



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

TRANSPORTO INŽINERIJOS FAKULTETAS

AUTOMOBILIŲ TRANSPORTO KATEDRA

Robertas Švarcas

AUTOMOBILIO TECHNINĖS BŪKLĖS ĮTAKOS EISMO ĮVYKIUI TYRIMAS

**RESEARCH OF INFLUENCE OF TECHNICAL CONDITION OF AUTOMOBILES
ON ROAD ACCIDENTS**

Baigiamasis magistro darbas

Transporto inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 62403T104

Automobilių transporto inžinerijos specializacija

Transporto technologijos mokslo kryptis

Vilnius, 2009

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

TRANSPORTO INŽINERIJOS FAKULTETAS

AUTOMOBILIŲ TRANSPORTO KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas


(Parašas)

Saugirdas Pukalskas

(Vardas, pavardė)

2009 05 25
(Data)

Robertas Švarcas

AUTOMOBILIO TECHNINĖS BŪKLĖS ĮTAKOS EISMO ĮVYKIUI TYRIMAS

**RESEARCH OF INFLUENCE OF TECHNICAL CONDITION OF AUTOMOBILES
ON ROAD ACCIDENTS**

Baigiamasis magistro darbas

Transporto inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 62403T104

Automobilių transporto inžinerijos specializacija

Transporto technologijos mokslo kryptis

Vadovas dr. Edgar Sokolovskij
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

 2009-05-04
(Parašas) (Data)

Konsultantė lekt. Angelika Petrėtienė
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

 09-04-21
(Parašas) (Data)

Konsultantas

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2009

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
TRANSPORTO INŽINERIJOS FAKULTETAS
AUTOMOBILIŲ TRANSPORTO KATEDRA

Technikos mokslo sritis

Transporto technologijos mokslo kryptis

Transporto inžinerijos studijų kryptis

Transporto inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 62403T104

Automobilių transporto inžinerijos specializacija

TVIRTINU

Katedros vedėjas



(Parašas)

Saugirdas Pukalskas

(Vardas, pavardė)

2009 05 25

(Data)

BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS

2009-03-24 Nr. 18

Vilnius

Studentui (ei)

Robertui Švarcai

(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema „Automobilių techninės būklės įtakos
eismo įvykiui tyrimas“

patvirtinta 2007 m. gruodžio mėn. 4 d. dekanato potvarkiu Nr. 317ti.

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2009 m. gegužės mėn. 22 d.

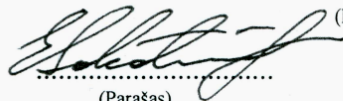
BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

- Įvadas.
1. Automobilio sistemos mechanizmai ir jų dalys, turintys įtakos eismo saugumui.
 2. Automobilio techninės būklės ir gedimų ekspertinė tyrimo reikšmė ir būtinumai.
 3. Transporto priemonių konstrukciniai ypatumai ir būdingi gedimai, turintys įtakos eismo saugumui. Tipinių gedimų ir jų atsiradimo priežasčių klasifikacija.
 4. Ekspertinė metodikos sąvokės, vertinant automobilio gedimus.
 5. Eksperimentinė dalis.
 6. Išvados ir pasiūlymai.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

Angelika Petraitienė

Vadovas



(Parašas)

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

dr. Edgar Sokolovskij

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

Robertas Švarcas

(Parašas)

2009-03-30

(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Transporto inžinerijos fakultetas
Automobilių transporto katedra

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

Magistrantūros studijų **Transporto inžinerijos** programos baigiamasis darbas
Pavadinimas **Automobilio techninės būklės įtakos eismo įvykiui tyrimas**
Autorius **Robertas Švarcas**
Vadovas **dr. Edgar Sokolovskij**

Kalba: lietuvių

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe aptariami transporto priemonių mechanizmų bei sistemų konstrukciniai netobulumai ir techniniai gedimai, kurie gali būti eismo įvykio kilimo priežastis. Apžvelgiamos ekspertinės metodikos savybės tiriant gedimus bei jų atsiradimų būdus. Siekiant nustatyti techninių gedimų įtaką automobilio valdomumui ir stabilumui buvo atliekami eksperimentiniai automobilio judėjimo modeliavimai kompiuterine eismo įvykių atkūrimo programa „PC-Crash 8.0“. Modeliavimų rezultatai pateikiami baigiamojo magistro darbo prieduose. Remiantis atlikta sumodeliuotų automobilio judėjimo trajektorijų analize darbe pateiktos suformuluotos išvados bei pasiūlymai.

Darbą sudaro 6 dalys: įvadas, literatūros apžvalga (teorinė dalis), atliktas tyrimas (eksperimentiniai modeliavimai), išvados ir pasiūlymai, literatūros sąrašas, priedai.

Darbo apimtis – 58 p. teksto be priedų, 27 iliustr., 3 lent., 10 bibliografinių šaltinių. Priedami darbo priedai.

Prasminiai žodžiai

eismo įvykis, modeliavimas, padangos, pakaba, ratai, važiuoklė, skersidė, stabdžiai, stabdžių kontūras, techninis gedimas, valdomumas, vairo mechanizmas.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Transport Engineering
Department of Automobile Transport

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

Master Degree Studies **Transport Engineering** study programme Master's Thesis

Title **Research of influence of technical condition of automobiles on road accidents**

Author **Robertas Švarcas**

Academic supervisor **Dr Edgar Sokolovskij**

Thesis language:
Lithuanian

Annotation

In the master's thesis discusses designed imperfections and technical failures of the vehicles mechanisms and systems, which may be the traffic accident reason. Overview the methodology of expertise in investigating properties of faults and their ways. In order to determine influence of the malfunctions to the control of a car, computer simulations of accidents recovery program "PC-Crash 8.0" was simulated the movement of cars after breakdown. Simulation results are presented in the appendixes of the Master's thesis. On the basis of a model car's path analysis of the work of the formulated conclusions and proposals. In thesis is submitting conclusions and suggestions, which was formulated on the basis of a model car's path analysis.

Structure: introduction, literature review (theoretical part), study (experimental simulation), the conclusions and suggestions, references, appendixes.

Thesis consist of: 58 p. text without appendixes, 27 pictures, 3 tables, 10 bibliographical entries.

Appendixes included.

Keywords

brakes, brake circuit, chassis, controllability, leeway, road accident, simulation, suspension, tires, technical breakdown, the steering mechanism, wheels.

Turinys

Įvadas	10
1. Automobilio sistemos, mechanizmai ir jų dalys, turintys įtakos eismo saugumui	12
1.1. Stabdžiai	13
1.2. Vairo mechanizmas	15
1.3. Ratai ir padangos	16
1.4. Pakaba ir važiuoklė	17
2. Automobilų techninės būklės ir gedimų ekspertinio tyrimo reikšmė bei būtinumas	18
3. Transporto priemonių konstrukciniai ypatumai ir dėsningi gedimai, turintys įtakos eismo saugumui. Tipiškų gedimų ir jų atsiradimo priežasčių klasifikacija	19
3.1. Konstrukcinės ypatybės	19
3.2. Eismo saugumui įtakos turintys gedimai	22
4. Ekspertinės metodikos savybės tiriant automobilių gedimus	27
5. Eksperimentinė dalis	36
5.1. Tyrimų atlikimo metodika	36
5.2. Padangų techninės būklės įtaka automobilio valdomumui ir stabilumui	38
5.3. Ratų skersidės kampo įtaka automobilio valdomumui ir stabilumui	44
5.4. Rato ir jį laikančių konstrukcijų techninės būklės įtaka automobilio valdomumui ir stabilumui	47
5.5. Automobilio valdomumo ir stabilumo pokyčiai atitrūkus užpakalinių ratų ašiai	49
5.6. Automobilio judėjimo ir valdomumo pokyčiai dėl nesandarios stabdžių sistemos sutrikus vienam iš dviejų kontūrų	51
Išvados ir pasiūlymai	55
Literatūra	57
PRIEDAI	59

Paveikslų sąrašas:

1 pav. Transporto priemonių elementų, turinčių įtakos eismo įvykiams, techninių gedimų pasiskirstymas procentais	10
2 pav. Automobilų, perėjusių techninę apžiūrą iš pirmo karto 2008 m., skaičius	13
3 pav. Bekamerės padangos sandara	16
4 pav. Posūkio piršto laisvumo matavimas	17

5 pav. Variklinio stabdžio principinė schema	19
6 pav. Pneumatinės stabdžių sistemos principinė schema	20
7 pav. Autobuso stabdžių sistemos principinė schema	21
8 pav. Sunkvežimių priekinės lingės nustatymas ir tvirtinimas	23
9 pav. Autobuso pakabos su pneumatinėmis lingėmis konstrukcija	24
10 pav. Autobuso pneumatinės lingės mechanizmas.....	25
11 pav. Sutrūkinėjusi padangos guma	38
12 pav. Atsisluoksniavęs nuo karkaso ir atsivėręs padangos gumos lopas.....	38
13 pav. Restauruota padanga.....	39
14 pav. Atsiklijavęs restauruotos padangos protektoriaus sluoksnis.....	39
15 pav. Šoniniame padangos paviršiuje atsiradęs gumbas	40
16 pav. Sumodeliuoti atvejai, kai automobilis neišvažiavo už eismo juostos ribų	41
17 pav. Automobilio judėjimo trajektorija šlapia kelio danga, kai sprogsta užpakalinio kairiojo ir užpakalinio dešiniojo rato padanga	42
18 pav. Automobilio judėjimo trajektorija šlapia kelio danga sprogu užpakalinio dešiniojo rato padangai, kai važiuojama 90 km/h greičiu ir 120 km/h greičiu	42
19 pav. Sumodeliuoti atvejai, kai automobilis neišvažiavo už eismo juostos ribų priklausomai nuo važiavimo greičio bei kelio dangos.....	43
20 pav. Automobilio judėjimo trajektorija šlapia kelio danga sprogu užpakalinio dešiniojo rato padangai, kai automobilis su ABS sistema ir be jos.....	43
21 pav. Rato riedėjimo be skersridės schema	44
22 pav. Rato riedėjimo su skersride schema	45
23 pav. Automobilio judėjimo trajektorija šlapia kelio danga, kai visų ratų maksimalus skersridės kampas 10°	46
24 pav. Automobilio judėjimo trajektorija šlapia kelio danga, kai užpakalinių ratų maksimalus skersridės kampas 8°	46
25 pav. Automobilio su ABS sistema judėjimo trajektorija slidžia kelio danga, kai priekinių ratų maksimalus skersridės kampas 8°	46
26 pav. Sumodeliuoti atvejai, kai automobilis sustabdomas kelio ribose ir savo eismo juostoje	47
27 pav. Automobilio judėjimo trajektorija slidžia kelio danga ir staiga įvykus užpakalinio dešiniojo rato gedimui, kai automobilis su įrengta ABS sistema ir be jos.....	48

28 pav. Sumodeliuoti atvejai, kuomet automobilis sustabdomas pirminės važiavimo krypties eismo juostoje	48
29 pav. Automobilio be ABS sistemos judėjimo trajektorija, kai užstringa priekinis kairysis ir priekinis dešinysis ratas	49
30 pav. Dalinai atitrūkusi automobilio „Ford Escort“ užpakalinė ratų ašis	49
31 pav. Dalinai atitrūkusi užpakalinė ratų ašis	50
32 pav. Sumodeliuoti atvejai, kai automobilis sustabdomas kelio ribose ir savo eismo juostoje	50
33 pav. Automobilio judėjimo trajektorija visiškai atitrūkus užpakalinei ratų ašiai, kai automobilis su įrengta ABS sistema ir be jos	51
34 pav. Sudilęs stabdžių skysčio žarnelės išorinis paviršius	52
35 pav. Stabdžių vamzdelio vieta, į kurią trynėsi žarnelė	52
36 pav. Automobilio su neveikiančiu stabdžių kontūru judėjimo trajektorija, kai pradedama intensyviai stabdyti	53
37 pav. Automobilio su neveikiančiu stabdžių kontūru judėjimo trajektorija, kai vairuotojas stabdymo metu per daug pasuka vairą	54

Lentelių sąrašas:

3.1 lentelė. Pagrindinės gedimų atsiradimo priežastys ir jų aptikimo būdai	25
5.1 lentelė. Automobilių trūkumai atliekant valstybinę techninę apžiūrą	36
5.2 lentelė. Sumodeliuotų atvejų pasiskirstymas	41

Santrumpos

ABS (*angl.* „Anti-lock brake system“) – stabdžių antiblokavimo sistema;

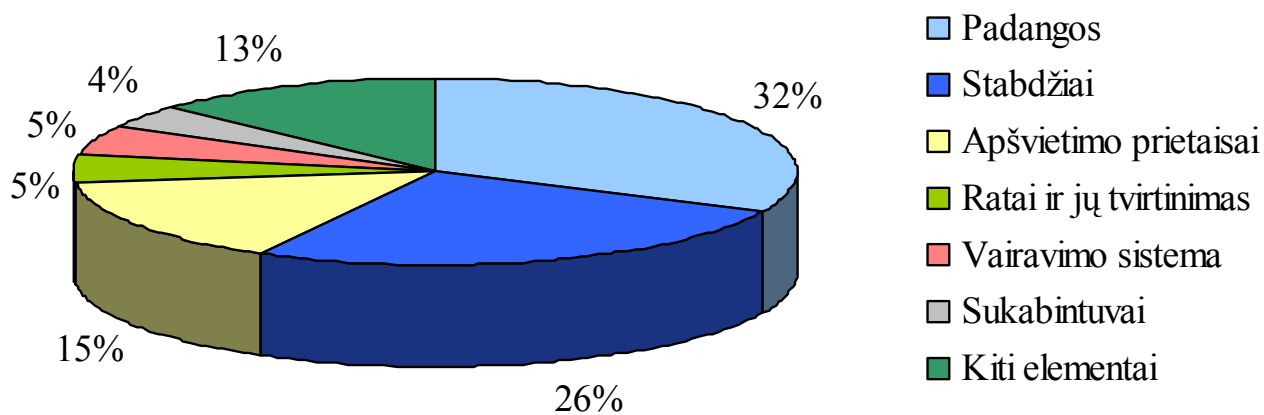
ESP (*vok.* „Electronic Stability Programme“) – elektroninė stabilumo programa;

ECS (*angl.* „Electronic Stability Control“) – elektroninė stabilumo kontrolė.

Ivadas

Nuo to laiko, kai 1885 metais K. F. Bencas užpatentavo pirmąjį benzininį automobilį (gr. *autos* – „pats“, lot. *mobilis* – „judamas“), prasidėjo didžioji automobilizmo era. Automobiliai buvo nuolat tobulinami, buvo siekiama padidinti keleivių vietų skaičių, vežamų krovinių kiekį bei buvo didinamas automobilių išvystomas greitis. Nuolat didėjant automobilių svoriui ir išvystomam greičiui jie tapo didelio pavojaus šaltiniais, kurie gali įgyti pavojingai didelę kinetinę energiją.

Šiame mokslo naujovių ir technologijų amžiuje automobiliai tapo neatsiejama žmonių gyvenimo dalimi. Sparčiai didėjantis automobilių skaičius lemia ir eismo įvykių skaičiaus augimą. Eismo įvykis yra apibrėžiamas kaip įvykis viešose arba privačiose teritorijose, kurio metu, dalyvaujant judančiai transporto priemonei, žuvo ar buvo sužeista žmonių, sugadinta ar apgadinta bent viena transporto priemonė, kroviny, kelias, jo statiniai ar bet koks kitas įvykio vietoje buvęs turtas. Pirmasis pasaulyje eismo įvykis, kuriame dalyvavo automobilis ir kurio metu žuvo žmogus, įvyko 1893 metais Niujorke, Brodvėje. Dažniausia eismo įvykių priežastis – žmonių veiksmai (arba neveikimas). Oficialiais duomenimis [2], išsivysčiusiose šalyse dėl prastos techninės automobilių būklės kyla apie 8 % visų eismo įvykių: 2 % lemia tik automobilio būklė, 4 % – automobilio ir žmogaus sąveika, 1 % – automobilio, žmogaus ir kelio sąveika bei 1 % – automobilio ir kelio sąveika. Trečdalis šių eismo įvykių įvyksta dėl blogos padangų techninės būklės, 26 % – dėl stabdžių sistemos, 15 % – dėl apšvietimo ir šviesos signalizacijos prietaisų gedimų. Kitų elementų įtaka yra kiek mažesnė (1 pav.).



1 pav. Transporto priemonių elementų, turinčių įtakos eismo įvykiams, techninių gedimų pasiskirstymas procentais

2008 m. gruodžio 31 d. Lietuvoje buvo įregistruota daugiau nei 2,106 mln. transporto priemonių, iš jų apie 1,704 mln. lengvieji M1 klasės automobiliai [12]. Vidutinis automobilių amžius yra apie 14 metų (daugiausia yra 1992 m. gamybos lengvųjų automobilių). Kaip yra žinoma, automobilio amžius smarkiai veikia jo patikimumą, taigi 8–15 metų senumo automobilio, pateikiamo

valstybiniai techninei apžiūrai, techninė būklė išlieka nepakitusi apie devynis mėnesius, o vėliau tikimybė, kad ji neatitiks techninių reikalavimų, padidėja apie 1,5 karto [13]. Dėl šių priežasčių realiai dėl techninių automobilių gedimų Lietuvoje įvyksta daugiau nei 8 % visų eismo įvykių. 2008 metais policijos buvo užregistruoti 4 897 eismo įvykiai [14], taigi darytina išvada, kad iš jų dėl techninių gedimų įvyko daugiau nei 391 eismo įvykis (8 %).

1. Automobilio sistemos, mechanizmai ir jų dalys, turintys įtakos eismo saugumui

Techniniai transporto priemonių trūkumai gali turėti ryšį su įvykusiū eismo įvykiu arba jo neturėti. Pirmieji trūkumai savo ruožtu gali būti suskirstomi dar į tris grupes.

Pirmąją susijusių su eismo įvykiu techninių trūkumų grupę sudaro tokie transporto priemonių techninės būklės sutrikimai, kurie nebuvo tiesioginė autoavarijos priežastis, tačiau galėjo prisidėti prie avarinės situacijos susidarymo (galėjo būti eismo įvykio priežastis). Pavyzdžiui, per didelis laisvumas automobilio pakabos elementuose visada neigiamai veikia dinamikos savybes – valdomumą bei stabilumą.

Antrąją grupę sudaro techniniai trūkumai, kurie neabejotinai turėjo įtakos eismo įvykiui, tačiau nebuvo tiesiogine šio įvykio priežastimi t.y. buvo nepagrindine priežastimi.

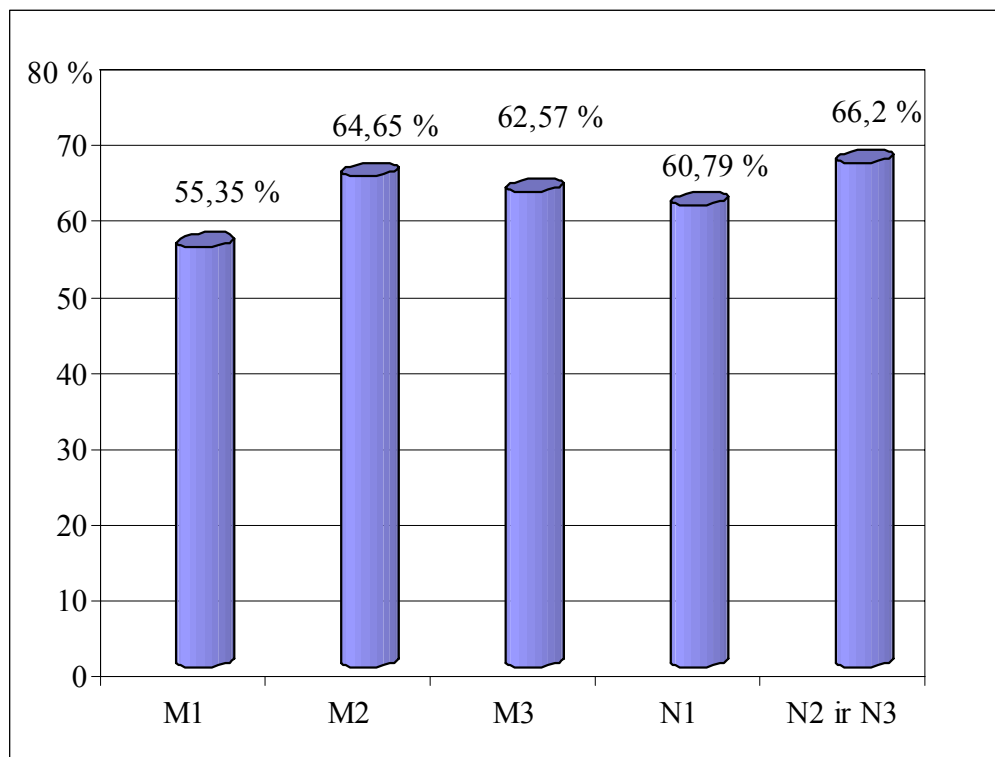
Trečioji grupė – tai tokie techniniai transporto priemonių trūkumai, kurie buvo tiesioginė eismo įvykio priežastis. Prie šios grupės priskiriami akivaizdūs trūkumai, kurie šiuo atveju vadinami gedimais (susprogusi padanga ir pan.).

Pagal tam tikrus kriterijus automobiliai yra skirstomi į tokias kategorijas ir klases [15]:

- Kategorija M – variklio varoma transporto priemonė, turinti ne mažiau kaip keturis ratus ir skirta keleiviams vežti:
 - M1 klasė – transporto priemonė keleiviams vežti, turinti ne daugiau kaip 8 sėdimas vietas keleiviams ir 1 sėdimą vietą vairuotojui (lengvasis automobilis);
 - M2 klasė – transporto priemonė keleiviams vežti, turinti daugiau kaip 8 sėdimas vietas keleiviams ir 1 sėdimą vietą vairuotojui, kurios bendroji masė ne didesnė kaip 5 t (autobusas);
 - M3 klasė – transporto priemonė keleiviams vežti, turinti daugiau kaip 8 sėdimas vietas keleiviams ir 1 sėdimą vietą vairuotojui, kurios bendroji masė didesnė kaip 5 t (autobusas).
- Kategorija N – variklio varoma transporto priemonė, turinti ne mažiau kaip keturis ratus ir skirta kroviniams vežti:
 - N1 klasė – transporto priemonė kroviniams vežti, kurios bendroji masė ne didesnė kaip 3,5 t (krovininis automobilis);
 - N2 klasė – transporto priemonė kroviniams vežti, kurios bendroji masė didesnė kaip 3,5 t, tačiau ne didesnė kaip 12 t (krovininis automobilis);

- N3 klasė – transporto priemonė kroviniams vežti, kurios bendroji masė didesnė kaip 12 t (krovininis automobilis).

Toliau grafiškai vaizduojamas procentinis transporto priemonių skaičius (pagal kategorijas), kurios atitiko techninius reikalavimus atliekant pirmą kartą valstybinę techninę apžiūrą 2008 m. [16].



2 pav. Automobilių, perėjusių techninę apžiūrą iš pirmo karto 2008 m., skaičius

Siekiant sumažinti eismo įvykių skaičių, dėl anksčiau paminėtų priežasčių racionaliausia būtų atlikti vairuotojų elgesio tyrimus ir juos panaudoti avarijoms mažinti. Tačiau išlaikant inžinerinį-techninį požiūrį tyrimo objektu buvo pasirinkta aktualesnė tematika – automobilio techninės būklės įtaka eismo įvykio kilimui. Šiame darbe nagrinėjama tik tų automobilių objektų techninė būklė, kurie gali turėti tiesioginės įtakos eismo įvykio kilimui. Taip pat aptarsime transporto priemonių konstrukcinius netobulumus, kurie gali turėti neigiamą poveikį eismo įvykiams.

1.1. Stabdžiai

Automobilių stabdžių sistema turi bene didžiausią įtaką eismo saugumui. Stabdžiai yra skirti važiuojančių automobilių greičiui sumažinti arba visiškai sustabdyti automobilį. Nuo stabdymo

efektyvumo priklauso pagrindinės automobilių dinaminės savybės ir darbo našumas. Kuo intensyviau galima stabdyti automobilį, tuo didesnis saugus greitis.

Automobilių stabdžių sistema turi turėti darbo bei stovėjimo stabdžius, kai kurių – ir atsarginius [6]. Be to, autobusai, kurių masė 5 t ir daugiau ir krovininiai automobiliai, kurių masė didesnė kaip 12 t, turi turėti pagalbinius stabdžius (stabdį-lėtintuvą).

Stabdžiai klasifikuojami pagal:

- a) paskirtį: darbo, atsarginius, stovėjimo ir pagalbinius;
- b) stabdymo būdus: mechaninius (frikcinius), hidraulinius ir elektrinius;
- c) mechanizmo tipą: būgninius, diskinius ir juostinius;
- d) stabdžių pavaros tipą: stabdžius su mechanine, hidrauline, pneumatine, elektrine ir mišria pavana;
- e) mechanizmų išdėstymą: ratų ir transmisinius stabdžius;
- f) tai kuo valdomi: rankinius, kojinius ir inercinius.

Darbo stabdys yra skirtas važiuojančiam automobiliui stabdyti pageidaujamu intensyvumu. Beveik visais atvejais šie stabdžiai valdomi pedalais.

Atsarginis stabdys skirtas važiuojančiam automobiliui stabdyti, sugedus darbo stabdžiui. Jo stabdymo efektyvumas yra mažesnis už darbo stabdžio efektyvumą. Jeigu transporto priemonė neturi atsarginio stabdžio, jo funkcijas gali atlikti darbo stabdžio dalis (pavyzdžiui, tam tikru kontūru valdomi priekinių arba užpakalinių ratų stabdžiai) arba stovėjimo stabdys.

Stovėjimo stabdys skirtas laikyti vietoje stovintį automobilį, kad neriedėtų. Dažniausiai valdomas yra rankine svirtimi.

Ratų stabdžių mechanizmuose dažniausiai pasitaiko tokių gedimų: sudyla trinkelų antdėklai, būgnai ar diskai, padidėja tarpelis tarp trinkelų ir būgnų, trinkelės susitepaluoja, o kartais užsikerta. Dažnai pasitaikantis gedimas – būgnų kaitimas.

Po tam tikro laiko išsitampo stovėjimo stabdžių pavaros trosai. Jie gali ir užsikirsti.

Hidraulinėje stabdžių pavaroje būna tokių gedimų: atsiranda įvairių nesandarumų, ypač ratų cilindriukuose, sumažėja stabdžių skysčio pagrindiniame cilindre, kai kurių automobilių padidėja laisvoji pedalo eiga. Kai hidraulinė sistema nesandari ir yra per mažai skysčio pagrindiniame cilindre, į ją gali patekti oro. Tokiu atveju ratai pradeda stoti tik kelis kartus nuspaudus pedalą.

Pneumatinėje pavaroje sugenda kompresorius, pasikeičia jo dirželio įtempimas, atsiranda nesandarumų, dėl ko sumažėja oro slėgis. Sugedus stabdžiams padidėja stabdymo kelias ir stabdomą automobilį gali pradėti vilkti į šoną.

Pedalo laisvoji eiga gali padidėti sudilus trinkelį andėklams, išsiregulius tarpeliui tarp jų ir diskų (būgnų) bei atsiradus gedimams pagrindiniame stabdžių cilindre.

Sugedus stabdžių stiprintuvui tampa sunku spausti pedalą.

Apytikriai apie stabdžių būklę galima spręsti pagal stabdymo kelią. Važiuojant 30 km/h greičiu sausu asfaltu ir staiga stabdant, lengvųjų automobilių stabdymo kelias neturi būti ilgesnis kaip 7-8 metrai, o sunkvežimių, kurių masė didesnė negu 8 tonos – 8,5-11 metrų. Be to, visi ratai turi sustoti kartu.

Kairiojo ir dešiniojo ratų stabdymo jėgų netolygumas turi būti ne didesnis kaip 30 %. Tikrinant stovėjimo stabdį, šis netolygumas neturi viršyti 70 %. Stabdymo efektyvumas stabdant darbinio stabdžiu lengvųjų automobilių turi būti >50 %, o autobusų ir sunkvežimių >45 %. Stabdant stovėjimo stabdžiu, visų automobilių stabdymo efektyvumas turi būti >15 %, o transporto priemonių, pagamintų iki 1994 m. sausio 1 d. darbinių stabdžių stabdymo efektyvumas turi būti >40 %.

Stabdant turi būti kuo trumpesnis stabdymo kelias arba kuo didžiausias pastovus lėtėjimas. Stabdymo metu automobilis turi neprarasti pusiausvyros ir būti vairuojamas. Stabdymo savybės turi nesikeisti, kai stabdoma daug kartų. Laikas nuo pedalo paspaudimo iki stabdymo pradžios turi būti minimalus, o pedalo spaudimo jėga turi būti nedidelė (500-700 N) ir proporcinga stabdymo intensyvumui. Stabdžio pedalo eiga turi būti 80-180 mm. Visi stabdžių sistemos elementai turi būti patikimi.

1.2 Vairo mechanizmas

Vairo mechanizmas turi didelę įtaką eismo saugumui. Dėl vairo mechanizmo gedimų padidėja vairo rato laisvumas.

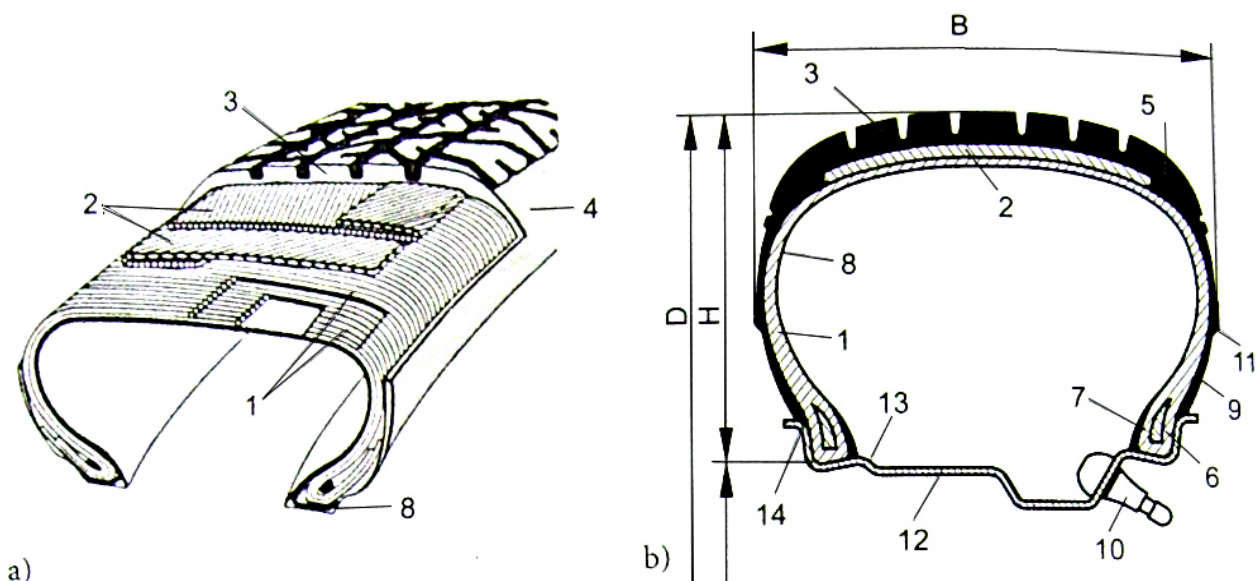
Sudilę vairo traukių šarnyrai pradeda klibėti, ir dėl to važiuoti yra labai pavojinga. Sudilus vairo mechanizmo darbinei porai ir jos guoliams padidėja vairo rato laisvumas, o ypač – važiuojant per nelygumus. Vairas sunkiai sukiojasi, kai užsikerta šerdesai arba vairo mechanizmas. Automobilį traukia į šoną, kai sulenkiamos vairo traukės. Vairo stiprintuvas neveikia arba veikia blogai, kai yra laisvas siurblio dirželis, sumažėja alyvos lygis bakelyje, užsiteršia filtras arba į sistemą pakliūva oro.

Bendroji vairo techninė būklė įvertinama matuojant vairaračio laisvumą ir jėgą, kuria reikia jį pasukti. Automobilių vairaračio laisvumas neturėtų būti pastebimai padidėjęs. Pasukimo jėga neturi viršyti reglamentuojamos reikšmės.

Vairo traukių šarnyrai neturi klibėti. Kai kurių automobilių klibančius šarnyrus galima paveržti. Kitų reikia keisti sprautukus, pirštus, o naujausių – visą šarnyrinį mazgą arba net traukes.

1.3. Ratai ir padangos

Ratai palaiko visą automobilio masę, sukibdami su keliu, išvysto traukos jėgą, švelnina smūgius, gaunamus dėl kelio nelygumų. Ratų konstrukcija turi įtakos automobilių traukai, pravažumui, judėjimo tolygumui bei ekonomiškumui. Ratas yra sudarytas iš padangos, ratlankio, disko ir stebulės (3 pav.).



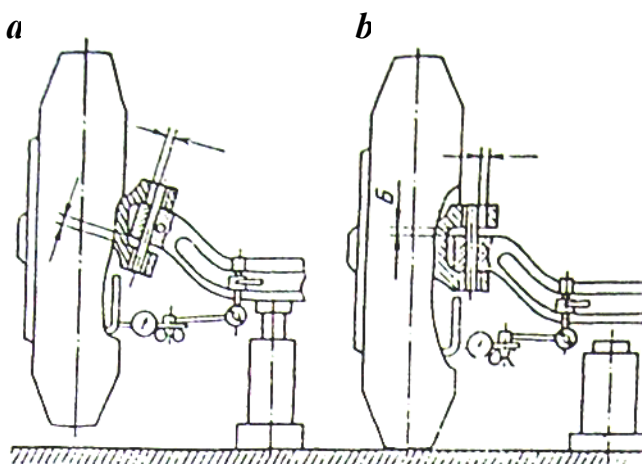
3 pav. Bekamerės padangos sandara:

a – karkaso ir brekerio įtaisymas; b – skersinis pjūvis; 1 – karkasas; 2 – brekerio juostos; 3 ir 5 – protektorius; 4 ir 9 – šonai; 6 – bortas; 7 – žiedas; 8 – hermetizuojantysis sluoksnis; 10 – ventilis; 11 – apsauginė briauna; 12 – ratlankis; 13 – ratlankio iškilimas; 14 – ratlankio kraštas

Ekspluatuojamos padangos turi būti periodiškai apžiūrimos, patikrinamas oro slėgis, pašalinami į protektorių įstrigę aštrūs daiktai, patikrinamas tarpas tarp sudvigubintų sunkvežimio padangų, apžiūrimas ventilis ir ratlankiai.

Slėgis padangose priklauso nuo automobilio modelio ir padangų tipo. Lengvųjų automobilių padangų slėgis dažniausiai būna apie 0,2 MPa, nors, pavyzdžiui, kai kurių „Opel Vectra“ modelių siekia iki 0,3 MPa. Sunkvežimių „Renault-G280“ slėgis padangose svyruoja nuo 0,45 iki 0,73 MPa, o „KamAZ“ priekinių ratų – 0,68-0,73 MPa, užpakalinių – 0,43 MPa. Lengvųjų automobilių slėgio viršnormis turi būti nedidesnis kaip $\pm 0,01$ MPa, o sunkvežimių – $\pm 0,02$ MPa. Kai slėgis yra per mažas nuolat, daugiau dyla padangos kraštai, o kai per didelis – centrinė dalis. Slėgis matuojamas manometrais.

Ar nesudilęs rato šerdesas, paprasčiausiai galima patikrinti pajudinant skersine kryptimi pakeltą automobilio ratą. Tiksliau tai atliekama naudojantis specialiu indikaciniu prietaisu (4 pav.).



4 pav. Posūkio piršto laisvumo matavimas:
a – ratas pakeltas, b – ratas nuleistas

Indikatorius atremiamas į ratą iš vidinės pusės. Jeigu laisvumas per didelis, kai kurių automobilių šerdesus galima reguliuoti tarp ašies sijos ir posūkio kumštelio dedant tarpiklius. Kitais atvejais detalės pakeičiamos.

Esant tvarkingam šerdesui, turi būti patikrinti stebulių guoliai. Sukant pakeltą ratą, jis turi laisvai suktis (jei neličia stabdžių trinkelės). Be to, ratas turi nejudėti skersine kryptimi. Guoliai paveržiami reguliavimo veržle. Nuvažiavus 10 km, reikia patikrinti, ar nekaista. Daugeliui lengvųjų automobilių yra nurodyti guolių paveržimo sukimo momentai. Užveržus atsuktuvu judinama poveržlė dar turi truputį judėti.

1.4. Pakaba ir važiuoklė

Pakaba jungia automobilio rėmą su ratais, sušvelnina smūgius, gaunamus dėl kelio nelygumų ir slopina kėbulo švytavimus, tokiu būdu didinamas eismo saugumas bei važiavimo komfortas. Pakabą sudaro elastingi elementai (lingės, spyruoklės, torsionai, suslėgto oro balionai).

Nusilpus spyruoklėms arba lingėms kėbulas truputį nusileidžia žemyn. Lingės ir spyruoklės dažniausiai pakeičiamos. Kartais išsitiesinę lingių lakštai yra atnaujinami, t. y. yra atkurama forma. Pirmiausia jie atleidžiami, o suteikus formą – grūdinami.

Dažniausiai pasitaiko šie vardinami važiuoklės gedimai. Sulinksta lonžeronai ir skersinės, jose atsiranda įtrūkimų, atsileidžia kniedžių sujungimai. Įtrūksta, o kai kada susisuka priekinė ašis, sudyla stebulių guoliai ir jų lizdai, padidėja jų laisvumas, sudyla šerdesai ir jų lizdai, išdyla ratlankių tvirtinimo skylės, sumažėja spyruoklių arba lingių tamprumas, gali lūžti lingių lakštai, sulankstomi ratlankiai, pažeidžiamos padangos, sugenda amortizatoriai. Deformuojasi lengvųjų automobilių

skersinio pastovumo stabilizatoriai. Dėl minėtų gedimų gali pasikeisti ratų nustatymo kampai, sunkiau vairuoti automobilį, greičiau dyla padangos, padidėja degalų sąnaudos.

2. Automobilių techninės būklės ir gedimų ekspertinio tyrimo reikšmė bei būtinumas

Šis ir kiti du skyriai parengti remiantis specialia metodine literatūra, kuri yra naudojama atliekant ekspertinius tyrimus [8–10].

Įvykstant eismo įvykiams vis dažniau išryškėja eismo įvykio ekspertizės būtinumas. Transporto priemonių techninės būklės tyrimas turi atitinkamą specifiką, apimančią konstrukcinius ypatumus.

Pagrindinė techninės būklės blogėjimo priežastis – automobilio mazgų ir detalių techninių savybių kitimas bei detalių dilimas, susidėvėjimas. Didėjantis detalių susidėvėjimas sukelia tarpelių didėjimą, susilpnina jungiamųjų detalių stiprumą, sumažina medžiagų atsparumą, sukelia kitus gedimus.

Mazgų ir detalių pasikartojančių gedimų priežastys gali būti dėl konstrukcinių netobulumų, nekokybiškos gamybos ar eksploatacijos, taip pat dėl remonto technologijų nesilaikymo. Tokiais atvejais išryškėja greitas detalių dėvėjimasis arba irimas.

Techninių reikalavimų nesilaikymas turi didelę įtaką eismo saugumui, o atsiradę gedimai veikia transporto priemonės valdymą, dėl to gali įvykti eismo įvykis.

Dėl detalių dilimo atsirandantys gedimai transporto priemonėse su vieno tipo techniniais mazgais dažniausiai pasireiškia vienodai.

Pagrindinė ir būtina sąlyga kokybiškai tiriant automobilio techninę būklę – specialios ir visapusiškos eksperto žinios apie transporto priemonių konstrukcinius ypatumus. Todėl iš pradžių bus aprašomi stabdžių sistemos bruožai, būdingi transporto priemonėms. Taip pat pabrėžiamos gedimų atsiradimo priežastys ir sąlygos, apibendrinami konstrukciniai ir eksploataciniai ypatumai bei transporto priemonių klasifikacija. Vėliau bus pateikiama gedimų tyrimų metodika ir ypatumai, analizuojama techninės būklės tyrimo eiga ekspertinėje praktikoje.

Tiriant automobilio techninę būklę gali būti nustatytas gedimų atsiradimo laikas ir priežastys, taip pat gali būti nustatyta gedimo atsiradimo tikimybė, pasireiškimo būdas bei staigus gedimo atsiradimas eksploatuojant transporto priemonę. Remiantis tyrimo rezultatais nustatomas ryšys tarp transporto priemonės gedimo(ų) ir atsitikusio eismo įvykio.

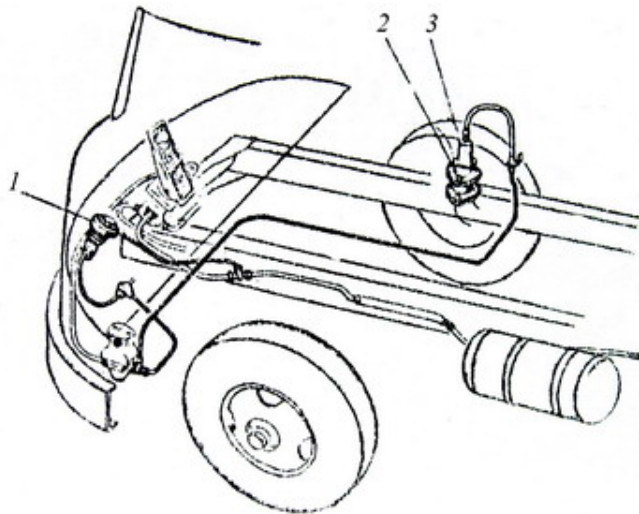
Šiame darbe pateikiama medžiaga yra paremta bendra transporto priemonių gamybos praktika, transporto priemonių remonto įmonių praktika, taip pat eismo įvykių ekspertine praktika.

3. Transporto priemonių konstrukciniai ypatumai ir dėsningi gedimai, turintys įtakos eismo saugumui. Tipiškų gedimų ir jų atsiradimo priežasčių klasifikacija

3.1. Konstrukcinės ypatybės

Automobilių stabdžių sistemos, priekinio ir užpakalinio tilto, taip pat ir pakabos mazgų, mechanizmų ir detalių konstrukcinės ypatybės turi tiesioginę įtaką eismo saugumui. Tam tikros vairo mechanizmo konstrukcinės savybės irgi turi įtakos eismo saugumui.

Kai kuriuose sunkiasvoriuose automobiliuose yra įrengtas papildomas variklinis stabdys, kurio veikimas pagrįstas stabdymo efektu, atsirandančiu nuo variklio ir perduodamu į varančiuosius ratus (5 pav.). Stabdymo jėga variklyje atsiranda nutraukus degalų tiekimą ir uždariant išleidžiamojo vamzdelio sklendę. Tuomet vamzdelyje slėgis pakyla iki 0,4 MPa, atitinkamai išstumiant stabdžių stūmoklį.



5 pav. Variklinio stabdžio principinė schema: 1 – variklinio stabdžio pamina; 2 – variklinis stabdys; 3 – beoris cilindras, skirtas valdyti variklinį stabdį

Automobilių su automatine pavarų dėže stabdžių čiaupe yra įrengtas elektrinis mikropertraukiklis, kuris suveikia nuspaudus stabdžių paminą ir įjungia variklinį stabdį dalinai panaudojant darbinį stabdį.

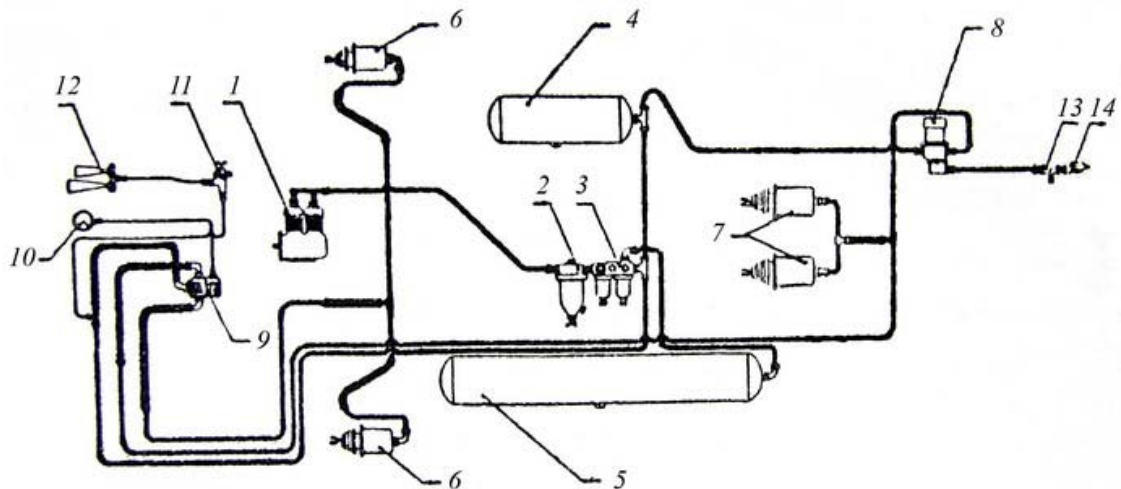
Sunkvežimių priekabos ir puspriekabės kartu su tiesioginio veikimo stabdžiais (stabdžiai suveikia jiems tiekiant suspaustą orą) papildomai turi atbulinio veikimo stabdžius (stabdžiai, kurie suveikia išleidžiant suspaustą orą iš stabdžių sistemos).

Paprastai automobiliuose būna dviejų kontūrų stabdžių sistema (atskiras oro arba stabdžių skysčio tiekimas priekiniams ir užpakaliniams ratams, arba įstrižai), kur pažeidus vieno kontūro

sandarumą kitas kontūras vis tiek veikia.

Sunkvežimiuose su dviejų kontūrų stabdžių sistemomis priekaba sujungta dviejomis magistralėmis: viena valdomoji, o kita – maitinamoji. Tokia konstrukcinė savybė ne tik padidina stabdžių efektyvumą bei patikimumą, bet ir priekabos stabdymo metu papildoma oro rezervuarą suspaustu oro. Esant tokiai stabdžių sistemai galima bet kada pristabdyti priekabą, kad ji nestumtų sunkvežimio ir netrūkčiotų.

6 pav. pavaizduota pneumatinės dviejų kontūrų automobilio stabdžių sistemos principinė schema. Iš kompresoriaus suslėgtas oras patenka į filtrą, kuriame atskiriama drėgmė ir alyva. Toliau oras patenka į dviejų kanalų slėgio reguliatorių, vienas kanalas palaiko sistemoje slėgį 0,55–0,58 MPa. Antras kanalas iš pradžių pripildo darbinį rezervuarą, ir po to, kai slėgis pasiekia atitinkamą reikšmę (dažniausiai 0,45 MPa), reguliatorius suspaustą orą pradeda tiekti į atsarginį rezervuarą. Kai darbiniam rezervuare slėgis būna mažesnis už slėgį atsarginiame rezervuare, tuomet antruoju kanalu suslėgtas oras tiekiamas į darbinį rezervuarą iš atsarginio. Taigi dėl slėgio reguliatoriaus paleidžiamojo mechanizmo, pripildant darbinį rezervuarą iki 0,45 MPa slėgio, veikimui greitai paruošiami automobilio stabdžiai ir eksploatacijos metu turima didelė atsarga suspausto oro.



6 pav. Pneumatinės stabdžių sistemos principinė schema:

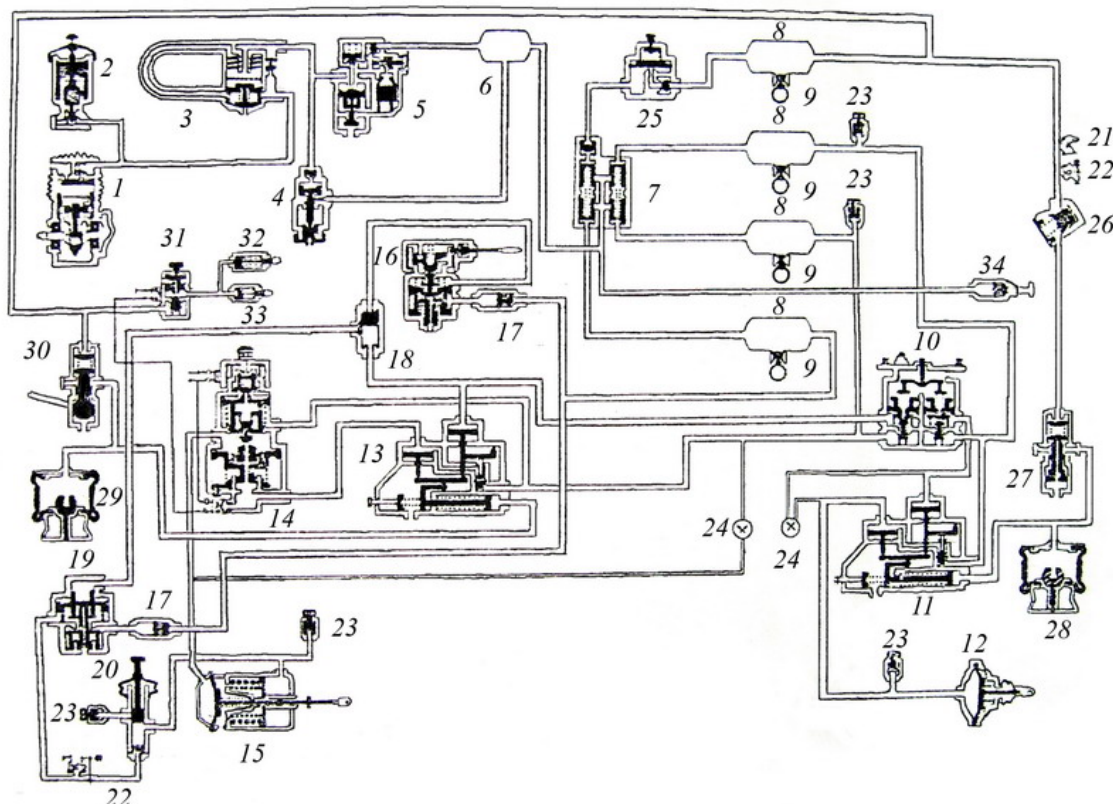
- 1 – kompresorius; 2 – filtras ir drėgmės bei tepalo skirtuvai; 3 – slėgio reguliatorius;
- 4 – darbinis rezervuaras; 5 – atsarginis rezervuaras; 6 – priekinių ratų stabdžių cilindrai;
- 7 – užpakalinių ratų stabdžių cilindrai; 8 – priekabos stabdžių čiaupas; 9 – pagrindinis stabdžių čiaupas; 10 – slėgio manometras; 11 – pneumatinio garsinio signalo vožtuvas;
- 12 – pneumatinis garsinis signalas; 13 – uždarantis čiaupas; 14 – jungiamoji galvutė su vožtuvu

Iš darbinio rezervuaro suspaustas oras patenka į automobilio stabdžių čiaupą ir į priekabos stabdžių čiaupą, iš priekabos stabdžių čiaupo suslėgtas oras, per paskirstymo čiaupą ir sujungiamąją galvutę, tiekiamas į pačią priekabą. Nuspaudus stabdžių paminą, automobilio stabdžių čiaupas pradeda tiekti suslėgtą orą į priekinių ir užpakalinių ratų stabdžių cilindrų bei į priekabos stabdžių čiaupą.

Pastarajam suveikus nutraukiamas oro tiekimas iš rezervuaro į priekabos magistralę, kurioje slėgis nukrenta iki atmosferinio slėgio ir priekaba pradeda stabdyti.

Kai kurių autobusų ir sunkvežimių stabdžių sistemose yra įrengtas aušinimo skysčio siurblys, kuris neleidžia užšalti suslėgtame ore išsiskyrusiam kondensatui. Be to, užpakalinių ratų stabdžių cilindrai būna su papildomai įrengtais, spyruoklinio veikimo, energetinės akumuliacijos įrenginiais.

Toliau pavaizduota autobuso stabdžių sistemos principinė schema (7 pav.).



7 pav. Autobuso stabdžių sistemos principinė schema:

1 – oro kompresorius; 2 – prietaisas, neleidžiantis užšalti; 3 – kondensato skyriklis; 4 – automatinis vožtuvas, skirtas kondensatui išleisti; 5 – slėgio reguliatorius; 6 – oro rezervuaras; 7 – apsauginis oro vožtuvas (keturių kontūrų); 8 – oro rezervuaras; 9 – vožtuvas kondensatui išleisti; 10 – dviejų kontūrų stabdžių čiaupas; 11 – stabdymo jėgos automatinis reguliatorius „A“; 12 – stabdžių kamera; 13 – stabdymo jėgos automatinis reguliatorius „B“; 14 – elektropneumatinio veikimo stabdžių vožtuvas; 15 – dalinai spyruoklinio veikimo stabdžių cilindras; 16 – stovėjimo stabdžių vožtuvas; 17 – atbulinis vožtuvas; 18 – paskirstymo vožtuvas; 19 – rėlinis vožtuvas; 20 – perjungimo vožtuvas; 21 – judesio jungiklis; 22 – kontrolinė lemputė; 23 – kontrolinis antgalis; 24 – manometras; 25 – praleidžiamasis vožtuvas; 26 – vamzdinis filtras; 27 – lygio reguliatorius; 28 – priekinė pneumatinė lingė; 29 – užpakalinė pneumatinė lingė; 30 – lygio reguliatorius; 31 – elektropneumatinis vožtuvas; 32 – stabdžių pavaros darbinis cilindras; 33 – degalų nuėmimo pavaros darbinis cilindras; 34 – atbulinis vožtuvas

Kai kuriuose sunkvežimiuose pagrindinė stabdymo jėga yra sukuriama dviejų magistralių hidraulinės pavaros su pneumatinio stiprintuvu.

Rankinis stabdys yra sudarytas iš dviejų pavarų: pneumatinė (su spyruokliniu akumuliatoriumi) – veikianti priekiniuose ir užpakaliniuose ratuose, ir mechaninė (be oro sistemoje) – veikianti

užpakaliniuose ratuose. Rankinio stabdžio pneumatinė pavara suteikia galimybę automatiškai pristabdyti automobilį, kai oro slėgis sistemoje krenta žemiau nei 0,3 MPa.

Priekaba stabdoma veikiant pneumatinei pavarai. Stabdant kelio nuolydžiuose papildomai pradeda veikti automobilyje esantis variklinis stabdys.

3.2. Eismo saugumui įtakos turintys gedimai

Eksploduojant automobilį jo mechanizmuose ir mazguose, turinčiuose įtakos eismo saugumui, pasireiškia šie gedimai.

Automobiliuose su įrengta pneumatine stabdžių pavarą dėl nesavalaikio tepalo išleidimo iš filtro korpuso užsiteršia čiaupo filtras ir oro rezervuaro atbuliniai vožtuvai, dėl to apsunkinamas oro praleidimas stabdžių sistemoje ir staiga krenta stabdymo efektyvumas važiuojant dideliuose kelio nuolydžiuose.

Dėl tos pačios priežasties čiaupas arba atbulinis vožtuvas gali užsikirsti. Šiuo atveju, automobiliui stovint, iš oro rezervuaro pradės veržtis suspaustas oras. Kai kuriais atvejais automobilių vairuotojai, norėdami pagerinti sistemos pripildymą suspausto oro, nuima atbulinius vožtuvus nuo oro rezervuarų. Atlikus tokius veiksmus, jeigu bus pažeisti vamzdeliai, suspaustas oras jau nesilaikys oro rezervuaruose.

Kai kurių autobusų stabdžių mechanizmo konstrukcinis netobulumas yra per trumpos įvorės įrengimas į priekinių stabdžių mechanizmo kumštelio išminamąjį velenėlį. Stabdymo metu dėl ašinio poslinkio pasireiškia įvorės pasikreipimas, todėl smarkiai susidėvi jos priešpriešiniai galai. Esant tokiam įvorės susidėvimui išspaudžiamasis velenėlis patekdamas ant susidėvėjusios vietos užsikerta, tokiu būdu sukeliamas stabdžių trinkelės užsikirtimas. Tokie konstrukcijos netobulumai gal būti šalinami transporto priemonių remonto dirbtuvėse, įtaisant papildomą poveržlę ant velenėlio arba trumpoji įvorė pakeičiama į atitinkamo ilgio įvorę.

Minėtų autobusų stabdžių čiaupas yra sureguliuotas ankstesniam priekinių ratų stabdymui. Esant šlapiai kelio dangai dėl priešlaikinio priekinių ratų stabdžių mechanizmo suveikimo, pasireiškia užpakalinės ašies užnešimas. Jeigu stabdžių trinkelės dalinai užsikerta dėl išspaudžiamojo velenėlio įvorės susidėvėjimo, autobusus gali ir apsiversti.

Dėl nesandaraus vožtuvo prispaudimo prie lizdo, patekus purvui ant jo paviršiaus, taip pat dėl susilpnėjusios vožtuvo spyruoklės, yra galimas suspausto oro prasiveržimas iš stabdžių čiaupo.

Iš priekabos stabdžių čiaupo suspaustas oras gali prasiveržti dėl nesandaraus riebokšlio ir vožtuvo prigludimo prie darbinių paviršių, o taip pat pažeidus diafragmą. Variklinio stabdžio darbo efektyvumas pasiekiamas esant geram visų flanšų ir vožtuvų sandarumui.

Žiemos metu stabdžių sistemos gedimai atsiranda vamzdeliuose užšalus kondensatui.

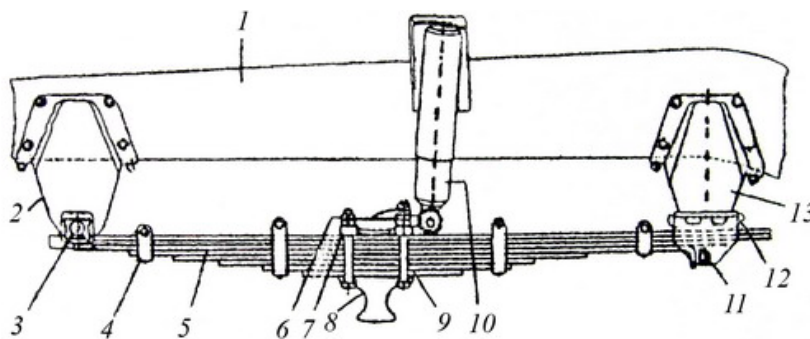
Kitos sunkiasvorių automobilių stabdymo efektyvumo sumažėjimo priežastys dėl konstrukcinių netobulumų yra šios: mažas kompresoriaus našumas ir silpni puspriekabės ašies stabdžiai, esant mažam cilindro skersmeniui, užpakalinių ratų stabdžių konstrukcijos susilpnėjimas.

Esant nepatvariai konstrukcijai kai kuriuose automobiliuose greitai susidėvi ratų stabdžių reguliavimo mechanizmas. Transporto priemonėse kartais naudojamos kaproninės įvorės, kurios eksploatacijos metu greitai susidėvi ir dėl to sujungimuose padidėja tarpeliai.

I neapsaugotus nuo užterštumo vairo mechanizmo sujungimų (vairo traukių šarnyrinius sujungimus, švytuoklines traukės ir kt.) kaproninius idėklus prasiskverbia purvo dalelės (smėlio) ir pagreitina bazinių metalinių detalių dilimą. Tačiau naudojant metalinius idėklus (ivores) purvas sutrinamas iki mažiausių dalelių ir dilimas vyksta lėčiau.

Pažeidus autobusų vairo hidraulinio stiprintuvo sandarumą, sugadinus tepalo siurblio tarpines, gali būti apsunkintas autobuso vairavimas. Sugadinus aukšto slėgio hidraulinio stiprintuvo tarpinę, taip pat esant nepakankamai įtemptiems diržams prie žemų variklio sūkių, susidėvėjus tepalo siurbliui, sutrikus apsauginio vožtuvo darbui išryškėja sunkus autobuso valdymas viena kryptimi. Daugelio tarybiniais laikais pagamintų sunkvežimių priekinės pakaba yra silpnos konstrukcijos. Dėl šios priežasties, nustatant eismo įvykio priežastį, skiriamas dėmesys pakabos techninės būklės vertinimui.

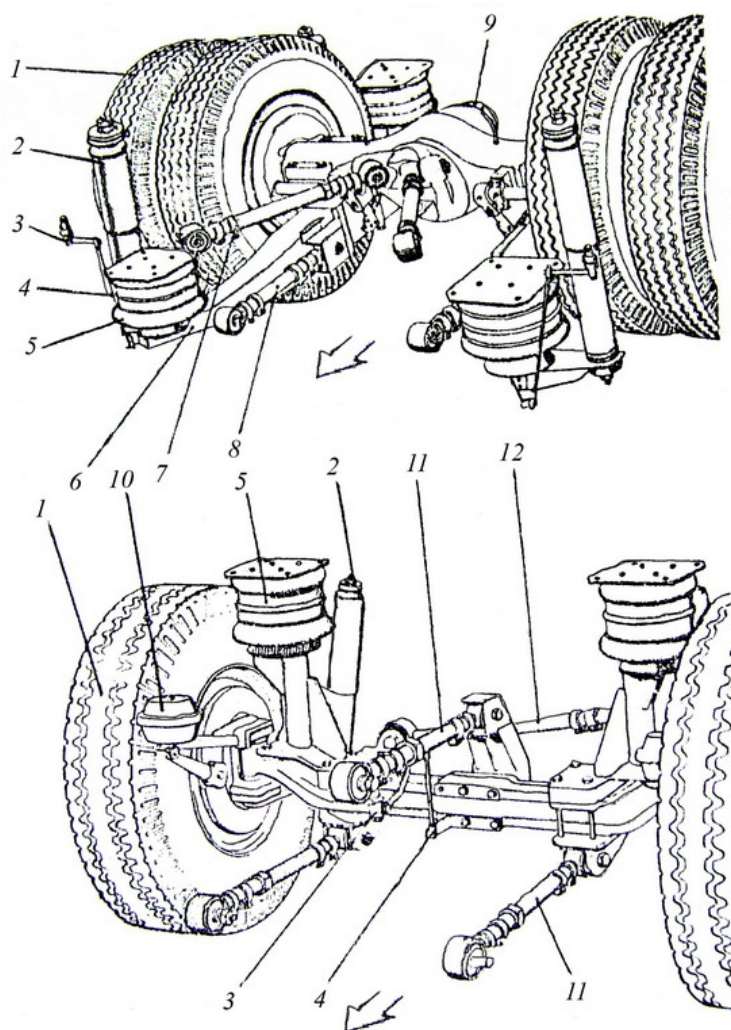
Sunkvežimiuose pakabos konstrukcijos pagrindu laikomas priekinių lingių tvirtinimas. Priekiniai lingių galai yra tvirtinami pirštais, o užpakaliniai laisvai remiasi į padus (8 pav.). Lūžus atraminiam ir poatraminiam lakštams, o taip pat esant nežymiam priekinės ašies nukrypimui, užpakalinis lingės galas gali nuslysti nuo pado, kas neigiamai atsilieptu automobilio valdymui.



8 pav. Sunkvežimių priekinės lingės nustatymas ir tvirtinimas:

- 1 – rēmas, 2 – priekinis lingēs kronšteinas, 3 – lingēs pīrštas, 4 – lingēs apkaba, 5 – lingē,
6 – veržlē, 7 – lingēs īdekļas, 8 – priekinė ašis, 9 – tvirtinimo varžtas, 10 – amortizatorius,
11 – varžtas, 12 – padas, 13 – užpakalinis lingēs kronšteinas.

Išskirtinė autobuso pakabos savybė – pneumatinės lingės (9, 10 pav.). Pakabos gedimai, su apibūdinama pneumatinių lingių konstrukcija, gali atsirasti dėl pažeisto sandarumo, padidėjus susidėvėjimui arba pažeidus atskiras lingių detales (membranas, stūmoklius ir kt.).

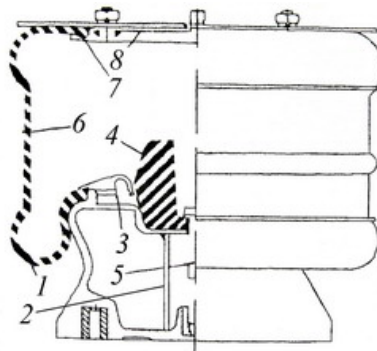


9 pav. Autobuso pakabos su pneumatinėmis lingėmis konstrukcija:

- 1 – padanga, 2 – amortizatorius, 3 – pneumatinių lingių pagrindo lygio reguliatorius,
- 4 – pavaros traukė, 5 – pneumatinė lingė, 6 – pneumatinės lingės traukė, 7 – viršutinis kronšteinas, 8 – apatinė judanti svirtis, 9 – užpakalinis tiltas, 10 – stabdymo kamera,
- 11 – išilgai judanti svirtis, 12 – skersai judanti svirtis

Eksplotacijos metu dažniausiai pasitaiko šie pneumatinių lingių gedimai:

- jei montavimo metu deformuotas bortas tvirtinamas prie prispaudimo žiedo bei susilpnėja varžtinis borto tvirtinimas prie armatūros, tada bortas nuo jos išplėšiamas;
- karkaso apvalkalo trūkimas dėl nepakankamo stiprumo veikiant darbiniui slėgiui;
- dėl apvalkalo trinties su autobuso rėmo metalinėmis dalimis, bei su pneumatinio rezervuaro armatūra (sutraukiančiais ir prispaudžiančiais žiedais) atsiranda apvalkalo sienelės mechaninis išdilimas.



10 pav. Autobuso pneumatinės lingės mechanizmas:

1 – membrana; 2 – stūmoklis; 3 – fiksuojanti plokštelė; 4 – guminė spyruoklė; 5 – varžtas;
6 – gaubtas; 7 – apgaubiantis dangtelis; 8 – atraminis dangtelis

Remiantis išvardytų gedimų charakteristikomis galima klasifikuoti tipiškus transporto priemonių gedimus, kurie gali tapti eismo įvykio kilimo priežastimi. Žinant gedimų atsiradimo priežastis galima nuspėti, kada atsiras gedimas ir atitinkamai nustatyti gedimo atsiradimo sąlygas.

3.1 lentelė. Pagrindinės gedimų atsiradimo priežastys ir jų aptikimo būdai

1. Eil. Nr.	2. Gedimai ar konstrukciniai ypatumai	3. Gedimo atsiradimo priežastys	4. Gedimų, turinčių įtaką eismo saugumui, suradimo būdai
<i>stabdžių sistema</i>			
1.	Oro rezervuaras per sunkiai pripildomas suspausto oro	Čiaupo–filtro ir atbulinio vožtuvo užsiteršimas tepalo nuosėdomis	Nekompensuojant suspausto oro trūkumo, jaučiamas stabdymo efektyvumo sumažėjimas stabdant ilguose kelio nuolydžiuose, taip pat daug kartų stabdant
2.	Suspausto oro nuotėkis iš rezervuaro automobiliui stovint	Čiaupo–filtro užsikirtimas arba atbulinio vožtuvo užsiteršimas tepalo nuosėdomis	Stabdymo efektyvumo sumažėjimas dėl sumažėjusio oro slėgio stabdžių sistemoje
3.	Oro nutekėjimas iš rezervuaro dėl pažeistų vamzdelių, jungiančių oro kompresorių su rezervuaru	Nėra atbulinio vožtuvo arba jis yra pažeistas	Nesuveiks ratų stabdymo mechanizmas, į kurį iš minėto rezervuaro tiekiamas oras
4.	Priekinių ratų stabdžių mechanizmo užsikirtimas dėl stabdžių kumštelio išminamojo velenėlio įvorės konstrukcinių ypatumų	Stabdžių kumštelio išminamojo velenėlio įvorės priešpriešinių galų susidėvėjimas (netolygus įvorės išdilimas aiškinamas įvorės konstrukcija – nedidelis ilgis palyginti su išminamuoju velenėlio ilgiu)	Automobilio nuvedimas į šoną dėl užsikertančio rato
5.	Daug ankstesnis priekinių ratų stabdžių suveikimas palyginti su užpakalinių ratų stabdžiais	Stabdžių čiaupo eksploatacinis reguliavimas	Stabdant ant šlapios arba slidžios kelio dangos prarandamas judesio stabilumas
6.	Oro nutekėjimas iš stabdžių čiaupo	Vožtuvo lizdo užsiteršimas (nesandariai prisiglaudžia vožtuvas) arba stabdžių čiaupo spyruoklės susilpnėjimas	Sumažėjęs stabdymo efektyvumas dėl sistemoje nukritusio oro slėgio

3.1 lentelės pabaiga

1.	2.	3.	4.
7.	Oro nutekėjimas iš stabdžių cilindro (stabdymo metu)	Stūmoklio riebokšlio sandarumo pažeidimas	Sumažėjęs stabdymo efektyvumas dėl sistemoje nukritusio oro slėgio
8.	Lėtas ratų atstabdymas	Lėtas stūmoklio judėjimas stabdžių cilindre dėl nepakankamo tepimo arba esant cilindro sienelių įlenkimams	Stabdžių mechanizmų kaitimas, stabdymo efektyvumo sumažėjimas
9.	Oro nuotėkis iš priekabos stabdžių čiaupo	Nesandarūs vožtuvų ir riebokšlių prigludimas užteršus arba pažeidus čiaupo diafragmą	Stabdymo efektyvumo sumažėjimas
10.	Susilpnėjęs variklinio stabdžio veikimas	Flanšų arba vožtuvų sujungimų pažeistas sandarumas	Grubus stabdymas nuokalnėse ir slydžiuose keliuose
11.	Oro slėgio kritimas rezervuaruose eksploatuojant žiemos metu	Kondensato užšalimas vamzdeliuose	Sumažėjęs stabdymo efektyvumas arba visiškai stabdžių neveikimas
12.	Mažas kompresoriaus našumas	Silpni puspriekabės stabdžiai	Mažas stabdžių patikimumas
13.	Užpakalinių ratų stabdžių pavaros eksploataciniai detalių lūžiai	Susilpnėjusi konstrukcija dėl mažo stabdžių cilindro skersmens	Staigus stabdymo dingimas
14.	Staigus ratų stabdžių regulatoriaus mechanizmo eksploatacinis susidėvėjimas (gedimas)	Netobula konstrukcija	Nėra galimybės sureguliuoti stabdžius vienodam ratų stabdymui
<i>vairo mechanizmas</i>			
15.	Staigus padidintos laisvos eigos pasireiškimas šarnyriniuose vairavimo traukių ir svirčių sujungimuose	Svirčių įvorių ir apvalių pirštų kaproninių įdėklų mažas atsparumas dilimui	Valdymo keblumai dėl vairaračio padidintos laisvos eigos
16.	Apsunkintas transporto priemonių valdymas	Pažeistas vairavimo mechanizmo sandarumas, pažeista tepalo siurblio tarpinė	Apsunkintas transporto priemonės valdymas su galimybe išvažiuoti už eismo juostos ribų
17.	Apsunkintas valdymas viena kryptimi	Pažeista aukšto slėgio hidrosistemos ertmėje esanti tarpinė	Apsunkintas transporto priemonės valdymas su galimybe išvažiuoti už eismo juostos ribų
18.	Apsunkintas valdymas esant mažiems variklio sūkiams	Persilpnai įtempti diržai, susidėvėjęs tepalo siurblys, pažeistas apsauginis vožtuvas	Apsunkintas transporto priemonės valdymas su galimybe išvažiuoti už eismo juostos ribų
<i>priekinės ašies pakaba</i>			
19.	Staigus pakabos veikimo sutrikimas	Silpna konstrukcija	Automobilio valdymo sunkumai
20.	Konstruktiniai ypatumai (priekinių lingių užpakalinių galai nepritvirtinti pirštais, o laisvai slankioja per atramą)	Priekinės lingės užpakalinio galo nuslinkimas nuo atramos dėl atraminio ir poatraminio lakštų lūžimo arba priekinio tilto susisukimo	Automobilio valdymo sunkumai
21.	Nestabilus važiavimas, netolygus vertikalasis judesys bei „pritupimai“ važiuojant ir ypač stabdant	Pažeistas pneumatinių lingių sandarumas, pažeistos lingių detalės	Pablogėjęs automobilio valdymas

4. Ekspertinės metodikos savybės tiriant automobilių gedimus

Automobilių gedimų tyrimo metodikos specifika, atliekant eismo įvykių tyrimus, apibūdinama mazgų ir detalių, turinčių įtaką saugiam eismui, konstrukcinėmis ypatybėmis. Šių ypatybių analizė yra būtina sąlyga nustatant gedimų atsiradimo priežastis ir laiką.

Automobilių konstrukciniai ypatumai lemia techninę priežiūrą eksploatacijos metu, t.y. numato tam tikrus reikalavimus eksploatuojant, techniškai prižiūrint ir remontuojant automobilį, jo mazgus ir detales. Taikant nurodytus reikalavimus yra būtinas materialių objektų tyrimas (transporto priemonės arba atskiras mazgas ir detalė). Tuo pačiu yra privaloma išnagrinėti vairuotojo ir automobilio tarpusavio ryšį: vairuotojo supratimo lygis apie konstrukcines ypatybes, techninės priežiūros ir remonto normų laikymasis, taisyklingi transporto priemonės valdymo metodai ir t.t.

Minėta informacija gali būti gaunama apklausiant vairuotojus kartu dalyvaujant specialistui.

Neturint informacijos apie vairuotojo ir vairuojamos transporto priemonės tarpusavio ryšį arba neišsamiai atlikus mazgų ir detalių gedimų tyrimą, negalima susieti atsiradusius gedimus su vairuotojo poelgiais.

Žemiau pateikiama ekspertinės išvados dalis, apie kelio nuolydyje įvykusį eismo įvykį, dėl to, kad vairuotojas nesilaikė transporto priemonės eksploatacijos taisyklių: „Vienkamerinis išleidžiamasis vožtuvas, kad išleistų perteklinį orą, turi būti įrengtas oro magistralėje tarp kompresoriaus ir rezervuaro, nes jis veikia kartu su atbuliniu vožtuvu, kuris kompresoriaus gedimo atveju rezervuarą aprūpina oru. Tai duoda galimybę keletą kartų visiškai sustabdyti transporto priemonę.

<...> Atmetama versija, kad ore esantys nešvarumai galėjo užteršti praleidžiamą vožtuvo stūmoklyje esančią 0,25 mm skersmens kiaurymę taip, kad atbulinis vožtuvas dažnai praleistų orą į atmosferą.

<...> Dažnai pasitaiko, kad vairuotojas, norėdamas pasiekti didesnę greitį leidžiantis pakalnę, išjungia pavarą. Riedant nuokalnę ir pristabdant transporto priemonę staiga krenta oro slėgis ir oro atsarga rezervuaruose.

<...> Kuomet rezervuare esantis oras visiškai išnaudojamas ir negalima sustabdyti transporto priemonės darbiniu stabdžiu, tuomet galima panaudoti stovėjimo stabdį su įrengtu stiprintuvu, kuris turi atskirą rezervuarą ir atbulinį vožtuvą, tokiu būdu smarkiai sumažinant važiavimo greitį“.

Galutinė pranešimo išvada tokia, kad vairuotojas neturėjo reikiamos šio tipo transporto priemonės valdymo patirties. Vairuotojas leidosi nuokalnę išjungta pvara bei stabdė nestebėdamas manometro parodymų, tuo pačiu išnaudodamas suspaustą orą iš rezervuarų. Kai transporto priemonė

pasiekė didelį greitį ir stabdis jau neveikė paspaudus darbinių stabdžių paminą vairuotojas pasimetė, nepanaudojo stovėjimo stabdį ir nuvažiavęs į griovį apvirto.

Transporto priemonių techninių gedimų tyrimo metodai ir būdai: stebėjimai, palyginimai, eksperimentai, struktūriniai-funkciniai ir trasologiniai metodai.

Konkrečių gedimų tyrimo metodų ir būdų pasirinkimas priklauso nuo gedimo pobūdžio ir tiriamo objekto (analizuojama visa transporto priemonė ar tik jos mazgai ir mechanizmai). Transporto priemonės techninės būklės išsamūs duomenys, leidžiantys tiksliai nustatyti gedimų atsiradimų priežastį ir laiką, gali būti gaunami tiesiogiai tiriant transporto priemonę eismo įvykio vietoje. Ypač tai liečia tuos gedimų tyrimo atvejus, kai eismo įvykio metu automobilio mazgai ir detalės yra smarkiai apgadinami (susiduriant, užvažiuojant ant kliūtis, apsverčiant). Įvertinant išorinių automobilių apgadinimų bei atskirų jo mazgų apgadinimų ryšį su atskirais eismo įvykio mechanizmo elementais ir kelio sąlygomis eismo įvykio vietoje, padidėja galimybė nustatyti apgadintų detalių (mazgų) įtaką įvykusiam eismo įvykiui, taip pat galima atskirti eksploatacinius gedimus (dėl detalių susidėvėjimo) nuo avarinių gedimų. Žemiau pateikiamas šį tyrimą atspindintis pavyzdys iš ekspertinės praktikos.

Nuokalne ilgai riedantis automobilis neišsuko kelio posūkyje ir nuvirto į griovį. Po išsamaus stabdžių sistemos tyrimo (vairuotojas nurodė, kad prieš pat eismo įvykį nesuvaikė stabdžiai) pavyko nustatyti, kad dešiniojo užpakalinio rato stabdžių trinkelė yra tepaluota. Gedimas dešiniajame užpakaliniame rate galėjo dalinai sumažinti stabdymo efektyvumą, bet dėl to negalėjo visiškai neveikti stabdžiai. Dėl šios priežasties buvo būtina pratęsti tyrimą – ištirti kompresorių.

Išrinkus kompresorių, jo galvutėje, buvo aptiktas prie kamščio tvirtai prilipęs prispaudžiamasis vožtuvas. Dėl šio vožtuvo gedimo cilindre negalėjo susidaryti oro slėgis. Kompresoriaus vieno cilindro veikimas neap rūpino stabdžių sistemą reikiamu oro slėgiu, todėl ilgajame kelio nuolydyje, vairuotojui dažnai pristabdant, buvo išeikvota visa oro atsarga. Tolimesni šio vožtuvo tyrimai parodė, kad esant tokiam gedimui kompresorius dirbo nenaudingai. Šio tyrimo metu gauti rezultatai leido nustatyti gedimo įtaką eismo įvykiui.

Tiriant detalės (mazgo) gedimus reikia įvertinti šalia esančių detalių bei jungiamųjų dalių, ant kurių gali būti gedimų atsiradimo mechanizmą nusakantys požymiai, būklę.

Atliekant automobilio detalių lūžių tyrimus yra tikslinga vadovautis detalės pažeidimo pobūdžio metalografinė ekspertize. Žemiau pateikiamas kompleksinę tyrimo reikšmę apibūdinantis pavyzdys, kai eismo įvykių tyrimo ekspertas rėmėsi detalių lūžio pobūdžio tyrimu.

Buvo apžiūrėtas automobilis eismo įvykio vietoje, kuris kelio posūkyje išvažiavo į kairę kelio pusę, o po to staiga pasuko į dešinę ir nuvirto į griovį. Apžiūrint buvo nustatytas kairiojo priekinio rato

atsiskyrimas subyrėjus stabdžių būgnui. Komplexinės ekspertizės atlikimui buvo pateikti šie klausimai:

- kada stabdžių būgnas atsiskyrė nuo rato stebulės?
- ar šis stabdžių būgno lūžis nėra gamybos defektas?
- kokia automobilio apsivertimo priežastis?

Atlikto metalografinio tyrimo išvadoje nurodyta:

- 1) 4/5 lūžio paviršiaus dalyse yra rūpūs pažeidimai, o 1/5 paviršiaus – plastiniai (lūžis);
- 2) irimas įvyko staiga, kada automobilis jau nejudėjo, tai patvirtina šiurkštumas 4/5 lūžio paviršiaus dalyse, gardelės sulygintos tik 1/5 lūžio paviršiaus dalyje;

Tiriant lūžio atsiradimo priežastį ir laiką buvo remiamasi šiais teiginiais:

- 1) iki automobilio apsivertimo ratas neužvažiavo ant kokių nors kliūčių (nebuvo smogiamosios jėgos);
- 2) ant rato protektoriaus nepastebėta intensyvių trinties pėdsakų, duodančių pagrindą teigti, kad ratas galėjo užsikirsti iki apsivertimo;
- 3) ant rato padangos ir ant vidinio priekinio kairiojo sparno paviršiaus nepastebėta jokių atitrūkusio rato sukimosi pėdsakų, kas nurodo apie rato atitrūkimą vertimosi metu, o ne judėjimo metu;
- 4) sprendžiant iš stabdžių būgno šoninės plokštumos pėdsakų, smūginės apkrovos stabdžių būgną veikė apsivertimo metu (o ne automobilio judėjimo metu) ir dėl to stabdžių būgnas galėjo sulūžti.

Atlikus kompleksinį tyrimą buvo padarytos šios išvados:

- 1) stabdžių būgnas nuo rato stebulės atsiskyrė automobilio apsivertimo metu;
- 2) stabdžių būgno atsparumas buvo sumažėjęs 25 % dėl įtempimų koncentracijos lūžio metu. Stabdžių būgnas lūžo dėl jį veikiančios jėgos, kuri buvo žymiai didesnė nei eksploatuojant automobilį normaliomis sąlygomis;
- 3) techniniu požiūriu automobilis apvirto dėl staigaus judėjimo krypties pakeitimo.

Šiuo atveju tyrimas buvo atliktas išsamiai dėl to, kad metalografinio lūžio tyrimai, rato padangos, automobilio sparno ir stabdžių būgno lūžio tyrimai buvo glaudžiai susieti.

Pateiksime bendrus stabdžių sistemos konstrukcinių savybių, kurios turi didesnę įtaką eismo saugumui palyginus su kitomis sistemomis (mazgais ir mechanizmais), ir jų gedimų tyrimo metodinius reikalavimus.

Žinant stabdžių sistemos konstrukcinius ypatumus reikia ištirti visus stabdžių sistemos pokyčius, kurie galėjo atsirasti konkretaus įvykio metu.

1. Transporto priemonės stabilumo ir tiesiaeigiškumo praradimas stabdant, dėl to ji apvirto arba susidūrė su kitomis transporto priemonėmis. Priežastys, galėjusios turėti įtakos minėtoms eismo įvykio aplinkybėms: netolygus ratų stabdymas su užsiblokavimu (užsiblokuojant vienam iš užpakalinių stabdžių judėjimo tiesiaeigiškumas gali būti ir neprarastas), atskirų stabdžių mechanizmų sudrėkimas arba susitepalavimas, stabdžių mechanizmo skydo atsipalaidavimas ir kt.

2. Neefektyvus stabdžių veikimas, dėl to transporto priemonė užvažiavo ant kliūties (pėsčiojo) arba įvyko kitokio pobūdžio eismo įvykis. Sumažėjęs stabdžių efektyvumas galėjo atsirasti dėl blogai sureguliuoto stabdžių mechanizmo, nepakankamo kompresoriaus našumo, oro nuotėkio iš stabdžių čiaupo ar oro rezervuarų ir kt.

3. Nesuveikti stabdžiai, dėl to vėliau tiesiame kelio ruože arba posūkyje transporto priemonė apvirto, galėjo dėl atskirų pavaros detalių arba stabdžių mechanizmo pažeidimų bei lūžių ir pan.

Palaipsniui išskiriant anksčiau minėtus pirmaeilius tyrimo objektus pagal jų įtaką konkrečiam įvykiui, dar nereiškia, kad būtent jų būklė sukėlė įvykį. Norint nustatyti, ar tiriamųjų objektų būklė sukėlė įvykį, reikia papildomai išanalizuoti gedimo atsiradimo tikimybę, priežastis ir laiką. Nustačius, kad tiriamo objekto būklė nesukėlė eismo įvykio, reikia atlikti tolimesnius transporto priemonės stabdžių sistemos tyrimus.

Sunkvežimių ir autobusų dviejų kontūrų stabdžių sistemose, turinčiose atskiras stabdžių pavaras priekiniams ir užpakaliniams ratams, dvigubas stabdžių čiaupas reguliuoja oro slėgį stabdžių cilindruose vienoje ratų ašyje esant vamzdelių pažeidimams arba kitos ratų ašies stabdžių cilindru pažeidimams. Tuomet transporto priemonė stabdoma tik viena ašimi (priekine arba užpakaline) mažesniu efektyvumu. Krentant oro slėgiui atitinkamoje stabdžių čiaupo ertmėje, sujungtoje su pažeista stabdžių magistralės dalimi (priekiniu arba užpakaliniu ratu), taip pat slėgis krenta ir vamzdelyje, tiekiančiame orą į stabdžių čiaupą iš kompresoriaus. Esant tokioms sąlygoms suveikia apsauginis vožtuvas: nutraukiamas oro tiekimas į pažeistą vienos ratų ašies magistralę, taip išsaugant stabdymui reikalingas oro atsargas kitoje ratų ašies magistralėje.

Tai rodo, kad tiriant stabdžių sistemos sandarumą reikia įvykdyti šiuos reikalavimus:

1. Priekinių ratų stabdžių cilindru ir vamzdelių sandarumo pažeidimą nurodo oro slėgio nebuvimas vamzdeliuose, kurie jungia rezervuarą su stabdžių čiaupo apatine įvadine ertme ir išeinamą čiaupo ertmę su priekiniais ratais.

2. Esant užpakalinių ratų stabdžių cilindru ir vamzdelių pažeidimams, nesusidarys oro slėgis stabdžių čiaupo išėjime į užpakalinius ratus.

Suradus stabdžių cilindro arba vamzdelių pažeidimo vietą reikia nustatyti pažeidimo priežastį ir atsiradimo laiką.

Iš pažeidimo pobūdžio galima nustatyti gedimo priežastis: veikė vidinės ardamosios jėgos (lūžimas, vamzdelio trūkimas, lenkimas, ištisinis stabdžių cilindro pramušimas) arba gedimą lėmė eksploatacinės sąlygos (alyvos veikiamos guminės žarnelės ir riebokšliai, visiškas vamzdelių susidėvėjimas ir t.t.). Galiausiai nustatomos gedimus įtakojusios priežastys: dėl nereguliariai valomo filtro į sistemą dažnai patenka alyvos; dėl neteisingo dalių surinkimo prie transporto priemonės dalių gali liestis vamzdeliai, kurie vėliau susitrina ir t.t.

Ištyrus stabdžių magistralę, kuria tiekiamas oras į priekinius ir užpakalinius ratus, reikia patikrinti slėgio reguliatoriaus ir stabdžių čiaupų (vilkiko ir priekabos) techninę būklę.

Apie slėgio reguliatoriaus gedimą nusako lėtas slėgio kilimas sistemoje (abu rezervuarai prisipildo vienu metu) arba greitas oro slėgio kritimas stabdymo metu. Veikiant kompresoriui, dėl užsiteršusios kiaurymės, esančios ties slėgio reguliatoriaus pripučiamo vožtuvo stūmokliu, gali žymiai sumažėti oro slėgis rezervuare (mažiau nei 0,45 MPa). Kompresoriui neveikiant slėgis gali sumažėti dėl oro nuotėkio per slėgio reguliatoriaus atbulinį vožtuvą.

Vilkiko stabdžių čiaupo gedimo požymiais, kai sustabdžius variklį žymiai sumažėja oro slėgis rezervuaruose, atsiranda dėl silpno dvigubo vožtuvo sandarumo (užterštas vožtuvo lizdas), arba susilpnėjus vožtuvo spyruoklei. Staigus oro slėgio kritimas stabdant gali atsirasti pažeidus sandarumą tarp išleidžiamojo stūmoklio lizdo (užsiteršus) ir dvigubo vožtuvo arba pažeidus guminę membraną.

Patikrinus stabdžių sistemos sandarumą ji turi atitikti šiuos reikalavimus: oro slėgis, praėjus 10 minučių po variklio sustabdymo, neturi sumažėti daugiau nei 0,01 MPa.

Oro slėgis sistemoje, vieną kartą sustabdžius, neturi sumažėti 0,03 MPa. Paprastai greitas oro slėgio kritimas atsiranda dėl per didelės stabdžių cilindro stūmoklio eigos (reikia sureguliuoti stabdžių kumštelius) arba kondensato atsiradimo oro rezervuaruose (reikia išpilti kondensatą).

Jeigu stabdžių sistemos tyrimo metu buvo nustatyta, kad stipriai įkaista ratų stabdžiai¹, ir jeigu apie tai nurodo vairuotojas, yra būtina patikrinti kaip sureguliuotos traukės, jungiančios stabdžių paminą su stabdžių čiaupu.

Vilkikų ir priekabos stabdymą synchronizuoja priekabos stabdžių čiaupas, kuris padeda efektyviau stabdyti priekabą². Esant tokiam stabdžių veikimo principui, stabdoma priekaba neužvažiuoja ant vilkiko ir traukiama netrūkčioja. Analogiškai, tais atvejais kai prieš eismo įvykį vilkikas su priekabą buvo praradęs tiesiaeigiškumą ir stabilumą, yra būtina išsiaiškinti (jei yra galimybė) ar priekabos ir vilkiko stabdžiai veikė synchronizuotai.

¹ Smarkiai įkaistant stabdžiams ženkliai sumažėja stabdymo efektyvumas;

² Priekabos stabdymo efektyvumas reguliuojamas pasukant reguliuojamąjį dangtelį (reguliuojant pasiekiamas didelis stabdymo efektyvumas esant priekabai tuščiai, pakrautai, arba važiuojant slidžiuose keliuose).

Priekabos stabdžių čiaupo konstrukcijoje numatyta, kad jeigu nutrūksta priekabos stabdžių žarna, oras iš rezervuaro į atmosferą nuteka. Todėl sustabdžius priekabą ir dėl to nukritus oro slėgiui sistemoje, čiaupo vožtuvas perdengia didelę kiaurymės dalį, per kurią oras nuteka iš rezervuaro. Oro nuotėkis bus nedidelis ir vairuotojas gali nustatyti priekabos sujungimo gedimus, kol vilkiko stabdžių sistemoje oro slėgis nepradėjo ženkliai kristi. Tiriant ryšį tarp nustatyto priekabos stabdžių sistemos gedimo ir eismo įvykio būtina atsižvelgti į aukščiau aprašytą aplinkybę.

Kai kurių transporto priemonių konstrukcinė ypatybė yra ta, kad turi įrengtą variklinį stabdį. Kad jis efektyviai veiktų turi būti užtikrintas flanšų ir vožtuvų sandarumas. Dėl šių priežasčių reikia vizualiai bei pagal klausą įvertinti flanšinių sujungimų ir vožtuvų sandarumą.

Kai kuriais atvejais būna sudėtinga nustatyti stabdžių sistemos gedimus pagal išorinius požymius, tuomet iškyla klausimas: ar eismo įvykio neįtakuoja kitų automobilio detalių ir mazgų gedimai (pavyzdžiui automobilio judėjimo stabilumas galėjo būti prarastas ne tik dėl netvarkingų stabdžių, bet ir dėl skirtingo oro slėgio padangose, netvarkingos pakabos). Neatmetant šių mazgų (mechanizmų) būklės įtaką eismo įvykiui, vienareikšmiškai turi būti iki galo ištirta stabdžių sistema. Priklausomai nuo konkrečių įvykio aplinkybių, tyrimui priskirti objektai gali būti nagrinėjami nuosekliai arba lygiagrečiai nustatant poveikio lygį.

Tiriant atskirų mazgų techninę būklę, turi būti naudojami patys efektyviausi gedimų tyrimo eksperimentiniai metodai ir techninės diagnostikos galimybės. Kai kurių stabdžių sistemos mazgų būklės eksperimentinį patikrinimą pageidautina atlikti su tiriamuoju automobiliu, kai tikrinami mazgai yra darbinės būklės. Neturint tokios galimybės naudojama tokio pačio tipo transporto priemonė. Laboratorinėmis sąlygomis šiems tikslams naudojamas kompresorius, sukeliantis oro slėgį iki 1 MPa.

Techninės būklės eksperimentiniam patikrinimui gali būti sujungti tokie stabdžių sistemos mazgai (skaitinės reikšmės yra orientacinės ir gali būti naudojamos tiriant sunkvežimius).

Kompresorius. Matuojamas kompresoriaus našumas (esant variklio sūkiams 2400 aps/min). Kompresorius turi pripildyti 40 l talpos balionus ne vėliau kaip per 44 s (nuo 0 iki 10 atmosferų). Balionai, nuo 6 iki 10 atmosferų slėgio, turi būti pripildyti ne mažiau kaip per 9,5 s. Jei pripildymui sugaišdama daugiau laiko, reikia patikrinti vožtuvų būklę, įsiurbimo vamzdelį (ar neužterštas), stūmoklio žiedus ir kompresoriaus cilindrų.

Jei rezervuarai žymiai greičiau pripildomi nei turėtų būti, tuomet reikia patikrinti ar nėra susikaupusio kondensato.

Slėgio regulatorius. Regulatorius turi išsijungti esant 0,735 MPa slėgiui ir įsijungti esant slėgiui – 0,62 MPa. Kitokios slėgio reikšmės gali būti esant netinkamam suregulavimui.

Stabdžių čiaupas turi būti sandarus esant bet kokiam darbo režimui. Stabdymo efektas turi prasidėti nuspaudus paminą laisva eiga apie 25-30 mm (darbinis kampas 7°).

Paprastai paminos eiga iki atramos būna 120 mm (darbinis kampas 34°). Vieno stabdžių kontūro suveikimas anksčiau už kitų kontūrų suveikimą neleidžiamas. Jeigu taip atsitinka, tuomet būtina nustatyti priežastį: patikrinti čiaupo stūmoklių spyruoklių standumą (visų spyruoklių standumas turi būti vienodas).

Stabdžių kameros. Tikrinant sandarumą (tikrinama esant slėgiui – 0,8 MPa), slėgis neturi kristi greičiau nei 0,01 MPa per 1 val. Išorinis stabdžių kameros paviršius neturi būti įtrukęs ar ištrupėjęs. Nuodugniai apžiūrint reikia nustatyti membranos būklę – prigludžiamasis paviršius turi būti švarus, be įpjovimų ar įmušimų (pažeidus membraną prarandamas stabdymo efektyvumas). Išspaudžiamoji spyruoklė turi būti be liekamųjų deformacijų. Spyruokliniu dinamometru tikrinami spyruoklių dydžiai turi būti tokie: be apkrovimo ilgis – 90 mm, įtempus (apkrova 11,5 kg) – 83 mm, maksimaliai apkrovus (apkrova 17,7 kg) – 26,4 mm.

Stabdžių cilindrai turi būti sandarūs esant bet kokiai stūmoklio padėčiai. Stūmoklis turi slinkti švelniai tolygiai pripildant ir išleidžiant orą iš cilindro.

Praleidžiamasis ir atbulinis vožtuvas turi būti sandarūs. Perjungiant praleidžiamąjį vožtuvą slėgis neturi viršyti 0,02 MPa, atbulinio vožtuvo atidarymo slėgis – 0,03 MPa.

Stovėjimo stabdžio vožtuvas turi pradėti veikti patraukus rankinę svirtį 12° (oro slėgis balione mažėja vienu litru). Patraukiant svirtį 16° slėgis neturi sumažėti daugiau nei 0,45 MPa, o esant svirčiai 64° padėtyje – slėgis turi nukristi iki nulinės reikšmės. Esant darbiniam svirties padėties kampui, t.y. kampui iki 64°, svirtis turi sugrįžti į pradinę padėtį, tačiau darbiniai kampai esant daugiau nei 80° svirtis turi likti fiksuotoje padėtyje.

Stabdymo mechanizmai. Bendri reikalavimai darbiniam stabdžiui (tikrinama bevažiuojant): tolygus stabdymas, neužsikertant, negalimas stiprus įkaitimas, reikiamo stabdymo efektyvumo pasiekimas. Žemiau nurodomi gedimų požymiai, kuriuos reikia patikrinti, jeigu mechanizmai neatitiko anksčiau nurodytus reikalavimus.

Esant netolygiam ratų stabdymui, būtina patikrinti eksploatacinį stabdžių reguliatoriaus mechanizmo susidėvėjimą (reguliatoriaus mechanizmas gali susidėvėti dėl nepakankamo konstrukcinio patvarumo).

Ratų stabdžių mechanizmo užsikirtimo atveju reikia patikrinti išspaudžiamąjį kumštelio veleno įvorės būklę (dėl mažo įvorės ilgio ir priešpriešinių galų susidėvėjimo įvorė gali susisukti ir užsikirsti velenėlis) ir stabdžių trinkelės. Išspaudžiamąjį kumštelio velenėlio įvorės diametras turi būti 43,7 mm.

Smarkiai išylant stabdžių būgnams (krenta stabdymo efektyvumas) papildomai patikrinamas stabdžių cilindro stūmoklio tepimas ir patikrinama ar cilindro sienelės nesulankstytos.

Stabdymo efektyvumas (tikrinamas stabdymo kelias ir lėtėjimas) turi atitikti gamintojo nurodytas normas.

Autobuso stabdžių sistema laikoma tvarkinga, jeigu normaliai pakrauto autobuso, važiuojančio 60 km/h greičiu sausa kelio danga su betoniniu paviršiumi, sustabdymo kelias yra apie 36 m (neužsiblokuojant ratams). Vidutinis lėtėjimas, matuojant deselerometru, stabdant darbinio stabdžiu turi būti 4 m/s^2 , o stabdant rankiniu stabdžiu – 2 m/s^2 .

Išvardinsime reikalavimus atskiroms detalėms ir stabdžių mechanizmų sujungimams atliekant išsamų tyrimą. Darbiniame stabdžių būgnų paviršiuje neturi būti įbrėžimų ar įpjovimų gilesnių nei 1,0 mm – 1,5 mm, ovališkumas ir centriškumas neturi viršyti 0,2 mm, stabdžių būgno skersmuo turi būti ne didesnis nei 422 mm. Didesnis už leidžiamąjį stabdžių būgno susidėvėjimas gali sukelti stabdžių kumštelio persisukimą.

Stabdžių trinkelų susidėvėjimas leidžiamas ne didesnis kaip 7 mm. Tarpelis tarp stabdžių būgno ir trinkelų turi būti 0,6 mm – 1,0 mm.

Tiriant vairavimo sistemą reikia naudoti bendrus metodus: patikrinti vairo rato laisvąją eigą, vairo mechanizmo karterio tvirtinimo būklę, vairo stiprintuvo sandarumą ir alyvos lygį jame, vairo traukių būklę.

Autobuso vairaračio laisva eiga, matuojant vairo rato pasisukimą dinamometru–liftometru, turi būti apie 50-60 mm (10° – 12°). Vairavimo sistemos veikimas laikomas patenkinamu, jei autobusui važiuojant 30 km/h greičiu sausu keliu su betoniniu paviršiumi, esant normaliam pakrovimui ir normaliam slėgiui padangose, jėga reikalinga ratų pasukimui yra nedidesnė nei 117,7 N. Kuomet taisyklingai sureguliuotas vairo mechanizmas ir posūkio pasipriešinimas, laisvoji eiga, tikrinant spyruokliniu dinamometru, turi būti vienoda pasukus vairo ratą $\frac{3}{4}$ ribose ir visiškai susukus vairo ratą.

Tvarkingoje vairavimo sistemoje turi būti tokie traukės ir svirties kampų atitikimai. Tarpinėje padėtyje vairavimo mechanizmo traukė turi pakrypti nuo vertikalės atbuline kryptimi apie 5° kampu, o svirtis turi pasislinkti į priekį apie 2° kampu. Neatitinkant šiems reikalavimas vairavimo sistema yra netvarkinga.

Vairo traukės turi turėti šias nukrypimo ribas: pasukant vairo ratą į kairę vairo traukė pakrypsta nuo vertikalės į priekį apie 32° kampu, o pasukant į dešinę ji pakrypsta atbuline kryptimi apie 33° kampu. Maksimalus ratų pasisukimo kampas į dešinę turi būti 32° , į kairę - 45° , vairo laisvoji eiga, matuojama pasukant vairaratį, turi būti 50-60 mm.

Priekinių lingių gedimai, atsiradę lūžus lakštams ir susilpnėjus tvirtinimams, gali sukelti priekinio tilto susisukimą, valdymo sistemos išsireguliovimą, gali papildomai apkrauti vairavimo pavara ar net sugadinti ją. Tai įvyksta dėl to, kad užpakalinis lingės galas neužtvirtinamas kronšteinu, o slankioja juo. Tiriant pakabą yra būtina patikrinti lingių lakštų būklę, apkabų tvirtinimą ir bendrą lingių būklę.

Esant netvarkingiems amortizatoriams automobilis juda nestabiliai. Esant netinkamai amortizacijai, staigiai stabdant, automobilio priekis siūbuoja ir taip apsunkinamas automobilio valdymas.

5. Eksperimentinė dalis

Eksperimento tikslas: nustatyti automobilio techninės būklės įtaką eismo įvykio kilimui.

Gretutinis eksperimento tikslas: nustatyti kelio sąlygų bei vairuotojo veiksmų įtaką automobilių valdomumui ir stabilumui.

Eksperimento užduotys: kompiuterine eismo įvykių atkūrimo programa „PC-Crash 8.0“ sumodeliuoti automobilio judėjimą po imituoto techninio gedimo ar netvarkingos techninės būklės įvairiomis kelio sąlygomis. Atlikti rezultatų analizę ir nustatyti automobilio techninių gedimų įtaką jo valdymo savybėms ir judėjimo stabilumui.

5.1. Tyrimų atlikimo metodika

Atsižvelgiant į pagrindinius transporto priemonių trūkumus [17], kurie nustatomi atliekant valstybinę techninę apžiūrą (5.1 lentelė), kompiuterio programa „PC-Crash 8.0“ [11] buvo modeliuojamas automobilių judėjimas imituojant tokius techninius automobilių gedimus (netvarkingą būklę), kurie gali turėti tiesioginę įtaką eismo įvykio kilimui:

- a) padangos sproginimas dėl prastos techninės būklės;
- b) užpakalinių ir priekinių ratų techninė būklė, kai jų skersridės kampai yra skirtingi;
- c) ratų užstrigimas, užsiskersavimas ar nusimontavimas dėl rato arba jį laikančių konstrukcijų kritinės techninės būklės;
- d) užpakalinių ratų ašies atitrūkimas dėl kritinės važiuoklės būklės;
- e) stabdymo sistemos gedimai, kai neveikia vienas iš dviejų stabdžių kontūrų.

5.1 lentelė. Automobilių trūkumai atliekant valstybinę techninę apžiūrą

Eil. Nr.	Automobilių trūkumai
1.	Nepateikiami reikiami dokumentai
2.	Transporto priemonė nesukomplektuota pagal nustatytus reikalavimus (nėra/netinkama vaistinė, gesintuvas (-ai), avarinio sustojimo ženklas)
3.	<i>Kėbulas labai paveiktas korozijos, netinkamas laikančiųjų konstrukcijų remonto būdas, prasta remonto kokybė</i>
4.	Variklio kenksmingų medžiagų išmetimai viršija leistinas ribas
5.	Skysčių prasisunkimas iš variklio, transmisijos ir kitų agregatų
6.	Prasta išmetimo sistemos techninė būklė

5.1 lentelės tęsinys

Eil. Nr.	Automobilių trūkumai
7.	<i>Bloga priekinės pakabos techninė būklė (išklibę šarnyriniai sujungimai, nesandarūs amortizatoriai)</i>
8.	<i>Išklibę vairavimo sistemos šarnyriniai sujungimai</i>
9.	<i>Laisvumai galinėje pakaboje</i>
10.	<i>Panaudotos netinkamos padangos, per mažas padangų protektoriaus rašto gylis</i>
11.	Suplyšę lygių kampinių greičių šarnyrų apsauginiai apvalkalai
12.	<i>Nevienodai stabdo galiniai ratai</i>
13.	Netvarkingas stovėjimo stabdys
14.	<i>Sutrūkinėjusios stabdžių žarnelės</i>
15.	<i>Per mažas stabdžių trinkelų antdėklų storis, labai susidėvėję stabdžių diskai</i>
16.	Nesureguliuoti artimųjų/tolimųjų šviesų žibintai, panaudotos netinkamos lemputės
17.	Netvarkingi gabaritiniai žibintai, posūkių rodikliai, valstybinio numerio ženklų apšvietimas (nešviečia, įtrūkę šviesos sklaidytuvai ir pan.)
18.	Neveikia stiklo valytuvai ir/arba plovikliai
19.	Neveikia salono apšildymo ir apipūtimo įrengimai

Modeliuojant priimamos trys skirtingos kelio dangos būklės – sausa kelio danga, šlapia ir slidi. Dažniausiai priimamas tiesus horizontalus kelio ruožas, kur važiuojamosios dalies danga – asfaltas. Priimamos tokios sukibimo koeficientų reikšmės:

- padangų sukibimo koeficientas važiuojant sausa kelio danga:
 - važiuojamąja dalimi $\varphi = 0,75$;
 - kelkraščiu $\varphi = 0,55$;
 - šalikele $\varphi = 0,4$.
- padangų sukibimo koeficientas važiuojant šlapia kelio danga:
 - važiuojamąja dalimi $\varphi = 0,6$;
 - kelkraščiu $\varphi = 0,45$;
 - šalikele $\varphi = 0,34$.
- padangų sukibimo koeficientas važiuojant slidžia kelio danga:
 - važiuojamąja dalimi $\varphi = 0,3$;
 - kelkraščiu $\varphi = 0,33$;
 - šalikele $\varphi = 0,35$.

Važiuojamosios dalies plotis yra 7 m, ir ją sudaro dvi, priešingų kryptų, po 3,5 m pločio eismo juostos. Kelkraščiai yra po 2 m pločio ir jų danga priimama žvyruota. Šalikelė – pievoje auganti žolė. Taip pat yra laikoma, kad geras vairuotojo reakcijos laikas yra 0,6 s, o prastas – 1,2 s. Iš viso buvo sumodeliuota daugiau nei 281 skirtingų automobilio judėjimo situacijų (A priedas).

5.2. Padangų techninės būklės įtaka automobilio valdomumui ir stabilumui

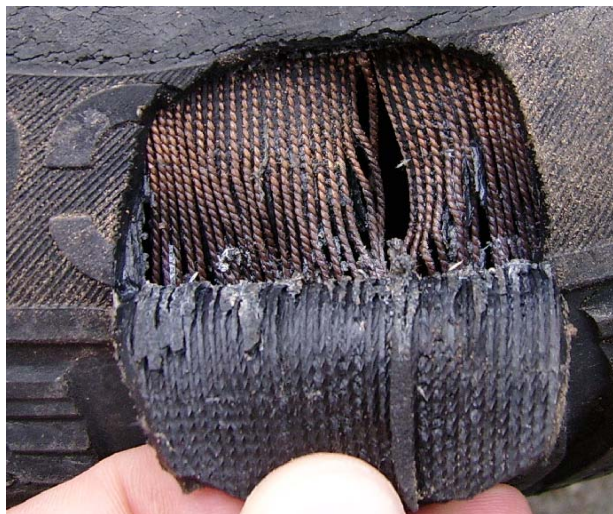
Atliekant tyrimą nagrinėjami trys skirtingi padangų defektų tipai, kurie smarkiai padidina eismo įvykio kilimo tikimybę.

Ant 1992 m. pagaminto automobilio „VW Passat“ ratų buvo užmontuotos naudotos, kelerių metų senumo padangos. Vizualiai apžiūrint padangas matyti, kad padangų guma, esanti išoriniame šoniniame padangos paviršiuje, yra gausiai sutrūkinėjusi (11 pav.)



11 pav. Sutrūkinėjusi padangos guma

Padangos su tokiu defektu patikimumas yra labai abejotinas, nes eksploatuojama tokia padanga gali staiga susprogti ir dehermetizuotis (12 pav.). Sprogus padangai šoniniame paviršiuje atsiveria nuo padangos karkaso atsisluoksniavęs gumos lopas.



12 pav. Atsisluoksniavęs nuo karkaso ir atsivėręs padangos gumos lopas

Antrasis padangos defekto tipas išryškėja nekokybiškai restauravus padangą, dėl to gali suskeldėti gumos sluoksnis ar net atsiklijuoti protektorius. Ant minėto automobilio „VW Passat“ ratų buvo užmontuotos restauruotos padangos, kurias vizualiai apžiūrint nebuvo rasta jokių defekto požymių. Tačiau nuvažiavus apie 300 kilometrų atstumą pastebėta, kad vienos padangos protektoriaus grioveluose guma sutrūkinėjo (13 pav.).



13 pav. Restauruota padanga. 1 – įtrūkęs gumos sluoksnis

Pastebėjus šį defektą ir nutraukus padangos eksploataciją, likusiomis restauruotomis padangomis nuvažiavus dar apie 150 kilometrų atstumą nuo brekerio paviršiaus atsiklijavo protektoriaus sluoksnis (14 pav.).



14 pav. Atsiklijavęs restauruotos padangos protektoriaus sluoksnis

Šis padangos defektas gerokai padidino eismo įvykio kilimo tikimybę, todėl automobilio su tokia padanga eksploatacija buvo sustabdyta. Pakeitus padangos su defektu ratą į kitą, tinkamos būklės ratą, automobilio eksploatacija buvo tęsiama. Tačiau nuvažius apie 23 tūkst. kilometrų atstumą ant šio rato, su restauruota padanga, šoninio paviršiaus atsirado trečiojo tipo defektas – gumbas, kuris smarkiai padidino padangos sprogo tikimybę (15 pav.)



15 pav. Šoniniame padangos paviršiuje atsiradęs gumbas

Bene dažniausiai pasitaikantis padangos defektų sukeltas reiškinys – padangos sprogoimas. Siekiant nustatyti rato padangos sprogoimo įtaką automobilio valdymui bei stabilumui, minėta programa „PC-Crash 8.0“ sumodeliuota daugiau nei 144-ių skirtingų eismo įvykio situacijų varijuojant tokiomis sąlygomis:

- a) įvykus kiekvieno atskiro rato padangos sprogoimui (priekinis, užpakalinis, kairės pusės, dešinės pusės);
- b) automobilio važiavimo greitis yra 90 km/h ir 120 km/h;
- c) automobilis su įrengta ABS (*angl.* „Anti-lock brake system“ – stabdžių antiblokavimo sistema) ir be jos (neveikiančia);
- d) toje pačioje situacijoje automobilio vairuotojui reaguojant ir valdant automobilį 4-iais skirtingais būdais;
- e) automobilis važiuoja sausa, šlapia ir slidžia kelio danga.

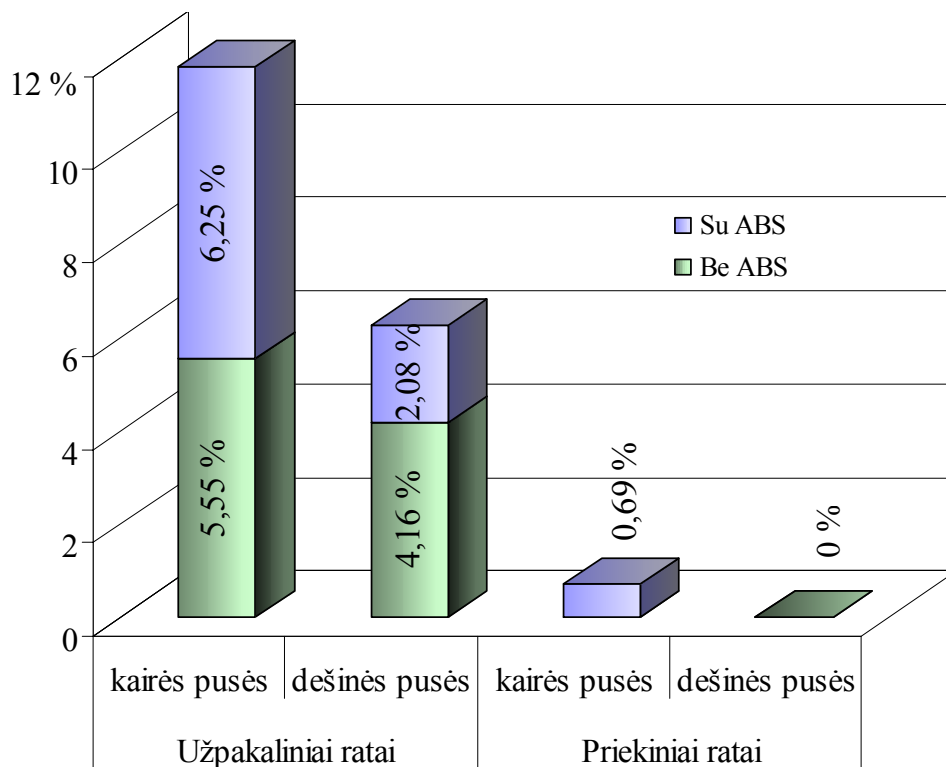
Modeliuojant pastebėta, kad sprogojus automobilio rato padangai ir tolimesnės automobilio judėjimo trajektorijos nekoreguojant vairaračiu, ABS sistema esminės įtakos automobilio judėjimui beveik neturi. Dėl šios priežasties automobilių be ABS sistemos sumodeliuotų judėjimo trajektorijos atvejų yra per pusę mažiau nei automobilių su ABS sistema (žr. 5.2 lentelę).

5.2 lentelė. Sumodeliuotų atvejų pasiskirstymas

	Automobilis		Važiavimo greitis		Kelio danga		
	Su ABS	Be ABS	90 km/h	120 km/h	Sausa	Šlapia	Slydi
Sumodeliuotų situacijų sk.	96	48	72	72	48	48	48

Pateikiant galutinius lyginamuosius rezultatus į tai buvo atsižvelgta: dalis sumodeliuotų automobilių su ABS sistema situacijų (kai judėjimas nekoreguojamas vairaračiu), buvo vertinamos dvejopai, – analizuojant automobilių su ABS sistema judėjimą ir analizuojant automobilių be ABS sistemos judėjimą.

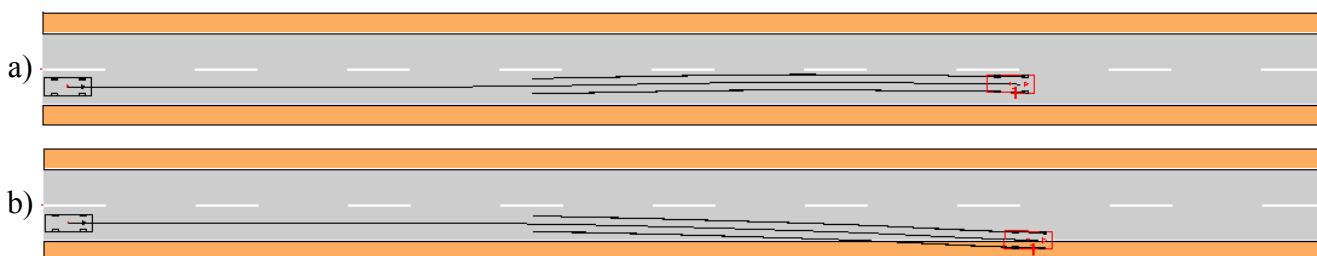
Sprogus padangai staiga padidėja rato riedėjimo varža, todėl automobilis su sprogusia padanga yra „velkamas“ į atitinkamą pusę. Atliekant eksperimentinius automobilio judėjimo modeliavimus nustatyta, kad „vilkimo“ į šoną intensyvumui turi įtakos kelio dangos būklė. Kuo slidesnė danga, tuo mažiau automobilis yra „velkamas“ į šoną ir todėl mažiausiai nukrypsta nuo pirminės tiesiaeigės trajektorijos. Kad sprogus rato padangai automobilis neišvažiuotų iš eismo juostos ribų reikia automobilį valdyti vairaračiu, taip pat galima papildomai stabdyti automobilį. Tačiau remiantis atliktais automobilio judėjimo modeliavimais yra pagrindo teigti, kad efektyviausiai suvaldyti automobilį įmanoma tik sprogus užpakalinio rato padangai (16 pav.).



16 pav. Sumodeliuoti atvejai, kai automobilis neišvažiavo už eismo juostos ribų

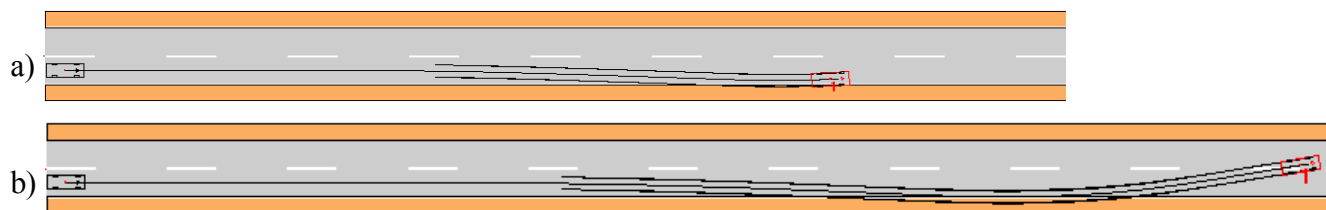
Tai paaiškinti galima tuo, kad užpakaliniai ratai įprastai yra nevairuojami. Sprogus vairuojamų ratų padangai jų riedėjimo trintis staiga padidėja ir todėl atsiranda jėga, kuri per vairo mechanizmą nukreipia automobilio judėjimą į sprogusios padangos pusę (išimtis automobiliams su elektromechaniniu vairo stiprintuvu).

Lietuvoje automobilių judėjimas yra organizuotas dešiniąja važiuojamosios dalies puse, todėl važiuojant automobiliui į priekį paprastai iš dešinės pusės yra kelkraštis. Dažnai kelkraščio ir važiuojamosios dalies danga yra skirtinga, o tuo pačiu skirtingas ir padangų sukibimo koeficientas su ja. Dėl išvardytų priežasčių modeliuojant automobilių judėjimą susprogus kairės pusės užpakaliniam ratui automobilis buvo lengviau suvaldomas ir išlaikomas savo eismo juostoje nei tuo atveju, kai sprogsta dešinės pusės užpakalinis ratas (17 pav.).



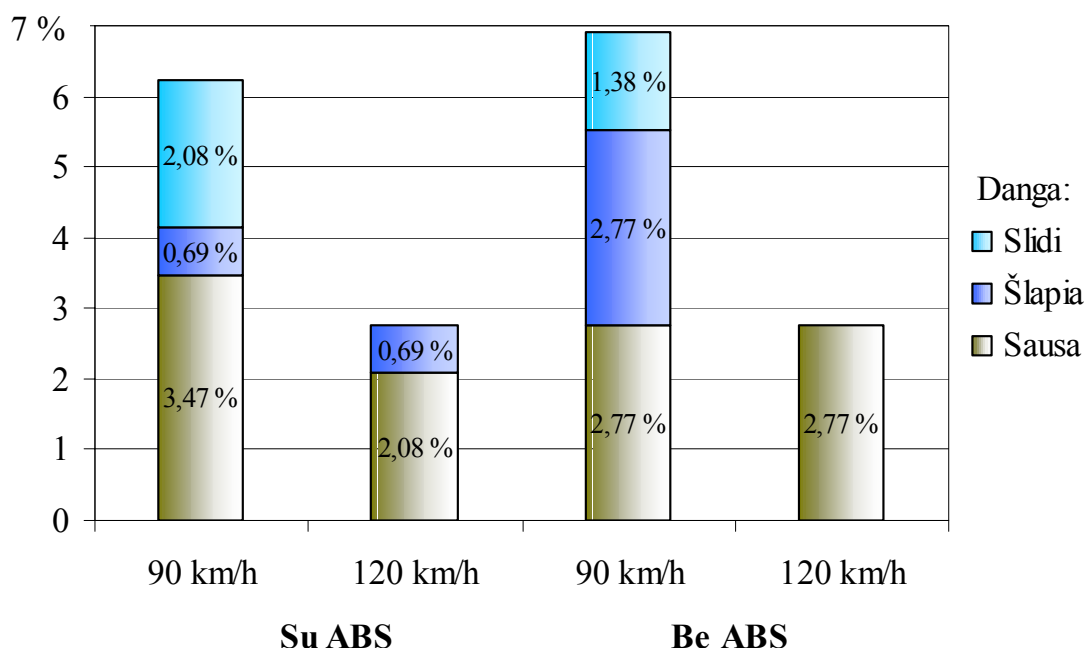
17 pav. Automobilio judėjimo trajektorija šlapia kelio danga, kai sprogsta užpakalinio kairiojo (a) ir užpakalinio dešiniojo (b) rato padanga

Siekiant nustatyti greičio įtaką automobilio valdomumui padangos sprogimo atveju buvo modeliuojamas automobilio judėjimas važiuojant 90 km/h ir 120 km/h greičiu. Esant vienodoms sąlygoms vairuotojo reakcijos laikas išlieka nepakitęs, tačiau važiuojant skirtingais greičiais per tą patį vairuotojo reakcijos laiką automobilis nuvažiuoja labai skirtingo dydžio atstumus. Dėl šios priežasties esant didesniai važiavimo greičiui vairuotojo veiksmai gali būti atliekami jau per vėlai ir galimybės suvaldyti automobilį proporcingai mažesnės. Eksperimentinio modeliavimo metu padidinus automobilio važiavimo greitį nuo 90 km/h iki 120 km/h (apie 33 %) sustabdyti automobilį savo eismo juostoje tapo dvigubai sunkiau (18 pav.).



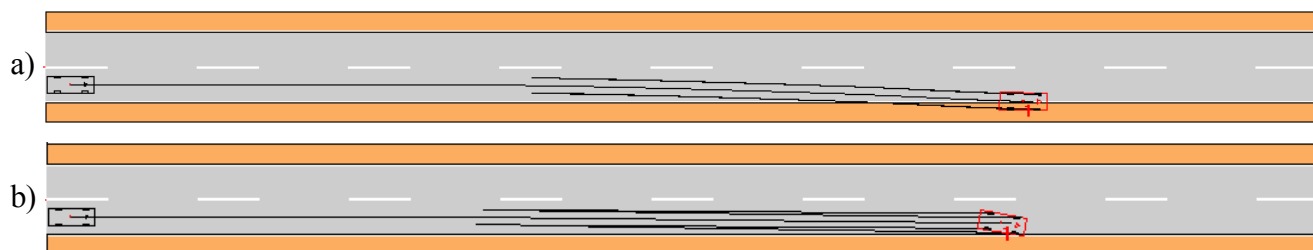
18 pav. Automobilio judėjimo trajektorija šlapia kelio danga sprogus užpakalinio dešiniojo rato padangai, kai važiuojama 90 km/h greičiu (a) ir 120 km/h greičiu (b)

Važiuojant automobiliu 120 km/h greičiu šlapia ar slidžia asfalto danga ir susprogus rato padangai suvaldyti automobilį beveik visiškai nelieta galimybės (19 pav.).



19 pav. Sumodeliuoti atvejai, kai automobilis neišvažiavo už eismo juostos ribų priklausomai nuo važiavimo greičio bei kelio dangos

Atkreiptinas dėmesys, kad ABS sistema naudinga ne visais nagrinėtais atvejais. Esant šlapiai asfalto dangai intensyviai stabdomas automobilis be ABS sistemos, po užpakalinio rato padangos sprogo, netgi mažiau nukrypsta nuo pirminės trajektorijos nei automobilis su ABS sistema (20 pav.).



20 pav. Automobilio judėjimo trajektorija šlapia kelio danga sprogus užpakalinio dešiniojo rato padangai, kai automobilis su ABS sistema (a) ir be jos (b)

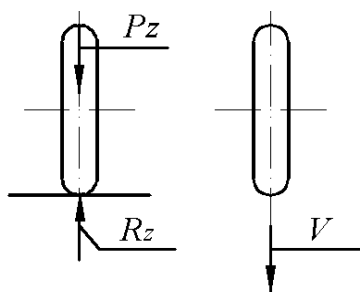
Šį reiškinį galima paaiškinti tuo, kad sprogus rato padangai automobilis yra šiek tiek pakreipiamas į sprogusios padangos pusę, po to automobilis juda toldamas nuo savo pirminės judėjimo trajektorijos, o ABS sistemai išlaikant efektyvų sprogusios padangos rato stabdymą automobilio vilkimas į šoną kurį laiką išlieka. Automobiliui neturint ABS sistemos sprogusios padangos ratas yra

stabdomas daug mažesniu efektyvumu, ir todėl sproguosios padangos pusėje esančių ratų suminė trintis į kelio paviršių yra mažesnė už kitos pusės ratų, dėl to automobilio vilkimas į sproguosios padangos pusę yra kompensuojamas priešingos pusės stabdomų ratų. Tačiau į daugumą naujų automobilių yra diegiamos elektroninės stabilumo programos (ESP, ESC)¹, todėl ABS sistema veikia tobuliau ir tokių valdymo sunkumų neturėtų iškilti. Labiausiai ABS sistemos naudingumas išryškėja esant sausai asfalto dangai.

Atlikti automobilio judėjimo eksperimentiniai modeliavimai duoda pagrindą teigti, kad sproguos užpakalinio rato padangai efektyviausi vairuotojo veiksmai siekiant neišvažiuoti už eismo juostos ribų yra intensyvus stabdymas papildomai judėjimą koreguojant vairaračiu. Išimtis važiuojant slidžia kelio danga, nes šiuo atveju efektyviausias būdas išvengti eismo įvykio – ramiai reaguoti į situaciją ir automobilį stabdyti neintensyviai bei judėjimą koreguoti vairaračiu. Natūralu, kad sproguos rato padangai lengviausia suvaldyti automobilį važiuojant sausa asfalto danga, kuomet ratų sukibimas su kelio danga yra didžiausias. Esant mažesniai ratų sukibimui su kelio danga galimybė išvengti eismo įvykio yra atitinkamai mažesnė.

5.3. Ratų skersridės kampo įtaka automobilio valdomumui ir stabilumui

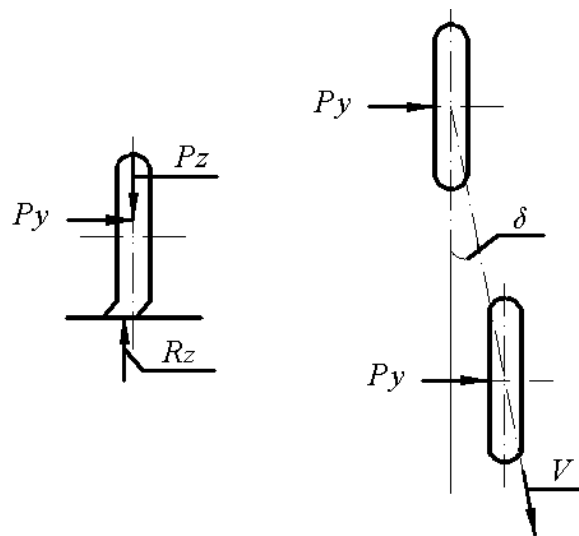
Kai rato sukimosi plokštuma statmena kelio paviršiui ir rato neveikia jokia skersinė jėga, jo trajektorija yra tiesė [3], sutampanti su sukimosi plokštuma arba lygiagreti su ja (21 pav.).



21 pav. Rato riedėjimo be skersridės schema

Kai ratą per ašį arba per stebulę veikia tokio didumo skersinė jėga, kad elastinga padanga deformuojasi skersine kryptimi, bet ji neslysta, rato trajektorija su sukimosi plokštuma sudaro kampą δ ir ratas be išilginio judėjimo gauna dar ir skersinį (22 pav.). Šis reiškinys vadinamas rato skersride (nuvedimas, dreifas).

¹ ESP – vok. „Electronic Stability Programme“ – elektroninė stabilumo programa;
ECS – angl. „Electronic Stability Control“ – elektroninė stabilumo kontrolė.



22 pav. Rato riedėjimo su skersride schema

Esant skersridei, rato sukimosi plokštuma pasislenka rato ašies kryptimi, bet lieka lygiagreti sau. Skersridės kampas δ apytiksliai gali būti išreiškiamas iš formulės:

$$P_y = k_y \cdot \delta;$$

čia: P_y – ratą veikianti skersinė jėga;

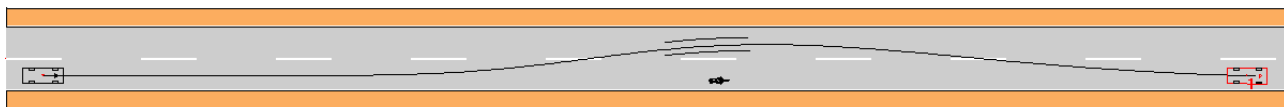
k_y – skersridės koeficientas.

Rato skersridei turi įtakos padangos konstrukcija bei kiti veiksniai. Didinant oro slėgį toroidinėse padangose su įstrižais (diagonaliais) kordo sluoksniais, didėja ir skersridės koeficientas – k_y , o padangose su radialiai išdėstytais kordo sluoksniais atvirkščiai – didinant oro slėgį k_y mažėja. Kuo didesnio pločio padangos profilis, tuo didesnis ir k_y . Dylant protektoriui, k_y mažėja. Didinant statmeną padangos apkrovą didėja ir k_y , bet perkrovus padangą, k_y pradeda mažėti. Apkrovus padangą sukimo momentu arba stabdymo jėga, taip pat didinant greitį, k_y mažėja.

Skersinė jėga, sukelianti rato skersridę, susidaro važiuojant automobiliui posūkio kreive (išcentrinė inercijos jėga) arba tiesiu keliu, kuris pasviręs skersinėje plokštumoje, taip pat pučiant stipriam šoniniam vėjui.

Įprastai lengvuosiuose automobiliuose maksimalus priekinių bei užpakalinių ratų skersridės kampas yra apie 10° . Siekiant nustatyti ratų skersridės kampo įtaką automobilio judėjimui visos situacijos buvo modeliuojamos atliekant kliūtis lenkimo manevrą (ta pačia kryptimi važiuojančio dviratininko ar bet kokios kitos kliūtis) ir grįžtant į pirminės važiavimo krypties eismo juostą. Atlikus eksperimentinius automobilio judėjimo modeliavimus nustatyta, kad sausa kelio danga važiuojantis automobilis, kurio priekinių ir užpakalinių ratų maksimalus skersridės kampas yra 10° , lengvai

valdomas. Esant šlapiai ar slidžiai kelio dangai, dėl per staigaus vairaračio pasukimo arba esant netinkamam važiavimo greičiui, automobilio ratai šiek tiek pradeda slysti manevro pradžioje, tačiau automobilis lenkimo manevro metu taip pat pakankamai lengvai valdomas (23 pav.).



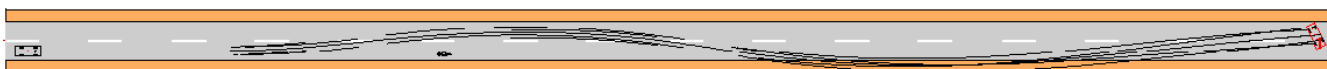
23 pav. Automobilio judėjimo trajektorija šlapia kelio danga, kai visų ratų maksimalus skersridės kampas 10°

Sumažinus užpakalinių ratų maksimalų skersridės kampą iki 8° , o priekinių ratų palikus 10° , automobiliui reikia didesnio atstumo sugrįžti į savo eismo juostą, nei važiuojant automobiliu, kurio visų ratų maksimalūs skersridės kampai yra 10° (24 pav.). Taip pat nustatyta, kad sumažinus maksimalų užpakalinių ratų skersridės kampą ir automobiliu atliekant kliūtis apvažiavimo manevrą, dėl per staigaus vairaračio pasukimo arba esant netinkamam važiavimo greičiui, ratai slysta mažiau.



24 pav. Automobilio judėjimo trajektorija šlapia kelio danga, kai užpakalinių ratų maksimalus skersridės kampas 8°

Esant maksimaliam užpakalinių ratų skersridės kampui 10° , o priekinių ratų skersridės kampą sumažinus iki 8° , automobilis važiuodamas sausa asfalto danga ir atlikdamas kliūtis lenkimo manevrą į savo eismo juostą sugrįžta anksčiau ir staigiau nei prieš tai aprašytais skersridės kampų atvejais. Taip pat atsiranda nepageidaujamas ratų slydimas įvažiavus į priešpriešinio eismo juostą. Tą patį manevrą atliekant ant šlapios arba slidžios asfalto dangos suvaldyti automobilį neįmanoma – jis smarkiai nukrypsta nuo pirminės važiavimo trajektorijos ir išslysta už kelio ribų į šalikelę. Slidžia kelio danga važiuojantį automobilį su ABS sistema įmanoma išlaikyti kelio ribose, tačiau jis yra nesaugiai blaškomas po visą važiuojamąją dalį (25 pav.).



25 pav. Automobilio su ABS sistema judėjimo trajektorija slidžia kelio danga, kai priekinių ratų maksimalus skersridės kampas 8°

Bet kokių atveju, ar automobilis su ABS sistema, ar be jos, esant per mažam priekinių ratų skersridės kampui automobilis vis tiek tampa nevaldomas ir atsakant į klausimą, kas blogiau, ar nuslydimas už kelio ribų, ar nevaldomas blaškymas po visą kelio plotį, reikėtų atsižvelgti į konkrečią kelio situaciją (ar šalikelėje yra medžių, ar eismas organizuotas viena kryptimi ir pan.).

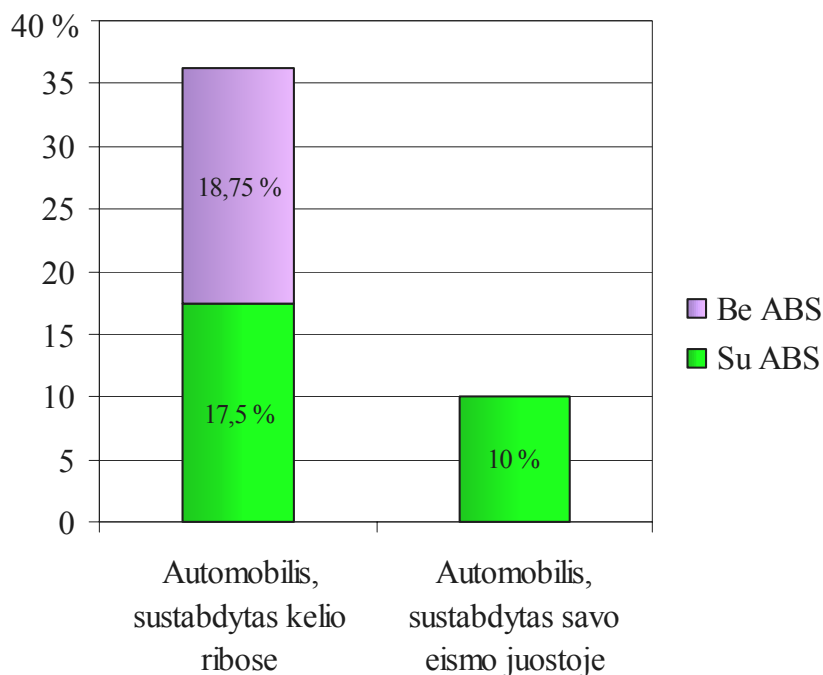
5.4. Rato ir jį laikančių konstrukcijų techninės būklės įtaka automobilio valdomumui ir stabilumui

Netinkamai eksploatuojant automobilį ir periodiškai neatliekant techninės priežiūros darbų nusidėvi eksploatacinės automobilio detalės (pvz., stabdžių trinkelės, guoliai), taip pat cikliška apkraunamose metalinėse automobilio dalyse atsiranda įtempimai, dėl kurių gali įvykti nuovarginis lūžis. Visi šie defektai gali sukelti automobilio rato užstrigimą, užsiskersavimą ar net nusimontavimą nuo jį laikančių konstrukcijų.

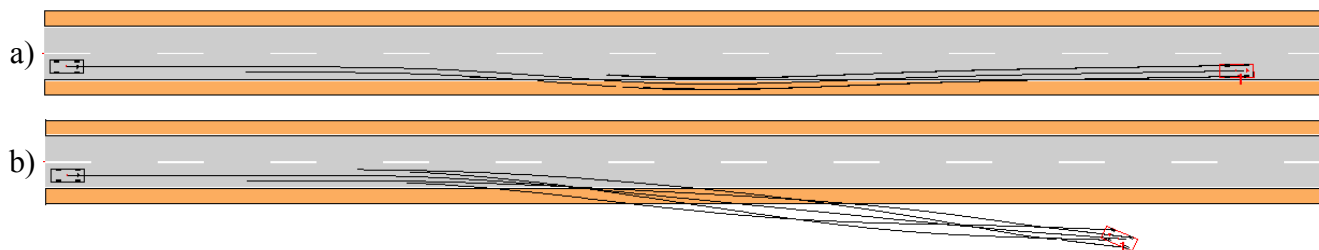
Siekiant nustatyti automobilio judėjimo bei valdomumo pokyčius įvykus ankščiau aprašytiems rato gedimams programa „PC-Crash 8.0“ atlikta daugiau nei 80 eksperimentinių modeliavimų, kai važiuojama automobiliu (su ABS sistema ar be jos) ir staiga užstringa (užsiskersina, nusimontuoja) ratas. Dauguma sumodeliuotų atvejų automobilis yra nesuvaldomas ir išvažiuoja už kelio ribų.

Analizuojant eksperimentinio modeliavimo metu gautus rezultatus išsiskyrė dvi esminės situacijos: kai automobilis yra sustabdomas saugiausiai – savo eismo juostoje, ir kuomet automobilis yra sustabdomas kelio ribose. Pastaruoju atveju automobilio judėjimo trajektorija gali būti pražūtinga, nes automobilis dažnai išvažiuoja į priešpriešinio eismo juostą.

Pastebimai išryškėjo ABS sistemos nauda: net 10 % visų atvejų automobilis buvo sustabdytas savo pirminio važiavimo eismo juostoje, o automobilis be ABS sistemos joje nė karto nebuvo sustabdytas (26–27 pav.).

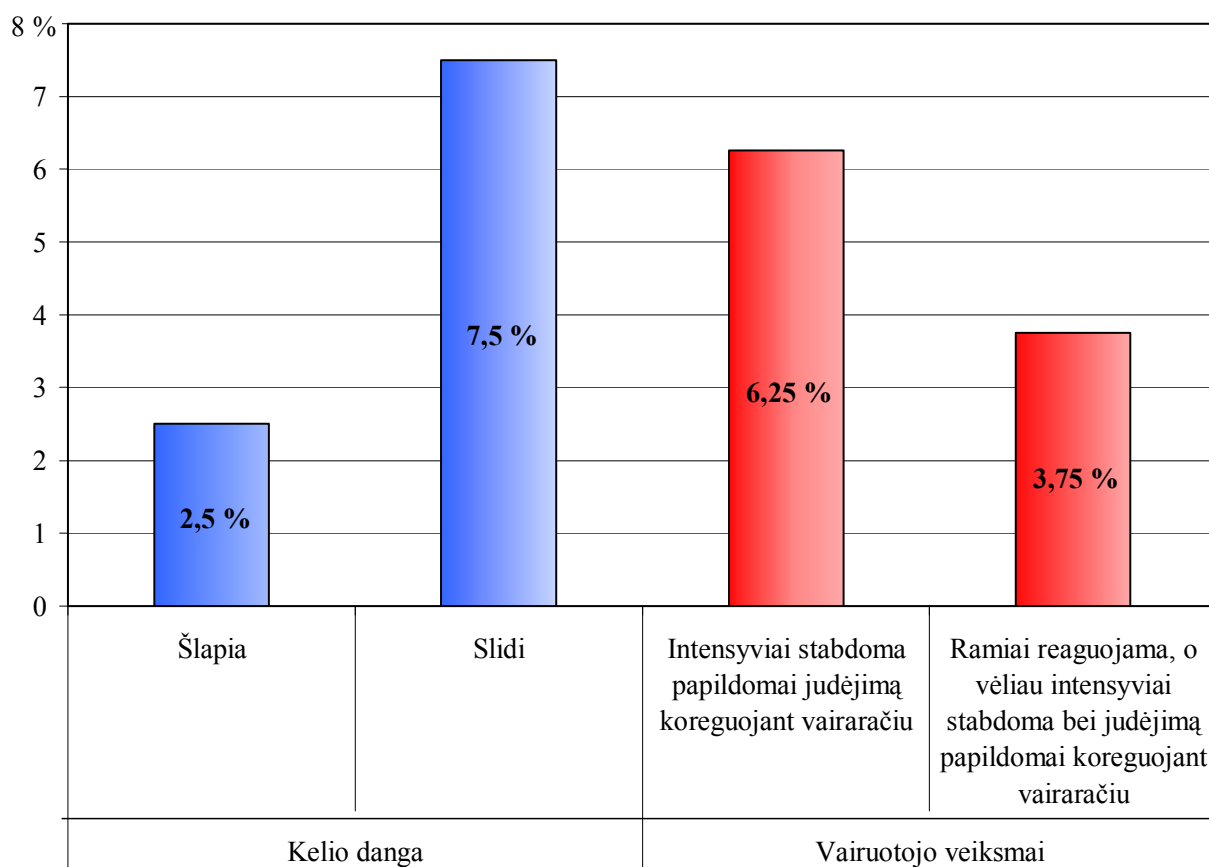


26 pav. Sumodeliuoti atvejai, kai automobilis sustabdomas kelio ribose ir savo eismo juostoje



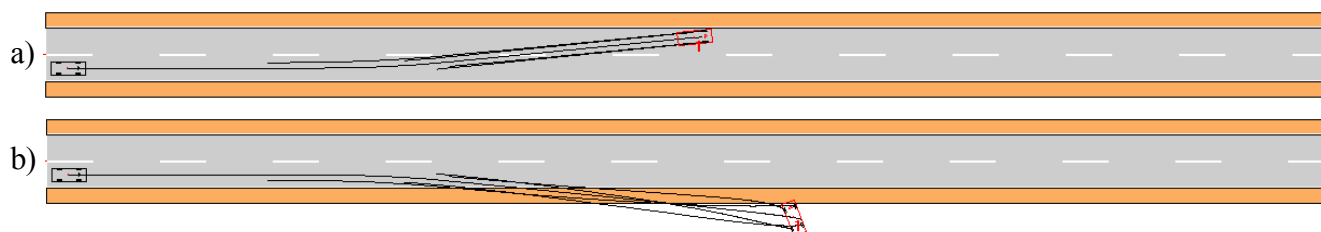
27 pav. Automobilio judėjimo trajektorija slidžia kelio danga ir staiga įvykus užpakalinio dešiniojo rato gedimui, kai automobilis su įrengta ABS sistema (a) ir be jos (b)

Užstrigus (užsiskersinus, nusimontavus) ratui jo sukibimas su kelio danga staiga padidėja, tačiau automobilį pradedant intensyviai stabdyti užstrigusio rato ir likusių ratų sukibimo su kelio danga skirtumas sumažėja. Važiuojant slidžia kelio danga ir staiga įvykus rato gedimui jo sukibimas su kelio danga padidėja nežymiai, palyginti su atveju, kai automobilis važiuoja sausa ar šlapia danga. Todėl važiuojant slidžia kelio danga automobilis po įvykusio rato gedimo yra mažiausiai „velkamas“ į šoną ir tuo pačiu mažiausiai nukrypsta nuo pirminės tiesiaeigės trajektorijos (28 pav.).



28 pav. Sumodeliuoti atvejai, kuomet automobilis sustabdomas pirminės važiavimo krypties eismo juostoje

Atlikus eksperimentinius modeliavimus nustatyta, kad staiga įvykus minėtam rato gedimui efektyviausi vairuotojo veiksmai yra judėjimo koregavimas vairaračiu ir kartu intensyvus automobilio stabdymas. Taip pat atliekant automobilio be ABS sistemos judėjimo tyrimus pastebėta, kad atsiradus kurio nors priekinio rato gedimui stabdomas automobilis juda tiesia eige trajektorija, tačiau sugedus kuriam nors užpakaliniam ratui, taip pat, jeigu automobilis išslysta į kelkraštį, kur padangų sukibimo koeficientas su kelio danga pasikeičia, automobilis pradeda sukis apie vertikalią ašį (29 pav.).



29 pav. Automobilio be ABS sistemos judėjimo trajektorija, kai užstringa priekinis kairysis (a) ir priekinis dešinysis (b) ratas

5.5. Automobilio valdomumo ir stabilumo pokyčiai atitrūkus užpakalinių ratų ašiai

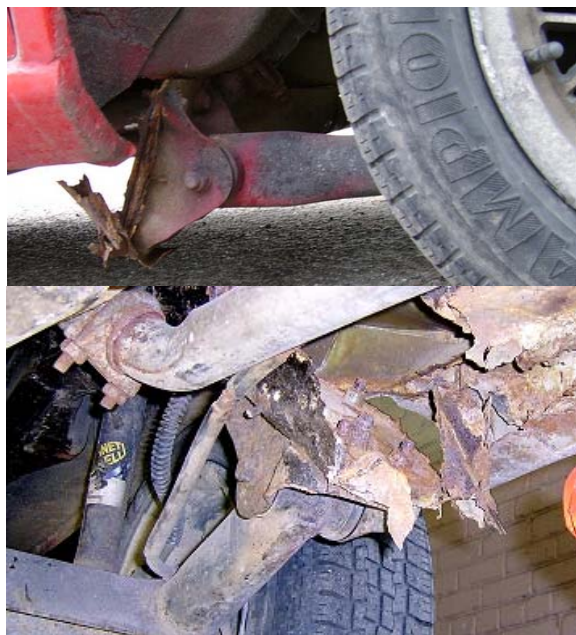
Esant intensyviai kėbulo korozijai, periodiškai neatliekant techninės priežiūros bei remonto darbų automobilio techninė būklė gali pasiekti kritinį lygį ir tuomet eksploatuoti automobilį taptų ypač nesaugu. Vienas kritinės automobilio techninės būklės pavyzdžių – dalinai atitrūkusi užpakalinių ratų ašis (30–31 pav.).



30 pav. Dalinai atitrūkusi automobilio „Ford Escort“ užpakalinė ratų ašis

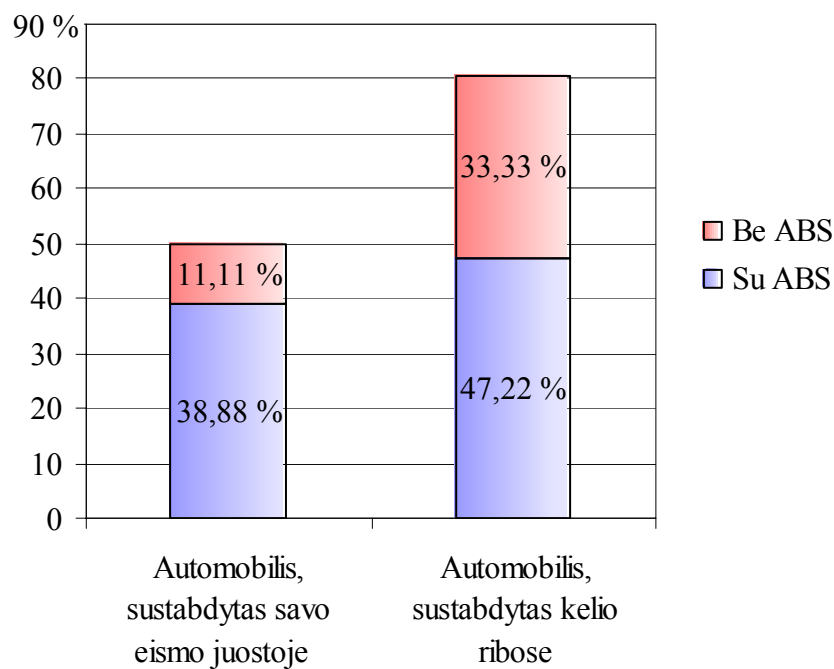
Šis gedimas ypač išryškėja važiuojant prastais, duobėtais keliais, kai padidėja užpakalinės ratų ašies apkrovimas. Tęsiant tokio automobilio eksploataciją užpakalinė ratų ašis gali visiškai atitrūkti ir tuomet suvaldyti automobilį būtų labai sunku net ir važiuojant nedideliu greičiu. Siekdamas nustatyti

užpakalinės ratų ašies atitrūkimo įtaką automobilio judėjimui kompiuterine programa „PC-Crash 8.0“ atlikau daugiau nei 36-is eksperimentinius modeliavimus.



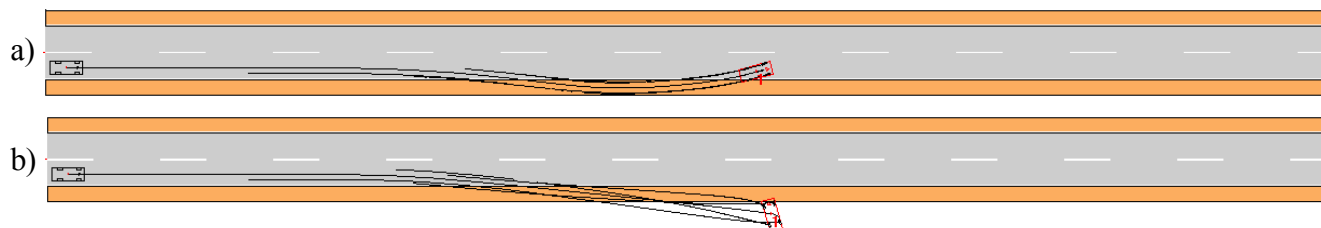
31 pav. Dalinai atitrūkusi užpakalinė ratų ašis

Atlikus eksperimentinius modeliavimus nustatyta, kad 19,44 % visų sumodeliuotų atvejų automobilis nevaldomai išslydo už kelio ribų, iš jų net 16,67 % – kai automobilis yra be ABS sistemos.



32 pav. Sumodeliuoti atvejai, kai automobilis sustabdomas kelio ribose ir savo eismo juostoje

Išanalizavus modeliavimo metu gautus rezultatus matyti, kad visiškai atitrūkus užpakalinių ratų ašiai lengviausia suvaldyti yra automobilį su ABS sistema. Nors modeliavimų metu automobilis be ABS sistemos ir buvo sustabdytas kelio ribose, tačiau dažnai jis stabdomas pavojingai sukosi apie vertikalią ašį. Tuo tarpu stabdomas automobilis su ABS sistema judėdavo pakankamai stabiliai (33 pav.).



33 pav. Automobilio judėjimo trajektorija visiškai atitrūkus užpakalinei ratų ašiai, kai automobilis su įrengta ABS sistema (a) ir be jos (b)

Remiantis atliktais eksperimentiniais modeliavimais yra pagrindo teigti, kad slidžiame kelyje stabdomas automobilis mažiau nukrypsta nuo pirminės važiavimo trajektorijos, nei važiuojant sausu ar šlapiu keliu.

Kaip ir rato veikimo sutrikimo atveju siekiant suvaldyti automobilį su ABS sistema efektyviausi vairuotojo veiksmai yra intensyvus automobilio stabdymas papildomai judėjimą koreguojant vairaračiu.

5.6. Automobilio judėjimo ir valdomumo pokyčiai dėl nesandarios stabdžių sistemos sutrikus vienam iš dviejų kontūrų

Nuolat eksploatuojant automobilį jo techninė būklė prastėja, todėl reikia periodiškai atlikti techninės priežiūros bei remonto darbus. Su laiku guminių stabdžių žarnelių techninės savybės blogėja, jos suskeldėja ir tuomet padidėja rizika, kad ištekęs stabdžių skysčiui sistema taps nesandari. Dėl konstrukcinių automobilio netobulumų stabdžių žarnelės gali turėti fizinį kontaktą su kitomis automobilio dalimis, todėl eksploatuojant automobilį stabdžių žarnelių paviršius gali būti mechaniškai pažeistas (34–35 pav.) ir tuomet tapus nesandariai stabdžių sistemai nustos funkcionuoti vienas iš stabdžių kontūrų.



34 pav. Sudilęs stabdžių skysčio žarnelės išorinis paviršius

Prasta stabdžių žarnelių techninė būklė yra dažna stabdžių sistemos gedimų priežastis, todėl jas reikia periodiškai tikrinti, o suskeldėjusias žarneles būtina pakeisti naujomis. Taip pat žarneles tikslinga izoliuoti nuo išorinio mechaninio poveikio su kitomis automobilio dalimis.

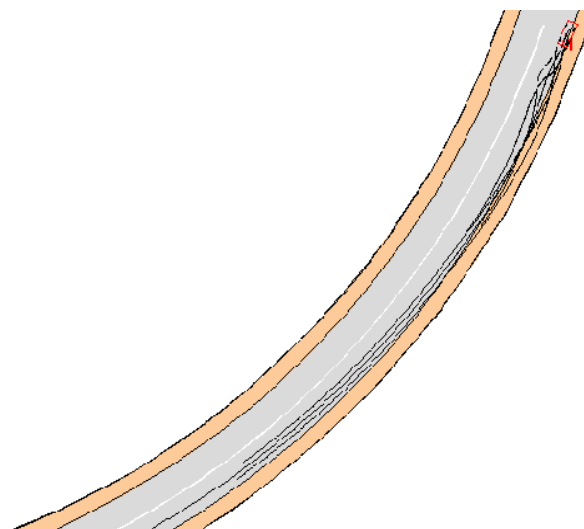


35 pav. Stabdžių vamzdelio vieta, į kurią trynėsi žarnelė

Siekdamas nustatyti nesandarios, tik su vienu veikiančiu kontūru stabdžių sistemos įtaką automobilio valdomumui kompiuterine programa „PC-Crash 8.0“ atlikau automobilio judėjimo eksperimentinius modeliavimus. Modeliuojant buvo priimta, kad vienas stabdžių kontūras apima priešingų pusių, priekinio ir užpakalinio, ratų stabdžių veikimą (įstrižai). Automobiliu važiuojant tiesiu horizontaliu kelio ruožu ir dėl nesandarios stabdžių sistemos nustojus funkcionuoti vienam stabdžių kontūrai ypatingų automobilio valdymo pokyčių nėra, todėl buvo modeliuojamas automobilio judėjimas važiuojant 150 m spindulio posūkio kreive ir pradedant stabdyti. Atliekant eksperimentinius modeliavimus priimta, kad važiuojamąjį kelio dalį sudaro dvi, po 4,5 m pločio eismo juostos, o kelkraščiai yra po 2,5 m pločio. Važiuojant sausa ir šlapia danga buvo pasirinktas 90 km/h važiavimo

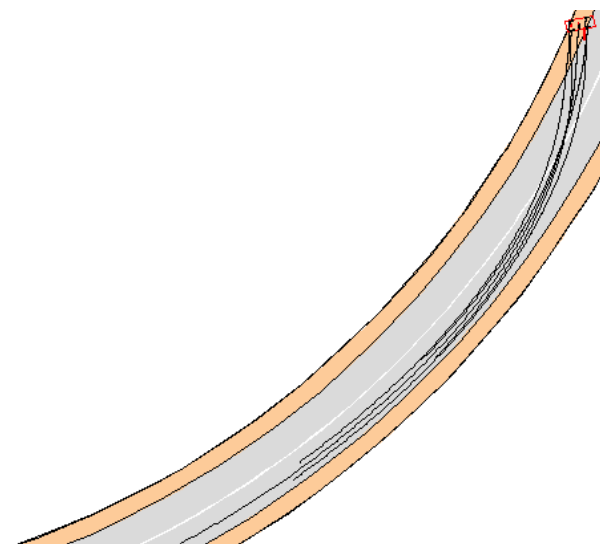
greitis, o važiuojant slidžia danga – 70 km/h, nes važiuoti didesniu greičiu 150 m spindulio posūkiu automobilis gali prarasti stabilumą ir toks judėjimas būtų nesaugus.

Atlikus eksperimentinius modeliavimus nustatyta, kad sutrikus stabdžių kontūro veikimui automobilio valdomumo savybės pablogėja tik esant tam tikroms sąlygoms. Važiuojant sausa asfalto danga saugiu greičiu automobilio valdomumas sugedus stabdžių kontūrai išlieka pakankamai geras ir todėl eismo įvykio kilimo tikimybė yra maža. Šiuo atveju automobilis iš eismo juostos ribų nedaug išvažiuotų tik vairuotojui netinkamai judėjimą koreguojant vairaračiu. Tačiau važiuojant šlapia arba slidžia asfalto danga automobilio judėjimo stabilumas prarandamas ir valdomumas komplikuojamas, jeigu jis pradedamas intensyviai stabdyti (36 pav.).



36 pav. Automobilio su neveikiančiu stabdžių kontūru judėjimo trajektorija, kai pradedama intensyviai stabdyti

Intensyvaus stabdymo atveju papildomai automobilio judėjimą koreguojant vairaračiu automobilį įmanoma suvaldyti, tačiau jeigu automobilis vienos pusės ratais užvažiuos ant kelkraščio arba vairuotojas dėl nepakankamų įgūdžių per daug pasuks vairą, tuomet iškils reali grėsmė nesuvaldyti automobilio ir išslysti į priešpriešinio eismo juostą ar net už kelio ribų (37 pav.).



37 pav. Automobilio su neveikiančiu stabdžių kontūru judėjimo trajektorija, kai vairuotojas stabdymo metu per daug pasuka vairą

Intensyviai stabdant automobilį išlaikyti savo eismo juostoje padeda ABS sistema. Automobilis daug geriau valdomas, kai yra stabdomas palengva. Važiuojant slidžia asfalto danga, kad automobilis neišvažiuotų iš savo judėjimo eismo juostos ribų sugedus stabdžių kontūrai, patartina stabdyti neintensyviai bei tolimesnį automobilio judėjimą koreguoti vairaračiu.

Išvados ir pasiūlymai

1. Paprastai užpakaliniai automobilių ratai yra nevairuojami, todėl užpakalinio rato padangos sprogo atveju tikimybė suvaldyti automobilį yra 26 kartais didesnė už tikimybę suvaldyti automobilį, kai sprogo priekinio rato padanga.

2. Dėl sukibimo su kelio danga pasikeitimo išvažiuojant į kelkraštį, sprogo kairės pusės užpakalinio rato padangai automobilis buvo sustabdomas savo eismo juostoje net 11,8 % visų sumodeliuotų atvejų, o sprogo dešinės pusės užpakalinio rato padangai – tik 6,24 % visų atvejų.

3. Automobiliu važiuojant 120 km/h greičiu sustabdyti automobilį savo eismo juostoje po padangos sprogo yra 2 kartus mažesnė galimybė, nei važiuojant 90 km/h greičiu. Važiuojant automobiliu 120 km/h greičiu šlapia ar slidžia asfalto danga ir sprogo rato padangai suvaldyti automobilį yra beveik neįmanoma.

4. Sprogo rato padangai suvaldyti automobilį, važiuojantį sausa asfaltuota kelio danga, yra žymiai lengviau (11,09 % visų atvejų) nei važiuojant šlapia (4,15 % visų atvejų) ar slidžia (3,46 % visų atvejų) kelio danga.

5. Automobiliu, kurio priekinių ratų maksimalus skersridės kampas yra mažesnis nei užpakalinių ratų, atlikti lenkimo manevrą, kai važiuojama šlapia ar slidžia asfalto danga, yra labai pavojinga, nes automobilis tampa visiškai nevaldomas ir atsiranda didelė tikimybė išslysti už kelio ribų (žr. 25 pav.).

6. Staiga užstrigus, užsiskersavus ar nusimontavus ratui automobilis su ABS sistema buvo saugiai sustabdytas savo važiavimo eismo juostoje tik 10 % visų sumodeliuotų atvejų, o automobilis be ABS sistemos nė karto nebuvo saugiai sustabdytas (26 pav.).

7. Važiuojant slidžia kelio danga ir staiga įvykus rato gedimui (jam užstrigus, užsiskersavus, nusimontavus) automobilis mažiausiai „velkamas“ į šoną ir tuo pačiu mažiausiai nukrypsta nuo pirminės tiesiaeigės trajektorijos nei važiuojant sausa ar šlapia kelio danga.

8. Visiškai atitrūkus užpakalinių ratų ašiai saugiausiai sustabdomas automobilis su ABS sistema. Slidžiame kelyje stabdomas automobilis mažiau nukrypsta nuo pirminės važiavimo trajektorijos, nei važiuojant sausu ar šlapiu keliu.

9. Sutrikus stabdžių kontūro veikimui automobilio valdomumo savybės nekinta, jeigu važiuojama posūkio spinduliu saugiu greičiu sausa asfalto danga ir pradedant stabdyti. Važiuojant šlapia ar slidžia asfalto danga automobilio judėjimo stabilumas, o kartu ir valdymo savybės pablogėja

pradedant intensyviai stabdyti (36 pav.). Pastaruoju atveju ABS sistema palengvina automobilio valdomumą.

10. Atliktų tyrimų rezultatus galima naudoti kaip metodinę priemonę atliekant eismo įvykių ekspertinius tyrimus, nustatant konkrečių gedimų atsiradimo laiką ir jų įtaką eismo įvykio kilimui.

Literatūra

1. Barzdžiukienė L. D. ir kt. Baigiamasis studijų darbas. Kalbininkų patarimai: teorija ir praktika. Vilnius: „Technika“, 2005 m. 149 p.
2. Daugėla G. Naudoti lengvieji automobiliai Lietuvoje: techninių trūkumų analizė. Vilnius: UAB "Transporto studijos", 2001 m. 119 p.
3. Gastila L. Automobiliai ir traktoriai: teorija ir konstravimo pagrindai. Vilnius: „Mokslas“, 1978 m. 248 p.
4. Gerdžiūnas P. ir kt. Bendrieji akademinių darbų įforminimo reikalavimai. Vilnius: „Technika“, 2006 m. 76 p.
5. Giedra K. ir kt. Automobiliai. Kaunas, 2002 m. 482 p.
6. Vizgaitis J. Automobilių techninė priežiūra. Vilnius, 2001 m. 104 p.
7. Žeromskas R. ir kt. Pagrindiniai techniniai reikalavimai kelių transporto priemonėms. Vilnius, 1998 m. 173 p.
8. Лошманов В. Ц. Экспертное исследование неисправностей импортных автомобилей. Москва, 1978 m. 44 p.
9. Жилинский Г. В. Основы судебно-экспертного исследования технического состояния транспортных средств. Киев, 1987 m. 112 p.
10. Danner M., Halm J. Technische analyse von verkehrsunfällen. Neuauflage Frühjahr, 1994 m. 570 p.
11. Datentechnik S. PC-Crash: Operating manual. Linz, 2006 m. 310 p.

Kiti informaciniai šaltiniai

12. Transporto priemonių registravimas 2008 metais [žiūrėta 2009-03-14]. Interneto prieiga http://www.regitra.lt/index.php?Action=statist_reg_2008&node=32&node1=0&statid=menu1&s=0&f=0
13. Senas ir naujas. Kuris saugesnis? [žiūrėta 2009-04-20]. Interneto prieiga <http://www.ve.lt/?data=2006-02-06&id=1139160235&rub=1078736485>
14. 2008 metų eismo įvykių Lietuvoje analizė [žiūrėta 2009-04-20]. Interneto prieiga http://www.lpept.lt/lt/statistika/2008/eismo_ivykiu_analize_2008.pdf

15. Transporto priemonių klasifikavimas ir kodavimas [žiūrėta 2009-02-16]. Interneto prieiga http://www.regitra.lt/Atsisiuntimui/Tp_klas_ir_kod.pdf

16. Transporto priemonių kiekis % pagal tipus praėjusių techninę apžiūrą iš pirmo karto per 2008 m. [žiūrėta 2009-03-15]. Interneto prieiga <http://www.vta.lt/statistika6.php4>

17. Pagrindiniai trūkumai ir priežastys, dėl kurių tenka atvykti į pakartotinę techninę apžiūrą [žiūrėta 2009-03-16]. Interneto prieiga <http://www.vta.lt/trukumai.php4>

PRIEDAI

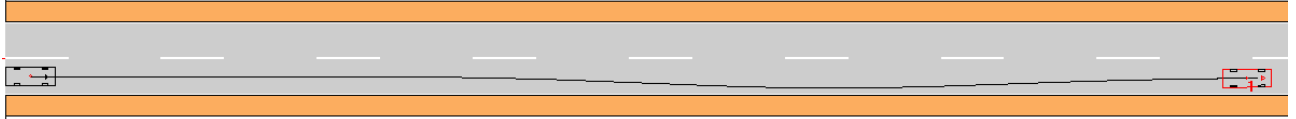
A Priedas

Automobilio judėjimo modeliavimų rezultatai

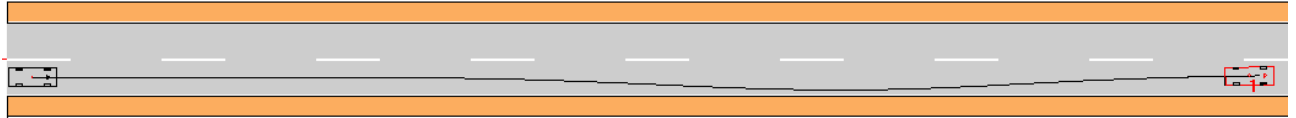
1. Automobilio su ABS sistema judėjimo trajektorija sproguos rato padangai

1.1 Važiuojant 90 km/h greičiu sausa kelio danga ir sproguos priekinio dešiniojo rato padangai

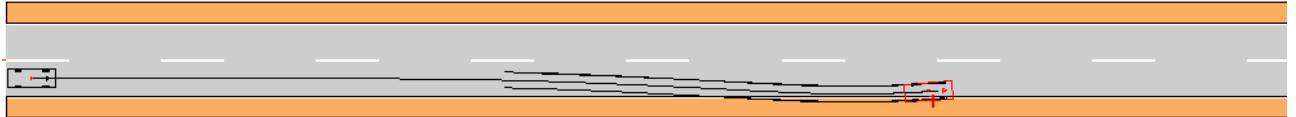
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



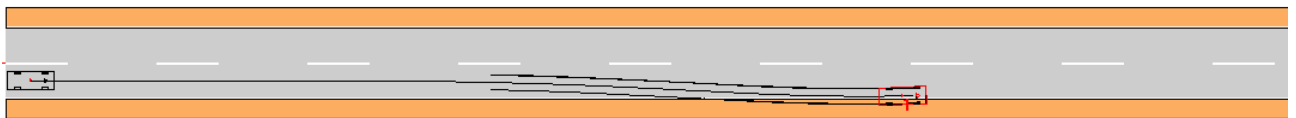
b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:

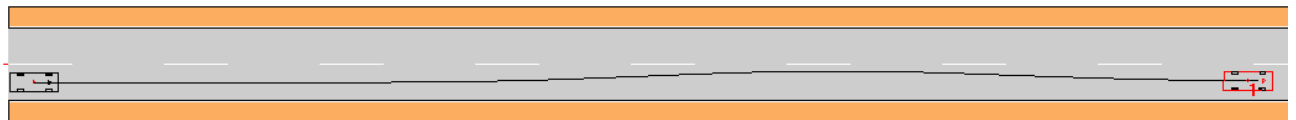


d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

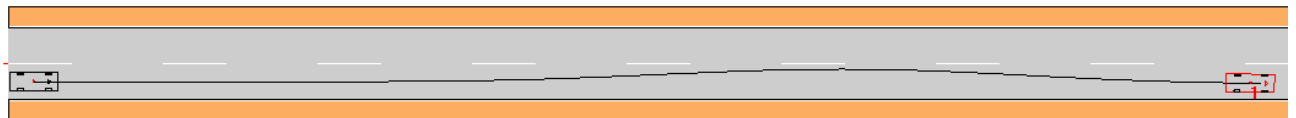


1.2 Važiuojant 90 km/h greičiu sausa kelio danga ir sproguos priekinio kairiojo rato padangai

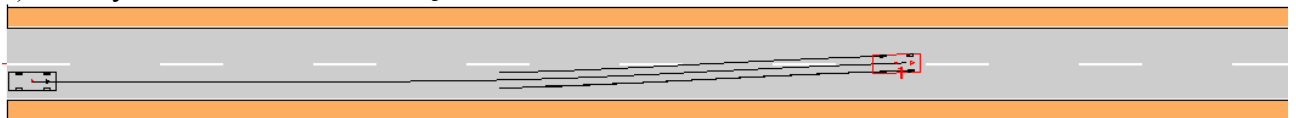
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:

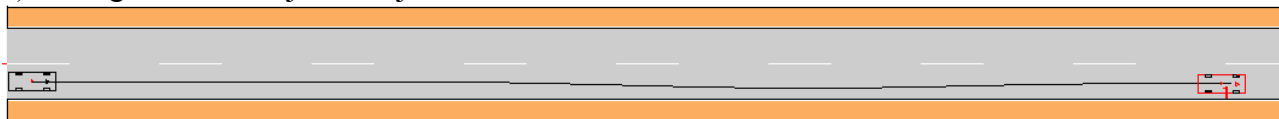


d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

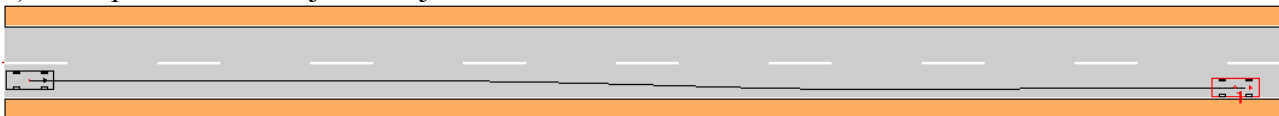


1.3 Važiuojant 90 km/h greičiu sausa kelio danga ir sprogius užpakalinio dešiniojo rato padangai

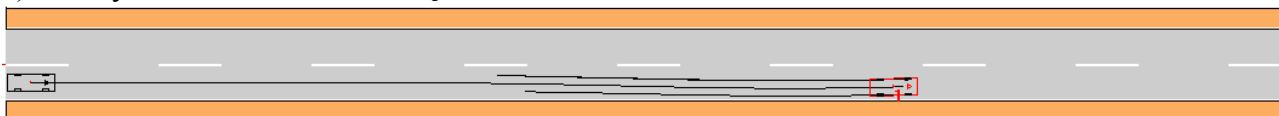
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:

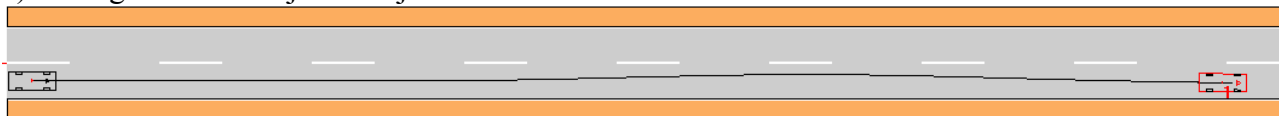


d) intensyviai stabdant automobilį ir koreguojant vairaračiu:

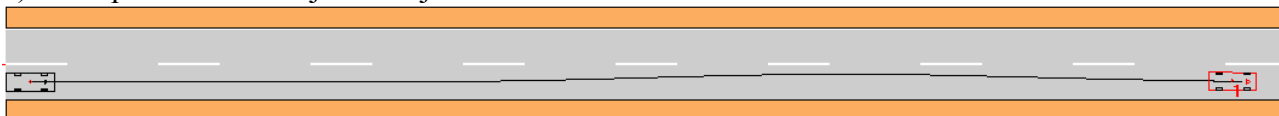


1.4 Važiuojant 90 km/h greičiu sausa kelio danga ir sprogius užpakalinio kairiojo rato padangai

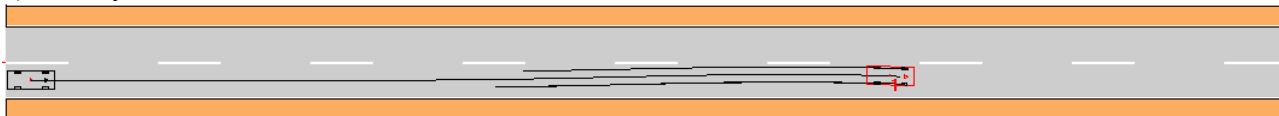
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:

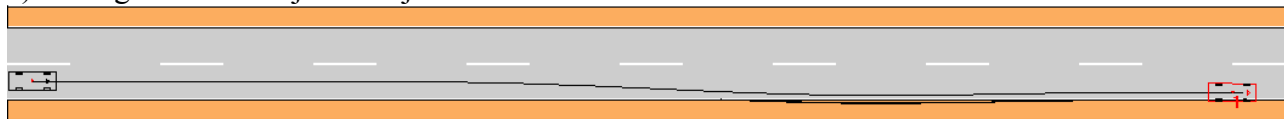


d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

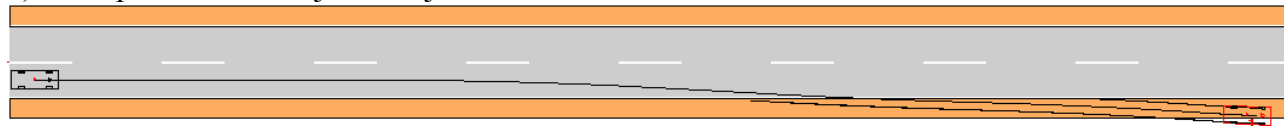


1.5 Važiuojant 90 km/h greičiu šlapia kelio danga ir sprogus priekinio dešiniojo rato padangai

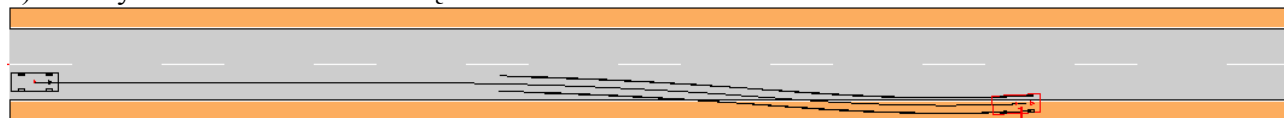
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



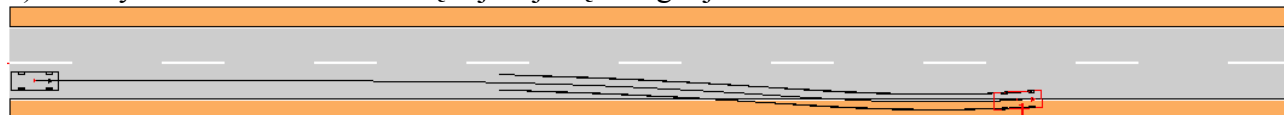
b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:

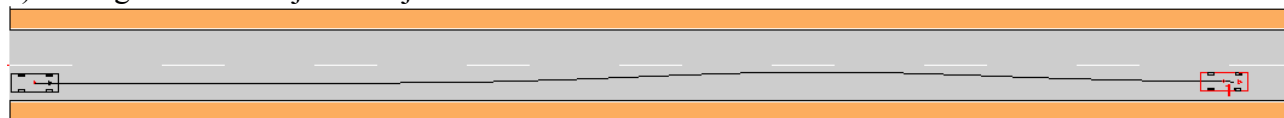


d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

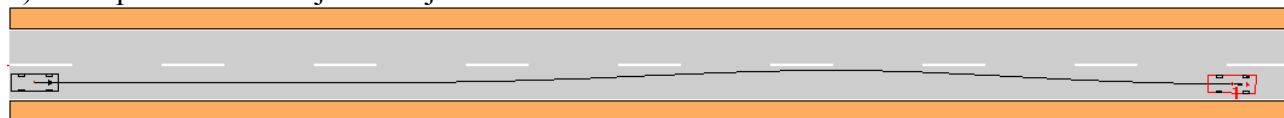


1.6 Važiuojant 90 km/h greičiu šlapia kelio danga ir sprogus priekinio kairiojo rato padangai

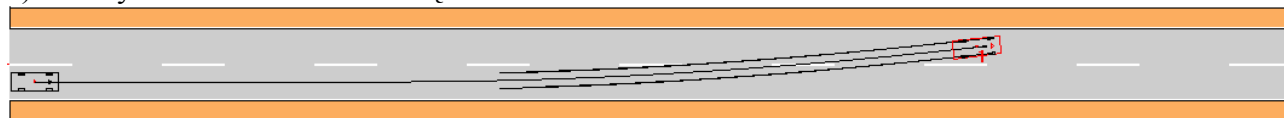
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



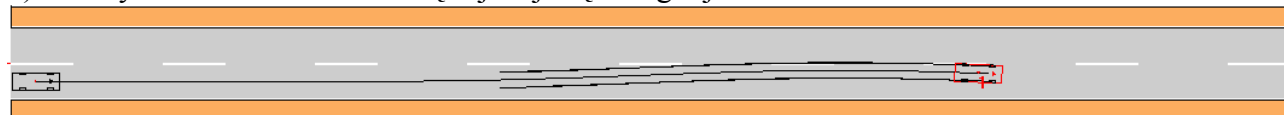
b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:

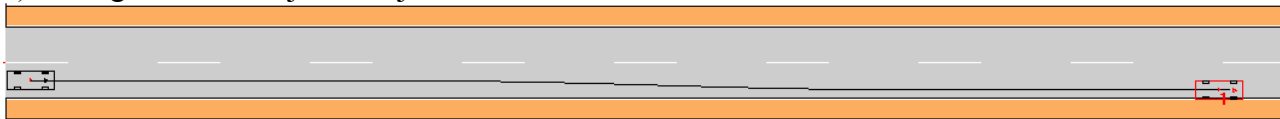


d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

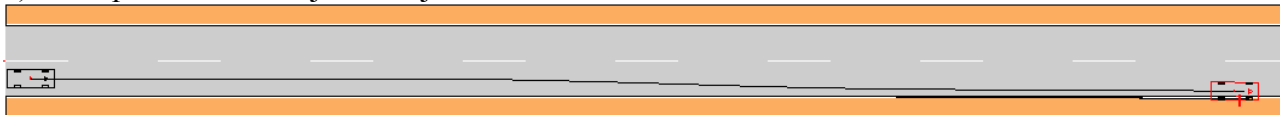


1.7 Važiuojant 90 km/h greičiu šlapia kelio danga ir sprogius užpakalinio dešiniojo rato padangai

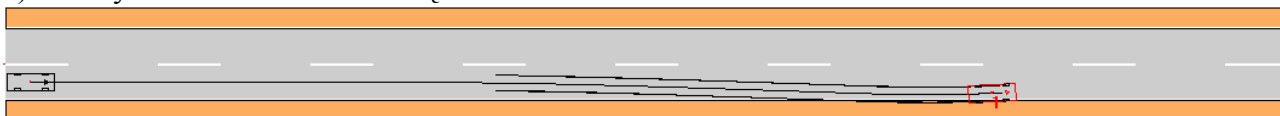
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



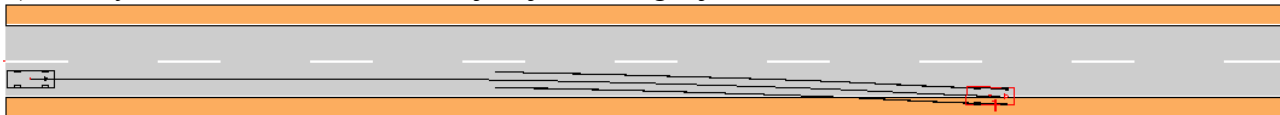
b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:

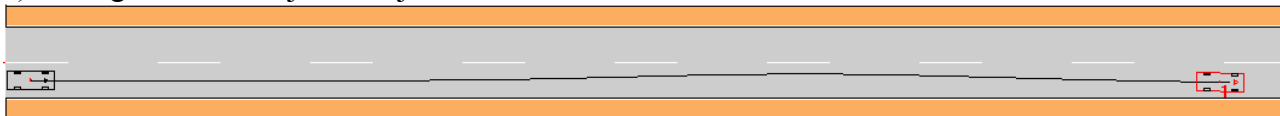


d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

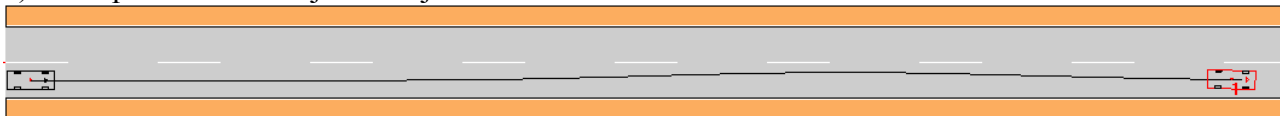


1.8 Važiuojant 90 km/h greičiu šlapia kelio danga ir sprogius užpakalinio kairiojo rato padangai

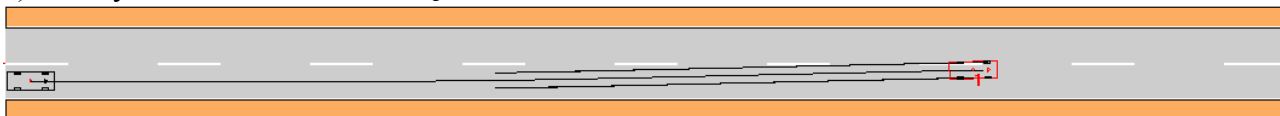
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:

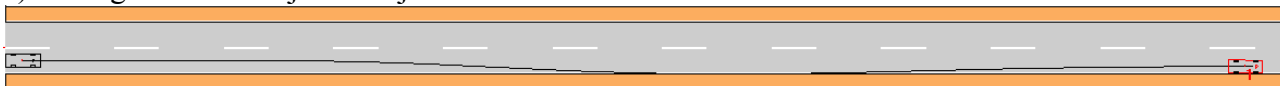


d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



1.9 Važiuojant 90 km/h greičiu slidžia kelio danga ir sprogas priekinio dešiniojo rato padangai

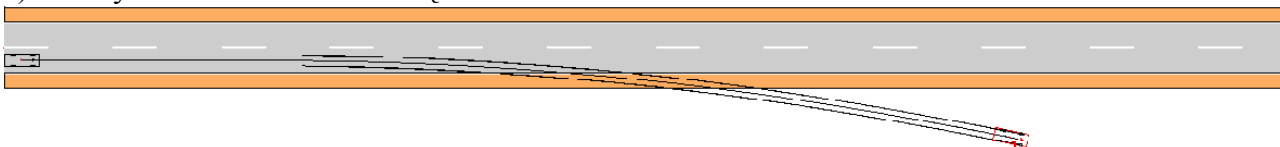
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:

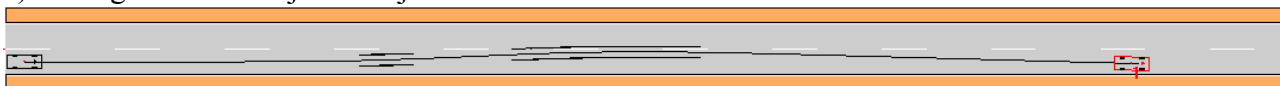


d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

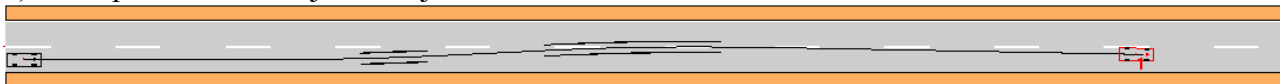


1.10 Važiuojant 90 km/h greičiu slidžia kelio danga ir sprogas priekinio kairiojo rato padangai

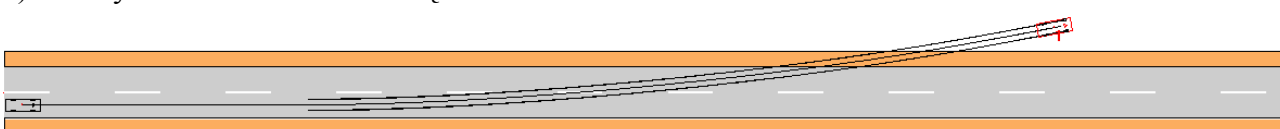
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



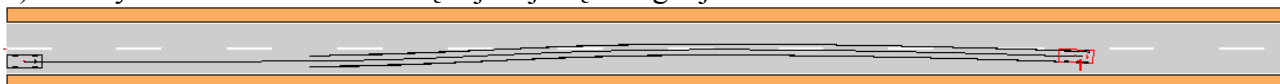
b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:

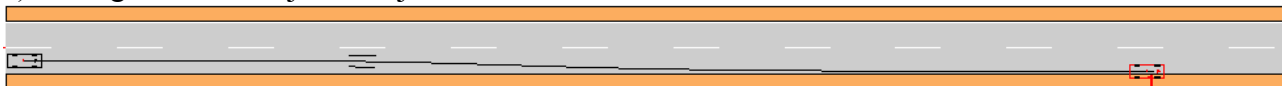


d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



1.11 Važiuojant 90 km/h greičiu slidžia kelio danga ir sprogas užpakalinio dešiniojo rato padangai

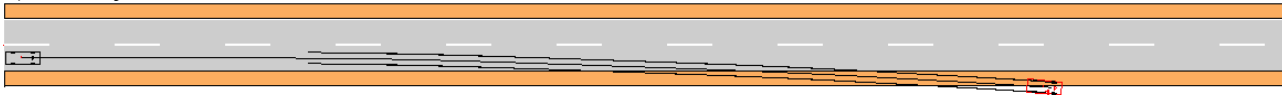
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:



d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



1.12 Važiuojant 90 km/h greičiu slidžia kelio danga ir sprogas užpakalinio kairiojo rato padangai

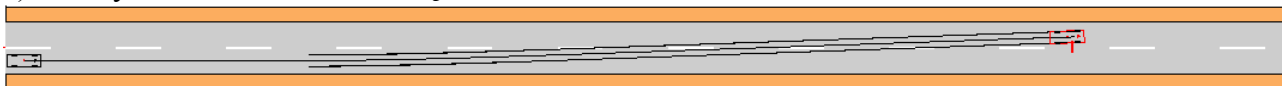
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:



d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



1.13 Važiuojant 120 km/h greičiu sausa kelio danga ir sprogas priekinio dešiniojo rato padangai

a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:



d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

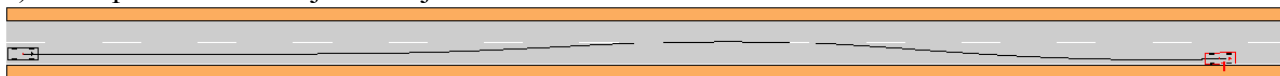


1.14 Važiuojant 120 km/h greičiu sausa kelio danga ir sprogas priekinio kairiojo rato padangai

a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:

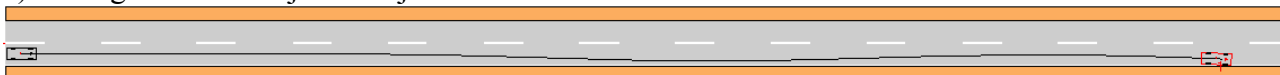


d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



1.15 Važiuojant 120 km/h greičiu sausa kelio danga ir sprogas užpakalinio dešiniojo rato padangai

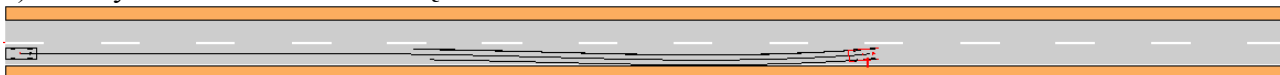
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:



d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

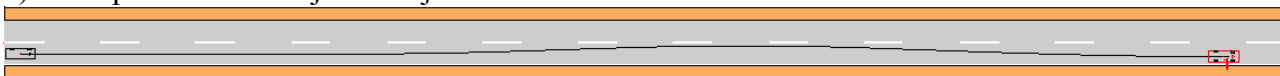


1.16 Važiuojant 120 km/h greičiu sausa kelio danga ir sprogas užpakalinio kairiojo rato padangai

a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:



d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



1.17 Važiuojant 120 km/h greičiu šlapia kelio danga ir sprogus priekinio dešiniojo rato padangai

a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:



d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



1.18 Važiuojant 120 km/h greičiu šlapia kelio danga ir sprogus priekinio kairiojo rato padangai

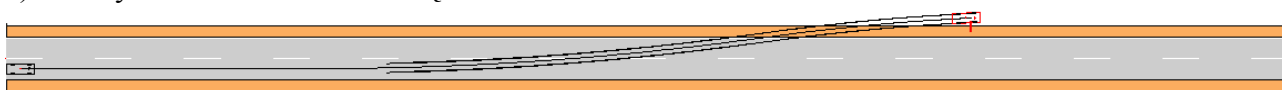
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



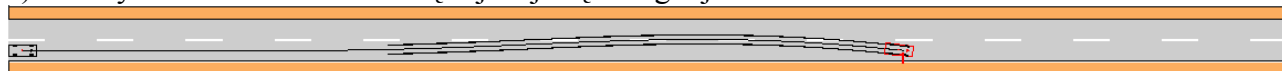
b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:



d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



1.19 Važiuojant 120 km/h greičiu šlapia kelio danga ir sprogus užpakalinio dešiniojo rato padangai

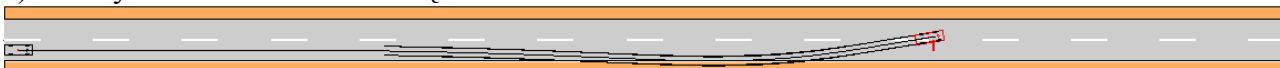
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:



d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



1.20 Važiuojant 120 km/h greičiu šlapia kelio danga ir sprogus užpakalinio kairiojo rato padangai

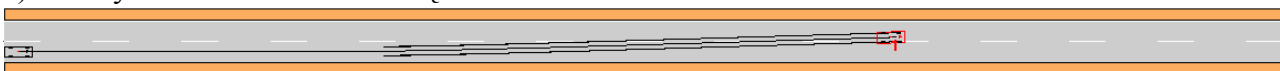
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:

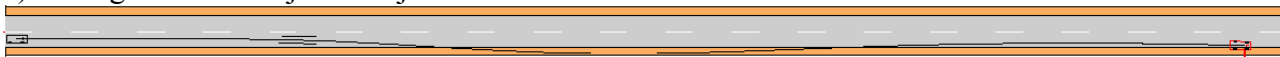


d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



1.21 Važiuojant 120 km/h greičiu slidžia kelio danga ir sprogus priekinio dešiniojo rato padangai

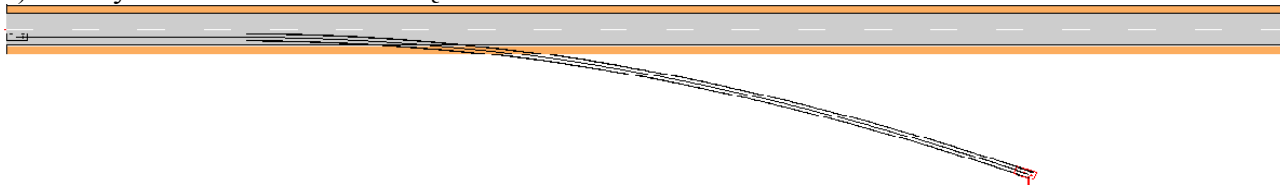
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:

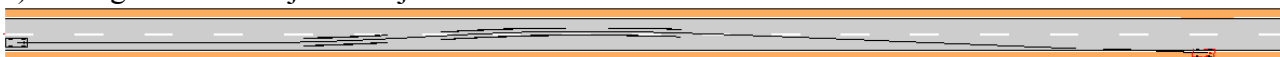


d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



1.22 Važiuojant 120 km/h greičiu slidžia kelio danga ir sprogus priekinio kairiojo rato padangai

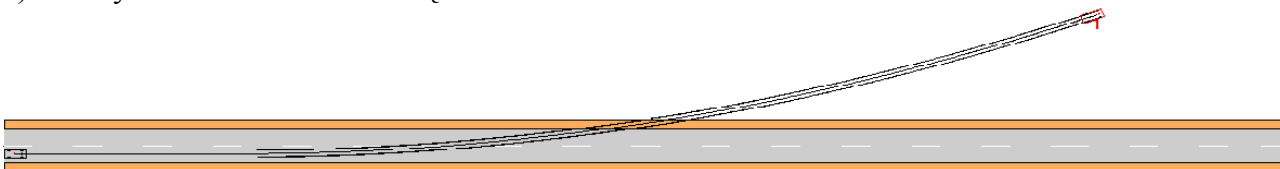
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:



d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



1.23 Važiuojant 120 km/h greičiu slidžia kelio danga ir sprogi užpakalinio dešiniojo rato padangai

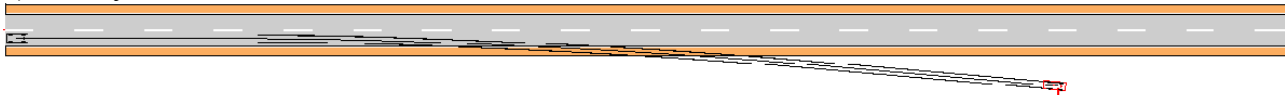
a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:



d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



1.24 Važiuojant 120 km/h greičiu slidžia kelio danga ir sprogi užpakalinio kairiojo rato padangai

a) esant gerai vairuotojo reakcijai:



b) esant prastai vairuotojo reakcijai:



c) intensyviai stabdant automobilį:



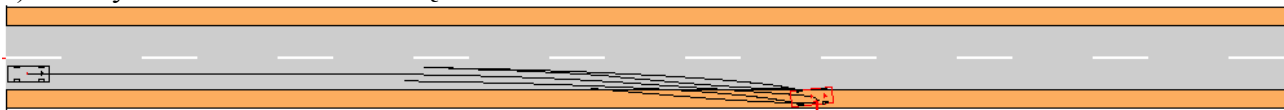
d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



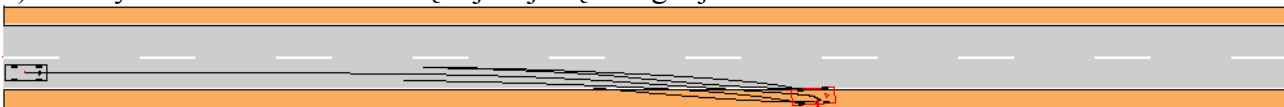
2. Automobilio be ABS sistemos judėjimo trajektorija sprogus rato padangai

2.1 Važiuojant 90 km/h greičiu sausa kelio danga ir sprogus priekinio dešiniojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:

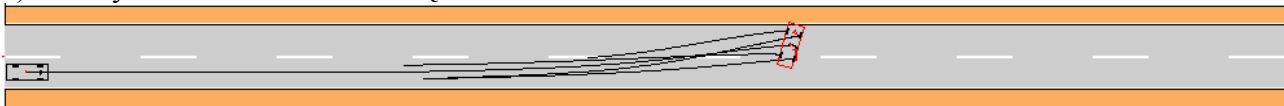


b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

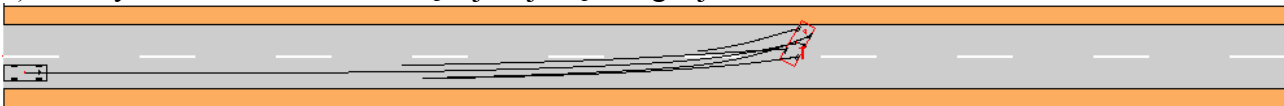


2.2 Važiuojant 90 km/h greičiu sausa kelio danga ir sprogus priekinio kairiojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:



b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



2.3 Važiuojant 90 km/h greičiu sausa kelio danga ir sprogus užpakalinio dešiniojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:



b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

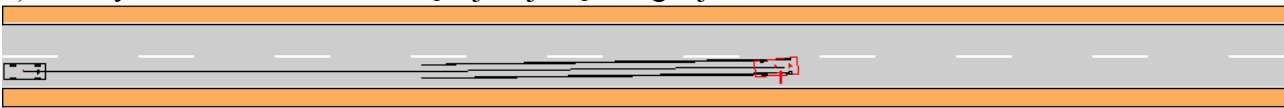


2.4 Važiuojant 90 km/h greičiu sausa kelio danga ir sprogus užpakalinio kairiojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:

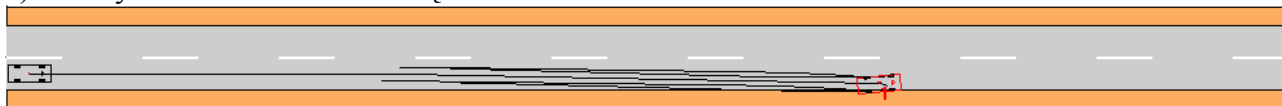


b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



2.5 *Važiuojant 90 km/h greičiu šlapia kelio danga ir sprogius priekinio dešiniojo rato padangai*

a) intensyviai stabdant automobilį:



b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

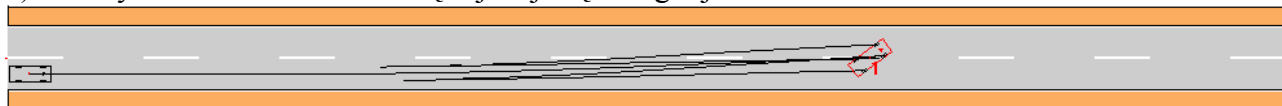


2.6 *Važiuojant 90 km/h greičiu šlapia kelio danga ir sprogius priekinio kairiojo rato padangai*

a) intensyviai stabdant automobilį:

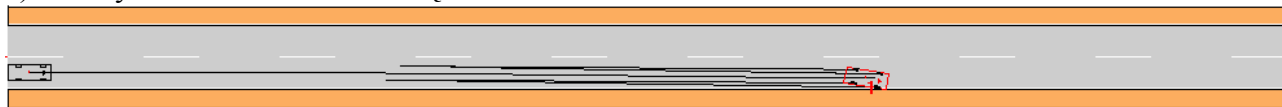


b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



2.7 *Važiuojant 90 km/h greičiu šlapia kelio danga ir sprogius užpakalinio dešiniojo rato padangai*

a) intensyviai stabdant automobilį:

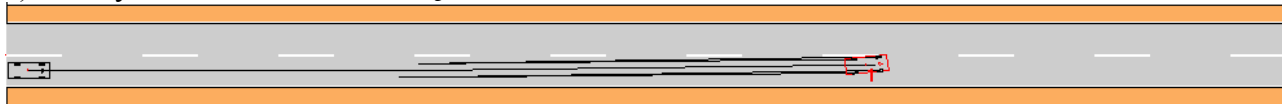


b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



2.8 *Važiuojant 90 km/h greičiu šlapia kelio danga ir sprogius užpakalinio kairiojo rato padangai*

a) intensyviai stabdant automobilį:

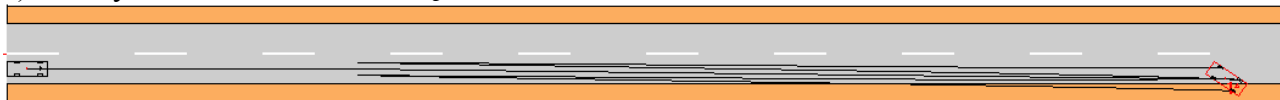


b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



2.9 Važiuojant 90 km/h greičiu slidžia kelio danga ir sprogius priekinio dešiniojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:



b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



2.10 Važiuojant 90 km/h greičiu slidžia kelio danga ir sprogius priekinio kairiojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:

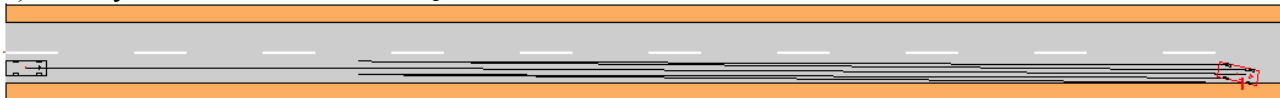


b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



2.11 Važiuojant 90 km/h greičiu slidžia kelio danga ir sprogius užpakalinio dešiniojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:

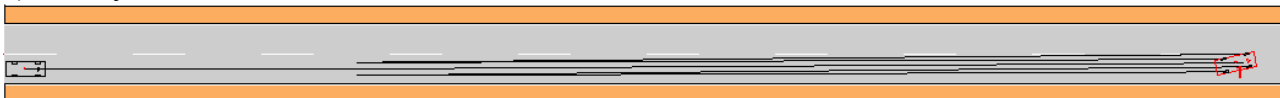


b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



2.12 Važiuojant 90 km/h greičiu slidžia kelio danga ir sprogius užpakalinio kairiojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:

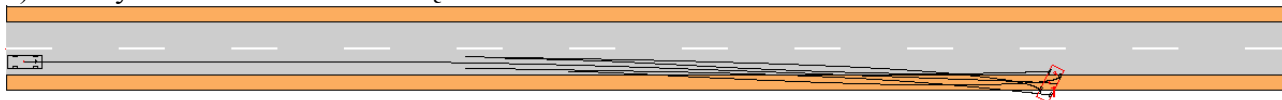


b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



2.13 Važiuojant 120 km/h greičiu sausa kelio danga ir sprogas priekinio dešiniojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:



b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

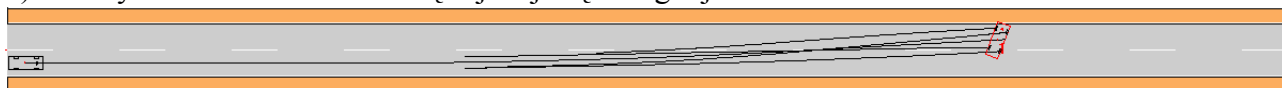


2.14 Važiuojant 120 km/h greičiu sausa kelio danga ir sprogas priekinio kairiojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:

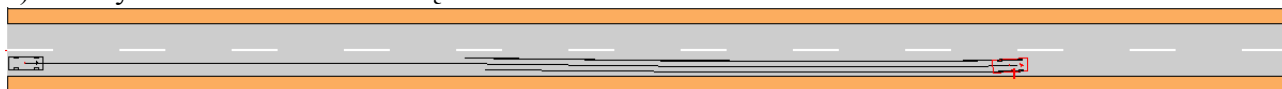


b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



2.15 Važiuojant 120 km/h greičiu sausa kelio danga ir sprogas užpakalinio dešiniojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:

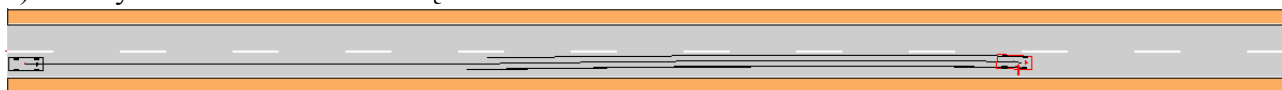


b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

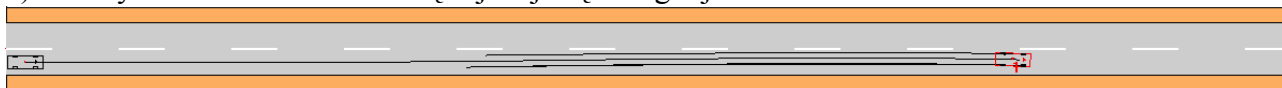


2.16 Važiuojant 120 km/h greičiu sausa kelio danga ir sprogas užpakalinio kairiojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:

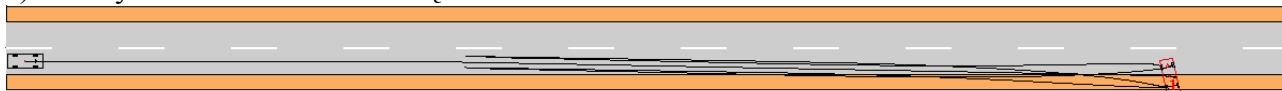


b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

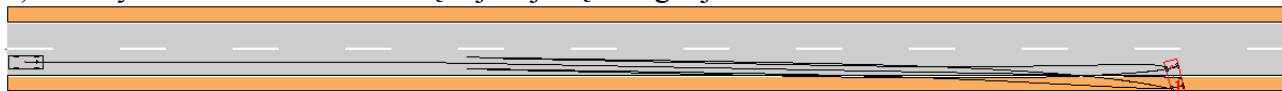


2.17 Važiuojant 120 km/h greičiu šlapia kelio danga ir sprogus priekinio dešiniojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:



b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

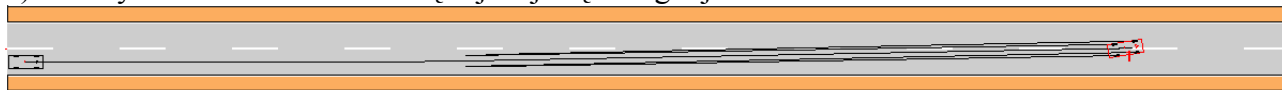


2.18 Važiuojant 120 km/h greičiu šlapia kelio danga ir sprogus priekinio kairiojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:

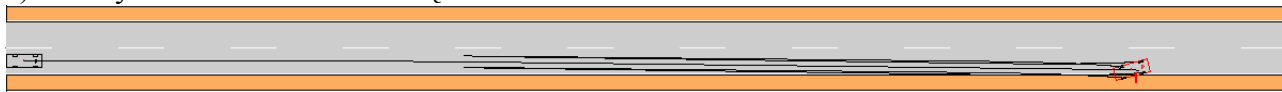


b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



2.19 Važiuojant 120 km/h greičiu šlapia kelio danga ir sprogus užpakalinio dešiniojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:

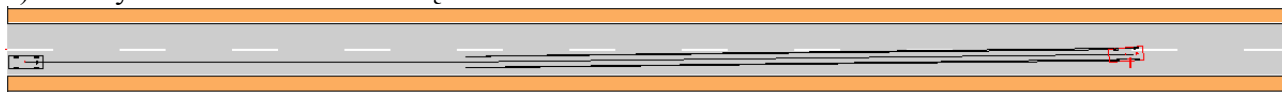


b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



2.20 Važiuojant 120 km/h greičiu šlapia kelio danga ir sprogus užpakalinio kairiojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:



b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



2.21 Važiuojant 120 km/h greičiu slidžia kelio danga ir sprogius priekinio dešiniojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:

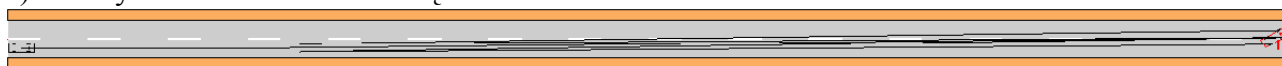


b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



2.22 Važiuojant 120 km/h greičiu slidžia kelio danga ir sprogius priekinio kairiojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:



b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



2.23 Važiuojant 120 km/h greičiu slidžia kelio danga ir sprogius užpakalinio dešiniojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:

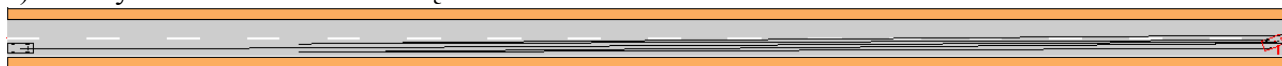


b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



2.24 Važiuojant 120 km/h greičiu slidžia kelio danga ir sprogius užpakalinio kairiojo rato padangai

a) intensyviai stabdant automobilį:



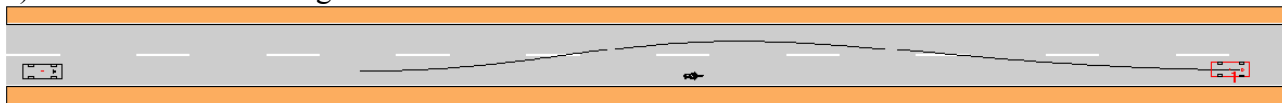
b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



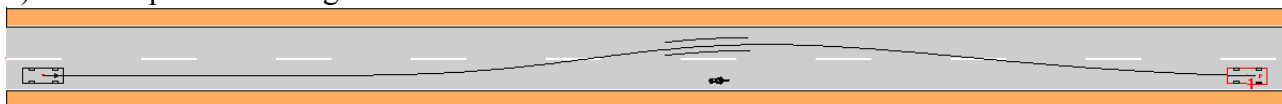
3. Automobilio judėjimo trajektorija, kai užpakalinių ir priekinių ratų skersridės kampai yra skirtingi

3.1 Visų ratų didžiausias skersridės kampas yra normalus – 10°

a) esant sausai kelio dangai:



b) esant šlapiai kelio dangai:



c) esant slidžiai kelio dangai:



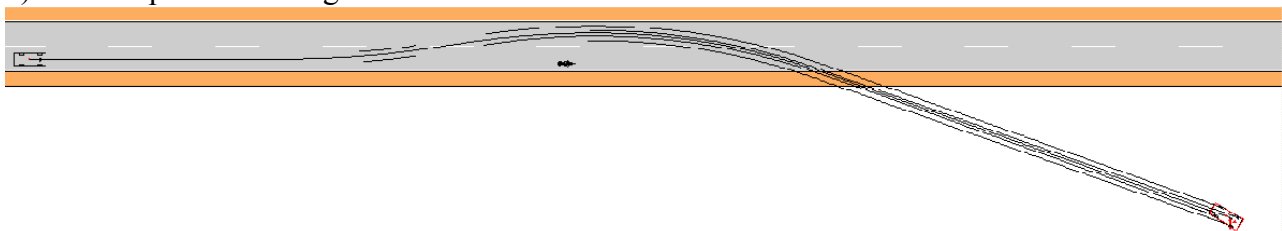
3.2 Priekinių ratų didžiausias skersridės kampas yra 8° , o užpakalinių ratų – 10°

Automobilis be ABS sistemos:

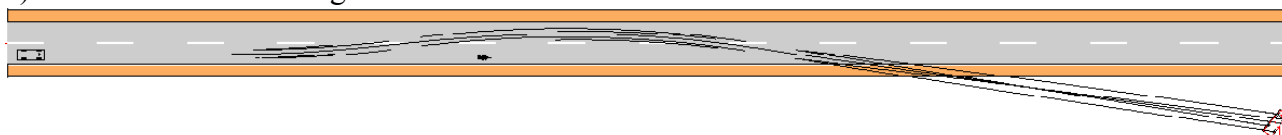
a) esant sausai kelio dangai:



b) esant šlapiai kelio dangai:

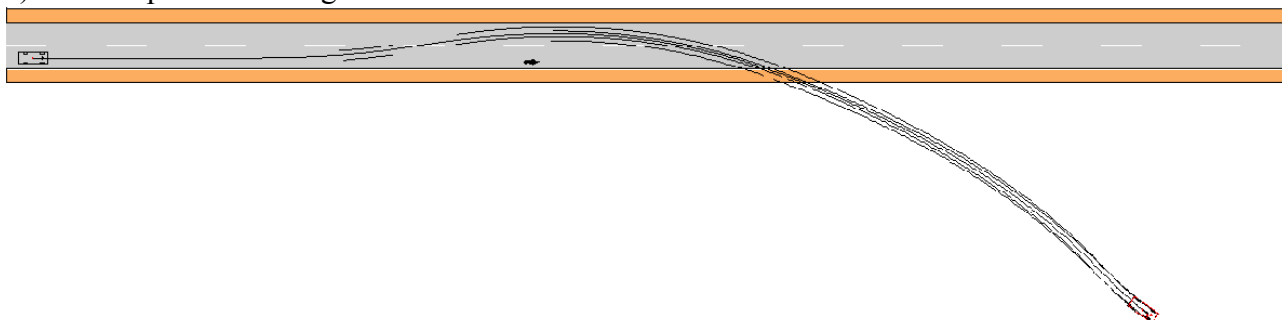


c) esant slidžiai kelio dangai:

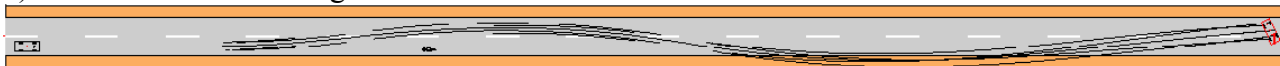


Automobiliu su ABS sistema

a) esant šlapiai kelio dangai:



b) esant slidžiai kelio dangai:



3.3 Užpakalinių ratų didžiausias skersridės kampas yra 8° , o priekinių ratų – 10°

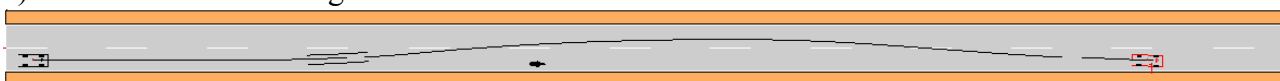
a) esant sausai kelio dangai:



b) esant šlapiai kelio dangai:



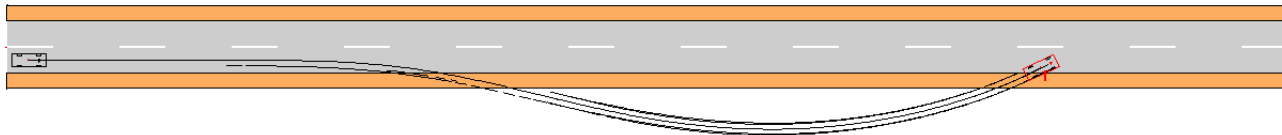
c) esant slidžiai kelio dangai:



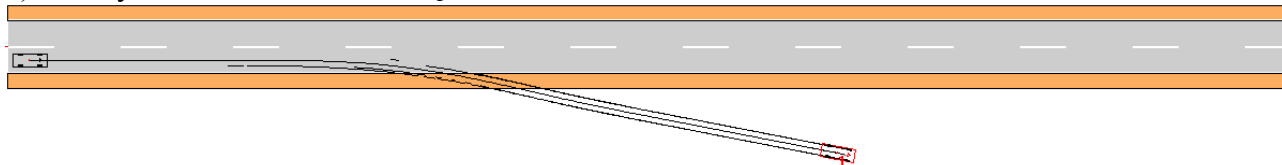
4. Automobilio su ABS sistema judėjimo trajektorija po rato užstrigimo, užsiskersinimo arba visiško nusimontavimo

4.1 Važiuojant sausa kelio danga ir sutrikus priekinio dešiniojo rato veikimui

a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

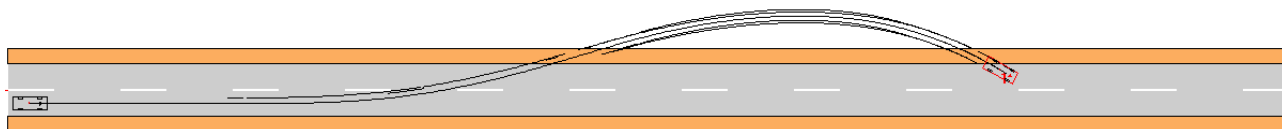


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

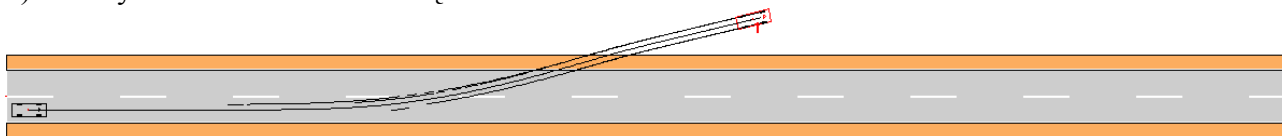


4.2 Važiuojant sausa kelio danga ir sutrikus priekinio kairiojo rato veikimui

a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

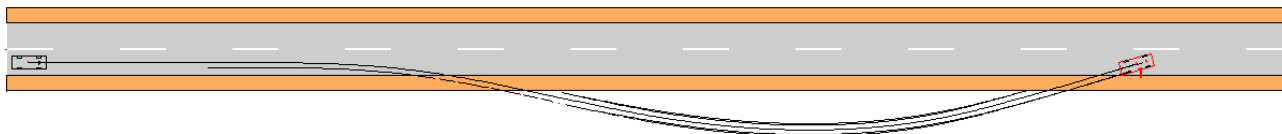


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

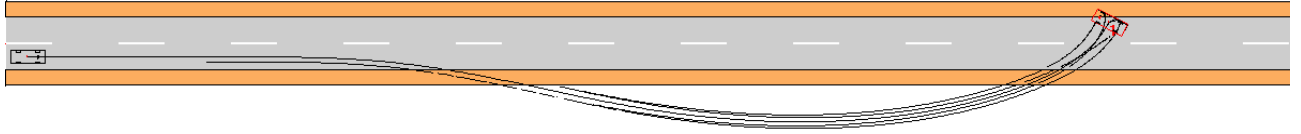


4.3 Važiuojant sausa kelio danga ir sutrikus užpakalinio dešiniojo rato veikimui

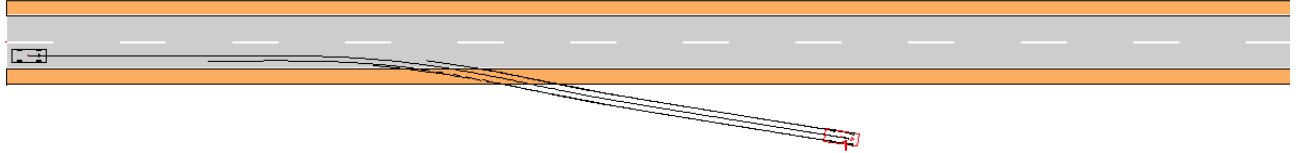
a) vairuotojui ramiai reaguojant, o po to intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



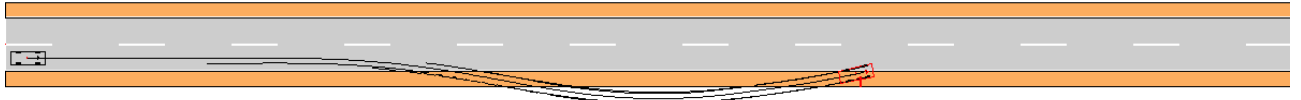
b) vairuotojui ramiai reaguojant, o po to intensyviai stabdant automobilį ir per daug pasukus vairaratį:



c) intensyviai stabdant automobilį:

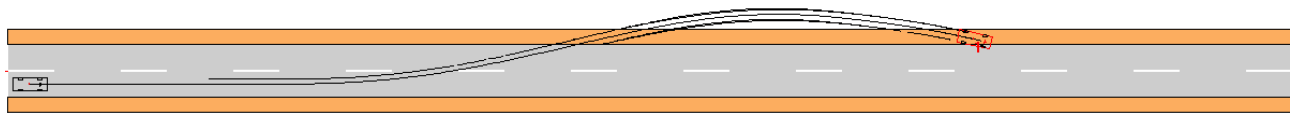


d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

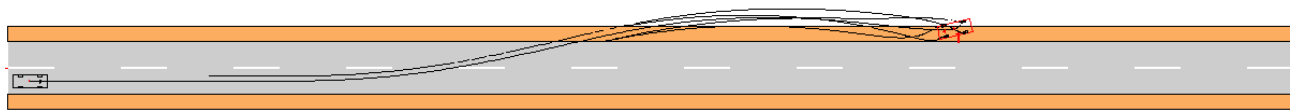


4.4 Važiuojant sausa kelio danga ir sutrikus užpakalinio kairiojo rato veikimui

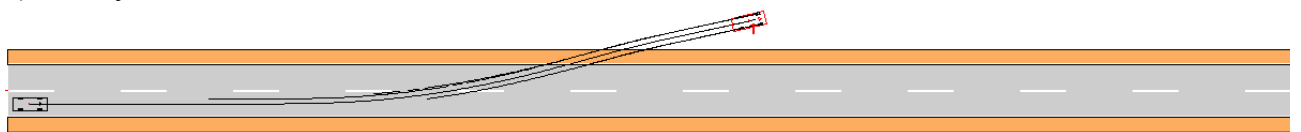
a) vairuotojui ramiai reaguojant, o po to intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) vairuotojui ramiai reaguojant, o po to intensyviai stabdant automobilį ir per daug pasukus vairaratį:



c) intensyviai stabdant automobilį:

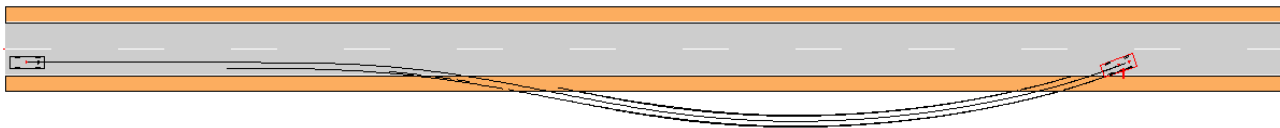


d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

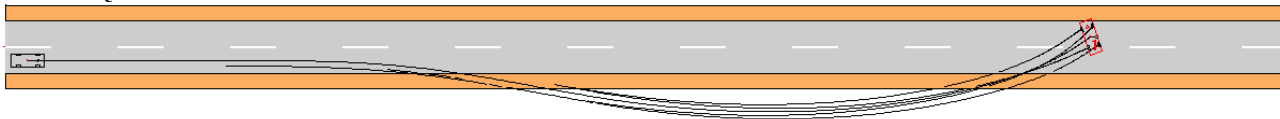


4.5 Važiuojant šlapia kelio danga ir sutrikus priekinio dešiniojo rato veikimui

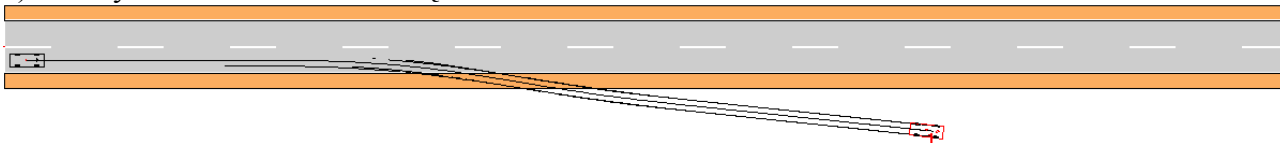
a) vairuotojui ramiai reaguojant, o po to intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) vairuotojui ramiai reaguojant, o po to intensyviai stabdant automobilį ir per daug pasukus vairaratį:



c) intensyviai stabdant automobilį:



d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

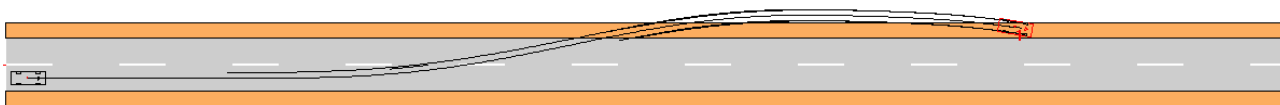


e) intensyviai stabdant automobilį, pasukus vairaratį ir laiku jo neatsukus:

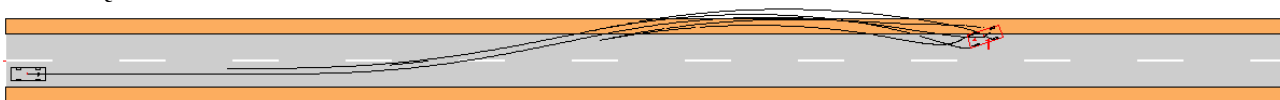


4.6 Važiuojant šlapia kelio danga ir sutrikus priekinio kairiojo rato veikimui

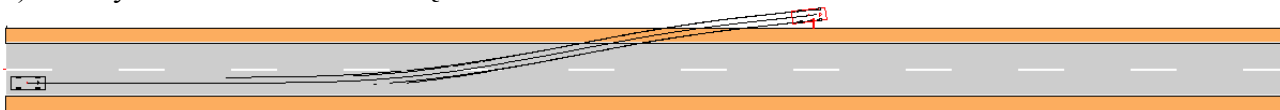
a) vairuotojui ramiai reaguojant, o po to intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) vairuotojui ramiai reaguojant, o po to intensyviai stabdant automobilį ir per daug pasukus vairaratį:



c) intensyviai stabdant automobilį:

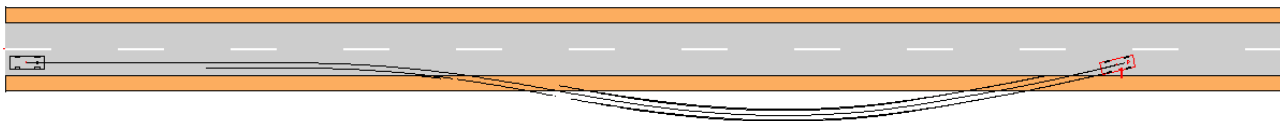


d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

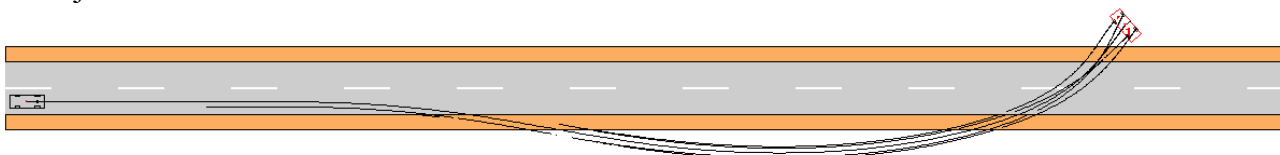


4.7 Važiuojant šlapia kelio danga ir sutrikus užpakalinio dešiniojo rato veikimui

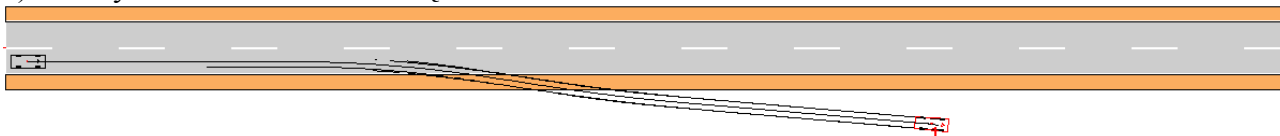
a) vairuotojui ramiai reaguojant, o po to intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) vairuotojui ramiai reaguojant, o po to intensyviai stabdant automobilį bei pasukus vairaratį ir laiku jo neatsukus:



c) intensyviai stabdant automobilį:



d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

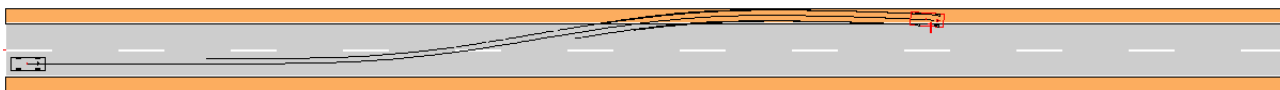


e) intensyviai stabdant automobilį, pasukus vairaratį ir laiku jo neatsukus:

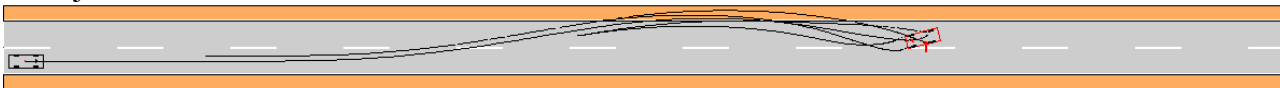


4.8 Važiuojant šlapia kelio danga ir sutrikus užpakalinio kairiojo rato veikimui

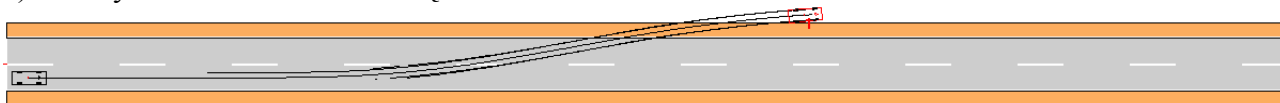
a) vairuotojui ramiai reaguojant, o po to intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) vairuotojui ramiai reaguojant, o po to intensyviai stabdant automobilį bei pasukus vairaratį ir laiku jo neatsukus



c) intensyviai stabdant automobilį:



d) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

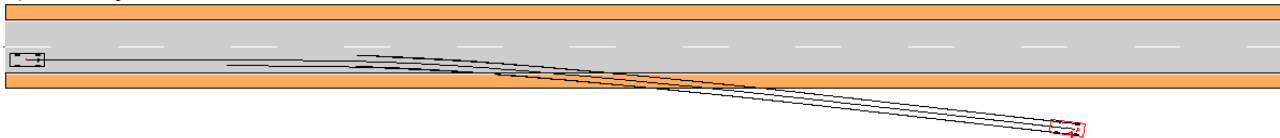


4.9 Važiuojant slidžia kelio danga ir sutrikus priekinio dešiniojo rato veikimui

a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

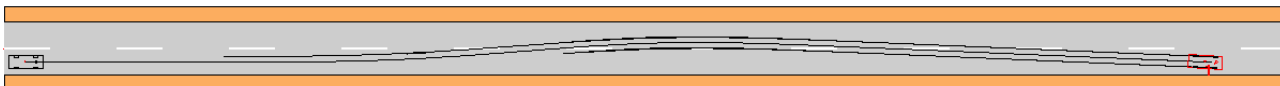


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

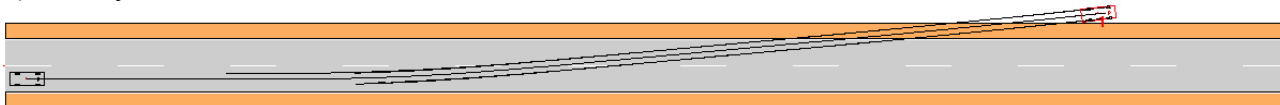


4.10 Važiuojant slidžia kelio danga ir sutrikus priekinio kairiojo rato veikimui

a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:



c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

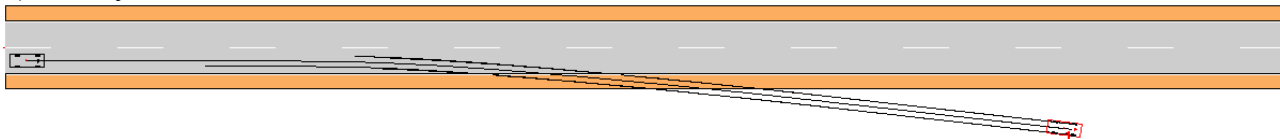


4.11 Važiuojant slidžia kelio danga ir sutrikus užpakalinio dešiniojo rato veikimui

a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

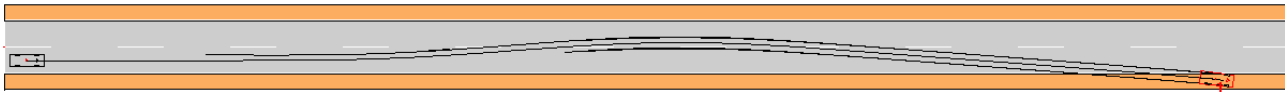


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

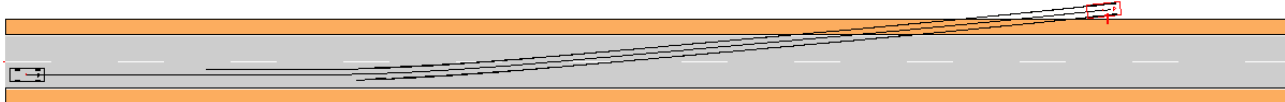


4.12 Važiuojant slidžia kelio danga ir sutrikus užpakalinio kairiojo rato veikimui

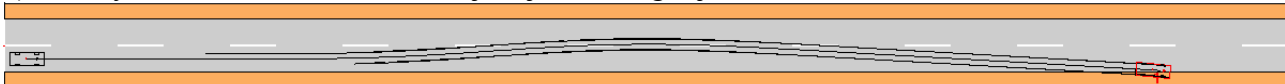
a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:



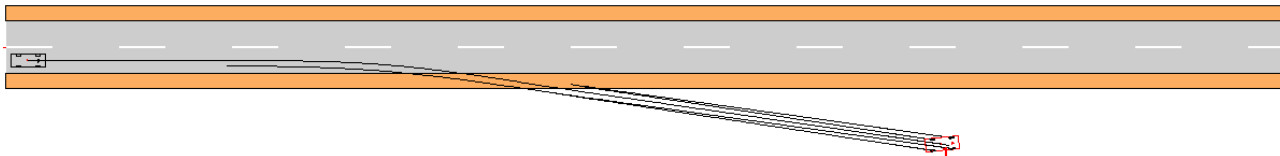
c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



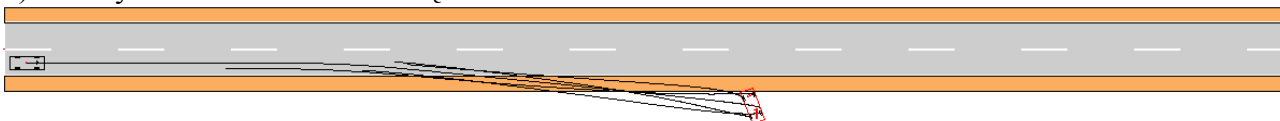
5. Automobilio be ABS sistemos judėjimo trajektorija po rato užstrigimo, užsiskersinimo arba visiško nusimontavimo

5.1 Važiuojant sausa kelio danga ir sutrikus priekinio dešiniojo rato veikimui

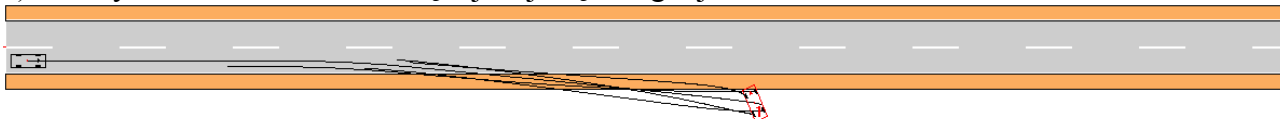
a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

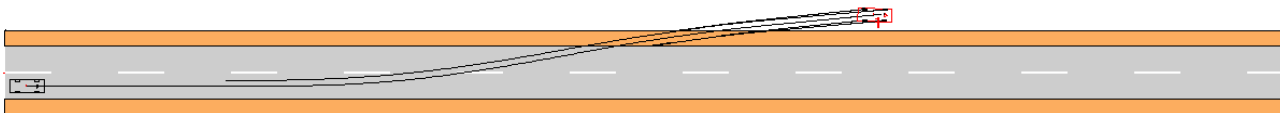


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



5.2 Važiuojant sausa kelio danga ir sutrikus priekinio kairiojo rato veikimui

a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

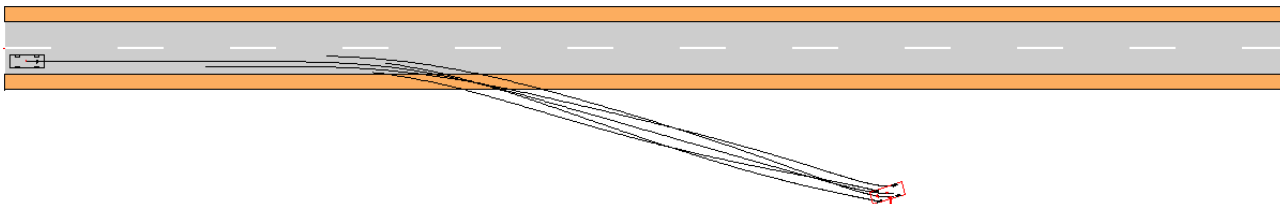


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

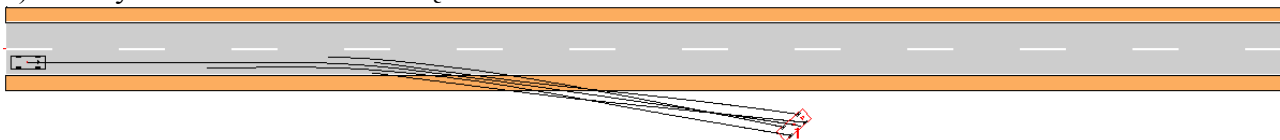


5.3 Važiuojant sausa kelio danga ir sutrikus užpakalinio dešiniojo rato veikimui

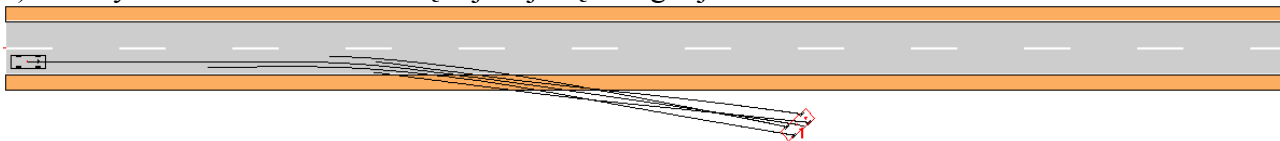
a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

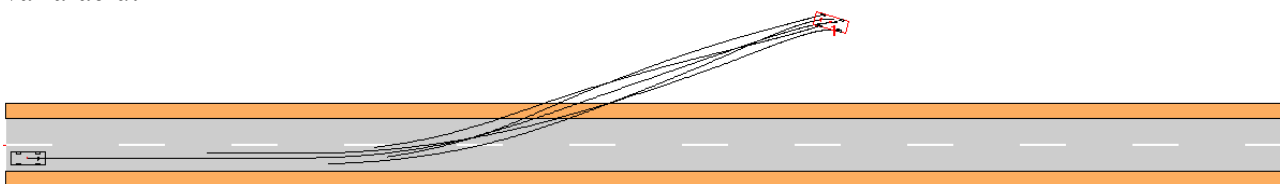


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

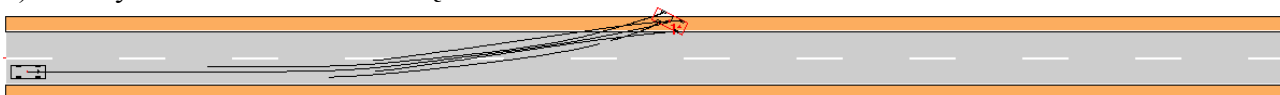


5.4 Važiuojant sausa kelio danga ir sutrikus užpakalinio kairiojo rato veikimui

a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

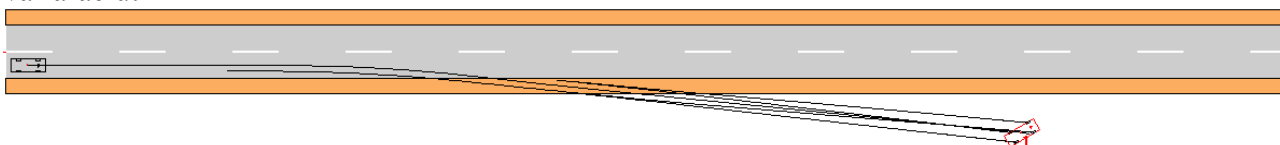


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

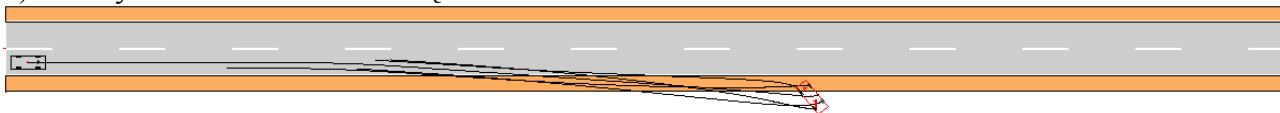


5.5 Važiuojant šlapia kelio danga ir sutrikus priekinio dešiniojo rato veikimui

a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

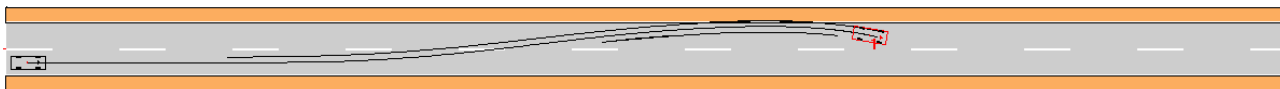


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



5.6 *Važiuojant šlapia kelio danga ir sutrikus priekinio kairiojo rato veikimui*

a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

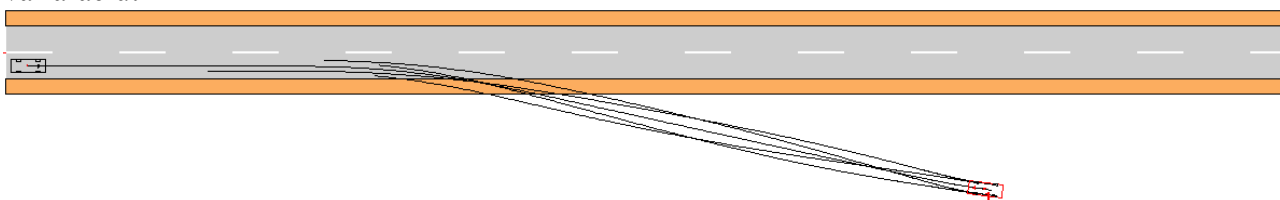


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

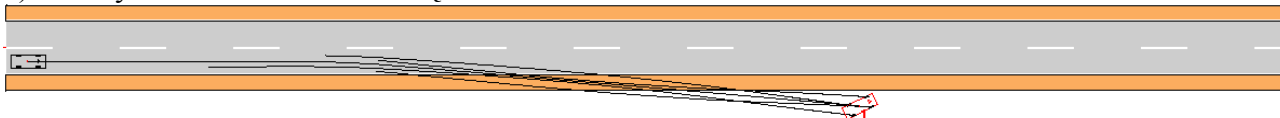


5.7 *Važiuojant šlapia kelio danga ir sutrikus užpakalinio dešiniojo rato veikimui*

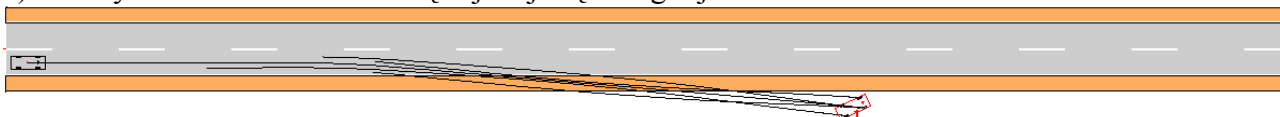
a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

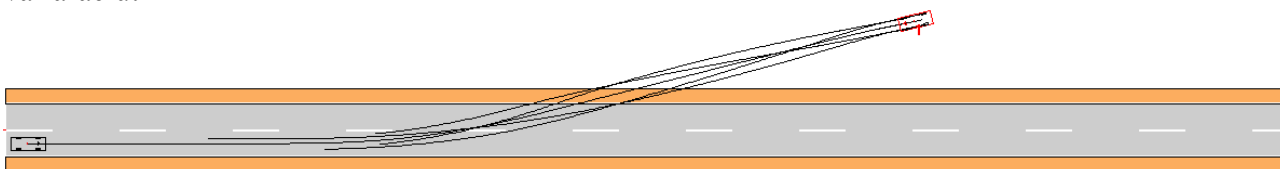


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



5.8 *Važiuojant šlapia kelio danga ir sutrikus užpakalinio kairiojo rato veikimui*

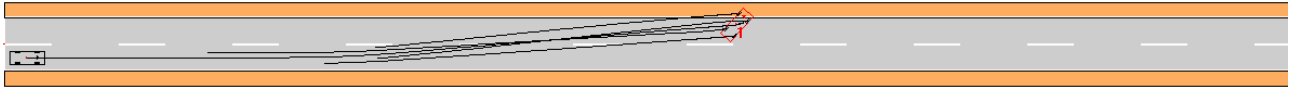
a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:



c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

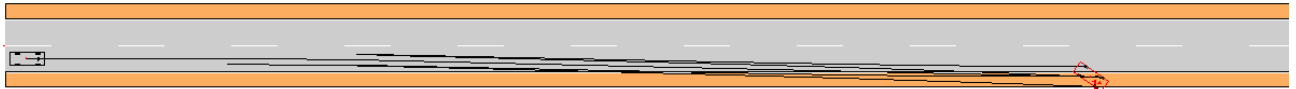


5.9 Važiuojant slidžia kelio danga ir sutrikus priekinio dešiniojo rato veikimui

a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

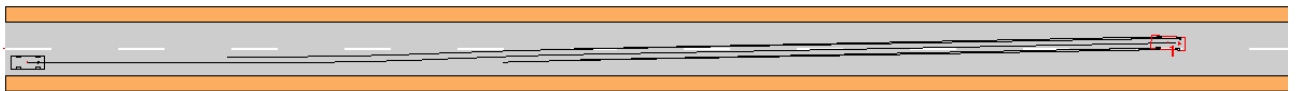


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

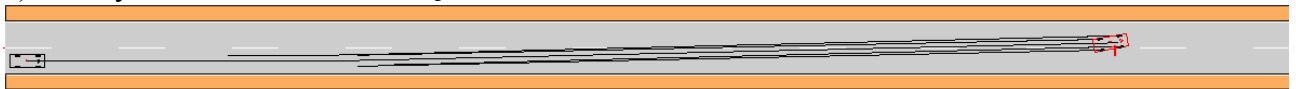


5.10 Važiuojant slidžia kelio danga ir sutrikus priekinio kairiojo rato veikimui

a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

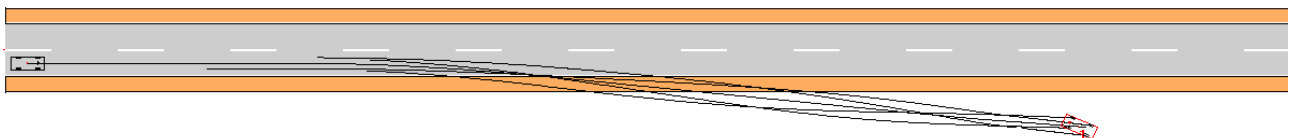


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

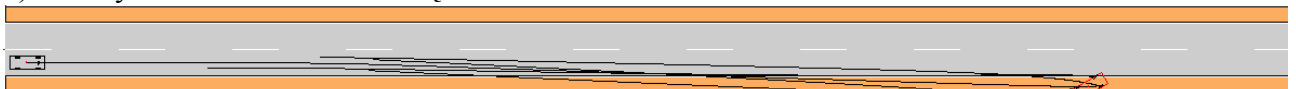


5.11 Važiuojant slidžia kelio danga ir sutrikus užpakalinio dešiniojo rato veikimui

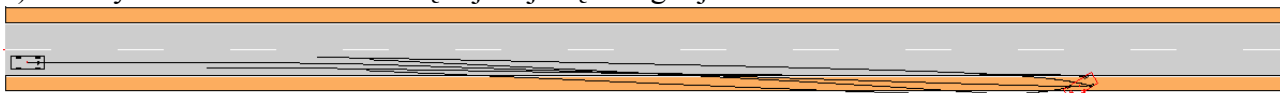
a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

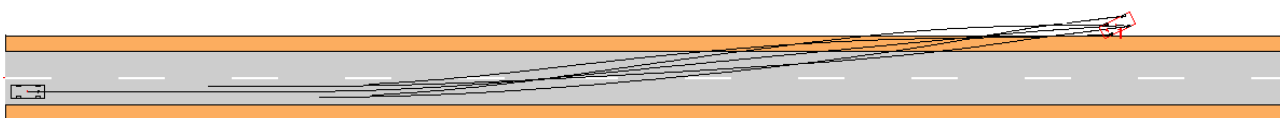


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



5.12 Važiuojant slidžia kelio danga ir sutrikus užpakalinio kairiojo rato veikimui

a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:



c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



6. Automobilio su ABS sistema judėjimo trajektorija atitrūkus užpakaliniam tiltui

6.1 Atitrūkus dešinei tilto pusei kai automobilis važiuoja sausa kelio danga

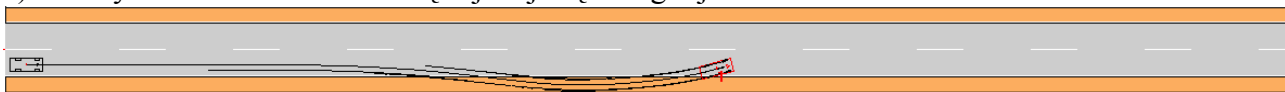
a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:



c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



6.2 Atitrūkus kairei tilto pusei kai automobilis važiuoja sausa kelio danga

a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:



c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



6.3 Atitrūkus dešinei tilto pusei kai automobilis važiuoja šlapia kelio danga

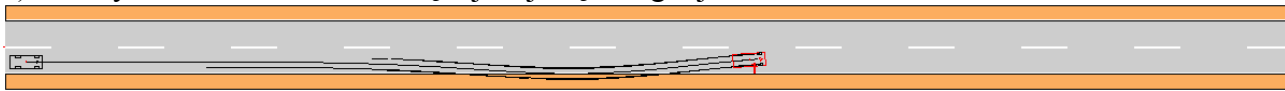
a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

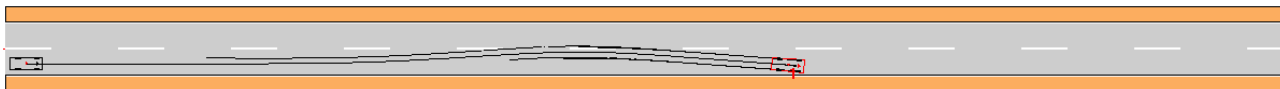


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

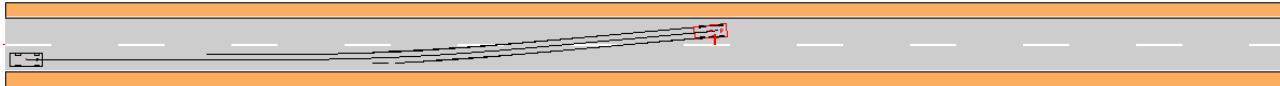


6.4 Atitrūkus kairei tilto pusei kai automobilis važiuoja šlapia kelio danga

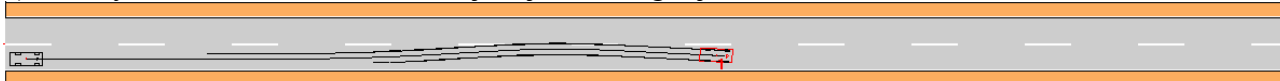
a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:



c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



6.5 Atitrūkus dešinei tilto pusei kai automobilis važiuoja slidžia kelio danga

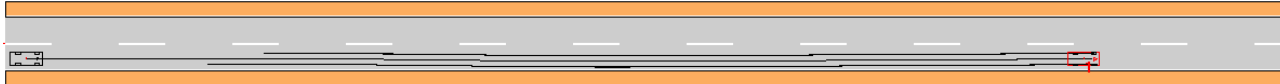
a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:



c) intensyviai stabdant automobilį ir koreguojant judėjimą vairaračiu:

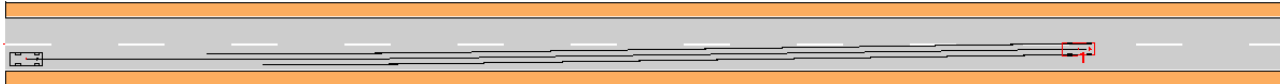


6.6 Atitrūkus kairei tilto pusei kai automobilis važiuoja slidžia kelio danga

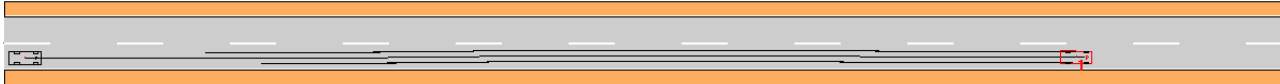
a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:



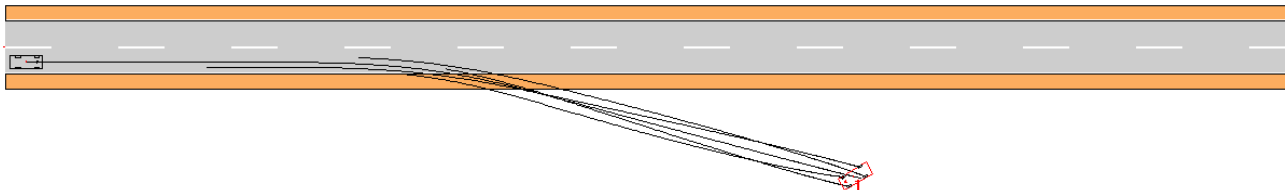
c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



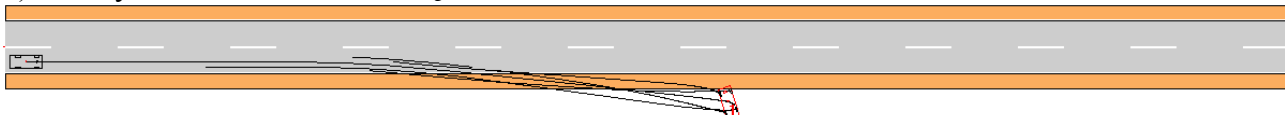
7. Automobilio be ABS sistemos judėjimo trajektorija atitrūkus užpakaliniam tiltui

7.1 Atitrūkus dešinei tilto pusei kai automobilis važiuoja sausa kelio danga

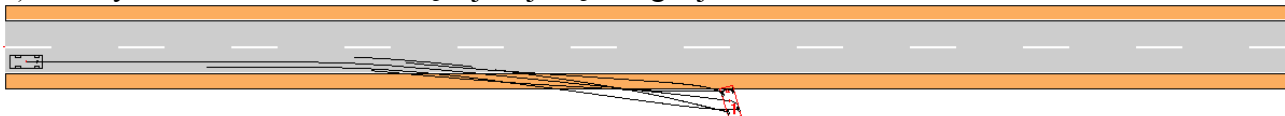
a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

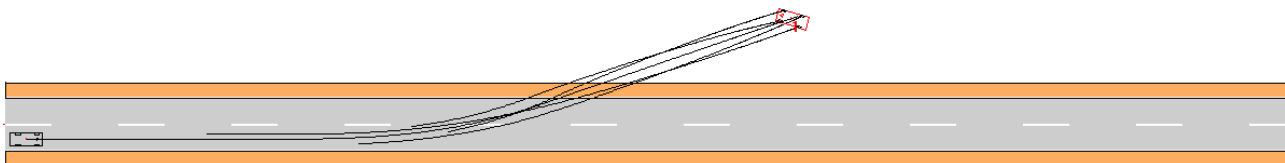


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

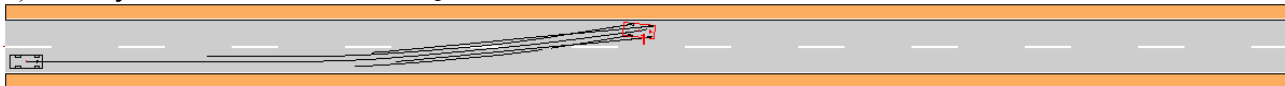


7.2 Atitrūkus kairei tilto pusei kai automobilis važiuoja sausa kelio danga

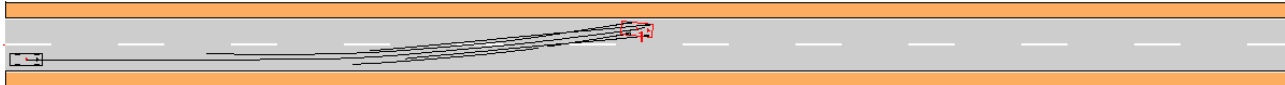
a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

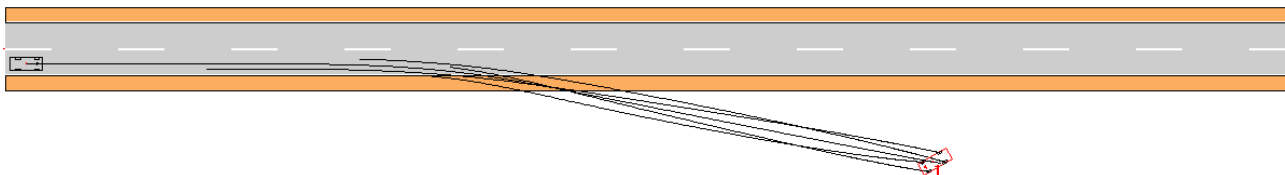


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



7.3 Atitrūkus dešinei tilto pusei kai automobilis važiuoja šlapia kelio danga

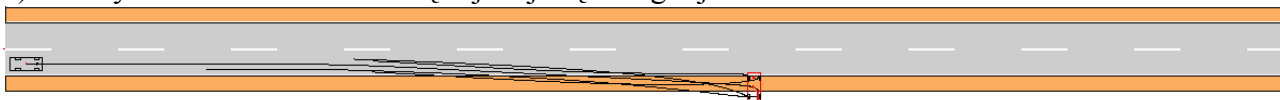
a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

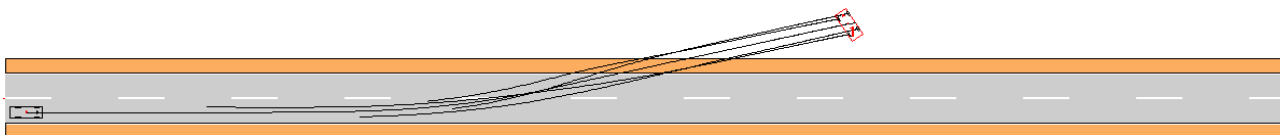


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

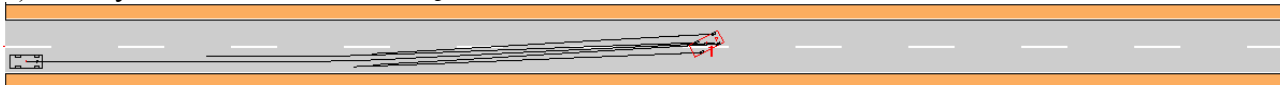


7.4 Atitrūkus kairei tilto pusei kai automobilis važiuoja šlapia kelio danga

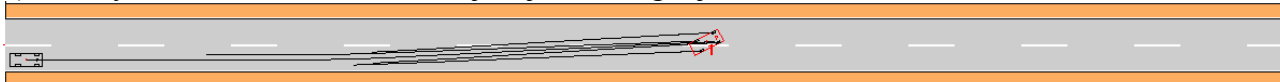
a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:



c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



7.5 Atitrūkus dešinei tilto pusei kai automobilis važiuoja slidžia kelio danga

a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:

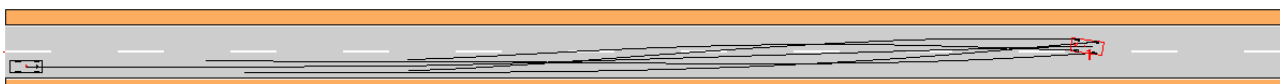


c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



7.6 Atitrūkus kairei tilto pusei kai automobilis važiuoja slidžia kelio danga

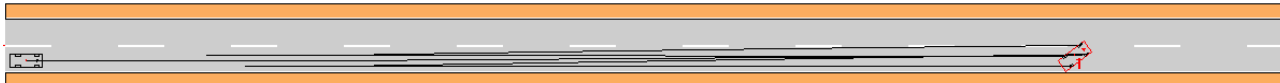
a) vairuotojui ramiai reaguojant ir vėliau intensyviai stabdant automobilį bei judėjimą koreguojant vairaračiu:



b) intensyviai stabdant automobilį:



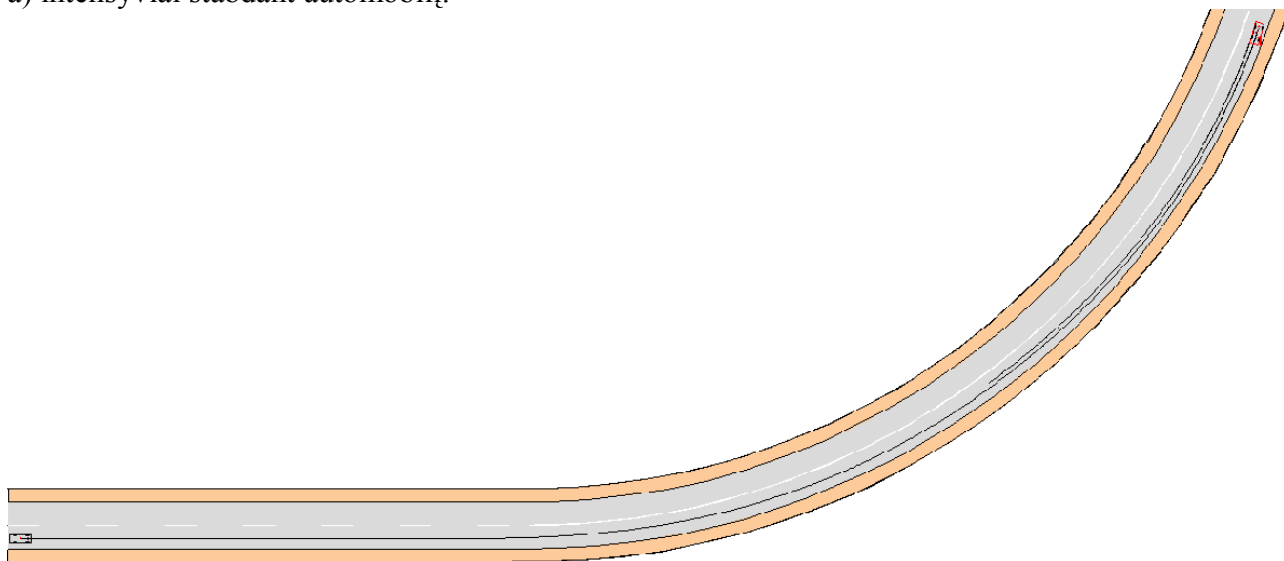
c) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:



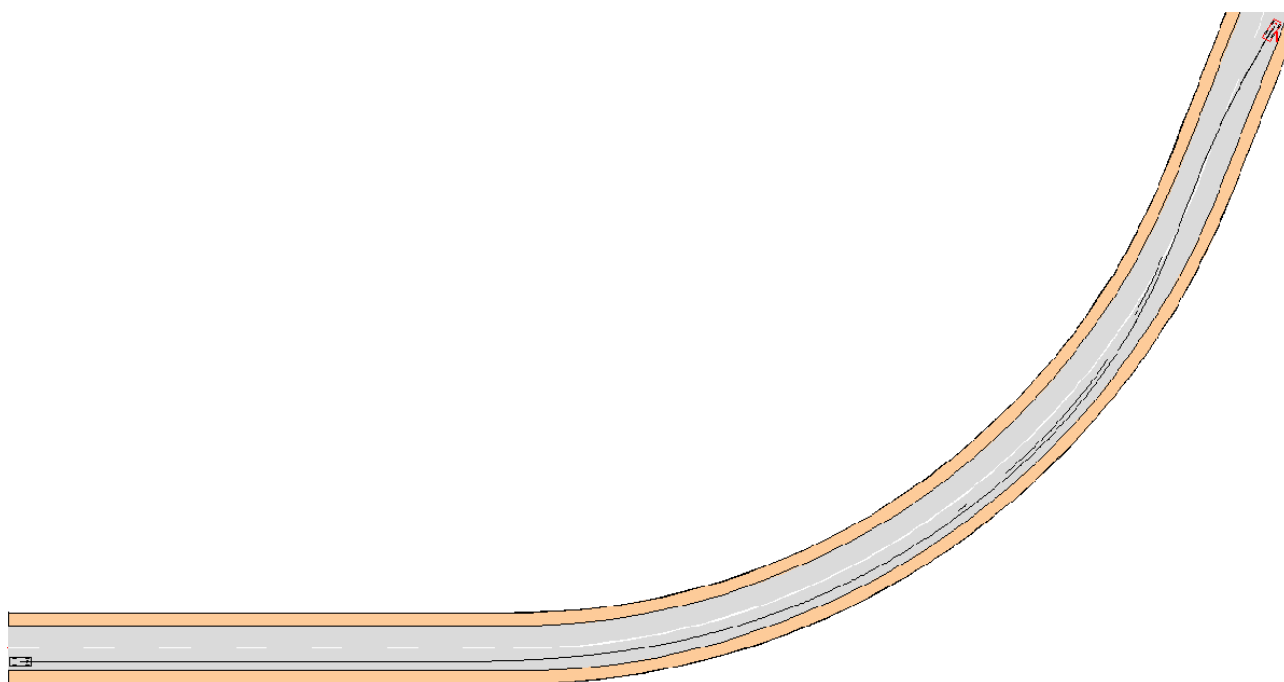
8. Automobilio judėjimo trajektorija, kai neveikia vienas iš stabdžių kontūrų dėl stabdžių sistemos nesandarumo

8.1 Važiuojant sausa kelio danga kelio vingiu ir pradedant stabdyti:

a) intensyviai stabdant automobilį:

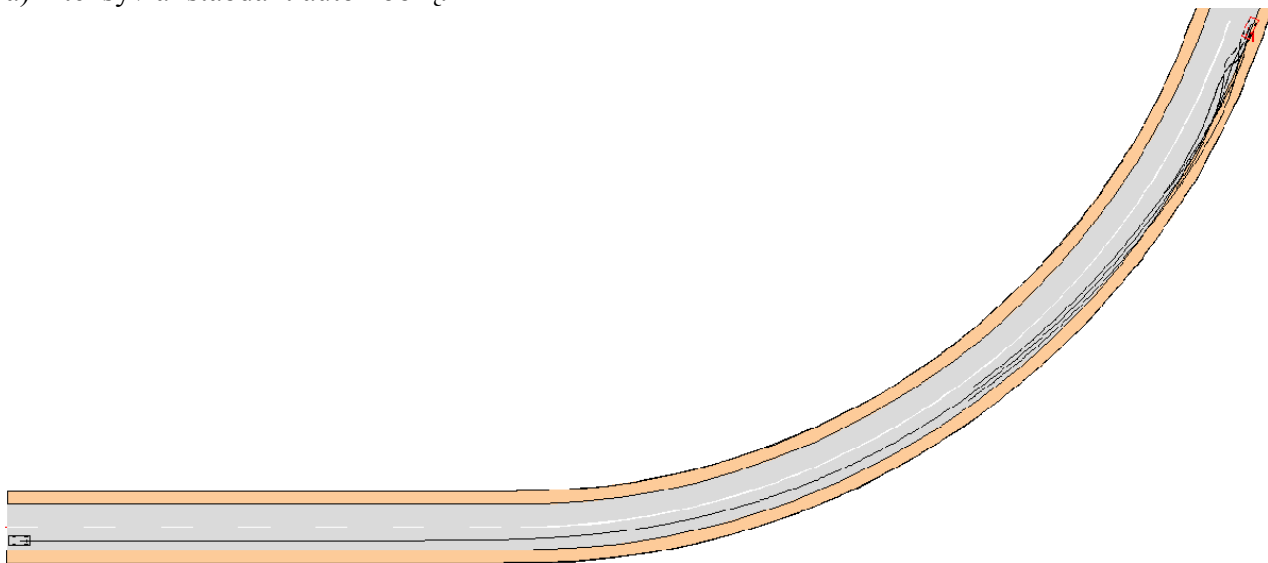


b) intensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairaračiu:

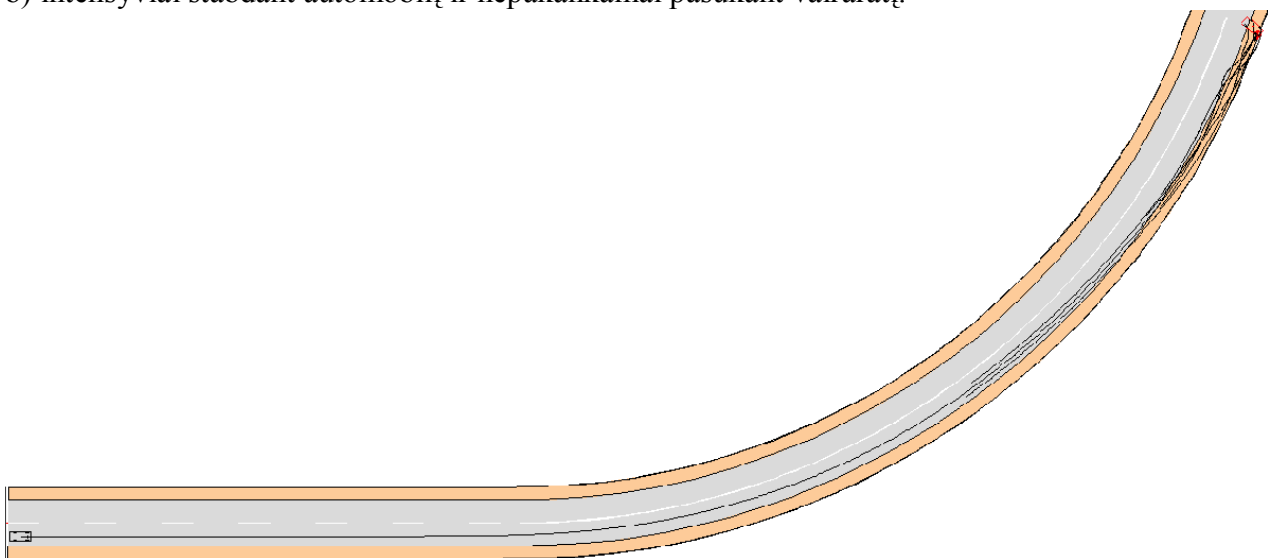


8.2 *Važiuojant šlapia kelio danga kelio vingiu ir pradedant stabdyti:*

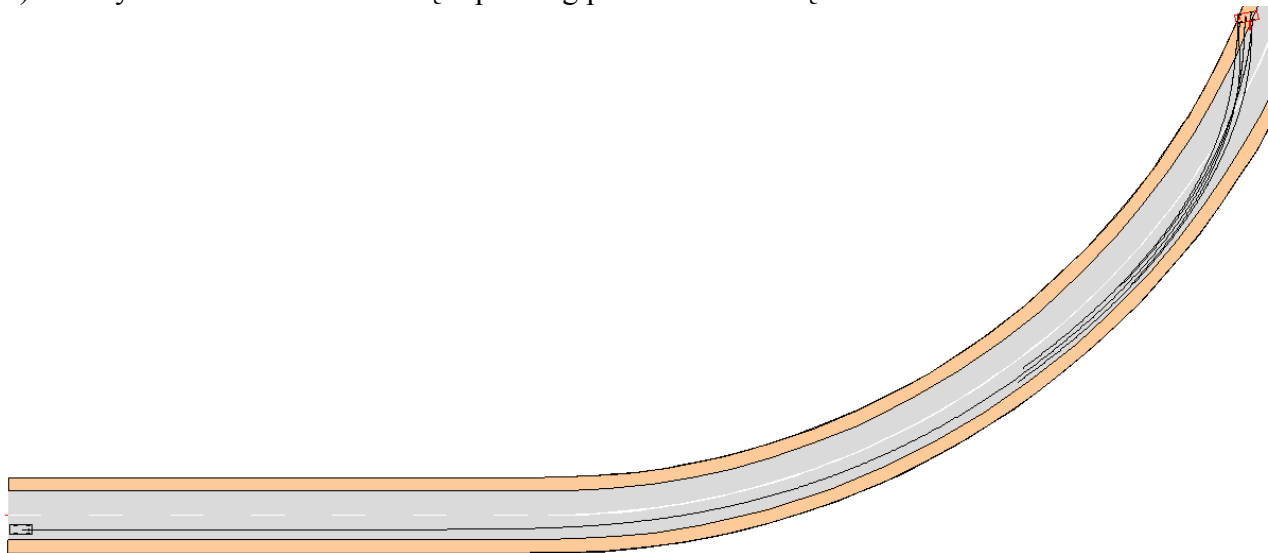
a) intensyviai stabdant automobilį:



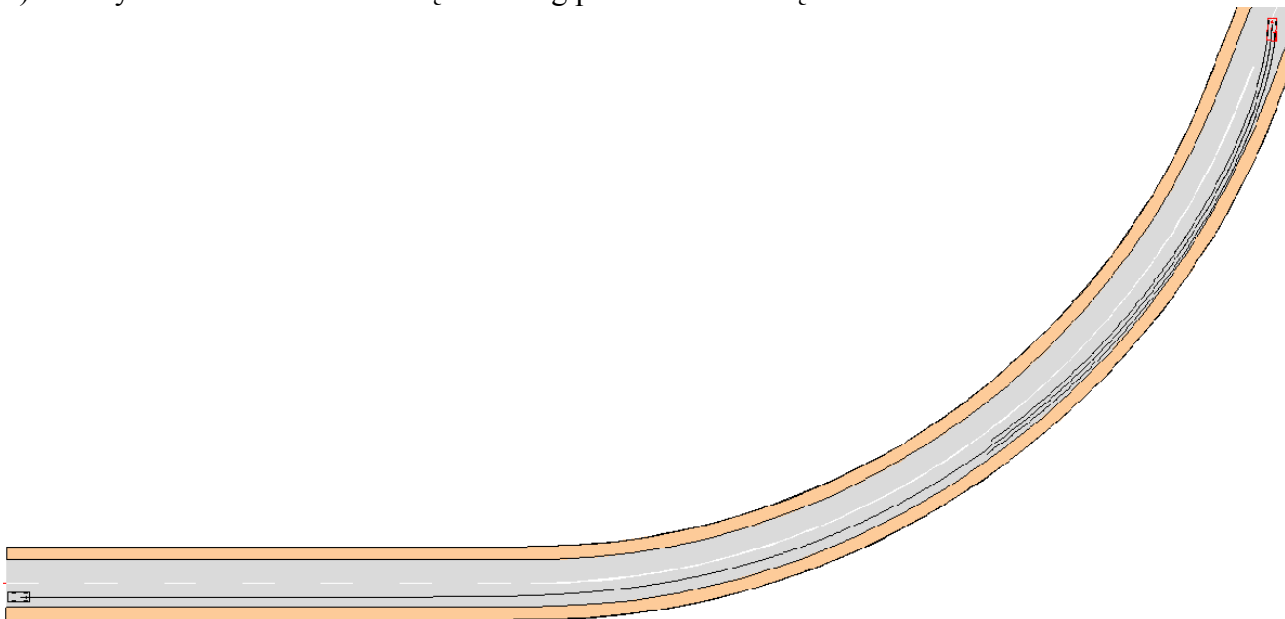
b) intensyviai stabdant automobilį ir nepakankamai pasukant vairą:



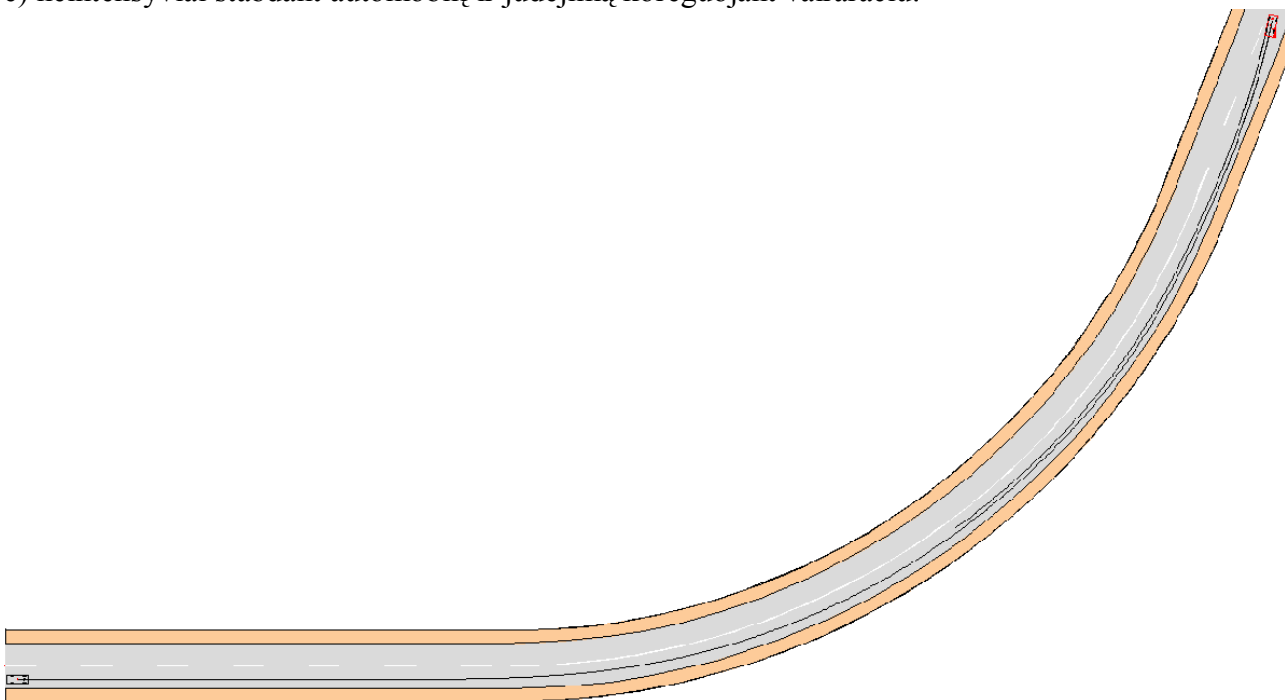
c) intensyviai stabdant automobilį ir per daug pasukant vairą:



d) intensyviai stabdant automobilį ir nedaug pasukant vairą:

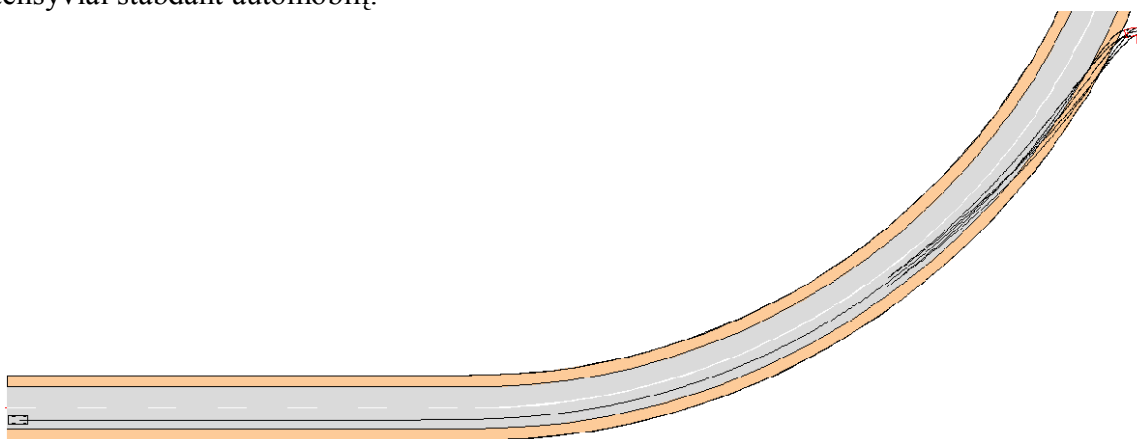


e) neintensyviai stabdant automobilį ir judėjimą koreguojant vairu:

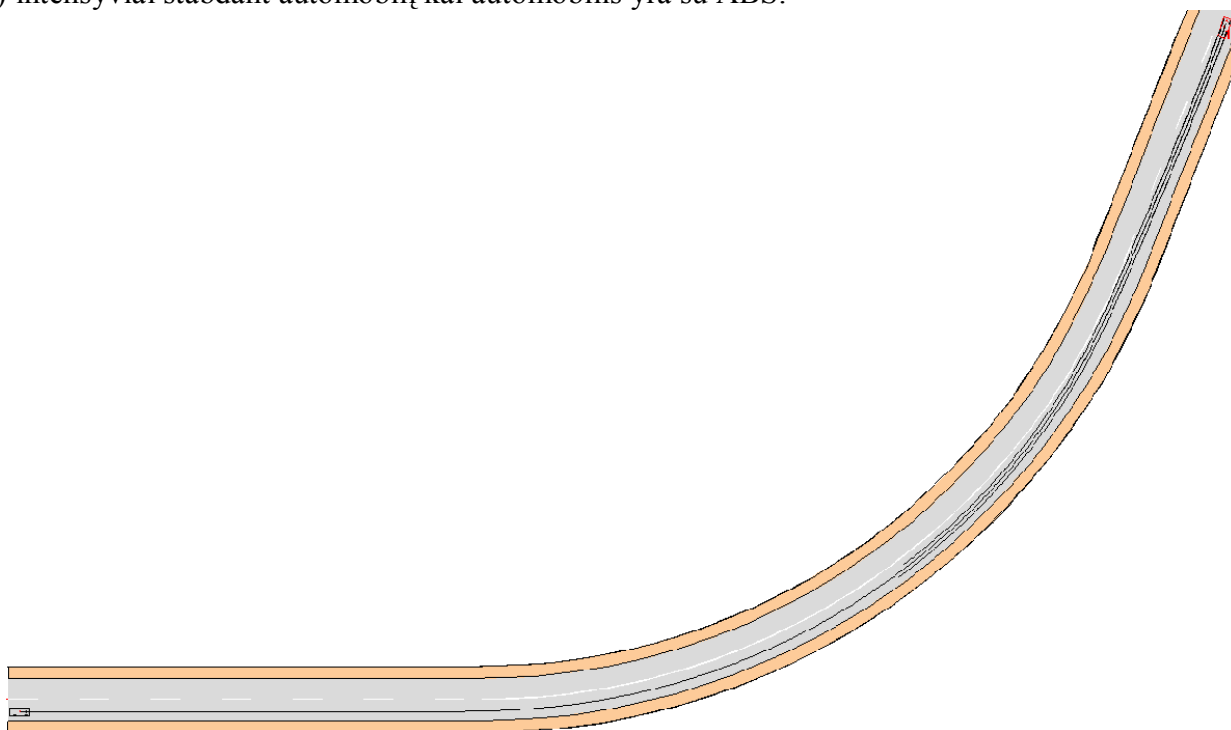


8.3 Važiuojant slidžia kelio danga kelio vingiu ir pradedant stabdyti:

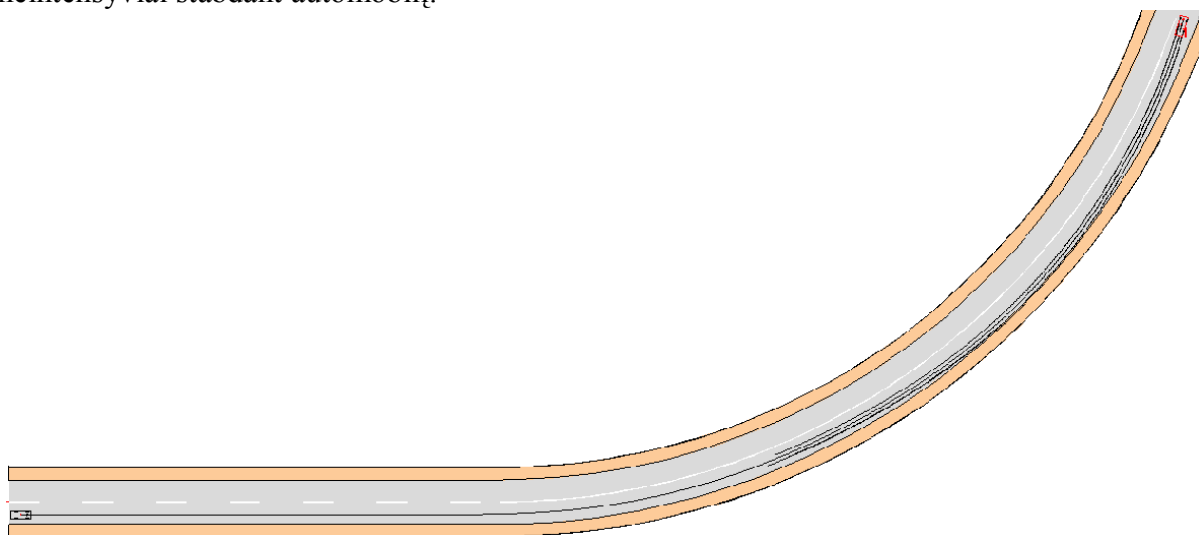
a) intensyviai stabdant automobilį:



b) intensyviai stabdant automobilį kai automobilis yra su ABS:



c) neintensyviai stabdant automobilį:



B Priedas

Publikacijos konferencijoje „Mokslas – Lietuvos ateitis. Transportas“ kopija

Automobilio techninės būklės įtaka eismo įvykiui

Robertas Švarcas

Vilniaus Gedimino technikos universiteto Transporto inžinerijos fakulteto Automobilių transporto katedros magistrantas

1. Įvadas

Dažniausia eismo įvykių kilimo priežastis – netinkami vairuotojo veiksmai arba neveikimas. Oficialiais duomenimis dėl prastos automobilių techninės būklės Lietuvoje įvyksta tik apie 8 % avarių: 2 % lemia tik automobilio būklė, 4 % – automobilio ir žmogaus sąveika, 1 % – automobilio, žmogaus ir kelio sąveika bei 1 % – automobilio ir kelio sąveika. Trečdalis šių eismo įvykių įvyksta dėl blogos padangų techninės būklės, 26 % - dėl stabdžių sistemos, 15 % - dėl apšvietimo ir šviesos signalizacijos prietaisų gedimų. Kitų elementų įtaka yra mažesnė.

Šiame straipsnyje trumpai apžvelgiami pagrindiniai transporto priemonių trūkumai, kurie gali būti eismo įvykių kilimo priežastis. Aprašomos sąlygos, kurios buvo priimtos modeliuojant automobilių judėjimą po įvykusio gedimo. Aptarti modeliavimo metu gauti rezultatai.

2. Automobilio sistemos, mechanizmai ir jų dalys, kurių gedimai turi įtakos eismo saugumui

Tiesioginė eismo įvykių kilimo priežastimi gali tapti techniškai netvarkingi automobilio stabdžiai, ratai bei padangos, pakaba, važiuoklė, vairo mechanizmas.

Padangų techninę būklę galima įvertinti vizualiai jas apžiūrint. Eksploatuojant nekokybiškai restauruotas padangas yra protektoriaus atsiplėšimo tikimybė. Dėl didelio padangos amžiaus sutrūkinėjusi guma ar atsiradęs gumbas yra rimti defektai, kurie signalizuoja apie padangos sprogo pavojų. Padanga taip pat gali sprogti dėl per didelio apkrovimo.

Dėl netinkamo oro slėgio padangose ar netinkamos padangos konstrukcijos gali skirtis priekinių ir užpakalinių ratų maksimalus skersinės kampas, dėl to pasikeistų automobilio valdymo savybės.

Netinkamai eksploatuojant automobilį ir periodiškai netikrinant jo techninės būklės nusidėvi eksploatacinės automobilio detalės, o cikliška apkraunamose metalinėse automobilio dalyse atsiranda įtempimai, dėl kurių gali įvykti nuovarginis lūžis. Šie defektai gali sukelti automobilio rato užstrigimą, užsiskersavimą ar net nusimontavimą.

Dažniausiai automobilio stabdžių veikimo sutrikimai įvyksta dėl pažeisto sistemos sandarumo, stabdžių trinkelio bei diskų (būgnų) nusidėvėjimo. Įvykus stabdžių sistemos gedimams gali sumažėti stabdymo efektyvumas, vienas ar keli automobilio ratai tapti nestabdomi ir net užstrigti, tai smarkiai apsunkintų automobilio valdymą.

Ilgainiui eksploatuojant automobilį jo metalinės dalys pradeda veikti korozija, kuri intensyvėja, jeigu su ja nekovoja. Esant intensyviai korozijai automobilio mechanizmų bei dalių savybės smarkiai suprastėja, dėl to jie nebegali atlaikyti konstruktorių apskaičiuotų apkrovų.

3. Sistemų, mechanizmų ir jų dalių gedimų įtaka automobilio valdymui bei stabilumui

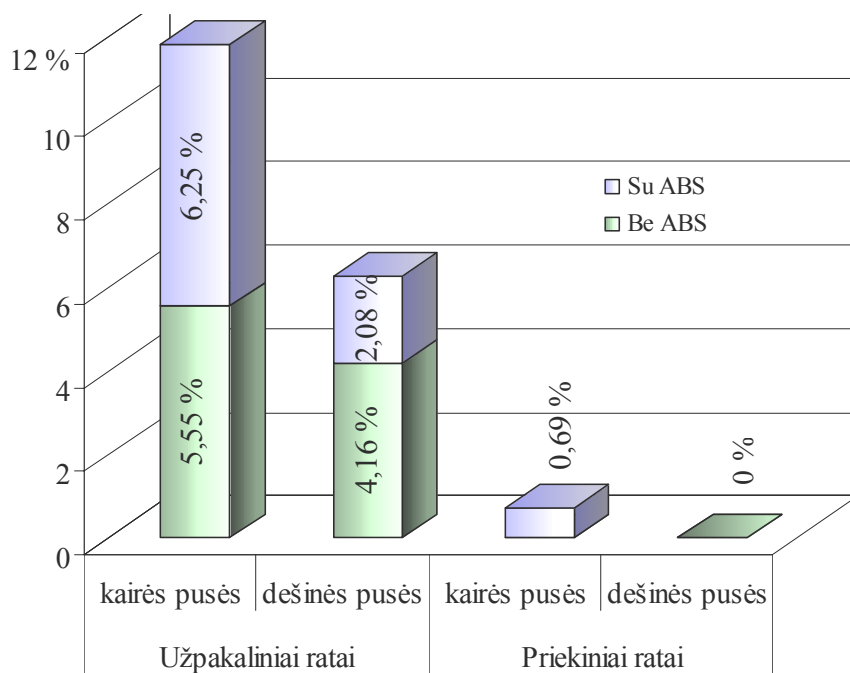
Atsižvelgiant į pagrindinius transporto priemonių trūkumus, kurie nustatomi atliekant valstybinę techninę apžiūrą, kompiuterine eismo įvykių atkūrimo programa „PC-Crash 8.0“ buvo modeliuojamas automobilių judėjimas imituojant tokius techninius automobilių gedimus (netvarkingą būklę), kurie gali turėti tiesioginę įtaką eismo įvykių kilimui:

- a) padangos sprogo dėl prastos techninės būklės;
- b) užpakalinių ir priekinių ratų techninė būklė, kai jų skersinės kampai yra skirtingi;

- c) ratų užstrigimas, užsiskersavimas ar nusimontavimas dėl rato arba jį laikančių konstrukcijų kritinės techninės būklės;
- d) užpakalinių ratų ašies atitrūkimas dėl kritinės važiuoklės būklės;
- e) stabdymo sistemos gedimai, kai neveikia vienas iš dviejų stabdžių kontūrų.

Iš viso buvo atlikta daugiau nei 280 skirtingų modeliavimų automobiliui važiuojant skirtingomis kelio sąlygomis: kai kelio danga sausa, šlapia ir slidi. Daugiausia eismo įvykių buvo sumodeliuota esant tiesiam horizontaliam kelio ruožui, kur važiuojamosios dalies danga – asfaltas. Važiuojamosios dalies plotis yra 7 m, ir ją sudaro dvi, priešingų kryptių, po 3,5 m pločio eismo juostos. Kelkraščiai yra po 2 m pločio ir jų danga priimama žvyruota. Šalikelė priimama – žolės veja.

Eismo įvykių atkūrimo programa „PC-Crash 8.0“ atlikus automobilio judėjimo modeliavimus sprogus padangai nustatyta, kad efektyviausiai suvaldyti automobilį įmanoma tik sprogus užpakalinio rato padangai.

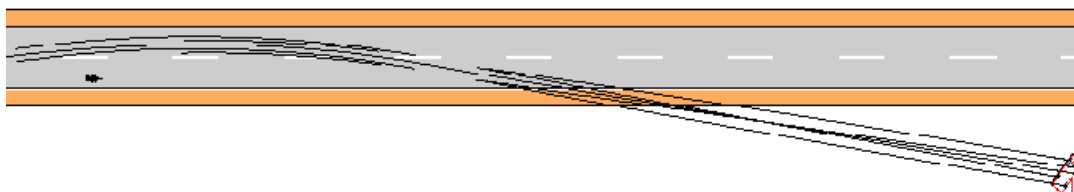


1 pav. Sumodeliuoti atvejai, kai automobilis neišvažiavo už eismo juostos ribų

Lietuvoje automobilių judėjimas yra organizuotas dešiniąja važiuojamosios dalies puse, todėl važiuojant automobiliui į priekį iš dešinės pusės yra kelkraštis. Dažnai kelkraščio ir važiuojamosios dalies danga yra skirtinga, o tuo pačiu skirtingas ir padangų sukibimo koeficientas su ja. Dėl šių priežasčių modeliuojant automobilių judėjimą sprogus kairės pusės užpakaliniam ratui automobilis buvo lengviau suvaldomas ir išlaikomas savo eismo juostoje nei tuo atveju, kai sprogsta dešinės pusės užpakalinis ratas.

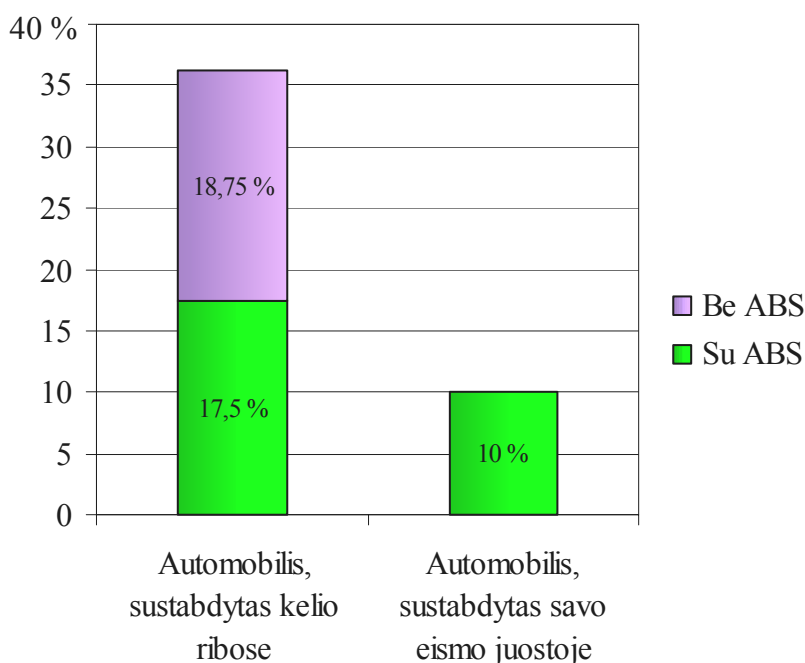
Įprastai lengvuosiuose automobiliuose maksimalus priekinių bei užpakalinių ratų skersridės kampas yra apie 10°. Siekiant nustatyti ratų skersridės kampo įtaką automobilio judėjimui visos situacijos buvo sumodeliuotos atliekant kliūtis lenkimo manevrą ir grįžtant į pirminę važiavimo krypties eismo juostą.

Esant maksimaliam užpakalinių ratų skersridės kampui 10°, o priekinių ratų skersridės kampą sumažinus iki 8°, automobilis važiuodamas šlapia ar slidžia asfalto danga bei atlikdamas kliūtis lenkimo manevrą smarkiai nukrypsta nuo pirminės važiavimo trajektorijos ir išslysta už kelio ribų į šalikelę (2 pav.).



2 pav. Automobilio judėjimo trajektorija atliekant lenkimo manevrą

Modeliuojant automobilio judėjimą užstrigus ratui pastebimai išryškėjo ABS (angl. „Anti-lock brake system“ – stabdžių antiblokavimo sistema) sistemos nauda: net 10 % visų modeliutų atvejų automobilis buvo sustabdytas savo pirminio važiavimo eismo juostoje, o tuo tarpu automobilis be ABS sistemos joje nė karto nebuvo sustabdytas (3 pav.).



3 pav. Sumodeliuoti atvejai, kai automobilis sustabdomas kelio ribose ir savo eismo juostoje

Atlikus automobilio judėjimo modeliavimą, kai visiškai atitrūksta kairioji arba dešinioji užpakalinių ratų tilto pusė, nustatyta, kad 19,44 % visų sumodeliuotų atvejų automobilis nevaldomai išslydo už kelio ribų, iš jų net 16,67 % – kai automobilis yra be ABS sistemos.

Išanalizavus modeliavimo metu gautus rezultatus matyti, kad visiškai atitrūkus užpakalinių ratų ašiai lengviausia suvaldyti yra automobilį su ABS sistema. Važiuojant slidžia kelio danga ir staiga atitrūkus užpakalinių ratų ašiai ratų sukibimas su kelio danga padidėja nežymiai, palyginti su atveju, kai automobilis važiuoja sausa ar šlapia danga, todėl slidžiame kelyje stabdomas automobilis mažiau nukrypsta nuo pirminės važiavimo trajektorijos, nei važiuojant sausu ar šlapiu keliu.

4. Išvados

1. Užpakalinio rato padangos sprogo atveju tikimybė suvaldyti automobilį yra 26 kartais didesnė už tikimybę suvaldyti automobilį, kai sprogo priekinio rato padanga.

2. Sprogus kairės pusės užpakalinio rato padangai automobilis sustabdomas savo eismo juostoje net 11,8 % visų sumodeliuotų atvejų, o sprogo dešinės pusės užpakalinio rato padangai – tik 6,24 % visų atvejų.

3. Automobiliu, kurio priekinių ratų maksimalus skersridės kampas yra mažesnis nei užpakalinių ratų, atlikti lenkimo manevrą, kai važiuojama šlapia ar slidžia asfalto danga, yra labai pavojinga, nes automobilis tampa visiškai nevaldomas ir atsiranda didelė tikimybė išslysti už kelio ribų.

4. Staiga užstrigus ratui automobilis su ABS sistema buvo saugiai sustabdytas savo važiavimo eismo juostoje tik 10 % visų sumodeliuotų atvejų, o automobilis be ABS sistemos nė karto nebuvo saugiai sustabdytas.

5. Visiškai atitrūkus užpakalinių ratų ašiai saugiausiai sustabdomas automobilis su ABS sistema. Slidžiame kelyje stabdomas automobilis mažiau nukrypsta nuo pirminės važiavimo trajektorijos, nei važiuojant sausu ar šlapiu keliu.

Literatūra

1. Daugėla G. Naudoti lengvieji automobiliai Lietuvoje: techninių trūkumų analizė. Vilnius: UAB "Transporto studijos", 2001 m. 119 p.

2. Vizgantis J. Automobilių techninė priežiūra. Vilnius, 2001 m.

3. Žeromskas R. ir kt. Pagrindiniai techniniai reikalavimai kelių transporto priemonėms. Vilnius, 1998 m.

Prieiga per internetą:

4. http://www.regitra.lt/index.php?Action=statist_reg_2008&node=32&node1=0&statid=menu1&s=0&f=0

5. <http://www.vta.lt/trukumai.php4>

Research of influence of technical condition of automobiles on road accidents

Robertas Švarcas

Postgraduate student, Department of Automobile Transport, Vilnius Gediminas Technical University

This article briefly reviews the main vehicle defects, which may be the reasons for the road accident. In order to determine the influence of the breakdown to the control of a car, computer program "PC-Crash 8.0" has been simulated the movement of cars. In article describe the conditions which have been adopted to simulate the movement of the car after a breakdown. Also discuss the results obtained during the simulation.