

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

САОБРАЋАЈНИ ФАКУЛТЕТ

Јелица Р. Давидовић

**РАЗВОЈ НОВОГ МОДЕЛА ЗА ПРОЦЕНУ
РИЗИКА У САОБРАЋАЈУ УСЛЕД УМОРА КОД
ВОЗАЧА КОМЕРЦИЈАЛНИХ ВОЗИЛА**

Докторска дисертација

Београд, 2019

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF TRANSPORT AND TRAFFIC
ENGINEERING

Jelica R. Davidović

**THE DEVELOPMENT OF A NEW RISK
ESTIMATION MODEL IN TRAFFIC DUE TO
COMMERCIAL DRIVERS' FATIGUE**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2019

МЕНТОР:

др Далибор ПЕШИЋ, ванредни професор
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Далибор ПЕШИЋ, ванредни професор
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет
др Крсто ЛИПОВАЦ, редовни професор
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

др Борис АНТИЋ, ванредни професор
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

др Драган ЈОВАНОВИЋ, редовни професор
Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука.

Датум одбране: _____ . године

ИЗЈАВЕ ЗАХВАЛНОСТИ

Желим да се захвалим свом ментору проф. др Далибору Пешићу који је веровао у мене и уложио своје време, знање и енергију дајући ми савете и смернице на основним, мастер и докторским студијама, као и при изради ове докторске дисертације.

Такође, захваљујем се проф. др Борису Антићу на сталној подршци, охрабрењима и веома корисним сугестијама током докторских студија и при изради ове докторске дисертације.

Желим да се захвалим и осталим члановима комисије, проф. др Крсти Липовцу, проф. др Милану Вујанићу и проф. др Драгану Јовановићу који су, свако на свој начин, корисним саветима, сугестијама и примерима допринели квалитету моје докторске дисертације.

Даље, захваљујем се својим колегама са Катедре за безбедност саобраћаја Саобраћајног факултета у Београду, који су ми пружали подршку током израде ове докторске дисертације.

Срећа се увеличава само ако је делимо са онима које волимо и зато велико хвала мојим драгим пријатељима и родбини који су ме на овом путу подржавали од момента кад је ово био само један далеки сан. Хвала и Њој која ми је још на почетку овог пута, одлазећи, дала ветар у леђа!

На крају, највећу захвалност дугујем својој породици – родитељима, сестри, брату и деки на безусловној подршци, љубави, разумевању и одрицању на путу ка остварењу овог, мени важног, сна. Само они знају колико је тежак темељ овог успеха, и зато својој породици посвећујем ову докторску дисертацију.

РАЗВОЈ НОВОГ МОДЕЛА ЗА ПРОЦЕНУ РИЗИКА У САОБРАЋАЈУ УСЛЕД УМОРА КОД ВОЗАЧА КОМЕРЦИЈАЛНИХ ВОЗИЛА

Сажетак: У савременом друштву умор представља индикатор безбедности саобраћаја од изузетног значаја за праћење стања безбедности саобраћаја, док алати за идентификацију умора представљају значајну меру за спречавања настанка саобраћајних незгода. Чињеница да се од 10-40% саобраћајних незгода са комерцијалним возилима догађа због умора возача активира аларм да се што пре морају предузети мере за превенцију саобраћајних незгода насталих због умора возача.

До сада су развијени модели за идентификацију умора код возача који се заснивају на снимању возача или мерењима који физички ометају возаче, односно одвлаче им пажњу у току вожње што може имати негативне последице на безбедност саобраћаја. Имајући то у виду, циљ ове докторске дисертације је да се развије нови модел за процену ризика у саобраћају услед умора код возача комерцијалних возила који пре почетка смене детектује проблем и одмах даје могућност деловања у виду искључења возача из саобраћаја за које се утврди да имају повећан ризик у саобраћају због умора.

У циљу развоја поменутог модела најпре су применом субјективних и објективних метода дефинисане шира и ужа листа индикатора безбедности саобраћаја. Затим су уз помоћ експертске оцене дефинисани и ранжирани фактори који имају највећи утицај на настанак умора. Као најутицајнији фактори издвајају се квалитет и количина сна.

Поред научног доприноса, овај модел има велики практични значај. Модел је просторно преносив, односно може се применити у свим транспортним компанијама како на националном тако и на међународном нивоу. На једноставан и поуздан начин се може управљати посадом у транспортним компанијама, односно може се лако, брзо, једноставно и на сваком месту утврдити да ли је возач са аспекта умора безбедан да отпочне вожњу.

Кључне речи: модел за идентификацију умора, умор, индикатори перформанси безбедности саобраћаја, безбедност саобраћаја, возачи комерцијалних возила

Научна област: Безбедност саобраћаја

Ужа научна област: Превентива и безбедност у саобраћају

УДК:

THE DEVELOPMENT OF A NEW RISK ESTIMATION MODEL IN TRAFFIC DUE TO COMMERCIAL DRIVERS' FATIGUE

Abstract: In the modern era fatigue represents a traffic safety indicator which is extremely relevant for monitoring the state of traffic safety, while fatigue identification tools serve as a significant measure for preventing the occurrence of traffic accidents. The fact that 10-40% of traffic accidents related to commercial vehicle drivers occur due to driver fatigue indicates that urgent measures should be undertaken in order to prevent driver fatigue-related traffic accidents.

Driver fatigue identification models which have been developed so far are based on recording drivers or on the measurements that physically distract drivers i.e. divert their attention while driving, which can have negative effects on traffic safety. Having this in mind, the aim of this doctoral dissertation is to develop a new model for risk estimation in traffic due to commercial vehicle driver fatigue. This model detects the problem before the beginning of the shift and immediately offers the possibility of acting by excluding the vehicle from traffic if it is found to pose the increased risk in traffic due to fatigue.

In order to develop the mentioned model, subjective and objective methods were first used to define a broad and a narrow of traffic safety indicators. Next, the expert estimation was applied to define and rank the factors with the highest impact on fatigue development. The most influential factors were found to be sleep quality and sleep quantity.

In addition to the scientific contribution, this model has a major practical significance. The model is transferable in space, i.e. it can be applied in all transportation companies on the national and international level. It offers a simple and reliable manner of managing the crew in transportation companies and an easy, fast and manageable way of determining whether the driver is able to start driving safely in terms of fatigue.

Key words: Model for Identification of Drivers Fatigue, Fatigue, Road Safety Performance Indicators, Traffic Safety, Commercial Vehicles Drivers

Scientific field: Traffic Safety

Scientific subfield: Prevention and Traffic Safety

UDC:

САДРЖАЈ

ЛИСТА СЛИКА	V
ЛИСТА ТАБЕЛА	VII
СПИСАК КОРИШЋЕНИХ СКРАЋЕНИЦА	IX
1. УВОД	1
1.1 Образложење мотива за избор теме	1
1.2 Дефинисање предмета и циљева истраживања	7
1.3 Полазне хипотезе	8
1.4 Методе истраживања и ограничења	8
1.5 Приказ садржаја дисертације по поглављима	9
2. МЕРЕ КОЈЕ СЕ ПРЕДУЗИМАЈУ У ЦИЉУ ИДЕНТИФИКОВАЊА И ЕЛИМИНИСАЊА УМОРА У ТОКУ ВОЖЊЕ	12
2.1 Нормативне мере	14
2.1.1. Аустралија	14
2.1.2. Сједињене Америчке Државе	16
2.1.3. Европа	17
2.1.4. Србија	21

2.2	Утврђивање утицајних фактора анализом база података о саобраћајним незгодама.....	25
2.3	Утврђивање утицајних фактора анализом ставова возача.....	35
2.4	Примена савремених технологија за детекцију умора.....	46
2.4.1.	Праћење померања точка управљача	48
2.4.2.	Праћење позиције возила у саобраћајној траци.....	49
2.4.3.	Праћење очију/лица возача	50
2.4.4.	Физиолошке мере.....	53
2.5	Едукација возача о утицају умора на безбедност саобраћаја.....	62
2.5.1.	Пример едукације из Београда.....	67
2.6	Реализација кампања за подизање свести возача о утицају умора на безбедност саобраћаја	70
2.7	Мере које предузимају возачи за отклањање умора у току вожње	76
3.	ДЕФИНИСАЊЕ ИНДИКАТОРА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА У ВЕЗИ УМОРА	90
3.1	Методологија за одабир шире и уже листе релевантних показатеља ..	92
3.2	Одабир шире листе релевантних показатеља	94
3.3	Одабир и начин мерења уже листе могућих релевантних показатеља.....	102
3.3.1.	Начин мерења индикатора који се односе на транспортну компанију.....	104
3.3.2.	Начин мерења индикатора који се односе на возаче камиона и аутобуса	109
3.4	Утврђивање утицаја групе фактора које доприносе настанку умора код професионалних возача – нумерички пример за Србију	114
3.4.1.	Методологија	115
3.4.2.	Резултати истраживања	117

3.4.3. Закључци.....	124
3.5 Утврђивање и рангирање релевантних показатеља умора код возача комерцијалних возила	125
3.5.1. Вредновање показатеља умора додељивањем тежинских коефицијената.....	127
3.5.2. Рангирање релевантних показатеља – нумерички пример.....	130
4. ДЕФИНИСАЊЕ И ПРИМЕНА МОДЕЛА ЗА ПРОЦЕНУ РИЗИКА У САОБРАЋАЈУ УСЛЕД УМОРА КОД ВОЗАЧА КОМЕРЦИЈАЛНИХ ВОЗИЛА	134
4.1 Дефинисање модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила	134
4.2 Примена предложеног модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила	136
5. ВЕРИФИКАЦИЈА МОДЕЛА ЗА ПРОЦЕНУ РИЗИКА У САОБРАЋАЈУ УСЛЕД УМОРА КОД ВОЗАЧА КОМЕРЦИЈАЛНИХ ВОЗИЛА	144
5.1 Епфортова скала поспаности.....	145
5.2 Резултати упоредне анализе добијених резултата.....	146
6. АНАЛИЗА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА.....	149
6.1 Анализа услова и ограничења за примену модела.....	150
6.2 Анализа могућности које пружа примена новог модела.....	154
6.2.1. Анализа могућности идентификације умора применом развијеног модела.....	156
6.2.2. Анализа могућности искључења уморних возача из саобраћаја..	158
6.2.3. Анализа могућности праћења индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача комерцијалних возила	158
6.2.4. Анализа могућности поређења транспортних компанија према нивоу безбедности саобраћаја са аспекта умора возача	163
6.2.5. Анализа могућности рангирања транспортних компанија према нивоу безбедности саобраћаја са аспекта умора возача.....	168

6.2.6. Анализа могућности уочавања проблема и дефинисања одговарајућих мера за њихово превазилажење	169
6.2.7. Анализа могућности праћења ефеката примењених мера.....	171
6.3 SWOT анализа предложеног модела за идентификацију умора	171
7. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА И ПРАВЦИ БУДУЋИХ ИСТРАЖИВАЊА	175
ЛИТЕРАТУРА.....	187
ПРИЛОГ А – АЛАТ ЗА ПРИКУПЉАЊЕ ПОДАТАКА	199
ПРИЛОГ Б – УПИТНИК ЗА ЕКСПЕРТСКУ ОЦЕНУ	202
БИОГРАФИЈА.....	204

ЛИСТА СЛИКА

Слика 1.1. Садржај докторске дисертације према поглављима	10
Слика 3.1. Алгоритам одабира релевантних показатеља	93
Слика 3.2. Сати сна: Уобичајени према ноћи пре незгоде, према старосним категоријама. Вредност 0 на ординати приказује групу испитаника која није учествовала у саобраћајној незгоди. Спирманов коефицијент корелације показује позитивну корелацију између уобичајених сати сна и сати сна у ноћи пре незгоде ($r_0=0,19$), која је статистички значајна ($p=0,044$).....	120
Слика 3.3. Корелација између уобичајене дужине сна и дужине сна у ноћи пре незгоде, просечни сати рада и сати рада пре незгоде	121
Слика 4.1. Алгоритам за формирање модела за идентификацију и праћење умора код возача комерцијалних возила	136
Слика 4.2. Приказ базе података формиране на основу упитника.....	138
Слика 4.3. Приказ примене модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила.....	138
Слика 4.4. Старосна структура узорка (лево) и возача за које је утврђено да су уморни (десно)	140
Слика 4.5. Расподела количине сна у целокупном узорку и код возача за које је утврђено да су уморни	140
Слика 4.6. Расподела квалитета сна у целом узорку и међу уморним возачима	141
Слика 4.7. Расподела начина рада за цео узорак и за уморне возаче.....	141

Слика 4.8. Прекорачење законског ограничења времена вожње	142
Слика 4.9. Расподела сати дневног одмора.....	142
Слика 4.10. Расподела мера које предузимају возачи за отклањање поспаности	143
Слика 5.1. Исечак из базе података, ESS упитник.....	147
Слика 5.2. Исечак из базе упоредне анализе ESS упитника и новог модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила	147
Слика 6.1. Процент возача код којих је идентификован умор, према транспортним компанијама	157
Слика 6.2. Расподела уморних возача према старости	157
Слика 6.3. Индикатор који се односи на квалитет сна.....	163
Слика 6.4. Индикатор који се односи на количину сна.....	164
Слика 6.5. Индикатори који се односе на квалитет и количину сна	164
Слика 6.6. Индикатор који се односи на период дана који возач проведе у вожњи.....	165
Слика 6.7. Индикатори који се односе на дневно време вожње	165
Слика 6.8. Индикатори који се односе на недељно време вожње	166
Слика 6.9. Индикатори који се односе на време вожње за две узастопне недеље	166
Слика 6.10. Индикатори који се односе на време вожње	167
Слика 6.11. Индикатори који се односе на дневни одмор	167
Слика 6.12. Индикатори који се односе на мере за отклањање поспаности .	168

ЛИСТА ТАБЕЛА

Табела 2.1. Периоди обављања радних задатака, време рада и одмора код соло возача камиона.....	15
Табела 2.2. Периоди обављања радних задатака, време рада и одмора код соло возача аутобуса	15
Табела 2.3. Периоди обављања радних задатака, време рада и одмора код удвојене посаде	16
Табела 2.4. Нормативне мере у Србији.....	25
Табела 2.5. Приказ резултата претходних истраживања утицајних фактора применом методе анкете	38
Табела 2.6. Преглед спроведених истраживања у циљу утврђивања утицајних фактора.....	45
Табела 2.7. Преглед система за детекцију умора према начину рада.....	57
Табела 2.8. Активности, припрема и потребни ресурси за радионицу	66
Табела 2.9. Преглед литературе	81
Табела 2.10. Приказ статистичке анализе ставова возача о утицају енергетских напитака и кофеина на њихову вожњу.....	87
Табела 2.11. Величина утицаја у зависности од супстанце и пола.....	88
Табела 3.1. Шири листа релевантних показатеља	99
Табела 3.2. Ужа листа индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача камиона и аутобуса	113
Табела 3.3. Старосна структура испитаника.....	118

Табела 3.4. Средња вредност и стандардно одступање за уобичајене сате сна и сате сна у ноћи пре незгоде у зависности од старосне категорије	118
Табела 3.5. Средња вредност и стандардно одступање за недељно и дневно радно време према старосним категоријама.....	122
Табела 3.6. Шта професионални возачи раде да помогну себи да остану будни и опрезни, према старосним групама?.....	123
Табела 3.7. Показатељи умора код возача камиона и аутобуса	126
Табела 3.8. Рангирање показатеља од најутицајнијег до најмање утицајног, на основу обједињеног ранга.....	131
Табела 3.9. Рангирање показатеља – појединачне оцене експерата	131
Табела 3.10. Тежински коефицијенти поткатегорија утицајних фактора	132
Табела 3.11. Вредности тежинских коефицијената за сваког експерта	133
Табела 6.1. Расподела испитаника према транспортној компанији и врсти возила.....	156
Табела 6.2. Преглед индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача комерцијаланих возила, за пет транспортних компанија ..	160
Табела 6.3. Корелација између одабраних показатеља умора.....	161
Табела 6.4. Корелација између индикатора умора код возача комерцијалних возила.....	162
Табела 6.5. Корелација између индикатора који се односе на времена вожње	163
Табела 6.6. Рангирање транспортних компанија са аспекта умора.....	169
Табела 6.7. SWOT анализа новог модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила.....	172

СПИСАК КОРИШЋЕНИХ СКРАЋЕНИЦА

ACD	Automatic control of the device - Аутоматска контрола уређаја
AETR	European Agreement concerning the Work of Crews of Vehicles engaged in International Road Transport
ASTiD	Advisory system for tired drivers –Саветодавни систем за уморне возаче
CCD	Charge coupled device – Систем за напајање
EEG	Електроенцефалографија
EKG	Електрокардиографија
ESS	The Epworth Sleepiness Scale – Епфортова скала поспаности
ESR	European Sleep Research Society – Европско удружење за истраживање сна
FED	Functional energy drinks – Функционална енергетска пића
IMU	Интегрисана јединица за надзор
ИТС	Интелигентни транспортни системи
LBO	Локални бинарни образац
MSLT	Multiple Sleep Latency Test – Тест вишеструког успављивања
PERCLOS	Процент затварања очних капака учесника током времена
SARTRE	Social Attitudes to Road Traffic Risk in Europe - Друштвени ставови према опасностима у друмском саобраћају у Европи
SDLP	Стандардна девијација латералне позиције
SVM	Vector Support Machines – Вектор подршке у одлучивању
SWS	Систем за чување упозорења
TK1	Транспортна компанија 1
TK2	Транспортна компанија 2
TK3	Транспортна компанија 3
TK4	Транспортна компанија 4
TK5	Транспортна компанија 5

1. УВОД

1.1 Образложење мотива за избор теме

Циљ саобраћаја, као система, је да обезбеди неометано кретање свих учесника у саобраћају између било које две тачке. Међутим, као велики проблем савременог друштва јављају се негативне последице саобраћаја од којих су најзначајније саобраћајне незгоде. Од последица саобраћајних незгода сваке године у свету погине 1,2 милиона људи, а око 50 милиона буде повређено (WHO, 2017). Задатак безбедности саобраћаја је да смањи број и тежину последица саобраћајних незгода. У складу са тим Haddon (1980) је систематизовао факторе који утичу на безбедност саобраћаја, најпре у основној Хедоновој матрици, где је систематизовано три фактора безбедности саобраћаја: човек, возило и окружење, пре, за време и после саобраћајних незгода. Потом се јавила потреба да се пут издвоји из окружења, тако да је у проширеној Хедоновој матрици систематизовано четири фактора безбедности саобраћаја: човек, возило, пут и окружење, и то пре, за време и после саобраћајних незгода. Човек се јавља као најзначајнији фактор јер на различите начине утиче на активну и пасивну безбедност саобраћаја. Најважнији елементи фактора човек су пол, старост, способност, знање, обука, ставови, искуство, понашање, вожња под утицајем (алкохола, умора, психоактивних супстанци, лекова), као и остали елементи као што су стандард, образовање, исхрана, пушење и др.

Један од проблема који је примећен још почетком прошлог века, а који је развојем друштва испливао међу најважније узрочнике саобраћајних незгода је умор возача. Умор је повезан са физиолошким променама активности можданих таласа, покрета очију, покрета главе, тонуса мишића и рада срца. На почетку појаве умора долази до снижавања телесне температуре, смањују се откуцаји срца, респирација, крвни притисак и адреналин. Када је особа уморна може доћи до „микро-сна“. „Микро-сан“ или кратак сан је кратко дремање које траје 4-5 секунди (Safety Net, 2009).

Према Lal and Craig (2007) и Lin et al. (2005) најважнији показатељ будности је електроенцефалографија (ЕЕГ). ЕЕГ је мера можданих таласа различитих фреквенција у мозгу. Електрична активност мозга се класификује према ритмовима. Ови ритмови су дефинисани у фреквенцијским опсезима: делта (0,5 - 4 Hz), тета (4 - 7 Hz), алфа (8 - 13 Hz) и бета (13 - 30 Hz). Lin et al., (2005) указују да се делта таласи јављају током поспаности и сна, тета таласи се јављају у стању сна, док су бета таласи карактеристични за интензивне менталне напоре. Међутим, иако се на овај начин може идентификовати да ли је особа уморна или не примена овог алата захтева посматрање пацијената, односно праћење можданих активности што није примењиво у случају возача.

Brown (1994) описује психолошки аспект умора као недостатак енергије да се обавља било која активност, дефинисао је пет главних узрока умора код возача: недостатак сна, биолошки сат, време рада, монотони задаци, индивидуалне карактеристике возача које обухватају и здравствено стање.

Luznicki (1998) указује да је умор делимично субјективни доживљај који карактерише недостатак мотивације, осећај исцрпљености, непријатност и недостатак воље да се изврши задатак. На когнитивном нивоу, истраживања повезују поспаност и умор са опадањем будности, временом реаговања, меморијом, психомоторном координацијом, обрадом информација и доношењем одлука.

Многи често занемарују умор не схватајући озбиљно прве знаке умора, као што су раздражљивост, тромост, безвољност, смањена концентрација и успореност, затим поспаност, па у таквом стању крећу на пут. Неретко се у току вожње занемарују и касни знаци умора као што су прекомерна поспаност, оптичке илузије, падање главе што може довести до падања у сан и „губљења филма“. Савремени човек мало обраћа пажњу на своје здравље и често запоставља „аларме“ које му шаље тело указујући на неки проблем. Један од најчешће занемариваних „аларма“ јесте упозоравање на умор. „Могу још мало“ је израз који се често чује иако долази до успорености, смањене концентрације, раздражљивости (које представљају ране знаке умора), па се ретко ко одлучи да у том тренутку прекине вожњу. Вожња је једна од активности, при чијем вршењу људи игноришу умор и најчешће употребљавају поменути израз, а као последица тога настају саобраћајне незгоде. Данас, у 21. веку, највећи проблем је што количина умора не може да се утврди једноставно као што може, на пример, количина алкохола у крви, помоћу апарата који је преносив у простору.

Анализом саобраћајних незгода широм света закључено је да саобраћајне незгоде настале услед умора карактерише: време настанка (најчешће је то од поноћи до шест ујутру), изостајање трагова кочења, односно нема кочења, најчешће је возач сам у возилу или путници спавају, догађају се на монотоним деоницама пута на којима се развијају велике брзине, а нема интензивног саобраћаја. Према IRTAD (2015), од 38 земаља 26 је у својим извештајима навело проценат саобраћајних незгода насталих због умора наглашавајући да је тај проценат много већи уколико се посматрају саобраћајне незгоде са професионалним возачима, на пример, у Великој Британији се 40% саобраћајних незгода у којима учествују професионални возачи догоди због умора возача, а у Малезији 38%. Са друге стране, многе земље још увек нису схватиле колико умор утиче на настанак саобраћајних незгода и не евидентирају податке који указују да је саобраћајна незгода настала управо због умора возача (нпр. Грчка, Јамајка, Јапан, Камбоџа, Литванија, Пољска, Словенија, Шпанија, Португалија) (IRTAD, 2015).

Деценијама уназад, широм света се ради на развоју система за детекцију умора како би се упозоравали возачи када достигну стање умора које их угрожава у саобраћају. Највећи број истраживања о утицају умора на возаче заснива се на симулаторима вожње углавном због тога што се ради о контролисаним условима, јефтином и безбедном приступу (на пример, Regina et al., 1974; Reyner and Horne, 2002, 2000). Управо почетак 21. века карактерише развој система за детекцију умора који се заснива на савременим технологијама, на пример, Wu and Chen (2008) су развили систем који ради на принципу фази логике. Принцип рада предложеног система заснива се на анализи слика лица које указују на поспаност или смањену пажњу са циљем спречавања саобраћајних незгода. Сlike лица се добијају помоћу CCD (charge coupled device – уређаја на пуњење) камере која је постављена на инструмент табли. Предложен је фази логички алгоритам и начин за утврђивање степена умора на основу учесталости и трајања затварања очију и да се на основу тога возач упозорава да је уморан. Резултати експеримента указују да је предложени систем ефикасан за повећање безбедности возача. Новији систем је развијен у Кини, где су Sun и остали развили систем за детекцију умора који ради на принципу детекције лица и очију (Sun et al. 2012). Идентификује се положај очију (отворене, полуотворене и затворене) и позиције уста, а уз помоћ развијеног алгоритма добија се излазни резултат. Систем детектује када је возач уморан, искључен или му је смањена пажња и активира аларм у циљу упозорења возача. Међутим, резултати нису задовољавајући уколико возач носи сунчане наочаре или много помера главу јер не могу да се локализују очи.

Поред експеримената који се спровode за истраживање утицаја умора у контролисаним условима, помоћу симулатора (на пример, Regina et al., 1974; Reyner and Horne, 2002, 2000) и развоја система за детекцију умора (на пример, Forsman et al., 2013; Morris et al., 2015; Thiffault and Bergeron, 2003; Tu et al., 2013), спроводи се и метод анкете. Метод анкете омогућава да се за кратко време испита велики број учесника, односно прикупи велики број података.

Метод анкете се за истраживање умора код возача користи још од деведесетих година прошлог века (на пример, Horne, 1992; Horne and Reyner, 1995; Ahsberg et al., 1997; Corfitsen, 1994), међутим због својих бројних предности овај алат се примењује и у 21. веку (на пример, Diependaele, 2015; Mohamed et al., 2012; Torregroza-vargas et al., 2014; Pešić et. al., 2015).

Сваки од наведених приступа има своје предности и недостатке. На пример, основне предности симулатора и експеримената су што се раде у контролисаним условима, односно без излагања ризику у реалном окружењу, без угрожавања других учесника у саобраћају. Са друге стране, недостаци су што нема утицаја окружења, односно појава која се посматра није у реалном окружењу. Научници истичу да је велики недостатак што симулатори нису верификовани на довољном узорку. Предности метода анкете су што се лако може реализовати, могу се прикупити подаци у безбедном окружењу, пре настанка незгоде. Као основни недостатак метода анкете је поузданост, односно давање друштвено пожељних одговора, посебно уколико се истраживања спровode у транспортним компанијама због чега треба са посебним опрезом састављати упитнике.

Иако су у свету од седамдесетих година прошлог века урађена многа истраживања утицаја умора на возаче, и развијени веома сложени алати за праћење и детекцију умора, још увек нису развијени алати помоћу којих се може једноставно детектовати умор код возача, како би се брзо реаговало и спречило њихово управљање возилом у таквом стању. Сви до сада развијени модели захтевају физичко ометање возача у току вожње, што са аспекта безбедности саобраћаја није прихватљив начин детекције умора.

Мотив за избор овог истраживања је да се формира модел за идентификацију умора код возача комерцијалних возила зато што су највише изложени у саобраћају, односно прелазе највише километара, како би се омогућило да се у веома кратком периоду времена детектује да ли је возач „спреман“ за вожњу, односно одморан.

Полазна идеја се заснива на индикаторима перформанси безбедности саобраћаја, помоћу којих се може детектовати да постоји проблем, што је и основна идеја, не залазећи у узрок проблема. Значај индикатора се огледа у јакој корелацији са коначним излазима, односно последицама саобраћајних незгода.

Према препорукама ETSC (2001) издвојено је седам основних области за развој индикатора: употреба алкохола и дроге, брзина, системи заштите, дневна светла, возила, путеви и здравствена заштита, док Gitelman et al. (2010) наводе да феномен безбедности саобраћаја има комплексни карактер и да се данас жели утврдити што више индикатора, који су у могућности да измере факторе који доприносе настанку незгода и да идентификују услове који су повезани са ризиком настанка незгода.

Аналогија индикаторима који се односе на умор код возача комерцијалних возила су на пример, индикатори који се односе на употребу система заштите, на пример, сигурносни појас. Дакле, на основу индикатора можемо да утврдимо да проблем постоји, не залазећи у узрок проблема, већ се проблем само детектује, а касније решава. Када су у питању индикатори који се односе на умор код возача комерцијалних возила, они омогућавају детекцију проблема, али за разлику од осталих, дају одмах могућност деловања. У циљу правовременог деловања потребно је да се развију поуздани и брзи инструменти који не ометају возача у току вожње. Управо такав модел је нови модел за идентификацију умора код возача комерцијалних возила који је предмет ове докторске дисертације.

Осим актуелности и значаја предложене теме, мотив за њен избор потиче из континуираног истраживања ове недовољно истражене области у Србији и свету, почев од израде завршног рада преко објављивања научно-истраживачких радова у међународним часописима, као и на међународним и националним конференцијама.

1.2 Дефинисање предмета и циљева истраживања

У савременом друштву умор представља индикатор безбедности саобраћаја од изузетног значаја за праћење стања безбедности саобраћаја, посебно у компанијама са великим бројем професионалних возача, док алати за идентификацију умора представљају значајну меру за спречавање настанка саобраћајних незгода.

У складу са наведеним **предмет** ове докторске дисертације представља:

- Дефинисање новог модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила,
- Дефинисање главних утицајних фактора на умор код возача комерцијалних возила,
- Дефинисање индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача комерцијалних возила.

Научни циљеви докторске дисертације су:

- Развој новог модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила
- Дефинисање методологије за одабир шире листе индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача комерцијалних возила и дефинисање шире листе поменутих индикатора;
- Дефинисање методологије за одабир уже листе индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача комерцијалних возила и дефинисање уже листе поменутих индикатора;
- Методолошки развој начина мерења одабраних релевантних индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача комерцијалних возила;
- Методолошки развој модела за рангирање утицајних фактора према нивоу утицаја на настанак и развој умора код возача комерцијалних возила.

1.3 Полазне хипотезе

Докторска дисертација има полазну хипотезу да се **одабиром одговарајућих релевантних индикатора перформанси безбедности саобраћаја који су у вези са умором возача комерцијалних возила, као и пондерисањем утицајних фактора на развој умора код возача комерцијалних возила може дефинисати модел који са високом поузданошћу може утврдити да ли је возач способан да безбедно управља возилом.** Помоћне хипотезе ове докторске дисертације су:

- Индикатори перформанси безбедности саобраћаја који припадају групи „Фактор сна“ имају утицај на настанак умора код возача комерцијалних возила.
- Уколико возачи прекорачују законско ограничење времена вожње имају већу вероватноћу да заспу у току вожње и изазову саобраћајну незгоду.
- Време одласка на спавање возача, као индикатор безбедности саобраћаја, има утицај на квалитет сна и настанак умора код возача комерцијалних возила.

1.4 Методе истраживања и ограничења

Приликом израде докторске дисертације коришћене су опште методе научног истраживања попут: анализе, синтезе, индукције, дедукције, апстракције и аналогије. За прикупљање података коришћен је метод анкете и студија случаја на примерима Србије и других земаља, као и метод експертске оцене.

Поред ових метода примењене су и методе дескриптивне и аналитичке статистике, као и компаративна анализа и методе које испитују међузависност (на пример, вишеструка линеарна регресија, корелација и сл.).

Такође, за рангирање утицајних показатеља примењена је метода „обједињени ранг“ која подразумева комбиновање рангова показатеља додељених од стране експерата. На крају, за анализу новог модела примењена је и SWOT анализа.

Основно ограничење при изради докторске дисертације је непостојање евиденција о саобраћајним незгодама насталим због умора возача, и последицама тих незгода, недоступност података о поремећајима спавања код возача комерцијалних возила, као и искреност возача при попуњавању упитника. У Србији, а ни у свету не постоји норматив којим се возачи, односно њихово време спавања, време одласка на спавање, време устајања, квалитет сна могу поуздано пратити. Такође, не могу се пратити друге активности возача након завршетка смене (на пример, да ли дневни одмор користи за одмор или наставља да обавља неке друге послове у виду тешких физичких или менталних задатака који доприносе губитку енергије, односно појачаном развоју умора услед продуженог времена рада, током времена предвиђеног за одмор).

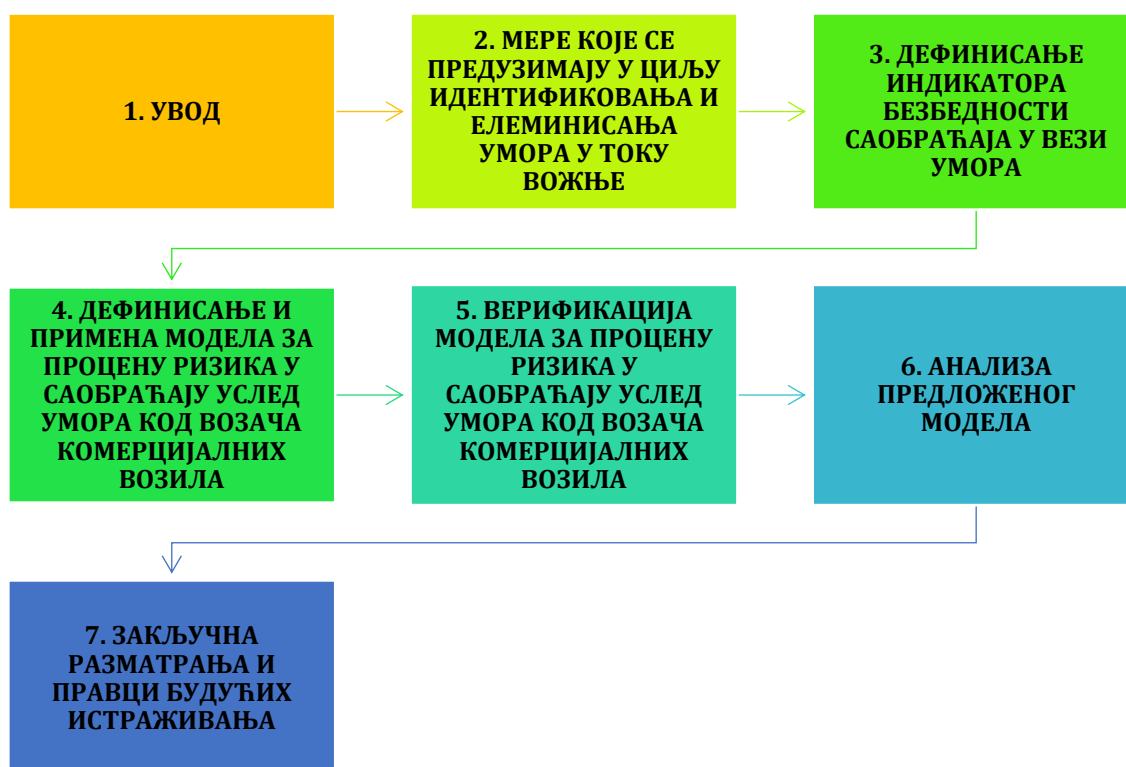
1.5 Приказ садржаја дисертације по поглављима

Имајући у виду тему, предмет и научни циљ, докторска дисертација се састоји из седам целина (Слика 1.1.). У **првом поглављу**, односно уводу представљен је проблем безбедности саобраћаја, значај индикатора безбедности саобраћаја, као и основни мотиви за избор теме и поставка проблема. Такође, у уводном делу, дефинисани су предмет и научни циљеви истраживања, као и методи који су коришћени у овој докторској дисертацији. У оквиру увода дефинисане су основне хипотезе од којих полази ова докторска дисертација.

У **другом поглављу** дат је литерарни преглед мера које се предузимају у циљу идентификације и елиминације умора код возача.

Мере су, према врсти, систематизоване у седам група, а то су:

1. Нормативне мере;
2. Утврђивање утицајних фактора анализом база података о саобраћајним незгодама;
3. Утврђивање утицајних фактора анализом ставова возача;
4. Примена савремених технологија за детекцију умора;
5. Едукација возача о утицају умора на безбедност саобраћаја;
6. Реализација кампања за подизање свести возача о утицају умора на безбедност саобраћаја;
7. Мере које предузимају возачи за отклањање умора.



Слика 1.1. Садржај докторске дисертације према поглављима

Треће поглавље се бави дефинисањем индикатора безбедности саобраћаја у вези умора код возача комерцијалних возила. Дефинисана је методологија за одабир шире и уже листе релевантних показатеља, затим је извршен одабир шире листе релевантних показатеља на основу критеријума дефинисаних методологијом.

У трећем поглављу је извршен одабир и дефинисан начин мерења уже листе могућих релевантних показатеља, односно дефинисана је методологија мерења индикатора који се односе на транспортну компанију и методологија мерења индикатора који се односе на возаче комерцијалних возила. На крају, извршено је утврђивање и рангирање релевантних показатеља умора код возача комерцијалних возила, са датим нумеричким примером.

У четвртном поглављу је дат предлог новог модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила, затим је приказано тестирање предложеног новог модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила у одабраним транспортним компанијама.

Након тестирања модела, **у петом поглављу** је спроведена верификација модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила применом верификоване Епфортове скале поспаности, применом студије случаја код возача комерцијалних возила у претходно одабраним транспортним компанијама. У оквиру овог поглавља приказани су резултати упоредне анализе новог модела за идентификацију умора и резултата Епфортове скале поспаности.

Шесто поглавље представља критичку анализу предложеног модела кроз предности, недостатке и могућности унапређења модела, где су резултати анализе, између осталог сумирани и кроз SWOT анализу.

У седмом поглављу приказана су закључна разматрања и правци даљих истраживања. У овом поглављу приказана је синтеза најважнијих закључака, као и доприноси до којих се дошло израдом докторске дисертације, са посебним освртом на могућност имплементације у привреди.

2. МЕРЕ КОЈЕ СЕ ПРЕДУЗИМАЈУ У ЦИЉУ ИДЕНТИФИКОВАЊА И ЕЛИМИНИСАЊА УМОРА У ТОКУ ВОЖЊЕ

У циљу идентификовања умора код возача примењује се неколико метода у зависности од тога да ли се користи превентивни приступ – идентификовање умора пре настанка саобраћајне незгоде или се ради о анализи саобраћајних незгода – утврђивању утицајних фактора. Имајући то у виду умор се може идентификовати на основу: 1) анализе база података о саобраћајним незгодама, 2) анализе ставова и самопријављеног понашања возача, 3) система за детекцију умора, 4) симулатора вожње (тестови психомоторне будности, конзумирање енергетских напитака, кафе и сл.) (Abegaz et al., 2014; Ahsberg et al., 1997; Behnood and Mannering, 2015; Brainard et al., 2001; Corfitsen, 1994; Davidović et al., 2018; Diependaele, 2015; Forsman et al., 2013; Horne and Reyner, 1995; Jackson et al., 2013; Johns and Hocking, 1997; Radun et al., 2015, 2012; Radun and Summala, 2004; Ramos et al., 2008; Rea et al., 2005; Regina et al., 1974; Reyner and Horne, 2002; Sigari and Pourshahabi, 2014; Sparrow et al., 2016; Sun et al., 2012; Torregroza-vargas et al., 2014; Tu et al., 2013; Williamson et al., 2014; Williamson and Friswell, 2013; Wu and Chen, 2008; Zhao et al., 2012).

Како би се идентификовани умор елиминисао потребно је применити одговарајуће мере. Haddon (1972) указује да је са теоријског аспекта најбоља мера за отклањање умора престанак вожње док ризик не нестане. Anund et al. (2015) су испитивали примену контрамера за унапређење свих видова саобраћаја. За унапређење безбедности друмског саобраћаја издвајају се следеће мере:

- Распоред смена – формирање распореда тако да се избегну ноћне смене, скраћен дневни одмор, дуге смене, дуго остајање у будном стању и сл.
- Модел предвиђања ризика умора – је математички модел који се користи за утврђивање карактеристика смена са повећаним ризиком.
- Нормативне мере – имају за циљ да обезбеде ергономске услове и безбедне дужине смене. Многи закони подразумевају 9 сати рада у друмском саобраћају и дневно време за одмор 11-12 сати.
- Култура – односи се на одговорност возача да призна када је уморан.
- Техничка решења – укључују системе за праћење (на пример, промена позиције возила у траци, дужину трептања ока) који указују када дође до опасног нивоа умора.
- Инфраструктура – разна решења која ће упозорити возача да постоји опасност да сиђе са коловоза или пређе у траку намењену за супротни смер (на пример, вибрационе траке).
- Едукација – неопходно је познавање знакова умора. Потребно је развијати систематске програме едукације и пратити њихове ефекте.
- Мере које предузимају возачи за отклањање умора – заустављање возила, дремање, унос кофеина, излагање јакој светлости.
- Управљање ризиком од умора – представља комбинацију едукације о умору, самопријављених инцидентних ситуација и математичког модела ризика. Веома је значајно успоставити системски приступ управљању ризиком од умора.

У овом поглављу биће приказано које се мере од 70-их година прошлог века користе за идентификовање и елиминисање умора код возача широм света.

2.1 Нормативне мере

У циљу контролисања времена рада професионалних возача, а самим тим и унапређења безбедности саобраћаја, у многим земљама у свету усвојени су бројни закони, уредбе и правилници. Међутим, још увек у доста земаља није законом ограничено време вожње и одмора професионалних возача, што значајно утиче на проблеме са умором и повећање ризика да возач заспи у току вожње.

У наставку овог поглавља биће приказана законска регулатива која се односи на времена вожње и одмора код професионалних возача у Сједињеним Америчким Државама, у Аустралији и Европи, са посебним освртом на Србију.

2.1.1. Аустралија

Према подацима о времену рада и одмора професионалних возача у Аустралији (<https://www.nhvr.gov.au/safety-accreditation-compliance/fatigue-management/work-and-rest-requirements>) времена се разликују код соло возача камиона (возачи који возе сами у одређеној тури), соло возача аутобуса (возачи који возе сами на одређеној линији) и удвојене посаде (два возача на једној линији). За сваки период рада дефинисано је максимално време вожње као и минимално време за паузу.

Периоди обављања радних задатака, време вожње и време одмора код соло возача камиона, аутобуса и код удвојене посаде приказани су у табелама (Табела 2.1., Табела 2.2., Табела 2.3.), респективно. Под стационарним временом за одмор подразумева се време које возач проведе ван возила или у возилу у простору за спавање. Ноћни одмор представља 7 континуираних сати стационарног одмора између 22 часа и 8 часова наредног дана (према временској зони базе возача), или стационарна пауза од 24 сата.

Табела 2.1. Периоди обављања радних задатака, време рада и одмора код соло возача камиона

Период рада	Време вожње	Време одмора
У периоду од...	Возач не сме да вози дуже од...	И мора да има најмањи одмор од...
5 сати и 30 минута	5 сати и 15 минута	15 непрекидних минута одмора
8 сати	7 сати и 30 минута	30 минута одмора у блоковима од по 15 минута
11 сати	10 сати	60 минута у блоковима од по 15 минута
24 сата	12 сати	7 непрекидних сати стационарног времена за одмор
7 дана	72 сати	24 непрекидних сати стационарног времена за одмор
14 дана	144 сати	2 х ноћни одмор и 2 х ноћне паузе за одмор два узастопна дана

Табела 2.2. Периоди обављања радних задатака, време рада и одмора код соло возача аутобуса

Период рада	Време вожње	Време одмора
У периоду од...	Возач не сме да вози дуже од...	И мора да има најмањи одмор од...
5 сати и 30 минута	5 сати и 15 минута	15 непрекидних минута одмора
8 сати	7 сати и 30 минута	30 минута одмора у блоковима од по 15 минута
11 сати	10 сати	60 минута у блоковима од по 15 минута
24 сата	12 сати	7 непрекидних сати стационарног времена за одмор
7 дана	-	6 х ноћи за одмор
28 дана	288 сати	4 х 24 непрекидних сати стационарног времена за одмор

Табела 2.3. Периоди обављања радних задатака, време рада и одмора код удвојене посаде

Период рада	Време вожње	Време одмора
У периоду од...	Возач не сме да вози дуже од...	И мора да има најмањи одмор од...
5 сати и 30 минута	5 сати и 15 минута	15 непрекидних минута одмора
8 сати	7 сати и 30 минута	30 минута одмора у блоковима од по 15 минута
11 сати	10 сати	60 минута у блоковима од по 15 минута
24 сата	12 сати	5 непрекидних сати стационарног времена за одмор или 5 сати континуираног времена за одмор у простору за спавање у возилу које се
52 сата	-	10 непрекидних сати стационарног времена за одмор
7 дана	60 сати	24 непрекидних сати стационарног времена за одмор и 24 сата непрекидних сати стационарног времена за одмор у блоковима од најмање 7 сати
14 дана	120 сати	2 ноћи за одмор и 2 ноћне паузе узастопним данима

Законском регулативом у Аустралији обухваћени су бројни периоди рада, за све три врсте посаде (соло возачи камиона, соло возачи аутобуса и удвојена посада), уочава се да је најмање време одмора 15 минута, док је максимално време вожње у току 24 сата 12 сати, али захтева се непрекидни стационарни одмор од најмање 7 сати, односно код удвојене посаде 5 сати.

2.1.2. Сједињене Америчке Државе

Са званичне интернет странице Сједињених Америчких Држава (GPO, <https://www.gpo.gov/>) преузети су делови документа којима се регулишу времена рада и одмора у друмском превозу робе (FMCSA, <https://www.fmcsa.dot.gov/regulations/title49/section/395.3>) и путника (FMCSA, <https://www.fmcsa.dot.gov/regulations/title49/section/395.5>).

2.1.2.1. Превоз робе

Законском регулативом у Сједињеним Америчким Државама дефинисано је време вожње код превоза робе на следеће начине:

- Највише 11 сати, након најмање 10 сати одмора;
- „Период од 14 сати“ који подразумева 10 сати одмора-14 сати рада-10 сати одмора;
- 60/70 – ограничење сати рада које подразумева да не могу да возе након 60/70 сати рада за 7/8 узастопних дана. Ове сате могу да рестартују након 34 сата непрекидног одмора. Уколико су одсутни са посла, сате могу да рестартују након 168 сати;
- Возачи могу да користе „Sleeper Berth Provision“ (Провизију за спавање), које може трајати најмање 8 узастопних сати + 2 сата сна или 2 слободна сата по жељи.

2.1.2.2. Превоз путника

Законском регулативом у Сједињеним Америчким Државама дефинисано је време вожње код превоза путника на следеће начине:

- Највише 10 сати, након најмање 8 сати одмора;
- „Период од 15 сати“ који подразумева 8 сати одмора-15 сати вожње-8 сати одмора;
- 60/70 – ограничење сати рада које подразумева да не могу да возе након 60/70 сати рада за 7/8 узастопних дана;
- Возачи могу да користе „Sleeper Berth Provision“, које може трајати најмање 8 узастопних сати + 2 сата сна или 2 слободна сата по жељи.

2.1.3. Европа

Када се говори о нормативним мерама у Европи најзначајнија је регулатива ЕЕС No 3820/85 од 20. децембра 1985. године.

Регулатива ЕЕС No 3820/85 се односи на усклађивање одређених друштвених прописа у друмском саобраћају и усклађена је са Европским споразумом о раду посаде на возилима која обављају међународне друмске превозе (у даљем тексту АЕТР - European Agreement concerning the Work of Crews of Vehicles engaged in International Road Transport) од 1. јула 1970. године.

2.1.3.1. ЕЕС No 3820/85

Регулативом ЕЕС No 3820/85 од 20. децембра 1985. године о усклађивању одређених друштвених прописа у друмском саобраћају уређено је:

- Дневно време вожње:
 - Највише 9 сати дневно са могућношћу да се највише 2 пута недељно продужи на 10 сати;
 - Накан 4 сата и 30 минута обавезна је пауза од најмање 45 минута (може се заменити са више пауза од најмање 15 минута, али да се реализују у предвиђеном року, односно до истека 4 сата и 30 минута;
- Недељно време вожње:
 - Највише 90 сати за две недеље;
- Дневни одмор:
 - Најмање 11 сати у току 24 сата са могућношћу да се највише 3 пута недељно смањи на 9 сати;
 - Уколико у току недеље нема скраћеног одмора један се може смањити на 8 сати, а остатак да буде најмање 12 сати;
 - Код двојне посаде за 30 сати рада неопходно је обезбедити најмање 8 сати одмора;
- Недељни одмор:
 - Након 6 узастопних дана рада мора да се искористи недељни одмор, 45 сати.

2.1.3.2. Директива 2002/15/ ЕС

Директивом 2002/15/ ЕС од 11. марта 2002. године о организацији времена рада лица која обављају друмски транспорт прописано је да просечно недељно радно време за било која узастопна 4 месеца износи највише 48 сати, као и да је максимално недељно радно време 60 сати. Овом директивом дефинисана су ограничења за паузе и то:

- 30 минута уколико возачи возе између 6 и 9 сати;
- 45 минута уколико возе више од 9 сати.

2.1.3.3. ЕС NO 561/2006 са изменама број 1073/2009 и 165/2014

Након измена и допуна Регулативе ЕС NO 561/2006 од 15. марта 2006. године о хармонизацији прописа који се односе на превоз у друмском саобраћају одређене су следеће измене:

- Дневно време вожње
 - Највише 9 сати, изузетно, највише два пута недељно се може продужити на 10 сати;
 - Након 4 сата и 30 минута возачи су у обавези да направе паузу од најмање 45 минута;
 - Од 1. јануара 2014. године уколико је вожња у периоду од 22:00-06:00 време вожње се смањује за 3 сата;
- Недељно време вожње
 - Највише 56 сати;
 - За две недеље највише 90 сати;
- Дневни одмор
 - Најмање 11 сати у једном периоду;
 - Или 12 сати, најмање 3 сата у једном и најмање 9 сати у другом периоду;
 - Највише 3 пута за две недеље возач може имати скраћен дневни одмор, који не сме да буде краћи од 9 сати;

- Недељни одмор
 - Најмање 45 сати;
 - Изузетно смањени недељни одмор најмање 24 сата.

2.1.3.4. AETR

Европским споразумом о раду посаде на возилима која обављају међународне друмске превозе од 1. јула 1970. године је први документ којим је регулисан међународни друмски превоз на нивоу више европских земаља. Даље у тексту ће бити приказане одредбе овог споразума, након усвојених измена, које се односе на време вожње и одмора професионалних возача у друмском транспорту робе и путника (United Nations, 2010):

- Дневно време вожње:
 - Највише 9 сати дневно са могућношћу да се највише 2 пута недељно продужи на 10 сати;
 - Након 4 сата и 30 минута обавезна је пауза од најмање 45 минута (може се заменити са више пауза од најмање 15 минута, али да се реализују у предвиђеном року, односно до истека 4 сата и 30 минута);
- Недељно време вожње:
 - Највише 45 сати недељно;
 - Највише 90 сати за две недеље;
- Дневни одмор:
 - Најмање 11 сати у току 24 сата са могућношћу да се највише 3 пута недељно смањи на 9 сати;
 - Уколико у току недеље нема скраћеног одмора један се може смањити на 8 сати, а остатак да буде најмање 12 сати;
 - Код двојне посаде за 30 сати рада неопходно је обезбедити најмање 8 сати одмора;
- Недељни одмор:
 - Након 6 узастопних дана рада мора да се искористи недељни одмор од најмање 45 сати;

- Недељни одмор се може скратити на 36 сати у месту боравка, односно на 24 сата ван места боравка;
- Свако скраћивање одмора мора се надокнадити до истека треће недеље од коришћења скраћеног недељног одмора.

2.1.4. Србија

Најпре је Законом о основама безбедности саобраћаја на путевима (ЗоБС, 1988) било дефинисано трајање управљања аутобусом или теретним моторним возилом или скупом возила чија је највећа дозвољена маса већа од 3.500 kg на следећи начин:

- Дневно време вожње:
 - Највише 8 сати;
 - Код управљања возилом јавног градског превоза путника непрекидно управљање се може регулисати општим актом;
 - Возач који управља аутобусом, теретним моторним возилом или скупом возила чија је највећа дозвољена маса већа од 20 тона, кад у току 24 часа прелази више од 500 km, мора бити замењен другим возачем најкасније после осам сати управљања, односно после 500 km пута;
- Паузе:
 - Након 5 сати обавезна је пауза од најмање 30 минута;
- Дневни одмор:
 - Најмање 10 сати у току 24 сата;
 - Уколико је удвојена посада и у возилу се налази лежај у којем може да се одмори у лежећем положају, сваки возач мора имати непрекидан одмор у трајању од 8 сати у току 30 сати путовања, који мора да користи ван возила или у возилу када се оно не креће.

Након више од две деценије Закон о основама безбедности саобраћаја замењен је Законом о безбедности саобраћаја на путевима (Закон о безбедности саобраћаја на путевима, 2009) у оквиру поглавља „Трајање управљања моторним возилом, односно скупом возила“, уређено је време вожње и трајање паузе на следећи начин:

- Дневно време вожње:
 - Највише 9 сати;
 - Највише 8 сати за возаче аутобуса, тролејбуса и трамваја у јавном градском превозу путника уз услов да на полазним стајалиштима има прекид вожње од најмање 5 минута;
- Недељно време вожње:
 - Највише 90 сати за две узастопне недеље;
- Паузе:
 - Након 4 сата и 30 минута обавезна је пауза од најмање 45 минута (може се заменити са више пауза од најмање 15 минута, али да се реализују у предвиђеном року, односно до истека 4 сата и 30 минута);
- Дневни одмор:
 - Најмање 11 сати у току 24 сата;
 - Уколико је удвојена посада и у возилу се налази лежај у којем може да се одмори у лежећем положају, сваки возач мора имати непрекидан одмор у трајању од 8 сати у току 30 сати путовања, који мора да користи ван возила или у возилу када се оно не креће;
- Недељни одмор:
 - Најмање 45 сати;

Од децембра 2015. године у Републици Србији је на снази Закон о радном времену посаде возила у друмском превозу и тахографима (Закон о радном времену посаде возила у друмском превозу и тахографима, 2015).

Овим законом уређују се: радно време, паузе и одмори посаде возила у друмском превозу; време управљања возилом; услови које мора да испуни тахограф, односно граничник брзине, у погледу одобрења типа, као и начин коришћења тахографа, тахографских листића и тахографских картица. Уређује се и у која возила мора бити уграђен тахограф, односно граничник брзине, издавање тахографских картица и услови за избор произвођача тахографских картица, послови у вези са тахографима и граничницима брзине и услови за издавање дозволе радионице за тахографе, службене евиденције и надзор над спровођењем овог закона у циљу повећања безбедности саобраћаја на путевима, безбедности и здравља на раду чланова посаде возила. При обављању међународног превоза примењују се одредбе ратификованог Европског споразума о раду посаде на возилима која обављају међународне друмске превозе. У Србији је дефинисано време вожње и одмора на следећи начин:

- Дневно време вожње:
 - Највише 9 сати дневно са могућношћу да се највише 2 пута недељно продужи на 10 сати;
 - Највише 8 сати у градском, приградском и међумесном (до 50 km) саобраћају;
- Недељно време вожње:
 - Највише 56 сати недељно;
 - Највише 90 сати за две узастопне недеље;
- Радно време
 - Просечно радно време за 4 узастопна месеца не сме да буде дуже од 48 сати;
 - Дневно радно време је највише 14 сати, односно 10 сати уколико је заступљен ноћни рад;
 - Недељно радно време је највише 60 сати;
- Паузе
 - Након 4 сата и 30 минута обавезна је пауза од најмање 45 минута (може се заменити са више пауза од најмање 15 минута, али да се реализују у предвиђеном року, односно до истека 4 сата и 30 минута);

- Одмори у току дневног рада могу се користити у више делова
 - Уколико је радно време између 6 и 9 сати, до истека 6 сати треба искористити 30 минута;
 - Уколико је радно време између 9 и 12 сати, до истека 9 сати треба искористити 45 минута;
 - Уколико је радно време више од 12 сати, до истека 12 сати треба искористити 60 минута;
- Дневни одмор:
 - Најмање 11 сати у току 24 сата или 12 сати, најмање 3 сата у једном и најмање 9 сати у другом периоду;
 - Скраћени дневни одмор најмање 9 сати;
 - Члан посаде возила може имати највише три скраћена дневна одмора између свака два недељна одмора;
- Недељни одмор:
 - Најмање 45 сати;
 - Недељни одмор се може скратити на 24 сата;
 - Недељни одмор мора да започне најкасније по завршетку шестог 24-часовног периода од завршетка претходног недељног одмора;
 - У случају коришћења скраћеног недељног одмора, члан посаде је дужан да надокнади временску разлику до пуног недељног одмора најкасније до краја треће недеље рачунајући од недеље у којој је коришћен скраћени недељни одмор;

Систематизован приказ нормативних мера у вези управљања моторним возилом или скупом возила у друмском саобраћају чија је највећа дозвољена маса већа од 3.500 kg је приказан табеларно на назначеним периодом важења (Табела 2.4.). Уочавају се три периода: 1988-2009, 2009-2015 и тренутно актуелни норматив је Закон о радном времену посаде возила у друмском превозу и тахографима.

Табела 2.4. Нормативне мере у Србији

Закон	Закон о основама безбедности саобраћаја на путевима (50/88)	Закон о безбедности саобраћаја на путевима (41/2009)	Закон о радном времену посаде возила у друмском превозу и тахографима (96/2015)
Ограничење			
Период важења	1988-2009	2009-2015	2015-
Дневно време војње	8 сати 500 km	9 сати 8 сати у јавном превозу	9 сати 8 сати (линије до 50 km)
Недељно време војње	-	90 сати за две недеље	56 сати 90 сати за две недеље
Паузе	Након 5 сати војње 30 минута паузе	Након 4 сата и 30 минута војње 45 минута паузе	Након 4 сата и 30 минута војње 45 минута паузе 5 минута на сваком полазном стајалишту (линије до 50 km)
Радно време	-	-	48 сати – просечно за 4 узастопна месеца 60 сати -недељно 14 сати – дневно 10 сати уколико је заступљен ноћни рад
Дневни одмор	10 сати 8 сати одмора након 30 сати рада	11 сати 8 сати одмора након 30 сати рада	11 сати
Недељни одмор	-	45 сати	45 сати

2.2 Утврђивање утицајних фактора анализом база података о саобраћајним незгодама

Анализом саобраћајних незгода могу се утврдити фактори који су утицали на настанак саобраћајних незгода. Да би се добили поуздани фактори потребно је располагати квалитетним подацима. Из тог разлога веома су значајне базе података о саобраћајним незгодама. Што су базе података обимније, резултати су поузданији.

Данас велики проблем, како у свету тако и у Србији, представља недостатак база података о саобраћајним незгодама. Детаљним претраживањем научне литературе идентификована је неколицина радова са методологијом која се заснива на анализи база података о саобраћајним незгодама и идентификовањем умора као узрока саобраћајне незгоде.

Међу првим ауторима, Radun and Summala (2001) су анализирали саобраћајне незгоде које су се догодиле у периоду од 1991. до 2001. године у Финској са циљем да утврде утицај умора на настанак саобраћајне незгоде. Аутори су анализирали извештаје 1.464 дубинских анализа саобраћајних незгода, које је прикупљао мултидисциплинарни тим након настанка незгоде, у којима је бар једно лице погинуло, на основу чега су дефинисали утицајне променљиве: доба дана, врста незгоде, недовољно сна пре незгоде, превентивне мере пре него што је дошло до инцидента, пол, старост и брачни статус. Аутори указују да се највише незгода догоди у раним јутарњим сатима (7 пута више него поподне), на главним путевима (17 пута више него на другим), да се ради о чеоним сударима или слетању са пута (по 12,4 пута више од осталих врста незгода), на сувом (15 пута више него када је снег, лед, песак, блато и сл.) и мокром коловозу (9 пута више него када је снег, лед, песак, блато и сл.). Такође, утврдили су да је 10,4 пута већа вероватноћа за настанак незгоде ако је возач спавао мање од 6 сати него да је спавао 7 или 8 сати.

Две године касније Radun and Radun (2006) имали су за циљ да прикажу сезонске факторе утицаја. Анализирани су подаци о 101 саобраћајној незгоди из Финске базе података о погинулим лицима. Закључили су да поред начина вожње, начина живота у зависности од годишњег доба и квалитет сна треба посматрати као утицајне факторе, истичући да се саобраћајне незгоде због умора најчешће догађају у летњем периоду. Код мушкараца млађих од 26 година и старијих од 65 година имају највеће повећање саобраћајних незгода због умора у периоду између лета и зиме.

На основу база података о саобраћајним незгодама утврђено је у ком периоду дана се најчешће догађају саобраћајне незгоде због умора:

- време одласка на посао (између 06:00 h и 08:00 h),
- време ручка (између 12:00 h и 14:00 h),
- време повратка са посла кући (између 16:00 h и 18:00 h)

Следећи корак у овој области односио се на праћење процесуирања саобраћајних незгода насталих због умора. Radun et al. (2009) су истраживали и упоређивали закључке дискусије тима за увиђаје саобраћајних незгода и Финског правосуђа. Анализирано је укупно 9 саобраћајних незгода које су настале јер је возач заспао у току вожње, није био под утицајем алкохола, а погинуо је учесник из другог возила. Истраживањем је утврђено да је на суду дискутовано у 4 случаја о умору, међутим само је један возач осуђен према члану закона који се односи на прикривање умора.

Затим, Radun and Radun (2009) су истраживали околности под којима возачи возе под утицајем умора. Анализирани су сви прекршаји, евидентирани у полицијској бази, а који су се односили на прекршај члана који се односи на вожњу под утицајем, од којих се 90,4% односило на вожњу под утицајем умора. Најважнији закључци указују да је најчешћа последица вожње под утицајем умора саобраћајна незгода са једним возилом (92,5%).

Они су утврдили да иако саобраћајне незгоде настале због умора карактеришу тешке телесне повреде или смрт у овом случају 81,6% незгода је без телесних повреда. Аутори указују да је скоро сваки двадесети возач кажњен јер његово возило није одржавало правац. Само 3% кажњених возача је порицало да је било уморно или заспало у току вожње. 50% кажњених су мушкарци млађи од 35 година. Највећи број саобраћајних незгода због умора се догоди у јулу. Код младих возача (млађих од 25 година) незгоде због умора се најчешће догађају ноћу, док је са повећањем старости удео у поподневним сатима све већи.

Abegaz et al. (2014) анализирали су који елементи утичу на тежину повреда у саобраћајним незгодама, док су Behnood and Mannering (2015) имали за циљ да процене модел тежине повреда у саобраћајним незгодама и тестирају да ли су параметри тежине повреда одрживи током времена. Abegaz et al. (2014) су анализирали саобраћајне незгоде које су се догодиле у периоду од јуна 2012. до јула 2013. године и утврдили да је возња под утицајем умора један од утицајних фактора (Coef=1,3102, $p=0,000$). Са друге стране, Behnood and Mannering (2015) су анализирали 36.827 саобраћајних незгода у деветогодишњем периоду, и такође су закључили да возња под утицајем умора јесте утицајни фактор. Behnood and Mannering (2015) су показали да возачи који су возили поспани, или када су имали вртоглавицу, имају већу вероватноћу за настанак саобраћајних незгода са лаким телесним повредама.

Након сагледавања светских искустава, детаљним прегледом базе података научних радова, сагледавањем проблема са којим су се суочавали, али и препорука, закључака, Липовац и др. (2016) су дали предлог показатеља које треба евидентирати на нивоу транспортне компаније, а на основу које се може утврдити шта је најслабија карика у компанији, након чега се могу предузети одговарајуће мере. У циљу предузимања одговарајућих мера за унапређење безбедности саобраћаја потребно је познавати постојеће стање. Како би се сагледало стање безбедности саобраћаја једне државе неопходно је анализирати бројне аспекте. Имајући у виду да су професионални возачи најризичнија категорија возача, али и да прелазе веома велики број километара самим тим најизложенији су ризицима, дат је предлог показатеља које треба евидентирати на нивоу транспортне компаније, а на основу које се може утврдити шта је најслабија карика у компанији, након чега се могу предузети одговарајуће мере. Саобраћајне незгоде које настају као последица умора нису потпуна случајност. Наиме, тело возаче упозорава да је дошло до неких промена, активира аларм којим их упозорава да је време за одмор, међутим, возачи често игноришу те сигнале сматрајући их преурањеним. Управо из тог разлога долази до саобраћајних незгода које су последице умора.

На основу анализе радова у којима су се аутори бавили анализом саобраћајних незгода насталих због умора, у случају саобраћајне незгоде предлаже се да се прикупљају и следећи подаци:

Општи подаци о саобраћајној незгоди:

- Када се догодила незгода (датум и време)
 - Према истраживањима, саобраћајне незгоде због умора најчешће настају у летњим месецима;
- Место незгоде
 - Место и ближи назив;
 - Географска ширина;
 - Географска дужина;
 - Да ли је насеље, ван насеља или непознато;
 - Према истраживањима, саобраћајне незгоде због умора најчешће се догађају на деоницама које карактеришу дуги правци и монотono окружење;
- Категорија пута
 - Навести категорију саобраћајнице на којој се догодила незгода;
 - 1=Државни пут IA реда;
 - 2=Државни пут IB реда;
 - 3=Државни пут IIA реда;
 - 4=Државни пут IIB реда;
 - 5=Локални пут;
 - 6=Некатегорисани пут;
- Карактеристике пута
 - 1=асфалт – гладак, раван и без оштећења;
 - 2=асфалт – гладак, исталасан и са оштећењима;
 - 3=асфалт храпав, раван и без оштећења;
 - 4=асфалт – исталасан и са оштећењима;
 - 5=бетон – раван и без оштећења;
 - 6=бетон – нераван и са оштећењима;
 - 7=камена коцка или калдрма – неравна и без оштећења;
 - 8= камена коцка или калдрма – неравна и са оштећењима;

- 9=туцаник, макадам или шљунак – нераван и са оштећењима;
- 10= туцаник, макадам или шљунак – раван и без оштећења;
- 11=земља;
- Атмосферски услови на површини коловоза:
 - 1= сув;
 - 2= снег, мраз, лед, лапавица;
 - 3= покривена снегом – разгрнут и посут;
 - 4= покривена снегом – неразгрнут;
 - 5= поледица – посута со или ризла;
 - 6= поледица – није посута со;
 - 7= клизав (сува са наносом прашине, песка и сл.);
 - 8= мокра и чиста;
 - 9= мокра, запрљана блатом, муљем и сл.;
 - 10= вода на путу;
 - 11= остало;
 - 12= непознато;

Општи подаци о учесницима саобраћајне незгоде:

- Пол возача
 - 1=мушки;
 - 2=женски;
 - 3=непознато;
 - Према резултатима истраживања, у саобраћајним незгодама које настану због умора највише учествују мушкарци, посебно уколико се ради о професионалним возачима.
- Датум рођења возача
 - Старост возача је, такође, значајна променљива. Резултати показују да су млади (млађи од 35 година) најугроженија категорија. Уписивањем пуног датума рођења може се прецизније утврдити старост возача, која може бити изузетно важна уколико се старост анализира по вишегодишњим периодима.

- Брачни статус возача
 - 1=ожењен/удата;
 - 2=неожењен/неудата;
 - 3=разведен/разведена;
 - 4=навести уколико се разликује од понуђеног;
 - Према истраживањима, брачни статус је такође утицајан фактор, ожењени мушкарци су чешће учествовали у оваквим саобраћајним незгодама.
- Остали учесници у возилу – број путника
 - Број путника у возилу је такође значајан показатељ. Према подацима претходних истраживања саобраћајне незгоде због умора возача се најчешће догађају уколико је возач сам у возилу или остали путници спавају.
- Тежина последица за све учеснике:
 - 1= погинуо на лицу места;
 - 2= преминуо за време превоза до здравствене установе;
 - 3= лице преминуло у року од 30 дана од последица;
 - 4= тешке телесне повреде;
 - 5= лаке телесне повреде;
 - 6= нема повреда;
 - 7= непознато;
 - 8= повређено лице;
- Разлог путовања:
 - 1=ишао на посао;
 - 2=извршавао радни задатак;
 - 3=враћао се кући после посла;

Подаци о искуству у вожњи:

- Године возачког искуства;
 - Када је возач положио возачки испит;
- Пређена километража
 - Колико је километара прешао од када је положио док се није догодила незгода;

- Пређена километража у последњих годину дана
 - Колико је километара прешао у последњих годину дана;
- Пређена километража са возилом које је учествовало у незгоди
 - Колико је укупно километара прешао са возилом које је учествовало у незгоди;
- Учесталост вожње на деоници пута на којој се догодила незгода
 - Колико му је позната деоница пута на којем се догодила незгода;

Подаци о возилу

- Врста возила
1-бицикл, 2-мопед, 3-мотоцикл до 125 cm³, 4-мотоцикл преко 125 cm³, 5-путнички аутомобил, 6- минибус, 7-аутобус, 8-туристички аутобус, 9-тролејбус, 10-теретно возило до 3,5t, 11-теретно возило преко 3,5t, 12-вучно возило (тегљач), 13-трактор, 14-трамвај/лаки шински превоз, 15-јахаћа животиња, 16-друга моторна возила, 17-друга немоторизована возила, 18-пешак, 19-четвороцикл до 50 cm³, 20-четвороцикл преко 50 cm³, 21-непознато, 22-специјално и радно возило, 23-прикључно возило, 24-запрежно возило, 25-железничко возило, 26-радна машина, 27-мотокултиватор, 28-лаки трицикл, 29-тешки трицикл, 30-прикључно возило за трактор, 31-вучно возило туристичког воза, 32-прикључно возило туристичког воза, 33-моторно возило на два точка, 34-аутобус или минибус или туристички аутобус или тролејбус, 35-теретно возило, 36-мотоцикл који се користи за дужа путовања.
- Стање возила
 - Да ли је возило било исправно или је постојао неки квар?
 - Да ли возило поседује систем за детекцију умора?
 - Уколико поседује да ли се активирао?

Подаци о количини и квалитеу сна:

- Количина сна
 - Навести колико сати је возач спавао у ноћи пре незгоде;

- Резултати истраживања показују да возачи који су спавали мање од 6 сати у ноћи пре незгоде имају преко 10 пута већу вероватноћу да учествују у саобраћајној незгоди него возачи који су спавали дуже од 7 сати;
- Квалитет сна
 - Тренутно није развијен уређај којим може да се утврди квалитет сна неког човека, једини начин је субјективном проценом самог возача;
 - Квалитет сна се може изразити на основу Ликертове скале (1-веома лош до 5-одличан);
- Проблеми са сном
 - 1=Да ли имају инсомнију;
 - 2=Да ли имају ноћну апнеју;
 - 3=Да ли имају неки други поремећај сна (образложити);
- Време које је протекло од када су се пробудили до незгоде
 - Навести колико је сати прошло од када је возач последњи пут спавао;
 - Истраживања указују да након 17 сати без сна организам почиње да се понаша као да је под утицајем алкохола;

Подаци о времену вожње и одмору:

- Време вожње пре незгоде
 - Навести колико је времена протекло од када је возач почео да управља возилом;
 - Према одредбама које се односе на међународни превоз у Европи, професионални возачи су дужни да након 4 сата и 30 минута направе паузу од најмање 45 минута;
- Паузе у току вожње
 - Навести колико пауза је направљено и која је њихова дужина;
 - Број пауза у току вожње је важан индикатор умора;

- Време вожње од последње паузе
 - Навести колико је времена протекло од када је возач почео да управља возилом након последње паузе;

Подаци о субјективном осећају умора и предузетим мерама у току вожње:

- Мере предузете да се спречи настанак незгоде
 - Саобраћајне незгоде које настају због умора возача не догађају се пре претходног упозорења. Организам упозорава возача да постоји проблем и да му је потребна пауза, међутим, возачи често игноришу те знакове или их не препознају тако да долази до саобраћајне незгоде.
 - Најчешће мере које возачи предузимају су слушање радија и конзумирање кафе или неког енергетског напитка, отварање прозора. Веома мали проценат возача стане и направи паузу.
- Да ли је возач осећао умор?
 - Развојем умора долази до пада концентрације, број грешака у вожњи се повећава и расте ризик за настанак незгоде;
 - Возач треба да оцени ниво умора на скали од 1-нисам уморан до 5-веома сам уморан.

Умор је растући проблем савременог друштва који се све чешће евидентира као узрок саобраћајне незгоде или бар фактор који је допринео настанку незгоде. Међутим, према подацима IRTAD (2015) уочава се да јако мало земаља посвећује пажњу умору код возача и да се исто тако мало научника бави овом проблематиком. Они показују да је велики број земаља које извештавају да се испод 1% незгода догађа због умора возача (на пример, Финска, Чиле, Немачка, Луксембург), док са друге стране земље које се баве проблемом умора возача: Аустралија, Француска, Шведска, Холандија (о чему сведоче бројна истраживања) указују да се 10-30% саобраћајних незгода догађа због умора возача, док је тај проценат још већи када су у питању професионални возачи и креће се чак до 50%.

На основу горе приказаног закључује се да недоступност свих података или непостојање адекватних база података представљају основни проблем при одређивању саобраћајних незгода које су настале због умора возача, али и утврђивању елемената који утичу на развој умора.

Циљ управљања безбедношћу саобраћаја је да се спречи настанак саобраћајних незгода, а посматрањем приказаних података током времена могу се утврдити узрочни елементи, као и испитати корелација између појединих елемената. Такође, може се утврдити какве смене одговарају млађим, а какве старијим возачима, затим до ког сата вожње возачи могу безбедно управљати возилом, после колико сати будности возачи губе способност да безбедно управљају возилом и слично.

2.3 Утврђивање утицајних фактора анализом ставова возача

Поред објективних показатеља приказаних у поглављу 2.2. за идентификацију умора се често користе и субјективни показатељи као што су ставови учесника у саобраћају. Анализом ставова и самопријављеног понашања возача могу се утврдити фактори који утичу на настанак саобраћајних незгода због умора. Такође, могу се утврдити мере које возачи предузимају за отклањање поспаности, као и њихов ниво свести о развоју умора и последицама које са собом носи умор у току вожње.

Тренутно је у свету развијено три приступа за утврђивање ставова и самопријављеног понашања: традиционално анкетирање (штампани упитници), савремено анкетирање (онлајн упитници) и фокус групе дискусије. Деведесетих година прошлог века Horne and Reyner (1995) су утврдили да се преко 20% саобраћајних незгода на аутопутевима догађа због умора возача.

У двадесетчетворочасовном периоду су утврдили три вршна периода када настају саобраћајне незгоде због умора, око 02:00, око 06:00 и око 16:00. Поред временског периода када најчешће настају ове незгоде, утврдили су и карактеристичне категорије учесника, а то су мушкарци млађи од 30 година. Две године пре тога, Horne (1992) је објавио да за људе који обично спавају ноћу, при ноћној вожњи ризик за настанак незгоде знатно расте. Нагласио је да је у том случају ризик за настанак незгоде у периоду од 04:00-06:00 10 пута већи, него у случају када возе ујутру или поподне. Са друге стране, Martikainen et al. (1992) су утврдили да је 15% возача који су учествовали у саобраћајној незгоди заспало у току вожње. Такође, у том периоду Corfitsen (1994) показују да се ниво умора повећава како време одмиче, односно како се ближи јутро. Због циркадијалног ритма број уморних возача се значајно повећава између 3:00 и 4:00 сата. Mohamed et al. (2012) су закључили да се пад перформанси возача јавља у два периода: када је нормално време за спавање (између 1:00 h и 06:00 h) и 12 сати касније између 14:00 h и 16:00 h.

Corfitsen (1994) истиче да посебну категорију чини 5% веома поспаних возача, код којих је време реаговања 3,4 пута веће него код уморних возача и 24 пута веће него код одморних возача који су тестирани ноћу. Mauck (1996) је испитивао субјективни осећај поспаности код возача у Норвешкој који су учествовали у саобраћајној незгоди и утврдио је да се 27% возача који су учествовали у саобраћајној незгоди осећало поспано. Davidović (2013) указује да се у Србији 70% професионалних возача осећало поспано у току вожње, а да је чак 17% бар једном заспало у току вожње.

Radun et al. (2015) показују да је 20% возача некада у току вожње заспало, док је 16% било веома близу да заспи или им је било тешко да остану будни у претходних годину дана. Исте године, Ahsberg et al. (1997) су истраживали карактеристике умора на основу субјективних ставова возача и утврдили су да је недостатак енергије фактор који описује квалитет умора, а да тај модел не зависи од пола, старости, места пребивалишта или врсте умора (да ли је ментални или физички).

Међутим, Obst et al. (2011) указују да постоји утицај старости и да возачи који имају између 25 и 34 година најчешће занемарују умор, односно настављају вођњу иако су уочили симптоме поспаности. Док, Radun et al. (2015) истичу да постоји утицај пола и да мушкарци чешће исказују поспаност у току вођње у односу на жене. Поред тога, Watling et al. (2015) указују да старост и ниво образовања утичу на настанак умора. Старији и високо образовани возачи имају мање шансе да заспе у току вођње, престаће да возе када се осећају поспано иако осете и мање знаке поспаности.

Charlton and Baas (2001) указују да трећина возача вози прековремено, док се четвртина возача осећа уморно у току вођње, истичући да возачи сматрају да је умор већи проблем за друге возаче него што је њима. Након тога Charlton et al. (2003) су утврђивали субјективне ставове возача камиона и такси возила и утврдили да 24% возача камиона и 42% такси возача прекорачује време вођње, 34% возача камиона и 39% такси возача сматра да су уморни, као и да је врста робе коју превозе утицајан фактор када је у питању развој умора.

Ramos et al. (2008) су испитивали ставове младих и утврдили да млади умор сматрају другим најважнијим утицајним фактором на настанак саобраћајних незгода. Нешто касније, Phillips and Sagberg (2013) су утврдили да мушкарци (посебно млади) који имају неки од поремећаја спавања имају знатно већи ризик за настанак незгоде.

Torregroza-vargas et al. (2014) истичу да већи број пауза током смене смањује шансе за настанак саобраћајне незгоде док је просечна дужине паузе мање значајна за настанак саобраћајне незгоде. Шансе за настанак саобраћајне незгоде су најмање када је одмор дужи од 8 сати.

Dierpendaele (2015) указује да на појаву поспаности током вођње утиче време вођње (више од 4 сата за точком управљача), количина сна (сан који је трајао мање од 8 сати), квалитет сна (нерегуларан сан и буђење са честим променама на свака 2 сата), старост (најризичнији су млади возачи 18-30 година).

Затим на појаву поспаности утичу унос алкохола (2-4 пића), да ли су изазвали саобраћајну незгоду у последњих 12 месеци, прекомерна поспаност у току дана, дужина вожње (дуже од 60 km), доба дана (вожња увече или ноћу). Систематизован приказ претходних истраживања утицајних фактора применом методе анкете дат је табеларно (Табела 2.5.).

Табела 2.5. Приказ резултата претходних истраживања утицајних фактора применом методе анкете

Аутори	Циљ истраживања	Узорак	Резултати
Martikainen et al. (1992)	Утврдити време настанка поспаности и утицајне факторе	1600 возача	15% возача је изјавило да је учествовало у неком конфликту зато што су заспали у току вожње
Corfitsen (1994)	Истражити утицај умора на младе возаче путничких аутомобила у Копенхагену	240 возача у току ноћи и 40 рано ујутру	Резултати истраживања показују да се ниво умора повећава како време одмиче, односно како се ближи јутро. Због циркадијалног ритма број уморних возача се значајно повећава између 3:00 и 4:00 сата. Посебну категорију чини 5% веома поспаних возача, код којих је време реаговања 3,4 пута веће него код уморних возача и 24 пута веће него код одморних возача који су тестирани ноћу.
Pérez-Chada et al. (2005)	Проценити навике спавања и везу са настанком саобраћајних незгода.	738 професионалних возача	56% професионалних возача се осећа поспано у току вожње
Ahsberg et al. (1997)	Истражити карактеристике умора на основу субјективних ставова возача	705 особа	Недостатак енергије је фактор који описује квалитет умора. На основу факторске анализе подгрупа утврђено је да петофакторски модел не зависи од пола, старости, места пребивалишта или врсте умора (да ли је ментални или физички).

Аутори	Циљ истраживања	Узорак	Резултати
Charlton et al. (2003)	Проценити умор возача на Новом Зеланду	606 возача камиона	Трећина возача вози прековремено, док се четвртина возача осећа уморно у току вожње. Утврђена је значајна повезаност између сопствене оцене, психомоторне способности и нивоа дневне поспаности и умора и стопа пријављених саобраћајних незгода од стране полицијских службеника са увиђаја саобраћајних незгода. Возачи сматрају да је умор већи проблем за друге возаче него што је њима, посебно су ризични возачи старији од 37 година, и возачи који возе на релацијама мањим од 250 километара дневно
Charlton et al. (2003)	Утврдити ставове возача према умору и факторе који утичу на развој умора код возача	95 возача камиона и 102 такси возача	24% возача камиона и 42% такси возача прекорачује време вожње; 34% возача камиона и 39% такси возача сматра да су уморни. Врста робе коју превозе утиче на субјективни осећај умора
Ramos et al. (2008)	Испитати ставове младих о еволуцији, обиму и детерминантама саобраћајних незгода	43 кључна учесника + 98 учесника у групној дискусији	Млади сматрају да је умор на 2. месту као утицајан фактор за настанак саобраћајне незгоде
Obst et al. (2011)	Испитати ставове возача о умору у циљу развоја стратегија за борбу против ризика повезаног са вожњом под утицајем умора	305 возача	Испитаници су свесни ризика који је повезан са вожњом у поспаном стању. Сматрају лични ризик високим, међутим оценили су да ризик од вожње у 4h ујутру није много велики, иако је утврђено да у раним јутарњим часовима способности возача знатно опадају у складу са природним биолошким сатом организма. Возачи који имају између 25 и 34 година најчешће настављају вожњу иако су учили симптоме поспаности.

Аутори	Циљ истраживања	Узорак	Резултати
Radun et al. (2012)	Утврдити да ли постоји подршка за доношење регулативе о лимиту умора код возача који би се утврђивао према будности у 24 часа. Утврдити колико би овим законом било обухваћено возача који изазивају саобраћајне незгоде.	325 испитаника	У правосуђу нису подржали дефинисање умора возача на основу сати који су протекли без сна. Главни разлог за то је што се не може једноставно, помоћу неког апарата утврдити колико су возачи будни и колики је њихов умор. На основу истраживања аутори су закључили да ниво умора треба регулисати на оперативним условима, а не законом о безбедности саобраћаја или кривичним законом.
Mohamed et al. (2012)	Утврдити потенцијалне последице укидања ноћног јавног превоза у Малезији.	225 испитаника	Пад перформанси возача јавља се у два периода: када је нормално време за спавање (између 1h и 06h) и 12 сати касније између 14h и 16h. Утврђено је да не постоји довољан капацитет на терминусима у току дана, уколико се укину ноћне линије, да би се возачима значајно смањила цена рада и били би приморани да нађу додатни посао који би обављали у току ноћи што би довело до контраефекта, уместо смањења умора дошло би до развоја умора.
Williamson and Friswell (2013)	Испитати спољашње утицаје и начин стицања зараде на развој умора код возача камиона	475 возача камиона	Према резултатима возачи могу да зараде исту суму када се плаћају на сат, без притиска који намеће стимулативан начин исплате. На тај начин би возачи били више подстакнути да прелазе мање километара, да краће раде, да мање чекају у редовима и постојала би већа вероватноћа да буду плаћени за радне активности које нису везане за вожњу, а самим тим би ниво умора био мањи.
Torregroza-vargas et al. (2014)	Утврдити утицајне променљиве на настанак саобраћајних незгода у којима су учествовали возачи камиона у Колумбији.	387 возача камиона	Већи број пауза током смене смањује шансе за настанак саобраћајне незгоде док је просечна дужина паузе мање значајна за настанак саобраћајне незгоде. Шансе за настанак саобраћајне незгоде су најмање када је одмор дужи од 8 сати. Истраживањем је такође утврђено да они који возе дуже смене и имају мање одмора пре почетка смене имају већу вероватноћу за настанак незгода.

Аутори	Циљ истраживања	Узорак	Резултати
Radun et al. (2015)	Утврдити склоност возача у Финској да заспе у току вожње, околности у таквим случајевима и фактори ризика и ризичне групе.	1.121 активан возач	Резултати показују да је 20% возача некада у току вожње заспало, док је 16% било веома близу да заспи или им је било тешко да остану будни у претходних годину дана. У поређењу са женама мушкарци чешће признају поспаност у току вожње, док су мушкарци млађи од 25 година идентификовани као циљна група за кампању. Око $\frac{3}{4}$ возача који су изјавили да су заспали у току вожње тврде да су предузимали мере пре него што се то догодило. Сви возачи који су заспали у току вожње навели су по најмање један логичан разлог зашто су заспали.
Chen et al. (2015)	Утврдити основне проблеме са којима се сусрећу возачи камиона.	1.265 возача камиона	Возачи сматрају да су нереални распореди вожње и да постоји неусклађеност са временом рада, сугеришући да је неадекватна обука возача.
Watling et al. (2015)	Утврдити знаке умора који настају у току вожње и који су повезани са понашањима возача. Утврдити индивидуалне факторе који су у вези са мерама које се предузимају.	1.518 возача	Врста мера коју предузимају зависи од старости возача и тога да ли је професионалан возач. Старији и високо образовани возачи имају мање шансе да заспе у току вожње, престаће да возе када се осећају поспано иако осете и мање знаке поспаности.
Diependaele (2015)	Утврдити проценат поспаних возача у Белгији, на основу једне епизоде вожње (пут од А до Б), а не на временски интервал (на пример током последњих 12 месеци). Испитати заступљеност поспаности током вожње међу белгијским возачима кроз широк спектар променљивих.	Преко 2.500 испитаника	Резултати показују да је проценат поспаних возача далеко изнад 4%. На појаву поспаности током вожње утиче време вожње (више од 4 сата за точком управљача), количина сна (сан који је трајао мање од 8 сати), квалитет сна (нерегуларан сан и буђење са честим променама на свака 2 сата), старост (Ако сте адолесценти – млади 18-30 година), унос алкохола (2-4 пића), да ли су изазвали саобраћајну незгоду у последњих 12 месеци, прекомерна поспаност у току дана, дужина вожње (веће од 60 km), доба дана (вожња увече или ноћу).
Meng et al. (2016)	Утврдити потребу за системима за детекцију умора код професионалних возача у циљу смањења опасности које изазива умор, као и ставове возача о системима за детекцију умора.	35 возача у фокус групној дискусији и 560 анкетираних возача	Возачи се не слажу да се након 4 сата активира упозорење за умор, јер немају сви возачи исте перформансе. И возачи камиона и возачи такси возила имају позитиван став о системима за детекцију умора и желе да их поседују.

Аутори	Циљ истраживања	Узорак	Резултати
Sparrow et al. (2016)	Утврдити да ли време паузе (дан-ноћ) утиче на опоравак сна.	106 возача	Возачи који су имали само једну ноћ за одмор показали су лошије резултате на тесту психомоторне будности, веће промене положаја у траци у току ноћи и већи субјективни осећај поспаности. Истраживањем је утврђено да најмање две ноћи у периоду паузе помаже опоравку сна и смањује умор код возача.

Након сагледавања искустава широм света, а у циљу утврђивања како и у којој мери умор утиче на професионалне возаче, спроведено је низ анкетних истраживања. Најпре је спроведено истраживање ставова професионалних возача о умору, времену рада и одмора, као и о учешћу у саобраћајним незгодама. Затим је спроведено још једно анкетно истраживање, применом упитника SARTRE 4 (Social Attitudes to Road Traffic Risk in Europe – Друштвени ставови према опасностима у друмском саобраћају у Европи), поглавља који се односи на утицај умора на вожњу. Испитивани су ставови возача аутомобила и мотоцикла. Циљ је да се на основу субјективних ставова испитаника утврде њихова схватања и свест о умору и последицама које носи са собом. Резултати су дати табеларно (Табела 2.6.).

Узимајући у обзир досадашње резултате из светске праксе Пешић и др. (2015) формирали су упитник који садржи општа питања (пол, старост, податке о возачкој дозволи и пређеној километражи), питања о количини и квалитету сна. Такође, питања о саобраћајним незгодама у којима су учествовали у својству возача (број незгода, тежина последица, време које је протекло од када су устали док се није догодила незгода, време које је протекло од када су започели вожњу док се није догодила незгода, субјективни осећај поспаности у току вожње у којој је дошло до саобраћајне незгоде). Резултати показују да су професионални возачи свесни да умор утиче на настанак саобраћајних незгода, али млади деле став да се не осећају уморно. Као и у претходним истраживањима, може се закључити да млади занемарују знаке умора.

Перформансе возача опадају са повећањем сати вожње и расте ризик за појаву касних знакова умора, односно падања у сан. Уколико се узму у обзир наведене чињенице може се закључити да је умор сигурно један од узрока незгода које су настале након десет сати вожње.

Затим је приказано како умор и фактори који утичу на развој умора утичу на настанак саобраћајних незгода и тежину последица. Као фактори посматрани су време које је протекло од почетка вожње, као и од када је возач устао док се није догодила незгода. Уочено је да се са повећањем времена вожње догађају саобраћајне незгоде са тежим последицама. Такође, утврђено је да професионални возачи у Србији имају развијену свест о томе колико умор може да утиче на настанак саобраћајних незгода, али генерално имају проблем да препознају знаке умора. Доказано је да умор утиче на настанак саобраћајних незгода, из тог разлога је обавезна детаљна анализа тахографа, односно тахо уложака ради утврђивања параметара који се односе на време вожње, одморе итд. Важно је и посматрати друге параметре који могу указати на умор, нпр. возило слеће са пута, али под благим углом, што значи да је возач заспао.

Rešić et al. (2016) су спровели истраживање са циљем да се дође до модела који ће моћи поузданије да покаже индикатор перформанси безбедности саобраћаја везан за умор. Анализом количине и квалитета сна може се закључити да возачи који дуже спавају имају квалитетнији сан до 2,5 пута. Такође се може закључити да време одласка професионалних возача на спавање није значајан индикатор квалитета сна, то се може повезати са функционисањем њиховог биолошког сата који је у вези са сменама у којима раде. Резултати показују да постоји статистички значајна веза између настанка саобраћајних незгода и квалитета сна, односно 1,6 пута је већа вероватноћа да ће настати саобраћајна незгода уколико професионални возач сматра да нема квалитетан сан.

На основу овог истраживања је утврђено да биолошки сат професионалних возача функционише у зависности од смене у којој раде, тако да време одласка на спавање нема утицај на настанак саобраћајних незгода. Са друге стране квалитет сна је значајна променљива. Квалитет сна је у значајној вези са количином сна. Узимајући у обзир да је оптимално време сна од 6 до 8 сати, при анализи је постављена граница на 6 сати, односно утврђивани су ставови о квалитету сна за возаче који спавају мање од 6 сати и за возаче који спавају најмање 6 сати. Возачи који спавају најмање 6 сати ноћу имају 2,5 пута већу вероватноћу да остваре квалитетан сан, али свакако не треба занемарити ни разне поремећаје спавања који могу утицати да квалитет сна не зависи од количине сна.

У данашњем друштву људи често бирају између здравља и друштвених активности, занемарујући и ране, али и касне знаке умора. Истраживањем је утврђено да возачи који раде дуже просечно мање спавају, што потврђује претходни став. Дакле, када раде дуже они се у корист друштвеног живота одричу сна како би надоместили то продужено време на послу. Ови резултати су у складу са Вујанић и др. (2015) који указују да се са повећањем дневног времена војње сати сна код возача који су учествовали у незгоди значајно смањују. Сагледавањем резултата (Табела 2.6.) формирана је листа следећих индикатора:

- % професионалних возача који имају квалитетан сан
- % професионалних возача који имају поремећај сна
- % професионалних возача који користе ефективне мере за отклањање умора
- % професионалних возача са „дневним¹“ биоритмом
- % професионалних возача са „ноћним²“ биоритмом
- БИО ризик - проценат возача који возе у периоду 04:00-06:00 (када најчешће настају саобраћајне незгоде због умора), а да су пре тога возили минимално 4 сата (да су у ноћној смени).
- итд.

¹ Возачи који раде дневне смене

² Возачи који раде ноћне смене

Табела 2.6. Преглед спроведених истраживања у циљу утврђивања утицајних фактора

Аутор	Циљ	Циљна група/ узорак	Резултати/предлог фактора
Davidović (2013)	<p>Утврдити:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Да ли се умор јавља више код возача који мењају смене или код оних који раде у истом периоду свакодневно? • Да ли возачи имају проблем да заспе и какав је квалитет њиховог сна и да ли он утиче на умор који осећају? • Да ли професионални возачи предузимају праве мере за отклањање умора у ситуацијама када нису у могућности да се зауставе и одморе? 	114 професионалних возача у Србији	<ul style="list-style-type: none"> • Возачи који мењају смене возе више ноћу него возачи који увек раде преподне. • На квалитет сна утиче старост возача и годишње доба. • Од мера за отклањање умора најчешће пију кафу и слушају радио. <p>Фактори које треба посматрати:</p> <ul style="list-style-type: none"> • доба дана/услови видљивости • старост возача • годишње доба • мере за отклањање умора
Пешић и др. (2015)	<p>На основу субјективних ставова возача утврдити њихова схватања и свест о умору и последицама које носи са собом.</p>	1.008 возача (776 возача путничких аутомобила, 232 возача мотоцикла)	<ul style="list-style-type: none"> • Утврђене су разлике у ставовима у зависности од локалне заједнице. • Мотоциклисти сматрају значајнијим систем за детекцију умора у односу на возаче путничких аутомобила. • Возачи у Београду мање сати возе без прекида и не сматрају умор великим узрочником незгода. • Мотоциклисти у Зајечару сматрају да нема разлике у управљању возилом у дневним и ноћним условима. • Енергетске напитке као меру за отклањање поспаности која се јавља у току вожње у највећој мери конзумирају у Пожаревцу. • Међу испитаницима највише је из Краљева учествовало у саобраћајним незгодама. <p>Факторе које треба посматрати</p> <ul style="list-style-type: none"> • тип локалне заједнице • тип учесника у саобраћају • доба дана/услови видљивости • мере за отклањање умора

Аутор	Циљ	Циљна група/ узорак	Резултати/предлог фактора
Пешић и др. (2016)	Препознати факторе који утичу на настанак саобраћајних незгода због умора и успоставити критеријуме на основу којих ће се саобраћајна незгода окарактерисати као саобраћајна незгода настала због умора возача.	157 професионалних возача који су учествовали у саобраћајној незгоди	<ul style="list-style-type: none"> • Са повећањем времена вожње догађају се саобраћајне незгоде са тежим последицама. • Професионални возачи у Србији имају развијену свест о томе колико умор може да утиче на настанак саобраћајних незгода, али генерално имају проблем да препознају знаке умора. <p>Фактори које треба посматрати:</p> <ul style="list-style-type: none"> • време вожње • време одмора • тип незгоде • тахографски уложак
Rešić et al. (2016)	Доћи до модела који ће моћи поузданије да покаже индикатор перформанси безбедности саобраћаја везан за умор	266 професионалних возача	<ul style="list-style-type: none"> • највише возе возачи аутобуса (48 сати), неки чак и по 90 сати и возачи комби возила (највише 80 сати), а најмање возачи путничког аутомобила (42 сата) • возачи који спавају најмање 6 сати ноћу имају 2,5 пута већу вероватноћу да остваре квалитетан сан • време одласка професионалних возача на спавање није значајан индикатор квалитета сна • са повећањем сати рада смањују се сати сна • 1,6 пута је већа вероватноћа да ће настати саобраћајна незгода уколико професионални возач сматра да нема квалитетан сан • да најчешће укључе радио када осете умор, док најређе питају путника да он вози <p>Фактори које треба посматрати:</p> <ul style="list-style-type: none"> • квалитет сна • време вожње • мере за отклањање умора

2.4 Примена савремених технологија за детекцију умора

Данас, у ери развоја информационих технологија, свакодневно се улаже велика енергија за усавршавање система који ће олакшати живот људима. У времену у којем постоје развијени инжењерски алати, електроника, сензори, системи за обраду сигнала, системи који прате функционисање биолошких функција човека тежи се ка развоју преносивог, приступачног, једноставног система који ће детектовати умор возача и активирати се како би упозорио возача.

Из тог разлога, посебна пажња усмерена је ка развоју система за детекцију умора како би се смањио број саобраћајних незгода који настаје због умора, а процењује се да се, у зависности од државе, због умора догоди од 20 до 50% саобраћајних незгода, које се најчешће завршавају тешким телесним повредама или смртним исходом.

Бројне лабораторијске студије су показале да услед ограниченог спавања (сматра се око пет сати за једну ноћ или шест сати више ноћи) долази до накупљања дневног дефицита перформанси које утичу на способности праћења саобраћаја, времена реакције и стања будности (Williamson et al., 2011), па се према томе ризик за настанак незгоде повећава.

Дејство интелигентних транспортних система (у даљем тексту ИТС) се може посматрати кроз два главна сегмента безбедности саобраћаја, активну и пасивну безбедност. Оба сегмента имају веома велики број утицајних фактора. Инфраструктура ИТС-а дуж путева, улица, уређаја у возилима има задатак да коришћењем тренутно прикупљених информација о саобраћају путовање учини безбеднијим и ефикаснијим, са економског аспекта.

Извршено је прикупљање и анализа радова који се баве интелигентним системима за детекцију умора. Анализом прикупљених радова системи за детекцију умора који се заснивају на ИТС-у могу се класификовати у четири групе, и то:

- Steering Pattern Monitoring (праћење померања точка управљача);
- Vehicle Position in Lane Monitoring (праћење позиције возила у саобраћајној траци);
- Driver Eye-Face Monitoring (праћење очију – лица возача);
- Physiological Measurement (физиолошке мере).

2.4.1. Праћење померања точка управљача

Систем за детекцију умора који се заснива на праћењу померања точка управљача примењује се како би спречио настанак саобраћајних незгода које се догоде јер возач заспи. Услед умора возач долази до пада концентрације. Смањењем концентрације код возача смањују се и моторичке способности возача што доводи до недостатка мањих корекција и мање прецизног понашања приликом управљања.

Поспаност је могуће детектовати пре појаве микро-сна управо због способности ИТС уређаја да открију и процене степен поспаности на основу горе наведеног обрасца понашања.

Примена:

Систем за детекцију умора који се заснива на праћењу померања точка управљача развијен је у возилима као систем који комбинује фреквенцију и снагу реакције возача са другим подацима као што су брзина возила и трајање путовања за израчунавање индекса поспаности. Детектор поспаности возача идентификује ситуацију када је возач под ризиком да заспи и шаље упозорење. Узупозорење је најчешће звучно, па када се на приказани начин утврди да је возач заспао, активира се аларм који има за циљ да спречи настанак саобраћајне незгоде.

Forsman et al. (2013) су закључили да преносна функција између точка управљача и бочног положаја у траци може бити значајна за процену релативне промене у бочном положају у траци на основу угла точка управљача, међутим потребна је инсталација камера за праћење положаја у траци и софтвер за обраду комплексног видео садржаја. Видео опрема за праћење траке не може да функционише у условима када су разделне линије покривене песком или снегом, када су лоши временски услови или је мрак.

Thiffault and Bergeron (2003) спровели су симулатор студију за детекцију умора код возача. Студија се заснива на симулацији током које су локације и брзине возила снимане на x, y и z осама. Потенциометар прикључен на точак управљача омогућава детаљно снимање померања точка управљача. Аутори су посматрали понашање возача у зависности од тога да ли вози у монотонном окружењу и утврдили су да се умор развија раније у монотонном окружењу.

2.4.2. Праћење позиције возила у саобраћајној траци

Ова техника се заснива на праћењу позиције возила у саобраћајној траци помоћу постављених камера на бочним странама возила. Такође, камере се постављају и на предње ветробранско стакло и усмерене су ка путу. Подаци се прикупљају, а након тога се видео снимци анализирају са значајним поремећајима који се јављају у сликама. Појава сметњи у снимцима захтева од ове технике да однос сигнал-шум буде веома низак.

Примена:

Различити експерименти показују да је дати метод ефикасан при детекцији умора код возача, што посебно истичу Tu et al. (2013). Уморни возачи показују веће варијабилности у свом управљању и позицији у саобраћајној траци, показујући мале корекције у свом управљању (Edwards et al., 2007). Системи за упозорење за одступање од саобраћајне траке се састоје од камера које су постављене на предњем ветробранском стаклу и/или на бочним странама возила и усмерене ка коловозу. Поменути систем функционише тако што алгоритми тумаче саобраћајну сигнализацију, односно разделне/ивичне линије и упозоравају возача уколико дође до ненамерне промене саобраћајне траке (Houser et al., 2009). Један од ових система је систем који упозорава возаче да су уморни (ASTiD - Advisory system for tired drivers) који се поставља на контролној табли и прати историју спавања, тренутне услове вожње и динамику управљања. Као улазни подаци се користе подаци о претходном спавању, добу дана и времену вожње, након чега се алгоритмом за моделовање умора израчунава колика је вероватноћа да ће возач да заспи.

Morris et al. (2015) су развили нови методолошки приступ, умор се мери праћењем времена реакције, пажњом и покретима очних јабучица. Резултати су показали да је испитивање промене положаја у тракама ноћу применом апсолутне вредности сирових података откривених промена у вожњи боље од осталих статистичких модела. Резултати мерења умора указују на пораст у времену реакције и пропуста одговора, као и смањење окуломоторне реактивности преко ноћи, што указује да се код уморних возача статистички модел који користи апсолутну вредност офлајн растојања може унапредити мерама за детекцију поспаности који би могао прецизно да детектује одреднице у способности за вожњу на нижим нивоима умора.

2.4.3. Праћење очију/лица возача

Систем за детекцију умора који се заснива на праћењу очију-лица возача у реалном времену и на основу прикупљених слика оцењује ментално стање возача. Стање возача се може открити помоћу затварања капака, трептајима, зевањем и покретима главом. Аларм ће се активирати уколико систем препозна симптоме поспаности, умора и ометања. Према Sigari and Pourshahabi (2014) основни делови система за праћење лица возача су: уређај за фотографисање, хардверска платформа и процесор и интелигентни софтвер. Системи који функционишу на бази праћења лица возача се могу поделити у следеће категорије:

- У првој категорији, приступ се врши на основу обраде информација само у пределу ока. Главни разлог за овај приступ је тај што се основни симптоми умора код возача појављују у очима.
- У другој категорији се приступ врши на основу обраде информација из других предела лица. Симптоми који означавају умор (на пример зевање) се могу открити на другим деловима лица, као што су усне.
- У трећој категорији обрада информација се врши на основу положаја главе возача, јер када возач прелази у фазу сна долази до падања главе.

Примена:

Систем за детекцију умора који су приказали Klauer et al. (2003) се састоји од четири камере које су инсталиране у камионима. Ове четири камере бележе лице возача, поглед напред, поглед у десно и лево спољашње огледало.

Сва четири погледа истовремено су бележена кроз четворојезгарни раздвајач, тако да су обучени аналитичари података могли истовремено да виде све четири слике. Постављено је 12 сензора у кабини да прати перформансе у току вожње. Након анализе података аналитичари прегледају касете, оцењују ниво поспаности, затим донесу одлуку о тежини и разлозима изазваног догађаја и утврђују локацију на којој се одиграо догађај.

Велику примену код детекције умора возача има PERCLOS (Процент затварања очних капака учесника током времена). PERCLOS принцип је коришћен за анализу стања ока (Mallis and Dinges, 2005). Претходне студије показују да се брзина затварања ока код уморне особе изразито разликује од брзине затварања код будне. Степен отварања очију зависи од облика зенице. Праћење очију и уста, може довести до раног откривања умора возача, а самим тим и избегавања незгода. Учесталост трептања се повећава са појавом умора. Поред тога, микро спавање представља кратке периоде спавања који трају 3 до 4 секунде и показатељ је умора, али тешко је прецизно предвидети умор возача на основу понашања само једног возача. Поред тога, промене у возачким перформансама су компликованије и нису поуздане. Број зевања је други параметар у овом систему, а ниво умора код возача се може утврдити на основу померања очних капака. У циљу анализе покрета очних капака, потребно је праћење људског ока. Приступ за откривање очију базирани су на активној инфрацрвеној светлости и користе посебан ефекат црвених очију. То је једноставан и ефикасан приступ за детекцију очних зеница на основу шеме диференцијалног инфрацрвеног осветљења. Слично претходном, и „опталерт“ систем за детекцију умора користи инфрацрвену рефлексију за детекцију учесталости трептања, као и брзину и трајање трептаја.

Мали сензори и светлеће диоде су постављени на дну оквира за наочаре и усмерени су директно у очи корисника, микропроцесор је смештен на ручицу наочара и каблом повезује наочаре и процесор на монитору (Johns et al., 2007). Истраживања су показала да овај систем не утиче неповољно на возаче, али и да није добар за детекцију умора код возача који имају поремећаје сна.

Систем за упозорење поспаности заснованог на фази логичкој анализи слика су развили Wu and Chen (2008). Камера која ради на пуњење постављена је на контролној табли и служи за прикупљање узастопних слика возача у формату windows bitmap. Након тога користи се програм написан у Ц++ коду да би се израчунала позиција очију и трајање затварања очију на основу прикупљених фотографија. На крају се користи фази логика за утврђивање будности возача. Као улазне променљиве користе се учесталост трептања и трајање затварања очију. Фактор ризика се рачуна на основу постављених фазилогичких правила и дефазификације.

Пар година касније Sun et al. (2012) су развили систем за детекцију умора возача на основу карактеристика лица. Први корак је фотографисање у циљу лоцирања лица и очију. Затим се врши идентификација стања ока (утврђује се да ли је око отворено, делимично отворено или затворено) и положај уста. На крају се стање возача прати преко алгорита. AdaBoost класификатори се користе за детекцију лица и очију у систему за детекцију умора возача. Приказани систем је ефикасан за идентификацију стања ока, који се заснива на техничкој обради слике, а може да утврди време када је возач уморан, као што су дремање или непажња и да активира аларм који ће упозорити возача.

Jo et al. (2014) су такође користили AdaBoost за детекцију лица возача. Они су утврдили да се лице детектује већ у првом кадру примене AdaBoost након чега се примењује прилагодљив шаблон одговарајућег модела за ефикасно праћење лица и са добром толеранцијом варијације лица. Кроз овај процес, подручје лица се тачно локализује и уклања се неопходна позадина фотографије. Након тога, утврђује се подручје ока у оквиру откривеног подручја лица користећи AdaBoost.

Пошто око има мање функција него лице, AdaBoost понекад није у стању да детектује око правилно, у том случају откривање грудвица обезбеђује додатну подршку. Прилагодљив одговарајући шаблон се поново користи за брзо и прецизно детектовање ока. Као и у свим системима за детекцију ока, процедура око ваљаности прати сваки кадар да види да ли је откривен објекат заиста фотографија ока.

Zhang and Hua (2015) су приказали три главне компоненте: процесирање фотографије лица, Локални Бинарни Образац (ЛБО) и извлачење снимака на основу ЛБО особина, и препознавање умора применом модела вектора учења (Vector Support Machines SVM).

Diaz-chito et al. (2016) су закључили да постоје три кључне тачке на лицу центар оба ока и носа које су довољне за издвајање 10 геометријских карактеристика на основу углова и еуклидских растојања, како би се добили тачни и прецизни резултати како за грубу тако и за фину процену положаја главе. Ово је вероватно због чињенице да су врх носа и очи фиксни делови лица, тако да су њихови степени слободе уско повезани са истим степеном слободе као лице. У овом случају, додавањем још кључних тачака лица, као што су ивице усана, може се додати више углова и растојања које би могле бити сувишне или чак могу да ометају поуздан угао, јер су степени слободе уста независни од лица возача. Ниска цена овог метода омогућава да се у наредном период интегришу у таблете или мобилне телефоне као апликације.

2.4.4. Физиолошке мере

Систем за детекцију умора возача који се заснива на физиолошким мерама има за циљ да спречи да возач заспи, односно да се активира на основу понашања и то пре него што возач заспи. Најчешће су ови системи засновани на праћењу откуцаја срца и можданих таласа. Један од најчешћих приступа је постављање електрода на тело возача и праћење функција које се касније повезују са симптомима уморне особе и одређује се ниво умора, односно по потреби се активира аларм.

Примена:

Једна од апликација које се користе за детекцију умора код возача је SAVE систем. SAVE систем је заправо апликација која се састоји од три компоненте или подапликације. Основни елементи су:

- Интегрисана јединица за надзор (IMU);
- Аутоматска контрола уређаја (ACD);
- Систем за чување упозорења (SWS).

Ако уређај детектује да је безбедност возача угрожена из неког разлога, SAVE апликација преузима контролу над возилом. Две подапликације су одговорне за ову акцију. Аутоматска контрола уређаја (ACD) ће зауставити возило безбедно поред пута када возач не реагује на опасност. Ова акција не захтева учешће возача, а спроводи се на основу информација прикупљених помоћу разних сензора, на пример присуство другог аутомобила у близини. Систем након заустављања возила обавештава друге возаче да је возило заустављено због могућих здравствених проблема његовог возача (Hancock and Verwey, 1997).

Zhao et al. (2012) су мерили ментални умор помоћу електроенцефалограма (ЕЕГ) и електрокардиографа (ЕКГ). Према самопријављеним извештајима учесника, време одзива на подражаје и статистички резултати анализе ЕЕГ и ЕКГ, показују да би вожња од 90 минута изазвала ментални умор код возача.

Jung et al. (2014) су приказали систем који функционише тако што користи проводне електроде прикачене за точак управљача за мерење биомедицинских сигнала код возача. У предложеном систему, биомедицински сигнали се аутоматски добијају на ненаметљив начин од возача у току вожње.

Поред откривања типичне поспаности возача, с обзиром на улазни ЕКГ сигнал, константно током вожње прате се и степен умора и срчана обољења. Поред електрода код овог приступа користе се и разне апликације на компјутерима. Једну од њих применио је и McKenna (2014).

Систем је пројектован да могу да га користе људи који немају или имају мало искуства са рачунарима. Овај модел обезбеђује процену низа ризика укључујући и само-пријављену брзину, прекршаје, употребу возила за емоционално пражњење. Поред тога, прикупљају се и подаци који се односе на навике спавања.

Као основни недостатак, све четири приказане групе ових система, истиче се цена ових система, односно немогућност комерцијалне употребе. Комерцијалном употребом система за детекцију умора може се значајно смањити број саобраћајних незгода, а самим тим и број настрадалих. Такође, важно је напоменути да није довољно само имплементирати ове системе, потребно је да их возачи правилно користе и да прекину вожњу након упозорења. Међутим, јавља се проблем прихватања ових система од стране возача. Да ли су возачи спремни да признају да су уморни и да прихвате систем који ће им “забранити да возе”? Да ли су спремни да правилно користе ове системе? Можда би било добро размислити о инсталирању “црне кутије” у друмска возила, која ће бележити све неопходне податке, па и податке да је возач био упозорен, што би касније могло утицати на даље развијање система, али и на дефинисање правог узрока незгода.

Појава лажних аларма и упозорења о умору неповољно делују на укупну ефикасност система. На пример, понављање лажних аларма најчешће доводи до смањења корисничког поверења у систем, а самим тим доводи и до обуставе коришћења уређаја. До појаве лажних аларма може да доведе и постављање прагова који служе за детекцију.

Lal et al. (2003) су утврдили да је њихов систем за детекцију имао стопу грешке 10-11%. Наравно, постоје и докази да су корисници спремни да толеришу и неке лажне узбуне. Поред тога што утичу на поверење корисника у случају лажних аларма, ови уређаји доводе и до тога да корисници немају јасну слику како уопште уређаји функционишу.

На пример, систем може да обавести возача да је он уморан у ситуацијама у којима се уопште не осећа уморно (овде важи претпоставка да систем функционише правилно и да обавештење не треба сматрати лажним алармом). У том случају, од изузетне је важности да је возач информисан и упућен како да разликује субјективну процену умора и тренутно стање умора које се погоршава у одређеним тренуцима. Ако није оспособљен да направи разлику, то обично доводи до потцењивања ефеката умора (Horne and Reyner, 2001).

Дакле, неслагање возача и уређаја ће расти са порастом нивоа умора. Обука возача је критичан аспект успешне имплементације оваквих система. Суштина је да корисници који немају поверења у систем, да ли због понављања лажних аларма или због неслагања реаговања уређаја и њихових субјективних процена, не могу да користе систем правилно (Balkin et al., 2011).

Имплементација уређаја за детекцију умора може довести и до опуштања возача, односно до превише ослањања на уређај, што је веома опасно у ситуацијама у којима може доћи до грешке система. Приказани системи за детекцију умора могу значајно да унапреде безедност саобраћаја на путевима, односно да смање број саобраћајних незгода и број настрадалих. Међутим, још увек нису у комерцијалној употреби, произвођачи возила их не стављају у стандардну опрему. Ту се јавља питање, да ли је у питању висока цена ових система или неспремност возача да се суоче са овим продуктом савремених технологија. Преглед система за детекцију умора према начину рада приказан је табеларно (Табела 2.7.).

Табела 2.7. Преглед система за детекцију умора према начину рада

Врста система	Аутор	Величина узорка	Мере	Задатак у току вожње	Предности	Недостаци
Праћење померања тачка управљача	Forsman et al. (2013)	29 учесника из ноћне 12 учесника из дневне смене	87 различитих мера у току вожње	30 минута вожње у окружењу ван насеља	Промена траке се сматра значајним индикатором умора и других облика небезбедне вожње.	Видео подаци се могу изгубити у случају да је разделна линија оштећена, када су лоши временски услови или ноћу.
	Thiffault and Bergeron (2003)	56 учесника мушког пола	1. Тачно одређено време за сваку променљиву 2. Постоји општа тенденција која показује малу разлику у понашању учесника при управљању у посматраним периодима	5+40+40	Величина, боја, интензитет, облик и садржај визуелне симулације су критични показатељи које треба циљати.	Неким мерама се не може решити проблем умора код возача изазван спољашњим факторима, као што су смањење будности у монотоним окружењу.
Праћење позиције возила у саобраћајној траци	Houser et al. (2009)	Корисници 22 технологије за детекцију умора	Јавни извештаји и интервју са корисницима и продавцима	Разговори са корисницима	Обухватио је широк спектар стручњака из различитих области који су користили исту методологију у циљу субјективног и објективног сагледавања могућности управљања умором.	Ниједан систем не може да објасни све исходе.

Врста система	Аутор	Величина узорка	Мере	Задатак у току вожње	Предности	Недостаци
	Tu et al. (2013)	Није дефинисано	Камере су постављене на бочним странама возила и усмерене ка коловозу како би се извршило снимање фотографија које садрже ивичне и разделне линије и границе пнеуматика/ возила.	Разматрано је неколико ситуација приликом пројектовања експеримената да би се провериле перформансе предложене методе, као што су велике брзине кретања, лоша сигнализација, објекти и ометања из сенке.	Експерименти показују да је метода ефикасна на различитим путевима и при различитим условима вожње.	Постављање камере на предњој страни возила ће омогућити бољу предикцију позиције возила.
	Morris et al. (2015)	11 жена и 9 мушкараца који су студенти	1. тест опрезности за мерење умора кроз време реакције 2. окулomotorни тест за мерење поспаности на основу покретања очију 3. симулатор за мерење перформанси вожње	Сесија вожње је трајала од 16:30 - 19:30. У току сесије учесници су попунили по 5 врста тестова.	Резултати показују да растојање између возила може да буде индикатор поспаности и да се на основу тога могу утврдити нижи нивои поспаности.	Истраживање је спроведено само у дневним условима видљивости. Учесници су само студенти, тако да узорак није репрезентативан. Нема контролне групе у овом истраживању.

Врста система	Аутор	Величина узорка	Мере	Затак у току вожње	Предности	Недостаци
Праћење очију-лица возача	Klauer et al. (2003)	13 тимова возача (56 возача - 7 жена и 49 мушкараца)	Сваки возач вози најмање 6 дана за редом. Подаци су прикупљени из три извора: подаци из камиона, упитника и подаци генерисани видео снимањима.	4 камере су постављене у камионима, које су снимале лице возача, смер кретања, лево-позади и путнике. Снимање је вршено истовремено, тако да се подаци могу истовремено анализирати.	Резултати показују да возачи који раде у тиму боље управљају умором и критичним ситуацијама од возача који не возе у тиму.	Избор возача и позиција камере.
	Sun et al. (2012)	Није дефинисано	Систем за детекцију умора заснован на детекцији зенице и анализи зевања.	AdaBoost класификатори се користе за детекцију лица и очију.	Систем може да детектује да ли је возач поспан, да ли дрема, или је смањена пажња и да упозори возача.	Резултати нису добри уколико возач носи тамне наочаре за сунце или превише помера главу, јер не могу да се локализују очи.
	Jo et al. (2014)	1.дан 9 мушкараца и 3 жене, 1.ноћ 8 мушкараца и 3 жене 2.дан 6 мушкараца и 3 жене, 2.ноћ 7 мушкараца и 3 жене	Анализа фотографије	Лице се детектује на основу првог фрејма уз помоћ AdaBoost класификатора.	Овај метод за детекцију комбинује три иновације: (1) екстракција и синтеза оба ока, (2) иницијализација специфичних граница за утврђивање разлика у облику очију и текстури (3) моделирање специфичних образаца трептања за нормалну вожњу (када возач није поспан).	Мали узорак.

Врста система	Аутор	Величина узорка	Мере	Задатак у току вожње	Предности	Недостаци
Праћење очију-лица возача	Zhang and Hua (2015)	Није дефинисано	Обрада фотографије лица, LBP и Boon-LBP издвајање својстава, и препознавање умора кроз SVM учење.	(1) Око минут нормалне вожње возач гледа на пут право или у спољашње огледало. (2) Око минут симулираних ефеката умора: возачи затварају очи и симулирају климање главом; (3) Око минут ометаног понашања: возач гледа горе, доле или бочно.	Перформансе се најбоље препознају применом SVM са Боост-ЛБП карактеристика ма.	Детекција се врши помоћу статичких фотографија без разматрања израза лица, промене положаја главе и падања главе.
	Diaz-chito et al. (2016)	Фотографије из базе података	Нови аутоматски метод за утврђивање угла померања главе возача.	Опис геометријских карактеристика током вожње.	Аутори су се ослањали на скуп геометријских карактеристика рачунајући на само три кључне тачке лица: центар очију и носа.	Проблем са квалитетом фотографије.
Физиолошке мере	Hancock and Verwey (1997)	Није дефинисано	SAVE систем	Вожња уз помоћ SAVE апликације.	SAVE систем не само да ће открити да је возач заспао, већ упозорава док је још увек будан и способан да се заустави. У том случају, упозорење ће се издати у најкраћем могућем року како би се зауставио.	Грешка приликом активације.

Врста система	Аутор	Величина узорка	Мере	Затак у току вожње	Предности	Недостаци
Физиолошке мере	Zhao et al. (2012)	13 мушкараца	Мерење менталног умора уз помоћ ЕЕГ-а и ЕКГ-а.	Експеримент је спроведен од 9:00–11:00 или 15:00–17:00 јер је то период дана када учесници обично раде.	Алфа и тета ритмови се повећавају, а бета се смањује, што указује да се ниво узбуђења смањује са појавом менталног умора.	Мали број учесника, и не постоји контрола активности које не обухвата вожња.
	Jung et al. (2014)	Два теста 1. 27 мушкараца 2. 31 мушкарац	ЕКГ сигнали су мерени електродама од 100 Hz тако што су електроде прикачене на точак управљача и возач их додирује длановима.	Практичан тест је спроведен помоћу ЕКГ сензора, вожња је трајала 2 сата.	ЕКГ сензор прикачен на точак управљача је коришћен за утврђивање ЕКГ сигнала код возача.	Електорде су обмотане око точка управљача.
	Mckenna (2014)	7.075 возача 4.000 мушкараца 3.075 жена	17 ставки које се односе на факторе који олакшавају сан (нпр. редовно време спавања, избегавање касног спавања) и оних које отежавају спавање (нпр. конзумирање кофеина)	Самозвештавање о брзини, прекршајима у вожњи, употреби возила за емотивно пражњење. Након тога су попуњавали упитник о навикама спавања.	Фактори који утичу на смањење квалитета сна могу значајно да утичу на безбедност вожње.	Из овог рада се не могу извући закључци за возаче почетнике.

2.5 Едукација возача о утицају умора на безбедност саобраћаја

Анализом литературе утврђено је да се као једна од најчешћих мера за унапређење безбедности саобраћаја возача камиона и аутобуса предлаже едукација како возача тако и руководилица транспортних компанија (Davidović, 2013; Pešić et al., 2015). Међутим, у стручној литератури се не наводе садржаји које треба да обухвати едукација.

На основу свеобухватне анализе карактеристика саобраћајних незгода насталих због умора, категорије најризичнијих учесника у саобраћају, као и раних и касних знакова умора дефинисана је методологија обуке о последицама занемаривања умора возача са примером едукације средњошколаца у Београду. Имајући у виду да су средњошколци завршних година уједно и возачи почетници, али и да спадају у категорију најризичнијих возача када је у питању умор возача, едукација је почела управо од њих. Методологију обуке треба усвојити и обуку реализовати у свакој транспортној компанији.

Када возачи осете умор, често га игноришу, мислећи да ће издржати до циља без паузе. Davidović (2013) је утврдила да као најчешће мере за отклањање умора возачи пију кафу или слушају радио. Даљим истраживањима, Pešić et al. (2015) су применом метода анкете утврдили да возачи који имају виши ниво образовања чешће осећају умор у току вожње и конзумирају енергетске напитке у циљу елиминисања у односу на возаче са нижим нивоом образовања. Вујанић и др. (2015) су утврдили да млади возачи који возе преко 1.600 km месечно сматрају да енергетски напици позитивно утичу на њихову вожњу. Они су такође утврдили и да возачи који као контра-меру за поспаност слушају радио чешће осећају поспаност од возача који конзумирају кофеин. Такође, Reuner and Horne (2000) су у својим бројним радовима указали да енергетски напици и кофеин могу значајно да смање поспаност.

Свакако треба имати у виду да уносом велике количине ових напитака може да се оствари утицај сличан утицају алкохола. Из тог разлога ученицима треба указати које то мере дају дуготрајне ефекте и на који начин их је најбоље примењивати.

Rešić et al. (2016) су утврдили да возачи најчешће укључе радио када осете умор, док најређе питају путника да он вози. Ово се може објаснити чињеницом да је узорком обухваћено највише возача аутобуса који најчешће возе сами, односно немају удвојену посаду.

Анализом бројних истраживања утврђено је да у саобраћајним незгодама које настају због умора возача највише учествују мушкарци старости 18-30 година. Као највећи проблем истичу се поремећаји биолошког ритма, лишавање сна, поремећаји дисања. Овакве саобраћајне незгоде се могу смањити, односно елиминисати уколико би возачи умели да препознају ране, али и касне знаке умора, као и мере које да предузму када препознају знаке умора. Имајући ово у виду потребно је у оквиру едукације указати који су то рани, а који касни знаци умора.

Сагледавањем досадашњих искустава о последицама умора, али и изворима проблема везаним за саобраћајне незгоде, насталим као последица умора возача развијена је методологија обуке која је усмерена ка томе ко и на који начин може реализовати обуку, као и шта треба обухватити теоријским, а шта практичним активностима. Методологија обуке се односи на ученике средњих школа, међутим она се може преликати и на возаче камиона и аутобуса, где би „послове“ наставника обављао инжењер саобраћаја (безбедности друмског саобраћаја), а задатке ученика запослени возачи у транспортној компанији.

Ко реализује едукацију? Пре реализације самих активности потребно је дефинисати ко може да реализује едукацију о значају умора у безбедности саобраћаја.

Потребно је испоштовати следеће смернице:

- на нивоу школе бира се наставник који ће руководити активностима
- одабрани наставник похађа семинар са којег ће понети знања о значају умора, последицама које носи вожња под утицајем умора, као и начина на који могу приступити ученицима
- након стеченог знања на семинару наставник формира тим ученика заинтересованих да се баве вршњачком едукацијом
- наставник и ученици планирају концепт обуке и праве план наставног садржаја за реализацију обуке
- наставник и ученици припремају:
 - презентацију која ће се користити при обуци
 - видео материјале
 - практичне активности

Како одабрати ученике за успешну реализацију радионице?

Потребно је да ученик поседује следеће способности:

- комуникационе и међуљудске вештине
- осећај посвећености и одговорности
- креативно размишљање и отвореност за идеје
- техничке способности (рад на рачунару, рад са одређеним програмима, итд.)
- интересовање за тему и пројекат
- искуство на семинарима, сесијама, групним дискусијама

Ресурси потребни за едукацију

Неопходни ресурси за едукацију:

- наочаре које симулирају умор у јутарњим часовима након радно проведене ноћи, као и екстремни умор
- наочаре које симулирају умор у каснијем делу дана, након дуге вожње

Остали ресурси:

- велика просторија, минимално 50 m² како би имало довољно простора да учесници седе, али и да се реализују активности
- креда или самолепљива трака
- новчићи
- гумена или сунђераста лоптица, може и лоптица за стони-тенис
- мобилни телефон

Како реализовати активности?

Теоријске активности

Наставник треба да препозна ученике који имају горе наведене вештине, и да међу њима издвоји ученике који су спремни да реализују вршњачку едукацију.

Теоријске активности треба реализовати кроз следеће кораке:

- Упознавање са учесницима (ко смо, зашто смо ту)
- Указати им на значај теме и разговарати о њиховим искуствима у саобраћајним незгодама насталим јер је возач био уморан или је заспао
- Пронаћи и приказати им неколико видео снимака (најмање три) који указују на последице занемаривања умора, кроз видео снимке указати им на карактеристике саобраћајних незгода које настају због умора
- Указати им на ране и касне знаке умора, усмерити их да науче да препознају умор
- Затим им указати које су то мере које млади најчешће користе за отклањање умора, а које мере су заправо ефикасне

Практичне активности

Ученици који су припремали план са наставником реализују практичне активности. Потребно је минимално 3 ученика за успешну реализацију активности.

Сваки учесник који се креће кроз полигон мора бити у потпуности пропраћен од стране ученика који врши едукацију. Дат је приказ (Табела 2.8.) активности, припреме активности и потребних ресурса за едукацију.

У оквиру радионице сваки учесник треба да прође бар једном кроз полигон са наочарима које симулирају оба нивоа умора и да након тога прокоментарише своје искуство, да укаже осталим учесницима шта му је било тешко, а шта не. Такође, важно је да упореди осећаје са различитим нивоом умора.

Табела 2.8. Активности, припрема и потребни ресурси за радионицу

Активност:	Ходање по правој линији
Припрема:	Обележити праву линију у дужини од 10 m по којој ће ученици ходати. Кад стигну до циља имају задатак да се рукују са ученицима - волонтерима.
Ресурси:	креда или самолепљива трака
Активност:	Ходање по правој линији обилазећи постављене препреке
Припрема:	Обележити праву линију у дужини од 10 m по којој ће ученици ходати, на по 2 m поставити чуњеве (или друге препреке) које ће добровољци обилазити. Кад стигну до циља имају задатак да се рукују са ученицима - волонтерима.
Ресурси:	креда или самолепљива трака, чуњеви
Активност:	Скупљање ситних предмета (нпр. новчићи, коцке)
Припрема:	Просути произвољну количину новчића коју ученик треба да сакупи
Ресурси:	Новчићи
Активност:	Хватање лоптице
Припрема:	Ученик - волонтер добацује лоптицу ученику, а он има задатак да је ухвати.
Ресурси:	Гумена или сунђераста лоптица, може и лоптица за стони-тенис
Активност:	Позвати пријатеља на мобилни
Припрема:	Ученик има задатак да позове пријатеља на мобилни
Ресурси:	Мобилни телефон

Учесницима радионице нагласити да све активности кроз које прођу указују да возач у том стању није способан да реализује веома једноставне задатке као што су одржавање правца, обилажење препрека, руковање, хватање лоптице, сакупљање новчића и бирање броја телефона, а вожња која представља сложен задатак, у том стању је веома опасна и може лако доћи до саобраћајних незгода.

2.5.1. Пример едукације из Београда

Едукацији је присуствовало више група ученика завршних (треће и четврте) година средњих школа као и педагози/психолози и наставници физичког васпитања са територије општине Звездара. Едукација је спроведена у малим групама, 15-20 учесника.

На самом почетку едукације потребно је приближити се учесницима и објаснити им значај теме о којој се говори. Након кратког разговора са учесницима о њиховим искуствима са препознавањем умора, али и о саобраћајним незгодама у којима су учествовали њима блиски људи управо због умора приказана су три видео снимка који говоре о последицама такве вожње.

У првом видео снимку порука која указује да након дугог стања будности и рада никако не треба управљати возилом. „Могу још мало“, је реченица након које се догађа највише саобраћајних незгода које су последица вожње под утицајем умора. У другом видео снимку класичан пример поласка на пут након посла. Отац који вози децу и супругу, након тек завршене смене на послу. У возилу су сви заспали, а последица тога је породица која је завршила у реци, јер је и возач заспао у току вожње. И трећи видео снимак који говори о томе како препознати знаке умора и шта урадити када га осетите. Приказано је какве последице следе уколико игноришете умор, односно, да је боље изгубити неко време на одмор него трагично завршити.

Након дискусије о вожњи под утицајем умора и последицама исте, учесницима треба указати да је научно доказано да је једина права мера за отклањање умора управо одмор, а да енергетски напаци и разне кафе само тренутно одлажу умор и могу заварати возаче што их доводи у још ризичнију ситуацију. Према истраживању које је спроведено у Србији вожњи под утицајем умора се највише излажу млади мушкарци који имају високо образовање (Пешић и др., 2015). Управо како би остварили многобројне активности на приватном и пословном плану често занемарују потребе за сном и излажу се свесно, али и несвесно опасностима у саобраћају. Најризичнији период је од 4 до 6 сати ујутру, као и после ручка.

Саобраћајне незгоде које настају зато што је возач заспао карактеришу велике брзине, изостају трагови кочења, последице су углавном смртно страдање. Најчешће је возач сам у возилу или остали спавају.

Након приказаних видео снимака, али и разговора на тему умора, ученик добровољац је прошао кроз полигон уз употребу наочара које симулирају утицај умора на возаче, а након тога продискутовао са осталим учесницима.

Дискусија и закључна разматрања о значају реализоване едукације

Имајући у виду да су млади најугроженији у саобраћају, посебно на самом почетку вожње потребно је уложити доста напора у њихову едукацију. Анализом наставних планова и програма који се користе у Републици Србији, веома је мали број часова посвећен саобраћају и у оквиру њих, посебно у средњим школама нема простора за ову област. Млади, често у жељи да остваре многе задатке у току дана од школе, преко ваннаставних активности до излазака и употребу друштвених мрежа често смањују количину сна. Иако је квалитет сна знатно важнији фактор од количине сна (Pešić et al., 2016) услед рестрикције сна долази до нагомилавања умора који представља највећи ризик за настанак саобраћајних незгода са најтежим последицама.

Имајућу у виду све горе наведено, кроз процес едукације треба указати на најмање три проблема:

- Након много сати рада долази до развоја умора и после 17 сати реакције возача су значајно смањене, концентрација опада и лако долази до „падања главе“.
- Многи не желе да изгубе ни тренутак одмора и право с посла крећу на пут и након неколико сати вожње у том стању, посебно уколико се ради о ноћној вожњи, долази до микросна при чему настају саобраћајне незгоде са најтежим последицама.
- Како препознати умор? Шта значи уколико возач трепће успорено, уколико зева и уколико је деконцентрисан? Да ли помаже разговор са путницима, слушање радија, отварање прозора, конзумирање кофеинских напитака? Или ипак помаже само одмор? Шта настаје после реченице „Ма, могу још мало?“ Зашто млади не желе да признају када се осећају уморно? Не желе или не умеју да препознају знаке умора?

Сам процес обуке је за ученике био смешан и занимљив, али са друге стране схватили су колики је утицај умора на возаче, колико им је тешко да савладају једноставне задатке. Схватили су да је у том стању тешко одржати правац, пажњу, проценити удаљеност од препреке, обавити више радњи истовремено (нису у стању да једну лоптицу бацају, а другу хватају), да је тешко да нешто прочитају, саберу или ставе на одговарајуће место. Много више времена је потребно да укуцају број телефона, као и да се јаве на телефон.

Метод едукације који је приказан у овом раду је одлично прихваћен међу средњошколцима, јер се ради о интерактивној едукацији. Применом савремених технологија једноставније се делује на њихову свест, као и процес примања нових сазнања. Уз видео снимке који приказују најтеже последице вожње под утицајем умора, објашњења, примере из окружења и на крају употребу наочара које симулирају то стање допире се до њихове свести и утиче се на промену њиховог понашања.

Са једне стране на занимљив и смешан начин ученици и наставници су прошли сам процес обуке, али са друге стране схватили су да под утицајем умора не могу да одговоре на веома једноставне задатке. Уколико се то упореди са задацима које треба да обаве у току вожње, на пример да укључе показивач правца и преко десног рамена се увере да могу безбедно да изврше десно скретање долазе до закључка да им је потребно много више времена.

Учесници су након употребе наочара и проласка кроз полигон као посебан проблем истакли немогућност процене растојања, што у саобраћају може бити веома опасно на раскрсницама, као и при сустизању возила, али и обилажењу препрека, паркирању и сл. Учесници су кроз активности показали да су много спорији, да не могу да ходају по линији, као ни да процене шта је веће а шта мање. Потребно им је више времена да сабирају, не могу да обаве два задатка једновремено, на пример, да баце и хватају лоптицу.

2.6 Реализација кампања за подизање свести возача о утицају умора на безбедност саобраћаја

Кампање у безбедности саобраћаја имају за циљ подизање свести возача, промене понашања како би се смањиле штетне последице у саобраћају. Данас, у ери интензивног развоја информационих технологија постоји велики потенцијал за развој интернет кампања, односно кампања на друштвеним мрежама.

Интернет кампање у безбедности саобраћаја су кампање чија порука се преноси путем друштвених мрежа, сајтова или портала и стиже до највећег броја учесника у саобраћају. Ове кампање су значајне за младе, али и за популацију од око 60 година јер су они тренутно најактивнији на интернету и друштвеним мрежама. Поред тога, интернет кампање могу бити веома ефективне и на локалном нивоу.

Кампање на друштвеним мрежама представљају важан правац деловања у циљу подизања свести о обиму проблема безбедности саобраћаја и за унапређење ставова о безбедности саобраћаја код чланова друштвених мрежа.

На подручју града Лондона спроведена је кампања „Уради тест“ чије је видео записе прегледало преко 5,5 милиона људи. Ова кампања је спроведена 2008. године, а циљну групу су чинили возачи аутомобила и бицикала у Лондону (Transport for London, посећено 16.09.2016.).

На друштвеној мрежи „фејсбук“ веома су развијене групе и странице које се баве промоцијом безбедног учествовања у саобраћају. Као један од најпозитивнијих примера издваја се страница „Road Safety Authority Ireland“ која представља званичну страницу агенције која се бави пословима безбедности саобраћаја у Ирској и има преко 75.000 чланова (Road Safety Authority Ireland, посећено 16.09.2016.).

Сличну страницу има и Шкотска на којој се свакодневно деле са корисницима корисне информације везане за безбедност саобраћаја. Страница „Road Safety Scotland“ има преко 12.000 пратилаца, а као подршку ова страница има и Шкотску владу и Агенцију која се бави безбедношћу саобраћаја у Шкотској (Road Safety Scotland, посећено 16.09.2016.). Нешто мање праћену страну на друштвеној мрежи фејсбук имају власти које се баве безбедношћу саобраћаја у Велсу. Страница „Road Safety Wales“ има преко 500 пратилаца и свакодневно ажурирање садржаја (Road Safety Wales, посећено 16.09.2016.).

Као пример успешно реализоване кампање на друштвеним мрежама издваја се кампања „Савски венац-Најбољи и најбезбеднији“ која је реализована на Савском венцу. Давидовић и др. (2016) су схватајући значај друштвених мрежа на данашњи социјални живот сваког становника приказали резултате кампање на друштвеним мрежама на подручју Градске општине Савски венац. Кампања је подразумевала следеће активности:

- Иницирање и покретање групе на друштвеним мрежама под именом „Савски венац – најбољи и најбезбедији“, са циљем ширења свести грађана свих старосних категорија о значају безбедног учествовања у саобраћају;
- Иницирање и покретање странице на друштвеним мрежама под именом „Савски венац - најбољи и најбезбедији“, која има за циљ унапређење знања, ставова и понашања учесника у саобраћају на Савском венцу;
- Укључивање постојећих група (Црвени крст Савски венац, Градска општина Савски венац, групе грађана и одбори појединих политичких странака) са територије ГО Савски венац на друштвеним мрежама у ширење идеје безбедног учествовања у саобраћају;
- постављање и дељење препорука, савета, видео и другог материјала преко друштвених мрежа (страница, групе);
- Постављање и ширење информација о угрожености становника, а посебно младих у саобраћају, у Београду, како би се подигла свест младих о најважнијим факторима ризика: некоришћење система заштите (сигурносних појасева, заштитних кацига) вожња под утицајем алкохола и наркотика, пребрза вожња и употреба мобилних телефона у току вожње;
- Праћење активности на друштвеним мрежама у погледу ставова грађана о безбедности саобраћаја и информисање локалне самоуправе;
- Постављање линка на сајту ГО Савски венац.

Аутори указују да је овим активностима планирано спровођење кампање на друштвеним мрежама како би њен опсег био већи, односно како би што више људи чуло поруке о промоцији превентиве у безбедности саобраћаја. Давидовић и др. (2016) указују да покретање кампање на друштвеним мрежама свакако представља важан корак ка унапређењу ставова о безбедности саобраћаја код чланова друштвених мрежа.

Активности након кампање које треба предузети су:

- Одржавати групу и страницу активном на друштвеним мрежама. Под овим се подразумева промовисање скупова који имају за циљ унапређење безбедности саобраћаја, скретање пажње на неке информације од значаја за друштвену заједницу, а у вези су са безбедношћу саобраћаја, постављање популарних видео материјала страних кампања и сл. Одржавањем групе постиже се континуирана промоција безбедности саобраћаја што је у складу са најбољом светском праксом у области безбедности саобраћаја.
- Понављање кампање након одређеног периода. Од изузетног значаја је поновити кампању након одређеног временског периода (3, 4, 6 месеци). На овај начин успоставља се континуитет рада у безбедности саобраћаја и самим тим корисницима друштвених мрежа безбедно понашање постаје све ближе. Такође, понављањем акција, ГО Савски венац показује већу бригу о становништву са своје општине и већу бригу о безбедности саобраћаја. Овакви поступци могу довести до тога да и само становништво почне да схвата безбедност саобраћаја као значајан друштвени проблем.
- Унапређење будућих кампања. Будуће кампање, које би се надовезале на постојеће требало би унапредити, како би дошле до што већег броја корисника друштвених мрежа. Унапређења се могу односити на дужину трајања кампање, активност на друштвеним мрежама, квалитет и квантитет материјала који се користи у кампањи, пратеће активности кампање и сл. Значај се огледа у могућности да се локалном становништву покажу континуиране акције у области безбедности саобраћаја, што може додатно привући пажњу становништва.

Поред приказаних интернет кампања, Агенција за безбедност саобраћаја је реализовала кампању „Вози одморан“ која има за циљ подизање свести возача о утицају умора на безбедност саобраћаја (Агенција за безбедност саобраћаја, посећено 20.10.2016.).

На бензинским станицама су дељени материјали на четири језика, возачима су дате препоруке:

- На пут крените наспавани, одморни и здрави.
- На свака два сата вожње, одмарајте најмање 15 минута.
- Клима уређај користите тако да разлика између спољашње и температуре у возилу буде до 7°C.
- Избегавајте вожњу ноћу.
- Уколико се ипак одлучите за вожњу ноћу, када осетите прве знаке умора, зауставите се на одморишту или бензинској станици, направите паузу и одспавајте.
- Запамтите, једини прави лек за умор и поспаност је одмарање и нормалан сан.

У Великој Британији у оквиру кампање „Think!“ реализује се и кампања „Не вози уморан“ која има за циљ да повећа ниво знања возача и да делује на њихово понашање. Савети које деле возачима су:

- Планирајте путовање тако да на сваких два сата имате 15 минута паузе.
- Не полазите на дуг пут уколико сте уморни.
- Не заборавите на ризик уколико устанете много раније него обично и кренете на дуг пут.
- Избегавајте дуге вожње између поноћи и 6 ујутру јер је ту највећа вероватноћа да ћете бити поспани.
- Уколико осетите поспаност, нађите безбедно место да се зауставите, а не у зауставној траци на аутопуту. Попијте две шоље кафе или неки јачи кофеински напитац и одморите 10-15 минута како би кофеин почео да делује.
- Запамтите да је једини прави лек за поспаност сан. Конзумирање кофеина или кратко спавање је решење само у ситуацијама када имате још мало да возите до циља.

Такође, Влада Велике Британије је наручилац брошуре „Умор може да убије – савети за возаче, укључујући синдром опструктивне ноћне апнеје“. Брошуром су обухваћене следеће области:

- Савети возачима шта да раде уколико осете умор у току вожње преко дана;
- Чињенице о опструктивној ноћној апнеји;
- Шта још може да изазове умор или поспаност;
- Чињенице које треба знати о прекомерној поспаности или умору указујући да нико неће изненада заспати у току вожње, већ ће му организам претходно послао упозорење.

У Новом Јужном Велсу реализована је кампања „Остани безбедан“ којом је обухваћен и умор возача. Возачи на сајту Transport for New South Wales (Transport for New South Wales, посећено 20.10.2016.) могу да тестирају свој ниво умора. Они указују возачима на значај препознавања знакова умора, и указују им које су то мере које возачи треба да предузму како би избегли настанак незгода због умора. Поред тога, указују на чињеницу да је 2012. године у Новом Јужном Велсу више лица погинуло због саобраћајних незгода насталих због умора, него због вожње под утицајем алкохола. На сајту су приказане и мапе места за одмор у Аустралији, како би возачи који осете поспаност лако могли да пронађу најближе место за одмор.

У Новом Јужном Велсу је реализована и кампања „Немој да верујеш себи када си уморан“ која је усмерена ка возачима пре него што почну да возе како би се смањио број незгода насталих због умора (NSW Centre for Road Safety, посећено 30.10.2016.). Кампања је пре свега намењена популацији 17-49 година.

Поруке кампање су:

- Није алкохол. Није брзина. Већ умор.
- Један од три највеће убице на путевима Новог Јужног Велса
- Немој да верујеш себи када си уморан.

2.7 Мере које предузимају возачи за отклањање умора у току вожње

Учесталост примене мера за отклањање умора код возача се може утврдити методом анкете, док се ефикасност мера може утврдити и помоћу симулатора вожње. Yildirim (2003) је применом метода анкете испитивао употребу и утицај грипина (лека који садржи кофеин) код професионалних возача и утврдио да дуголинијски возачи конзумирају грипин у циљу отклањања поспаности, али и против главобоље. Pešić et al. (2015) су, такође, применом метода анкете утврдили да возачи који имају виши ниво образовања чешће осећају умор у току вожње и конзумирају енергетске напитке у циљу елиминисања умора у односу на возаче са нижим нивоом образовања. Истраживања из Велике Британије (Маусок, 1996) показују да су возачи свесни да су поспани и да користе низ стратегија у борби против поспаности: 68% отвара прозоре или појача климу, 57% заустави возило и изађе да прошета, 30% слуша радио, 25% прича са путницима, 14% пије кафу, 15% нешто друго. Davidović (2013) указује да су три најчешће мере које професионални возачи у Србији користе за отклањање умора у току вожње: конзумирање кофеинских напитака (30%), слушање радија (30%) и 16% употреба цигарета. Anund et al. (2015) указују да возачи у Шведској примењују следеће мере: заустављање возила, дремање, унос кофеина, излагање јакој светлости.

Ефекте кофеина и енергетских напитака испитивали су годинама уназад научници широм света, применом различитих метода. Међутим, оне се могу класификовати у две групе: симулатори вожње и метод анкете. Различитим симулаторима вожње, са разноврсним приступима тестиран је утицај кофеинских напитака на возаче у контролисаним условима. Поред тога, испитивани су ставови учесника у саобраћају о утицају напитака на њихову вожњу. Научници су дошли до закључака да кофеин и таурин/енергетски напици имају утицај на возаче, али утицај се разликује у зависности од карактеристика возача, услова тестирања и састава напитака.

Philip (2005) закључује да умор може равноправно да се изучава у реалним и симулираним условима. Доста истраживања о утицају умора на возаче се заснива на симулаторима вожње углавном због тога што се ради о контролисаним условима, јефтином и безбедном приступу. Млади возачи, код којих је смањена количина сна у претходној ноћи на 5 сати и који су тог поподнева возили константно 2 сата на монотонном путу, у симулатору вожње, могу да доживе различите нивое поспаности који се могу значајно смањити са 200 mg кофеина (Reyner and Horne, 2002, 2000).

У данашње време, умор као узрок саобраћајних незгода привлачи пажњу широм света. Саобраћајне незгоде које настану као последица умора су са тешким последицама и догађају се услед прекорачења брзине и возачи најчешће не реагују. Највећи број незгода као последица умора догађа се у раним јутарњим сатима, између 04:00 и 06:00. Како би превазишли умор, возачи избегавају вожњу у раним јутарњим сатима, али неки узимају психостимулансе, најчешће кофеин (Reyner and Horne, 2000). Reyner and Horne (2000) су истраживали да ли кофеин утиче на смањење поспаности и утврдили су да кофеин значајно смањује инциденте у првих 30 минута и субјективну поспаност након сат времена. Истраживањем је утврђено да 2-3 шоље кафе (200 mg кофеина) смањују поспаност при вожњи у раним јутарњим сатима за 30 минута уколико возач те ноћи није спавао и за око 2 сата када је возач спавао мање него иначе. Затим су Reyner and Horne (2002) истраживали утицај познатог енергетског напитка и утврдили су да FED (functional energy drinks – функционална енергетска пића) значајно смањује поспаност и инциденте који су у вези са поспаношћу возача у поподневним сатима на монотоним путевима, када су у претходној ноћи имали смањену количину сна.

У последњој деценији забележен је пораст употребе енергетских напитака и кофеина, посебно код тинејџера и младих студената. Енергетски напитака садржи кофеин, таурин, глукуронолактон, комплекс витамина Б и инозитол. Веће дозе кофеина (100-300 mg) показују побољшање возних перформанси (Brice and Smith, 2001; Regina et al., 1974).

Неке студије показују позитивне ефекте малих доза кофеина, које дају позитивне ефекте на време реакције, перформансе и расположење (Childs and de Wit, 2006; Haskell et al., 2005). Још су Regina et al. (1974) истраживали утицај кофеина на будност помоћу симулатора вожње и утврдили су да и иницијална (200 mg) и додатна (200 mg) доза кофеина значајно побољшавају перформансе за разлику од плацеба. Доста година касније, су Biggs et al. (2007) имали за циљ да утврде како кофеин као мера против поспаности возача утиче на поспане возаче при обављању симулиране вожње и утврдили су да и при уносу кофеина услед смањења количине сна долази до повећања поспаности. Однос између уочених и стварних перформанси након уноса кофеина је нејасан.

Нешто касније Ronen et al. (2014) су утврдили да конзумирање енергетских напитака доводи до мањег одступања у траци и смањује девијацију точка управљача током првих 80-100 минута у односу на контролну сесију. Одмор након 100 минута вожње у комбинацији са енергетским напитком омогућава да возач успе да заврши сесију вожње безбедно. Међутим, аутори указују да је једина безбедна мера против умора и поспаности зауставити се, а комбинација неких мера може повећати ефикасност одмора. Исте године Souissi et al. (2014) су утврдили да је унос кофеина добра стратегија за унапређење физичких и когнитивних перформанси. Физичке и когнитивне перформансе опадају након 36 сати без сна и могу се побољшати уносом 5 mg/kg кофеина.

Истраживања показују да таурин, као саставни део енергетских пића, визуелно смањује умор (Zhang et al., 2004). Утицај таурина на централни нервни систем није јасан (Sved et al., 2007). Поред симулатора вожње, научници су применом метода анкете утврђивали утицај кофеина и енергетских напитака на возаче. Seidl et al. (2000) су утврдили да кофеин, таурин и глукуронолактон имају позитиван утицај на менталне перформансе и расположење.

Warburton et al. (2001) су испитивали утицај 80 mg/250 ml кофеина, таурина, верума, глукуролактона и витамина и утврдили су да умерене дозе кофеина и таурина могу да побољшају процесуирање информација код појединаца. Затим је Yildirim (2003) истраживао утицај грипина на понашање дуголинијских возача и утврдио да возачи који возе на дугим релацијама користе супстанце које садрже кофеин како не би заспали и у случају главобоље, а око 80% испитаника сматра да их грипин смирује. Пар година касније, Childs and de Wit (2006) су истраживали утицај кофеина на понашање, субјективне ставове и физиолошке утицаје различитих количина од 0, 50, 150 и 450 mg кофеина. Резултати показују да кофеин има психоактивне ефекте, указујући да доза кофеина која одговара једној шољи напитка побољшава перформансе код корисника који иначе уносе кофеин у мањим количинама.

Утицај комплекса витамина Б на вожњу такође није познат. Није познат ни утицај глукуронолактона (Kim, 2003). Глукоза производи позитиван утицај код оба напитка јер садржи шећер. Њихова комбинација позитивно утиче на опажање, пажњу и возачке перформансе. У лабораторијским тестовима менталних способности побољшава се време реакције, узбуђење, субјективна будност, концентрација и памћење (Warburton et al., 2001) као и способност у стресној ситуацији (Seidl et al., 2000). Red-bull, енергетски напиток, значајно побољшава перформансе у вожњи и смањује поспаност код возача током дуге вожње на аутопуту (Monique et al., 2011). Кофеин има значајан утицај на сан. Кофеин делује као агент потребан да се одржи висок ниво детекције сигнала током времена (Temple et al., 2000). Сматра се да су возачи камиона који уносе 3,3 шоље или 6,6 шоља кафе одједном, унели велику количину кофеина што доводи до смањења концентрације и опажања, а самим тим и до повећања вероватноће за настанак незгоде (Yildirim, 2003). Штавише, кофеин се налази у напицима који могу да произведу енергију веома брзо, као што су енергетски напици. Кофеин у комбинацији са "дремањем" није повољан у раним јутрањим сатима, посебно за возаче који нису спавали претходне ноћи, јер се може десити да западну у дубок сан, уместо дремања од 15 минута (Reyner and Horne, 2000).

И код возача који су дуго будни кофеин позитивно утиче на перформансе, међутим, као и код дуголинијских возача кофеин не смањује стрес, указујући да независни механизми подстичу детекцију сигнала и емотивне перформансе захтеваних нивоа будности (Temple et al., 2000). Yildirim (2003) предлаже да енергетски напици могу бити ефективнији код мање поспаности него кофеин у истим условима. Конзумирање енергетских напитака који садрже 80 mg кофеина и других састојака као што је таурин, је ефективније од исте количине кофеина (Reyner and Horne, 2002).

Познато је да неке психотропне дроге које садрже кофеин значајно утичу на настанак саобраћајних незгода услед поспаности након одређеног периода. С обзиром на ту чињеницу, возачи треба да буду свесни опасности при дугој вожњи и да конзумирање супстанци које садрже кофеин могу бити превентивне (Yildirim, 2003).

Вујанић и др. (2015) указују да пређена километража нема утицаја на учесталост једновременог конзумирања енергетских напитака и кофеина, али има на избор сваког појединачног напитка (само енергетски напиток или само кофеин), као и да количина сна има утицаја на субјективни осећај поспаности. Такође је доказано да се са повећањем дневног времена вожње сати сна значајно смањују код возача који су учествовали у незгоди, као и да се млади возачи који возе више (више од 1.600 km месечно) боље осећају након конзумирања енергетских напитака, него након конзумирања кофеина. Са друге стране млади професионални возачи као најчешће примењивану меру за отклањање поспаности наводе конзумирање кофеина. Аутори указују и да количина и време одласка на спавање утичу на осећај умора.

Рејић et al. (2015) су потврдили резултате претходних истраживања да су кофеин и енергетски напици (који садрже кофеин) добре контра-мере за елиминисање поспаности. За разлику од претходних студија које користе симулаторе или анкетирање професионалних возача аутори су приказали ставове возача о утицају кофеина и енергетских напитака на њихову вожњу у једном граду.

Циљ је да се утврде ставови возача о утицају енергетских напитака и кофеина, као и да се пружи основа за будућа истраживања, с обзиром на то да у овој области није било сличних истраживања до сада.

Табела 2.9. Преглед литературе

Аутори	Циљ	Метод	Закључак
Regina et al. (1974)	Утврдити да ли је кофеин добра мера за елиминисање поспаности.	30 минута након конзумирања 200 mg кофеина или плацеба, 24 мушкарца стара од 24-26 година возили су у симулатору вожње више од 90 минута. Одмах након конзумирања додатне дозе од 200 mg медикамената возили су још 90 минута.	Обе и иницијална и додатна доза кофеина значајно утичу на перформансе у односу на плацебо на све четири мере будности.
Horne and Reyner (2000)	Утврдити да ли је кофеин добра мера за елиминисање поспаности.	У две независне студије које су праћене недовољним или потпуним недостатком сна, млади возачи су возили 2 сата (06:00–08:00h) у континуитету, у непокретном возилу на монотоном окружењу. У овој вежби конзумирали су (у 05:30h) 200 mg кофеина (=2–3 шоље кафе) и плацебо. Инциденти (одступање од линије), субјективна поспаност, и 4–11 Hz електроенцефалографске активности (ЕЕГ).	У првој студији (поспаност 00:00–05:00h), кофеин значајно смањује субјективни осећај поспаности током двочасовне вожње и ЕЕГ активности током другог тридесетоминутног периода. У другој студији (нису спавали), поспаност је веома утицала на све мере, и вожња је прекинута након сат времена. Ипак, кофеин значајно смањује инциденте у првих 30 минута и субјективну поспаност. Ове дозе кофеина, које се уносе путем кафе ефикасно смањују поспаност у раним јутарњим сатима након 30 мин уколико претходне ноћи нису спавали и након 2 сата након смањеног сна у претходној ноћи.
Seidl et al. (2000)	Напитак који садржи кофеин и таурин продаје се у маркетима у Европи већ деценију, и истраживања о појединачним састојцима ових напитака указују побољшање когнитивних перформанси као резултат потрошње таквих напитака.	У плацебо контролној студији у којој је учествовало 10 дипломираних студената истражено је Р300 компоненти од догађаја у вези потенцијалних таласа после вођења аудитивне парадигме, мерено време реакције мотора, и примењен је Д2 тест за процену пажње. Расположење је оцењивано упитником за евалуацију осећаја.	Резултати јасно указују да комбинација три кључна састојка Red Bull енергетског напитка који су коришћени у студији (кофеин, таурин, глукуроналактон) имају позитиван утицај на возачке перформансе и расположење.

Аутори	Циљ	Метод	Закључак
Warburton et al. (2001)	Тестирати учеснике са минималним уздржавањем кофеина (бар сат времена) са 80 mg кофеина (80 mg/250 ml), напитком који садржи таурин (доступан у комерцијалне сврхе) верум, који такође садржи шећер и витамине. Плацебо са шећером и без шећера, како би се утврдио утицај шећера.	Тестирано је укупно 42 учесника, са брзим визуелним тестом за прикупљање информација, вербални тест резоновања, вербални и невербални тест, вербални и невербални тест меморије и сет мера расположења. Један сат пре тестирања, било им је дозвољено да конзумирају кофеин по жељи (студија 1) а у другој студији су могли неограничено да конзумирају кофеин.	Умерене дозе кофеина и таурина могу да унапреде процесирање информација код појединаца код којих није дошло до повлачења кофеина.
Horne and Reyner (2002)	Истражити ефективност добро познатог FED (енергетски напиток) у смањењу поспаности код возача.	12 младих возача је возило у симулатору вожње између 14:00 и 17:00 h. Поспаност је изазвана смањеним сном на 5h у претходној ноћи. Возили су 30 min, а онда су на паузи од 30 min конзумирали 250 ml FED (који садржи сахарозу, глукозу, 80 mg кофеина, таурина, глукуроналактона и витамина) а контролни напиток је био истог изгледа и укуса али без кофеина, таурина и глукуроналактона. Након тога су возили још два сата. Праћено је одступање од линије, субјективна поспаност и ЕЕГ.	У поређењу са контролним напитком, FED значајно смањује субјективни осећај поспаности у току вожње и инциденте током првих 90 минута. ЕЕГ показује мању поспаност током овог периода. Закључак је да је FED утицао на смањење поспаности и незгода које настају услед поспаности при поподневној вожњи на монотоном путу, са смањеним сном у претходној ноћи.
Yildirim (2003)	Утврдити употребу грипина код професионалних возача и њихови неповољни ефекти.	500 возача камиона добровољно је попунило упитник. На упитник су одговарали лицем у лице. Упитник се састоји од 20 питања.	Професионални возачи користе супстанце које садрже кофеин у циљу превенције поспаности и главобоље.
Kim (2003)	Постављена је хипотеза да је комбинација статуса одговорна за утицај који производи Red Bull.	Критички преглед хипотеза.	Сам кофеин може изазвати приказане утицаје.
Hang et al. (2004)	Утврдити утицај таурина на визуелни умор који производи визуелни дисплеј терминал	Учествовало је 25 мушких студената 20-24 године који нису упознати са радом визуелног дисплеј терминала. Волонтери су потписали да пристају да добију таурин (n=13) или плацебо као контролну групу (n=12).	Резултати показују да таурин смањује визуелни умор изазван радом визуелног дисплеј терминала.

Аутори	Циљ	Метод	Закључак
Haskell et al. (2005)	Утврдити когнитивни и утицај кофеина на расположење код уобичајених и неуобичајених корисника кофеина.	24 сталних корисника кофеина (средња вредност=217 mg/дан) и 24 нестална корисника (20 mg/дан) попили су по 150 ml напитка који садржи 75 или 150 mg кофеина или плацеба, у интервалима од 48 h. На почетку и 30 минута након конзумирања извршена су когнитивна и процена расположења. Спроведен је и компјутеризован тест the Cognitive Drug Research, два серијска задатка, задатак осетљивости и аналогна субјективна скала расположења.	Ови резултати нису у складу са олакшаним моделом. Разлике у обрасцима одговора у вези кофеина код уобичајених и неуобичајених корисника кофеина могу да нађу начин да објасне зашто су неки испитаници постали корисници кофеина.
Childs and Wit (2006)	Истражити психологичке, субјективне и утицаје понашања за 0, 50, 150 и 450 mg кофеина код 102 независна корисника кофеина.	Учесници су учествовали у 4 експерименталне сесије у којима су добили 4 врсте лекова случајним редоследом. Учесници су попуњавали упитник и мерени су витални знаци пре и након уноса лекова. 40 минута након уноса таблета, учесници су извршили задатак понашања који укључује тестове одржавања пажње, краткотрајне меморије, психомоторних перформанси и понашања.	Дозе кофеина које су садржане у шољи кофеина, производе стимуланс као субјективни утицај и побољшавају перформансе код независних учесника који конзумирају мало кофеина. Ови налази подржавају идеју да лекови имају психоактивни утицај чак и у недостатку повлачења.
Biggs et al. (2007)	Утврдити како кофеин као контрамера утиче на смањење поспаности код возача.	12 здравих младих возача (6 жена и 6 мушкараца) учествовали су у три различита дневна услова: контролисани (9 сати сна у кревету), 100 mg кофеина (4 h T1В), и плацебо (4 h T1В). Перформансе су се израчунавале на основу одступања од линије у 30о минутним сесијама. Субјективна поспаност и перцепција перформанси возача мерена је у 5-о минутним интервалима на Каролинској скали поспаности.	Јака корелација између субјективних мера подржава постулат да се поспаност користи као знак за предвиђање перформанси код ограниченог сна. Нејасан је однос између перцепције и стварног утицаја умора.
Monique (2010)	Утврдити да ли енергетски напиток Red Bull® може да смањи поспаност која се јавља током дуге вожње.	24 здрава мушкараца добровољно су учествовала у истраживању. Након два сата вожње у симулатору вожње, учесници су имали 15о минутну паузу и конзумирали су Red Bull® (250 ml) или плацебо (Red Bull® Energy Drink без следећих састојака: кофеин, таурин, глукуронолактон, Б витамин и инозитол) и то два сата пре почетка вожње. Трећи део се састоји од 4 сата непрекидне вожње. Основни параметар била је стандардна девијација латералне позиције (SDLP). Други параметар се односи на стандардну девијацију брзине, субјективни квалитет вожње, поспаност и психички напор за извршење теста.	Red Bull® енергетски напиток значајно побољшава возачке перформансе и смањује поспаност возача током дуге вожње.

Аутори	Циљ	Метод	Закључак
Souissi et al. (2014)	Утврдити утицај кофеина на когнитивне и физичке перформансе након 36 сати без сна.	У контролисаним условима, 13 здравих возача, студентата физичког образовања, мушког пола (старости $21,1 \pm 1,1$ година, тежине, $77,1 \pm 7,2$ kg, висине: $1,77 \pm 0,06$ m) учествовали су у 4 сесије у 18:00 часова: Уколико су у ноћи пре тестирања спавали (време за спавање: од 22:30 h до 07:00 h): 1. унос плацебо напитка 2. унос $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ кофеина Уколико у ноћи пре тестирања нису спавали: 1. унос плацебо напитка 2. унос $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ кофеина Као индикатори током сваке сесије учесници су радили чучњеве, мерили време реакције, тридесетосекундне анаеробне тестове и индекс умора.	Посматрање резултата одабраних индикатора аутори су утврдили да је унос кофеина добра стратегија за унапређење физичких и когнитивних перформанси. Физичке и когнитивне перформансе опадају након 36 сати без сна и могу се побољшати уносом $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ кофеина.
Ronen et al. (2014)	Процењивали су ефикасност области за одмор у комбинацији са енергетским напацима код професионалних возача током продужене симулиране вожње.	У експерименту који се састојао из 3 сесије учествовало је 15 професионалних возача камиона. 1. Контролни возачи су уносили 500 ml плацеба пре почетка вожње 2. Возачи који су конзумирали енергетске напитке уносили су 500 ml енергетског напитка који садржи 160 ml кофеина пре почетка вожње 3. Енергетски напитац + одмор – возачи су пре почетка вожње попили 500 ml енергетског напитка и одморили су 10 минута у зони за одмор 100 минута након почетка вожње У свим сесијама су возили по 150 минута на монотоним двотрачним путевима ван насеља. Посматране су променљиве: Перформансе возача, субјективне мере и промене откуцаја срца.	Аутори су утврдили да симулатор вожње може да се користи за иницирање умора и приказана је ефикасност комбинације две мере за отклањање умора. Утврђено је да конзумирање енергетских напитака доводи до мањег одступања у траци и смањује девијацију точка управљача током првих 80-100 минута у односу на контролну сесију. Одмор након 100 минута вожње у комбинацији са енергетским напацима омогућава да возач успе да заврши сесију вожње безбедно. Једина безбедна мера против умора и поспаности је зауставити се, а комбинација неких мера може повећати ефикасност одмора.
Вујанић и др. (2015)	Утврдити да ли време управљања моторним возилом и пређена километража, као и просечна количина сна имају утицаја на ставове и субјективни осећај поспаности.	Анкетно истраживање ставова 248 возача старости до 30 година.	Количина сна има утицаја на субјективни осећај поспаности. Количина и време спавања утичу на осећај умора. Млади возачи који возе више боље се осећају након конзумирања енергетских напитака, него након конзумирања кофеина, са друге стране млади професионални возачи као најчешће примењивану меру за отклањање поспаности наводе конзумирање кофеина.

У циљу утврђивања утицаја и ставова возача о енергетским напицима и кофеину Pešić et al. (2015) су спровели истраживање помоћу упитника. Анкета је била потпуно анонимна и састојала се из два дела. Циљ првог дела анкете је био везан за прикупљање података као што су пол, старост, ниво образовања, као и дужина и трајања вожње (просечна недељна километража, колико често возе дуже од 30 минута). Затим су уследила питања везана за учесталост конзумирања (Колико често конзумирате енергетске напитке? Колико често конзумирате кафу, чај? Колико кофеина уносите у Ваш организам, осим кроз кафу и чај?). Други део анкете се односио на утврђивање ставова возача о енергетским напицима и кофеину и чинило га је 26 питања (13 о енергетским напицима и 13 о кофеину). У анкети су поновљена питања и о енергетским напицима и о кофеину да би се утврдила поузданост упитника. Основна хипотеза била је да енергетски напици и кофеин имају негативан утицај на вожњу.

Истраживањем је обухваћено 412 возача од којих је 48,1% испитаника женског и 51,9% испитаника мушког пола. У другом делу анкете поновљена су два питања, једно које се односи на енергетске напитке и друго које се односи на кофеин у циљу утврђивања поузданости анкете. Утврђени Кронбах алфа коефицијент поузданости за питања која се односе на енергетске напитке је 0,74, а за кофеин 0,8.

Учесталост употребе енергетских напитака и кафе, чаја

Резултати студије показују да више од половине испитаника никада не конзумира енергетске напитке (53%), а око 34% их конзумира једном месечно. Дневни унос кофеина (кроз кафу и чај) на 42% испитаника је 1-2 шоље, 19% конзумирају 3-4 шоље на дан и 2% конзумирају више од пет шоља на дан. Претходне студије показују да ове дозе кофеина утичу на концентрацију и понашање приликом вожње, самим тим и на појаву саобраћајних незгода. Познато је да се просечно 9 mg кофеина налази у једној шољи кафе (200 ml) и 30 mg кофеина у једној пилули грипина (таблета која садржи 30 mg кофеина и 500 mg парацетамола). Имајући то у виду, ако особа узме таблету грипина то је еквивалентно испијању 3,3 шоље кафе.

Када се подаци упореде са дневном дозом уноса у студији Yildirim (2003) где је 72,3% возача узимало 1-2 таблете на дан, 20% је узимало 3-4 и 7,7% више од 5 таблета на дан, може се закључити да су испитаници у овој студији много мање конзумирали кофеин. Приликом поређења треба имати у виду да су у Турској анкетирани професионални возачи, и да они возе много више од испитаника у овој студији.

Разлике према полу возача

Од 8% испитаника који конзумирају енергетске напитке у замену за сан 3% су жене, док је 5% мушкараца. Резултати истраживања показују да енергетски напици имају позитиван утицај на вожњу код жена и мушкараца, а што је потврђено U-тестом. Утврђена је да више мушкараца него жена (15,1% vs 8,4%) подржавају став да енергетски напици имају позитиван утицај на њихову вожњу. Статистичка анализа ставова возача о утицају енергетских напитака и кофеина на вожњу према полу извршена је помоћу Mann-Whitney теста (Табела 2.10.).

Разлике према нивоу образовања

Утврђена је статистички значајна разлика између нивоа образовања испитаника и учесталости конзумирања кофеина. Учесници са вишим образовањем много више конзумирају енергетске напитке када су поспани а треба да возе. Kruskal-Wallis-овим тестом испитана је статистичка анализа ставова возача о утицају енергетских напитака и кофеина на вожњу према нивоу образовања (Табела 2.10.).

Разлике према старости

Kruskal-Wallis's H тест показује статистички значајну разлику у учесталости конзумирања енергетских напитака ($\chi^2=27,77$, $p=0,000$), кафе/чаја ($\chi^2=35,24$, $p=0,000$), кофеина-осим кафе/чаја ($\chi^2=11,686$, $p=0,039$) између 6 старосних група. 82% учесника који конзумирају енергетске напитке неколико пута недељно су млади возачи (18-25), док учесници преко 56 никада не конзумирају енергетске напитке.

Табела 2.10. Приказ статистичке анализе ставова возача о утицају енергетских напитака и кофеина на њихову вожњу

Ставови	Mann-Whitney тест (према полу)			Kruskal-Wallis тест (према нивоу образовања)	
	U	Z	p	χ^2	p
Енергетски напаци чине да се осећам одморније.	4465,5	-2,020	0,043	12,850	0,005
Енергетски напаци чине да се осећам смиреније.	5021,5	-0,676	0,499	8,657	0,034
Енергетски напаци чине да се осећам нервозније.	5290	-0,016	0,987	8,826	0,032
Енергетски напитака ми побољшава концентрацију у току вожње.	5073,5	-0,542	0,588	7,234	0,065
Енергетски напитака конзумирам због главобоље	5204	-0,237	0,813	3,611	0,307
Енергетски напитака конзумирам када сам поспан, а треба да возим	4619	-1,640	0,101	9,307	0,025
Енергетски напитака конзумирам кад дуго возим	5100	-0,475	0,635	7,247	0,064
Енергетски напитака конзумирам у току вожње да не бих одмарао	5235	-0,153	0,879	6,146	0,105
Не примећујем утицај енергетских напитака на моју вожњу	4435	-2,076	0,038	9,254	0,026
Енергетски напаци краткотрајно отклањају умор за воланом	4879,5	-1,006	0,314	3,423	0,331
Енергетски напаци позитивно делују на моју вожњу	4503	-1,940	0,052	6,687	0,083
Моји рефлекси су бољи након конзумирања енергетских напитака	4780,5	-1,264	0,206	4,390	0,222
Моја концентрација је боља након конзумирања енергетских напитака	4425,5	-2,109	0,035	9,099	0,028
Кофеин чини да се осећам одморније	4989,5	-0,740	0,459	3,337	0,343
Кофеин чини да се осећам смиреније	4795,5	-1,219	0,223	3,472	0,324
Кофеин чини да се осећам нервозније	4725,5	-1,405	0,160	1,458	0,692
Кофеин побољшава моју концентрацију у току вожње	5039	-0,624	0,533	2,487	0,478
Кофеин конзумирам због главобоље	4821,5	-1,145	0,252	5,876	0,118
Кофеин конзумирам када сам поспан, а треба да возим	5293,5	-0,007	0,994	7,545	0,056
Кофеин конзумирам кад дуго возим	4568,5	-1,751	0,080	1,912	0,591
Кофеин ми представља замену за сан	5289,5	-0,017	0,986	1,407	0,704
Не примећујем утицај кофеина	4617,5	-1,642	0,101	7,268	0,064
Кофеин краткотрајно отклања умор за воланом	5077,5	-0,529	0,597	5,891	0,117
Кофеин позитивно делује на моју вожњу	5231,5	-0,157	0,875	3,275	0,351
Моји рефлекси су бољи након конзумирања кофеина	5159,5	-0,335	0,737	1,462	0,691
Осећам се одморније након узимања кофеина	5148,5	-0,358	0,720	8,412	0,038

Утицај енергетских напитака на вожњу

Утврђено је да 75% испитаника сматрају да енергетски напаци утичу на њихову вожњу, али да то није позитиван утицај. То доводи до закључка да постоји утицај, који није позитиван, дакле негативан је.

Утицај кофеина на вожњу

Око 15% испитаника сматра да кофеин позитивно утиче на вожњу. Око 5% испитаника је дало контрадикторан став према утицају кофеина на њихову вожњу, јер су изјавили: “Не примећујем утицај кофеина, кофеин има позитиван утицај на моју вожњу”. На основу анализе добијених резултата закључује се да је већи утицај према врсти супстанце него према полу (Табела 2.11.).

Табела 2.11. Величина утицаја у зависности од супстанце и пола

Врста супстанце	Субјективни осећај након конзумирања	ω^2_{type}	ω^2_{gender}	$\omega^2_{type \times gender}$
Енергетски напаци	Одморније	0,113934	-0,000800	0,028977
	Смиреније	0,081764	0,001241	0,015889
	Нервозније	0,019854	-0,000630	-0,003430
Кофеин	Одморније	0,024632	-0,000040	0,022031
	Смиреније	0,017899	0,007565	0,024246
	Нервозније	0,013683	0,000403	0,003853

Утицај енергетских напитака према утицају кофеина

Када се упореде резултати утицаја енергетских напитака и кофеина, утврђено је да се након конзумирања енергетских напитака 6% испитаника осећа смиреније и 11% нервозније. Након конзумирања кофеина 20% испитаника се осећа смиреније и 10% нервозније. Ови резултати се драстично разликују од истраживања у Турској. Yildirim (2003) је утврдио да се 78,5% возача осећа смиреније након конзумирања грипина и 3,1% нервозније. За разлику од турских возача у овом истраживању је утврђено да се већина возача у Србији не слаже са три поменуте изјаве о утицају енергетских напитака. Око 50% испитаника у Србији верује да кофеин побољшава концентрацију током вожње.

Претпоставља се да је узрок наведених разлога то што су овим истраживањем обухваћени сви возачи, док је Yildirim (2003) укључио само професионалне возаче, који возе много више, тако да је јачи утицај ових напитака (на пример, 78,5% према 20%).

Према изјавама испитаника, 8% конзумира енергетске напитке због главобоље, 14% да би спречило сан и око 4% из оба разлога, док 24% испитаника конзумира кофеин због главобоље, 31% да спречи сан и 15% из оба разлога. Резултати истраживања спроведеног у Турској (Yildirim, 2003) показују да 47,7% који конзумирају грипин раде то због главобоље, 38,5% за спречавање сна и 13,8% из оба разлога. Дакле, може се закључити да су резултати добијени у спроведеном истраживању слични резултатима истраживања у Турској (Yildirim, 2003).

Након детаљне и свеобухватне анализе искустава о мерама које се предузимају у циљу идентификовања и елиминисања умора у току вожње може се закључити да се у циљу спречавања настанка умора користе нормативне мере, затим едукације и кампање. Када дође до појаве умора циљ је да се спречи да возач заспи у току вожње, због чега је развијено доста система за детекцију умора, који се деле на четири групе: праћење померања точка управљача, праћење позиције возила у саобраћајној траци, праћење очију/лица возача и физиолошке мере. Поред бројних предности ових система, основни недостатак је што возачи знају да су праћени и што системи захтевају физички контакт са возачем, што може утицати на дистракцију возача. Потребно је развити систем за детекцију умора који неће ометати возача у току вожње, који ће једноставно и брзо омогућити тестирање возача и утврђивање да ли је уморан или може да отпочне, односно настави вожњу.

3. ДЕФИНИСАЊЕ ИНДИКАТОРА БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА У ВЕЗИ УМОРА

Када се говори о стању безбедности саобраћаја, последњих година, један од приоритетних критеријума су индикатори перформанси безбедности саобраћаја (у даљем тексту индикатори безбедности саобраћаја). Према ETSC (2001), индикатори безбедности саобраћаја представљају било коју меру која је узрочно везана за саобраћајне незгоде и последице саобраћајних незгода. Пар година касније, Al-Najji (2007) дефинише индикатор као меру која квантификује нешто што утиче на ниво безбедности саобраћаја и може да се мери неким од уобичајених појмова, као што је проценат, стопа или квалитетна информација. Исте године, Nakkert et al. (2007) дефинишу индикаторе безбедности саобраћаја као мере оних радних услова у друмском саобраћајном систему које утичу на перформансе безбедности саобраћаја. Индикатори у безбедности саобраћаја представљају значајан искорак у науци безбедности саобраћаја и служе за оцену и праћење стања безбедности саобраћаја (Пешић и Антић, 2012). Кукић (2014) дефинише индикатор безбедности саобраћаја као показатељ стања безбедности саобраћаја који не представља конкретан број саобраћајних незгода или последица, дакле, није излазни или коначан показатељ стања безбедности саобраћаја, али је у одређеној каузалној вези са овим показатељима, односно настанком саобраћајних незгода.

Пешић (2012) истиче да се оцењивање безбедности саобраћаја помоћу индикатора, по правилу може спровести и пре него што се догоде саобраћајне незгоде, што омогућава да се проактивно могу уочити евентуални проблеми и да се одговарајућим изменама у систему може деловати на побољшање функционисања система безбедности саобраћаја. Посебан значај индикатора у безбедности саобраћаја огледа се у праћењу учинка, дефинисању и успостављању трендова, предвиђању проблема, процени политичког утицаја, поређењу итд. (Пешић и Антић, 2012).

Према ETSC (2001) препознати су фактори који доприносе настанку саобраћајних незгода, односно могући индикатори безбедности саобраћаја који се односе на:

- Понашање учесника у саобраћају;
- Путну инфраструктуру;
- Возила.

Према препорукама ETSC (2001) издвојено је седам основних области за развој индикатора:

- Употреба алкохола и дроге;
- Брзина;
- Заштитни системи;
- Дневна светла;
- Возила;
- Путеви и
- Здравствена заштита.

Gitelman et al. (2010) наводе да феномен безбедности саобраћаја има комплексни карактер и да се данас жели утврдити што више индикатора, који су у могућности да измере факторе који доприносе настанку незгода и да идентификују услове који су повезани са ризиком настанка незгода.

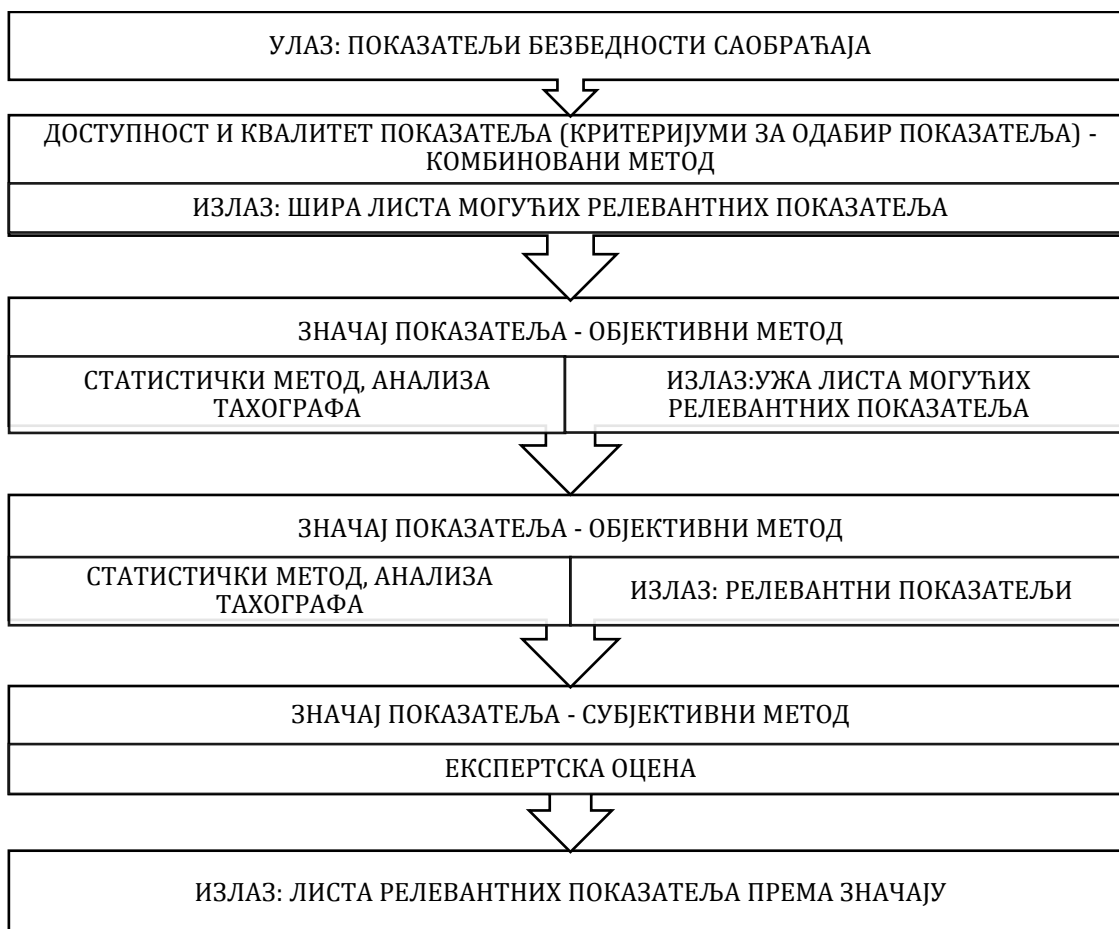
На основу ETSC (2001) уочава се да индикатор безбедности саобраћаја у вези са умором није дефинисан међу седам основних области за развој индикатора. Међутим, последњих година због повећаног удела саобраћајних незгода насталих због умора возача који се, у појединим земљама, креће око 50%, јавља се потреба за дефинисањем индикатора безбедности саобраћаја који је у вези са умором возача. Дефинисањем индикатора који су у вези са умором, и њиховим праћењем током времена могу се дефинисати проблеми, односно фактори који доприносе настанку саобраћајних незгода због умора, као и да се дефинишу одговарајуће мере за елиминисање вожње под утицајем умора.

3.1 Методологија за одабир шире и уже листе релевантних показатеља

Hermans et al. (2008) наводе да би основни критеријуми за одабир релевантних кључних индикатора били: значај, мерљивост, специфичност, осетљивост, поузданост, упоредивост итд. Међутим, Hermans et al. (2009) указују да од низа могућих, за кључне индикаторе безбедности саобраћаја треба бирати оне кандидате који представљају компромис између потребних и расположивих индикатора безбедности саобраћаја.

Пешић (2012) је показао да одабир индикатора безбедности саобраћаја може бити објективан, субјективан или комбиновани. Објективан начин за одабир кључних индикатора безбедности саобраћаја подразумева примену одговарајућих техника, односно метода, које имају задатак да утврде зависност, односно јачину везе између показатеља и броја и последица саобраћајних незгода. За то се најчешће користе статистичке технике испитивања међусобне повезаности нумеричких вредности показатеља и броја и последица саобраћајних незгода.

Међутим, када је у питању дефинисање индикатора везаних за умор, у објективне методе, поред статистичких техника, треба уврстити и анализу тахографа.



Слика 3.1. Алгоритам одабира релевантних показатеља

Пешић (2012) указује да субјективни начин одабира показатеља подразумева примену адекватних техника које имају за циљ дефинисање значаја показатеља на оцену нивоа безбедности саобраћаја, при чему се наводи да се оне односе, пре свега, на експертске оцене и вишекритеријумско вредновање. Комбиновани метод користи и објективни и субјективни приступ дефинисања релевантних показатеља.

Такође, Пешић (2012) објашњава да се комбиновани метод најчешће примењује тако што се најпре примени објективни метод, односно докаже статистичка веза између показатеља и броја и последица саобраћајних незгода, а затим спроведе експертска оцена у циљу верификације резултата. Одабир релевантних индикатора који се односе на умор код возача камиона и аутобуса извршен је према коригованом алгоритму који је развио Пешић (2012), (Слика 3.1.).

3.2 Одабир шире листе релевантних показатеља

Узимајући у обзир резултате досадашњих истраживања, научних и стручних радова из области утицаја умора на возаче, а уважавајући и критеријуме за одабир релевантних показатеља могуће је извршити систематизацију показатеља на три нивоа (показатељи, подгрупа и индикатори), при чему први ниво чине четири групе показатеља:

- Показатељи о сну;
- Показатељи о раду;
- Показатељи о одмору;
- Показатељи о предузетим активностима.

Свака група показатеља подељена је на по две подгрупе показатеља, а свака подгрупа на одређен број индикатора безбедности саобраћаја који су у вези са умором возача.

Показатељи о сну су издвојени у посебну групу показатеља значајних за умор возача, јер бројна истраживања показују да карактеристике сна (колико траје, када је заступљен, да ли има прекида или поремећаја сна) утичу на развој умора, а самим тим и на повећање ризика за настанак саобраћајне незгоде. Имајући то у виду, као подгрупе овог показатеља посматране су количина и квалитет сна (Табела 3.1.).

Прву подгрупу чини количина сна. Тренутно, једина прихватљива метода за утврђивање количине сна код возача камиона и аутобуса је на основу анкете. У широј листи индикатора, у подгрупи количина сна дефинисани су индикатори који се односе на све возаче (не узимајући у обзир критеријум да ли су учествовали у саобраћајној незгоди), али и индикатори који се односе на возаче који су већ учествовали у саобраћајној незгоди.

Значај индикатора „% промене количине сна у ноћи пре незгоде у односу на просечну количину сна у последњих 6 месеци“ огледа се у сагледавању фактора који су утицали на настанак саобраћајне незгоде, међутим није одабран за ужу листу индикатора, јер указује на стање безбедности саобраћаја тек након саобраћајне незгоде. Са друге стране, индикатор „% ноћи са довољном количином сна (у последњих 6 месеци)“ је одабран за ужу листу индикатора јер се праћењем количине сна у неком дужем опсегу (на пример 6 месеци) може прецизније сагледати да ли постоји нагомилавање умора код возача.

Индикатори „% сати сна током ноћи у односу на укупне сате сна“ и „% сати сна током дана у односу на укупне сате сна“ нису изабрани за ужу листу индикатора јер услед промене годишњих доба и дужине трајања дана и ноћи у различитим крајевима света овај индикатор није просторно преносив. Такође, није подобан ни на дужи временски период, јер на пример у Србији дани дуже трају лети, а краће зиме, па је тешко дефинисати шта спада у „сате током ноћи“, односно у „сате током дана“.

Телесни сат је програмиран тако да се поспаност најчешће јавља два пута дневно: прво током уобичајеног периода спавања, средином ноћи (01:00 - 06:00), са најкритичнијим периодом око 6 ујутру. Следећи период се јавља 12 сати касније, 12:00 - 16:00 поподне (Horne and Reyner, 1995). Имајући наведено у виду значајно место заузима индикатор „% ноћи без сна - ноћи када су провели на раду (у последњих 6 месеци)“ и као такав предлаже се за ужу листу индикатора при чему се као утицајни фактор посматра период управљања возилом.

Као друга подгрупа показатеља о сну издваја се квалитет сна. У реалним условима тешко је објективно утврдити квалитет сна. На основу Питсбург индекса квалитета сна може се утврдити самопроцена квалитета сна у претходних месец дана.

Квалитет сна се утврђује на основу 19 питања из 7 подскала. Међутим, због обима упитника овај алат није практичан за утврђивање квалитета сна код професионалних возача на почетку смене, или у било ком тренутку у току смене.

Са друге стране, лабораторијским истраживањима, као што је електроенцефалографија (EEG), може се утврдити да ли је возач имао квалитетан сан или не праћењем можданих таласа. Недостатак овог метода утврђивања квалитета сна је што се ради искључиво у одређеним условима и под одређеним околностима, као такво није погодно за свакодневно утврђивање квалитета сна код возача камиона и аутобуса.

У широј листи индикатора, у подгрупи квалитет сна дефинисани су индикатори који се односе на субјективни осећај возача, али и на њихово понашање током сна. Индикатори „% јутара када се након буђења осећају одморно (у последњих 6 месеци)“, „% одласка на спавање приликом којег се суочавају са тешкоћама да заспе (у последњих 6 месеци)“, „% професионалних возача који, према речима других, хрчу у току сна“, због тешког начина прикупљања нису изабрани за ужу листу индикатора. Са друге стране, на основу резултата претходних истраживања (Phillips and Sagberg (2013); Diependaele (2015)) индикатор „% професионалних возача који имају приметан поремећај сна, али није лекарски дијагностикован“ изабран је за ужу листу индикатора, као и индикатор „% професионалних возача који имају квалитетан сан“. Имајући у виду резултате истраживања које су спровели Gonçalves et al. (2015) о утицају прекомерне поспаности на вожњу, индикатор „% професионалних возача који имају дијагностикован поремећај сна“ је, такође, изабран за ужу листу индикатора.

Показатељи о раду су такође подељени на две подгрупе: 1) време вожње и време проведено на раду и 2) период рада - доба дана. У многим земљама у свету, као и на нивоу Европске Уније и у Србији је законском регулативом дефинисано време вожње и време проведено на раду (погледати поглавље 2).

Међутим, још увек није успостављен стабилан систем контроле и неретко возачи прекораче време вожње што доводи до значајног повећања ризика за настанак саобраћајних незгода услед умора возача. Индикатори из подгрупе време вожње и време проведено на раду, као и подаци о периоду дана, могу се једноставно пратити на основу документације (нпр. података из тахографа, путних налога).

Узимајући у обзир претходно описане резултате истраживања (Charlton and Baas (2001); Charlton et al. (2003); Torregroza-vargas et al. (2014); Diependaele (2015); Davidović (2013); Pešić et al. (2016); Пешић и др. (2016)) за ширу листу индикатора дефинисани су „дневно време вожње“, „недељно време вожње“, „време вожње за две узастопне недеље“, „просечно радно време за 4 узастопна месеца“, који се могу утврдити на основу анализе тахографских уложака и који су изабрани и за ужу листу индикатора.

Са друге стране, дефинисани су и индикатори који се односе на возаче који су учествовали у саобраћајним незгодама: „време вожње пре незгоде“, „промена радног времена дан пре незгоде у односу на просечно радно време“. Међутим ови индикатори нису изабрани за ужу листу индикатора, јер се утврђују тек након што настане саобраћајна незгода.

Када се посматра подгрупа Период рада – доба дана, за ширу листу индикатора се издвајају:

- „% професионалних возача са „дневним биоритмом“ - који раде дневне смене“;
- „% професионалних возача са „ноћним биоритмом“ - који раде ноћне смене“;
- „БИО ризик - % возача који возе у периоду 04:00-06:00“;
- „% сати дневне вожње у односу на укупне сате вожње“;
- „% сати ноћне вожње у односу на укупне сате вожње“.

Имајући у виду да је у поједином периоду године (посебно зими) тешко направити границу између дневних и ноћних смена, за ужу листу индикатора предлажу се „% возача који возе у периоду 04:00-06:00“, „% сати дневне вожње“, „% сати ноћне вожње“ јер се могу једноставно и поуздано утврдити на основу објективних показатеља као што су тахографи, путни налози и друга документа. Индикатор „% возача који возе у периоду 04:00-06:00“ је изузетно значајан јер се баш у том периоду најчешће догађају саобраћајне незгоде настале услед умора возача.

Показатељи о одмору су трећа група одабраних показатеља која се састоји од две подгрупе: време одмора и паузе. Под временом одмора се подразумевају времена дневног и недељног одмора, док се паузе односе на прекиде вожње у оквиру радног дана.

Индикатор, подгрупе време одмора, „време које је протекло од када је возач последњи пут спавао“ је значајан да би се утврдило да ли је возач способан да започне вожњу, а посебно значајан код дуголинијских возача. Међутим, овај индикатор није одабран за ужу листу индикатора због поузданости. Наиме, вредности овог индикатора се заснивају на субјективном ставу возача који надлежни органи не могу да контролишу. Док се индикатор „време које је протекло од последње вожње до почетка смене“, може једноставно и поуздано утврдити, а његов значај је истакнут кроз више научно-стручних радова (Pešić et al., 2016; Torregroza-vargas et al., 2014; Пешић и др., 2016) и изабран је за ужу листу индикатора.

Уколико се индикатори посматрају на дужи временски период предлаже се и индикатор „просечан дневни одмор у последњих месец дана“, међутим овај индикатор се не предлаже за ужу листу због времена потребног за прикупљање ових података.

Табела 3.1. Ши́ра листа релевантних показатеља

ШИ́РА ЛИ́СТА ИНДИКАТО́РА ПЕРФОРМА́НСИ БЕЗБЕДНО́СТИ САОБРАЋАЈА КОЈИ СЕ ОДНОСЕ НА УМО́Р ВОЗАЧА КАМИО́НА И АУТОБУСА				
ПОКАЗАТЕЉ	ПОДГРУПА	ИНДИКАТОР		
ПОКАЗАТЕЉИ О СНУ	Количина сна	% промене количине сна у ноћи пре незгоде у односу на просечну количину сна у последњих 6 месеци		
		% ноћи са довољном количином сна у последњих 6 месеци		
		% сати сна током ноћи у односу на укупне сате сна		
		% сати сна током дана у односу на укупне сате сна		
		% ноћи без сна (ноћи када су провели на раду) у последњих 6 месеци		
	Квалитет сна	% јутара када се након буђења осећају одморно у последњих 6 месеци		
		% одлазака на спавање приликом којег се суочавају са тешкоћама да заспе у последњих 6 месеци		
		% професионалних возача који имају квалитетан сан (субјективан осећај)		
		% професионалних возача који, према речима других, хрчу у току сна		
		% професионалних возача који имају приметан поремећај сна, али није лекарски дијагностикован		
		% професионалних возача који имају дијагностикован поремећај сна		
		ПОКАЗАТЕЉИ О РАДУ	Време вожње и време проведено на раду	Дневно време вожње
				Недељно време вожње
				Време вожње за две узастопне недеље
Просечно радно време за 4 узастопна месеца				
Време вожње пре незгоде (колико је сати возио пре незгоде)				
Промена времена вожње пре незгоде у односу на просечно време вожње				
Промена радног времена дан пре незгоде у односу на просечно радно време				
Време вожње од последње паузе (навести колико је времена протекло од када је возач почео да управља возилом након последње паузе)				
Период рада - доба дана	% професионалних возача са „дневним“ биоритмом (они који раде дневне смене)			
	% професионалних возача са „ноћним“ биоритмом (они који раде ноћне смене)			
ПОКАЗАТЕЉИ О ОДМОРУ	Време одмора	БИО ризик - проценат возача који возе у периоду 04:00-06:00 (када најчешће настају саобраћајне незгоде због умора), а да су пре тога возили минимално 4 сата (у ноћној смени).		
		% сати дневне вожње (вожње у дневним условима видљивости) у односу на укупне сате вожње		
		% сати ноћне вожње (вожње у ноћним условима видљивости) у односу на укупне сате вожње		
ПОКАЗАТЕЉИ О ОДМОРУ	Време одмора	Време које је протекло од када су се пробудили до незгоде (навести колико је сати прошло од када је возач последњи пут спавао)		
		Време које је протекло од последње вожње до почетка смене (дневни одмор)		
		Просечан дневни одмор у последњих месец дана.		

ШИРА ЛИСТА ИНДИКАТОРА ПЕРФОРМАНСИ БЕЗБЕДНОСТИ САОБРАЋАЈА КОЈИ СЕ ОДНОСЕ НА УМОР ВОЗАЧА КАМИОНА И АУТОБУСА		
ПОКАЗАТЕЉ	ПОДГРУПА	ИНДИКАТОР
	Паузе	Број направљених пауза од почетка вожње до настанка незгоде
		Промена броја направљених пауза на дан незгоде у односу на уобичајен број пауза у току радног дана
		Дужина последње паузе пре незгоде
		Промена дужине паузе у односу на просечну дужину паузе
		Број направљених пауза у току радног дана
ПОКАЗАТЕЉИ О ПРЕДУЗЕТИМ АКТИВНОСТИМА	Мере за отклањање умора	% возача који користе адекватне мере за отклањање умора (према старосним категоријама)
		% возача млађих од 35 година који слушају радио за отклањање умора
		% возача 36-45 година који у циљу отклањања умора замоле путника да вози
		% возача старијих од 45 година који у циљу отклањања умора разговарају са путницима
	Едукација возача	% возача који поседује сертификат о професионалној компетентности
		% возача који су у последњих 12 месеци прошли неки процес едукације
		% возача који су у последњих 12 месеци прошли процес едукације по утврђеној методологији за едукацију возача о утицају умора на безбедност саобраћаја

Законом је прописана обавезна учесталост и дужина пауза код професионалних возача (Закон о радном времену посаде возила у друмском превозу и тахографима, 2015), након 4 сата и 30 минута вожње 45 минута паузе, односно 5 минута на сваком полазном стајалишту за линије до 50 km. Имајући то у виду на широј листи индикатора предвиђени су индикатори:

- „Број направљених пауза од почетка вожње до настанка незгоде“;
- „Промена броја направљених пауза на дан незгоде у односу на уобичајен број пауза у току радног дана“;

- „Дужина последње паузе пре незгоде“;
- „Промена дужине паузе пре незгоде у односу на просечну дужину паузе“.

Набројани индикатори се снимају након саобраћајне незгоде, а у циљу утврђивања прецизнијих фактора који су допринели настанку саобраћајних незгода услед умора. Ови индикатори нису предложени за ужу листу индикатора, јер се прате тек након саобраћајне незгоде. Са друге стране, индикатор „број направљених пауза у току радног дана“, је индикатор који се може утврдити независно од незгоде, међутим подаци који би се на тај начин добили не би били упоредиви због разлика у регулативи нпр. возача аутобуса на међународним линијама и на линијама до 50 km. Из тог разлога ни овај индикатор не улази у ужу листу.

Показатељи о предузетим аквностима чине четврту групу показатеља и чине је две подгрупе: мере за отклањање умора и едукација. Бројне су мере које користе возачи за отклањање умора, али се поставља питање да ли су оне адекватне. Имајући у виду резултате истраживања приказаних у оквиру другог поглавља (Maurock (1996); Yildirim (2003); Anund et al. (2015); Watling et al. (2015); Davidović (2013); Pešić et al. (2015); Davidović and Pešić (2017) и др.) у ширу листу индикатора улазе следећи индикатори:

- „% проценат возача који користе адекватне мере за отклањање поспаности (према старосним категоријама)“;
- „% возача млађих од 35 година који слушају радио за отклањање умора“;
- „% возача 36-45 година који у циљу отклањања умора замоле путника да вози“;
- „% возача старијих од 45 година који у циљу отклањања умора разговарају са путницима“

од којих у ужу листу индикатора улази „% проценат возача који користе адекватне мере за отклањање поспаности (према старосним категоријама)“, због свеобухватности, и издваја се за ужу листу индикатора.

Поред мера које примењују возачи за отклањање умора, важну подгрупу чини едукација. Возачи који прођу кроз процес едукације научени су да препознају ране знаке умора и предузму адекватне мере за њихово отклањање. У оквиру ове подгрупе издвајају се следећи индикатори:

- „% возача који поседују сертификат о професионалној компетентности“;
- „% возача који су у последњих 12 месеци прошли неки процес едукације“;
- „% возача који су у последњих 12 месеци прошли процес едукације по утврђеној методологији за едукацију возача о утицају умора на безбедност саобраћаја“.

Индикатор „% возача који су у последњих 12 месеци прошли неки процес едукације“ је значајан да би се утврдило да ли се и у којој мери предузимају активности по питању едукације професионалних возача, међутим потребно је радити смислене обуке, едукације и сертификавање возача. На основу свега наведеног предлаже се да се из подгрупе едукација за ужу листу индикатора изабере индикатор „% возача који поседује сертификат о професионалној компетентности“. При чему наредне кораке треба усмерити ка систематском ширењу процеса едукације ове категорије возача према утврђеној методологији.

3.3 Одабир и начин мерења уже листе могућих релевантних показатеља

У претходном поглављу приказана је шира листа релевантних показатеља безбедности саобраћаја који су у вези са умором возача. Ширу листу релевантних показатеља обухвата четири групе показатеља, са по две подгрупе. Имајући у виду претходно спроведене анализе из шире листе се издвајају индикатори за ужу листу индикатора безбедности саобраћаја који су у вези са умором и они су класификовани у две категорије.

Прву категорију чине индикатори који указују на стање у транспортној компанији по питању умора возача:

- % професионалних возача који имају квалитетан сан;
- % професионалних возача који имају приметан поремећај сна, али није лекарски дијагностикован;
- % професионалних возача који имају дијагностикован поремећај сна;
- БИО ризик;
- % возача који користе адекватне мере за отклањање умора (према старосним категоријама);
- % возача који поседују сертификат о професионалној компетентности.

Другу категорију индикатора чине индикатори који се односе на возаче (на нивоу појединца):

- % ноћи са довољном количином сна (у последњих 6 месеци);
- % ноћи без сна (у последњих 6 месеци);
- Дневно време вожње;
- Недељно време вожње;
- Време вожње за две узастопне недеље;
- Просечно радно време за 4 узастопна месеца;
- % сати дневне вожње;
- % сати ноћне вожње;
- Време које је протекло од последње вожње до почетка смене (дневни одмор)

3.3.1. Начин мерења индикатора који се односе на транспортну компанију

Када се говори о умору као индикатору безбедности саобраћаја код возача камиона и аутобуса, поред индикатора који се односе на возаче значајно место заузимају и индикатори који се односе на транспортну компанију, односно који обухватају све возаче у оквиру компаније и указују на стање безбедности саобраћаја по питању умора на нивоу целе компаније.

3.3.1.1. Начин мерења индикатора „% професионалних возача који имају квалитетан сан“

Као што је претходно приказано, тешко је објективно утврдити квалитет сна. Методе које су до сада развијене захтевају посматрање возача у току сна, односно праћење можданих таласа. Алтернативно решење је да се применом упитника утврди њихов субјективно доживљени осећај квалитета сна.

Индикатор „% професионалних возача који имају квалитетан сан“ израчунава се на основу самопријављеног осећаја квалитета сна свих возача на нивоу транспортне компаније. Возачи могу да оцене свој квалитет сна као добар или лош. Индикатор „% професионалних возача који имају квалитетан сан“ се може израчунати применом формуле:

$$K_c = \frac{D_c}{B} \cdot 100\%$$

K_c - % професионалних возача који имају квалитетан сан

D_c – број возача који сматрају да имају добар квалитет сна

B – укупан број посматраних возача

Значај овог индикатора је двоструки. Поред тога што указује на стање безбедности саобраћаја транспортне компаније, указује и на могућност постојања здравствених проблема возача (као што су опструктивна ноћна апнеја, поремећаји дисања и слично) који се сматрају основним узрочницима лошег квалитета сна. Ограничење код оваквог начина прикупљања података је искреност испитаника, односно возача.

3.3.1.2. Начин мерења индикатора „% професионалних возача који имају приметан поремећај сна, али није лекарски дијагностикован“

Утврђивање вредности индикатора „% професионалних возача који имају приметан поремећај сна, али није лекарски дијагностикован“ врши се применом метода анкете, односно на основу самопријављеног понашања возача. Ограничење код мерења индикатора путем анкете је искреност испитаника при давању одговора.

Под поремећајем сна се подразумевају чести прекиди сна у току ноћи, хркање, поремећаји дисања и сл. Овај индикатор је у директној негативној вези са квалитетом сна. Такође, има двоструки циљ: праћење стања безбедности саобраћаја и здравственог стања возача. Израчунава се применом следеће формуле:

$$P_c = \frac{ИПС}{В} \cdot 100\%$$

P_c - „% професионалних возача који имају приметан поремећај сна, али није лекарски дијагностикован

ИПС – број возача који сматрају да имају поремећај сна, али није лекарски дијагностикован

$В$ – укупан број посматраних возача

3.3.1.3. Начин мерења индикатора „% професионалних возача који имају дијагностикован поремећај сна“

Постоје верификовани начини за утврђивање и лечење опструктивне ноћне апнее. Опструктивна ноћна апнеа се дијагностикује полисомнографским прегледом, који је најпознатији и препоручени дијагностички метод за регистровање овог поремећаја. Шпанско удружење пулмолога и грудних хирурга је 2011. предложило спровођење полисомнографског испитивања код пацијената са ниском или средњом вероватноћом, а код пацијената са високом вероватноћом се спроводи респираторна полиграфија (Lloberes et al., 2011).

Златни стандард у дијагностиковању опструктивне ноћне апнее је континуирана полисомнографија, овај тест континуирано региструје електроенцефалограм, електроокулограм, ментални и предњи тибикални електромиограм, електрокардиограм, хркање, положај тела, пулс, сатурацију кисеоника и проток ваздуха кроз нос и уста. Овај преглед мора се спроводити ноћу, траје најмање 6,5 сати, а пацијент мора најмање 3 сата да спава (Ramos et al., 2016). Дакле, и овај индикатор је у вези са квалитетом сна возача. Индикатор % професионалних возача који имају дијагностикован поремећај сна се израчунава помоћу следеће формуле:

$$ОСА = \frac{ДПС}{В} \cdot 100\%$$

ОСА - % професионалних возача који имају дијагностикован поремећај сна

ДПС – број возача који имају дијагностикован поремећај сна

В – укупан број посматраних возача

Улазни подаци за овај индикатор се добијају од лекара, односно постављањем дијагнозе. Предности код начина прикупљања овог индикатора су поузданост, јер се добијају мишљењем лекара, а недостатак је што многи возачи нису ни обавили преглед.

3.3.1.4. Начин мерења индикатора „БИО ризик“

БИО ризик је индикатор који представља проценат возача који возе у периоду 04:00-06:00 (када најчешће настају саобраћајне незгоде због умора), а да су пре тога возили минимално 4 сата, односно да су радили у ноћној смени. Овај индикатор се, такође, може израчунавати на дневном, недељном, месечном или вишемесечном нивоу, улазни подаци се могу утврдити на основу докумената (нпр. тахограф, путни налог). Израчунава се применом следеће формуле:

$$БИО = \frac{ВН_{4-6}}{В} \cdot 100\%$$

БИО – БИО ризик

VH_{4-6} – број возача који возе у периоду 04:00-06:00 (када најчешће настају саобраћајне незгоде због умора), а да су пре тога возили минимално 4 сата, односно да су радили у ноћној смени

V – укупан број посматраних возача

3.3.1.5. Начин мерења индикатора „% возача који користе адекватне мере за отклањање умора (према старосним категоријама)“

Улазни подаци за индикатор „% возача који користе адекватне мере за отклањање умора (према старосним категоријама)“, добијају се на основу самопријављеног понашања возача, а израчунава се применом следеће формуле:

$$AM = (AM_{\leq 35} + AM_{36-45} + AM_{45+})/3$$

$$AM_{\leq 35} = \frac{CP_{\leq 35}}{CM_{\leq 35}} \cdot 100\%$$

$$AM_{36-45} = \frac{PB_{36-45}}{CM_{36-45}} \cdot 100\%$$

$$AM_{45+} = \frac{PP_{45+}}{CM_{45+}} \cdot 100\%$$

AM - % возача који користе адекватне мере за отклањање умора (према старосним категоријама)

$AM_{\leq 35}$ - % возача до 35 година који користе адекватне мере за отклањање умора

AM_{36-45} - % возача 36-45 година који користе адекватне мере за отклањање умора

AM_{45+} - % возача старијих од 45 година који користе адекватне мере за отклањање умора

$CP_{\leq 35}$ - број возача млађих од 35 година који за отклањање поспаности слушају радио

$CM_{\leq 35}$ - број возача млађих од 35 година који су обухваћени истраживањем

PV_{36-45} - број возача млађих од 36-45 година који када осете поспаност замоле путника да вози

CM_{36-45} - број возача 36-45 година који су обухваћени истраживањем

RP_{45+} - број возача старијих од 45 година који као меру за отклањање поспаности разговарају са путницима

CM_{45+} - број возача старијих од 45 година који су обухваћени истраживањем

3.3.1.6. Начин мерења индикатора „% возача који поседују сертификат о професионалној компетентности“

Према Закону о безбедности саобраћаја на путевима (члан 203) возач моторног возила, односно скупа возила, коме је управљање возилом основно занимање, када управља возилом, односно скупом возила категорија С, С1, D, D1, CE, C1E, DE или D1E, за обављање послова професионалног возача мора имати стечену почетну квалификацију, односно периодичну обуку. На овај начин обучени професионални возачи подижу квалитет компаније, флоте и у великој мери унапређују безбедност саобраћаја и квалитет компаније.

Индикатор „% возача који поседују сертификат о професионалној компетентности“ (почетни или периодични) се израчунава применом следеће формуле:

$$CPC = \frac{CPC_+}{V} \cdot 100\%$$

CPC - % возача који поседују сертификат о професионалној компетентности (почетни или периодични)

CPC_+ - број возача који поседују сертификат о професионалној компетентности (почетни или периодични)

V – укупан број посматраних возача

Улазни подаци се добијају на основу документације која је доступна управи транспортне компаније. Може се посматрати као обједињен за почетну квалификацију или периодичну обуку, али и одвојено према истој формули. На основу анализираних индикатора који се односе на транспортне компаније издвајају се два фактора која у великој мери утичу на развој умора: квалитет сна и мере које предузимају за отклањање поспаности.

3.3.2. Начин мерења индикатора који се односе на возаче камиона и аутобуса

Поред индикатора који се односе на транспортну компанију јер сумирају све возаче на нивоу компаније, издвајају се индикатори који се односе појединачно на сваког возача. Значај ових индикатора се огледа у сагледавању стања умора појединачно сваког возача на основу релевантних показатеља.

3.3.2.1. Начин мерења индикатора „% ноћи са довољном количином сна“

Када се говори о умору возача, често се помиње нагомилавање умора, које представља високо ризични фактор утицаја на безбедност саобраћаја. Оптимално време сна у току ноћи је од 6 до 8 сати за нормално обављање радних активности, а самим тим и за вожњу.

Имајући у виду утврђену везу између количине и квалитета сна, предлаже се праћење индикатора „% ноћи са довољном количином сна (у последњих 6 месеци)“, при чему се на основу претходно наведених резултата истраживања као граница „довољне количине сна“ узима 6 сати.

Индикатор се може посматрати за било који временски пресек (нпр. претходна ноћ, претходних 7 дана, претходних месец дана или претходних 6 месеци) у зависности од жељеног исхода. Предлаже се што дужи временски период у циљу добијања што квалитетнијих података. Улазни подаци за овај индикатор се добијају на основу самопријављеног осећаја количине сна и као такав има недостатак у виду искрености испитаника.

Индикатор се израчунава на следећи начин:

$$\text{ДКС} = \frac{\text{КС}_{\leq 6}}{N} \cdot 100\%$$

ДКС - % ноћи са довољном количином сна (за посматрани период)

$\text{КС}_{\leq 6}$ - број ноћи које је возач спавао најмање 6 сати (у посматраном периоду)

N – укупан број ноћи у посматраном периоду

Пример: Уколико је возач у јулу месецу спавао 18 дана најмање 6 сати, а 13 дана је спавао мање од 6 сати вредност индикатора се израчунава на следећи начин:

$$\text{ДКС} = \frac{18}{31} \cdot 100\% = 58\%$$

Дакле, возач је у 58% ноћи имао квалитетан сан, што се може сматрати веома ниском вредношћу.

3.3.2.2. Начин мерења индикатора „% ноћи без сна“

Индикатор „% ноћи без сна“, се слично претходном, може посматрати на различитим временским пресецима, али због обима података и веће поузданости резултата предлаже се посматрање на 6 месеци. Овај индикатор се односи на проценат ноћи када су возачи радили ноћне смене и нису ноћу спавали. На основу приказаних искустава индикатор „% ноћи без сна“ се израчунава применом следеће формуле:

$$\text{БС} = \frac{N_{\text{БС}}}{N} \cdot 100\%$$

БС - % ноћи без сна

$N_{\text{БС}}$ – број ноћи без сна у посматраном периоду

N – укупан број ноћи у посматраном периоду

Код утврђивања индикатора „% ноћи без сна“, подаци се могу прикупити из докумената (нпр. радни налог, тахограф), међутим треба бити обазрив и дефинисати границу одступања јер има возача који неке ноћи нису провели на послу, али су били без сна из неких приватних разлога.

3.3.2.3. Начин мерења индикатора „Дневно време вожње“

Према Закону о радном времену посаде возила у друмском превозу и тахографима (Закон о радном времену посаде возила у друмском превозу и тахографима, 2015) возачима аутобуса и камиона ограничено је дневно време вожње на 9 сати, односно на 8 сати на линијама до 50 km. Дневно време вожње је индикатор који се може поуздано утврдити читавањем броја сати са тахографа.

3.3.2.4. Начин мерења индикатора „Недељно време вожње“

Возачима аутобуса и камиона ограничено је недељно време вожње на 56 сати (Закон о радном времену посаде возила у друмском превозу и тахографима, 2015). Недељно време вожње возача је индикатор који се може поуздано утврдити читавањем броја сати са тахографа.

3.3.2.5. Начин мерења индикатора „Време вожње за две узастопне недеље“

Време вожње, возачима аутобуса и камиона, ограничено је на 90 сати за две узастопне недеље (Закон о радном времену посаде возила у друмском превозу и тахографима, 2015). Мерење овог индикатора може се извршити поуздано читавањем броја сати са тахографа.

3.3.2.6. Начин мерења индикатора „Просечно радно време за 4 узастопна месеца“

Просечно радно време, возачима аутобуса и камиона, за четири узастопна месеца је ограничено на 48 сати (Закон о радном времену посаде возила у друмском превозу и тахографима, 2015). Просечно радно време за четири узастопна месеца је индикатор који се може поуздано утврдити читавањем броја сати са тахографа.

3.3.2.7. Начин мерења индикатора „% сати дневне вожње“

Индикатор „% сати дневне вожње“, се може прецизно и поуздано утврдити укрштањем података са тахографа и података о временско-метеоролошким условима. Односно утврђивањем који сати вожње су били у дневним условима видљивости.

3.3.2.8. Начин мерења индикатора „% сати ноћне вожње“

Слично претходном индикатору и индикатор „% сати ноћне вожње“, се може прецизно и поуздано утврдити укрштањем података са тахографа и података о временско-метеоролошким условима. Односно утврђивањем који сати вожње су били у ноћним условима видљивости.

3.3.2.9. Начин мерења индикатора „време које је протекло од последње вожње до почетка смене (дневни одмор)“

Према Закону о радном времену посаде возила у друмском превозу и тахографима (Закон о радном времену посаде возила у друмском превозу и тахографима, 2015) возачима аутобуса и камиона одређена је доња граница за дневни одмор која износи 11 сати у току 24 сата, или 12 сати (најмање 3 сата у једном и најмање 9 сати у другом периоду). Дозвољен је и скраћени дневни одмор најмање 9 сати (члан посаде возила може имати највише три скраћена дневна одмора између свака два недељна одмора). Дневни одмор је индикатор који се може поуздано утврдити читавањем броја сати са тахографа, посматра се пун дневни одмор – најмање 11 сати.

На основу анализираних индикатора који се односе на возаче издвајају се следећи фактори који у великој мери утичу на развој умора: квалитет сна, количина сна, период дана када управљају возилом, (дневна вожња, ноћна вожња), дневно време вожње, недељно време вожње, двонедељно време вожње. Ужа листа индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача камиона и аутобуса са приказаном категоријом, индикатором и начином мерења дата је прегледно (Табела 3.2.).

Табела 3.2. Ужа листа индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача камиона и аутобуса

Категорија	Индикатори	Начин мерења
индикатори који указују на стање у транспортној компанији	% професионалних возача који имају квалитетан сан	$K_c = \frac{D_c}{B} \cdot 100\%$
	% професионалних возача који имају приметан поремећај сна, али није лекарски дијагностикован	$P_c = \frac{ИПС}{B} \cdot 100\%$
	% професионалних возача који имају дијагностикован поремећај сна	$OCA = \frac{ДПС}{B} \cdot 100\%$
	БИО ризик	$БИО = \frac{BH_{4-6}}{B} \cdot 100\%$
	% возача који користе адекватне мере за отклањање умора (према старосним категоријама)	$AM = AM_{\leq 35} + AM_{36-45} + AM_{45+}$ $AM_{\leq 35} = \frac{CP_{\leq 35}}{CM_{\leq 35}} \cdot 100\%$ $AM_{36-45} = \frac{PB_{36-45}}{CM_{36-45}} \cdot 100\%$ $AM_{45+} = \frac{PP_{45+}}{CM_{45+}} \cdot 100\%$
	% возача који поседују сертификат о професионалној компетентности	$CPC = \frac{CPC_+}{V} \cdot 100\%$
индикатори који се односе на возаче	% ноћи са довољном количином сна (у последњих 6 месеци)	$DKC = \frac{KC_{\leq 6}}{H} \cdot 100\%$
	% ноћи без сна (у последњих 6 месеци)	$BC = \frac{H_{BC}}{H} \cdot 100\%$
	дневно време војње	анализом тахографског улошка
	недељно време војње	анализом тахографског улошка
	време војње за две узастопне недеље	анализом тахографског улошка
	просечно радно време за 4 узастопна месеца	анализом тахографског улошка
	% сати дневне војње	анализом тахографског улошка
	% сати ноћне војње	анализом тахографског улошка
	време које је протекло од последње војње до почетка смене (дневни одмор)	анализом тахографског улошка

3.4 Утврђивање утицаја групе фактора које доприносе настанку умора код професионалних возача – нумерички пример за Србију

Систематизацијом литературе која се бави умором код професионалних возача, пре свега код возача комерцијалних возила, дефинисано је три групе фактора које могу да утичу на настанак умора код возача:

- Фактор сна (циркадијални ритам - када возач ради у периоду када обично спава и спава када је обично будан и количина сна);
- фактор рада (односи се на дуге смене, прековремени рад и недостатак времена за одмор);
- Фактор здравља (медицински дијагностиковани проблеми са спавањем, опште здравствено стање и стил живота).

Основни циљ спроведеног истраживања је да се утврди утицај три главна фактора умора код возача камиона и аутобуса у Србији. Основна питања су:

- Да ли постоји статистички значајна веза између старости возача и начина рада?
- Да ли време одласка на спавање утиче на квалитет сна?
- Да ли недостатак сна утиче на квалитет сна?
- Да ли време рада утиче на сате сна?
- Да ли учесталост осећаја поспаности у току вожње утиче на меру коју возачи предузимају за отклањање поспаности?

Као основне променљиве коришћене су: дневно радно време, недељно радно време, сати сна у току 24 часа, дужина сна у ноћи пре незгоде и учесталост проблема са спавањем.

3.4.1. Методологија

Истраживање је спроведено уз помоћ анкете и било је потпуно анонимно. Обучени истраживачи су спровели истраживање тако што су у транспортним компанијама широм Србије анкетирали возаче камиона и аутобуса.

Упитник су чинила питања отвореног и затвореног типа. Испитаници су уписивали број сати код отворених питања, док су код затворених питања заокруживали један од понуђених одговора. Након спроведеног истраживања формирана је база података за даље статистичке анализе.

Питања су подељена у складу са горе наведеном класификацијом на основу предвиђене три групе главних фактора који могу утицати на појаву умора:

- Фактор сна
 - циркадијални ритам
Када обично раде (1-дању, 2-ноћу, 3-мењају смене)
 - 1-дању, односи се на возаче који дању раде, а ноћу спавају
 - 2-ноћу, односи се на возаче који ноћу раде, а дању спавају
 - 3-мењају смене, односи се на возаче који раде у различито време, некада раде дању, а некада ноћу
 - колико сати обично спавају у току 24 сата
Испитаници су уписивали број сати, а затим су подаци кодирани тако да је 0-довољно (ако су спавали најмање 6 сати), 1-недовољно (ако су спавали мање од 6 сати сна).
 - Како оцењују квалитет сна (0-квалитетан, 1-неквалитетан)
Испитаници су квалитет сна оцењивали као одличан, добар и лош. Квалитетним сном се сматра сан који је окарактерисан као одличан или добар, а неквалитетним сном сан који је оцењен као лош.
 - Време одласка на спавање (0- најкасније у 22:00, 1-након 22:00)

Испитаници су уносили време одласка на спавање, а затим су подаци кодирани, тако да прву категорију чини време најкасније у 22:00, а другу категорију после 22:00.

- Фактор рада
 - Колико сати недељно раде
Испитаници су уносили број сати, а татим су подаци кодирани тако да је 0- у складу са законом, 1-преко законског ограничења.
 - Према важећем закону у Републици Србији (у време истраживања), просечно радно време за 4 узастопна месеца не сме да буде дуже од 48 сати из тог разлога је граница постављена на 48 сати.
- Фактор здравља – навике спавања
 - Да ли им је тешко да заспе? (0-не, 1-да)
Испитаници су на четворостепеној скали оцењивали у којој мери им је тешко да заспе (1-увек, 2-често, 3-понекад, 4-никад), резултати су класификовани тако да 0 означава да им никада није тешко да заспе, док су понекад, често и увек кодирани јединицом, односно имају проблема да заспе.

Учесници

Циљна група су професионални возачи (возачи камиона и аутобуса) који су запослени у транспортној компанији у Србији. Учесници су добровољно учествовали у истраживању, узорак чини 345 возача свих старосних категорија. Све нејасноће су решене у току истраживања, тако да није било недостајућих података у попуњеним упитницима.

Статистичка анализа

Формирана је база података и подаци су анализирани уз помоћ програма SPSS Statistics, version 20.0. У циљу утврђивања јачине утицаја три анализирана фактора (сна, рада и здравља) на умор код професионалних возача у Србији спроведено је низ статистичких анализа (дескриптивна анализа, непараметарски тестови и корелација).

Најпре је Колмогоров-Смирновим тестом тестирана нормалност расподеле. С обзиром да су све променљиве одступале од нормалне расподеле коришћени су непараметарски тестови.

Узорак је објашњен употребом апсолутних и релативних фреквенција, средње вредности, стандардног одступања, док је Пирсонов χ^2 тест коришћен за утврђивање статистичке значајности између старости и месечне пређене километраже, између старости и начина вожње, између старости и времена вожње, између мера које користе за отклањање поспаности и учесталости поспаности. Нулта хипотеза (H_0) је: „Није утврђена статистички значајна веза између група“, док је радна хипотеза (H_a): „Утврђена је статистички значајна веза између група“. Праг статистичке значајности је постављен на 5%, односно ако је $p \leq 0,05$, H_0 се одбацује, а H_a се усваја, а ако је $p > 0,05$ H_0 се усваја.

Спирманова корелација ранга је коришћена за утврђивање корелације између променљивих, док је модел логистичке регресије коришћен за предвиђање вероватноће догађаја. Логистичка регресија је врста регресионе анализе у којој је зависна променљива дихотомна, или бинарна (0 или 1), и где је најмање једна независна променљива.

3.4.2. Резултати истраживања

Узорак је чинило 345 возача, класификованих у шест старосних категорија, чија расподела је приказана табеларно (Табела 3.3.). Сви испитаници су били мушког пола, зато што они преовлађују у транспортним компанијама на територији Републике Србије. Највише испитаника месечно је возило између 2.500 и 5.000 km (57,4%), < 2,500 km 7,8%, 5.000-7.500 km 19,1%, 7.500-10.000 km 5,2% and >10.000 km 10,4%.

Утврђена је значајна разлика између старосних група и месечне пређене километраже ($\chi^2 = 36,78$, $p < 0,001$). Највећи број испитаника из старосне групе 26-35 је прелазило између 2.500 и 5.000 km месечно.

Табела 3.3. Старосна структура испитаника

Старосна структура	% испитаника
18-25	8,7
26-35	30,4
36-45	23,5
46-55	20,9
56-65	13,9
преко 65	2,6

Фактор сна

Уколико се посматра циркадијални ритам и у оквиру њега радне смене возача, уочава се да је највише испитаника мењало смене (52,2%), док 47,8% је увек радило у истој смени. Међу испитаницима који су радили увек исте смене 80% увек је радило дневне смене, а 20% ноћне.

Хи-квадрат тестом независности утврђено је да постоји статистички значајна веза између старости и начина рада ($\chi^2 = 45,79$, $p < 0,001$). Возачи који припадају старосној групи од 26-34 године најчешће нису мењали смене и увек су возили преподне, док су остали возачи обично мењали смене.

Табела 3.4. Средња вредност и стандардно одступање за уобичајене сате сна и сате сна у ноћи пре незгоде у зависности од старосне категорије

		Колико сати обично спавате (за 24 h)?		Колико сте сати спавали у ноћи пре незгоде?	
		Mean	SD	Mean	SD
Старосна група	18-25	7,80	1,40	1,30	2,31
	26-35	6,03	1,82	2,14	3,02
	36-45	6,70	0,82	1,78	2,97
	46-55	6,42	1,18	1,92	2,83
	56-65	6,69	1,49	4,00	4,68
	>65	8,33	2,89	1,67	2,89
	Укупно	6,57	1,53	2,18	3,22

Према литератури, оптимално време сна за нормално обављање дневних активности је 6-8 сати. Све испод 6 сати се сматра недовољном количином сна.

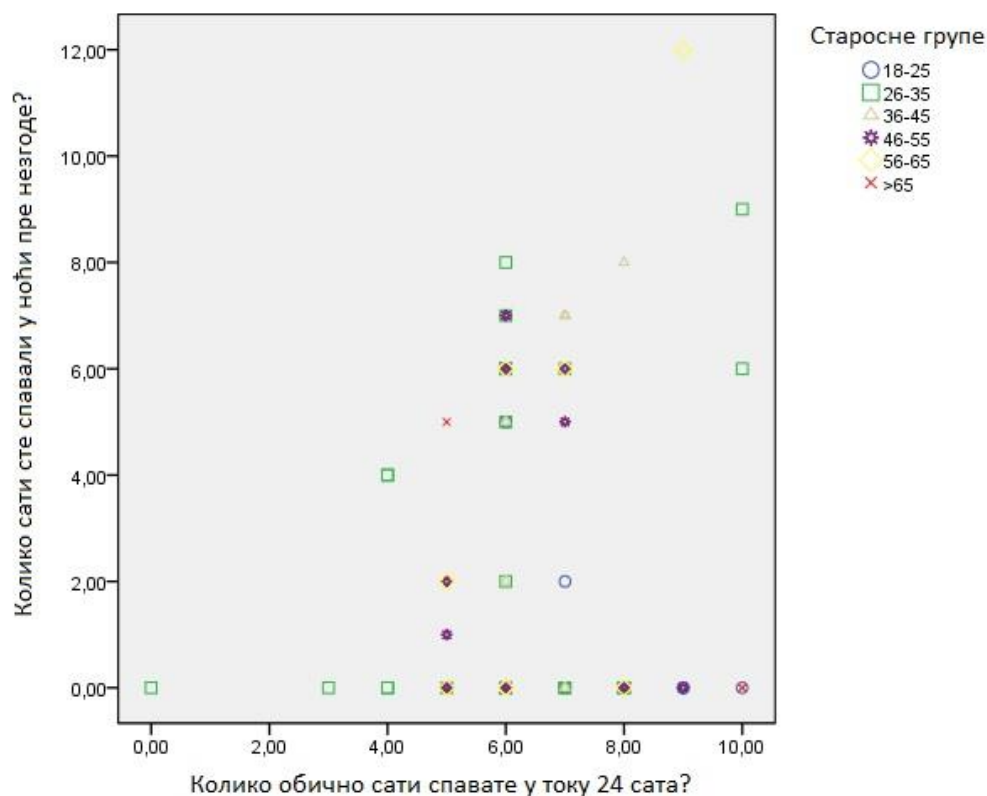
Резултати показују да 14% испитаника није имало довољно сна. Испитаници су као одговор уносили број сати, а затим су ти подаци при анализи класификовани као „довољно“, односно „недовољно“ сна.

Применом логистичке регресије утврђено је да ли постоји веза између сати сна и квалитета сна. Резултати показују да постоји статистички значајна веза ($\chi^2=33,63$, $p<0,001$). Модел је коректно класификовао 86,1% случајева. Са интервалом поузданости од 95% утврђено је да возачи који су у току 24 сата имали мање од 6 сати сна, имали су 8 пута већу вероватноћу за лошим квалитетом сна.

Међу анкетираним професионалним возачима, око 40% су учествовали у саобраћајним незгодама у претходне 3 године. Слика 3.2. приказује зависност између уобичајених сати сна и сати сна у ноћи пре незгоде, према старосним категоријама. Вредност нула на ординати показује групу људи који нису учествовали у саобраћајној незгоди. Спирманов коефицијент корелације показује позитивну корелацију између уобичајених сати сна и сати сна у ноћи пре незгоде ($r=0,19$), која је статистички значајна ($p<0,05$).

Средња вредност и стандардно одступање за уобичајене сате сна ($mean=6,57$, $SD=1,53$) и дужину сна у ноћи пре незгоде ($mean=2,18$, $SD=3,22$) дати су табеларно (Табела 3.4.). Резултати показују да су старији возачи спавали дужи него млађи, а да су највише спавали возачи старији од 65 година ($mean=8,33$, $SD=2,89$). Од возача који су учествовали у саобраћајној незгоди у ноћи пре незгоде су најмање спавали возачи млађи од 25 година ($mean=1,30$, $SD=2,31$).

Испитаници који су учествовали у саобраћајној незгоди возили су око 3 сата пре незгоде ($mean=3$, $SD=9,9$) и 38% њих се осећало поспаном. Више од половине није имало довољно сна у ноћи пре незгоде (Слика 3.3.), а оптимални период за обављање свакодневних активности је 6-8 сати.

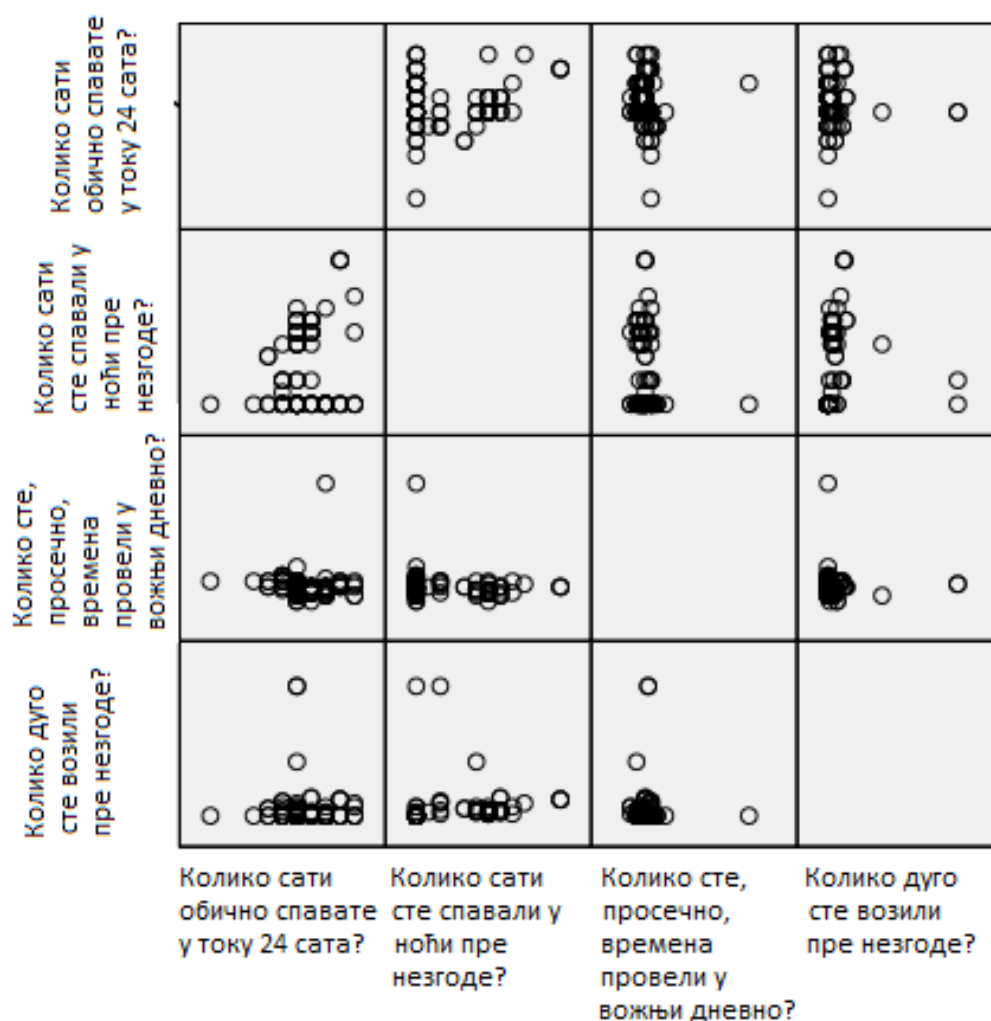


Слика 3.2. Сати сна: Уобичајени према ноћи пре незгоде, према старосним категоријама. Вредност 0 на ординати приказује групу испитаника која није учествовала у саобраћајној незгоди. Спирманов коефицијент корелације показује позитивну корелацију између уобичајених сати сна и сати сна у ноћи пре незгоде ($r=0,19$), која је статистички значајна ($p=0,044$).

Ово истраживање се односи и на утицај стила живота, односно како време одласка на спавање утиче на квалитет сна. Променљива „време одласка на спавање“, је категоријска, са две категорије 0–22h и 1- након 22h. Логистичком регресијом је испитивано да ли и у којој мери време одласка на спавање утиче на квалитет сна. Утврђено је да време одласка на спавање не утиче на квалитет сна ($\chi^2=0,005$, $p>0,05$). Граница је постављен на 22h узимајући у обзир чињеницу да је то најбоље време одласка на спавање за квалитетан сан.

Фактор рада

Утврђено је да су возачи радили око 45 сати недељно ($mean=45,38$, $SD=13,76$) и возили по 8 сати сваког дана ($mean=8$, $SD=3,93$). Средња вредност и стандардно одступање за недељно и дневно радно време према старосним категоријама дати су табеларно (Табела 3.5.).



Слика 3.3. Корелација између уобичајене дужине сна и дужине сна у ноћи пре незгоде, просечни сати рада и сати рада пре незгоде

Међутим, уколико се посматрају возачи који поштују законом дефинисано радно време и возаче који не поштују то ограничење уочава се да 76,2% испитаника поштује законске одредбе. Према Закону о безбедности саобраћаја на путевима у Републици Србији (Закон о безбедности саобраћаја на путевима, 2009), просечно радно време за 4 узастопна месеца не сме да буде дуже од 48 сати недељно, из тог разлога је граница постављена на 48 сати, и време вожње на 9 сати дневно. Пирсоновим Хи-квадрат тестом независности је утврђено да постоји статистички значајни утицај старости на прекорачење ограничења времена вожње. Возачи старији од 45 година и млађи од 65 година много чешће су чинили овај прекршај од осталих возача ($\chi^2 = 57,6$, $p < 0,001$).

Табела 3.5. Средња вредност и стандардно одступање за недељно и дневно радно време према старосним категоријама

Старосна категорија	Колико сати недељно радите?		Колико просечно сати дневно возите?	
	Средња вредност	Стандардно одступање	Средња вредност	Стандардно одступање
18-25	40,80	8,92	7,70	1,83
26-35	40,91	7,91	8,66	6,42
36-45	42,85	9,61	7,89	1,87
46-55	48,13	16,85	7,33	2,51
56-65	59,50	18,53	8,19	1,72
>65	38,33	5,77	6,67	2,89
Укупно	45,38	13,76	8,00	3,93

Логистичком регресијом је испитивана веза између сати рада и сати сна. Резултати директне логистичке регресије показују да је регресиони модел статистички значајан ($\chi^2 = 10,98$, $p < 0,05$), и да коректно класификује 76,2% случајева. Са интервалом поузданости од 95% утврђено је да возачи који возе изнад законског ограничења имају 3 пута већу вероватноћу да ће спавати мање од 6 сати у току 24 сата.

Здравствени фактор

Здравље није само одсуство болести, већ и стање физичког, психолошког и социјалног благостања (WHO, 2012). Фактори здравља су свеобухватни; између осталог постоје кардиоваскуларне болести, хипертензија, епилепсија, дијабетес, психијатријске болести, поремећај сна, животни стил, навике спавања итд. Сходно томе, постоји много фактора који се могу класификовати као здравствени фактори. Ноћна апнеа је веома значајан фактор, али у Србији, дијагностика ноћне апнее је тек у почетној фази. Ни лекари ни професионални возачи још увек не посвећују довољно пажње изучавању овог проблема. Из тог разлога, возачи нису испитивани да ли имају ноћну апнеју.

Стратегије против поспаности

У случајевима када се јавља поспаност у току вожње возачи предузимају различите стратегије. Највише испитаника је истакло да су пили кафу и слушали радио како би се изборили са поспанашћу.

Неки од њих су пушили цигарете, причали са путницима или јели (Табела 3.6.). Испитаници су најмање питали путника (када су радили у удвојеним посадама) да он вози или су ишли на спавање. С обзиром да су ове вредности мање од 1% искључене су из даље анализе. На основу тога може се закључити да возачи не примењују најефикаснију меру – спавање. Пирсоновим Хи-квадрат тестом независности је утврђено да постоји статистички значајна веза између примењиваних стратегија за отклањање поспаности у току вожње и старосних категорија ($\chi^2 = 12,876$, $p < 0,01$).

Утврђена је значајна веза између мера за отклањање поспаности и учесталости јављања поспаности у току вожње ($\chi^2 = 108,8$, $p < 0,01$). Утврђено је да возачи који се најчешће осећају поспано у току вожње (више од 10 пута годишње), као стратегију примењују пушење цигарета. Са друге стране испитаници који се нису осећали поспано најчешће су слушали радио. Ни један учесник није конзумирао лекове који изазивају поспаност у том периоду.

Табела 3.6. Шта професионални возачи раде да помогну себи да остану будни и опрезни, према старосним групама?

Како помажете себи да останете будни и опрезни?									
	Мера Старост	пије кафу	једе	узима лекове или дрогу	слуша радио	прича са путницима	пуши цигарете	никада се нисам осећао поспано	ук.
Старосна категорија	18-25	0,0%	16,7%	0,0%	66,7%	0,0%	0,0%	16,7%	100%
	26-35	46,2%	3,8%	3,8%	30,8%	3,8%	0,0%	11,5%	100%
	36-45	46,2%	0,0%	0,0%	46,2%	0,0%	7,7%	0,0%	100%
	46-55	21,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%	28,6%	100%
	56-65	66,7%	0,0%	0,0%	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	100%
	>65	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100%

3.4.3. Закључци

У овом истраживању испитиван је утицај три основна фактора која могу да утичу на појаву умора код возача и резултати су показали да:

- Фактор сна има значајан утицај – Утврђено је да постоји значајна веза између квалитета и количине сна. Уколико возачи спавају мање од 6 сати у току 24 сата вероватноћа да ће имати лош квалитет сна је 8 пута већа. Такође, утврђено је да се начин рада разликује у зависности од старосне групе.
- Фактор рада има значајан утицај – возачи између 46 и 65 година најчешће раде дуже него што је то законом дозвољено. Уколико возачи возе изнад законског ограничења, имају три пута већу вероватноћу да ће спавати мање од 6 сати у току 24 сата, односно да неће имати довољно сна.
- Уколико се време одласка на спавање разматра у контексту фактора здравља, може се закључити да овај фактор не утиче на квалитет сна.

Поред тога што је испитиван утицај три основна фактора на умор код возача, остварен је и психолошки допринос у виду разумевања свести возача (на пример, мања количина сна производи код возача осећај да је лош квалитет сна), разумевање понашања возача у зависности од старости (на пример, са порастом година возачи чешће предузимају ризик да возе изнад законом ограниченог времена, што може бити последица претходног искуства, потреба за финансијском стабилношћу за породицу), што помаже при дефинисању индикатора перформанси безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача.

Уколико возачи возе изнад законског ограничења, имају 3 пута већу вероватноћу да ће спавати мање од 6 сати у току 24 сата, уколико спавају мање од 6 сати имају 8 пута већу вероватноћу да имају лош квалитет сна. Лош квалитет сна смањује перформансе возача што повећава ризик за настанак саобраћајне незгоде.

У наредним истраживањима је потребно изучити друге елементе фактора здравља, као што су поремећај спавања, болови у леђима/ногама, стрес, проблеми у породици и њихов утицај. Такође је потребно утврдити да ли неки други пресек времена, пре или после 22h има утицај на квалитет сна.

3.5 Утврђивање и рангирање релевантних показатеља умора код возача комерцијалних возила

Утврђивање релевантних показатеља умора код возача камиона и аутобуса врши се на основу прегледа досадашњих истраживања у вези са умором возача, као и шире и уже листе индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор возача камиона и аутобуса. Најпре су издвојени утицајни фактори и за сваки од њих поткатегорија (Табела 3.7.).

Старост возача се издваја као утицајни фактор и дели се у четири поткатегорије: до 25 година, од 25 до 35 година, од 36 до 45 година и старије од 45 година. Затим, врста возила којим управља: камиони и аутобуси.

Такође, истраживања показују да је месечна пређена километража од великог утицаја на понашање возача када је у питању умор, при чему је граница постављена на 1,600 km.

Остали утицајни фактори су дефинисани у ужој листи индикатора који се односе на умор возача камиона и аутобуса а то су: количина сна (најмање 6 сати/више од 6 сати), квалитет сна (добар/лош, при чему је добар квалитет дефинисан као континуиран сан у току ноћи, без буђења, тешких снова, док се под лошим квалитетом сна сматра сан који има прекиде (буђење) на 2-3 сата, ноћне море и/или снове који исцрпљују и након којих се лице буди исцрпљено, не осећа се одморно).

Табела 3.7. Показатељи умора код возача камиона и аутобуса

Утицајни фактор	Поткатегорија
Старост	до 25 година
	25-35
	36-45
	45+
Врста возила којим управља	камиони
	аутобуси
Месечна пређена километража	до 1.600 km
	преко 1.600 km
Количина сна	до 6 сати
	више од 6 сати
Квалитет сна	добар
	лош
Време управљања возилом	приближно једнако дан и ноћ
	90% времена дан
	90% времена ноћ
Дневно време вожње	≤ 9 сати
	> 9 сати
Недељно време вожње	≤ 56 сати
	> 56
Двонедељно време вожње	≤ 90 сати
	> 90 сати
Дневни одмор возача	≥ 11 сати
	< 11 сати
Мере које користе за отклањање поспаности	слушање радија
	конзумирање кофеинских напитака
	спавање
	друге мере

Један од показатеља је и период дана када се управља возилом (приближно једнако дан и ноћ/око 90% времена дан/око 90% времена ноћ). Затим сет утицајних фактора који се односе на време управљања возилом и време одмора: дневно време вожње (највише 9 сати/више од 9 сати), недељно време вожње (највише 56 сати/више од 56 сати), двонедељно време вожње (највише 90 сати/више од 90 сати), дневни одмор возача (најмање 11 сати/ мање од 11 сати) и мере које возачи предузимају уколико се јави умор у току вожње (слушање радија/конзумирање кофеинских напитака/спавање/друге мере).

3.5.1. Вредновање показатеља умора додељивањем тежинских коефицијената

Тежински коефицијенти се могу добити применом метода које се деле на субјективне и објективне. Субјективне методе користе мишљење, односно оцене експерата, док се објективне заснивају на статистичким анализама.

Најчешће коришћене методе за додељивање тежинских коефицијената су:

- Факторска анализа – анализа кључних компоненти (eng, Factor Analysis – Principal Component Analysis);
- Анализа упоредних перформанси (eng, Data Envelopment Analysis, DEA);
- Аналитички хијерархијски процес (eng, Analytic Hierarchy Process, АНР);
- Једнако факторисање (eng, Equal Weighting, EW);
- Расподела буџета (eng, Budget Allocation, BA).

Факторска анализа се користи за редуковање броја фактора или димензија неког проблема (IRTAD, 2015), па као таква није погодна за додељивање тежинских коефицијената за утврђивање тежине показатеља умора у збирном моделу за чекирање умора код возача комерцијалних возила.

Анализа упоредних перформанси, или познатија као DEA анализа, јесте техника која се користи код одлучивања за процену релативне ефикасности јединица. Применом ове методе се може утврдити која од посматраних јединица је ефикаснија што, такође, није одговарајуће за вредновање показатеља умора.

Аналитички хијерархијски процес, или АНР метода, је првенствено намењена и осмишљена у области теорије одлучивања. Основни концепт примене АНР метода је да експерти процењују релативни допринос сваког од показатеља крајњој појави и то у односу на други показатељ.

Практично, експерти одговарају на питања: "Који од два показатеља је важнији?" и "Колико пута је важнији један показатељ од другог?". Вредности се процењују тзв. Saaty-јевом скалом од 1 до 9 (1, 3, 5, 7 или 9), где 1 означава једнаку важност два показатеља, а 9 да је један показатељ 9 пута значајнији од другог. Веома важно у самом процесу је одабир експерата, који мора бити спроведен са посебном пажњом, јер на процену релативних односа показатеља може да утиче искуство, количина знања, релативна интелигенција, лично интересовање итд. АНР се може користити код веома сложених одлука код којих постоји велики број критеријума и подкритеријума (Saaty, 1980).

Имајући у виду да се овај метод користи при великом броју категорија и поткатегорија, он није изабран као модел за додељивање тежинских коефицијената пошто се у моделу оцењује око 10 показатеља.

Техника додељивања тежинских коефицијената тзв. једнако факторисање подразумева да се сваком од показатеља додели исти тежински коефицијент, а њихов укупан збир је једнак 1. Ова техника нема значаја за вредновање показатеља умора, јер циљ вредновања је да се показатељи рангирају по значају.

Као одговарајући модел за додељивање тежинских коефицијената изабрана је расподела буџета. Расподела буџета је техника за добијање тежинских коефицијената показатеља код које се од експерата захтева да расподеле унапред дефинисан износ буџета на показатеље. Већи износ одређеном показатељу представља већи значај тог показатеља. Крајњи коефицијенти се добијају као однос распоређеног износа од стране свих експерата и укупног расположивог буџета. Уопштено, према (Nardo et al., 2005), расподела буџета се састоји из четири фазе:

- одабир експерата,
- расподела буџета на показатеље,
- израчунавање тежинских коефицијената,

- и опционо, понављање поступка док се не постигне задовољавајуће слагање свих експерата међусобно.

Расподела буџета је изабрана као метод за дефинисање тежинских коефицијената јер је најповољнија метода уколико се одређују тежински коефицијенти за око 10 показатеља (Saisana and Tarantola, 2002). Применом овог метода могу се једноставно утврдити кључни показатељи умора код возача комерцијалних возила.

Након утврђивања листе утицајних фактора и дефинисања њихових поткатегорија вредновање показатеља је извршено применом методе „Расподела буџета“. Рангирање утицајних фактора и додељивање тежинских коефицијената за сваку поткатегорију сваког утицајног фактора извршено је на основу мишљења 11 експерата из области безбедности друмског саобраћаја широм света. Под експертом се подразумева професор на високошколској установи чија је ужа научна област безбедност друмског саобраћаја. Експерти су применом модела „алокација буџета“ на 11 утицајних фактора распоређивали 100.000 евра, при чему већа вредност новца означава већи значај показатеља, а сваки експерт је имао једнаки значај.

Применом метода "обједињени ранг" (eng, Composite rank method) као резултат добија се ранг сваког од показатеља (CR_i), који комбинује и обједињује рангове добијене оценом сваког од експерта, а на основу израза:

$$CR_i = \frac{\sum_{j=0}^n R_{ij}}{n}, i = \overline{1, m}$$

при чему је:

- CR_i – обједињени ранг показатеља i
- R_{ij} – ранг показатеља i додељен од стране експерта j
- m – број показатеља
- n – број експерата

Овај метод подразумева комбиновање рангова показатеља додељених од стране експерата, дакле сваки од експерата j може дефинисати показатељ i по неком рангу (R_{ij}). На основу нумеричке вредности обједињеног ранга може се направити ранг листа показатеља.

Затим се приступа утврђивању тежинских коефицијената за сваку поткатеорију утицајног фактора применом модела:

$$W_s = \frac{\sum_{j=0}^n R_{ij} \cdot b_{sj}}{n \cdot 100,000} \cdot 100\% , s = \overline{1, l}$$

при чему је:

- W_s – тежински коефицијент поткатеорије s
- R_{ij} – ранг показатеља i додељен од стране експерта j
- b_{ij} - тежински коефицијент поткатеорије s од стране експерта j
- l – број поткатеорија
- n – број експерата

3.5.2. Рангирање релевантних показатеља – нумерички пример

Применом метода "обједињени ранг" добијен је ранг сваког показатеља, који су по опадајућем низу, од најутицајнијег до најмање утицајног (Табела 3.8.). Вредности за сваког појединачног експерта, приказане су табеларно (Табела 3.9.). На основу експертске оцене утврђено је да најутицајнији показатељ квалитет сна има 2,92 пута већи утицај од најмање утицајног показатеља, односно врсте возила којим возач управља. Анализом резултата експертске оцене према јачини утицаја издвајају се четири групе утицајних фактора које су формиране на основу разлике између ранжираних утицајних фактора тако да прву групу чине квалитет и количина сна. Другу групу утицајних фактора чине дневно време вожње, време управљања возилом и дневни одмор возача. Трећу групу чине недељно време вожње, старост возача, мере које користе за отклањање поспаности и двонедељно време вожње, док четврту групу утицајних фактора чине месечна пређена километража и врста возила којим управља.

Табела 3.8. Рангирање показатеља од најутицајнијег до најмање утицајног, на основу обједињеног ранга

Група	Утицајни фактор	Вредност
1	Квалитет сна	14.909
	Количина сна	14.455
2	Дневно време вожње	10.545
	Време управљања возилом	10.455
	Дневни одмор возача	9.364
3	Недељно време вожње	7.909
	Старост	7.727
	Мере које користе за отклањање поспаности	7.364
	Двонедељно време вожње	6.545
4	Месечна пређена километража	5.636
	Врста возила којим управља	5.091

Табела 3.9. Рангирање показатеља – појединачне оцене експерата

Утицајни фактор	Оцене експерата (дате у хиљадама)										
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11
Старост	4	5	5	15	20	10	9	4	5	3	5
Врста возила којим управља	4	5	5	5	2	5	5	10	5	5	5
Месечна пређена километража	8	5	5	8	5	5	5	8	5	3	5
Количина сна	13	10	20	12	20	20	14	10	10	20	10
Квалитет сна	12	15	10	20	3	10	19	20	10	20	25
Време управљања возилом	10	10	10	10	9	10	6	25	5	10	10
Дневно време вожње	13	15	10	6	9	5	5	3	15	20	15
Недељно време вожње	12	10	5	5	9	5	6	7	15	3	10
Двонедељно време вожње	7	10	5	4	9	5	4	5	15	3	5
Дневни одмор возача	7	15	10	10	9	10	9	5	15	8	5
Мере које користе за отклањање поспаности	10	0	15	5	5	15	18	3	0	5	5

Након што је утврђен ранг сваког показатеља приступило се утврђивању тежинских коефицијената за сваку поткатегорију.

Табела 3.10. Тежински коефицијенти поткатегорија утицајних фактора

Утицајни фактор	Поткатегорија	Wi
Старост	до 25 година	2,3
	25-35	1,6
	36-45	1,6
	45+	2,3
Врста возила којим управља	ПА + комерцијална до 3,5 t	1,1
	камиони 3,5 t +	2,1
	аутобуси	1,8
Месечна пређена километража	до 1.600 km	1,7
	преко 1.600 km	4,0
Количина сна	до 6 сати	8,5
	више од 6 сати	6,0
Квалитет сна	добар	2,5
	лош	12,4
Време управљања возилом	приближно једнако дан и ноћ	2,6
	90% времена дан	1,7
	90% времена ноћ	6,2
Дневно време вожње	≤ 9 сати	3,0
	> 9 сати	7,5
Недељно време вожње	≤ 56 сати	2,2
	> 56	5,7
Двонедељно време вожње	≤ 90 сати	1,9
	> 90 сати	4,6
Дневни одмор возача	≥ 11 сати	2,7
	< 11 сати	6,6
Мере које користе за отклањање поспаности	слушање радија	1,5
	конзумирање кофеинских напитака	1,8
	спавање	3,0
	друге мере	1,0

Најпре је утврђен тежински коефицијент за сваку поткатегорију од стране сваког експерта, а затим је применом методе обједињеног ранга, а према датој формули, израчунат тежински коефицијент за сваку поткатегорију утицајног фактора. Добијене су вредности тежинских коефицијената за сваку поткатегорију (Табела 3.10.), као и вредности тежинских коефицијената од сваког експерта (Табела 3.11.). Резултати показују да на умор највише утиче лош квалитет сна, недовољна количина сна и дневно време вожње дуже од 9 сати.

Табела 3.11. Вредности тежинских коефицијената за сваког експерта

Утицајни фактор	Поткатегорија	Тежински коефицијент										
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11
Старост	до 25 година	1,0	1,3	1,0	5,3	4,0	3,5	4,5	2,0	1,0	1,1	0,5
	25-35	1,0	1,3	1,0	3,8	4,0	1,5	1,8	0,8	1,3	0,8	1,0
	36-45	1,0	1,3	1,5	2,3	5,0	1,5	1,4	0,2	1,3	0,6	1,5
	45+	1,0	1,3	2,0	3,8	7,0	3,5	1,4	1,0	1,5	0,6	2,0
Врста возила којим управља	ПА+ком.<3,5 t	1,0	0,8	0,8	1,0	0,6	1,0	2,5	1,0	0,8	1,3	1,7
	камиони 3,5t +	1,5	2,5	1,8	2,5	0,7	3,0	1,3	4,5	2,5	1,8	1,7
	аутобуси	1,5	1,8	2,5	1,5	0,7	1,0	1,3	4,5	1,8	2,0	1,7
Месечна пређена километража	до 1.600 km	1,0	1,5	1,5	2,4	1,5	1,3	2,0	3,2	2,0	1,1	1,0
	1.600 km+	7,0	3,5	3,5	5,6	3,5	3,8	3,0	4,8	3,0	2,0	4,0
Количина сна	до 6 сати	12,0	3,0	6,0	1,2	14,0	16,0	5,6	8,0	6,5	14,0	7,0
	> 6 сати	1,0	7,0	14,0	10,8	6,0	4,0	8,4	2,0	3,5	6,0	3,0
Квалитет сна	добар	1,0	3,0	3,0	1,0	1,2	3,0	7,6	0,0	3,0	2,0	2,5
	лош	11,0	12,0	7,0	19,0	1,8	7,0	11,4	20,0	7,0	18,0	22,5
Време управљања возилом	≅дан и ноћ	3,0	2,0	2,0	4,0	2,7	0,0	1,8	5,0	1,3	3,0	4,0
	90% дан	1,0	3,0	3,0	1,0	1,8	1,5	1,2	2,5	0,3	2,0	1,0
	90% ноћ	6,0	5,0	5,0	5,0	4,5	8,5	3,0	17,5	3,5	5,0	5,0
Дневно време вожње	≤ 9 сати	1,0	4,5	3,0	1,2	2,7	1,3	2,0	0,9	6,0	6,0	4,5
	> 9 сати	12,0	10,5	7,0	4,8	6,3	3,8	3,0	2,1	9,0	14,0	10,5
Недељно време вожње	≤ 56 сати	1,0	3,0	1,5	1,0	2,7	1,3	2,1	1,4	6,0	0,9	3,0
	> 56	11,0	7,0	3,5	4,0	6,3	3,8	3,9	5,6	9,0	2,1	7,0
Двонедељно време вожње	≤ 90 сати	1,0	3,0	1,5	0,8	2,7	1,3	1,2	1,5	6,0	0,9	1,5
	> 90 сати	6,0	7,0	3,5	3,2	6,3	3,8	2,8	3,5	9,0	2,1	3,5
Дневни одмор возача	≥ 11 сати	1,0	3,0	3,0	2,0	2,7	1,5	3,6	2,0	9,0	0,8	1,5
	< 11 сати	6,0	12,0	7,0	8,0	6,3	8,5	5,4	3,0	6,0	7,2	3,5
Мере које користе за отклањање поспаности	слушање радија	3,0	0,0	3,0	1,5	0,5	1,5	5,4	0,3	0,0	1,3	0,5
	конзумирање коф. напитака	3,0	0,0	6,0	2,0	0,5	1,5	5,4	0,3	0,0	1,3	0,3
	спавање	3,0	0,0	3,0	0,5	3,5	10,5	5,4	2,1	0,0	1,3	4,0
	друге мере	1,0	0,0	3,0	1,0	0,5	1,5	1,8	0,3	0,0	1,3	0,3

4. ДЕФИНИСАЊЕ И ПРИМЕНА МОДЕЛА ЗА ПРОЦЕНУ РИЗИКА У САОБРАЋАЈУ УСЛЕД УМОРА КОД ВОЗАЧА КОМЕРЦИЈАЛНИХ ВОЗИЛА

Саобраћајне незгоде које настају због умора возача за исход имају тешке последице. Из тог разлога изазивају све већу пажњу у свету, а посебну пажњу овом проблему посвећују транспортне компаније у циљу заштите својих радника, путника али и економске стабилности компаније. Имајући то у виду формиран је модел за идентификацију умора код возача комерцијалних возила.

4.1 Дефинисање модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила

Процес формирања модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила приказан је кроз алгоритам (Слика 4.1.). Према алгоритму, најпре су дефинисани фактори који утичу на умор код возача комерцијалних возила који су дефинисани на основу бројних истраживања у Србији и у свету, а њихово рангирање је извршено на основу знања и искустава 11 експерата са универзитета широм света (детаљно приказано у поглављу 3).

Поред тога, експерти су дефинисали и тежинске коефицијенте за сваку поткатегорију утицајних фактора (Табела 3.11.).

Модел за чекирање умора се односи на j -тог возача и добија се сумирањем 11 тежинских коефицијената W_{si} који описују тренутно стање умора j -тог возача на почетку смене. На основу коначне вредности суме одговарајућих тежинских коефицијената утврђује се да ли је возач у стању да безбедно управља возилом.

$$F_j = \sum_{i=1}^{11} W_{si}$$

[4.1]

где је,

$$W_s = \frac{\sum_{j=0}^n R_{ij} \cdot b_{sj}}{n \cdot 100.000} \cdot 100\%, s = \overline{1, l}$$

при чему је:

F_j – ниво умора j -тог возача

W_{si} – тежински коефицијент i -тог утицајног фактора

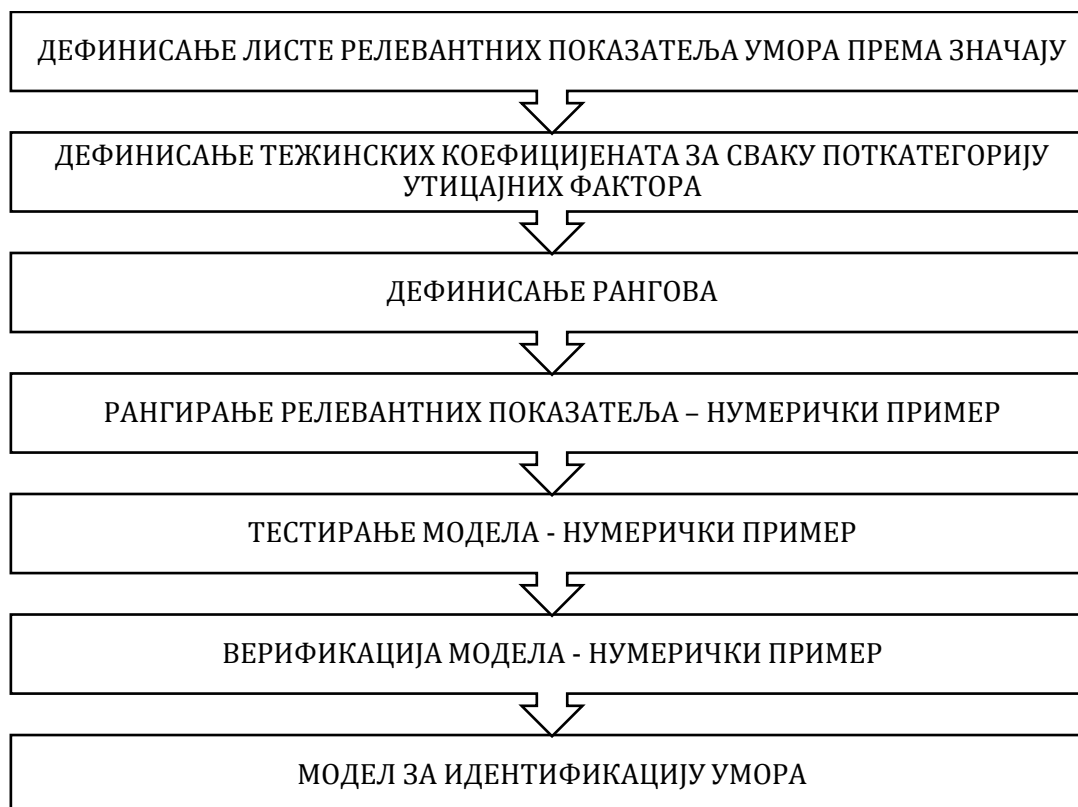
R_{ij} – ранг показатеља i додељен од стране експерта j

b_{sj} – тежински коефицијент поткатегорије s од стране експерта j

n – број експерата

i – број категорија

Вредности F_j се крећу од 25,3 (минимална сума) до 62,9 (максимална сума). Граница је постављена на 41,7%, односно за возаче код којих је ниво умора до 41 сматра се да нису уморни, док за возаче код којих је ниво умора преко 41 сматра се да су уморни. Граница је постављена према верификованој Епфортовој скали поспаности, где је граница постављена на 41,7%, односно испитаници који имају скор од 0 до 10 немају прекомерену поспаност, док су испитаници са скором преко 10 ризични.



Слика 4.1. Алгоритам за формирање модела за идентификацију и праћење умора код возача комерцијалних возила

4.2 Примена предложеног модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила

Модел за идентификацију умора је тестиран на узорку од 113 возача комерцијалних возила две одабране транспортне компаније у Републици Србији, из различитог окружења. Изабране су две различите транспортне компаније како би се тестирао модел код возача камиона и возача аутобуса. Истраживањем је обухваћено 58 возача аутобуса и 55 возача камиона.

Случајним избором на почетку смене, интервјуисано је свих 113 возача комерцијалних возила. Возачи су замољени да за 11 релевантних показатеља изаберу поткатографију која их најбоље описује. Возачи нису имали увид у вредности тежинских коефицијената поткатографија које су бирали, односно нису знали вредност својих одговора.

Сваком возачу је постављено по 11 питања, а за одговор су бирали једну од поткатегорија:

1. Колико имате година
 - a. до 25 година
 - b. 25-35
 - c. 36-45
 - d. 45+
2. Којом врстом возила управљате?
 - a. ПА + комерцијална до 3,5 t
 - b. камиони 3,5 t +
 - c. аутобуси
3. Колико месечно пређете километара?
 - a. до 1.600 km
 - b. преко 1.600 km
4. Колико сати сте спавали претходне ноћи?
 - a. до 6 сати
 - b. више од 6 сати
5. Какав Вам је квалитет сна у претходних недељу дана?
 - a. добар
 - b. лош
6. Колико процената вожње у последњих недељу дана је било у ноћним условима видљивости?
 - a. приближно једнако дан и ноћ
 - b. око 70-90% времена дан
 - c. око 70-90% времена ноћ
7. Колико сати сте активно возили претходног дана?
 - a. ≤ 9 сати
 - b. > 9 сати
8. Колико сати сте активно возили последњих недељу дана?
 - a. ≤ 56 сати
 - b. > 56 сати

9. Колико сати сте активно возили у последње две недеље?
- ≤ 90 сати
 - > 90 сати
10. Колико сати је трајао Ваш последњи дневни одмор?
- ≥ 11 сати
 - < 11 сати
11. Које мере користите за отклањање поспаности која се јави у току вожње?
- слушање радија
 - конзумирање кофеинских напитака
 - спавање
 - друге мере

р/б	Колико имате година	Којом врстом возила управљате	Колико месечно пређете километара	Колико сати сте спавали претходне ноћи	Какав вам је квалитет сна у претходних недељу дана	Процент вожње у ноћним условима видљивости	Колико сати сте активно возили претходног дана	Колико сати сте активно возили последњих недељу дана	Колико сати сте активно возили у последње две недеље	Колико сати је трајао Ваш последњи дневни одмор	Које мере користите за отклањање поспаности која се јави у току вожње
1	4	3	2	2	1	1	1	2	1	1	
2	4	3	2	2	1	2	1	2	1	1	
3	2	3	2	1	1	1	1	1	1	2	
4	4	3	2	2	1	2	1	2	2	1	
5	4	3	2	1	1	2	1	1	2	1	
6	2	3	2	1	1	2	1	2	2	1	
7	3	3	2	2	1	2	1	1	1	2	
8	3	3	2	2	1	1	1	1	1	1	
9	4	3	2	2	1	2	1	2	2	1	
10	3	3	2	1	1	1	1	1	2	2	
11	3	3	2	2	1	1	1	2	2	1	
12	3	3	2	2	1	3	1	1	2	1	
13	3	3	2	2	1	1	1	2	2	1	
14	3	3	2	1	1	2	1	2	2	4	
15	2	3	2	2	1	1	1	2	2	1	
16	4	3	2	2	1	2	1	2	2	1	
17	2	3	2	2	1	1	1	1	1	1	
18	3	3	2	2	1	1	1	1	1	2	

Слика 4.2. Приказ базе података формиране на основу упитника

р/б	Колико имате година	Којом врстом возила управљате	Колико месечно пређете километара	Колико сати сте спавали претходне ноћи	Какав вам је квалитет сна у претходних недељу дана	Процент вожње у ноћним условима видљивости	Колико сати сте активно возили претходног дана	Колико сати сте активно возили последњих недељу дана	Колико сати сте активно возили у последње две недеље	Колико сати је трајао Ваш последњи дневни одмор	Које мере користите за отклањање поспаности која се јави у току вожње	УКУПНО	Да ли је уморан
1	2,3	1,8	4	6	2,5	2,6	3	5,7	4,6	2,7	1,5	36,7	није уморан
2	2,3	1,8	4	6	2,5	1,7	3	5,7	1,9	2,7	1,5	33,1	није уморан
3	1,6	1,8	4	8,5	2,5	2,6	3	2,2	1,9	2,7	1,8	32,6	није уморан
4	2,3	1,8	4	6	2,5	1,7	3	5,7	4,6	2,7	1,5	35,8	није уморан
5	2,3	1,8	4	8,5	2,5	1,7	3	2,2	4,6	2,7	1,5	34,8	није уморан
6	1,6	1,8	4	8,5	2,5	1,7	3	5,7	4,6	2,7	1,5	37,6	није уморан
7	1,6	1,8	4	6	2,5	1,7	3	2,2	1,9	2,7	1,8	29,2	није уморан
8	1,6	1,8	4	6	2,5	2,6	3	2,2	1,9	2,7	1,5	29,8	није уморан
9	2,3	1,8	4	6	2,5	1,7	3	5,7	4,6	2,7	1,5	39,7	није уморан
10	1,6	1,8	4	8,5	2,5	2,6	3	2,2	4,6	6,6	1,8	39,2	није уморан
11	1,6	1,8	4	6	2,5	2,6	3	5,7	4,6	6,6	1,5	39,9	није уморан
12	1,6	1,8	4	6	2,5	6,2	3	2,2	4,6	6,6	1,5	40	није уморан
13	1,6	1,8	4	6	2,5	2,6	3	5,7	4,6	2,7	1,5	36	није уморан
14	1,6	1,8	4	8,5	2,5	1,7	3	5,7	4,6	6,6	1	41	није уморан
15	1,6	1,8	4	6	2,5	2,6	3	5,7	4,6	2,7	1,5	36	није уморан

Слика 4.3. Приказ примене модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила

Након прикупљања података извршено је формирање базе података (Слика 4.2.), где су унети одговори за сваког испитаника, а затим је сваком одговору додељен одговарајући тежински коефицијент, према већ приказаној методологији у поглављу 3 (Табела 3.11.).

Применом модела за идентификацију умора (Слика 4.3.), за сваког возача сумирани су тежински коефицијенти за свих 11 показатеља, од W_{s1} до W_{s11} , односно након примене формуле 4.1. добија се:

$$F_1 = 2,3 + 1,8 + 4 + 6 + 2,5 + 2,6 + 3 + 5,7 + 4,6 + 2,7 + 1,5 = 36,7$$

$$F_2 = 2,3 + 1,8 + 4 + 6 + 2,5 + 1,7 + 3 + 5,7 + 1,9 + 2,7 + 1,5 = 33,1$$

...

$$F_{46} = 1,6 + 1,8 + 4 + 8,5 + 2,5 + 1,7 + 3 + 5,7 + 4,6 + 2,7 + 1,5 = 37,6$$

$$F_{47} = 2,3 + 1,8 + 4 + 6 + 2,5 + 1,7 + 3 + 2,2 + 1,9 + 6,6 + 1,8 = 33,8$$

...

$$F_{107} = 1,6 + 1,8 + 4 + 8,5 + 12,4 + 1,7 + 3 + 5,7 + 4,6 + 6,6 + 3 = 52,9$$

$$F_{108} = 2,3 + 1,8 + 4 + 6 + 2,5 + 1,7 + 3 + 2,2 + 1,9 + 2,7 + 1,5 = 29,6$$

$$F_{109} = 2,3 + 1,8 + 4 + 6 + 2,5 + 1,7 + 3 + 2,2 + 1,9 + 2,7 + 1 = 29,1$$

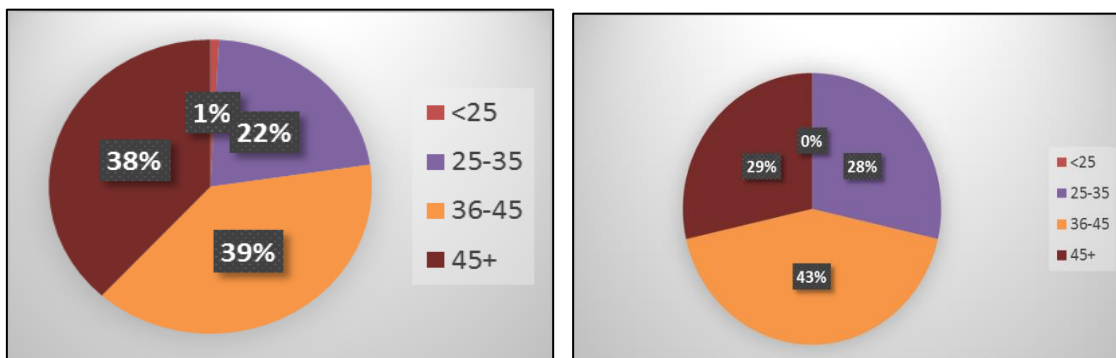
...

$$F_{112} = 1,6 + 1,8 + 4 + 6 + 2,5 + 6,2 + 3 + 2,2 + 1,9 + 2,7 + 1,5 = 33,4$$

$$F_{113} = 1,6 + 1,8 + 1,7 + 8,5 + 12,4 + 1,7 + 3 + 2,2 + 1,9 + 2,7 + 3 = 40,5$$

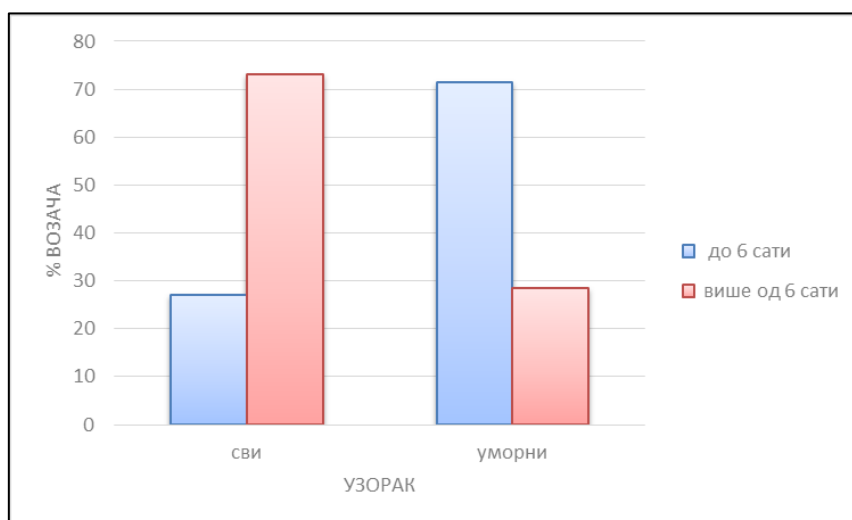
Анализом претходних истраживања, као и угледом на Епфортову скалу поспаности, постављена је граница на 41. Утврђује се да је 4,4% возача било уморно, односно није испуњавало услове за безбедну вожњу. Возачи су мешовите старосне структуре, односно 23% возача старости 25 до 35 година, 39% возача старости од 36 до 45 година и 38% возача старијих од 45 година (Слика 4.4.). Анализом старосне структуре возача за које је утврђено да су уморни уочава се да је највише возача старости од 36 до 45 година. Имајући у виду да се ради о узорку од 113 возача, као и да је релативно слична расподела старости уморних возача, не треба генерализовати закључке по питању старости, већ проширити узорак.

У наредним истраживањима је потребно анализирати на стратификованом узорку, односно испитати старосну структуру возача комерцијалних возила на простору истраживања и у истраживање укључити пропорционалан број возача из сваке старосне категорије у циљу добијања реалне слике заступљености умора према старосним категоријама возача комерцијалних возила.



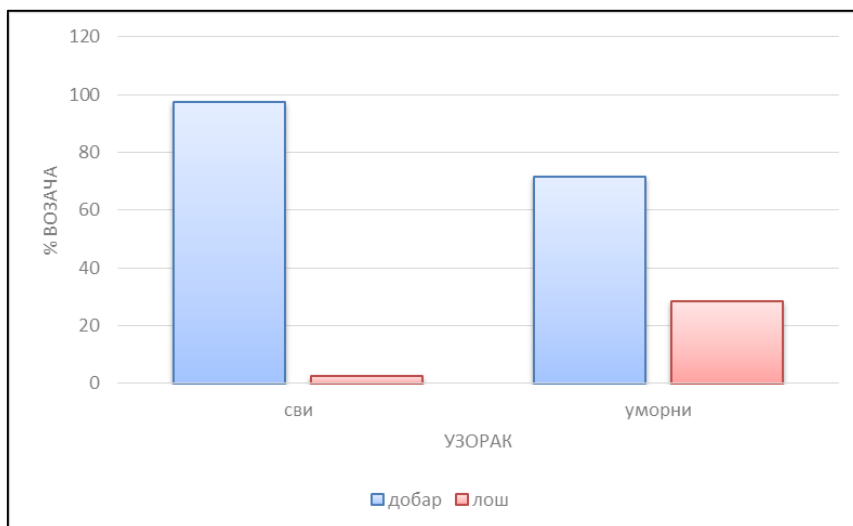
Слика 4.4. Старосна структура узорка (лево) и возача за које је утврђено да су уморни (десно)

Чак 96% возача који су учествовали у истраживању месечно прелази више од 1.600 km, међу њима су и сви возачи за које је тестирањем утврђено да су уморни. Око четвртине возача није имало довољно сна у претходној ноћи, међу којима је око 70% возача код којих је утврђено да су уморни (Слика 4.5.). На основу резултата може се закључити да чак 70% возача за које је утврђено да су уморни на почетку смене није имало довољну количину сна, односно од 4,4% уморних, 2,7% није имало довољно сна.



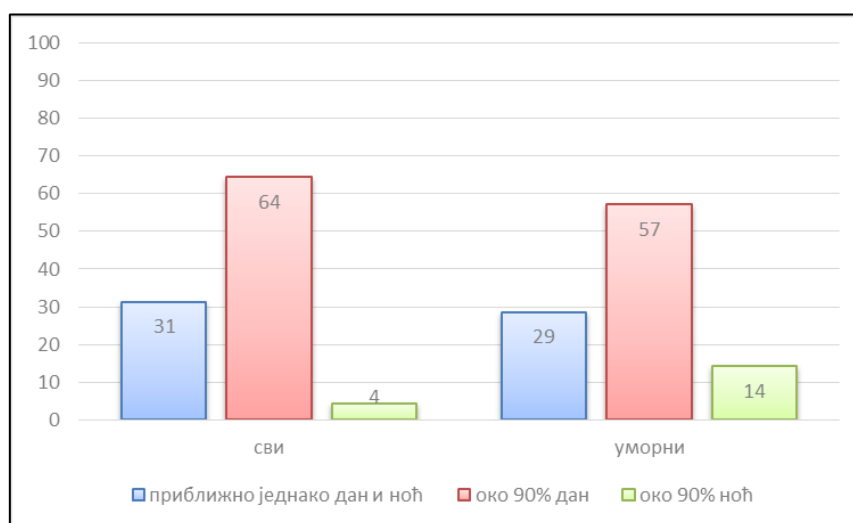
Слика 4.5. Расподела количине сна у целокупном узорку и код возача за које је утврђено да су уморни

У последњих недељу дана добар квалитет сна је имало 97% возача, док је 29% возача код којих је утврђено да су уморни имало лош квалитет сна (Слика 4.6.), односно 1,3% уморних возача у целокупном узорку је имало лош квалитет сна.



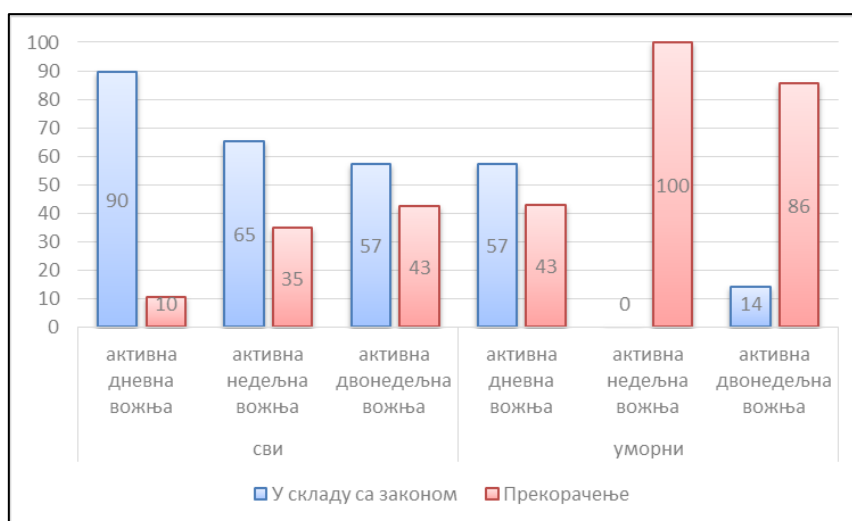
Слика 4.6. Расподела квалитета сна у целом узорку и међу уморним возачима

Међу анкетираним возачима само 4% возача стално вози ноћу, док је око 64% возача који 90% времена возе дању, а 31% приближно једнако вози дању и ноћу (Слика 4.7.). Слична расподела карактерише и возаче за које је применом новог модела за идентификацију умора утврђено да су уморни. У наредним истраживањима, као и код утврђивања утицаја старости, имплементирати овај модел на стратификован узорак возача.

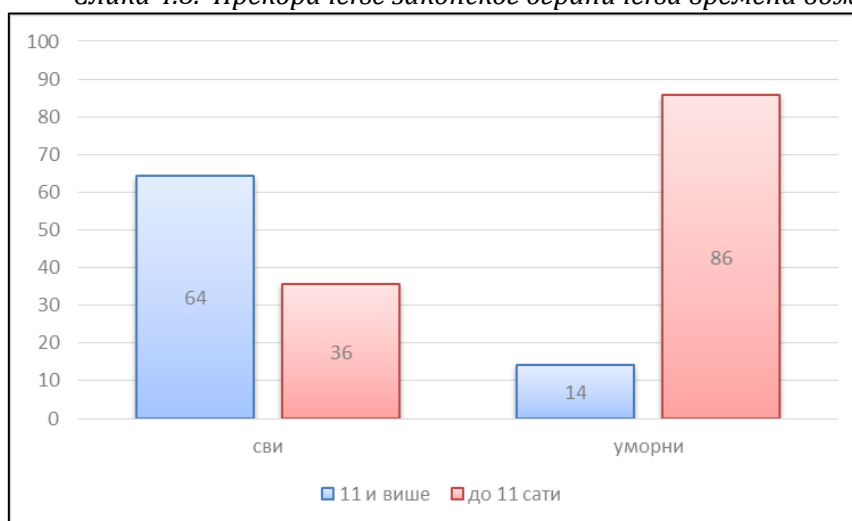


Слика 4.7. Расподела начина рада за цео узорак и за уморне возаче

Претходног дана је 10% возача прекорачило законско ограничење, односно возило више од 9 сати, међу којима је око 40% возача за које је утврђено да су уморни. У последњих недељу дана сви возачи за које је утврђено да су уморни је активно возило више од 56 сати, односно прекорачили су законско ограничење. Укупно је 35% испитаника прекорачило активно време вожње у последњих недељу дана, а чак 43% је прекорачило активно време вожње у последње две недеље, међу којима је 86% возача за које је утврђено да су уморни (Слика 4.8.). Трећина испитаника је претходног дана имала последњи дневни одмор мањи од 11 сати, међу којима је 86% возача за које је утврђено да су уморни (Слика 4.9.).

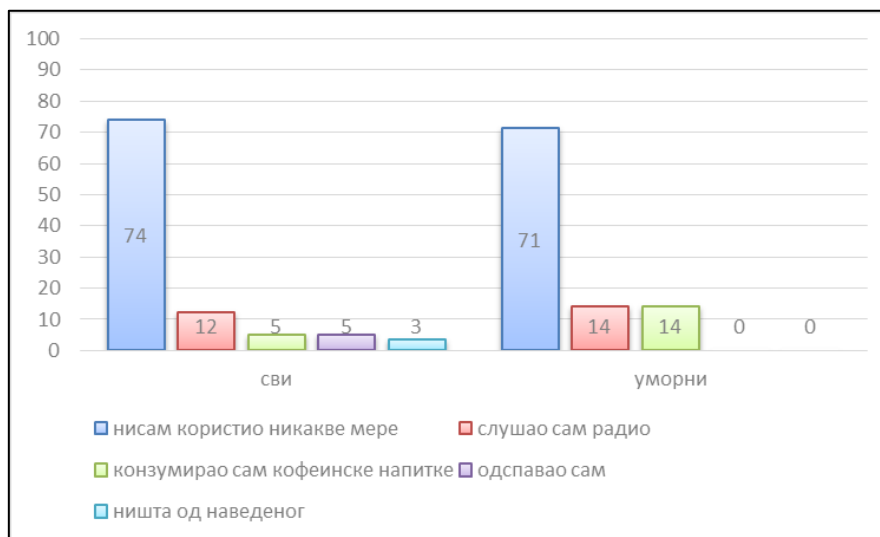


Слика 4.8. Прекорачење законског ограничења времена вожње



Слика 4.9. Расподела сати дневног одмора

На основу ових резултата може се закључити да дужина дневног одмора значајно утиче на умор возача и да од 4,4% уморних возача 3,8% није имало довољан дневни одмор.



Слика 4.10. Расподела мера које предузимају возачи за отклањање поспаности

Возачи најчешће игноришу знаке умора што потврђују и резултати овог истраживања, према којима 74% испитаника није користило мере за отклањање умора (Слика 4.10.). Ниједан возач за којег је утврђено да је уморан није користио адекватну меру за отклањање умора, односно није се зауставио и одспавао.

Применом новог модела за идентификацију умора може се спровести појединачна и збирна анализа. Под појединачном анализом подразумева се утврђивање да ли је возач уморан, или може да управља возилом, док се под збирном анализом подразумева утврђивање карактеристика групе, односно возача на нивоу транспортног предузећа, што може помоћи доносиоцима одлука да предузму одговарајуће мере за унапређење безбедности саобраћаја на нивоу транспортне компаније.

5. ВЕРИФИКАЦИЈА МОДЕЛА ЗА ПРОЦЕНУ РИЗИКА У САОБРАЋАЈУ УСЛЕД УМОРА КОД ВОЗАЧА КОМЕРЦИЈАЛНИХ ВОЗИЛА

У циљу утврђивања поузданости развијеног модела извршена је верификација модела, применом сличних развијених модела. Као што је и наведено у претходним поглављима до сада нису развијени слични модели. Најприближнији модел, који се годинама у назад примењује је Епфортова скале поспаности (The Epworth Sleepiness Scale - ESS). Ова скала се користи за утврђивање нивоа дневне поспаности, односно утврђује се да ли је лице способно за нормално обављање активности или има ниво прекомерне дневне поспаности.

Верификација новог модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила извршена је уз помоћ Епфортове скале поспаности. У истраживању спроведеном у оквиру поглавља 4, ове докторске дисертације, испитаници су најпре приступили примени новог модела за идентификацију умора, а затим су попуњавали и Епфортову скалу поспаности. Након обраде података извршена је упоредна анализа резултата истраживања.

5.1 Епфортова скала поспаности

Епфортову скалу поспаности је развио Johns 1990. године, затим је мало модификовао 1997. године. Мерни инструмент је примарно развијен за утврђивање дневне поспаности код пацијената, састоји се од упитника од 8 питања у форми четворостепене скале (од 0 до 3). Испитаници на скали од 0 до 3 заокружују која је вероватноћа да ће заспати обављајући свакодневне активности (при чему 0 означава да неће заспати, а 3 да је веома велика вероватноћа да ће заспати).

Предност овог упитника је што се брзо попуњава, па је испитаницима потребно пар минута да попуне упитник. Питања су јасна и односе се на вероватноћу да ће заспати при обављању следећих активности:

- Седим и читам (новине, књигу...);
- Гледам ТВ;
- Пасивно седим на јавном месту (слушам неко предавање или присуствујем неком састанку);
- Преvozим се (у својству путника) у возилу дуже од сат времена;
- Опружим се на кревет (после подне, у току дана);
- Опуштено седим и причам са неким;
- Седим мирно након ручка (без алкохола);
- Чекам у саобраћају више минута у својству возача.

Исход ESS се добија сумирањем одговора на свих 8 питања, уколико испитаник није одговорио на свих 8 питања искључује се из анализе. Johns (1991) и Johns and Hocking (1997) указују да су нормалне вредности ESS скале до 10, односно да прекомерну дневну поспаност имају сви испитаници чији је скор већи од 10.

Валидацију ESS су извршили Johns (2000) и Parkes et al. (1998), путем студија које су имале за циљ да утврде просечну склоност да се заспи код пацијената са нарколепсијом и код здравих учесника. Истраживање код одраслих показује да је мања повезаност између обостраног таламуса и региона кортекса који су укључени у соматосензорне и моторне функције осталог будног стања (Killgore et al., 2015). Извршена је и спољашња валидација, на тај начин што је утврђена корелација вредности ESS са тестом вишеструког успављивања (MSLT - Multiple Sleep Latency Test). Утврђена је статистичка значајност у неким, али не и свим извештајима (на пример, Chervin et al., 1997; Johns, 1992). Спољашња валидација је вршена и упоређивањем односа између ESS и тежине опструктивне ноћне апнеје, мерене апнеа – хипопнеа индексом. Закључено је да постоје извесна ограничења, без обзира да ли се ради о субјективним или објективним методама (<http://epworthsleepinessscale.com/about-the-ess/>).

5.2 Резултати упоредне анализе добијених резултата

Испитаници су попунили оба упитника, а затим је формирана база података и извршено је поређење исхода за сваког возача посебно (Слика 5.1., Слика 5.2.). Код модела за идентификацију умора постављена је граница на 41,7%, односно за возаче код којих је ниво умора до 41 сматра се да нису уморни, док за возаче код којих је ниво умора преко 41 сматра се да су уморни. Граница је постављена према верификованој Епфортовој скали поспаности, где је граница постављена на 41,7%, односно испитаници који имају скор од 0 до 10 немају прекомерену поспаност, док су испитаници са скором преко 10 ризични.

Након што су обрађени подаци, односно усвојене границе, применом теста Пирсонове линеарне корелације утврђено је да постоји статистички значајна позитивна веза између вредности добијених Епфортовом скалом поспаности и развијеним моделом за утврђивање умора возача, $r=0,232$, $p=0,007$.

	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	
			р/б	седим и читам	гледам ТВ	пасивно седим на јавном месту	превозим се у својству путника дуже од сат времена	опуштен се на кревет	опуштено седим и причам са неким	седим мирно након ручка	чим у саобраћају више минута у својству возача	оцена			Да ли је уморан	
2			1	1	3	0	0	2	0	3	0	9		није уморан		
3			2	1	2	0	1	3	0	3	0	10		није уморан		
4			3	2	2	0	0	1	3	0	0	8		није уморан		
5			4	3	3	0	3	3	0	3	0	15		уморан		
6			5	0	0	0	0	0	0	3	0	3		није уморан		
7			6	0	3	0	3	2	0	1	0	9		није уморан		
8			7	1	2	1	1	2	1	2	0	10		није уморан		
9			8	1	1	1	1	2	0	2	0	8		није уморан		
10			9	0	3	0	1	3	0	3	0	10		није уморан		
11			10	0	1	2	2	2	0	1	0	8		није уморан		
12			11	0	0	0	0	1	0	0	0	1		није уморан		
13			12	1	2	0	0	0	0	2	0	5		није уморан		
14			13	0	0	0	0	3	0	0	0	3		није уморан		
15			14	0	3	0	0	3	0	0	0	6		није уморан		
16			15	0	0	0	0	1	0	0	0	1		није уморан		
17			16	0	2	0	1	2	0	3	0	8		није уморан		
18			17	0	1	0	1	2	0	0	0	4		није уморан		
19			18	0	0	0	0	1	0	0	0	1		није уморан		
20			19	2	2	0	1	0	0	0	0	5		није уморан		
21			20	0	1	0	0	1	0	0	0	2		није уморан		
22			21	1	3	0	0	2	0	3	0	9		није уморан		
23			22	1	2	0	1	2	0	3	0	9		није уморан		
24			23	1	3	0	1	1	1	3	0	10		није уморан		

Слика 5.1. Исецак из базе података, ESS упитник

1	р/б	ESS		Нови модел	
		вредност	Да ли је уморан	вредност	Да ли је уморан
2					
3	1	9	није уморан	36,7	није уморан
4	2	10	није уморан	33,1	није уморан
5	3	8	није уморан	32,6	није уморан
6	4	15	уморан	35,8	није уморан
7	5	3	није уморан	34,8	није уморан
8	6	9	није уморан	37,6	није уморан
9	7	10	није уморан	29,2	није уморан
10	8	8	није уморан	29,8	није уморан
11	9	10	није уморан	39,7	није уморан
12	10	8	није уморан	39,2	није уморан
13	11	1	није уморан	39,9	није уморан
14	12	5	није уморан	40	није уморан
15	13	3	није уморан	36	није уморан
16	14	6	није уморан	41	није уморан
17	15	1	није уморан	36	није уморан
18	16	8	није уморан	35,8	није уморан
19	17	4	није уморан	33,7	није уморан
20	18	1	није уморан	33,7	није уморан
21	19	5	није уморан	41	није уморан
22	20	2	није уморан	36	није уморан
23	21	9	није уморан	39,9	није уморан
24	22	9	није уморан	37	није уморан
25	23	10	није уморан	28,9	није уморан

Слика 5.2. Исецак из базе упоредне анализе ESS упитника и новог модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила

На основу добијених резултата закључује се да је од 113 анализираних узорака у 6 случајева дошло до одступања, односно да се модели поклапају у 95% случајева. Интервал поуздности од 95% је статистички високо прихватљив за овај модел. Упоредном анализом узорка утврђено је да су у 4 случаја вредности биле веома блиске граници од 10, односно износиле су 9, док су два испитаника значајно одступала. Разлог за ово значајно одступање може бити и неискреност испитаника приликом попуњавања упитника, која и представља основно ограничење свих истраживања који се заснивају на субјективним методама.

6. АНАЛИЗА ПРЕДЛОЖЕНОГ МОДЕЛА

Циљ ове докторске дисертације је да се одабиром релевантних показатеља безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача комерцијалних возила развије модел за идентификацију умора.

Циљ развијања новог модела за идентификацију умора који се заснива на пондерисаним вредностима утицајних фактора је могућност лаког, једноставног, јефтиног, поузданог идентификовања умора код возача комерцијалних возила. Још један од циљева које треба да испуни овај модел је да пружи алат доносиоцима одлука у транспортним компанијама да сагледају кључне проблеме у безбедности саобраћаја са аспекта умора код возача. Поред тога, циљ је да се на локалном и националном нивоу прате вредности индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача комерцијалних возила на нивоу транспортне компаније.

Нови модел за идентификацију умора има неколико корака у спровођењу који су изузетно важни за ефикасно и прецизно идентификовање умора, почев од одабира релевантних показатеља, преко додељивања тежинских коефицијената, до агрегације показатеља у један индекс.

Одабир релевантних показатеља мора бити и објективан и субјективан. Са аспекта објективности неопходно је утврдити да ли и у којој мери постоји веза између показатеља и појаве умора, а са друге стране неопходно је са субјективног аспекта, показати да ли се и у којој мери неки од показатеља фаворизује у односу на друге.

Кључну улогу у формирању модела има додељивање тежинских коефицијената. Као најбоља техника за улазне податке за формирање новог модела изабрана је расподела буџета.

Након детаљно представљеног модела у претходним тачкама и приказаног функционисања модела могуће је извести одређене закључке и уочити предности, недостатке и могућности даљег унапређења предложеног модела.

У овом поглављу биће приказани и дискутовани захтеви које тражи сама примена модела, могућности предложеног модела и резултати које је показала примена модела. Предности и недостаци предложеног модела биће систематизовани и кроз тзв. SWOT анализу.

6.1 Анализа услова и ограничења за примену модела

У претходном делу дисертације детаљно су приказани кораци предложеног модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила, на основу којих се може извести општи закључак да сваки од корака захтева одређене предуслове који морају бити испуњени како би се уопште применио модел.

Поступак одабира релевантних показатеља спроводи се из неколико поткорака. Као први корак врши се одабир шире листе могућих релевантних показатеља.

Наиме, неопходно је из низа показатеља безбедности саобраћаја који се односе на умор, којих има на стотине, дефинисати листу показатеља који би уопште могли да се користе код идентификације умора код возача комерцијалних возила. Због тога је потребан услов, али и основно ограничење за спровођење овог корака доступност показатеља безбедности саобраћаја. Доступност се везује за адекватне базе података у којима се налазе неопходни подаци, али и за истраживања на основу којих се долази до неопходних података. Осим тога, потребно је да подаци буду и квалитетни, дакле да се на првом месту односе на појаву коју описују (на пример, шта означава „добар квалитет сна“). Основно ограничење у овом кораку, код добијања тзв. шире листе могућих релевантних показатеља јесте управо велики број показатеља које треба испитати са аспекта доступности и квалитета података, јер то изискује време и рад на спровођењу тих активности.

Треба истаћи да се у многим земљама још увек не прате ни основни индикатори безбедности саобраћаја, тако да су и подаци за праћење индикатора који се односе на умор недоступни, односно не постоје. Дакле, подаци или не постоје или нису квалитетни, па је пре њихове употребе потребно детаљно испитати захтеване услове и критеријуме за избор шире листе могућих релевантних показатеља.

Након одабира шире листе могућих релевантних показатеља, неопходно је објективним методом, одговарајућим статистичким техникама и на основу анализе тахографа утврдити зависност између вредности показатеља и саобраћајних незгода насталих услед умора код возача. На овај начин се листа могућих релевантних показатеља додатно "скраћује" и добија се тзв. ужа листа могућих релевантних показатеља. Основни услов, који се поставља код спровођења овог корака, је да постоји довољан узорак који ће испитати статистичке зависности. У зависности од величине узорка, примениће се различите статистичке технике за утврђивање међусобне зависности показатеља и саобраћајних незгода.

Ограничења која се јављају су управо величина узорка, али и адекватан избор статистичких техника за дефинисање зависности. За разлику од претходних истраживања која су код објективне методе укључивала само статистичке анализе, овде су уводи анализа тахографа. Анализа тахографа подразумева читавање документа на којем се, између осталог, налазе подаци о времену вожње и времену одмора возача. Укрштањем ових података са законском регулативом у погледу времена вожње и одмора добијају се улазни подаци за модел, као и приказани индикатори безбедности саобраћаја који су у вези са умором возача. Сагледавањем ових индикатора, ствара се слика о стању безбедности саобраћаја у транспортној компанији, са анализираног аспекта.

Након одабира уже листе могућих релевантних показатеља, следећи корак дефинише тзв. коначну листу релевантних показатеља. У овом кораку примењују се најпре објективни, а затим и субјективни метод. Објективни метод подразумева статистички метод и анализу тахографа и издвајају се показатељи за које је утврђено да имају највећу зависност код појаве умора у току вожње и саобраћајних незгода насталих због умора. Затим се у овом кораку примењује и субјективни фактор, тзв. експертска оцена, која утиче на крајњи избор. "Увлачење" субјективног фактора у оцену нивоа безбедности саобраћаја, са једне стране, треба да верификује правилан избор релевантних показатеља на основу претходно примењене објективне методе, а са друге стране, представља могућност субјективног утицаја на стратешко управљање безбедношћу саобраћаја. Ово је изузетно важан корак у дефинисању релевантних показатеља безбедности саобраћаја који су у вези са умором код возача, јер се од стране субјективног фактора, експерата, стручне и најшире јавности, показује спремност за деловање ка унапређењу безбедности саобраћаја и са аспекта умора који представља велику претњу човечанству у првој половини 21. века.

Након што је дефинисана коначна листа релевантних показатеља, односно дефинисани су најутицајнији фактори, потребно је испитати да ли сваки од њих има исти утицај.

Имајући у виду да су резултати експертске оцене показали да међу утицајним факторима има оних са мањим и већим утицајем, потребно је сваком од показатеља доделити одговарајући тежински коефицијент, како би се добио појединачно значај сваког показатеља.

За предложени модел је изабрана „расподела буџета“, као техника за додељивање тежинских коефицијената која се може лако и једноставно спровести. Основно ограничење при додељивању тежинских коефицијената односи се на правилан избор и избор довољног броја експерата, који су учествовали у "раподели буџета". У будућности би требало тежити ка повећању броја експерата при додељивању тежинских коефицијената, јер би се на тај начин повећала поузданост добијених резултата.

Наредни корак предстаља дефинисање поткатегорија за сваки релевантни показатељ применом објективног метода. Применом одговарајућих статистичких техника врши се одабир поткатегорија које су у вези са показатељима. Након одабира, поново се спроводи субјективни метод, односно примена експертске оцене и у овом случају изабрана је „расподела буџета“. Ограничења у овом делу су величина узорка при одабиру поткатегорија, постоји могућност да нека од поткатегорија није препозната, уколико није анализиран довољан узорак. Друго ограничење се односи на број експерата, као што је већ поменуто у будућности би требало тежити ка повећању броја експерата у технике додељивања тежинских коефицијената, јер би се на тај начин повећала поузданост добијених резултата.

Последњи корак у процесу формирања модела је агрегација вредности показатеља, којима је претходно додељен одговарајући тежински коефицијент. Примењен је метод прости линеарне агрегације. Проблем компензовања добрих и лоших резултата показатеља је превазиђен додељивањем тежинских коефицијената.

Након завршене агрегације показатеља добија се један број (индекс), односно вредност. У циљу бољег разумевања исхода модела дефинисана је гранична вредност на скали, која указује да ли је возач уморан или није.

На основу свега изнетог, примена модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила је могућа уколико су подаци доступни, квалитетни, ако се примене одговарајуће статистичке технике, обави анализа тахографа, примене одговарајуће технике за додељивање тежинских коефицијената и агрегације података. Са друге стране, основна ограничења су: недоступност и квалитет података, одабир техника за додељивање тежинских коефицијената и агрегацију података.

Када се говори о доступности и квалитету података, пре свега је потребно развити свест и унапредити знања доносилаца одлука у транспортним компанијама о значају ових података, као и о значају индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача комерцијалних возила.

6.2 Анализа могућности које пружа примена новог модела

Сагледавањем могућности предложеног модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила, могућности се могу класификовати према простору примене. Простор примене може бити:

- транспортна компанија (независна, самостална)
- транспортне компаније на нивоу општине
- транспортне компаније на нивоу града
- транспортне компаније на нивоу државе
- транспортне компаније на нивоу региона и сл.

Развијени модел даје могућност међусобног поређења између транспортних компанија, као и могућност поређења индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача на нивоу локалних заједница, као и међу државама. Овај модел омогућава да се утврди какво је стање по питању умора код возача у одабраној транспортној компанији, на пример, у Београду, а какво је у свим транспортним компанијама у тој локалној заједници (на нивоу свих општина), могуће је поредити и земљу са градом (на пример, Србију са Београдом, односно транспортне компаније у Србији у односу на транспортне компаније у Београду).

Поред просторног значаја, од изузетне важности је и временски аспект. Подаци које садржи модел за идентификацију умора прикупљају се на дневном нивоу, што даје могућност перманентног праћења индикатора који се односе на умор. Агрегационом података на месечном/годишњем нивоу може се пратити стање возача, што може помоћи код возача да се идентификује хронични умор, поремећаји које узрокују поремећаји спавања и др. и на тај начин развијени модел доприноси и глобалном јавном здрављу. Са друге стране, омогућава да се прате ефекти мера које се предузимају у транспортним компанијама или на нивоу државе.

Може се закључити да предложени модел има:

1. могућност да идентификује да ли је возач уморан
2. могућност да искључи возача из саобраћаја уколико се утврди да је уморан
3. могућност праћења индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача комерцијалних возила
4. могућност поређења транспортних компанија према нивоу безбедности саобраћаја са аспекта умора возача
5. могућност рангирања транспортних компанија према нивоу безбедности саобраћаја са аспекта умора возача

6. могућност учачавања проблема, на свим нивоима посматрања (на нивоу компаније, на локалном, националном, регионалном и др.) и дефинисања одговарајућих мера за њихово превазилажење
7. могућност праћења ефеката примењених мера

У наставку ове дисертације биће анализирани све наведене могућности новог модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила, кроз примену модела у пет одабраних транспортних компанија, две које се баве превозом робе и три које се баве превозом путника. У истраживању је учествовало 265 возача, расподела возача према транспортним компанијама и врсти возила којим управљају дата је табеларно (Табела 6.1.).

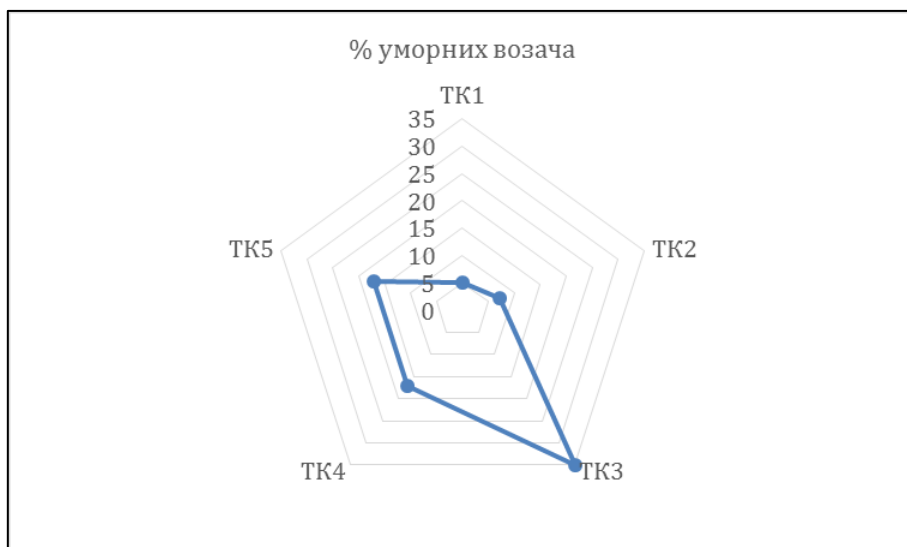
Табела 6.1. Расподела испитаника према транспортној компанији и врсти возила

Компанија	Врста возила	Број возача
ТК1	аутобус	59
ТК2	аутобус	56
ТК3	аутобус	66
ТК4	камион	42
ТК5	камион	42

Возачи су пре преузимања налога за вожњу, односно пре почетка смене, замољени да за 11 релевантних показатеља изаберу поткатегорију која их најбоље описује. Анкету је спроводило лице запослено у транспортној компанији које није умало увид у вредности тежинских коефицијената понуђених одговора, као ни информације о изгледу модела.

6.2.1. Анализа могућности идентификације умора применом развијеног модела

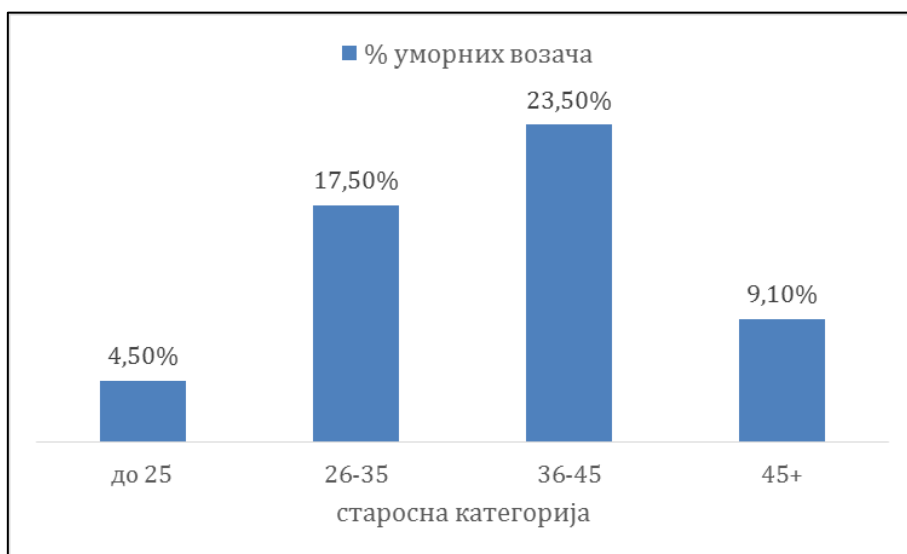
Основни циљ дисертације је развој модела помоћу којег ће се лако, једноставно и на сваком месту моћи утврдити да ли је возач уморан или може да отпочне смену. Применом модела се може утврдити колики је проценат возача који су уморни, у анализираном случају на нивоу транспортне компаније. Према потреби, простор посматрања се може проширити.



Слика 6.1. Процент возача код којих је идентификован умор, према транспортним компанијама

Код 16,6% возача је идентификован умор, највише уморних возача је идентификовано у транспортној компанији која се бави превозом путника означеној са ТК3, чак 35%, затим по 17% у компанијама које се баве превозом робе (Слика 6.1.). Анализом уморних возача према врсти возила, уочава се да су возачи камиона у већој мери уморни (16,7%) од возача аутобуса (11,1%).

Анализом четири посматране старосне категорије утврђено је да је код 23,5% возача старости 36-45 година идентификован умор, затим код 17,5% возача 26-35 година, код 9,1% возача старијих од 45 година и 4,5% код возача до 25 година (Слика 6.2.).



Слика 6.2. Расподела уморних возача према старости

6.2.2. Анализа могућности искључења уморних возача из саобраћаја

Претходно је на примеру приказано да је код 16,6% возача камиона и аутобуса, који су учествовали у истраживању, идентификован умор. Након идентификовања умора возаче за које је утврђено да прелазе дефинисану границу треба искључити са линије, односно не дозволити им да у таквом стању отпочну смену. Возач под утицајем умора је веома ризичан у саобраћају, и као такав представља велику потенцијалну опасност за безбедност путника, односно других учесника у саобраћају. У циљу заштите возача и других учесника у саобраћају, а самим тим и унапређења безбедности саобраћаја транспортне компаније потребно га је искључити са планираних линија и заменити га одморним возачем.

6.2.3. Анализа могућности праћења индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача комерцијалних возила

Последњих деценија је много урађено по питању оцене стања безбедности саобраћаја и развоју методологије за мерење показатеља безбедности саобраћаја. Развојем методологије за праћење основних индикатора безбедности саобраћаја (употреба заштитних система у путничким аутомобилима, теретним возилима, аутобусима, мотоциклима, употреба мобилних телефона, употреба дневних светала, прекорачење брзине и сл.) направљен је огромни помак у праћењу стања безбедности саобраћаја. Gitelman et al. (2010) су указали да је садашњи циљ да се утврди што више индикатора, који су у могућности да измере факторе који доприносе настанку незгода и да идентификују услове који су повезани са ризиком настанка незгода. Имајући то у виду, у оквиру ове докторске дисертације развијени су индикатори безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача комерцијалних возила.

Примена развијеног модела за идентификацију умора омогућава праћење и анализу ових индикатора на дневном нивоу у оквиру транспортне компаније. Применом модела за идентификацију умора могу се пратити следећи индикатори безбедности саобраћаја:

- % уморних возача
- % возача који имају квалитетан сан
- % возача са довољном количином сна
- % возача који вози преко 70% ноћу
- % возача који су прекорачили дневно време вожње
- % возача који су прекорачили недељно време вожње
- % возача који су прекорачили двонедељно време вожње
- % возача који су имали најмање 11 сати последњи дневни одмор
- % возача који користе адекватне мере за отклањање умора (према старосним категоријама)
- % возача који месечно возе више од 1.600 km

Наведени индикатори се прате на дневном нивоу, пред почетак смене, а могу се анализирати за било који временски пресек. На примеру ће бити приказано праћење индикатора на дневном нивоу (Табела 6.2.).

Применом модела за идентификацију умора може се формирати база података за праћење основних индикатора који се односе на умор код возача комерцијалних возила.

Формирањем базе за агрегацију података из свих транспортних компанија могу се пратити приказани индикатори на националном нивоу. На тај начин би могле да се пореде вредности транспортне компаније и вредности на локалном и/или националном нивоу и да свака транспортна компанија добије слику где се налази у односу на све остале компаније, односно који су то индикатори који ту компанију истичу у позитивном смислу, а који су то индикатори за чије унапређење треба предузети мере.

Табела 6.2. Преглед индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача комерцијалних возила, за пет транспортних компанија

ТК	% уморних возача	% возача који имају квалитетан сан	% возача са довољном количином сна	% возача који вози преко 70% ноћу	% возача који су прекорачили дневно време вожње	% возача који су прекорачили недељно време вожње	% возача који су прекорачили време вожње за две узастопне недеље	% возача који су имали мање од 11 сати последњи дневни одмор	% возача који користе адекватне мере за отклањање посланости	% возача који месечно возе више од 1.600 km
ТК1	5	98	75	5,1	1,7	52,5	59,0	42	28,9	98
ТК2	7	96	29	3,6	19,6	16,1	25,0	29	21,1	93
ТК3	35	74	55	15,1	19,7	25,7	35,0	42	58,7	86
ТК4	17	83	31	7,1	16,7	1,6	1,6	33	27,8	81
ТК5	17	83	31	7,1	11,9	7,1	12,0	36	28,2	86
Све ТК	16,6	87,2	65,3	7,9	14	24,1	30,5	37	29,5	89,4

На пример, у ТК1 као позитивна карактеристика може се истаћи значајно мањи проценат уморних возача у односу на целокупан узорак и значајно мањи проценат возача који су прекорачили дневно време вожње. Негативна карактеристика ове компаније је двоструко већи проценат возача који су прекорачили недељно време вожње и време вожње за две узастопне недеље. Са друге стране, у ТК4 као позитивна карактеристика истиче се веома мали проценат возача који су прекорачили недељно и двонедељно време вожње. Негативна карактеристика ТК4 је двоструко мањи проценат возача са довољном количином сна.

Поред праћења вредности самих индикатора, значајно је пратити и корелацију, односно утврдити јачину и смер линеарне везе између две променљиве. У циљу утврђивања јачине и смера линеарне везе између појаве умора код возача и осталих индикатора умора спроведена је Пирсонова линеарна корелација.

Резултати (Табела 6.3.) показују да је најјача корелација између показатеља да ли је возач уморан и квалитета сна ($r=0,739$, $p<0,01$) и има негативан смер, односно уморни возачи имају лош квалитет сна. Анализом резултата Пирсонове линеарне корелације утврђено је да веза између процента ноћне вожње и појаве умора код возача није статистички значајна ($r=0,093$, $p=0,130$).

Табела 6.3. Корелација између одабраних показатеља умора

показатељи	смер	коэффициент Пирсонове линеарне корелације (r)	значајност (p)	
Да ли је возач уморан?	Да ли је возач имао добар квалитет сна?	-	0,739	<0,01
	Да ли је возач имао довољну количину сна?	+	0,314	<0,01
	Да ли је возач прекорачио дневно време вожње?	-	0,318	<0,01
	Да ли је возач прекорачио недељно време вожње?	-	0,222	<0,01
	Да ли је возач прекорачио време вожње за две узастопне недеље?	-	0,144	<0,05
	Да ли је возач возио преко 70% времена ноћу?	-	0,093	0,130
	Да ли је возач користио адекватне мере против поспаности?	-	0,130	<0,05
	Да ли је возач имао дневни одмор у складу са законом?	-	0,372	<0,01

Поред утврђивања корелације између крајњег исхода модела и индикатора умора, могуће је утврђивати и корелацију између самих индикатора (Табела 6.4.). Резултати показују да је највећа корелација између индикатора који се односе на количину сна и квалитета сан ($r=-0,194$, $p<0,01$), и има негативан смер, односно према кодирању у бази, возачи који нису имали довољну количину сна имали су лош квалитет сна.

Табела 6.4. Корелација између индикатора умора код возача комерцијалних возила

	показатељи	смер	кофицијент Пирсонове линеарне корелације (r)	значајност (p)
Да ли је возач имао довољну количину сна?	Да ли је возач имао добар квалитет сна?	-	0,194	<0,01
	Да ли је возач прекорачио дневно време војње?	-	0,072	0,242
	Да ли је возач прекорачио недељно време војње?	-	0,089	0,151
	Да ли је возач прекорачио време војње за две узастопне недеље?	+	0,019	0,151
	Да ли је возач преко 70% времена ноћу?	-	0,009	0,890
	Да ли је возач имао дневни одмор у складу са законом?	-	0,180	<0,01
	Да ли је возач користио адекватне мере за отклањање поспаности?	-	0,166	<0,01
Да ли је возач имао добар квалитет сна?	Да ли је возач прекорачио дневно време војње?	+	0,106	0,085
	Да ли је возач прекорачио недељно време војње?	-	0,032	0,605
	Да ли је возач прекорачио време војње за две узастопне недеље?	-	0,059	0,342
	Да ли је возач преко 70% времена ноћу?	+	0,008	0,895
	Да ли је возач имао дневни одмор у складу са законом?	+	0,220	<0,01
	Да ли је возач користио адекватне мере за отклањање поспаности?	+	0,153	<0,05

Најмања корелација је утврђена између количине сна и индикатора који се односе на ноћну војњу ($r=0,009$, $p=0,890$). Анализом резултата Пирсонове корелације ранга између индикатора који се односе на дневно, недељно и двонедељно време војње заључује се да је корелација између прекорачења дневног и недељног времена војње позитивна, као и између недељног и двонедељног, док је корелација између дневног и двонедељног времена војње негативна (Табела 6.5.). На основу приказаних резултата се може закључити да возачи који су претходног дана прекорачили време војње, углавном нису прекорачили двонедељни лимит.

Табела 6.5. Корелација између индикатора који се односе на времена вожње

показатељи	Да ли је возач прекорачио дневно време вожње?	Да ли је возач прекорачио недељно време вожње?	Да ли је возач прекорачио време вожње за две узастопне недеље?
Да ли је возач прекорачио дневно време вожње?	-	смер: + $r=0,180$ $p=0,003$	смер: - $r=0,144$ $p=0,019$
Да ли је возач прекорачио недељно време вожње?	смер: + $r=0,180$ $p=0,003$	-	смер: + $r=0,602$ $p=0,000$

6.2.4. Анализа могућности поређења транспортних компанија према нивоу безбедности саобраћаја са аспекта умора возача

Поред испуњења основног циља због којег је развијен модел, идентификације умора код возача комерцијалних возила, модел омогућава поређење транспортних компанија према индикаторима умора. Анализа индикатора се може вршити за цео узорак, али и само за возаче за које је утврђено да су уморни. Анализом целог узорка од 265 возача, утврђено је да су возачи у ТК3 према индикатору „% возача који имају квалитетан сан“ најлошије ранжирани, односно имају најмање возача са квалитетним сном (Слика 6.3.).



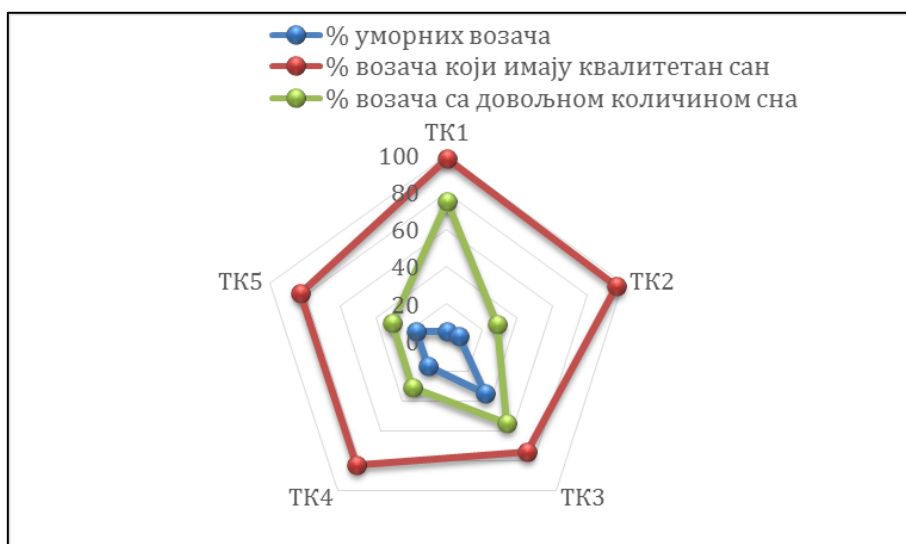
Слика 6.3. Индикатор који се односи на квалитет сна

Анализом индикатора „% возача са довољном количином сна“, уочава се да је у ТК2 најмање возача са довољном количином сна, односно који су спавали најмање 6 сати (Слика 6.4).

Упоредном анализом индикатора који се односе на квалитет и количину сна са бројем возача код којих је идентификован умор уочава се да су вредности најбоље у ТК1 у којој је идентификован најмањи број уморних возача (Слика 6.5.).

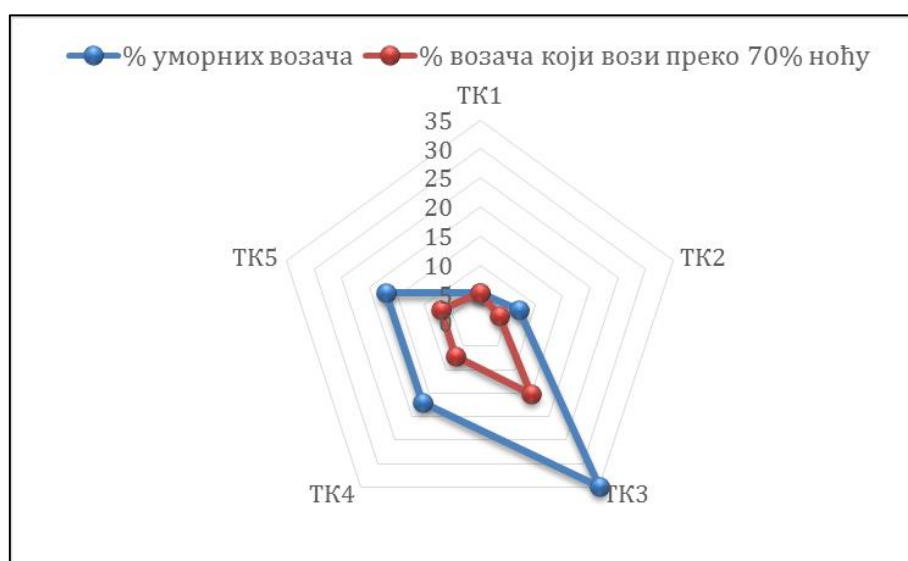


Слика 6.4. Индикатор који се односи на количину сна

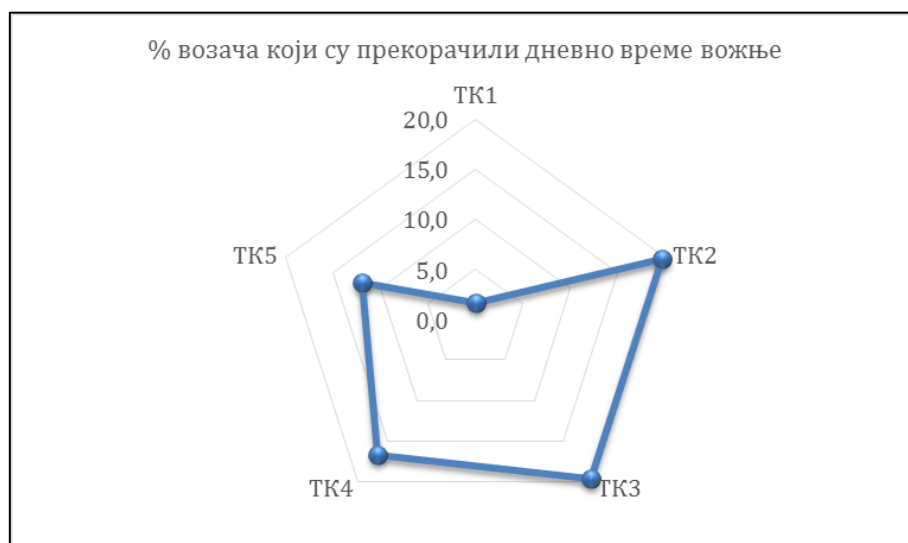


Слика 6.5. Индикатори који се односе на квалитет и количину сна

Са друге стране у ТК3 која је окарактерисана као најмање безбедна транспортна компанија са аспекта умора возача су и вредности ових индикатора најлошије. У претходним поглављима приказано је да је бројним студијама утврђено како период дана у којем се вози утиче на способности возача и појаву умора. Индикатор „% возача који возе преко 70% ноћу“ показује да је вредност ових индикатора већа у компанијама у којима је код већег броја возача идентификован умор (Слика 6.6.)

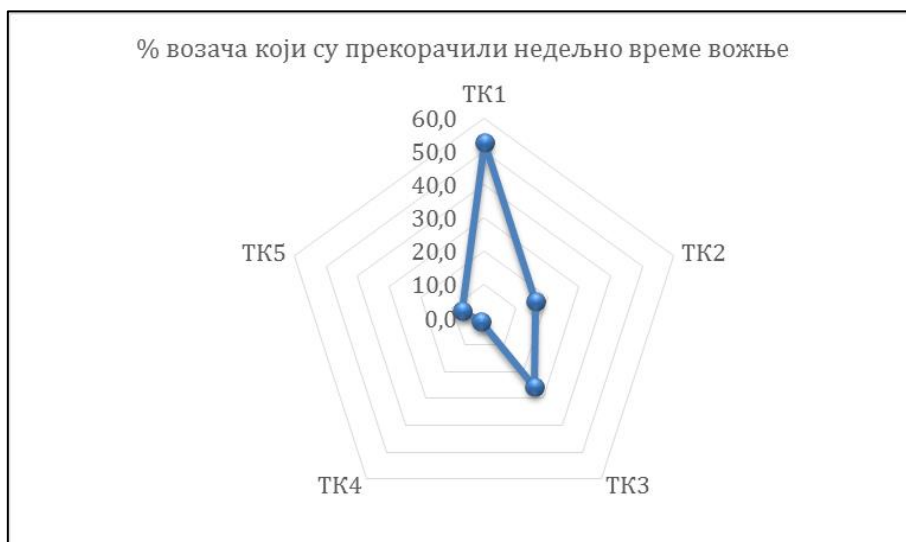


Слика 6.6. Индикатор који се односи на период дана који возач проведе у возњи



Слика 6.7. Индикатори који се односе на дневно време возње

Анализом индикатора који се односе на дневно (Слика 6.7.), недељно (Слика 6.8.) и време вожње за две узастопне недеље (Слика 6.9.) уочава се да су време вожње претходног дана највише прекорачили возачи у ТК3, у којој је идентификовано највише уморних возача, а најмање у ТК1 у којој је идентификовано најмање уморних возача.



Слика 6.8. Индикатори који се односе на недељно време вожње



Слика 6.9. Индикатори који се односе на време вожње за две узастопне недеље

Међутим, анализом прекорачења ограниченог недељног времена вожње добија се другачија слика, двоструко веће прекорачење је у ТК1 него у ТК3. У осталим транспортним компанијама је утврђено мање од 20% прекорачења недељног времена вожње.

Ови резултати говоре о значају перманентног праћења индикатора како би се вршило рангирање транспортних компанија и на недељном/месечном/годишњем нивоу. Слични резултати су добијени и за прекорачење времена вожње за две узастопне недеље (Слика 6.10.). На основу резултата о прекорачењу времена вожње закључује се да је расподела другачија у односу на индикаторе који се односе на квалитет и количину сна, што резултира другачијим ранговима компанија у односу на рангове према проценту уморних возача.



Слика 6.10. Индикатори који се односе на време вожње



Слика 6.11. Индикатори који се односе на дневни одмор

Са аспекта индикатора који се односе на дневни одмор возача најлошије компаније су ТК1 и ТК3 са по 42% возача који су имали скраћени дневни одмор, а најбоља је ТК2 са 29% (Слика 6.11.). Анализом индикатора „% возача који користе адекватне мере за отклањање поспаности“ утврђено је да је најбоље рангирана ТК3 у којој скоро 60% возача користи адекватне мере, а најлошије ТК4 у којој само 27,8% возача користе адекватне мере (Слика 6.12.). На основу овог индикатора може се утврдити у којој компанији недостаје едукација у погледу примене најефикаснијих мера у случају појаве поспаности у току вожње, у овом примеру то је компанија ТК4.



Слика 6.12. Индикатори који се односе на мере за отклањање поспаности

6.2.5. Анализа могућности рангирања транспортних компанија према нивоу безбедности саобраћаја са аспекта умора возача

Транспортне компаније се могу рангирати са аспекта безбедности саобраћаја на основу приказаних индикатора, на локалном, националном и/или регионалном нивоу. У примеру спроведеног истраживања посматрано је пет компанија, а упоредном анализом приказаних индикатора утврђено је да је према проценту уморних возача њихов ранг од најбезбедније до најмање безбедне: ТК1, ТК2, ТК4 и ТК5, и на крају ТК3.

Рангирање се може извршити и према осталим индикаторима. Уколико се посматрају тежински коефицијенти утицајних фактора, транспортне компаније се могу рангирати према првој класи, односно на основу индикатора „% возача који имају квалитетан сан“ и „% возача са довољном количином сна“. Према индикатору који се односи на квалитет сна, на првом месту би била ТК1, а на последњем ТК3, док је према индикатору који се односи на количину сна најбоља ТК1, а на последњем ТК2 (Табела 6.6.). На овај начин компаније се могу рангирати и према осталим индикаторима безбедности саобраћаја са аспекта умора.

Табела 6.6. Рангирање транспортних компанија са аспекта умора

Ранг	% уморних возача	% возача који имају квалитетан сан	% возача са довољном количином сна
најбезбеднија	ТК1	ТК1	ТК1
	ТК2	ТК2	ТК3
	ТК4/ТК5	ТК4/ТК5	ТК4/ТК5
	ТК4/ТК6	ТК4/ТК5	ТК4/ТК5
најмање безбедна	ТК3	ТК3	ТК2

6.2.6. Анализа могућности учачавања проблема и дефинисања одговарајућих мера за њихово превазилажење

Праћењем индикатора, могу се уочити проблеми у транспортној компанији као и учесталост појаве тих проблема, а на основу тога и дефинисати одговарајуће мере. Перманентним праћењем индикатора могу се добити и подаци о дану у недељи, месецу у току године, периоду у току године када се јављају проблеми, на пример, може се утврдити да ли је проблем са квалитетом сна карактеристичан за лето, да ли је проценат ноћне вожње проблем који се јавља у зимском периоду, да ли се прекорачење времена вожње повећава у сезони (у зависности од карактеристика подручја лети или зими), да ли је прекорачење времена вожње повезано са недостатком запослених и др. На основу приказаног истраживања може се закључити да су код возача камиона основни проблеми недовољна количина сна, као и скраћени дневни одмор. Потребно је проверити зашто су возачи имали скраћени дневни одмор, да ли је он у оквиру закона, односно колико често возач има скраћене дневне одморе.

Имајући у виду истраживања која су показала да су дневни одмор и количина сна у позитивној корелацији, односно да је услед скраћеног дневног одмора смањена и количина сна, мере усмерити ка повећању дневног одмора возача. Свеобухватном анализом утицајних фактора на нивоу транспортних компанија, испитати да ли постоји потреба за отварањем нових радних места. Перманентним праћењем индикатора се може утврдити да ли је та потреба сезонска или стална.

У ТКЗ је код трећине возача идентификован умор, а као најлошији индикатори истичу се количина и квалитет сна, као и учесталост ноћне вожње. У овој компанији је потребно уредити смене возача тако да имају мање ноћне вожње, како би се квалитет и количина сна поправили.

У претходним поглављима је приказано да честе непроспаване ноћи значајно утичу на квалитет сна, а услед дисбаланса биоритма може доћи и до појаве недовољне количине сна. Све ово за последицу има повећан број уморних возача. Недовољна количина сна и скраћени дневни одмор су карактеристични проблеми у компанији означеној са ТК2.

Као следећи корак у транспортним компанијама свеобухватном анализом утицајних фактора, испитати колико често возачи имају скраћени дневни одмор и да ли постоји потреба за отварањем нових радних места. Перманентним праћењем индикатора се може утврдити да ли је та потреба сезонска или стална.

У компанији означеној са ТК1 највећи проблем је прекорачење времена вожње у току недеље и у току две узастопне недеље, као и скраћени дневни одмор. Иако је у овој транспортној компанији идентификован најмањи број уморних возача, потребно је по хитном поступку проверити узроке прекршаја и потребу за ангажовањем додатних људских ресурса. Такође, континуираним праћењем ових индикатора идентификовати периоде у току године када долази до потребе за додатним возачима.

6.2.7. Анализа могућности праћења ефеката примењених мера

Једноставно, лако и брзо прикупљање индикатора који се односе на умор возача уз помоћ новог модела за идентификацију умора и његових улазних података омогућава праћење вредности дефинисаних индикатора, дефинисање проблема, усмеравање мера и праћење ефеката тих мера. Ефекти мера се могу сагледати упоредном анализом резултата у одређеном периоду (његова дужина зависи од примењене мере) пре и после примене мера.

6.3 SWOT анализа предложеног модела за идентификацију умора

SWOT (Strenghts – снаге, Weaknesses – слабости, Opportunities – шансе, Threats – претње) представља алат који омогућава да се сагледају унутрашње и спољашње добре и лоше ствари, у овом случају развијеног модела за идентификацију умора. Циљ овакве анализе је да се сагледа које слабости се могу минимизирати, како би се минимизирале претње (Табела 6.7.).

Снаге овог модела у односу на до сада развијене моделе су:

- Брз модел - примењује се брзо, возачу је потребно највише три минута од почетка тестирања до добијања излазног резултата;
- Лак модел – возач одговара на три питања и одговорно лице читава податке за још 8 ставки из валидних докумената, формирањем адекватне базе података то читавање може се вршити аутоматски;
- Обезбеђена је објективност – од 11 питања која су садржана у моделу 8 се добијају читавањем вредности из докумената, а само три питања на основу самопријављеног понашања (количина и квалитет сна, примена мера за отклањање поспаности у току вожње);
- Јефтин модел - не захтева додатна материјална средства (камере, електроде, уређаје за праћење можданих таласа или рада срца, сензоре и др.);

- Ненаметљив приступ – не захтева од возача да буду прикључени на било које уређаје који им одвлаче пажњу у току вожње;
- Делује се превентивно - возачу се не одобрава учешће у саобраћају уколико се утврди да је уморан, односно нема излагања ризику ни путника, ни робе, а ни самог возача;
- Није просторно ограничен – не везује се за једно возило у које се инсталира опрема, већ се може примењивати било где;
- Примена модела не зависи од услова видљивости - досадашњи системи за детекцију умора углавном имају проблем са детекцијом у случају мрака или уколико возач користи наочаре за сунце;
- Примена модела не зависи од временских услова – нема ограничења у погледу примене када пада снег, киша, када је блато или уколико су велике врућине.

Табела 6.7. SWOT анализа новог модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила

СНАГЕ	СЛАБОСТИ
<ul style="list-style-type: none"> • Брз модел; • Лак модел; • Обезбеђена је објективност; • Јефтин модел; • Ненаметљив приступ; • Делује се превентивно; • Није просторно ограничен; • Примена модела не зависи од услова видљивости; • Примена модела не зависи од временских услова. 	<ul style="list-style-type: none"> • Субјективни фактор у моделу; • Зависи од свести руководиоца транспортних компанија; • Не обухвата показатеље које се односе на пут којим ће се кретати, временске услове, услове у породици и др.
ШАНСЕ	ПРЕТЊЕ
<ul style="list-style-type: none"> • Пораст броја показатеља безбедности саобраћаја који се прате и на националним и на локалном нивоу; • Ради се на унапређењу безбедности саобраћаја у затвореним системима; • Тенденције међународног усаглашавања законске регулативе, посебно у погледу времена вожње и времена одмора; • Препознаје се значај времена вожње и одмора код професионалних возача. 	<ul style="list-style-type: none"> • Постојање других модела за идентификацију умора; • Неустављен чврст међународни и национални став о значају идентификације умора пре почетка смене возача који доводи до отпора у транспортним компанијама од стране руководства; • Недостатак база података у оквиру транспортних компанија.

Слабости овог модела:

- Субјективни фактор у моделу – субјективна оцена квалитета сна и самопријављено понашање у случају количине сна и мера које возач предузима у циљу отклањања поспаности у току вожње;
- Зависи од посвећености одговорног лица у транспортној компанији и његовог односа са возачима при прикупљању података за 3 од 11 одговора;
- Формира се на основу 11 показатеља за које је објективним и субјективним методама утврђено да су најутицајнији. Сви показатељи су из групе показатеља који се односе на возача, не обухвата показатеље које се односе на пут којим ће се кретати, временске услове, услове у породици и др.

Шансе овог модела:

- Пораст броја показатеља безбедности саобраћаја који се прате и на националном и на локалном нивоу;
- Ради се на унапређењу безбедности саобраћаја у затвореним системима – расте свест о значају безбедности саобраћаја међу руководиоцима транспортних компанија;
- Тенденције међународног усаглашавања законске регулативе, посебно у погледу времена вожње и времена одмора;
- У све већем броју земаља, препознаје се значај легислативе у погледу времена вожње и одмора код професионалних возача. У порасту је број земаља у којима се законом ограничава време вожње професионалних возача.

Претње овог модела:

- Постојање других модела за идентификацију умора;
- Неуспостављен чврст међународни и национални став о значају идентификације умора пре почетка смене возача који доводи до отпора у транспортним компанијама од стране руководства;

- Недостатак база података у оквиру транспортних компанија које су доступне јавности, као и за потребе научно-истраживачког рада. Наиме, у компанијама које воде уредне базе података, те базе нису доступне јавности.

7. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА И ПРАВЦИ БУДУЋИХ ИСТРАЖИВАЊА

Проблем безбедности саобраћаја у 21. веку је светски здравствени проблем. Сваке године око 1,3 милиона људи погине у саобраћајним незгодама. 93% погинулих је у неразвијеним и земљама у развоју иако је у њима само 54% регистрованих возила у свету (WHO, 2017).

Данас, почетком 21. века живимо у двадесетчетворочасовном друштву, живот је организован тако да су многи људи у покрету 24 сата 7 дана у недељи. У складу са тим су и транспортни захтеви, а транспортне компаније организују транспорт да задовоље све транспортне захтеве. Као последица савременог „двадесетчетворочасовног живота“ долази до нарушавања природног стања организма, односно стања у којем је човек будан дању, а спава ноћу. Последица свега тога је повећање стреса, лоше навике спавања, нарушавања квалитета сна, пад концентрације, развој умора и сл.

Истакнути проблем савременог друштва се односи на све људе, међутим неки послови се могу обављати под утицајем умора или при смањеној концентрацији (на пример, сређивање куће, чишћење дворишта, слушање музике и сл.), док се друге радње као што је вожња не могу безбедно обављати у тим условима.

Према ITF (2015) у Великој Британији се 40% саобраћајних незгода са учешћем професионалних возача догодило управо због умора возача, а у Малезији 38%.

Последњих година многи истраживачи широм света раде на развоју система који ће омогућити да се детектује умор код возача у току вожње и да се возач у тим ситуацијама упозори уз помоћ звука, вибрација, светлости и др. Системи се заснивају на праћењу црта лица, очију, усана, рада срца, можданих таласа и других физиолошких карактеристика. Возач је свестан да постоји систем, да је његово тело и/или возило на неки начин физички повезано са тим системом што може неповољно утицати на његово понашање, односно може превише оптеретити размишљањем о том систему, свом понашању и скренути пажњу са саобраћаја. Проблем код ових система је и што се сви активирају тек када возач заспи у току вожње или уђе у фазу касног умора, односно значајно се продужи дужина затварања очних капака при трептању. На тај начин су угрожени други учесници у саобраћају и сами путници у возилу.

Како би се решио проблем умора код возача полазна идеја се мора заснивати на индикаторима перформанси безбедности саобраћаја. Значај индикатора се огледа у јакој корелацији са коначним излазима, односно последицама саобраћајних незгода. На основу индикатора (на пример, употреба сигурносног појаса) може се утврдити да проблем постоји, не залазећи у узрок проблема, већ се проблем само детектује, а касније решава.

Када су у питању индикатори који се односе на умор код возача комерцијалних возила, они омогућавају детекцију проблема, али за разлику од осталих, дају одмах могућност деловања. У циљу правовременог деловања потребно је да се развију поуздани и брзи инструменти, као што је нови модел за идентификацију умора код возача комерцијалних возила који је предмет ове докторске дисертације.

У наставку ће бити представљени кључни закључци до којих се дошло приликом израде ове докторске дисертације. Полазећи од мотива за израду докторске дисертације, предмета и циља, као и хипотеза које су постављене, најважнији закључци и доприноси ове докторске дисертације огледају се у следећем:

- Представљен је проблем умора возача у безбедности саобраћаја.
- Приказан је значај индикатора перформанси безбедности саобраћаја и место умора возача међу индикаторима перформанси безбедности саобраћаја.
- Извршена је систематизација мера које се предузимају у циљу идентификовања и елиминисања умора у току вожње. Систематизовано је седам група мера:
 - нормативне мере,
 - утврђивање утицајних фактора анализом база података о саобраћајним незгодама,
 - утврђивање утицајних фактора анализом ставова возача,
 - примена савремених технологија за детекцију умора,
 - едукација возача о утицају умора на безбедност саобраћаја,
 - реализација кампања за подизање свести возача о утицају умора на безбедност саобраћаја
 - анализа мера које предузимају возачи за отклањање умора
- Дат је кратак критички осврт на постојеће моделе за идентификацију умора (на пример, Johns et al., 2007; Klauer et al., 2003; Mallis and Dinges, 2005; Sun et al., 2012; Wu and Chen, 2008 и др.). Заједничко за све ове моделе је да се активирају тек када возач заспи или покаже касне знаке умора. Као такви ови системи нису прихватљиви са аспекта безбедности саобраћаја, јер не делују правовремено што доводи у опасност друге учеснике у саобраћају.
- Детаљно је приказан поступак одабира релевантних показатеља, који се састоји из неколико корака. Коришћени су како објективни метод (статистичке технике, анализа тахографа), тако и субјективни метод (експертска оцена) и у разматрање су узимани само квантитативни показатељи.

- Дефинисани су основни критеријуми за одабир релевантних кључних индикатора угледом на претходна искуства за основни сет индикатора: значај, мерљивост, специфичност, осетљивост, поузданост, упоредивост итд.
- Први корак у одабиру релевантних показатеља подразумева одабир и систематизацију тзв. шире листе могућих релевантних показатеља, који се спроводи на основу критеријума доступности и квалитета података. На основу првог корака дефинисана је методологија за одабир шире листе индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача комерцијалних возила, а затим је дефинисана шири листа поменутих индикатора. Шири листа индикатора обухвата четири групе показатеља: показатељи о сну, показатељи о раду, показатељи о одмору и показатељи о предузетим активностима.
- Наредни корак у одабиру релевантних показатеља је дефинисање тзв. уже листе могућих релевантних показатеља, који се спроводи применом адекватних статистичких техника. Применом статистичких техника спроведена је корелација између показатеља и дефинисано је две категорије.
- Прву категорију чине индикатори који указују на стање у транспортној компанији по питању умора возача: % професионалних возача који имају квалитетан сан, % професионалних возача који имају приметан поремећај сна, али није лекарски дијагностикован, % професионалних возача који имају дијагностикован поремећај сна, БИО ризик, % возача који користе адекватне мере за отклањање умора (према старосним категоријама), % возача који поседују сертификат о професионалној компетентности.
- Другу категорију индикатора чине индикатори који се односе на возаче (на нивоу појединца): % ноћи са довољном количином сна и % ноћи без сна (у последњих 6 месеци), дневно време вожње, недељно време вожње, време вожње за две узастопне недеље, просечно радно време за 4 узастопна месеца, % сати дневне вожње, % сати ноћне вожње, време које је протекло од последње вожње до почетка смене (дневни одмор).

- У наредном кораку извршен је методолошки развој начина мерења одабраних релевантних индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача комерцијалних возила – за појединце и за транспортне компаније.
- Након одабира уже листе релевантних показатеља, применом објективних метода, као и уважавањем дефинисаних критеријума за одабир релевантних показатеља издвојено је 11 најзначајнијих показатеља умора код возача комерцијалних возила: количина сна (најмање 6 сати/више од 6 сати), квалитет сна (добар/лош, при чему је добар квалитет дефинисан као континуиран сан у току ноћи, без буђења, тешких снова, док се под лошим квалитетом сна сматра сан који има прекиде (буђење) на 2-3 сата, ноћне море и/или снове који исцрпљују и након којих се лице буди исцрпљено, не осећа се одморно), период дана када се управља возилом (приближно једнако дан и ноћ/око 90% времена дан/око 90% времена ноћ). Поред тога, сет утицајних фактора који се односе на време управљања возилом и време одмора: дневно време вожње (највише 9 сати/више од 9 сати), недељно време вожње (највише 56 сати/више од 56 сати), двонедељно време вожње (највише 90 сати/више од 90 сати), дневни одмор возача (најмање 11 сати/ мање од 11 сати) и мере које возачи предузимају уколико се јави умор у току вожње (слушање радија/конзумирање кофеинских напитака/спавање/друге мере). Такође, старост возача се издваја као утицајни фактор и дели се у четири поткатегорије: до 25 година, од 25 до 35 година, од 36 до 45 година и старије од 45 година. Затим, врста возила којим управља: путнички аутомобили и комерцијална возила до 3,5 t, камиони преко 3,5 t и аутобуси, а као утицајни фактор се издваја и месечна пређена километража, при чему је граница постављена на 1.600 km.
- Након дефинисања 11 релевантних показатеља примењена је метода експертске оцене у циљу добијања тежинских коефицијената за сваки од показатеља.

У оквиру корака додељивања тежинских коефицијената систематизоване су технике за додељивање тежинских коефицијената, приказане су њихове предности и недостаци и могућности примене.

- Дефинисани су критеријуми које треба да испуне технике за додељивање тежинских коефицијената: могућност независног оцењивања, добијање различитих тежинских коефицијената и једноставност примене.
- Након реализације експертске оцене, применом метода „алокација буџета“, применом метода "обједињени ранг" добијен је ранг сваког показатеља, који су по опадајућем низу, од најутицајнијег до најмање утицајног. Утврђено је да је најутицајнији квалитет сна, а најмање утицајна врста возила којим возач управља.
- Следећи корак ка реализацији основног циља овог доктората је пондерисање поткатегорија утицајних фактора. Најпре је утврђен тежински коефицијент за сваку поткатегорију од стране сваког експерта, а затим је применом методе обједињеног ранга, израчунат тежински коефицијент за сваку поткатегорију утицајног фактора.
- На крају, развијен је и представљен нови модел за идентификацију умора код возача комерцијалних возила који на једноставан и лак начин даје информацију да ли је возач уморан или је способан да преузме смену. За разлику од претходно развијених модела за детекцију умора, овај модел не захтева додатна технолошка достигнућа, нити вишечасовно истраживање, односно посматрање возача, већ се брзо примењује, није ограничен просторно, може се применити независно од локације.
- Предложени модел је тестиран у пет транспортних компанија у Србији.
- Спроведена је верификација модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила применом верификоване Епфортове скале поспаности, са посебно разрађеним примером код возача комерцијалних возила у претходно одабраним транспортним компанијама.

- Извршена је анализа предложеног модела кроз приказ предности и недостатака развијеног модела, корак по корак, али и збирно применом SWOT анализе.
- Утврђено је да предложени модел има могућност да идентификује да ли је возач уморан, да искључи возача из саобраћаја уколико се утврди да је уморан, праћења индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор код возача комерцијалних возила, поређења транспортних компанија према нивоу безбедности саобраћаја са аспекта умора возача, рангирања транспортних компанија према нивоу безбедности саобраћаја са аспекта умора возача, уочавања проблема, на свим нивоима посматрања (на нивоу компаније, на локалном, националном, регионалном и др.) и дефинисања одговарајућих мера за њихово превазилажење, као и могућност праћења ефеката примењених мера.
- Основне предности овог модела су што је брза примена модела, лако се примењује, обезбеђена је објективност јер се највећи број улазних параметара читава са валидних докумената, модел је јефтин и за разлику од других модела има ненаметљив приступ и делује се превентивно. Предност модела је што није просторно ограничен, може се примењивати било где, није везан за једно возило или возача. Као предност истиче се да примена модела не зависи од услова видљивости ни од временских услова.
- Основни недостаци овог модела су што постоји субјективни фактор у моделу - субјективна оцена квалитета сна и самопријављено понашање у случају количине сна и мера које возач предузима у циљу отклањања поспаности у току вожње. Такође, модел зависи од свести руководиоца транспортних компанија и не обухвата показатеље које се односе на пут којим ће се кретати, временске услове, услове у породици и сл.
- Нови модел за идентификацију умора код возача комерцијалних возила који је развијен и детаљно образложен кроз ову докторску дисертацију има низ недостатака који се временом могу успешно превазићи.

Са друге стране, модел има низ предности у односу на до сада развијене моделе и велику могућност примене у привреди, као такав може значајно да допринесе безбедности саобраћаја при превозу путника и робе.

Поред истакнутог научног доприноса, очекује се да ће докторска дисертација имати и велики практични значај кроз имплементацију развијеног модела за идентификацију умора код возача. Значај овог модела се огледа и у томе што је просторно преносив, односно може се применити у свим транспортним компанијама како на националном тако и на међународном нивоу. На једноставан и поуздан начин се може управљати посадом у транспортним компанијама. Имајући у виду чињеницу да су професионални возачи категорија радника која је на нивоу Европе, па и у Србији дефицитарна и да се у циљу задовољења транспортних захтева постојећи радници прековремено ангажују овај модел може значајно помоћи да се унапреди безбедност саобраћаја.

Такође, увођење модела за идентификацију умора код возача комерцијалних возила у систем мониторинга возача у компанији може подићи углед компаније и повећати осећај безбедности међу путницима / корисницима услуга што ће утицати на профит компаније.

Примена модела за идентификацију умора у транспортним компанијама олакшава управи транспортних компанија да управља посадом, односно да свакодневно прати стање возача са аспекта умора, да на тај начин идентификује њихове основне проблеме у погледу умора, односно који индикатори у ком периоду недеље нису задовољавајући и да предузме одговарајуће мере у циљу унапређења безбедности саобраћаја сваког возача појединачно, а на тај начин и компаније. Примена овог модела омогућава да возилима управљају одморни возачи, који ће пружити осећај сигурности и безбедности путницима/корисницима услуга, на тај начин привући већи број корисника, односно донети већи профит компанији.

Одморни возачи имају значајно мању вероватноћу учешћа у саобраћајним незгодама и чувају имовину компаније, а самим тим утичу и на профит компаније. На тај начин, превозник ће моћи да улаже у нова возила, нове раднике и тиме повећава комфор, поузданост и безбедност корисника услуга, као и безбедност свих учесника у саобраћају.

Истраживања која су спроведена у оквиру ове докторске дисертације показују да је код око 16% возача идентификован умор. У циљу заштите возача и других учесника у саобраћају, а самим тим и унапређења безбедности саобраћаја транспортне компаније када се за возача утврди да је уморан потребно га је искључити са планираних линија и заменити га одморним возачем. Овде се отвара питање ко ће да преузме линију уколико се возач искључи из саобраћаја? Проблем се може превазићи свакодневним ажурирањем посебно формиране базе података за сваког возача у компанији, на тај начин на крају радног дана се може добити информација колики проценат возача је близу границе за развој умора с обзиром да је познато 9 од 11 показатеља, на крају смене нису познати само подаци о количини и квалитету сна у ноћи која следи. На тај начин се може добити информација колико возача треба да добије продужени дневни одмор или слободан дан и колико нових возача треба да се ангажује како би се испунили услови за безбедно одвијање саобраћаја.

Поред тога, снимањем и праћењем дефинисаних индикатора безбедности саобраћаја који су у вези са умором код возача комерцијалних возила надлежна министарства могу пратити квалитет рада и рангирати транспортне компаније према овом аспекту безбедности саобраћаја.

На основу свега претходно приказаног закључује се да је доказана полазна хипотеза да се одабиром одговарајућих релевантних индикатора перформанси безбедности саобраћаја који су у вези са умором возача комерцијалних возила, може дефинисати модел који са високом поузданошћу може утврдити да ли је возач способан да безбедно управља возилом.

Доказане су и хипотезе да индикатори перформанси безбедности саобраћаја који припадају групи „Фактор сна“ имају утицај на настанак умора код возача комерцијалних возила, као и да уколико возачи прекорачују законско ограничење времена вожње имају већу вероватноћу да заспе у току вожње и изазову саобраћајну незгоду.

Са друге стране доказано је да претпоставка да време одласка возача на спавање, као индикатор безбедности саобраћаја, има утицај на квалитет сна и настанак умора код возача комерцијалних возила није тачна, односно доказано је да време одласка возача на спавање нема утицај на квалитет сна и развој умора код возача комерцијалних возила.

Сагледавањем свих карактеристика развијеног модела закључује се да има велики научни и практични значај, односно може се успешно користити за изградњу безбеднијег, поузданијег и квалитетнијег система превоза путника и робе на свим нивоима.

У претходним поглављима је приказано да модел поред предности има и низ недостатака који се будућим активностима и истраживањима могу унапредити:

- Спровести додатна истраживања у циљу елиминације субјективног фактора из модела, односно истражити факторе који прецизно и поуздано указују на квалитет и количину сна код возача, а да се добијају објективним методом (на пример, развојем уређаја који ће омогућити да се при преузимању смене возач брзо и једноставно тестира и да се утврди количина и квалитет последњег сна).
- Пратити и анализирати све мере које возачи предузимају и по потреби укључити у модел утицај додатних мера које возач предузима у циљу отклањања поспаности у току вожње.
- Развити и успоставити квалитетне базе података у којима ће се налазити подаци о сваком возачу и које ће бити повезане са моделом и омогућавати аутоматско читавање осам улазних података за модел.

- Пратити и анализирати додатне показатеље, на пример, оне које се односе на пут којим се крећу, временске услове, услове видљивости и др. и на основу њих формирати модел који ће омогућити идентификовање умора возача у току смене, односно на некој од пауза
- Пратити и анализирати резултате модела за идентификацију умора на почетку смене и у току вожње и развити модел за предвиђање карактеристика путовања које возач у зависности од нивоа умора (одмора) може да отпочне и да безбедно стигне до циља не угрожавајући друге учеснике у саобраћају. Развој таквог модела омогућиће оптимално искоришћење људских ресурса, односно возача, дефинисање вредности умора на скали преко које неће моћи да обавља превоз путника, или да отпочне захтевне руте, али може да изврши неке краће превозе.

Кроз докторску дисертацију је приказана могућност идентификације умора код возача комерцијалних возила, као и праћење индикатора безбедности саобраћаја у транспортним компанијама, међутим овај модел се може применити и за праћење индикатора безбедности саобраћаја са аспекта умора код свих возача.

Умор као индикатор безбедности саобраћаја који се односи на све возаче није препознат међу основне индикаторе, међутим порастом процента саобраћајних незгода насталих због умора возача у укупном броју саобраћајних незгода и порастом броја настрадалих у саобраћајним незгодама насталих због умора возача у односу на укупан број настрадалих у саобраћајним незгодама закључује се да индикаторе који се односе на умор треба уврстити међу основне индикаторе за праћење стања безбедности саобраћаја на нивоу општине/града и државе. На основу шире листе индикатора безбедности саобраћаја који се односе на умор може се издвојити сет индикатора који се односе на све возаче и који се могу прецизно, поуздано и једноставно пратити на свим нивоима. Сет индикатора може да обухвата:

% ноћи са довољном количином сна у последњих 6 месеци, % сати сна током ноћи у односу на укупне сате сна, % јутара када се након буђења осећају одморно у последњих 6 месеци, дневно време вожње, % возача који имају дијагностикован поремећај сна и др.).

Истраживања спроведена у оквиру ове докторске дисертације, као и закључци и главни доприноси до којих се дошло требало би да допринесу бољем разумевању проблема умора возача у безбедности саобраћаја, значају праћења и индикатора који се односе на умор возача, не само комерцијалних возила већ свих возача, и буду ефикасан алат у процесу формирања безбеднијег, поузданијег, ефикаснијег и економичнијег система превоза путника и робе.

ЛИТЕРАТУРА

- Abegaz, T., Berhane, Y., Worku, A., Assrat, A., Assefa, A., 2014. Effects of excessive speeding and falling asleep while driving on crash injury severity in Ethiopia : A generalized ordered logit model analysis. *Accid. Anal. Prev.* 71, 15–21. doi:10.1016/j.aap.2014.05.003
- Агенција за безбедност саобраћаја, Кампања “Вози одморан” [WWW Document]. URL <http://www.abs.gov.rs/vozi-odmoran>
- Ahsberg, E., Gamberale, F., Kjellberg, A., 1997. Perceived quality of fatigue during different occupational tasks Development of a questionnaire 20, 121–135.
- Al-Haji, G., 2007. Road Safety Development Index (RSDI) Theory, Philosophy and Practice. Linköping University, Sweden.
- Anund, A., Fors, C., Kecklund, G., van Leeuwen, W.M.A., Åkerstedt, T., 2015. Countermeasures for fatigue in transportation - A review of existing methods for drivers. Tech. Report, VTI 65.
- Balkin, T.J., Horrey, W.J., Graeber, R.C., Czeisler, C.A., Dinges, D.F., 2011. The challenges and opportunities of technological approaches to fatigue management. *Accid. Anal. Prev.* 43 2 , 565–572. doi:10.1016/j.aap.2009.12.006
- Behnood, A., Mannering, F.L., 2015. Analytic Methods in Accident Research The temporal stability of factors affecting driver-injury severities in single-vehicle crashes: Some empirical evidence. *Anal. Methods Accid. Res.* 8, 7–32. doi:10.1016/j.amar.2015.08.001

- Biggs, S.N., Smith, A., Dorrian, J., Reid, K., Dawson, D., van den Heuvel, C., Baulk, S., 2007. Perception of simulated driving performance after sleep restriction and caffeine. *J. Psychosom. Res.* 63 6 , 573–577. doi:10.1016/j.jpsychores.2007.06.017
- Brainard, G.C., Hanifin, J.P., Greeson, J.M., Byrne, B., Glickman, G., Gerner, E., Rollag, M.D., 2001. Action Spectrum for Melatonin Regulation in Humans : Evidence for a Novel Circadian Photoreceptor 21 16 , 6405–6412.
- Brice, C., Smith, A., 2001. The effects of caffeine on simulated driving, subjective alertness and sustained attention. *Hum. Psychopharmacol. Clin. Exp.* 16 7 , 523–531. doi:10.1002/hup.327
- Brown, I.D., 1994. Driver Fatigue. *Hum. Factors J. Hum. Factors Ergon. Soc.* 36 2 , 298–314. doi:10.1177/001872089403600210
- Charlton, S., Baas, P., Alley, B., Luther, R., 2003. Analysis of fatigue levels in New Zealand taxi and local-route truck drivers.
- Charlton, S., Baas, P., 2001. Fatigue, work-rest cycles, and psychomotor performance of New Zealand truck drivers. *NZ. J. Psychol.*
- Chen, G.X., Sieber, W.K., Lincoln, J.E., Birdsey, J., Hitchcock, E.M., Nakata, A., Robinson, C.F., Collins, J.W., Sweeney, M.H., 2015. NIOSH national survey of long-haul truck drivers: Injury and safety. *Accid. Anal. Prev.* 85, 66–72. doi:10.1016/j.aap.2015.09.001
- Chervin, R.D., Aldrich, M.S., Pickett, R., Guilleminault, C., 1997. Comparison of the results of the Epworth Sleepiness Scale and the Multiple Sleep Latency Test. *J. Psychosom. Res.* 42 2 , 145–55.
- Childs, E., de Wit, H., 2006. Subjective, behavioral, and physiological effects of acute caffeine in light, nondependent caffeine users. *Psychopharmacology (Berl).* 185 4 , 514–523. doi:10.1007/s00213-006-0341-3
- Corfitsen, M.T., 1994. Tiredness and visual reaction time among young male nighttime drivers: A roadside survey. *Accid. Anal. Prev.* 26 5 , 617–624. doi:10.1016/0001-4575(94)90023-X

- Davidović, J., 2013. The Analysis of the Impact of Driver Fatigue on Professional Driver's Road Safety, in: VIII International Conference Road Safety in Local Community. Academy of Criminalistic and Police Studies, Valjevo, pp. 121–126.
- Davidović, J., Pešić, D., 2017. Professional drivers' measures against fatigue, in: XII International Conference Road Safety in Local Community.
- 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. doi:10.1016/j.trf.2018.03.010
- Давидовић, В., Давидовић, Ј., 2017. No Title, in: XII Међународна Конференција Безбедност Саобраћаја у Локалној Заједници. Тара, pp. 283–289.
- Давидовић, Ј., Петровић, Ђ., Коцић, З., 2016. Кампања на друштвеним мрежама - "Савски венац - најбољи и најбезбеднији," in: V Међународна Конференција Безбједност Саобраћаја у Локалној Заједници. Бања Лука, pp. 205–212.
- Diaz-chito, K., Hernández-sabaté, A., López, A.M., 2016. A reduced feature set for driver head pose estimation 45, 98–107. doi:10.1016/j.asoc.2016.04.027
- Diependaele, K., 2015. Sleepy at the wheel. Analysis of the extent and characteristics of sleepiness among Belgian car drivers. doi:10.13140/RG.2.1.1696.7521
- Douglas, N.J., Polo, O., 1994. Pathogenesis of obstructive sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Lancet (London, England)* 344 8923 , 653–5.
- Edwards, D.J., Sirois, B., Dawson, T., Aguirre, A., Davis, B., Trutschel, U., 2007. Evaluation of Fatigue Management Technologies Using Weighted Feature Matrix Method, in: Proceedings of the 4th International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training, and Vehicle. University of Iowa, Iowa City, Iowa, pp. 146–152. doi:10.17077/drivingassessment.1229
- ETSC, 2001. Transport Safety Performance Indicators.
- FMCSA, United States Department of Transportation [WWW Document]. URL <https://www.fmcsa.dot.gov/regulations/title49/section/395.3>
- FMCSA, United States Department of Transportation, Regulation, passenger-carrying vehicles [WWW Document]. URL <https://www.fmcsa.dot.gov/regulations/title49/section/395.5>

- Forsman, P.M., Vila, B.J., Short, R.A., Mott, C.G., Dongen, H.P.A. Van, 2013. Efficient driver drowsiness detection at moderate levels of drowsiness. *Accid. Anal. Prev.* 50, 341–350. doi:10.1016/j.aap.2012.05.005
- Gitelman, V., Doveh, E., Hakkert, S., 2010. Designing a composite indicator for road safety. *Saf. Sci.* 48 9 , 1212–1224. doi:10.1016/j.ssci.2010.01.011
- Gonçalves, M., Amici, R., Lucas, R., Åkerstedt, T., Cirignotta, F., Horne, J., Léger, D., McNicholas, W.T., Partinen, M., Téran-Santos, J., Peigneux, P., Grote, L., 2015. Sleepiness at the wheel across Europe: a survey of 19 countries. *J. Sleep Res.* 24 3 , 242–253. doi:10.1111/jsr.12267
- GPO, n.d. U.S. Government publishing office [WWW Document].
- Haddon, W., 1980. Advances in the epidemiology of injuries as a basis for public policy. *Public Health Rep.* 95 5 , 411–21. doi:10.2307/4596353
- Haddon, W., 1972. A logical framework for categorizing highway safety phenomena and activity. *J. Trauma* 12 3 , 193–207.
- Hakkert, A.S., Gitelman, V., Vis, M.A. (Eds. , 2007. Institutional Repository Road Safety Performance Indicators : Theory . Deliverable D3 . 6 of the EU FP6 project SafetyNet . This item was submitted to Loughborough ' s Institutional Repository (<https://dspace.lboro.ac.uk/>) by the author and is made avail.
- Hancock, P.A., Verwey, W.B., 1997. Fatigue, workload and adaptive driver systems. *Accid. Anal. Prev.* 29 4 SPEC. ISS. , 495–506. doi:10.1016/S0001-4575(97)00029-8
- Haskell, C.F., Kennedy, D.O., Wesnes, K.A., Scholey, A.B., 2005. Cognitive and mood improvements of caffeine in habitual consumers and habitual non-consumers of caffeine. *Psychopharmacology (Berl)*. 179 4 , 813–825. doi:10.1007/s00213-004-2104-3
- Hermans, E., Bossche, F. Van Den, Wets, G., 2008. Combining road safety information in a performance index 40, 1337–1344. doi:10.1016/j.aap.2008.02.004
- Hermans, E., Brijs, T., Wets, G., Vanhoof, K., 2009. Benchmarking road safety: Lessons to learn from a data envelopment analysis. *Accid. Anal. Prev.* 41 1 , 174–182. doi:10.1016/j.aap.2008.10.010
- HORNE, J., 1992. Human slow-wave sleep and the cerebral cortex. *J. Sleep Res.* 12, 122–124. doi:10.1111/j.1365-2869.1992.tb00023.x

- Horne, J., Reyner, L., 2001. Sleep-related vehicle accidents: some guides for road safety policies. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 4 1 , 63–74. doi:10.1016/S1369-8478(01)00014-6
- Horne, J.A., Reyner, L.A., 1995. Sleep related vehicle accidents. *BMJ* 310 6979 , 565–7.
- Houser, A., Murray, D., Shackelford, S., Kreeb, R., Dunn, T., 2009. Analysis of Benefits and Costs of Lane Departure Warning Systems for the Trucking Industry.
- IRTAD, 2015. Road Safety Annual Report 2015, Oecd. doi:10.1787/irtad-2015-en.
- Jackson, M.L., Croft, R.J., Kennedy, G.A., Owens, K., Howard, M.E., 2013. Cognitive components of simulated driving performance: Sleep loss effects and predictors. *Accid. Anal. Prev.* 50, 438–444. doi:10.1016/j.aap.2012.05.020.
- Jo, J., Joo, S., Ryoung, K., Kim, I., Kim, J., 2014. Expert Systems with Applications Detecting driver drowsiness using feature-level fusion and user-specific classification. *Expert Syst. Appl.* 41 4 , 1139–1152. doi:10.1016/j.eswa.2013.07.108
- Johns, M., Hocking, B., 1997. Daytime sleepiness and sleep habits of Australian workers. *Sleep*.
- Johns, M.W., 2000. sensitivity-and-specificity-of-the-multiple-sleep-latency-test-mslt-the-maintenanc-of-wakefulness-test-and-the-epworth-sleepiness-scale.pdf.
- Johns, M.W., 1992. Reliability and factor analysis of the Epworth Sleepiness Scale. *Sleep*. doi:10.1093/sleep/15.4.376
- Johns, M.W., 1991. A New Method for Measuring Daytime Sleepiness: The Epworth Sleepiness Scale. *Sleep* 14 6 , 540–545. doi:10.1093/sleep/14.6.540
- Johns, M.W., Tucker, A., Chapman, R., Crowley, K., Michael, N., 2007. Monitoring eye and eyelid movements by infrared reflectance oculography to measure drowsiness in drivers. *Somnologie - Schlafforsch. und Schlafmedizin* 11 4 , 234–242. doi:10.1007/s11818-007-0311-y
- Jung, S.-J., Shin, H.-S., Chung, W.-Y., 2014. Driver fatigue and drowsiness monitoring system with embedded electrocardiogram sensor on steering wheel. *IET Intell. Transp. Syst.* 8 1 , 43–50. doi:10.1049/iet-its.2012.0032

- Killgore, W.D.S., Vanuk, J.R., Knight, S.A., Markowski, S.M., Pisner, D., Shane, B., Fridman, A., Alkozei, A., 2015. Daytime sleepiness is associated with altered resting thalamocortical connectivity. *Neuroreport* 26 13 , 779–84. doi:10.1097/WNR.0000000000000418
- Kim, W., 2003. Debunking the Effects of Taurine in Red Bull Energy Drink. *Nutr. Bytes* 9 1 .
- Klauer, S.G., Dingus, T.A., Neale, V.L., Tech, V., Carroll, R.J., 2003. The effects of fatigue on driver performance for single and team long-haul truck drivers 4–6.
- Кукић, Д., 2014. Модел квантификације ризика страдања у саобраћају. Универзитет у Београду - Саобраћајни факултет.
- Lal, S.K.L., Craig, A., 2007. Reproducibility of the spectral components of the electroencephalogram during driver fatigue 55 2005 , 137–143. doi:10.1016/j.ijpsycho.2004.07.001
- Lal, S.K.L., Craig, A., Boord, P., Kirkup, L., Nguyen, H., 2003. Development of an algorithm for an EEG-based driver fatigue countermeasure. *J. Safety Res.* 34 3 , 321–8.
- Lin, C.T., Wu, R.C., Jung, T.P., Liang, S.F., Huang, T.Y., 2005. Estimating driving performance based on EEG spectrum analysis. *EURASIP J. Appl. Signal Processing* 2005, 3165–3174. doi:10.1155/ASP.2005.3165
- Lloberes, P., Durán-Cantolla, J., Martínez-García, M.Á., Marín, J.M., Ferrer, A., Corral, J., Masa, J.F., Parra, O., Alonso-Álvarez, M.L., Terán-Santos, J., 2011. Diagnóstico y tratamiento del síndrome de apneas-hipopneas del sueño. *Arch. Bronconeumol.* 47 3 , 143–156. doi:10.1016/j.arbres.2011.01.001
- Lyznicki, J.M., 1998. Sleepiness, Driving, and Motor Vehicle Crashes. *JAMA* 279 23 , 1908. doi:10.1001/jama.279.23.1908
- Липовац, К., Пешић, Д., Давидовић, Ј., 2016. Базе података као основ за управљање умором у транспортним компанијама, in: 13. Међународни Симпозијум “Превенција Саобраћајних Незгода.” pp. 119–126.
- Mallis, M.M., Dinges, D.F., 2005. Monitoring Alertness by Eyelid Closure, *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods.* doi:10.1201/9780203489925

- Martikainen, K., Hasan, J., Urponen, H., Vuori, I., Partinen, M., 1992. Daytime sleepiness: a risk factor in community life. *Acta Neurol. Scand.* 86 4 , 337–341. doi:10.1111/j.1600-0404.1992.tb05097.x
- Maycock, G., 1996. Sleepiness and driving: the experience of UK car drivers. *J. Sleep Res.* 5 4 , 229–37.
- Mckenna, F.P., 2014. Can sleep habits predict driver behaviour? *Hygiène du sommeil et accidents de la route. Rev. Eur. Psychol. Appl.* 64 3 , 97–100. doi:10.1016/j.erap.2013.07.007
- Meng, F., Li, S., Cao, L., Peng, Q., Li, M., Wang, C., 2016. Designing Fatigue Warning Systems : The perspective of professional drivers. *Appl. Ergon.* 53, 122–130. doi:10.1016/j.apergo.2015.08.003
- Mohamed, N., Mohd-yusoff, M., Othman, I., Zulkipli, Z., 2012. Fatigue-related crashes involving express buses in Malaysia : Will the proposed policy of banning the early-hour operation reduce fatigue-related crashes and benefit overall road safety? *Accid. Anal. Prev.* 45, 45–49. doi:10.1016/j.aap.2011.09.025
- Monique, M.A.J., Ketzner, S., Blom, C., van Gerven, M.H., van Willigenburg, G.M., Olivier, B., Verster, J.C., 2011. Positive effects of Red Bull® Energy Drink on driving performance during prolonged driving. *Psychopharmacology (Berl).* 214 3 , 737–745. doi:10.1007/s00213-010-2078-2
- Morris, D.M., Pilcher, J.J., Iii, F.S.S., 2015. Lane heading difference : An innovative model for drowsy driving detection using retrospective analysis around curves. *Accid. Anal. Prev.* 80, 117–124. doi:10.1016/j.aap.2015.04.007
- Nardoi, M., Saisanai, M., Saltellii, A., Tarantolai, S., Hoffmannii, A., Giovanniniii, E., 2005. Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide (No. 2005/03). Paris. doi:10.1787/533411815016
- NSW Centre for Road Safety. Campaigns “Don’t trust your tired self”, <http://roadsafety.transport.nsw.gov.au/campaigns/donttrustyourtiredself.html>
- Obst, P., Armstrong, K., Smith, S., Banks, T., 2011. Age and gender comparisons of driving while sleepy: Behaviours and risk perceptions. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 14 6 , 539–542. doi:10.1016/j.trf.2011.06.005

- Parkes, J.D., Chen, S.Y., Clift, S.J., Dahlitz, M.J., Dunn, G., 1998. The clinical diagnosis of the narcoleptic syndrome. *J. Sleep Res.* 7 1 , 41–52.
- Pérez-Chada, D., Videla, A.J., O’Flaherty, M.E., Palermo, P., Meoni, J., Sarchi, M.I., Khoury, M., Durán-Cantolla, J., 2005. Sleep habits and accident risk among truck drivers: a cross-sectional study in Argentina. *Sleep* 28 9 , 1103–8.
- Pešić, D., Antić, B., Brčić, D., Davidović, J., 2015. Driver’s Attitudes about the Impact of Caffeine and Energy Drinks on Road Traffic Safety. *PROMET-Traffic Transp.* 27 3 , pp 267-278. doi:10.7307/ptt.v27i3.1503
- Pešić, D., Antić, B., Davidović, J., 2016. Fatigue as road safety performance indicator, in: *XI International Conference Road Safety in Local Community.* pp. 371–376.
- Пешић, Д., 2012. Развој и унапређење метода за мерење нивоа безбедности саобраћаја на подручју. Универзитет у Београду - Саобраћајни факултет.
- Пешић, Д., Антић, Б., 2012. Значај и могућност примене индикатора безбедности саобраћаја за локалну заједницу, in: *VII Међународна Конференција “Безбедност Саобраћаја у Локалној Заједници.”* pp. 111–116.
- Пешић, Д., Антић, Б., Давидовић, Ј., Марковић, Н., 2015. Упоредна анализа ставова возача аутомобила и мотоцикла о умору у току вожње према САРТРЕ 4 упитнику, in: *VI Међународна Конференција Безбједност Саобраћаја у Локалној Заједници.* Бања Лука, pp. 255–264.
- Пешић, Д., Антић, Б., Давидовић, Ј., 2016. Умор као узрок саобраћајних незгода са учешћем професионалних возача, in: *XV Симпозијум “Вештачење Саобраћајних Незгода и Преваре у Осигурању.”*
- PHILIP, P., 2005. Sleepiness of Occupational Drivers. *Ind. Health* 43 1 , 30–33. doi:10.2486/indhealth.43.30
- Phillips, R.O., Sagberg, F., 2013. Road accidents caused by sleepy drivers: Update of a Norwegian survey. *Accid. Anal. Prev.* 50, 138–146. doi:10.1016/j.aap.2012.04.003
- Radun, I., Ohisalo, J., Radun, J., Rajalin, S., 2012. Law defining the critical level of driver fatigue in terms of hours without sleep : Criminal justice professionals’ opinions and fatal accident data. *Int. J. Law, Crime Justice* 40 3 , 172–178. doi:10.1016/j.ijlcj.2012.03.002

- Radun, I., Radun, J., Wahde, M., Watling, C.N., Kecklund, G., 2015. Self-reported circumstances and consequences of driving while sleepy. *Transp. Res. Part F Psychol. Behav.* 32, 91–100. doi:10.1016/j.trf.2015.05.004
- Radun, I., Radun, J.E., 2009. Convicted of fatigued driving: Who, why and how? *Accid. Anal. Prev.* 41 4 , 869–875. doi:10.1016/j.aap.2009.04.024
- Radun, I., Radun, J.E., 2006. Seasonal Variation of Falling Asleep while Driving: An Examination of Fatal Road Accidents. *Chronobiol. Int.* 23 5 , 1053–1064. doi:10.1080/07420520600921096
- Radun, I., Summala, H., 2004. Sleep-related fatal vehicle accidents: characteristics of decisions made by multidisciplinary investigation teams. *Sleep* 27 2 , 224–7.
- Ramos, O.A., Llanos Flores, M., de Miguel Díez, J., 2016. Síndrome de apnea-hipopnea del sueño. *Med. Clin. (Barc).* 147 1 , 22–27. doi:10.1016/j.medcli.2016.01.030
- Ramos, P., Díez, E., Pérez, K., Rodriguez-Martos, A., Brugal, M.T., Villalbí, J.R., 2008. Young people's perceptions of traffic injury risks, prevention and enforcement measures: A qualitative study. *Accid. Anal. Prev.* 40 4 , 1313–1319. doi:10.1016/j.aap.2008.02.001
- Rea, M.S., Figueiro, M.G., Bullough, J.D., Bierman, A., 2005. A model of phototransduction by the human circadian system 50, 213–228. doi:10.1016/j.brainresrev.2005.07.002
- Regina, E.G., Smith, G.M., Keiper, C.G., McKelvey, R.K., 1974. Effects of caffeine on alertness in simulated automobile driving. *J. Appl. Psychol.* 59 4 , 483–489. doi:10.1037/h0037225
- Reyner, L.A., Horne, J.A., 2002. Efficacy of a “functional energy drink” in counteracting driver sleepiness. *Physiol. Behav.* 75 3 , 331–5.
- Reyner, L.A., Horne, J.A., 2000. Early morning driver sleepiness: effectiveness of 200 mg caffeine. *Psychophysiology* 37 2 , 251–6.
- Ronen, A., Oron-Gilad, T., Gershon, P., 2014. The combination of short rest and energy drink consumption as fatigue countermeasures during a prolonged drive of professional truck drivers. *J. Safety Res.* 49, 39.e1-43. doi:10.1016/j.jsr.2014.02.006
- Saaty, T., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
- Safety Net, 2009. *Fatigue, Transport*.

- Saisana, M., Tarantola, S., 2002. State-of-the-art Report on Current Methodologies and Practices for Composite Indicator Development. *Jt. Res. Centre. Italy Eur. Comm.* July, 1–72. doi:10.13140/RG.2.1.1505.1762
- Seidl, R., Peyrl, A., Nicham, R., Hauser, E., 2000. A taurine and caffeine-containing drink stimulates cognitive performance and well-being. *Amino Acids* 19 3–4, 635–42.
- Sigari, M., Pourshahabi, M., 2014. A Review on Driver Face Monitoring Systems for Fatigue and Distraction Detection 64, 73–100.
- Souissi, M., Chtourou, H., Abedelmalek, S., Ben, I., Sahnoun, Z., 2014. Physiology & Behavior The effects of caffeine ingestion on the reaction time and short-term maximal performance after 36 h of sleep deprivation. *Physiol. Behav.* 131, 1–6. doi:10.1016/j.physbeh.2014.04.012
- Sparrow, A.R., Mollicone, D.J., Kan, K., Bartels, R., Satterfield, B.C., Riedy, S.M., Unice, A., Dongen, H.P.A. Van, 2016. Naturalistic field study of the restart break in US commercial motor vehicle drivers : Truck driving , sleep , and fatigue. *Accid. Anal. Prev.* 93, 55–64. doi:10.1016/j.aap.2016.04.019
- Sun, H., Zhu, Q., Shen, W., Leng, Z., Wu, H., 2012. Driver Fatigue Detection System Based on the Feature of Face 12 1, 56–63.
- Sved, D.W., Godsey, J.L., Ledyard, S.L., Mahoney, A.P., Stetson, P.L., Ho, S., Myers, N.R., Resnis, P., Renwick, A.G., 2007. Absorption, tissue distribution, metabolism and elimination of taurine given orally to rats. *Amino Acids* 32 4, 459–466. doi:10.1007/s00726-007-0494-3
- Temple, J.G., Warm, J.S., Dember, W.N., Jones, K.S., LaGrange, C.M., Matthews, G., 2000. The Effects of Signal Saliency and Caffeine on Performance, Workload, and Stress in an Abbreviated Vigilance Task. *Hum. Factors J. Hum. Factors Ergon. Soc.* 42 2, 183–194. doi:10.1518/001872000779656480
- Thiffault, P., Bergeron, J., 2003. Monotony of road environment and driver fatigue : a simulator study 35, 381–391.
- Torregroza-vargas, N.M., Pablo, J., Ramos-bonilla, J.P., 2014. Fatigue and crashes : The case of freight transport in Colombia. *Accid. Anal. Prev.* 72, 440–448. doi:10.1016/j.aap.2014.08.002

- Transport for London, n.d. Do The Test - Digital Marketing Campaign [WWW Document]. URL <https://www.digitalvidya.com/blog/tfl-do-the-test-digital-marketing-campaign/>
- Transport for New South Wales, n.d. Staying Safe [WWW Document]. URL <http://roadsafety.transport.nsw.gov.au/stayingsafe/fatigue/>
- Tu, C., van Wyk, B.J., Hamam, Y., Djouani, K., Du, S., 2013. Vehicle Position Monitoring Using Hough Transform. IERI Procedia 4, 316–322. doi:10.1016/j.ieri.2013.11.045
- United Nations, 2010. European agreement concerning the work of crews of vehicles engaged in international road transport (AETR) (Consolidated version *) European agreement concerning the work of crews of vehicles engaged in international road transport (AETR).
- Вујанић, М., Пешић, Д., Антић, Б., Давидовић, Ј., 2015. Упоредна анализа ставова младих возача о утицају енергетских напитака на вожњу и субјективног осећаја умора у току вожње, in: 10. Међународна Конференција „Безбедност Саобраћаја у Локалној Заједници“ Србија, Крагујевац, pp. 211–219.
- Warburton, D., Bersellini, E., Sweeney, E., 2001. An evaluation of a caffeinated taurine drink on mood, memory and information processing in healthy volunteers without caffeine abstinence. Psychopharmacology (Berl). 158 3 , 322–328. doi:10.1007/s002130100884
- Watling, C.N., Armstrong, K.A., Radun, I., 2015. Examining signs of driver sleepiness, usage of sleepiness countermeasures and the associations with sleepy driving behaviours and individual factors. Accid. Anal. Prev. 85, 22–29. doi:10.1016/j.aap.2015.08.022
- WHO, 2012. WHO [WWW Document].
- Williamson, A., Friswell, R., 2013. The effect of external non-driving factors, payment type and waiting and queuing on fatigue in long distance trucking. Accid. Anal. Prev. 58, 26–34. doi:10.1016/j.aap.2013.04.017
- Williamson, A., Friswell, R., Olivier, J., Grzebieta, R., 2014. Are drivers aware of sleepiness and increasing crash risk while driving ? Accid. Anal. Prev. 70, 225–234. doi:10.1016/j.aap.2014.04.007

- Williamson, A., Lombardi, D.A., Folkard, S., Stutts, J., Courtney, T.K., Connor, J.L., 2011. The link between fatigue and safety. *Accid. Anal. Prev.* 43 2 , 498–515. doi:10.1016/j.aap.2009.11.011
- World Health Organization, 2017. WHO [WWW Document]. URL <http://www.who.int/features/factfiles/roadsafety/en/>
- Wu, J., Chen, T., 2008. Development of a drowsiness warning system based on the fuzzy logic images analysis 34, 1556–1561. doi:10.1016/j.eswa.2007.01.019
- Yildirim, R.C., 2003. Caffeine consumption in drivers of heavy vehicles in Turkey. *Public Health* 117 5 , 329–332. doi:10.1016/S0033-3506(03)00076-3
- Zhang, M., Bi, L.F., Ai, Y.D., Yang, L.P., Wang, H.B., Liu, Z.Y., Sekine, M., Kagamimori, S., 2004. Effects of taurine supplementation on VDT work induced visual stress. *Amino Acids* 26 1 , 59–63. doi:10.1007/s00726-003-0032-x
- Zhang, Y., Hua, C., 2015. Driver fatigue recognition based on facial expression analysis using local binary patterns. *Optik (Stuttg)*. 126 23 , 4501–4505. doi:10.1016/j.ijleo.2015.08.185
- Zhao, C., Zhao, M., Liu, J., Zheng, C., 2012. Electroencephalogram and electrocardiograph assessment of mental fatigue in a driving simulator. *Accid. Anal. Prev.* 45, 83–90. doi:10.1016/j.aap.2011.11.019
- Закон о безбедности саобраћаја на путевима, 2009. Службени Гласник Републике Србије, 41/2009.
- Закон о радном времену посаде возила у друмском превозу и тахографима, 2015. Службени Гласник Републике Србије, 96/2015.
- Закон о основама безбедности саобраћаја на путевима 1988, Службени Гласник 50/88.

ПРИЛОГ А – АЛАТ ЗА ПРИКУПЉАЊЕ ПОДАТАКА

УПИТНИК ЗА ВОЗАЧА КАМИОНА/АУТОБУСА НА ПОЧЕТКУ СМЕНЕ	
Колико имате година?	1) до 25 година
	2) 25-35
	3) 36-45
	4) 45+
Којом врстом возила управљате?	1) путнички аутомобил и/или комерцијално возило до 3,5 t
	2) теретно возило - више од 3,5 t
	3) аутобус
Колико <u>месечно</u> пређете километара?	1) до 1.600 km
	2) више од 1.600 km
Колико сати сте спавали претходне ноћи?	1) до 6 сати
	2) више од 6 сати
Какав вам је квалитет сна у претходних недељу дана?	1) добар (немам буђења на 2-3 сата нити ноћне море ни лоше снове)
	2) лош (будим се на 2-3 сата, имам ноћне море и/или лоше снове)
Колико процената од укупне вожње у последњих недељу дана сте возили у ноћним условима видљивости?	_____ %
Колико сати сте активно возили претходног дана?	1) до 9 сати
	2) више од 9 сати
Колико сати сте активно возили последњих недељу дана?	1) до 56 сати
	2) више од 56
Колико сати сте активно возили у последње две недеље?	1) до 90 сати
	2) више од 90 сати
Колико сати је трајао Ваш последњи дневни одмор?	1) више од 11 сати
	2) до 11 сати
Које мере користе за отклањање поспаности која се јави у току вожње?	1) нисам користио никакве мере
	2) слушао сам радио
	3) конзумирао сам кофеинске напитке
	4) одспавао сам
	5) друге мере (навести које):

НА СКАЛИ ОД 0 ДО 10 (где 0 означава „нема никакве шансе да заспим“, 10 - „сигурно ћу заспати“) ЗАОКРУЖИТЕ КОЛИКА ЈЕ ВЕРОВАТНОЋА ДА ЋЕТЕ У ОВОМ ТРЕНУТКУ ЗАСПАТИ УКОЛИКО ОБАВЉАТЕ СЛЕДЕЋЕ АКТИВНОСТИ:

Тренутна ситуација	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	нема никакве шансе да заспим										сигурно ћу заспати
Седим и читам (новине, књигу...)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Гледам ТВ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пасивно седим на јавном месту (слушам неко предавање или присуствујем неком састанку)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Превозим се (у својству путника) у возилу дуже од сат времена	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Опружим се на кревет (после подне, у току дана)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Опуштено седим и причам са неким	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Седим мирно након ручка (без алкохола)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Чекам у саобраћају више минута у својству возача	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ПРИЛОГ Б – УПИТНИК ЗА ЕКСПЕРТСКУ ОЦЕНУ

ЕКСПЕРТСКА ОЦЕНА О ФАКТОРИМА КОЈИ УТИЧУ НА УМОР КОД ВОЗАЧА КАМИОНА И АУТОБУСА

Утицајни фактор	Поткатегорија	количина новца	% (од распоређеног новца за тај фактор)
Старост	до 25 година		
	25-35		
	36-45		
	45+		
Врста возила којим управља	ПА + комерцијална до 3,5 t		
	камиони 3,5 t +		
	аутобуси		
Месечна пређена километража	до 1.600 км		
	преко 1.600 км		
Количина сна	до 6 сати		
	више од 6 сати		
Квалитет сна*	добар		
	лош		
Време управљања возилом	приближно једнако дан и ноћ		
	90% времена дан		
	90% времена ноћ		
Дневно време вожње	≤ 9 сати		
	> 9 сати		
Недељно време вожње	≤ 56 сати		
	> 56		
Двонедељно време вожње	≤ 90 сати		
	> 90 сати		
Дневни одмор возача	≥ 11 сати		
	< 11 сати		
Мере које користе за отклањање поспаности	слушање радија		
	конзумирање кофеинских напитака		
	спавање		
	друге мере		

*Добар квалитет сна подразумева континуиран сан у току ноћи, без буђења, тешких снова, док се под лошим квалитетом сна сматра сан који има прекиде (буђење) на 2-3 сата, ноћне море и/или снова који исцрпљују и након којих се лице буди исцрпљено, не осећа се одморно.

БИОГРАФИЈА

Јелица Давидовић је рођена 9. децембра 1989. године у Београду. Основну школу „Биса Симић“ у Великој Крсни је завршила са Вуковом дипломом, а средњу школу, „Гимназија Младеновац“, на природно-математичком смеру са одличним успехом. На Саобраћајном факултет у Београду је 23. августа 2012. године завршила основне академске студије, са просечном оценом 9,66, а завршни рад на тему „Анализа утицаја умора на безбедност саобраћаја професионалних возача“ одбранила је са оценом 10. Мастер академске студије, другог степена, на модулу Безбедност друмског саобраћаја је завршила 12. септембра 2013. године са просечном оценом 10,00. Мастер рад, на тему „Утицај временских, метеоролошких и услова околине на настанак саобраћајних незгода“ одбранила је са оценом 10 (десет).

Од новембра 2014. године изабрана је на радно место асистента, на Катедри за безбедност саобраћаја и друмска возила, Саобраћајног факултета у Београду, за ужу научну област Превентива и безбедност у саобраћају, од када реализује вежбе на основним и мастер студијама.

У досадашњем раду, Јелица Давидовић је била аутор или коаутор у преко 30 научних и стручних радова, од којих је два рада на SCI листи, као и у изради два приручника за обуку предавача теоријске обуке у ауто-школама. Такође је била члан ауторског тима у више од 30 студија и пројеката, а од 2017. године је члан Комисије за вештачење саобраћајних незгода.

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора Јелица Давидовић

Број индекса ДС13Д005

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

РАЗВОЈ НОВОГ МОДЕЛА ЗА ПРОЦЕНУ РИЗИКА У САОБРАЋАЈУ УСЛЕД

УМОРА КОД ВОЗАЧА КОМЕРЦИЈАЛНИХ ВОЗИЛА

- 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: Јелица Давидовић

Број индекса: ДС13Д005

Студијски програм: Саобраћај

Наслов рада: Развој новог модела за процену ризика у саобраћају
услед умора код возача комерцијалних возила

Ментор: проф. др Далибор Пешић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањена 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 НОВОГ МОДЕЛА ЗА ПРОЦЕНУ РИЗИКА У САОБРАЋАЈУ УСЛЕД
УМОРА КОД ВОЗАЧА КОМЕРЦИЈАЛНИХ ВОЗИЛА**

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.** Дозвољаваате 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.** Дозвољаваате 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.** Дозвољаваате 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.** Дозвољаваате 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.** Дозвољаваате 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.** Дозвољаваате 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.