела Бајесовске логистичке регресије посебно се истиче група предиктора који обухватају ризично понашање у саобраћају. Из тог разлога, у даљој дискусији посебан акценат стављен је на ову групу предиктора.

### 6.2.1. *Предиктори ризичног понашања у саобраћају*

Експертским истраживањем препознато је шест предиктора ризичног понашања који могу повећати вероватноћу учешћа у саобраћајним незгодама возача са инвалидитетом. Из групе ових предиктора, као доминантна издвојила су се четири предиктора, што је значајно више у односу на све остале препознате групе предиктора.

Једини предиктор који је показао статистички значајан утицај без обзира на начин дефинисања приорне расподеле био је Умор. Конкретно, особе са инвалидитетом у својству возача које понекад или чешће започињу вожњу упркос умору значајно чешће учествују у саобраћајним незгодама. У претходним истраживањима учесталости незгода возача са инвалидитетом који користе ручне команде, умор се истакао као најризичније понашање (Petrović et al., 2022a). Такође, важно је уочити још једну специфичност овог предиктора. Упоређивањем параметара експертске приорне расподеле и добијених регресионих коефицијената у моделу (Модел\_ЕКС), уочава се већа вредност коефицијента добијена у моделу. Ово указује на чињеницу да су експерти у извесној мери потценили значај овог предиктора. У многим претходним истраживањима утврђен је значајан утицај умора на настанак саобраћајних незгода код возача у општој популацији (Das et al., 2021; Davidović et al., 2018; Kim and Oh, 2021; Kwon et al., 2019; Liu and Wu, 2009; Moradi et al., 2019).



У истраживању које је представљало мета анализу радова који су се бавили утицајем умора на настанак и величину последица саобраћајних незгода (Moradi et al., 2019), аутори проналазе да возачи који возе уморни имају од 29% до 34% већу шансу да учествују у саобраћајној незгоди. Ако се узму у обзир и подаци из ESRA упитника (Vias institute, 2021), који показују да 13,9% возача опште популације у Србији возе уморни, у поређењу са 58,5% возача са инвалидитетом који су чинили узорак испитаника у креираним моделима, јасно се истиче проблем умора код ове категорије учесника у саобраћају. Већа стопа умора код возача са инвалидитетом може бити последица два разлога. Прво, специфичност узорка испитаника у истраживању је такав да су га чиниле доминантно особе са физичким инвалидитетом које се сусрећу са бројним баријерама током немоторизованих путовања. Ова група особа са инвалидитетом има проблем приступачности транспортном средству (Bascom and Christensen, 2017), а поред тога, троше и више енергије приликом уласка и изласка у возило. Такође, према појединим истраживањима (Benoit et al., 2009), управљање возилом ручним командама убрзава појаву умора код возача током вожње. Све ово чини да се возачи са инвалидитетом брже умарају у односу на возаче из опште популације. Још један значајан проблем представља недовољна свест о опасности започињања вожње упркос умору код возача са инвалидитетом. Овај проблем је већ препознат у општој популацији (Nordbakke and Sagberg, 2007; Smith et al., 2005). Све наведено, указује на значајан проблем умора код особа са инвалидитетом у својству возача.

Преостала три доминантна предиктора ризичног понашања у саобраћају (Прекорачење брзине, Вожња под дејством алкохола и Употреба мобилног телефона) су показали статистички значајан утицај само у моделу заснованом на експертским приорним расподелама (Модел\_ЕКС). Наиме, возачи са инвалидитетом који чешће прекорачују брзину, чешће возе под дејством алкохола и чешће користе мобилни телефон имају већу вероватноћу учешћа у саобраћајној незгоди. Поређењем параметара експертске приорне расподеле и добијених коефицијената у моделу, може се рећи да су експерти преценили утицај ових предиктора код популације возача са инвалидитетом. Са аспекта посматрана три предиктора ризичног понашања у саобраћају, не постоје значајне разлике између возача са инвалидитетом и возача из опште популације (Vias institute, 2021). Самопријављено прекорачење брзине у општој популацији возача на територији Србије варира од 44,5% до 64,5% у зависности од врсте пута (насеље, ван насеља и аутопут) и слично је резултату код возача са инвалидитетом – 60,0%. Започињање вожње након конзумације алкохола код возача у општој популацији забележено је чешће код возача у општој популацији – 19,4% у односу на возаче са инвалидитетом – 15,4%. Слично, и употреба телефона се не разликује значајно, 54,9% у општој популацији возача и 60,0% код возача са инвалидитетом. Сва три предиктора су показала веома јак утицај на повећање ризика настанка саобраћајних незгода код опште популације (Abdel-Aty and Radwan, 2000; Adanu et al., 2021; Clarke et al., 2010; Das et al., 2021; Gariazzo et al., 2018; Њијар et al., 2000; Lipovac et al., 2017; Martin et al., 2017; Nasr Esfahani et al., 2021; Shaaban et al., 2021). Према подацима Агенције за безбедност саобраћаја (2021) о саобраћајним незгодама у Србији за 2020. годину, неприлагођена брзина условима на путу била је узрок у око 46%, а вожња под дејством алкохола у око 16% саобраћајних незгода са погинулим. Лош утицај коришћења мобилног телефона огледа се у повећању ризика за настанак незгоде, у зависности од начина коришћења од 8,4% до 54,6%. Са друге стране, утицај ових предиктора код особа са инвалидитетом у својству возача уочено је у истраживању које је анализирано 31 саобраћајну незгоду (Wiasek et al., 2019). Према овом истраживању, 15% свих саобраћајних незгода у ком су учествовали возачи са инвалидитетом настало је као последица конзумације алкохола и дистракције мобилним уређајем. Ове чињенице јасно показују да ова три предиктора имају мање изражен утицај на настанак саобраћајних незгода код возача са инвалидитетом у односу на општу популацију.

Само два предиктора ризичног понашања у саобраћају нису препознати као доминантни на основу експертских процена. У ту групу предиктора спадају Пролазак кроз жуто светло на семафору и Употреба сигурносног појаса. Иако небезбедно понашање са аспекта понашања возача на семафору може значајно повећати ризик од настанка незгоде (Lu et al., 2015), разлог због ког експерти ово нису препознали као значајно може да буде претпоставка да анализирана група возача није склона агресивнијим стиловима вожње због специфичног начина управљања возилом. Иако је у појединим истраживањима доказано да су ризична понашања повезана (Elvik, 2009), на пример, возачи који чешће конзумирају алкохол, ређе користе сигурносни појас. Ипак употреба сигурносног појаса има доминантан утицај на пасивну безбедност. Према недавним истраживањима, возачи који не користе сигурносни појас имају око 13% већу вероватноћу повреде или смртог исхода у случају саобраћајне незгоде (Febres et al., 2020). Може се претпоставити да је код експерата преовладао утицај овог предиктора на пасивну безбедност, па га нису препознали као доминантан у смислу вероватноће настанка саобраћајне незгоде.

### 6.2.2. *Остали предиктори*

Од преосталих 17 предиктора који су експерти препознали као значајне у смислу учешћа у саобраћајним незгодама, као доминантна издвојила су се само два (Функционално ограничење врата и Функционално ограничење вида). Међутим, ови предиктори нису показали статистички значајан утицај на зависну променљиву у креираним моделима. Као главни разлог за овакав закључак може да буде претпоставка да су возачи који имају проблем ове врсте успели да на адекватан начин прилагоде услове вожње својим потребама. На пример, проблем возача који имају функционално ограничење врата може се решити постављањем додатних огледала у возилу који ће смањити потребу за ротацијом врата (Bouman and Pellerito, 2006). Поред тога, може се претпоставити да возачи који имају ову врсту проблема у саобраћају учествују са више пажње. Овакво понашање назива се још и компензација ризика и препозната је и у ранијим студијама безбедности саобраћаја (Bergel-Nayat et al., 2013; Phillips et al., 2011). Компензација ризика подразумева надомештање слабијих способности вожње услед неког проблема са опрезнијим стилем вожње. Дакле, иако проблем функционалног ограничења врата (Marottoli et al., 1998) и вида (Ball et al., 1993) представља значајан проблем за безбедно учешће у саобраћају, у пракси, ови проблеми нису значајно утицали на учешће у саобраћајним незгодама код посматране групе возача.

Преостала четири медицинска предиктора (Функционално ограничење кичме, Функционално ограничење торза, Функционално ограничење десног рамена, Функционално ограничење десне подлактице и шаке) нису идентификовани као доминантни. Јасно је да је су експерти препознали специфичне делове тела који су суштински важни за способност безбедног управљања возилом. Чињеница да се уградња ручних команди на подручју Србије најчешће поставља тако да их возачи са инвалидитетом користе десном руком (Lončar et al., 2016) објашњава избор функционалности десне руке од стране експерата као есенцијално важан део тела. Поред тога, функционално ограничење десног рамена код возача са инвалидитетом показало се као значајан предиктор у претходним истраживањима учешћа у саобраћајним незгодама на подручју Србије (Petrović et al., 2022a). Упркос томе, ова група медицинских предиктори није препозната као доминантна на настанак саобраћајне незгоде возача са инвалидитетом од стране експерата.

Мали утицај медицинског стања на ризик учешћа у саобраћајним незгодама пронађен је и у претходним студијама (di Stefano and Macdonald, 2003). На основу анализе понашања старих возача, аутори су закључили да непостојање утицаја медицинских предиктора на ризична понашања може да се објасни претходним медицинским прегледима који су успешно елиминисали возаче чије је здравствено стање високо ризично у смислу безбедног учешћа у саобраћају. Оваква аналогија може да се примени и у случају возача са инвалидитетом на подручју Србије. Имајући у виду могућност промене здравственог стања возача са инвалидитетом током времена, од великог је значаја испратити њихово здравствено стање периодичним медицинским прегледима (Petrović et al., 2022a).

У оквиру групе социодемографских предиктора који су препознати од стране експерата као значајни издвојила су се Старост и Узрок инвалидитета. Оба предиктора у даљој анализи нису препозната као доминантна, а самим тим нису узети у обзир приликом креирања модела. У општој популацији, старост возача представља значајан фактор учешћа у саобраћајним незгодама. Наиме, пронађено је да су са аспекта старости посебно ризични млади и стари возачи (Bucsuházy et al., 2020; Watson, 2022). Конкретно, код младих возача највећи проблем представља неискуство у вожњи и неприлагођена брзина, док је код старих возача главни проблем смањење когнитивних и психомоторних функција (Bucsuházy et al., 2020). Упркос томе, експерти не препознају овај предиктор као доминантан. На основу свега наведеног, може се извести закључак да у групи возача са инвалидитетом утицај старости нема доминантан утицај. Други значајан социодемографски предиктор, Узрок инвалидитета, није често био предмет истраживања са аспекта безбедности саобраћаја. У претходним истраживањима, утврђено је да узрок инвалидитета има утицај на мобилност возача са инвалидитетом, али не и на учесталости учешћа у саобраћајним незгодама (Petrović et al., 2022a). На основу свега може се закључити да социодемографски предиктори код возача са инвалидитетом немају доминантну улогу са аспекта учешћа у саобраћајним незгодама.

Највећи број предиктора препознатих као значајни експерти су идентификовали у оквиру групе Возачке навике (Искуство са ручним командама, Просечна годишња пређена километража, Полагање возачког испита на возилу са ручним командама, Возачко искуство - непознате локације, Возачко искуство - далеке дестинације, Возачко искуство - лоше временске прилике, Возачко искуство - вршни саобраћајни сати, Возачко искуство - ноћни услови). Међутим, свих 8 предиктора није препознато као доминантно на основу експертских оцена. У ранијим истраживањима није уочен значајан утицај већине ових предиктора на учесталост саобраћајних незгода код возача са инвалидитетом који користе ручне команде (Petrović et al., 2022a). Изузетак представља променљива Просечна годишња пређена километража код које је уочена мала јачина корелативне везе са просечним бројем саобраћајних незгода по години. Такође, у истом истраживању је пронађено да возачи који су полагали возачки испит на возилу са ручним командама чешће учествују у саобраћајним незгодама. Као главни разлог за овакав закључак, Petrović et al. (2022a) наводе низак ниво квалитета обуке на возилима са ручним командама. Специфични услови реализовања саобраћаја, као што су вожња на непознате или далеке локације, лоше временске прилике, вожња у вршним саобраћајним сатима или ноћним условима могу имати негативан утицај на настанак саобраћајних незгода у општој популацији (Andrey et al., 2003; Ashraf et al., 2019; Ayati and Abbasi, 2011; Bucsuházy et al., 2020; Phillips and Sagberg, 2013). Bucsuházy et al. (2020) проналазе да се чак 30% незгода са повређеним лицима догодило на путевима које возачи не познају довољно. Путовања на далеке локације повезана су са појавом умора код возача што последично повећава ризик од настанка саобраћајних незгода (Phillips and Sagberg, 2013).

Постојање лоших временских прилика (нпр. падавине) повећава број саобраћајних незгода за 75%, а број повређених за 45% (Andrey et al., 2003). Такође, повећан број путничких аутомобила у вршним сатима саобраћаја значајно повећава вероватноћу настанка незгода и са повређеним лицима и са материјалном штетом (Ayati and Abbasi, 2011). Поред тога, у ноћним условима се дешава несразмерно велики број незгода са погинулим и повређеним лицима (Ashraf et al., 2019). Ипак, све ово није изражено код анализираних популација возача.

Специфично, експерти су препознали један предиктор који није могао да буде класификован ни у једној од претходно дефинисаних група – старост возила. У претходним истраживањима, утврђено је да новија возила имају значајно већи ниво безбедности (Anderson and Searson, 2015; Broughton, 2012; Нøуе, 2019; Martin and Lenguerrand, 2008; Méndez et al., 2010). Једно од новијих истраживања (Нøуе, 2019) показује да број погинулих и повређених возача са сваком годином старости возила расте 3,7%. Упркос томе, експерти нису препознали овај предиктор као доминантан. Један од разлога може да буде и чињеница да фактор возило доприноси релативном малом броју незгода у односу на остале факторе. Према подацима Агенције за безбедност саобраћаја (2021) о саобраћајним незгодама у Србији за 2020. годину, фактор возило је био утицајан у 9,3% незгода са погинулим лицима. Méndez et al. (2010) наводе да возачи у старијим возилима имају већи ризик да буду повређени, а возачи новијих возила да повреду некога. Генерално, предиктор који је везан за карактеристике возила није показао значајан утицај на вероватноћу настанка саобраћајних незгода у анализираној популацији.

### **6.3. Закључна разматрања**

Претходним потпоглављима дискутовани су резултати добијени приликом креирања модела у **Поглављу 5**. На основу дискусије, могу се идентификовати најважнији закључци. Прво, експертски приступ креирања приорних расподела показао је веома добре резултате приликом моделирања учешћа у саобраћајним незгодама возача са инвалидитетом. Комбинација експертских знања и Бајесовског приступа показује велики потенцијал у решавању проблема са малим узорцима и скромном претходном литературом. Други значајан закључак представља чињеницу да су утицајни предиктори на настанак саобраћајних незгода код возача са инвалидитетом првенствено повезани са њиховим ризичним понашањем у саобраћају. Визуелни приказ препознатих предиктора од стране експерата и њиховог значаја током креирања модела дат је на Слика 6.1.



Слика 6.1. Приказ значајности предиктора током креирања модела

## 7. Закључна разматрања дисертације и правци будућих истраживања

Особе са инвалидитетом представљају значајан део светске популације (око 15%). Нарочито велики проценат особа са инвалидитетом уочава се у високо развијеним земљама света, што је последица старења популације у овим друштвима и њихове веће свести о значају евиденције особа са инвалидитетом. Без обзира на место становања, особе са инвалидитетом се у свакодневном животу сусрећу са бројним баријерама које у значајној мери смањују њихов квалитет живота. Једна од најзначајнијих области у којој се ове особе сусрећу са проблемима је приступачност, а у оквиру ње као посебно важна тема истиче се приступачност саобраћају. Ову област препознају и Уједињене Нације и Европска Комисија као веома значајну за унапређење квалитета живота особа са инвалидитетом кроз своја стратешка документа. Лош ниво приступачности саобраћају особа са инвалидитетом најбоље се огледа кроз мањи број путовања у односу на остатак популације (у свету до 1,06 дневних путовања мање, у Србији 0,79-0,91). Као један од најбољих начина за превазилажење овог проблема издваја се омогућавање особама са инвалидитетом да самостално учествују у саобраћају у својству возача. Самостално кретање у саобраћају у својству возача поред већег броја путовања, особама са инвалидитетом доноси и већи ниво флексибилности, бољу временску ефикасност путовања и квалитетнију потрошњу слободног времена.

Да би нека особа са инвалидитетом могла да учествује самостално у саобраћају у својству возача, понекад је потребно извршити одређене адаптације транспортног средства. Најчешће потребу за тим адаптацијама имају особе са физичким инвалидитетом. Бројни су системи који се могу адаптирати за потребе особа са инвалидитетом, а најчешће се они групишу на следећи начин: системи и уређаји за седење, позиционирање и пасивну безбедност возача, системи и уређаји за управљање возилом, системи и уређаји за контролу кочница и акцелератора, комбиновани системи војње и помоћни системи и уређаји. Посебно важан уређај представљају ручне команде јер омогућавају војњу особама које немају могућност да управљају папучицама кочнице и акцелератора стопалима услед физичког инвалидитета. Поред ових система и уређаја, значајан допринос у будућности се може очекивати и од савремених транспортних средстава. Ова средства ће омогућити још већем броју особа са инвалидитетом да самостално учествују у саобраћају.

Иако веома значајна област, безбедност особа са инвалидитетом у својству возача у саобраћају до сада није била превише предмет истраживања. Са једне стране, уградња уређаја (најчешће ручне команде) који омогућавају особама са инвалидитетом да возе у Србији је и до девет пута ређа у односу на развијене земље света, док је динамички ризик учешћа у саобраћајним незгодама и преко четири пута већи.

Ове две чињеница се могу довести у везу, па је од великог значаја препознавање предиктора учешћа у саобраћајним незгодама и понашања у саобраћају возача са инвалидитетом на подручју Србије. На овај начин могуће је генерисати значајне информације које ће помоћи приликом планирања мера и активности за унапређење безбедности и мобилности возача са инвалидитетом, што ће за последицу имати опште унапређење приступачности саобраћају и бољи квалитет живота. Имајући у виду и глобални тренд старења светске популације и пораст свести о значају инклузије особа са инвалидитетом, ово питање добија додатно на значају.

Узимајући у обзир мотиве, предмет и циљ докторске дисертације, као и постављену хипотезу, најважнији закључци и доприноси ове докторске дисертације огледају се у следећем:

- ☉ Приказане су најважније дефиниције и класификације особа са инвалидитетом. С обзиром на специфичност анализираних проблема, особе са инвалидитетом су посматране према следећим категоријама: особе са физичким инвалидитетом, особе са оштећењем вида, особе са оштећењем слуга и особе са осталим инвалидитетима (нпр. интелектуални инвалидитет, сметње у развоју итд.).
- ☉ Приказани су подаци најрелевантнијих институција о бројности особа са инвалидитетом у свету, Европи и Србији.
- ☉ Извршена је систематизација података о приступачности и мобилности особа са инвалидитетом која се огледа кроз информације о броју дневних путовања у односу на остатак популације и виду путовања.
- ☉ Систематски су приказане баријере са којима се суочавају особе са инвалидитетом у циљу кретања транспортним средствима.
- ☉ Извршена је систематизација најважнијих система и уређаја транспортних средстава за потребе особа са инвалидитетом. На овај начин најважнији системи и уређаји су груписани у пет група и то: системи и уређаји за седење, позиционирање и пасивну безбедност возача, системи и уређаји за управљање возилом, системи и уређаји за контролу кочница и акцелератора, комбиновани системи вожње и помоћни системи и уређаји.
- ☉ Приказани су потенцијали савремених транспортних средстава за унапређење мобилности особа са инвалидитетом. Поред тога, реализовано је истраживање са циљем да помогне у креирању мера, политика и стратегија за успешну имплементацију савремених транспортних средстава у популацији особа са физичким инвалидитетом. Као кључне области деловања у циљу унапређења имплементације савремених транспортних средстава препознате су области ставови, приступачност и поверење.
- ☉ Систематски су приказана основна обележја безбедности саобраћаја претходно дефинисаних категорија особа са инвалидитетом. Најзначајнији проблеми уочавају се код особа са физичким инвалидитетом у својству возача и особа са оштећењем вида (подгрупа слепих особа) у својству пешака. Возачи са физичким инвалидитетом представљају веома рањиву категорију због почетног навикавања на уграђене адаптивне уређаје и утицај ових уређаја са аспекта пасивне безбедности, пре свега у смислу ефикасности система пасивне заштите.

- ⊙ Приказана су светска искуства везана за саобраћајне незгоде у којима су учествовале особе са инвалидитетом у својству возача. Као најзначајнији проблеми уочени у Шведској, Великој Британији и САД издвајају се прилагођеност перформанси и начина рада уређаја потребама особа са инвалидитетом и навикнутост возача на њихов начин функционисања.
- ⊙ Реализовано је истраживање учешћа у саобраћајним незгодама возача са инвалидитетом који користе ручне команде на подручју Србије. Три најважнија фактора која су показала утицај на учесталост учешћа у саобраћајним незгодама ове популације су започињање вожње упркос умору, слабљење функционалности десног рамена и возачко искуство у коришћењу ручних команди дуже од 7,5 година.
- ⊙ Истражено је понашање особа са инвалидитетом у својству возача на подручју Србије и извршена анализа утицаја предиктора на најчешћа ризична понашања. Најчешће ризично понашање ове популације особа са инвалидитетом била је употреба мобилног телефона. Генерално, особе са инвалидитетом су склоније вршењу ризичних понашања у ситуацијама када се осећају пријатно.
- ⊙ Извршено је поређење карактеристика флоте адаптираних возила и целокупне флоте возила. Као најважнији закључци ове компарације утврђено је да адаптирана возила у просеку имају нешто већу масу што је условљено и потребама самих возача (више простора у возилу).
- ⊙ Развијен је нов начин генерисања приорних расподела на основу експертских процена приликом креирања Бајесовских модела логистичке регресије. Овакав приступ креирања приорних расподела апликативан је на свим проблемима где се посматрани феномен може моделирати као променљива бинарног типа.
- ⊙ Успешно је креиран модел за оцену нивоа безбедности особа са инвалидитетом у својству возача. Услед специфичности анализираног проблема (малобројна популација, мали број претходних истраживања), реализована су два истраживања која су омогућила креирање модела.
- ⊙ Доказано је да коришћење експертских процена кроз приорне расподеле даје боље перформансе Бајесовских модела логистичке регресије у односу на традиционалне начине усвајања приорних расподела (неинформативни приступ, процена максималних вероватноћа). Овај допринос је од изузетног значаја за све проблеме који се сусрећу са ограничењима везаним за малобројност популације и мали број претходних истраживања.
- ⊙ На основу креираног модела, идентификовани су кључни предиктори учешћа у саобраћајним незгодама особа са инвалидитетом у својству возача. Најзначајнији утицај на учешће у саобраћајним незгодама показали су предиктори који описују ризично понашање у саобраћају. Конкретно, четири ризична понашања су се посебно издвојила: прекорачење брзине, вожња под дејством алкохола, употреба мобилног телефона и вожња упркос умору.

Поред наведених теоријских доприноса, добијени резултати могу бити од велике практичне користи у циљу унапређења безбедности особа са инвалидитетом у саобраћају, а последично и приступачности саобраћају. Практичне користи резултата ове дисертације огледају се у следећим областима:



- ⊙ Унапређење прилагођености перформанси адаптивних система и уређаја потребама особа са инвалидитетом у својству возача. Да би особа са инвалидитетом била безбедан учесник у саобраћају у својству возача кључна ствар су адаптивни системи и уређаји који су прилагођени њиховим потребама. Овај проблем се у досадашњој пракси уочава кроз више аспеката. Анализом искустава учешћа у саобраћајним незгодама у свету пронађено је да је најзначајнији проблем усклађеност уграђених уређаја са потребама возача. Конкретно се овај проблем може описати кроз неприлагођеност перформанси и начина функционисања система и уређаја потребама особа са инвалидитетом и њихову почетну ненавикнутост. Ове закључке додатно потврђују и истраживања из Србије у којима се уочавају променљиве које указују на проблем неприлагођености адаптивних система и уређаја (повећан ниво умора током вожње, негативан утицај смањене функционалности десног рамена). Додатни значај резултата истраживања у Србији представља и закључак који указује на неопходност чешћег усклађивања перформанси уграђених уређаја са потребама возача са инвалидитетом, услед значајно веће стопе незгода након 7,5 година возачког искуства. Према томе најзначајније мере и активности у циљу превазилажења ових проблема биле би:
- ⊙ Креирање и успостављање обавезних процедура за дефинисање одговарајућих система и уређаја (и њихових перформанси) неопходних за безбедно учествовање у саобраћају особа са инвалидитетом у својству возача. На основу најбоље праксе, процедура треба да обухвати проверу психофизичког стања од стране стручног медицинског особља (дефинисање јасних критеријума возачке способности), тестирање у симулаторима вожње (дефинисање тестова и критеријума неопходних за безбедно учешће у саобраћају у својству возача) и тестирање у реалним саобраћајним условима (критеријуми исти као и за остале учеснике у саобраћају).
  - ⊙ Успостављање система праћења усклађености уграђених адаптивних система и уређаја са потребама особа са инвалидитетом у својству возача. У јасно дефинисаним временским интервалима потребно је поновно вредновање способности особе са инвалидитетом да учествује у саобраћају у својству возача (нпр. три године, како би се обезбедиле две провере до препознате ризичне границе од 7,5 година). У зависности од резултата вредновања потребно је: одобрити коришћење тренутно уграђених адаптивних уређаја, наложити промену везану за уграђене адаптивне уређаје (промена перформанси уређаја, уградња нових уређаја, деинсталација старих уређаја) или забранити учешће у саобраћају у својству возача.
  - ⊙ Смањење ризичних понашања у саобраћају. На основу креираног модела за оцену нивоа безбедности особа са инвалидитетом у својству возача уочена је јака повезаност између учесталости ризичног понашања и учешћа у саобраћајним незгодама. Ризична понашања која су препозната у моделу била су Умор, Прекорачење брзине, Вожња под дејством алкохола и Употреба мобилног телефона. Анализом предиктора ризичних понашања пронађено је да особе са инвалидитетом у својству возача чешће врше ризична понашања када се осећају пријатније током вожње (нпр. управљају возилом са аутоматским мењачем, крећу се у условима саобраћаја без гужви итд.). Имајући све ово у виду, неопходно је предузети одређене мере и активности са циљем унапређења понашања ове групе возача:

- ⊙ Едукација особа са инвалидитетом о ризицима учешћа у саобраћају. Ове активности треба да буду додатни начин унапређења свести возача о ризичним понашањима у саобраћају. Конкретне активности везане за едукацију треба реализовати током саме возачке обуке (посебан допринос могу имати симулатори вожње). Уз унапређење саобраћајног образовања и васпитања у системима основношколског и средњошколског система образовања и редовне кампање о безбедности у саобраћају, ове активности могу дати изузетно добре резултате.
- ⊙ Коришћење потенцијала савремених транспортних средстава. Савремена транспортна средства имају велики потенцијал да унапреде мобилност особа са инвалидитетом без обзира на врсту инвалидитета. Очекивања су да ова транспортна средства буду нарочито коришћена од популације становништва која из неких разлога не може самостално да учествује у саобраћају у својству возача. Са друге стране, значајно ограничење примене ових средстава је њихова тренутна технолошка развијеност, висока цена технологије и неопходне инфраструктуре и опште неповерење према овој врсти технологија (безбедност, поузданост, приступачност). С обзиром на све ово, прве активности које би могле дати добре резултате биле би:
  - ⊙ Увођење савремених транспортних средстава у систем јавног транспорта путника. Овим би се појединачни трошкови за кориснике значајно смањили, али би и даље остало отворено питање приступачности. Из тог разлога, приликом имплементације савремених транспортних средстава неопходно је водити рачуна о следећа три принципа: приступачност, безбедност и поузданост.

Током реализовања истраживања постојала су одређена ограничења. Најзначајније ограничење представља непрепознавање особа са инвалидитетом као категорије у најважнијим базама података. На пример, подаци о инвалидитету учесника у саобраћајним незгодама на подручју Србије се не евидентирају. Из тог разлога било је неопходно пронаћи алтернативне начине прикупљања података (интервју) о учешћу у саобраћајним незгодама особа са инвалидитетом у својству возача. Ограничење оваквог начина прикупљања података представља ризик од друштвено прихватљивих одговора испитаника. С обзиром на релативно мали број потенцијалних испитаника због малобројности популације особа са инвалидитетом који у вожњи користе ручне команде, узорци у реализованим истраживањима су релативно мали. Иако и ова чињеница представља ограничење са аспекта могућности примене статистичких алата, овај проблем је успешно превазиђен применом Бајесовског приступа и експертских процена. Током самог процеса креирања модела, као још једно ограничење може се сматрати и чињеница да су експертска знања подједнако вреднована без обзира на искуство и стручност експерата. Донекле је ово ограничење превазиђено чињеницом да су експерти анализирали само утицајне предикторе из своје области деловања. Са аспекта интерпретације резултата Бајесовски регресионих модела ограничење представља и непостојање мера које би описале варијабилност зависне променљиве.

Имајући у виду ограничења везана за податке о саобраћајним незгодама у којима учествују особе са инвалидитетом, у будућности је неопходно реализовати дубинске анализе саобраћајних незгода код којих ће посебан акценат бити стављен на утицај адаптивних система и уређаја на пасивну безбедност учесника. Овакав начин истраживања даће свеобухватну слику утицаја инвалидитета на настанак саобраћајне незгоде и адаптивних система и уређаја на њене последице.

Поред тога, за очекивати је да ће у будућности бити више доступних података о мобилности и безбедности особа са инвалидитетом у саобраћају, па ће бити неопходно реализовати нова истраживања примењујући различите аналитичке алате. Иако се мали проценат путовања особа са инвалидитетом реализује осталим видовима превоза (нпр. јавни превоз), потребно је додатно истражити њихове потенцијале за унапређење приступачности транспорту. Још једна област која заслужује значајну пажњу истраживача јесте приступачност саобраћајне инфраструктуре и њена могућност прилагођавања потребама корисника. С обзиром на очекивани будући технолошки развој савремених транспортних средстава и његове све веће приступачности корисницима, од изузетног је значаја истражити прва реална искуства особа са инвалидитетом у њиховом коришћењу. Сва ова истраживања допринеће бољем разумевању потреба особа са инвалидитетом у саобраћају што ће за последицу имати доношење квалитетнијих мера које ће унапредити њихов квалитет живота.

# Литература

1. Aarhaug, J., Gregersen, F.A., 2016. Travel patterns for persons with mobility issues—an analysis of the National Travel Survey 2013/14. TØI Report 1543/2016 .
2. Abdel-Aty, M.A., Radwan, A.E., 2000. Modeling traffic accident occurrence and involvement. *Accid Anal Prev* 32 5 , 633–642.
3. ACEA, 2022. Vehicles in use Europe 2022.
4. Adanu, E.K., Agyemang, W., Islam, R., Jones, S., 2021. A comprehensive analysis of factors that influence interstate highway crash severity in Alabama. *Journal of Transportation Safety and Security* 0 0 , 1–25. doi:10.1080/19439962.2021.1949414
5. Afghari, A.P., Haque, M.M., Washington, S., Smyth, T., 2019. Effects of globally obtained informative priors on bayesian safety performance functions developed for Australian crash data. *Accid Anal Prev* 129, 55–65.
6. Aldred, R., 2018. Inequalities in self-report road injury risk in Britain: A new analysis of National Travel Survey data, focusing on pedestrian injuries. *J Transp Health* 9 August 2017 , 96–104. doi:10.1016/j.jth.2018.03.006
7. Ana Calle, C., Maggie Campillay, C., Fabián Araya, G., Amalia Ojeda, I., Claudina Rivera, B., Pablo Dubó, A., Amparito López, T., 2021. Access to public transportation for people with disabilities in Chile: a case study regarding the experience of drivers. *Disabil Soc* 1–16. doi:10.1080/09687599.2020.1867067
8. Anderson, R.W.G., Searson, D.J., 2015. Use of age-period-cohort models to estimate effects of vehicle age, year of crash and year of vehicle manufacture on driver injury and fatality rates in single vehicle crashes in New South Wales, 2003–2010. *Accid Anal Prev* 75, 202–210. doi:10.1016/j.aap.2014.11.013
9. Andrey, J., Mills, B., Leahy, M., Suggett, J., 2003. Weather as a Chronic Hazard for Road Transportation in Canadian Cities. *Natural Hazards* 28 2 , 319–343. doi:10.1023/A:1022934225431
10. ANSI/RESNA, A.N.S.I.E. and A.T.S. of N.A., 2000. ANSI/RESNA WC-19: Wheelchairs used as seats in motor vehicles.
11. Antov, D., Banet, A., Barbier, C., Bellet, T., Bimpeh, Y., Boulanger, A., Brandstätter, C., Britschgi, V., Brosnan, M., Buttler, I., Cestac, J., de Craen, S., Delhomme, P.P., Dogan, E., Drápela, E., Forward, S., Freeman, R., Furian, G., Gábor, M., Goldenbeld, C., Henriksson, P., Holte, H., Kraiem, S., Papadimitriou, E., Podlesek, A., Polič, M., Sánchez-Martín, F., Sardi, G.-M., Schmidt, E. -a., Silverans, P., Siska, T., Skládaná, P., Theofilatos, A., von Below, A., Yannis, G., Zaidel, D., Zavrídes, N., 2010. European road users' risk perception and mobility. The SARTRE 4 survey.
12. Ashmead, D.H., Guth, D., Wall, R.S., Long, R.G., Ponchillia, P.E., 2005. Street Crossing by Sighted and Blind Pedestrians at a Modern Roundabout. *J Transp Eng* 131 11 , 812–821. doi:10.1061/(ASCE)0733-947X(2005)131:11(812)
13. Ashraf, I., Hur, S., Shafiq, M., Park, Y., 2019. Catastrophic factors involved in road accidents: Underlying causes and descriptive analysis. *PLoS One* 14 10 , e0223473-.
14. Australian National University, 2021. Different types of disabilities [WWW Document]. URL <https://services.anu.edu.au/human-resources/respectinclusion/different-types-of-disabilities> (accessed 1.11.23).
15. Austroads, 2017. Assessing fitness to drive for commercial and private vehicle drivers. Austroads Ltd, Sydney.

16. Ayati, E., Abbasi, E., 2011. Investigation on the role of traffic volume in accidents on urban highways. *J Safety Res* 42 3 , 209–214. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jsr.2011.03.006>
17. Babirad, J., 1989. Considerations in seating and positioning severely disabled drivers. *Assistive Technology* 1 2 , 31–37. doi:10.1080/10400435.1989.10132118
18. Ball, K., Owsley, C., Sloane, M.E., Roenker, D.L., Bruni, J.R., 1993. Visual attention problems as a predictor of vehicle crashes in older drivers. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 34 11 , 3110–3123.
19. Bao, Q., Ruan, D., Shen, Y., Hermans, E., Janssens, D., 2012. Improved hierarchical fuzzy TOPSIS for road safety performance evaluation. *Knowl Based Syst* 32, 84–90. doi:<https://doi.org/10.1016/j.knosys.2011.08.014>
20. Bascom, G.W., Christensen, K.M., 2017. The impacts of limited transportation access on persons with disabilities' social participation. *J Transp Health* 7 January , 227–234. doi:10.1016/j.jth.2017.10.002
21. Bennett, R., Vijaygopal, R., Kottasz, R., 2020. Willingness of people who are blind to accept autonomous vehicles: An empirical investigation. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav* 69, 13–27. doi:10.1016/j.trf.2019.12.012
22. Bennett, R., Vijaygopal, R., Kottasz, R., 2019a. Willingness of people with mental health disabilities to travel in driverless vehicles. *J Transp Health* 12 August 2018 , 1–12. doi:10.1016/j.jth.2018.11.005
23. Bennett, R., Vijaygopal, R., Kottasz, R., 2019b. Attitudes towards autonomous vehicles among people with physical disabilities. *Transp Res Part A Policy Pract* 127 June , 1–17. doi:10.1016/j.tra.2019.07.002
24. Benoit, D., Gelinas, I., Mazer, B., Porter, M.M., Duquette, J., 2009. Drivers' perceived workload when driving using adaptive equipment: A pilot study. *Phys Occup Ther Geriatr* 27 4 , 277–297. doi:10.1080/02703180902768650
25. Bergel-Hayat, R., Debbarh, M., Antoniou, C., Yannis, G., 2013. Explaining the road accident risk: Weather effects. *Accid Anal Prev* 60, 456–465. doi:10.1016/j.aap.2013.03.006
26. Bezyak, J.L., Sabella, S., Hammel, J., McDonald, K., Jones, R.A., Barton, D., 2020. Community participation and public transportation barriers experienced by people with disabilities. *Disabil Rehabil* 42 23 , 3275–3283. doi:10.1080/09638288.2019.1590469
27. Biering-Sørensen, F., Hansen, R.B., Biering-Sørensen, J., 2004. Mobility aids and transport possibilities 10-45 years after spinal cord injury. *Spinal Cord* 42 12 , 699–706. doi:10.1038/sj.sc.3101649
28. Bouman, J., Pellerito, J.M., 2006. Preparing for the on-road evaluation, in: Pellerito, J.M. (Ed.), *Driver Rehabilitation and Community Mobility*. Elsevier Mosby, St Louis, MO, pp. 239–253.
29. Brans, J.-P., de Smet, Y., 2016. PROMETHEE Methods, in: Greco, S., Ehrgott, M., Figueira, J.R. (Eds.), *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. Springer New York, New York, NY, pp. 187–219. doi:10.1007/978-1-4939-3094-4\_6
30. Breiman, L., Friedman, J., Stone, C.J., Olshen, R.A., 1984. *Classification and regression trees*. CRC press.
31. Brenner, R.A., Taneja, G.S., Schroeder, T.J., Trumble, A.C., Moyer, P.M., Louis, G.M.B., 2013. Unintentional injuries among youth with developmental disabilities in the United States, 2006-2007. *Int J Inj Contr Saf Promot* 20 3 , 259–265. doi:10.1080/17457300.2012.696662
32. Brinkley, J., Huff, E.W., Posadas, B., Woodward, J., Daily, S.B., Gilbert, J.E., 2020. Exploring the Needs, Preferences, and Concerns of Persons with Visual Impairments Regarding Autonomous Vehicles. *ACM Trans Access Comput* 13 1 , 1–34. doi:10.1145/3372280

33. Brinkley, J., Posadas, B., Sherman, I., Daily, S.B., Gilbert, J.E., 2019. An Open Road Evaluation of a Self-Driving Vehicle Human–Machine Interface Designed for Visually Impaired Users. *Int J Hum Comput Interact* 35 11 , 1018–1032. doi:10.1080/10447318.2018.1561787
34. Brinkley, J., Posadas, B., Woodward, J., Gilbert, J.E., 2017. Opinions and preferences of blind and low vision consumers regarding self-driving vehicles: Results of focus group discussions. *ASSETS 2017 - Proceedings of the 19th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility* 290–299. doi:10.1145/3132525.3132532
35. Broughton, J., 2012. The influence of car registration year on driver casualty rates in Great Britain. *Accid Anal Prev* 45, 438–445. doi:10.1016/j.aap.2011.08.011
36. Brumbaugh, S., 2018. Travel Patterns of American Adults with Disabilities, U.S. Department of Transportation.
37. Bucsuházy, K., Matuchová, E., Zůvala, R., Moravcová, P., Kostíková, M., Mikulec, R., 2020. Human factors contributing to the road traffic accident occurrence. *Transportation Research Procedia* 45 2019 , 555–561. doi:10.1016/j.trpro.2020.03.057
38. Butler, L., Yigitcanlar, T., Paz, A., 2021. Factors influencing public awareness of autonomous vehicles: Empirical evidence from Brisbane. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav* 82, 256–267. doi:10.1016/j.trf.2021.08.016
39. Calver, J., Balogh, R., Rudoler, D., 2021. Incidence of injury in children and adolescents with intellectual and developmental disability. *J Safety Res* 77, 56–60. doi:10.1016/j.jsr.2021.02.003
40. Centers for Disease Control and Prevention, 2022. Disability & Health Overview [WWW Document].
41. Chen, F., Wang, J., Deng, Y., 2015. Road safety risk evaluation by means of improved entropy TOPSIS–RSR. *Saf Sci* 79, 39–54. doi:https://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.05.006
42. Chng, S., Cheah, L., 2020. Understanding autonomous road public transport acceptance: A study of Singapore. *Sustainability (Switzerland)* 12 12 . doi:10.3390/su12124974
43. Choi, J.K., Ji, Y.G., 2015. Investigating the Importance of Trust on Adopting an Autonomous Vehicle. *Int J Hum Comput Interact* 31 10 , 692–702. doi:10.1080/10447318.2015.1070549
44. Choksey, J., Wardlaw, C., 2021. Levels of Autonomous Driving, Explained [WWW Document]. URL <https://www.jdpower.com/cars/shopping-guides/levels-of-autonomous-driving-explained> (accessed 1.10.23).
45. Choromański, W., Grabarek, I., Kozłowski, M., 2019. Research on an innovative multifunction steering wheel for individuals with reduced mobility. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav* 61, 178–187. doi:10.1016/j.trf.2018.01.013
46. Choromanski, W., Kozłowski, M., Grabarek, I., 2015. Design and computer simulation of ECO-car. *Vibroengineering Procedia* 17 1 , 411–420.
47. Clarke, D.D., Ward, P., Bartle, C., Truman, W., 2010. Killer crashes: Fatal road traffic accidents in the UK. *Accid Anal Prev* 42 2 , 764–770. doi:10.1016/j.aap.2009.11.008
48. Cochran, A.L., 2020. Impacts of COVID-19 on access to transportation for people with disabilities. *Transp Res Interdiscip Perspect*. doi:https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100263
49. Cohen, B.H., 2013. *Explaining Psychological Statistics, Fourth Edi.* ed. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
50. Cook, A.M., Polgar, J.M., 2015. Technologies That Aid Transportation, in: *Assistive Technologies: Principles and Practice*. Elsevier Mosby, St Louis, MO, pp. 263–283. doi:10.1201/9781420005332.ch7
51. Cordts, P., Cotten, S.R., Qu, T., Bush, T.R., 2021. Mobility challenges and perceptions of autonomous vehicles for individuals with physical disabilities. *Disabil Health J* 14 4 , 101131. doi:10.1016/j.dhjo.2021.101131

52. Dahuri, M.K.A.M., Hussain, M.N., Yusof, N.F.M., Jalil, M.K.A., 2017. Factors , Effects , and Preferences on Vehicle Driving Modification for the Malaysia Independent Disabled. *Journal of the Society of Automotive Engineers Malaysia* Volume 1 1 2 , 103–110.
53. Darcy, S., Burke, P.F., 2018. On the road again: The barriers and benefits of automobility for people with disability. *Transp Res Part A Policy Pract* 107 October 2017 , 229–245. doi:10.1016/j.tra.2017.11.002
54. Das, S., Dutta, A., Rahman, M.A., 2021. Pattern recognition from light delivery vehicle crash characteristics. *Journal of Transportation Safety and Security* 0 0 , 1–19. doi:10.1080/19439962.2021.1995800
55. Davidović, J., Pešić, D., Antić, B., 2018. Professional drivers' fatigue as a problem of the modern era. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav* 55, 199–209. doi:10.1016/j.trf.2018.03.010
56. Davis, F.D., Bagozzi, R.P., Warshaw, P.R., 1989. User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Manage Sci* 35 8 , 982–1003. doi:10.1287/mnsc.35.8.982
57. DeCoster, J., 1998. Overview of Factor Analysis [WWW Document]. URL <http://www.stat-help.com/notes.html> (accessed 6.26.22).
58. Deka, D., Brown, C.T., 2021. Self-Perception and General Perception of the Safety Impact of Autonomous Vehicles on Pedestrians, Bicyclists, and People with Ambulatory Disability. *J Transp Technol* 11 03 , 357–377. doi:10.4236/jtts.2021.113023
59. Department for Transport, 2019. National Travel Survey.
60. di Stefano, M., Macdonald, W., 2003. Assessment of older drivers: Relationships among on-road errors, medical conditions and test outcome. *J Safety Res* 34 4 , 415–429. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jsr.2003.09.010>
61. di Stefano, M., Stuckey, R., Kinsman, N., 2019. Understanding Characteristics and Experiences of Drivers Using Vehicle Modifications. *The American Journal of Occupational Therapy* 73 1 , 7301205050. doi:10.5014/ajot.2019.023721
62. di Stefano, M., Stuckey, R., Macdonald, W., Lavender, K., 2015. Vehicle modifications for drivers with disabilities : developing the evidence base to support prescription guidelines , improve user safety and enhance participation. La Trobe University - Melbourne.
63. Disabled World, 2019. Disabilities: Definition, Types and Models of Disability : Disabled World.
64. DiStefano, C., Zhu, M., Mîndrilă, D., 2009. Understanding and Using Factor Scores: Considerations for the Applied Researcher. *Practical Assessment, Research, and Evaluation* 14, 20. doi:10.7275/da8t-4g52
65. Dultz, L.A., Foltin, G., Simon, R., Wall, S.P., Levine, D.A., Bholat, O., Slaughter-Larkem, D., Jacko, S., Marr, M., Glass, N.E., Pachter, H.L., Frangos, S.G., 2013. Vulnerable roadway users struck by motor vehicles at the center of the safest, large US city. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery* 74 4 , 1138–1145. doi:10.1097/TA.0b013e31827ab722
66. Elvik, R., 2009. An exploratory analysis of models for estimating the combined effects of road safety measures. *Accid Anal Prev* 41 4 , 876–880. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.05.003>
67. Etminani-Ghasrodashti, R., Ketankumar Patel, R., Kermanshachi, S., Michael Rosenberger, J., Weinreich, D., Foss, A., 2021. Integration of shared autonomous vehicles (SAVs) into existing transportation services: A focus group study. *Transp Res Interdiscip Perspect* 12. doi:10.1016/j.trip.2021.100481
68. European Commission, 2021a. Union of Equality: Strategy for the rights of persons with disabilities 2021-2030, European Union. Brussels. doi:10.2767/31633
69. European Commission, 2021b. Disability statistics.

70. European Commission, 2010. European Disability Strategy 2010-2020: A Renewed Commitment to a Barrier - Free Europe. Brussels.
71. European Parliamentary Research Service, 2017. European disability policy: From defining disability to adopting a strategy. doi:10.2861/308800
72. Evans, L., Frick, M.C., 1993. Mass ratio and relative driver fatality risk in two-vehicle crashes. *Accid Anal Prev* 25 2 , 213–224. doi:10.1016/0001-4575(93)90062-2
73. Fagnant, D.J., Kockelman, K., 2015. Preparing a nation for autonomous vehicles: Opportunities, barriers and policy recommendations. *Transp Res Part A Policy Pract* 77, 167–181. doi:10.1016/j.tra.2015.04.003
74. Farid, A., Abdel-Aty, M., Lee, J., Eluru, N., 2017. Application of Bayesian informative priors to enhance the transferability of safety performance functions. *J Safety Res* 62, 155–161.
75. Febres, J.D., García-Herrero, S., Herrera, S., Gutiérrez, J.M., López-García, J.R., Mariscal, M.A., 2020. Influence of seat-belt use on the severity of injury in traffic accidents. *European Transport Research Review* 12 1 , 9. doi:10.1186/s12544-020-0401-5
76. Fitzgerald, S.G., Songer, T., Rotko, K.A., Karg, P., 2007. Motor vehicle transportation use and related adverse events among persons who use wheelchairs. *Assistive Technology* 19 4 , 180–187. doi:10.1080/10400435.2007.10131875
77. Fornell, C., Larcker, D.F., 1981. Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research* 18 1 , 39. doi:10.2307/3151312
78. García González, J.M., Gutiérrez Gómez-Calcerrada, S., Solera Hernández, E., Rios-Aguilar, S., 2021. The Twisting Road to Access to Higher Education for People with Disabilities in Spain. *Intl J Disabil Dev Educ* 1–14. doi:10.1080/1034912X.2021.1910932
79. Gariazzo, C., Stafoggia, M., Bruzzone, S., Pelliccioni, A., Forastiere, F., 2018. Association between mobile phone traffic volume and road crash fatalities: A population-based case-crossover study. *Accid Anal Prev* 115 January , 25–33. doi:10.1016/j.aap.2018.03.008
80. Gelman, A., Carlin, J.B., Stern, H.S., Rubin, D.B., 2004. *Bayesian Data Analysis*. Chapman & Hall/CRC.
81. Grammenos, S., 2018. *Statistics on Persons with Disabilities (2018) Employment, unemployment, activity, education (Early school leavers & Tertiary education)*.
82. Green, K.A., McGwin, G., Owsley, C., 2013. Associations between visual, hearing, and dual sensory impairments and history of motor vehicle collision involvement of older drivers. *J Am Geriatr Soc* 61 2 , 252–257. doi:10.1111/jgs.12091
83. Gresset, J., Meyer, F., 1994. Risk of Automobile Accidents Among Elderly Drivers with Impairments or Chronic. *Journal of Public Health / Revue Canadienne de Santé Publique* 85 4 , 282–285. doi:10.2307/41991170
84. Grisé, E., Boisjoly, G., Maguire, M., El-Geneidy, A., 2019. Elevating access: Comparing accessibility to jobs by public transport for individuals with and without a physical disability. *Transp Res Part A Policy Pract* 125 March 2018 , 280–293. doi:10.1016/j.tra.2018.02.017
85. Guth, D.A., Long, R.G., Wall Emerson, R.S., Ponchillia, P.E., Ashmead, D.H., 2012. Blind and Sighted Pedestrians' Road-Crossing Judgments at a Single-Lane Roundabout. *Hum Factors* 55 3 , 632–642. doi:10.1177/0018720812459884
86. Hadjikakou, K., Polycarpou, V., Hadjilia, A., 2010. The Experiences of Students with Mobility Disabilities in Cypriot Higher Education Institutions: Listening to their voices. *Intl J Disabil Dev Educ* 57 4 , 403–426. doi:10.1080/1034912X.2010.524445



87. Harper, C.D., Hendrickson, C.T., Mangones, S., Samaras, C., 2016. Estimating potential increases in travel with autonomous vehicles for the non-driving, elderly and people with travel-restrictive medical conditions. *Transp Res Part C Emerg Technol* 72, 1–9. doi:10.1016/j.trc.2016.09.003
88. Hassan, S.E., 2012. Are normally sighted, visually impaired, and blind pedestrians accurate and reliable at making street crossing decisions? *Invest Ophthalmol Vis Sci* 53 6 , 2593–2600. doi:10.1167/iovs.11-9340
89. Henly, M., Brucker, D.L., 2019. Transportation patterns demonstrate inequalities in community participation for working-age Americans with disabilities. *Transp Res Part A Policy Pract* 130 September , 93–106. doi:10.1016/j.tra.2019.09.042
90. Henriksson, P., Peters, B., 2004. Safety and mobility of people with disabilities driving adapted cars. *Scand J Occup Ther* 11 2 , 54–61. doi:10.1080/11038120410020511
91. Herbert, N., Thyer, N., Isherwood, S., Merat, N., 2016. The effect of a simulated hearing loss on performance of an auditory memory task in driving. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav* 43, 122–130. doi:10.1016/j.trf.2016.10.011
92. Hickson, L., Wood, J., Chaparro, A., Lacherez, P., Marszalek, R., 2010. Hearing impairment affects older people's ability to drive in the presence of distracters. *J Am Geriatr Soc* 58 6 , 1097–1103. doi:10.1111/j.1532-5415.2010.02880.x
93. Híjar, M., Carrillo, C., Flores, M., Anaya, R., Lopez, V., 2000. Risk factors in highway traffic accidents: a case control study. *Accid Anal Prev* 32 5 , 703–709.
94. Horberry, T., Inwood, C., 2010. Defining criteria for the functional assessment of driving. *Appl Ergon* 41 6 , 796–805. doi:10.1016/j.apergo.2010.01.006
95. Høyе, A., 2019. Vehicle registration year, age, and weight – Untangling the effects on crash risk. *Accid Anal Prev* 123, 1–11. doi:https://doi.org/10.1016/j.aap.2018.11.002
96. Hu, J., Klinich, K.D., Manary, M.A., Orton, N., Boyle, K., Wang, Y., Fischer, K., Smith, A., Adler, A., 2022. Improving protection system for wheelchair-seated occupants in vehicle side impacts. *Traffic Inj Prev*. doi:10.1080/15389588.2022.2114795
97. Hu, J., Orton, N., Manary, M.A., Boyle, K., Schneider, L.W., 2020. Should airbags be deactivated for wheelchair-seated drivers? *Traffic Inj Prev* 0 0 , 1–6. doi:10.1080/15389588.2020.1778676
98. Hutchinson, C., Berndt, A., Cleland, J., Gilbert-Hunt, S., George, S., Ratcliffe, J., 2020a. Using social return on investment analysis to calculate the social impact of modified vehicles for people with disability. *Aust Occup Ther J* January , 1–10. doi:10.1111/1440-1630.12648
99. Hutchinson, C., Berndt, A., Gilbert-Hunt, S., George, S., Ratcliffe, J., 2020b. Modified motor vehicles: the experiences of drivers with disabilities. *Disabil Rehabil* 42 21 , 3043–3051. doi:10.1080/09638288.2019.1583778
100. Hutchison, T., 1995. The classification of disability. *Arch Dis Child* 73 2 , 91.
101. Hwang, C.-L., Yoon, K., 1981. *Multiple Attribute Decision Methods and Applications*.
102. Hwang, J., Li, W., Stough, L., Lee, C., Turnbull, K., 2020. A focus group study on the potential of autonomous vehicles as a viable transportation option: Perspectives from people with disabilities and public transit agencies. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav* 70, 260–274. doi:10.1016/j.trf.2020.03.007
103. Hwang, J., Li, W., Stough, L.M., Lee, C., Turnbull, K., 2021. People with disabilities' perceptions of autonomous vehicles as a viable transportation option to improve mobility: An exploratory study using mixed methods. *Int J Sustain Transp* 15 12 , 924–942. doi:10.1080/15568318.2020.1833115

104. Irish Tax and Customs, 2021. Vehicle Registration Tax - Repayment schemes and procedures for processing.
105. Ivers, R.Q., Mitchell, P., Cumming, R.G., 1999. Sensory Impairment and Driving: The Blue Mountains Eye Study. *Am J Public Health* 89 1 , 85–87. doi:10.2105/ajph.89.1.85
106. Jansuwan, S., Christensen, K.M., Chen, A., 2013. Assessing the Transportation Needs of Low-Mobility Individuals: Case Study of a Small Urban Community in Utah. *J Urban Plan Dev* 139 2 , 104–114. doi:10.1061/(asce)up.1943-5444.0000142
107. Jernbro, C., Bonander, C., Beckman, L., 2020. The association between disability and unintentional injuries among adolescents in a general education setting: Evidence from a Swedish population-based school survey. *Disabil Health J* 13 1 . doi:10.1016/j.dhjo.2019.100841
108. Jing, P., Xu, G., Chen, Y., Shi, Y., Zhan, F., 2020. The determinants behind the acceptance of autonomous vehicles: A systematic review. *Sustainability (Switzerland)*. doi:10.3390/su12051719
109. Kassens-Noor, E., Cai, M., Kotval-Karamchandani, Z., Decaminada, T., 2021. Autonomous vehicles and mobility for people with special needs. *Transp Res Part A Policy Pract* 150 June , 385–397. doi:10.1016/j.tra.2021.06.014
110. Kassens-Noor, E., Kotval-Karamchandani, Z., Cai, M., 2020. Willingness to ride and perceptions of autonomous public transit. *Transp Res Part A Policy Pract* 138 December 2019 , 92–104. doi:10.1016/j.tra.2020.05.010
111. Kaye, S.A., Somoray, K., Rodwell, D., Lewis, I., 2021. Users' acceptance of private automated vehicles: A systematic review and meta-analysis. *J Safety Res* 79, 352–367. doi:10.1016/j.jsr.2021.10.002
112. Kim, K.M., Shin, Y.R., Yu, D.C., Kim, D.K., 2017. The Meaning of Social Inclusion for People with Disabilities in South Korea. *Intl J Disabil Dev Educ* 64 1 , 19–32. doi:10.1080/1034912X.2016.1165802
113. Kim, S., Oh, C., 2021. Freeway crashes involving drowsy driving: Crash characteristics and severity in South Korea. *Journal of Transportation Safety & Security* 13 1 , 93–107. doi:10.1080/19439962.2019.1605641
114. Knol, A.B., Slottje, P., van der Sluijs, J.P., Lebret, E., 2010. The use of expert elicitation in environmental health impact assessment: A seven step procedure. *Environ Health* 9 1 , 1–16. doi:10.1186/1476-069X-9-19
115. Korner-Bitensky, N., Kua, A., von Zweck, C., van Benthem, K., 2009. Older driver retraining: An updated systematic review of evidence of effectiveness. *J Safety Res* 40 2 , 105–111. doi:10.1016/j.jsr.2009.02.002
116. Kraemer, J.D., 2015. Epidemiology of non-fatal US emergency room visits for road crashes involving pedestrians in wheelchairs. *Injury Prevention* 21 5 , 331–334. doi:10.1136/injuryprev-2014-041380
117. Kraemer, J.D., Benton, C.S., 2015. Disparities in road crash mortality among pedestrians using wheelchairs in the USA: results of a capture-recapture analysis. *BMJ Open* 5 11 , e008396. doi:10.1136/bmjopen-2015-008396
118. Ku, J.H., Jang, D.P., Lee, B.S., Lee, J.H., Kim, I.Y., Kim, S.I., 2002. Development and Validation of Virtual Driving Simulator for the Spinal Injury Patient, *CYBERPSYCHOLOGY & BEHAVIOR*.
119. Kwon, S., Kim, H., Kim, G.S., Cho, E., 2019. Fatigue and poor sleep are associated with driving risk among Korean occupational drivers. *J Transp Health* 14 May , 100572. doi:10.1016/j.jth.2019.100572

120. Lee, J., Kockelman, K.M., 2022. Access Benefits of Shared Autonomous Vehicle Fleets: Focus on Vulnerable Populations. *Transp Res Rec* 03611981221094305. doi:10.1177/03611981221094305
121. Lee, R.C.H., Hasnan, N., Engkasan, J.P., 2018. Characteristics of persons with spinal cord injury who drive in Malaysia and its barriers: A cross sectional study. *Spinal Cord* 56 4 , 341–346. doi:10.1038/s41393-017-0034-2
122. Lemoine, N.P., 2019. Moving beyond noninformative priors: why and how to choose weakly informative priors in Bayesian analyses. *Oikos* 128 7 , 912–928. doi:10.1111/oik.05985
123. Lindsay, S., 2020. Accessible and inclusive transportation for youth with disabilities: exploring innovative solutions. *Disabil Rehabil* 42 8 , 1131–1140. doi:10.1080/09638288.2018.1517194
124. Lipovac, K., 2008. Bezbednost saobraćaja. *Službeni list SRJ*, Beograd.
125. Lipovac, K., Đerić, M., Tešić, M., Andrić, Z., Marić, B., 2017. Mobile phone use while driving-literary review. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav* 47, 132–142. doi:10.1016/j.trf.2017.04.015
126. Liu, Y.C., Wu, T.J., 2009. Fatigued driver's driving behavior and cognitive task performance: Effects of road environments and road environment changes. *Saf Sci* 47 8 , 1083–1089. doi:10.1016/j.ssci.2008.11.009
127. Lončar, M., Antonijević, Đ., Petrović, D., Kukić, D., 2016. Installation and testing auxiliary commands for driver training and persons with special needs (On serbian: Уградња и испитивање помоћних команди за обуку возача и особа са посебним потребама), in: V International Conference "Road Safety in Local Communities." Banja Luka, pp. 139–147.
128. Lu, G., Wang, Y., Wu, X., Liu, H.X., 2015. Analysis of yellow-light running at signalized intersections using high-resolution traffic data. *Transp Res Part A Policy Pract* 73, 39–52. doi:https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.01.001
129. Maart, S., Jelsma, J., 2014. Disability and access to health care – a community based descriptive study. *Disabil Rehabil* 36 18 , 1489–1493. doi:10.3109/09638288.2013.807883
130. Mann, J.R., Zhou, L., McKee, M., McDermott, S., 2007. Children with hearing loss and increased risk of injury. *Ann Fam Med* 5 6 , 528–533. doi:10.1370/afm.740
131. Marković, M.M., 2014. 2011 Census of Population, Households and Dwellings in the Republic of Serbia - Persons with Disabilities in Serbia (On Serbian: Попис становништва, домаћинства и станова у Републици Србији из 2011. године - Особе са инвалидитетом у Србији).
132. Marottoli, R.A., Richardson, E.D., Stowe, M.H., Miller, E.G., Brass, L.M., Cooney Jr, L.M., Tinetti, M.E., 1998. Development of a test battery to identify older drivers at risk for self-reported adverse driving events. *J Am Geriatr Soc* 46 5 , 562–568.
133. Martin, J.L., Gadegbeku, B., Wu, D., Viallon, V., Laumon, B., 2017. Cannabis, alcohol and fatal road accidents. *PLoS One* 12 11 , 1–16. doi:10.1371/journal.pone.0187320
134. Martin, J.L., Lenguerrand, E., 2008. A population based estimation of the driver protection provided by passenger cars: France 1996-2005. *Accid Anal Prev* 40 6 , 1811–1821. doi:10.1016/j.aap.2008.07.001
135. Masiá, J., Eixerés, B., Dols, J.F., 2011. Evaluation of the passive safety in cars adapted with steering control devices for disabled drivers. *International Journal of Crashworthiness* 16 1 , 75–83. doi:10.1080/13588265.2010.514772
136. McCloskey, L.W., Koepsell, T.D., Wolf, M.E., Buchner, D.M., 1994. Motor Vehicle Collision Injuries and Sensory Impairments of Older Drivers. *Age Ageing* 23 4 , 267–273. doi:10.1093/ageing/23.4.267
137. Méndez, Á.G., Izquierdo, F.A., Ramírez, B.A., 2010. Evolution of the crashworthiness and aggressivity of the Spanish car fleet. *Accid Anal Prev* 42 6 , 1621–1631. doi:10.1016/j.aap.2010.03.020

138. Mijailović, R., Marković, N., Pešić, D., Vlajić, J. v., 2019. Evaluation of scenarios for improving energy efficiency and reducing exhaust emissions of a passenger car fleet: A methodology. *Transp Res D Transp Environ* 73, 352–366. doi:10.1016/j.trd.2019.07.005
139. Moradi, A., Nazari, S.S.H., Rahmani, K., 2019. Sleepiness and the risk of road traffic accidents: A systematic review and meta-analysis of previous studies. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav* 65, 620–629. doi:10.1016/j.trf.2018.09.013
140. Munthali, A.C., Swartz, L., Mannan, H., MacLachlan, M., Chilimampungu, C., Makupe, C., 2019. “This one will delay us”: barriers to accessing health care services among persons with disabilities in Malawi. *Disabil Rehabil* 41 6, 683–690. doi:10.1080/09638288.2017.1404148
141. Mutanga, O., 2018. Inclusion of Students with Disabilities in South African Higher Education. *Intl J Disabil Dev Educ* 65 2, 229–242. doi:10.1080/1034912X.2017.1368460
142. Nasr Esfahani, H., Arvin, R., Song, Z., Sze, N.N., 2021. Prevalence of cell phone use while driving and its impact on driving performance, focusing on near-crash risk: A survey study in Tehran. *Journal of Transportation Safety and Security* 13 9, 957–977. doi:10.1080/19439962.2019.1701166
143. Nordbakke, S., Sagberg, F., 2007. Sleepy at the wheel: Knowledge, symptoms and behaviour among car drivers. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav* 10 1, 1–10. doi:10.1016/j.trf.2006.03.003
144. Norweg, A., Jette, A.M., Houlihan, B., Ni, P., Boninger, M.L., 2011. Patterns, predictors, and associated benefits of driving a modified vehicle after spinal cord injury: Findings from the national spinal cord injury model systems. *Arch Phys Med Rehabil* 92 3, 477–483. doi:10.1016/j.apmr.2010.07.234
145. NSW Government, 2021. Driving with a disability - Health, medicals & disabilities - Licence - Roads - Roads and Waterways – Transport for NSW [WWW Document]. URL <https://roads-waterways.transport.nsw.gov.au/roads/licence/health/driving-with-disability.html>
146. Östlund, J., 1999. Joystick-controlled cars for drivers with severe disabilities. Swedish National Road Administration, Linköping, Sweden.
147. Owsley, C., McGwin, G., 2010. Vision and driving. *Vision Res.* doi:10.1016/j.visres.2010.05.021
148. Park, J., Chowdhury, S., 2018. Investigating the barriers in a typical journey by public transport users with disabilities. *J Transp Health* 10 November 2017, 361–368. doi:10.1016/j.jth.2018.05.008
149. Park, K., Chamberlain, B., Song, Z., Nasr Esfahani, H., Sheen, J., Larsen, T., Long Novack, V., Licon, C., Christensen, K., 2022. A double jeopardy: COVID-19 impacts on the travel behavior and community living of people with disabilities. *Transp Res Interdiscip Perspect* 156, 24–35. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.12.008> Available
150. Pauley, T., Devlin, M., 2011. Influence of a concurrent cognitive task on foot pedal reaction time following traumatic, unilateral transtibial amputation. *J Rehabil Med* 43 11, 1020–1026. doi:10.2340/16501977-0880
151. Pecchini, D., Giuliani, F., 2015. Street-crossing behavior of people with disabilities. *J Transp Eng* 141 10, 1–15. doi:10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000782
152. Peiris-John, R., Ameratunga, S., Lee, A., Al-Ani, H., Fleming, T., Clark, T., 2016. Adolescents with disability report higher rates of injury but lower rates of receiving care: Findings from a national school-based survey in New Zealand. *Injury Prevention* 22 1, 40–45. doi:10.1136/injuryprev-2015-041636
153. Pešić, D., Mijailović, R., Petrović, Đ., 2022. Factors affecting road traffic crashes with drivers with disabilities who use hand controls in a less developed country. *Put i saobraćaj* 68 3, 23–30. doi:10.31075/PIS.68.03.04

154. Peters, B., 2001. Driving performance and workload assessment of drivers with tetraplegia: An adaptation evaluation framework. *J Rehabil Res Dev* 38 2 , 215–224.
155. Petridou, E., Kedikoglou, S., Andrie, E., Farmakakis, T., Tsigas, A., Angelopoulos, M., Dessypris, N., Trichopoulos, D., 2003. Injuries among disabled children: A study from Greece. *Injury Prevention* 9 3 , 226–230. doi:10.1136/ip.9.3.226
156. Petrović, Ђ., Mijailović, R., Pešić, D., 2022a. How to Improve the Inclusion of Drivers with Disabilities: Measures to Enhance Accessibility, Mobility, and Road Safety. *J Transp Eng A Syst* 148 10 , 04022073. doi:10.1061/JTEPBS.0000729
157. Petrović, Ђ., Mijailović, R., Pešić, D., 2022b. Drivers with disabilities who use hand controls – challenges for Serbian society. *Motor Transport* in press.
158. Petrović, Ђ., Mijailović, R., Pešić, D., 2020a. Traffic Accidents with Autonomous Vehicles: Type of Collisions, Manoeuvres and Errors of Conventional Vehicles' Drivers, in: *Transportation Research Procedia*. doi:10.1016/j.trpro.2020.03.003
159. Petrović, Ђ., Mijailović, R.M., Pešić, D., 2022c. Persons with physical disabilities and autonomous vehicles: The perspective of the driving status. *Transp Res Part A Policy Pract* 164, 98–110.
160. Petrović, Ђ., Mijailović, R.M., Pešić, D., 2021a. People with disabilities and emerging vehicle technologies - the potential for improving mobility and road safety (On serbian: Особе са инвалидитетом и савремена транспортна средства - потенцијал за унапређење мобилности и безбедности саобраћаја), in: 16th International Conference “Road Safety in Local Community.” *Корпаоник*, pp. 403–411.
161. Petrović, Ђ., Pešić, D., Mijailović, R.M., 2021b. Assessment of the level of safety of modified vehicles for the needs of people with disabilities (On serbian: Оцена нивоа безбедности преправљених возила за потребе особа са инвалидитетом), in: 16th International Conference “Road Safety in Local Community.” *Корпаоник*, pp. 394–402.
162. Petrović, Ђ., Pešić, D., Mijailović, R.M., 2020b. Modes to improve the road safety of people with disabilities as drivers (On serbian: Начини унапређења безбедности особа са инвалидитетом у саобраћају у својству возача), in: IX International Conference “Road Safety in Local Communities.” *Banja Luka*, pp. 81–90.
163. Petrović, Ђ., Pešić, D., Mijailović, R.M., Milošević, B., 2022d. Modelling participation in road accidents of drivers with disabilities who use hand controls. *Journal of Transportation Safety & Security* 1–23. doi:10.1080/19439962.2022.2056930
164. Phillips, R.O., Fyhri, A., Sagberg, F., 2011. Risk compensation and bicycle helmets. *Risk Analysis* 31 8 , 1187–1195. doi:10.1111/j.1539-6924.2011.01589.x
165. Phillips, R.O., Sagberg, F., 2013. Road accidents caused by sleepy drivers: Update of a Norwegian survey. *Accid Anal Prev* 50, 138–146. doi:https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.04.003
166. Picard, M., Girard, S.A., Courteau, M., Leroux, T., Larocque, R., Turcotte, F., Lavoie, M., Simard, M., 2008. Could driving safety be compromised by noise exposure at work and noise-induced hearing loss? *Traffic Inj Prev* 9 5 , 489–499. doi:10.1080/15389580802271478
167. Pilkey, W., Thacker, J., Shaw, G., 2001. Hand control usage and safety assessment. *Automobile Safety Laboratory*, University of Virginia.
168. Piyasena, P., Olvera-Herrera, V.O., Chan, V.F., Clarke, M., Wright, D.M., MacKenzie, G., Virgili, G., Congdon, N., 2021. Vision impairment and traffic safety outcomes in low-income and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Glob Health* 9 10 , e1411–e1422. doi:10.1016/S2214-109X(21)00303-X

169. Počuč, M., Mirović, V., Mitrović Simić, J., Karamasa, C., 2021. Mobility Analysis of Persons with Disabilities. *Discrete Dyn Nat Soc* 2021, 13. doi:10.1155/2021/7430340
170. Prochowski, L., Ziubiński, M., Mantur, T., 2022. Hazards arising during road accidents in cases of vehicle adaptation for the person with special needs. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng* 1247 1 , 012032. doi:10.1088/1757-899x/1247/1/012032
171. Pyer, M., Tucker, F., 2017. 'With us, we, like, physically can't': Transport, Mobility and the Leisure Experiences of Teenage Wheelchair Users. *Mobilities* 12 1 , 36–52. doi:10.1080/17450101.2014.970390
172. Republic of Serbia Ministry of Construction Transport and Infrastructure, 2015. Rulebook on technical standards of planning, design and construction of facilities, which ensure uninterrupted movement and access to persons with disabilities, children and the elderly (On serbian: Pravilnik o tehničkim standardima planiranja, projektova. *Službeni glasnik* 22/2015, Serbia.
173. Rhodes, N., Pivik, K., 2011. Age and gender differences in risky driving: The roles of positive affect and risk perception. *Accid Anal Prev* 43 3 , 923–931. doi:https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.11.015
174. Road Safety Authority, 2021. Medical Fitness to Drive Guidelines (10th Ed). Moy Valley Business Park, Primrose Hill, Dublin Road, Ballina, Mayo.
175. Roberts, I., Norton, R., 1995. Sensory deficit and the risk of pedestrian injury. *Inj Prev* 1 1 , 12–14. doi:10.1136/ip.1.1.12
176. Rosić, M., Pešić, D., Kukić, D., Antić, B., Božović, M., 2017. Method for selection of optimal road safety composite index with examples from DEA and TOPSIS method. *Accid Anal Prev* 98, 277–286. doi:10.1016/j.aap.2016.10.007
177. Royall, R.M., 1986. The effect of sample size on the meaning of significance tests. *American Statistician* 40 4 , 313–315. doi:10.1080/00031305.1986.10475424
178. RTSA, 2022. Indikatori [WWW Document]. URL <https://www.abs.gov.rs/%D1%81%D1%80/analize-i-istrazivanja/statistika-i-analize/indikatori> (accessed 11.16.22).
179. RTSA, 2021. Data on vehicles with implemented hand controls for the drivers with disabilities.
180. RTSA, 2019. Comparative analysis of systems and practices for improving the mobility of people with disabilities in Europe with recommendations for improvement (On serbian). Belgrade.
181. SAE International, 2016. Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles.
182. Santos, S., Brech, G.C., Alonso, A.C., Greve, J.M.D., 2021. Brake response time between male drivers with and without paraplegia: Association between sociodemographic, motor and neurological characteristics. *Traffic Inj Prev* 22 3 , 207–211.
183. Schlüter, P.J., Deely, J.J., Nicholson, A.J., 1997. Ranking and selecting motor vehicle accident sites by using a hierarchical Bayesian model. *Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician)* 46 3 , 293–316.
184. Schneider, L.W., Klinich, K.D., Moore, J.L., MacWilliams, J.B., 2010. Using in-depth investigations to identify transportation safety issues for wheelchair-seated occupants of motor vehicles. *Med Eng Phys* 32 3 , 237–247. doi:10.1016/j.medengphy.2009.09.001
185. Schneider, L.W., Manary, M.A., 2006. Wheeled mobility tiedown systems and occupant restraints for safety and crash protection, in: Pellerito, J.M. (Ed.), *Driver Rehabilitation and Community Mobility*. Elsevier Mosby, St Louis, MO, pp. 357–372.

186. Schneider, L.W., Manary, M.A., Orton, N.R., Hu, J., Klinich, K.D., Flannagan, C.A., Moore, J.L., 2016. Wheelchair Occupant Studies. Transportation Research Institute, University of Michigan.
187. Shaaban, K., Gharraie, I., Sacchi, E., Kim, I., 2021. Severity analysis of red-light-running-related crashes using structural equation modeling. *Journal of Transportation Safety and Security* 13 3 , 278–297. doi:10.1080/19439962.2019.1629137
188. Shinar, D., Schechtman, E., Compton, R., 2001. Self-reports of safe driving behaviors in relationship to sex, age, education and income in the US adult driving population. *Accid Anal Prev* 33 1 , 111–116. doi:https://doi.org/10.1016/S0001-4575(00)00021-X
189. Smith, S., Carrington, M., Trinder, J., 2005. Subjective and predicted sleepiness while driving in young adults. *Accid Anal Prev* 37 6 , 1066–1073. doi:10.1016/j.aap.2005.06.008
190. SORS, 2020. Serbian population - 2020 [WWW Document]. Statistical Office of the Republic of Serbia.
191. Stasiak-Cieślak, B., 2018. Selection procedure for adaptation devices helping car by driver with disability. *WUT Journal of Transportation Engineering* 121, 363–372. doi:10.5604/01.3001.0014.4618
192. Stern, R.E., Chen, Y., Churchill, M., Wu, F., Delle Monache, M.L., Piccoli, B., Seibold, B., Sprinkle, J., Work, D.B., 2019. Quantifying air quality benefits resulting from few autonomous vehicles stabilizing traffic. *Transp Res D Transp Environ* 67 December 2018 , 351–365. doi:10.1016/j.trd.2018.12.008
193. Strauss, D., Shavelle, R., Anderson, T.W., Baumeister, A., 1998. External Causes of Death among Persons with Developmental Disability: The Effect of Residential Placement. *Am J Epidemiol* 147 9 , 855–862.
194. Swedish Social Insurance Agency, 2020. Social Insurance in Figures 2020. Försäkringskassan, Stockholm.
195. Sybilski, K., Małachowski, J., 2021. Impact of disabled driver's mass center location on biomechanical parameters during crash. *Applied Sciences (Switzerland)* 11 4 , 1–17. doi:10.3390/app11041427
196. Tegeltija, S., Babić, M., Tarjan, L., Baranovski, I., Stojanović, G., 2021. One Solution for Validation of Legal Usage Of Reserved Parking Spaces For People With Disabilities, in: 2021 20th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH). pp. 1–5. doi:10.1109/INFOTEH51037.2021.9400689
197. Tegeltija, S., Radovanović, M., Babić, M., Stanojević, M., Ostojić, G., Stankovski, S., 2020. One approach to the detection of illegal occupation of parking spaces reserved for persons with disabilities, in: *Ann. DAAAM Proc.*
198. Tennakoon, V., Wiles, J., Peiris-John, R., Wickremasinghe, R., Kool, B., Ameratunga, S., 2020. Transport equity in Sri Lanka: Experiences linked to disability and older age. *J Transp Health* 18 May , 100913. doi:10.1016/j.jth.2020.100913
199. The Americans with Disabilities Act, 2022. What is the definition of disability under the ADA? [WWW Document].
200. The National Organization of Persons with Disabilities of Serbia, 2020. No Title [WWW Document]. URL <http://noois.rs/> (accessed 10.14.20).
201. The Swedish Road Administration, 2008. The model for you - A help for the disabled to choose car and adaptation. Borlänge.
202. The United Nations, 2022a. Disability Statistics [WWW Document]. URL <https://unstats.un.org/unsd/demographic-social/sconcerns/disability/statistics/countries#!/countries> (accessed 11.25.22).

203. The United Nations, 2022b. Data portal [WWW Document]. URL <https://population.un.org/dataportal/data/indicators/67/locations/903,935,908,904,905,909/start/2022/endDate/2022/table/pivotbylocation> (accessed 11.25.22).
204. Thorslund, B., Ahlström, C., Peters, B., Eriksson, O., Lidestam, B., Lyxell, B., 2014. Cognitive workload and visual behavior in elderly drivers with hearing loss. *European Transport Research Review* 6 4 , 377–385. doi:10.1007/s12544-014-0139-z
205. Thorslund, B., Peters, B., Lidestam, B., Lyxell, B., 2013. Cognitive workload and driving behavior in persons with hearing loss. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav* 21, 113–121. doi:10.1016/j.trf.2013.09.011
206. Thurstone, L.L., 1935. *The vectors of mind: Multiple-factor analysis for the isolation of primary traits*. University of Chicago Press.
207. Tolouei, R., Maher, M., Titheridge, H., 2013. Vehicle mass and injury risk in two-car crashes: A novel methodology. *Accid Anal Prev* 50, 155–166. doi:10.1016/j.aap.2012.04.005
208. Tong, S., Broughton, J., Tong, R., 2008. Data gathering on disability and driving statistics – stage 2.
209. Tsai, I.H., Graves, D.E., Lai, C.H., 2014. The association of assistive mobility devices and social participation in people with spinal cord injuries. *Spinal Cord* 52 3 , 209–215. doi:10.1038/sc.2013.178
210. United Nations, 2019. *Disability and Development Report*, United Nations. New York, NY, US. doi:10.4337/9781847202864.00035
211. United Nations, 2006. *Convention on the Rights of Persons with Disabilities and Optional Protocol*.
212. van Roosmalen, L., Ritchie Orton, N., Schneider, L., 2013. Safety, usability, and independence for wheelchair-seated drivers and front-row passengers of private vehicles: A qualitative research study. *J Rehabil Res Dev* 50 2 , 239–252. doi:10.1682/JRRD.2011.11.0217
213. Vias institute, 2021. *Serbia – ESRA2 Country Fact Sheet*. ESRA2 survey (E-Survey of Road users’ Attitudes). Brussels, Belgium: Vias institute.
214. Vine, L., Willitts, M., Farmer, M., Gunning, C., 2011. *Life Opportunities Survey, Wave one results*, Health Statistics Quarterly. Department for Work and Pensions, London.
215. Wagenmakers, E.J., Marsman, M., Jamil, T., Ly, A., Verhagen, J., Love, J., Selker, R., Gronau, Q.F., Šmíra, M., Epskamp, S., Matzke, D., Rouder, J.N., Morey, R.D., 2018. Bayesian inference for psychology. Part I: Theoretical advantages and practical ramifications. *Psychon Bull Rev* 25 1 , 35–57. doi:10.3758/s13423-017-1343-3
216. Washington, S., Oh, J., 2006. Bayesian methodology incorporating expert judgment for ranking countermeasure effectiveness under uncertainty: Example applied to at grade railroad crossings in Korea. *Accid Anal Prev* 38 2 , 234–247. doi:10.1016/j.aap.2005.08.005
217. Washington, S.P., Karlaftis, M.G., Mannering, F., 2003. *Statistical and econometric methods for transportation data analysis*. Chapman and Hall/CRC.
218. Watson, C.E., 2022. *Risk Factors for Young Drivers in Fatal Crashes [Traffic Tech]*. United States. Department of Transportation. National Highway Traffic Safety ....
219. White, D., McPherson, L., Lennox, N., Ware, R.S., 2018. Injury among adolescents with intellectual disability: A prospective cohort study. *Injury* 49 6 , 1091–1096. doi:10.1016/j.injury.2018.04.006



220. Wiacek, C.J., Roth, J., Rush, C., Toth, A., Williams, V., 2019. Analysis of Real-World Crashes Where Involved Vehicles Were Equipped With Adaptive Equipment (Report No. DOT HS 812 752). Washington DC, United States.
221. Wilmut, K., Purcell, C., 2021. The nature of the risk faced by pedestrians with neurodevelopmental disorders: A systematic review. *Accid Anal Prev* 149. doi:10.1016/j.aap.2020.105886
222. Wood, J.M., 2022. Vision Impairment and On-Road Driving. *Annu Rev Vis Sci* 8, 195–216. doi:10.1146/annurev-vision-100820
223. Wood, J.M., Black, A.A., Dingle, K., Rutter, C., DiStefano, M., Koppel, S., Charlton, J.L., Bentley, S.A., 2022. Impact of vision disorders and vision impairment on motor vehicle crash risk and on-road driving performance: A systematic review. *Acta Ophthalmol.* doi:10.1111/aos.14908
224. World Health Organization, 2021. Disability and Health - Key facts [WWW Document]. URL <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>
225. Xiang, H., Zhu, M., Sinclair, S.A., Stallones, L., Wilkins, J.R., Smith, G.A., 2006. Risk of vehicle-pedestrian and vehicle-bicyclist collisions among children with disabilities. *Accid Anal Prev* 38 6, 1064–1070. doi:10.1016/j.aap.2006.04.010
226. Xu, Z., Zhang, K., Min, H., Wang, Z., Zhao, X., Liu, P., 2018. What drives people to accept automated vehicles? Findings from a field experiment. *Transp Res Part C Emerg Technol* 95 June, 320–334. doi:10.1016/j.trc.2018.07.024
227. Yu, R., Abdel-Aty, M., 2013. Investigating different approaches to develop informative priors in hierarchical Bayesian safety performance functions. *Accid Anal Prev* 56, 51–58. doi:10.1016/j.aap.2013.03.023
228. Zhang, T., Tao, D., Qu, X., Zhang, X., Lin, R., Zhang, W., 2019. The roles of initial trust and perceived risk in public's acceptance of automated vehicles. *Transp Res Part C Emerg Technol* 98 November 2018, 207–220. doi:10.1016/j.trc.2018.11.018
229. Zhang, T., Zeng, W., Zhang, Y., Tao, D., Li, G., Qu, X., 2021. What drives people to use automated vehicles? A meta-analytic review. *Accid Anal Prev* 159, 106270. doi:10.1016/j.aap.2021.106270
230. Агенција за безбедност саобраћаја, 2021. Статистички извештај о стању безбедности саобраћаја у Републици Србији у 2020. години. Београд.
231. Закон о професионалној рехабилитацији и запошљавању особа са инвалидитетом, 2022.
232. Закону о спречавању дискриминације особа са инвалидитетом, 2016.

## Биографија

Ђорђе Петровић је рођен 8. фебруара 1993. године у Лозници. Завршио је основну школу у селу Радаљ, општина Мали Зворник. Након завршетка основне школе 2007. године уписује Гимназију у Малом Зворнику.

Након завршетка гимназије, 2011. године уписује основне академске студије на Универзитету у Београду - Саобраћајни факултет, одсек за друмски и градски саобраћај и транспорт, смер: безбедност друмског саобраћаја. Основне академске студије завршава 2015. године са просечном оценом 9,64 (оцена Завршног рада: 10). Основне академске студије завршава као студент генерације.

Мастер академске студије уписује 2015. године на Универзитету у Београду - Саобраћајни факултет, смер: безбедност друмског саобраћаја. Овај ниво академских студија завршава 2016. године са просечном оценом 9,86 (оцена Мастер рада: 10).

Докторске академске студије уписује 2016. године на Универзитету у Београду - Саобраћајни факултет, смер: Саобраћај. Све испите предвиђене наставним планом и програмом положио је са просечном оценом 9,75.

Од новембра 2015. до децембра 2017. године био је ангажован на Здруженој катедри за безбедност саобраћаја и друмска возила на Универзитету у Београду - Саобраћајни факултет као стручни сарадник. Од децембра 2017. године, запослен је на радном месту асистента на ужој научној области „Елементи и термодинамика транспортних средстава“.

Коаутор је преко 20 студија и пројеката из области саобраћаја. Коаутор је више од 30 научно-истраживачких радова у међународним часописима и скуповима међународног и националног значаја, од чега је 5 радова објављено у часописима са SCI/SSCI листе. Рецензент је у више међународних часописа, међу којима се истичу: Transportation Research Part C и Thermal Science.

## Изјава о ауторству

Име и презиме аутора: Ђорђе Т. Петровић

Број индекса: ДС16Д001

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

#### **РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА ОСОБА СА ИНВАЛИДИТЕТОМ У СВОЈСТВУ ВОЗАЧА**

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

**Потпис аутора**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Ђорђе Т. Петровић  
Број индекса: ДС16Д001  
Студијски програм: Саобраћај  
Наслов рада: **РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ  
САОБРАЋАЈА ОСОБА СА ИНВАЛИДИТЕТОМ У СВОЈСТВУ  
ВОЗАЧА**  
Ментор: др Далибор Пешић, редовни професор  
др Радомир М. Мијаиловић, редовни професор

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањивања у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

**Потпис аутора**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

### **РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА ОЦЕНУ НИВОА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА ОСОБА СА ИНВАЛИДИТЕТОМ У СВОЈСТВУ ВОЗАЧА**

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
- 3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)**
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

**Потпис аутора**

У Београду, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1. **Ауторство.** Дозвољава се умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољава се умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољава се умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољава се умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољава се умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољава се умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.