



VILNIAUS GEDIMINO
TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

KELIŲ KATEDRA

Martin Karpič

**ĮSKAITINIŲ EISMO ĮVYKIŲ LIETUVOJE STATISTINĖ ANALIZĖ IR
VERTINIMAS**

**STATISTICAL ANALYSIS AND EVALUATION OF FATAL AND
INJURY ROAD ACCIDENTS IN LITHUANIA**

Baigiamasis Magistro darbas

Kelių eismo saugumo inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621H22001

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2014

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
KELIŲ KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

(Vardas, Pavardė)

(Data)

Martin Karpič

ĮSKAITINIŲ EISMO ĮVYKIŲ LIETUVOJE STATISTINĖ ANALIZĖ IR
VERTINIMAS
STATISTICAL ANALYSIS AND EVALUATION OF FATAL AND
INJURY ROAD ACCIDENTS IN LITHUANIA

Baigiamasis magistro darbas

Kelių eismo saugumo inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621H22001

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vadovas

dr. doc. Vytautas Grigonis

(Moksl. Laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas Lekt. Regina Žukienė

(Moksl. Laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2014

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Aplinkos inžinerijos fakultetas
Miestų statybos katedra

ISBN _____ ISSN _____
Egz. sk.
Data-.....-.....

Antrosios pakopos studijų **Kelių eismo saugumo inžinerijos** programos magistro baigiamasis darbas 4

Pavadinimas **Įskaitinių eismo įvykių Lietuvoje statistinė analizė ir vertinimas**

Autorius **Martin Karpič**

Vadovas **doc. dr. Vytautas Grigonis**

Kalba: lietuvių

Anotacija

Baigiamojo magistro darbo tikslas – parengti Lietuvos valstybinės reikšmės kelių tinkle įvykusių įskaitinių eismo įvykių analizei būtiną duomenų bazę ir atlikti daugiakriterę/statistinę duomenų analizę. Darbe apžvelgiamos įskaitinių eismo įvykių kilimo priežastys. Kartu su eismo saugumo rodikliais, analizuojami globalūs Lietuvos socialiniai ir ekonominiai raidos rodikliai lemiantys įskaitinių eismo įvykių riziką. Naudojantis programine įranga „Statgraphics Centurion“ atliekama porinė kriterijų koreliacijos analizė. Įvertinus labiausiai eismo saugumą lemiančius kriterijus parengtas daugiatis tiesinės regresijos modelis. Gauti skaičiavimų rezultatai palyginti su užsienio šalių tyrimų rezultatais. Darbo pabaigoje aptariami pasiekti rezultatai ir suformuluotos išvados. Darbo apimtis – 74 p. teksto be priedų, 20 iliustracijų, 11 lentelių, 43 bibliografiniai šaltiniai ir 3 priedai.

Prasminiai žodžiai: Įskaitiniai eismo įvykiai, tiesinės regresijos modelis, koreliacija, statistika

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Environmental Engineering
Department of Urban Engineering

ISBN _____ ISSN _____
Copies No.
Date-.....-.....

Master Degree Studies **Roads Traffic Safety Engineering** study programme Master Graduation Thesis 4

Title **Statistical Analysis and Evaluation of Fatal and Injury Road Accidents in Lithuania**

Author **Martin Karpič**

Academic supervisor **Assoc Prof Dr Vytautas Grigonis**

Thesis language:
Lithuanian

Annotation

The master work aim is to prepare the necessary database of fatal and injury road accidents occurred on Lithuanian national road network and perform multicriteria/statistical analysis of the data. The paper provides an overview of reasons of traffic accidents. Analyzing Lithuanian social and economic development indicators along with road safety parameters determine the risk of traffic accidents. The twinning criterion correlation analysis were accomplished with the „Statgraphics Centurion“ software. The evaluation of the most leading safety criteria developed multivariate linear regression model. All achieved results are compared with results of foreign studies. At the end, all achieved results are discussed and conclusions are formulated. Thesis consist of: 74 p. text without appendixes, 20 pictures, 11 tables, 43 bibliographical entries and 3 appendixes.

Keywords: Road traffic accidents, linear regression model, correlation, statistics.

Vilniaus Gedimino technikos universiteto egzaminų,
sesijų ir baigiamųjų darbų rengimo bei gynimo
organizavimo tvarkos aprašo 2011-2012 m. m.
1 priedas

(Baigiamojo darbo sąžiningumo deklaracijos forma)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Martin Karpič, 20084303

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Aplinkos inžinerijos fakultetas

(Fakultetas)

Kelių eismo saugumo inžinerija, KSI mf-12

(Studijų programa, akademinė grupė)

**BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)
SĄŽININGUMO DEKLARACIJA**

2014 m. gegužės 15 d.

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Išskaitinių eismo įvykių Lietuvoje statistinė analizė ir vertinimas“ patvirtintas 2012 m. lapkričio 8 d. dekanų potvarkiu Nr. 347ap, yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Mano darbo vadovas doc. dr. Vytautas Grigonis.

Kitų asmenų indėlio į parengtą baigiamąjį darbą nėra. Jokių įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs (-usi).


(Parašas)

Martin Karpič

(Vardas ir pavardė)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
KELIŲ KATEDRA

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Kelių eismo saugumo inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621H22001

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)

(Vardas, pavardė)

(Data)

**BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS**

.....Nr.
Vilnius

Studentui (ei) Martin Karpič

.....
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: Iškaitinių eismo įvykių Lietuvoje statistinė analizė ir vertinimas

patvirtinta 2012 m. Lapkričio 8 d. dekanu potvarkiu Nr. 347ap

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2014 m. birželio 2 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

1. Surinkti, išanalizuoti ir susisteminti mokslinius straipsnius ir statistinius eismo saugumą lemiančius rodiklius, kurie padės sudaryti analizei reikalingą duomenų bazę.
2. Atlikti sudarytos duomenų bazės struktūros analizę.
3. Išrinkti labiausiai eismo saugumą įtakančius kriterijus ir atlikti porinę kriterijų koreliacijos analizę.
4. Sudaryti daugiamačių tiesinės regresijos modelį.
5. Išanalizuoti gautus rezultatus ir palyginti jos su kitų šalių tyrimų rezultatais.
6. Pateikti išvadas ir rekomendacijas.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

Lekt. Regina Žukienė

.....
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Vadovas

.....
(Paraša)

dr. doc. Vytautas Grigonis

.....
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

.....
(Parašas)

.....
(Vardas, pavardė)

.....
(Data)

TURINYS

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	9
LENTELIŲ SĄRAŠAS	11
TERMINAI	12
ĮVADAS	13
1. APŽVALGINĖ DALIS	17
1.1. Eismo įvykių dinamikos apžvalga Lietuvoje	17
1.2. Eismo įvykių kilimo priežastys, jų grupavimas (sistema vairuotojas-automobilis-kelias)..	19
1.2.1. Rizikos veiksniai kelių eismo įvykiuose (Williamo Haddono matrica)	21
1.2.2. Eismo įvykių kilimo priežastys	23
1.3. Nacionalinės eismo saugumo programos, sėkmingiausios priemonės	27
1.3.1. Kelių eismo saugumo vizijos	27
1.3.2. Kelių eismo saugumo programos ir tikslai	29
1.3.3. Efektyvumo analizės	30
1.4. Bendras rodiklių rinkinys, skirtas eismo įvykių stebėjimui	31
1.5. Makro modeliai įskaitinių eismo įvykių išaiškinimui	33
1.6. Pirmojo skyriaus išvados	36
2. ANALITINĖ DALIS	38
2.1. Rodiklių turinčių įtakos įskaitiniams eismo įvykiams duomenų bazės sudarymas	38
2.2. Programinė įranga statistinei analizei atlikti	39
2.3. Koreliacinės analizės ir tiesinės regresijos modelio sudarymas	41
2.4. Pagrindiniai Lietuvos socialinės ir ekonominės raidos rodikliai turintys įtakos įskaitiniams eismo įvykiams	45
2.5. Antrojo skyriaus išvados	56
3. EKPERIMENTINĖ DALIS	57

3.1. Daugiamačio tiesinės regresijos modelio apibūdinimas	57
3.2. Daugiamatė tiesinės regresijos modelio analizė.....	58
3.3. Ekspertinis vertinimas.....	60
3.3.1. Ekspertinio vertinimo organizavimas	60
3.3.2. Ekspertinio vertinimo rezultatai.....	61
3.4. Gautų rezultatų palyginimas su užsienio šalių tyrimų ir ekspertinio vertinimo rezultatais.	65
3.5. Trečiojo skyriaus išvados	67
BENDROSIOS IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	69
LITERATŪROS SARAŠAS	71
PRIEDAI.....	74

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1. pav. Baigiamojo magistro darbo struktūra	16
1.2. pav. Eismo įvykių dinamika Lietuvoje 2003–2012 metais [Įskaitinių eismo įvykių statistika Lietuvoje]	18
1.3. pav. Eismo įvykius lemiantys veiksniai [Road safety manula 2009]	20
1.4. pav. VĮBIV (DPESEEA) modelis eismo įvykiams nagrinėti [Defining a common set of indicators 2006]	32
2.1. pav. Programinės įrangos „Statgraphics Centurion“ pagrindinis langas	40
2.2. pav. Programinės įrangos „Statgraphics Centurion“ porinės regresijos analizės rezultatų langas	40
2.3. pav. Įskaitinių eismo įvykių priklausomybė nuo 1l A95 markės benzino kainos pakycio lyginant su 2008 metų kainomis	46
2.4. pav. Įskaitinių eismo įvykių priklausomybė nuo alkoholinių gėrimų kainų indekso lyginant su 2008 metų kainomis	48
2.5. pav. Įskaitinių eismo įvykių, dėl neblaivių eismo dalyvių kaltės, priklausomybė nuo alkoholinių gėrimų kainų indekso lyginant su 2008 metų kainomis	49
2.6. pav. Įskaitinių eismo įvykių priklausomybė nuo kelių priežiūros ir plėtros programos finansavimo	50
2.7. pav. Įskaitinių eismo įvykių priklausomybė nuo šalies nedarbo lygio	52
2.8. pav. Įskaitinių eismo įvykių priklausomybė nuo socialinės raidos indekso	53
2.9. pav. Įskaitinių eismo įvykių priklausomybė nuo vidutinio metinio paros eismo intensyvumo.	54
3.1. pav. Sprendinio patikimumo standartinio nuokrypio priklausomybė nuo ekspertų skaičiaus [Mokslinių tyrimų metodai].....	61
3.2. pav. Respondentų vertinamų 24 rodiklių poveikis eismo saugumui (maks. įvertinimas 5 balai).	62
3.3. pav. Ekspertų nuomonė apie įskaitinių eismo įvykių skaičiaus kitimą didėjant vairuotojų vairavimo stažui.....	63
3.4. pav. Ekspertų nuomonė apie įskaitinių eismo įvykių skaičiaus kitimą didėjant vairuotojų iki 24 m. amžiaus skaičiui keliuose	64
3.5. pav. Ekspertų nuomonė apie įskaitinių eismo įvykių skaičiaus kitimą didėjant transporto priemonių parko amžiui.....	64

3.6. pav. Ekspertų nuomonė apie įskaitinių eismo įvykių skaičiaus kitimą didėjant KPPP finansavimui	65
3.7. pav. Užsienio šalių ir porinės koreliacijos rezultatų palyginimas.....	67

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1. lentelė. Eismo įvykiuose nukentėję eismo dalyviai 2008–2012 m. [Įskaitinių eismo įvykių statistika Lietuvoje]	18
1.2. lentelė. Eismo įvykio atsiradimo grandinė	19
1.3. lentelė. Haddono matrica - eismo įvykius lemiantys faktoriai [Road safety manual 2009]	21
1.4. lentelė. Christo j. Bestrio atliktų tyrimų apibendrinti rezultatai [Explaining national road fatalities 2001]	36
2.1. lentelė. Rodiklių turinčių įtakos avaringumui duomenų bazė	38
2.2. lentelė. Atrinkti rodikliai tolimesnei analizei	41
2.3. lentelė. Koreliacijos koeficiento (r) reikšmių skalė [Koreliacinės ir regresinės analizės pagrindai 2011]	42
2.4. lentelė. Porinės kriterijų koreliacijos analizės rezultatai (ekonominės kilmės rodiklių)	45
2.5. lentelė. Porinės kriterijų koreliacijos analizės rezultatai (socialinės kilmės rodiklių)	50
2.6. lentelė. Porinės kriterijų koreliacijos analizės rezultatai (techninės kilmės rodiklių)	53
3.1. lentelė. Ekspertinio vertinimo ir porinės koreliacijos rezultatų palyginimas	66

TERMINAI

Bendrasis vidaus produktas (BVP) – visų galutinių prekių ir paslaugų, pagamintų šalies piliečių per tam tikrą laikotarpį (paprastai per metus) rinkos kainų suma; tai konkrečios šalies piliečių gautos pajamos [Makroekonominiai rodikliai: BVP].

Infliacija – tai besitęsiantis, nuolatinis bendro kainų lygio augimas, kuris pasireiškia piniginio vieneto perkamosios galios nuolatiniu mažėjimu. Ji paprastai matuojama vartojimo prekių ir paslaugų kainų indekso padidėjimu per metus [Europos Centrinis Bankas].

Kelių priežiūros ir plėtros programa – Lietuvos Respublikos biudžeto sandaros įstatymo nustatyta tvarka tvirtinama specialioji programa. Programos finansavimo ir administravimo vykdytojas yra Lietuvos Respublikos Vyriausybė arba jos įgaliota institucija [Kelių priežiūros ir plėtros programos...].

Tikėtina mokymosi trukmė – įvertis, kuris parodo, kiek iš viso metų mokytųsi tam tikro amžiaus asmuo formaliojo švietimo sistemoje, jei nesikeistų esama mokymosi aprėpties struktūra [Tikėtinės mokymosi trukmės aprašas].

Mokymasis visą gyvenimą – visa mokymosi veikla, vykstanti bet kuriame amžiaus tarpsnyje siekiant tobulinti asmeninės, pilietinės, socialinės ir profesinės srities kompetencijas [Isakymas dėl mokymosi visą gyvenimą...].

Žmogaus socialinės raidos indeksas (angl. *Human Development Index, HDI*) – bendras indeksas, kuriuo matuojama visų pasaulio valstybių gyventojų vid. gyvenimo trukmė, raštingumo lygis, švietimo lygis ir pragyvenimo lygis [Human Development Index].

Sveikatos priežiūros išlaidos – tai lėšos, kurios skiriamos gydymo paslaugoms, reabilitacinei priežiūrai, ilgalaikės slaugos paslaugoms, medicinos prekėms, pagalbinės sveikatos priežiūrai, sveikatos priežiūros administravimui bei sveikatos draudimui, su sveikata susijusioms funkcijoms ir t. t. [Lietuvos statistikos departamentas].

IVADAS

Spartus automobilizacijos augimas ir tranzitinio transporto plėtra tai – ne tik nauda šalies ūkiui, bet ir tam tikras įrankis, suteikiantis visuomenei laisvę gyventi, dirbti ir prekiauti skirtingose šalyse, bei mėgautis įvairiais produktais ir paslaugomis (Komisijos komunikatas 2009). Tačiau spartūs automobilizacijos tempai kelia vis daugiau problemų kelių eismo saugumo srityje. Per paskutiniuosius 10 metų Lietuvoje automobilizacijos lygis sparčiai augo, 1992 m. transporto priemonių skaičius, tenkantis 1000 gyventojų siekė 245,3 vnt., o 2012 m. 751,14 vnt. Per šį laikotarpį Lietuvos keliuose įvyko 107,80 tūkst. eismo įvykių, kurių metų 11,98 tūkst. žmonių žuvo ir 119,05 tūkst. buvo sužeisti. Šalies ūkis dėl šių eismo įvykių patyrė didžiulius nuostolius. Nors įskaitinių eismo įvykių skaičius Lietuvoje kasmet mažėja, mes vis tiek atsiliekame nuo kitų Europos Sąjungos šalių. 2012 m. pagal žuvusiųjų skaičių, tenkanti 1 mln. gyventojų, Lietuva turėjo blogiausią rodiklį iš visų ES šalių (100 žv./1 mln. gyv.). Pirmūnė avaringumo prasme buvo Malta, kurioje šis rodiklis siekė 26 žv./1 mln. gyv. Lietuvai eismo saugumo požiūriu dar tikrai yra kur tobulėti.

Magistro baigiamojo darbo aktualumas

Transportas yra neatsiejama mūsų gyvenimo dalis. Kiekvienais metais transporto sektorius Europos Sąjungos šalyse sukuria apie 7 % BVP, Lietuvoje šis rodiklis yra dar didesnis – 10 % BVP (Komisijos komunikatas 2009). Lietuva dėl savo palankios geografinės padėties laikoma tranzitine šalimi, todėl Lietuvos ekonominis saugumas ir plėtra yra tiesiogiai susijusios su transporto sektoriumi. Visi žino, kad efektyvumas priklauso nuo sąnaudų, kurios dažnai išauga dėl eismo įvykių. Europos Sąjungos šalyse kasmet žūsta apie 30 000 gyventojų, o sužeidžiama 1,5 mln. asmenų. Skaičiuojama, kad visuomenė dėl to patiria apie 130 mlrd. EUR nuostolių [Kelių eismo saugos politikos kryptis 2010]. Lietuvoje 2012 metais buvo užregistruota 3173 įskaitinių eismo įvykių, kurių metų 301 asmuo žuvo ir 3712 buvo sužeisti [Įskaitinių eismo įvykių statistika Lietuvoje 2012]. Žala šalies ekonomikai dėl šių įvykių siekė 1,212 mlrd. Lt. R. Elviko (2009) atlikta analizė parodė, kad nuostoliai dėl eismo įvykių sudaro 1 – 2 % šalies BVP.

Nors žuvusiųjų ir sužeistųjų skaičius automobilių keliuose kasmet mažėja, eismo saugumas Europos Sąjungos šalyse vis dar yra prioritetinga sritis. Lietuva šiuo požiūriu nėra išimtis. Naujosios ES kelių eismo saugos gairėmis siekiama iki 2020 m. sumažinti žūčių skaičių keliuose 50 % [Kelių eismo saugos politikos kryptis 2010]. Tikslas siekiama užtikrinant didesnę eismo dalyvių, transporto priemonių ir infrastruktūros saugumą įvairiomis priemonėmis – šalių bendradarbiavimu, moksliniais tyrimais ir studijomis, patirties mainais ir reguliavimu.

Lietuvos Respublikos Vyriausybė 2011 metais patvirtino Valstybinę saugaus eismo plėtros 2011 – 2017 metų programą, kurios strateginis tikslas – gerinant saugaus eismo būklę, pasiekti, kad pagal

žuvusių eismo dalyvių skaičių, tenkantį 1 mln. šalies gyventojų, Lietuva atsidurtų tarp 10 geriausiai rezultatais pasižyminčių Europos Sąjungos valstybių (arba ne daugiau kaip 60 žuvusiųjų vienam milijonui gyventojų). Strateginiam tikslui pasiekti nustatyti šie prioritetai:

- 1) saugus eismo dalyvių elgesys;
- 2) saugūs keliai;
- 3) saugios transporto priemonės;
- 4) greita ir kokybiška pirmoji pagalba eismo dalyviams [Valstybinė saugaus eismo plėtros programa 2011].

Visi gerai žino, kad yra daugybė veiksnių, turinčių įtakos kelių saugumui. Daugiausiai žinomi tarp jų yra greitis, automobilizacijos lygis, medicinos paslaugos ir jų kokybė, infrastruktūros ir transporto priemonių būklė. Tačiau nedaugelis pagalvoja, jog šalies socialiniai ir ekonominiai rodikliai taip pat turi įtakos eismo įvykiams.

Šio mokslinio darbo metu buvo siekiama nustatyti, kaip globalūs šalies socialiniai ir ekonominiai raidos rodikliai kartu su eismo saugumo rodikliais lemia įskaitinių eismo įvykių riziką. Tyrimo rezultatai gali padėti nustatyti, ar mirtingumas šalies keliuose turi sąsajų su šalies išsivystymo lygiu ypač kalbant apie infrastruktūros būklę, automobilizacijos lygį ir kitus socialinius-ekonominius veiksnius.

Magistro baigiamojo darbo tyrimų objektas – šalies raidos rodikliai ir jų ryšis su eismo saugumo rodikliais. Konkretus nagrinėjamas objektas apibrėžiamas kaip ryšių tarp šalies socialinių-ekonominių raidos rodiklių ir eismo saugumo rodiklių lemiančių įskaitinių eismo įvykių riziką nustatymas ir jų analizė.

Magistro baigiamojo darbo tikslas – parengti Lietuvos valstybinės reikšmės kelių tinkle įvykusių įskaitinių eismo įvykių analizei būtiną duomenų bazę ir atlikti daugiakriterę/statistinę duomenų analizę.

Magistro baigiamojo darbo uždaviniai – siekiant užsibrėžto tikslo buvo sprendžiami tokie uždaviniai:

1. Surinkti, išanalizuoti ir susisteminti mokslinius straipsnius, kuriuose aptariami ir analizuojami statistiniai eismo saugumą lemiantys rodikliai;
2. Atlikus mokslinių straipsnių analizę atrinkti svarbiausius rodiklius, turinčius įtakos įskaitiniams eismo įvykiams;
3. Sudaryti rodiklių duomenų bazę, įvertinti kriterijų svarbą;
4. Įvertinus daugiausiai eismo saugumą lemiančius kriterijus atlikti porinę kriterijų koreliacijos analizę;

5. Parengti daugiamatį tiesinės regresijos modelį, įvertinantį eismo įvykių priklausomybę nuo eismo saugumą lemiančių kriterijų.
6. Išanalizuoti gautus rezultatus ir palyginti juos su kitų šalių tyrimų rezultatais.

Magistro baigiamojo darbo tyrimo metodika – siekiant identifikuoti pagrindinius rodiklius, turinčius įtakos įskaitiniams eismo įvykiams, buvo naudojami empiriniai tyrimo metodai. Duomenų analizė buvo atliekama naudojant statistinę programinę įrangą „Statgraphics Centurion“. Statistinėmis priemonėmis buvo atrinkti didžiausią įtaką įskaitiniams eismo įvykiams turintys rodikliai ir sukurti daugiamatės regresijos modeliai.

Magistro baigiamajame darbe iškelta hipotezė – šalies socialiniai ir ekonominiai raidos rodikliai turi įtakos įskaitinių eismo įvykių atsiradimo rizikai.

Magistro baigiamojo darbo naujumas – Lietuvoje iki šiol nebuvo atlikti jokie tyrimai ar matematiniai skaičiavimai, kurių metų būtų tiriama eismo įvykių priklausomybė nuo tokių iš pirmo žvilgsnio nereikšmingų rodiklių, kaip kuro kaina ar alkoholinių gėrimų kaina ir t. t.

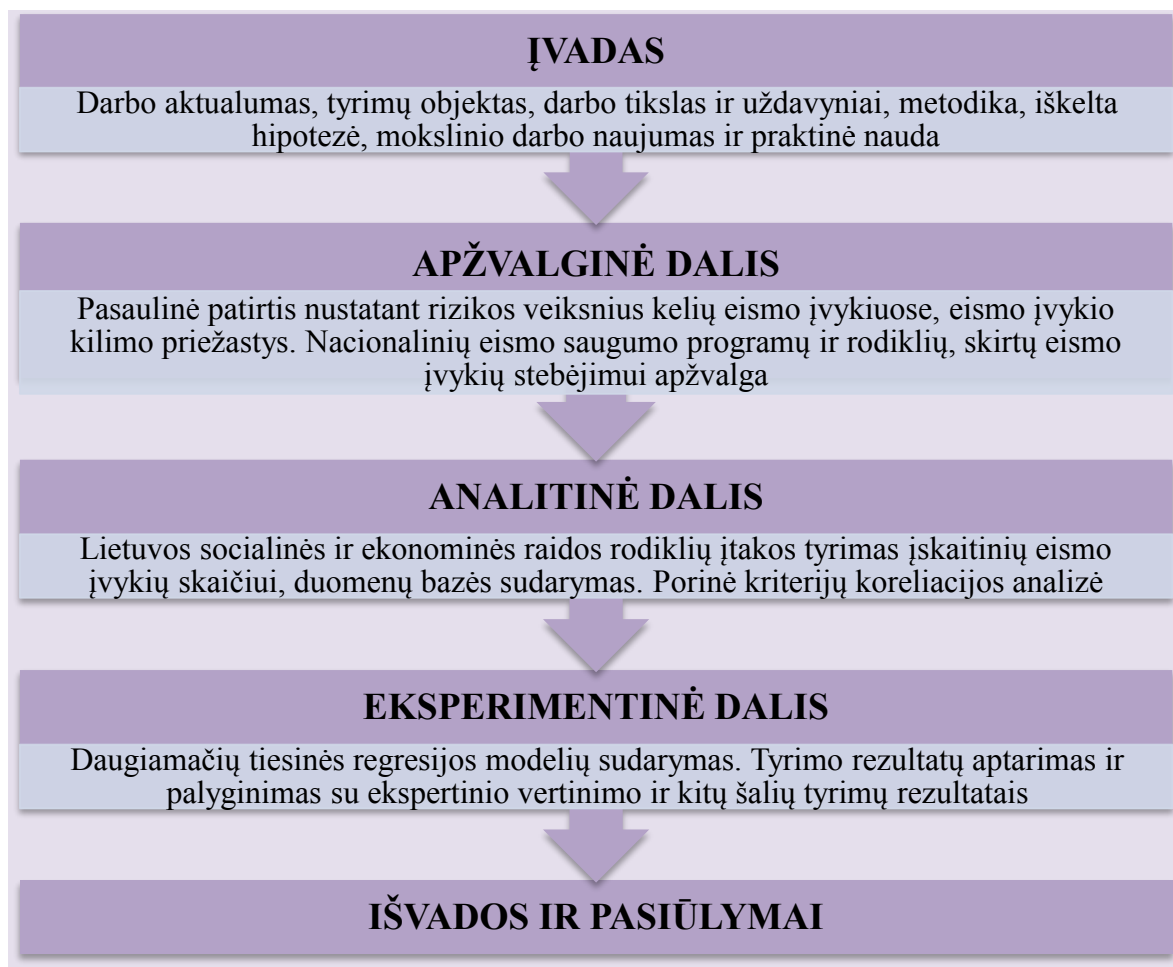
Magistro baigiamojo darbo praktinė nauda – daugiamatis tiesinės regresijos modelis gali pagelbėti priimant politinius sprendimus, nes modelyje yra įvertinti svarbiausi rodikliai labiausiai prisidedantys prie įskaitinių eismo įvykių rizikos. Taip pat gautas modelis gali padėti prognozuojant įskaitinius eismo įvykius įvertinus šalies raidos rodiklių pokyčius. Šio darbo rezultatai gali būti panaudoti įvertinant, ar šalies įskaitinių eismo įvykių skaičius kinta lygiagrečiai su automobilizacijos ir išsivystymo lygiais. Parengta duomenų bazė turėtų būti nuolatos pildoma, nes tai sudarys sąlygas tikslesnių modelių gavimui. Gautais rezultatais galės pasinaudoti draudimų bendrovės, eismo įvykių tyrėjai, valstybinės įstaigos ir kt.

Magistro baigiamojo darbo aprobavimas – pagrindiniai mokslinio darbo teiginiai buvo pristatyti ir svarstyti Lietuvoje, moksliniame seminare „Keliai ir saugus eismas“.

Magistro baigiamojo darbo struktūra – darbą sudaro įvadas, 3 skyriai, bendrosios išvados, literatūros šaltinių sąrašas ir priedai. Darbo apimtys – 74 puslapiai, jo struktūra pateikta 1.1. paveiksle.

Apžvalginėje dalyje išanalizuotos eismo įvykių kilimo priežastys, rizikos veiksniai. Tiriamos nacionalinės eismo saugumo programos ir naujausi laimėjimai mažinant eismo įvykių skaičių. Pirmo skyriaus rezultatas – tyrimo tikslo ir uždavinių konkretizavimas.

Analitinėje dalyje sudaroma rodiklių turinčių įtakos įskaitiniams eismo įvykiams duomenų bazė. Atliekama porinė koreliacijos analizė, kurios pagalba atrenkami pagrindiniai Lietuvos socialinės ir ekonominės raidos rodikliai turintys įtakos įskaitiniams eismo įvykiams.



1.1. pav. Baigiamojo magistro darbo struktūra

Eksperimentinėje dalyje rodikliams, kurių porinė koreliacija su įskaitinių eismo įvykių skaičiumi buvo stipriausia, sudaromi daugiamačiai tiesinės regresijos modeliai. Gauti rezultatai palyginami su užsienio šalių tyrimų rezultatais ir ekspertinio vertinimo rezultatais.

Mokslinio darbo pabaigoje pateikiamos galutinės išvados ir pasiūlymai.

Mokslinis darbas buvo parengtas vadovaujantis Aleksandro V. Rutkausko, V. Plakio ir V. Sūdžio parengtais metodiniais nurodymais „Magistro mokslinis darbas: forma, struktūra ir procesas“.

1. APŽVALGINĖ DALIS

1.1. Eismo įvykių dinamikos apžvalga Lietuvoje

Lietuvoje išskiriamos dvi eismo įvykių grupės: įskaitiniai eismo įvykiai, kuriose buvo sužeisti arba žuvo žmonės ir techniniai eismo įvykiai, kurių metu buvo padaryta materialinė žala transporto priemonei, kroviniui, keliui arba jo statiniams.

Visi eismo įvykiai Lietuvoje skirstomi į 8 rūšis:

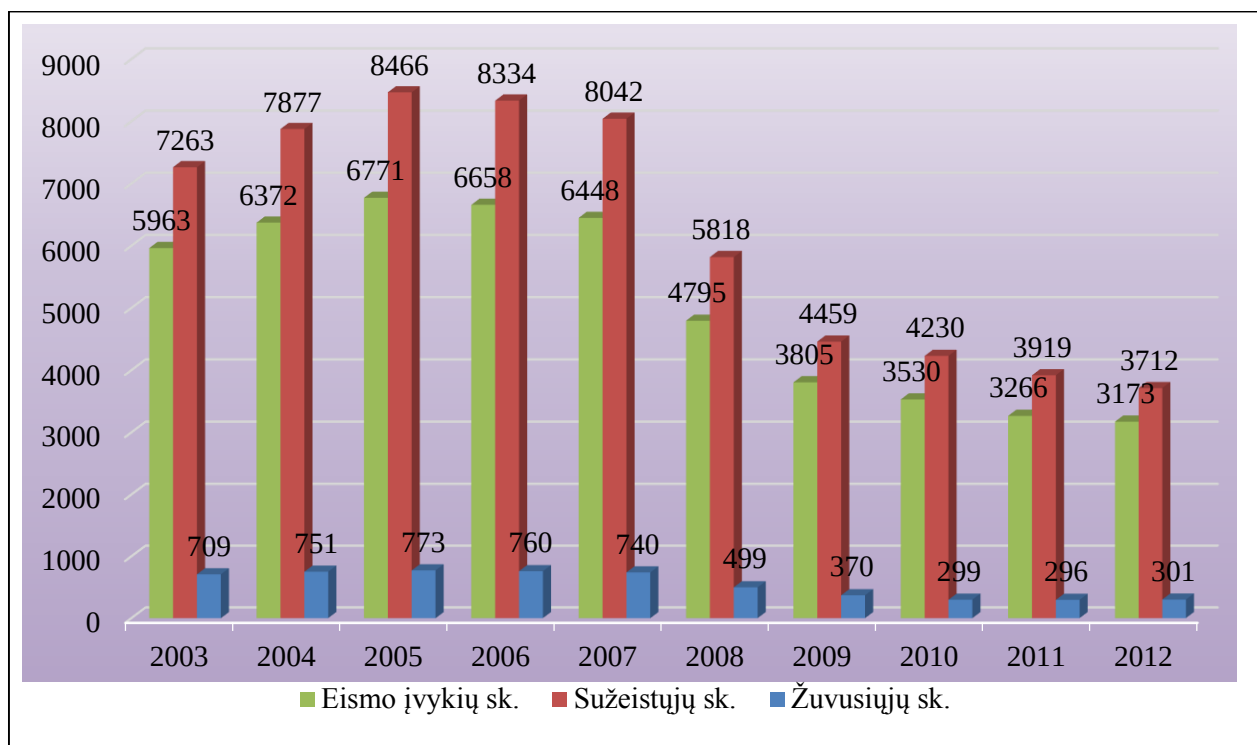
1. *Susidūrimas* – eismo įvykis, kurio metu važiuojančios motorinės transporto priemonės susidūrė tarpusavyje;
2. *Susidūrimas su dviračiu* – eismo įvykis, kurio metu automobilis susidūrė su dviračiu ar mopedu;
3. *Užvažiavimas ant pėsčiojo* – eismo įvykis, kurio metu motorinė transporto priemonė užvažiavo ant žmogaus arba jis atsitrenkė į važiuojančią transporto priemonę;
4. *Užvažiavimas ant kliūties* – eismo įvykis, kurio metu transporto priemonė užvažiavo ar atsitrenkė į kliūtį (stulpą, tilto atramą, medį ir kt.);
5. *Apvirtimas* – eismo įvykis, kurio metu automobilis ar mopedas apvirto kelio važiuojamojoje dalyje ar nuvažiavus nuo kelio;
6. *Susidūrimas su stovinčia transporto priemone* – eismo įvykis, kurio metu judanti transporto priemonė susidūrė su stovinčia arba judėjusia ir sustojusia transporto priemone;
7. *Užvažiavimas ant gyvūno* – eismo įvykis, kurio metu judanti transporto priemonė užvažiavo ar atsitrenkė į gyvūną judanti keliu ar staigiai išbėgusi ant kelio;
8. *Kiti eismo įvykiai* – krovinio iškritimas iš važiuojančios transporto priemonės arba kritimas jos viduje ir kt. [Įskaitinių eismo įvykių statistika Lietuvoje 2012].

Lietuvoje 2003 metais buvo užfiksuoti 5963 įskaitiniai eismo įvykiai, kurių metu 709 žmonės žuvo ir 7263 buvo sužeisti. Šalis dėl tokio eismo įvykių skaičiaus patyrė didžiulius nuostolius. Tokį aukštą žuvusiųjų ir sužeistųjų skaičių sąlygojo racionali saugaus eismo sistemos struktūros, eismo priežiūros ir kontrolės bei eismo saugumo propagandos stoka.

2004 metais, po Lietuvos įstojimo į Europos Sąjungą, šalies valdžia privalėjo sugalvoti būdus, kaip sumažinti didėjančią eismo įvykių skaičių keliuose. Tam tikslui 2005 metais buvo sudaryta „Valstybinė saugaus eismo keliais 2005–2010 metų programa“, kurios pagrindinė paskirtis – sudaryti kryptingo ir ilgalaikio saugaus eismo gerinimo sąlygas, numatyti ir įgyvendinti atitinkamas priemones, padėsiančias sumažinti avaringumą keliuose, kad eismo sauga keliuose būtų pasiekta ne mažinant žmonių judėjimo laisvę, bet padarant ją saugesnę. Šia programa taip pat siekiama

įgyvendinti Europos Sąjungos tikslą – iki 2010 metų sumažinti per pusę žuvusiųjų kelių eismo įvykiuose [Valstybinė saugaus eismo plėtros programa 2005].

Detalesnė eismo įvykių dinamika Lietuvoje pateikta 1.2. pav.



1.2. pav. Eismo įvykių dinamika Lietuvoje 2003–2012 metais [Įskaitinių eismo įvykių statistika Lietuvoje]

Po programos parengimo situacija šalies keliuose pradėjo gerėti. Per dešimties metų laikotarpį įskaitinių eismo įvykių skaičių pavyko sumažinti beveik dvigubai, o žuvusiųjų ir sužeistųjų skaičius sumažėjo daugiau nei du kartus.

1.1. lentelė. Eismo įvykiuose nukentėję eismo dalyviai 2008–2012 m. [Įskaitinių eismo įvykių statistika Lietuvoje]

Eismo dalyviai	2008 m.		2009 m.		2010 m.		2011 m.		2012 m.	
	Žuvo	Sužeista	Žuvo	Sužeista	Žuvo	Sužeista	Žuvo	Sužeista	Žuvo	Sužeista
Vairuotojai	156	1771	121	1323	97	1250	92	1156	103	1074
Pėstieji	175	1640	121	1333	108	1211	110	1108	105	1074
Dviratininkai	38	432	34	378	23	33	26	347	32	284
Keleiviai	127	1951	87	1380	66	1310	61	1200	51	1149
Kiti	3	24	7	45	5	124	7	108	10	131
Iš viso	499	5818	370	4459	299	3928	296	3919	301	3712

Europos Sąjungoje, kaip ir Lietuvoje didžiausią, dalį žuvusiųjų eismo dalyvių sudaro pėstieji bei dviratininkai (pažeidžiamiausi eismo dalyviai). Lietuvoje 2012 m. pėstieji ir dviratininkai sudarė 45,5 %

visų žuvusiųjų. Tačiau didžiąją dalį eismo įvykių kaltininkų, net 66 %, sudarė vairuotojai. Galime daryti prielaidą, kad keliuose dažniausiai žūsta niekuo dėti žmonės, t. y. žūsta dėl kitų padarytų klaidų ar neapdairumo.

Nors Lietuva pagal žuvusiųjų skaičių, tenkantį, 1 mln. gyventojų, ES šalyse yra paskutinėje vietoje, šalyje kasmet mirtingumas keliuose sparčiai mažėja. Tam įtakos turi griežta vykdymo politika, eismo saugumo priemonių įdiegimas, įstatymų griežtinimas, visuomenės švietimas ir informavimas, šalies socialinio ir ekonominio lygio augimas ir kitos priemonės.

1.2. Eismo įvykių kilimo priežastys, jų grupavimas (sistema vairuotojas-automobilis-kelias)

Kelių eismo saugumo problemos turi būti sprendžiamos atsižvelgiant į kiekvieną sistemos vairuotojas-automobilis-kelias (toliau VAK) komponentą, Lietuvoje ši sistema dar vadinama vairuotojas-automobilis-kelias-aplinka. Siekiant kuo efektyviau ir mažiausiomis sąnaudomis užkirsti kelią eismo įvykių atsiradimui, būtina išanalizuoti, kaip ir kodėl įvyksta eismo įvykiai [Road safety manual 2009]. Šiame skyriuje pateikiamas trumpas aprašymas apie kelių eismo saugumo sistemą ir išsamiau apibūdinami įvairių analizių metodai, skirti geriau suprasti mechanizmą, vedantį prie eismo įvykio.

Toliau pateiktas pavyzdys iliustruoja, kaip įvairūs VAK sistemos komponentai pavieniui ir visi kartu gali prisidėti prie to paties eismo įvykio (žr. 1.2 lentelę.).

1.2. lentelė. Eismo įvykio atsiradimo grandinė

Sistemos komponentas	Įvykis	Aplinkybė
žmogus	kelionė	jaunas, nepatyręs, įsitempęs
transporto priemonė	transporto priemonės pasirinkimas	susidėvėjusios padangos
aplinka	lietus	šlapia, slidi kelio danga
aplinka	kreivė	neatitinkanti reikalavimams
žmogus	vairavimo manevras (vairo pasukimas)	per daug pasuktas vairas
žmogus	kontrolės praradimas	nesustiprintas kelkraštis
aplinka	šalikelės sąlygos	medis
EISMO ĮVYKIS – UŽVAŽIAVIMAS ANT KLIŪTIES		

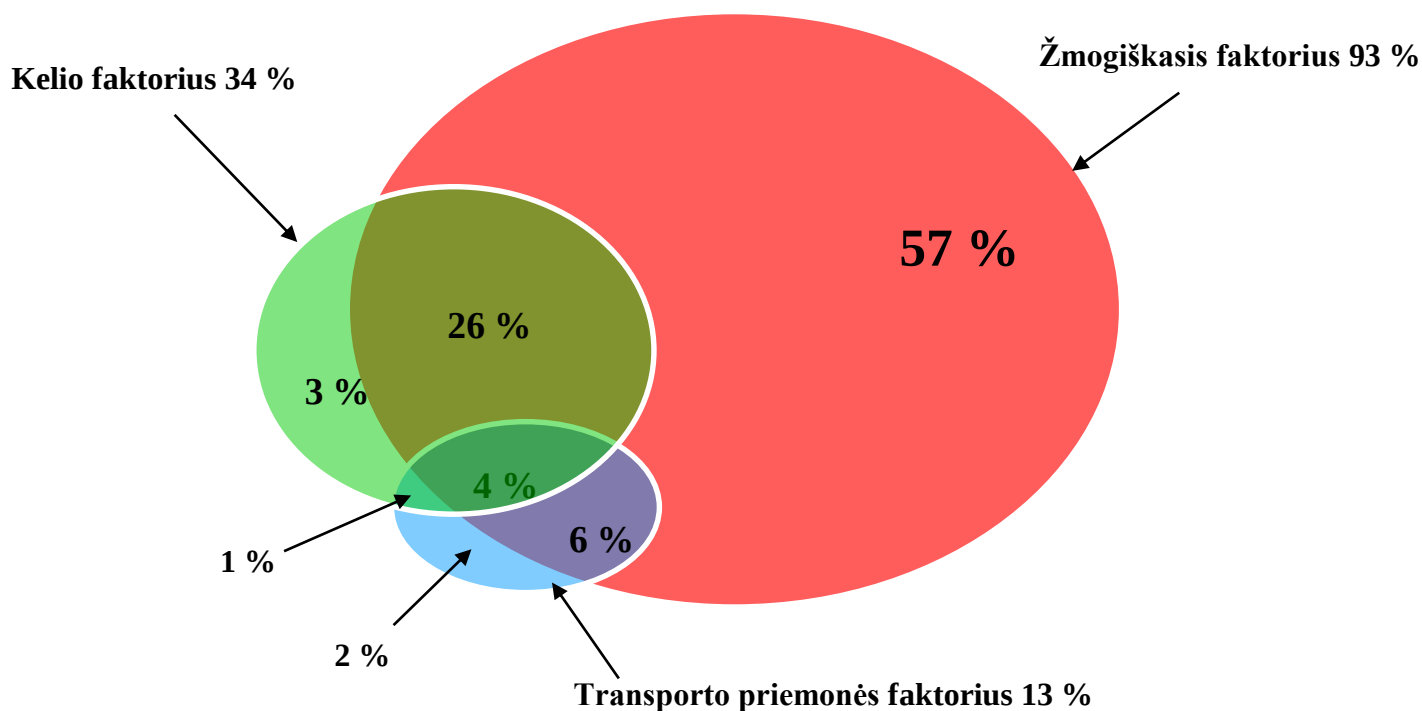
*Pastaba: Čia ir kitur grafinė medžiaga, prie kurios nenurodytas šaltinis, yra darbo autoriaus.

Pvz.: 20-ties metų jaunuolis su maža vairavimo patirtimi važiuoja nepažįstamu keliu į svarbų susitikimą. Nuo lyjančio lietaus ant dangos paviršiaus yra susikaupęs plonas vandens sluoksnis ir automobilio padangos yra pakankamai nusidėvėjusios. Kelionės metu vairuotojas įvažiuoja į mažo spindulio kreivę, neatitinkančią kelių techninio reglamento, praranda automobilio kontrolę, nulekia nuo kelio ir atsitrenkia į pakelėje esantį medį.

Minėtas pavyzdys iliustruoja šiuos principus:

- Kiekvienas eismo įvykis yra rezultatas įvykių, atsirandančių dėl konkrečių aplinkybių sekos;
- Kiekvienas eismo įvykis gali būti susijęs su vienu iš VAK eismo saugumo sistemos sudedamųjų dalių;
- Nepalankių įvykių sutapimas yra aiškinamas blogu sistemos veikimu;
- Kiekvienas atskiras įvykis didžia dalimi sąlygotas prieš tai esančių įvykių ir jų aplinkybių.

VAK sistema suteikia konceptualų pagrindą analizuoti eismo įvykius siekiant nustatyti veiksnius, lemiančius tuos įvykius, į kuriuos turi būti atkreiptas ypatinga dėmesys.



1.3. pav. Eismo įvykius lemiantys veiksniai [Road safety manula 2009]

Tyrimai parodė, kad didžiausią įtaką eismo įvykio atsiradimo grandinėje turi žmogiškasis faktorius [Road safety manual 2009]. Tačiau tai, kad žmogiškieji veiksniai yra labiausiai susiję su eismo įvykiais, nereiškia, kad visas dėmesys turi būti skirtas tik šios sistemos komponentui. Norint

išmokyti vairuotojus gerai vairuoti, reikia skirti tam daug pastangų ir dėmesio, nes žmogaus elgesio pokyčiai yra labai lėti ir laipsniški. Tuo tarpu, pakeitus kelią ar jo aplinką, galima greitai pasiekti reikiamų rezultatų. 1.3 paveiksle matyti, kad didelę eismo saugumo naudą galima pasiekti dirbant su VAK sistemos sąsaja.

1.2.1. Rizikos veiksniai kelių eismo įvykiuose (Williamo Haddono matrica)

VAK sistema gali būti pavaizduota Williamo Haddano matrica (žr. 1.3 lentelę), kuri sujungia tris sistemos komponentus ir tris eismo įvykio etapus (prieš įvykį, įvykio metu ir po įvykio) [Road safety training manual 2009]. Autoriai apibūdina kelių transportą, kaip blogai suprojektuotą „žmogaus mašiną“, kuriai reikalingas išsamus sisteminis gydymas. Eismo įvykio etapai gali būti sistemingai analizuojami kiekvienam VAK sistemos komponentui. Haddano matrica yra analitinis įrankis, skirtas nustatyti visus veiksnius, susijusius su eismo įvykiu. Pirmuoju žingsniu nustatomi ir išanalizuojami veiksniai, turintys įtakos įvykio atsiradimui. Vėliau parenkamos saugumo priemonės išskiriant įgyvendinamas per trumpalaikį ir ilgalaikį laikotarpį. Pirmuoju eismo įvykio etapu (prieš įvykį) svarbu parinkti visas priemones, kurios mažina eismo įvykių atsiradimo tikimybę (įvykių prevencija). Antrasis etapas (įvykio metu) susijęs su prevencinėmis priemonėmis, užkertančiomis kelią eismo įvykio atsiradimui arba mažinančiomis įvykio pasekmes jam įvykus (žalos prevencija). Galiausiai trečiasis etapas (po įvykio) apima visas priemones, kurios mažina eismo įvykio padarytą žalą (gyvybės palaikymas).

1.3. lentelė. Haddono matrica - eismo įvykius lemiantys faktoriai [Road safety manual 2009]

Sistemos komponentas	Prieš įvykį (prevencija)	Įvykio metu (žalos prevencija)	Po įvykio (gyvybės palaikymas)
1	2	3	4
Žmogus	<i>fizinė būklė:</i> - nuovargis, ligos, vaistų poveikis, alkoholis; - žmogus su negalia: regėjimo, klausos; <i>fiziologinė būklė</i> - stresas, neatidumas, išsiblaškymas, požiūris; <i>sociodemografija</i> - amžius, lytis, profesija, išsilavinimas; <i>patirtis ir įgūdžiai:</i> vairavimo patirtis, žinios apie tr. pr. ir maršrutą, KET žinojimas; <i>veiksmi:</i> - manevrai iki susidūrimo; <i>savisauga:</i> - saugos diržai, šalmas.	<i>fizinė būklė:</i> - refleksai; <i>klaidos:</i> - silpnas kelio suvokimas; - klaidingai vertinamas atstumas ir greitis; - netinkami manevrai; <i>veiksmi:</i> - greitis; - stabdymas; - pozicija (vieta); - įspėjimas.	<i>fizinė būklė:</i> - atsparumas smūgiams; <i>fiziologinė būklė:</i> - emocinis šokas; <i>patirtis ir įgūdžiai:</i> - pirmoji pagalba; - įvykio vietos apsauga; - pranešimas apie įvykį; <i>veiksmi:</i> - manevrai po susidūrimo.

1	2	3	4
Automobilis	<i>fiziniai veiksniai:</i> - tipas ir modelis, spalva, galingumas; <i>mechaninė būklė:</i> - stabdžiai, padangos, pakaba, žibintai ir t.t.; <i>žala:</i> - išorinė, vidinė; <i>Veikianti būseną:</i> - objektai, keleivių padėtis; - sudarantis kliūčių krovinis.	<i>pasyvus saugumas:</i> - atsparumas deformacijoms; - oro pagalvės; - nelaimės signalas.	<i>pažeistos transporto priemonės suvaldymas.</i>
Kelias (aplinka)	<i>geometrija:</i> - vertikalios ir horizontalios kreivės, skersinis profilis; <i>paviršiaus savybės:</i> - atsparumas slydimui, šiurkštumas; - nuolaužos, tarša; <i>aplinka:</i> - miestas, užmiestis; - reklamos stendai, parduotuvės; - eismo intensyvumas; - kelio statiniai (ženklai, ženklinimas ir t.t.).	<i>atkuriamas plotas:</i> - kelkraščiai, avarinio sustojimo juostos; - saugumo salelės; <i>pakelės sąlygos:</i> <i>įvykio vieta:</i> - apvažiavimas; - darbo vieta (pareigūnų, greitosios); - priežiūra; - kliūtys kelyje.	<i>įspėjimas apie eismo įvykį; eismo įvykio vietos sutvarkymas.</i>

Tradiciškai rizikos analizė nagrinėja kiekvieną VAK sistemos komponentą atskirai. Be to, yra mokslininkų ir praktikų tendencija ieškoti vieno ar keleto veiksnių, kai iš tiesų reikėtų analizuoti visą sistemą kartu. Remiantis Haddono įžvalga, atsižvelgiama į sąveikas tarp skirtingų komponentų, siekiant nustatyti ir pašalinti pagrindines eismo įvykių kilimo priežastis bei projektavimo trūkumus, dėl kurių žūsta arba sunkiai sužeidžiami žmonės. Matricos naudojimo esmė – atsižvelgti ne tik į pagrindinius veiksnius, bet ir į įvairių institucijų prevencijos programas, taip pat į šalies socialinius bei raidos rodiklius, lemiančius ne tik žmogaus fizinę ir fiziologinę būklę, bet ir visą susisiekimo infrastruktūrą. Įskaitiniai eismo įvykiai – tai plataus profilio problema, kurią norint išspręsti, būtina susidaryti išsamų vaizdą nagrinėjant eismo įvykius lemiančius veiksnius, jų pasekmes ir sprendimus.

VAK sistemos elementai apima transporto priemones, kelius ir eismo dalyvius kartu su savo fizine, socialine ir ekonomine aplinka. Norint padaryti kelių eismo sistemą mažiau pavojingą, reikalingas sisteminis požiūris, t. y. suprasti, kaip veikia sistema ir sąveika tarp jos elementų, bei nustatyti, kur yra galimybė žmogui „įsikišti“. Reikia pripažinti, kad žmogaus kūnas yra labai

pažeidžiamas ir klaidos žmogaus gyvenime yra neišvengiamos, todėl saugi kelių eismo sistema privalo prisitaikyti prie žmogaus ir kompensuoti jo pažeidžiamumą ir klaidingumą.

1.2.2. Eismo įvykių kilimo priežastys

Kiekvieną dieną pasaulyje įvyksta šimtai eismo įvykių, kurių metų dalis žmonių žūsta arba patiria sunkius sužeidimus. Dauguma šių eismo įvykių atsiranda dėl viršyto greičio, apsvaigimo nuo alkoholio ar narkotinių medžiagų, nepakankamos vairavimo patirties arba tiesiog dėl neapdairumo. Visame pasaulyje, kaip ir Lietuvoje, didžioji dalis eismo įvykių įvyksta būtent dėl vairuotojo kaltės. Tyrimai parodė, kad vairuotojų klaidos sudaro daugiau kaip 80 % visų įskaitinių eismo įvykių (Lietuvoje eismo įvykių kaltininkai vairuotojai sudaro 66 %) [Causes of collision]. Pagrindinė mirtinų ir sunkių eismo įvykių priežastimi Lietuvos keliuose išlieka greičio viršijimas, neblaivus ir vairuotojo pažymėjimo neturintys ar jį praradę vairuotojai.

Žmogiškasis faktorius eismo įvykiuose apima visus veiksnius, susijusius su vairuotojais ir kitais eismo dalyviais, kurie prisidėjo prie eismo įvykio atsiradimo, tokie kaip: vairuotojo elgesys, regos ir klausos aštrumas, sprendimų priėmimo galimybės, reakcijos greitis ir t. t.

Eismo sraute yra daugybė dalykų, kuriuos darydami vairuotojai erzina kitus eismo dalyvius ir sukelia jiems pavojų. Važiavimas įkandin, eismo juostų disciplinos nesilaikymas, posūkio signalų nerodymas ar pavojingas manevravimas yra tik keletas dažnai pasitaikančių vairavimo įpročių, kuriuos atlikdami vairuotojai dažnai net nesusimąsto, prie kokių pasekmių tai gali privesti. Nepaisant sukeltų nepatogumų kitiems eismo dalyviams, nedėmesingas vairavimas labai padidina eismo įvykių tikimybę.

Važiavimas įkandin – tai ko gero vienas iš didžiausių įžeidimų kelyje. Kai kurie vairuotojai yra labai nekantrūs, važiuodami arti priešais esančio automobilio, jie ne tik nesilaiko saugaus atstumo, skirto saugiai sustoti, bet ir fiziologiškai veikia priešais esantį vairuotoją, kad tas padidintų važiavimo greitį. Galiausiai atlaisvinus jiems kelią, toliau važiuoja neviršydamis leistino greičio.

Pavojingas lenkimas – dauguma vairuotojų važiuoja įkandin su kitomis transporto priemonėmis laukdami, kada jiems atlaisvins eismo juostą. Kai kurie iš jų praranda kantrybę arba klaidingai įvertina priešais atvažiuojančios transporto priemonės greitį ir pasiryžta pavojingam lenkimo manevrui, o tai gali baigtis sunkiomis pasekmėmis priešpriešinio susidūrimo atveju.

Taip pat vertėtų paminėti ir kitus dalykus, kurie gali būti erzinantys ir nepriimtini kitų eismo dalyvių atžvilgiu, tokius kaip: eismo juostos nesilaikymas, posūkio kampų trumpinimas, ypatingai sankryžose, važiavimas su neįjungtais šviesų žibintais arba su įjungtomis tolimosiomis šviesomis, nuorūkų išmetimas pro langą, netinkamas garsinio signalo naudojimas.

Vienas iš eismo įvykių lemiančių žmogaus veiksnių yra savo vairavimo sugebėjimų pervertinimas. Didžiojoje Britanijoje įvykusi apklausa parodė, kad dauguma vairuotojų mano, kad pagrindiniai patyrusio vairuotojo požymiai yra:

- Automobilio kontroliavimas, įskaitant supratimą apie transporto priemonės gabaritus ir pajėgumą;
- Sugebėjimas skaityti ir reaguoti į eismo ir oro sąlygas, kelio ženklus bei supančią aplinką;
- Budrumas, sugebėjimas numatyti kitų vairuotojų elgesį [Road safety research report 2007].

Nors šie veiksniai iš tiesų prisideda prie saugaus vairavimo, eismo įvykių atsiradimo tikimybė vis tiek išlieka gana aukšta. Tą sąlygoja klaidingas vairuotojų pasitikėjimo jausmo augimas, didėjant vairavimo stažui. Taip yra todėl, nes laikui bėgant žmogus pripranta vairuoti kasdienėmis sąlygomis bet ne sudėtingomis vairavimo sąlygomis ar esant ekstremalioms situacijoms (praradus automobilio kontrolę, sprogdus padangai).

Taip pat yra pastebimi demografiniai skirtumai eismo įvykiuose. Jauni vairuotojai pasižymi greitu reakcijos laiku, tačiau nepaisant to, eismo įvykiuose vyrauja daugiau jaunų vairuotojų vyrų. Kita vertus vyresnio amžiaus vairuotojai su lėtesne reakcija, gali sudaryti klaidingą įspūdį, kad sudarys daugiau eismo įvykių. Tačiau yra priešingai, nes vyresnio amžiaus vairuotojai linkę mažiau rizikuoti ir vairuoti dar atsargiau [Įskaitinių eismo įvykių statistika Lietuvoje]. Šis reiškinys turi įtakos transporto priemonės civilio draudimo kainai, kuri iš dalies priklauso nuo savininko amžiaus, lyties bei pačios transporto priemonės.

Dažnai atsitinka taip, kad vairuotojai klaidingai įvertina supančią aplinką. Aukštu avaringumu pasižyminčios kelio vietos iš pirmo žvilgsnio gali atrodyti visai nepavojingos. Taip yra iš dalies dėl to, kad vairuotojas suvokdamas, jog kelio aplinka yra pavojinga, važiuos atsargiau. Eismo įvykiai yra labiau tikėtini būtent tose vietose, kur pavojinga kelio aplinka ar eismo sąlygos nėra akivaizdžios iš pirmo žvilgsnio. Taip pat, kai šios sąlygos yra pernelyg sudėtingos eiliniam vairuotojui suvokti ir spėti sureaguoti į kritinį veiksnių.

Greitis yra vienas didžiausių veiksnių prisidedantis prie eismo įvykių atsiradimo. Daugiau kaip 40 % mirtinų susidūrimų sukėlė didelis arba netinkamai pasirinktas greitis. Netgi 5 km/h skirtumas gali būti lemiantis veiksnys susidūrime su pažeidžiamais eismo dalyviais.

Jeigu transporto priemonė, važiuojanti 60 km/h greičiu, o tai yra tipinis greitis Lietuvos miestų gatvėse, partrenks pėsčiąjį, mirties tikimybė yra lygi 90 %, važiuojant 50 km/h greičiu – 50 % ir važiuojant 30 km/h greičių – 10 % [Causes of collision]. Iš ko seka, kad netgi nežymiai sumažinus važiavimo greitį, eismo įvykių su pėsčiaisiais pasekmės gali kardinaliai pasikeisti.

Kontroliuojant greitį galima sumažinti eismo įvykių atsiradimo tikimybę bei jų pasekmes.

Reikia nepamiršti, kad eismo įvykius lemia ne tik žmogiškieji faktoriai, bet ir kelio būklė bei jo savybės. Iš ankščiau minėto paveikslo (žr. 1.3. pav.) matyti, kad net trečdaliui visų eismo įvykių atsiradimui turėjo įtakos kelias ar jo aplinka. Daugumoje šių įvykių taip pat dalyvavo ir žmogiškasis faktorius. Derėtų pabrėžti, kad dažniausiai eismo įvykių ataskaitose kelio – aplinkos faktorius minimas tik kaip veiksnys, svariai prisidedantis prie nelaimės aplinkybių. Tokiose situacijose dažniausiai kaltas lieka vairuotojas, o ne kelias. Eismo įvykių registravimo kortelėje pastebima tendencija praleisti tokius žmogiškuosius veiksnius, kaip projektavimo ir techninės priežiūros darbų klaidos, kurių eilinis vairuotojas gali nematyti arba nesuprasti.

Atsargus ir tinkamas kelių projektavimas bei priežiūra su saugiomis sankryžomis, teisingai parinktu skersiniu kelio dangos profiliu, geru matomumu bei eismo reguliavimo priemonėmis sąlygoja eismo įvykių ir jų sunkių pasekmių mažėjimą. Tačiau dauguma kelių, nors yra tos pačios kategorijos, gali skirtis vienas nuo kito savo projektiniais sprendiniais ir supančia aplinka. Dėl šios priežasties kelias turėtų būti vertinamas individualiai. Kitose ES šalyse yra atliekami kelių saugumo vertinimai, kitaip dar vadinami EuroRAP testais. Panašiai kaip ir EuroNCAP (Europos naujų automobilių vertinimo programa), EuroRAP remiasi „Saugus vairuotojas, saugiamo automobilyje ant saugaus kelio“ principu. Testo metu kelias yra vertinamas eismo saugumo požiūriu, 5 žvaigždutės reiškia geriausią įvertinimą. Šie vertinimai remiasi prielaida, kad žmogus, važiuojantis 5 žvaigždučių kelyje, vairuojantis 5 žvaigždutėmis įvertintą automobilį ir laikydamasis kelių eismo taisyklių įvykus eismo įvykiui turėtų likti gyvas [EuroRAP].

Kitas eismo įvykį lemiantis veiksnys yra transporto priemonė, kurios patikimumas priklauso nuo aktyvaus ir pasyvaus saugumo, važiavimo greičio ir kitų parametrų.

Tyrimai parodė, kad mirties ir sunkių sužeidimų rizika eismo įvykio metu žymiai sumažėja esant prisegus saugos diržais. Remiantis saugos diržu efektyvumo analize, mirtinų ir sunkių sužeidimų rizika sumažėja 45–50 % [The handbook of road safety measures 2009].

Kai kurios eismo įvykių rūšys dažniausiai pasibaigia sunkesnėmis pasekmėmis. Transporto priemonės apvirtimas gali pasibaigti mirtimi, ypač jeigu vairuotas arba keleivis nebuvo prisisegęs. Sumažinti transporto priemonės apvirtimo tikimybę padeda sustiprinta pakaba panaudojant stabilumo kontrolės sistemą kartu su ABS.

Gera suprojektuota ir tinkamai prižiūrima transporto priemonė su gera stabdžiu sistema, padangomis ir gerai sureguliuota pakaba bus lengviau suvaldoma susiklosčius avaringai situacijai kelyje, kas gali padėti išvengti eismo įvykio arba sumažinti įvykio pasekmes. Transporto priemonių konstrukcija laikui bėgant keitėsi gerinant apsaugą nuo susidūrimo, tiek žmonėms esantiems automobilio viduje, tiek išorėje. Šiuolaikiniuose automobiliuose žmogaus gyvybę padeda išsaugoti

tokios aktyvios ir pasyvios eismo saugumo priemonės, kaip: saugos diržai, oro pagalvės, stabdžiai su ABS, smūgį sugeriančios šoninės plokštės, sėdynių atlošai, stipresnis korpusas ir kt.

Eismo saugumui įtakos turi ne tik vairuotojo elgesys, bet visi „VAKA“ (Vairuotojas – automobilis – kelias – aplinka) sistemos komponentai, jų tarpusavio ryšis. Kadangi eismo įvykis yra įvykių grandinės rezultatas, nelaimingų atsitikimų tikimybė gali būti sumažinta paveikus vieną iš sistemos komponentų. Airijos eismo saugumo instituto mokslininkai išskiria tris pagrindines eismo saugumą didinančias kryptis:

1. *Švietimas ir mokymas.* Mokytojų ir vairavimo mokyklų instruktorių pamokos pradinėse mokyklose; Saugaus vairavimo principų ir nuostatų įskiepijimas jauniems vairuotojams; Kvalifikacijos kėlimo kursai vyresniems vairuotojams siekiant atnaujinti žinias apie kelių eismo taisykles ir eismo saugumo priemones; Specialios reklamos bei kampanijos siekiant atkreipti visuomenės dėmesį į saugų eismą ir pavojų keliuose;
2. *Taisyklės ir kontrolė.* Pagrįstų ir įvykdomų kelių eismo taisyklių priėmimas, skirtų užkirsti kelią eismo įvykiams; Koncentruotas ir kryptingas kelių policijos ir kelius prižiūrinčių organizacijų ypatingas dėmesis avaringoms vietoms; Nuodugnus jaunų vairuotojų egzaminavimas ir patikrinimas;
3. *Transporto priemonių ir kelių inžinerija:*
 - Transporto priemonių inžinerija, apimanti: reguliarias technines transporto priemonių apžiūras. kuriomis siekiama užtikrinti, kad keliuose dalyvautų tik techniškai tvarkingos ir saugios transporto priemonės; Aktyvus automobilių saugumas, apimantis automobilio dizaino elementus ir savybes padedančias išvengti eismo įvykių, bei didinančios keleivių ir vairuotojų komfortą (ABS, TCS, ESP ir kt.); Pasyvus automobilių saugumas, eismo įvykio metu vairuotojų ir keleivių saugumą padidinančios apsaugos sistemos ir automobilio korpusas, kuris absorbuoja didžiąją dalį smūgio energijos (saugos diržai, oro pagalvės ir kt.);
 - Kelių inžinerija, apimanti: naujų saugių kelių projektavimą (atskiriant priešingo eismo srautus, didinat matomumą, mažinant konfliktinių taškų skaičių sankryžose); Esamų kelių ir sankryžų rekonstravimas įrengiant inžinerines eismo saugumo ir organizavimo priemones; Vairuotojų informavimas apie artėjantį pavojų ar vairavimo režimo pasikeitimą.

1.3. Nacionalinės eismo saugumo programos, sėkmingiausios priemonės

Eismo saugumo organizavimas remiasi įvairiomis priemonėmis, kurios kartu sudaro įgyvendinamų priemonių pagrindą visuose eismo saugumo srityse. Šiame skyriuje aptariamos Europos šalių bendros organizacinės sistemos, eismo saugumo programos, vizijos, tikslai ir strategijos įgyvendinant eismo saugumo priemones.

1.3.1. Kelių eismo saugumo vizijos

Kelių eismo saugumo vizija apibūdinama kaip pageidautina būklė ateityje, kuri remiasi teorija nusakančia kaip veikia ar turi veikti įvairūs eismo saugumo komponentai. Dažniausiai vizijos formuluojamos kaip ilgalaikis tikslas be konkretaus įgyvendinimo termino, kuris gali būti pasiektas dėka didelių pastangų per ilgą laiko tarpą. Nepaisant to, vizijos suteikia veikimo kryptį ir svarstymus eismo saugumo srityje, kas turi būti padaryta, siekiant priartėti prie pageidaujamo tikslo. Jeigu yra atsidavimas ir finansavimas, vizijos nukreipia kelių eismo saugumo veiksmus reikiama linkme ir sudaro pagrindą eismo saugumo planams ir programoms.

Tvarus saugumas Nyderlanduose

Tvariu saugiu keliu sistema siekiama užkirsti kelią įskaitiniams eismo įvykiams, o visgi jiems įvykus - sumažinti jų pasekmes. Sistema grindžiama idėja, kad žmonės nėra tobuli, jie daro klaidas ir yra fiziškai pažeidžiami. Išskiriami penki pagrindiniai sistemos principai: funkcionalumas, homogeniškumas, nuspėjamumas, atlaidumas ir padėties supratimas [Advancing sustainable safety 2006]. Tvaraus saugumo vizija praktikoje turi didelę įtaką kelių eismo saugumui, Nyderlanduose lėmusi ir vis dar vedanti prie veiksmingų ir pasiteisinančių eismo saugumo priemonių keliuose įgyvendinimo.

Vienas iš homogeniškumo principo pavyzdžių yra tas, kad Nyderlanduose motorinės transporto priemonės ir pažeidžiamieji eismo dalyviai (dviratininkai, pėstieji) kartu dalyvauti eisme gali tik tada, kai transporto priemonių greitis yra mažas. Jeigu dėl tam tikrų priežasčių mažas transporto priemonių greitis negali būti užtikrintas, pažeidžiamieji eismo dalyviai privalo būti atskirti nuo bendro srauto. Šiam tikslui pasiekti buvo įvestos 30 km/h greičio zonos tankiai užstatytose teritorijose ir 60 km/h greičio zonos už šių teritorijų ribų bei greičio mažinimo priemonių įrengimas sankryžose.

Tvarus saugumas buvo pirmaujanti vizija eismo saugumo politikoje Nyderlanduose nuo dešimtojo dešimtmečio pradžios. Kelių institucijos skirtinguose lygmenyse (nacionaliniame, regioniniame ir vietiniame) faktiškai įgyvendino tvaraus saugumo vizijos visas priemones. Nyderlandų eismo saugumo instituto skaičiavimai parodė, kad šios vizijos infrastruktūros priemonės

padėjo sumažinti žuvusiųjų ir sužeistųjų skaičių šalies keliuose 6 % [Advancing sustainable safety 2006]. Autorius pabrėžia – nors išlaidos susijusios su kelio rekonstrukcija yra didelės, tačiau daugumoje atveju, rekonstrukcija gali būti įterpta į biudžetą kartu su reguliariais techninės priežiūros darbais.

Švedijos „Nulinė vizija“

1997 metais Švedijos parlamentas priėmė „Nulinę viziją“, naują drąsią kelių eismo saugumo politiką, kuri grindžiama keturiais principais:

- *Moralė*, žmogaus gyvybė ir sveikata yra pirmoje vietoje, ji turi pirmumą prieš mobilumą ir kitus kelių transporto sistemos tikslus;
- *Atsakomybės grandinė*, atsakingos institucijos ir asmenys atsako už sistemos saugą. Kelių infrastruktūros naudotojai privalo laikytis taisyklių ir reglamentų. Jei eismo dalyviai nesugeba laikytis šių taisyklių, atsakomybė tenka institucijoms atsakingoms už sistemos saugą;
- *Saugumo požiūris*, žmonės daro klaidas, saugi kelių transporto sistema privalo kuo įmanoma daugiau sumažinti žmogaus klaidų tikimybę arba padarytą žalą, jai įvykus;
- *Varomasis mechanizmas saugumui užtikrinti*, kelių transporto sistemos kūrėjai ir vartotojai privalo dėti visas pastangas siekiant užtikrinti visų eismo dalyvių saugumą, tam tikslui pasiekti kiekvienas eismo dalyvis turėtų būti pasirengęs pasikeisti [Vision Zero 2006].

Švedijos kelių administracija (Swedish Road Administration) yra atsakinga už kelių eismo saugumą visoje transporto sistemoje. Remiantis Nulinės vizijos principais visos kitos suinteresuotos šalys taip pat yra atsakingos už kelių eismo saugumo užtikrinimą ir gerinimą.

Tikimasi, kad Nulinė vizija padės sumažinti įskaitinių eismo įvykių skaičių 25 % – 33 % dešimties metu laikotarpyje [Vision Zero 2006]. Nulinės vizijos priėmimas Švedijoje padėjo vykdant tolesnius tyrimus ir įgyvendinant naują eismo saugumo sistemą. Vienas iš šios sistemos elementų buvo esamų vienos eismo juostos kelių rekonstravimas į 2+1 kelius su linijiniais apsauginiais atitvarais skiriamosiose juostose.

Tvarus saugumas Nyderlanduose ir Švedijos „Nulinė vizija“ yra geriausiai žinomi kelių eismo saugumo vizijų pavyzdžiai, kurie buvo priimti ir naudojami kitose šalyse. Minėtų šalių pavyzdžiais buvo sudaryta Lietuvos „Nacionalinė susisiekimo plėtros programa“. Abiejose vizijose pastebima bendra idėja pakeisti kelių eismo sistemą į tokia, kuri užkirstų kelią žmogui padaryti klaidą ir sumažinti eismo įvykių pasekmes, jeigu vis dėlto jų nepavyko išvengti. Kadangi kelių eismo saugumo

vizija yra bendra visoms suinteresuotoms šalims, atsakomybė už kelių eismo saugumą tenka visiems eismo dalyviams, pradedant nuo kelių institucijų ir baigiant automobilių gamintojais. Kitaip tariant visiems tiems, kurie yra tiesiogiai arba netiesiogiai susiję su keliu ir jo statiniais.

1.3.2. Kelių eismo saugumo programos ir tikslai

Kelių eismo saugumo programos yra specifinės ir kaip taisyklė apima trumpesnį laikotarpį negu kelių eismo saugumo vizijos. Dažniausiai eismo saugumo programos remiasi saugumo vizijomis. Programoje aprašomi už eismo saugumą atsakingų institucijų tikslai ir principai, nustatomi minėtų institucijų konkretūs veiksmai ir principai užtikrinant eismo saugumą sekančiam 5–10 metų laikotarpiui. Kelių eismo saugumo programa taip pat apibrėžia pareigas ir teikia finansavimą bei skatina veiksmingų eismo saugumo priemonių įgyvendinimą.

Eismo saugumo tikslai yra svarbi eismo saugumo programos dalis. Jais remiantis yra konkrečiai aprašoma, kas turi būti pasiekta ir per kokį laikotarpį. Paprastai tikslai formuluojami 10-ties metų laikotarpiui. Pagrindinė taisyklė formuluojant eismo saugumo tikslus – jie privalo reikalauti daug pastangų, tačiau būti pasiekiami (Lietuvoje – ne daugiau kaip 60 žuvusiųjų vienam milijonui gyventojų iki 2017 metų). Dažniausiai tikslai išreiškiami žuvusiųjų skaičiumi per metus, bet gali būti nustatyti ir papildomi tikslai, kurie turi sąsają su eismo įvykių rizika (pvz., neblaivių vairuotojų skaičius, išreikštas procentais) [Best practices in road safety 2007].

Šveicarijos „Federalinė saugesnių kelių eismo saugumo veiksmų programa“

Šveicarijos „Federalinė saugesnių kelių eismo saugumo veiksmų programą“ kaip pagrindą netiesiogiai sudarė Švedų „Nuline vizija“. Programos tikslas buvo sumažinti žuvusiųjų skaičių eismo įvykiuose 50 % nuo 2000 iki 2010 metų. Programą sudarė 56 saugumo priemonės, susijusios su visomis eismo saugumo sritimis. Šių priemonių atranka buvo pagrįsta išsamiais tyrimais, o rezultatai buvo palyginti su tokiais kriterijais, kaip pvz., sąnaudų panaudojimo efektyvumas ir suderinamumas su kitais tikslais. Programa taip pat apėmė kokybės užtikrinimo ir įgyvendinimo bei finansavimo priemonių sistemą [Federal Action Programme for Greater Road Safety 2005].

Veiksmų programa buvo sukurta daugybės ekspertų, atstovaujančių kelių organizacijoms, vietos valdžios institucijų, politikų ir verslininkų pagalba. Programos įgyvendinimas buvo Federacinės tarybos, kelių institucijų ir vietos valdžios institucijų atsakomybė.

Įgyvendinamų priemonių naudos ir išlaidų analizė buvo atlikta iš anksto, nustačius sumažėjusias eismo įvykių išlaidas, visuomenės išlaidas (kurios sudarė apie du trečdalius visų išlaidų) ir atskirų eismo dalyvių išlaidas. Analizės rezultatai davė teigiamų rezultatų. Ši programa buvo pradėta įgyvendinti nuo 2007 metų [Federal Action Programme for Greater Road Safety 2005].

Kelių eismo saugumo programų ir tikslų sėkmė, gerinant eismo saugumą, slypi tame, kad jie stiprina įsipareigojimą ir atsidavimą kelių eismo saugumo uždaviniams ir teikia pagrindines sąlygas įgyvendinti šios tikslus.

1.3.3. Efektyvumo analizės

Efektyvumo analizės yra atliekamos siekiant įvertinti eismo saugumo priemonių ar programų poveikį įvairiuose jų įgyvendinimo etapuose. Derėtų išskirti poveikio vertinimo ir ekonominės naudos analizės procedūras.

Poveikio vertinimas atliekamas pasinaudojus informacija apie prognozuojamą priemonės efektyvumą, pavyzdžiui panašioje aplinkoje įgyvendintos priemonės efektyvumas. Poveikio vertinimas padeda apsispręsti, ar apsimokės įgyvendinti konkrečią priemonę. Pasinaudojus programine įranga galima įvertinti įvairių priemonių efektyvumą eismo įvykių sumažinimui ir su šiais įvykiais susijusioms išlaidoms.

Sąnaudų ir naudos (ekonominė) analizė atliekama prieš įgyvendinant konkrečią eismo saugumo priemonę, bei priimant sprendimus, kokios alternatyvos turi būti įdiegtos. Priemonės įgyvendinimo kaina palyginama su prognozuojama pinigine nauda sumažėjus eismo įvykiams ir žuvusiųjų skaičiui įgyvendinus priemones. Taigi, pasirinkus ekonomiškai efektyviausią variantą tam tikroje vietoje, galima pasiekti didesnę saugumo poveikį su tomis pačiomis išlaidomis. Į sąnaudų ir naudos analizę taip pat galima įtraukti ir kitokią naudą, nesusijusią su eismo saugumu, kaip aplinkos apsauga.

Suomių programinė įranga „TARVA“ efektyvumo analizei atlikti

Suomijoje priimant sprendimus, susijusius su kelių eismo saugumu, yra įprasta pasitelkti sąnaudų efektyvumo analizę. Tam tikslui suomiiai naudoja specialiai sukurtą programinę įrangą, vadinamą „TARVA“. Į šią programą įvedami eismo įvykių duomenys, įvykę Suomijos keliuose. Šia programine įranga įvertinamas įdiegiamų eismo saugumo priemonių efektyvumas, vertinant žuvusiųjų ir sužeistųjų skaičiaus pokytį. Su „TARVA“ taip pat galima atlikti sąnaudų ir naudos analizę. Suomijoje „TARVA“ pradėta taikyti nuo 1994 metų [Road Network Safety Management...2013]. Pagrindiniai šios programinės įrangos privalumai – ją galima greitai pritaikyti įvairioms kelių sistemoms ir yra lengva naudoti. Suomijoje šios programos pagalba atliekami reguliarūs vertinimai.

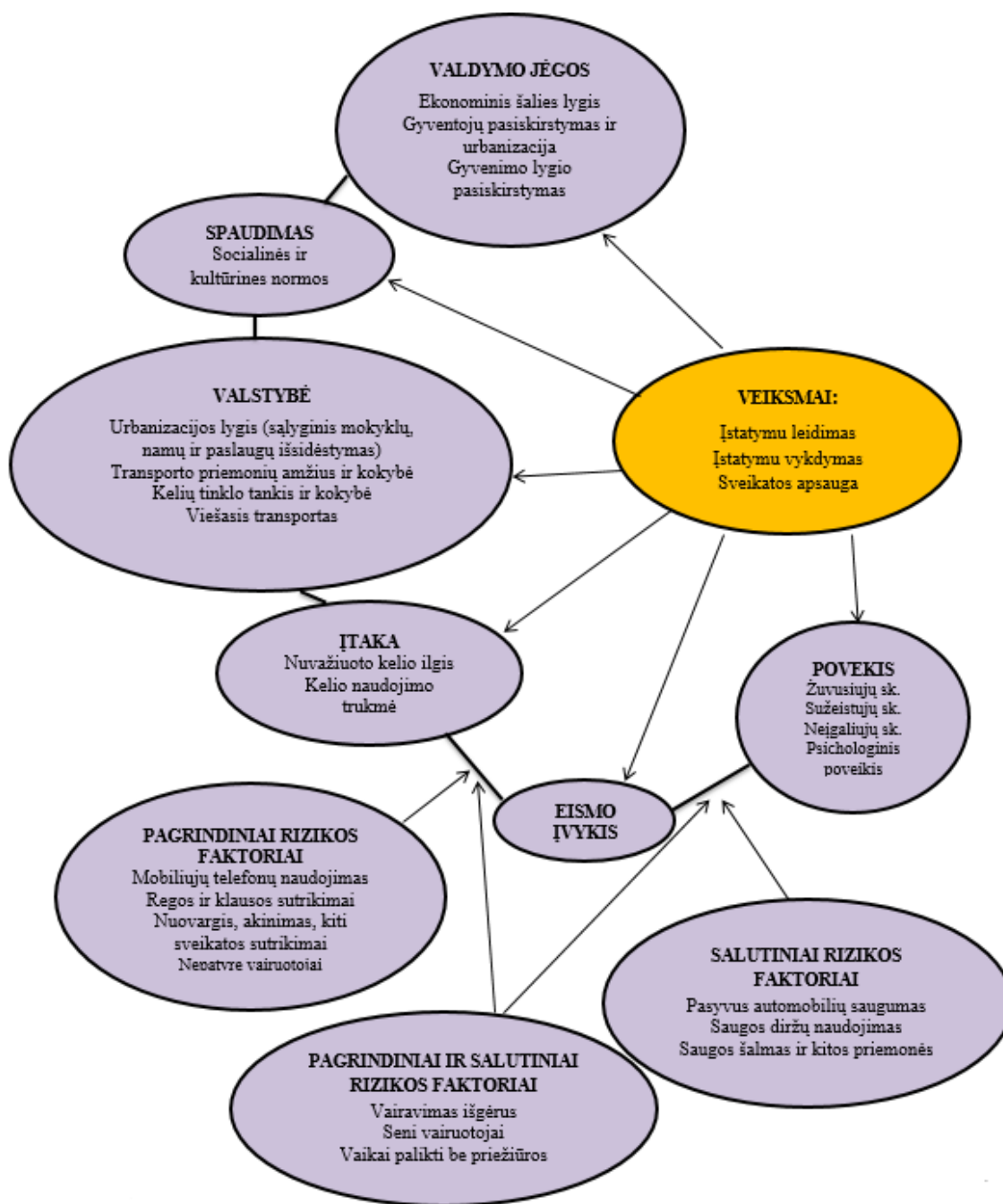
Suomių kelių institucijos „TARVA“ naudoja tiek nacionaliniams, tiek vietiniams keliams. Ši programinė įranga gali būti perkelta į kitas šalis, jeigu jose yra pakankamai informacijos apie šalies susisiekimo infrastruktūrą, eismo įvykius, įdiegiamų priemonių sąnaudas ir patvirtintus eismo įvykių modelius. Lietuvoje yra naudojama specialiai mūsų šaliai pritaikyta suomių „TARVA“ versija, vadinama „TARVALT“.

„TARVALT“ pagerina išteklių panaudojimą įdiegiant efektyviausias priemones, būtent tuose keliuose kur jos duotų daugiausiai naudos [Safety ranking of the Lithuanian road network...]. Programinės įrangos išlaidas sudaro: duomenų tvarkymo, mokslinių tyrimų ir plėtros bei administracinės išlaidos.

Sisteminiai vertinimai ir analizės ženkliai prisideda prie kelių eismo saugumo, nustatant efektyviausias eismo saugumą didinančias priemones. Pagrindinis tikslas yra užtikrinti, kad analizės išvados būtų naudojamosi priimant sprendinius.

1.4. Bendras rodiklių rinkinys, skirtas eismo įvykių stebėjimui

Ko gero visiems labiausiai žinomi eismo įvykius apibūdinantys rodikliai yra žuvusiųjų ir sužeistųjų skaičius keliuose. Šie rodikliai puikiai tinka apibūdinti eismo įvykių sukeltą žalą žmogaus sveikatai. Tačiau nėra apibrėžtų rodiklių charakterizuojančių globalesnes-gilesnes šios visuomenei aktualios problemos atsiradimo priežastis. Europos Sąjunga kartu su Pasauline Sveikatos Organizacija subūrė grupę ekspertų, kuriems buvo skirta užduotis išnagrinėti ir sudaryti aplinkos bei sveikatos rodiklių rinkinį, nusakantį eismo įvykių sudėtingumą [Defining a common set of indicators 2006].



1.4.pav. VIBIV (DPSEEA) modelis eismo įvykiams nagrinėti [Defining a common set of indicators 2006]

Ekspertų grupė išnagrinėjusi turimą informaciją ir statistinius duomenis Europos Sąjungos lygmenyje, nustatė 14 eismo įvykius apibudinančių rodiklių. Kiekvienas iš rodiklių charakterizavo konkretų VIBIV (vairavimas, įtampa, būseną, įtaka ir veiksmas), angl. DPSEEA, modelio aspektą, kuris buvo taikomas eismo įvykiams nagrinėti (žr. 1.4. pav.). Toliau nustatyti rodikliai buvo vertinami pagal 16 iš anksto nustatytų kriterijų (svarbumas, patikimumas, palyginimas laike ir t. t.). Geriausiais rezultatais pasižymintys rodikliai buvo analizuojami siekiant nustatyti jų suderinamumą su ES šalių teisės aktais ir reglamentais.

Tyrimo pabaigoje 11 atrinktų eismo įvykius lemiančių rodiklių buvo pripažinti svarbiais - eismo įvykio tikimybė, transporto priemonių parko amžius, nuvažiuotas atstumas, naudojamos saugumo priemonės, greičio viršijimas, mobiliųjų telefonų naudojimas, vairavimas apsvaigus, sveikatos sutrikimai, oro sąlygos bei jauni ir senyvo amžiaus vairuotojai [Defining a common set of indicators 2006]. Iš šių rodiklių 5 buvo parengti ir rekomenduojami įgyvendinimui.

Darbe plačiai kalbama apie eismo įvykius sukeliančius rodiklius, tačiau nėra užsiminta kokią socialinę ir ekonominę žalą jie sukelia. Pagrindinė to priežastis yra informacijos stoka apie eismo įvykių sukeltą poveikį sveikatai. Taip yra, nes visą su eismo įvykių susijusią informaciją pildo kelių pareigūnas, kuris neturi pakankamai kompetencijos medicinos srityje.

Nepaisant to, šis ir panašaus pobūdžio tyrimai leidžia geriau suvokti eismo įvykių atsiradimo procesą ir suteikia galimybę valstybėms atlikti vidinius ir išorinius palyginimus laikui bėgant.

1.5. Makro modeliai įskaitinių eismo įvykių išaiškinimui

Šiame skyriuje pateikiami išnagrinėti užsienio šalių autorių darbai nagrinėjant makro modelius eismo įvykių priklausomybei išaiškinti. Daugiausiai buvo remiamasi Chriso J. Bester ir S. Hakim atliktais darbais. Autoriai savo darbuose bandė identifikuoti ir nustatyti politinius bei socialinius-ekonominius rodiklius, turinčius reikšmingos įtakos įskaitiniams eismo įvykiams. Taip pat nustatyti rodiklius, susijusius su veiksminga eismo saugumo politika ir priemonėmis gerinančiomis eismo saugumą.

Apibendrinta forma makro modelio lygtis gali būti užrašyta kaip $Y = f(X)$, kur pavyzdžiui Y yra įskaitinių eismo įvykių skaičius, o X yra kintamasis vektorius (socialiniai ir ekonominiai rodikliai). Šios lygties pagalba yra parodoma konkrečių rodiklių padidėjimo/sumažėjimo įtaka įskaitinių eismo įvykių rizikai.

Žemiau pateikta keletą svarbių makro modelių aspektų.

Priklausomas kintamasis makro modelyje gali būti naudojamas kaip įskaitinių eismo įvykių skaičius arba žuvusiųjų ir sužeistųjų skaičius. Galimi du kintamojo vaizdavimo būdai: kai naudojami neapdoroti duomenys arba duomenys išreikšti procentiniu dydžiu. Pastarąjį naudojant kaip priklausomą kintamąjį taikoma tiesinės priklausomybės prielaida tarp įskaitinių eismo įvykių skaičiaus ir rodiklio naudojamo skaičiavimuose. Dėl šios priežasties priklausomas kintamasis gali būti naudojamas tik jeigu ši prielaida yra priimtina. Dažniausiai naudojami neapdoroti duomenys, t. y. duomenys tiesiogiai gauti iš matavimų.

S. Hakim teigimu eismo įvykių skaičiaus naudojimas su žuvusiųjų ar sužeistųjų skaičiumi kaip priklausomą kintamąjį gali turėti „kratinio efektą“ [A critical review of macro models 1988].

Pavyzdžiui, kelių transporto priemonių tarpusavio susidūrimai dažniausiai įvyksta esant kitoms aplinkybėms lyginant su eismo įvykiais, kuriuose dalyvauja viena transporto priemonė. Taip pat ekonominių bei demografinių rodiklių arba teisės normų pasikeitimas gali turėti įtakos šios rūšies eismo įvykiams. Todėl dažniausiai yra analizuojami vienodi eismo įvykių pogrupiai.

Skersinio pjūvio analizės didžiausias privalumas tas, jog duomenys naudojami analizėje yra lengvai prieinami, tačiau yra ribotas duomenų tinkamumas. Tam įtakos turi tokie veiksniai kaip geografinė padėtis, oro sąlygos, gyvenimo būdas ir pan., kurių įtaka eismo įvykiams yra sunkiai išmatuojama. Dėl šios priežasties gali susidaryti klaidingos asociacijos tarp įskaitinių eismo įvykių ir priklausomojo kintamojo, kas sąlygos dviprasmius rezultatus.

Laikotarpio analizėse tokie kintamieji kaip geografinė padėtis ir gyvenimo būdas išlieka sąlyginai pastovūs šalyje, todėl gali būti neįtraukti į skaičiavimus. Skaičiavimai su metiniais duomenimis reikalauja ilgo laiko tarpo, nes reikia surinkti pakankamą kiekį duomenų norint gauti aukštą patikimumo koeficientą. Kita vertus, skaičiavimai su mėnesiniais duomenimis leidžia surinkti pakankamą kiekį duomenų per trumpesnę laiko tarpą. Šie skaičiavimai išlaiko gerą pusiausvyrą tarp priklausomo kintamojo ir duomenų neatitikimo [Macro models in traffic safety 2003]. Nepaisant to, skaičiavimai naudojant mėnesinius duomenis dažniausiai gali būti taikomi pastovioje aplinkoje. Lietuvoje dėl geografinės padėties (kintamo klimato zona) eismo įvykių skaičiavimai naudojant mėnesinius duomenis neatspindėtų realaus žuvusiųjų skaičiaus, nes paprastai žiemos metu įskaitinių eismo įvykių įvyksta daugiau, negu vasarą.

Koreliacija reiškia, kad kai kurie kintamieji yra linkę pasikeisti vienu metu. Tokiais atvejais nagrinėjami kintamieji gali būti prognozuojami stebint tam tikrų rodiklių pasikeitimus, kurie yra tarpusavyje susiję. Tarkim, jeigu pastebima stipri koreliacija tarp kuro kainos ir įskaitinių eismo įvykių skaičiaus, galima išvesti lygtį, kuri paaiškintų kokią įtaką eismo įvykiams turi kuro kaina. Nepaisant to, koreliacijos lygtis ne visada gali būti naudojama prognozavimui.

Metiniai ekonominiai, demografiniai ir avaringumo duomenys paprastai pasižymi didele koreliacija, kas gali lemti sunkiai paaiškinamą kintamųjų įtaką eismo įvykiams. Kitaip tariant, jeigu laikui bėgant įvairūs veiksniai vienodai kinta, tai tiksliai įvertinti kiekvieno veiksnio įtaką eismo įvykiams gali būti labai sudėtinga ar net neįmanoma. Mėnesiniai duomenys paprastai pasižymi didesniu kintamumu, kadangi kintamieji nėra perskaičiuojami į metinį vidurkį. To rezultate, koreliacija yra mažesnė ir atskirų veiksmų įtaką eismo įvykiams gali būti geriau įvertinta.

Kalbant apie rodiklių koreliacija vertėtų paminėti Pietų Afrikos Stelenbošo universiteto lektoriaus Christo J. Bester darbą pavadinimu - „Explaining national road fatalities“ (vert. Šalies įskaitinių eismo įvykių išaiškinimas). Autoriaus darbo tikslas buvo pristatyti modelį, kuris gali būti naudojamas aiškinant žuvusiųjų skaičiaus keliuose priklausomybę nuo šalies susisiekimo

infrastruktūros lygio, transporto ir įvairių socialinių bei ekonominių rodiklių. Įvairių pasaulio šalių duomenys tyrimui buvo gauti iš tarptautinių organizacijų publikacijų, tokių kaip Tarptautinė Kelių Federacija, Jungtinių Tautų vystymosi programos ir Jungtinių Tautų. Analizė buvo padaryta naudojant laipsnišką regresijos modelį. Taip pat buvo naudojamas tiesinės regresijos modelis bei įvairios transformacijos, tokios kaip kvadratas, kvadratinės šaknys, tendencijos ir natūrinis logaritmas.

Trys kriterijai buvo vertinami priimant sprendimą dėl geriausio modelio:

1. Aukštas patikimumo koeficientas $R^2 > 80$;
2. Žemas tikimybės lygmuo $P < 1,0\%$, kas padeda užtikrinti mažą standartinę paklaidą;
3. Vizualinis modelio patikrinimas dėl likutinės vertės.

Darbe taip pat minima, kad žuvusiųjų skaičius kelyje gali būti išreikštas kaip skaičius arba kaip santykis per tam tikrą laiko tarpą. Straipsnyje buvo analizuojami įvairūs kintamieji siekiant nustatyti geriausiai žuvusiųjų skaičių apibūdinantį dydį, tokie kaip:

- žuvusiųjų skaičius per metus;
- žuvusiųjų skaičius per transporto priemonių nuvažiuotą atstumą;
- žuvusiųjų skaičius lyginant su gyventojų skaičiumi;
- žuvusiųjų skaičius kelio ilgiui;
- žuvusiųjų skaičius lyginant su transporto priemonių ar lengvųjų automobilių skaičiumi.

Tyrimo metu išaiškėjo, kad aiškinant žuvusiųjų skaičių keliuose geriau yra naudoti žuvusiųjų skaičių 100 tūkst. lengvųjų automobilių negu 100 tūkst. transporto priemonių [Explaining national road fatalities 2001]. Pagrindinė to priežastis yra tai, kad lengvųjų automobilių skaičius šalyje tiksliau atspindi gyventojų mobilumą, kadangi sunkiasvoris transportas labiau priskiriamas tranzitiniam transportui. Visgi Lietuvoje toks įskaitinių eismo įvykių vaizdavimas neatspindėtų realios situacijos, nes nemaža dalis lengvųjų automobilių yra užregistruotos, bet dėl įvairių priežasčių transporto priemonės eisme nedalyvauja.

Tyrimo metu taip pat buvo nagrinėjami kai kurie šalies socialiniai-ekonominiai statistiniai duomenys galintys turėti įtakos eismo įvykiams, tokie kaip:

- infrastruktūros lygis;
- bendrasis vidaus produktas (BVP);
- neraštingumo lygis;
- tikėtina gyvenimo trukmė;
- socialinės raidos indeksas.

1.4. lentelė. Christo j. Bestrio atliktų tyrimų apibendrinti rezultatai [Explaining national road fatalities 2001]

Žuvusiųjų skaičius 100 tūkst. lengvųjų automobilių priklausomai nuo nagrinėjamo kintamojo	R²	r - koreliacijos koeficientas	Konstanta
Kelių tankis	26,4	-0,594	8,556
Kelių su danga tankis	23,7	-0,398	7,118
Kelio su danga ilgis	39,3	-0,752	10,965
Kelio su danga ilgis 1000 tr. pr.	29,9	0,901	2,227
BVP	61,7	-0,740	5,909
Transporto priemonių skaičius	91,2	0,066	3,356
Neraštingumo lygis, % vyresniu kaip 15 m. asmenų	24,9	0,044	4,523
Tikėtina gyvenimo trukmė, metais	39,5	-0,115	13,061
Socialinės raidos indeksas (HDI)	53,3	-5,868	9,44

Išanalizavus tyrimo rezultatus galima teigti, kad šalies infrastruktūros lygis, įvairūs socialiniai-ekonominiai faktoriai turi didelę įtaką įskaitiniams eismo įvykiams. Be to, šalys su didesniu kelių tankiu turės mažesnį žuvusiųjų skaičių. Didesnis kelių tankis gali taip pat reikšti trumpesnį kelią iki gydymo įstaigų. Tačiau, reikia nepamiršti, kad erdvūs arba tušti keliai gali privesti prie eismo įvykių padidėjimo. Iš gautų rezultatų galima daryti prielaidą, kad šalys su didesniu BVP tenkančiu viename gyventojui ir ilgesne tikėtina gyvenimo trukme, turės žemesnį eismo įvykių skaičių. O šalies neraštingumo lygis neturi ženklios įtakos eismo įvykiams. Kita vertus tyrimas parodė, jog žmonių išsivystymo lygis ženkliai prisideda prie eismo įvykių skaičiaus sumažinimo.

Apibendrinus galima teigti, kad įskaitinių eismo įvykių skaičius šalyse laikui bėgant mažėja. Tai yra pagėrėjusios fizinės bei socialinės infrastruktūros pasekmė.

1.6. Pirmojo skyriaus išvados

1. Per 2003–2012 metus Lietuvoje įskaitinių eismo įvykių skaičius sumažėjo nuo 5963 iki 3173 įvykių. Žuvusiųjų ir sužeistųjų skaičius per tą patį laikotarpį sumažėjo atitinkamai 49 % ir 57 %. Eismo įvykių ir nukentėjusiųjų juose skaičių pavyko sumažinti dėka integruotų eismo saugumo priemonių, tokių kaip: griežtesnė eismo dalyvių kontrolė, didesnės baudos už kelių eismo taisyklių nesilaikymą, inžinerinių eismo saugumo priemonių naudojimas bei kelių eismo saugumo auditų taikymas.
2. Siekiant kuo efektyviau ir mažiausiomis sąnaudomis užkirsti kelią eismo įvykių atsiradimui, reikia tirti kiekvieną VAK sistemos komponentą. Šios sistemos elementai apima transporto priemones, kelius ir eismo dalyvius kartu su savo fizine, socialine ir ekonomine aplinka. Siekiant sumažinti žuvusiųjų ir sužeistųjų skaičių, reikalingas sisteminis požiūris, t. y. suprasti, kaip veikia sistema ir sąveika tarp jos elementų.

3. Remiantis išanalizuota užsienio literatūra mėnesiniai šalies ekonominiai, demografiniai ir avaringumo duomenys statistinei analizei tinka labiau negu metiniai, kadangi mėnesiniai duomenys pasižymi didesniu kintamumu, nėra perskaičiuojami į metinį vidurkį. Tačiau Lietuvoje dėl kintamo klimato zonos eismo įvykių skaičiavimai naudojant mėnesinius duomenis neatspindėtų realaus žuvusiųjų skaičiaus, nes paprastai žiemos metu įskaitinių eismo įvykių įvyksta daugiau negu vasarą. Dėl šios priežasties interpretuojant koreliacijos koeficientų reikšmes, kiekvieno nagrinėjamo rodiklio įtaka įskaitinių eismo įvykių skaičiui turi būti logiškai pagrįsta.

2. ANALITINĖ DALIS

2.1. Rodiklių turinčių įtakos įskaitiniams eismo įvykiams duomenų bazės sudarymas

Išanalizavus užsienio šalių patirtį bei svarbiausius kriterijus lemiančius įskaitinių eismo įvykių atsiradimą buvo sudaryta duomenų bazė statistinei analizei atlikti. Statistinių duomenų bazę sudarė dviejų tipų duomenys: šalies socialiniai ir ekonominės raidos rodikliai bei pagrindiniai avaringumo rodikliai, apibūdinantys saugaus eismo situaciją šalies keliuose. Nagrinėjami rodikliai buvo klasifikuojami, tačiau yra gana sudėtinga įvertinti atskirai kiekvieno rodiklio įtaką, kadangi jie koreliuoja tarpusavyje. Šalies socialiniai ir ekonominiai duomenys analizei paimti iš Lietuvos statistikos departamento ir VĮ REGITRA. Avaringumo rodikliai surinkti iš Lietuvos automobilių kelių direkcijos prie Susisiekimo ministerijos paruoštų leidinių apie įskaitinių eismo įvykių statistiką Lietuvoje ir iš Susisiekimo ministerijos. Rodiklių duomenų bazės dalis parodyta 2.1. lentelėje, likusioji duomenų dalis pateikta 1 priede.

2.1. lentelė. Rodiklių turinčių įtakos avaringumui duomenų bazė

Nagrinėjamas kintamasis	Metai				
	2008	2009	2010	2011	2012
Gyventojų skaičius, tūks.	3176,3	3137,0	3052,6	3007,7	2979,3
Gyventojų tankis 1 km ²	49,2	48,8	48,1	46,7	46,0
Nedarbo lygis %	5,8	13,7	17,8	15,3	13,3
Vid. mėnesio bruto darbo užmokestis, Lt	2151,7	2056,0	1988,1	2045,9	2137,0
Infliacija %	8,5	1,3	3,8	3,4	2,8
BVP to metų kainomis, mln. Lt	111920	92032	95323	106370	112411
BVP vienam gyventojui, LT	35091	29155	30801	35104	37551
1 litro benzino A95 kaina	2,95	3,40	4,07	4,73	5,00
1 litro dyzelio kaina	3,28	3,02	3,47	4,41	4,70
1 litro suskistintų dujų kaina	1,89	1,55	2,01	2,22	2,35
1 litro benzino A95 kainos skirtumas su 2008 m	1,00	1,153	1,380	1,603	1,695
1 litro dyzelio kainos skirtumas su 2008 m	1,00	0,921	1,058	1,345	1,433
1 litro suskistintų dujų kainos skirtumas su 2008 m	1,00	0,820	1,063	1,175	1,243
Vienam besimokančiam asmeniui teko lėšų, tūks. Lt	6,7	7,2	6,9	7,1	6,6
Sveikatos priežiūros išlaidos lyginant su BVP, %	6,6	7,5	7,1	6,9	6,7
Žmonių socialinės raidos indeksas (HDI)	0,806	0,809	0,81	0,814	0,818
Vidutinė tikėtina gyvenimo trukmė Vyrų	66,3	67,5	68	68,5	68,39
Vidutinė tikėtina gyvenimo trukmė Moterų	77,6	78,6	78,8	79,1	79,45
Vidutinė tikėtina gyvenimo trukmė	71,9	73,1	73,5	73,9	73,98
Tikėtina mokymosi trukmė	15,9	16	16,1	16,1	-
Tikėtina mokymosi trukmė 7-24 metų	15,2	15,2	15,3	15,1	15,3
Mokymosi visą gyvenimą lygis %, 25–64 m. asm.	4,9	4,5	4	5,9	5,2
Užimtumo lygis 15-64 metų %	64,3	60,1	57,8	60,3	62

Tyrimui buvo naudojami paskutiniai 5 metų duomenys (2008 – 2012 metų). Toks nagrinėjamo laikotarpio intervalas buvo pasirinktas dėl kelių priežasčių. Pirma, siekiant išvengti skaičiavimo rezultatų iškraipymo, nes 2008 metus galima pavadinti perversmo metais Lietuvos eismo saugumo srityje. Nuo 2008 metų įskaitinių eismo įvykių skaičius pradėjo ženkliai mažėti dėka integruotų eismo saugumo priemonių, tokių kaip: griežtesnė eismo dalyvių kontrolė, didesnės baudos už kelių eismo taisyklių nesilaikymą, inžinerinių eismo saugumo priemonių naudojimas bei kelių eismo saugumo auditų taikymas [D. Čygas 2009]. Antra, duomenų prieinamumo, kai kurie statistiniai duomenys buvo pradėti fiksuoti tik nuo 2008 metų. Iš viso duomenų bazę sudarė 170 skirtingų įrašų.

Porinei kriterijų koreliacijos analizei įrašai iš duomenų bazės buvo atrinkti atsižvelgus į sekančius kriterijus:

- jų įtaka eismo saugumui, ar yra ryšis tarp įskaitinių eismo įvykių skaičiaus ir nagrinėjamo rodiklio;
- tiesioginį analizuojamų rodiklių tarpusavio ryšį, t.y. įskaitinių eismo įvykių skaičiaus kitimo įtaka nagrinėjamam rodikliui;
- didžiausią koreliacijos koeficientą pasižyminčius rodiklius remiantis užsienio šalių atliktais tyrimais;
- daugiausiai balų surinkusius rodiklius remiantis atliktos ekspertinės anketos duomenimis.

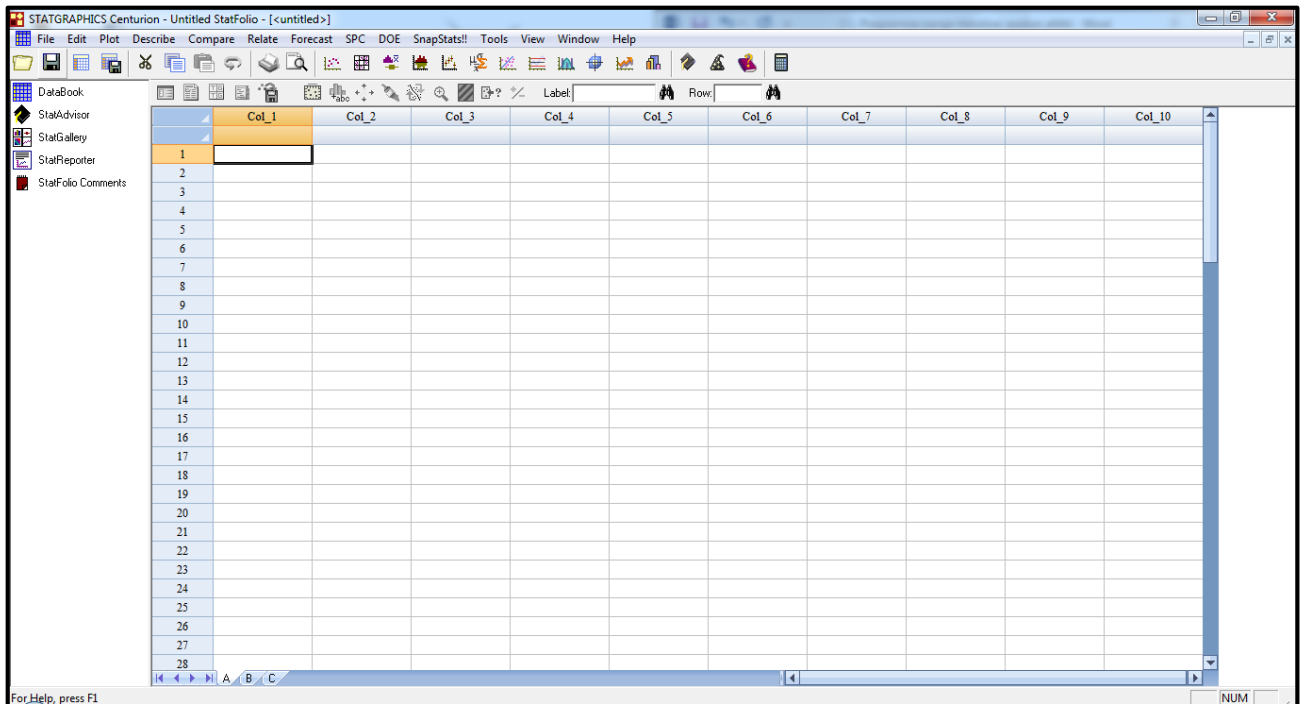
Įvertinus aukščiau išvardintus kriterijus tolimesnei analizei iš sudarytos duomenų bazės buvo atrinkti 22 rodikliai turintys įtakos eismo saugumui. Sekantys žingsnis buvo pasinaudojus statistinei duomenų analizei skirta programine įranga patikrinti atrinktų duomenų įtaka įskaitiniams eismo įvykiams.

2.2. Programinė įranga statistinei analizei atlikti

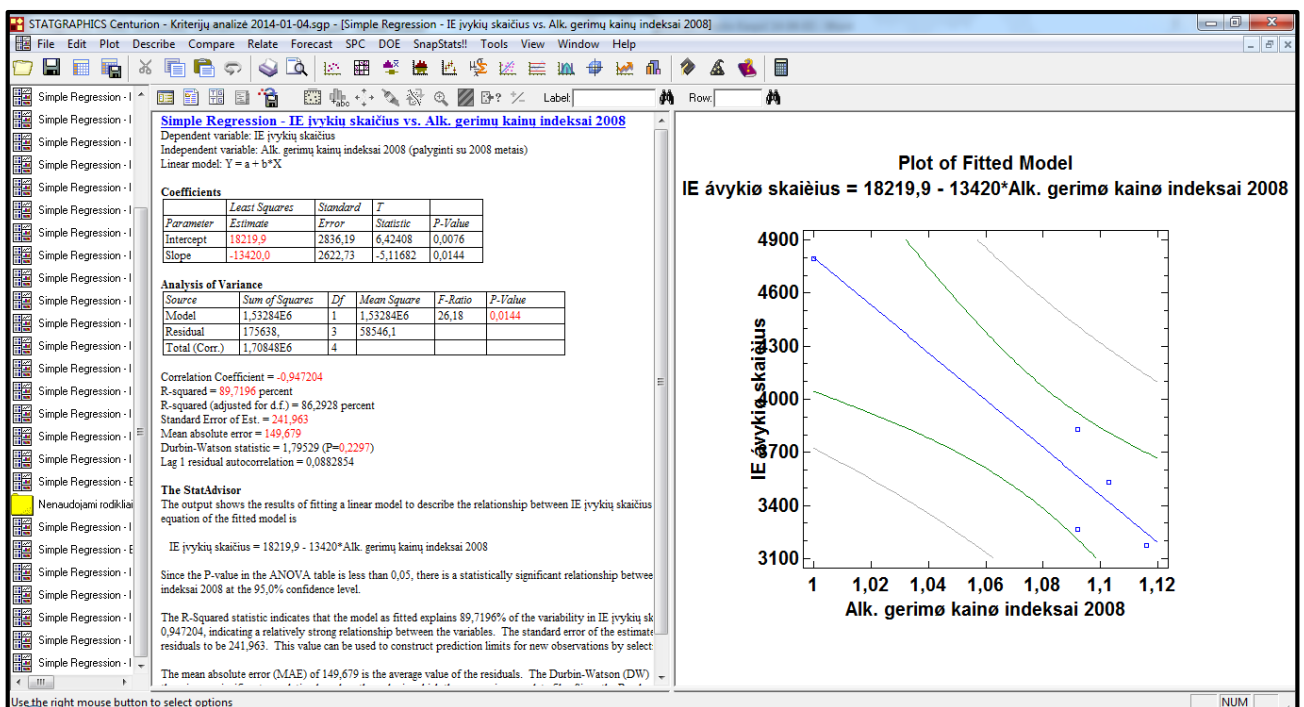
Mokslinis tyrimas buvo atliktas programinės įrangos „Statgraphics Centurion“ pagalba. Ši sistema veikia Windows operacinės sistemos aplinkoje. „Statgraphics Centurion“ yra programinės įrangos paketas, kuris leidžia atlikti statistinę pasirinktų duomenų analizę, įvairius matematinius skaičiavimus, patikrinti statistines hipotezes, sudaryti įvairius matematinius modelius ir grafiškai atvaizduoti gautus skaičiavimų rezultatus [Statistinė duomenų analizė panaudojant Statgraphics...1994].

Dirbant šioje sistemoje pagrindinis darbo langas yra suskirstytas į dvi sritis (žr. 2.1. ir 2.2. pav.):

- informacinė sritis, kurioje vartotojui pateikiama visa reikalinga informacija analizei atlikti;
- darbinė sritis, kurioje randasi meniu langai ir skaičiavimo rezultatai.



2.1. pav. Programinės įrangos „Statgraphics Centurion“ pagrindinis langas



2.2. pav. Programinės įrangos „Statgraphics Centurion“ porinės regresijos analizės rezultatų langas

Porinė ir daugiamatė atrinktų kriterijų koreliacijos analizė su „Statgraphics Centurion“ programine įranga buvo atlikta tokia tvarka:

1. Pirma į programą suvedami atrinkti duomenys iš ankščiau sudarytos statistinių duomenų bazės, t.y. įskaitinių eismo įvykių skaičius bei globalūs šalies socialiniai ir ekonominiai raidos rodikliai;
2. Toliau parenkamas regresijos modelis į kurį perkeliama įskaitinių eismo įvykių duomenys bei analizei atrinkti statistiniai duomenys. Atliekant porinę kriterijų koreliacijos analizę įvedamas vienas rodiklis, daugiamatei kriterijų koreliacijai įvedami keletas rodiklių;
3. Regresijos modelio lange pasirenkami skaičiavimo modeliai (tiesinis, kvadratinis ir pan.);
4. Lentelių ir grafikų lange pasirenkami gautų rezultatų atvaizdavimo būdai.

Regresijos analizės rezultatų lentelėje pateikti tiesinės regresijos modelio lygties koeficientų β_0 (intercept) ir β_1 (slope) reikšmės, šių koeficientų standartinės paklaidos (standart error) ir statistikos reikšmė t (T statistics), kuri naudojama patikrinti, ar koeficiento reikšmė nelygi nuliui. Tikimybės lygmuo P (P-Value) parodo, kokia tikimybė koeficiento įverčiui būti nuliui.

Pagrindiniai programos „Statgraphics Centurion“ privalumai yra jos paprastumas ir patogumas naudojime. Nereikia praleisti daugybės valandų siekiant perprasti statistinio paketo naudojimą, beveik visi programos skaičiavimai yra atliekami automatiškai.

2.3. Koreliacinės analizės ir tiesinės regresijos modelio sudarymas

Hipotezė, kad socialiniai ir ekonominiai šalies rodikliai gali turėti įtakos Lietuvos keliuose įvykstantiems įskaitiniams eismo įvykiams gali būti patikrinta statistiniais metodais. Šalies gyventojų socialinės raidos indeksas (HDI) ar BVP, yra keletas iš rodiklių turinčių įtakos šalies socialiniam ir ekonominiam išsivystymui, nuo ko priklauso valdžios dėmesys eismo saugumui. Akivaizdu, kad nuo to priklauso skiriamų lėšų kiekis eismo saugumą didinančioms programoms bei priemonėms.

Žemiau pateiktoje lentelėje pavaizduoti daugiausiai eismo saugumą sąlygojantys rodikliai, atrinkti remiantis užsienio šalių atliktais tyrimais ir išanalizavus ekspertų anketos rezultatus (žr. 2.2. lentelę).

2.2. lentelė. Atrinkti rodikliai tolimesnei analizei

Nagrinėjamas kintamasis	Paiškinimas	Rodiklio kilmė
1	2	3
VID_GYVEN_M	Vidutinė tikėtina gyvenimo trukmė, metais	Socialinis
NEDARB_%	Nedarbo lygis, %	Socialinis
ALGA_LT	Vid. mėnesio bruto darbo užmokestis, Lt	Ekonominis
INFL_%	Infliacija, %	Ekonominis
BVP_LT	BVP vienam gyventojui, Lt	Ekonominis
SVEIK_BVP_%	Sveikatos priežiūros išlaidos lyginant su BVP, %	Ekonominis

1	2	3
BENZ_1L	1 litro A95 benzino kainos skirtumas lyginant su 2008 m. kainomis	Ekonominis
DYZ_1L	1 litro dyzelio kainos skirtumas lyginant su 2008 m. kainomis	Ekonominis
DUJ_1L	1 litro suskystintų dujų kainos skirtumas lyginant su 2008 m. kainomis	Ekonominis
MOKSL_24_M	Tikėtina mokymosi trukmė, 7-24 metų asm., metais	Socialinis
MOKSL_64_%	Mokymosi visą gyvenimą lygis 25-64 m. asm., %	Socialinis
HDI	Žmogaus socialinės raidos indeksas	Socialinis
UŽIM_64_%	Užimtumo lygis 15-64 m. asm., %	Socialinis
TR_SK_MLN	Tr. pr. skaičius mln.	Techninis
LENG_SK_MLN	Lengvųjų automobilių skaičius, mln.	Techninis
KR_SK_TŪKST	Krovininių tr. pr. skaičius, tūkst.	Techninis
AUT_SK_TŪKST	Autobusų skaičius, tūkst.	Techninis
MOT_SK_TŪKST	Motociklų skaičius, tūkst.	Techninis
VMPEI	Eismo intensyvumas	Techninis
ALK_KAINA	Alkoholinių gėrimų kainų indeksai, lyginant su 2008 m. kainomis	Ekonominis
KPPP_LT	Kelių priežiūros ir plėtros programos finansavimas, mln. Lt	Ekonominis
AUT_PARK_M	Lengvųjų automobilių parko vid. amžius	Techninis

Porinė koreliacija nagrinėja du atsitiktinius dydžius X ir Y ir tikrina hipotezę apie jų tiesinę priklausomybę. Šių atsitiktinių dydžių priklausomumo laipsnį charakterizuoja *Pirsono koreliacijos koeficientas*. Šio koeficiento taškinis įvertis randamas pagal formulę:

$$\rho = r = \frac{\sum xy - \bar{m}\bar{xy}}{\sqrt{(x^2 - m\bar{x}^2)(y^2 - m\bar{y}^2)}} \quad (1),$$

čia: x ir y – šalies socialiniai-ekonominiai rodikliai turintys įtakos įskaitinių eismo įvykių atsiradimui; $\bar{x}$ ir $\bar{y}$ – šių rodiklių vidurkiai.

Kuo didesnis koreliacijos koeficientas ($|r|$ artėja prie 1), tuo stipresnė tiesinė atsitiktinių dydžių priklausomybė. Jeigu $r < 0$, tai didėjant analizuojamam kintamajai, įskaitinių eismo įvykių skaičius turi mažėti ir atvirkščiai. Jeigu $r = 0$, tai reiškia jog tiesinio ryšio nėra, atsitiktiniai dydžiai nekoreliuoja [Matematinės statistikos elementai 1976]. Koreliacijos koeficiento reikšmių skalė parodyta 2.3. lentelėje.

2.3. lentelė. Koreliacijos koeficiento (r) reikšmių skalė [Koreliacinės ir regresinės analizės pagrindai 2011]

Labai stipri	Stipri	Vidutinė	Silpna	Labai silpna	Nėra ryšio	Labai silpna	Silpna	Vidutinė	Stipri	Labai stipri
-1	nuo -1 iki -0,7	nuo -0,7 iki -0,5	nuo -0,5 iki -0,2	nuo -0,2 iki 0	0	nuo 0 iki 0,2	nuo 0,2 iki 0,5	nuo 0,5 iki 0,7	nuo 0,7 iki 1	1

Koreliacijos koeficiento reikšmingumui patikrinti (hipotezei $r=0$), naudojama Stjudento statistika:

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2} \quad (2),$$

čia: r – imties Pirsono koreliacijos koeficientas; n – imties didumas; $(n-2)$ – Stjudento pasiskirstymo laisvės laipsnis, atitinkantis pasirinktą tikimybės lygmenį. Jeigu hipotezė $r=0$ nepasitvirtina, tai reiškia, kad tarp nagrinėjamų dydžių yra reikšmingas tiesinis ryšys.

Nagrinėjant atsitiktinio dydžio Y priklausomybę nuo kitų atsitiktinių dydžių, reikia įvertinti determinacijos koeficientą, kuris apskaičiuojamas pagal formulę:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y - \hat{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2} \quad (3),$$

čia: $\hat{y}$ – nagrinėjamo rodiklio y reikšmė apskaičiuota iš regresijos lygties.

Determinacijos koeficientas yra vienas iš svarbiausių modelio patikrinimo charakteristikų. Koeficientas parodo kiek procentų Y reikšmės paaiškina kintamojo X elgesys. Determinacijos koeficiento reikšmė gali svyruoti nuo 0 iki 1. Kuo koeficiento reikšmė didesnė, tuo modelis yra patikimesnis.

Derėtų paminėti, kad interpretuojant koreliacijos koeficientų reikšmes, statistškai reikšmingas ryšys dar nereiškia, kad jis yra lemiantis veiksnys, t. y. kiekvieno nagrinėjamo rodiklio įtaka įskaitinių eismo įvykių skaičiui turi būti logiškai pagrįsta.

Dvimatis tiesinės regresijos modelis sieja priklausomąjį kintamąjį Y su nepriklausomu kintamuoju X :

$$y = \beta_0 + \beta x + \varepsilon_i \quad (4),$$

čia: β_0 – nepriklausomas modelio koeficientas; β – tiesinės regresijos modelio koeficientas;

ε_i – atsitiktinė paklaida [Koreliacinės ir regresinės analizės pagrindai 2011].

Kiekvienas nepriklausomas kintamasis parodo vieną priklausomo kintamojo reikšmę.

Atliktame tyrime tiesinės regresijos modelio y reikšmė priskiriama įskaitinių eismo įvykių skaičiui Lietuvoje, o x – socialiniam ir ekonominiam šalies raidos rodikliui turinčiam įtakos įskaitiniams eismo įvykiams. Modelis apėmė tokius rodiklius kaip šalies gyventojų skaičius, nedarbo lygis, kuro kaina ir t.t.

Kiekvieno kintamojo svarbą sąlygoja keletas statistinių parametrų, ankščiau išvardyti koreliacijos ir determinacijos koeficientai (žr. 1 ir 3 formules), taip pat žemiau aprašyti koeficientai:

Standartinis bedimensinis koeficientas *beta* randamas pagal formulę:

$$beta = B_1 \frac{s_x}{s_y} \quad (5),$$

Beta koeficientas gali būti apskaičiuotas jeigu y ir x kintamieji yra standartizuoti, t.y. suvienodinamos kintamųjų matavimo skalės. Šis koeficientas naudojamas norint palyginti nepriklausomų kintamųjų santykinę įtaką priklausomam kintamajam.

Standartinė paklaida nepriklausomo modelio koeficiento β_0 gali būti apskaičiuota pagal formulę:

$$\sigma_\alpha = \sigma \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{\bar{x}^2}{(n-1)s_x^2}} \quad (6),$$

Standartinė paklaida tiesinės regresijos modelio koeficiento β gali būti apskaičiuota pagal formulę:

$$\sigma_\beta = \frac{\sigma}{\sqrt{(n-1)s_x^2}} \quad (7),$$

čia: σ - atsitiktinės paklaidos ε_i dispersija.

Standartinė paklaida taip pat gali būti gauta ištraukus kvadratinę šaknį nuo kvadratinės paklaidos:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \beta_0 - \beta x_i)^2}{n-2} \quad (8),$$

Hipotezių tikrinimas. Nagrinėjamų rodiklių įtaka eismo įvykiams tikrinama ankščiau išvardyta nuline hipoteze, t. y. koeficientas prie X tiesinės regresijos lygtyje priliginamas nuliui. Hipotezė kai $\beta = 0$ ir nėra ryšio tarp X ir Y gali būti patikrinti pagal sekančią formulę:

$$t = \frac{\beta}{s_\beta} \quad (9),$$

Jeigu nulinė hipotezė neatmetama, vadinasi statistikai galioja Stjudento pasiskirstymo laisvės laipsnis $(n-2)$.

Kai $\beta_0 = 0$ gali būti patikrinti pagal formulę:

$$t = \frac{\alpha}{s_\alpha} \quad (10),$$

Šiai lygčiai taip pat galioja Stjudento pasiskirstymo laisvės laipsnis $(n-2)$.

Sekančiose skiriuose aprašoma atlikta porinė kriterijų koreliacijos analizė ir tiesinės regresijos modeliai apibūdinantys ryšį tarp įskaitinių eismo įvykių ir šalies socialinių bei ekonominių raidos rodiklių. Nepriklausomi rodikliai buvo vertinami remiantis koreliacijos koeficientais (r),

determinacijos koeficientais (R^2), tikimybės lygmeniu (P), užsienio šalių patirtimi bei ekspertų anketos rezultatais.

2.4. Pagrindiniai Lietuvos socialinės ir ekonominės raidos rodikliai turintys įtakos įskaitiniams eismo įvykiams

Šiame skyriuje aptariami porinės kriterijų koreliacijos analizės rezultatai ankščiau minėtų atrinktų rodiklių (žr. 2.1 lentelę). Šie rodikliai buvo sugrupuoti pagal kilmę siekiant lengviau paaiškinti jų įtaką įskaitiniams eismo įvykiams. Porinės kriterijų koreliacijos analizės rezultatai pateikti 2.4., 2.5. ir 2.6. lentelėse.

Visi puikiai žino, kad šalies ekonominiai rodikliai turi reikšmingos įtakos įskaitiniams eismo įvykiams, nes nuo jų priklauso žmonių mobilumas, turimų transporto priemonių būklė, teisėsaugos, medicinos paslaugų ir švietimo kokybė. Analizėje buvo naudojami 9 ekonominės kilmės rodikliai, kurie gali turėti įtakos avaringumui keliuose (žr. 2.4. lentelę).

2.4. lentelė. Porinės kriterijų koreliacijos analizės rezultatai (ekonominės kilmės rodiklių)

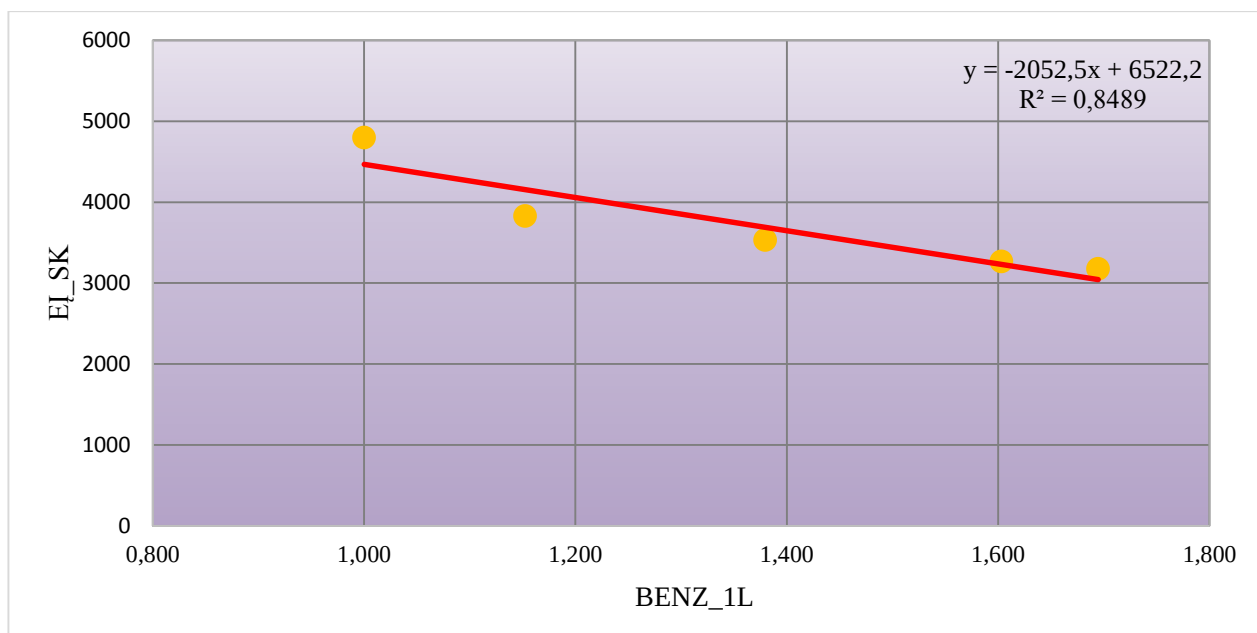
Nagrinėjamas kintamasis	Paiškinimas	R^2	r - koreliacijos koeficientas	P - tikimybės lygmuo	t - Stjudento statistika
BENZ_1L	1 litro A95 benzino kainos skirtumas lyginant su 2008 m. kainomis	84,9364	-0,9216	0,0260	-4,1129
DYZ_1L	1 litro dyzelio kainos skirtumas lyginant su 2008 m. kainomis	49,2070	-0,7015	0,1868	-1,7048
DUJ_1L	1 litro suskystintų dujų kainos skirtumas lyginant su 2008 m. kainomis	32,0406	-0,5660	0,3199	-1,1893
BVP_LT	BVP vienam gyventojui, Lt	1,7257	-0,1314	0,8332	-0,2295
SVEIK_BVP_%	Sveikatos priežiūros išlaidos lyginant su BVP, %	3,9703	-0,1993	0,7480	-0,3522
INFL_%	Infliacija, %	60,6112	0,7785	0,1209	2,1486
ALGA_LT	Vid. mėnesio bruto darbo užmokestis, Lt	18,4038	0,4290	0,4710	0,8223
ALK_KAINA	Alkoholinių gėrimų kainų indeksai, lyginant su 2008 m. kainomis	89,7196	-0,9472	0,0144	-5,1168
KPPP_LT	Kelių priežiūros ir plėtos programos finansavimas, mln. Lt	69,6072	-0,8343	0,0589	-2,6212

Atlikta porinė kriterijų koreliacijos analizė parodė, kad įskaitinių eismo įvykių skaičius Lietuvoje stipriai koreliuoja su degalų kaina. Skaičiavimams buvo panaudotos 1 litro A95 markės benzino, dyzelino ir suskystintų dujų kainos. Siekiant gauti tikslesnius rezultatus, degalų kainos buvo perskaičiuotos įvertinus kainų indeksą, o modelyje panaudoti kainų skirtumai lyginant su 2008 metais. Iš gautų analizės rezultatų matyti, kad iš trijų nagrinėjamų degalų rūšių didžiausią įtaką eismo įvykiams turi benzino kainos skirtumas ($r_B=-0,9216$, $r_D=-0,7015$ ir $r_{SD}=-0,5660$). Niekio keisto, kad

suskystintų dujų kaina silpniausiai koreliuoja su įskaitinių eismo įvykių skaičiumi lyginant su kitomis degalų rūšimis. Mažą koreliacijos koeficientą lėmė tai, kad dujų rinka šalyje yra nestabili, sunku numatyti kainos kitimą. Taip pat, 1 litro suskystintų dujų kaina nėra tokia didelė, kaip kitų degalų rūšių.

Kita vertus dyzeliu varomų automobilių Lietuvoje yra daugiausiai, tačiau statistiškai reikšmingos įtakos įskaitiniams eismo įvykiams dyzelino kaina neturi (kadangi $t < 2,0$). Iš dalies to priežastis yra nelegaliai parduodamų degalų kiekis ir tai, kad daliai gyventojų automobilis yra nepakeičiama keliavimo priemonė.

Kaip jau buvo minėta, stipriausią koreliaciją turi benzino kainos skirtumas. Tiesinės regresijos analizės rezultatai pateikti 2.3. paveiksle.



2.3. pav. Įskaitinių eismo įvykių priklausomybė nuo 1l A95 markės benzino kainos pokyčio lyginant su 2008 metų kainomis

Tiesinės regresijos modelio lygtis apibūdinanti 1l A95 markės benzino kainos įtaką įskaitiniams eismo įvykiams atrodo sekančiai:

$$EI_SK = 6522,2 - 2052,5 \cdot BENZ_1L \quad (11)$$

Kuro kainų pokyčio įtaka įskaitiniams eismo įvykiams yra netiesioginė, kadangi kuro kaina sąlygoja jo paklausą. Benzino kainos padidėjimas sumažina nedarbo kelionių skaičių, kas atitinkamai sąlygoja eismo įvykių mažėjimą. Tačiau su darbu susijusioms kelionėms kainų pokytis didelės įtakos neturi, nes dauguma šių kelionių yra neatsiejama darbo dalis.

Derėtų paminėti, kad degalų kainą iš dalies kontroliuoja vyriausybė, kuri nustato akcizo ir pridėtinės vertės dydį.

Bendras vidaus produktas (toliau BVP) yra šalies kaip visumos ekonominės veiklos matas. Kitaip tariant tai yra rodiklis parodantis šalies ekonominį išsivystymo lygį. Dėl šios priežasties, galima susidaryti klaidingą nuomonę, kad BVP turėtų koreliuoti su įskaitinių eismo įvykių skaičiumi. Tačiau atlikta analizė parodė, kad BVP tenkantis vienam gyventojui ir sveikatos priežiūros išlaidos lyginant su BVP turi beveik silpniausią koreliaciją iš visų skaičiavimuose naudotų rodiklių ($r_{BVP_LT} = -0,1314$ ir $r_{SVEIK_BVP\%} = -0,1993$). Tokią koreliaciją galima paaiškinti sekančio pavyzdžio pagalba:

Įvyksta įskaitinis eismo įvykis, susidūrė dvi transporto priemonės. Buvo sunkiai sužaloti žmonės, todėl greitosios pagalbos automobilis nugabena jos į ligoninę kur jiems suteikiama medicininė priežiūra priklausomai nuo sužalojimų. Transporto priemonės sugadintos nepataisomai. Įvertinus gyvybės draudimą, socialinį draudimą, teismo, valstybės ir kitas išlaidas įvyksta dideli pinigų mainai.

Visa tai skatina BVP augimą. Pateiktame pavyzdyje galime įžvelgti atvirkštinę priklausomybę – įskaitiniai eismo įvykiai didina BVP. Kita vertus, įskaitiniai eismo įvykiai turi didelį poveikį visuomenei ir žmonių gyvenimui, pradedant nuo sugadinto turto iki pablogėjusios gyvenimo kokybės (patirtas stresas, neįgalumas ar mirtis). Visa tai lemia produktyvumo mažėjimą, kas lemia BVP kritimą [Why GDP is a poor measure of wealth and prosperity 2010]. Kadangi BVP augimas turi dvejopą poveikį eismo įvykiams, priklausomai nuo eismo įvykio pasekmės, jo koreliacijos koeficientas yra artimas 0.

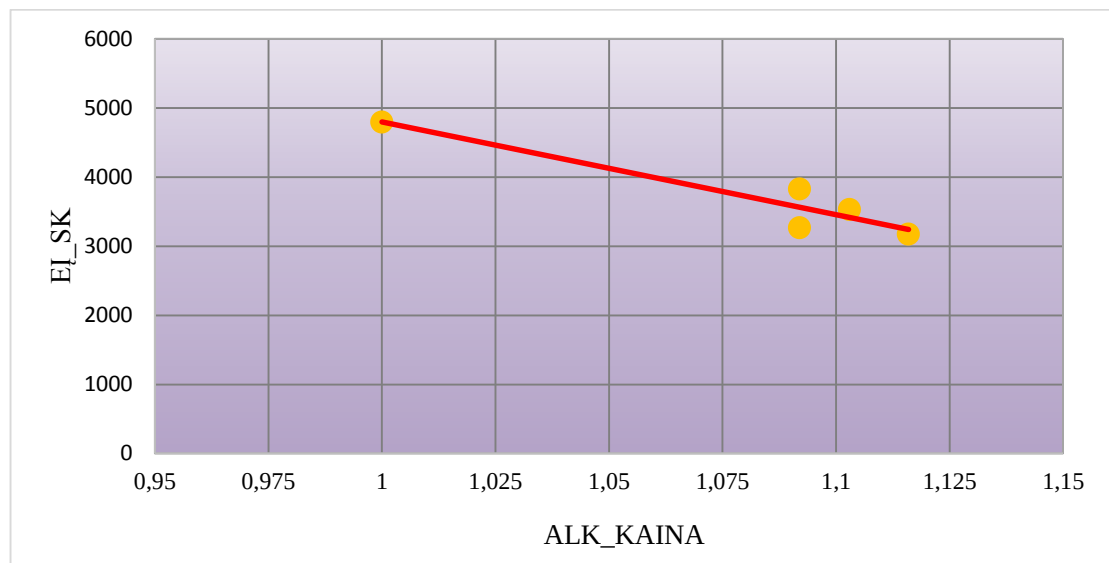
Skaičiavimai parodė, kad infliacijos augimas Lietuvoje iš dalies didina įskaitinių eismo įvykių skaičių ($r_{INFL\%} = 0,7785$). Infliacija apibūdina bendrojo kainų lygio augimą, dėl kurio krenta piniginio vieneto perkamoji galia. Paprastai infliacija matuojama vartojimo prekių ir paslaugų kainų indekso padidėjimu per metus. Iš esmės tai reiškia, kad padidėjus infliacijai reikės skirti daugiau lėšų kelių priežiūrai, remontui bei inžinieriniams eismo saugumo priemonėms norint palaikyti esamą ar pagerinti eismo saugumo lygį šalyje. Reikia pridurti, kad infliacijos padidėjimą skirtingi eismo dalyviai gali pajusti nevienodai. Tarkim, padidėjus infliacijai degalų kaina padidėja daugiau negu viešojo transporto bilieto kaina. Tokiu atveju tie, kurie daug važinėja automobiliu gali pereiti prie pigesnio keliavimo būdo. Nagrinėjamame modelyje infliacijos kitimas paaiškina tik 60,6 % įskaitinių eismo įvykių.

Pagal atliktą analizę, vidutinis mėnesio bruto darbo užmokestis reikšmingos įtakos eismo įvykiams neturi. Koreliacijos koeficientas paaiškina tik 18 % įskaitinių eismo įvykių. Gautą žemą koreliaciją lėmė tai, kad Lietuvoje per nagrinėjamą laikotarpį darbo užmokestis svyravo nežymiai, todėl reikšmingos įtakos eismo įvykiams nelėmė.

Nepaisant to, remiantis S. Hakim atlikta analize galima teigti, kad ekonominė visuomenės padėtis sąlygoja eismo dalyvių keliavimo būdo pasirinkimą. Didėjant gaunamoms pajamoms, visuomenės

polinkis saugesnėms transporto priemonėms didėja, kas sąlygoja sunkių ir mirtinų eismo įvykių mažėjimą. Didesnės rizikos grupės, t. y. nepatyrę vairuotojai, jauni vairuotojai ir su ne darbo reikalais susijusios kelionės yra jautresnės gaunamų pajamų pokyčiams [A critical review of macro models...1988].

Kaip ir buvo tikimasi dvimatė analizė parodė, kad alkoholinių gėrimų kaina stipriai koreliuoja su įskaitinių eismo įvykių skaičiumi ($r_{ALK_KAINA} = -0,9472$). Alkoholinių gėrimų kainų indeksai, kaip ir degalų kainos, modelyje buvo naudojamos lyginant su 2008 metų kainų skirtumais. Tiesinės regresijos analizės rezultatai pateikti 2.4. paveiksle.

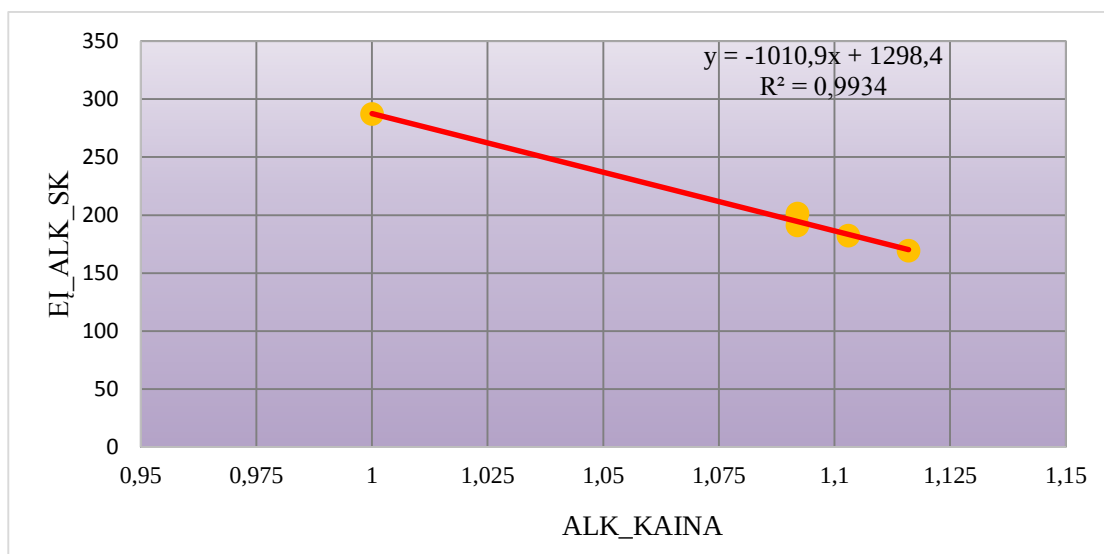


2.4. pav. Įskaitinių eismo įvykių priklausomybė nuo alkoholinių gėrimų kainų indekso lyginant su 2008 metų kainomis

Tiesinės regresijos modelio lygtis apibūdinanti alkoholinių gėrimų kainų įtaką įskaitiniams eismo įvykiams atrodo sekančiai:

$$EI_SK = 18220 - 13420 \cdot ALK_KAINA \quad (12)$$

Toliau buvo patikrinta kaip nuo alkoholinių gėrimų kainos priklauso eismo įvykių skaičius, kurie įvyko dėl neblaivių eismo dalyvių kaltės (žr. 2.5. pav.).



2.5. pav. Įskaitinių eismo įvykių, dėl neblaivių eismo dalyvių kaltės, priklausomybė nuo alkoholinių gėrimų kainų indekso lyginant su 2008 metų kainomis

Tiesinės regresijos modelio lygtis apibūdinanti alkoholinių gėrimų kainų įtaką įskaitiniams eismo įvykiams dėl neblaivių vairuotojų kaltės atrodo sekančiai:

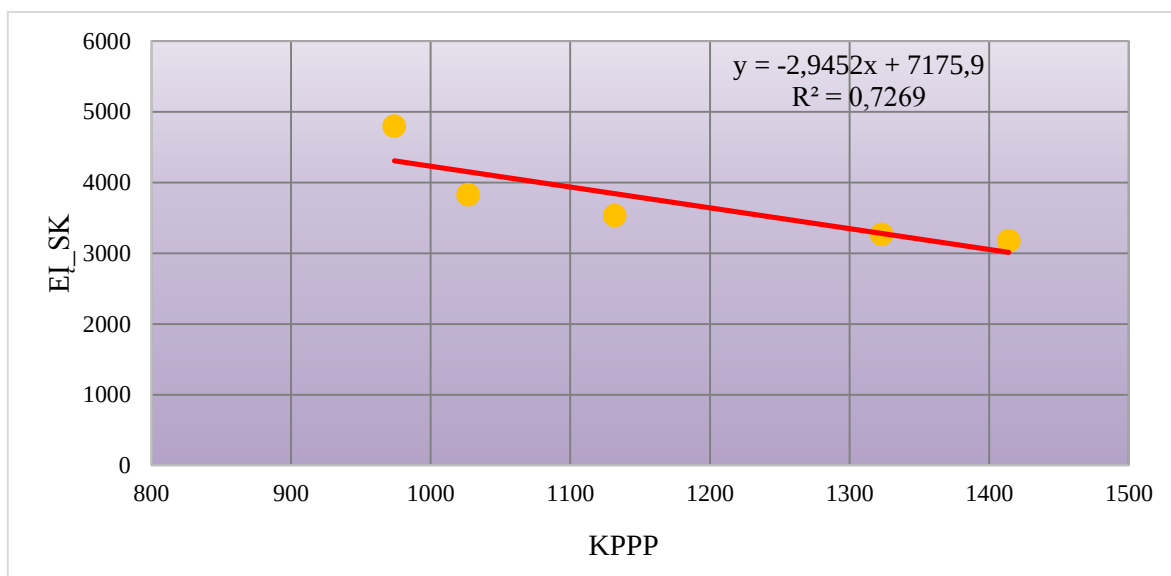
$$EI_ALK_SK = 1298,4 - 1010,9 \cdot ALK_KAINA \quad (13)$$

čia: EI_ALK_SK – įskaitinių eismo įvykių skaičius dėl neblaivių vairuotojų kaltės.

Reikia atkreipti dėmesį, kad alkoholio kaina labai stipriai koreliuoja su eismo įvykių skaičiumi, kurie įvyksta dėl neblaivių eismo dalyvių kaltės ($r_{EI_ALK_SK} = -0,9967$). Didėjant alkoholinių gėrimų kainai, mažėja jo paklausa kas atitinkamai sąlygoja eismo įvykių mažėjimą. Franko J. Chaloupka atlikta analizė parodė, kad į didėjančią alkoholinių gėrimų kainą jautriau reaguoja dažnai arba labai daug geriančių vartotojų grupė, negu tie, kurie retai vartoja alkoholį [The effect of Price on Alcohol Consumption...2002].

Vertėtų pridurti, kad valdžios sprendimai, tokie kaip alkoholio pardavimo uždraudimas po 10 val. vakaro ir griežtesnės sankcijos už vairavimą išgėrus bei įvairios švietimo ir reklaminės programos stipriai prisideda prie eismo įvykių dėl neblaivių vairuotojų kaltės sumažinimo.

Paskutinis skaičiavimuose naudojamas ekonominės kilmės rodiklis buvo kelių priežiūros ir plėtros programos (toliau KPPP) finansavimas, kuris parodo kiek faktiškai buvo skirta lėšų valstybinės ir vietinės reikšmės keliams (žr. 2.6. pav.). Atlikta analizė parodė teigiamą KPPP finansavimo įtaką įskaitiniams eismo įvykiams ($r_{KPPP_LT} = -0,8343$). Didėjant Vyriausybės skiriamam finansavimui susisiekimo infrastruktūrai, daugiau pinigų skiriama keliams, kelių eismo saugumo priemonėms ir kelių priežiūrai. Atitinkamai tai sąlygoja įskaitinių eismo įvykių mažėjimą.



2.6. pav. Įskaitinių eismo įvykių priklausomybė nuo kelių priežiūros ir plėtros programos finansavimo

Tiesinės regresijos modelio lygtis apibūdinanti KPPP įtaką įskaitiniams eismo įvykiams atrodo sekančiai:

$$EI_SK = 7175,9 - 2,9452 \cdot KPPP \quad (14)$$

Tiesinės regresijos modelis paaiškina ~70 % įvykusių eismo įvykių. Modelio patikimumas nėra aukštas, nes KPPP finansavimo lėšos yra paskirstomos tarp skirtingų sektorių. Dalis šių lėšų neturi jokios arba turi labai silpną įtaką įskaitiniams eismo įvykiams, tokios kaip lėšos rezervui, už žemės nuomą ar lėšos skirtos planavimo ir projektavimo darbams, kurie vėliau buvo atidėti. Taip pat dėl to, kad skirtų lėšų nauda pasireiškia ne iškart o po tam tikro laiko, pvz., atlikus kelio rekonstrukciją.

Dalis šalies socialinių raidos rodiklių, kaip ir aukščiau išvardyti ekonominiai rodikliai, turi įtakos įskaitinių eismo įvykių atsiradimui, nes nuo jų priklauso gyventojų socialinės gyvenimo sąlygos. Atliktos analizės rezultatai pateikti 2.5. lentelėje.

2.5. lentelė. Porinės kriterijų koreliacijos analizės rezultatai (socialinės kilmės rodiklių)

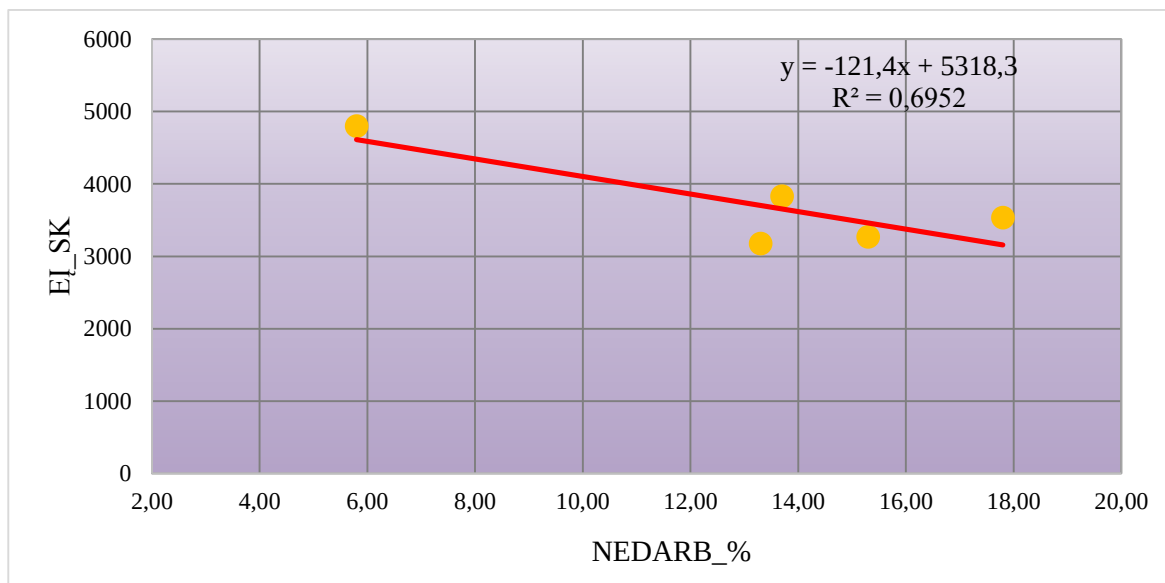
Nagrinėjamas kintamasis	Paaiškinimas	R ²	r - koreliacijos koeficientas	P - tikimybės lygmuo	t - Stjudento statistika
VID_GYVEN_M	Vidutinė tikėtina gyvenimo trukmė, metais	99,8799	-0,9994	0,0000	-49,9562
NEDARB_%	Nedarbo lygis, %	69,5236	-0,8338	0,0793	-2,6160
MOKSL_24_M	Tikėtina mokymosi trukmė, 7-24 metų asm., metais	1,6530	-0,1286	0,8368	-0,2245
MOKSL_64_%	Mokymosi visą gyvenimą lygis 25-64 m. asm., %	6,8193	-0,2611	0,6713	-0,4686
HDI	Žmogaus socialinės raidos indeksas	75,2263	-0,8673	0,0568	-3,0182
UŽIM_64_%	Užimtumo lygis 15-64 m. asm., %	36,7061	0,6059	0,2788	1,3190

Prie rodiklių parodančių eismo dalyvių gebėjimą interpretuoti kelio statinius, ženklumą ir kelių eismo taisyklės galima priskirti šalies gyventojų mokymosi-išsilavinimo lygį. Tikėtina mokymosi trukmė 7-24 metų asmenų parodo kiek vidutiniškai metų mokymąsi formalioje švietimo sistemoje. O mokymosi visą gyvenimą lygis 25-64 metų asmenų apibūdina visą mokymosi veiklą, kuria siekiama tobulinti asmenines, socialines ir profesinės srities kompetencijas. Šie rodikliai yra aktualūs vertinant eismo dalyvių aktyvumą švietime bei vykdant šalies švietimo sistemos stebėseną.

Porinė kriterijų koreliacijos analizė parodė silpną priklausomybę įskaitinių eismo įvykių nuo tikėtinos mokymosi trukmės ir mokymosi visą gyvenimą lygio ($r_{\text{MOKSL_24_M}}=-0,1286$ ir $r_{\text{MOKSL_64_M}}=-0,2611$). Mažą koreliacijos koeficientą lėmė tai, kad didžiąją dalį tikėtinos mokymosi trukmės 7-24 m. asmenų, duomenų sudarė vairavimo teisės neturintys asmenys (iki 18 m.), o Lietuvoje daugiausiai eismo įvykių įvyksta būtent dėl vairuotojų kaltės. Vadovaujantis Mohammedo Najeebo atliktais tyrimais, vairuotojai turintys aukštesnį išsilavinimą yra linkę mažiau pažeidinėti kelių eismo taisyklės ir vengia rizikos [A study of psychological factors...]. Iš ko galima daryti prielaidą, kad didėjantis mokymosi visą gyvenimą lygis 25-64 m. asmenų šalyje turi įtakos įskaitiniams eismo įvykiams, kurių kaltininkai – vyresnio amžiaus vairuotojai. Nepaisant to, gautas koreliacijos koeficientas yra labai mažas, nes didesnę dalį eismo įvykių kaltininkų sudaro jaunesni vairuotojai, turintys iki 10 m. vairavimo stažą.

Vidutinė tikėtina gyvenimo trukmė, ko gero yra rodiklis geriausiai nusakantis medicinos paslaugų prieinamumą šalyje. Aukštas šalies medicinos lygis didina žmogaus tikimybę išgyventi po sunkaus eismo įvykio. Nieko keisto, kad regresinė analizė parodė stiprią koreliaciją vidutinės tikėtinos gyvenimo trukmės su įskaitinių eismo įvykių skaičiumi ($r_{\text{VID_GYVEN_M}}=-0,9994$). Akivaizdu, jog šalis su aukšta gyventojų gyvenimo trukme turės žemą žuvusiųjų skaičių keliuose ir atvirkščiai, žemas žuvusiųjų skaičius sąlygoja aukštą gyventojų gyvenimo trukmę. Kadangi šie rodikliai tiesiogiai priklauso vienas nuo kito teigti, kad gyvenimo trukmė įtakos įskaitinių eismo įvykių skaičių šalyje būtų neteisinga. Todėl, šis rodiklis į tolimesnius skaičiavimus neįtraukiamas.

Dvimatė analizė parodė, jog įskaitinių eismo įvykių skaičius koreliuoja su šalies nedarbo lygiu. Pastarojo augimas priveda prie eismo įvykių mažėjimo. Gautas koreliacijos koeficientas - $r_{\text{NEDARB_M}}=-0,8338$. Įskaitinių eismo įvykių skaičiaus priklausomybė nuo nedarbo lygio parodyta 2.7. paveiksle. Nedarbo lygis turi įtakos avaringumui netiesiogiai, o per atliekamų kelionių skaičių. Kitaip tariant padidėjęs nedarbo lygis lemia kelionių skaičiaus ir kiekio sumažėjimą, o pastarasis sąlygoja eismo įvykių atsiradimo tikimybės mažėjimą.



2.7. pav. Įskaitinių eismo įvykių priklausomybė nuo šalies nedarbo lygio

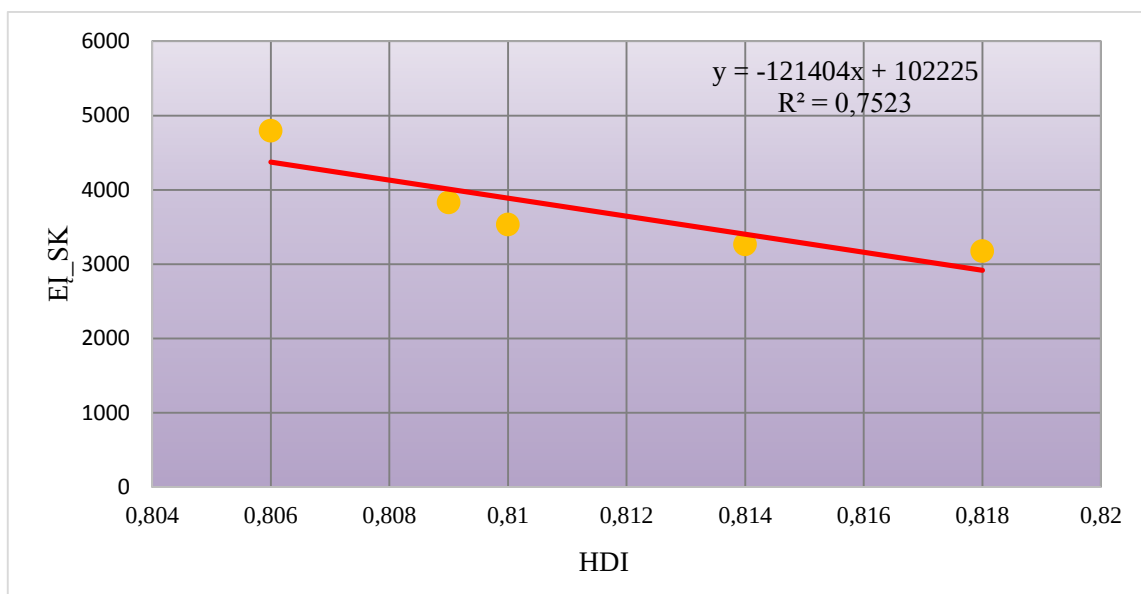
Tiesinės regresijos modelio lygtis aukščiau pateikto paveikslėlio:

$$EI_SK = 5318,3 - 121,4 \cdot NEDARB_% \quad (15)$$

Pagal Aleksandro Wagenaaro atliktą tyrimą ilgalaikis nedarbo lygio augimas šalyje galiausiai lems eismo įvykių padidėjimą [Unemployment and motor vehicle accidents...1983]. Žmogus netekęs darbo po kurio laiko pradeda jausti stresą, ypatingai jeigu nepavyksta susirasti kito darbo, kas priveda prie avaringumo didėjimo. Reikia pabrėžti, kad tokiais atvejais padidėja eismo įvykių dėl neblaivių vairuotojų kaltės, nes padidėja alkoholio vartojimas.

Remiantis porinės kriterijų koreliacijos duomenimis, užimtumo lygis šalyje reikšmingos įtakos eismo įvykiams neturi. Tiesinės regresijos modelis paaiškina tik 37 % eismo įvykių ($r_{UŽIM_64\%} = 0,6059$). Užimtumo rodiklis parodo 15-64 metų užimtų gyventojų ir to paties amžiaus visų gyventojų santykį.

Paskutinis nagrinėjamas socialinės kilmės rodiklis buvo žmogaus socialinės raidos indeksas, kuris apima valstybės gyventojų gyvenimo trukmę, išsilavinimą ir gyvenimo lygį. Indeksas skirtas nustatyti valstybės išsilavinimo lygį ir išmatuoti kaip ekonominė politika lemia gyvenimo kokybę. Avaringumo priklausomybė nuo socialinės raidos indekso (HDI) parodyta 2.8. pav.



2.8. pav. Įskaitinių eismo įvykių priklausomybė nuo socialinės raidos indekso

Tiesinės regresijos modelio lygtis apibūdinanti socialinės raidos indekso įtaką įskaitiniams eismo įvykiams atrodo sekančiai:

$$EI_SK = 102225 - 121404 \cdot HDI \quad (16)$$

čia: HDI – socialinės raidos indeksas.

Atlikta analizė parodė, kad socialinės raidos indeksas koreliuoja su įskaitinių eismo įvykių skaičiumi ($r_{HDI} = -0,8673$). Avaringumas turi tendenciją mažėti augant šalies išsivystymo lygiui. To priežastimi galima įvardyti pagerėjusią ekonominę padėtį ir švietimo lygį šalyje. Kaip jau buvo minėta anksčiau geresnė ekonominė padėtis reiškia saugesnes transporto priemones bei didesnį kelių finansavimą, o didėjantis išsilavinimo lygis – geresnę kelio ženklų ir ženklinimo interpretaciją bei kelių eismo taisyklių laikymąsi.

Techninės kilmės rodikliuose ko gero galima įžvelgti stipriausią tiesioginį ryšį eismo įvykiams iš visų skaičiavimuose naudojamų rodiklių. Skaičiavimuose buvo naudojami transporto priemonių sudėties, eismo intensyvumo ir automobilių amžiaus duomenys (žr. 2.6. lentelę).

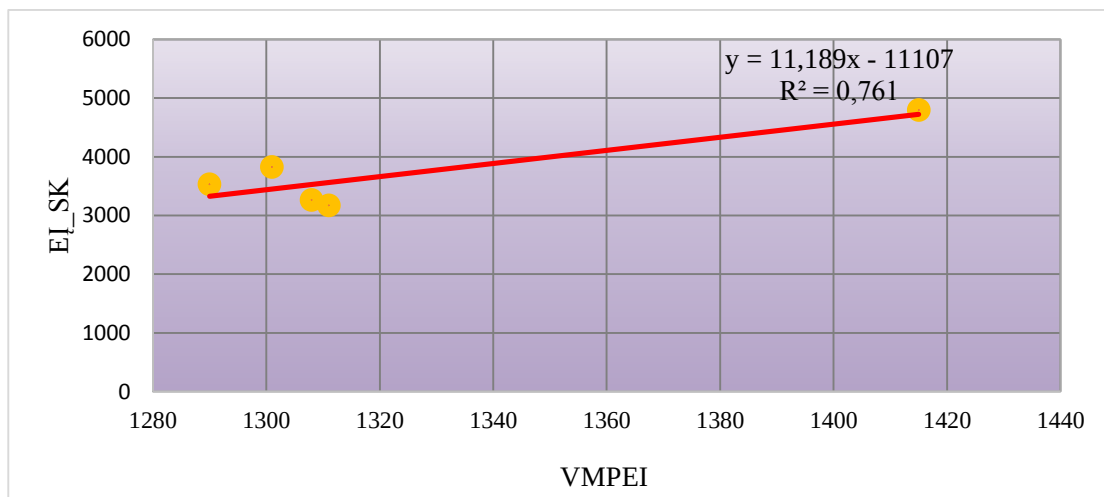
2.6. lentelė. Porinės kriterijų koreliacijos analizės rezultatai (techninės kilmės rodiklių)

Nagrinėjamas kintamasis	Paiškinimas	R ²	r - koreliacijos koeficientas	P - tikimybės lygmuo	t - Stjudento statistika
AUT_PARK_M	Lengvųjų automobilių parko vid. amžius	61,9416	0,7870	0,1141	2,2097
VMPEI	Eismo intensyvumas	76,1050	0,8724	0,0537	3,0911
TR_SK_MLN	Tr. pr. skaičius mln.	65,7534	-0,8109	0,0959	-2,4000
LENG_SK_MLN	Lengvųjų automobilių skaičius, mln.	65,6352	-0,8102	0,0964	-2,3937
KR_SK_TŪKST	Krovininių tr. pr. skaičius, tūkst.	26,0083	0,5100	0,3800	1,0269
AUT_SK_TŪKST	Autobusų skaičius, tūkst.	92,4674	0,9616	0,0090	6,0685
MOT_SK_TŪKST	Motociklų skaičius, tūkst.	93,4819	-0,9669	0,0072	-6,5594

Transporto priemonių amžius be abejonės turi įtakos įskaitinių eismo įvykių skaičiui šalyje. Jaunesnis automobilių parkas reiškia daugiau naujesnių, saugesnių automobilių kelyje. Kas lemia mirtinų ir sunkių sužeidimų mažėjimo eismo įvykių metu. Čia prie gyvybės išsaugojimo prisideda aktyvios ir pasyvios automobilių saugumo sistemos. Porinėje analizėje buvo naudojamas lengvųjų automobilių parko vidutinis amžius, kadangi jie užima didžiąją dalį visų transporto priemonių keliuose. Skaičiavimai parodė, kad Lietuvoje jaunėjant lengvųjų automobilių parko amžiui eismo įvykiai mažėja neženkliai, t. y. didelės įtakos avaringumui nedaro ($r_{\text{AUT_PARK_M}}=0,7870$). Nestiprią koreliaciją galima paaiškinti tuo, kad per nagrinėjamą laikotarpį (2008 – 2012 m.) Lietuvos automobilių parko amžius pakito neženkliai (nuo 14,3 m. iki 12,9 m.), todėl didelės įtakos įskaitiniams eismo įvykiams neturėjo.

Eismo intensyvumas avaringumą keliuose gali įtakoti dvejopai, priklausomai nuo kelio reikšmės. Visų pirma reikia pabrėžti, kad eismo intensyvumas lemia vidutinį srauto greitį, o pastarasis turi labai didelę įtaką eismo įvykiams ir jų padariniams. Didėjantis eismo intensyvumas užmiesčio keliuose reikštų eismo įvykių rizikos didėjimą, nes sumažėja atstumas tarp transporto priemonių, o jų greitis beveik nepasikeičia. Tuo tarpu didėjant eismo intensyvumui miesto gatvėse eismo įvykiai turi tendenciją didėti iki tol, kol bus pasiektas tam tikras transporto priemonių skaičius tenkantis 1000 gyventojų. Po kurio eismo intensyvumo įtaka avaringumui pasidaro atvirkščiai proporcinga. To priežastimi galima įvardinti transporto priemonių grūstis. Šiuo atveju transporto priemonių tankis pasiekia ribą, kai vairuotojų judėjimo laisvė tampa labai ribota arba net neįmanoma. Vairuotojas neturi galimybės pasirinkti jam norimo vairavimo režimo ir greičio, dėl ko sumažėja transporto priemonių greitis ir dalį įskaitinių eismo įvykių pakeičia techniniai eismo įvykiai.

Atlikta analizė parodė stiprią koreliaciją eismo intensyvumo su įskaitinių eismo įvykių skaičiumi, koreliacijos koeficientas lygus $r_{\text{VMPEI}}=0,8724$. Avaringumo priklausomybė nuo vidutinio metinio paros eismo intensyvumo parodyta 2.9. paveiksle.



2.9. pav. Įskaitinių eismo įvykių priklausomybė nuo vidutinio metinio paros eismo intensyvumo

Tiesinės regresijos modelio lygtis apibūdinanti eismo intensyvumo įtaką įskaitiniams eismo įvykiams atrodo sekančiai:

$$EI_SK = -11107 + 11,189 \cdot VMPEI \quad (17)$$

Didėjant eismo intensyvumui, įskaitinių eismo įvykių skaičius didėja. Tokią koreliaciją lėmė tai, kad Lietuvoje transporto priemonių tankis nėra toks didelis, kad apribotų vairuotojų judėjimą ir priverstų sumažinti greitį.

Kaip jau buvo minėta, didėjantis eismo intensyvumas turi dvejopą poveikį avaringumui. Taip pat yra ir su transporto priemonių skaičiaus didėjimu. Skaičiavimų rezultatai parodė, kad didėjantis automobilių kiekis keliuose mažina įskaitinių eismo įvykių skaičių ($r_{TR_SK_MLN} = -0,8109$ ir $r_{LENG_SK_MLN} = -0,8102$). Gauti rezultatai yra priešingi negu buvo gauti naudojant eismo intensyvumo duomenis. Gautus rezultatus galima paaiškinti tuo, kad registruotų lengvųjų automobilių skaičius šalyje neparodo kiek tiksliai automobilių dalyvauja eisme, nes dalis jų yra nenaudojami. Būtent dėl šios priežasties kaip rodiklį sąlygojanti avaringumą geriau yra naudoti eismo intensyvumo duomenis.

Pagal atliktą analizę krovinių transporto priemonių skaičius reikšmingos įtakos įskaitiniams eismo įvykiams neturi, koreliacijos koeficientas paaiškina tik 26 % nagrinėjamų įvykių ($r_{KR_SK_TUKST} = 0,5100$). Žemą koreliacijos koeficientą lėmė tai, kad krovininiai automobiliai užima mažą dalį transporto priemonių parko sudėties (~8,1 %). Taip pat krovininiai automobiliai vyrauja užmiesčio keliuose kur eismo intensyvumas yra mažesnis negu miestų gatvėse. Tačiau, reikia nepamiršti, kad eismo įvykiai su krovininėmis transporto priemonėmis turi sunkesnes pasekmes ir dažnai baigiasi žmonių žūtimi.

Paskutiniai analizėje naudoti rodikliai buvo viešojo transporto ir motociklų skaičius Lietuvoje. Skaičiavimai parodė stiprią abiejų rodiklių koreliaciją su įskaitinių eismo įvykių skaičiumi. Didėjant viešojo transporto skaičiui keliuose, eismo įvykių skaičius turi tendenciją didėti ($r_{AUT_SK_TUKST} = 0,9616$). Taip yra, nes autobusui patekus į eismo įvykį didesnė tikimybė, jog nukentės daugiau žmonių negu susidūrus lengviesiems automobiliams [Enhancing urban safety and security 2007]. Atvirkščiai proporcinga koreliacija gauta tikrinant motociklų skaičiaus įtaką įskaitiniams eismo įvykiams ($r_{MOT_SK_TUKST} = -0,9669$). Didėjant motociklų skaičiui eismo įvykių skaičius mažėja, nepaisant didesnio vidutinio motociklų važiavimo greičio negu lengvųjų automobilių. To priežastis yra ta, kad eismo įvykiuose su motociklais nukenčia mažiau eismo dalyvių, tačiau įvykio pasekmės yra kur kas sunkesnės negu susidūrus lengviesiems automobiliams. Nors šių rodiklių koreliacija su įskaitiniais eismo įvykiais yra stipri, didelių permainų šalies įskaitinių eismo įvykių rizikoje jie nepadarytų, nes viešojo transporto ir motociklų skaičius kaip ir sunkiasvorių transporto priemonių skaičius Lietuvoje užima mažą dalį transporto priemonių parko.

2.5. Antrojo skyriaus išvados

1. Sudarius rodiklių, turinčių įtakos įskaitiniams eismo įvykiams duomenų bazę, atsižvelgus į jų įtaką eismo saugumui, tiesioginį tarpusavio ryšį, ekspertinės anketos rezultatus bei užsienio šalių atliktų tyrimų rezultatus, tolimesnei analizei iš 170 įrašų buvo atrinkti 22, turintys įtakos eismo saugumui.
2. Šalies socialinių-ekonominių raidos rodiklių įtaka įskaitiniams eismo įvykiams analizuojama sudarant tiesinės regresijos modelį, kuris tikrina hipotezę apie jų tiesinę priklausomybę. Šių atsitiktinių dydžių priklausomumo laipsnį charakterizuoja Pirsono koreliacijos koeficientas. Kuo didesnis koreliacijos koeficientas (artėja prie 1 arba -1), tuo stipresnė nagrinėjamo rodiklio įtaka eismo įvykiams.
3. Tiesinės regresijos modelis, siejantis įskaitinių eismo įvykių skaičių su nepriklausomu kintamuoju, laikomas patikimu kai modelio determinacijos koeficientas $R \geq 70 \%$, Stjudento pasiskirstymo laisvės laipsnis $t \geq \pm 2,0$ ir tikimybės lygmuo $P \leq 0,05$.
4. Atlikta porinė kriterijų koreliacijos analizė parodė, kad iš trijų nagrinėjamų degalų rūšių didžiausią įtaką avaringumui turi benzino kainos skirtumas ($R_B=85 \%$). Benzino kainos didėjimas sumažina nedarbo kelionių skaičių, tačiau su darbu susijusioms kelionėms benzino kainų pokytis didelės įtakos neturi, nes dauguma šių kelionių yra neatsiejama darbo dalis.
5. Didžiausias koreliacijos koeficientas gautas vertinant alkoholinių gėrimų kainos įtaką įskaitiniams eismo įvykiams ($r=-0,9472$). Alkoholio kaina labai stipriai koreliuoja su eismo įvykių skaičiumi, kurie įvyko dėl neblaivių eismo dalyvių kaltės ($R=99 \%$). Didėjant alkoholio kainai eismo įvykių skaičius turi tendenciją mažėti.
6. Atlikti skaičiavimai parodė, kad Lietuvoje lengvųjų automobilių parko vidutinis amžius didelės įtakos avaringumui neturi. Gautas determinacijos koeficientas $R=62 \%$. Nestiprią koreliaciją lėmė nežymus automobilių parko amžiaus pokytis per nagrinėjamą laikotarpį (nuo 14,3 m. iki 12,9 m.).
7. Naudoti vidutinę tikėtiną gyvenimo trukmę, kaip rodiklį nusakantį eismo įvykius yra neteisinga, kadangi šie rodikliai tiesiogiai priklauso vienas nuo kito. Šalis su aukšta gyventojų gyvenimo trukme turės žemą žuvusiųjų skaičių keliuose, o žemas žuvusiųjų skaičius lemia aukštą gyvenimo trukmę.

3. EKPERIMENTINĖ DALIS

3.1. Daugiamatnio tiesinės regresijos modelio apibūdinimas

Atlikta porinė kriterijų koreliacijos analizė parodė, kad įskaitinių eismo įvykių skaičius stipriai koreliuoja su kai kuriais Lietuvos socialiniais ir ekonominiais raidos rodikliais tokiais kaip, 1 litro benzino ir alkoholinių gėrimų kainos skirtumais, eismo intensyvumu, kelių priežiūros ir plėtros programos finansavimu ir t. t.

Išanalizavus atskirai kiekvieno iš šių rodiklių kitimo įtaką įskaitiniams eismo įvykiams, sekantis žingsnis buvo nustatyti kaip visi šie rodikliai kartu lemia avaringumą šalies keliuose. Šiam tikslui panaudotas daugiamatis tiesinės regresijos modelis, kuris parodo priklausomojo kintamojo y įtaką nuo keleto nepriklausomų kintamųjų ($x_1, x_2, \dots, x_m$):

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_m + \varepsilon_i \quad (18),$$

čia: β_0 – nepriklausomas modelio koeficientas; $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ – tiesinės regresijos modelio koeficientai; ε_i – atsitiktinė paklaida; n – imties didumas [Koreliacinės... analizės pagrindai].

Kiekvienas nepriklausomas kintamasis parodo vieną priklausomojo kintamojo reikšmę.

Kaip dvimačiame tiesinės regresijos modelyje taip ir daugiamatniame y reikšmė priskiriama įskaitinių eismo įvykių skaičiui Lietuvoje, o $x_1, x_2, \dots, x_m$ – didžiausia koreliacija su avaringumu pasižymintiems socialiniams ir ekonominiams šalies raidos rodikliams.

Modelio patikimumas tikrinamas analogiškai kaip ir dvimatės regresijos atveju, pagal koreliacijos koeficientą r , determinacijos koeficientą R^2 ir patikimumo lygmenį p . Kai koreliacija daugiamatė, nagrinėjamų kintamųjų ryšį gali veikti ne tik jų tarpusavio sąveika, bet ir kiti kintamieji. Todėl būtina yra nustatyti koreguotą determinacijos koeficientą R_k^2 :

$$R_k^2 = R^2 - \frac{p(1 - R^2)}{n - p - 1} \quad (19),$$

čia: R^2 – determinacijos koeficientas; p – nepriklausomų kintamųjų skaičius; n – imties didumas.

Modelis yra laikomas patikimu jeigu $R_k^2 > 0,25$. Kuo koeficiento reikšmė didesnė, tuo modelis yra patikimesnis.

Daugiamatnio koreliacijos koeficiento reikšmingumas yra tikrinamas pagal *Fišerio* kriterijų:

$$\frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - p}{p - 1} > F \quad (20),$$

čia: F – *Fišerio* kriterijus (lentelėse nurodyta reikšmė), atsižvelgus į du laisvės laipsnius, $(p-1)$ ir $(n-p)$.

Sekančiame skyriuje pateikiami tiesinės regresijos modelio sudarymo rezultatai. Modelis buvo sudarytas kombinuojant jį sudarančių narių skaičių pagal determinacijos koeficientą R^2 , koreguotą determinacijos koeficientą R_k^2 ir tikimybės lygmenį P .

3.2. Daugiamatė tiesinės regresijos modelio analizė

Daugiamatėje tiesinės regresijos modelyje naudojami socialiniai ir ekonominiai šalies rodikliai, kurių porinė koreliacija su įskaitinių eismo įvykių skaičiumi buvo stipriausia. Pirminį modelį sudarė visi ankščiau atrinkti nagrinėjami kintamieji. Siekiant gauti kaip įmanoma geresnį modelio patikimumą, iš pirminės lygties buvo išimami mažiausia koreliacija pasižymintys rodikliai. Tokiu būdu galutinę regresijos modelio lygtį sudarė tik didžiausią įtaką įskaitiniams eismo įvykiams turintys rodikliai.

Kadangi tyrime naudojami duomenys buvo sugrupuoti pagal jų kilmę (ekonominės, socialinės ir techninės kilmės duomenys), daugiamatis tiesinės regresijos modelis buvo sudarytas kiekvienai rodiklių grupei. Reikia pabrėžti, kad šių grupių įtaką įskaitiniams eismo įvykiams yra nevienoda. Labiausiai pastebimas rezultatas yra pakitus ekonominės kilmės rodikliams, pvz. kelių finansavimo lėšoms.

Daugiamatis tiesinės regresijos modelis (ekonominės kilmės rodiklių)

Iš nagrinėjamų ekonominio sektoriaus kintamųjų, tokių kaip: 1 litro degalų kainos skirtumas, BVP tenkančio vienam gyventojui, sveikatos priežiūros išlaidos lyginant su BVP, infliacija, vidutinis mėnesio bruto darbo užmokestis, alkoholinių gėrimų kainų indeksas ir kelių priežiūros ir plėtros programos finansavimas, kurių koreliacijos koeficientai didžiausi, buvo atrinkti modelio sudarymui.

Ryšys tarp įskaitinių eismo įvykių ir 9 prognozuojamų kintamųjų buvo tiriamas siekiant nustatyti daugiamatį tiesinės regresijos modelį. Nagrinėjamam modeliui buvo pritaikytos visos galimos derinių kombinacijos nuo 0 iki 9 kintamųjų.

Atlikus skaičiavimus ir išanalizavus turimus statistinius duomenis, gauta daugiamatė tiesinės regresijos modelio lygtis, apibūdinanti ryšį tarp įskaitinių eismo įvykių ir 2 nepriklausomų kintamųjų. Pritaikyto modelio lygtis atrodo sekančiai:

$$EI_SK_{Ekon.}=14087,1-8266,8\cdot ALK_KAINA-1051,0\cdot BENZ_1L \quad (21)$$

Įskaitinių eismo įvykių skaičių labiausiai lemia alkoholinių gėrimų kainų indekso ir 1 litro A95 markės benzino kainos pokytis, vertinant tik ekonominės kilmės kintamuosius. Determinacijos koeficientas R^2 rodo, kad gautas modelis paaiškina 98,73 % įskaitinių eismo įvykių kitimo. Koreguotas determinacijos koeficientas R_k^2 , kuris tinka labiau vertinant daugiamatį regresijos

modelio tinkamumą, lygus 97,45 %. Modelio tikimybės lygmuo, parodantis ar yra su priklausomu kintamuoju susijusių regresorių, lygus 0,0127.

Daugiamatis tiesinės regresijos modelis (socialinės kilmės rodiklių)

Toliau daugiatis tiesinės regresijos modelis buvo sudarytas iš socialinio sektoriaus kintamųjų, tokių kaip: nedarbo lygis, tikėtina mokymosi trukmė 7-24 metų asmenų, mokymosi visa gyvenimą lygis, žmonių socialinės raidos indeksas ir užimtumo lygis. Narių tinkamumas modeliui buvo vertinamas remiantis porinės koreliacijos stiprumu su įskaitinių eismo įvykių skaičiumi. Modelio lygtį sudarančių narių skaičius gautas įvertinus galimas derinių kombinacijas nuo 0 iki 5 kintamųjų. Galutinį modelį sudarė 2 nepriklausomi kintamieji. Tiesinės regresijos modelio lygtis atrodo sekančiai:

$$EI_SK_{Soc.}=74526,0-80,4\cdot NEDARB_%-85960,2\cdot HDI \quad (22)$$

Iš nagrinėjamų socialinės kilmės kintamųjų, įskaitinių eismo įvykių skaičių labiausiai lemia nedarbo lygis šalyje ir žmonių socialinės raidos indeksas. Modelio determinacijos koeficientas lygus 99,31 %, koreguotas determinacijos koeficientas – 98,61 %. Gautas tikimybės lygmuo 0,0069.

Daugiamatis tiesinės regresijos modelis (techninės kilmės rodiklių)

Daugiamatis tiesinės regresijos modelis, sudarantis tik techninės kilmės rodiklius, gautas įvertinus priežastinį ryšį tarp įskaitinių eismo įvykių ir 7 nagrinėjamų kintamųjų. Taip pat kaip ir ankstesniuose modeliuose buvo pritaikytos visos galimos derinių kombinacijos nuo 0 iki 7 kintamųjų, tokių kaip: lengvųjų automobilių parko amžius, vidutinis metinis paros eismo intensyvumas ir transporto priemonių skaičius, išskaidžius jas pagal tipą (lengvieji, krovininiai, autobusai, motociklai).

Atlikti skaičiavimai parodė, kad didžiausią įtaką įskaitiniams eismo įvykiams turi eismo intensyvumas ir automobilių amžius. Techninės kilmės rodiklių atveju daugiatis tiesinės regresijos modelis nustatytas toks:

$$EI_SK_{Tech.}=-12481,6+491,5\cdot AUT_PARK_M+7,211\cdot VMPEI \quad (23)$$

Modelio determinacijos koeficientas lygus 94,46 %, koreguotas determinacijos koeficientas – 88,92 %. Gautas tikimybės lygmuo 0,0554.

Daugiamatis tiesinės regresijos modelis (apimantis visus nagrinėjamus rodiklius)

Šio mokslinio darbo metu buvo siekiama nustatyti Lietuvos socialinės ir ekonominės raidos rodiklius labiausiai prisidedančius prie įskaitinių eismo įvykių atsiradimo. Iškeliai hipotezei patikrinti buvo sudarytas daugiatis tiesinės regresijos modelis, apimantis didžiausią įtaką avaringumui

turinčius rodiklius iš visų darbe nagrinėjamų kintamųjų. Nustatytas toks galutinis modelis, parodantis ryšį tarp įskaitinių eismo įvykių ir šalies raidos rodiklių:

$$EI_SK=64872,1+14351,1\cdot ALK_KAINA-123077,0\cdot HDI+17,5\cdot VMPEI \quad (24)$$

Remiantis gautais rezultatais didžiausią įtaką įskaitiniams eismo įvykiams turi alkoholinių gėrimų kainų indeksas, Lietuvos gyventojų socialinės raidos indeksas ir vidutinis metinis paros eismo intensyvumas ($R^2=99,43\%$, $R_a^2=97,72\%$ ir $P=0,0548$).

Gauti rezultatai patvirtino hipotezę, kad šalies socialiniai ir ekonominiai raidos rodikliai turi įtakos įskaitinių eismo įvykių rizikai. Galutinis daugiamatis regresijos modelis rodo, kad skiriant daugiau dėmesio modelį sudarantiems kintamiesiems, galima sumažinti įskaitinių eismo įvykių skaičių šalyje. Šis modelis gali būti naudojamas formuojant eismo saugumo politiką bei įvertinti politinių sprendinių, susijusių su šalies raida, įtaką eismo saugumui.

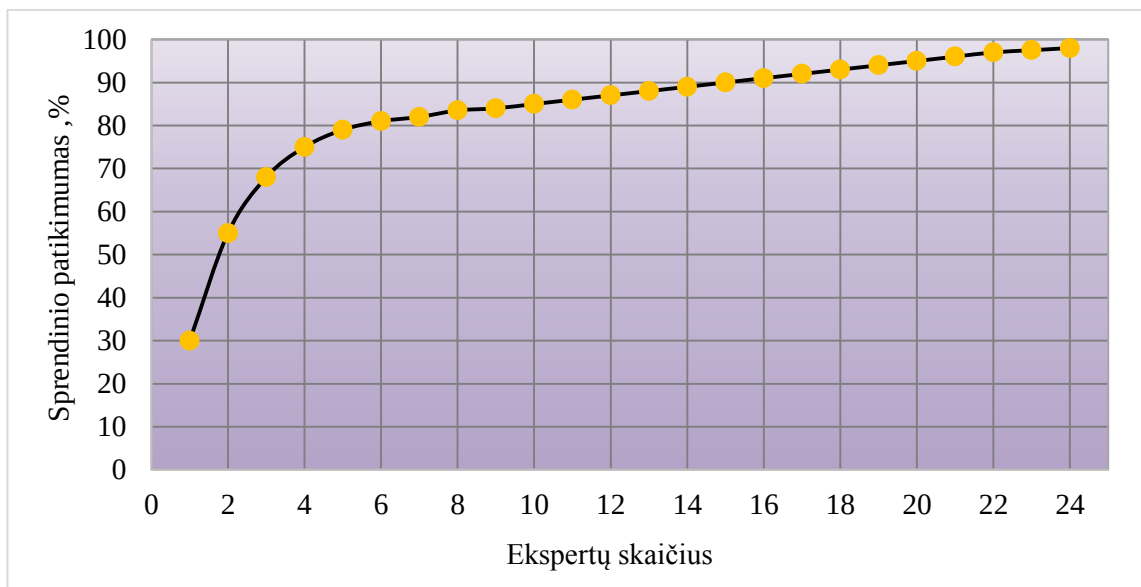
3.3. Ekspertinis vertinimas

3.3.1. Ekspertinio vertinimo organizavimas

Pagrindinis ekspertinio vertinimo tikslas moksliniame darbe – palyginti apklaustų respondentų nuomonę apie įskaitinius eismo įvykius lemiančius rodiklius su tyrimo metu gautais rezultatais. Ekspertinis vertinimas taipogi buvo atliktas siekiant atrinkti įrašus porinei kriterijų koreliacijos analizei iš duomenų bazės rodiklių, turinčių įtakos avaringumui.

Ekspertinio vertinimo metodas – tai procedūra, leidžianti suderinti atskirų ekspertų nuomones ir suformuoti bendrą išvadą [Mokslinių tyrimų metodai]. Ekspertu vadinamas asmuo/specialistas, turintis patirties ar žinių eismo saugumo srityje ir gali būti laikomas kokybinės informacijos šaltiniu. Atliktos analizės rezultatams palyginti buvo naudojamas ekspertinio vertinimo metodas, kadangi šalies socialinių ir ekonominių raidos rodiklių įtaką avaringumui pasižymi daugiakriteriškumu.

Ekspertinis vertinimas buvo atliktas pasinaudojus individualiu anketavimu, t. y. kiekvienas ekspertas turėjo atsakyti į specialiai šiam tyrimui sudarytą anketą. Atliktos apklausos patikimumas buvo vertinamas atsižvelgus į ekspertų užimamas pareigas ir respondentų skaičių, kuris buvo priimtas remiantis standartinio nuokrypio priklausomybės grafiku (žr. 3.1 pav.).



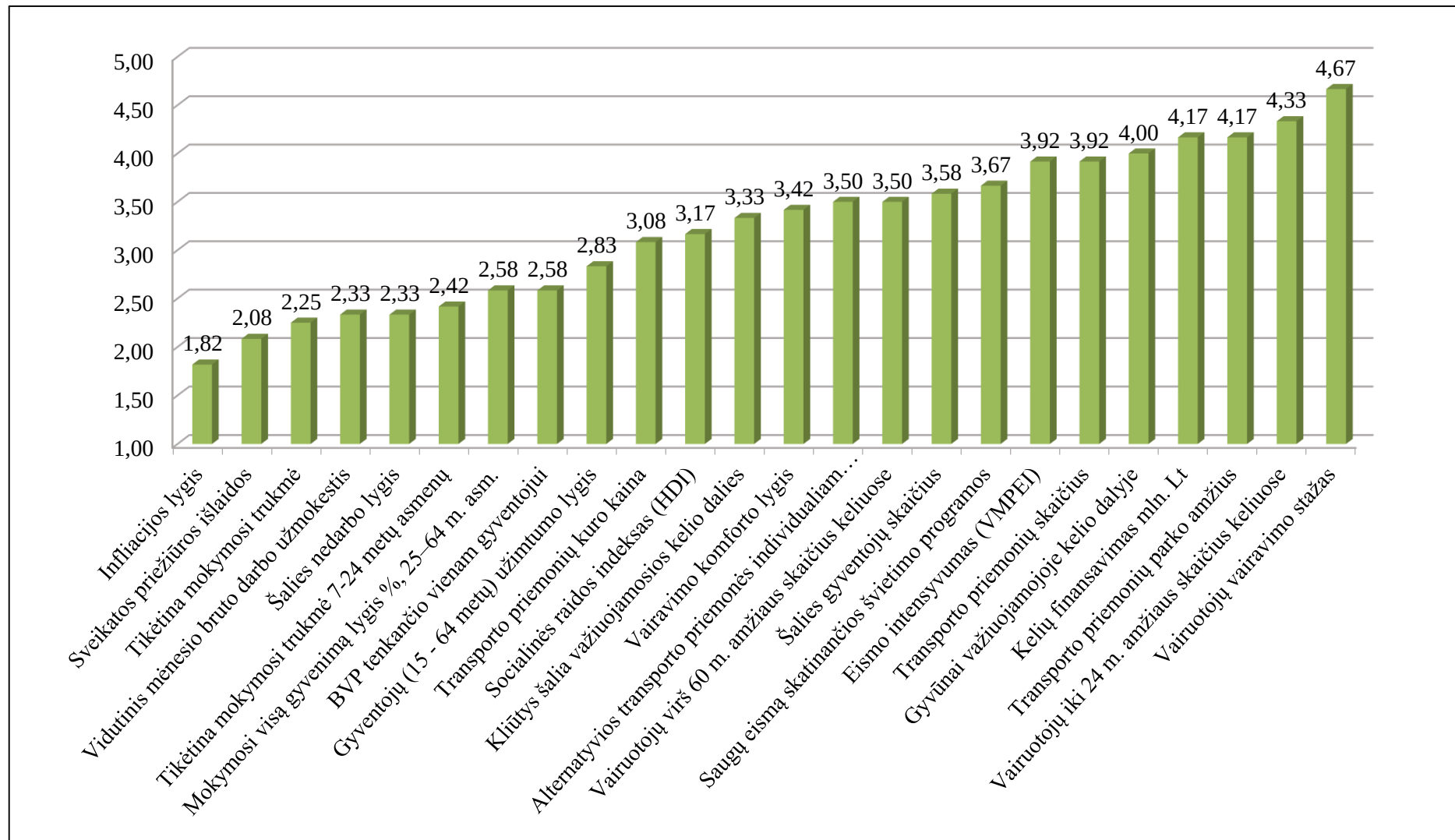
3.1. pav. Sprendinio patikimumo standartinio nuokrypio priklausomybė nuo ekspertų skaičiaus [Mokslinių tyrimų metodai]

Tyrimė dalyvavo 14 respondentų, kurių darbas tiesiogiai arba netiesiogiai yra susijęs su eismo saugumu. Anketinėje apklausoje dalyvavo respondentai užimantys eismo saugumo skyriaus vedėjo, eismo saugumo inžinieriaus, susisiekimo infrastruktūros projektuotojo-inžinieriaus, kelių policijos specialisto, jaunesniojo specialisto, ikiteisminio tyrimo tyrėjo pareigas. Remiantis 3.1. paveikslu, apklausius 14 respondentų, gautų rezultatų patikimumas lygus 90 %. Ekspertinės anketos pavyzdys pateiktas 2 priede. Tyrimo rezultatų analizė pateikta 3.3.2. skyriuje.

3.3.2. Ekspertinio vertinimo rezultatai

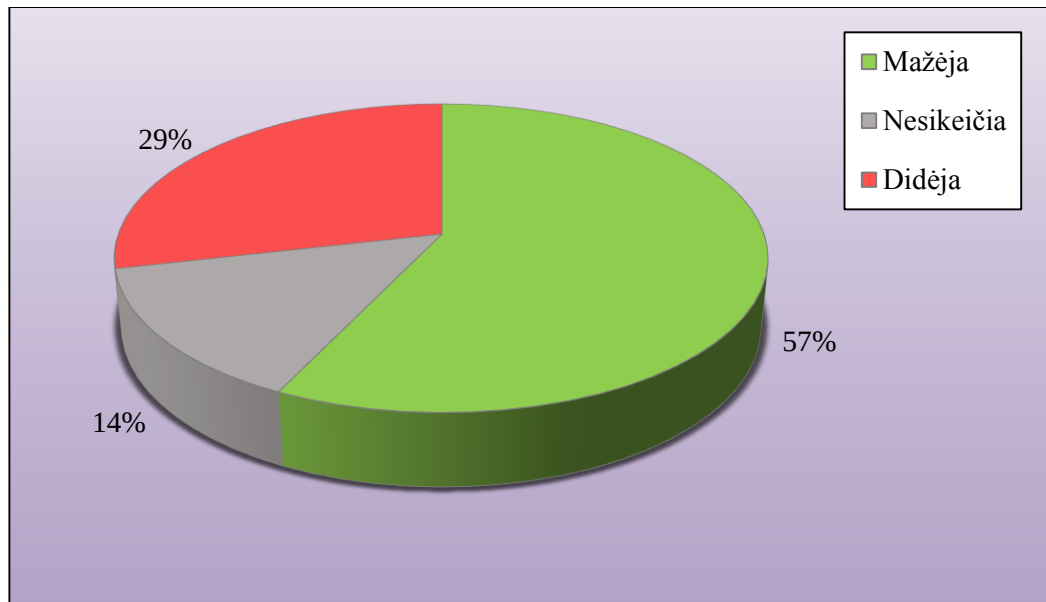
Tyrimo metu ekspertai turėjo dvi užduotis. Pirma, įvertinti kiekvieno iš pateiktų 24 rodiklių poveikį eismo saugumui (vertinant 5-balėje skalėje, 1 – neturi jokio poveikio, 5 – daro didelį poveikį/įtaką). Antra, išreikšti savo nuomonę dėl to, kaip jų manymu pasikeičia įskaitinių eismo įvykių skaičius padidėjus nagrinėjamam rodikliui.

Remiantis ekspertinio vertinimo rezultatais, respondentų nuomone iš pateiktų 24 rodiklių didžiausią poveikį eismo saugumui turi: vairuotojų vairavimo stažas, jaunų vairuotojų (iki 24 metų amžiaus) skaičius keliuose, transporto priemonių parko amžius ir kelių priežiūrai bei plėtrai skiriamos lėšos. Šių rodiklių įvertinimai pateko į skalę tarp 4 ir 5 balų. Mažiausius vertinimus gavo šie rodikliai: infliacijos lygis šalyje, sveikatos priežiūros išlaidos, tikėtina mokymosi trukmė, vidutinis mėnesio bruto darbo užmokestis ir nedarbo lygis šalyje. Ekspertų nuomone šių rodiklių pokytis neturi reikšmingos įtakos įskaitiniams eismo įvykiams. Ekspertinio vertinimo rezultatai pateikti 3.2. paveiksle.



3.2. pav. Respondentų vertinamų 24 rodiklių poveikis eismo saugumui (maks. įvertinimas 5 balai)

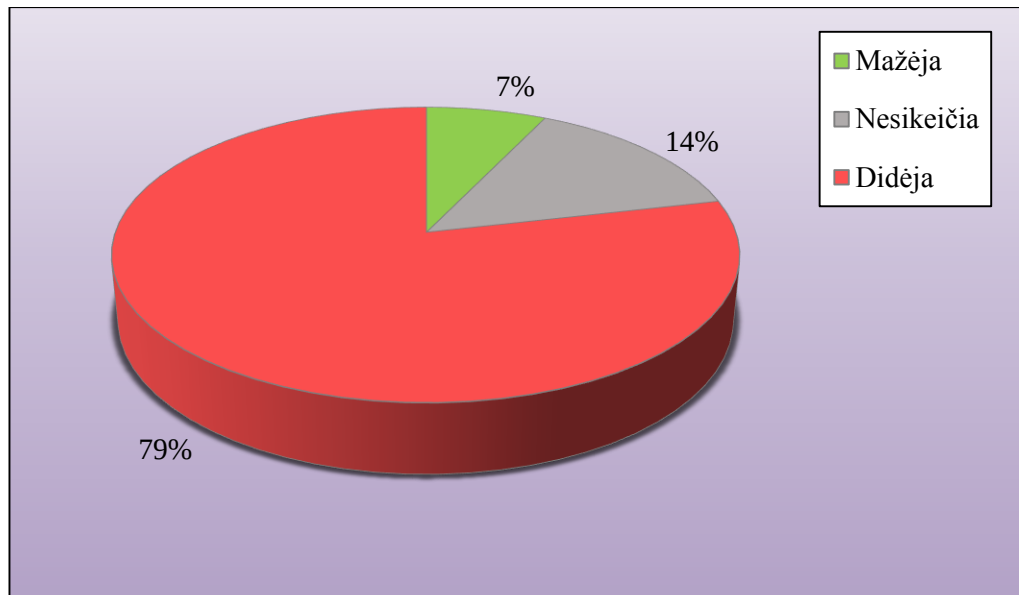
Siekiant išsiaiškinti kaip pasikeičia įskaitinių eismo įvykių skaičius pakitus pagrindiniam rodikliui ekspertai turėjo pažymėti vieną iš trijų galimų variantų (mažėja, nesikeičia ar didėja). Apibendrinti ekspertų duomenys, vertinant vairuotojų vairavimo stažo įtaką avaringumui pateikti, 3.3. paveiksle.



3.3. pav. Ekspertų nuomonė apie įskaitinių eismo įvykių skaičiaus kitimą didėjant vairuotojų vairavimo stažui

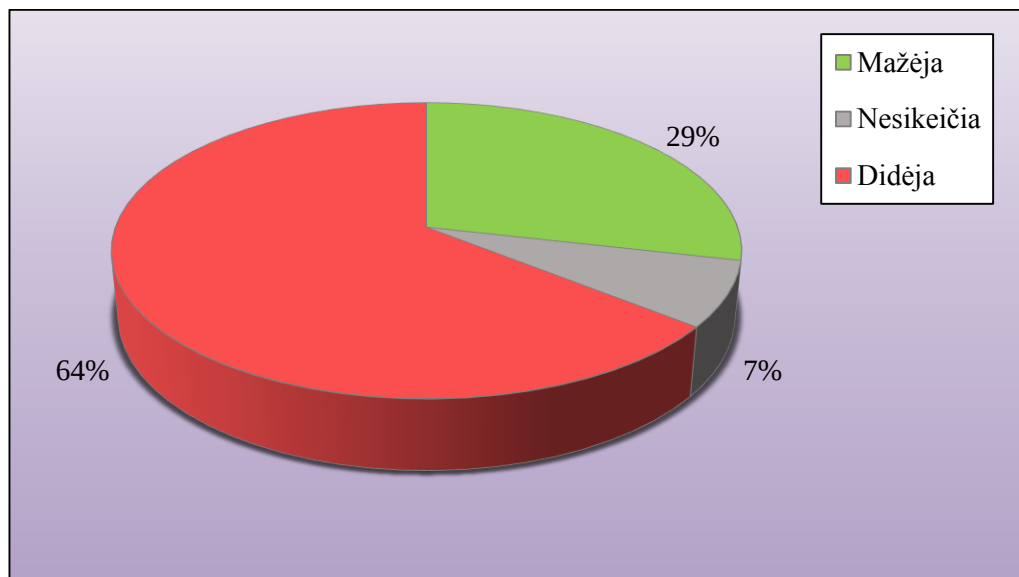
57 % apklaustų mano, jog didėjant vairuotojų vairavimo stažui, įskaitinių eismo įvykių skaičius mažėja, o 29 % apklaustų mano, kad didėja. Skirtingą ekspertų nuomonę šiuo klausymu galima paaiškinti tuo, kad didesnis vairavimo stažas sąlygoja didėjančią vairavimo patirtį, kuri padeda geriau įvertinti kelio aplinką ir greičiau priimti teisingus sprendimus esant avaringai situacijai. Kita vertus, didėjant vairavimo stažui vairuotojai yra linkę pervertinti savo sugebėjimus ir ryžtasi pavojingam lenkimui ar greičio viršijimui. Tuo tarpu, dalis jaunų vairuotojų jaučiasi nedrąsiai prie vairo, todėl važiuoja ramiau ir mažesniu greičiu.

Atsižvelgus į vertinimo duomenis, galima teigti, kad jauni vairuotojai turi įtakos avaringumui. 79 % visų apklaustųjų atsakė, kad įskaitinių eismo įvykių skaičius, didėjant vairuotojų iki 24 m. amžiaus skaičiui keliuose, didėja (žr. 3.4. pav.)



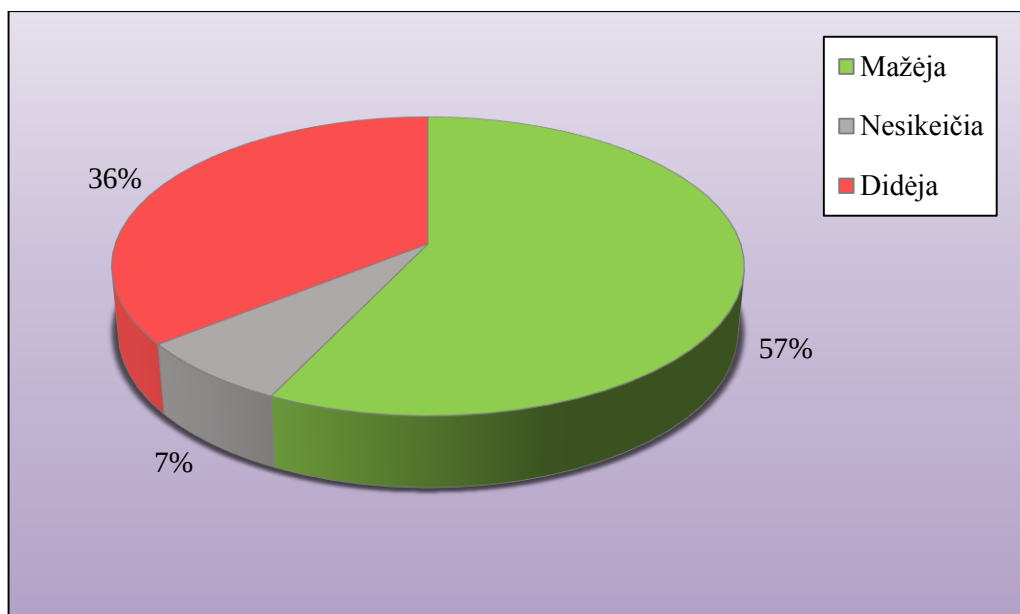
3.4. pav. Ekspertų nuomonė apie įskaitinių eismo įvykių skaičiaus kitimą didėjant vairuotojų iki 24 m. amžiaus skaičiui keliuose

Ekspertinė anketa parodė, kad senstant šalies transporto priemonių parko amžiui, avaringumas keliuose turi tendenciją didėti. Šiam teiginiui pritarė 64 % apklausoje dalyvavusių ekspertų. Tačiau 29 % respondentų mano priešingai (žr. 3.5. pav.). Svarbu pabrėžti, kad transporto priemonių parko amžiaus kitimas per metus didelės įtakos eismo įvykiams neturi, nes pasikeičia neženkliai. Reikšminga įtaka eismo įvykiams, kintant transporto priemonių parko amžiui, pastebima nagrinėjant didesnio laikotarpio duomenis.



3.5. pav. Ekspertų nuomonė apie įskaitinių eismo įvykių skaičiaus kitimą didėjant transporto priemonių parko amžiui

Vertinant kelių priežiūrai ir plėtrai skiriamų lėšų įtaką avaringumui, ekspertų nuomonės pasiskirstė nevienodai. Ekspertų vertinimo rezultatai pateikti 3.6. paveiksle.



3.6. pav. Ekspertų nuomonė apie įskaitinių eismo įvykių skaičiaus kitimą didėjant KPPP finansavimui

57 % apklaustų ekspertų mano, kad didėjant kelių priežiūrai ir remontui skiriamoms lėšoms įskaitinių eismo įvykių skaičius mažėja, 36 % apklaustų ekspertų mano, kad įskaitinių eismo įvykių skaičius didėja. Tyrimo rezultatai leidžia daryti prielaidą, kad dalis apklaustų ekspertų mano, kad kelių finansavimo lėšos yra panaudojamos neefektyviai arba neteisingai. Pavyzdžiui, atnaujinus asfaltbetonio dangą kelio ruože vidutinis važiavimo greitis tame ruože padidėja, o tai reiškia, kad padidėja ir eismo įvykio rizika. Todėl, kartu su kelio remonto darbais būtinai reikia įrengti ir eismo saugumą užtikrinančias priemones.

Atlikus ekspertinį vertinimą dar karta pasitvirtino hipotezė, kad globalūs šalies socialiniai ir ekonominiai raidos rodikliai turi įtakos įskaitinių eismo įvykių rizikai. Ekspertai iš 24 vertinimui pateiktų rodiklių, išskyrė 15 rodiklių, turinčių įtakos įskaitinių eismo įvykių mažėjimui/didėjimui.

3.4. Gautų rezultatų palyginimas su užsienio šalių tyrimų ir ekspertinio vertinimo rezultatais

Šio mokslinio darbo metu buvo siekiama nustatyti kaip globalūs šalies socialiniai ir ekonominiai raidos rodikliai kartu su eismo saugumo rodikliais lemia įskaitinių eismo įvykių riziką. Išanalizavus užsienio šalių tyrimus ir atlikus rodiklių, turinčių įtakos įskaitiniams eismo įvykiams, statistinę analizę, gautas daugiamatis tiesinės regresijos modelis, parodantis ryšį tarp įskaitinių eismo įvykių ir šalies raidos rodiklių. Toliau atliktos analizės rezultatai buvo palyginti su ekspertinio vertinimo ir užsienio mokslininko Christo J. Besterio atlikto tyrimo rezultatais. Porinės koreliacijos ir ekspertinio

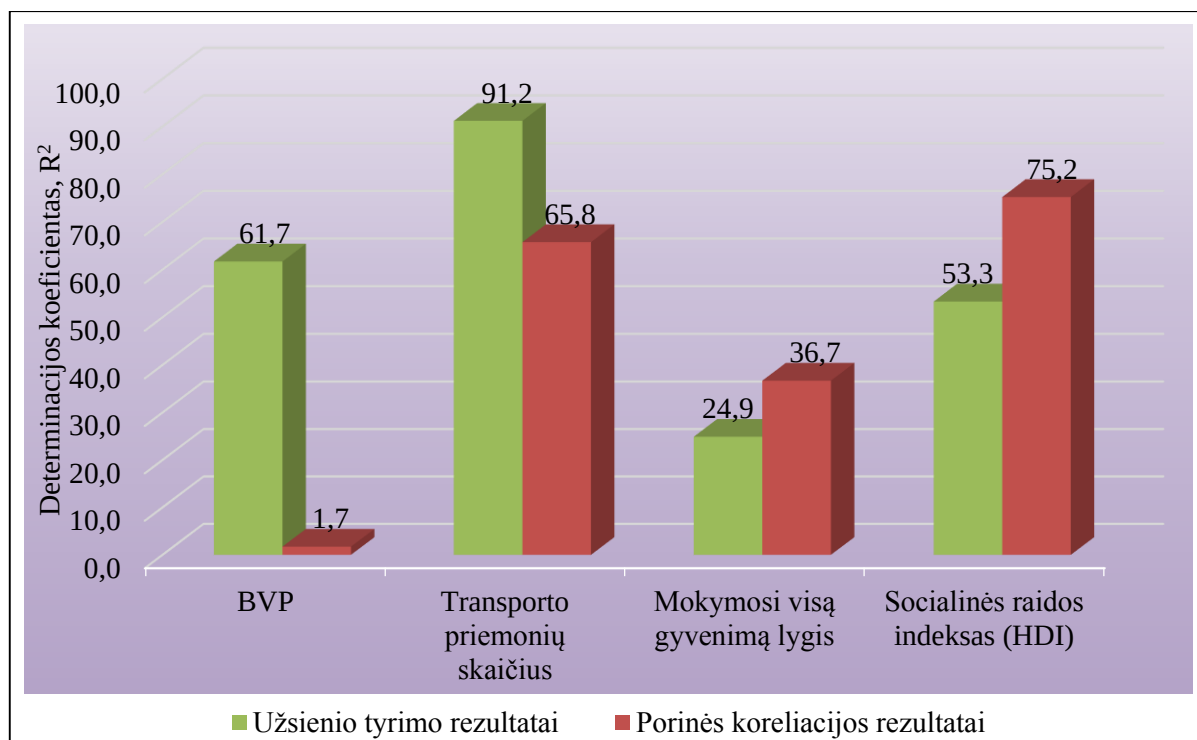
vertinimo rezultatų palyginimas parodytas 3.1. lentelėje (likę ekspertinio vertinimo rezultatai parodyti 3.2. paveiksle, porinės koreliacijos rezultatai aprašyti 2.4. skyriuje).

3.1. lentelė. Ekspertinio vertinimo ir porinės koreliacijos rezultatų palyginimas

Rodikliai turintys įtakos įskaitiniams eismo įvykiams įvertinus:	
Ekspertinio vertinimo rezultatus	Porinės koreliacijos rezultatus
1. Vairuotojų vairavimo stažas	1. Alkoholinių gėrimų kainų indeksas
2. Vairuotojų iki 24 m. amžiaus skaičius keliuose	2. 1 litro A95 markės benzino kaina
3. Lengvųjų automobilių parko vid. amžius	3. Eismo intensyvumas (VMPEI)
4. Kelių finansavimas mln. Lt	4. Žmogaus socialinės raidos indeksas (HDI)
5. Gyvūnai važiuojamojoje kelio dalyje	5. Šalies gyventojų skaičius
6. Transporto priemonių skaičius	6. Kelių finansavimas mln. Lt
7. Eismo intensyvumas (VMPEI)	7. Nedarbo lygis, %
8. Saugų eismą skatinančios švietimo programos	8. Transporto priemonių skaičius
9. Šalies gyventojų skaičius	9. Lengvųjų automobilių parko vid. amžius
10. Vairuotojų virš 60 m. amžiaus skaičius keliuose	10. Infliacija, %

Lentelėje, remiantis atliktu ekspertiniu vertinimu ir porinės koreliacijos analize, pateikti 10 didžiausių įtaką įskaitiniams eismo įvykiams turintys šalies raidos rodikliai. Iš respondentų atrinktų 10 svarbiausių rodiklių, 5 rodiklių reikšmingumas patvirtino porinės koreliacijos metu (lentelėje žalios spalvos langeliai). Dėl statistinių duomenų stokos, nebuvo galimybės patikrinti likusiųjų 5 rodiklių ryšį avaringumui. Respondentų nuomone, kuro kaina, žmogaus socialinės raidos indeksas, šalies nedarbo lygis ir infliacija reikšmingos įtakos avaringumui neturi. Tačiau remiantis porinės koreliacijos analize, kuro kainos ir žmonių socialinės raidos indekso įtaka avaringumui gauta viena iš stipriausių. Rezultatų nesutapymą galima paaiškinti tuo, kad be papildomų skaičiavimų ar žinių sunku įvertinti kai kurių duomenų įtaką avaringumui, pvz. nedaugelis žino iš ko susideda žmogaus socialinės raidos indeksas ar kaip jis apskaičiuojamas.

Toliau tyrimo rezultatai buvo palyginti su Pietų Afrikos Stelenbošo universiteto lektoriaus Christo J. Bester atliktu tyrimu „Explaining national road fatalities“ (vert. Šalies įskaitinių eismo įvykių išaiškinimas). Autorius savo darbe aprašė modelį, kuris gali būti naudojamas aiškinant žuvusiųjų skaičiaus keliuose priklausomybę nuo šalies susisiekimo infrastruktūros lygio, transporto ir įvairių socialinių bei ekonominių rodiklių [Explaining national road fatalities 2001]. Atliktų porinių koreliacijų rezultatų palyginimas pateiktas 3.7. paveiksle.



3.7. pav. Užsienio šalių ir porinės koreliacijos rezultatų palyginimas

Christo J. Bester atliktas tyrimas patvirtino prielaidą, kad socialinės raidos indeksas ir transporto priemonių skaičius turi įtakos eismo įvykiams. Palyginus abiejų tyrimų rezultatus, galima teigi, kad mokymosi visą gyvenimą lygis reikšmingos įtakos avaringumui neturi. Lyginant bendro vidaus produkto įtaką avaringumui, gauti priešingi duomenys. Tyrimo rezultatų nesutapymą lėmė tai, kad buvo nagrinėjami skirtingų šalių duomenys. Autorius savo darbe naudojo apibendrintus 170 šalių duomenis, tuo tarpu šiame moksliniame darbe buvo nagrinėjami tik Lietuvos statistiniai duomenys.

Atlikus tyrimo metu gautų duomenų palyginimą su respondentų vertinimu ir užsienyje atlikto tyrimo rezultatais, iškelta hipotezė pasitvirtino iš dalies. Remiantis ekspertų nuomone, dar yra likę neištirtų rodiklių, galinčių turėti reikšmingos įtakos įskaitiniams eismo įvykiams.

3.5. Trečiojo skyriaus išvados

1. Iškeltai darbo hipotezei patikrinti buvo sudaryti trys daugiamačiai tiesinės regresijos modeliai kiekvienai rodiklių grupei. Modelius sudarė rodikliai, turintys didžiausią determinacijos koeficientą R , gautą porinės koreliacijos metu. Galutiniam modeliui buvo pritaikytos visos galimos derinių kombinacijos nuo 0 iki 21 nagrinėjamų kintamųjų.
2. Sukurtas daugiamatis regresijos modelis, parodantis ekonominės kilmės rodiklių įtaką avaringumui. Įskaitinių eismo įvykių skaičių labiausiai lemia alkoholinių gėrimų kainų indekso ir 1 litro A95 markės benzino kainos pokytis ($R=98,73\%$, $R_a^2=97,45\%$, $P=0,0127$).

3. Iš nagrinėjamų socialinės kilmės kintamųjų, nedarbo lygis šalyje ir žmonių socialinės raidos indeksas labiausiai lemia įskaitinių eismo įvykių skaičių ($R=99,31\%$, $R_a^2=98,61\%$, $P=0,0069$).
4. Trečiasis modelis sudarytas techninės grupės kintamiesiems. Atlikti skaičiavimai parodė, kad didžiausią įtaką įskaitiniams eismo įvykiams turi vidutinis metinis paros eismo intensyvumas ir lengvųjų automobilių parko vidutinis amžius ($R=94,46\%$, $R_a^2=88,92\%$, $P=0,0554$).
5. Ekspertinio vertinimo metu apklausta 14 respondentų, kurie savo darbe susiduria su eismo įvykiais ir eismo saugumu. Ekspertų nuomone, iš vertinimui pateiktų 24 rodiklių, didžiausią poveikį eismo saugumui turi: vairuotojų vairavimo stažas, jaunų vairuotojų (iki 24 metų amžiaus) skaičius keliuose, transporto priemonių parko amžius bei kelių priežiūros ir plėtros programos finansavimas.
6. Palyginus empirinių tyrimų rezultatus tarpusavyje iš respondentų atrinktų 10 didžiausią įtaką turinčių rodiklių, 5 rodiklių reikšmingumas pasitvirtino porinės koreliacijos analizės metu, t. y. eismo intensyvumas, gyventojų tankis, kelių finansavimas, transporto priemonių skaičius ir lengvųjų automobilių parko vidutinis amžius. Palyginus porinės koreliacijos rezultatus su užsienyje atliktais tyrimais, iš 4 rodiklių 3 įtaka avaringumui gauta vienoda, t. y. socialinės raidos indeksas, transporto priemonių skaičius ir mokymosi visą gyvenimą lygis.

BENDROSIOS IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Per 2003–2012 metus Lietuvoje transporto priemonių skaičius, tenkantis 1000 gyventojų, išaugo nuo 245 vnt. iki 751 vnt. Per šį laikotarpį keliuose įvyko 50,78 tūkst. įskaitinių eismo įvykių, kurių metų 5,50 tūkst. žmonių žuvo ir 62,12 tūkst. buvo sužeisti. Kasmet šalies ūkis dėl eismo įvykių patyrė didžiulius nuostolius.
2. Norint susidaryti išsamų vaizdą apie eismo įvykių kilimo priežastis, reikia įvertinti ne tik pagrindinius veiksnius, tiesiogiai prisidedančius prie eismo įvykio kilimo, bet ir įvairių institucijų prevencijos programas, taip pat atsižvelgti į šalies socialinius bei raidos rodiklius, lemiančius žmogaus fizinę ir fiziologinę būklę bei visą susisiekimo infrastruktūrą. Įskaitiniai eismo įvykiai yra viso pasaulio problema, norint kurią išspręsti būtina susidaryti išsamų vaizdą nagrinėjant eismo įvykius lemiančius globalius ir lokalius veiksnius, jų pasekmes ir eismo įvykių mažinimo galimybes.
3. Tyrimo metu buvo nustatyti svarbiausi šalies socialiniai ir ekonominiai raidos rodikliai, turintys įtakos įskaitinių eismo įvykių rizikai. Išnagrinėjus eismo įvykių kilimo priežastis ir atsižvelgus į užsienio šalyse atliktų tyrimų rezultatus iš 170 įrašų turinčios duomenų bazės tolimesnei analizei buvo atrinkti 22 rodikliai.
4. Porinė kriterijų koreliacijos analizė parodė, kad įskaitinių eismo įvykių skaičius stipriai koreliuoja su alkoholinių gėrimų kainų indeksu. Gautas koreliacijos koeficientas lygus $r=-0,9472$. Atlikus papildomus skaičiavimus paaiškėjo, kad alkoholinių gėrimų kainų indeksas labai stipriai koreliuoja su įskaitinių eismo įvykių skaičiumi, kurie įvyko dėl neblaivių eismo dalyvių kaltės, determinacijos koeficientas $R=99\%$. Didėjanti alkoholinių gėrimų kaina lemia įskaitinių eismo įvykių rizikos mažėjimą.
5. Išanalizavus atskirai kiekvieno nagrinėjamo kintamojo įtaką avaringumui, buvo sukurtas daugiamačis tiesinės regresijos modelis, kuris leidžia prognozuoti įskaitinius eismo įvykius Lietuvoje atsižvelgiant į šalies socialinius ir ekonominius raidos rodiklius. Modelio determinacijos koeficientas R^2 rodo, kad gautas modelis paaiškina 99,43 % įskaitinių eismo įvykių kitimo. Koreguotas determinacijos koeficientas R_k^2 , kuris tinka labiau vertinant daugiamačio regresijos modelio tinkamumą, lygus 97,72 %. Modelio tikimybės lygmuo P , parodantis ar yra su priklausomu kintamuoju susijusių regresorių, lygus 0,0548. Didžiausią įtaką įskaitiniams eismo įvykiams turi: alkoholinių gėrimų kainų indeksas, Lietuvos gyventojų socialinės raidos indeksas ir vidutinis metinis paros eismo intensyvumas. Žinant kurie šalies raidos rodikliai labiausiai prisideda prie įskaitinių eismo įvykių ir priimant politinius sprendinius galinčius paveikti šiuos tris rodiklius, būtina atsižvelgti į galimą priimtų sprendinių poveikį eismo saugumui.

6. Remiantis sudarytų tiesinės regresijos modeliu, padidėjus alkoholinių gėrimų kainų indeksui ir socialiniam raidos indeksui 10 %, o vidutiniam metiniam paros eismo intensyvumui sumažėjus 10 %, įskaitinių eismo įvykių skaičius sumažėtų 23 %.
7. Hipotezė „Šalies socialiniai ir ekonominiai raidos rodikliai turi įtakos įskaitinių eismo įvykių atsiradimo rizikai“ pasitvirtino iš dalies. Porinė kriterijų koreliacijos analizė ir daugiamatis tiesinės regresijos modelis parodė, kad alkoholinių gėrimų kaina, socialinės raidos indeksas ir eismo intensyvumas prisideda prie įskaitinių eismo įvykių atsiradimo. Ekspertinio vertinimo metu iš respondentų atrinktų 10 didžiausių įtaką turinčių rodiklių, 5 rodikliai sutapo su nustatytais koreliacinės analizės metu. Tačiau respondentai taip pat įvardijo papildomus rodiklius, kurie, jų nuomone, turi įtakos avaringumui, bet dėl duomenų stokos nebuvo nagrinėjami šiame darbe, t. y. vairuotojų vairavimo stažas, vairuotojų iki 24 metų ir virš 60 metų skaičius keliuose.
8. Atsižvelgus į atlikto tyrimo rezultatus, siūloma nuolatos pildyti rodiklių duomenų bazę naujais duomenimis ir atlikti empirinius tyrimus su didesniu statistinių duomenų kiekiu. Taip pat į skaičiavimus pridėti ekspertų išvardintus rodiklius. Tokiu būdu šio mokslinio tyrimo metu gautas tiesinės regresijos modelis būtų patikslintas ir papildytas naujais kintamaisiais. Parengtas modelis ir nuolatinė duomenų analizė leidžia atlikti valstybinio lygmens stebėseną, kuri sudaro visas prielaidas operatyviai reaguoti į kylančius eismo saugumo iššūkius.

LITERATŪROS SARAŠAS

1. Rune Elvik. Emerald Group Publishing, 2009. *The handbook of road safety measures*. Second edition. 1124 p.;
2. PIARC - World road association, Technical committee on road safety, 2003. *Road safety manual*. 604 p.;
3. Christo J. Bester. Department of Civil Engineering, University of Stellenbosh, 2001. *Explaining national road fatalities*;
4. Rune elvik. Institute of Transport Economics, Oslo, Norway, 1999. *How much do road accidents cost the national economy?*;
5. Sara Farchi, Nunzio Molino, Paolo Giorgi Rossi, Piero Borgia, Michael Krzyzanowski and others. Department of Prevention, Bonn, Germany, 2006. *Defining a common set of indicators to monitor road accidents in the European Union*;
6. Dinesh Mohan, Geetam Tiwari, Meleckidzedek Khayesi and Fredrick Muyia Nafukho. Transport Research and Injury Prevention Programme (TRIPP) of the Indian Institute of Technology and WHO, *The Road Traffic Injury Prevention Training Manual*. 116 p;
7. Vilma Jasiūnienė, Donatas Čygas, Kornelija Ratkevičiūtė, Harri Peltola. Dept of Roads, Vilnius Gediminas technical university, Vilnius, Lithuania, 2012. *Safety ranking of the lithuanian road network of national significance*. 129-136 p.
8. Mark Richmund, Primitivo C. Cal, Ricardo G. Sigua, Journal of the Eastern Asia sočiety for transportation studies, Vol. 6, pp 3183 – 3198, 2005. *Estimation of socio-economic cost of road accidents in Metro Manila*.
9. *Valstybinė saugaus eismo automobilių keliais 2005 – 2010 metų programa*, Patvirtinta Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2005 m. liepos 8 d. nutarimu Nr. 759;
10. Lietuvos Respublikos Vyriausybė, *Valstybinės saugaus eismo plėtros 2011–2017 metų programa*;
11. Europos Bendrijų komisija. Bruselis 2009. Komisijos komunikatas. *Darnusis ateities transportas. Siekis sukurti integruotą, technologiškai pažangią ir vartotojams patogią transporto sistemą*;
12. Europos komisija. Briuselis, 2010. Komisijos komunikatas Europos parlamentui. *Kuriama saugi Europos kelių eismo erdvė. 2011-2020 m. kelių eismo saugos politikos kryptis*. 20 p.;
13. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos, *2008-2011 m. Įskaitinių eismo įvykių statistika Lietuvoje*;
14. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos, *2009-2012 m. Įskaitinių eismo įvykių statistika Lietuvoje*;
15. *Causes of collisions* [interaktyvus]. Castlebar: Mayo County Council, [žiūrėta 2014 m. sausio 02 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.roadsafetymayo.ie/CausesofAccidents>;
16. *EuroRAP* [interaktyvus]. European Road Assessment programme, [žiūrėta 2014 m. vasario 16 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.eurorap.org/about-eurorap/>;
17. *(Road Safety Research Report No. 74 ed.)*. Transport Research Laboratory. January 2007;

18. SWOV Institute for Road Safety Research, Leidschendam, The Netherlands, 2006. *Advancing Sustainable Safety. National Road Safety Outlook for 2005-2020*. 216 p.;
19. John Whitelegg and Gary Haq. Stockholm environment institute, 2006. *Vision Zero: Adopting a Target of Zero for Road Traffic Fatalities and Serious Injuries*. 115 p.;
20. DG TREN of the European Commission, 2007. *Best practices in road safety. Handbook for measures at the country level*. 78 p.;
21. Federal Roads Authority FEDRO, 2005. *VIA sicura Federal Action Programme for Greater Road Safety*. 76 p.;
22. Harri Peltola, Kornelija Ratkevičiūtė, Vilna Jasiūnienė, Mikko Virkkunen. Technical Research Centre of Finland, Vilnius Gediminas Technical University, 2013. *Road Network Safety Management using the TARVA tool*. 10 p.;
23. F. Van de Bossche, G. Wets. Limburgs Universitair Centrum, 2003. *Macro Models in Traffic Safety and the DRAG Family*. 44 p.;
24. S. Hakim, D. Shefer, A.S. Hakkert, I. Hocherman. Road Safety Administration of the Ministry of Transportation, Jerusalem, Israel, 1988. *A Critical review of macro models for road accidents*. 45 p.;
25. B. Kaminskienė, Lietuvos TSR Mosklų Akademija, Fizikos ir Matematikos Institutas, Vilnius, 1976. *Matematinės Statistikos Elementai II dalis, Koreliacinė-Regresinė analizė. Mokymo priemonė*. 144 p.;
26. D. Čygas, V. Jasiūnienė, M. Bartkevičius. Department of Roads, Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, 2009. *Assessment of special plans and technical designs with regard to traffic safety*. Journal of civil engineering and management, 411-418 p.;
27. V. Rudzkienė, R. Kulvietienė. Vilniaus Gedimino Technikos Universitetas, Vilnius „Technika“, 1994. *Statistinė duomenų analizė panaudojant programinę sistemą Statgraphics. Metodikos nurodymai*. 32 p.;
28. Projektas „Lietuvos HSM duomenų archyvo (Lida) plėtra“, Mokomosios medžiagos „Mokymai apie kiekybinių ir kokybinių HSM tyrimų duomenų analizės metodus“ III paslaugų grupės parengimas. Kaunas, 2011. *Koreliacinės ir regresinės analizės pagrindai*. 29 p.;
29. *Why GDP (Gross Domestic Product) is a Poor Measure of Wealth and Prosperity* [Interaktyvus]. Alex Zorach's Blog, [žiūrėta 2014 m. kovo 20 d.]. Prieiga per internetą: <http://zorach.wordpress.com/2010/08/27/why-gdp-gross-domestic-product-is-a-poor-measure-of-wealth-and-prosperity/>;
30. *The Effects of Price on Alcohol Consumption and Alcohol-Related Problems*, [Interaktyvus]. Frank J. Chaloupka, Ph.D., Michael Grossman, Ph.D., Henry saffer, Ph.D. National Institute on Alcohol Abuse and Alcoholism, 2002. [žiūrėta 2014 m. kovo 23 d.]. Prieiga per internetą: <http://pubs.niaaa.nih.gov/publications/arh26-1/22-34.htm>;
31. *Lietuvos Respublikos Kelių Priežiūros ir Plėtros Programos Finansavimo Įstatymas*. Įstatymas skelbtas : Žin., 2000, Nr. 92-2873. Vilnius, 2000. 34p.;

32. *Tikėtinios mokymosi trukmės rodiklio kokybės aprašas* [Interaktyvus]. Lietuvos statistikos departamentas. [žiūrėta 2014 m. kovo 29 d.]. Prieiga per internetą: http://web.stat.gov.lt/uploads/docs/Tikėtinios_mok_trukmes_rka.doc?PHPSESSID=310a8ee0c67deeb32215bca26e64f0e8;
36. Lietuvos Respublikos Švietimo ir Mokslo Ministras, Lietuvos Respublikos Socialinės Apsaugos ir Darbo Ministras. *Įsakymas dėl mokymosi visą gyvenimą užtikrinimo strategijos patvirtinimo*. 2008 m. Nr. ISAK-2795/A1-347, Vilnius, 70 p.;
37. Mohammed Najeeb. P.M, Motor Vehicle Department, Ministry of Transport, Kerala, India. *A study of pshychological factors that influence the rule violation behaviour of drivers*. 8 p.;
38. Alexander C. Wagennar. The University of Michigan, Tranportation Research Institute, 1983. *Unemployment and motor vehicle accidents in Michigan*. 39 p.;
39. United Nations Human Settlements Programme, London, 2007. *Enhancing urban safety and security. Global report on human settlements 2007*. 482 p.;
40. Vitalija Rudzkienė. *Mokslinių tyrimų metodai* [Interaktyvus]. Mykolo Romerio universitetas [žiūrėta 2014 m. balandžio 23 d.]. Prieiga per internetą: <http://archive.minfolit.lt/files/Pranesimai/Moksliniu%20tyrimu%20metodai.ppt>;
41. *Human Development Index* [Interaktyvus]. United Nations development programme [žiūrėta 2014 m. gegužės 11 d.]. Prieiga per internetą: <http://hdr.undp.org/en/statistics/hdi>;
42. *Kas yra Infliacija?* [Interaktyvus]. Europos Centrinis Bankas. Eurosistema [žiūrėta 2014 m. gegužės 11 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.ecb.europa.eu/ecb/educational/hicp/html/index.lt.html>;
43. *Makroekonominiai rodikliai: BVP* [Interaktyvus]. Makroekonomika [žiūrėta 2014 m. gegužės 11 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.investologija.lt/LT/makroekonomika/369/3/makroekonominiu-rodikliu-itaka-investicijoms/makroekonominiai-rodikliai-bvp>;

PRIEDAI