



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

**Kariuomenės kovinės technikos ir krovinių transportavimo
logistinių maršrutų tyrimas**
Baigiamasis magistro studijų projektas

Modestas Petravičius

Projekto autorius

prof. dr. Žilvinas Bazaras

Vadovas

Kaunas, 2018



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

**Kariuomenės kovinės technikos ir krovinių transportavimo
logistinių maršrutų tyrimas**
Baigiamasis magistro studijų projektas

Modestas Petravičius

Projekto autorius

prof. dr. Žilvinas Bazaras

Vadovas

Vyriaus. mokslo darbuotojas

habil. dr. Algimantas Bubulis

Recenzentas / Recenzentė

Kaunas, 2018



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas
Modestas Petravičius

**Kariuomenės kovinės technikos ir krovinių transportavimo
logistinių maršrutų tyrimas**
Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, **Modesto Petravičiaus**, baigiamasis projektas tema „Kariuomenės kovinės technikos ir krovinių transportavimo logistinių maršrutų tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Transporto priemonių inžinerija

MAGISTRANTŪROS STUDIJŲ BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Studentui Modestui Petravičiui

1. Baigiamojo projekto tema: Kariuomenės kovinės technikos ir krovinių transportavimo logistinių maršrutų tyrimas. Investigation of the Military fighting technique and cargo transportation logistic routes.

2. Projekto tikslas – išrinkti tinkamiausią maršrutą sausumos keliu sąjungininkų technikai karinės grėsmės atveju iš Klaipėdos jūrų uosto iki numatytos dislokacijos vietos Lazdijuose nugabenti, atsižvelgiant į laiko, saugumo aspektus.

Projekto uždaviniai:

- 1) parinkti lyginamuosius maršrutus sausumos keliu, atsižvelgiant į laiko ir saugumo aspektus;
 - 2) įvertinti maršrutus saugumo aspektu, vertinant priedangos ir apvažiavimo galimybes;
 - 3) įvertinti maršrutus saugumo aspektu, vertinant pavojingų atkarpų ilgius;
 - 4) atlikti maršrutų pavojingų atkarpų tyrimą, įvertinant laiko sąnaudas, reikalingas maršrutams įveikti;
 - 5) įvertinti kolonos perdislokavimo karo grėsmės atveju maršruto pavojingų atkarpų analizės laiko ir saugumo atžvilgiu būtinumą.
3. Pradiniai projekto duomenys: maršrutai kariniam kroviniui transportuoti iš Klaipėdos iki Lazdijų.
4. Pagrindiniai reikalavimai ir sąlygos: maršrutai turi skirtis saugumo aspektu, tyrimas turi būti atliktas naudojant eismo srautų modeliavimo programinę įrangą.
5. Projekto aprašomosios dalies struktūra: problemos analizė, formavimas ir teorinis pagrindimas, darbo atlikimo metodika, eismo srautų tyrimas naudojant programinę įrangą PTV Visum.

Projekto konsultantė – lekt. dr. Janina Jablonskytė.

Studentas:Modestas Petravičius.....
(vardas, pavardė, parašas, data)

Projekto vadovas.....prof. dr. Žilvinas Bazaras.....
(vardas, pavardė, parašas, data)

Krypties studijų programos vadovė..lekt. dr. Janina Jablonskytė.....
(vardas, pavardė, parašas, data)

TURINYS

Paveikslėlių sąrašas.....	6
Lentelių sąrašas.....	7
Santrauka.....	8
1. Darbo problemos analizė, formavimas, teorinis pagrindimas	11
1.1. Transporto sistemos analizė.....	11
1.2. Kelių tinklo projektavimo principai.....	11
1.3. Transporto eismo organizavimas.....	13
1.3.1. Transporto eismo organizavimo prielaidos.....	13
1.3.2. Eismo organizavimo tikslai.....	13
1.3.3. Eismo reguliavimas ir valdymas sankryžose	14
1.4. Transporto eismo laidumo analizė.....	14
1.4.1. Transporto eismo laidumas	14
1.4.2. Aptarnavimo lygis.....	15
1.5. Sankryžos sudėtingumo rodikliai	15
1.5.1. Transporto srautų analizė	15
1.5.2. Sankryžos sudėtingumo rodikliai.....	16
1.5.3. Vieno lygio sankryžų tipai	16
1.6. Krovinių klasifikacija, krovinių pervežimo būdai.....	18
1.7. Transportavimo būdų parinkimas.....	19
1.8. Krovinio ženklavimas	20
1.9. Teroristinių atakų rizikos vertinimas Europos sausumos transporto infrastruktūroje..	21
1.10. Teroristiniai išpuoliai transporto sektoriuje.....	22
1.11. Logistinių kainų identifikavimas ir optimizavimas	23
1.12. Sistemos analizė sprendimo priėmimo procese.....	24
1.13. Sisteminis požiūris į logistikos ir transportavimo išlaidas	24
1.14. Probleminė situacija ir priimto sprendimo problema	26

1.15. Sprendimo priėmimo procesas, taikomas kariniam transportui esant ekstremalioms situacijoms.....	27
1.16. Veiksniai, turintys įtakos vairuotojo būklei.....	28
2. Darbo atlikimo metodika	30
2.1. Pervežamų transporto priemonių ir krovinių charakteristikos	30
2.1.1. Stryker M1126 ICV (Infantry carrier Vehicle)	30
2.1.2. High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle (HMMWV) M1114.....	31
2.1.3. Karinis jūrinis konteineris, skirtas didelių gabaritų kroviniams gabenti.....	32
2.2. Transportavimui naudojamos transporto priemonės	32
2.2.1. Sunkvežimis su žemagrinde priekaba DOLL panther S3E-mil	33
2.2.2. Sisu E13TP.....	34
2.3. Kolonos apsauga.....	34
2.4. Kolonos sudėtis.....	35
2.5. Maršruto parinkimas ir informacija apie maršrutą	36
2.6. Pavojingų maršrutų atkarpų analizė, vertinimas ir palyginimas.....	38
2.6.1. Maršrutuose esančių kelių apkrova	38
2.6.2. Pavojingų maršrutų atkarpų svarba viso maršruto atžvilgiu	42
2.6.3. Pavojingų maršrutų atkarpų svarba saugumo atžvilgiu	44
2.7. Eismo srautų tyrimui naudojamo metodo ir programinės įrangos aptarimas	46
2.7.1. Eismo srautų tyrimui naudojami metodai	46
2.7.2. Eismo srautų tyrimo programinė įranga PTV Visum	47
2.7.3. Eismo modeliavimo programinė įranga PTV Vissim	47
2.7.4. Eismo srautų modeliavimo programinė įranga Synchro 10.....	48
3. Eismo srautų tyrimas naudojant programinę įrangą PTV Visum	49
3.1. Mazgų modeliavimui reikalingi duomenys	49
3.2. Modelio kūrimo seka	49
3.3. Sukurtų pavojingų atkarpų modelių rezultatai.....	52
Išvados	54
Literatūros sąrašas.....	55

Paveikslėlių sąrašas

1 pav. Automobilių eismo srautų susidūrimo taškai įvairaus sudėtingumo sankryžose.....	16
2 pav. Transporto priemonių eismo srautų susidūrimų keturšalėje sankryžoje taškai.....	17
3 pav. Srautų susidūrimo su automobiliais ir pėsčiaisiais taškai paženklintose perėjose.....	17
4 pav. Eismo srautų susidūrimo taškai jungiamuosiuose keliuose	17
5 pav. Eismo srautų susidūrimo taškai keturšalėje ir žiedinėje sankryžose.....	18
6 pav. Oranžinė lentelė ir skaitmeninė oranžinė lentelė	20
7 pav. Ženkliai, kuriais yra žymimos sprogstamosios medžiagos ir jų gaminiai	21
8 pav. Pagrindinių teroristinių atakų taikiniai 1970–2014 metais	22
9 pav. Stichinių nelaimių skaičius 1900–2017 metais	28
10 pav. Stryker M1126 (Infantry carrier vehicle) pėstininkų kovos / transportavimo mašina.....	30
11 pav. High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle (HMMWV) M1114.....	31
12 pav. Karinis jūrinis konteineris, skirtas didelių gabaritų kroviniams gabenti	32
13 pav. Jūrinio konteinerio išmatavimai.....	32
14 pav. Sunkvežimis su žemagrinde priekaba DOLL panther S3E-mil.....	33
15 pav. Sunkvežimis SISU, skirtas didelių gabaritų kroviniams gabenti.....	34
16 pav. Kolonos sudėtis	35
17 pav. Pirmas maršrutas	37
18 pav. Antras maršrutas	38
19 pav. Eismo intensyvumo žemėlapis.....	39
20 pav. Krovinių transporto priemonių eismo intensyvumo žemėlapis	39
21 pav. Eismo informacijos tinklalapis.....	40
22 pav. Klaipėdos miesto transporto eismo intensyvumas	40
23 pav. Priedangos ir apvažiavimo galimybių vertinimas.....	44
24 pav. Eismo srautų tyrimo metodai	46
25 pav. Pirmo ir antro maršruto vizualizacija programa PTV Visum	49
26 pav. A1 maršrutų atkarpos transporto tinklas, sumodeliuotas PTV Visum programa	49
27 pav. Mazgo parametrų įvedimas	50
28 pav. Mazgo modeliavimas	50
29 pav. Mazgų vizualizacija	51
30 pav. Laiko sąnaudų skirtingose atkarpose vizualizacija	51
31 pav. Kiekvienos atkarpos detali laiko sąnaudų vizualizacija.....	51
32 pav. Maršrutų pavojingų atkarpų laiko sąnaudų palyginimas	52
33 pav. Maršrutų laiko sąnaudų palyginimas	53

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Stryker M1126 specifikacija.....	30
2 lentelė. HMMW M1114 specifikacija.....	31
3 lentelė. Sunkvežimio su žemagrinde priekaba DOLL panther S3E-mil specifikacija.....	33
4 lentelė. Sunkvežimio SISU E13TP specifikacija	34
5 lentelė. Vidutinis metinis paros intensyvumas ir vidutinis valandos eismo intensyvumas pirmo maršruto atkarpose	41
6 lentelė. Vidutinis metinis paros intensyvumas ir vidutinis valandos eismo intensyvumas antro maršruto atkarpose.....	42
7 lentelė. Pavojingų ir tarpinių pirmo maršruto atkarpų išraiška kilometrais ir atkarpos procentinė išraiška viso maršruto atžvilgiu.....	42
8 lentelė. Pavojingų ir tarpinių antro maršruto atkarpų išraiška kilometrais ir atkarpos procentinė išraiška viso maršruto atžvilgiu	43
9 lentelė. Susisteminti abiejų maršrutų atkarpų ilgio ir procentinės išraiškos duomenys.....	43
10 lentelė. Apvažiavimo ir priedangos galimybių vertinimas.....	44
11 lentelė. Pavojingų pirmo maršruto atkarpų svarba saugumo atžvilgiu	45
12 lentelė. Pavojingų antro maršruto atkarpų svarba saugumo atžvilgiu.....	45
13 lentelė. PTV Visum programine įranga gauti pirmo maršruto rezultatai	52
14 lentelė. PTV Visum programine įranga gauti antro maršruto rezultatai	52

Modestas, Petravičius. Kariuomenės kovinės technikos ir krovinių transportavimo logistinių maršrutų tyrimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovas prof. dr. Žilvinas Bazaras; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis: Technologijos mokslai, Transporto inžinerija (03T)

Reikšminiai žodžiai: *kariuomenė, transportas, pavojingos atkarpos, transportavimas.*

Kaunas, 2018. 58 p.

Santrauka

Lietuvos kariuomenei tampant vis mobilėnei, karinių vienetų perdislokavimas iš vienos dislokacijos vietos į kitą yra vis dažnesnis reiškinys. Tikėtina, kad karo grėsmės atveju Lietuvos kariuomenės vienetams gali tekti ne kartą pakeisti savo dislokacijos vietas.

Žinant, kad priešiška Baltijos šalių atžvilgiu nusiteikusi šalis vis dažniau naudoja mažų padalinių taktiką, karinių konvojų užpuolimo tikimybė karo grėsmės atveju tampa vis didesnė. Dėl šios priežasties maršrutų, kuriais karo grėsmės atveju gali būti perdislokuoti Lietuvos kariuomenės ir sąjungininkų kariniai vienetai, tyrimas ir analizė yra labai aktuali vis mobilėnei Lietuvos kariuomenei.

Atsižvelgiant į tai, kad Lietuvos teritorijoje karinės technikos transportavimas dažniausiai vyksta sausumos keliais naudojant ratines transporto priemones, šiame darbe pasirinkta analizuoti minėto transportavimo būdo situaciją.

Šio projekto tikslas – išanalizuoti pasirinktus maršrutus ir jų pavojingas atkarpas sąjungininkų technikai karinės grėsmės atveju sausumos keliu iš Klaipėdos jūrų uosto iki numatytos dislokacijos vietos Lazdijuose nugabenti, atsižvelgiant į laiko ir saugumo aspektus.

Atlikus literatūros analizę ir pavojingų maršrutų atkarpų tyrimą, prieita prie išvados, kad vertinant priešo priedangos galimybes, saugesnis yra antras maršrutas, kadangi priedangos galimybės priešui trijose šio maršruto atkarpose yra prastos, o vertinant apvažiavimo galimybes – pirmas maršrutas: trys atkarpos įvertintos turinčios geras, viena atkarpa – labai geras apvažiavimo galimybes.

Tyrimo metu taip pat nustatyta, kad antras maršrutas laiko sąnaudų, reikalingų įveikti pavojingas maršrutų atkarpas, atžvilgiu yra tinkamesnis, kadangi laikas, kurio reikia pavojingoms antro maršruto atkarpoms įveikti, yra 62 minutės 30 sekundžių, o įveikdama pirmo maršruto pavojingas atkarpas kolona užtruktų 74 minutes 12 sekundžių.

Modestas, Petravičius. Investigation of the Military fighting technique and cargo transportation logistic routes thesis in professional Studies / supervisor abbreviation prof. dr. Žilvinas Bazaras. The Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Technological Science, Transport Engineering (03T)

Key words: military, transport, dangerous sections, transportation.

Kaunas, 2018. 58 p.

Summary

As Lithuanian troops become more and more mobile, the deployment of military units from one location to another is becoming an increasingly frequent phenomenon. It is likely that in case of a threat of war, Lithuanian army units may repeatedly have to change their location of deployment.

Given that the country which is opposed to the Baltic countries is using tactic of deploying small units more often, the possibility of military convoy being attacked in the event of a war threat is becoming increasingly widespread. For this reason, an investigation and analysis of routes which would involve the redeployment of Lithuanian troops and allied military units in the event of a war threat is of great relevance to the Lithuanian army.

Due to the fact the transport of Lithuanian military equipment mainly takes place on land by means of wheeled vehicles, this work focuses on analysing the situation on the mode of transport in question.

The aim of this project is to analyse the selected routes and their dangerous sections on roads in case of a military threat for allied machinery to be transported from the port of Klaipėda to the designated deployment locations in Lazdijai, taking into account the aspects of travel time and security.

The literature analysis and the study of the sections on parts of the dangerous routes have led to conclusions that the second route is more secure, taking into account the capability of the enemy to find shelter because the potential for enemy shelter in the three segments of the road is poor. Taking into account the potential for going round, the first route is safer as the three segments of the road are evaluated as having good potential for going round while one is evaluated as great for going round.

The analysis has also shown that when it comes to time required to overcome the dangerous segments of the route, the second route is considered more appropriate. This is due to the fact that the time to overcome the dangerous segments of the second route is 62 minutes and 30 seconds while the first route would take 74 minutes and 12 seconds to complete.

Ivadas

Šiomis dienomis ne tik Europa, bet ir visas pasaulis vis daugiau dėmesio skiria kylančioms karinio saugumo problemoms. Tai ypač aktualu ir Baltijos šalims, kadangi kaimyninės šalies iš rytų pusės veiksmai darosi vis mažiau nuspėjami.

Karas Ukrainoje parodė, jog nedraugiškai Baltijos šalių atžvilgiu nusiteikusi kaimyninė šalis vis dažniau naudoja nekonvencinius veiksmus, tokius kaip mažų padalinių taktika, trumpalaikės pasalos prieš logistinius konvojus ir kt.

Darbo autorius yra Juozo Vitkaus inžinerijos bataliono karininkas. Tarnybos metu jam yra tekę sudaryti karinio vieneto perdislokavimo iš nuolatinės dislokacijos vietą į numatytą dislokacijos vietą maršrutus. Atlikdamas šį darbą autorius pastebėjo, kad Lietuvos kariuomenėje, planuojant maršrutus karo grėsmės atveju, dažniausiai yra atsižvelgiama į kelio būklę ir perdislokavimo kaštus, tačiau nėra analizuojamos pavojingos maršruto atkarpos, kurios karo metu gali turėti esminės įtakos sėkmingam viso maršruto įveikimui. Būtent dėl šios priežasties detali maršrutų pavojingų atkarpų analizė, planuojant maršrutus karo grėsmės atveju, yra labai svarbi ir aktuali.

Projekto objektas – du skirtingi logistiniai maršrutai iš Klaipėdos jūrų uosto iki numatytos dislokacijos vietos – Lazdijų miesto.

Projekto tikslas – išanalizuoti pasirinktus maršrutus ir jų pavojingas atkarpas sąjungininkų technikai karinės grėsmės atveju sausumos keliu iš Klaipėdos jūrų uosto iki numatytos dislokacijos vietos Lazdijuose nugabenti, atsižvelgiant į laiko ir saugumo aspektus.

Darbo uždaviniai:

- 1) parinkti lyginamuosius maršrutus sausumos keliu, atsižvelgiant į laiko ir saugumo aspektus;
- 2) įvertinti maršrutus saugumo aspektu, vertinant priedangos ir apvažiavimo galimybes;
- 3) įvertinti maršrutus saugumo aspektu, vertinant pavojingų atkarpų ilgius;
- 4) atlikti parinktų maršrutų pavojingų atkarpų tyrimą, įvertinant laiko sąnaudas, reikalingas maršrutams įveikti;
- 5) įvertinti kolonos perdislokavimo karo grėsmės atveju maršruto pavojingų atkarpų analizės laiko ir saugumo atžvilgiu būtinumą.

Darbo metu naudota eismo srautų analizavimo ir optimizavimo programinė įranga PTV Visum, naudojanti HCM 2010 tyrimo metodologiją.

1. DARBO PROBLEMOS ANALIZĖ, FORMAVIMAS, TEORINIS PAGRINDIMAS

1.1. Transporto sistemos analizė

Transporto sistema yra sudėtingas ir nuolat besikeičiantis procesas, kurio tikslaus apibrėžimo nėra.

Žiūrint iš vienos perspektyvos, galima teigti, kad yra įvairių transporto rūšių (laivai, lėktuvai, sunkvežimiai ir kt.), kurių kiekviena gali būti laikoma kaip sistema. Žiūrint iš kitos perspektyvos, galima išskirti įvairias infrastruktūros sistemas (geležinkelių tinklai, jūrų uostai, keliai ir kt.) ir kiekvieną iš jų laikyti atskira sistema, nors kai kuriais atvejais ja gali naudotis kelios skirtingos transporto rūšys (sunkvežimiai, autobusai, dviračiai ir automobiliai). Taip pat transporto sistema gali būti laikomas visas transportavimo iš taško A į tašką B ciklas, kurio metu krovinio gabenimui naudojamos įvairios transporto rūšys [1].

Analizuojant šiuos apibrėžimus matyti, kad transporto sistema gali būti diferencijuojama į miesto, tarp miestinių ir tarptautinį transportą. Žvelgiant per transporto operatorių, tokių kaip paštas, prizmę, prie transporto sistemos apibrėžimo taip pat būtų galima priskirti krovinių gabenimo bei paskirstymo sistemas [1].

Remiantis naujausiais tyrimais, didžiausi skirtumai tarp transporto sistemos apibrėžimų atsiranda tada, kai yra kalbama apie transporto sistemas, paremtas fiziniu transportavimo būdu bei sistema, paremta krovinio gabenimu skaitmeniniu būdu (šiuo atveju krovinio apibrėžimu apibūdinama siunčiama informacija), t. y., kabeliais ar belaidėmis priemonėmis. Kai kurios transporto sistemos taip pat gali būti suvokiamos kaip fizinių ir informacinių šaltinių darinys, kurias naudojant leidžiama sklandžiai vykdyti transporto veiklą (telekomunikacijų ir transporto derinys, reikalingas šiuolaikinės tiesioginės gamybos metu) [1].

Be to transporto sistemos suvokimas labai priklauso nuo to, kas rūpinasi transporto sistema. Pats transporto sistemos vartotojas paprastai sistemą įsivaizduoja tokią, kokia jam yra lengviausiai prieinama, taip nagrinėdamas tik tuos sistemos aspektus, kurie jam yra naudingi. Tuo tarpu transportavimo planuotojas, priešingai nei vartotojas, į transporto sistemą žiūri kur kas plačiau, susidarydamas multimodalinį vaizdą, apimantį ne tik informacijos perdavimo sistemą, bet ir infrastruktūros darinių sąveiką ir šios infrastruktūros panaudojimą [1].

1.2. Kelių tinklo projektavimo principai

Skirtingų tipų erdvės, tokios kaip būstas, darbas, švietimas, aptarnavimo ir poilsio patalpos, taip pat įvairios tarp jų esančios ekonominės tarpusavio priklausomybės, reikalauja skirtingų transporto rūšių, kurios būtų pritaikytos atitinkamoms eismui keliamoms užduotims. Skirtingi transporto tipai yra skirti palengvinti transporto paslaugų naudotojų gyvenimą. Dėl šios priežasties, priklausomai nuo

poreikių, transportavimo rūšys turi būti suplanuotos ir suprojektuotos taip, kad jos būtų saugios, efektyvios, veiksmingos naudingumo ir kainos požiūriu bei ekologiškos [2].

Eismo planavimo pagrindinis uždavinys – nustatyti eismo poreikių tipą ir mastą, siekiant sukurti individualių transporto rūšių projektavimo, statybos ir eksploatavimo sprendimų kriterijus, bendradarbiaujant su susijusiomis šalimis [2].

Suprojektuotas kelių tinklo modelis turėtų galioti visuose keliuose, tiek skirtuose bendram eismui, tiek keliuose, skirtuose tik motorinėms transporto priemonėms. Kelių tinklas, kuriuo naudojasi motorinės, nemotorinės transporto priemonės bei viešasis transportas, yra bendros infrastruktūros dalis, kuri taip pat apima geležinkelio, vandens kelių, aviacijos, vamzdynų ir ryšių sistemos tinklus. Kelių tinklas yra esminis kaimo ir miesto vietovių vystymosi elementas. Tai reiškia, kad kelių planuotojai ir dizaineriai turėtų skirti pakankamą dėmesį kelių prijungimui prie kitų esamų transporto rūšių ir individualaus mobilumo galimybės sudarymo. Skirtingose eismo sistemose turėtų būti atsižvelgiama į keletą kriterijų, įskaitant regioninį ir miestų planavimą, šalies ekonomiką, aplinkos apsaugą ir socialinę plėtrą [2].

Pačioje kelių sistemoje, kad ja galėtų naudotis kuo daugiau asmenų, tinkamiausia taikyti kombinuotą eismo sistemą. Individualūs eismo būdai turėtų būti taikomi ir finansuojami tik tais atvejais, kai jie teikia ženkliai naudą ekonominio, ekologinio ir socialinio vystymosi požiūriu [2].

Kaip matyti, kelių tinklas pirmiausia turėtų būti patobulintas taip, kad jis prisitaikytų prie jau esamos infrastruktūros. Kadangi kelių tinklo projektavimas daro įtaką erdvinei plėtrai bei regioninei ir vietos erdvės struktūrai, būtina suderinti kelių tinklų dizainą su regionų ir miestų planavimu bei planavimo užduotimis kitose konkrečiose srityse. Šiuo požiūriu taip pat labai svarbu planuoti neišvengiamą kelių naudojimo augimą, stengtis imtis priemonių šį augimą mažinti, taip pagerinant naudotojų gyvenimo ir juos supančios aplinkos sąlygas [2].

Viena pagrindinių kelių tinklo projektavimo užduočių – organizuoti ir projektuoti atskirus kelio ruožus, kuriais būtų pagerinamas susisiektas tarp miestų, įmonių bei rajonų [2].

Šiai užduočiai įgyvendinti tinklas turi būti vertinamas kaip vienas didelis projektas, neatsižvelgiant į tai, ar jis yra apgyvendintoje teritorijoje, ar ne [2].

Kad visi tikslai būtų pasiekti ir nebūtų konfliktinių taškų (eismo reguliavimo, regioninio planavimo, gamtos grožio ir laukinės gamtos išsaugojimo ir kt.), kelių tinklas reikalauja kruopščiai suderintų veiksmų. Nukrypimas nuo tinkle nustatytos sistemos ir kiekybinių vertinimų yra leidžiamas tik tuo atveju, jei atlikus patikimą vertinimo procesą, galima lengviau pasiekti išsikeltus tikslus [2].

1.3. Transporto eismo organizavimas

Kiekvieno individo siekiamybė pasiekti kelionės tikslą kuo patogiau, paskatino visus eismo dalyvius judėjimą vykdyti ne atsiktine, o tam tikra tvarka.

Būtent dėl šių priežasčių atsirado eismo organizavimo sąvoka, apibrėžianti teisinių ir techninių eismo reguliavimo priemonių ir tvarkomųjų veiksmų visumą [3].

Dažniausiai patogesnio susisiekimo siekiamybę miestų bei šalies planavime lemia analizuojamos teritorijos kompaktiškumas, dydis, pobūdis ir svarba visų gyvenviečių sistemoje, teritorijos gyventojų demografinė ir socialinė struktūra, nedarbo lygis ir vidutinis gyventojų darbo užmokestis [4].

Pagrindinis viso eismo organizavimo planavimo tikslas yra identifikuoti gatves ir teritorijas, kuriose būtų įmanoma kuo efektyviau panaudoti įvairius susisiekimo būdus ir skirtingų transporto priemonių privalumus [5].

Miestuose ir kitose teritorijose esančios sankryžos ir kitokio tipo transporto eismo mazgai privalo vartotojams garantuoti eismo dalyvių saugumą ir kuo komfortablesnį susisiekimą. Šiems siekiniams pasiekti, transporto mazgai privalo atitikti tiek dabartinį, tiek ateityje tikėtiną eismo dalyvių intensyvumą [5].

Norint nustatyti eismo organizavimą užmiesčiuose ir miestuose, būtina atsižvelgti į analizuojamos teritorijos gatvių tinklo parametrus, leistinus greičius, susisiekimo būdus, galiojančius ribojimus ir jų tipus, viešojo transporto intensyvumą [5].

1.3.1. Transporto eismo organizavimo prielaidos

Norint tinkamai suprasti eismo organizavimą, reikia aptarti pagrindines eismo organizavimo prielaidas.

Žemiau pateikiamos prielaidos, į kurias atsižvelgiant yra organizuojamas eismas miestuose:

- 1) analizuojamos gatvės kategorija ir funkcija;
- 2) tikėtinas eismo srautų dydis;
- 3) eismo organizavimo priimtų sprendimų pasekmės konkrečioms eismo dalyvių grupėms;
- 4) transporto eismo sistemos priderinimas prie neįgalių asmenų poreikių;
- 5) eismo saugumo didinimas gatvėse;
- 6) miestuose esančių jautrių objektų apsauga nuo didelių transporto srautų [5].

Taip pat būtina pabrėžti, kad centriniuose rajonuose esančiose gatvėse eismo pirmumas turėtų būti teikiamas viešajam transportui, taip skatinant gyventojus jį naudoti susisiekimui [5].

1.3.2. Eismo organizavimo tikslai

Skyriaus pradžioje aptartas pagrindinis eismo organizavimo planavimo tikslas nėra vienintelis. Kiti svarbūs pagrindiniai eismo organizavimo tikslai yra:

- 1) gatvių ir sankryžų laidumo didinimas;

- 2) pėsčiųjų eismo dalyvių reguliavimas, jų saugumo užtikrinimas;
- 3) viso eismo saugumo tobulinimas;
- 4) viešojo transporto priemonių judėjimo tobulinimas;
- 5) transporto priemonių stovėjimo organizavimas tobulinant informacijos pateikimą, didinant stovėjimo vietų ir aikštelių skaičių;
- 6) laiko, praleidžiamo spūstyse, mažinimas ir eismo sąlygų tobulinimas;
- 7) triukšmo, oro taršos ir kitų neigiamą poveikį keliančių veiksnių mažinimas [5].

Įgyvendinus šiuos tikslus, analizuojamoje teritorijoje užtikrinamas gerai atitinkantis savo paskirtį, saugus ir ekologiškas automobilių ir pėsčiųjų eismo dalyvių eismas [5].

1.3.3. Eismo reguliavimas ir valdymas sankryžose

Transporto eismo srautų reguliavimas ir valdymas yra miestų planavimo ir eismo organizavimo uždavinys, kurio pagindiniai tikslai yra eismo dalyvių laiko nuostolių mažinimas, eismo juostų pralaidumo didinimas, stabdymų skaičiaus gatvėse ir sankryžose mažinimas ir aplinkos taršos mažinimas [6].

Šių tikslų galima pasiekti keičiant analizuojamų teritorijų infrastruktūrą, optimizuojant šviesoforus, nustatant pirmumo teisę viešajam transportui [6].

1.4. Transporto eismo laidumo analizė

Kadangi eismo laidumas yra vienas pagrindinių transporto eismo mazgų kriterijų, šiame skyriuje plačiau išanalizuotas eismo laidumas.

1.4.1. Transporto eismo laidumas

Važiuojamosios dalies laidumas – tai didžiausias galimas praleisti transporto priemonių skaičius per vieną valandą viena kryptimi analizuojamu pjūviu [5]. Šis dydis įprastai pateikiamas transporto priemonių arba asmenų per valandą skaičiumi. Važiuojamosios dalies laidumas yra nustatomas esant paprastoms gatvių naudojimo sąlygoms ir garantuojant visų eismo dalyvių saugumą [5].

Norint apibūdinti eismo situaciją, taikomas srauto tankio parametras. Transporto srauto tankis yra skirtas apibrėžti transporto priemonių skaičių, kuris tenka nagrinėjamam kelio ar eismo juostos ruožui atitinkamu laiku [5]. Žemiau pateikiamas apkrovimo lygis (P), kuris nusako srauto tankį, apskaičiavimo būdas:

$$P = q_{fakt.} / q_{max} \quad (1)$$

Kaip buvo minėta, transporto priemonių srauto tankį nusako gatvės apkrovimo lygis (P), kurį sudaro faktinio $q_{fakt.}$ ir maksimaliai q_{max} įmanomo pagal eismo sąlygas tankių santykis [5].

Transporto srauto tankis apibrėžiamas automobilių viename kilometre vienoje eismo juostoje skaičiumi. Remiantis šiuo parametru, galima nustatyti eismo aptarnavimo lygį [5].

1.4.2. Aptarnavimo lygis

Vienas pagrindinių vienetų, nusakančių laidumą, yra aptarnavimo lygis [7].

Aptarnavimo lygis (Level of Service (LOS)) – tai kokybinis matavimo vienetas, charakterizuojantis eismo sąlygų būklę. Nustatant aptarnavimo lygį, reikia įvertinti važiavimo greitį, analizuojamo kelio ruožo įveikimo laiką, manevro laisvę, eismo trukdymą ir važiavimo patogumą [7].

Šis vienetas vaizduojamas raidėmis A, B, C, D, E, F [8].

Raide A apibrėžiamas aukščiausias aptarnavimo lygis. Aukščiausias aptarnavimo lygis yra pasiekiamas tada, kai prastova vienai transporto priemonei yra ne didesnė nei 10 sekundžių. Šį lygį galima pasiekti ten, kur eismo srautų intensyvumas nėra didelis, o šviesoforų ciklai yra trumpi [8].

Raide B apibrėžiamas aptarnavimo lygis, kurio eismo dalyvių poveikiai vieni kitų atžvilgiu yra nedideli, prastova didesnė nei 10, bet mažesnė nei 20 sekundžių. Šį lygį galima pasiekti ten, kur eismo srautai yra kiek didesni, o šviesoforų ciklai trumpi [8].

Raide C apibrėžiamas aptarnavimo lygis, kurio prastovos analizuojamame transporto eismo mazge didesnės nei 20, tačiau mažesnės nei 35 sekundės. Tokį aptarnavimo lygį pasiekia mazgai, kuriuose eismo srautai yra didesni, o šviesoforų fazės nėra įvertintos pagal eismo juostų apkrovas. Šio aptarnavimo lygio keliuose yra matomos transporto priemonių prastovos, tačiau nemaža dalis transporto priemonių transporto mazgą gali pravažiuoti nesustodamos [8].

Raide D apibrėžiamas aptarnavimo lygis, kurio prastovos analizuojamame transporto eismo mazge yra ilgesnės nei 35, bet trumpesnės nei 55 sekundės. Tokio dydžio prastovos dažniausiai susidaro dėl intensyvių eismo srautų ir ilgų sankryžų šviesoforų ciklų. Tokio aptarnavimo lygio transporto eismo mazguose dauguma transporto priemonių privalo bent trumpam sustoti [8].

Raide E apibrėžiamas aptarnavimo lygis, kurio prastovos analizuojamame transporto eismo mazge yra didesnės nei 55 sekundės, bet mažesnės nei 80 sekundžių. Tokio dydžio prastovos atsiranda dėl labai didelio eismo intensyvumo ir ilgų šviesoforų ciklų. Tokio aptarnavimo lygio transporto eismo mazgo pravažiuoti nesustojusios transporto priemonės negali [8].

Raide F apibrėžiamas aptarnavimo lygis, kurio prastovos didesnės nei 80 sekundžių [8].

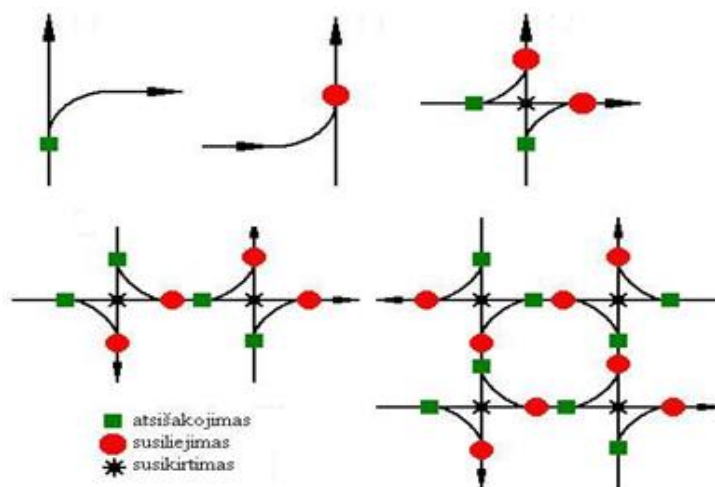
1.5. Sankryžos sudėtingumo rodikliai

Kaip minėta anksčiau, eismo aptarnavimo lygis kelio atkarpose neretai sumažėja dėl prasto kelių susikirtimų pralaidumo. Norint suprasti sankryžų svarbą prastovų analizavimo metu, šiame skyriuje išanalizuoti transporto srautai ir sankryžos sudėtingumo rodikliai.

1.5.1. Transporto srautų analizė

Transporto eismo srautų judėjimo pavojingumas ir sudėtingumas sankryžoje nevienodomis kryptimis apibrėžiamas konfliktiniais taškais [5].

Konfliktiniai taškai sankryžose yra išskiriami į atsišakojimo, susiliejimo ir susikirtimo taškus, pavaizduotus 1 paveikslėlyje [5].



1 pav. Automobilių eismo srautų susidūrimo taškai įvairaus sudėtingumo sankryžose [5]

Paveikslėlyje matyti, kad saugumo požiūriu saugiausias yra atsišakojimo taškas, kadangi norint atlikti manevrą, šiame taške neretai pakanka tik prilėtinti greitį. Kur kas didesnių problemų kyla susiliejimo taškuose, kadangi iš šalutinio kelio sukant į pagrindinį, eismo dalyviai turi sumažinti greitį, neretai ir visai sustoti. Pačios pavojingiausios yra transporto eismo srautų susikirtimo taškų vietos, kadangi jose transporto priemonėms neretai tenka sustoti. Tokiu atveju susidaro didelė susidūrimo tikimybė [5].

1.5.2. Sankryžos sudėtingumo rodikliai

Pagal eismo susidūrimo taškų rūšis transporto kelių sankryžų sudėtingumas yra vertinamas sankryžų sudėtingumo rodikliu (SSR) [9]:

$$SSR = A + 3S + 5K, \quad (2)$$

čia SSR – sankryžos sudėtingumo rodiklis, balai; A – transporto srautų atsišakojimo taškų skaičius, vnt.; S – transporto srautų susiliejimo taškų skaičius, vnt.; K – transporto srautų susikirtimo taškų skaičius, vnt. [9]

Kai sankryžos sudėtingumo rodiklis yra mažesnis arba lygus 40, sankryža yra priskiriama paprastos sankryžos tipui. Jei sankryžos sudėtingumo rodiklis yra tarp 40 ir 80 balų, sankryža yra priskiriama vidutinio sudėtingumo sankryžų tipui. Sudėtingų sankryžų tipui priskiriamos sankryžos, kurių sankryžos sudėtingumo rodiklis yra tarp 80 ir 150 balų [9].

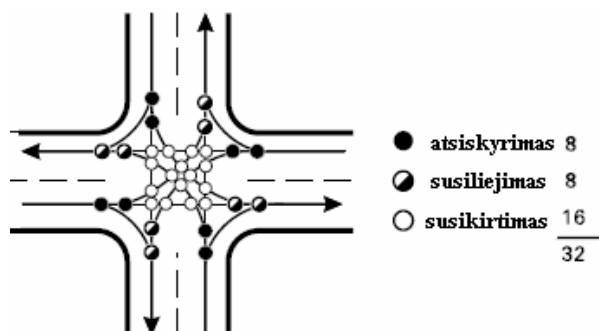
1.5.3. Vieno lygio sankryžų tipai

Vertinant pagal eismo saugumą ir patogumą, transporto priemonių kelių sankryžos skirstomos į vieno lygio sankryžas ir skirtingų lygių sankryžas [9].

Tiek saugumo, tiek patogumo atžvilgiu skirtingų lygių sankryžos yra pranašesnės nei vieno lygio, kadangi jose yra mažiau susikirtimo ir susiliejimo taškų [9]. Tiek mieste, tiek priemiesčiuose dominuoja vieno lygio sankryžos, todėl šiame poskyryje aptariamos būtent tokio tipo sankryžos.

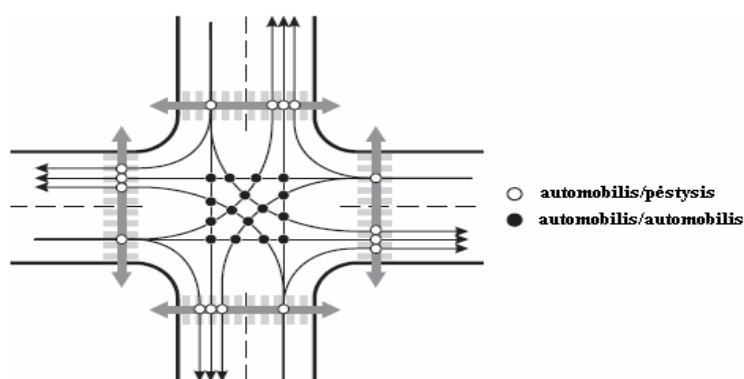
Vieno lygio eismo sankryžos yra skirstomos į žiedines, trišales ir keturšales sankryžas.

Vertinant pagal saugumą, pačios pavojingiausios yra su dviem eismo juostomis susikertančių transporto priemonių kelių keturšalės sankryžos (2 pav.) [9].



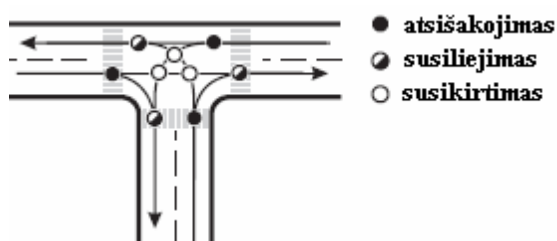
2 pav. Transporto priemonių eismo srautų susidūrimų keturšalėje sankryžoje taškai [9]

Tokio tipo transporto eismo mazguose yra 32 susikirtimo taškai. Pagal formulę (2) apskaičiuotas sankryžos sudėtingumo rodiklis yra lygus 112 balų. Keturšalės sankryžos dėl savo juostų skaičiaus yra pavojingos ir tokio tipo sankryžas kertantiems pėstiesiems (3 pav.) [9].



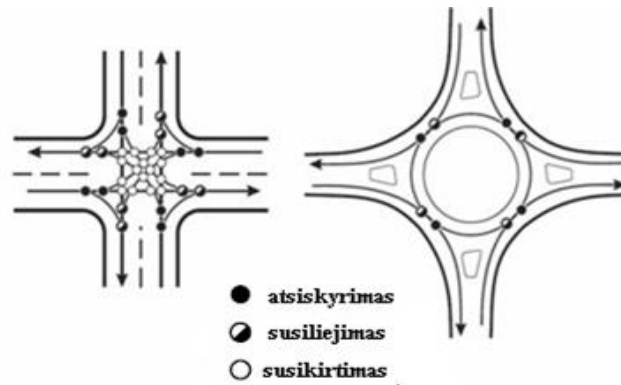
3 pav. Srautų susidūrimo su automobiliais ir pėsčiaisiais taškai paženklintose perėjose [9]

Analizuojant trišalę sankryžą matyti, kad tokio tipo sankryžoje yra po tris transporto priemonių srautų susiliejimo, atsišakojimo ir susikirtimo taškus (4 pav.). Tokio tipo kelių sankirta yra priskiriama paprasto sudėtingumo sankryžai, kadangi trišalės sankryžos sudėtingumo rodiklis, gautas pagal anksčiau minėtą formulę (2), yra 27 balai [9].



4 pav. Eismo srautų susidūrimo taškai jungiamuosiuose keliuose [9]

Žiedinėje sankryžoje yra po keturis transporto priemonių srautų atsiskyrimo ir susiliejimo taškus. Tokio tipo sankryžos sudėtingumo rodiklis yra 16 balų (5 pav). Dėl šios priežasties žiedinė sankryža yra priskiriama nesudėtingų tipui [9].



5 pav. Eismo srautų susidūrimo taškai keturšalėje ir žiedinėje sankryžose [9]

Žiedinė sankryža turi keturis kartus mažiau konfliktinių taškų nei keturšalė (5 pav.). Dėl šios priežasties žiedinė sankryža yra laikoma saugiausio tipo sankryža, tačiau jos įrengimas reikalauja kur kas sudėtingesnių infrastruktūros pokyčių nei kitų tipų sankryžų įrengimas [9].

1.6. Krovinių klasifikacija, krovinių pervežimo būdai

Norint kroviniui parinkti tinkamą transportavimo būdą, svarbu išanalizuoti, kaip yra klasifikuojami kroviniai ir kokie yra krovinių pervežimo būdai.

Klasifikuojant krovinius, kuriuos norima pergabenti, dažniausiai remiamasi šiais pagrindiniais krovinių ypatumais:

- 1) krovinio pakrovimo ir iškrovimo sąlygos;
- 2) krovinio vežimo ir saugojimo sąlygos;
- 3) transporto priemonės keliamosios galios panaudojimo galimybė;
- 4) krovinio saugumo užtikrinimas;
- 5) krovos darbų ir vežimo proceso pavojingumas [10].

Pagal krovinių pakrovimo ir iškrovimo sąlygas kroviniai skirstomi į vienetinius, suverstinius ir supiltinius, dažniausiai gabenamus cisternose [10].

Kalbant apie vežimo ir saugojimo sąlygas, kroviniai yra skirstomi į įprastinius ir specifinius. Prie įprastinių krovinių galima skirti tuos, kurių gabenimas nereikalauja specialių priemonių ir įrangos panaudojimo [10].

Kalbant apie specifinius krovinius, tokio tipo kroviniams reikia naudoti papildomą įrangą. Dėl šios priežasties krovos darbai tampa sudėtingesni. Specifiniai kroviniai yra skirstomi į:

- 1) antisanitarinius (dulkantys produktai) ir reikalaujančius tam tikrų sanitarinių sąlygų sudarymo (maisto produktai);
- 2) greitai gendančius (produktai, kuriuos gabenant reikia palaikyti nustatytą temperatūrą);

- 3) didelės masės (kelių transporte, kai vieneto masė didesnė nei 250 kilogramų);
- 4) didelio ilgio (kroviniai, kurių ilgis viršija standartinio padėklo (plotis – 1200 mm, ilgis – 1600 mm) matmenis bet kuria kryptimi bent 40 milimetrų (kelių transporte));
- 5) negabaritinius (kroviniai, kurių plotis yra didesnis nei 2,5 m arba aukštis didesnis nei 3,8 m. Taip pat kroviniai, kurie išsikiša už galinio kelių transporto priemonės borto daugiau nei 2 m);
- 6) pavojingus (kroviniai, kurie krovos, vežimo ir saugojimo metu gali tapti gaisro, įrangos pažeidimo, sprogo ar aplinkos taršos priežastimi) [10].

Pagal krovinio saugumo užtikrinimą krovinio vežimo metu, kroviniai yra skirstomi į nereikalaujančius saugumo sąlygų, reikalaujančius įprastų arba ypatingų saugumo sąlygų [10].

Labai svarbu atkreipti dėmesį į pavojaus vežimo laipsnį viso proceso metu, kadangi pagal jį kroviniai yra skirstomi į mažai pavojingus, pavojingus dėl savo matmenų, dulkančius, degius ir ypač pavojingus krovinis [10].

Vadovaujantis Europos sutartimi dėl pavojingų krovinių vežimo keliais (ADR) nuostatomis, pavojingi kroviniai gali būti vežami palaidai, suverstinais, pakuotėse, t. y., atitinkamoje taroje ir cisternose [11].

1.7. Transportavimo būdų parinkimas

Šiame poskyryje aptariami transportavimo būdai ir analizuojamas praktinėje darbo dalyje naudotas būdas.

Iš viso galima išskirti penkias pagrindines transporto rūšis:

- 1) geležinkelių transportą;
- 2) automobilių transportą;
- 3) jūrų transportą;
- 4) vidaus vandens transportą;
- 5) oro transportą [10].

Parinkant transportavimo būdą, pirmiausia yra vertinami asmens, užsakančio pervežimo paslaugą, prioritetiniai kriterijai. Dažniausiai taikomi kriterijai yra:

- 1) kuo mažesnės vežimo sąnaudos;
- 2) minimalus pristatymo laikas;
- 3) krovinio gabenimo saugumas ir patikimumas;
- 4) vežimui tinkama transporto priemonės keliamoji galia;
- 5) galimybė panaudoti reikiamas transporto priemones reikiamoje vietovėje [10].

Atsižvelgiant į šiame darbe analizuojamo krovinio charakteristikas ir mobilumo poreikį, transportavimui pasirinktas automobilių transportas, kurio pagrindinės savybės yra šios:

- 1) didelės manevringumo galimybės;

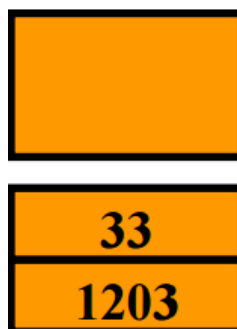
- 2) vežimo į numatytą vietą, nepakeitus transporto rūšies, galimybė;
- 3) didelis greitis;
- 4) galimybė gabenti mažesnes krovinių partijas;
- 5) dėl sąlyginai mažos transporto priemonių talpos padidėjusi vežimų savikaina;
- 6) didelis avaringumas ir tarša [10].

1.8. Krovinio ženklavimas

Transporto priemonės, gabenančios pavojingus krovinius, yra ženklavamos oranžinėmis lentelėmis, skaitmeninėmis oranžinėmis lentelėmis, dideliais pavojaus ženklais [11].

Svarbu, kad krovinio ženklavimas būtų gerai matomas kitiems eismo dalyviams. Dėl šios priežasties oranžinė lentelė atspindi šviesą ir yra tvirtinama transporto priemonės gale ir priekyje. Ji turi būti ne mažesnė nei 40 centimetrų ilgio ir 30 centimetrų pločio ir privalo turėti ne platesnį nei 15 milimetrų juodą apvadą [11].

Skaičiai, nurodomi skaitmeninėje lentelėje, turi būti juodos spalvos, 10 centimetrų aukščio. Lentelės viršuje rašomas medžiagos pavojaus identifikacinis numeris, o apačioje – medžiagos numeris. Svarbu pabrėžti, kad ši informacija turi likti įskaitoma ir po 15 minučių buvimo ugnyje. Skaitmeninė oranžinė lentelė tvirtinama ant transportuojamo krovinio šonų. Papildomai ji gali būti tvirtinama transporto priemonės priekyje ir gale [11].



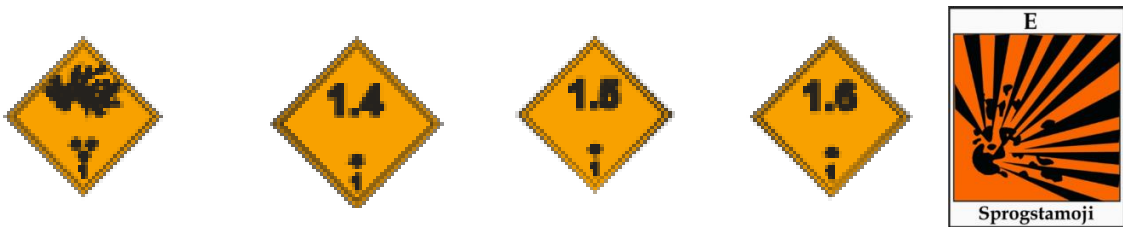
6 pav. Oranžinė lentelė ir skaitmeninė oranžinė lentelė [11]

Anksčiau minėtą medžiagos pavojaus identifikacinį numerį sudaro du ar trys skaitmenys, kuriais nurodomi šie pavojai: 2 – dujų išsiskyrimas dėl slėgio ar cheminės reakcijos; 3 – skysčių (garų) ir dujų ar savaime įkaistančio skysčio liepsnumas; 4 – kietų medžiagų arba savaime įkaistančios medžiagos liepsnumas; 5 – oksiduojantis (degimo intensyvumo) efektas; 6 – toksiškumas ir infekcijos pavojus; 7 – radioaktyvumas; 8 – ėdumas; 9 – spontaniškos intensyvios reakcijos pavojus [11].

Dviejų vienodų skaičių naudojimas nurodo atitinkamo pavojaus sustiprėjimą [11].

Prieš identifikacinį numerį gali būti naudojama raidė „X“, kuri reiškia, kad transportuojama medžiaga pavojingai reaguoja su vandeniu [11].

Septintame paveikslėlyje pateikiami ženklų, kuriais žymimi pavojingi kroviniai, pavyzdžiai [11].



7 pav. Ženkliai, kuriais yra žymimos sprogstamosios medžiagos ir jų gaminiai [11]

1.9. Teroristinių atakų rizikos vertinimas Europos sausumos transporto infrastruktūroje

Terorizmas ir įvairios jo formos yra žinomos šimtus metų, tačiau pastaruoju laikotarpiu ši problema tapo viena iš pagrindinių globalinių saugumo grėsmių, dėl savo nenusipėjamumo ir formos verčiančių sunerimti visą tarptautinę visuomenę, kadangi bet kuri šalis pasaulyje gali tapti teroristinio išpuolio auka. Patys išsamiausi terorizmo srities statistiniai tyrimai yra atliekami Europos Sąjungos kriminalinės žvalgybos agentūros (Europol), kuri kiekvienais metais publikuoja ataskaitą apie Europos Sąjungos terorizmo situaciją ir jos tendencijas. Remiantis paskutinės ataskaitos duomenimis, terorizmo grėsmė Europos Sąjungoje, lyginant su pastaraisiais metais, yra išaugusi ir tikėtina, tokia išliks artimiausioje ateityje. 2015 metais iš viso buvo užregistruota 211 teroristinių išpuolių bei sulaikyta 1077 su teroristiniais išpuoliais susiję asmenys, kai tuo tarpu 2014 metais sulaikyti buvo 774 asmenys. Daugiausia sulaikytųjų buvo Prancūzijos, Ispanijos bei Didžiosios Britanijos piliečiai [12].

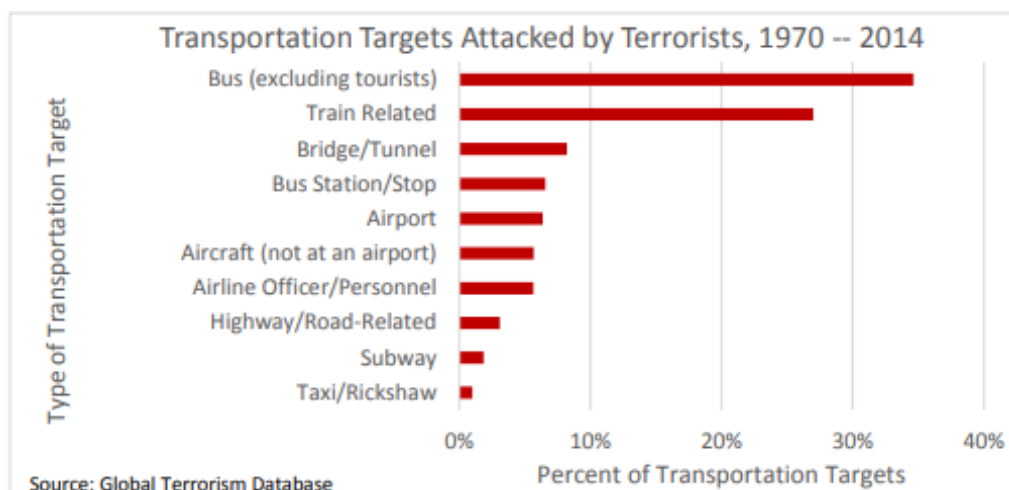
Europos Sąjungos šalys, matydamos prastėjančią situaciją ir siekdamos užkirsti kelią dažnėjantiems teroristiniams išpuoliams, ėmėsi veiksmų. Pagrindiniai iš jų yra šie:

- 1) Europos Sąjungos kriminalinės žvalgybos agentūroje atidarytas Europos Sąjungos kovos su terorizmu centras;
- 2) galimybė šalims narėms per Europolo informacinę sistemą tiesiogiai dalintis ir rasti informacijos apie įtariamuosius, įkalintus asmenis, renginius ar įrangą, susijusią su organizuotu nusikalstamumu ir terorizmu;
- 3) sukurta kovos su terorizmu analizės darbo bylų sistema, suteikianti galimybę operatyviai analizuoti duomenis Europos Sąjungos narėms ir trečioms šalims. Duomenų ir kategorijų skaičius šioje sistemoje yra platesnis nei Europolo informacinėje sistemoje. Dėl šios priežasties duomenų apie užsienio šalių teroristus skaičius žymiai padidėjo;
- 4) sukurta saugaus keitimosi informacija tinklo programa (SIENA) [12], kurios dalis yra skirta specialiai asmenims, dirbantiems kovos su terorizmu centre. Ši programa ženkliai pagreitino informacijos sklaidą, kadangi naudodamos ją šalys gali siųsti naudingus duomenis tiesiogiai Europolui arba kovos su terorizmu centrui.
- 5) sukurta terorizmo finansavimo stebėjimo programa, kurios tikslas – sustiprinti galimybę aptikti teroristinius tinklus, identifikuoti asmenis ir tuos, kas juos finansuoja [12].

1.10. Teroristiniai išpuoliai transporto sektoriuje

Transporto sistemos yra svarbus teroristinių išpuolių taikiny, kadangi tokiose vietose teroristiniai išpuoliai sukelia ne tik ekonominę žalą, bet ir psichologinę visuomenės reakciją dėl didelio skaičiaus nekaltų aukų. Nekontroliuojamas patekimas į viešojo transporto sistemas (metro bei traukinių stotelės) sukelia sunkumų norint tokias vietas apsaugoti [13].

Nuo 1970 iki 2014 metų visame pasaulyje buvo įvykdyta daugiau nei 7400 teroristinių atakų, nukreiptų į transporto sektorių, įskaitant oro uostus ir orlaivius. Šio tipo teroristiniai išpuoliai sudarė iki 5,3 proc. visų teroristinių atakų [13].



8 pav. Pagrindinių teroristinių atakų taikiniai 1970–2014 metais [13]

Kaip matyti iš 8 paveikslėlio, tiriamuoju laikotarpiu daugiausia teroristinių išpuolių buvo įvykdyta viešajame transporto sektoriuje.

Kalbant apie teroristinius išpuolius, galinčius padaryti daugiausia žalos kritinei kelių ir geležinkelių infrastruktūrai, atkreiptinas dėmesys į tai, kad jie gali būti atlikti skirtingais būdais:

- 1) teroristinio išpuolio metu naudojant sprogmenis;
- 2) teroristinio išpuolio metu naudojant konvencinius ginklus;
- 3) teroristinio išpuolio metu naudojant radiacinius, cheminius ir biologinius ginklus;
- 4) teroristinio išpuolio metu naudojant transporto priemones;
- 5) teroristinį išpuolį rengiant įmonėse, kurių sunaikinimas sukeltų tolimesnių transporto infrastruktūros sutrikimų [14].

Teroristiniai išpuoliai yra šių laikų viena didžiausių nacionalinių grėsmių Europos taikai ir saugumui, reikalaujančių imtis kolektyvinių pastangų regioniniuose, nacionaliniuose ir tarptautiniuose lygmenyse.

Jungtinės Tautos yra lyderės kovoje su terorizmu pasaulyje. Tai natūralu, kadangi vienas pagrindinių Jungtinių Tautų uždavinių – tarptautinės taikos ir saugumo užtikrinimas pasaulyje, taikant kolektyvinius veiksmus, nepažeidžiančius tarptautinių įstatymų. Jungtinių Tautų Generalinė Asamblėja 2006 metais priėmė globalią kovos su terorizmu strategiją, kuri yra peržiūrima kas dveji metai. Tai

instrumentas, skirtas padidinti nacionalines, regionines ir tarptautines pastangas kovoti su terorizmu [14].

Kadangi karinė jėga nėra pakankamai stipri viena slopinti terorizmo bangos, būtina pastangas koncentruoti į smurtinio ekstremizmo prevenciją. Strategija taip pat turėtų apimti visuomenės atsparumo teroristiniams išpuoliams ugdymą, tokiu būdu sumažinant vieno svarbiausių teroristinių išpuolių tikslų efektyvumą – visuomenės įbauginimą [15].

Atsparumo didinimo strategija turėtų apimti bendradarbiavimą su žmonėmis, informuojant juos apie dabartines teroristines grėsmes ir mokymą jas atpažinti. Tai būtų galima daryti pasitelkiant naujausias technologijas, tokias kaip mobiliąsias aplikacijas, kuriomis valdžia galėtų siųsti žinutes su perspėjimais apie galimas teroristines grėsmes [15].

1.11. Logistinių kainų identifikavimas ir optimizavimas

Pagrindinė logistikos užduotis – optimizuoti prekių sistemą ir informacijos srautą visoje logistinėje grandinėje. Visi procesai, susiję su prekių ir informacijos srautu, t. y., planavimas, įgyvendinimas ir priežiūra, yra logistikos interesai. Bet kurios užduotys, įvykdytos naudojant visą logistikos sistemą, kainuoja tam tikrą kainą, kuri yra vadinama logistinių išlaidų dalimi. Sudėję visų užduočių kainą, gauname bendras išlaidas, kurios vadinamos logistinėmis išlaidomis [16].

Logistikos valdymas – tai planavimo, integruotumo, koordinavimo ir kontrolės visuma, skirta tam, kad produktas gavėją pasiektų kuo efektyviau išnaudojant procesui skirtas lėšas [16].

Dažnai yra sudėtinga nustatyti tikslų logistinių išlaidų dydį dėl per sudėtingos logistinių išlaidų struktūros. Atsižvelgiant į tai, naudinga optimizuoti visą logistinių išlaidų struktūrą [16].

Optimizacija yra viena iš sistemos analizės veiklų, nukreiptų į kintamųjų išdėstymą, kurių užduotis – gauti labiausiai tinkamus rezultatus tam tikros struktūros ir parametrų sistemoms. Sistemos analizę galima atlikti įvairiais būdais, pavyzdžiui, vertinant dėl kintamųjų skaičiaus ir optimizavimo diapazono, galima išskirti vienos dimensijos analizę (vieno parametro) ir daugialypę analizę (vertinant daugiau nei vieną parametą). Daugialypė analizė papildomai skirstoma į daug kintamųjų turinčią ir daugiamatę analizę (su taip vadinamu konfliktiniu aspektu) [16].

Sisteminis logistikos sąnaudų nustatymas yra labai svarbi logistinės sistemos sprendimo priėmimo proceso dalis. Išsamus logistikos funkcijų ir procesų sąnaudų dydžio bei struktūros apibrėžimas lemia teisingą logistikos efektyvumo skaičiavimą ir tinkamo sistemos tobulinimo būdo parinkimą. Sisteminga logistikos užduočių pajamų ir išlaidų analizė suteikia galimybę pasiekti ne tik didesnę pelną, bet ir vadinamąjį sinergetinį poveikį, kuris atsiranda dėl individualių kompanijų sąveikos, veiklos etapų ir logistikos srityje vykstančių procesų [16].

1.12. Sistemos analizė sprendimo priėmimo procese

Sprendimų priėmimo problema slypi platesnėje sisteminėje analizėje. Pats sistemos terminas, nors ir tiesiogiai susijęs su bendra sistemų teorija, ne visada buvo aiškiai išskiriamas [17].

Atsižvelgiant į tai, kad sistema yra bendrasis modelis, galima teigti, kad analoginių modelių ar struktūrų naudojimas yra metodas, dažniausiai naudojamas moksle bei kognityviniuose procesuose [18]. Mesarovičiaus [19] metode, pagrįstame aksiomomis, bendrosios sistemos yra traktuojamos ir suprantamos kaip bet koks ryšys abstrakčių rinkinių grupėje, turinčioje įvesties ir išvesties parametrus [19]. Ši sistema gali būti apibrėžta kaip viduje suderintas (dėl specifinės funkcijos ir konkrečios struktūros) elementų rinkinys [19].

Kai sprendžiama konkreti logistikos sistemos funkcionavimo problema, reikėtų pažymėti, kad sprendimo būdas yra apibūdinamas kaip analitinė-sintentinė dichotomija (logistinės klasės skirstymas į du priešingus poklasius, kurių vienas yra skirstymo pagrindas), kurioje labiau analizuojama proceso vieta sistemoje. Analizuojamas tiriamasis posistemis ne tik apibūdina egzistuojančius objektus, bet ir loginius ryšius bei asociacijas tarp jų. Sistemos apibrėžime labai svarbu suteikti sistemai funkciją, kadangi savaime pačių elementų rinkinys dar nėra sistema, tačiau vidaus sistemos ryšys egzistuoja. Visos sistemos elementai yra tarpusavyje susiję, jų santykiai ir funkcijos yra tiksliai apibrėžtos [19].

1.13. Sisteminis požiūris į logistikos ir transportavimo išlaidas

Logistikos sistemos sprendimų priėmimo proceso svarba susideda iš sisteminio požiūrio ir išlaidų sudedamųjų dalių atpažinimo. Galima teigti, kad bendrovės išlaidų sudedamųjų dalių ieškojimas ir analizė tuo pačiu yra ir pačios organizacijos veiklos analizė [20].

Atsižvelgiant į koncepciją, sisteminga analizė atskiria tokius etapus kaip identifikavimas, sistemos formulavimas ir galimas pokyčių įgyvendinimas. Vienas iš identifikavimo etapų yra posistemių, jų procesų, hierarchinio struktūrizavimo, komponentų ir sistemos sąveikos atskyrimas [20].

Sisteminis požiūris į organizaciją lemia sisteminių išlaidų, atsirandančių visoje logistikos sistemoje, atpažinimą. Po posistemių nustatymo galima analizuoti jų sudedamųjų dalių funkcionavimo pinigine išraišką, kuri yra labai svarbi finansinės veiklos požiūriu, norint atlikti visos logistinės grandinės apskaitą. Detalus įmonės logistikos funkcijų, procesų įgyvendinimo, sąnaudų bei struktūros apibrėžimas leidžia tinkamai įvertinti logistikos efektyvumą ir būdus, kuriais būtų galima ją pagerinti [20].

Sistemingai analizuojant sąnaudas ir išlaidas, kurios yra patiriamos atliekant tam tikras logistikos užduotis, galima pasiekti ne tik ekonominę naudą, bet ir sinergetinį efektą, kai du ar daugiau atskirai veikiantys logistiniai veiksniai duoda didesnę poveikį [21]. Sisteminiu požiūriu labai svarbu optimizuoti organizacijos veiklą. Dėl šios priežasties rekomenduojama išanalizuoti visos sistemos efektyvumą ir kainą, kadangi bandymai optimizuoti įmonės veiklą, sumažinant išlaidas atskirose funkcinėse srityse, dažnai baigiasi ne taip, kaip buvo tikėtasi. Tai parodo, jog kiekvienas logistikos išlaidų komponentas yra

priklausomas nuo kito komponento pokyčių. Tai reiškia, kad vieno logistikos posistemio sąnaudų sumažinimas gali padidinti kito logistinio komponento sąnaudas. Pavyzdžiui, pakeitus vežėjus į tuos, kurie siūlo žemiausią paslaugos kainą, neretai padidėja sandėliavimo išlaidos, dėl kurių gali padidėti bendros išlaidos. Todėl optimizuojant organizacijos logistikos sistemą, į logistikos sąnaudas rekomenduojama žvelgti per bendrą išlaidų prizmę [20].

Logistinės išlaidos taip pat apima tiesiogines išlaidas, susijusias su sisteminėmis išlaidomis. Tai paslaugų suteikimo sąnaudos, tokios kaip paprastų siuntinių išlaidos, skundų išlaidos, prekių siuntimo išlaidos, ir netinkamai pristatytos prekės išlaidos. Blaiko [20] teigimu, logistikos įmonės išlaidos yra individualių logistinių funkcijų sugeneruotų išlaidų suma. Tai yra išreiškiama Blaiko matematine formule:

$$LC = FMC + PSC + SC + TC + SFC + PPC + IFC + SC + IC, \quad (3)$$

čia LC – logistikos išlaidos; FMC – logistinio srauto valdymo išlaidos; PSC – logistikos planavimo, programos bei gamybos struktūros kaina; SC – sandėliavimo kaina; TC – transporto paslaugų kaina; SFC – tiekiamų medžiagų kaina; IC – nedarbingumo sąnaudos [20].

Dukas, Krausas ir Šultsas [20] yra supaprastinę logistikos sąnaudų pasiskirstymą, išskirdami tris pagrindines logistikos materialines sąnaudas: atsargas, medžiagų sąnaudas ir visų procesų valdymo sąnaudas [20].

Šiuo požiūriu, logistikos sąnaudų pasiskirstymą galima dalinti į išlaidas dėl transportavimo, papildomų procesų išlaidas ir išlaidas, susidariusias dėl patirtų nuostolių.

Yra pripažinta, kad didžiausia logistikos sąnaudų dalis – transporto (transportavimo) išlaidos. Egzistuoja daugybė būdų transporto išlaidoms išskirti, tačiau pats populiariausias yra skirstymas į keturias dalis. Tai – transportavimo išlaidos, vidinės transportavimo išlaidos, išorinės transportavimo išlaidos ir transporto priežiūros išlaidos [20].

Pagrindiniai veiksniai, turintys didelės įtakos susidarančioms transporto išlaidoms, yra transporto rūšies pasirinkimas, pasirenkamo maršruto kokybė, atstumas, krovinio tipas, siuntos dydis. Transporto išlaidos apima visus išteklius, reikalingus vykdyti transporto užduotis įmonėje ir už jos ribų. Taip pat jos apima pasirengimą ir pasiruošimą vykdyti transportavimo užduotis, pavyzdžiui, investicijas į infrastruktūrą, transporto planavimo vykdymą, išorinių transporto paslaugų naudojimą.

Konkrečios transporto išlaidų kategorijos, kurias būtina išskirti, yra:

- 1) transporto priemonių paruošimas, jų parengimas transporto užduotims vykdyti;
- 2) transporto priemonių eksploatacinių sąlygų tikrinimas (eksploatacinės išlaidos, skirtos išlaikyti paruoštą naudoti transporto priemonę);
- 3) tiekėjų išlaidos;
- 4) prastova, susidaranti pakrovimo ir iškrovimo metu (laukimo išlaidos);

- 5) pakrovimo ir iškrovimo operacijų išlaidos (pagalbinio transporto, naudojamo pakrovimui ir iškrovimui, išlaidos);
- 6) tuščio transporto priemonės grįžimo į maršruto pradžios tašką išlaidos;
- 7) priverstinės prastovos, atsirandančios dėl vežimo taisyklių [20].

Praktikoje, tikrasis poveikis susideda iš užsakymų, pristatymų arba priėmimų skaičiaus.

Transporto išlaidos gali būti išreikštos tokia formule:

$$TC = DVC + DWC + MFEC + OC + IC + RMC + LC + OTBC + OTC, \quad (4)$$

čia TC – transporto išlaidos; DVC – transporto priemonių nusidėvėjimas ir transporto priemonių kaina; DWC – vairuotojų atlyginimai ir papildomos transportavimo išlaidos; $MFES$ – medžiagos, degalai ir suvartojamos energijos sąnaudos; OC – biuro išlaikymo išlaidos; IC – draudimo išlaidos; RMC – remonto ir priežiūros išlaidos; LC – nuomos išlaidos; $OTBC$ – kitos nepaminėtos transporto išlaidos (jei tokių nėra – dėmuo panaikinamas); OTC – užsakomojo transporto išlaidos [20].

Tačiau transportavimo išlaidos nėra vien kuro sąnaudos, vairuotojo atlyginimas ir transporto nuvertėjimas. Į transportavimo išlaidas taip pat įeina:

- 1) transporto priemonių pritaikymas vežti krovinius, turinčius specialių transportavimo reikalavimų;
- 2) transporto priemonių remonto išlaidos;
- 3) periodinių patikrinimų išlaidos;
- 4) išlaidos, susijusios su mokesčiais už greitkelius, tiltus, tunelius bei kitais administraciniais mokesčiais;
- 5) natūralių krovinių defektų, kurie gali atsirasti dėl ilgų maršrutų, nelaimingų atsitikimų ar kelių eismo įvykių, išlaidos;
- 6) išlaidos dėl neplanuotų prastovų, kurių sunku arba neįmanoma nuspėti [20].

Atkreiptinas dėmesys į tai, kad būtina išlaikyti vidinių bei išorinių įmonės sąnaudų apskaitą.

1.14. Probleminė situacija ir priimto sprendimo problema

Probleminė situacija yra situacija, apimanti sudėtingumo, neapibrėžtumo, dviprasmybės, informacijos nepakankamumo, konfliktų bei pasirinkimo būtinybės elementus [22]. Sprendimo priėmimo situacija susidaro iš sąmoningo žinių stygiaus, kuris būna išreikštas su problema susijusiais klausimais, į kuriuos yra ieškoma atsakymų tam, kad priimtas sprendimas būtų kuo efektyvesnis. Pavykus sumažinti žinių stygių, susidūrus su ankstesne problema, ji padarys kur kas mažiau žalos, nei prieš sprendimo priėmimo situaciją [22].

Probleminę situaciją išreiškus konkrečiais klausimais, ji tampa problema, kurios tikslas – rasti tinkamus atsakymus į šiuos klausimus ir imtis veiksmų iškilusiai problemai pašalinti [22].

Priimto sprendimo problema gali būti apibrėžta kaip nukrypimas nuo priimtų vykdyti sprendimų, kuriuos įgyvendinus tikimasi pasiekti pageidaujamos situacijos ateityje. Šis nukrypimas turėtų būti

siejamas su dviem atvejais: faktiškai įvykusi nukrypimu ir tikėtiniu nukrypimu ateityje. Pirmuoju atveju, jei nukrypimas laikomas teigiamu, jis turėtų būti išlaikytas, tačiau, jei jis laikomas nepalankiu, turėtų būti pašalintas arba kiek įmanoma labiau sumažintas. Antruoju atveju, jei tikimasi teigiamo nukrypimo, pageidautina sukurti sąlygas, leisiančias šiam nuokrypiui įvykti, tačiau kai tikimasi neigiamo nukrypimo, reikia naudoti visas įmanomas priemones, kad nukrypimas neatsirastų [23].

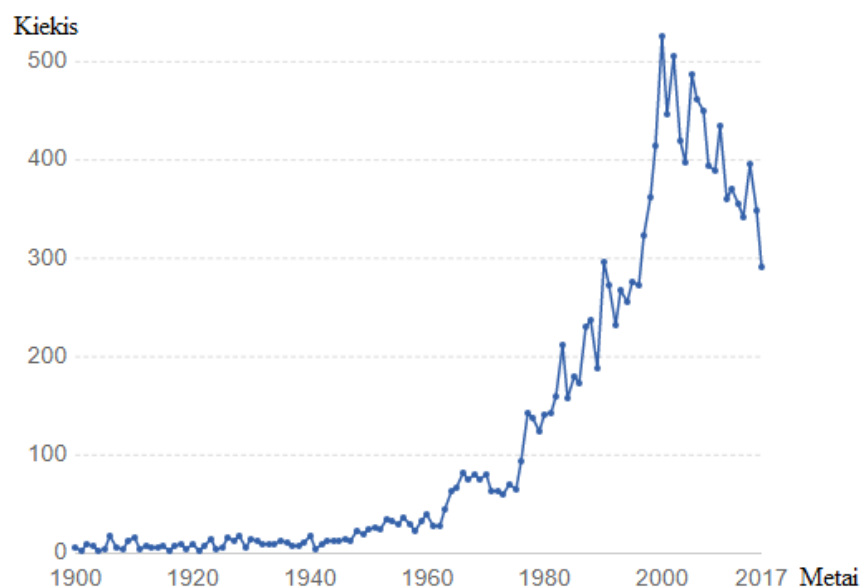
Sprendimo pagrindas yra informacijos, apibūdinančios sprendimo problemą, rinkinys. Todėl norint išspręsti problemą, būtina atpažinti ir įvertinti sprendimo priėmimo procese rastą problemą. Norint tinkamai suformuluoti sprendimo problemą, būtina ją išnagrinėti kuo plačiau. Probleminis objektas, problemos mastas, sudėtingumas, vieta, dažnumas ir svarba tam tikros sistemos veikimui yra pagrindiniai veiksniai, leidžiantys apibrėžti problemą [23].

Apibendrinant, sprendimo priėmimo problema turi būti atpažinta ir įvertinta atsižvelgiant į įvairius aspektus. Vienas iš metodų, kuris gali būti naudojamas sprendimo priėmimo procese, yra daugiakriterinė analizė, kuri gali būti integruota į sprendimų priėmimo sistemą, suprantamą kaip įrankį, skirtą padėti asmeniui, priimančiam sprendimus [24].

1.15. Sprendimo priėmimo procesas, taikomas kariniam transportui esant ekstremalioms situacijoms

Kai kurių veiksnių pasirinkimo neapibrėžtumą lemia tai, kad veiksmai, kuriuos reikia pasirinkti, gali sukelti skirtingas pasekmes. Tokiu atveju sprendimus priimančiam asmeniui nėra tikras, kokių pasekmių turės jo priimtas sprendimas. Šis neapibrėžtumas yra susijęs su dalykais, kurių negalima numatyti ir kurie yra nepriklausomi nuo sprendimus priimančio asmens. Prie nenusėjamų dalykų galima priskirti oro sąlygas, ekonominius pokyčius ir technologinius laimėjimus [25].

Louvaino universiteto atliktos analizės rodo drastišką natūralių veiksnių padidėjimą, dėl kurių, remiantis specialistų hipotezėmis, reikėtų stiprinti humanitarinės pagalbos teikėjų dalyvavimą tokio tipo nelaimėse. Priklausomai nuo tiriamo periodo patartina šią informaciją vertinti kritiškai, ypač analizuojant ilgą laiko tarpą, kadangi anksčiau įvairūs matavimo įrankiai nebuvo tokie tikslūs, kokie yra dabar, ir nėra visiškai aišku, kokie kriterijai (rezultatų dydis) apibrėždavo stichinės nelaimės apibrėžimą (9 pav.) [26].



9 pav. Stichinių nelaimių skaičius 1900–2017 metais [27]

Tačiau tai nekeičia fakto, kad stichinės nelaimės yra nenuspėjamų veiksnių grupėje, kuri yra labai svarbi sprendimo priėmimo procese.

1.16. Veiksniai, turintys įtakos vairuotojo būklei

Vienas svarbiausių transporto sistemos elementų, lemiančių transportavimo ciklo saugumą, yra vairuotojas [28]. Dėl šios priežasties yra svarbu aptarti ir veiksnius, darančius įtaką vairuotojo emocinei būklei ir patį emocijos apibrėžimą.

Emocijos – tai kiekvieno asmens išgyvenamas santykis su juos supančio pasaulio materialiais daiktais ir reiškiniiais, kitomis asmenybėmis ir jų veiksmais, su savo darbu, pačiu savimi ir savo veiksmais [28]. Visos vykdomos veiklos ir jų sėkmingumas sukelia atitinkamas emocijas, o susidare jausmai bei emociniai išgyvenimai turi tiesioginę įtaką jų veiklai ir darbo rezultatams. Atlikti tyrimai rodo, kad geros nuotaikos asmenų darbingumas yra 0,8–4,2 proc. aukštesnis už vidutinį darbingumą, o blogos nuotaikos – net 2,5–18 proc. žemesnis už vidutinį darbingumą [29].

Kalbant apie vairuotojus, jų emocinės įtampos laipsnis kinta nuolatos, priklausomai nuo vairavimo metu susidarančių situacijų ir eismo sąlygų. Yra pastebėta, kad emocinio krūvio pasekmės, net išvengus avarinės situacijos, gali išlikti nuo 5 iki 10 minučių. Šis laiko tarpas yra pavojingas, nes dėl susidariusios emocinės būklės reakcija į kitas avarines situacijas gali būti ne tokia profesionali, kaip vairuotojui esant įprastos emocinės būklės [28].

Yra išskiriamos keturios pagrindinės rūšys priežasčių, dėl kurių vairuojant įvairiose situacijose kyla emocinė įtampa:

- 1) vairuotojo turimos žinios ir įgūdžiai neatitinka reikalavimų, keliamų transporto priemonės vairavimui ar krovinio gabenimui;
- 2) netinkamos vairuotojo profesijai išmokti asmens individualios psichologinės savybės;

- 3) per mažai vairavimo patirties, silpnas paruošimas vairavimo mokykloje (dėl mokytojo neprofesionalumo);
- 4) sveikatos problemos (nervų sistemos sutrikimai) [28].

Visi šie elementai kartu ir atskirai gali tapti sąlyga augti įtampai, arba pagrindinė įtampos priežastis. Įvairių sąlygų kaita gali sumažinti įtampą, tačiau ji visiškai išnyksta tik pašalinus pagrindinę įtampos priežastį [29].

Mokslininkai, tyrę miesto autobusų vairuotojų darbą, kaip vieną pagrindinių įtampos priežasčių išskyrė eismo transporto kamščius, kurie ne tik autobusų vairuotojams, bet ir kitiems eismo dalyviams kelia psichofiziologinę įtampą, kadangi dėl eismo transporto kamščių kaltės autobusai negali laiku nuvežti keleivių, o asmeninių automobilių vairuotojai vėluoja nuvykti ten, kur planavo. Prie kenksmingos vairavimui emocinės situacijos susidarymo neretai prisideda ir keleiviai ar vairuotojų darbdaviai, kurie reikalauja važiuoti kitaip, nei nori vairuotojas [28].

Mokslininkai teigia, kad įtemptas darbas sukelia stresą, o dėl šios priežasties pakinta vairuotojų įprastinis elgesys. Dažna emocinė įtampa lemia veiksmus, kurie gali turėti įtakos pavojingose situacijose. Pavojingiausi yra šie veiksmai:

- 1) judesių sutrikimas: judesiai pasidaro staigūs, nesuderinti, nekoordinuoti arba sukaustyti, dėl šių priežasčių atsiranda tikimybė pasitaikyti nereikalingiems judesiams, galintiems sukelti nelaimę;
- 2) psichinės veiklos sutrikimas, pasireiškiantis dėmesio susilpnėjimu, nesugebėjimu jį paskirstyti ir perkelti. Taip pat psichinės veiklos sutrikimas gali pasireikšti nuolat vykdomų veiksmų sekos užmiršimu, netinkamu situacijos vertinimu [29].

Vis dažniau netinkamą vairuotojų reakciją ir emocinės būklės pablogėjimą sukelia net ir mažas eismo situacijos pasikeitimas. Vairuotojus erzina netinkamai besielgiantys pėstieji, kitų vairuotojų daromos klaidos, šviesoforo signalai. Tai neretai sukelia neadekvatų jautrių vairuotojų atsaką, galintį tapti avarinių situacijų priežastimi [28].

2. DARBO ATLIKIMO METODIKA

Šiame skyriuje aptariamos pervežamos ir pervežimui naudojamos transporto priemonės, kolonos sudėtis ir apsauga, maršrutai, atliekama maršrutų pavojingų atkarpų analizė, vertinimas, palyginimas bei aptariama tokiai analizei naudojama programinė įranga.

2.1. Pervežamų transporto priemonių ir krovinių charakteristikos

Šiame poskyryje aptariamos pervežamų transporto priemonių ir krovinių charakteristikos.

2.1.1. Stryker M1126 ICV (Infantry carrier Vehicle)

Stryker M1126 ICV (Infantry carrier Vehicle) – tai pėstininkų kovos / transportavimo mašina, šarvuota Stryker transporto priemonės versija, kuri užtikrina saugumą vienuolikos asmenų įgulai. Stryker M1126 ICV ne tik užtikrina įgulos saugumą viduje, bet ir vykdant užduotis išsilaipinus, kadangi pėstininkai yra remiami ant transporto priemonės bokštelių esančios ginkluotės. Ši transporto priemonė yra keturiais nuolat varomais ratais, esant poreikiui, galima įjungti likusius du tiltus [30].



10 pav. Stryker M1126 (Infantry carrier vehicle) pėstininkų kovos / transportavimo mašina [30]

Pagrindinės šios transporto priemonės specifikacijos pateikiamos 1 lentelėje.

1 lentelė. Stryker M1126 specifikacija [30]

Ginkluotė	7,62 arba 12,7 mm kulkosvaidis arba 40 mm granatsvaidis
Apsauga	V formos korpusas, standartiniai šarvai prieš lengvuosius ginklus, šarvų apsauga nuo improvizuotų sprogstamųjų užtaisų ir minų
Gamintojas	Jungtinės Amerikos Valstijos
Masė	16470 kg
Maksimalus greitis	Maksimalus greitis asfaltuota dangą – 100 km/h
Įgulos dydis	2 + 9
Išmatavimai	Ilgis – 6,95 m, plotis – 2,72 m, aukštis – 2,64 m

2.1.2. High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle (HMMWV) M1114

High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle (HMMWV) M1114 – šarvuota Humvee visureigių versija, sukurta žvalgybos, patruliavimo ir saugumo užtikrinimo užduotims. Visureigis yra pagamintas amerikiečių kompanijos „Am General“. Šios modifikacijos visureigis yra plačiai naudojamas pėstininkų, batalionų žvalgų būriuose. M1114 yra varomas 6,5 litro dyzeliniu 190 arklio galių varikliu. Pilnai pakrautas visureigis gali įveikti iki 40 laipsnių statumo šlaitus kylant stačiai ir 30 laipsnių statumo šlaitus važiuojant išilgai šlaito [31].



11 pav. High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle (HMMWV) M1114 [31]

Pagrindinės šios transporto priemonės specifikacijos pateikiamos 2 lentelėje.

2 lentelė. HMMW M1114 specifikacija [31]

Ginkluotė	7,62 arba 12,7 mm kulkosvaidis arba 40 mm granatsvaidis
Apsauga	Šarvas, apsaugantis nuo 7,62 mm kalburo ginklų, korpuso prakirtimo ir iki 5,5 kg minos sprogo po transporto priemone
Gamintojas	Jungtinės Amerikos Valstijos
Masė	5 489 kg
Maksimalus greitis	Maksimalus greitis asfaltuota danga – 90 km/h
Įgulos dydis	1 + 3
Išmatavimai	Ilgis – 5,00 m, plotis – 2,55 m, aukštis – 2,93 m

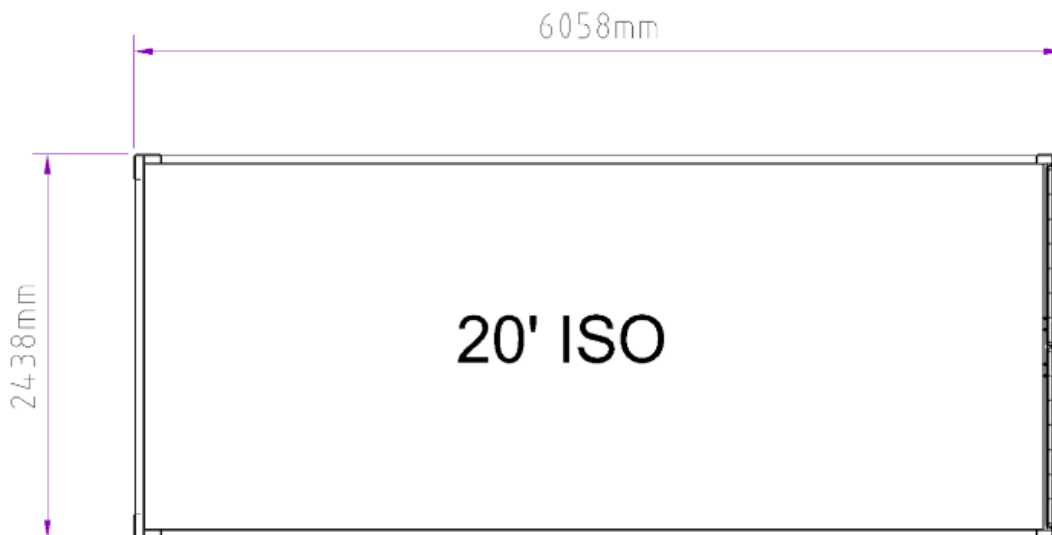
2.1.3. Karinis jūrinis konteineris, skirtas didelių gabaritų kroviniams gabenti

Lietuvos ir NATO narių teritorijoje didelių gabaritų kroviniai yra gabenami jūriniuose konteineriuose (12 pav.).



12 pav. Karinis jūrinis konteineris, skirtas didelių gabaritų kroviniams gabenti [32]

Konteinerio ilgis yra 6,058 m, plotis – 2,438 m, aukštis – 2,591 m (13 pav.) [32].



13 pav. Jūrinio konteinerio išmatavimai [32]

2.2. Transportavimui naudojamos transporto priemonės

Šiame poskyryje aptariamos pervežimui naudojamų transporto priemonių charakteristikos. Transportavimui bus naudojamos dviejų rūšių transporto priemonės – DOLL panther S3E-mil sunkvežimis su žemagrinde priekaba bei sunkvežimis Sisu E13TP, naudojamas jūriniams konteineriams gabenti.

2.2.1. Sunkvežimis su žemagrinde priekaba DOLL panther S3E-mil

14 paveikslėlyje pavaizduotas sunkvežimis su žemagrinde priekaba DOLL panther S3E-mil. Tai civilinėje ir karinėje pramonėje naudojamas sunkvežimis, išsiskiriantis jame įrengta aukštos kokybės individualiųjų ratų pakaba, leidžiančia padidinti transporto priemonės stabilumą, kadangi platforma visada išlieka horizontalioje pozicijoje, nepriklausomai nuo svorio centro pozicijos. Transporto priemonės manevringumą užtikrina 55 laipsnių vairavimo kampas. Šio sunkvežimio priekabos vienos ašies apkrova yra iki 12 tonų. DOLL panther S3E-mil užtikrina stabilų važiavimą sudėtingomis sąlygomis ir žemą sąstato aukštį [33].



14 pav. Sunkvežimis su žemagrinde priekaba DOLL panther S3E-mil [33]

Darbai aktualios sunkvežimio charakteristikos pateikiamos 3 lentelėje.

3 lentelė. Sunkvežimio su žemagrinde priekaba DOLL panther S3E-mil specifikacija [33]

Naudotojas	Naudojamas civilėje ir karinėje pramonėje
Masė	54 500 kg
Vienos ašies apkrova	120 000 N
Maksimali apkrova	360 000 N
Vairavimo kampas	55 laipsniai
Išmatavimai	Ilgis – 16,44 m, plotis – 3 m

2.2.2. Sisu E13TP

Sisu E13TP yra didelio pravažumo taktinis karinis sunkvežimis, sukurtas Suomijoje kaip labai mobili ir apsaugota taktinė transpoto priemonė tarptautinėms taikos palaikymo misijoms ir greitam pajėgų dislokavimui. Šis sunkvežimis yra apsaugotas 4 mm plieno šarvais bei neperšaujamais stiklais (15 pav.) [34].



15 pav. Sunkvežimis SISU, skirtas didelių gabaritų kroviniams gabenti [34]

Darbai aktualios sunkvežimio charakteristikos pateikiamos 4 lentelėje.

4 lentelė. Sunkvežimio SISU E13TP specifikacija [34]

Gamintojas	Suomija
Masė	18 000 kg
Maksimali apkrova	200 000 N
Vairavimo kampas	55 laipsniai
Maksimalus greitis asfaltuota danga	90 km per valandą
Atstumas, kurį transporto priemonė įveikia pilnu kuro baku	900 km
Išmatavimai	Ilgis – 9,5 m, plotis – 2,5 m, aukštis – 2,7 m

2.3. Kolonos apsauga

Lietuvos teritorijoje karinių vienetų judėjimas yra griežtai reglamentuotas. Be apsaugos Lietuvos teritorijoje vienu metu gali judėti ne daugiau nei keturios karinės transporto priemonės. Jei dislokacijos vietą vienu metu keičia daugiau nei keturios transporto priemonės, jų apsauga rūpinasi Lietuvos kariuomenės karo policija.

Vienas iš Lietuvos kariuomenės karo policijos uždavinių – karinio transporto eismo saugumo priežiūra. Šį uždavinį Karo policija įgyvendina, vykdydama ginkluotą transporto kolonos apsaugą.

Taikos metu konvojaus apsaugai Lietuvos kariuomenės karo policija naudoja nešarvuotas ratines transporto priemones, turinčias raudonos ir mėlynos spalvos švyturėlius. Karo policijos pareigūnai turi teisę blokuoti eismą tam, kad sudarytų sąlygas konvojui judėti nesustojant.

Tikėtino pavojaus atveju ar lauko taktikos pratybų metu Lietuvos kariuomenės karo policija naudoja HMMWV M1114 šarvuotus visureigius, kurie yra tokie patys, kaip ir naudojami Jungtinių Amerikos Valstijų karinių vienetų.

Lydinčio personalo ir transporto priemonių skaičius yra parenkamas priklausomai nuo konvojaus dydžio (transporto priemonių skaičiaus) bei transportuojamo objekto svarbos. Minimaliai konvojaus apsaugai skiriami du ekipažai, vienas važiuoja kolonos priekyje, kitas – kolonos gale. Abu ekipažai viso maršruto metu važiuoja su įjungtais švyturėliais. Kai objektas reikalauja ypatingo saugumo, apsaugai skiriami trys Lietuvos karo policijos ekipažai. Vienas ekipažas važiuoja kolonos priekyje, vienas – gale, vienas – iš šono ir, jei reikia, pakeičia galinį arba priekinį ekipažą, blokuoja eismą sankryžose. Kiekvieno ekipažo įgula yra ginkluota.

Kelionės metu transporto priemonių vairuotojai privalo laikytis saugių atstumų. Priklausomai nuo maršruto, greičio bei pavojaus lygio atstumas tarp transporto priemonių dažniausiai svyruoja nuo penkių iki septynių metrų.

2.4. Kolonos sudėtis

Darbe analizuojamas Jungtinių Amerikos Valstijų pėstininkų kuopos dydžio vieneto technikos perdislokavimas.

Įprastai tokio dydžio vienetą sudaro trys būriai, kurių kiekvienas turi po 4 anksčiau aptartas Stryker kovos mašinas ir po vieną HMMWV visureigį. Tad iš viso kuopoje yra 12 Stryker kovos mašinų ir 3 HMMWV visureigiai.

Darbo metu bus analizuojama kolona, sudaryta iš 12 sunkvežimių su žemagrinde priekaba DOLL panther S3E-mil, gabenančių Jungtinių Amerikos Valstijų naudojamas Stryker kovos mašinas, ir 5 Lietuvos kariuomenės naudojamų SISU sunkvežimių, gabenančių tris HMMWV visureigius ir du jūrinius konteinerius. Tarpai tarp transporto priemonių, esančių kolonoje – ne didesni nei 7 metrai.

Nagrinėjamos kolonos ilgiui sužinoti naudojama tokia formulė:

$$KI = SK \times SKI + KS \times KSI + TPS \times TP \quad (5)$$

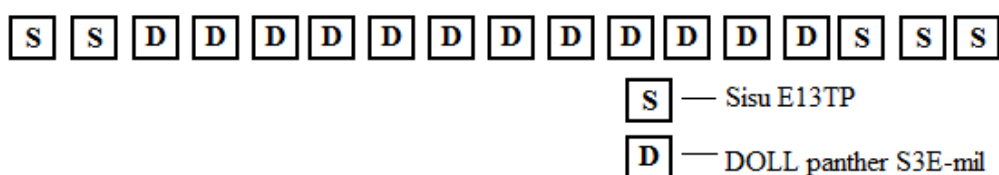
čia KI – kolonos ilgis (m); SK – žemagrindžių sunkvežimių skaičius; SKI – žemagrindžio sunkvežimio ilgis (m); KS – SISU sunkvežimių skaičius; KSI – SISU sunkvežimio ilgis (m); TPS – tarpų tarp transporto priemonių skaičius; TP – tarpo tarp transporto priemonių ilgis (m).

Įstačius į formulę turimus skaičius gauta:

$$356,78 = 12 \times 16,44 + 5 \times 9,5 + 16 \times 7$$

Apskaičiavus kolonos sudėtį ir tarpus tarp transporto priemonių gauta, kad visa kolona yra ne ilgesnė nei 360 metrų.

16 paveikslėlyje pateikiama darbe tiriama kolona.



16 pav. Kolonos sudėtis

2.5. Maršruto parinkimas ir informacija apie maršrutą

Pastarųjų metų geopolitinė padėtis pasaulyje yra įtempta. Vakarų pasaulis taiko sankcijas Rytų pasauliui, kuris į jas atsako netinkamais veiksmais. Dėl to ne tik Europos šalys, bet ir visas pasaulis ypatingą dėmesį skiria savo apsaugai.

Ne išimtis yra ir Lietuva. Reaguojant į kaimyninių šalių veiksmus, keliančius pavojų ne tik Baltijos šalims, bet ir visai Europai, per pastaruosius kelerius metus Lietuvos biudžeto dalis, skiriama krašto apsaugai, ženkliai padidėjo ir 2018 metais perkopė 2 proc. ribą [35].

Esant papildomam finansavimui, atnaujinama ne tik Lietuvos kariuomenės ginkluotė bei technikos parkas, bet ir ženkliai didinamas Lietuvos teritorijoje vykdomų pratybų skaičius bei jų mastas. Visose Lietuvos teritorijoje vykdomose pratybose dalyvauja NATO sąjungininkai, o pratybos vykdomos ne tik poligonuose, bet ir pasienyje.

Po įvykių Ukrainoje pasaulis suprato, kad karo sąvoka keičiasi. Konvencinį karą keičia nekonvencinio karo grėsmės, kurias labiausiai išryškino „žalieji žmogeliukai“, vykde karo veiksmus Ukrainoje. Dėl šios priežasties tapo aišku, kad būti pasiruošus tik konvenciniam karui yra pražūtinga. Šalys turėjo peržiūrėti savo gynybos planus, juos adaptuoti naujoms karo grėsmėms [36].

Kiekvienos šalies pagrindinė užduotis – apsaugoti savo silpniausias gynybos vietas bei nebūti atkirstiems nuo šalių sąjungininkių, siekiant nesudaryti sąlygų prieš didesnei intervencijai.

Lietuvoje viena pavojingiausių tokio tipo gynybos vietų yra pasienio ruožas šalies pietvakariuose. Šis ruožas yra vadinamas Suvalkų koridoriumi [37].

Suvalkų koridorius – tai apie 65 kilometrų ilgio pasienio ruožas, jungiantis Lietuvos Respubliką ir Lenkiją. Strategiškai jis yra vienas svarbiausių ruožų Baltijos šalims, kadangi tai vienintelis sausumos kelias, jungiantis Vakarų Europos šalis su Baltijos šalimis. Priešiškoms pajėgoms perėmus šio ruožo kontrolę, draugiškų pajėgų iš Vakarų šalių patekimas į Baltijos šalis sausumos keliu būtų labai apsunkintas [37].

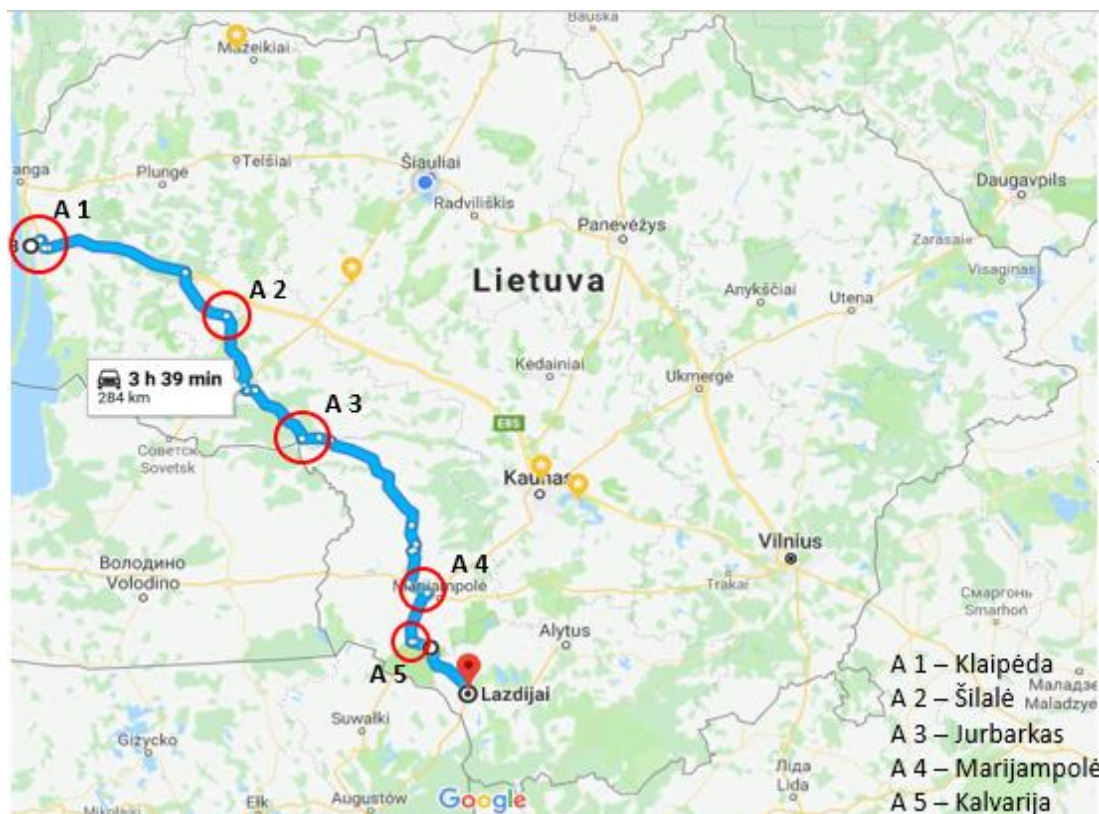
Atsižvelgiant į tai, būtent šiam pasienio ruožui Lietuva skiria labai daug dėmesio. Tikėtina, kad karo atveju sąjungininkų pajėgų sulauktume tik po tam tikro laiko, tad Suvalkų koridoriaus apsaugą šalis turėtų užsitikrinti pati. Tam yra kuriami įvairūs planai, vykdomos pratybos [37].

Taip pat tikėtina, kad dalis sąjungininkų Lietuvos teritoriją pasiektų per Baltijos jūrą. Įvykiams klostantis pagal tokį scenarijų, gali atsirasti poreikis sąjungininkus nugabenti į karščiausius taškus – analizuojamu atveju – iki Suvalkų koridoriaus. Dėl šios priežasties buvo pasirinkti du maršrutai: vienas kuo artimesnis, tačiau ne toks saugus (netoli pasienio), kitas saugesnis, išdėstytas toliau nuo pasienio.

Kaip jau buvo minėta, šiame darbe yra analizuojami du maršrutai – artimesnis ir saugesnis.

Darbe analizuojama situacija, galinti susidaryti atsiradus karinės grėsmės tikimybei ties pietvakarine pasienio dalimi.

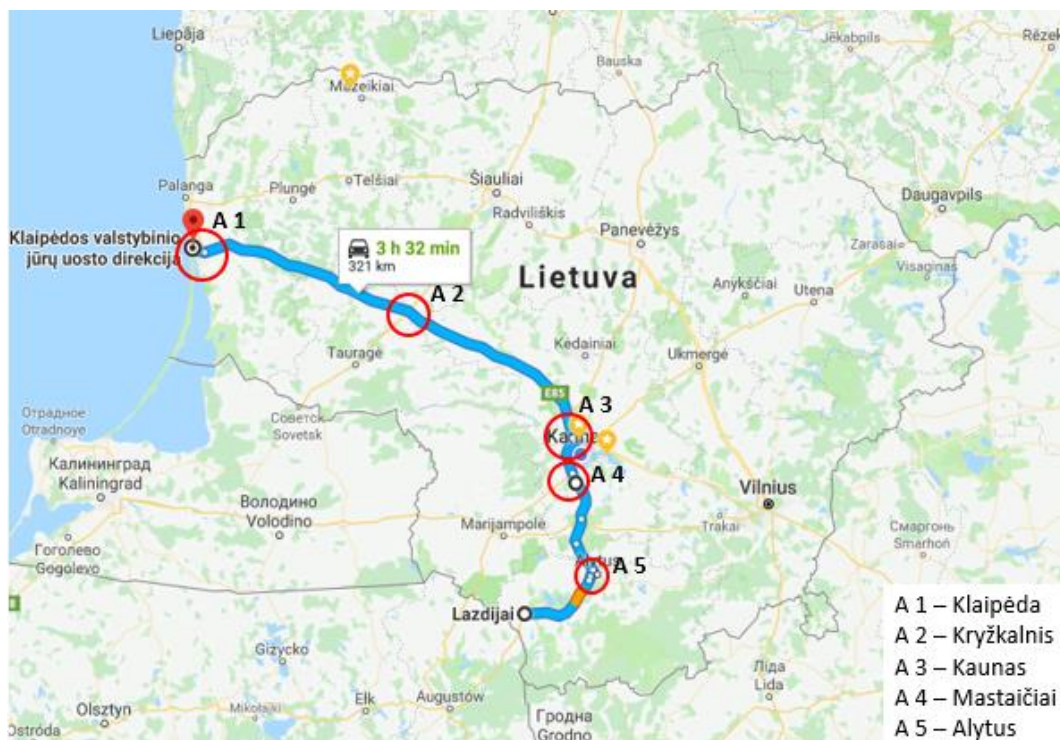
Pirmas maršrutas driekiasi nuo Klaipėdos iki Lazdijų pietvakarine Lietuvos teritorijos dalimi. Maršrutas eina per įvairius miestelius, kuriuose tikėtinos didžiausios prastovos galimybės. Reikia atkreipti dėmesį, kad tokio tipo krovinio gabenimas reikalauja ypatingo saugumo, todėl ypač svarbu, kad susidarančios prastovos neturėtų įtakos krovinio saugumui (prastovos metu tikėtinos pasalos ir kito pobūdžio užpuolimai). Pirmas maršrutas eina per Klaipėdą, Šilalę, Jurbarką, Marijampę ir Kalvariją. Kadangi keliuose, kurie jungia šiuos objektus, prastovų ir intensyvaus eismo, galinčių turėti įtakos krovinio pristatymo laikui ir saugumui, nėra, didžiausias dėmesys tyrimo metu skiriamas būtent patiems miesteliams ir gyvenvietėms.



17 pav. Pirmas maršrutas

17 paveikslėlyje pažymėtos pavojingiausios maršruto atkarpos, kuriose tikėtinos didžiausios spūstys, galinčios sudaryti problemų ne tik laiko, bet ir saugumo atžvilgiu. Tikėtina, kad šiose vietose dėl eismo intensyvumo susidaro didžiausios transporto spūstys, dėl kurių kelionės metu kolona gali sulėtėti ar net visai sustoti.

Antras, alternatyvus maršrutas, driekiasi nuo Klaipėdos iki Lazdijų centrine Lietuvos teritorijos dalimi. Toks maršrutas yra parinktas atsižvelgiant į tai, jog esant karinės grėsmės tikimybei, greita priešišku pajėgų infiltracija iki šalies centrinės dalies yra mažai tikėtina, todėl toks maršrutas yra saugesnis. Šis maršrutas eina per įvairius miestelius, kuriuose tikėtinos didžiausios prastovos galimybės: per Klaipėdą, Kryžkalnį, Kauno vakarinę dalį, Mastaičius, Alytų. Kadangi keliuose, kurie jungia šiuos objektus, prastovų ir intensyvaus eismo, galinčių turėti įtakos krovinio pristatymo laikui ir saugumui, nėra, didžiausias dėmesys tyrimo metu skiriamas būtent patiems miestams ir miesteliams.



18 pav. Antras maršrutas

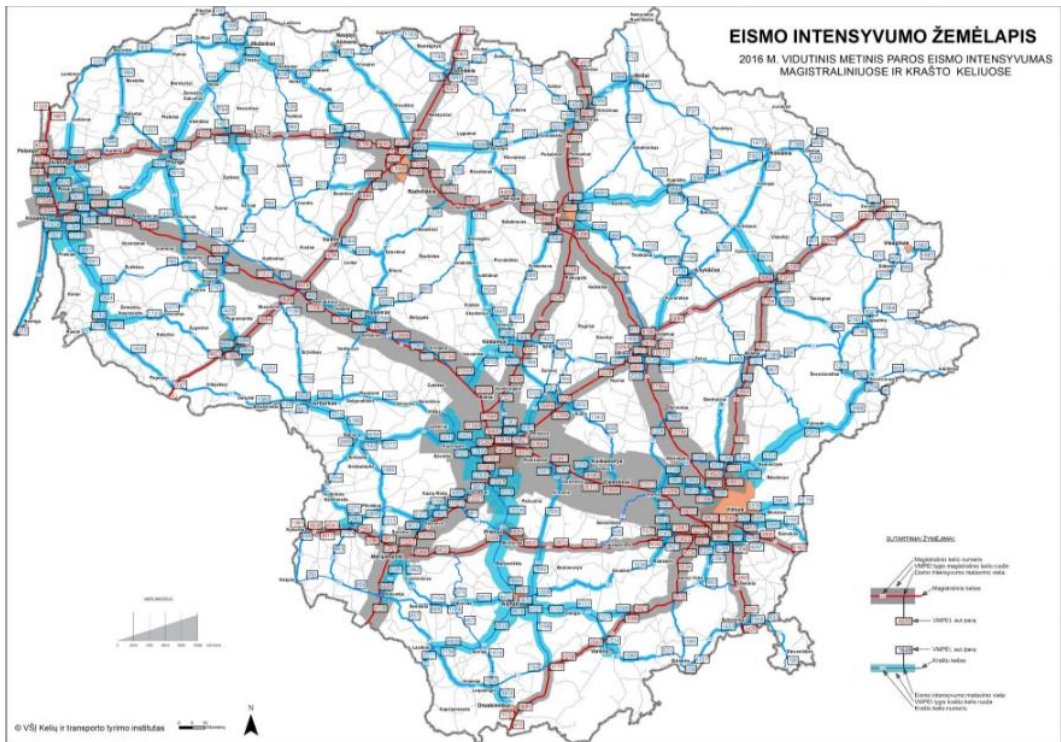
18 paveikslėlyje pažymėtos pavojingiausios maršruto atkarpos, kuriose tikėtinos didžiausios spūstys, galinčios sudaryti problemų ne tik laiko, bet ir saugumo atžvilgiu. Tikėtina, kad šiose vietose dėl eismo intensyvumo susidaro didžiausios transporto spūstys, dėl kurių kelionės metu kolona gali sulėtėti ar net visai sustoti.

2.6. Pavojingų maršrutų atkarpų analizė, vertinimas ir palyginimas

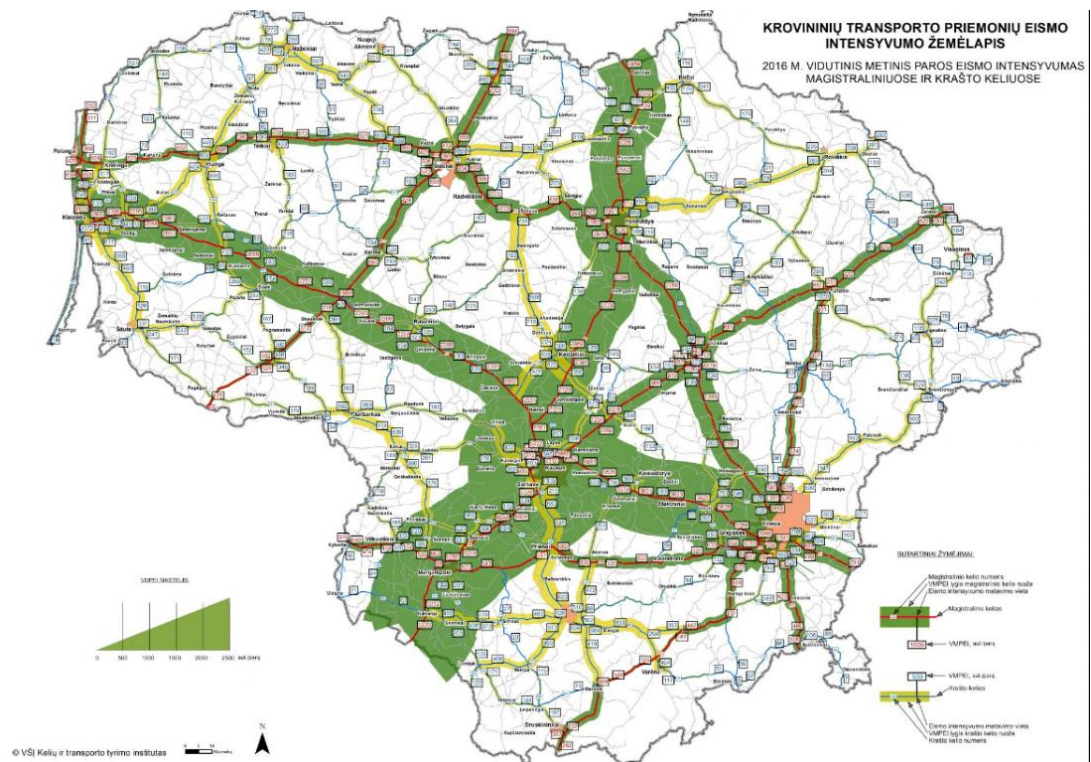
Šiame poskyryje analizuojama maršrutuose esančių kelių apkrova, pavojingų maršrutų atkarpų svarba viso maršruto atžvilgiu ir pavojingų maršrutų atkarpų svarba saugumo atžvilgiu.

2.6.1. Maršrutuose esančių kelių apkrova

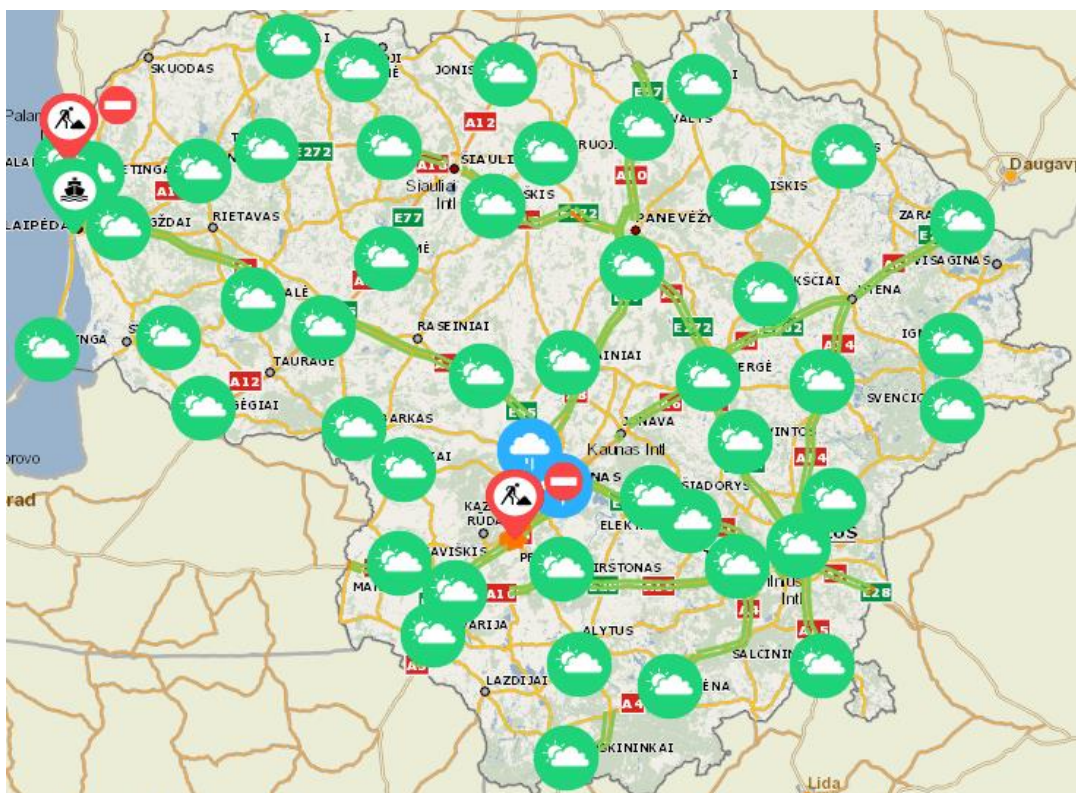
Norint atlikti maršrutų tyrimą, svarbu susisteminti maršrutuose esančių kelių eismo intensyvumo duomenis. Maršrutuose esančių kelių apkrova analizuojama remiantis Lietuvos kelių direkcijos sudarytais eismo intensyvumo žemėlapiais, vidutiniais metiniais paros eismo intensyvumo skaičiavimais, Klaipėdos miesto darnaus judumo planu ir eismo informacijos tinklalapio duomenimis (19, 20, 21, 21 pav.) [38, 39, 40, 41, 42].



19 pav. Eismo intensyvumo žemėlapis [38]



20 pav. Krovinių transporto priemonių eismo intensyvumo žemėlapis [38]



21 pav. Eismo informacijos tinklapis [39]



22 pav. Klaipėdos miesto transporto eismo intensyvumas [40]

5 lentelėje matyti magistralinių ir krašto kelių, per kuriuos driekiasi pirmas maršrutas, lengvųjų automobilių vidutinis metinis paros eismo intensyvumas (VMPEI), vidutinis valandos eismo intensyvumas piko metu bei krovininio transporto vidutinis metinis paros intensyvumas ir vidutinis valandos eismo intensyvumas piko metu [38, 39, 40, 41, 42]. Į vidutinį krovininių automobilių valandos intensyvumą piko metu įskaičiuotos analizuojamą koloną sudarančios transporto priemonės.

5 lentelė. Vidutinis metinis paros intensyvumas ir vidutinis valandos eismo intensyvumas pirmo maršruto atkarpose [38, 39, 40, 41, 42]

Kelio Nr.	Kelio pavadinimas	VMPEI, aut. / parą	Krovininio transporto VMPEI, aut. / parą	Vidutinis valandos intensyvumas piko metu aut. / valandą	Vidutinis valandos intensyvumas piko metu krov. aut. / valandą
2212	Klaipėda–Ginduliai	23 736	1 476	2 975	214
A13	Klaipėda–Liepoja	10 842	701	1 241	124
A1	Vilnius–Kaunas–Klaipėda	18 937	2 895	1 874	341
164	Mažeikiai–Plungė–Tauragė	3 368	364	464	94
147	Tauragė–Pašventys	1 878	234	217	79
141	Kaunas–Jurbarkas–Šilutė–Klaipėda	3 348	307	723	86
137	Pilviškiai–Šakiai–Jurbarkas	2 825	497	273	99
136	Vinčiai–Pilviškiai–Vilkaviškis	2 248	176	241	67
187	Gižai–Pilviškiai	1 513	340	193	89
A7	Marijampolė–Kybartai–Kaliningradas	4 595	560	648	113
A5	Kaunas–Marijampolė–Suvalkai	15 078	5 280	1 812	420
200	Kalvarija–Gražiškiai – Vištytis	622	50	97	13
201	Marijampolė –Kalvarija	4 595	144	613	24
131	Alytus–Simnas–Kalvarija	2 082	443	267	92
134	Leipalingis–Lazdijai–Kalvarija	1 697	141	226	59

6 lentelėje matyti magistralinių ir krašto kelių, per kuriuos driekiasi antras maršrutas, lengvųjų automobilių vidutinis metinis paros eismo intensyvumas (VMPEI), vidutinis valandos eismo intensyvumas piko metu bei krovininio transporto vidutinis metinis paros intensyvumas ir vidutinis valandos eismo intensyvumas piko metu [38, 39, 40, 41, 42]. Į vidutinį krovininių automobilių valandos intensyvumą piko metu įskaičiuotos analizuojamą koloną sudarančios transporto priemonės.

6 lentelė. Vidutinis metinis paros intensyvumas ir vidutinis valandos eismo intensyvumas antro maršruto atkarpose [38, 39, 40, 41, 42]

Kelio Nr.	Kelio pavadinimas	VMPEI, aut./paraž	Krovinio transporto VMPEI, aut. / paraž	Vidutinis valandos intensyvumas piko metu aut. / valandą	Vidutinis valandos intensyvumas piko metu krov. aut. / valandą
2212	Klaipėda–Ginduliai	23 736	1 476	2 975	214
A13	Klaipėda–Liepoja	10 842	701	1 241	124
A1	Vilnius–Kaunas–Klaipėda	18 937	2 895	1 874	341
A5	Kaunas–Marijampolė–Suvalkai	15 078	5 280	1 812	420
130	Kaunas–Prienai–Alytus	9 710	837	1 532	156
131	Alytus–Simnas–Kalvarija	2 082	443	226	92
132	Alytus–Seirijai–Lazdijai	5 255	470	642	132
134	Leipalingis–Lazdijai–Kalvarija	1 697	141	226	59

2.6.2. Pavojingų maršrutų atkarpų svarba viso maršruto atžvilgiu

7 lentelėje matyti kiekvienos pavojingos atkarpos ilgis ir jos sudaroma viso pirmo maršruto procentinė dalis.

7 lentelė. Pavojingų ir tarpinių pirmo maršruto atkarpų išraiška kilometrais ir atkarpos procentinė išraiška viso maršruto atžvilgiu

Atkarpa	Atkarpos ilgis	Procentinė išraiška (lyginant su visu keliu)
A1	13,5 km	4,39 %
Tarp A1 ir A2	68,3 km	22,2 %
A2	1,6 km	0,52 %
Tarp A2 ir A3	60,1 km	19,53 %
A3	2,2 km	0,71 %
Tarp A3 ir A4	95,6 km	31,07 %
A4	22,4 km	7,28 %
Tarp A4 ir A5	10,7 km	3,48 %
A5	4,8 km	1,56 %
Tarp A5 iki Lazdijų m.	28,5 km	9,26 %
Iš viso:	307,7 km	100 %
Iš viso pavojingų atkarpų:	44,5 km	14,46 %

8 lentelėje matyti kiekvienos pavojingos atkarpos ilgis ir jos sudaroma viso antro maršruto procentinė dalis.

8 lentelė. Pavojingų ir tarpinių antro maršruto atkarpų išraiška kilometrais ir atkarpos procentinė išraiška viso maršruto atžvilgiu

Atkarpa	Atkarpos ilgis	Procentinė išraiška (lyginant su visu keliu)
A1	13,5 km	4,20 %
Tarp A1 ir A2	88,8 km	27,72 %
A2	6,9 km	2,21 %
Tarp A2 ir A3	101 km	31,52 %
A3	6,0 km	1,86 %
Tarp A3 ir A4	8,9 km	2,78 %
A4	3,44 km	1,06 %
Tarp A4 ir A5	49,0 km	15,30 %
A5	7,06 km	2,19 %
Tarp A5 iki Lazdijų m.	35,8 km	11,16 %
Iš viso:	320,4 km	100 %
Iš viso pavojingų atkarpų:	36,9 km	11,52 %

9 lentelėje pateikiami gauti abiejų maršrutų duomenys.

9 lentelė. Susisteminti abiejų maršrutų atkarpų ilgio ir procentinės išraiškos duomenys

Pavojinga atkarpa	Atkarpos ilgis 1 maršrute	Atkarpos ilgis 2 maršrute	Procentinė išraiška (lyginant su visu 1 maršrute)	Procentinė išraiška (lyginant su visu 2 maršrute)
A1	13,5 km	13,5 km	4,39 %	4,20 %
Tarp A1 ir A2	68,3 km	88,8 km	22,2 %	27,72 %
A2	1,6 km	6,9 km	0,52 %	2,21 %
Tarp A2 ir A3	60,1 km	101 km	19,53 %	31,52 %
A3	2,2 km	6,0 km	0,71 %	1,86 %
Tarp A3 ir A4	95,6 km	8,9 km	31,07 %	2,78 %
A4	22,4 km	3,44 km	7,28 %	1,06 %
Tarp A4 ir A5	10,7 km	49,0 km	3,48 %	15,30 %
A5	4,8 km	7,06 km	1,56 %	2,19 %
Tarp A5 iki Lazdijų m.	28,5 km	35,8 km	9,26 %	11,16 %

joje yra daugiau nei 5 apvažiavimo keliai. Dėl šios priežasties A1 maršrutų atkarpa apvažiavimo galimybių atžvilgiu įvertinta labai gerai (žr. 11, 12 lenteles). Kaip matyti iš 23 paveikslėlio, A1 maršrutų atkarpoje dominuoja urbanizuota vietovė, tačiau aplink dalį atkarpos yra atvira vietovė. Dėl šios priežasties pavojingos maršrutų atkarpos priedangos prieš atžvilgiu galimybė įvertinta gerai (žr. 11, 12 lenteles).

Tokiu pačiu principu įvertintos visos abiejų maršrutų pavojingos atkarpos.

11 lentelėje analizuojama kiekvienos pavojingos pirmo maršruto atkarpos svarba priedangos ir apvažiavimo galimybių atžvilgiu.

11 lentelė. Pavojingų pirmo maršruto atkarpų svarba saugumo atžvilgiu

Maršruto taškas	Dominuojantis vietovės tipas	Priedangos galimybės	Apvažiavimo galimybės
A1	Urbanizuota vietovė	Gera	Labai gera
A2	Atvira vietovė	Prasta	Gera
A3	Miškinga vietovė	Labai gera	Prasta
A4	Atvira vietovė	Prasta	Gera
A5	Atvira vietovė	Gera	Gera

12 lentelėje analizuojama kiekvienos pavojingos antro maršruto atkarpos svarba priedangos ir apvažiavimo galimybių atžvilgiu.

12 lentelė. Pavojingų antro maršruto atkarpų svarba saugumo atžvilgiu

Maršruto taškas	Dominuojančios vietovės tipas	Priedangos galimybės	Apvažiavimo galimybės
A1	Urbanizuota vietovė	Gera	Labai gera
A2	Atvira vietovė	Prasta	Prasta
A3	Atvira vietovė	Prasta	Prasta
A4	Atvira/urbanizuota vietovė	Prasta	Gera
A5	Urbanizuota vietovė	Labai gera	Gera

Iš 11 lentelės matyti, kad pirmo maršruto A2 ir A4 atkarpose priedangos galimybės prieš atžvilgiu įvertintos prastai, A1 ir A5 atkarpose – gerai, A3 atkarpoje – labai gerai. Iš 13 lentelės matyti, kad antro maršruto A2, A3, A4 atkarpose priedangos galimybės prieš atžvilgiu įvertintos prastai, A1 atkarpoje – gerai ir A5 atkarpoje – labai gerai.

Remiantis šia informacija galima teigti, kad antras maršrutas, vertinant prieš priedangos galimybes, yra saugesnis, kadangi antrame maršrute priedangos galimybės priešui trijose atkarpose yra prastos.

Vertinant apvažiavimo galimybes, iš 11 lentelės matyti, kad pirmo maršruto A3 atkarpa įvertinta kaip turinti prastas, A2, A4 ir A5 – geras, o A1 atkarpa – labai geras apvažiavimo galimybes.

Iš 12 lentelės matyti, kad antro maršruto A2 ir A3 atkarpos įvertintos kaip turinčios prastas, A4 ir A5 atkarpos – turinčios geras ir A1 atkarpa – labai geras apvažiavimo galimybes.

Remiantis šiais duomenimis galima teigti, kad pirmas maršrutas apvažiavimo galimybių atžvilgiu yra saugesnis už antrą maršrutą, kadangi trys pirmo maršruto atkarpos įvertintos turinčios geras, viena atkarpa – turinti labai geras apvažiavimo galimybes.

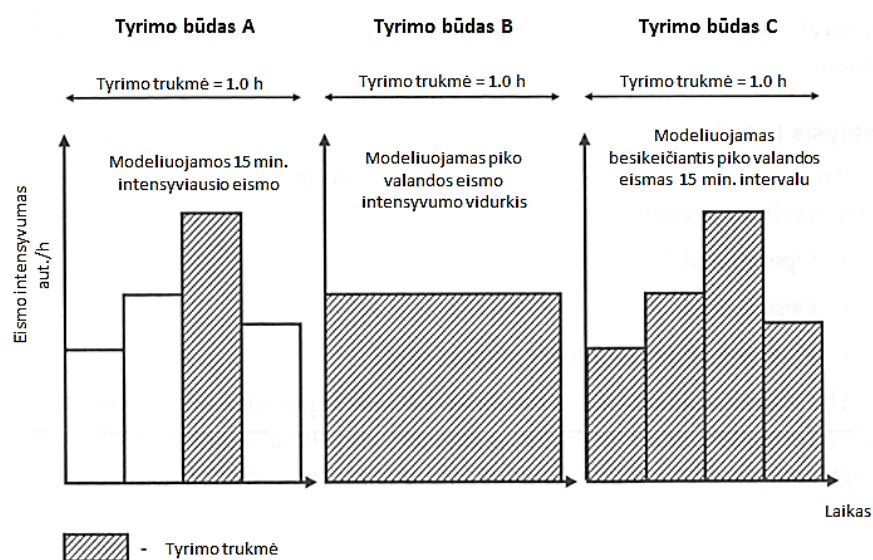
Apibendrinant galima teigti, kad vertinant prieš priedangos galimybes, antras maršrutas yra saugesnis, kadangi priedangos galimybės priešui trijose atkarpose yra prastos. Vertinant apvažiavimo galimybes galima teigti, kad pirmas maršrutas yra saugesnis, kadangi trys atkarpos įvertintos turinčios geras, viena atkarpa – turinti labai geras apvažiavimo galimybes.

2.7. Eismo srautų tyrimui naudojamo metodo ir programinės įrangos aptarimas

Šiame skyriuje aptariami dažniausiai eismo srautų tyrimams naudojami metodai bei eismo srautų tyrimo programos.

2.7.1. Eismo srautų tyrimui naudojami metodai

Norint nustatyti laiką, per kurį kolona įveiks atitinkamą maršruto atkarpą, būtina atlikti eismo srautų tyrimą. Pasaulinėje eismo srautų tyrimo praktikoje yra paplitę trys eismo srautų tyrimo metodai (24 pav.) [43].



24 pav. Eismo srautų tyrimo metodai [43]

Pirmuoju, A metodu, eismo srautai stebimi vieną valandą. Tiriamoji valanda yra išskaidoma į keturias dalis po 15 minučių. Tolimesniam tyrimui yra naudojama ta valandos dalis, kurios metu eismo srautas yra intensyviausias. Dažniausiai šis būdas yra naudojamas norint išanalizuoti blogiausią tiriamos sankryžos ar atkarpos situaciją [43].

Antruoju, B metodu, eismo srautai stebimi vieną valandą. Stebėjimo metu tiriamasis laiko periodas nėra skaidomas. Stebėjimo metu yra skaičiuojamas bendras transporto priemonių srautas per valandą. Šis metodas dažniausiai taikomas tada, kai sankryžos ar kelio atkarpos rodikliai yra tiriami ne piko metu arba kai yra tiriama ne viena sankryža, o kelių sankryžų ar kelių kelio atkarpų tinklas [43].

Trečiuoju, C metodu, kiekvienos krypties eismo srautas yra stebimas vieną valandą ir dalinamas į keturias dalis po 15 minučių. Skirtingai nei A metodo metu, padalinus valandą į keturias dalis, yra tiriamas ne intensyviausias valandos periodas, o visi keturi. Šį metodą tikslinga taikyti, kai norima išsiaiškinti, ar tyrimui pasirinkta valanda yra piko meto [43].

Apibendrinant galima daryti prielaidą, kad šio darbo analizei tinkamiausias yra B metodas, kadangi darbe analizuojama ne viena sankryža, o kelių kelio atkarpų tinklas.

2.7.2. Eismo srautų tyrimo programinė įranga PTV Visum

PTV Visum – išsami ir lanksti programinės įrangos sistema, skirta transporto judėjimo planavimui, maršrutų modeliavimui ir tinklo duomenų valdymui. PTV Visum suteikia galimybę ją pritaikyti visuose žemynuose. Šią programinę įrangą galima naudoti regionų, valstybinio ir nacionalinio lygmens eismo planavimo procesuose. PTV Visum yra suprojektuota multimodalinei analizei. Ši programinė įranga skaičiavimams leidžia į vieną nuoseklų tinklo modelį integruoti visas svarbiausias transporto rūšis, tokias kaip automobiliai, autobusai, krovininiai automobiliai, motociklai, dviračiai, traukiniai, pėstieji [44].

PTV Visum išsiskiria itin lanksčia vizualizacine aplinka, kuri leidžia vartotojui greitai išmokti naudotis ir dirbti su šia programine įranga. Tinklo parinkimas ir redagavimas, objektai geografinėje informacinėje sistemoje yra labai intuityvūs. Tai reiškia, kad visi susieti sankryžų duomenys gali būti modeliuojami vienu metu, to nereikia daryti atskirai [44].

Ši programinė įranga leidžia taikyti įvairias paskirstymo procedūras.

PTV Visum plačiai naudojama transporto eismo inžinierių ir transportavimo planuotojų. Viena iš išskirtinių šios programinės įrangos galimybių – viešojo transporto teikiamų paslaugų planavimas, tvarkaraščių modeliavimas [44].

Tai yra viena populiariausių eismo modeliavimo programų, kurios pagrindinės funkcijos yra pasirinkto tinklo modeliavimas (transporto sistemų, transporto rūšių ir naudotojų klasių modeliavimas), paklausos skaičiavimas, viešojo transporto teikiamų paslaugų planavimas, tvarkaraščių modeliavimas, privataus ir viešojo transporto priskyrimo procedūrų ir operacijų naudojimas ir eismo inžinerija [44].

Dirbant su šia programa galima sužinoti, koks yra pasirinktuose maršrutuose esančių pagrindinių sankryžų ir kelio atkarpų eismo kokybės lygis, prastovos, maršruto įveikimo trukmė [44].

Ši programinė įranga naudoja HCM 2010 tyrimo metodiką [44].

2.7.3. Eismo modeliavimo programinė įranga PTV Vissim

PTV Vissim yra viena pažangiausių programinių įrangų, idealiai tinkanti eismo srautų analizei. Ši programinė įranga yra sukurta padėti virtualiai imituoti pasirinktų kelio atkarpų bei sankryžų esamą situaciją bei ją optimizuoti [45].

Pagrindiniai šios programos privalumai yra galimybė realistiškai pavaizduoti juostos geometriją, tiksliai nurodyti visų tinklo elementų padėtį, detalai imituoti eismo juostų keitimą ir sujungimą, sukurti 2D ir 3D vizualizacijas [45].

Ši programinė įranga yra skirta visų eismo rūšių srautų tyrimui [45]. Dažniausiai ji naudojama modeliuojant vieną sankryžą ar vieną kelio atkarpą.

PTV Vissim gali būti naudojama norint gauti išsamius skaičiavimo rezultatus arba įspūdingas 3D animacijas skirtingiems tiriamo eismo srauto scenarijams. Tai puikus būdas pateikti įtikinamą ir suprantamą informaciją sprendimų priėmėjams ir visuomenei [45].

2.7.4. Eismo srautų modeliavimo programinė įranga Synchro 10

Synchro 10 yra makroskopinės analizės ir optimizavimo programinė įranga. Ši programinė įranga naudoja „Highway Capacity Manual“ [43] 2010 ir 2000 metų leidimų metodologiją [46].

Synchro 10 programinė įranga yra tinkama signalizuotoms, nesignalizuotoms bei žiedinėms sankryžoms analizuoti [46].

Ši programinė įranga yra draugiška vartotojui, tad per kelias dienas vartotojas gali sudaryti norimos situacijos modelį. Dėl šios priežasties Synchro 10 yra viena pagrindinių eismo srautų analizės ir optimizavimo programų [46].

Synchro 10 programinė įranga leidžia kurti 3D vizualizacijas, kurios yra labai realistiškos [46].

Pagrindinės Synchro 10 programinės įrangos dalys yra analizavimo ir optimizavimo, eismo modeliavimo ir trijų dimensijų modeliavimo programos [46].

3. EISMO SRAUTŲ TYRIMAS NAUDOJANT PROGRAMINĘ ĮRANGĄ PTV VISUM

VISUM

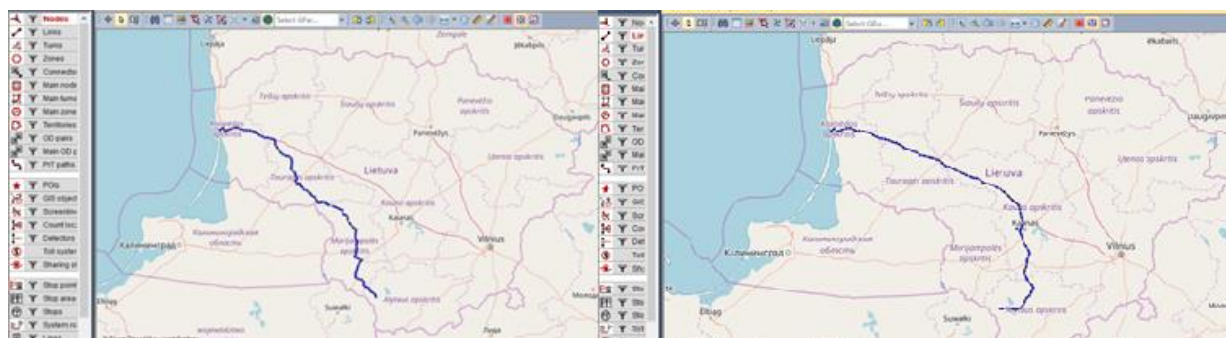
Įvertinus tris eismo srautų tyrimų programas, darbui pasirinkta programinė įranga PTV Visum. Taip buvo nuspręsta todėl, kad PTV Vissim ir Synchro 10 labiau tinkamos taškinės sankryžos (mikromodelio) analizei, o PTV Visum labiau tinkama maršruto atkarpų tyrimui (makromodeliui).

3.1. Mazgų modeliavimui reikalingi duomenys

Abiejų maršrutų pavojingų atkarpų modeliai buvo kuriami naudojant programinę įrangą PTV Visum. Norint sukurti pavojingų atkarpų modelį, programa sumodeliuoti kiekvienoje pavojingoje atkarpoje esantys mazgai. Tai buvo atlikta suvedus antroje darbo dalyje pateiktus duomenis: kiekvienos krypties eismo srautus, krovinio transporto kiekį, leistiną maksimalų greitį, atstumą tarp transporto priemonių ir kt. Suvedus turimus duomenis, programa automatiškai apskaičiuoja, kiek laiko kolona užtrunks pirmame ir antrame maršrutuose.

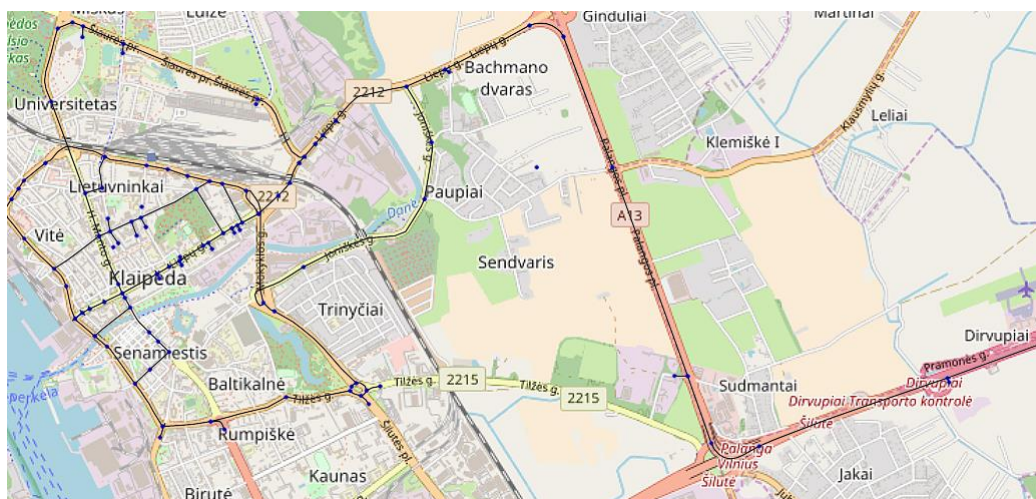
3.2. Modelio kūrimo seka

Visų pirma programoje buvo pažymėti abu analizuojami maršrutai (25 pav.).



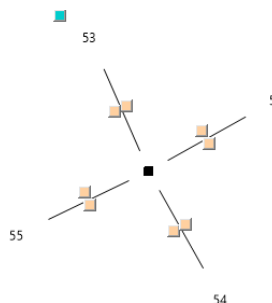
25 pav. Pirmo ir antro maršruto vizualizacija programa PTV Visum

Po to programoje nubrėžti abiejų maršrutų pavojingų atkarpų transporto tinklai. 26 paveikslėlyje matyti A1 pavojingos maršruto atkarpos transporto tinklas, sumodeliuotas PTV Visum programa.



26 pav. A1 maršrutų atkarpos transporto tinklas, sumodeliuotas PTV Visum programa

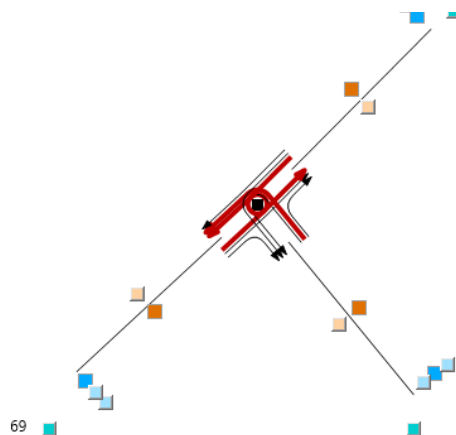
Ties kiekvienu mazgu (node) buvo suvesti mazgų parametrai (kokios transporto priemonės gali jais judėti, greitis, eismo srautas, pralaidumas ir kt.). 27 paveikslėlyje matyti vieno iš A1 pavoingos maršrutų atkarpos mazgo parametrų įvedimas.



Tums: 12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
FromNodeNo	6	6	6	26	26	26	4	4	4	25	25	25
FromLinkNo	52	52	52	53	53	53	55	55	55	54	54	54
FromLink\ToNodeOrientation	NE	NE	NE	NW	NW	NW	SW	SW	SW	SE	SE	SE
ToLinkNo	53	55	54	55	54	52	54	52	53	52	53	55
ToLink\FromNodeOrientation	NW	SW	SE	SW	SE	NE	SE	NE	NW	NE	NW	SW
ToNodeNo	26	4	25	4	25	6	25	6	26	6	26	4
TypeNo	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
TSysSet	C.HW	C.HW	C.HW	C.HW	C.HW	C.HW	C.HW	C.HW	C.HW	C.HW	C.HW	C.HW
CapPrT	200	900	390	200	250	550	900	390	475	140	50	26
tOPrT	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min
VolPCUPrT(AP)												

27 pav. Mazgo parametrų įvedimas

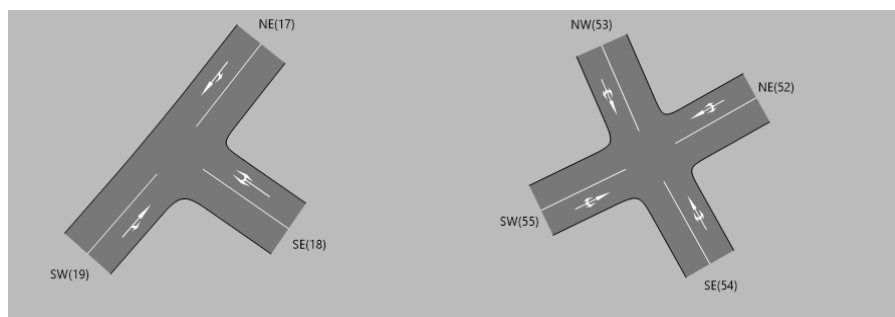
Suvedus turimus parametrus, programos pagalba kiekvienas mazgas modeliuotas nurodant kryptis (posūkius), kuriomis kiekviena juosta gali judėti transporto priemonės (28 pav.).



Tums: 9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FromNodeNo	38	38	38	88	88	88	48	48	48
FromLinkNo	29	29	29	69	69	69	30	30	30
FromLink\ToNodeOrientation	NE	NE	NE	SW	SW	SW	SE	SE	SE
ToLinkNo	69	30	29	30	29	69	29	69	30
ToLink\FromNodeOrientation	SW	SE	NE	SE	NE	SW	NE	SW	SE
ToNodeNo	88	48	38	48	38	88	38	88	48
TypeNo	2	3	4	1	2	4	1	3	4
TSysSet	C.HW	C.HW	C.HW	C.HW	C.HW	C	C.HW	C.HW	C
CapPrT	2500	400	120	600	2500	300	400	200	90
tOPrT	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min	0min
VolPCUPrT(AP)									

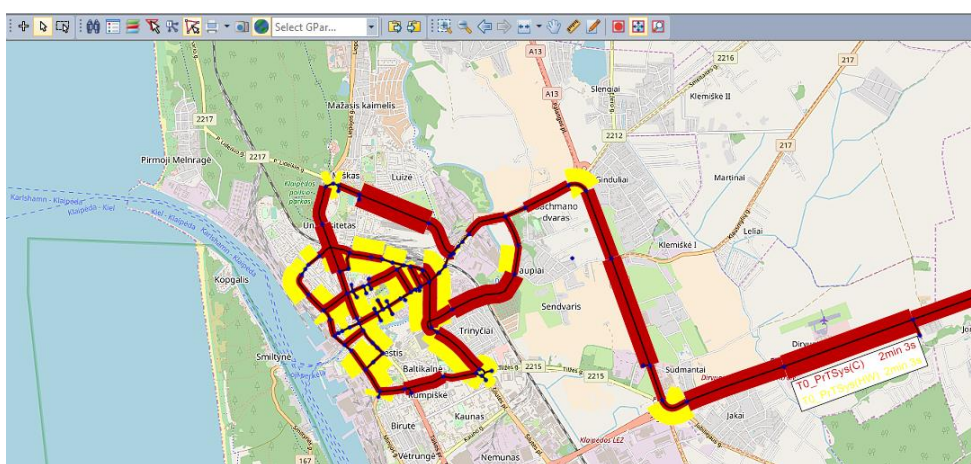
28 pav. Mazgo modeliavimas

Sumodeliavus mazgą, programa gauta mazgo vizualizacija (29 pav.).



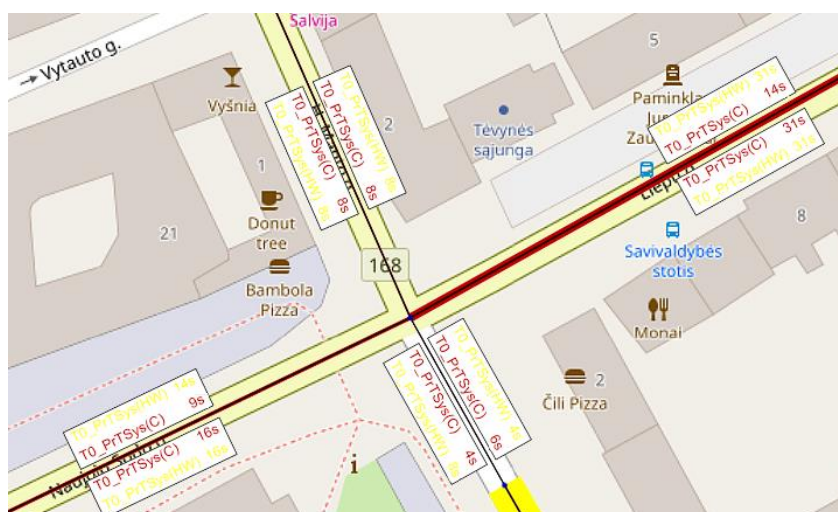
29 pav. Mazgų vizualizacija

Sumodeliavus visus pavojingos maršruto atkarpos mazgus, programa automatiškai apskaičiuo, kiek transporto priemonės užtruks kiekvienoje pavojingos maršruto atkarpoje. Raudona linija pavaizduotas lengvasis transportas, geltona linija – sunkiasvorės transporto priemonės. Kuo platesnė linija, tuo laikas, sugaištamas atkarpoje, yra ilgesnis (30 pav.).



30 pav. Laiko sąnaudų skirtingose atkarpose vizualizacija

Programa PTV Visum suteikia galimybę pamatyti ne tik bendrą, bet ir kiekvienos atkarpos gautą rezultatą (31 pav.).



31 pav. Kiekvienos atkarpos detali laiko sąnaudų vizualizacija

3.3. Sukurtų pavojingų atkarpų modelių rezultatai

13 lentelėje pateikiami rezultatai, PTV Visum programa gauti kiekvienoje pavojingoje pirmo maršruto atkarpoje.

13 lentelė. PTV Visum programine įranga gauti pirmo maršruto rezultatai

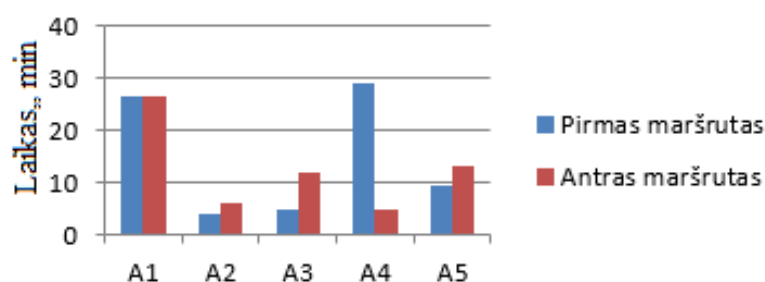
Maršruto atkarpa	Laiko tarpas, reikalingas įveikti maršruto atkarpą (min.)
A1	26,4
A2	4,2
A3	4,8
A4	29,2
A5	9,6
Iš viso:	74,2

14 lentelėje pateikiami rezultatai, gauti kiekvienoje pavojingoje antro maršruto atkarpoje.

14 lentelė. PTV Visum programine įranga gauti antro maršruto rezultatai

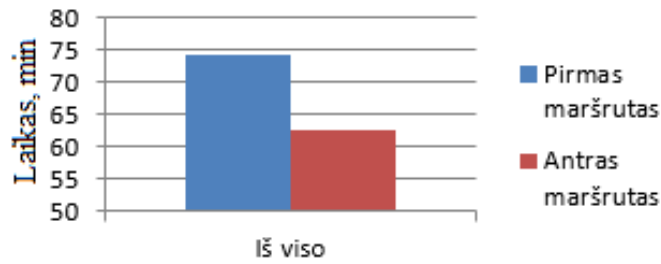
Maršruto atkarpa	Laiko tarpas, reikalingas įveikti maršruto atkarpą (min.)
A1	26,4
A2	6,1
A3	11,8
A4	4,8
A5	13,4
Iš viso:	62,5

32 paveikslėlyje pateikiama diagrama, kurioje matyti tyrimo metu gautų abiejų maršrutų pavojingų atkarpų laiko sąnaudų rezultatų palyginimas.



32 pav. Maršrutų pavojingų atkarpų laiko sąnaudų palyginimas

33 paveikslėlyje pateikiama diagrama, kurioje matyti tyrimo metu gautų abiejų maršrutų laiko sąnaudų rezultatų palyginimas.



33 pav. Maršrutų laiko sąnaudų palyginimas

Palyginus pirmo ir antro maršruto pavojingoms atkarpoms įveikti reikalingo laiko rezultatus, matyti, kad pirmo maršruto pavojingas atkarpa kolona gali įveikti per 74 minutes 12 sekundžių, o antro maršruto – per 62 minutes 30 sekundžių.

Atlikus parinktų maršrutų pavojingų atkarpų tyrimą remiantis laiko sąnaudomis, reikalingomis pavojingoms maršrutų atkarpoms įveikti, galima daryti išvadą, kad antras maršrutas šiuo atžvilgiu yra tinkamesnis, kadangi laikas, reikalingas pavojingiems antro maršruto taškams įveikti, yra trumpesnis (62 minutės 30 sekundžių), o įveikdama pirmame maršrute esančias pavojingas atkarpas kolona užtruktų ilgiau (74 minutes 12 sekundžių).

Išvados

1. Darbo metu parinkti du lyginamieji maršrutai. Pirmasis – pranašesnis atstumo atžvilgiu, nes jo ilgis yra 307,7 km, tačiau dėl arti pasienio esančių kelių pavojingas. Antrasis – ilgesnis nei pirmasis – 320,4 km – tačiau dėl kelių, esančių toliau nuo pasienio, saugesnis.

2. Vertinant prieš priedangos galimybes, antras maršrutas yra saugesnis, kadangi priedangos galimybės priešui trijose atkarpose yra prastos. Vertinant apvažiavimo galimybes nustatyta, kad pirmas maršrutas yra saugesnis, kadangi trys atkarpos įvertintos turinčios geras, viena atkarpa turinti labai geras apvažiavimo galimybes.

3. Pirmo maršruto bendras pavojingų atkarpų ilgis yra 44,5 km, o tai sudaro 14,46 % viso tiriamo maršruto. Tuo tarpu antro maršruto bendras pavojingų atkarpų ilgis yra 36,9 km, o tai sudaro 11,52 % viso tiriamo maršruto. Remiantis šiais duomenimis galima teigti, kad pirmas maršrutas tiek pavojingų atkarpų atstumo, tiek procentine pavojingų maršruto atkarpų viso maršruto atžvilgiu dalimi yra pavojingesnis už antrąjį.

4. Naudojant eismo srautų modeliavimo programinę įrangą PTV Visum, buvo atliktas parinktų maršrutų pavojingų atkarpų tyrimas pagal laiko sąnaudas, reikalingas pavojingų maršrutų atkarpoms įveikti. Nustatyta, kad antras maršrutas laiko sąnaudų atžvilgiu yra tinkamesnis, kadangi laikas, reikalingas pavojingoms antro maršruto atkarpoms įveikti, yra 62 minutės 30 sekundžių, o pirmo maršruto pavojingoms atkarpoms įveikti kolona užtruktų 74 minutes 12 sekundžių.

5. Išanalizavus tyrimui pasirinktas transportavimui reikalingas transporto priemones, krovinius ir maršrutus, atsižvelgiant į transportavimo laiką ir saugumą, nustatyta, kad 360 m kolonos perdislokavimui karo grėsmės atveju maršruto pavojingų atkarpų analizė laiko ir saugumo atžvilgiu yra būtina.

Literatūros sąrašas

1. KENNETH J., Button, HENSHER, David. *Handbook of Transport Systems and Traffic Control: Handbooks in transport Volume 3*. 2-oji laida. JAV: Elsevier Science, 2001. ISBN 0080435955.
2. CHRISTAUSKAS, Julius ir Kęstutis SKERYYS. *Transport infrastructure:Textbook*. Vilnius: Technika, 2005. ISBN 9986058112.
3. Lietuvos Respublikos Seimas. *Saugaus eismo automobilių keliais įstatymas*. Vilnius: Lietuvos Respublikos Seimas, 2000 m. Nr. VIII-2043.
4. JUŠKEVIČIUS, Pranciškus. *Miestų planavimas: mokomoji knyga*. Vilnius: Technika, 2003. ISBN 9986055083.
5. PALIULIS, Gražvydas Mykolas. *Eismo inžinerija: mokomoji knyga*. Vilnius: Technika, 2007. ISBN: 9789955281450.
6. BURINSKIENĖ, Marija ir kt. *Miestotvarka: vadovėlis*. Vilnius: Technika, 2011. ISBN 9786094570360.
7. DOWLING, David REINKE. *Multimodal Level of Service Analysis for Urban Streets. National cooperative highway research program* [interaktyvus]. Washington, D. C., 2008 [žiūrėta 2018-04-11]. ISBN 978-0-309-11742-5. Prieiga per: https://nacto.org/docs/usdg/nchrp_rpt_616_dowling.pdf
8. ZEEGER, John. *Default Values for Highway Capacity and Level of Service Analyses. National cooperative highway research program* [interaktyvus]. Washington, D. C., 2008 [žiūrėta 2018-04-11]. ISBN 978-0-309-09931-8. Prieiga per: http://www.trafficwareuniversity.com/sites/default/files/nchrp_rpt_599_0.pdf
9. SIVILEVIČIUS, Henrikas. *Transporto sistemos elementai (automobilių keliai ir jų statiniai): mokomoji knyga.* Vilnius: Technika, 2012. ISBN 978-609-457-297-5.
10. VASILIAUSKAS, Aidas Vasilis. *Krovinių vežimo technologijos: vadovėlis* [interaktyvus]. Klaipėda: VšĮ Socialinių mokslų kolegija, 2013 [žiūrėta 2018-04-01]. ISBN 978-9986-31-427-1. Prieiga per: http://www.marko.lt/wp-content/uploads/2016/02/2013_Kroviniu_vezimo_tehnologijos-1.pdf
11. *Europos sutartis dėl pavojingų krovinių tarptautinių vežimų keliais (ADR) ir pasirašymo protokolas*. Ženeva, 1957.
12. Europol Law enforcement agency. *European Union Terrorism Situation and trend Report*. Europol, 2017. ISBN 978-92-95200-79-1.
13. NATIONAL CONSORTIUM FOR THE STUDY OF TERRORISM AND RESPONSES TO TERRORISM. *Terrorism in Belgium and Western Europe; Attacks against Transportation Targets; Coordinated Terrorist Attacks* [interaktyvus]. Belgium: National consortium for the study of terrorism and responses to terrorism, 2016 [žiūrėta 2018-01-13]. Prieiga per: http://www.start.umd.edu/pubs/START_BelgiumTransportationCoordinatedAttacks_BackgroundReport_March2016.pdf

14. ONDREJKA, Ron. *Risk Analysis of Transportation Sector*. VUD, 2014.
15. NAD' J, J, KRUPA. *Zabezpeč si vedomosti: terorizmus*. Slovakia, Slovak Security Policy Institute, 2016.
16. MILEWSKI, Robert, T. SMAL. *The use of Multidimensional Comparative Analysis in the Choice of Means of Transport for the Army*: In Proceeding of the 25th ESREL 2015 entitled *Safety and Reliability of Complex Engineered Systems*. London: Taylor and Francis group, 2015. ISBN 9781138028791.
17. KURT, F. *Die Metaphysik des Einen bei Nikolaus von Kues: problemgeschichtliche Stellung und systematische Bedeutung*. German, 1973.
18. BERTALANFFY, Ludwig. *Historia rozwoju i status ogolnej teorii systemow* In: G.J. Klira, *Ogolna teoria systemow*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo Techniczne Publishing House, 1976.
19. MESAROVIČ, Mihajlo. *Cybernetics of Global Change: Human Dimension and Managing of Complexity*. 2017.
20. DUCK, O, Henrik, KRAUSE. *Gospodarka materialowa: praktyczny poradnik*. Warszawa: Alfa – weka Publishing House Ltd, 2001.
21. LIETUVOS KALBOS INSTITUTAS. *Lietuvių kalbos žodynas* [interaktyvus]. Lietuvių kalbos institutas, 2017 [žiūrėta 201803-15]. ISBN 9986-668-98-0. Prieiga per: <http://www.lkz.lt/Visas.asp?zodis=sinergetinis%20efektas&lns=-1&les=-1>
22. BOLESTA-KUKULKA, Krystyna. *Management decision*. Warszawa, PWE publishing house, 2003.
23. FLAKIEWICZ, Wieslaw, Bydgoszcz WAWRZYNIAK. *Zasady i metody podejmowania decyzji kierowniczych*. Warszawa: PWE Publishing House, 1978.
24. KOZIELECKI, Jozef. *Psychologiczna teoria decyzji*. Warszawa: PWE Publishing House, 1977.
25. GRZESIK, Katarzyna. *Decyzje menedzerskie w organizacji*. Wroclaw: Economic University of Wroclaw Publishing House, 2014.
26. UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN–BRUSSELS–BELGIUM. 2016.
27. ROSER, Max, Hannah, RITCHIE. *Natural catastrophes: Empirical View* [interaktyvus]. Our World in Data, 2018 [žiūrėta 2018-01-15]. Prieiga per: <https://ourworldindata.org/natural-catastrophes>
28. ARLAUSKIENĖ, Renata. *Vairuotojo darbo psichologija*. Vilnius: Uab Ciklonas, 2008. ISBN: 9789955880141.
29. LAPĖ, Juvencijus. *Darbo psichologija: vadovėlis aukštųjų mokyklų studentams*. Vilnius: Mokslas, 1980. UDK: 005.32 (075.8).
30. ARMY RECOGNITION. *Stryker M1126 ICV Infantry Carrier armoured vehicle* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2018-04-03]. Prieiga per:

https://www.armyrecognition.com/us_army_wheeled_and_armoured_vehicle_uk/stryker_m1126_icv_infantry_armoured_personnel_carrier_vehicle_technical_data_sheet_specifications.html

31. ARMY RECOGNITION. *M1114 up-armored HMMWV Humvee armament carrier armour kit technical data sheet specifications* [interaktyvus]. 2012 [žiūrėta 2018-04-03]. Prieiga per:

https://www.armyrecognition.com/humvee_hmmwv_variants_light_tactical_vehicle/m1114_up-armored_hmmwv_humvee_armament_carrier_armour_kit_technical_data_sheet_specifications.html

32. CONTAINEX. *Containers and modules* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2018-04-03]. Prieiga per: <http://www.containex.co.uk/en/products/shipping-container>

33. ARMY TECHNOLOGY. *DOLL Panther S3E-Mil* [interaktyvus]. 2014 [žiūrėta 2018-04-04]. Prieiga per: <https://www.army-technology.com/products/doll-panther-s3e-mil/>

34. ARMY TECHNOLOGY. *SISU 8x8 Military Truck* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-04-05]. Prieiga per: <https://www.army-technology.com/projects/sisutruck/>

35. KRAŠTO APSAUGOS MINISTERIJA. *2018 metų asignavimai krašto apsaugai: biudžeto suvestinė* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2018-03-29]. Prieiga per: https://kam.lt/lt/veikla_576/biudzetas_538.html

36. GEOPOLITIKA. *Kas tie „žalieji žmogeliukai“ ir ką su jais daryti* [interaktyvus]. Vilnius: Geopolitinių studijų centras, 2014 [žiūrėta 2018-04-02]. Prieiga per: <http://www.geopolitika.lt/?artc=6716>

37. GRYBAUSKAS, Leonas. *Suvalkų koridorius – vieta, kur gali prasidėti Rusijos karas su NATO* [interaktyvus]. Technologijos.lt, 2015 [žiūrėta 2018-04-11]. Prieiga per: <http://www.technologijos.lt/n/technologijos/karyba/S-51710/straipsnis/Suvalku-koridorius--vieta-kur-gali-prasideti-Rusijos-karas-su-NATO>

38. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos. *Vidutinio metinio paros eismo intensyvumo (VMPEI) žemėlapis* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2018-04-12]. Prieiga per: <http://lakd.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/eismo-intensyvumas/vidutinis-metinis-paros-eismo-intensyvumas-2016-m>

39. *Eismo informacija* [interaktyvus]. 2018 [žiūrėta 2018-04-12]. Prieiga per: <http://eismoinfo.lt/#/>

40. RUMŠAS, Gediminas, Tadas JONAUSKAS ir kt. *Klaipėdos miesto darnaus judumo planas: Esamo judumo situacijos Klaipėdos mieste analizė* [interaktyvus]. Vilnius, 2017 [žiūrėta 2018-04-12]. Prieiga per: <https://www.klaipeda.lt/data/public/uploads/2018/01/iiitomaspdf.pdf>

41. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos. *Vidutinis metinis paros eismo intensyvumas (VMPEI) kiekviename magistraliniame kelyje* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2018-04-12]. Prieiga per:

http://lakd.lrv.lt/uploads/lakd/documents/files/Eismo_intensyvumas/VMPEI2016_magistraliniai.pdf

42. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos. *Vidutinis metinis paros eismo intensyvumas (VMPEI) kiekviename krašto kelyje* [interaktyvus]. 2016 [žiūrėta 2018-04-12]. Prieiga per: http://lakd.lrv.lt/uploads/lakd/documents/files/Eismo_intensyvumas/VMPEI2016_magistraliniai.pdf
43. *Highway Capacity Manual: volume 3, interrupted flow*. 2010.
44. PTV GROUP. *PTV Visum Functions* [interaktyvus]. Vokietija [žiūrėta 2018-01-10]. Prieiga per: <http://vision-traffic.ptvgroup.com/en-uk/products/ptv-visum/functions/>
45. PTV GROUP. *PTV Vissim* [interaktyvus]. JAV [žiūrėta 2018-01-10]. Prieiga per: <http://vision-traffic.ptvgroup.com/en-us/products/ptv-vissim/>
46. TRAFFICWARE. *Synchro 10 plus SimTraffic: Signal Timing and Analysis Software* [interaktyvus]. Texas, 2016 [žiūrėta 2018-04-10]. Prieiga per: <http://www.trafficware.com/synchro.html>