



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

Edgaras Žiogas

MOTOCIKLO SUSIDŪRIMO SU KELIO ATITVARU TYRIMAS

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Vaidas Lukoševičius

KAUNAS, 2017

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

MOTOCIKLO SUSIDŪRIMO SU KELIO ATITVARU TYRIMAS

Baigiamasis magistro projektas

Transporto priemonių inžinerija (kodas 621E20001)

Vadovas

Doc. dr. Vaidas Lukoševičius

Recenzentas

Doc. dr. Robertas Keršys

Projektą atliko

Edgaras Žiogas

KAUNAS, 2017

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS
TRANSPORTO INŽINERIJOS KATEDRA

Suderinta:

Studijų krypties programų vadovas
prof. Artūras Keršys

Transporto inžinerijos katedros vedėjas
doc. Rolandas Makaras

2016 m. vasario mėn. 8 d.

MAGISTRO BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Išduota studentui: *Egaras Žiogas*

1. Projekto tema: *Motociklo susidūrimo su kelio atitvaru tyrimas*
Motorcycle impact with side road barrier

Patvirtinta: 2017 m. balandžio mėn. 21 d. dekanų įsakymu Nr. V25-11-8

2. Projekto tikslas: *Ištirti motociklo susidūrimą su kelio atitvaru.*

3. Projekto uždaviniai ir reikalavimai:

- *Apžvelgti motociklo saugumo priemones;*
- *Išnagrinėti Lietuvoje naudojamus kelio apsauginius atitvarus;*
- *Apžvelgti atitvarų sulaukymo lygius, panašius eksperimentinius ir skaitinius tyrimus, bei jų rezultatus;*
- *Sudaryti susidūrimo simuliaciją naudojant LS-Dyna;*

4. Projekto konsultantai (nurodant projekto skyrius)¹:

5. Užduoties išdavimo terminas: 2016 m. vasario mėn. 8 d.

Užbaigto projekto pateikimo terminas: 2017 m. gegužės mėn. 18 d.

Vadovas: Doc. dr. Vaidas Lukoševičius

(vardas, pavardė)

(parašas)

Užduotį gavau: Edgaras Žiogas

(studento vardas, pavardė)

(parašas)

¹ Esant reikalui, suderinus su katedros vedėju



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

(Fakultetas)

Edgaras Žiogas

(Studento vardas, pavardė)

Transporto priemonių inžinerija (621E20001)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Motociklo susidūrimo su kelio atitvaru tyrimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 17 m. Gegužės 19 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Edgaro Žiogo**, baigiamasis projektas tema „**Motociklo susidūrimo su kelio atitvaru tyrimas**“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Edgaras, Žiogas. Motociklo susidūrimo su kelio atitvaru tyrimas. Magistro baigiamasis projektas vadovas doc. dr. Vaidas Lukoševičius; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

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

Reikšminiai žodžiai: auto įvykis, motociklas, motociklininkas, atitvarai, susidūrimas, saugumas.

Kaunas, 2017. 46 p.

SANTRAUKA

Pagrindinis šio magistrinio baigiamojo darbo tikslas yra atlikti motociklo susidūrimo į kelio atitvarus tyrimą. Apžvelgus motociklininko saugumą ir jo saugos priemones nustatyta, kad motociklininkas yra nesaugiausia motociklo dalis, jį labiausiai apsaugo šalmas, apžvelgta jų standartizacija ir atliekami bandymai.

Išnagrinėjus auto įvykių skaičių Lietuvoje, per pastaruosius metus, nustatyta, kad įvykiai susiję su motociklais sudaro apie 10% procentų, visų auto įvykių šalyje.

Apžvelgus apsauginius kelio atitvarus, nustatyta, kad Lietuvoje populiariausi yra H1, bei N2 tipo atitvarai, pastarieji pasirinkti skaitiniam modeliui atlikti.

Sumodeliavus simuliaciją ir atlikus atitvarų tyrimą naudojant LS- Diną programą, leidžiant motociklą į atitvarus 50 km/h, 70 km/h, bei 115 km/h ir 130 km/h greičiu ir 20°-30° laipsnių kampu, buvo gautos ir pateiktos darbo eigoje HIC ir CSI reikšmės. Jos gerai parodo atitvarų skaitinio modelio gebėjimą atlikti susidūrimo simuliacijas ir gauti kriterijus, nusakančius tikimybę motociklininkui patirti stiprius sužalojimus.

Žiogas Edgaras. *Motorcycle Impact With Side Road Barrier: Master's thesis in / supervisor doc.* dr. Vaidas Lukoševičius. The Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

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

Key words: car accidents, motorcycle, rider, barrier, impact, safety.

Kaunas, 2017. 46 p.

SUMMARY

Main this master's thesis goal is to perform motorcycle impact with side road barrier. A review of the safety of the rider and the safety measures found that the motorcycle rider is the least safe, the helmet protects the most of it, an overview of the standardization and testing of helmets.

Examination of car accidents in Lithuania for recent years, found that the events involving motorcycles, consists of about 10% percent of all auto accidents in the country.

A review of road safety barriers, showed that in Lithuania the most popular road barriers are H1 and N2 type, they choose to perform barrier model.

After the simulation, and after a barrier research using LS- Dyna program allowing the motorcycle to hit barriers for 50 km/h, 70 km/h, and 115 km/h, 130 km/h speed and 20° -30° angle were obtained and given in the work CSI and HIC values. They are a good indication of the model partitioning ability to perform crash simulations and get the criteria pertaining to the likelihood of experiencing severe rider injury.

Turinys

Įvadas	8
1. MOTOCIKLININKO SAUGUMAS.....	9
1.1 Motociklininko šalmi.....	9
1.2. Elektroninės saugumo sistemos.....	15
2. EISMO SAUGUMAS LIETUVOJE	17
3. APSAUGINIAI KELIO ATITVARAI.....	19
3.1. Kelio atitvarų saugumas	20
3.2. Automobilių kelių apsauginių atitvarų apžvalga.....	24
3.3. Atitvarų parinkimas	29
3.4. Lietuvoje naudojamų atitvarų įrengimas.....	35
4. MOTOCIKLO SMŪGIO Į KELIO ATITVARUS TYRIMAS.....	37
4.1. LS-Dyna programos ypatumai ir istorijos raida.....	37
4.2. Tyrimui parinkti modeliai	39
4.2. Tyrimo rezultatai	41
Rezultatų aptarimas.....	49
Išvados	50
Literatūros sąrašas.....	51

Įvadas

Motociklininko saugumas yra viena iš svarbiausių šios transporto rūšies problemų. Todėl ypač didelis dėmesys yra skiriamas motociklininko ekipiruotei, bei naujų technologijų, tokių kaip motociklo stabilumo kontrolė (MSC), bei stabdžių antiblokavimo sistema (ABS) diegimui į motociklus. Šios priemonės padeda motociklininkui, ištikus ekstremaliai situacijai išvengti žalos. Tačiau yra aplinkybių, kurių metu žala yra neišvengiama, šiuo atveju tai yra susidūrimas su kelio atitvaru. Motociklo avarijų skaičius mūsų šalyje kasmet tik auga. Eismo įvykių skaičiui šalyje įtakos turi daug veiksnių: kelių eismo taisyklių pažeidimų (saugaus greičio nesilaikymas, kelio ženklų nepaisymas ir t.t.), transporto priemonių techninė būklė (sugedusi stabdžių sistema, netvarkingas vairo mechanizmas, pakabos gedimai ir t.t.), kelio būklė (prastas apšvietimas, susidėvėjusi kelio danga).

Eismui pavojingi kelių ruožai aptveriami apsauginiais atitvarais. Prieš statant apsauginius atitvarus reikia išnagrinėti, ar ne geriau saugumo siekti kitomis priemonėmis pertvarkant pavojingą vietą arba pašalinant pavojingą kliūtį. Transporto priemonės apsauginių atitvarų sistemos reglamentuojamos pagal LST EN 1317 standartą ir apibrėžiamos: apsauginiai atitvarai, pradinės ir galinės konstrukcijos, pereinamosios konstrukcijos, smūgio slopintuvai.

Transporto priemonės apsauginių atitvarų sistemos turi kuo labiau sušvelninti eismo įvykių padarinius. Jos naudojamos siekiant apsaugoti eisme nedalyvaujančius asmenis arba apsaugos zonas šalia kelio arba greta priešpriešinio eismo dviejų eismo juostų keliuose, taip pat siekiant apsaugoti transporto priemonių keleivius nuo sunkių nukrypimų nuo važiuojamosios dalies padarinių, pvz., nukritimo nuo skardžio, į vandens telkinį arba smūgio į pavojingas kliūtis šalia važiuojamosios dalies.

Magistro baigiamojo darbo objektas — Motociklininkas.

Magistro baigiamojo darbo tikslas — Ištirti motociklo susidūrimą su kelio atitvaru.

Norint pasiekti baigiamojo darbo tikslą, reikėjo išspręsti šiuos uždavinius:

- apžvelgti motociklo saugumo priemones;
- išnagrinėti Lietuvoje naudojamus kelio apsauginius atitvarus;
- apžvelgti atitvarų sulaikymo lygius, panašius eksperimentinius ir skaitinius tyrimus, bei jų rezultatus;
- sudaryti susidūrimo simuliaciją naudojant LS-Diną;

1. MOTOCIKLININKO SAUGUMAS

1.1 Motociklininko šalmas

Motociklininkas ant motociklo yra mažiausiai apsaugotas, todėl jo apsaugai yra reikalingos specifinės priemonės, pagrindinės jų yra- apranga („šarvai“) ir motociklininko šalmas. Pastarasis suteikia didžiausią prevenciją galvos srities sužeidimams ir apsaugo motociklininką avarijos atveju. Šalmas turi būti standartizuotas ir privalo pereiti tam tikrus patikrinimus prieš naudojimą.

Yra daugiau nei trys standartai, bet šiuos sutinkame dažniausiai: DOT, ECE 22.05 ir Snell.

DOT šalmy standartas. Sutrumpinimas reiškia „Department of Transportation“ (Transporto departamentas arba Susisiekimo departamentas, JAV), o pats standartas yra FMVSS 218, the Federal Motor Vehicle Safety Standard #218, Motorcycle Helmets (Federalinis motorinių transporto priemonių saugumo standartas #218, Motociklų šalmas) ir taikomas visiems šalmams, kurie parduodami JAV ir yra skirti naudoti viešajame eisme. Žinoma, yra gera mintis šalmy naudoti ir bekelėje ar uždaroje varžybose. Įstaiga, kuri įgyvendina DOT sertifikavimo reikalavimus yra National Highway Safety Administration (NHTSA, Nacionalinė Greitkelių Saugumo Administracija). Ji pati netikrina šalmy. Pats šalmy gamintojas turi atlikti testus ir savo šalmy modelius sertifikuoti pagal standartą ir pažymėti „DOT“ emblemy, kuri nurodo, kad šalmy atitinka FMVSS 218.

NHTSA užtikrina standarto laikymąsi atsitiktine tvarka pirkdama produkto pavyzdžius ir siųsdama juos patikrini į nepriklausomas laboratorijas, kad jos patikrintų atitikimą standartui. Baudos gamintojams, kurie parduoda standarto neatitinkančius produktus, gali siekti iki \$5000 už vieną šalmy. FMVSS 218 nustato standartus trijose šalmy veikimo srityse: smūgio poveikio slopinimas, bazinis energijos sugėrimas ir sulaikymo sistemos efektyvumas. Taip pat yra nustatyti naujų produktų ženklinimo reikalavimai. Standartas taip pat reikalauja, kad periferinio matymo laukas turi būti ne mažesnis nei 105° nuo šalmy vidurio. Išsikišimai nuo šalmy paviršiaus neturi viršyti 5 mm. Smūgio poveikio testas matuoja galvos formos greičiui šalmy viduje, kai šalmy yra metamas nuo nustatyto aukščio ant sferinio ir lygaus paviršių. Standartas leidžia 400 G maksimalią akceleracijos energiją (G reikia „gravitacijos konstantą“ arba įsibėgėjimo vertę metrais per sekundę x sekundės).

Prasiskverbimo testo metu iš nustatyto aukšto ant šalmy metamas smaigalys. Jis neturi prasiskverbti taip giliai, kad pasiektų galvą. Sulaikymo sistema testuojama tikrinant šalmy dirželius juos įtempiant skirtingomis apkrovomis. Šiam testui naudojamos progresyvinės apkrovos. Pirmoji apkrova 22,7 kg naudojama 30 sekundžių, tuomet ji padidinama iki 136 kg ir tęsiama 120 sekundžių matuojant kiek išsitempia dirželis ar iškreipia sujungimo vietą matuojant nuo šalmy krašto.



1.1.pav. [Motociklo šalmu prasiskverbimo testas](#)

Keletas naujų standarto papildymų įsigaliojo nuo 2013 metų, tačiau jie nėra žymūs ir pirkėjas to nepastebi. Siekiant labiau apsisaugoti nuo reikalavimo neatitinkančių šalmų žymėjimo, DOT etiketėje šalmo gale privalo būti pateikiama tokia informacija nustatyta tvarka nuo viršaus žemyn:

Modelio numeris arba pavadinimas

DOT ženklas

FMVSS 218

Žodis “Certified” (sertifikuotas)



1.2.pav. [DOT standarto etiketė](#)

ECE 22.05 šalmų standartas, ECE reiškia “Economic Commission for Europe” (liet. Jungtinių Tautų Europos Ekonominė Komisija) ji yra viena iš penkių Jungtinių Tautų regioninių komisijų, siekiančių koordinuoti jai priklausančių valstybių bendradarbiavimą ekonomikoje, energetikoje, aplinkos apsaugoje, technologijų vystyme ir kitose srityse. Dalis 22.05 nukreipia į specifinį reglamentą, kuriame yra nurodyti testavimo standartai. ECE standartas, kurį pripažįsta 56 šalys, yra panašus į DOT standartą keliais aspektais, pvz.: kaip ir DOT standarte periferinio matymo kampas nuo šalmo vidurio turi būti bent 105° .

Taip pat testavimo ir žymėjimo sąlygos yra panašios į DOT. Smūgio sugėrimo testavimas atliekamas labai panašiu principu, kaip ir DOT standartas, kai šalmas su galvos formos įdaru metamas iš fiksuoto aukščio ant plieninio priekalo ir “galva” matuoja perduodamą energiją. Maksimali pagreičio energija “galvai” šalmo viduje yra 275 G.

Taip pat smūgio sugėrimo ir sukamosios jėgos testuojamos tuose taškuose, kur yra išsikišimai nuo šalmo paviršiaus. Sulaikymo sistema testuojama laisvo kritimo testu, kai 10kg masės svarmuo metamas iš 0,75 m aukščio. Kitame gale jis būna pritvirtintas prie užsegto dirželio. Prikabinimo taškas gali deformuotis ar išsitempti ne daugiau nei 35 mm. Dirželio sagtis tikrinama ar neišslysta esant apkrovai, taip pat tikrinamos dirželio medžiagos abrazyvinis atsparumas bei kokią tempimo jėgą atlaiko dirželis (minimalus reikalavimas 3kN). Testais tikrinamas, kaip lengvai atsegama sagtis bei greito atsegimo sagčių ilgaamžiškumas.



1.3.pav. [Motociklo šalmo smūgio sugėrimo testas](#)

Yra sritys, kur DOT ir ECE standartais skiriasi, pvz. šalmo paviršiui tikrinimas trinties atsparumas, bet šiame teste standartas reikalauja, kad šalmo paviršiaus sluoksnis arba nusitrina, arba leidžia šalmui slysti per tęstinį paviršių. Tikslas yra sumažinti sukamąsias jėgas, kurias šalmas perduotų nešiootojo galvai arba kaklui. Dalelės, nusitrinančios nuo šalmo, turi būti ne didesnės nei 2 mm.

Kitas testas įvertina šalmo standumą, kai po truputį didinama apkrova iki 630 Niutonų ir matuojama šalmo paviršiaus deformacija. Papildomai ECE 22.05 įtraukti ir šalmo stikliuko, jeigu jis yra sudėtinė šalmo dalis, funkcionalumo testavimai. DOT standartai stikliukams ir kitoms akių apsaugos priemonėms yra nurodyti VESC 8 (Vehicle Equipment Safety Commission) reglamente. ECE standarte nėra atsparumo prasiskverbimui testo.

ECE standarte yra nurodyti reikalavimai šviesą atspindinčioms medžiagoms, kurie galioja kai kuriose valstybėse narėse. Kitaip nei DOT sistemoje, kur nereikalaujamas trečiosios šalies testavimas prieš pradėdant prekybą, ECE sistema reikalauja prieš pradėdant gamybą pateikti pavyzdžius (iki 50 šalmų/stikliukų) nurodytai valstybinei laboratorijai, kuri vadovaujasi ECE standartais ir vykdo atitinkamus kokybės patikrinimus. Produktai testuojami ir jau vykstant gamybai.

ECE standartas nurodo, kokiai šalmo konfiguracijai galioja leidimas. Tam naudojami kodai:



1.4.pav. [ECE-R22.05 standarto etiketė](#)

„Snell Memorial Foundation“ (liet. Snell Atminimo Fondas) yra privati, nepelno siekianti organizacija, įkurta 1957 ir siekiant gerinti šalvų saugumą. „Snell“ laikosi griežtesnių nei valstybinių standartų ir yra pasiruošus padėti gamintojams kuriant šalvius, vykdydamas prototipų testavimą. Kai produkto kūrimo procesas būna baigtas, gamintojai, kurie siekia gauti sertifikatą, pateikia produktų pavyzdžius „Snell“ testavimui pagal standartizuotus fondo testus. Jeigu šalvas atlaiko visus testus, jis gauna standarto M2010 sertifikatą ir gali būti ženklinamas kaip „Snell certified“ šalvas.

Jeigu šalmo modelis yra sertifikuojamas, jis negali būti koreguojamas gamybos proceso metu. Fondas atsitiktine tvarka testuoja į rinką išleistus produktus, kad būtų užtikrintas nuolatinis produkto atitikimas standartui. Atsitiktine tvarka tikrinamuose produktuose atsiradę trūkumai gali sąlygoti šalmo sertifikato atšaukimą. „Snell“ sertifikavimas yra savanoriškas ir nėra reikalaujamas valstybinių ir tarptautinių valdžios atstovų, bet gali būti reikalaujamas kai kurių varžybas organizuojančių organizacijų.

„Snell“ fondo testai vertina kiekvieno šalmo modelį keturiose srityse. Kaip ir kitose dviejose sistemose reikalaujamas 105° apžvalgos kampas nuo šalmo vidurio periferiniam matymui. Smūgio sugėrimo testavimas daromas panašiu būdu kaip ECE ir DOT, naudojant laisvo kritimo testą su „galva“ šalmo viduje, kuri matuoja šalmo galvai perduodamą smūgio energiją atsitrenkus į fiksuotą paviršių. Penkių formų priekalai naudojami testavimui. Leidžiama maksimalaus pagreičio energija yra 300 G, kai testuojama ant kitų paviršių ji būna šiek tiek mažesnė. Skiriasi aukštis, iš kurio metamas šalvas. Standarte nurodomas greitis, kuris turi būti pasiektas ir jis kinta nuo 5m/s iki 8m/s. Šalmo kevalo apsauga nuo prasiskverbimo tikrinama numetant 3 kg svorio smaigalį ant šalmo iš 3 m aukščio. Šalvas neįveikia testo jeigu smaigalys prasiskverbia iki „galvos“.

Pilnai veidą dengiantiems šalvams testuojamas žandikaulio apsaugos stiprumas. Šalvas įtvirtinamas taip, kad žandikaulio apsauga būtų nukreipta į viršų. Tuomet numetamas 5 kg svoris tiesiai per žandikaulio vidurį ir matuojamas apsaugos išsilenkimas. Jeigu išsilenkimas viršiję 60 mm arba lūžta, tai gali iššaukti žandikaulio sužeidimus ir testas neužskaitomas. Šalmo laikymasis savo vietoje arba „išslydimas iš savo vietos“ testuojamas prikabinant trosu 4 kg svorį prie apatinės šalmo galo dalies. Šalme tvarkingai užfiksuojama „galvos forma“ ir šalvas pakreipiamas žemyn 135° kampu. Kai paleidžiamas svoris, jis bando išsukti šalvą iš savo teisingos pozicijos ant galvos. Po to šalvas apsukamas 180° kampu ir svoris prikabinamas prie šalmo priekio ir testas pakartojamas. Testas neužskaitomas, jei šalvas išslysta iš savo vietos ant galvos.

Sulaikymo sistema testuojama iš pradžių vieną minutę tęsiant 23 kg apkrovą užsegtam dirželiui, tuomet paraleliai nuimant apkrovą ir paleidžiant laisvo kritimo testą su 38 kg masės svarmeniu. Dirželio ar sagties lūžimas arba išsitempimas virš 30 mm reiškia neišlaikytą testą. Šalmo stikliukams testuojamas atsparumas prasiskverbimui. Pneumatinio ginklu naudojant nusmailintus švininius šratus šaunama į tris taškus aplink stikliuko centrą. Šūvio greitis apie 500 km/h. Jeigu šratai pramuša

stikliuką arba lenktyniniams šalmams stikliuko vidinė dalis išsigaubia daugiau nei 2,5 mm testas yra neišlaikytas. Atsparumas ugniai irgi tikrinamas pagal „Snell“ standartus, bet tik specifiniams lenktynių šalmams[10].

Snell ženklimas nurodo, kokio tipo naudojimui yra šalmas sertifikuotas. Tam naudojami šie raidžių kodai:



1.5.pav. [Snell standarto etiketė](#)

M= motociklas

SA= specialios paskirties

SAH= specialios paskirties, priekinė galvos sulaikymo sistema

K= kartingai

CMR= vaikų moto sportui apribotas (leidžiamas sumažintas periferinio matymo kampas)

CMS= vaikų moto sportui standartiškai

1.2. Elektroninės saugumo sistemos

Motocikluose ABS sistema yra labai svarbi. Kaip ir automobiliuose, ji neleidžia stabdžiams užblokuoti ratų. Motociklai turintys šią sistemą turi iki 30proc. mažesnę tikimybę patekti į eismo įvykį, taip pat ši sistema ženkliai sumažina pavojingais sužeidimais ar mirtimi pasibaigiančių eismo įvykių skaičių. Todėl nuo 2016m. visi naujai pagaminti ir didesni nei 125 cm³ darbinio tūrio motociklai, o nuo 2017m. – visi nauji ir didesnio nei 125 cm³ darbinio tūrio motociklai, parduodami Europos Sąjungoje, privalės turėti sumontuotą ABS sistemą. Tačiau saugumo sistemų gamintojai ties tuo nesustoja ir nuolatos dirba prie naujų technologijų. Viena jų yra 2015m atsiradusi optimizuoto stabdymo posūkyje sistema (pav. 1.2), leidžianti saugiai stabdyti motociklą pasvirus. Veikiant šiai sistemai ir stabdant motociklą posūkyje, jis lieka stabilus ir nuspėjamas. Taip sumažinama tikimybė nesuvaldyti motociklo, padidėja saugumas.

Iki šiol diegiamos ABS sistemos užtikrindavo stabilumą, kritiškai stabdant tiesiojoje. Tačiau norint naudoti stabdžius posūkyje reikia būti labai atsargiam. Dažniausiai pradedantieji motociklo vairuotojai nesugebėdavo to padaryti tinkamai. Naujoji sistema įvertindama motociklo pasvyrį, stabdymo metu, sušvelnina ABS sistemos darbą, todėl stabdymas būna tolygesnis ir labiau nuspėjamas- taip užtikrinamos geros stabdymo sąlygos ir vairuotojas išvengia galimos avarijos.

Anksčiau atsiradusi integruota motociklo stabdymo sistema MIB (angl. Motorcycle Integral Brake) papildė naują sistemą ir užtikrina, kad stabdymo metu jėga būtų tolygiai paskirstyta tarp ašių. Tokiu būdu išvengiama staigaus svorio persiskirstymo tarp priekinės bei galinės ašies, todėl motociklu galima važiuoti dinamiškiau ir saugiau.



1.6.pav. [Optimizuota stabdymo posūkyje sistema](#)

Optimizuotos stabdymo posūkyje sistemos tinkamas darbas užtikrinamas daugybės tarpusavyje sąveikaujančių jutiklių ir centrinio modulio. ABS sistema prisitaiko prie motociklo pasvyrimo

posūkyje. Jutikliai šimtus kartų per sekundę siunčia informacija apie motociklo greitį, pasvirimo kampą ir šoninio pagreičio į centrinį modulį.

Motociklui svyrant daugiau, sistema po truputį mažina stabdžių sistemos slėgį, taip stabdymo jėga posūkyje persiduoda tolygiau, o ABS sistema veikia stabiliau. Taip pat ši sistema apjungia kitas saugumo funkcijas:

- Elektroninę traukos kontrolę, kuri įtakoja variklio galią ir stabdžius, esant pavojui, kad motociklininkas praras kontrolę dėl per didelio greičio, didelio pasvirimo kampo ar tiesiog slidžios kelio dangos.
- Įsibėgėjimo metu priekinio rato kilimą reguliuoja sistema, ribojanti variklio sukimo momentą.

2. EISMO SAUGUMAS LIETUVOJE

Avarija- tai mechaninių transporto priemonių eismo sutrikimas, kai jos metu buvo sužeistų ar žuvusių žmonių, sugadintų mechaninių transporto priemonių ar kelio statinių, bei padaryta kita materialinė žala. Eismą reguliuoja bei organizuoja KET (kelių eismo taisyklės) bei kelio ženklai, nurodantys tam tikras eismo dalyvavimo taisykles. Nustatyta, kad avarių, kuriose žūsta žmonės, skaičius priklauso nuo toje šalyje gyvenančių žmonių ir automobilių skaičiaus.

$$A_z = 0,0003 \sqrt[3]{n_g n_a} \quad (1)$$

čia n_g — gyventojų skaičius; n_a — automobilių skaičius.

Avaringumas Lietuvoje yra labai svarbi problema, kadangi keliai yra viena svarbiausių susisiekimo priemonių, besivystančios ūkio šakos dalis. Valstybės rinkoje daug dėmesio skiriama keliams, bei jų infrastruktūrai, taip gerinant galimybę eisme dalyvauti įvairaus tipo transporto priemonėms. Keliams skiriamas didelis dėmesys, tiesiami nauji keliai, seni rekonstruojami bei modernizuojami, taip siekiant atitikti vis kylančius gyventojų, bei transporto priemonių skaičiaus poreikius. Keliai turi atitikti visus dabartinius ekonominius, techninius, bei ekologinius reikalavimus.

2015-2016 metais užregistruota daugiau kaip 500 sužeidimo atveju susijusių su motociklais (1 lentelė). [9]

Į auto įvykį dažniausiai papuola mopedų/motorolerių vairuotojai, tai dažniausiai būna jaunesni asmenys, neturintys daug patirties už motociklo vairo. Galingų motociklų avarių skaičius yra tris kart mažesnis, nei kitų dviračių motorinių priemonių, tačiau jų pasekmės būna ženkliai didesnės.

Laikas motociklininkams yra labai svarbus, galimybė pakliūti į avariją piko metu 11.00-13.00val. ir 17.00-18.00val. yra daug didesnė, nei dieną ar vėlai vakare.

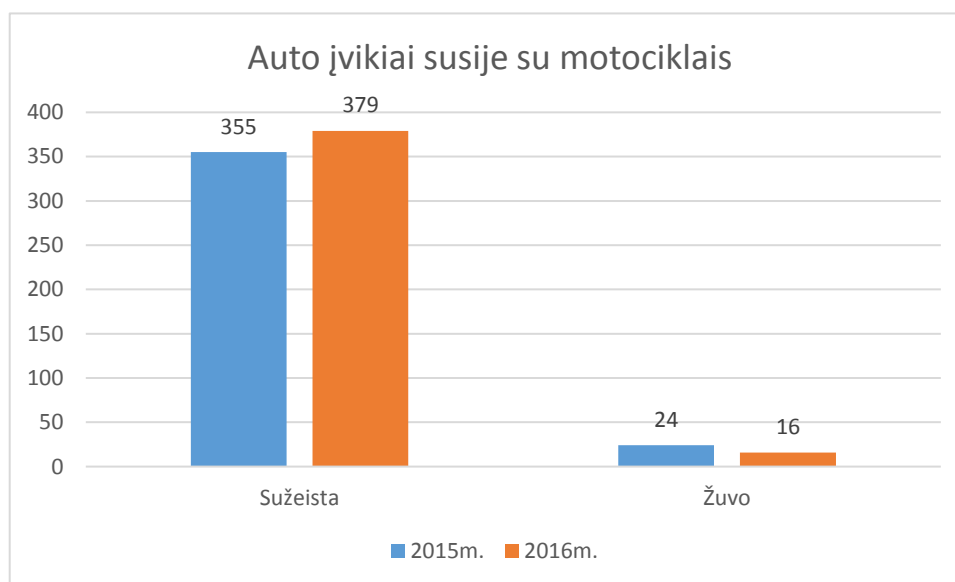
1 lentelė

Įvykių skaičius

Metai	2015	2016
Motociklininkų		
Sužeista	238	271
Žuvo	12	11
Dėl motociklininkų kaltės	97	98
Sužeista	117	108
Žuvo	12	5

Bendrų įvykių skaičius

Metai	2015	2016
Viso įvykių	3806	4115
Sužeista	4479	4817
Žuvo	346	276



2.pav. Įvykių statistika

Matome, kad su motociklais susijusių įvykių, nukentėjusiųjų skaičius sudaro apie 10% nuo visų auto įvykių nukentėjusiųjų skaičiaus (2 lentelė) [9]. Todėl tai yra pakankamai aktuali tema.

3. APSAUGINIAI KELIO ATITVARAI

Kelio atitvaras – uždara, sauganti, kad transporto priemonės nenuvažiuotų nuo kelio, tilto, viaduko, estakados, neatsitrenktų į kliūtis, nesusidurtų su priešais važiuojančiu transportu.[4]

Lietuvos kelių direkcija prie susisiekimo ministerijos, automobilių kelių transporto priemonių apsauginių atitvarų sistemos projektavimo taisyklės KPT TAS 09 teigia, kad kelio atitvaro paskirtis yra nuo važiuojamosios dalies priverstinai nukrypusią transporto priemonę sulaikyti arba grąžinti atgal, arba sistemai deformuojantis, judėjimo energiją paversti deformacija [2]. Apsauginių barjerų naudojimas tam skirtose vietose leidžia apsaugoti eisme keliu nedalyvaujančius asmenis ar saugotinas sritis, esančias šalia kelio. Transporto priemonių apsauginių atitvarų sistemų diegimas tarp dviejų važiuojamųjų dalių, esant priešpriešiniam eismui, leidžia apsaugoti priešpriešinio eismo dalyvius nuo galimų eismo įvykių. Apsauginiai kelio atitvarai taip pat atlieka savo funkciją, kai transporto priemonė priverstinai nukrypsta nuo važiuojamosios dalies, šios saugos priemonės apsaugo keleivius nuo sunkių padarinių.

Kelio ruožą, kuriame numatoma statyti transporto priemonių apsauginių atitvarų sistemas, reikalinga patikrinti ar apsauga gali būti geresnė, vengiant pavojingos vietos, ją šalinant ar pertvarkant statyboje naudojamais būdais. Papildomos kliūties sukūrimas, prieštarauja pagrindiniam apsauginių kelio barjerų principui. Kelio saugumas gali būti gerinamas, tokiomis priemonėmis [5]: pakankamas atstumas nuo kelio iki apsaugos zonų, kliūčių šalinimas, galimų apvažiavimų tiesimas, daubos vietoje pakelti važiuojamąją dalį, rekonstruoti nestačius šlaitus.

Jeigu numatytomis priemonėmis negalima pašalinti kelyje esančių kliūčių, tuomet specialistai pataria jas atitverti apsauginiais atitvarais. Norėdami ištirti apsauginių atitvarų sistemas, turime išanalizuoti specifinius eksploataavimo reikalavimus, jų parinkimo metodiką. Specifiniai eksploataavimo reikalavimai, kuriuos turi atitikti transporto priemonės apsauginių atitvarų sistemas, priklauso nuo pastatymo vietos.

Apsauginiais atitvarais siekiama užtikrinti keleivių saugumą, ne tik saugojant nuo kelyje esančių kliūčių, bet taip pat nuo kitų eismo dalyvių, kurie nukrypsta nuo savo važiuojamosios dalies. Specialistai, tiriantys eismo įvykius, pataria diegti apsauginius atitvarus tokiuose kelio ruožuose, kur yra didelė tikimybė nukrypti nuo važiuojamosios dalies. Tokiomis zonomis gali būti [5]: kelio atkarpa kurios posūkių spindulių santykiais yra labai didelis; kelio atkarpa su keletu viena po kitos einančių kreivių su mažais spinduliais; atkarpa su neįprastai dideliais krypčių pasikeitimais esamų kelių zonoms, kuriose dažni eismo įvykiai (juodosios dėmės), kai vyrauja eismo įvykio tipas „nukrypimas nuo važiuojamosios dalies“, esamų kelių zonose, kuriose dažni kiti eismo įvykiai.

3.1. Kelio atitvarų saugumas

Eismo saugumas keliuose didinamas dviem pagrindiniais būdais: apsaugant keleivius ir vairuotojus nuo galimų sužeidimų avarijos metu arba naudojant transporto priemones, kurios leidžia išvengti pačios avarijos.

Įvertinant atitvarų saugumą susiduriama su problema projektuojant ar parenkant kelio atitvarų tipus yra ta, kad labai stipriai skiriasi transporto priemonių masės. Todėl yra sunku sukurti universalų atitvarą, gebantį tiek pat efektyviai sulaikyti dvidešimt tonų sveriantį vilkiką ar tonos nesveriantį automobilį.

Atitvaro pagrindinis uždavinys - neleisti automobiliui nuvažiuoti nuo kelio. Atitvaras turi sugerti kuo didesnę smūgio energijos dalį. Atitvaro sijos negali lūžti ar nutrūkti sujungimo vietose, bet jų atitrūkimas nuo statramsčio yra beveik nevaržomas. Atitvaro efektyvumas ir saugumas tikrinamas natūriniais bandymais, kurie yra standartizuoti pagal standartą LST EN 1317. Yra keletas natūrinio bandymo rūšių, kurios yra koduojamos raidėmis ir skaičiais (3 lentelė) [6].

3 lentelė

Atitvarų smūginių bandymų tipai

Bandymas	Smūgio greitis	Smūgio kampas	Bendroji transporto priemonės masė	Transporto priemonės tipas
TB 11	100 km/h	20°	900 kg	Lengvasis automobilis
TB21	80 km/h	8°	1300 kg	Lengvasis automobilis
TB22	80 km/h	15°	1300 kg	Lengvasis automobilis
TB31	80 km/h	20°	1500 kg	Lengvasis automobilis
TB 32	110 km/h	20°	1500 kg	Lengvasis automobilis
TB41	70 km/h	8°	10000 kg	Krovininis automobilis
TB42	70 km/h	15°	10000 kg	Krovininis automobilis
TB 51	70 km/h	20°	13000 kg	Autobusas
TB61	80 km/h	20°	16000 kg	Krovininis automobilis
TB71	65 km/h	20°	30000 kg	Krovininis automobilis
TB 81	65 km/h	20°	38000 kg	Vilkikas su puspriekabe

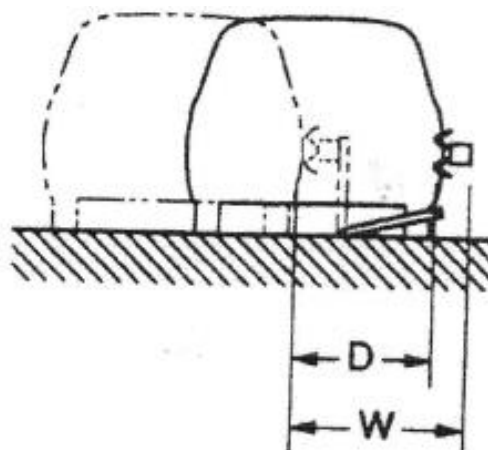
Atitvaras atitinka sulaikymo lygį, jei bandymo metu tenkina jam priskirtus reikalavimus ir kriterijus. Kelio atitvarai, turintys atitinkamą sulaikymo lygį, turi būti bandomi keliomis bandymo rūšimis, pavyzdžiui: natūrinis bandymas su lengvuju automobiliu ir sunkvežimiu. [6] Tikrinant ar atitvarų sistema atitinka numatomą sulaikymo lygį, bandymas turi būti atliktas mažiausiai tris kartus. Sulaikymo lygis apsprendžia atitvarų sistemos tipą. Skirtingo sulaikymo lygio atitvarų sistema turi skirtingą skerspjuvio formą. Atitvarų sistemai sulaikymo lygis nurodo, kokią dalį smūgio energijos atitvaras turi sugerti. Kaip matome 4 lentelėje, sunkiasvoriams transporto priemonėms skirti atitvarai (labai didelės sulaikymo gebos atitvarai H4a, H4b) yra bandomi ne tik su sunkiasvore transporto priemone, bet ir su lengvuju automobiliu (TB 11 bandymas - 900 kg masės automobilis). Taip siekiama užtikrinti, kad lengvasis automobilis atsitrenkęs į didelės ar labai didelės sulaikymo gebos atitvarą nepatirtų „kieto smūgio“. Atitvarų sistema privalo „sugerti“ tam tikrą dalį smūgio energijos.

4 lentelė

Sulaikymo lygiai

Sulaikymo lygiai	Priėmimo bandymas
mažo kampo sulaikymas	
T1	TB21
T2	TB22
T3	TB41 ir TB21
normali sulaikymo geba	
N1	TB31
N2	TB 32 ir TB 11
didesnė sulaikymo geba	
H1	TB 42 ir TB 11
H2	TB51 ir TA 11
H3	TB61 ir TB 11
labai didelė sulaikymo geba	
H4a	TB71 ir TB 11
H4b	TB 81 ir TB 11

LST EN 1317-2 standartu yra ribojamas atitvarų veikimo plotis, jis yra išreikštas veikimo zonos klasėmis (5 lentelė) [7]. Atitvarų veikimo plotį žymi raidė „W“ (3 pav.). Atstumas yra nustatomas atliekant smūginio bandymus pagal LST EN 1317-2 standartą. Šis plotis nusako, koks yra maksimalus sijos poslinkis smūgio metu.



3. pav. Apsauginio atitvaro veikimo plotis W [7]

Montuojant kelio atitvarus yra atsižvelgiama į veikimo zonos laipsnius, pagal atitvaro būvimo vietą parenkama, koks veikimo plotis bus reikalingas, ir pagal standartą jis parenkamas didžiausias, koks gali būti sumontuotas tam tikroje vietoje.

5 lentelė

Veikimo zonos laipsniai

Veikimo zonos klasės	Veikimo zonos laipsniai
W1	$W < 0,6 \text{ m}$
W2	$W < 0,8 \text{ m}$
W3	$W < 1,0 \text{ m}$
W4	$W < 1,3 \text{ m}$
W5	$W < 1,7 \text{ m}$
W6	$W < 2,1 \text{ m}$
W7	$W < 2,5 \text{ m}$
W8	$W < 3,5 \text{ m}$

Transporto priemonių, bei keleivių saugumo kriterijus yra įvertinamas ASI (acceleration severity index)(liet. pagreičio stiprumo indeksas), THIV (theoretical head impact velocity)(leit. Teorinis galvos smūgio greitis), PHD (post-impact head deceleration)(liet. Po smūginis galvos lėtėjimas) rodikliais. Visi šie rodikliai susidūrimo metu labiausiai priklauso nuo atitvaro standumo. Didelio veikimo zonos, bei aukšto sulaikymo klasės atitvarai gali gerai sulaikyti sunkią transporto priemonę nuo išvažiavimo iš eismo juostos, tačiau smūgio metu su lengvu automobiliu, pasekmės bus ženkliai didesnės, kadangi atitvaro standumas bus pakankamai didelis. ASI kriterijus vertinamas trimis saugumo laipsniais A,B,C (6 lentelė). Smūgio stiprumo laipsnis A rodo mažesnę apkrovą veikiančia transporto priemonę, kai ši trenkiasi į tokio stiprumo atitvarą, nei stiprumo laipsnis B. Dažniausiai pirmumą turės A laipsnio atitvarai, nes jie yra saugesnis, tačiau yra vietų, kai yra reikalingas labai stiprus smūgio sulaikymas, kad sunkios transporto priemonės neišvažiuotų iš važiuojamosios dalies, tuomet naudojami C laipsnio atitvarai.

Smūgio stiprumo laipsniai

Saugumo laipsnis	Parametrai		
A	$ASI \leq 1,0$	ir	THIV ≤ 33 km/h PHD ≤ 20 g
B	$ASI \leq 1,4$		
C	$ASI \leq 1,9$		

Potencialios sužeidimų rizikos indeksas ASI skirtas įvertinti smūgio metu pasiekiamų pagreičio perkrovų lygį transporto priemonėje sėdinčiam keleiviui. Pagreičio stiprumo rodiklis (ASI) yra laiko funkcija, apskaičiuojama pagal lygtį :

$$ASI_{(t)} = \sqrt{\left[\left(\frac{ax}{ax_1}\right)^2 + \left(\frac{ay}{ay_1}\right)^2 + \left(\frac{az}{az_1}\right)^2\right]} \quad (2)$$

Lygtyje (2) ax_1 , ay_1 , az_1 - pagreičio išilgai kūno ašių x, y ir z kintamųjų ribiniai dydžiai. ax , ay , az - transporto priemonės pasirinkto taško P pagreičio kintamieji, jų vidurkis apskaičiuojamas, judėjimo intervalui $\delta = 50$ ms.

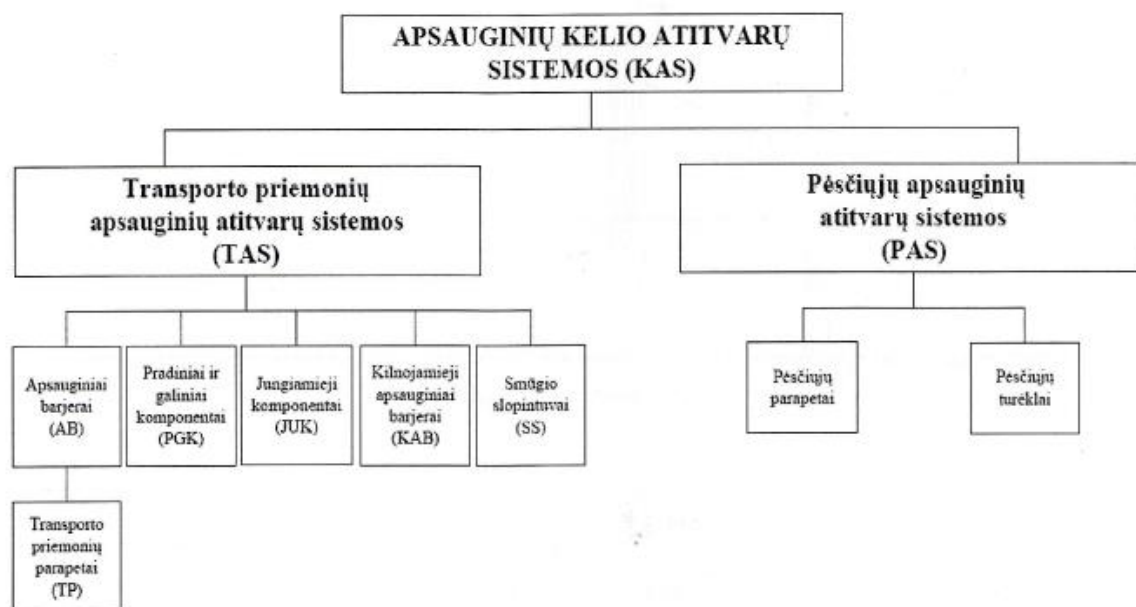
$$ax = \frac{1}{\delta} \int_t^{t+\delta} ax \cdot dt \quad ; \quad ay = \frac{1}{\delta} \int_t^{t+\delta} ay \cdot dt \quad ; \quad az = \frac{1}{\delta} \int_t^{t+\delta} az \cdot dt \quad (3)$$

Ribinio pagreičio dydžiai - tai tokie dydžiai, žemiau kurių rizika keleiviui būti sužalotam yra labai maža (lengvi sužeidimai arba jokių sužeidimų).

ASI, skaičiuojant pagal lygtį (2) yra skaliarinė laiko funkcija, kuri pasirinktame transporto priemonės taške gali būti tik teigiama. Kuo pagreičio stiprumo rodiklis didesnis nei 1, tuo didesnė rizika keleiviui tame taške tapti sužalotu ir tuo labiau netenkinami saugumo reikalavimai, todėl ASI dydis pasiektas susidūrimo metu laikomas svarbiu saugumo parametru.

3.2. Automobilių kelių apsauginių atitvarų apžvalga

Apsauginiai kelio atitvarai yra standartizuoti. Jų statymo kriterijus, eksploataavimo sąlygas, bei sistemos sudedamąsias dalis apsprendžia atitinkami standartai. Apsauginių kelio atitvarų sistemos sudėtis skiriama pagal standartą LST EN 1317-1. Apsauginių kelio atitvarų sistemą sudaro 3.1 pav. nurodytos rūšys. Šiame darbe bus nagrinėjama tik transporto priemonių apsauginių atitvarų sistemos. Pėstiesiems skirti apsauginiai atitvarai skiriasi konstrukciškai nuo transporto priemonių apsauginių atitvarų sistemų. Taip pat pėsčiųjų atitvarams keliama kitokie reikalavimai.



3.1. pav. Apsauginių kelio atitvarų sistemų rūšys [3]

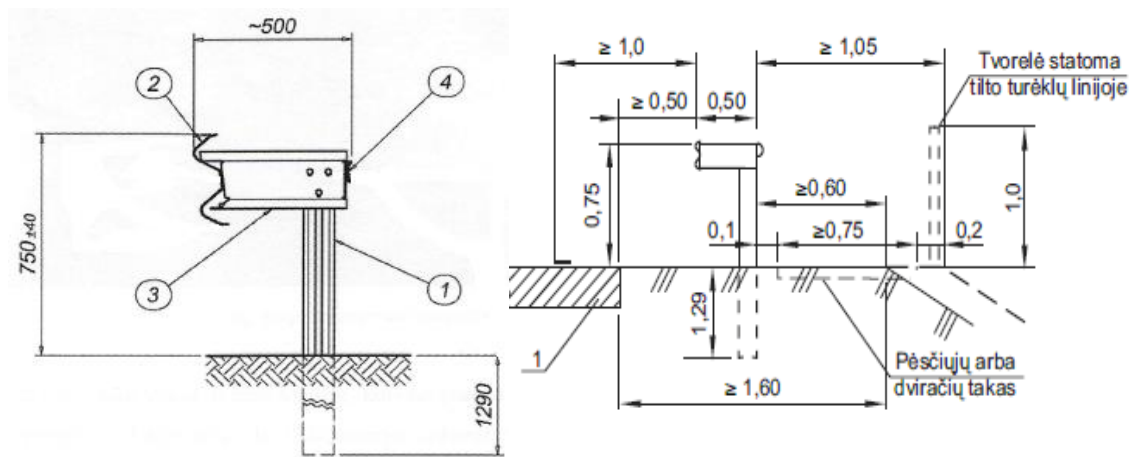
Apsauginis barjeras (AB) (angl. - safety barrier) - transporto priemones sulaikanti arba gražinanti apsauginių atitvarų sistemos dalis, įrengiama išilgai išorinio važiuojamosios dalies krašto arba skiriamosiose ir šoninėse atskiriamosiose juostose [3].

Apsauginių barjerų eksploatacinių charakteristikų klasę apibrėžia standarte LST EN 1317-2 nurodytos charakteristikos [7]:

- sulaikymo lygis,
- veikimo pločio klasė,
- smūgio stiprumo lygis.

Apsauginių barjerų sulaikymo lygis (angl. - containment level), tai lygis, kuris apibūdina transporto priemonių apsauginių atitvarų sistemos įrenginių sulaikymo gebą priklausomai nuo transporto priemonės masės, smūgio kampo ir smūgio greičio, nustatomas atliekant smūginius bandymus pagal LST EN 1317 serijos standartus [6]. Veikimo pločio (angl. - working width) klasė - nurodo atstumą, kuris matuojamas nuo nedeformuotos atitvarų sistemos fasadinės dalies iki didžiausio dinaminio

įlinkio vietos tam tikroje apsauginio barjero dalyje. Atstumas nustatomas atliekant smūginius bandymus pagal standartą LST EN 1317-2 [7]. Smūgio stiprumo lygis (angl. - impact severity level) - teorinis parametras, skirtas lengvųjų automobilių keleivių fizinei apkrovai, sužeidimo sunkumui ar žūties pavojui įvertinti [7].



3.2. pav. Apsauginį barjerą (AB) sudaro šios dalys : 1 - statramstis; 2 - sija; 3 - distancinis elementas; 4 - galinė juosta [3]

Pradiniai ir galiniai komponentai naudojami apsauginių atitvarų sistemos pradžioje ir pabaigoje. Atitvarų sistema negali baigtis aukščiau kelkraščio, kuriame stovi apsauginis barjeras. Atitvarų sistema turi „pakilti ir nusileisti“ į žemę. Tokiu būdu apsaugomi automobilio keleiviai, nuo atitvaro elementų patekimo į transporto priemonės saloną jeigu automobilis trenktųsi į atitvarų sistemos pradžią ar pabaigą. Pradiniai ir galiniai komponentai bei toliau einantys apsauginiai barjerai, atsižvelgiant į funkcionavimo savybes, turi būti tarpusavyje taip sujungiami, kad funkcinės savybės nebūtų neigiamai veikiamos. Pradinių ir galinių komponentų eksploatacinės charakteristikos, atsižvelgiant į standartą LST L ENV 1317-4 susideda iš šių kriterijų:

- eksploatacinių charakteristikų klasės,
- transporto priemonės atšokimo zonos klasės,
- liekamojo šoninio poslinkio klasės,
- smūgio stiprumo lygio.



3.3. pav. [Apsauginių atitvarų pradžia ir pabaiga pasibaigianti žemėje.](#)



3.4. pav. [Apsauginių atitvarų pradžia ir galas virš žemės.](#)



3.5. pav. [Avarija į atitvaro pradžia esančią virš žemės.](#)

Norint išvengti tokių avarijų atitvarų pradžia ir galas turi būti nuleisti į žemę. Arba galima naudoti smūgio slopintuvus.



3.6. pav. [Smūgio slopintuvus atitvarų gale.](#)

EURO-ET™ - naujos kartos energija sugeriantys apsauginių atitvarų pradiniai ir galiniai komponentai. Atitinka Europos standarto EN 1317-4 keliamus reikalavimus:

- Plieninė konstrukcija.
- Lengvas montavimas.
- ET-Plus™ priekis dažnai pakartotinai naudojamas po susidūrimo.
- Išbandyti ir patvirtinti pagal EN 1317-4 P4
- P4 = 12m, 8m ir P3 = P2 = 4m

Sulaikomieji atitvarai įrengiami tam, kad absorbuotų atsitrenkusio automobilio kinetinę energiją ir apsaugotų vairuotoją bei keleivius. Jei gaminami iš kelių vienas už kito sustatytų tuščiavidurių polietileninių cilindrų, pripildytų smėlio ir druskos mišinio, kad žiemą smėlis nesusaltų. Atsitrenkęs automobilis sudaužo tokį atitvarą ir, nusinešdamas su savim tam tikrą smėlio masę, perduoda jam dalį kinetinės energijos.

Smūgio slopintuvus ir toliau einantis apsauginis barjeras turi būti tarpusavyje taip sujungiami, kad funkcinės savybės (pvz., apsauginio barjero juostos įtempimas, smūgio slopintuvo pasyvioji sauga, jėgos perdavimas) nebūtų neigiamai veikiamos. Tokios suformuotos sistemos funkcinę savybių įrodymą, atsižvelgiant į smūgio slopintuvą, turi pateikti smūgio slopintuvų gamintojas [5].

Leistinių naudoti atgal gražinančių (R tipo) smūgio slopintuvo konstrukcija turi būti išbandyta laikantis standarte LST EN 1317-1 [6] apibrėžtų bandymo priemonių, metodų, sąlygų ir standarto LST EN 1317-3 [8] reikalavimų.

Smūgio slopintuvai turi atitikti eksploatacinių charakteristikų klases [7]:

- eksploatacinių charakteristikų lygis (greičio klasės),
- liekamojo šoninio poslinkio klasės,
- grąžinimo zonos klasės,
- smūgio stiprumo lygis.



3.7. pav. [R tipo smūgio slopintuvas.](#)

7 lentelė

Atgal grąžinančių (R tipo) smūgio slopintuvų eksploatacinių charakteristikų lygių priklausomybė nuo leistino greičio.

V _{leist.} , km/val.	Eksploatacinių charakteristikų lygis			
	50 (R)	80 (R)	100 (R)	110 (R)
50	X			
60		X		
70		X		
80		X		
90			X	
100			X	
>100				X

Atgal grąžinančių smūgio slopintuvų eksploatacinių charakteristikų lygiai priklauso nuo greičio klasės. Eksploatacinių charakteristikų lygiai, atitinkantys standartų reikalavimus, nurodyti 7 lentelėje. Grąžinimo zona - zona, kurioje bandomoji transporto priemonė pasilieka po smūgio. Grąžinimo zona nustatoma atliekant smūginius bandymus pagal standartą LST EN 1317-3 [8].

3.3. Atitvarų parinkimas

Pagal vokiečių išleistus standartus, apsauginiai automobilių kelių atitvarai turėtų būti parenkami atsižvelgiant į kelio ruožo pavojingumo laipsnį. Pavojingų vietų išoriniame važiuojamosios dalies krašte pavojaus potencialas skiriamas pagal keturis pavojingumo laipsnius [5]:

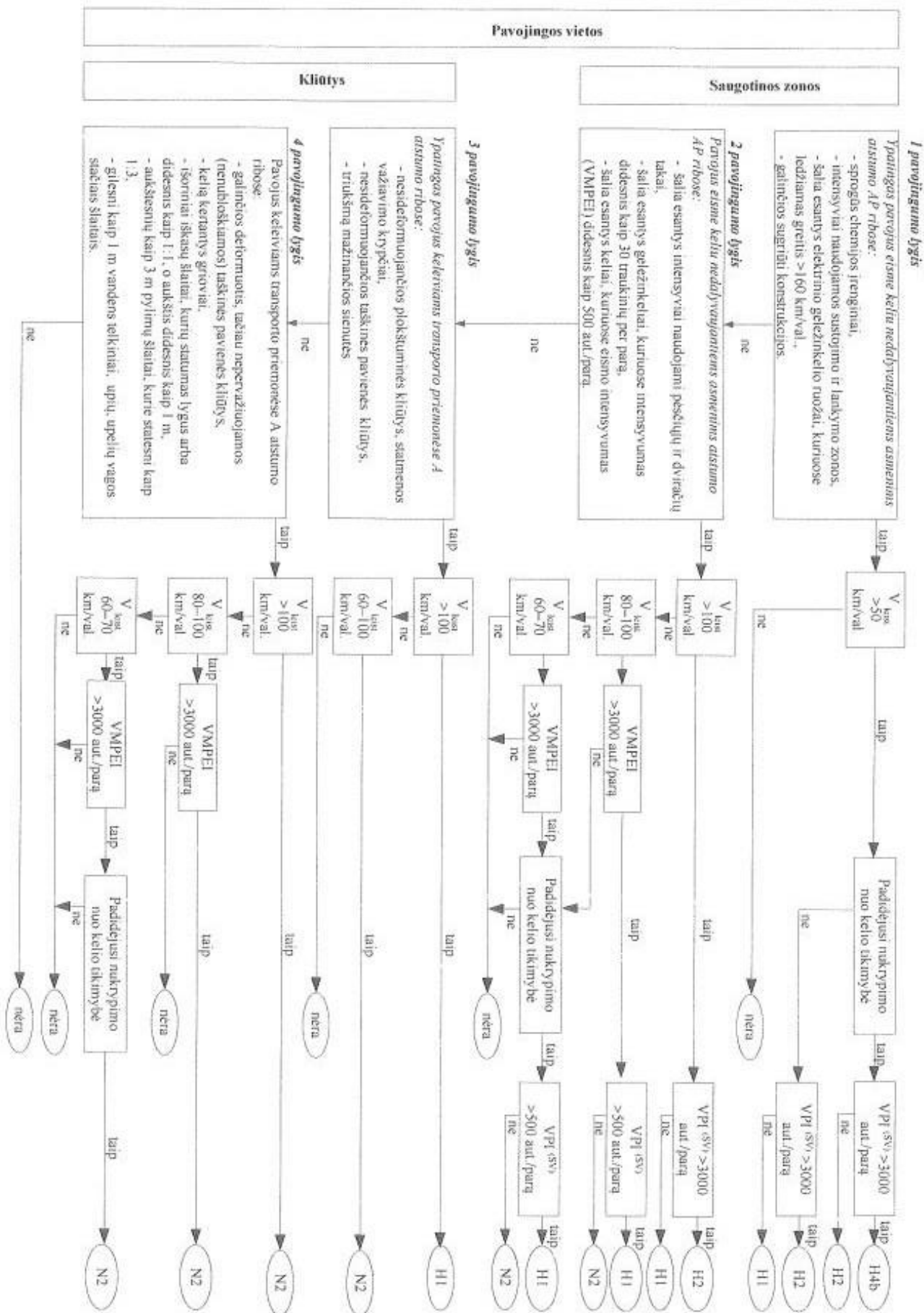
- 1 pavojingumo laipsnis: apsaugos zonos, kuriose iškyla ypatingas pavojus tretiesiems asmenims (pvz., galintys sprogti cheminiai įrenginiai, intensyviai eksploatuojamos sustojimo zonos, galintys sugriūti statiniai, šalia esantys elektrinio geležinkelio ruožai, kur leistinas greitis didesnis nei 160km/h);
- 2 pavojingumo laipsnis: apsaugos zonos, kuriose iškyla pavojus tretiesiems asmenims (pvz., šalia esantys intensyviai eksploatuojami pėsčiųjų ir dviračių takai, šalia esantys geležinkeliai, kuriais vyksta daugiau nei 30 traukinių per 24 val., šalia esantys keliai, kuriais vyksta vidutiniškai > 500 automobilių per 24 val.);
- 3 pavojingumo laipsnis: kliūtys, keliančios ypatingą pavojų transporto priemonių keleiviams (pvz., nesideformuojančios plokštuminės kliūtys statmenai važiavimo krypties, nesideformuojančios taško pavidalo pavienės kliūtys, triukšmo barjerai (triukšmą slopinančios sienutės));
- 4 pavojingumo laipsnis: kliūtys, keliančios pavojų transporto priemonių keleiviams (pvz., dar galinčios deformuotis, tačiau negalimos apvažiuoti (nupjauti) taško pavidalo pavienės kliūtys, kelią kertantys grioviai, kylantys šlaitai (nuolydis > 1:3), nusileidžiantys šlaitai (aukštis > 3 m, o nuolydis > 1:3), > 1 m gylio vandens telkiniai).

Trečiam pavojingumo laipsniui priskiriami aukšti ir platūs eismo ženklams skirtų tiltelių iš betono cokoliai, patiriantys smūgio apkrovą, yra ne „galintys sugriūti statiniai“, o „nesideformuojančios plokštuminės kliūtys“. Ženklų stulpai, naudojami mažiems ir vidutinio dydžio kelio ženklams tvirtinti (vamzdžio pavidalo stulpai ir šakutės pavidalo stovai iš plieno vamzdžių, kurių išorinis skersmuo didesnis nei 88,9 mm, o sienelės storis daugiau nei 3,2 mm, arba iš aliuminio vamzdžių, kurių išorinis skersmuo > 76,0 mm, o sienelės storis > 3,0 mm), laikomi dar galinčiais deformuotis, tačiau negalimais apvažiuoti ir priskiriami 4 pavojingumo laipsniui. Kitos ženklų atraminės konstrukcijos (pvz., iš profilinių sijų, vamzdinių konstrukcijų) priskirtinos nesideformuojančioms taško pavidalo pavienėms kliūtims - 3 pavojingumo laipsniui. Medžiai, kurių skersmuo, matuojant 30 cm virš žemės paviršiaus, dėsnis negu 15cm, laikomi, kad tai yra nesideformuojančios pavienės kliūtys ir priskiriamos trečiam pavojingumo laipsniui. Kiti medžiai nėra laikomi kliūtimis, bet laikui bėgant jie neišvengiamai užaugs, todėl kelio ruožai, kurių šalikelėse auga medžiai (arba bus sodinami), turi būti stebimi pakankamai ilgą laiką. Stebėjimo metu turi būti tiriami

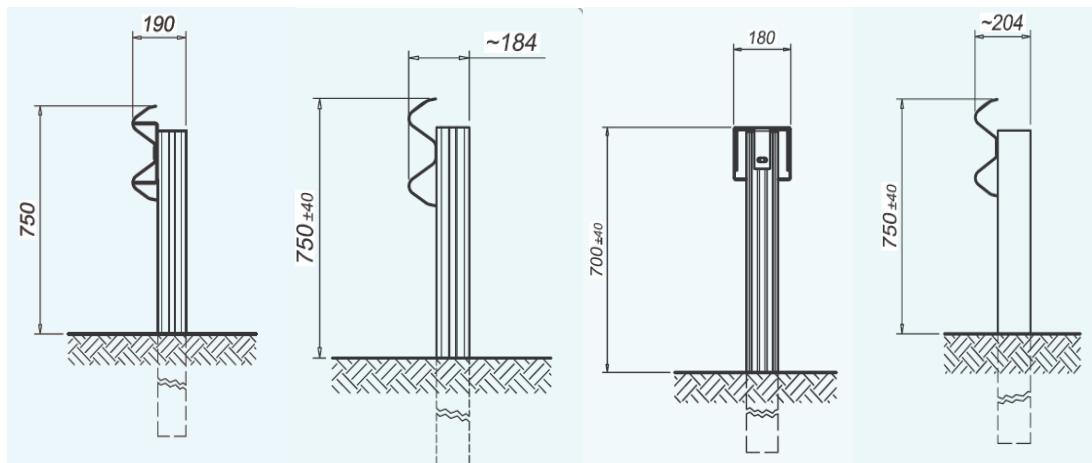
eismo įvykiai, ar nevyrauja nukrypimas nuo važiuojamosios dalies. Jeigu tyrimo metu yra pastebima, jog eismo įvykiuose vyrauja nukrypimai nuo važiuojamosios dalies, tuomet šiame kelio ruože turi būti šalinami medžiai. Jeigu jie negali būti šalinami, tuomet yra būtina įrengti atitinkamus apsauginius atitvarus. Stulpai, kuriuos galima lengvai deformuoti, nugriauti ar nupjauti, nelaikomi kliūtimis, pagal aukščiau išvardintus kriterijus. Ar reikalingas apsauginis barjeras ir koks turi būti jo mažiausias sulaikymo lygis, nurodytas eigos diagrama (8 lentelė). Kitos pavojingos vietos, nepaminėtos eigos diagramoje, turi būti priskirtos prie vieno iš pateiktų pavojingumo laipsnių. Su sprendimu susiję langeliai eigos diagramoje (8 lentelė) turi būti laikomi klausimais. Jeigu į juos atsakoma „taip“, tolimesnį kelią diagramoje rodo horizontalios rodyklės, jeigu „ne“ - vertikalios.

Eigos diagramoje naudojami trumpiniai:

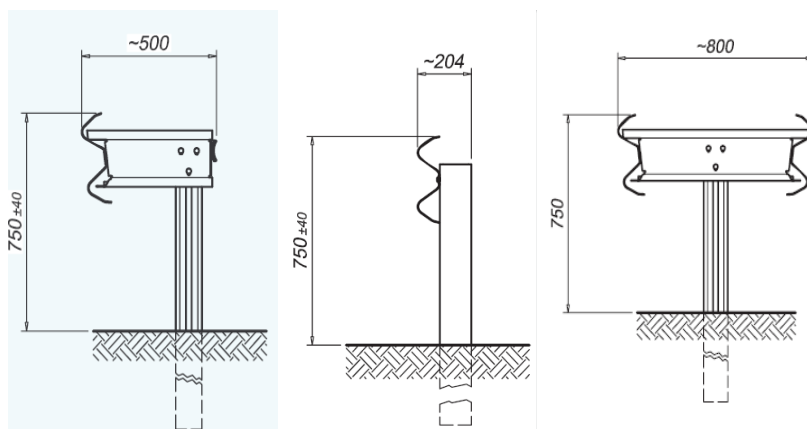
- Viesit - didžiausias leistinas transporto priemonių greitis;
- $VPI^{(SV)}$ - vidutinis metinis paros sunkiojo transporto eismo intensyvumas, aut./parą;
- VMPEI - vidutinis metinis paros eismo intensyvumas aut./parą;
- A ir AP atstumai - kritiniai atstumai, parenkami iš standartuose pateiktų lentelių [3].



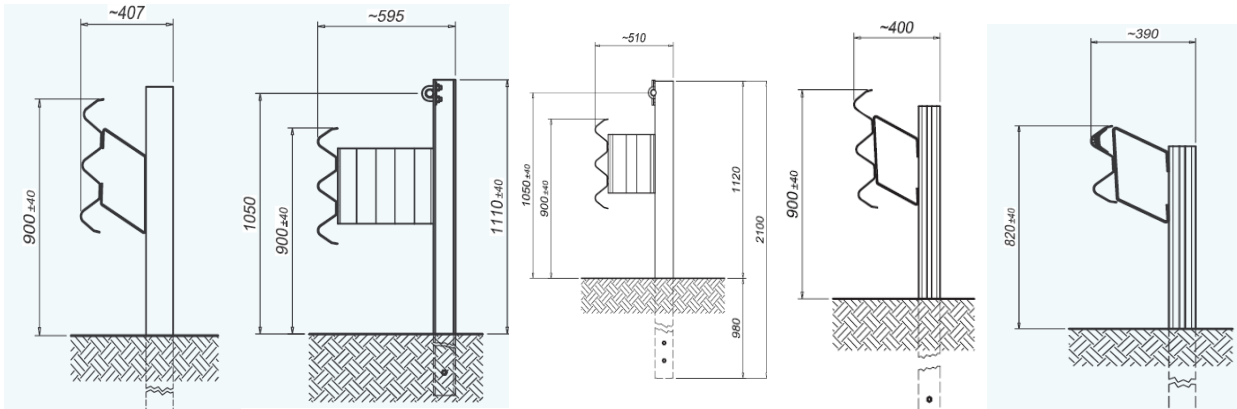
Eigos diagramoje (8 lentelė) išvardinti pavojingumo laipsniai. Pavojingumo laipsniui priskirta po kelis, skirtingų sulaikymo lygių, atitvarų tipus. 3.8-3.14 paveiksluose pateikti apsauginių atitvarų vaizdai [11]. Prie kiekvieno atitvaro tipo, langelyje, nurodytas sulaikymo lygis (pvz.: H1), po to veikimo zonos laipsnis arba darbinio pločio (pvz.: W6, W5, W7) ir smūgio pasekmių lygis (pvz.: A).



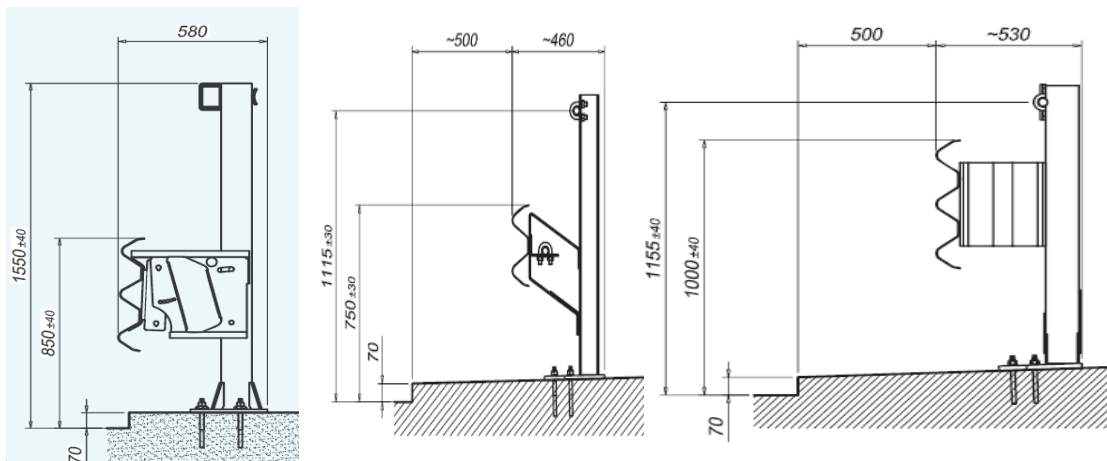
3.8. pav. Atitvarų skerspjūvio pavyzdžiai kurių izoliavimo lygis N2 bet skirtingų matmenų ir skirtingo veikimo zonos laipsnio.



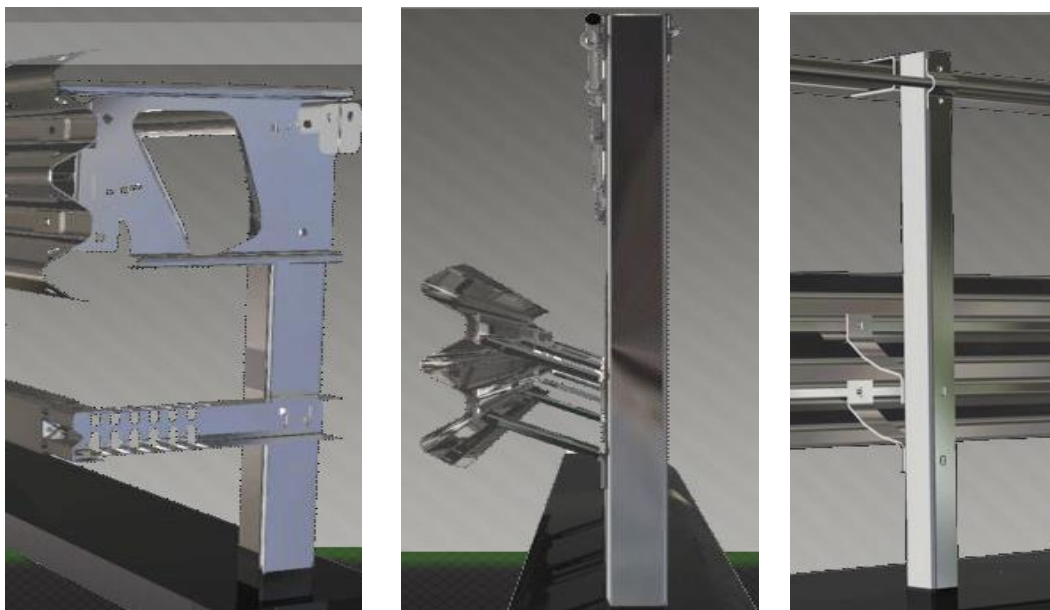
3.9. pav. Atitvarų skerspjūvio pavyzdžiai kurių izoliavimo lygis H1 bet skirtingų matmenų ir skirtingo veikimo zonos laipsnio.



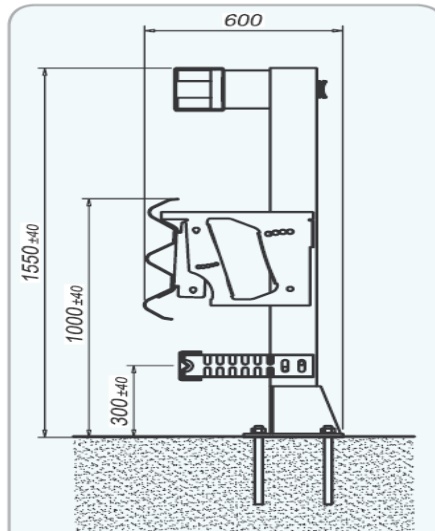
3.10. pav. Atitvarų skerspjūvio pavyzdžiai kurių izoliavimo lygis H2 montuojami ant žemės, bet skirtingų matmenų ir skirtingo veikimo zonos laipsnio.



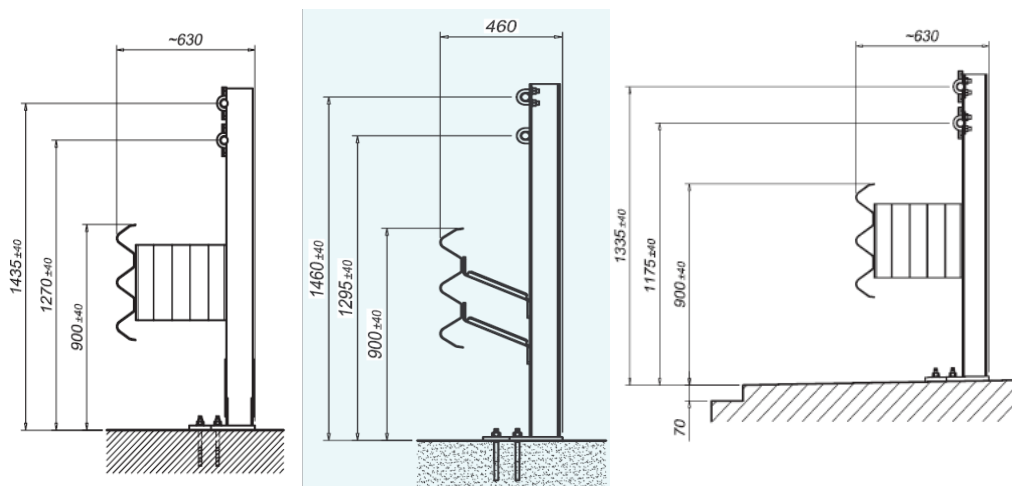
3.11. pav. Atitvarų skerspjūvio pavyzdžiai kurių izoliavimo lygis H2 montuojami ant tiltų, bet skirtingų matmenų ir skirtingo veikimo zonos laipsnio.



3.12. pav. Atitvarų nuotraukos kurių izoliavimo lygis H3.



3.13. pav. Atitvarų skerspjūvio pavyzdžiai kurių izoliavimo lygis H4A montuojami ant tiltų ir darbinio pločio W5 ir smūgio pasekmių lygis B.

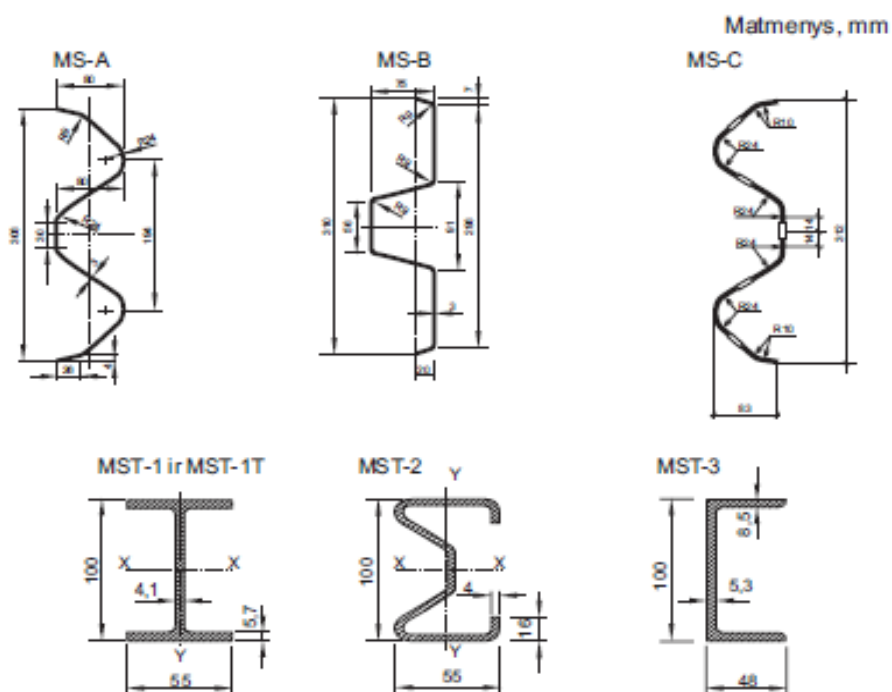


3.14. pav. Atitvarų skerspjūvio pavyzdžiai kurių izoliavimo lygis H4B

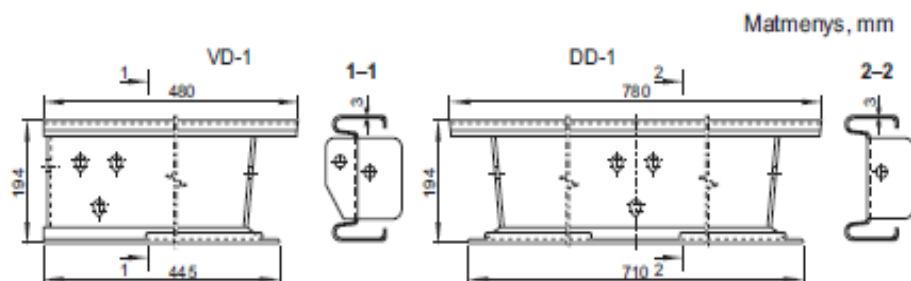
Apžvelgus atitvarų rūšis, pirmo pavojingumo laipsnio ruožams H1 priskiriami keliai, kuriuose vyksta intensyvus sunkvežimių eismas ir leistinas greitis didesnis nei 50 km/h. Taip pat tokiuose kelio ruožuose yra padidinta tikimybė nukrypti nuo važiuojamosios dalies, o kritinio atstumo ribose yra ypatingai pavojingų objektų, tokių kaip elektrinis geležinkelis, kur leistinas greitis didesnis nei 160km/h, galintys lengvai sprogti objektai ir kiti. Pagal eigos diagramą parenkama atitinkama atitvarų sistemos konstrukcija. H4b ir H2 atitvarų tipai Lietuvoje beveik nesutinkami. N2 pavojingumo laipsnis suteikiamas keliams, kuriuose yra intensyvus eismas ir didžiausias leistinas greitis daugiau nei 100 km/h. Lietuvoje tokio tipo keliai yra visos magistralės bei dalis greitkelių. Tokiuose keliuose reikalinga diegti H1 tipo atitvarus. Trečio bei ketvirto pavojingumo laipsnis suteikiamas kelio ruožams, kuriuose yra atitinkamos kliūtys. Tokios pavojingos vietos Lietuvoje yra atitveriamos N2 tipo atitvarais, nors jie yra pakankamai silpno izoliavimo lygio.

3.4. Lietuvoje naudojamų atitvarų įrengimas.

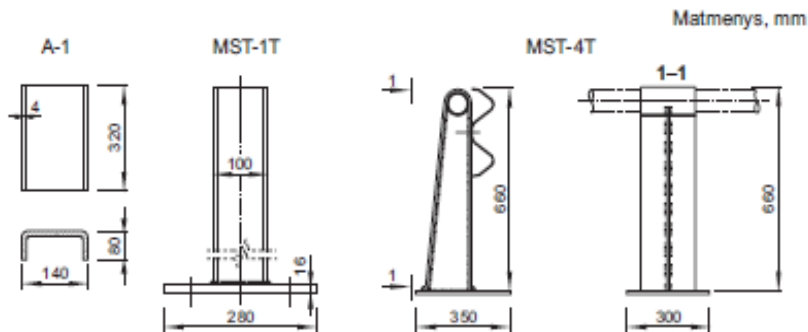
Lietuvos automobilių kelių direkcijos išleistose 2001m. statybos rekomendacijoje pateikti po tris galimus sijų ir statramsčių profilius (3.14. Pav.). Pasikeitusios atitvarų sistemos projektavimo taisyklėse liko tik vienas tipas sijų ir vienas tipas statramsčių. Kitokio profilio atitvarų sistemos taip pat galimos naudoti, tik jos turi atitikti standartuose keliamus reikalavimus. Lyginant ankstesnįjį Lietuvos automobilių kelių direkcijos statybos rekomendacija su dabartinėmis atitvarų sistemos projektavimo taisyklėmis, nesunku pastebėti, jog dabar yra suteikiama daugiau laisvės pasirinkti kokios skerspjūvio formos naudoti atitvarų sistemą .



3.14. pav. Metalinių sijų ir statramsčių skersiniai pjūviai



3.15. pav. Metalinių atitvarų distanciniai elementai



3.16. pav. Metalinių atitvarų amortizuojantys tarpas A-1 ir tiltiniai statramsčiai MST-1T ir MST-4T

Lietuvos įmonės, dažniausiai naudoja MS-A sijų ir MST-2 statramsčių profilius. Šie profiliai pasirinkti dėl plačiausios galimybės juos panaudoti. Jie tinkami didelio intensyvumo keliams kur vyksta didelis eismas ir greitis didesnis kaip 100km/h (autostradoms), tik juos diegiant, tokiuose keliuose, būtina naudoti distancinius elementus (3.16. Pav.), kurie dar labiau pagerina atitvarų sienelės gebėjimą sugerti smūgį. Taip pat šie profiliai naudojami tveriant tiltus bei viadukus. Šio tipo atitvarai sugerdami automobilio smūgį susilanksto, pajuda iš įtvirtinimo vietos, bet nelūžta [4]. MS-A sijos ir MST-2 statramsčiai pagal EN 10025 standartą gaminami iš plieno S235JRG2. Lietuvoje naudojamų atitvarų tipai atitinka minimalius reikalavimus pagal vokiečių naudojamus standartus. N2 sulaikymo lygio atitvarai pritaikyti apsaugoti lengvųjų automobilių keleivius. Šie atitvarai nėra pritaikyti apsaugoti krovininių automobilių vairuotojus. Automobilis atsitrenkęs į H4b sulaikymo lygį turintį atitvarą, patiria didesnę žalą lyginant su N2 sulaikymo lygio atitvaru. Šis reiškinys yra neigiamas. Apsauginis atitvaras su MS-A tipo sijomis ir MST-2 tipo statramsčiais buvo išbandyti. Kai į apsauginį atitvarą trenkėsi krovininis automobilis 10000 kg masės, o greitis smūgio metu -70 km/h. Šio bandymo metu minėtas atitvaras atliko pagrindinę užduotį, sijos nenutrūko ir nelūžo, tik pakito jo veikimo zonos klasė, ji tapo didesnė. Atitvaro veikimo zonos klasės padidėjimas gali būti nepageidautinas, kai atitvaras pastatytas tokiaame kelio ruože, kur yra ribojamas atitvarų išlinkimas (kelio ruožas su stačiais šlaitais, vandens telkiniais) [5].

4. MOTOCIKLO SMŪGIO Į KELIO ATITVARUS TYRIMAS

4.1.LS-Dyna programos ypatumai ir istorijos raida.

LS-Dyna yra bendrosios paskirties modeliavimo programinė įranga, sukurta programinės įrangos koncerno „Technology Corporation“ (LSTC) (liet. Technologijų korporacija). LS-Dyna yra naudojama automobilių, erdvėlaivių statyboje, karinėje gamyboje ir bioinžinerijos pramonėje.

LS-Dyna yra naudojama norint išspręsti daugelį fizikos problemų, įskaitant mechanikos, šilumos perdavimo bei skysčių dinamikos problemas arba, kaip atskiri reiškiniai susieti fizikoje, pavyzdžiui, terminio streso ar skysčio struktūros sąveikas.

LS-Dyna kilęs iš 3D baigtinių elementų programos DYNA3D, kurį sukūrė Dr John O.Hallquist iš Lawrence Livermore National Laboratory (Llnl) 1976 metais. DYNA3D buvo sukurtas siekiant imituoti (FUFO atominės bombos mažo aukščio spaudai (smūgio greitis ~ 40m/s). Tuo metu, su 3D programine įranga buvo galima imituoti poveikį, o su 2D programine įranga buvo neįmanoma to padaryti. Nors FUFO bomba tyrimas buvo atšauktas, plėtra DYNA3D toliau buvo vykdoma. DYNA3D naudojamos aiškios laiko integracijos netiesinės dinaminės problemos. Programa iš pradžių buvo labai paprasta, daugiausia dėl tuo metu buvusių skaičiavimo išteklių trūkumo. 1978 m. po Prancūzijos pareikalavimu DYNA3D buvo išleista į viešumą be jokių apribojimų. 1979 m. naujos redakcijos DYNA3D buvo išleista, kuri buvo užprogramuota taip, kad tiktų superkompiuteriui Cray-1. Ši nauja versija buvo patobulinta, joje buvo greitesnė skaičiavimo metodika nei ankstesnėje programoje. Ši versija taip pat eliminavo pirmą versiją, išleistą 1974 metais. 1982 m. į programą įtrauktos devynios papildomos modelių medžiagos, kurios leido kurti naują išvaizdą, pavyzdžiui, sprogdinimo struktūros ir dirvožemio struktūros sąveiką.

Programa taip pat leido programuoti struktūrinę analizę pvz. pramušančių sviedinių. Hallquist buvo vienintelis DYNA3D kūrėjas iki 1984 m., poto kai susikooperavo su daktaru Davidas J. Benson. 1986 m. buvo pradėta plėsti programą. Buvo įtrauktos šios papildomos funkcijos: įtrauktos sijos, kietos medžiagos, vienintelis kontaktą su paviršiumi turintis mechanizmas, sąsajos trinties, diskretiniai spyruoklės ir amortizatoriai, pasirinktinai veikimo procedūros, neprivaloma tiksli apimtis integracija ir VAX / VMS , IBM , UNIX , COS operacinės sistemos suderinamumo. Šiuo metu DYNA3D tapo pirmąja programa, galinčia skaičiuoti įvykio algoritmą, turintį vienintelį bendrą kontaktą su paviršiumi. Metalų formavimo modeliavimas ir sudėtinė pajėgumų analizė buvo įtraukti į DYNA3D 1987 metais. Šioje versijoje įtraukti pakeitimai korpuso elementams, ir dinaminiam poilsui. Galutinis išleidimas DYNA3D buvo 1988 m., įtrauktos kelios galimybės skaičiuoti daugiau elementų ir sudėtingesnių konstrukcijų. Iki 1988 m. (Llnl) atsiuntė maždaug 600 duomenų diskelių , kuriuose buvo modeliavimo programinės įrangos. Hallquist kreipėsi į beveik 60 įmonių ir organizacijų dėl DYNA3D

naudojimo. Dėl to, 1988m. pabaigoje Livermore Programinė įranga (LSTC) buvo įkurta siekiant toliau plėtoti DYNA3D programą, kuri buvo labiau orientuota į įvykių spėjimą, todėl programos pavadinimas pailgėjo LS-DYNA3D (vėliau sutrumpintas iki LS-Dyna).

4.2. Tyrimui parinkti modeliai

Šiame tyrime bus naudojami trys modeliai:

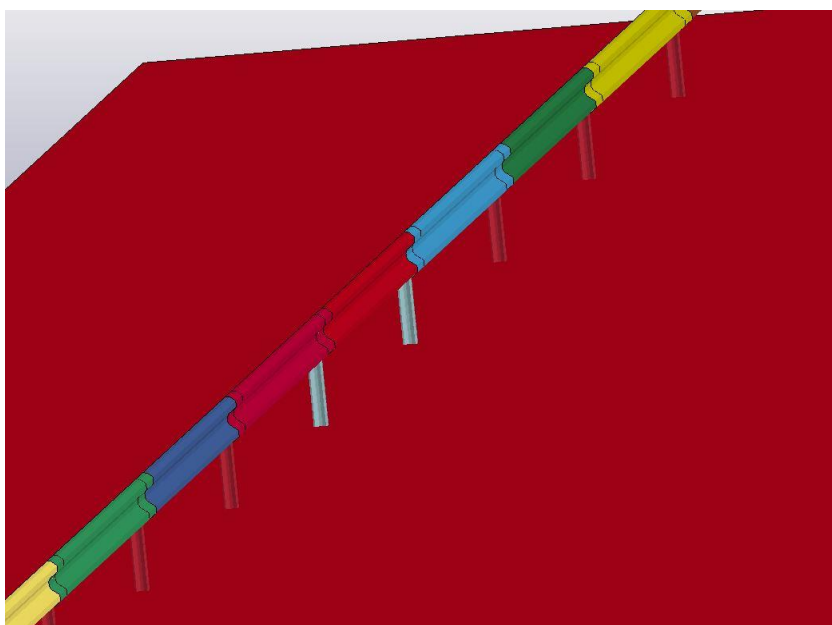
- Manekenas;
- Motociklas;
- Atitvarai.

Motociklo modelis sudarytas taip, kad būtų galima efektyviai naudoti LS-Prepost aplinkoje.



4.pav. Motociklo modelis su manekenu

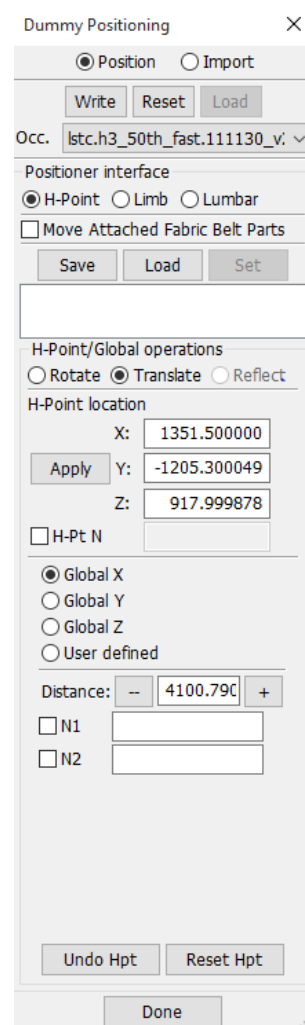
Atitvarai parinkti N2 tipo- tai Lietuvoje populiarūs atitvarai. Jie yra nesudėtingos konstrukcijos ir lengvai diegiami.



4.1.pav. Atitvarų modelis

Visi modeliai keliami į LS-prepost aplinką. Įkeliamas motociklas ir į jį importuojamas manekeno modelis. Jis turi savo pozicijų valdymą (4.2.pav.). Juo naudojantis pasodiname modelį į reikiamą poziciją.

Tuomet importuojame atitvarų skaitinį modelį, orientuojame motociklą pagal pasirinktas sąlygas. Tada parenkame medžiagą statramsčiams ir sijoms, jie pagaminti iš S235JR plieno, kurio takumo riba yra 235 MPa. Atitvaro dalys sujungiamos įvairias kontaktais, plastiškais sujungimais, taip pat taškiniu suvirinimu. Nurodomoas motociklo bei motociklininko kontakto su atitvarais vietos, parenkamas single surface (vieno paviršiaus) kontakto zonos. Taip pat kontaktus sudedame ir tarp motociklo, bei motociklininko. Prieš tai sudarydami dalių grupes, motociklinkno, bei motociklo atskiras dalis apjungiamo į grupes, kad būtų patogiau sudėti kontakto zonas, bei parinkti greitį norimiems mazgams, o ne pavienėms detalėms.



4.2.pav. Manekeno pozicijos

9 lentelė

Tyrimo sąlygos

Tyrimo Nr.	Greitis	Kampas
1.	115 km/h	20°
2.	130 km/h	30°
3.	70 km/h	20°
4.	50 km/h	20°

Parenkame motociklo modeliui greitį ir orientuojame modelyje, pagal pasirinktas sąlygas. Sudėliojus modelį ir parinkus visus skaičiavimo nustatymus išsaugojame modelį ir pradėdame skaičiuoti naudojant LS- Dyna programą.

4.2. Tyrimo rezultatai

Pagrindiniai kriterijai yra HIC – head injury criterion (liet. Galvos traumos kriterijus), šis kriterijus nusako tikimybę patirti galvos traumą, avarijos metu. HIC naudojamas nustatyti transporto priemonių, bei saugos įrangos saugumui, jis išmatuojamas akcelerometro pagalba, kuris yra įmontuotas avarijos testų manekeno galvoje.

HIC apskaičiuojamas taip:

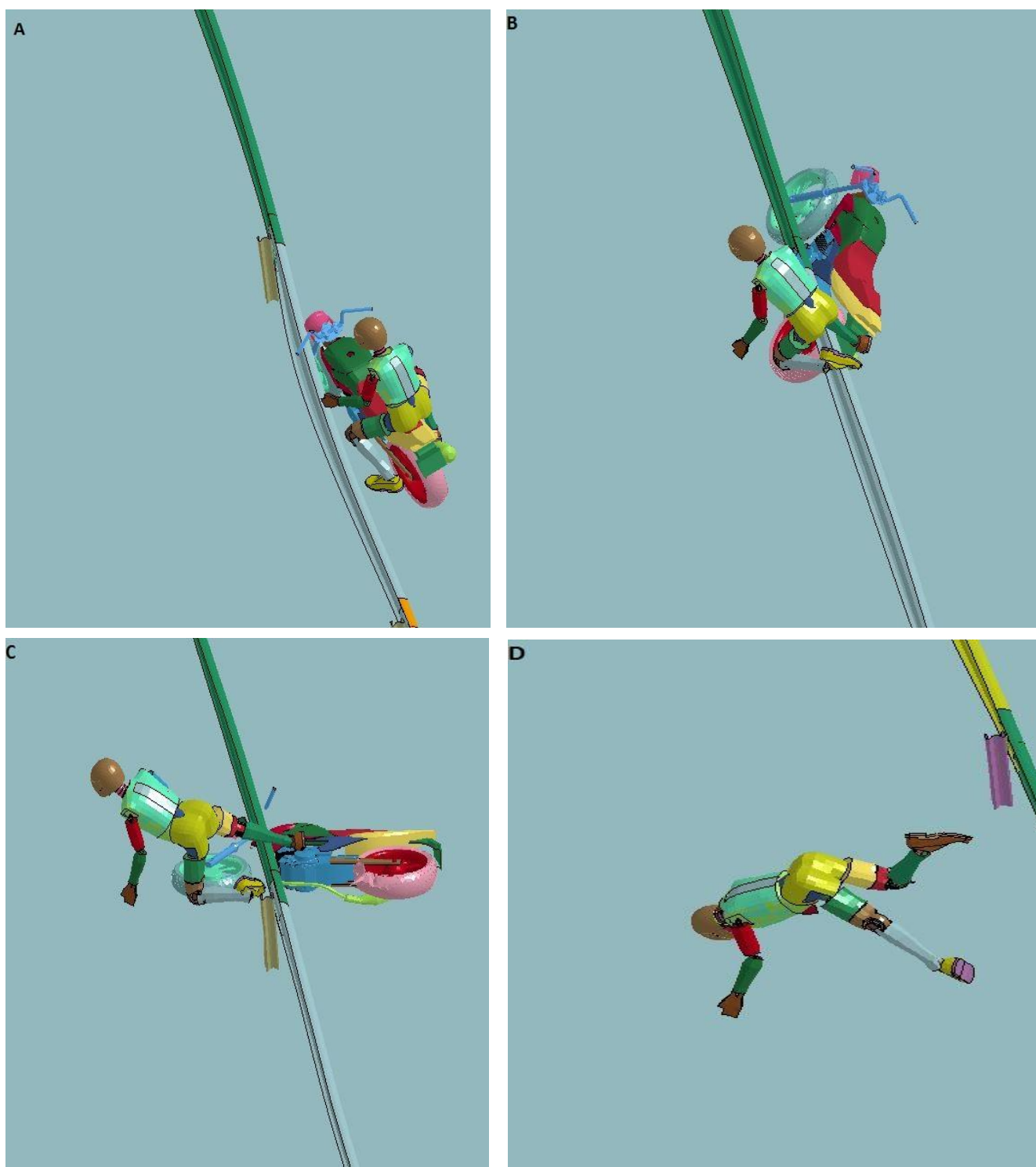
$$HIC = \left\{ \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \right]^{2.5} (t_2 - t_1) \right\}_{max} \quad (4)$$

Čia: t_2 ir t_1 yra pradinis ir galinis laikas intervalo, kurio metu HIC pasiekia didžiausią reikšmę. Pagreitis a matuojamas G (traukos jėgos pagreičiu). 2.5 koeficientas gautas eksperimentų metu. Maksimalus laikas dažniausiai būna tarp 3ms ir 36ms. Tai reiškia, kad HIC nusakomas pagal pagreitį ir to pagreičio laiką. Didelis pagreitis gali būti toleruojamas tik labai trumpą laiko intervalą. Esant HIC 1000, vidutiniam suaugusiam žmogui, yra 18% tikimybė patirti sunkų galvos sužeidimą, 55% rimtą sužeidimą ir 90% tikimybė patirti vidutinį galvos sužeidimą.

CSI - chest severity index (liet. Krūtinės ląstos sužeidžiamumas). Tai krūtinės ląstos pagreitis, matuojamas G , mirtina laikoma riba 60G perkrova.

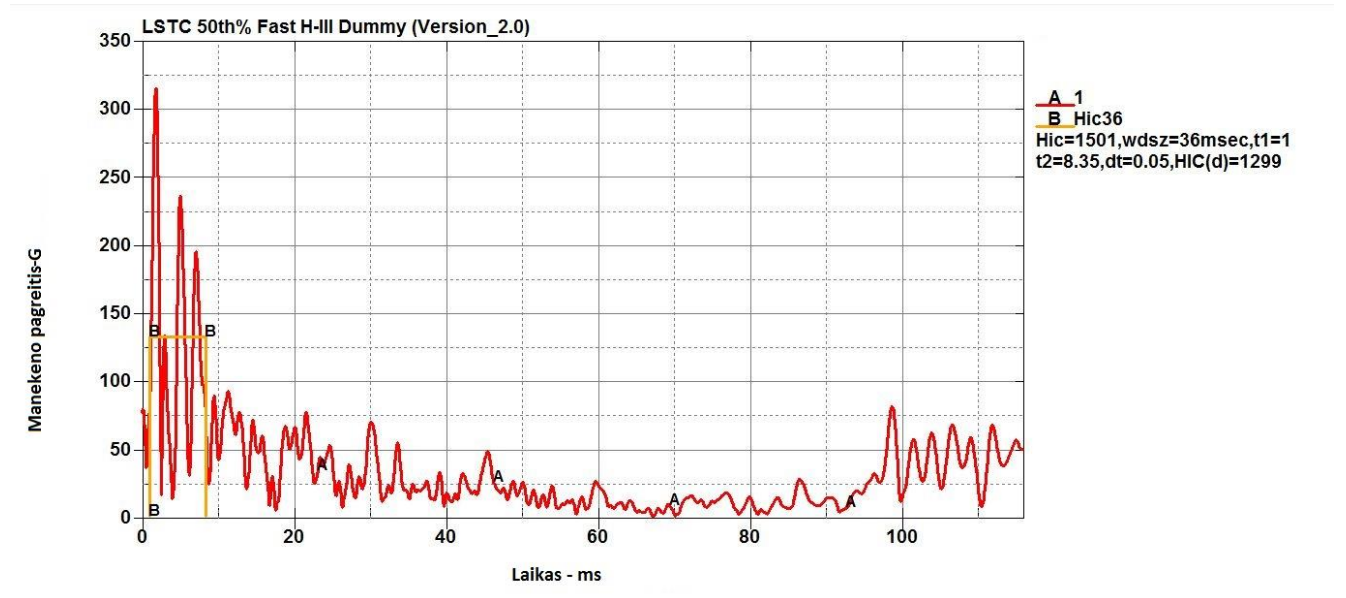
Metalinio kelio atitvaro deformavimasis ir transporto priemonės trajektorija, atlikus skaitinius eksperimentus pagal TB11 testą (4.3.pav.). Nustatyta, kad pradinėse smūginio susidūrimo stadijose manekenas beveik nepatiria didesnių sužalojimų, tačiau iš kart po pirmų ms patiriamos didžiausios perkrovos. Šioje susidūrimo stadijoje transporto priemonė keičia judėjimo kryptį. Judėjimo trajektorija tampa iš pradžių lygiagrečiai atitvaro ašiai, po kurio laiko transporto priemonė sukasi ir verčiasi po atitvarais.

Pirmas tyrimas atliktas motociklui važiuojant į atitvarus 115km/h greičiu ir 20° laipsnių kampu.



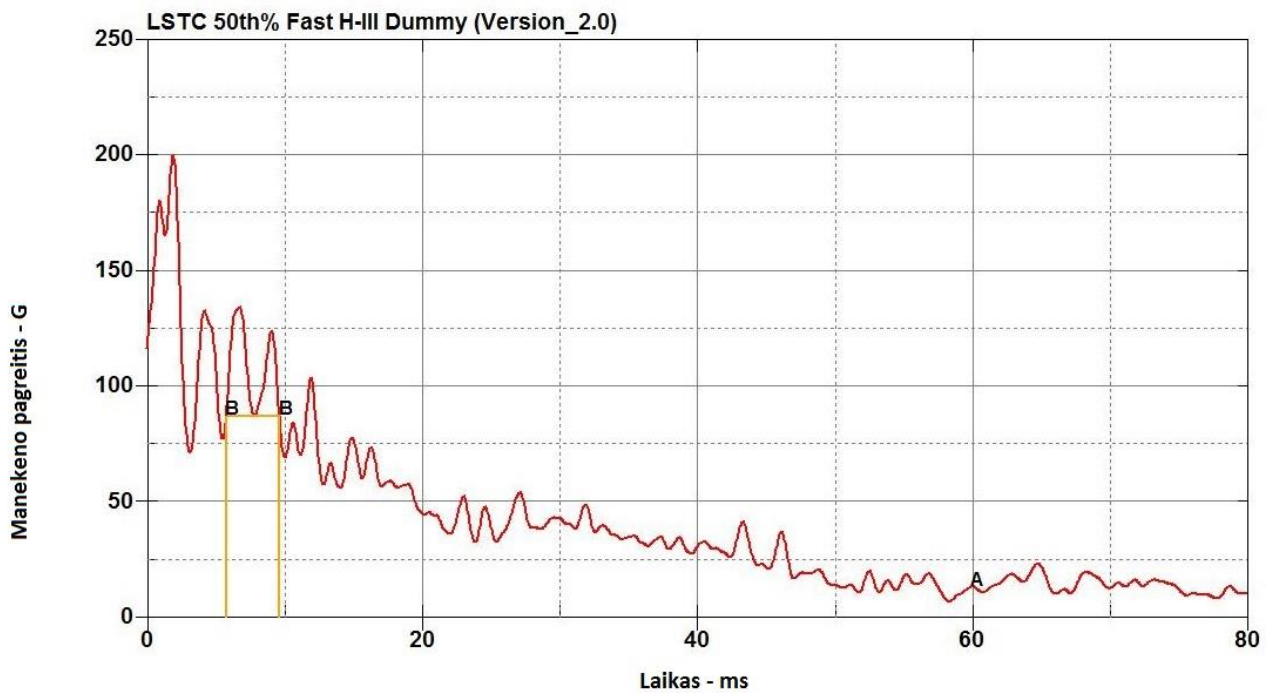
4.3. pav. Pirmo tyrimo simuliacija. A - 0,05s; B - 0,1s; C - 0,2s; D - 0,3s

HIC – siekia apie 1500



4.4.pav. Pirmojo tyrimo HIC rezultatai

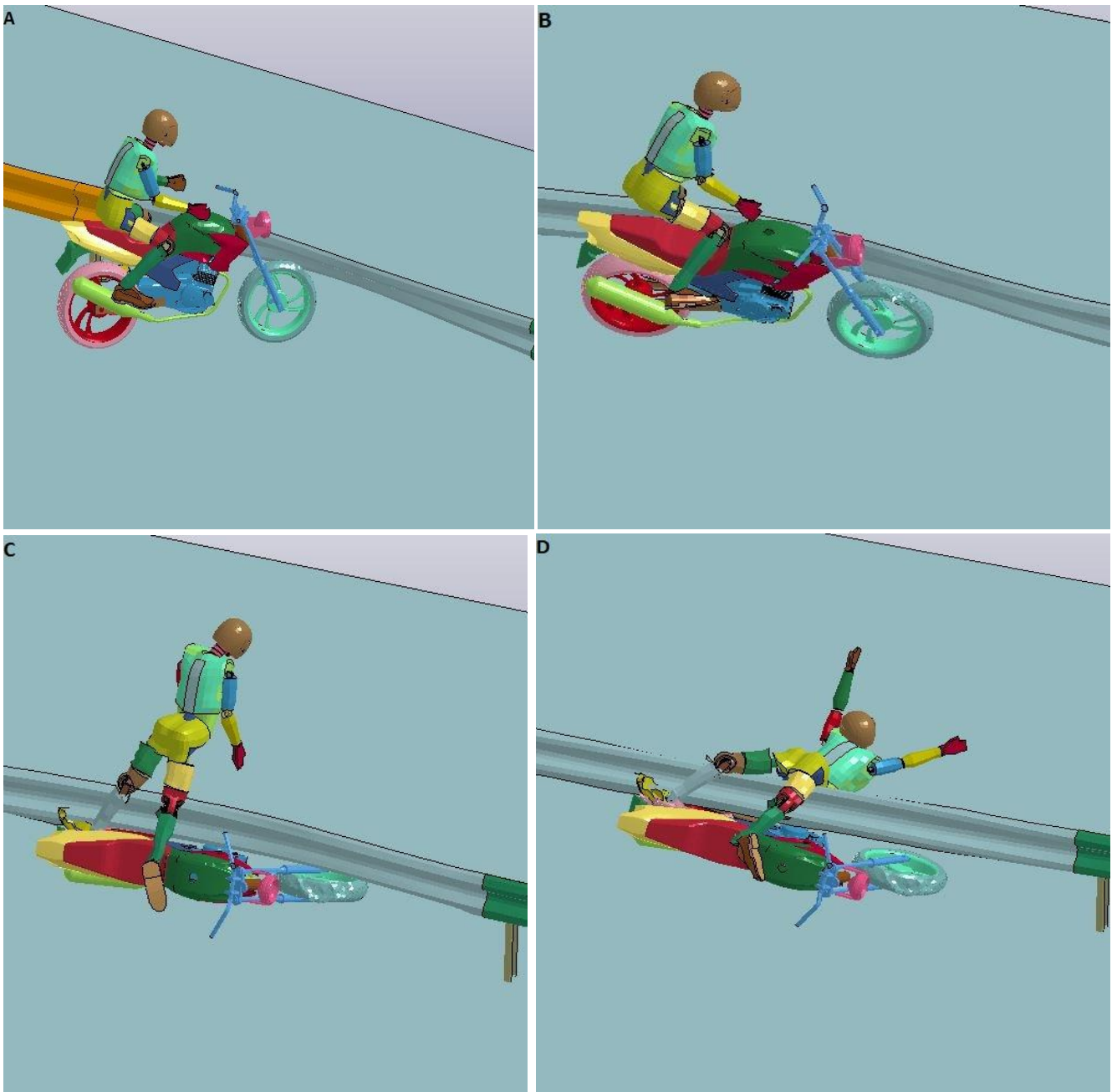
CSI – siekia 200G



4.5. pav. Pirmojo tyrimo CSI rezultatai

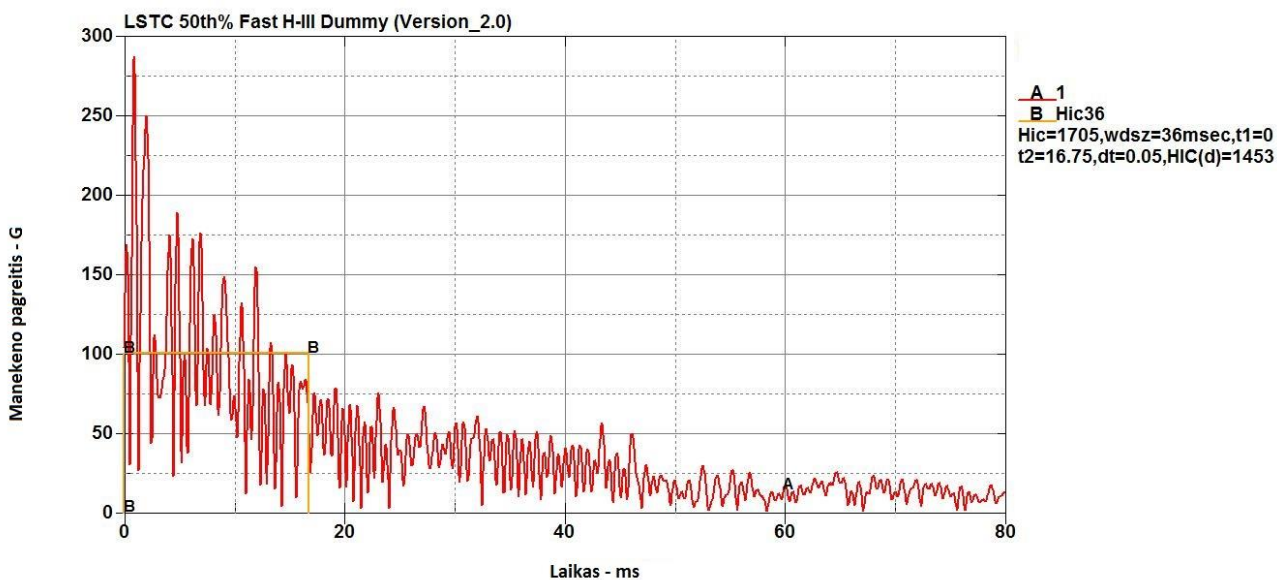
Pirmojo tyrimo rezultatuose (4.4.pav.- 4.5.pav.) matome, kad didžiausios apkrovos pasiektos per pirmas smūgio 10 ms.

Antrasis tyrimas atliktas motociklui važiuojant 130km/h greičiu ir 30° laipsnių kampu.



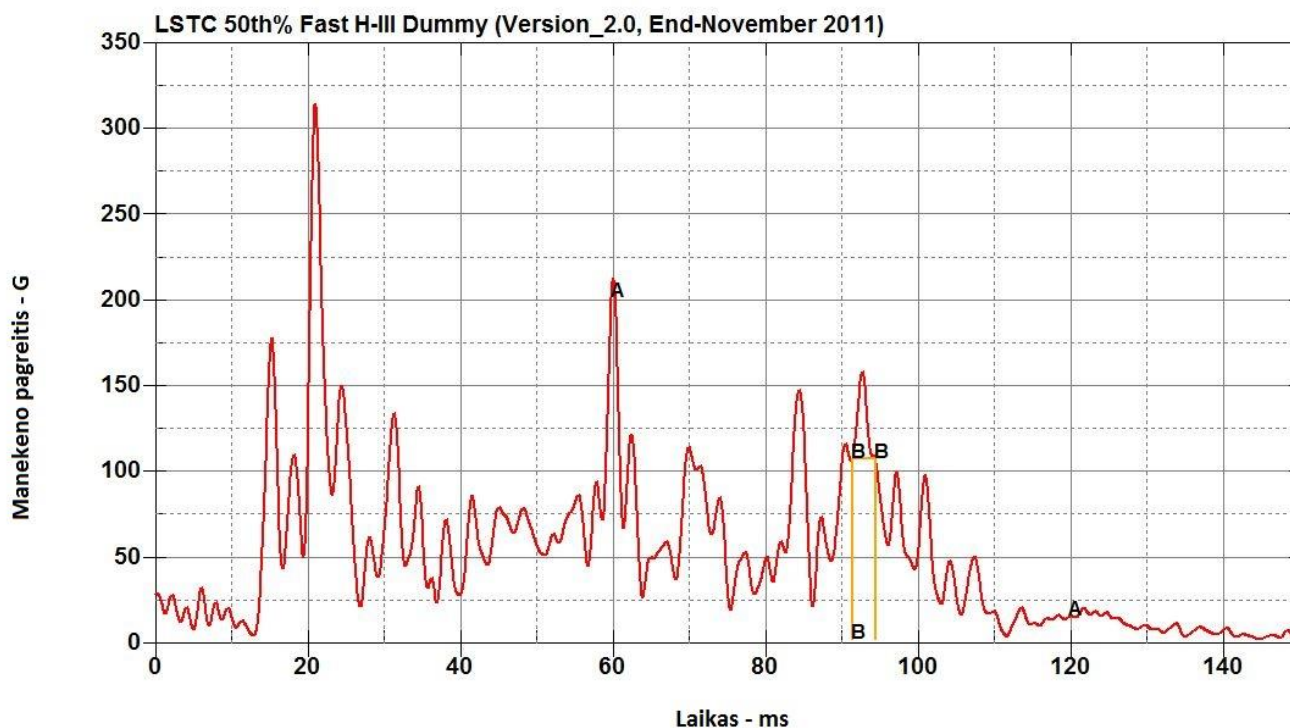
4.6. pav. Antrojo tyrimo simuliacija. A - 0,05s; B - 0,1s; C - 0,2s; D - 0,3s

HIC – siekia 1700



4.7. pav. Antrojo tyrimo HIC rezultatai

CSI – siekia per 300G



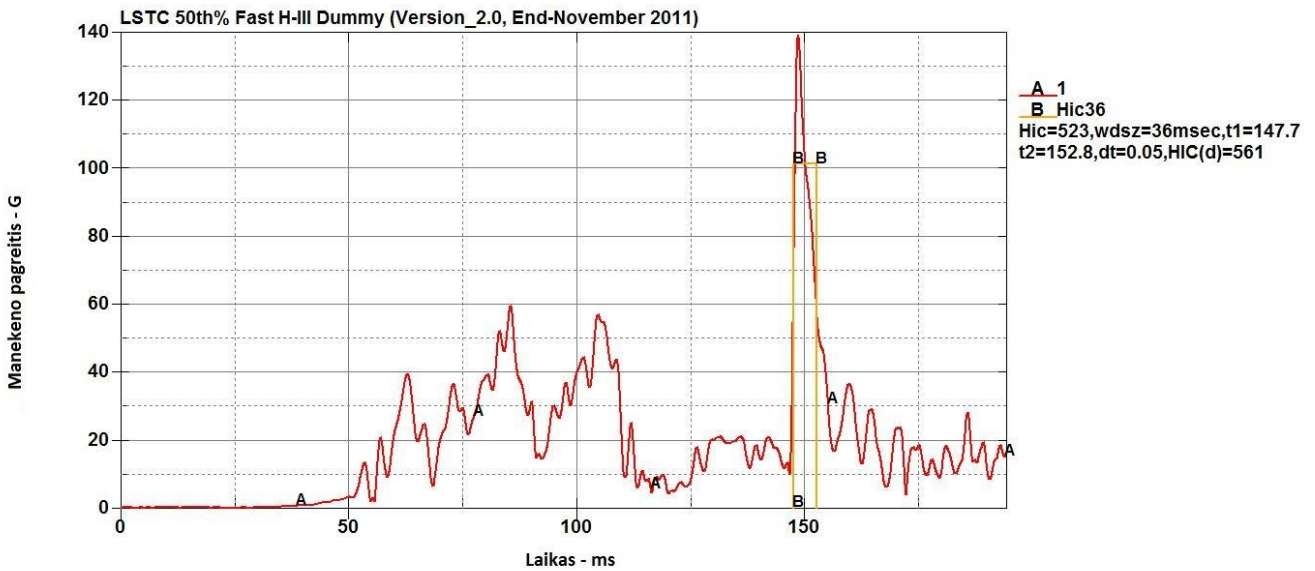
4.8.pav. Antrojo tyrimo CSI rezultatai

Iš antrojo tyrimo rezultatų matome, kad galvos patirta apkrova (4.7.pav.) didžiausia yra 0-20 ms. O krūtinės ląstos apkrovos (4.8.pav.) didžiausios iškart po 20 ms ribos.

Trečias bei ketvirtas tyrimai atlikti mažesniais greičiais 70 km/h ir 50 km/h ir 20° laipsnių kampu. Gauti rezultatai nėra tokie kritiniai, kaip pirmų dviejų tyrimimų.

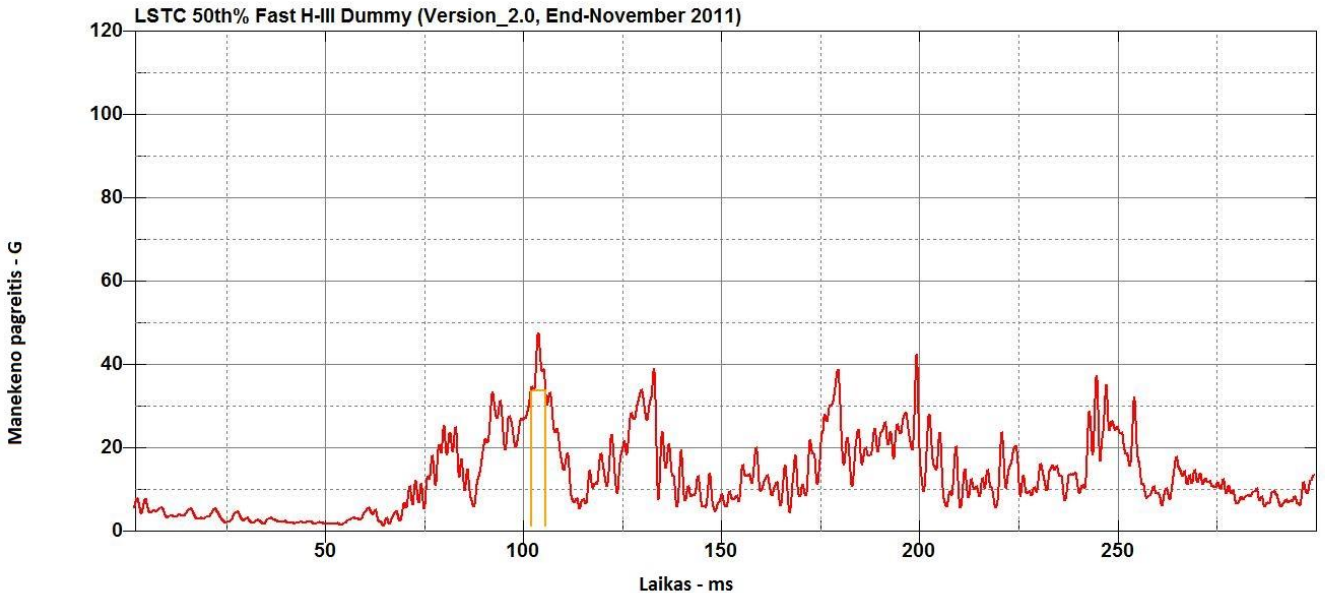
Trečio tyrimo rezultatai:

HIC – 523



4.9.pav. Trečiojo tyrimo HIC rezultatai

CSI – 48G

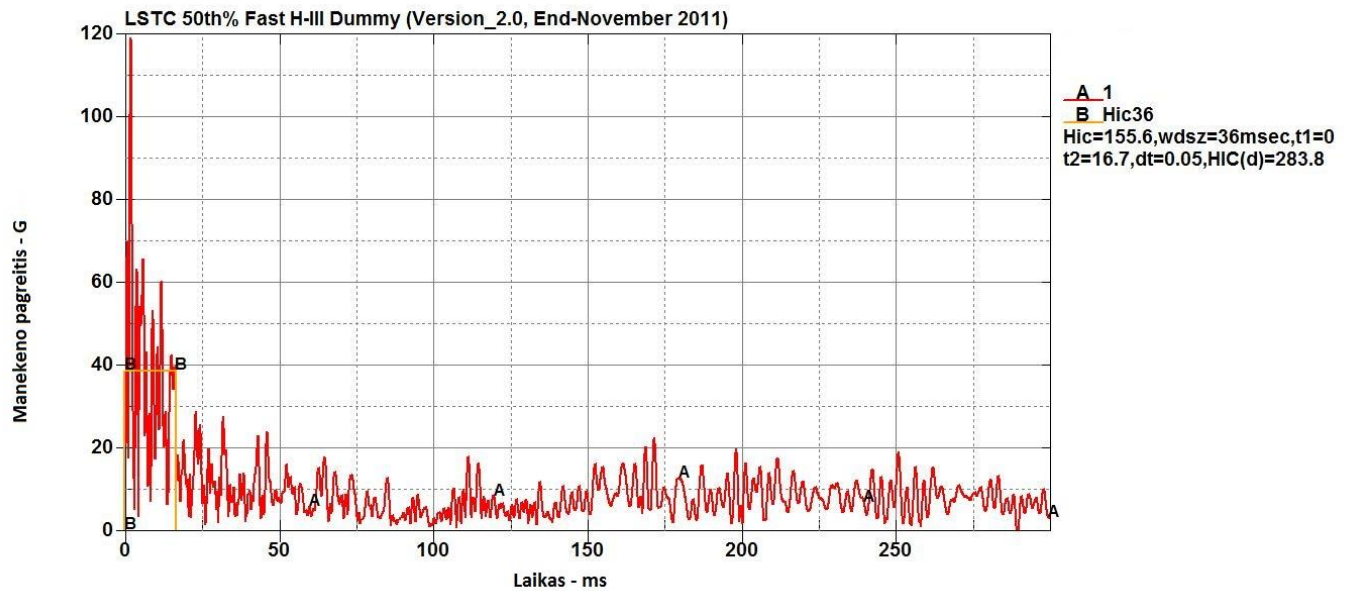


4.10.pav. Trečiojo tyrimo CSI rezultatai

Trečiajame tyrime, dėl ženkliai pakitusios motociklininko trajektorijos, matyti, kad didžiausios galvos apkrovos (4.9.pav) yra ties 150 ms, o krūtinės (4.10.pav) ties 100 ms po smūgio.

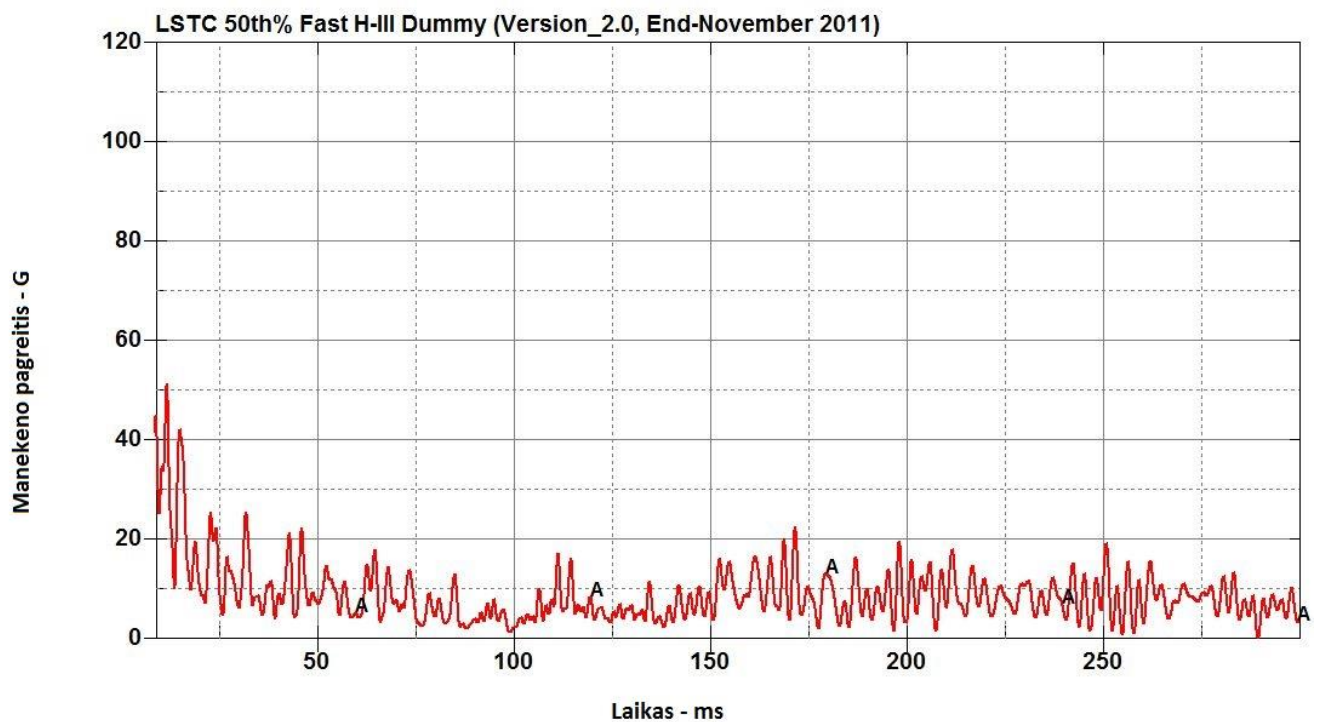
Ketvirtojo tyrimo rezultatai:

HIC- 155



4.11.pav. Ketvirtojo tyrimo HIC rezultatai

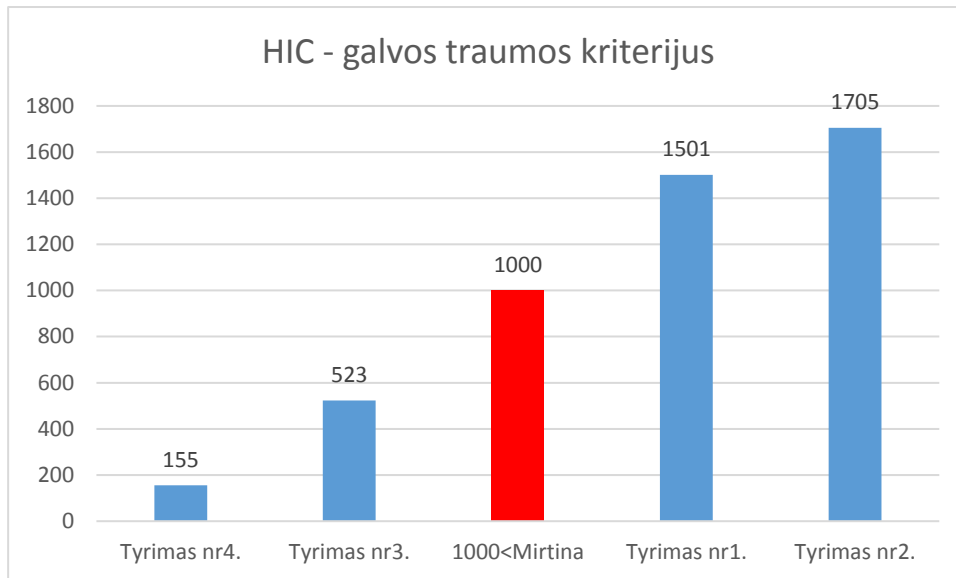
CSI – 51G



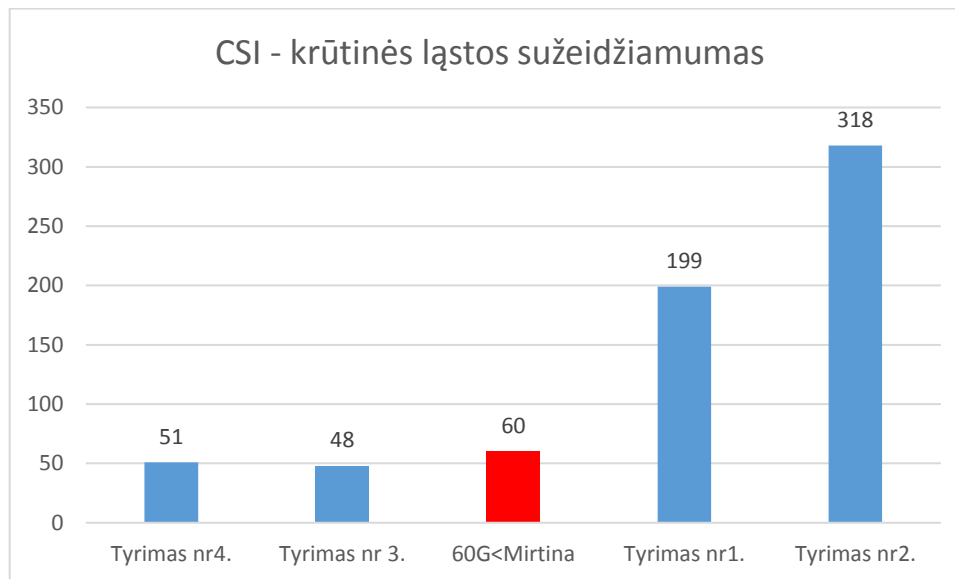
4.12.pav. Ketvirtojo tyrimo CSI rezultatai

Ketvirtojo tyrimo rezultatai parodė, kad didžiausios apkrovos (4.11.pav. – 4.12.pav.) pasiektos ties 0-20 ms riba.

Bendri tyrimu rezultatai pateikti (4.13.pav. bei 4.14.pav.)



4.13.pav. HIC kriterijaus grafikas



4.14.pav. CSI kriterijaus grafikas

Skaitiniais eksperimentais nustatyta, kad svarbiausiam keleivio sužeidžiamumą aprašančiam kriterijui HIC, labai didelę įtaką daro skaitinio modelio darbinio ruožo ilgis. Kuo modelyje nagrinėjamas ruožas trumpesnis, tuo standesnis modelis, tuo didesnė ilgio įtaka kriterijui. HIC parametro skirtumas tarp 24 m ir 40 m ilgio ruožų, esant visoms kitoms ribinėms sąlygoms identiškoms, sudaro apie 40%. Šiame darbo etape galinių ruožų standumas vertintas 40 m ilgio keliui. Skaičiavimams pasirinkti atvejai, kuomet galinių ruožų mazgai užfiksuoti standžiai, užfiksuoti slenkamieji judesiai ir mazgai neužfiksuoti. Gauti rezultatai rodo, kad skirtumas tarp gaunamų rezultatų skirtingoms galinių ruožų kraštinėms sąlygoms yra nežymus. Modeliuose su užfiksuotais ir nesuvaržytais kraštiniais mazgais HIC kriterijus skiriasi apie 12%. Tenka pastebėti, kad atvejui su nesuvaržytais galiniais ruožais, manekeno, bei motociklo trajektorijos labai skiriasi.

Rezultatų aptarimas

Sukurti kelio atitvarų skaitiniai modeliai leidžiantys preliminariai vertinti konstrukcijos standumą susiduriant transporto priemonei su kliūtimi. BE modeliai pakankamai gerai atspindi įvairiuose literatūros šaltiniuose aprašomus eksperimentinius tyrimus. Skaitiniai modeliai rodo, kad gaunami rezultatai labai priklauso nuo medžiagos mechaninių charakteristikų

Praktikoje naudojami standartai ir reglamentai aprašantys eksperimentinius transporto priemonės susidūrimus su kelio kliūtimis, analizuoja transporto priemonės dinamiką, tačiau detalai keleivio saugumo reikalavimų neanalizuojama. Darbe apskaičiuoti keleivio sužeidžiamumo kriterijai tiek pagal naudojamus transporto sistemoje standartus, tiek reglamentuotiems transporto priemonių susidūrimo testams naudojamiems Hybrid III 50th manekenams.

Apskaičiuota, kad pagal pirmo bandymo duomenis, esant smūgiui į metalinius atitvarus 115 km/h ir 25° kampu, manekenas patiria HIC – 1501 ir CSI 199G, o didžiausia manekeno žala patiriama, prie 130 km/h ir 30° kampo. Didžiausia gauta HIC, galvos traumos kriterijaus vertė yra 1705, o CSI, krūtinės ląstos pagreičio 318G, tokios vertės yra laikomos mirtinomis, vidutiniam suaugusiam žmogui. Trečio bei ketvirto tyrimo metu, motociklininkas nepatiria mirtinų sužeidimų, pasiekti kriterijai yra 3 tyrimo HIC – 523, CSI – 48G. 4 tyrimo metu HIC – 155, o CSI – 51G.

Išvados

1. Apžvelgus pagrindines motociklininko saugumo priemones nustatėme, kad motociklininko saugumui didžiausią įtaką turi šalmas, apžvelta jų standartizavimo sistema, bei bandymo būdai.
2. Lietuvoje labiausiai naudojami H1, bei N2. Pastarieji, dėl savo konstrukcijos yra paprastesni, bei mažiau saugūs.
3. Darbe išanalizuotas motociklo susidūrimas su kelio infrastruktūros objektu. Skaičiavimams naudotas programinis paketas LS-DYNA. Sukurtas pakankamai detalus metalinio kelio atitvaro skaitinis modelis, o taip pat nustatyti sužeidžiamumo kriterijai esant įvairioms susidūrimo sąlygoms.
4. Panašūs eksperimentai daromi su visų rūšių atitvarais, tačiau tiriamas atitvarų sulaikomumas ir ASI kriterijus transporto priemonei. Pirmojo tyrimo metu 115 km/h greičiu ir 20° laipsnių kampu, išsiaiškinta, kad motociklo smūgio metu, į paprastos N2 konstrukcijos atitvarus, motociklininko patirti sužalojimų kriterijai gerokai viršija mirtinas ribas(HIC-1000; CSI-60G), gauti rezultatai yra: HIC – 1501, CSI – 199G, tokių perkrovų žmogus neatlaikys, motociklininkas miršta. Antrojo tyrimo metu, 130 km/h greičiu ir 30° laipsnių kampu gauti rezultatai, taip pat gerokai perkopia saugias ribas, gavome HIC – 1705, CSI – 318G, motociklininkui išgyventi beveik nėra galimybių. Trečio bei ketvirto tyrimo metu, motociklininkas nepatiria mirtinų sužeidimų, pasiekti kriterijai yra 3 tyrimo 70 km/h ir 20° laipsnių kampu, HIC – 523, CSI – 48G. 4 tyrimo 50 km/h ir 20° laipsnių kampu HIC – 155, o CSI – 51G.

Literatūros sąrašas

1. Dr. Shojaati, M. 2003. Correlation between injury risk and impact severity index ASI. 3rd Swiss Transport Research Conference, March 20-23, Zurich, Switzerland.
2. Lietuvos standartizacijos departamentas, standartas LST EN 1317-4, Apsauginių kelio atitvarų sistemos. 4 dalis.
3. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie susisiekimo ministerijos, Automobilių kelių transporto priemonių apsauginių atitvarų sistemų projektavimo taisyklės KPT TAS 09, Vilnius 2010.
4. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija ir susisiekimo ministerija, statybos rekomendacijos R37-01, Automobilinių kelių apsauginiai atitvarai.
5. Forschungsgesellschaft für Strassen - und Verkehrswesen Arbeitsgruppe Verkehrsmanagement, Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme „RPS 2007“, Berlynas 2007, 39p
6. Lietuvos standartizacijos departamentas, standartas LST EN 1317-1, Kelio aptvarų sistemos, 1 dalis. Terminiai ir bendrieji bandymo metodų reikalavimai, Vilnius, 2001. [Žiūrėta 2017-04-15] prieiga per internetą <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.B668152108C5>
7. Lietuvos standartizacijos departamentas, standartas LST EN 1317-2, Apsauginių kelio atitvarų sistemos. 2 dalis. Apsauginių barjerų eksploatacinių parametru klasės, priimamieji smūginių bandymų kriterijai ir bandymo metodai, Vilnius, 2001. [Žiūrėta 2017-04-15] prieiga per internetą <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.B668152108C5>
8. Lietuvos standartizacijos departamentas, standartas LST EN 1317-3, Apsauginių kelio atitvarų sistemos. 3 dalis. Smūgio slopintuvų eksploatacinių charakteristikų klasės, priimamieji smūginių bandymų kriterijai ir bandymo metodai, Vilnius, 2001. [Žiūrėta 2017-04-15] prieiga per internetą <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/TAR.B668152108C5>
9. Statistikos duomenys. [Žiūrėta 2017-04-17] prieiga per internetą <http://www.lkpt.lt/lt/statistika/index.php>
10. Motociklų šalmų standartai. [Žiūrėta 2017-05-08] prieiga per internetą <https://ultimatemotorcycling.com/2013/04/08/motorcycle-helmet-standards-explained-dot-ece-22-05-snell/>
11. Gamintojo „fracasso“ atitvarai. [Žiūrėta 2017-05-08] prieiga per internetą <http://www.fracasso.it/barriere.asp?l=ENG>
12. Tinklaraštis wikipedia žinynas [Žiūrėta 2017-05-16] prieiga per internetą: <http://en.wikipedia.org/wiki/LS-DYNA>

12. Gamintojo „BOSCH“ sistemos [Žiūrėta 2017-05-08] prieiga per internetą http://www.bosch.lt/lt/newsroom_17/news_16/news-detail-page_54208.php
13. Statistika [Žiūrėta 2017-05-10] prieiga per internetą https://sumin.lrv.lt/uploads/sumin/documents/files/Teisine_informacija/Tyrimai_ir_analizes/Galutine.pdf
14. Saugumo sistemos [Žiūrėta 2017-05-10] prieiga per internetą <http://www.auto-bild.lt/2015/02/nauja-continental-sistema-stabdyti-motocikla-bus-saugiau/>
15. Recommended Procedures For The Safety Performance Evaluation of Highway Features [interaktyvus] Ross, Jr., H.E., D.L. Sicking, R.A. Zimmer, and J.D. Michie. 1993 [Žiūrėta 2017-05-13] prieiga per NCHRP Report 350, , Transportation Research Board, Washington, D.C.
16. Sennah, K., Samaan, M., Elmarakbi, A. 2003. Impact performance of flexible guardrail systems using LS-DYNA. 4th European LS-DYNA Conference, 22nd-23rd May Ulm, Germany.