



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

Mantas Urbanavičius

Sunkvežimio masės įtakos išilginei dinamikai tyrimas

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas
Prof. dr. Artūras Keršys

KAUNAS, 2017

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

Sunkvežimio masės įtakos išilginei dinamikai tyrimas

Baigiamasis magistro projektas
Transporto priemonių inžinerija (621E20001)

Vadovas

(parašas) Prof. dr. Artūras Keršys
(data)

Recenzentas

(parašas) Doc. dr. Arūnas Tautkus
(data)

Projektą atliko

(parašas) Mantas Urbanavičius
(data)

KAUNAS, 2017



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

(Fakultetas)

Mantas Urbanavičius

(Studento vardas, pavardė)

Transporto priemonių inžinerija (621E20001)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Sunkvežimio masės įtaka išilginiams dinamikos parametrams“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 17 m. _____ d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Vardenio Pavardenio**, baigiamasis projektas tema „Sunkvežimio masės įtaka išilginiams dinamikos parametrams“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS
TRANSPORTO 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: *Mantui Urbanavičiui*

1. Projekto tema: Sunkvežimio masės įtakos išilginei dinamikai tyrimas
Research of truck weight influence on the longitudinal dynamics

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

2. Projekto tikslas:

Atlikti pakrauto ir tuščio sunkvežimių išilginės judėjimo dinamikos tyrimą, nustatyti miškovežio/vilkiko masės įtaką jo judėjimui.

3. Projekto uždaviniai ir reikalavimai:

1. Atlikti miškovežio/vilkiko konstrukcijų apžvalgą.
2. Nustatyti sunkvežimį veikiančias apkrovas.
3. Atlikti teorinį ir eksperimentinį sunkvežimio išilginės dinamikos tyrimą.
4. Atlikti tiriamos transporto priemonės įsibėgėjimo ir stabdymo modeliavimo programą TruckSim.

4. Projekto konsultantai (nurodant projekto skyrius)¹

- doc. Rolandas Makaras (Eksperimentinis sunkvežimių išilginės dinamikos tyrimas),
- doc. Vaidas Lukošavičius (Įsibėgėjimo ir stabdymo simuliacija).

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

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

Vadovas: Prof. dr. Artūras Keršys _____
(pareigos, vardas, pavardė) (parašas)

Užduotį gavau: Mantas Urbanavičius _____
(studento vardas, pavardė) (parašas)

¹ Esant reikalui, suderinus su katedros vedėju

Urbanavičius, Mantas. Sunkvežimio masės įtakos išilginei dinamikai tyrimas. *Magistro baigiamasis projektas / vadovas prof. dr. Artūras Keršys; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.*

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

Reikšminiai žodžiai: *Sunkvežimis, vilkikas, miškovežis, dinamika, parametrai, masė, pagreitis, puspriekabė, priekaba, masės centras, stabdymas, įsibėgėjimas.*

Kaunas, 2017. 72 p.

SANTRAUKA

Šiame darbe tyrimo objektu pasirinktas balninis vilkikas (toliau – vilkikas) „Scania“ su puspriekabe ir vilkikas (toliau – miškovežis) „Volvo“ su priekaba. Nagrinėjama šių sunkiasvorių transporto priemonių išilginė judėjimo dinamika ir kaip ją įtakoja sunkvežimio masė. Išanalizuotos veikiančios apkrovos, sunkvežimių techninės charakteristikos ir surastos tiek krautų, tiek tuščių transporto priemonių svorio centrų koordinatės, kurios reikalingos tolimesniems skaičiavimams.

Eksperimentinio tyrimo metu nustatyti išilginės dinamikos parametrai parodė tuščių ir krautų sunkvežimių ekstremalaus greitėjimo reikšmes. Pakrautą miškovežį įsibėgėjimo metu veikia $1,761 \text{ m/s}^2$ mažesnis pagreitis nei tuščią, įsibėgėjimo atstumas ir laikas atitinkamai didesni 27,15 s ir 363 m. Pakrautą vilkiką įsibėgėjimo metu veikia $1,252 \text{ m/s}^2$ mažesnis pagreitis nei tuščią, įsibėgėjimo atstumas ir laikas atitinkamai didesni 41,9 s ir 588 m. Pakrautą miškovežį stabdymo metu veikia $-1,514 \text{ m/s}^2$ mažesnis pagreitis nei tuščią, stabdymo atstumas ir laikas atitinkamai didesni 3,6 s ir 36,2 m. Pakrautą vilkiką stabdymo metu veikia $-1,048 \text{ m/s}^2$ mažesnis pagreitis nei tuščią, stabdymo atstumas ir laikas atitinkamai didesni 1,25 s ir 8 m.

Skaitiniu modeliavimu atliktas skirtingos masės vilkikų (13795 kg; 28435 kg; 43120 kg; 72455 kg) ekstremalaus greitėjimo ir stabdymo rezultatų įvertinimas. Vilkiko išilginio judėjimo dinamikos rezultatai rodo, kad pakrautą vilkiką stabdymo metu veikia $2,85 \text{ m/s}^2$ mažesnis pagreitis nei tuščią, stabdymo atstumas ir laikas didesni atitinkamai 1,725 s ir 18 m. Pakrautą vilkiką įsibėgėjimo metu veikia $2,036 \text{ m/s}^2$ mažesnis pagreitis nei tuščią, greitėjimo atstumas ir laikas didesni atitinkamai 31,475 s ir 425,4 m.

Žinant tuščių ir pakrautų sunkvežimių mases ir didžiausią masės centre veikiančią pagreitį, nustatyta didžiausia veikianti inercijos jėga. Pastebėta, kad įsibėgėjant miškovežiui pasireiškia didesnės inercijos jėgos nei įsibėgėjant vilkikui, nors ir jo masė didesnė jis išvysto didesnę pagreitį. Tačiau, vilkikui stabdant pasireiškia didesnės stabdymo inercijos jėgos nei miškovežiui.

Urbanavičius, Mantas. *Research of truck weight influence on the longitudinal dynamics. Master's final project: Master's thesis in / supervisor prof. Artūras Keršys. The Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.*

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

Key words: *truck, tractor, log truck, dynamics, parameters, mass, acceleration, semi-trailer, trailer, center of gravity, braking, speed pickup.*

Kaunas, 2017. 72 p.

SUMMARY

The research object of this paper is a Scania tractor unit (hereinafter – the tractor) with a semi-trailer and Volvo tractor (hereinafter – log truck) with a trailer. The issues under consideration are the longitudinal motion dynamics of these heavy-duty vehicles and its dependence on the heavy-duty vehicle mass. The acting loads, technical characteristics of the heavy-duty vehicles have been analysed, and center of gravity coordinates for loaded and empty vehicles that are necessary for further calculations have been found.

The longitudinal dynamics parameters determined during the experimental trial have provided the extreme acceleration values of empty and loaded trucks. During speed pickup, the loaded log truck is subject to 1.761 m/s^2 lower acceleration than an empty log truck, and the acceleration distance and time are higher, respectively, by 27.15 s and 363 m. During speed pickup, the loaded tractor is subject to 1.252 m/s^2 lower acceleration than an empty tractor, and the acceleration distance and time are higher, respectively, by 41.9 s and 588 m. During braking, the loaded log truck is subject to -1.514 m/s^2 lower acceleration than the empty log truck, and its braking distance and time are, respectively, higher by 3.6 s and 36.2 m. During braking, the loaded tractor is subject to -1.048 m/s^2 lower acceleration than the empty tractor, and its braking distance and time are higher, respectively, by 1.25 s and 8 m.

Extreme acceleration and braking results for tractors of different masses (13795 kg; 28435 kg; 43120 kg; 72455 kg) has been assessed by numerical modeling. Results of the longitudinal motion dynamics of the tractor have demonstrated that the loaded tractor is subject to 2.85 m/s^2 lower acceleration during braking than the empty tractor, and the braking distance and time are higher by, respectively, 1.725 s and 18 m. During speed pickup, the loaded tractor is subject to 2.036 m/s^2 lower acceleration than the empty tractor, and its acceleration distance and time are higher by, respectively, 31.475 s and 425.4 m.

With the masses of empty and loaded trucks and the maximum acceleration acting in the center of gravity available, the maximum acting inertia force has been determined. During speed pickup, the log truck has been found to demonstrate greater inertia forces than the tractor – despite greater mass, the log truck tends to develop greater acceleration. On the other hand, during braking, the tractor shows greater braking inertia forces compared to the log truck.

Turinys

ĮVADAS	8
1. PATENTINĖS LITERATŪROS IR TIRIAMO OBJEKTO APŽVALGA	9
1.1 Priekabos paskirtis.....	9
1.2 Vilkikų ir miškovežių klasifikacija ir jų konstrukcija	10
1.3 Miškovežių priekabų ir puspriekabių klasifikacija ir jų konstrukcija	12
1.4 Miškovežė puspriekabė ir priekaba	14
1.5 Didžiausieji leidžiami naudojami keliais automobilių ir jų junginių parametrai....	16
2. Miškovežio ĮSIBĖGĖJIMO DINAMIKOS tyrimas	19
2.1 Miškovežį veikiančių apkrovų susidarymo sąlygos	19
2.2 Nagrinėjamų sunkvežimių, priekabos/puspriekabės techninės charakteristikos.....	24
2.3 Masės centro nustatymas.....	32
3. Eksperimentinis sunkvežimių išilginės dinamikos tyrimas	47
3.1 Eksperimentinio tyrimo atlikimas	47
3.2 Eksperimentinio tyrimo rezultatai ir jų analizė	50
4. Įsibėgėjimo ir stabdymo simuliacija.....	59
4.1 Teorinis tiriamųjų transporto priemonių išilginės dinamikos tyrimas (ekstremalaus stabdymo atvejis)	60
4.2 Teorinis tiriamųjų transporto priemonių išilginės dinamikos tyrimas (ekstremalaus greitėjimo atvejis)	63
4.3 Rezultatų gautų, eksperimentinio tyrimo ir modeliavimo metu, apibendrinimas	66
5. Išvados	69
6. Literatūra.....	71
7. Priedas.....	72

IVADAS

Vilkikas – transporto priemonė, pritaikyta vilkti puspriekabes ir priekabas, kurios su vilkiku sukabinamos specialiu balniniu įtaisu arba priekabos prikabinimo įrenginiu. Miškovežis tai - sunkvežimis, ant kurio važiuoklės sumontuota įranga, leidžianti pakrauti ir pervežti rąstus ar paruoštą medieną.

Vilkikas su puspriekabe ir miškovežis su priekaba yra vienas iš pagrindinių sprendimo būdų pervežant medieną. Ji gali būti įvairių formų ir ilgių: apvali mediena, pusraščiai, pjautinė mediena, statramsčiai (naudojami šachtose ir statybose), pabėgiai, sijos, fanera, medienos pluošto ir medienos drožlių plokštės, technologinės skiedros, malkos.

Šio darbo tikslas iširti išilginius sunkvežimių, kurie eksploatuojami Lietuvos keliais, judėjimo dinamikos parametrus ir juos įvertinti. Tai pasiekama atliekant eksperimentinius bandomuosius važiavimus ir kompiuterinės programos suimuliacijos pagalba. Greitis, pagreitis, masė ir atstumas vieni pagrindinių parametrų nusakančių transporto priemonės judėjimą. Šių parametrų neįvertinimas ar nesupratimas padaro daug žalos eismo saugumui ir eismo įvykių metu. Taip pat dėl didelio svorio padidėja poveikis asfaltuotai kelio dangai, nes šios sunkiasvorės transporto priemonės daro didžiausią įtaką provėžų susidarymui, duobių atsiradimui ar kelio dangos suskilinėjimui.

Darbo pradžioje, susipažįstama su jau esamomis vilkikų ir miškovežių, priekabų ir puspriekabių konstrukcijomis, jų tipais. Pateikiamos jų pritaikymo sritys ir panaudojimo galimybės.

Antroje šio darbo dalyje, nagrinėjama:

veikiančios apkrovos ir jų susidarymo sąlygos;

sunkvežimių, priekabos/puspriekabės techninės charakteristikos

randami masės centrai.

Darbo pabaigoje atliktas ekperimentinis išilginių judėjimo parametrų nustatymas ir įsibėgėjimo – stabdymo simuliacija. Atliktas gautų išilginės dinamikos rezultatų palyginimas. Padarytos išvados ir pateiktos rekomendacijos.

Darbo tikslas

Atlikti pakrauto ir tuščio sunkvežimių išilginės judėjimo dinamikos tyrimą, nustatyti miškovežio/vilkiko masės įtaką jo judėjimui.

Darbo uždaviniai

1. Atlikti miškovežio/vilkiko konstrukcijų apžvalgą.
2. Nustatyti sunkvežimį veikiančias apkrovas.
3. Atlikti teorinį ir eksperimentinį sunkvežimio išilginės dinamikos tyrimą.
4. Atlikti tiriamos transporto priemonės įsibėgėjimo ir stabdymo modeliavimą programa *TruckSim*.

1. PATENTINĖS LITERATŪROS IR TIRIAMO OBJEKTO APŽVALGA

1.1 Priekabos paskirtis

Automobiliui važiuojant gerais keliais, jo variklio galia išnaudojama tik iš dalies. Įprastos automobilio talpos negalima viršyti daugiau nei leistina. Ją riboja kelių dangos atsparumas, išreiškiamas leistina ašių apkrova. Automobilų talpa didinama panaudojant autotraukinius. Panaudojus priekabas ir puspriekabas, daugiau išnaudojama variklio galia – apie 30%, sumažėja pervežimų savikaina 1,5 karto, padidėja automobilio darbo našumas.



1.1 pav. Dviejų ašių miškovežė priekaba [1]

Transporto priemonė, susidedanti iš automobilio-vilkiko ir priekabos ar puspriekabės, vadinama autotraukiniu. Automobilis – vilkikas būna velkantis arba balninis.

Bet kuris specialus ar krovininis automobilis, kuriame įtaisytas prikabinimo įtaisas, yra velkantis vilkikas.

Ypač didelį efektą duoda pakeičiamos puspriekabės, kai nereikia gaišti laiko jų pakrovimui ir iškrovimui. Be to, autotraukiniai, susidedantys iš balninio vilkiko ir puspriekabės, būna geresnio pravažumo, manevringesni ir pastovesni, palyginus su autotraukiniais, susidedančiais iš vilkiko ir priekabos. Tuo pačiu metu, abiejų tipų autotraukinių pravažumas, bei manevringumas blogesnis ir darbo greitis mažesnis, palyginus su pavieniais automobiliais.

1.2 Vilkikų ir miškovežių klasifikacija ir jų konstrukcija



1.2 pav. Vilkikas Scania

Vilkikas – ši transporto priemonė pritaikyta vilkti puspriekabas ir priekabas, kurios su vilkiku sukabinamos specialiu balniniu įtaisu arba priekabos prikabinimo įrenginiu. Vilkiko privalumai:

- Didelė talpa (lyginant su paprastais sunkvežimiais), gali vežti ilgus krovinius.
- Didelis apkrovos ir savo masės santykis. Tai duoda aukštą naudingumo koeficientą ir mažą pervežimo savikainą.
- Geras manevringumas (lyginant su tokio paties ilgio sunkvežimiu). Gali važiuoti atbulas.
- Lengvai galima keisti puspriekabas ir vilkikus.
- Sandėlio aikštelėje puspriekabę gali tempti ne vilkikas, o manevringesnis buksyras.

Trūkumai:

- Mažiau stabilus už paprastą sunkvežimį.
- Vilkikas be puspriekabės nenaudingas.

Daugumoje šalių didžiausia ir paklausiausia yra „Scania“ „R“ serija. Įdomu tai, kad „R“ serijos gamyba buvo pradėta dar devintajame praėjusio amžiaus dešimtmetyje ir tęsiama iki šiol. Aišku, „Scania R“ tada ir dabar – du visiškai skirtingi modeliai, tačiau jų patikimumas ir tada, ir dabar nekelia abejonių. „R“ serijos modeliai sudaro maždaug 50 proc. „Scania“ vilkikų pardavimų.

Yra „Scania P“ ir „G“ serijos modeliai. Raidės nurodo vilkiko dydį: „P“ – patys mažiausi „Scania“ vilkikai, „G“ – vidutinio dydžio, „R“ – patys didžiausi. Gamintojai teigia, kad visi vilkikų varikliai, nepriklausomai nuo serijos, turi tarnauti ne trumpiau kaip 2 mln. km. [2]

Europinių ir amerikinių tipų balninių vilkikų skirtumai:

- Daugelio europinių vilkikų kabinos plieninės, labai kompaktiškos (be kapotų). Amerikiniai vilkikai turi kapotus („ilgos nosys“).
- Europiniai balniniai vilkikai turi daugiausia diskinius stabdžius, o amerikiniai – būgninius.
- Abiejų tipų ratų dydžiai standartizuoti, bet europinis ir amerikinis standartai skirtingi.
- Europinės gamybos puspriekabės šonuose turi sijas, neleidžiančias lengviesiems automobiliams pavažiuoti į „ertmę“ po puspriekabės dugnu tarp vilkiko galo ir puspriekabės važiuoklės. Amerikinės priekabos tokių sijų paprastai neturi.

„Proeuropiniai“ Rusijos balninių vilkikų vairuotojai peikia amerikinius vilkikus už didelius gabaritus, triukšmingumą ir konservatizmą, o europinius geria už manevringumą ir progresyvumą.

„Proamerikiniai“ jų oponentai peikia europinius vilkikus už ankštas kabinas ir mažą saugos lygį, o amerikinius geria už erdvias kabinas, didesnę stabilumą kelyje ir „ilgą nosį“, kuri didina saugumą susiduriant. [3]



1.3 pav. Miškovežis Volvo

Miškovežis tai - sunkvežimis, ant kurio važiuoklės sumontuota įranga, leidžianti pakrauti ir pervežti rąstus ar paruoštą medieną. Taip pat reiktų žinoti, kad miškovežiai gali būti naudojami metalo profilių gabenimui. Tai gerokai išplečia jų naudojimo ribas.

Miškovežiai gali turėti hidraulinį manipuliatorių arba savaime išsikraunančias priekabas.

Miškovežiai sunkvežimiai ar vilkikai būna padidinto pravažumo, su visais varomais ratais. Dažnai turi centrinę padangų pripūtimo sistemą, išsitraukimo gerves. Kartais vilkikai būna paprasto pravažumo, tokie naudojami ne medžiagai iš miško išvežti, o pervežti paprastais keliais. Puspriekabės ir priekabos paprastai irgi būna padidinto pravažumo.

Konstrukcijos ypatumai:

- keli plieniniai apverstos II raidės pavidalo plieniniai rėmai, į kuriuos sukraunami rąstai ar pjautinė medžiaga.
- keltuvas su griebtuvu, kuriuo į miškavežį kraunami ar iškraunami rąstai.

Pakrovimas:

- Platformos dugne ištiesiamos tvirtinimo grandinės ar diržai.
- Ant platformos po vieną ar po kelis kraunami rąstai.
- Baigus krauti rąstų rietuvė apjuosiamai ir suveržiami tvirtinimo grandinėmis ar diržais.

Iškrovimas :

Atvažiavus į miško medžiagos sandėlį, perdirbimo įmonę ar perkrovimo punktą geležinkelio stotyje ar uoste iškraunama išsyk visa rietuvė, sujuosta grandinėmis ar diržais. Tiesa, tam netinka paties miškavežio keltuvas, nes jis per silpnas, tad naudojami vietiniai kranai. [4]

1.3 Miškovežių priekabų ir puspriekabių klasifikacija ir jų konstrukcija

Puspriekabių klasifikavimas:

Puspriekabės suskirstomos į tipus pagal turimų ašių skaičių. Vilkikų puspriekabės dažniausiai būna dviašės ir triašės, vienos ir keturių ašių - retesnis variantas.

Vilkikų puspriekabės klasifikuojamos pagal kėbulo tipą:

- Konteinerinė važiuoklė;
- Tentinė – bortinė puspriekabė;
- Užuolaidinė puspriekabė;
- Puspriekabė šaldytuvas;
- Izoterminė puspriekabė;
- Puspriekabė refrižeratorius – šaldytuvas ;
- Užuolaidinė – bortinė puspriekabė;
- Užuolaidinė puspriekabė metalo vijoms transportuoti;
- Savivartė puspriekabė;
- Miškovežė puspriekabė;
- Žemagrindė puspriekabė;
- Puspriekabė – cisterna;
- Puspriekabė kietu kėbulu;
- Autovežė puspriekabė.

Skirstymas pagal masę [5] :

Kategorija O – priekabos ir puspriekabės:

O₁ klasė – priekabos, kurių techniškai leistina pakrautos transporto priemonės (bendroji) masė ne didesnė kaip 0,75 t (lengva arba lengvojo automobilio priekaba (puspriekabė));

O₂ klasė – priekabos, kurių techniškai leistina pakrautos transporto priemonės (bendroji) masė didesnė kaip 0,75 t, tačiau ne didesnė kaip 3,5 t (krovininio automobilio priekaba (puspriekabė));

O₃ klasė – priekabos, kurių techniškai leistina pakrautos transporto priemonės (bendroji) masė didesnė kaip 3,5 t, tačiau ne didesnė kaip 10 t (krovininio automobilio priekaba (puspriekabė));

O₄ klasė – priekabos, kurių techniškai leistina pakrautos transporto priemonės (bendroji) masė didesnė kaip 10 t (krovininio automobilio priekaba (puspriekabė));

Puspriekabės techniškai leistina pakrautos transporto priemonės (bendroji) masė vadinama puspriekabės ašims tenkanti visiškai pakrautos puspriekabės masės dalis.

Pagal paskirtį priekabos ir puspriekabės skirstomos į krovinines, keleivines ir specialios paskirties. Krovininės priekabos pagal kėlimo tipą skirstomos į bortines, furgonines, savivartes, cisternines, platformines ir specialios paskirties.

Pagal keliamąją galią priekabos ir puspriekabės skirstomos į mažos, vidutinės ir didelės keliamosios galios.

Pagal ašių skaičių priekabos skirstomos į vienašes, dviašes, triašes, keturašes (1.1 pav). Daugiaašių priekabų ir puspriekabių ratai vairuojami (1.4 pav.). Priešingu atveju būtų sunku atlikti posūkį. Be to, daugelyje triašių puspriekabių priekiniai ar užpakaliniai ratai, važiuojant tuščiomis, yra pakeliami.

Priekabų ašys gali būti išdėstytos priekyje, užpakalyje arba centre (1.4 pav. d).

Šiuo metu pasaulyje gaminama labai daug įvairios paskirties priekabų, tačiau visos jos yra daugiau ar mažiau panašios.



1.4 pav. Priekabos ir puspriekabės:

a – pakeičiamas kėbulas (konteineris); b – dviašė; c – triašė; d – dviašė, centreašė; e – triašė puspriekabė
f - keturašė [6]

Kartais pervežimams naudojami keičiami konteineriai (1.4 pav. a). Jie pervežami specialiais automobiliais, kurių platformos aukštį galima keisti visų ratų nepriklausoma specialia pakaba. Čia automobilio ratai įtaisyti ant išilginių svirčių, prie kurių primontuoti hidrauliniai cilindrai. Paduodant į cilindrus alyvą, kėbulas pakeliamas.

Konteineriuose įtaisytos aukštos atramos („kojos“). Atvežęs konteinerį į reikiamą vietą, automobilis nuleidžia platformą į žemiausią padėtį. Konteineris atramomis atsiremia į žemę ir automobilis išvažiuoja iš po jo. Toks konteineris toliau kraunamas ant geležinkelio platformos arba į laivus. Automobiliui nereikia laukti, kol bus iškrautas ar pakrautas konteineris. Atvažiuavęs prie konteinerio, automobilis nuleidžia platformą į žemiausią padėtį ir palenda po konteineriu. Po to platforma pakeliamas taip, kad konteinerio atramos nesiektų žemės ir automobilis nuvažiuoja su konteineriu.

1.4 Miškovežė puspriekabė ir priekaba

Miškovežės puspriekabės ir priekabos pagrindinė paskirtis, transportuoti rąstus iš miško laukymėje sukrautos krūvos iki medienos perdirbimo fabriko, lentpjūvės ar kur kitur (1.6; 1.7 pav). Jos dažniausiai būna triašės, pasižymi itin paprasta eksploatacine priežiūra. Miškovežės puspriekabės ir priekabos gaminamos tiek su grindimis, tiek be grindų. Tokio tipo puspriekabės ir priekabos dažniausiai cinkuojamos ir nudažomos, tai padidina puspriekabės ir priekabos eksploatacavimo laikotarpį. Jei nebūtų rémas cinkuojamas užkliudžius ir nugramdžius dažus, prasidėtų paviršinė korozija.



a)

b)

1.5 pav. a) – miškovežė puspriekabė su grindimis ir b) – be grindų [7; 8]

Puspriekabės ir vilkiko kombinacija naudojama dėl to, kad jų bendroji masė yra mažesnė už miškovežio ir priekabos derinį (mažesnė apie 6 – 7 tonas). Taip pat, sąstato su puspriekabe kaina yra

mažesnė, nei miškovežio su priekaba ir manipulatoriumi, bei naudoja mažiau degalų. Vilkiko su puspriekabe sąstato trūkumas – ribotos pravažiavimo ir manevravimo galimybės miško sąlygomis.

Priekabos su grindimis nuosava masė yra didesnė apie 1 toną nei be grindų (1.6 pav). Tačiau su ja galima vežti įvairesnių išmatavimų ir rūšių krovinius. 3 ašių priekaboms leistina didesnė bendroji masė. Kadangi atlygis skaičiuojamas nuo pervežto medienos kiekio, ši konstrukcija finansiškai naudingesnė. Naudojant sudvejintus ratus ant 3 ašių priekabos ir ant triašio miškovežio abiejų galinių varančiųjų tiltų, bendroji masė gali siekti 48 tonas. Šis įstatymas įsigaliojo nuo 2015 metų (su specialiu leidimu).



a)

b)

1.6 pav. a) – 3 ašių miškovežė priekaba be grindų ir b) – su grindimis [9; 10]

Pagrindiniai šių kėbulų tipų privalumai:

- Dažniausiai komplektuojamos su sutriprintomis ašimis bei pakaba.
- Cinkuojamas ir dažomas rėmas.
- Didelis rąstų krovimo aukštis.
- Montuojamos modernios stabdžių sistemos.
- Rėmas daromas iš dvitėjinio profilio sijų, tad pasižymi didžiule keliamąja galia ir paprasta bei patikima konstrukcija.

Trūkumai:

- Nepastebimai įdėtas trumpesnis rąstas gali iškristi.
- Važiuojant išpučiamos šiukšlės ir teršiama gamta.

Kitos paskirties priekabos ar puspriekabės perdarymo trumpa apžvalga į miško paskirties puspriekabe ar priekaba:

Pagal turimą priekabą ar puspriekabę padaromas jos rekonstravimo projektas. Atliekami konkretūs pertvarkymo darbai:

- 1) Priekabos ar puspriekabės paruošimas rekonstrukcijai.
- 2) Rungų gamyba.
- 3) Rungų tvirtinimas.
- 4) Gruntavimas, dažymas.

Po to atliekamas priekabos ar puspriekabės svėrimo bandymas. Vėliau atliekama techninė ekspertizė. Sekantis žingsnis yra jos registravimas, valstybinėje įmonėje "Regitra".

1.5 Didžiausieji leidžiami naudojamis keliais automobilių ir jų junginių parametrai

1.1 lentelė

Maksimalūs leidžiami transporto priemonių, matmenys (metrais)

1. Ilgiai:	
1.1. pavienio automobilio, išskyrus autobusus	12,00 m.
1.2. priekabos	12,00 m.
1.3. automobilio, sukabinto su puspriekabe	16,50 m.
1.4. automobilio, sujungto su priekaba	18,75 m.
1.5. pakrauto automobilio(kėbulo tipas-BAF), kuris sujungtas su priekaba specialiai suprojektuotas vienam ar keliems automobiliams vežti;	20,75 m.
2. Pločiai:	
2.1. automobilių	2,55 m.
2.2. priekabų ir puspriekabių	2,60 m.
2.3 izoliuotų automobilių	2,60m.
2.4 izoliuotų priekabų ir puspriekabių	2,60m.
3. Aukštis:	
3.1 Automobilių	4,00 m.
3.2 priekabų ir puspriekabių	4,00m

- Didžiausias atstumas nuo puspriekabės sukabinamojo šerdeso iki jos kėbulo galinės sienelės - 12,00m.
- Didžiausias atstumas nuo automobilio kėbulo priekinės sienelės iki priekabos kėbulo galinės sienelės, atėmus atstumą tarp automobilio kėbulo galinės sienelės ir priekabos kėbulo priekinės sienelės – 15,65m
- Didžiausias atstumas nuo automobilio kėbulo priekinės sienelės iki priekabos kėbulo galinės sienelės – 16,40m

Maksimalios leidžiamos transporto priemonių bendrosios masės (tonomis)

1 . Pavieniai automobiliai:	
<ul style="list-style-type: none"> • dviašės • triašės • triašiai, kai varančiosios ašies ratai suporinti ir jų pakaba pneumatinė arba kai kiekvienos varančiosios ašies ratai suporinti ir didžiausia kiekvienos ašies apkrova neviršija 9,5 t. • keturašiai su dviem valdomosiomis ašimis, kai varančiosios ašies ratai suporinti ir jų pakaba pneumatinė arba kai kiekvienos varančiosios ašies ratai suporinti ir didžiausia apkrova ant kiekvienos ašies neviršija 9,5 t 	18 t. 25 t. 26 t. 32t. 28t.
2 .Automobilių ir jų junginių, susidedančių iš:	
<ul style="list-style-type: none"> • dviašio automobilio, sujungto su dviaše priekaba • dviašio automobilio, sujungto su triaše priekaba dviašio automobilio, sukabinto su dviaše puspriekabe, kai: • atstumas tarp puspriekabės ašių nuo 1,30 iki 1,80 m • atstumas tarp puspriekabės ašių didesnis kaip 1,80 m ir didžiausioji leidžiamoji puspriekabės su sudvejintomis ašimis masė – 20 t, o automobilio didžiausioji leidžiamoji masė – 18 t, ir jo varančiosios ašies ratai suporinti ir jų pakaba pneumatinė • triašio automobilio, sujungto su dviaše arba triaše priekaba • dviašio automobilio, sukabinto su triaše puspriekabe dviašio automobilio, sukabinto su dviaše puspriekabe, kai: • atstumas tarp puspriekabės ašių nuo 1,30 iki 1,80 m atstumas tarp puspriekabės ašių didesnis kaip 1,80 m ir didžiausioji leidžiamoji puspriekabės su sudvejintomis ašimis masė – 20 t, o automobilio didžiausioji leidžiamoji masė – 18 t, ir jo varančiosios ašies ratai suporinti ir jų pakaba pneumatinė • triašio automobilio, sujungto su dviaše arba triaše priekaba • dviašio automobilio, sukabinto su triaše puspriekabe • triašio automobilio, sukabinto su dviaše arba triaše puspriekabe • triašio automobilio, sujungto su dviaše ar triaše puspriekabe, kuriuo, vykdant kombinuotą vežimą, magistraliniais keliais ir kitais keliais 50 km spinduliu nuo Klaipėdos valstybinio jūros uosto, oro uostų, geležinkelio ir vidaus vandenių stočių teritorijų, kuriose iškraunami ir (arba) pakraunami kombinuoto vežimo vienetai, vežami vienas arba keli kombinuoto vežimo vienetai (puspriekabės, nuimamieji kėbulai ir konteineriai, kurių bendras maksimalus ilgis ne didesnis kaip 45 pėdos. 	36t. 40t. 36t. 38t. 40t. 36t. 38t. 40t. 40t. 44t.

Maksimalios leidžiamos transporto priemonių ašies (ašių) apkrovos (tonomis), esant sąlygoms, nurodytoms 1.2 lentelėje

1. Pavienės ašys / nevarančiosios ašys	10,0 t
2. Priekabų arba puspriekabių sudvejintos ašys Bendroji ašių apkrova, priklausomai nuo atstumo „d“ (metrais) tarp jų, neturi viršyti:	
2.1. $d < 1,00$	11 t.
2.2. $1,00 < d < 1,30$	16 t.
2.3. $1,30 < d < 1,80$	18 t.
2.4. $1,80 < d$	20 t.
3. Triašės priekabos arba puspriekabės Bendroji ašių apkrova, priklausomai nuo atstumo „d“ (metrais) tarp jų neturi viršyti:	
3.1. $d < 1,30$...	21 t.
3.2. $1,30 < d < 1,40$	24 t.
4. Varančioji ašis:	
4.1. kelių transporto priemonių, nurodytų II skirsnio 2.1 ir 2.2 punktuose, varančiosios ašies apkrova	11,50 t.
4.2. kelių transporto priemonių, nurodytų II skirsnio 2.3, 2.4, 3 ir 4 punktuose, varančiosios ašies apkrova	11,50 t.
5. Automobiliai su sudvejintomis ašimis Bendroji ašių apkrova, priklausomai nuo atstumo „d“ (metrais) tarp jų neturi viršyti:	
5.1. $d < 1,00$	11,50 t.
5.2. $1,00 < d < 1,30$	16,00 t.
5.3. $1,30 < d < 1,80$	18,00 t.
Kai varančiosios ašies ratai suporinti ir pakaba pneumatine arba kai kiekvieni varančiųjų ašių ratai suporinti ir didžiausia apkrova ant kiekvienos ašies neviršija 9,5 t	19,00 t

Transporto priemonių, tenkinančių 1.2 lentelės sąlygas, tam tikros charakteristikos

1. Visų kelių transporto priemonių varančiosios ašies apkrova turi būti ne mažesnė kaip 25 % pavienės arba kombinuotos transporto priemonės bendrosios masės. 2. Autotraukinių atstumas tarp automobilio galinės ašies ir priekabos priekinės ašies turi būti ne mažesnis kaip 3 m. 3. Didžiausia leistina bendroji masė priklausomai nuo transporto priemonės bazės, keturašio automobilio bendroji masė, išreikšta tonomis, daugiau kaip penkis kartus neturi viršyti atstumo, išreikšto metrais, tarp automobilio priekinės ir galinės ašies. 4. Puspriekabėms atstumas nuo sukabinamojo šerdeso iki bet kurio puspriekabės priekinio taško, matuojant horizontalioje plokštumoje, neturi viršyti 2,04 m.

Pastaba Transporto priemonių svoriai, išmatavimai ir ašių apkrovos nurodytos remiantis 1996 m liepos 25 d Europos Bendrijos Tarybos direktyva Nr.96/53 /EB. [11]

2. MIŠKOVEŽIO ĮSIBĖGĖJIMO DINAMIKOS TYRIMAS

Šiame skyriuje nagrinėjami Lietuvos keliais eksploatuojami sunkvežimiai. Pagrindinis tyrimo tikslas – nustatyti miškovežio ir vilkiko išilginius dinamikos parametrus, esant realiomis eksploatavimo sąlygomis. Greitis, pagreitis, masė ir atstumas vieni pagrindinių parametru nusakančių transporto priemonės judėjimą. Šių parametru neįvertinimas ar nesupratimas padaro daug žalos eismo saugumui ir eismo įvykiams. Taip pat dėl didelio svorio padidėja poveikis asfaltuotai kelio dangai, nes šios sunkiasvorės transporto priemonės daro didžiausią įtaką provėžų susidarymui, duobių atsiradimui ar kelio dangos suskilinėjimui.

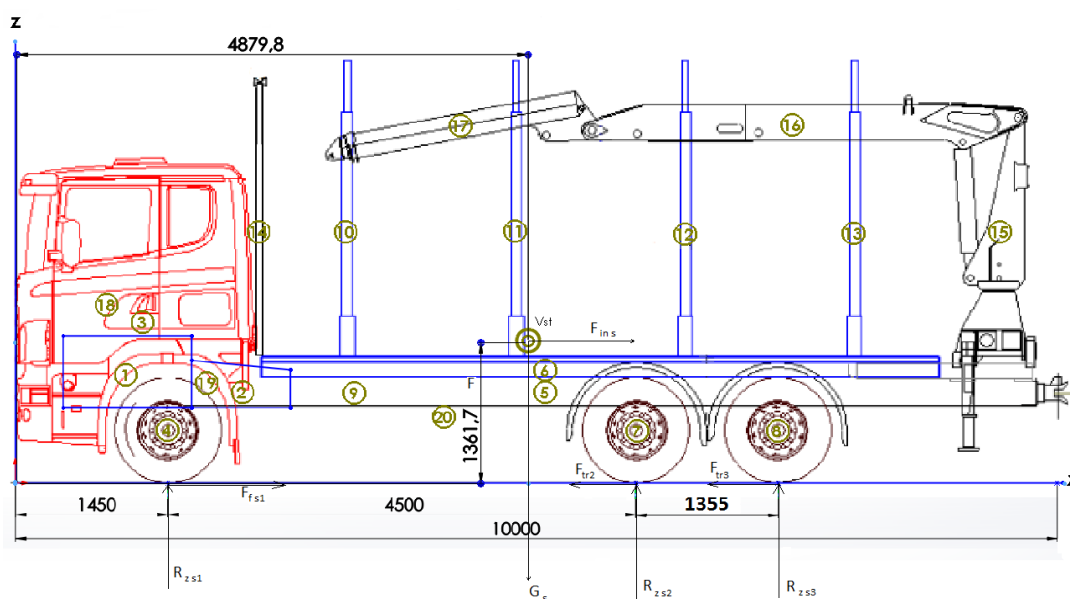
2.1 Miškovežį veikiančių apkrovų susidarymo sąlygos

Kad apibrėžti labiausiai tikėtinas apkrovas, būtina apibrėžti tikėtinus sunkvežimio važiavimo režimus, sukvežimio apkrovimą ir jo paties konstrukciją.

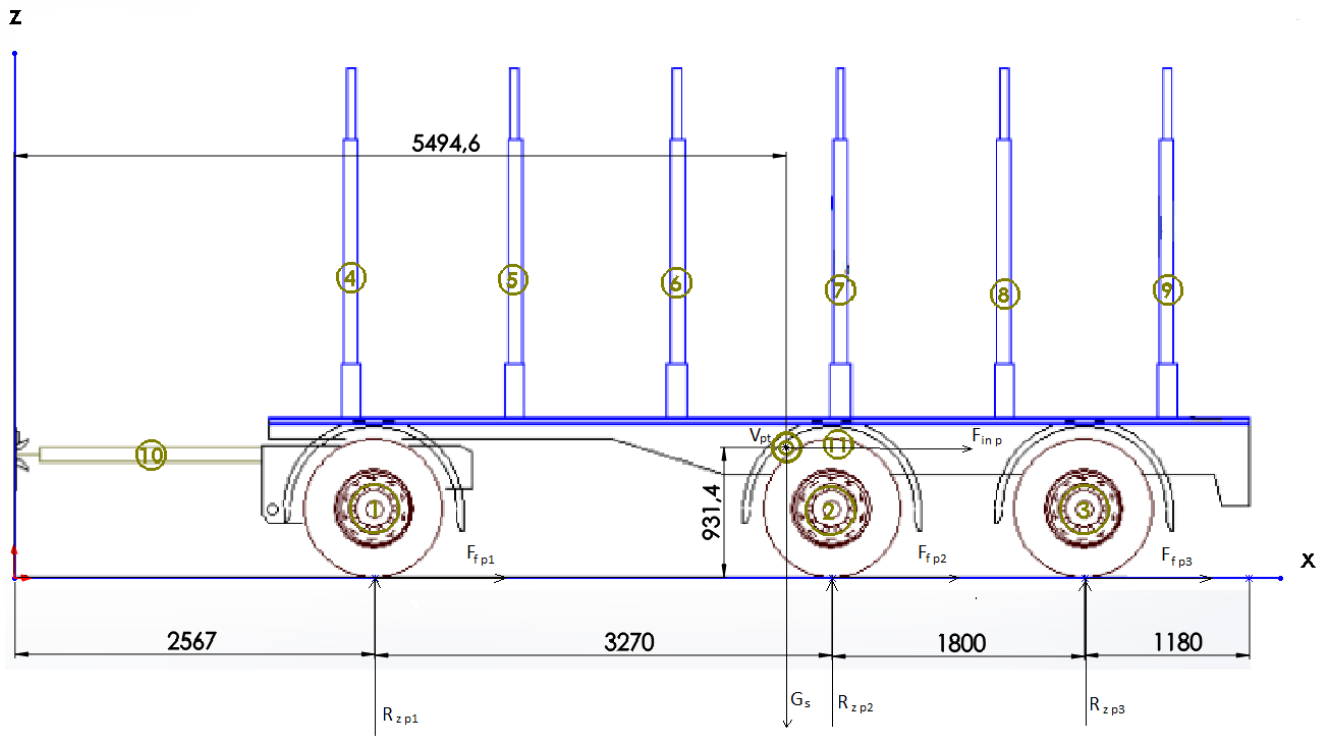
Miškoveži veikia dvi pagrindinės jėgos - išilginė inercijos jėga – F_{In} ir jėga – F_f , kuri susidaro dėl ratų pasipriešinimo riedėjimui susidarančių išilginių jėgų. Ratų pasipriešinimo jėga priklauso nuo pakrovimo ir praktiškai nepriklauso nuo judėjimo greičio. Išilginė inercijos jėga – F_{In} priklauso nuo masės ir nuo svorio centre veikiančio išilginio pagreičio – a_x .

Išilginį pagreitį a_x lemia viso autovežio įsibėgėjimo galimybės (įsibėgėjimo metu) arba jo stabdymo galimybės (stabdymo metu). Jei autovežis turi tvarkingą stabdžių sistemą, tai sunkvežimis ir priekaba stabdo sinchroniškai. Būtent sinchroninis sunkvežimio stabdymas leidžia išvengti didelių išilginių deformacijų.

Įsibėgėjimo metu, miškovežį veikiančios apkrovos pavaizduotos 2.1 pav.



a)



b)

2.1 pav. Įsibėgėjimo metu miškovežį (a) ir puspriekabę (b) veikiančios jėgos:

G_s – sunkvežimio svorio jėga,

R_{zs1} – sunkvežimio priekinių ratų vertikali reakcija į kelią,

$R_{zs2,3}$ – sunkvežimio galinių ratų vertikali reakcija į kelią,

F_{fs1} – sunkvežimio priekinių ratų pasipriešinimo riedėjimui jėga,

$F_{tr2,3}$ – sunkvežimio galinių ratų kontakte su keliu sukuriama traukos jėga,

F_{ins} – sunkvežimio svorio centre veikianti inercijos jėga,

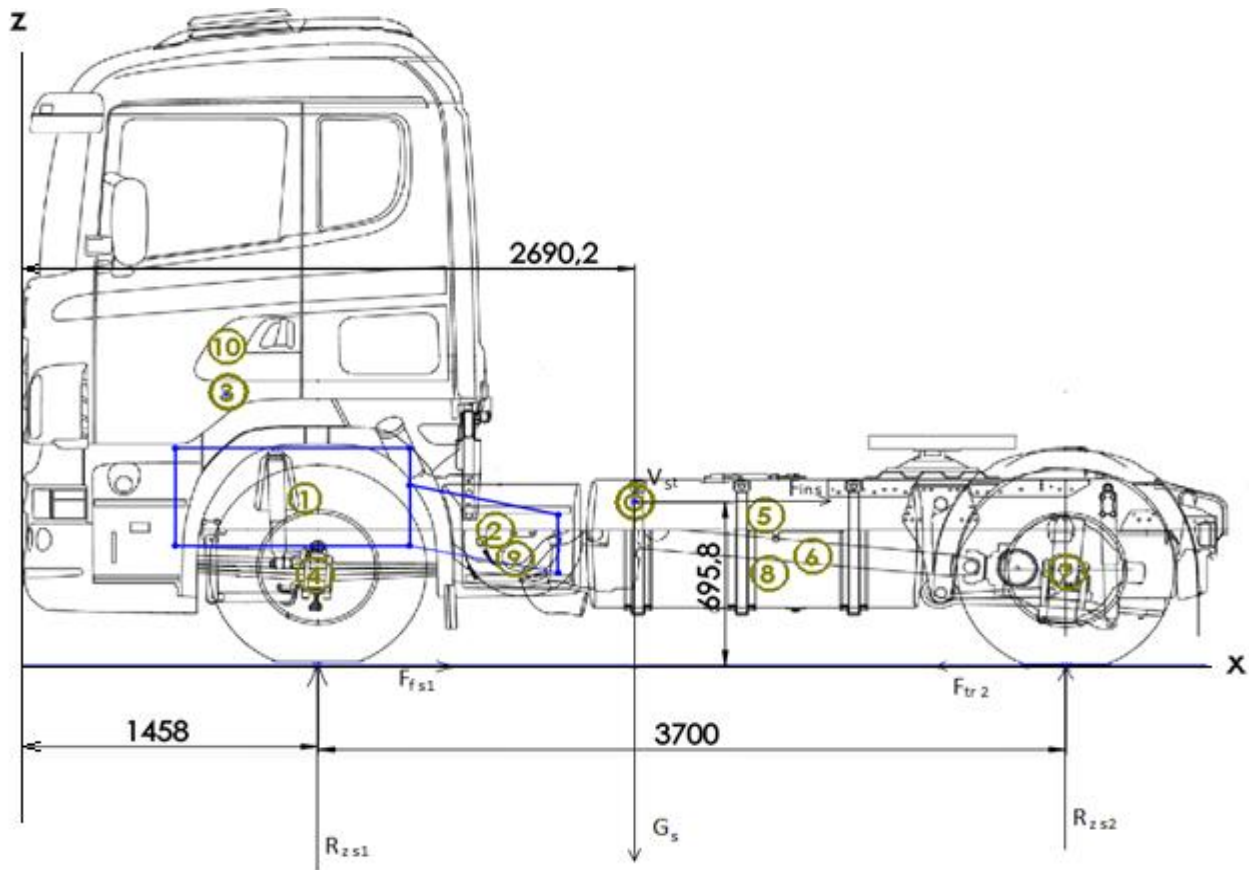
G_p – priekabos svorio jėga,

$R_{zp1, 2, 3}$ – priekabos ratų vertikalios reakcijos į kelią,

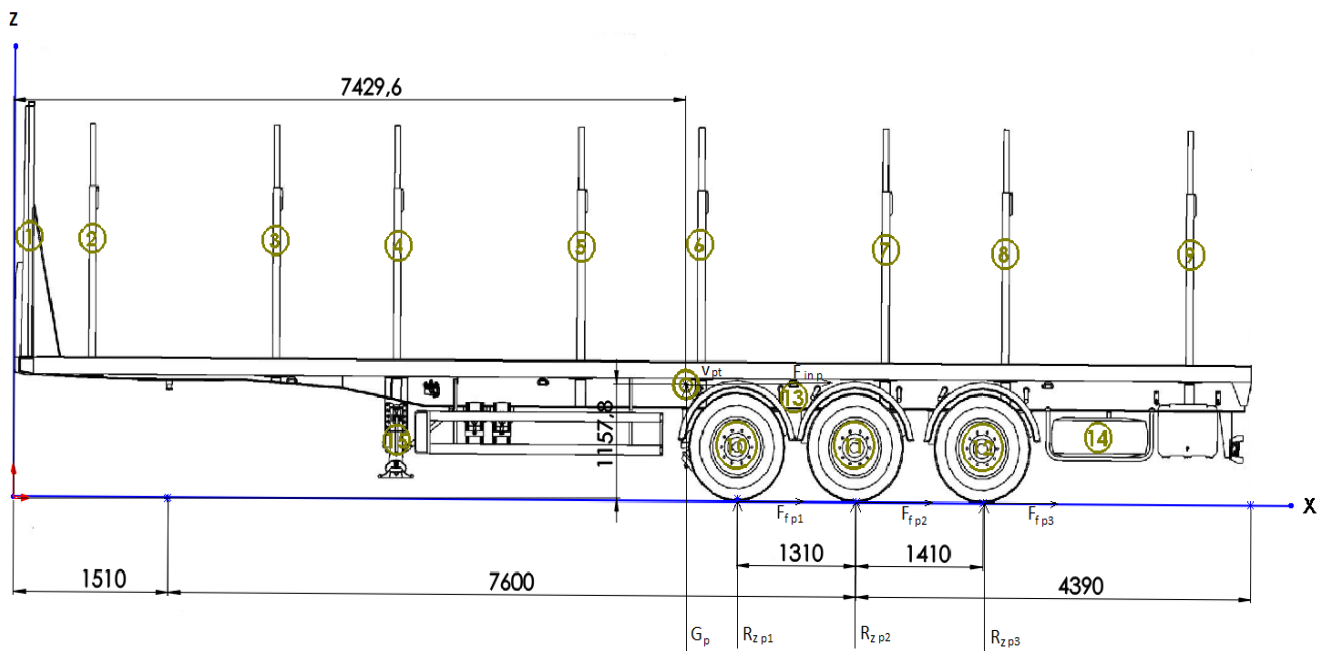
$F_{fp1, 2, 3}$ – priekabos ratų pasipriešinimo riedėjimui jėgos,

F_{inp} – priekabos svorio centre veikianti inercijos jėga,

Įsibėgėjimo metu, vilkiką veikiančios apkrovos pavaizduotos 2.2 pav.



a)



b)

2.2 pav. Išibėgėjimo metu vilkiką (a) ir puspriekabę (b) veikiančios jėgos:

G_s – vilkiko svorio jėga,

R_{zs1} – vilkiko priekinių ratų vertikali reakcija į kelią,

R_{zs2} – vilkiko galinių ratų vertikali reakcija į kelią,

F_{fs1} – vilkiko priekinių ratų pasipriešinimo riedėjimui jėga,

F_{tr2} – vilkiko galinių ratų kontakte su keliu sukuriama traukos jėga,

F_{In_s} – sunkvežimio svorio centre veikianti inercijos jėga,

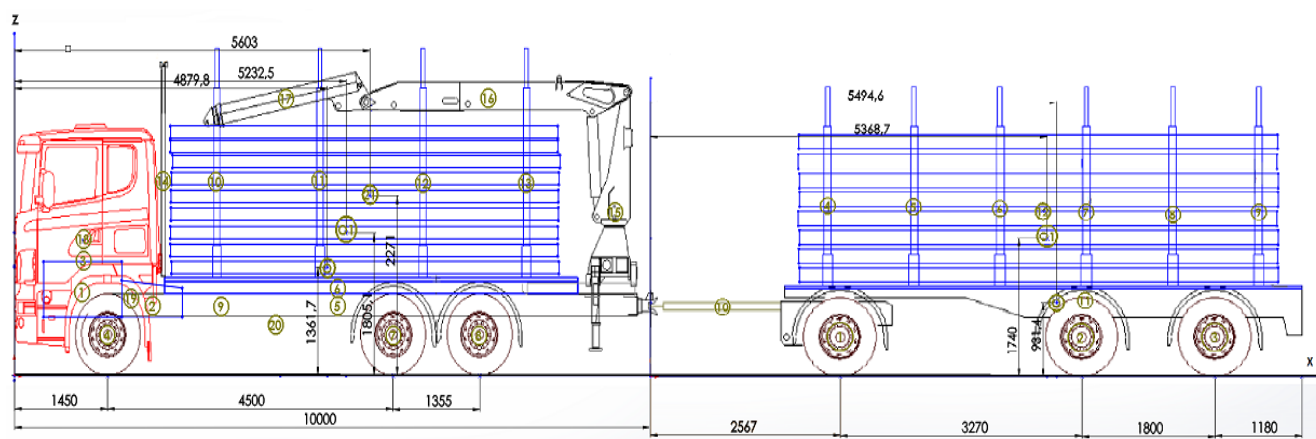
G_p – priekabos svorio jėga,

$R_{z,p1,2,3}$ – priekabos ratų vertikalios reakcijos į kelią,

$F_{f,p1,2,3}$ – priekabos ratų pasipriešinimo riedėjimui jėgos,

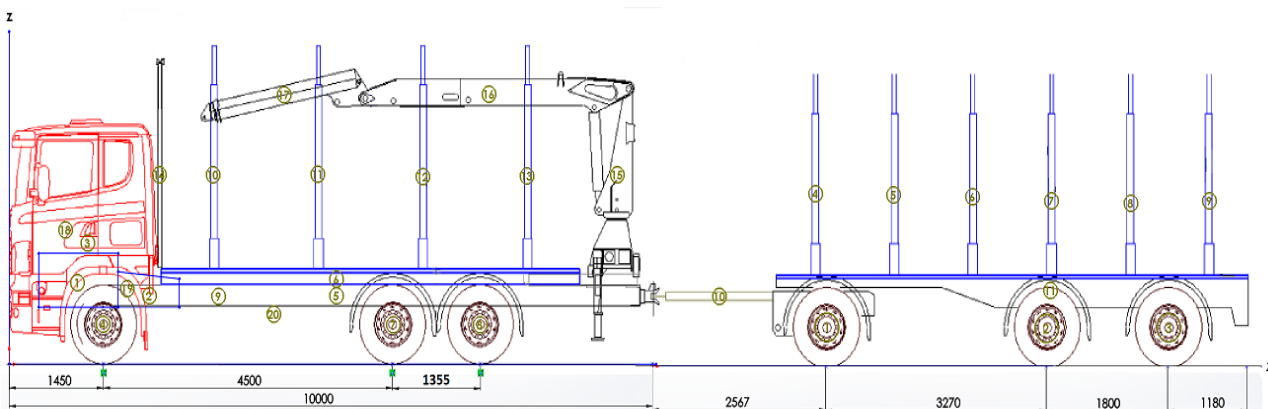
F_{In_p} – priekabos svorio centre veikianti inercijos jėga,

Galimi pakrovimo atvejai pavaizduoti 2.3 pav:



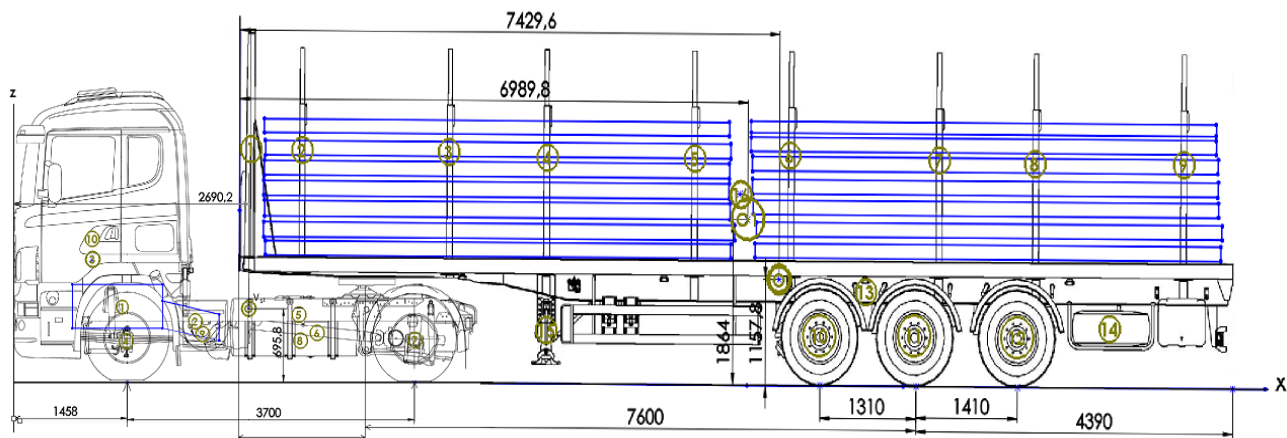
a) Sunkvežimio masė $M_s = 27910$ kg, priekabos masė $M_p = 18760$ kg,

bendra masė $M_b = 46670$ kg, masių santykis $n = \frac{M_s}{M_p} = 1,488$.



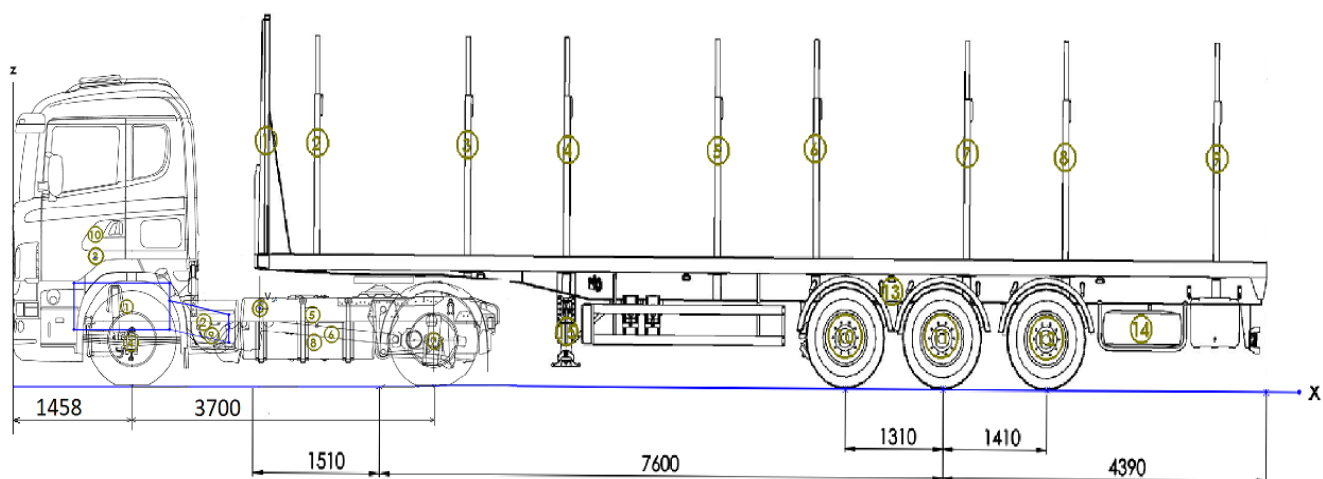
b) Sunkvežimio masė $M_s = 14300$ kg, priekabos masė $M_p = 5150$ kg,

bendra masė $M_b = 19450$ kg, masių santykis $n = \frac{M_s}{M_p} = 2,777$.



c) Sunkvežimio masė $M_s = 6955$ kg, priekabos masė $M_p = 36120$ kg,

bendra masė $M_b = 43075$ kg, masių santykis $n = \frac{M_s}{M_p} = 0,193$.



d) Sunkvežimio masė $M_s = 6955$ kg, priekabos masė $M_p = 6840$ kg,

bendra masė $M_b = 13795$ kg, masių santykis $n = \frac{M_s}{M_p} = 1,017$.

2.3 pav. Sunkvežimių pakrovimas: a) pilnai pakrautas miškovežis, b) tuščias miškovežis, c) pilnai pakrauta vilkikas, d) tuščias vilkikas

Didelę įtaką išilginiams parametrams turi sunkvežimio pakrovimas. Apibrėžiant pasireiškiančias apkrovas, analizuojami 4 sunkvežimių pakrovimo atvejai (2.3 pav.).

2a) ir 2c) pav. pavaizduotas pilnai pakrautas miškovežis ir vilkikas. Pilnai pakrautų sunkvežimių didelė masė įtakoja viso sunkvežimio dinamiką išibėgėjimo ir stabdymo metu. Dėl didelio inertiškumo, išibėgėjimo ir stabdymo metu svorio centre veikia mažiasnis išilginis pagreitis, nei tuščių transporto priemoniu - a_{xp} . Dėl mažiasnio išilginio pagreičio - a_{xp} susidaro mažiasnė išilginė

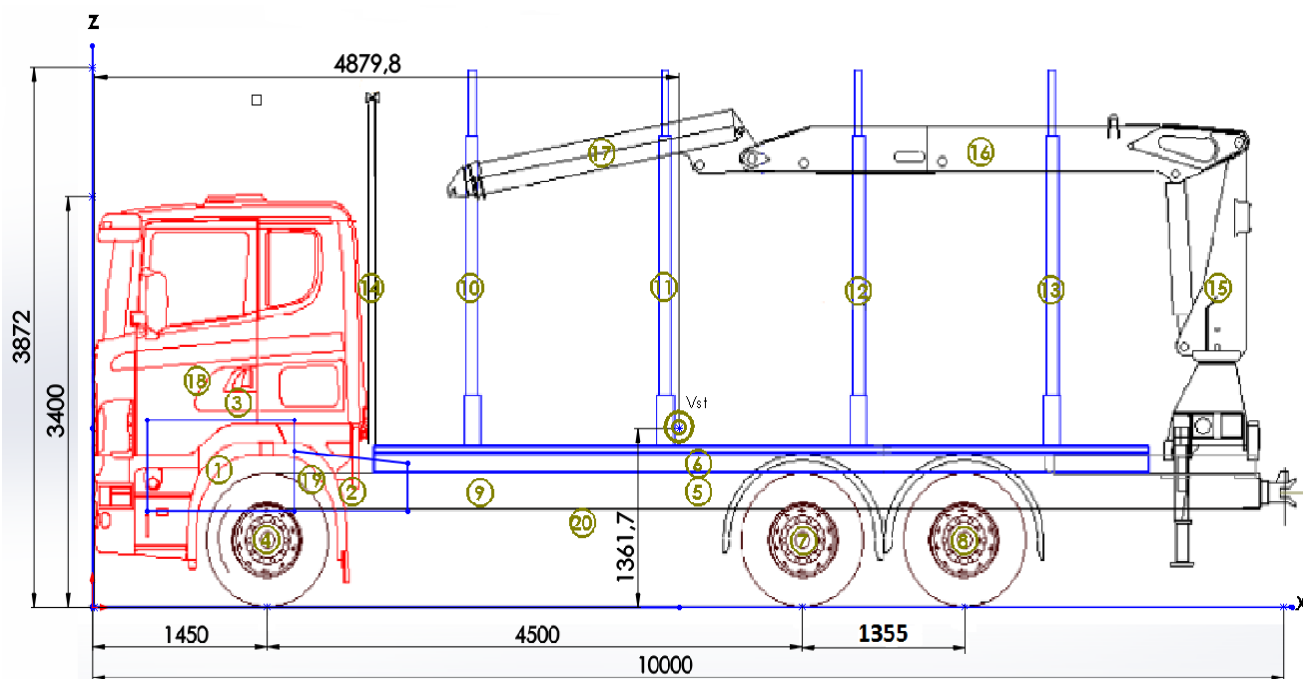
jėgos inercinė dedamoji – $F_{In p}$. Bet visą inercijos jėgą, labai įtakoja didelė masė. Dėl didesnio priekabos/puspriekabės pakrovimo padidėja ratų pasipriešinimo riedėjimui jėgos - $F_{f p1, 2, 3}$.

2b) ir 2d) pav. pavaizduotas tuščias miškovežis ir vilkikas. Tušti sunkvežimiai pasižymi geriausia išibėgėjimo ir stabdymo dinamika. Dėl didžiausio priekabos svorio centre veikiančio pagreičio - a_{xp} padidėja išilginės jėgos inercinė dedamoji – $F_{In p}$, bet dėl mažesnės priekabos/puspriekabės masės ji taip pat ir sumažėja. Šiuo atveju jėgos – $F_{In p}$ dydis priklauso nuo autovežio išibėgėjimo ir stabdymo galimybių. Dėl mažesnės priekabos masės sumažėja ir $F_{f p1, 2, 3}$ jėgos.

Nustatant sunkvežimio išibėgėjimo ir stabdymo dinamiką, darbe nagrinėjami pavaizduoti pakrovimo atvejai. Sunkvežimių išibėgėjimo ir stabdymo dinamika nagrinėjama esant horizontaliam keliui su sausa asfaltuota danga.

2.2 Nagrinėjamų sunkvežimių, priekabos/puspriekabės techninės charakteristikos

Šiame poskyryje pateikiami visi nagrinėjamų sunkvežimių parametrai, naudojami išibėgėjimo ir stabdymo dinamikos skaičiavimuose. Sunkiasvorių automobilių išibėgėjimo ir stabdymo dinamika nagrinėjama su tikslu nustatyti visą sąstatą veikiančią išilginį pagreitį staigaus išibėgėjimo ir stabdymo metu. Žinant išibėgėjimo ir stabdymo metu sąstatą veikiančias jėgas, galimas tolimiasnis jėgų ir poveikių įvertinimas.



2.4 pav. Miškovežio Volvo FH 12 460 išoriniai matmenys

Volvo FH 12 išoriniai matmenys

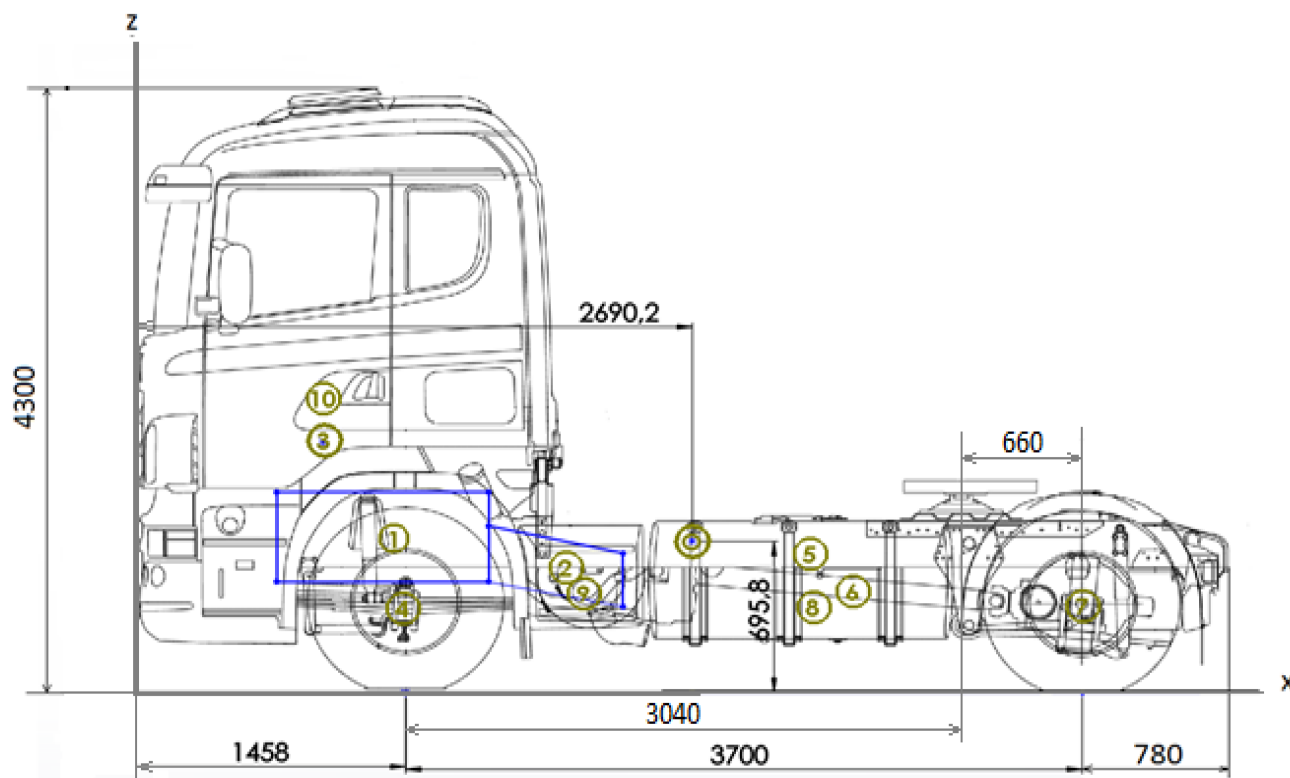
Matmuo	Žymėjimas	Reikšmė	Dimensija
Automobilio ilgis	L	10000	mm
Automobilio plotis	B_a	2500	mm
Automobilio aukštis	H_a	3400	mm
Automobilio bazė	l	5855	mm
Automobilio tarpvėžė:			
Priekyje	b_p	2084	mm
Gale	b_g	2025	mm

Volvo FHv12 variklio techniniai duomenys pateikti 2.2 lentelėje.

Volvo FH 12 variklio techniniai duomenys

Charakteristika	Reikšmė (aprašas)	Dimensija
Cilindrų skaičius	6	-
Cilindrų išdėstymo schema	L6	-
Variklio darbinis tūris	12,130	Litrai
Maksimali galia	338 (460) /1800	kW(AG) aps/min
Maksimalus sukimo momentas	2200 /1500	Nm / aps/min
Kuro tipas	Dyzelinas	-

*L6 – šeši cilindrai išdėstyti eilėje



2.5 pav. Vilkiko Scania G420 išoriniai matmenys

Scania G420 išoriniai matmenys

Matmuo	Žymėjimas	Reikšmė	Dimensija
Automobilio ilgis	L	5938	mm
Automobilio plotis	B_a	2500	mm
Automobilio aukštis	H_a	3400	mm
Automobilio bazė	l	3700	mm
Automobilio tarpvėžė:			
Priekyje	b_p	2067	mm
Gale	b_g	2011	mm

Nagrinėjamo sunkvežimio variklio techniniai duomenys pateikti 3.2 lentelėje.

Scania G420 variklio techniniai duomenys

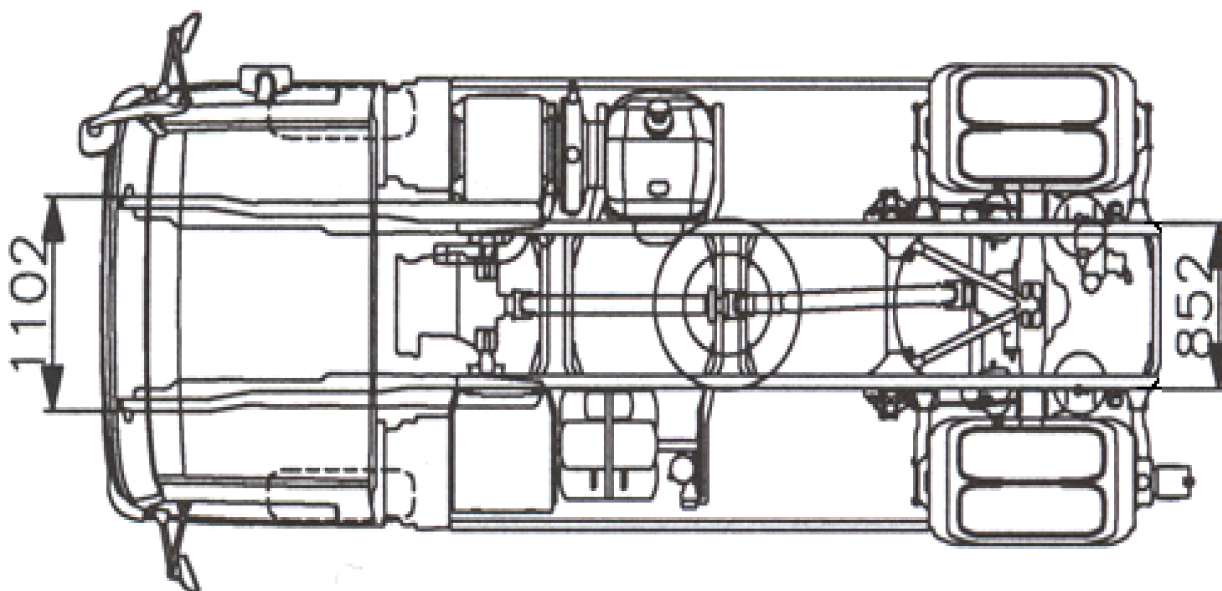
Charakteristika	Reikšmė (aprašas)	Dimensija
Cilindrų skaičius	6	-
Cilindrų išdėstymo schema	L6	-
Variklio darbinis tūris	11,705	Litrai
Maksimali galia	309 (420) /1800	kW(AG) aps/min
Maksimalus sukimo momentas	2100 /1400	Nm / aps/min
Kuro tipas	Dyzelinas	-

*L6 – šeši cilindrai išdėstyti eilėje

2.6 pav. pavaizduota sunkvežimio pavaros schema. Priimta, kad abiem sunkvežimiam ji vienoda. Šešių cilindrų variklis montuojamas išilgai automobilio po kabina virš priekinio tilto ištisinės sijos.

Variklis nuosekliai jungiamas su 16 laipsnių GRSO905R tipo, sinchronizuotų pavarų dėže. Pavarų dėžės gale sumontuotas demultiplikatorius, kurio pavara pavarų perdavimo santykį sumažina 1,2 karto. Pavarų dėžė su varančiųjų ratų pagrindine pavara sujungiama dviejų sekcijų kardaniniu velenu. Varančiųjų ratų pagrindinė pavara montuojama ištisiniame galiniame tilte. Ant galinės varančiosios automobilio ašies montuojami sudvejinti ratai.

Nagrinėjamų sunkvežimių pagrindinės pavaros ir pavarų dėžės perdavimo santykiai pateikiamos 2.5 lentelėje. Priimama, kad abiem transporto priemonėm perdavimo santykiai vienodi. Varančiųjų ratų ir padangų charakteristikos pateikiamos - 2.6 lentelėje.



2.6 pav. Nagrinėjamo sunkvežimio pavaros schema

2.5 lentelė

Pagrindinės pavaros ir pavarų dėžės perdavimo santykiai

Pavara	Perdavimo santykis
Pagrindinė pavara	2,642
1 – pavara*	17,03
2 – pavara	14,19
3 – pavara*	11,5
4 – pavara	9,58
5 – pavara*	7,8
6 - pavara	6,5
7 – pavara*	5,28
8 - pavara	4,4
9 – pavara*	3,87
10 – pavara	3,22
11 – pavara*	2,61
12 – pavara	2,18
13 – pavara*	1,77
14 - pavara	1,48
15 – pavara*	1,2
16 - pavara	1,0

* Pavarų dėžės perdavimo santykiai įjungus demultiplikatorių

Padangų charakteristikos

Charakteristika	Žymėjimas	Reikšmė	Dimensija
Padangos žymėjimas	315/80 R 22.5		-
Padangos plotis	B	315	mm
Padangos aukštis*	H	$(B \cdot 80)/100 = 252$	mm
Ratlankio skersmuo**	D	$22.5 \cdot 25,4 = 571.5$	mm
Rato laisvasis spindulys	r_o	538	mm

*Skaičius 80 ant padangos reiškia, kad padangos aukštis lygus 80% - tos padangos pločio.

**Pažymėjimas R 22.5 reiškia ratlankio skersmenį coliais (1 colis = 25,4 mm).

Montuojamos vienodos padangos tiek ant vilkiko, tiek ant miškovežio.

Varančiųjų sunkvežimio ratų statinis spindulys – r_{st} apskaičiuojamas pagal 2.1 formulę:

$$r_{st} = 0.5 \cdot d + \Delta \lambda_s \cdot B = 0.5 \cdot 571.5 + 0.65 \cdot 0.9 \cdot 315 = 470,03 \text{ (mm);} \quad (2.1)$$

čia:

d – ratlankio skersmuo (mm) (ratlankio R22.5 skersmuo, $d = 571,5$ mm);

Δ – santykinis padangos aukštis dalimis (padangoje 315/80 R 22.5 LHS $\Delta = 0,65$);

λ_s – padangos susėdimas ($0,85 \div 0,9$).

B – padangos plotis (mm) (padangoje 315/80 R 22.5 $B = 315$ mm).

Kadangi nagrinėjamas sunkvežimis turi sudvejintus galinius ratus, tai padangų susėdimas įvertinamas didesne reikšme ($\lambda_s = 0,9$).

Sunkvežimio aerodinaminio pasipriešinimo koeficientas priklauso nuo kėbulo ant sunkvežimio platformos tipo ir jo reikšmės svyruoja nuo 0,6 iki 0,85. Paprastai jis nurodomas automobilio techniniuose charakteristikose. Tariant, kad kūno, turinčio kubo formą aptakumo koeficientas $C_x = 1$, bandymais nustatyta: rutulio $C_x = 0,25$, krintančio vandens lašo $C_x = 0,013$,

Šiuo atveju priimama, kad autovežio aerodinaminio pasipriešinimo koeficientas - $C_x = 0,85$.

Sunkvežimių masės ir leistini ašių apkrovimai pateikti 2.7 ir 2.8 lentelėse.

Sunkvežimio midelio plotas - F_M apskaičiuojamas pagal 2.2 formulę:

$$F_M = 0,88 \cdot (B_a \cdot H_a) = 0,88 \cdot 2,5 \cdot 3,4 = 7,48 \text{ (m}^2\text{)}. \quad (2.2)$$

čia:

B_a - automobilio plotis; H_a - automobilio aukštis;

Miškovežio masė ir leistini ašių apkrovimai

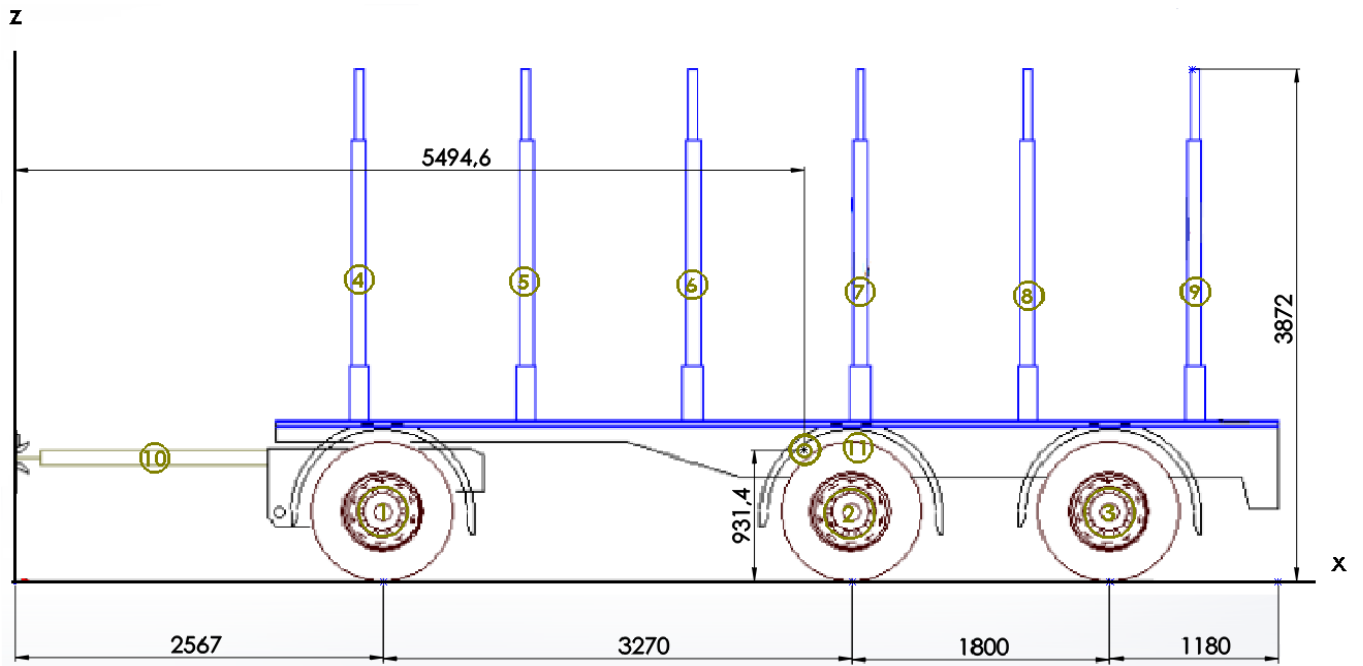
Charakteristika	Žymėjimas	Reikšmė	Dimensija
Važiuoti paruošto sunkvežimio masė	ms	14300	kg
Važiuoti paruošto sunkvežimio priekinės ašies apkrova	mps	5810,59	kg
Važiuoti paruošto sunkvežimio galinės ašies apkrova	mgs	8217,71	kg
Maksimali leistina priekinės ašies apkrova	mpb	10000	kg
Maksimali leistina galinių ašių apkrova	mgb	18000	kg

Vilkiko masė ir leistini ašių apkrovimai

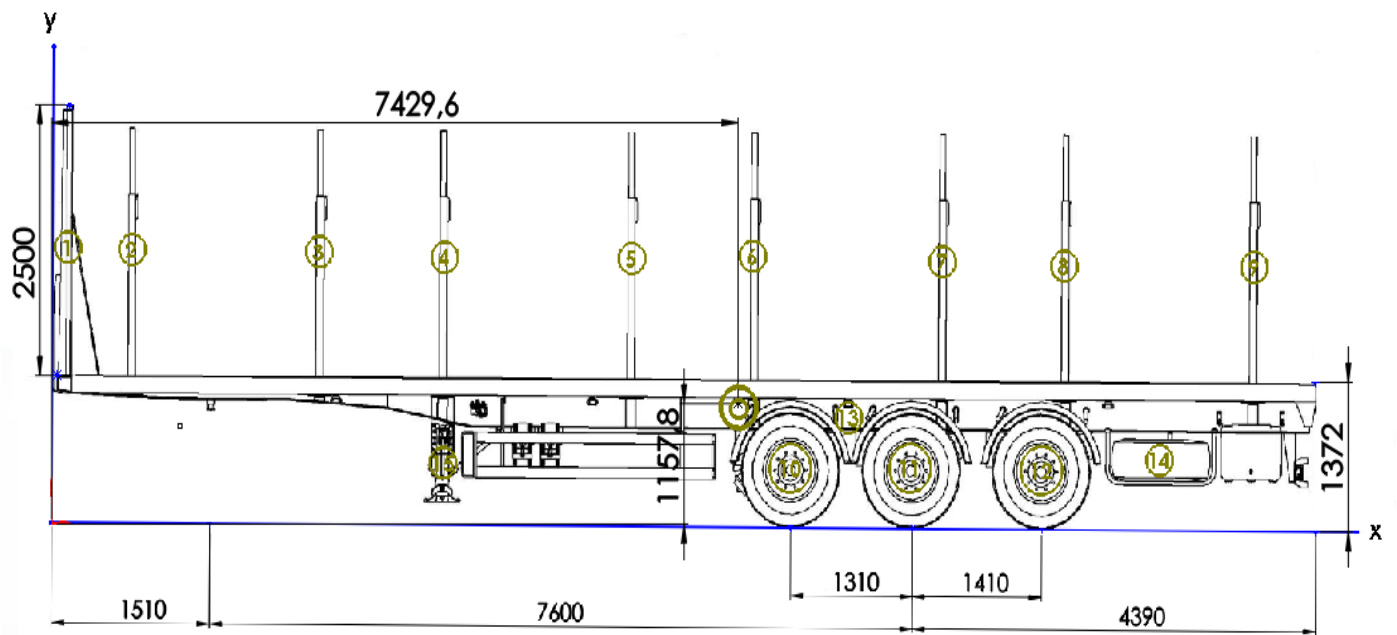
Charakteristika	Žymėjimas	Reikšmė	Dimensija
Važiuoti paruošto sunkvežimio masė	ms	6955	kg
Važiuoti paruošto sunkvežimio priekinės ašies apkrova	mps	3982,70	kg
Važiuoti paruošto sunkvežimio galinės ašies apkrova	mgs	2840,16	kg
Maksimali leistina priekinės ašies apkrova	mpb	10000	kg
Maksimali leistina galinės ašies apkrova	mgb	11500	kg

Atliekant sunkvežimių įsibėgėjimo dinamikos analizę, būtina įvertinti priekabos/puspriekabės įtaką. Priekabos/puspriekabės masė ir trijų ašių sukuriama priekabos pasipriešinimas riedėjimui daro žymią įtaką autovežio įsibėgėjimo dinamikai.

Priekabos ir puspriekabės išoriniai matmenys pateikti 2.7 ir 2.8 pav:



2.7 pav. Priekabos išoriniai matmenys



2.8 pav. Puspriekabės išoriniai matmenys

Priekabos ir puspriekabės išoriniai matmenys pateikti 2.9 ir 2.10 lentelėse

Priekabos išoriniai matmenys

Matmuo	Žymėjimas	Reikšmė	Dimensija
Priekabos ilgis	L	8817	mm
Priekabos plotis	B_a	2550	mm
Priekabos aukštis	H_a	3872	mm
Priekabos bazė	l	5070	mm
Priekabos tarpvėžė: Priekyje Gale	b_p b_g	2040 2040	mm mm
Padangos	275/70/22.5		-

Puspriekabės išoriniai matmenys

Matmuo	Žymėjimas	Reikšmė	Dimensija
Puspriekabės ilgis	L	13500	mm
Puspriekabės plotis	B_a	2550	mm
Puspriekabės aukštis	H_a	3872	mm
Puspriekabės bazė	l	7600	mm
Priekabos tarpvėžė	g	2040	Mm
Padangos	385/65/22.5		-

Priekabos ir puspriekabės masės ir leistini ašių apkrovimai pateikti 2.11 ir 2.12 lentelėse.

Priekabos masė ir leistini ašių apkrovimai

Charakteristika	Žymėjimas	Reikšmė	Dimensija
Važiuoti paruošto sunkvežimio masė	ms	5150	kg
Važiuoti paruošto sunkvežimio priekinės ašies apkrova	mps	387,99	kg
Važiuoti paruošto sunkvežimio galinės ašies apkrova	mgs	4664,16	kg
Maksimali leistina priekinės ašies apkrova	mpb	10000	kg
Maksimali leistina galinių ašių apkrova	mgb	18000	kg

Puspriekabės masė ir leistini ašių apkrovimai

Charakteristika	Žymėjimas	Reikšmė	Dimensija
Važiuoti paruošto sunkvežimio masė	ms	6840	kg
Važiuoti paruošto sunkvežimio priekinės ašies apkrova	mps	1483,63	kg
Važiuoti paruošto sunkvežimio galinės ašies apkrova	mgs	5226,41	kg
Maksimali leistina galinių ašių apkrova	mgb	24000	kg

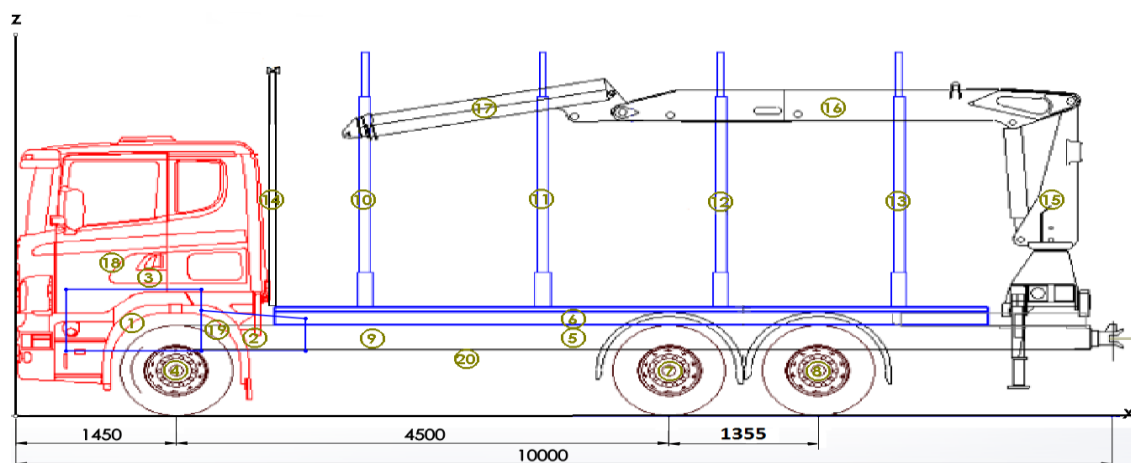
Nagrinėjamos konstrukcijos priekaba/puspriekabė suprojektuota taip, kad praktiškai visa masė tektų ratams ir kuo mažesnė jos dalis tektų sukabinimo su sunkvežimiu įtaisui. Tuo tikslu priekaba/puspriekabė turi tris ašis, o tai padidina atramų į kelią bazę išilgai priekabos/puspriekabės.

Nagrinėjamų sunkvežimių priekaba/puspriekabė turi pneumatine stabdžių sistemą, kuri maitinama nuo sunkvežimio pneumatinės stabdžių sistemos. Stabdymo momentu priekabos/puspriekabės ir sunkvežimio stabdžiai veikia sinchroniškai. Būtent toks viso autotraukinio stabdžių balansas leidžia išvengti didelių perkrovimų vienoje sutelktoje vietoje.

2.3 Masės centro nustatymas

Teoriškai skaičiuojant nagrinėjamų sunkvežimių įsibėgėjimo ir stabdymo dinamiką, remiamasi 2.1 ir 2.2 pav. nurodytomis sąlygomis ir 2.3 - 2.4 - 2.5 pav. nurodytais sunkvežimių parametrais. Pirmiausia nustatomos tuščių sunkvežimių masių pasiskirstymas sunkvežimio ašims, masės centro aukštis ir masės centro padėtis ašių atžvilgiu horizontalioje padėtyje. Nagrinėjamų sunkvežimių komponentės pateiktos 2.9 ir 2.12 pav.

Pagrindiniai sunkvežimių masę įtakojantys komponentai, jų masės ir masių centrų koordinatės pateiktos 2.13 ir 2.14 lentelėse.



2.9 pav. Nagrinėjamo miškovežio Volvo FH 12 komponentė

Volvo FH 12 komponentų masės ir masių centrų koordinatės

Nr	Agregatas			
	Pavadinimas	masė, kg	x, koordinatė, mm	z, koordinatė, mm
1	Variklis su visomis variklio sistemomis	670	1040	1030
2	Pavarų dėžė	250	2170	830
3	Pilna kabina	1450	1040	1423
4	Priekinis tiltas su ratais, stabdžių įtaisais, pakabos elementais	570	1450	537,75
5	Rėmas*	3580	5080	830
6	Antrėmis	800	5080	1100
7	Vidurinis tiltas su ratais, stabdžių įtaisais, pakabos elementais	880	5570	537,75
8	Galinis tiltas su ratais, stabdžių įtaisais, pakabos elementais	880	5950	537,75
9	Pilnas kuro bakas	650	3255	600
10	Pirmas statramstis	120	3160	2400
11	Antras statramstis	120	4820	2400
12	Trečias statramstis	120	6420	2400
13	Ketvirtas statramstis	120	8050	2400
14	Apsauginė sienelė	200	2300	2400
15	Krano bokštėlis	2160	9450	2070
16	Pirma strėlės dalis	500	7460	3490
17	Antra strėlės dalis	780	4260	3490
18	Vairuotojas	100	1040	1682
19	Pneumatinės sistemos įtaisai	200	1820	940
20	Kardaninis velenas	150	4115	600

*Prie rėmo masės pridamos kitų smulkesnių sunkvežimio elementų masės

Rezultatai:

Rezultatai		
Masė, kg	14300	
Xc, mm	4879,8	
Zc, mm	1361,7	
a, mm	3429,8	
b, mm	2425,2	
bazė l, mm	5855	
hc, mm	1361,7	
R1, N %	58105,9	41,4
R2, N %	82177,1	58,6

Bazė, mm	Masė kg	Atstumas nuo buferio iki priekinės ašies, mm
5855	14300	1450

2.10 pav Volvo FH rezultatai gauti programa „MAS“

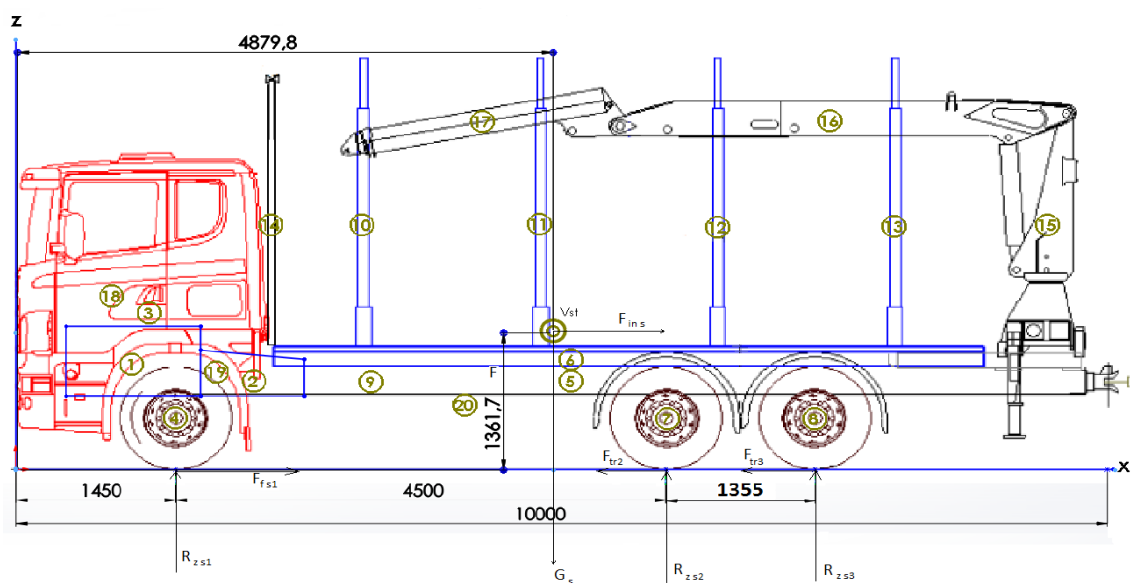
Bendra masė $m= 14300\text{kg}$

Svorio centro x koordinatė koordinacių pradžios atžvilgiu $x_C = 4879,8\text{ mm}$.

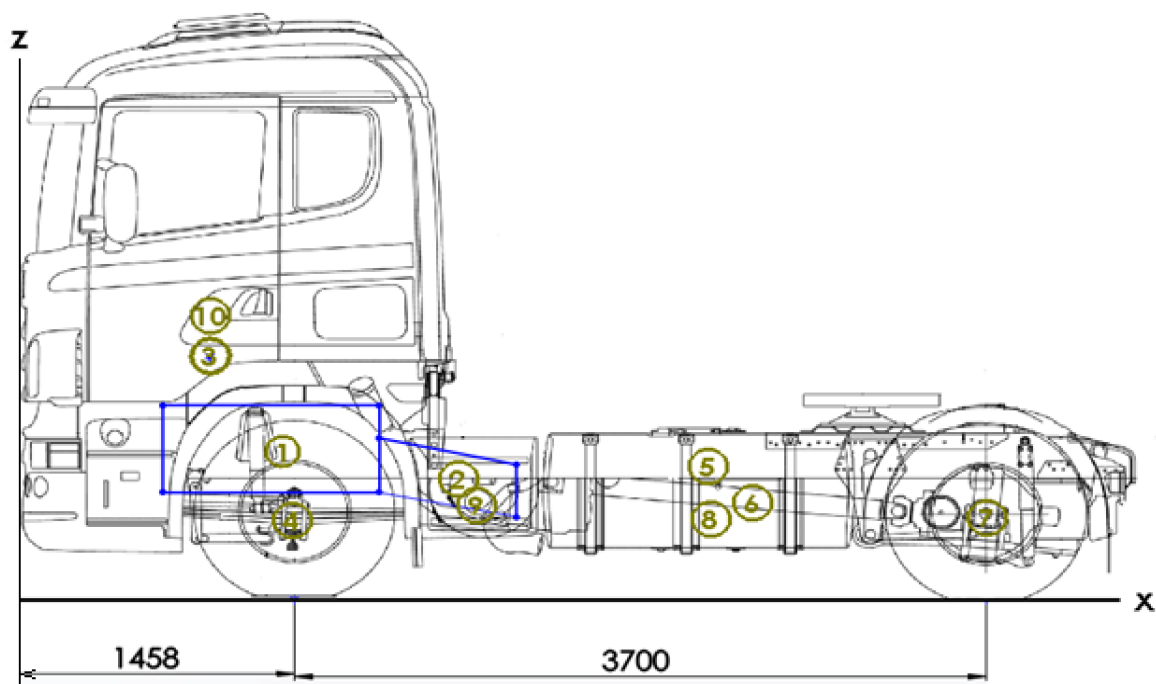
Svorio centro z koordinatė koordinacių pradžios atžvilgiu $z_C = 1361,7\text{ mm}$.

Miškovežio priekiniams ir galiniams ratams tenkanti svorio dalis ir vertikalios reakcijos kontakte su keliu: priekiniams – 41,4% ($R_{z,s1} = 58105,9\text{ N}$), galiniams – 58,6 % ($R_{z,s2,3} = 82177,1\text{ N}$).

Svorio centro padėtis miškovežio ašių atžvilgiu: priekinės $a=3429,8\text{mm}$, galinės $b=2425,2\text{mm}$.



2.11 pav. Miškovežio masių pasiskirstymas ašims



2.12 Nagrinėjamo vilkiko Scania G 420 komponentė

Scania G 420 komponentų masės ir masių centrų koordinatės

Nr.	Agregatas			
	Pavadinimas	masė, kg	x, koordinatė, mm	z, koordinatė, mm
1	Variklis su visomis variklio sistemomis	620	1400	690
2	Pavarų dėžė	211	2139	560
3	Pilna kabina	1250	1090	1120
4	Priekinis tiltas su ratais, stabdžių įtaisais, pakabos elementais	570	1458	537,75
5	Rėmas*	2650	3200	630
6	Kardaninis velenas	80	3257	440
7	Galinis tiltas su ratais ir stal pakabos elementais	880	5158	537,75
8	Pilnas kuro bakas	500	3200	470
9	Pneumatinės sistemos įtaisai	94	2222	440
10	Vairuotojas	100	1090	1322

*Prie rėmo masės pridedamos kitų smulkesnių sunkvežimio elementų masės

Rezultatai:

			Rezultatai		
			Masė, kg	6955	
			Xc, mm	2690,2	
			Zc, mm	695,8	
			a, mm	1540,2	
			b, mm	2159,8	
			bazė l, mm	3700	
			hc, mm	695,8	
			R1, N %	39827,0	58,4
			R2, N %	28401,6	41,6

Bazė, mm	Masė kg	Atstumas nuo buferio iki priekinės ašies, mm
3700	6955	1150

2.13 pav. Scania G 420 rezultatai gauti programa „MAS“

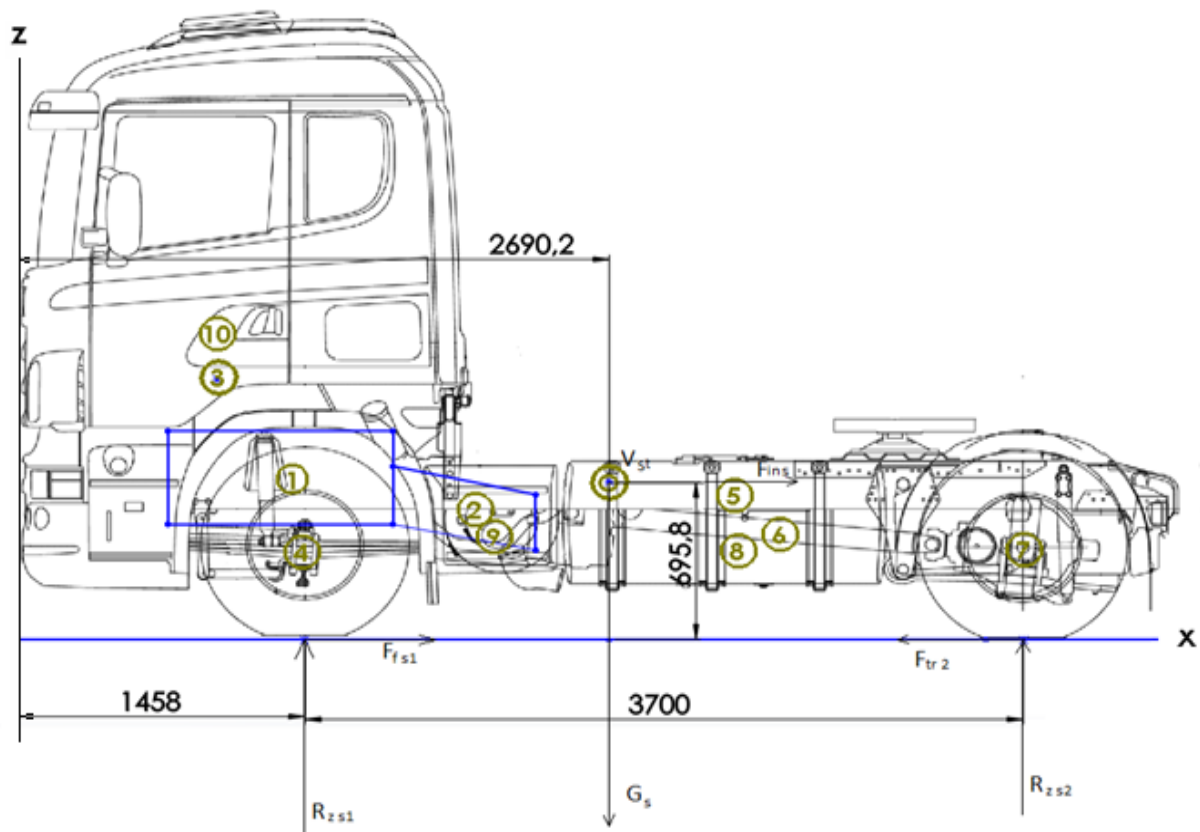
Bendra masė $m = 6955\text{kg}$

Svorio centro x koordinatė koordinatės pradžios atžvilgiu $x_C = 2690,2\text{ mm}$.

Svorio centro z koordinatė koordinatės pradžios atžvilgiu $z_C = 695,8\text{ mm}$.

Vilkiko priekiniams ir galiniams ratams tenkanti svorio dalis ir vertikalios reakcijos kontakte su keliu: priekiniams – 58,4% ($R_{z,s1} = 39827\text{ N}$), galiniams – 41,6% ($R_{z,s2} = 28401,6\text{ N}$).

Svorio centro padėtis vilkiko ašių atžvilgiu: priekinės $a = 1540,2\text{ mm}$, galinės $b = 2159,8\text{ mm}$.

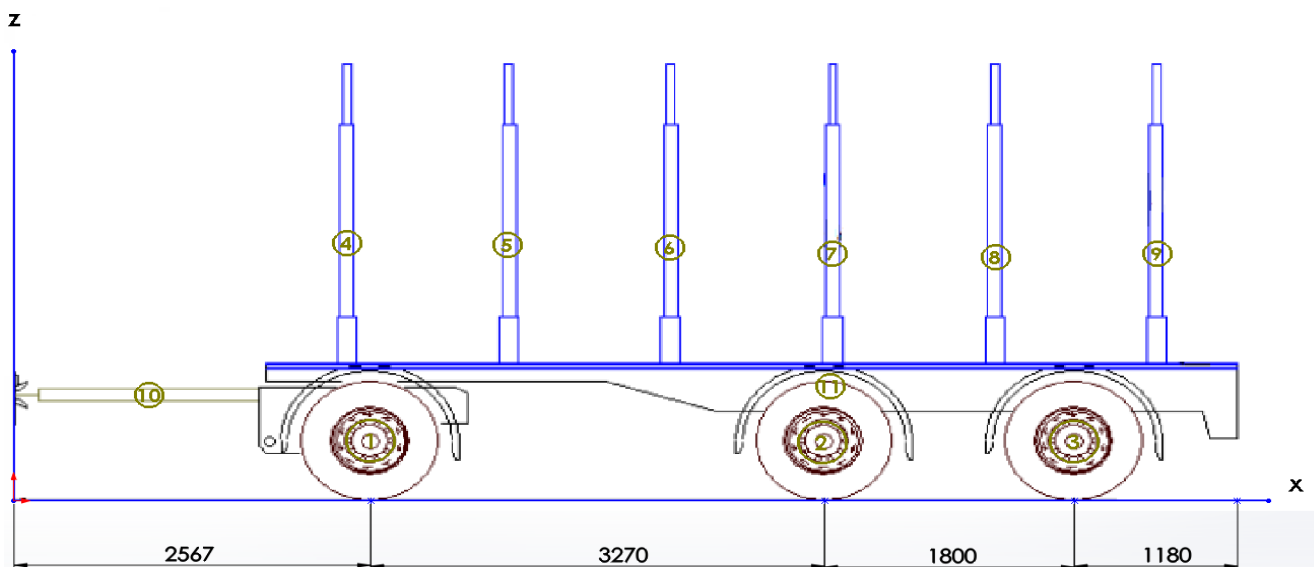


2.14 pav. Vilkiko masių pasiskirstymas ašims

Sunkvežimių masės pasiskirstymas ašims nustatomas su KTU Transporto inžinerijos katedroje sukurta programa „MAS.exe“. Skaičiavimo rezultatai pateikti 2.11 ir 2.14 pav.

Analogiški skaičiavimai atliekami ir sunkvežimių priekabai ir puspriekabei. Nustatoma masių pasiskirstymas ašims, masės centro aukštis ir masės centro padėtis ašių atžvilgiu horizontalioje padėtyje. Nagrinėjamųjų komponentės pateiktos 2.15 ir 2.18 pav.

Pagrindiniai priekabos/puspriekabės masę įtakojantys komponentai, jų masės ir masių centrų koordinatės pateiktos 2.15 ir 2.16 lentelėse.



2.15 pav. Nagrinėjamos priekabos komponentė

Priekabos komponentų masės ir masių centrų koordinatės

Nr.	Agregatas			
	Pavadinimas	masė, kg	x, koordinatė, mm	z, koordinatė, mm
1	Priekinė ašis su ratais, pakabos ir stabdžių įrenginiais	570	2567	480
2	Vidurinė ašis su ratais, pakabos ir stabdžių įrenginiais	570	5837	480
3	Galinė ašis su ratais, pakabos ir stabdžių įrenginiais	570	7337	480
4	Pirmas statramstis	120	2398	2046
5	Antras statramstis	120	3570	2046
6	Trečias statramstis	120	4742	2046
7	Ketvirtas statramstis	120	5914	2046
8	Penktas statramstis	120	7086	2046
9	Šeštasis statramstis	120	8258	2046
10	Trikampis prikabinimas	80	990	859
11	Priekabos rėmas su platformomis, pneumaticos įrenginiai*	2640	5837	922

*Prie rėmo masės pridedamos kitų smulkesnių elementų masės

Rezultatai:

Rezultatai		
Masė, kg	5150	
x_c , mm	5494,6	
z_c , mm	931,4	
a, mm	4680,6	
b, mm	389,4	
bazė l, mm	5070	
hc, mm	931,4	
R1, N %	3879,9	7,7
R2, N %	46641,6	92,3

Bazė, mm	Masė kg	Atstumas nuo buferio iki priekinės ašies, mm
5070	5150	814

2.16 pav. Priekabos rezultatai gauti programa „MAS“

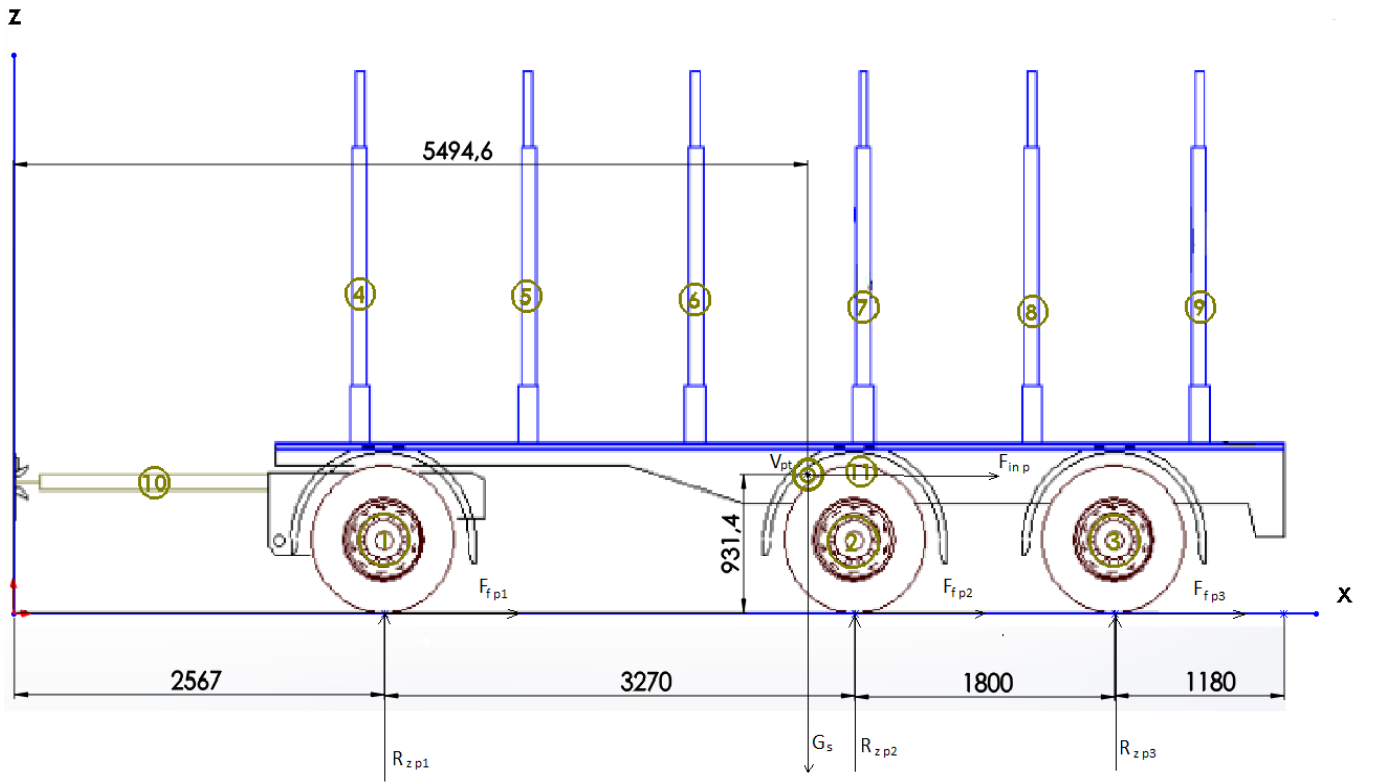
Bendra masė $m = 5150\text{kg}$

Svorio centro x koordinatė koordinatės pradžios atžvilgiu $x_c = 5494,6\text{ mm}$.

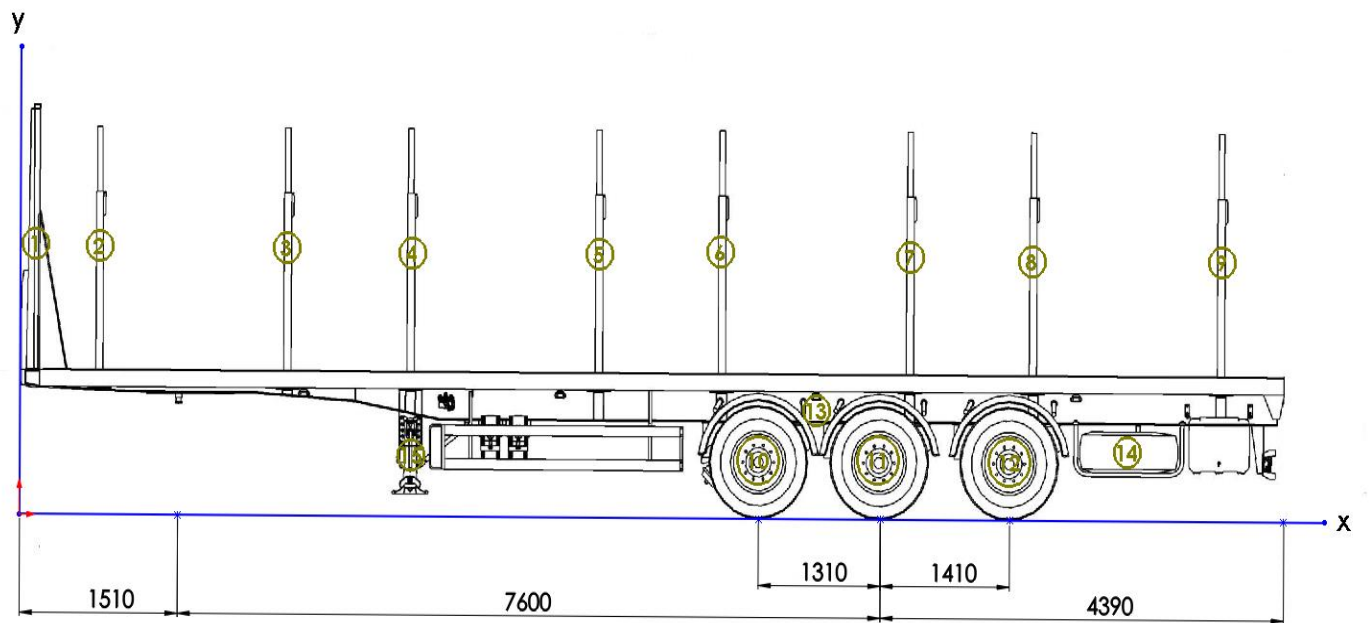
Svorio centro z koordinatė koordinatės pradžios atžvilgiu $z_c = 931,4\text{ mm}$.

Priekabos priekiniams ir galiniams ratams tenkanti svorio dalis ir vertikalios reakcijos kontakte su keliu: priekiniams – 7,7% ($R_{z,p1} = 3879,9\text{ N}$), galiniams – 92,3% ($R_{z,p2,3} = 46641,6\text{ N}$).

Svorio centro padėtis priekabos ašių atžvilgiu: priekinės $a = 4680,6\text{ mm}$, galinės $b = 389,4\text{ mm}$.



2.17 pav. Priekabos masių pasiskirstymas ašims



2.18 pav. Nagrinėjamos puspriekabės komponentė

Puspriekabės komponentų masės ir masių centrų koordinatės

Nr.	Agregatas			
	Pavadinimas	masė, kg	x, koordinatė, mm	z, koordinatė, mm
1	Apsauginė sienelė	200	116	2550
2	Pirmas statramstis	120	770	2550
3	Antras statramstis	120	2543	2550
4	Trečias statramstis	120	3705	2550
5	Ketvirtas statramstis	120	5520	2550
6	Penktas statramstis	120	6700	2550
7	Šeštas statramstis	120	8485	2550
8	Septintas statramstis	120	9677	2550
9	Aštuntas statramstis	120	11470	2550
10	Priekinė ašis su ratais, pakabos ir stabdžių įrenginiais	570	7050	536
11	Vidurinė ašis su ratais, pakabos ir stabdžių įrenginiais	570	8360	536
12	Galinė ašis su ratais, pakabos ir stabdžių įrenginiais	570	9770	536
13	Priekabos rėmas su platformomis, pneumatikos įrenginiai*	3830	7705	1032
14	Atsarginis ratas	80	10576	658
15	Pastatymo kojos	60	3700	658

*Prie rėmo masės pridamos kitų smulkesnių elementų masės

Rezultatai:

			Rezultatai		
			Masė, kg	6840	
Bazė, mm	Masė kg	Atstumas nuo buferio iki priekinės ašies, mm	Xc, mm	7429,6	
7600	6840	1510	Zc, mm	1157,8	
			a, mm	5919,6	
			b, mm	1680,4	
			bazė l, mm	7600	
			hc, mm	1157,8	
			R1, N %	14836,3	22,1
			R2, N %	52264,1	77,9

2.19 pav. Puspriekabės rezultatai gauti programa „MAS“

Bendra masė $m = 6840\text{kg}$

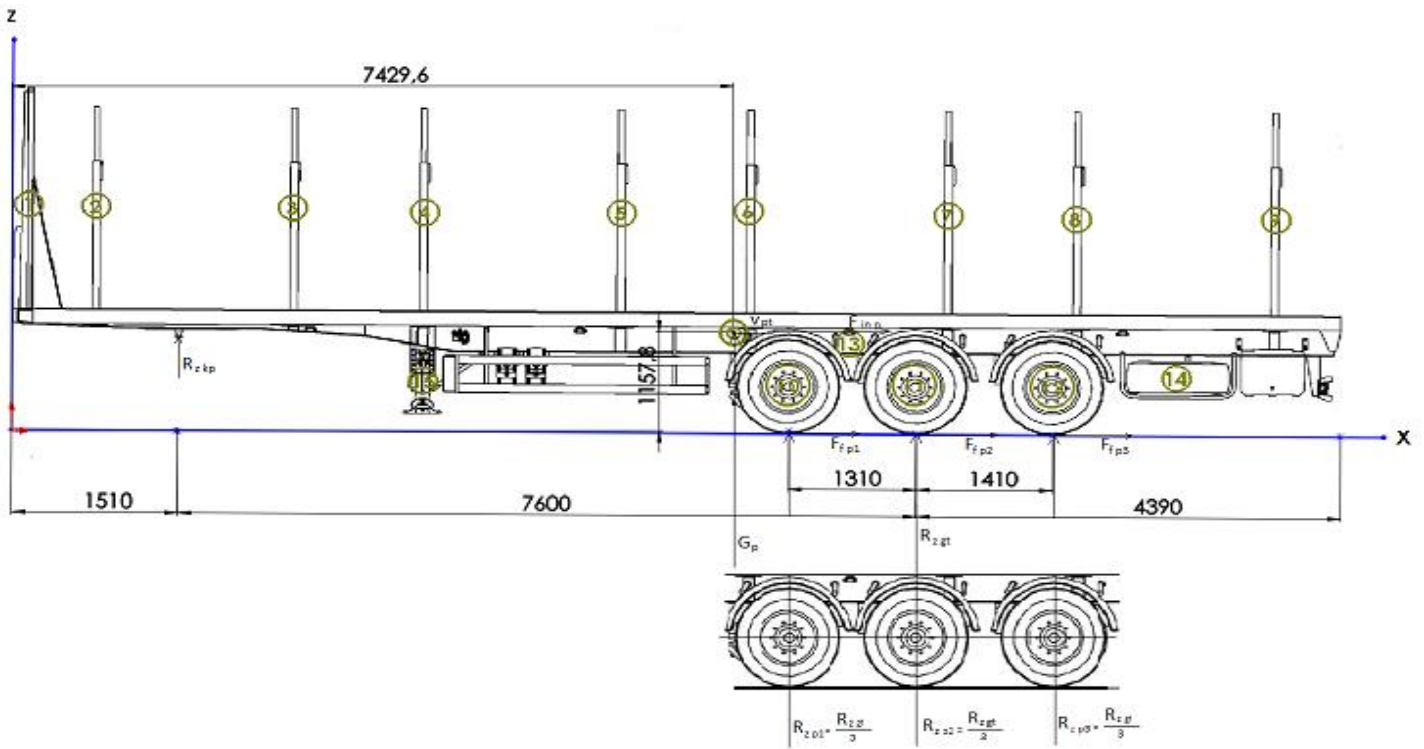
Svorio centro x koordinatė koordinačių pradžios atžvilgiu $x_C = 7429,6\text{ mm}$.

Svorio centro z koordinatė koordinačių pradžios atžvilgiu $z_C = 1157,8\text{ mm}$.

Puspriekabės prikabinimo įtaisui ir galiniams ratams tenkanti svorio dalis ir vertikalios reakcijos kontakte su keliu: prikabinimo įtaisui – 22,1 % ($R_{z, kp} = 14836,3\text{ N}$),

galiniams – 92,3 % ($R_{z, p1,2,3} = 52264,1\text{ N}$).

Svorio centro padėtis puspriekabės atraminių taškų atžvilgiu: priekinio $a = 5919,6\text{ mm}$, galinio $b = 1680,4\text{ mm}$.



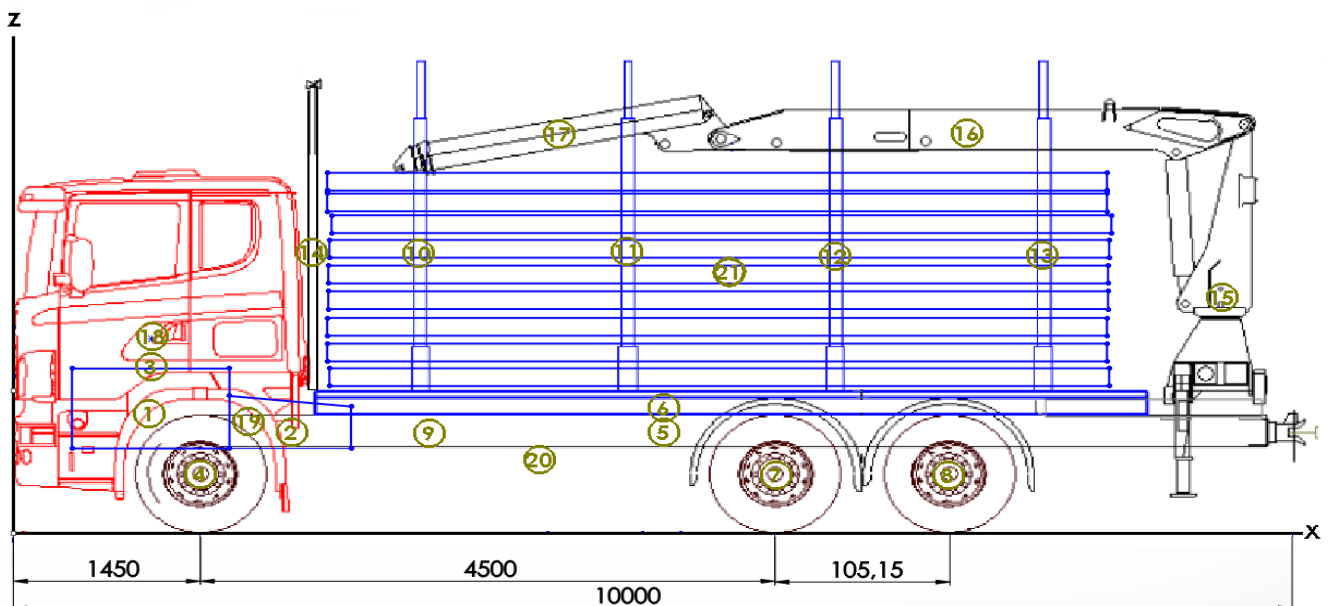
2.20 pav. Puspriekabė masių pasiskirstymas ašims

Skaičiuojant puaspriekabės masės pasiskirstymą priimta, kad vienas atraminis puspriekabės taškas yra sukabinimo įtaisas, o kitas - centrinė jos ašis. Šiuo atveju ant centrinės puspriekabės ašies tenkanti masė padalinama į tris dalis ir tolygiai pasiskirstyta visoms trim puspriekabės ašims.

Toliau bus atliekami analogiški skaičiavimai su pakrautom transporto priemonėm: miškovežiu; priekaba; puspriekabe.

Nagrinėjamų transporto priemonių komponentės pateiktos 2.21, 2.24, 2.27 pav.

Pagrindiniai masę įtakojantys komponentai, jų masės ir masių centrų koordinatės pateiktos 2.17, 2.18 ir 2.19 lentelėse.



2.21 pav. Nagrinėjamo krauto miškovežio Volvo FH 12 komponentė

Krauto miškovežio komponentų masės ir masių centrų koordinatės

Nr.	Agregatas			
	Pavadinimas	masė, kg	x, koordinatė, mm	z, koordinatė, mm
1	Variklis su visomis variklio sistemomis	670	1040	1030
2	Pavarų dėžė	250	2170	830
3	Pilna kabina	1450	1040	1423
4	Priekinis tiltas su ratais, stabdžių įtaisais, pakabos elementais	570	1450	537,75
5	Rėmas*	3580	5080	830
6	Antrėmis	800	5080	1100
7	Vidurinis tiltas su ratais, stabdžių įtaisais, pakabos elementais	880	5570	537,75
8	Galinis tiltas su ratais, stabdžių įtaisais, pakabos elementais	880	5950	537,75
9	Pilnas kuro bakas	650	3255	600
10	Pirmas statramstis	120	3160	2400
11	Antras statramstis	120	4820	2400
12	Trečias statramstis	120	6420	2400
13	Ketvirtas statramstis	120	8050	2400
14	Apsauginė sienelė	200	2300	2400
15	Krano bokštelis	2160	9450	2070
16	Pirma strėlės dalis	500	7460	3490
17	Antra strėlės dalis	780	4260	3490
18	Vairuotojas	100	1040	1682
19	Pneumatinės sistemos įtaisai	200	1820	940
20	Kardaninis velenas	150	4115	600
21	Krovinsys	13610	5603	2271

*Prie rėmo masės pridamos kitų smulkesnių elementų masės

Rezultatai:

			Rezultatai		
			Masė, kg	27910	
			Xc, mm	5232,5	
			Zc, mm	1805,1	
			a, mm	3782,5	
			b, mm	2072,5	
			bazė l, mm	5855	
			hc, mm	1805,1	
			R1, N %	96917,3	35,4
			R2, N %	176879,8	64,6
Bazė, mm	Masė kg	Atstumas nuo buferio iki priekinės ašies, mm			
5855	27910	1450			

2.22 pav. Volvo FH krauto rezultatai gauti programa „MAS“

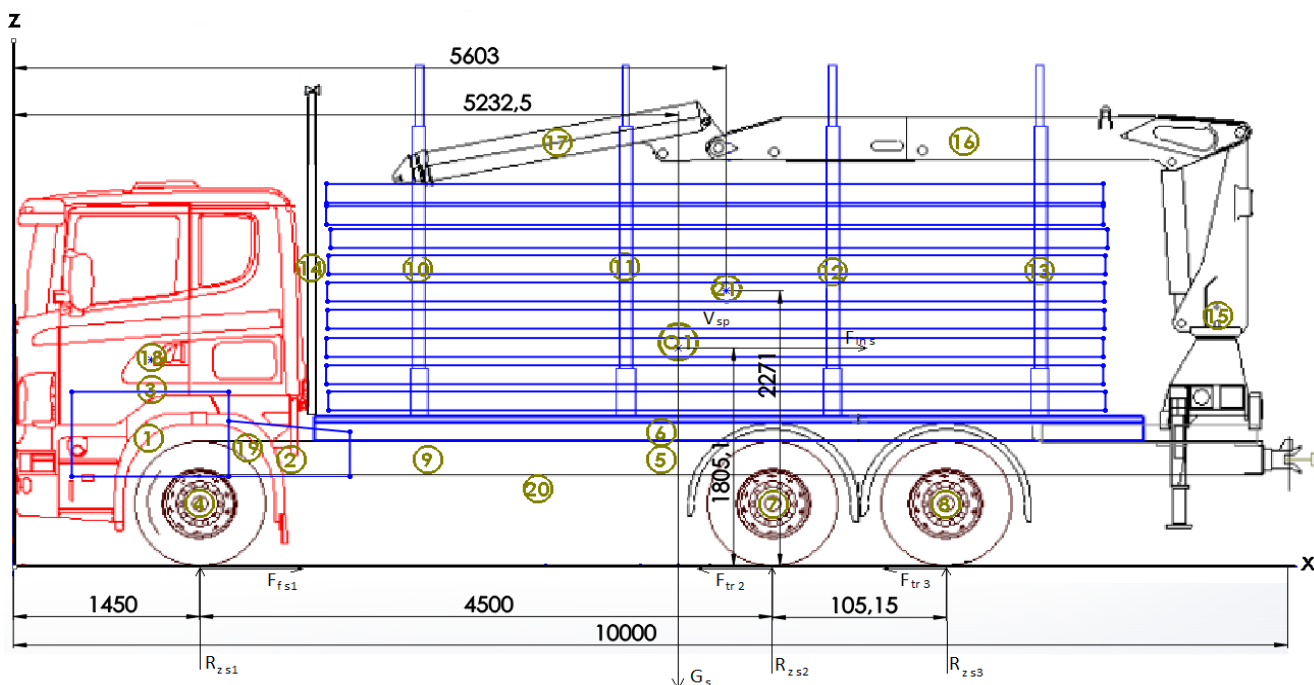
Bendra masė $m = 27910\text{kg}$

Svorio centro x koordinatė koordinacių pradžios atžvilgiu $x_C = 5232,5\text{ mm}$.

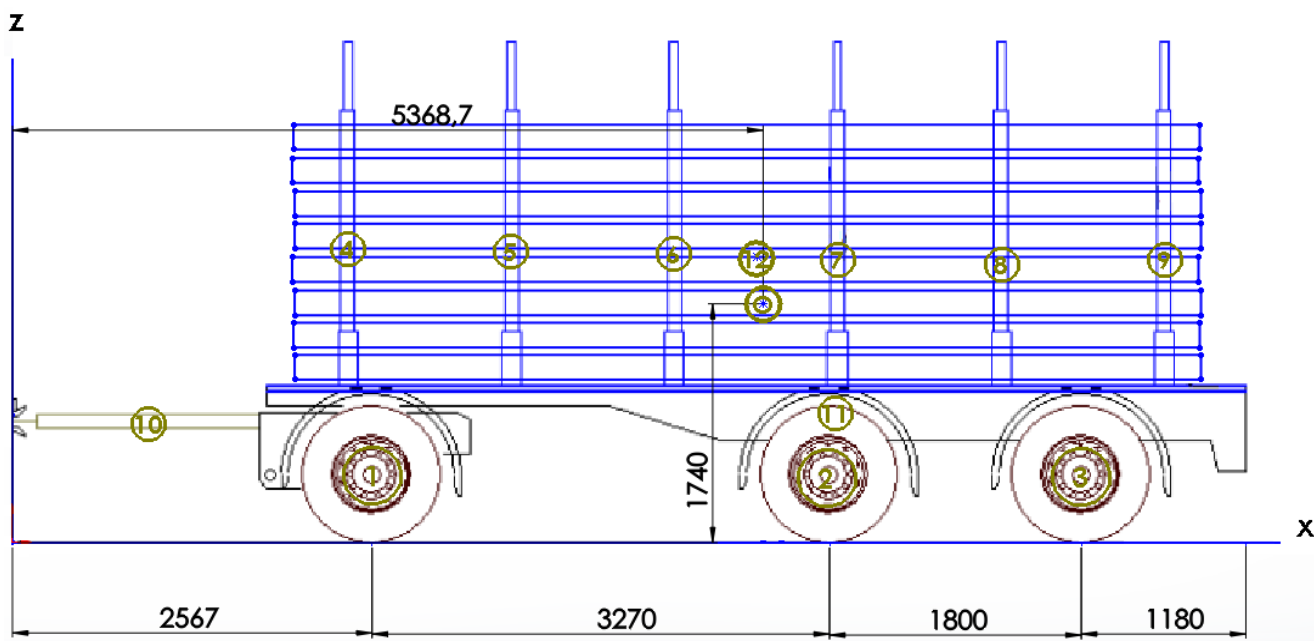
Svorio centro z koordinatė koordinacių pradžios atžvilgiu $z_C = 1805,1\text{ mm}$.

Miškovežio priekiniams ir galiniams ratams tenkanti svorio dalis ir vertikalios reakcijos kontakte su keliu: priekiniams – 35,4% ($R_{z, s1} = 96917,3$ N), galiniams – 64,6 % ($R_{z, s2,3} = 176879,8$ N).

Svorio centro padėtis miškovežio ašių atžvilgiu: priekinės $a= 3782,5$ mm, galinės $b=2072,5$ mm.



2.23 pav. Krauto miškovežio masių pasiskirstymas ašims



2.24 pav. NAGRINĖJAMOS KRAUTOS PRIEKABOS KOMPONUOTĖ

Krautos priekabos komponentų masės ir masių centrų koordinatės

Nr.	Agregatas			
	Pavadinimas	masė, kg	x, koordinatė, mm	z, koordinatė, mm
1	Priekinė ašis su ratais, pakabos ir stabdžių įrenginiais	570	2567	480
2	Vidurinė ašis su ratais, pakabos ir stabdžių įrenginiais	570	5837	480
3	Galinė ašis su ratais, pakabos ir stabdžių įrenginiais	570	7337	480
4	Pirmas statramstis	120	2398	2046
5	Antras statramstis	120	3570	2046
6	Trečias statramstis	120	4742	2046
7	Ketvirtas statramstis	120	5914	2046
8	Penktas statramstis	120	7086	2046
9	Šeštas statramstis	120	8258	2046
10	Trikampis prikabinimas	80	990	859
11	Priekabos rėmas su platformomis, pneumaticos įrenginiai*	2640	5837	922
12	Kroviny	13610	5321	2046

*Prie rėmo masės pridamos kitų smulkesnių elementų masės

Rezultatai:

			Rezultatai		
			Masė, kg	18760	
Bazė, mm	Masė kg	Atstumas nuo buferio iki priekinės ašies, mm	Xc, mm	5368,7	
5070	13610	814	Zc, mm	1740,0	
			a, mm	4554,7	
			b, mm	515,3	
			bazė l, mm	5070	
			hc, mm	1740,0	
			R1, N %	18706,0	10,2
			R2, N %	165329,6	89,8

2.25 pav. Krautos priekabos rezultatai gauti programa „MAS“

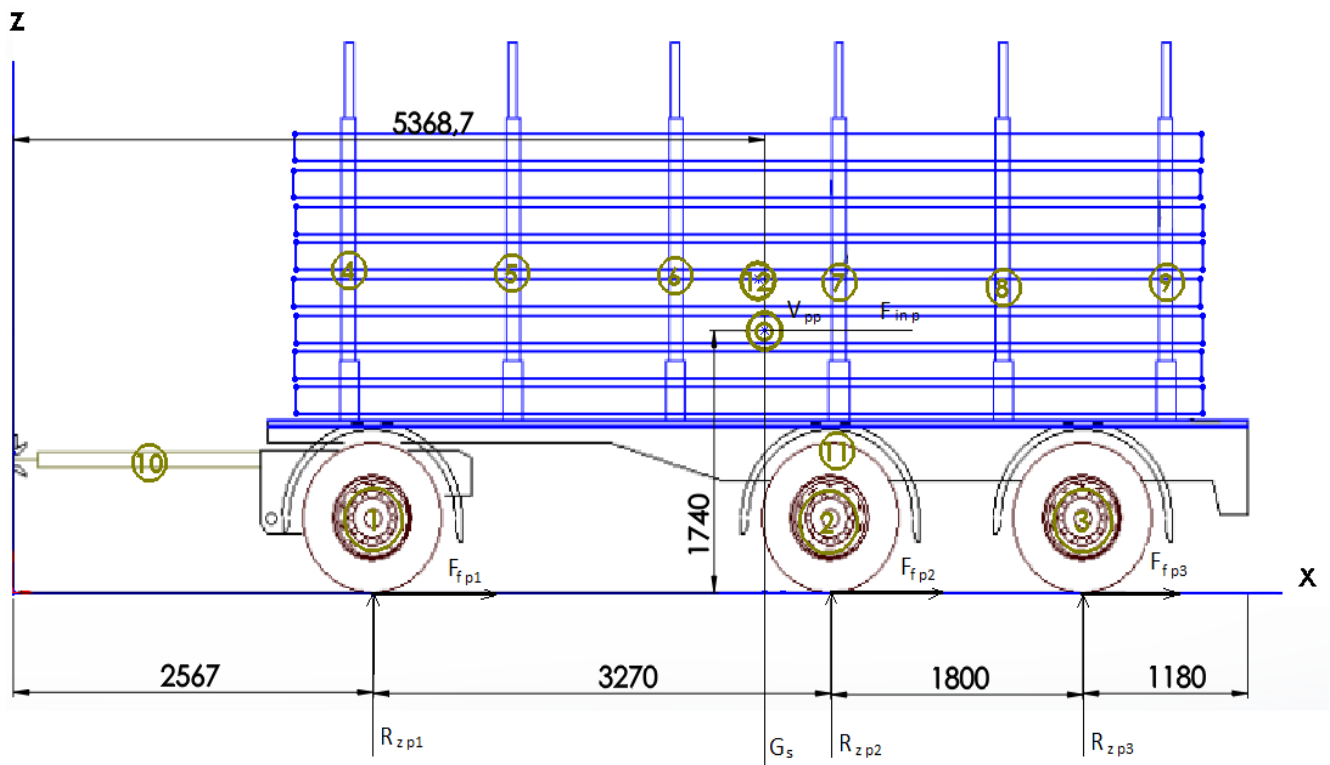
Bendra masė $m = 13610\text{kg}$

Svorio centro x koordinatė koordinatės pradžios atžvilgiu $x_C = 5368,7\text{ mm}$.

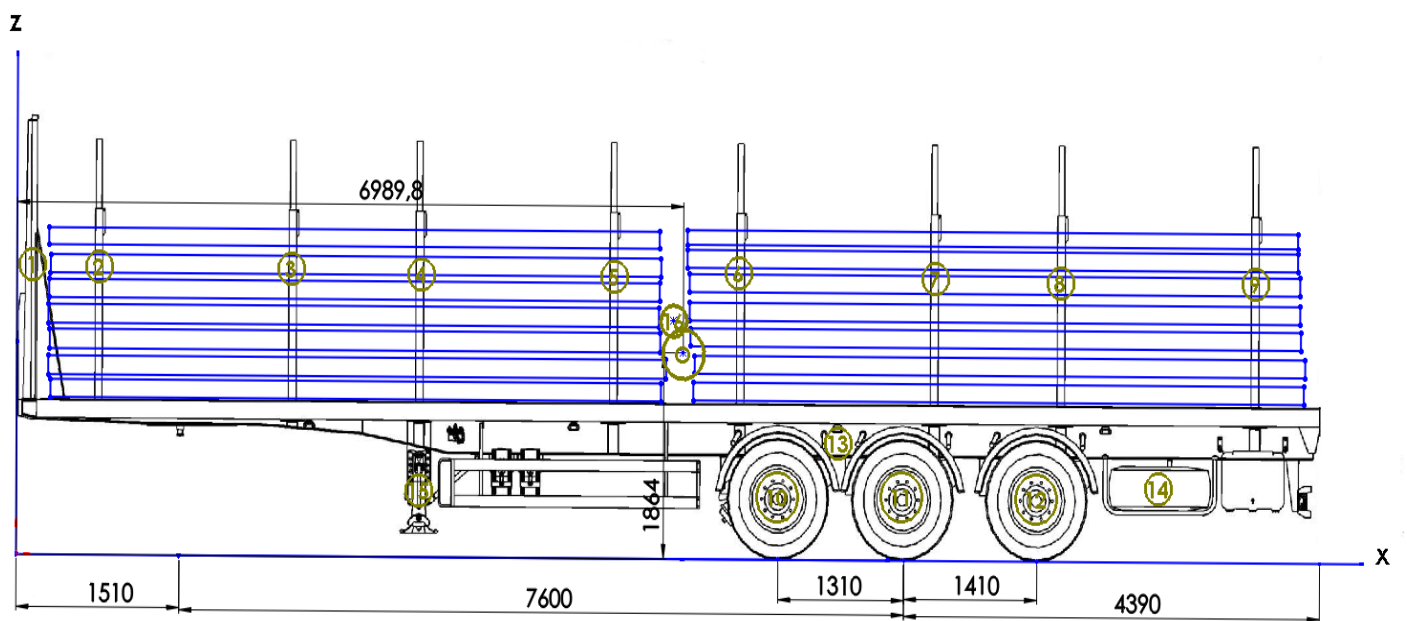
Svorio centro z koordinatė koordinatės pradžios atžvilgiu $z_C = 1740\text{ mm}$.

Priekabos priekiniams ir galiniams ratams tenkanti svorio dalis ir vertikalios reakcijos kontakte su keliu: priekiniams – 10,2 % ($R_{zpl} = 18706\text{ N}$), galiniams – 89,8 % ($R_{z p2,3} = 165329,6\text{ N}$).

Svorio centro padėtis priekabos ašių atžvilgiu: priekinės $a = 4554,7\text{ mm}$, galinės $b = 515,3\text{ mm}$.



2.26 pav. Krautos priekabos masių pasiskirstymas ašims



2.27 pav. Nagrinėjamos krautos puspriekabės komponentė

Krautos puspriekabės komponentų masės ir masių centrų koordinatės

Nr.	Agregatas			
	Pavadinimas	masė, kg	x, koordinatė, mm	z, koordinatė, mm
1	Apsauginė sienelė	200	116	2550
2	Pirmas statramstis	120	770	2550
3	Antras statramstis	120	2543	2550
4	Trečias statramstis	120	3705	2550
5	Ketvirtas statramstis	120	5520	2550
6	Penktas statramstis	120	6700	2550
7	Šeštas statramstis	120	8485	2550
8	Septintas statramstis	120	9677	2550
9	Aštuntas statramstis	120	11470	2550
10	Priekinė ašis su ratais, pakabos ir stabdžių įrenginiais	570	7050	536
11	Vidurinė ašis su ratais, pakabos ir stabdžių įrenginiais	570	8360	536
12	Galinė ašis su ratais, pakabos ir stabdžių įrenginiais	570	9770	536
13	Priekabos rėmas su platformomis, pneumaticos įrenginiai*	3830	7705	1032
14	Atsarginis ratas	80	10576	658
15	Pastatymo kojos	60	3700	658
16	Kroviny	29280	6887	2029

*Prie rėmo masės pridamos kitų smulkesnių elementų masės

Rezultatai:

			Rezultatai		
			Masė, kg	36120	
Bazė, mm	Masė kg	Atstumas nuo buferio iki priekinės ašies, mm	Xc, mm	6989,8	
7600	36120	1510	Zc, mm	1864,0	
			a, mm	5479,8	
			b, mm	2120,2	
			bazė l, mm	7600	
			hc, mm	1864,0	
			R1, N %	98853,1	27,9
			R2, N %	255484,1	72,1

2.28 pav. Krautos puspriekabės rezultatai gauti programa „MAS“

Bendra masė $m = 36120 \text{ kg}$

Svorio centro x koordinatė koordinačių pradžios atžvilgiu $x_C = 6989,8 \text{ mm}$.

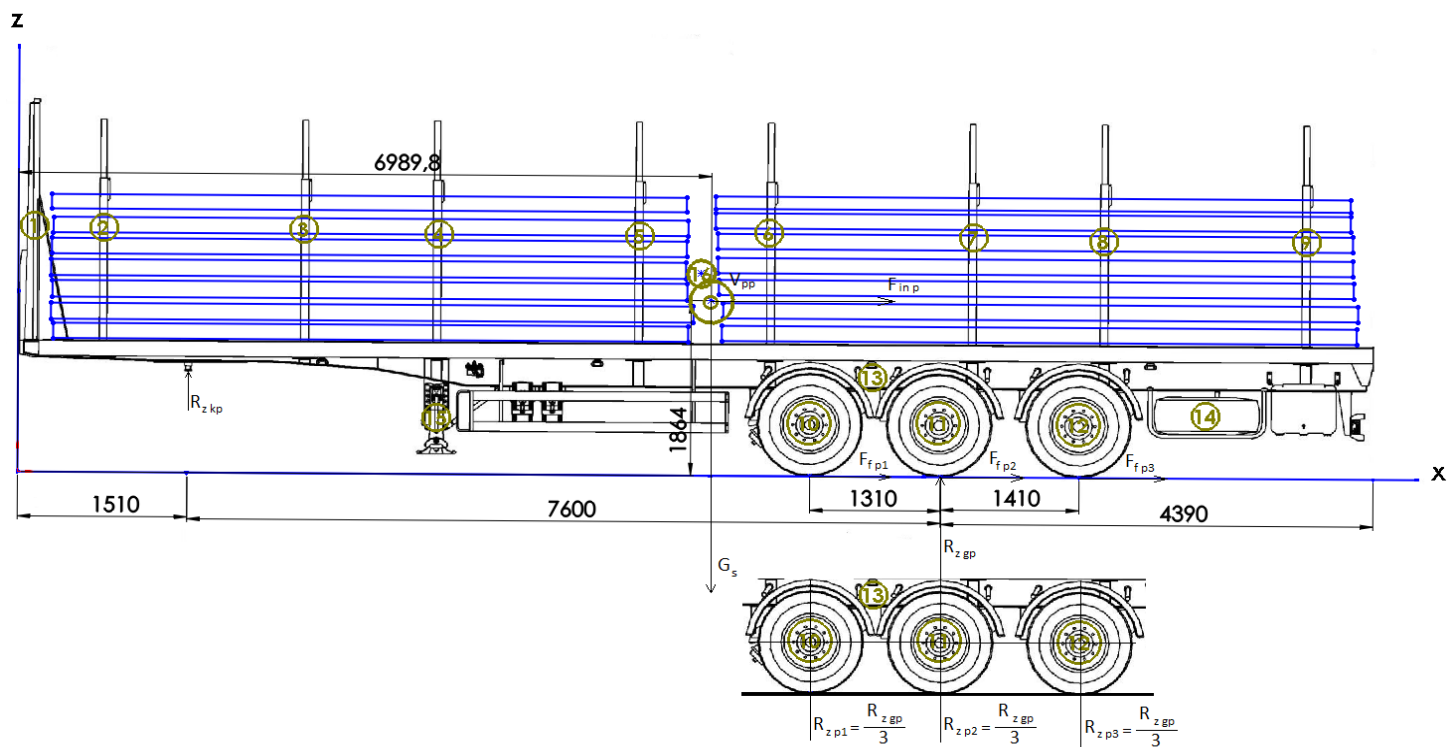
Svorio centro z koordinatė koordinačių pradžios atžvilgiu $z_C = 1864 \text{ mm}$.

Puspriekabės prikabinimo įtaisui ir galiniams ratams tenkanti svorio dalis ir vertikalios reakcijos kontakte su keliu: prikabinimo įtaisui – 27,9 % ($R_{z_{kp}} = 98853,1 \text{ N}$),

galiniams – 72,1 % ($R_{z_{p1,2,3}} = 255484,1 \text{ N}$).

Svorio centro padėtis puspriekabės atraminių taškų atžvilgiu: priekinio $a = 5479,8 \text{ mm}$,

galinio $b = 2120,2 \text{ mm}$.



2.29 pav. Krautos puspriekabės masių pasiskirstymas ašims

Skaičiuojant puaspriekabės masės pasiskirstymą priimta, kad vienas atraminis puspriekabės taškas yra sukabinimo įtaisas, o kitas - centrinė jos ašis. Šiuo atveju ant centrinės puspriekabės ašies tenkanti masė padalinama į tris dalis ir tolygiai pasiskirstyta visoms trim puspriekabės ašims.

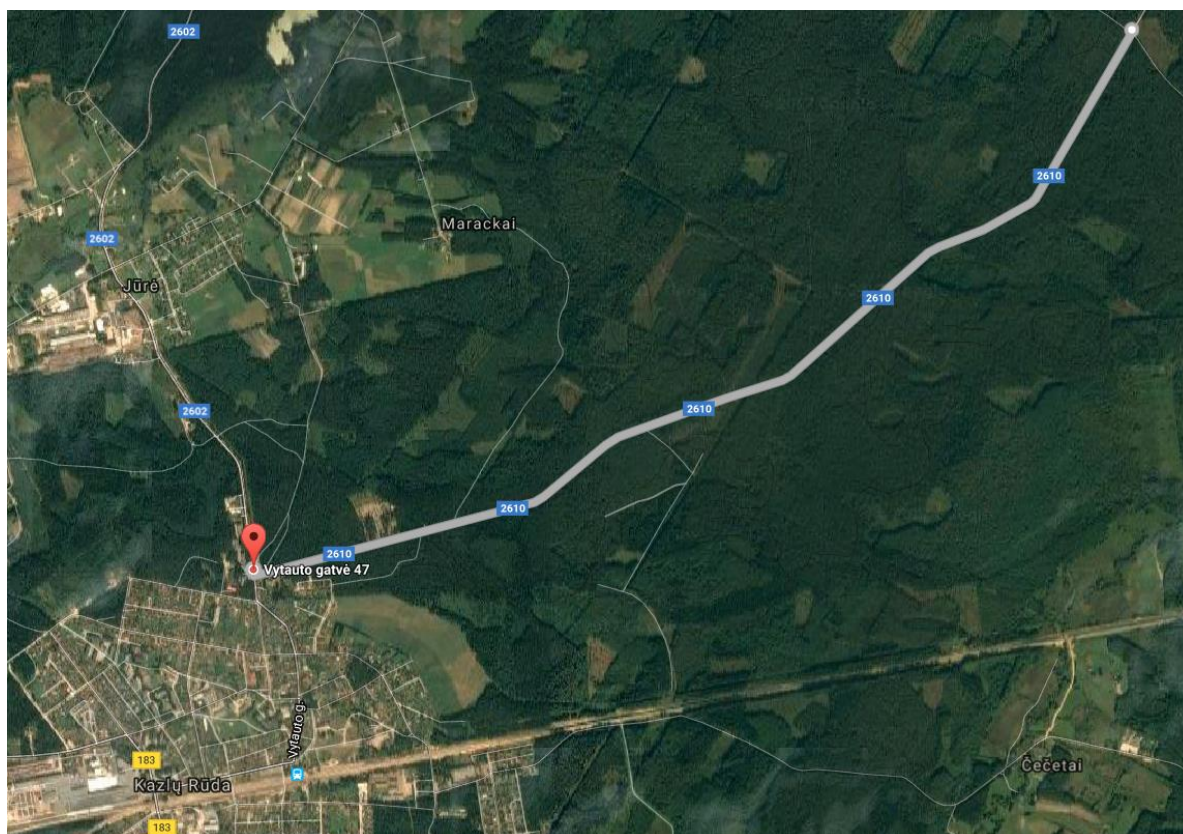
3. EKSPERIMENTINIS SUNKVEŽIMIŲ IŠILGINĖS DINAMIKOS TYRIMAS

3.1 Eksperimentinio tyrimo atlikimas

Siekiant nustatyti sunkvežimių įsibėgėjimo ir stabdymo dinamikos teorinės analizės rezultatų tikslumą, atliktas eksperimentinis nagrinėjamų sunkvežimių įsibėgėjimo ir stabdymo dinamikos tyrimas, taikant KTU Transporto inžinerijos katedros turimą matavimų įrangą. Įsibėgėjimo ir stabdymo metu veikiančių išilginių pagreičių nustatymui ant miškovežio kranų pagrindo korpuso ir ant vilkiko pagrindinio rėmo kronšteino pritvirtinti transporto priemonių judėjimo dinamikos parametrus registruojantis įrenginys „DL1 data logger“, kuriame sumontuoti išilginės judėjimo krypties pagreičio jutikliai bandymo metu fiksavo reikalingų išilginių pagreičių reikšmes. Bandyme naudotas įrenginys „DL1 data logger“ ir jo tvirtinimas ant sunkvežimių pavaizduoti 3.2 pav.

Įrenginys „DL1 data logger“ turi savąją globalios vietos nustatymo sistemos (*angl.* GPS) anteną, kurios pagalba fiksuojama transporto priemonės padėtis erdvėje. Pagal transporto priemonės padėties kitimą laiko atžvilgiu ir pagreičių parodymus prietaisas suskaičiuoja transporto priemonės judėjimo greitį 0,16 km/h tikslumu kas 0,1 sekundės dalį. Įrenginyje sumontuoti išilginis ir skersinis pagreičių davikliai fiksuoja pagrečius iki 2g.

Bandymo atlikimo vieta pavaizduota 3.1 pav.:



3.1 Kelio atkarpa, kurioje atlikti eksperimentiniai važiavimai

Bandymas atliktas 5 km kelio, Kazlų Rūda – Pažėrai – Kaunas, atkarpoje. Šiame kelyje nėra didelių nuokalnių ir įkalnių, kurios būtų nurodytos atitinkamais kelio ženklais. Išilginės dinamikos tyrimai atlikti tiesiuose kelio atkarpos ruožuose. Iš viso atlikta – 17 testinių važiavimų.



a)



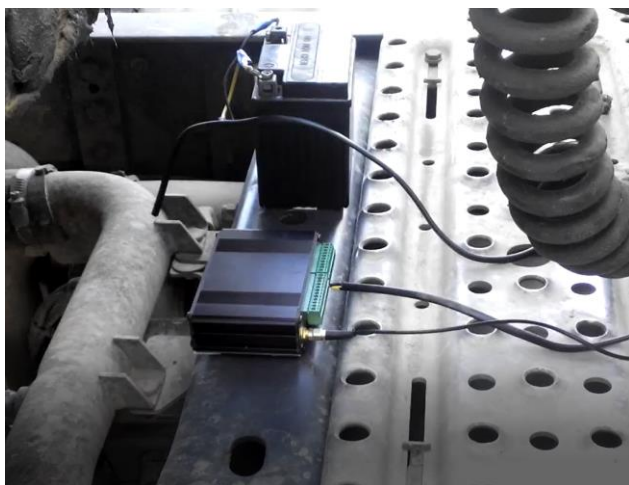
b)



c)



d)



e)



f)



g)



h)

3.2 pav. Sunkvežimių įsibėgėjimo ir stabdymo dinamikos eksperimentinis tyrimas:

a) – darbe nagrinėjamas miškovežis; b) darbe nagrinėjamas vilkikas;

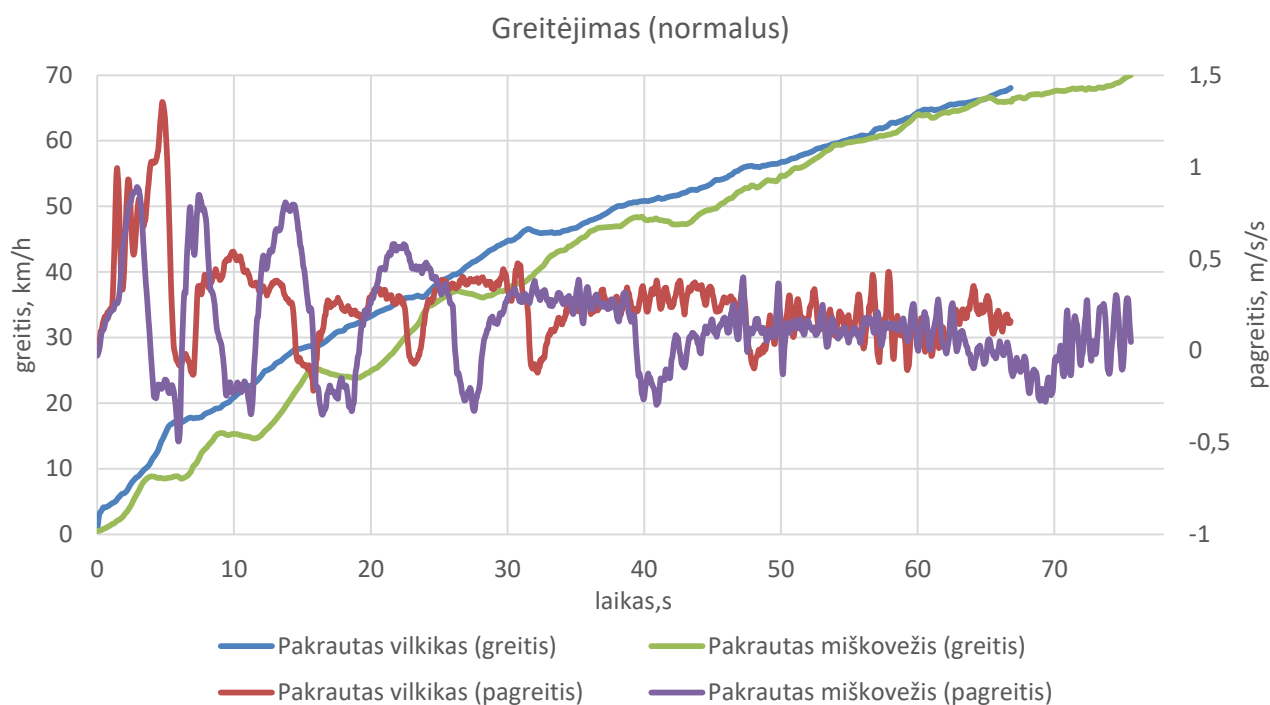
c) ir d) – ant miškovežio; e) ir f) – ant vilkiko pritvirtintas dinamikos parametrus registruojantis įrenginys „DL1 data logger“

g) ir h) – GPS antenos tvirtinimo vietos ant miškovežio ir vilkiko.

3.2 Eksperimentinio tyrimo rezultatai ir jų analizė

Eksperimentiniu tyrimu nustatyti transporto priemonių išilginės dinamikos parametrai (pagreitis ir greitis laiko atžvilgiu) pateikti 3.3 – 3.10 pav.:

Pakrautų, miškovežio su priekaba (47320 kg) ir vilkiko su puspriekabe (43120 kg), greičių ir pagreičių normalaus greitėjimo grafikas:



3.3 pav. Pakrautų, miškovežio ir vilkiko, greičių ir pagreičių grafikas

3.1 lentelė

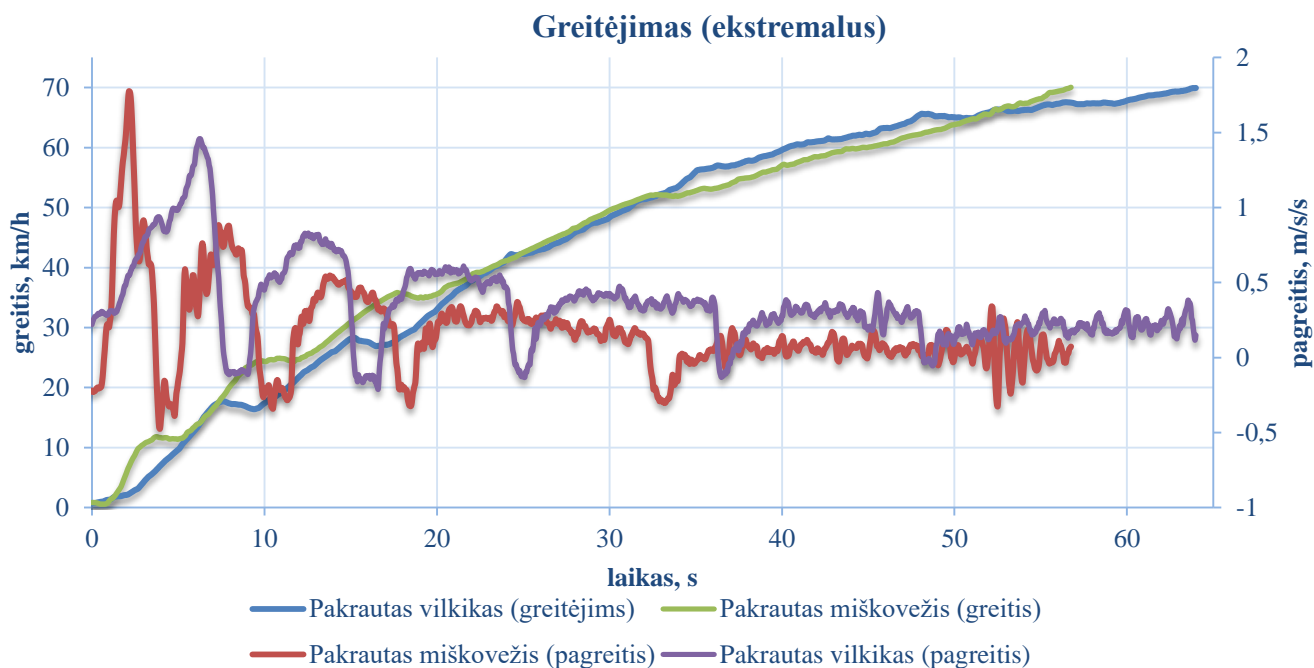
Greičių grafiko reikšmės greitėjant iki 70 km/h

Greitėjimas (normalus)	Miškovežis 47320 kg	Vilkikas 43120 kg
Įsibėgėjimo laikas, s	75.6	66.8
Įsibėgėjimo atstumas, m	885	800
Didžiausias pasireiškęs pagreitis įsibėgėjimo metu, m/s ²	0,891	1,353

*(normalus) – įprastomis sąlygomis

Iš gautų duomenų matyti, kad vilkikas 8,8 s įsibėga iki 70km/h greičiau nei miškovežis. Taip pat jo įsibėgėjimo atstumas 85 m trumpesnis.

Pakrautų, miškovežio su priekaba (47320 kg) ir vilkiko su puspriekabe (43120 kg), greičių ir pagreičių ekstremalaus greitėjimo grafikas:



3.4 pav. Pakrautų, miškovežio ir vilkiko, greičių ir pagreičių grafikas

3.2 lentelė

Greičių grafiko reikšmės greitėjant iki 70 km/h

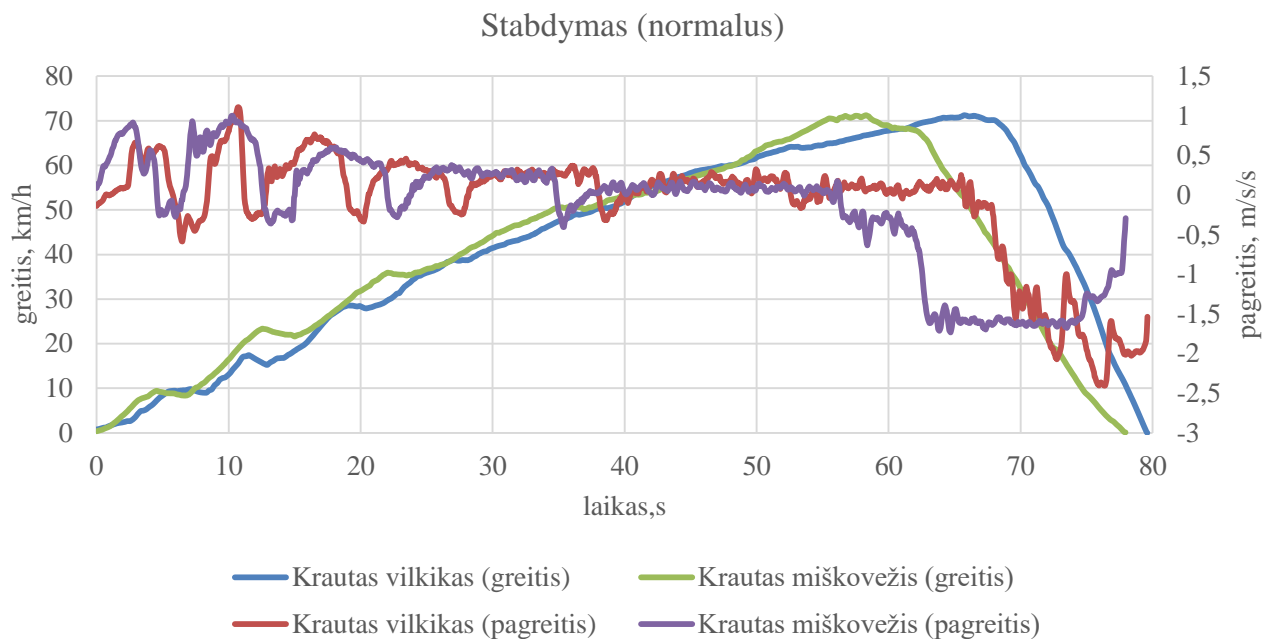
Greitėjimas (ekstremalus)	Miškovežis 47320 kg	Vilkikas 43120 kg
Įsibėgėjimo laikas, s	56.75	64
Isibėgėjimo atstumas, m	684	803
Didžiausias pasireiškęs pagreitis įsibėgėjimo metu, m/s^2	1.775	1,459

(ekstremalus) – didžiausiu išvystomu pagreičiu.

Iš gautų duomenų matyti, kad vilkikas iki 70km/h įsibėgėja 7,25 s lėčiau nei miškovežis. Taip pat jo įsibėgėjimo atstumas 119 m ilgesnis.

Lyginant normalaus ir ekstremalaus įsibėgėjimo grafikus galima daryti išvadą, kad vilkiko vairuotojas per greitai važiavo normalaus įsibėgėjimo bandymu. Taip pat reikia nepamiršti, kad miškovežis 4200 kg sunkesnis.

Pakrautų, miškovežio su priekaba (47320 kg) ir vilkiko su puspriekabe (43120 kg), greičių ir pagreičių normalaus stabdymo grafikas:



3.5 pav. Pakrautų, miškovežio ir vilkiko, greičių ir pagreičių grafikas

3.3 lentelė

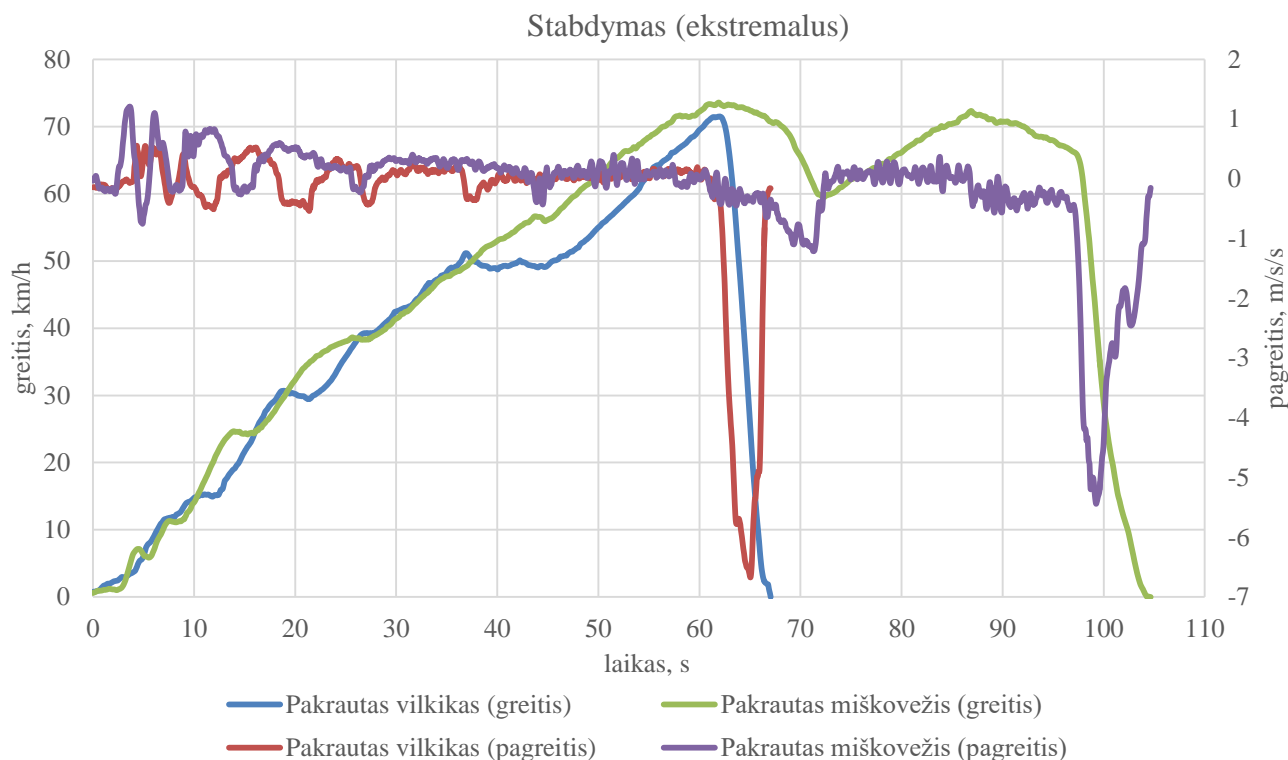
Greičių grafiko reikšmės stabdant nuo 70 km/h

Stabdymas (normalus)	Miškovežis 47320 kg	Vilkikas 43120 kg
Sustojimo laikas, s	19.1	11.5
Sustojimo atstumas, m	204.4	120.6
Didžiausias pasireiškęs pagreitis stabdymo metu, m/s ²	-1.734	-2.403

*(normalus) – įprastomis sąlygomis

Iš gautų duomenų matyti, kad vilkikas 7,6 s sustoja nuo 70km/h greičiau nei miškovežis. Taip pat jo sustojimo atstumas 83,8 m trumpesnis.

Pakrautų, miškovežio su priekaba (47320 kg) ir vilkiko su puspriekabe (43120 kg), greičių ir pagreičių ekstremalaus stabdymo grafikas:



3.6 pav. Pakrautų, miškovežio ir vilkiko, greičių ir pagreičių grafikas

3.4 lentelė

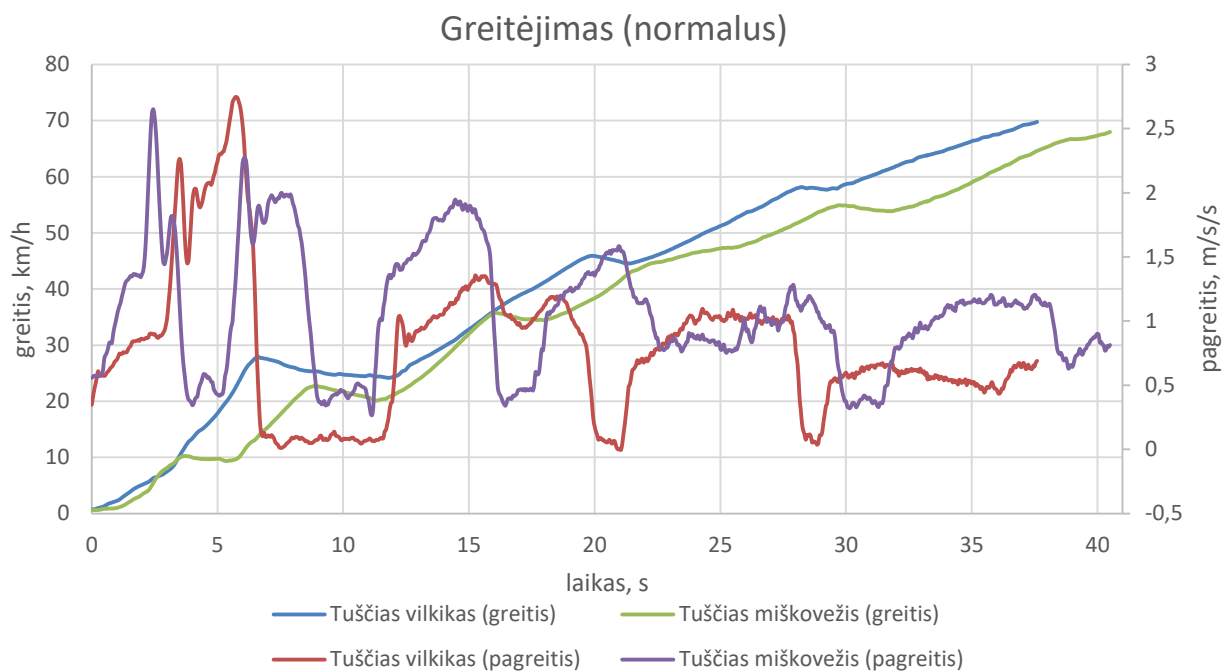
Greičių grafiko reikšmės stabdant nuo 70 km/h

Stabdymas (ekstremalus)	Miškovežis 47320 kg	Vilkikas 43120 kg
Sustojimo laikas, s	7.45	6,15
Sustojimo atstumas, m	67.9	53.5
Didžiausias pasireiškęs pagreitis stabdymo metu, m/s^2	-5.441	-6.673

(ekstremalus) – didžiausiu išvystomu pagreičiu.

Iš gautų duomenų matyti, kad vilkikas 1,3 s sustoja nuo 70km/h greičiau nei miškovežis. Taip pat jo sustojimo atstumas 14,4 m trumpesnis. Miškovežio ilgesnio sustojimo laiką ir atstumą įtakoja jo didesnė masė 4200 kg.

Tuščių, miškovežio su priekaba (19450 kg) ir vilkiko su puspriekabe (13795 kg), greičių ir pagreičių normalaus greitėjimo grafikas:



3.7 pav. Tuščių, miškovežio ir vilkiko, greičių ir pagreičių grafikas

3.5 lentelė

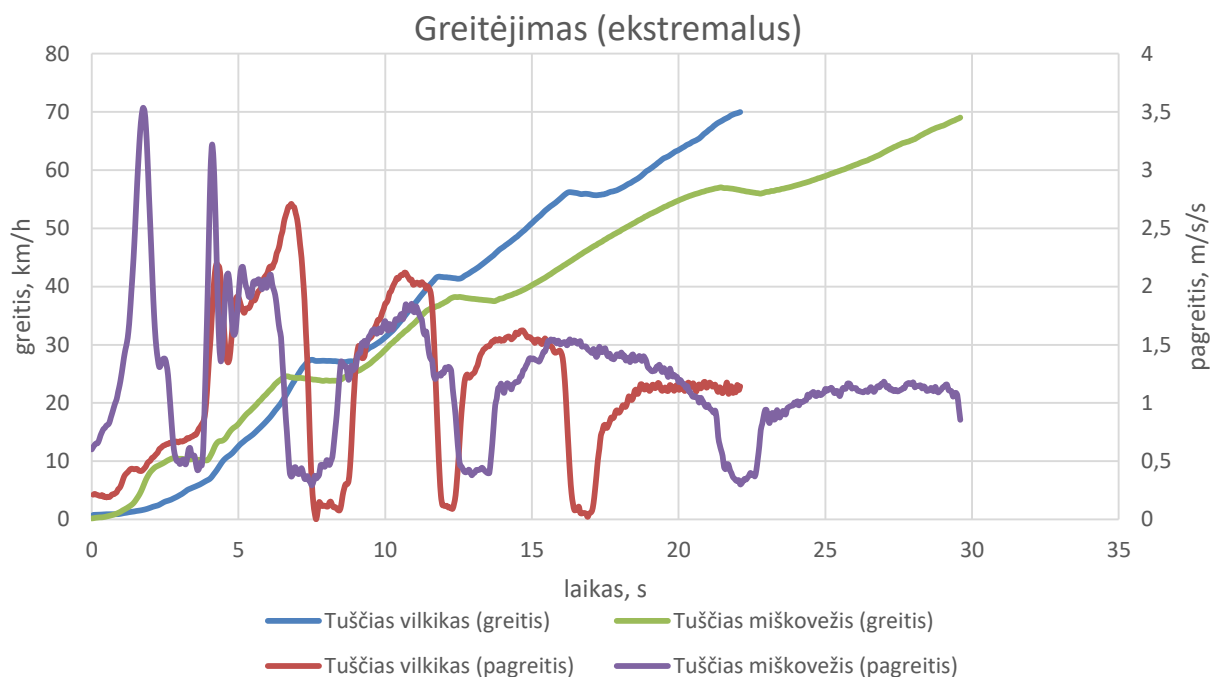
Greičių grafiko reikšmės greitėjant iki 70 km/h

Greitėjimas (normalus)	Miškovežis 19450 kg	Vilkikas 13795 kg
Įsibėgėjimo laikas, s	40,5	37,6
Įsibėgėjimo atstumas, m	420	417
Didžiausias pasireiškęs pagreitis įsibėgėjimo metu, m/s ²	2,651	2,747

*(normalus) – įprastomis sąlygomis

Iš gautų duomenų matyti, kad vilkikas 2,9 s įsibėga iki 70km/h greičiau nei miškovežis. Taip pat jo įsibėgėjimo atstumas 3 m trumpesnis.

Tuščių, miškovežio su priekaba (19450 kg) ir vilkiko su puspriekabe (13795 kg), greičių ir pagreičių ekstremalaus greitėjimo grafikas:



3.8 pav. Tuščių, miškovežio ir vilkiko, greičių ir pagreičių grafikas

3.6 lentelė

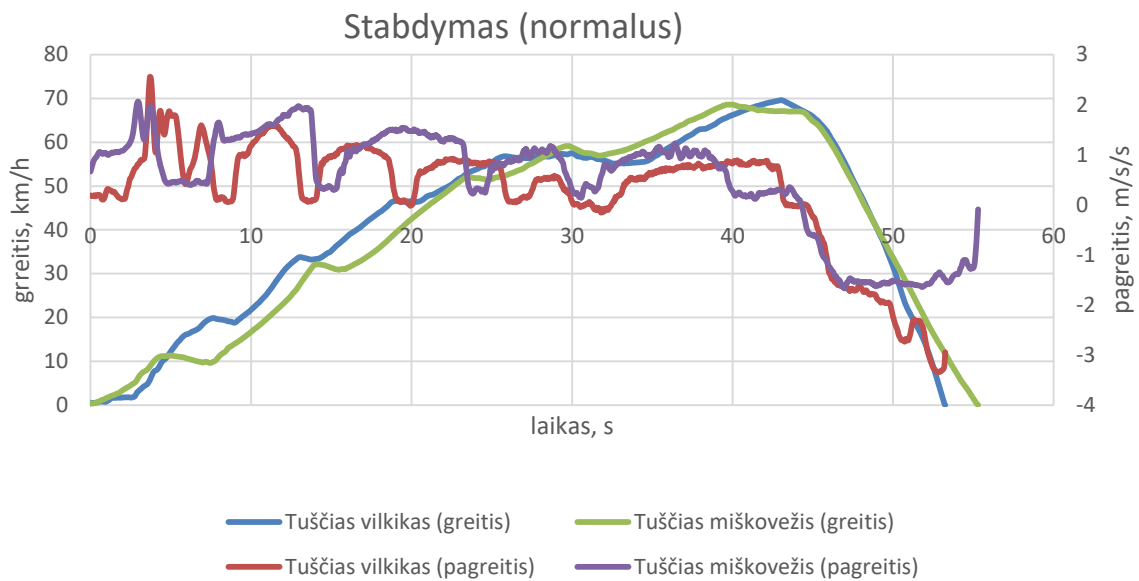
Greičių grafiko reikšmės greitėjant iki 70 km/h

Greitėjimas (ekstremalus)	Miškovežis 19450 kg	Vilkikas 13795 kg
Įsibėgėjimo laikas, s	29,6	22,1
Isibėgėjimo atstumas, m	321	215
Didžiausias pasireiškęs pagreitis įsibėgėjimo metu, m/s ²	3,536	2,711

(ekstremalus) – didžiausiu išvystomu pagreičiu.

Iš gautų duomenų matyti, kad vilkikas 7,5 s įsibėga iki 70km/h greičiau nei miškovežis. Taip pat jo įsibėgėjimo atstumas 106 m trumpesnis. Sunkvežimių masė skiriasi 5655 kg.

Tuščių, miškovežio su priekaba (19450 kg) ir vilkiko su puspriekabe (13795 kg), greičių ir pagreičių normalaus stabdymo grafikas:



3.9 pav. Tuščių, miškovežio ir vilkiko, greičių ir pagreičių grafikas

3.7 lentelė

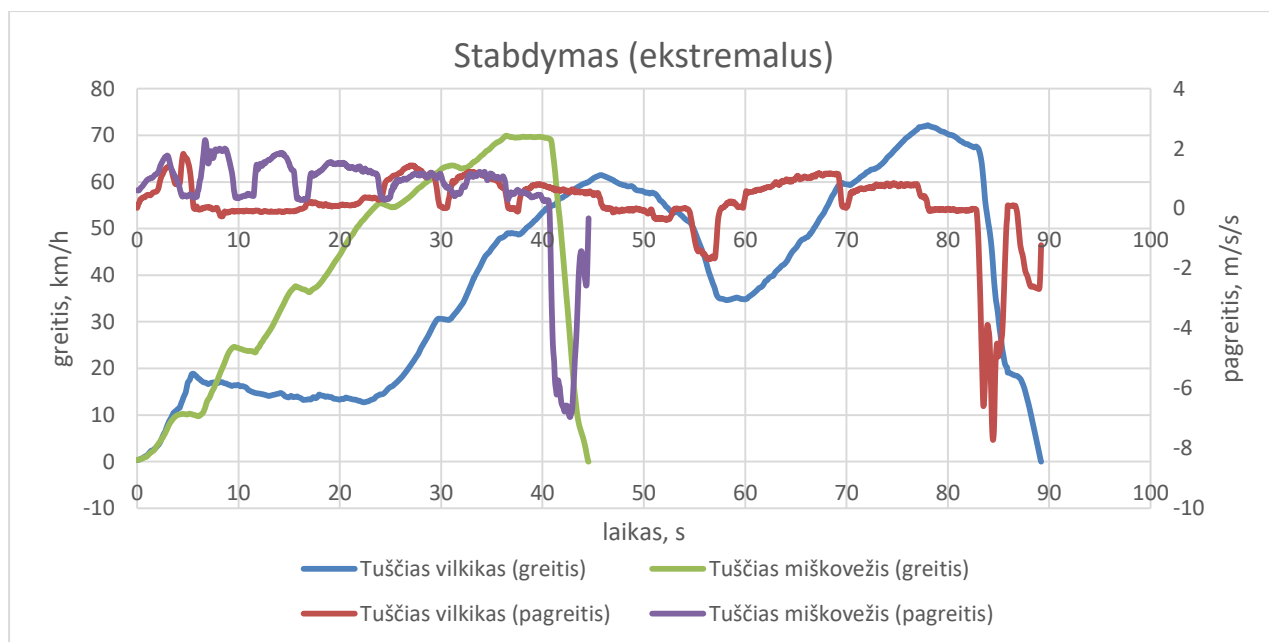
Greičių grafiko reikšmės stabdant nuo 70 km/h

Stabdymas (normalus)	Miškovežis 19450 kg	Vilkikas 13795 kg
Sustojimo laikas, s	10,95	8,65
Sustojimo atstumas, m	105,4	91,8
Didžiausias pasireiškęs pagreitis stabdymo metu, m/s ²	-1,668	-3,343

*(normalus) – įprastomis sąlygomis

Iš gautų duomenų matyti, kad vilkikas 2,3 s sustoja nuo 70km/h greičiau nei miškovežis. Taip pat jo sustojimo atstumas 13,6 m trumpesnis.

Tuščių, miškovežio su priekaba (19450 kg) ir vilkiko su puspriekabe (13795 kg), greičių ir pagreičių ekstremalaus stabdymo grafikas:



3.10 pav. Tuščių, miškovežio ir vilkiko, greičių ir pagreičių grafikas

3.8 lentelė

Greičių grafiko reikšmės stabdant nuo 70 km/h

Stabdymas (ekstremalus)	Miškovežis 19450 kg	Vilkikas 13795 kg
Sustojimo laikas, s	3,85	6,4 (4,9)
Sustojimo atstumas, m	31,7	54,2 (45,5)
Didžiausias pasireiškęs pagreitis stabdymo metu, m/s^2	-6,955	-7,721

(ekstremalus) – didžiausiu išvystomu pagreičiu.

Vilkiko stabdymo metu buvo atleistas stabdis, dėl pradėjusios čiuožti puspriekabės, ko pasekoje matyti apie 1,5 sekundės kreivės šuolis. Galima teigti, kad stabdymas truko apie 4,9 sekundės.

Iš gautų duomenų matyti, kad miškovežis 1,05 s sustoja nuo 70km/h greičiau nei vilkikas. Taip pat jo sustojimo atstumas 13,8 m trumpesnis. Miškovežis nors ir sunkesnis 5655 kg, tačiau jo stabdymo charakteristikos geresnės nei lengvensio vilkiko.

Tuščių ir krautų sunkvežimių ekstremalaus **greitėjimo** palyginimas:

- Pakrautą miškovežį įsibėgėjimo metu veikia $1,761 \text{ m/s}^2$ mažesnis pagreitis nei tuščią, įsibėgėjimo atstumas ir laikas didesni atitinkamai 27,15 s ir 363 m.
- Pakrautą vilkiką įsibėgėjimo metu veikia $1,252 \text{ m/s}^2$ mažesnis pagreitis nei tuščią, įsibėgėjimo atstumas ir laikas didesni atitinkamai 41,9 s ir 588 m.

Tuščių ir krautų sunkvežimių ekstremalaus **stabdomo** palyginimas:

- Pakrautą miškovežį stabdomo metu veikia $-1,514 \text{ m/s}^2$ mažesnis pagreitis nei tuščią, stabdomo atstumas ir laikas didesni atitinkamai 3,6 s ir 36,2 m.
- Pakrautą vilkiką stabdomo metu veikia $-1,048 \text{ m/s}^2$ mažesnis pagreitis nei tuščią, stabdomo atstumas ir laikas didesni atitinkamai 1,25 s ir 8 m.

4. ĮSIBĖGĖJIMO IR STABDYMO SIMULIACIJA

Šiame skyriuje bus atliktas skaitinis modeliavimas TruckSim programa. Bandomasis objektas – vilkikas su puspriekabe, nes atlikti simuliaciją miškovežio atveju yra neįmanoma, kadangi programos duomenų bazėje nėra šios transporto priemonės. Simuliacija atliekama skirtingos masės vilkikais : (13795 kg; 28435 kg; 43120 kg; 72455 kg), ekstremalaus greitėjimo ir stabdymo rezultatų įvertinimui.

TruckSim – programinės įrangos paketas skirtas imituoti ir analizuoti sunkiųjų transporto priemonių ar skirtingos jų kombinacijos elgesi, reaguojant į vairo, stabdžių ir pagreičio įvesties funkcijas

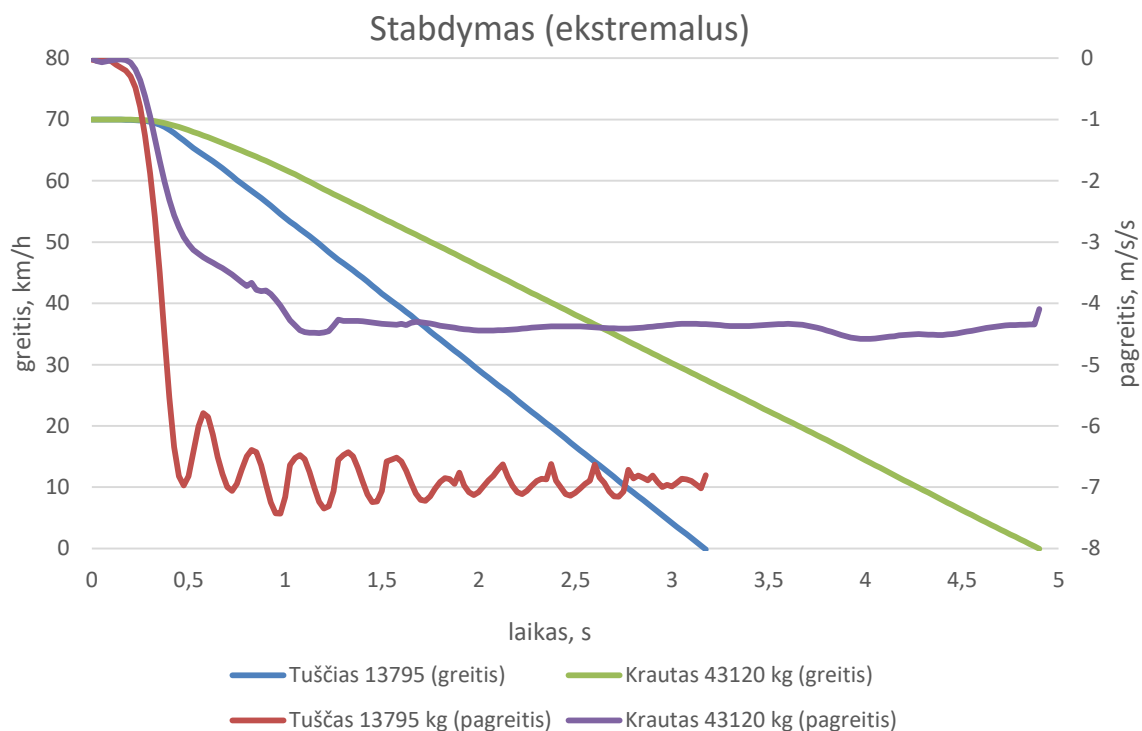
TruckSim programos vaizdas pateiktas 4.1 pav.:



4.1 pav. TruckSim simuliacijos vaizdas

4.1 Teorinis tiriamųjų transporto priemonių išilginės dinamikos tyrimas (ekstremalaus stabdymo atvejis)

Tuščio (13795 kg) ir krauto (43120 kg) vilkiko su puspriekabe, greičių ir pagreičių grafikas:



4.2 pav. Tuščio ir krauto vilkiko greičių ir pagreičių grafikas

4.1 lentelė

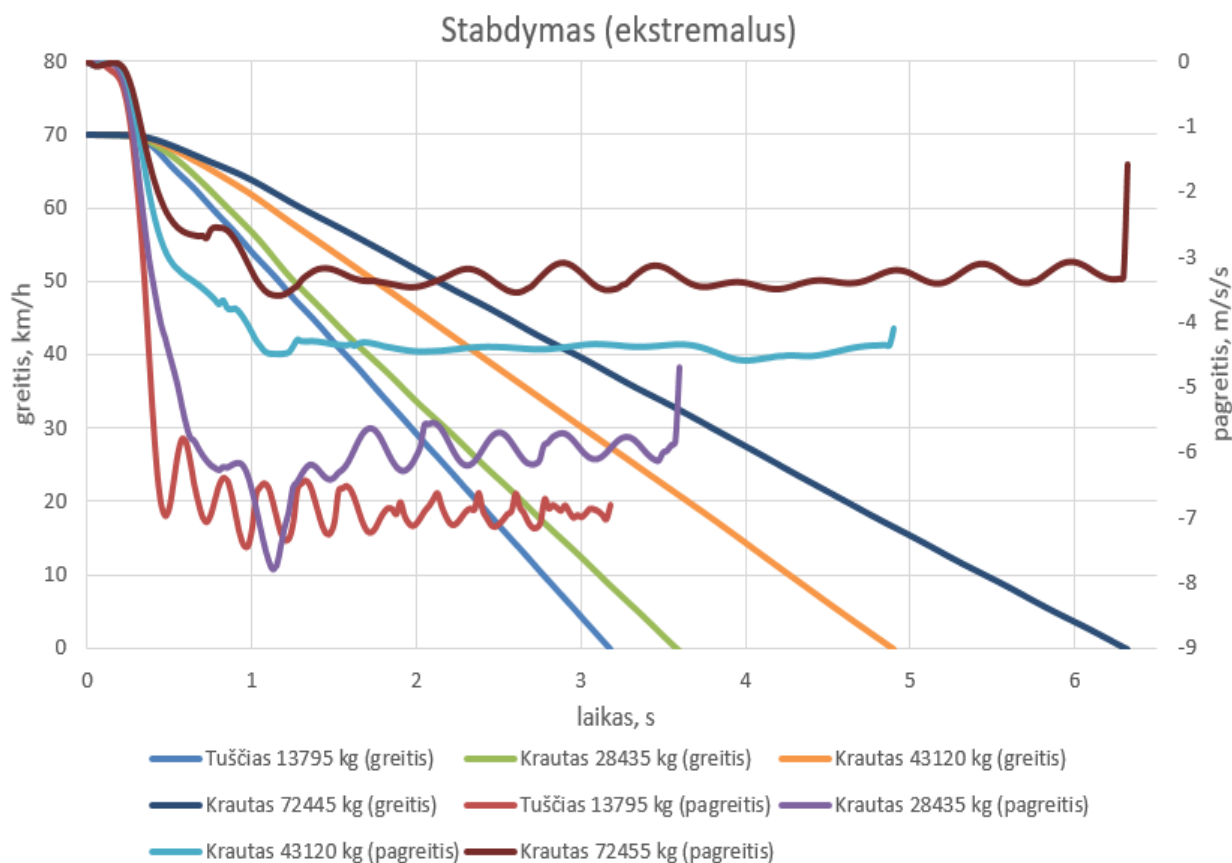
Greičių grafiko reikšmės stabdant nuo 70 km/h

Stabdymas (ekstremalus)	13795 kg	43120 kg
Sustojimo laikas, s	3,175	4,9
Sustojimo atstumas, m	34,2	52,2
Didžiausias pasireiškęs pagreitis stabdymo metu, m/s^2	-7,432	-4,582

(ekstremalus) – didžiausiu išvystomu pagreičiu.

Pakrautą vilkiką stabdymo metu veikia $-2,85m/s^2$ mažesnis pagreitis nei tuščią, stabdymo atstumas ir laikas didesni atitinkamai 1,725 s ir 18 m.

Keturių, skirtingos masės vilkikų, greičių ir pagreičių grafikas:



4.3 pav. Mišrios masės vilkiko greičių ir pagreičių grafikas

4.2 lentelė

Greičių grafiko reikšmės stabdant nuo 70 km/h

Stabdymas (ekstremalus)	13795 kg	28435 kg	43120 kg	72455 kg
Sustojimo laikas, s	3,175	3,6	4,9	6,325
Sustojimo atstumas, m	34,2	38,1	52,2	65,6
Didžiausias pasireiškęs pagreitis stabdymo metu, m/s ²	-7,432	-7,783	-4,582	-3,595

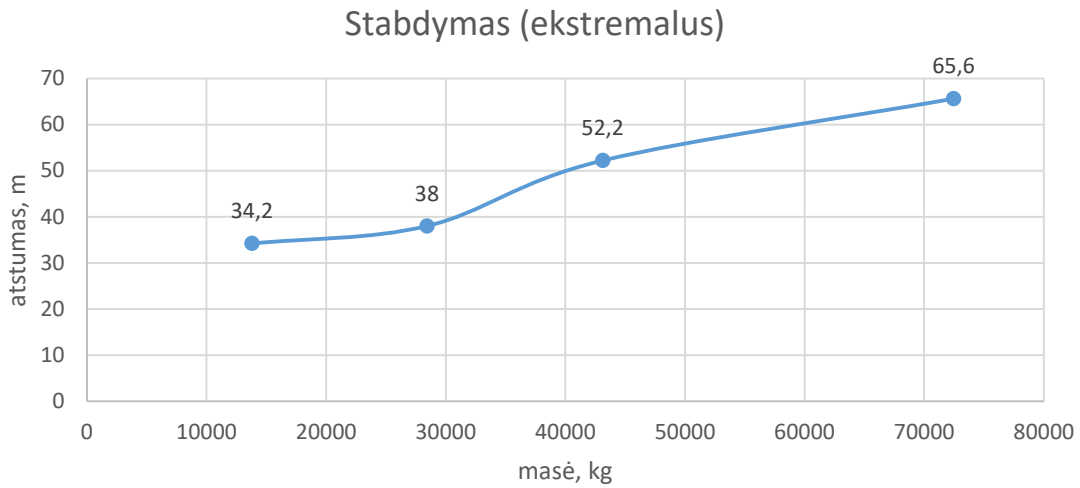
(ekstremalus) – didžiausiu išsvystomu pagreičiu.

Tarp tuščio ir krauto su viršsvoriu vilkikų sustojimo laiko ir atstumo skirtumas atitinkamai yra 3,15 s ir 31,4 m.

Tarp maksimaliai krauto ir su viršsvoriu vilkikų sustojimo laiko ir atstumo skirtumas atitinkamai yra 1,425 s ir 13,4 m.

Pavaizduotame grafike matyti, kad masė akivaizdžiai įtakoja sustojimo laiką ir atstumą.

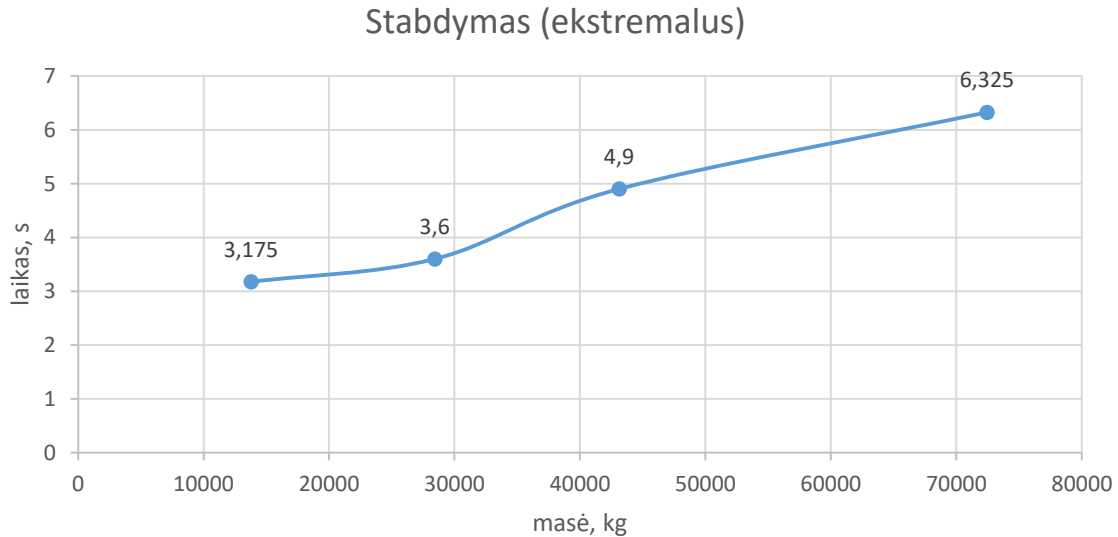
Keturių, skirtingos masės vilkikų, sustojimo atstumo priklausomybės nuo masės grafikas:



4.4 pav. Vilkiko masės įtaka sustojimo atstumui

- Tarp tuščio (13795 kg) ir krauto su viršsvoriu (72455 kg) vilkikų sustojimo atstumo skirtumas yra 31,4 m.
- Tarp maksimaliai krauto (43120 kg) ir su viršsvoriu (72455 kg) vilkikų sustojimo atstumo skirtumas yra 13,4 m.

Keturių, skirtingos masės vilkikų, sustojimo laiko priklausomybės nuo masės grafikas:

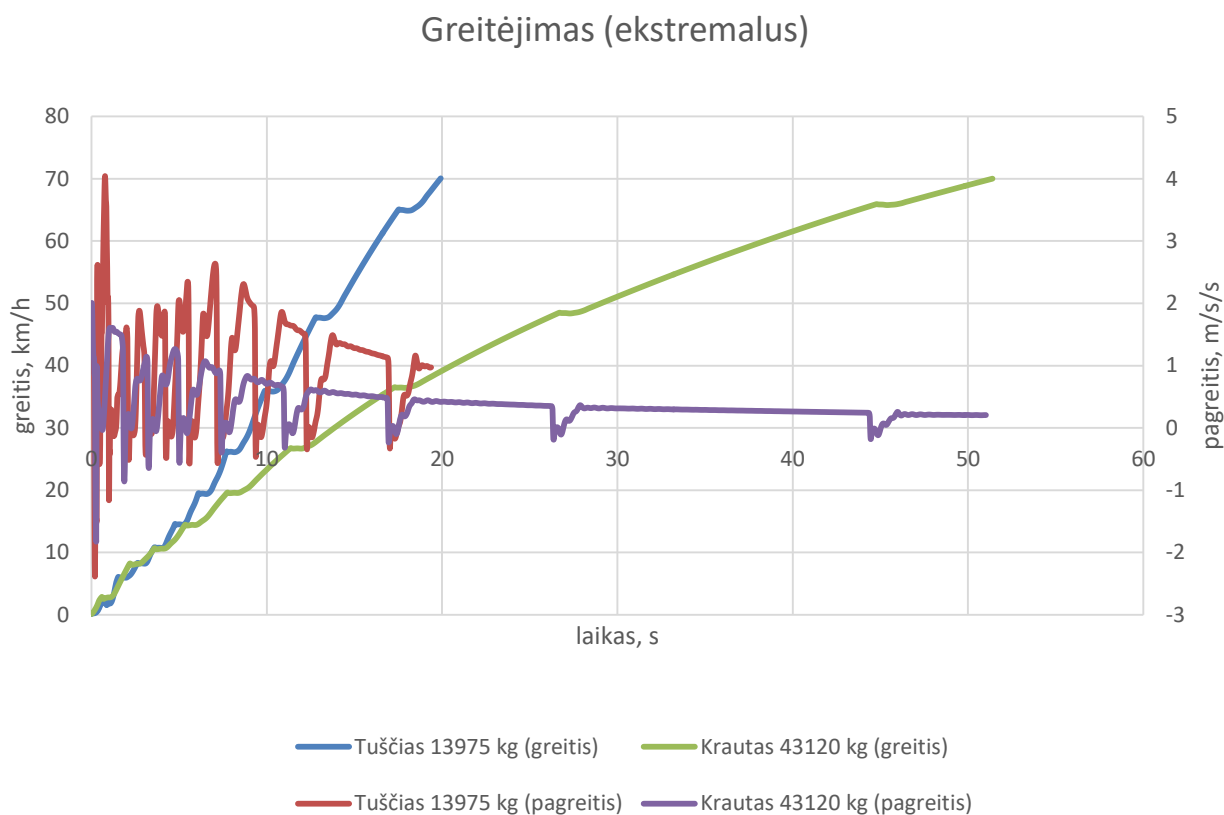


4.5 pav. Vilkiko masės įtaka sustojimo laikui

- Tarp tuščio (13795 kg) ir krauto su viršsvoriu (72455 kg) vilkikų sustojimo laiko skirtumas yra 3,15 s.
- Tarp maksimaliai krauto (43120 kg) ir su viršsvoriu (72455 kg) vilkikų sustojimo laiko skirtumas yra 1,425 s.

4.2 Teorinis tiriamųjų transporto priemonių išilginės dinamikos tyrimas (ekstremalaus greitėjimo atvejis)

Tuščio (13795 kg) ir krauto (43120 kg) vilkiko su puspriekabe, greičių ir pagreičių grafikas:



4.6 pav. Tuščio ir krauto vilkiko greičių ir pagreičių grafikas

4.3 lentelė

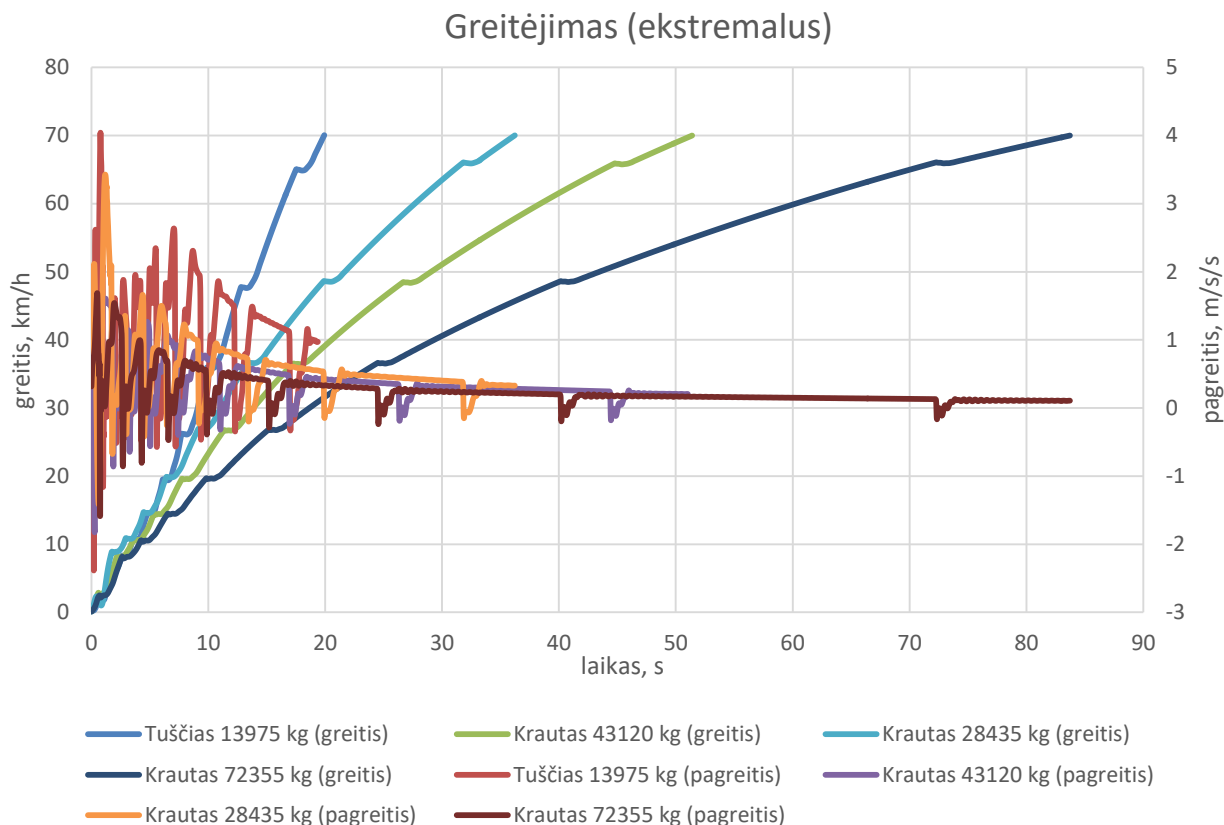
Greičių grafiko reikšmės greitėjant iki 70 km/h

Greitėjimas (ekstremalus)	13795 kg	43120 kg
Įsibėgėjimo laikas, s	19,925	51,4
Įsibėgėjimo atstumas, m	191,2	616,6
Didžiausias pasireiškęs pagreitis įsibėgėjimo metu, m/s^2	4,042	2,006

(ekstremalus) – didžiausiu išvystomu pagreičiu.

Pakrautą vilkiką įsibėgėjimo metu veikia $2,036m/s^2$ mažesnis pagreitis nei tuščią, greitėjimo atstumas ir laikas didesni atitinkamai 31,475 s ir 425,4 m.

Keturių, skirtingos masės vilkikų, greičių ir pagreičių grafikas:



4.7 pav. Mišrios masės vilkiko greičių ir pagreičių grafikas

4.4 lentelė

Greičių grafiko reikšmės greitėjant iki 70 km/h

Greitėjimas (ekstremalus)	13795 kg	28435 kg	43120 kg	72455 kg
Įsibėgėjimo laikas, s	19,925	36,225	51,4	83,725
Įsibėgėjimo atstumas, m	191,2	418,9	616,6	1057,2
Didžiausias pasireiškęs pagreitis įsibėgėjimo metu, m/s ²	4,042	3,428	2,006	1,687

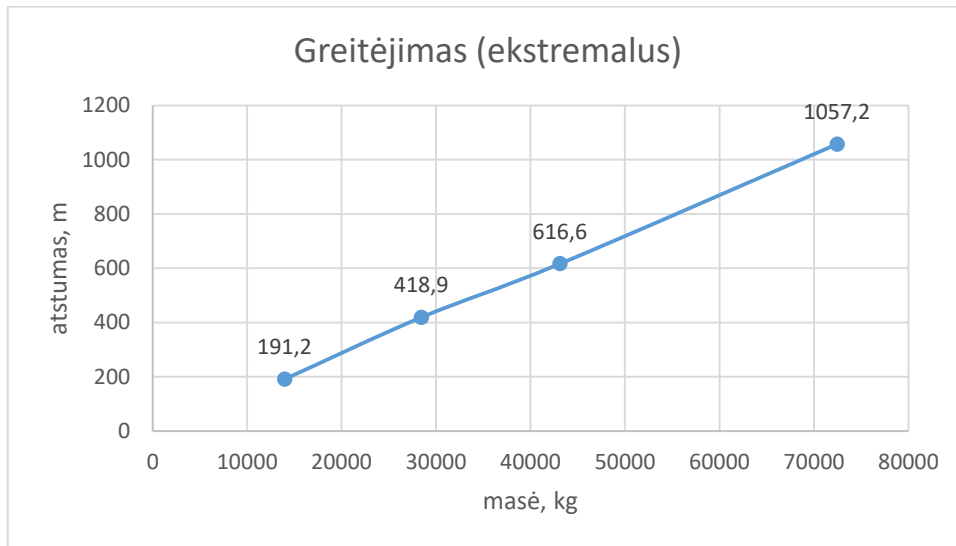
(ekstremalus) – didžiausiu išvystomu pagreičiu.

Tarp tuščio ir krauto su viršsvoriu vilkikų įsibėgėjimo laiko ir atstumo skirtumas atitinkamai yra 63,8 s ir 865,4 m.

Tarp maksimaliai krauto ir su viršsvoriu vilkikų įsibėgėjimo laiko ir atstumo skirtumas atitinkamai yra 32,325 s ir 440,6 m.

Pavaizduotame grafike matyti, kad masė akivaizdžiai įtakoja įsibėgėjimo laiką ir atstumą.

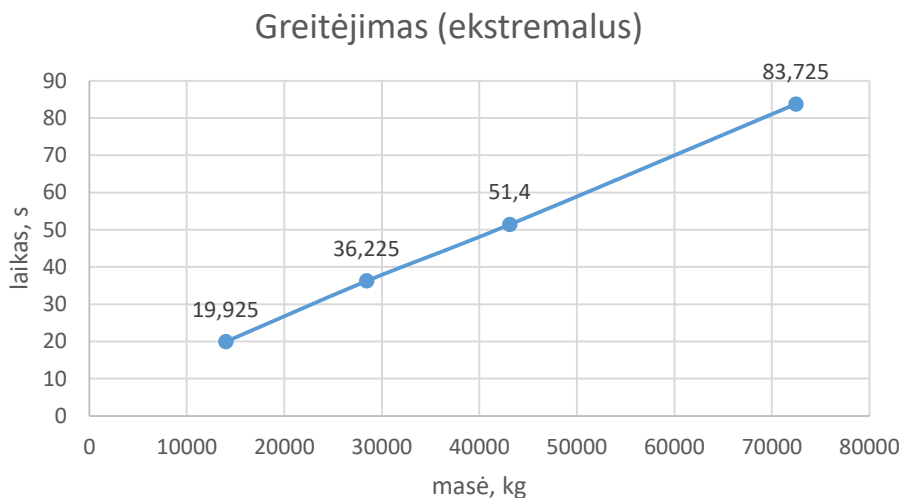
Keturių, skirtingos masės vilkikų, įsibėgėjimo atstumo priklausomybės nuo masės grafikas:



4.8 pav. Vilkiko masės įtaka sustojimo atstumui

- Tarp tuščio (13795 kg) ir krauto su viršsvoriu (72455 kg) vilkikų įsibėgėjimo atstumo skirtumas yra 866 m.
- Tarp maksimaliai krauto (43120 kg) ir su viršsvoriu (72455 kg) vilkikų įsibėgėjimo atstumo skirtumas yra 440,6 m.

Keturių, skirtingos masės vilkikų, įsibėgėjimo laiko priklausomybės nuo masės grafikas:



4.9 pav. Vilkiko masės įtaka sustojimo laikui

- Tarp tuščio (13795 kg) ir krauto su viršsvoriu (72455 kg) vilkikų įsibėgėjimo laiko skirtumas yra 63,8 s.
- Tarp maksimaliai krauto (43120 kg) ir su viršsvoriu (72455 kg) vilkikų įsibėgėjimo laiko skirtumas yra 32,325 s.

Didesnė masės įtaka pastebima įsibėgėjimo atvejais. Šis poveikis aktualus eismo intensyvumo pralaidumo klausimais. Tačiau daug svarbesnis aspektas yra sustojimo laikas ir atstumas, kuriuos taip pat labai įtakoja masės padidėjimas. Šie kriterijai svarbūs eismo saugos klausimais, nes daugelis

neįvertina sunkiasvorės transporto priemonės sustojimo laiko ir atstumo, to pasekoje įvyksta skaudūs eismo įvykiai.

4.3 Rezultatų gautų, eksperimentinio tyrimo ir modeliavimo metu, apibendrinimas

4.5 lentelė

Eksperimentinių išibėgėjimo tyrimų rezultatai

Greitėjimas (ekstremalus)	Miškovežis 19450 kg	Vilkikas 13795 kg	Miškovežis 47320 kg	Vilkikas 43120 kg
Išibėgėjimo laikas, s	29,6	22,1	56.75	64
Išibėgėjimo atstumas, m	321	215	684	803
Didžiausias pasireiškęs pagreitis išibėgėjimo metu, m/s^2	3,536	2,711	1,775	1,459

4.6 lentelė

Eksperimentinių stabdymo tyrimų rezultatai

Stabdymas (ekstremalus)	Miškovežis 19450 kg	Vilkikas 13795 kg	Miškovežis 47320 kg	Vilkikas 43120 kg
Sustojimo laikas, s	3,85	6,4 (4,9)	7.45	6,15
Sustojimo atstumas, m	31,7	54,2 (45,5)	67.9	53.5
Didžiausias pasireiškęs pagreitis stabdymo metu, m/s^2	-6,955	-7,721	-5.441	-6.673

4.7 lentelė

Greitėjimo ir stabdymo simuliacijos tyrimų rezultatai

Greitėjimas (ekstremalus)	Vilkikas 13795 kg	Vilkikas 43120 kg	Stabdymas (ekstremalus)	Vilkikas 13795 kg	Vilkikas 43120 kg
Išibėgėjimo laikas, s	19,925	51,4	Sustojimo laikas, s	3,175	4,9
Išibėgėjimo atstumas, m	191,2	616,6	Sustojimo atstumas, m	34,2	52,2
Didžiausias pasireiškęs pagreitis išibėgėjimo metu, m/s^2	4,042	2,006	Didžiausias pasireiškęs pagreitis stabdymo metu, m/s^2	-7,432	-4,582

1. Palyginama teoriškai nustatyta didžiausią tuščią vilkiką veikiantį pagreitį įsibėgėjant ($a_x = 4,042 \text{ m/s}^2$) ir stabdant ($a_x = -7,432 \text{ m/s}^2$) su natūriniais bandymais nustatytu išilginiu pagreičiu įsibėgėjant ($a_x = 2,711 \text{ m/s}^2$) ir stabdant ($a_x = -7,721 \text{ m/s}^2$).

2. Palyginama teoriškai nustatyta didžiausią krautą vilkiką veikiantį pagreitį įsibėgėjant ($a_x = 2,006 \text{ m/s}^2$) ir stabdant ($a_x = -4,582 \text{ m/s}^2$) su natūriniais bandymais nustatytu išilginiu pagreičiu įsibėgėjant ($a_x = 1,459 \text{ m/s}^2$) ir stabdant ($a_x = -6,675 \text{ m/s}^2$).

Iš gautų rezultatų matyti, kad gautos tos pačios eilės reikšmės. Skirtumas tarp teoriškai nustatytų didžiausių pagreičio reikšmių ir natūriniais bandymais gautų – 24,86 %. Priimta, kad teorinės analizės metu gauti rezultatai yra pakankamo tikslumo.

Skirtumą tarp eksperimentinio ir terinio tyrimo metu nustatytų didžiausių sunkvežimį veikiančių pagreičių galėjo lemti įvairūs tiek techniniai (ant viliko ir puspriekabės esančių judančių elementų judesiai, vertikalūs judesiai ir panašiai), tiek bandymų aplinkos (atsitiktiniai kelio nelygumai ir panašiai) veiksniai.

Tolesniame tyrimo etape priimama, kad didžiausias veikiantis išilginis pagreitis lygus bandymais nustatytai didžiausiajai reikšmei - a_x .

Žinant tuščių ir pakrautų sunkvežiminių mases ir didžiausią masės centre veikiantį pagreitį nustatoma didžiausia veikianti inercijos jėga, kuri apskaičiuojama pagal 4.1 formulę:

$$F_{in} = m \cdot a_x \text{ (N)}. \quad (4.1)$$

Čia:

F_{in} – inercijos jėga, N;

m – masė, kg;

a_x – pagreitis, m/s^2 .

- Vilkiko su puspriekabe didžiausios veikiančios inercijos jėgos, įsibėgėjimo ir stabdymo metu, radimas:

1. Tuščią vilkiką įsibėgėjimo metu veikianti didžiausia inercijos jėga apskaičiuojama pagal 4.2 formulę:

$$F_{in} = m \cdot a_x = 13795 \cdot 4,042 = 55759,4 \text{ N} \quad (4.2)$$

2. Krautą vilkiką įsibėgėjimo metu veikianti didžiausia inercijos jėga apskaičiuojama pagal 4.3 formulę:

$$F_{in} = m \cdot a_x = 43120 \cdot 2,006 = 86498,7 \text{ N} \quad (4.3)$$

3. Tuščią vilkiką stabdymo metu veikianti didžiausia inercijos jėga apskaičiuojama pagal 4.4 formulę:

$$F_{in} = m \cdot a_x = 13795 \cdot (-7,721) = -106511,2 \text{ N} \quad (4.4)$$

4. Krautą vilkiką stabdymo metu veikianti didžiausia inercijos jėga apskaičiuojama pagal 4.5 formulę:

$$F_{in} = m * a_x = 43120 * (-6,675) = -287826 \text{ N} \quad (4.5)$$

- Miškovežio su priekaba didžiausios veikiančios inercijos jėgos, įsibėgėjimo ir stabdymo metu, radimas:

1. Tuščią miškovežį įsibėgėjimo metu veikianti didžiausia inercijos jėga apskaičiuojama pagal 4.6 formulę:

$$F_{in} = m * a_x = 19450 * 3,536 = 68778,2 \text{ N} \quad (4.6)$$

2. Krautą miškovežį įsibėgėjimo metu veikianti didžiausia inercijos jėga apskaičiuojama pagal 4.7 formulę:

$$F_{in} = m * a_x = 47320 * 1,775 = 83993 \text{ N} \quad (4.7)$$

3. Tuščią miškovežį stabdymo metu veikianti didžiausia inercijos jėga apskaičiuojama pagal 4.8 formulę:

$$F_{in} = m * a_x = 19450 * (-6,955) = -135274,8 \text{ N} \quad (4.8)$$

4. Krautą miškovežį stabdymo metu veikianti didžiausia inercijos jėga apskaičiuojama pagal 4.9 formulę:

$$F_{in} = m * a_x = 47320 * (-5,441) = -257468,2 \text{ N} \quad (4.9)$$

Veikiančių didžiausių inercijos jėgų sunkvežimiams greitėjant ir stabdant rezultatų palyginimui, sudaroma 4.8 lentelė:

4.8 lentelė

Didžiausios inercijos jėgos

Situacija		Vilkikas 13795 kg	Vilkikas 43120 kg	Miškovežis 19450 kg	Miškovežis 47320 kg
Greitėjimas (ekstremalus)	Inercijos jėga, N	55759,4	86498,7	68778,2	83993
Stabdymas (ekstremalus)	Inercijos jėga, N	-106511,2	-287826	-135274,8	-257468,2

Pastebėta, kad įsibėgėjant miškovežiui pasireiškia didesnės inercijos jėgos nei įsibėgėjant vilkikui, nors ir jo masė didesnė, bet jis išvysto didesnę pagreitį.

Tačiau, vilkikui stabdant pasireiškia didesnės stabdymo inercijos jėgos nei miškovežiui. Pagrindinis šio skirtomo aspekto yra mažesnė masė, dėl to ir pagreitis didesnis.

5. IŠVADOS

1. Surastos transporto priemonės veikiančios apkrovos ir jų susidarymo sąlygos. Įvertinus sunkvežimių, priekabos/puspriekabės technines charakteristikas ir nustačius masės centrus, išnagrinėtos tiriamas transporto priemonės veikiančios apkrovos ir jų susidarymo sąlygos:
tuščio miškovežio – $x_C = 4879,8$ mm; $z_C = 1361,7$ mm. Tuščio vilkiko – $x_C = 2690,2$ mm; $z_C = 695,8$ mm. Tuščios priekabos – $x_C = 5494,6$ mm; $z_C = 931,4$ mm. Tuščios puspriekabės – $x_C = 7429,6$ mm; $z_C = 1157,8$ mm. Krauto miškovežio – $x_C = 5232,5$; $z_C = 1805,1$. Krautos priekabos – $x_C = 5368,7$ mm; $z_C = 1740$ mm. Krautos puspriekabės – $x_C = 6989,8$ mm; $z_C = 1864$ mm.
2. Atliktų eksperimentinių nagrinėjamų sunkvežimių išilginės judėjimo dinamikos tyrimų rezultatai rodo, kad:
 - pakrauto vilkiko atveju vilkikas įsibėgėja iki 70km/h 7,25 s lėčiau nei miškovežis (įsibėgėjimo atstumas atitinkamai 119 m ilgesnis), taip pat stabdant sustoja nuo 70 km/h 1,3 s greičiau (sustojimo atstumas 14,4 m trumpesnis). Esminę įtaką ilgesniam miškovežio sustojimo laikui ir atstumui daro didesnė jo masė, įvertinant jų pačių bei krovinio skirtumą (4200 kg);
 - tuščias vilkikas iki 70km/h įsibėgėja 7,5 s greičiau nei miškovežis (įsibėgėjimo atstumas 106 m trumpesnis), o stabdant nuo 70 km/h miškovežis sustoja 1,05 s greičiau nei vilkikas (sustojimo atstumas 13,8 m trumpesnis). Miškovežio, sunkesnio 5655 kg, stabdymo charakteristikos geresnės nei vilkiko.
3. Tuščio ir pakrauto vilkiko įsibėgėjimo ir stabdymo dinamikos modeliavimas programa TrackSim parodė, kad:
 - pakrautą vilkiką stabdymo metu veikia - 2,85m/s² mažesnis pagreitis nei tuščią (stabdymo atstumas ir laikas didesni atitinkamai 1,725 s ir 18 m);
 - tuščio (13795 kg) ir krauto su viršsvoriu (72455 kg) vilkikų sustojimo atstumai skiriasi 31,4 m, tuo tarpu maksimaliai krauto (43120 kg) ir su viršsvoriu (72455 kg) vilkikų sustojimo atstumas skiriasi 13,4 m;
 - tuščio (13795 kg) ir krauto su viršsvoriu (72455 kg) vilkikų sustojimo laikas skiriasi 3,15 s, tuo tarpu maksimaliai krauto (43120 kg) ir su viršsvoriu (72455 kg) vilkikų sustojimo laiko skiriasi 1,425 s.

4. Atlikus eksperimentinių tyrimu ir modeliavimu gautų rezultatų analizę, nustatyta, kad:
- stabdant natūriniu bandymu nustatyta tuščio vilkiko didžiausio pagreičio reikšmė nežymiai skiriasi nuo modeliavimu gautu – atitinkamai a_x lygus $-7,721 \text{ m/s}^2$ ir $-7,432 \text{ m/s}^2$, tuo tarpu įsibėgėjant skirtumas gautas ženklėsnis - atitinkamai $a_x = 2,711 \text{ m/s}^2$ ir $a_x = 4,042 \text{ m/s}^2$;
 - krauto vilkiko atveju veikiantis pagreitis įsibėgėjant, nustatytas natūriniu bandymu $a_x = 1,459 \text{ m/s}^2$, skaitine reikšme artimas gautajam modeliavimu - $a_x = 2,006 \text{ m/s}^2$, tuo tarpu stabdant skitumas, vėlgi, ženklėsnis – atitikamai $a_x = -6,675 \text{ m/s}^2$ ir $a_x = -4,582 \text{ m/s}^2$.
5. Ženklesnė masės įtaka nustatyta tiriamų transporto priemonių įsibėgėjimo atvejais. Šis poveikis aktualus sprendžiant eismo intensyvumo ir pralaidumo padidininimo klausimus. Tačiau daug svarbesnis aspektas yra sustojimo laikas ir atstumas, kuriuos taip pat labai įtakoja masės padidėjimas. Šie kriterijai svarbūs užtikrinant eismo saugą, nes eismo dalyviai nevisuomet tinkamai įvertina sunkiasvorės transporto priemonės elgseną – jų sustojimo laiką ir atstumą, ko pasekoje, įvyksta skaudūs eismo įvykiai.

6. LITERATŪRA

1. 2 ašių miskovežė priekaba (nuotrauka). [žiūrėta 2015-05-25]. Prieiga per internetą: http://www.puspriekabe.lt/lt/miskovezes/2_asiu_miskoveze_priekaba-50.html.
2. <http://www.autoreviu.lt/portal/categories/293/1/0/1/article/17810/populiariausi-balniniai-vilkikai>
3. https://lt.wikipedia.org/wiki/Balninis_vilkikas
4. https://lt.wikipedia.org/wiki/Mi%C5%A1kave%C5%BEis#cite_note-T-3
5. Priekabų ir puspriekabių klasifikavimas. [žiūrėta 2015-05-26]. Prieiga per internetą: <http://www.infolex.lt/ta/78090>.
6. Priekabų ir puspriekabių nuotraukos. [žiūrėta 2015-05-26]. Prieiga per internetą:
7. <https://www.google.lt/search?q=priekabos+vaizdai&biw=1680&bih=939&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=mkpsVbauNcG0UPvFgaAN&ved=0CB4QsAQ#tbm=isch&q=priekabos+miskovezio>.
8. 3 ašių miškovežė puspriekabė (nuotrauka). [žiūrėta 2015-05-25]. Prieiga per internetą: http://www.puspriekabe.lt/lt/miskovezes/3_asiu_miskoveze_puspriekabe-55.html.
9. 3 ašių miškovežė puspriekabė be grindų (nuotrauka). [žiūrėta 2015-05-25]. Prieiga per internetą: http://www.puspriekabe.lt/lt/miskovezes/3_asiu_miskoveze_puspriekabe_be_grindu-56.html
10. 3 ašių miškovežė priekaba. [žiūrėta 2015-05-25]. Prieiga per internetą: http://www.puspriekabe.lt/lt/miskovezes/3_asiu_miskoveze_priekaba-52.html.
11. 3 ašių miškovežė priekaba be grindų. [žiūrėta 2015-05-26]. Prieiga per internetą: http://www.puspriekabe.lt/lt/miskovezes/3_asiu_miskoveze_priekaba_be_grindu-53.html.
12. <http://www.linava.lt/vezejo-zinynas/transporto-zinynas/>
13. Kaip apskaičiuoti kamblinių ir vidurinių rąstų tūrį. [žiūrėta 2015-06-01]. Prieiga per internetą: <http://www.mediniai.lt/index.php/rastu-turis/kaip-apskaiciuoti-rasto-turi>.
14. Rąsto tūrio skaičiavimas. [žiūrėta 2015-06-01]. Prieiga per internetą: <http://www.kontroliniai.lt/medienos-turio-lentele.php>.
15. Vidutinis (apytikris) medienos svoris ir tūris. [žiūrėta 2015-06-01]. Prieiga per internetą: <http://de2.lt/naudinga-informacija/lentel%C4%97s/304-medienos-svoris-ir-t%C5%ABris>.
16. A. Kuliešius, E. Petrauskas, A. Rutkauskas, A. Tebėra, A. Venckus "Medienos tūrio lentelės", Kaunas, 1999m., [128-129p.].
17. Leistino medienos rietuvės aukščio skaičiavimas. Marijampolės techninės apžiūros centro UAB "TECHALGA" pažyma. Išduota 2005-12-29 d., techninės ekspertizės akto Nr.3-1044 pagrindu.

7. PRIEDAS

P – 1 Medienos masės ir tūrio skaičiavimas

P – 2 Medienos masės ir tūrio skaičiavimas

P – 3 Medienos apytikrė vieno kubo masė kg. priklausomai nuo medienos drėgmės

P – 4 Malkų ir plokščių medienos rietuvių glaudumo koeficientai

P – 5 Padarinės medienos rietuvių glaudumo koeficientas

P – 6 Popiermedžių su žieve rietuvių erdvinio tūrio perskaičiavimo į medienos tūrį (be žievės) ir koregavimo koeficientai

P – 7 Leistino medienos aukščio skaičiavimas puspriekabei

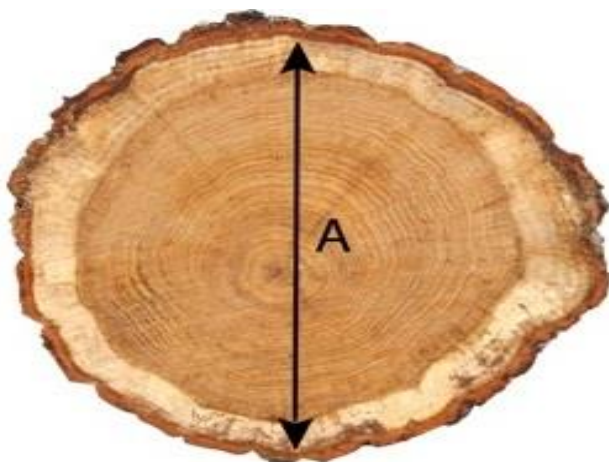
Medienos masės ir tūrio skaičiavimas

Apibrėžimai/Sąvokos:

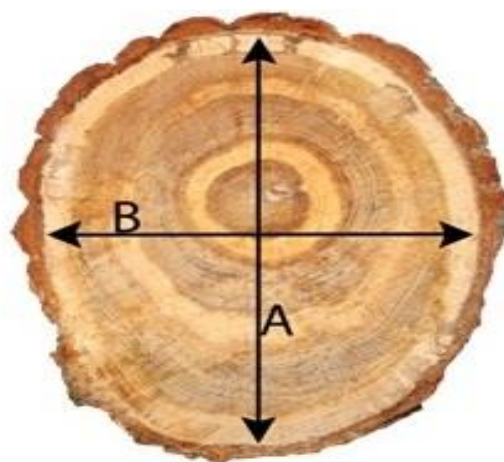
- *Rąstas* – skersai atpjauta apvaliosios medienos dalis.
- *Kamblinis rąstas* – rąstas, atpjautas nuo storjo ilguolio galo.
- *Ilguolis* – nesupjaustyta apvalioji mediena.
- *Vidurinis rąstas* – rąstas, atpjautas iš ilguolio vidurinės dalies tarp kamblinio ir viršūninio rąsto.
- *Viršūninis rąstas* – rąstas, atpjautas nuo plonojo ilguolio galo.
- *Tūris* – apvaliosios medienos kiekis, pagrįstas jos matmenimis.
- *Ilgis* – trumpiausias atstumas tarp ruošinio galų.
- *Skersmuo* – atstumas tarp dviejų lygiagrečių stiebo arba apvaliosios medienos liestinių.

1) Rąsto tūrio skaičiavimas [12]:

Kamblinių ir vidurinių rąstų tūrio skaičiuoklė, apskaičiuoja kamblinių rąstų ir vidurinių rąstų tūrį pagal įvedamus duomenis: rąsto be žievės skersmenį plongalyje (centimetrais) ir rąsto ilgį (metrais). Apvalaus rąsto skersmuo apskaičiuojamas paprastai, t.y. matuojant skersmenį per rąsto vidurį (žr. 8.1 pav.), paveiksle matuojama vieta pažymėta rodykle – A. Su netaisyklingos formos rąstu sudėtingiau, reikia skaičiuoti skersmenį dviejuose vietose per rąsto vidurį, gavus išmatavimus reikia išvesti jų vidurkį (žr. 8.2 pav.), paveiksle matuojamos vietos pažymėtos – A ir B (išvedamas A ir B matavimų vidurkis). Svarbu: rąsto skersmuo matuojamas be žievės! Išmatavus skersmenį reikia išmatuoti rąsto ilgį, t.y. trumpiausią atstumą tarp rąsto galų. Kamblinių ir vidurinių rąstų tūrio lentelių tikslumas yra $\pm 10\%$.

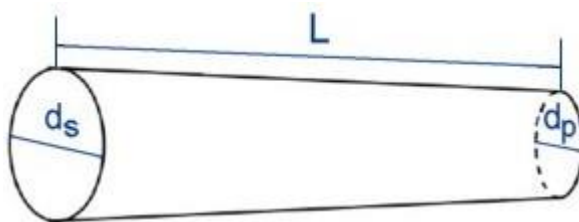


8.1 pav. Apvalus rąstas [12]



8.2 pav. Netaisyklingas rąstas [12]

2) Rasto tūrio skaičiavimas:



8.3 pav. 1-as būdas [13]

Rasto ilgis L, m:

Plongalio skersmuo be žievės d_p , cm:

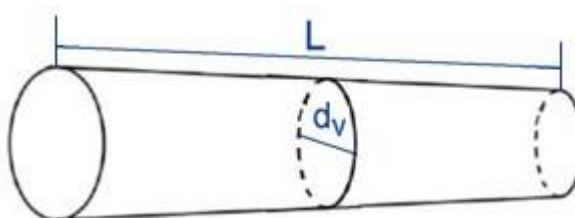
Storgalio skersmuo be žievės d_s , cm:

Rastu skaičius, vnt:

Kubinio metro masė, kg:....

Kubinio metro kaina, lt:

Dvigubo pjovimo medienos tūrio skaičiuoklė:



8.4 pav. 2-as būdas [13]

Rasto ilgis L, m:

Vidurio skersmuo be žievės d_v , cm:

Rastu skaičius, vnt:

Kubinio metro masė, kg:

.....

Kubinio metro kaina, lt:

Vidutinė (apytikrė) medienos masė ir tūris [14]

Medžių rūšis	1 m ³ medienos masė, kg			1 tonos tūris, m ³		
	12-15% drėgnumo	Pusiaus išdžiūvusi	Šviežiai nukirsta	12-15% drėgnumo	Pusiaus išdžiūvusi	Šviežiai nukirsta
I kaitrumo grupė						
Ažuolas	760	800	1020	1,32	1,25	0,98
Uosis	750	780	924	1,33	1,28	1,08
Klevas	690	720	862	1,45	1,39	1,16
Beržas	650	710	878	1,54	1,41	1,14
Maumedis	590	620	833	1,69	1,61	1,20
II kaitrumo grupė						
Juodalksnis	540	590	827	1,85	1,69	1,21
Pušis	520	600	863	1,99	1,67	1,16
III kaitrumo grupė						
Drebulė	510	530	762	1,96	1,89	1,31
Baltalksnis	490	520	800			
Liepa	450	580	792	2,22	1,72	1,26
Eglė	450	550	794	2,22	1,82	1,26

Apytikris medienos išskiriamos energijos kiekis (kcal) = medienos masė (kg) x 4510 kcal,

1000 kcal = 1.163 kW/h.

Medienos apytikrė vieno kubo masė kg. priklausomai nuo medienos drėgmės [14]

Medis	Drėgmė, %											
	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
Bukas	670	680	690	710	720	780	830	890	950	1000	1060	1110
Eglė	440	450	460	470	490	520	560	600	640	670	710	750
Mumedis	660	670	690	700	710	770	820	880	930	990	1040	1100
Drebulė	490	500	510	530	540	580	620	660	710	750	790	830
Beržas												
— plaukuotasis	630	640	650	670	680	730	790	840	890	940	1000	1050
— daūrinis	720	730	740	760	780	840	900	960	1020	1080	1140	1190
Ažuolas:												
— paprastasis	680	700	720	740	760	820	870	930	990	1050	1110	1160

— kaukazinis	690	710	730	750	770	830	880	940	1000	1060	1120	1180
Pušis:												
— kedrinė	430	440	450	460	480	410	550	580	620	660	700	730
— sibirinė	430	440	450	460	480	410	550	580	620	660	700	730
-paprastoji	500	510	520	540	550	590	640	680	720	760	810	850
Kėnis:												
— sibiro	370	380	390	400	410	440	470	510	540	570	600	630
— baltažievis	390	400	410	420	430	470	500	530	570	600	630	660
— baltasis	420	430	440	450	460	500	540	570	610	640	680	710
Uosis (paprastasis)	670	690	710	730	740	800	860	920	980	1030	1090	1150

Lentelėje vidutinės reikšmės - galima paklaida. Medienos leistino kiekio ir aukščio skaičiavimas

Rietuvių erdvinis tūris nustatomas sudaugintas jos ilgio, pločio ir aukščio matmenis. Medienos tūris nustatomas erdvinį tūrį padaugins iš glaudumo koeficiento. Į malkų tūrį įskaičiuojama žievė. Malkų ir plokščių medienos glaudumo koeficientai pateikti 8.3 lentelėje.

8.3 Lentelė

Malkų ir plokščių medienos rietuvių glaudumo koeficientai [15]

Ilgis, m	Glaudumo koeficientai							
	Spygliuočiai				Lapuočiai			
	Apvalūs		Skaldyti	Apvalių ir skaldytų mišinys	Apvalūs		Skaldyti	Apvalių ir skaldytų mišinys
	<14 cm	>14 cm			<14 cm	>14 cm		
0.33	0.78	0.80	0.75	0.75	0.76	0.79	0.74	0.74
0.50	0.75	0.77	0.73	0.73	0.72	0.76	0.71	0.71
1.00	0.71	0.75	0.70	0.70	0.67	0.73	0.68	0.68
1.50	0.69	0.73	0.68	0.68	0.64	0.70	0.65	0.66
2.00	0.66	0.70	0.66	0.67	0.62	0.67	0.63	0.63
2.50	0.65	0.68	0.64	0.66	0.60	0.64	0.62	0.65
3.00	0.64	0.66	0.63	0.65	0.59	0.63	0.60	0.63

Kai rietuvėje yra daugiau kaip 25% kreivų rąstelių, glaudumo koeficientai mažinami: apvaliems - 0,07, skaldytiems - 0,04, apvalių ir skaldytų mišiniui - 0,05. Glaudumo koeficientai

apvaliųjų ir skaldytų rąstelių mišiniui pateikti kai rietuvėje yra 40% apvaliųjų ir 60% skaldytų rąstelių. Kai rietuvėje yra spygliuočių ir lapuočių medžių, rūšių mediena, glaudumo koeficientai taikomi tų rūšių, kurių yra daugiau. Jei medienos drėgnumas didesnis už 25%, tai kiekvienam rietuvės aukščio metrui, privaloma 3cm užlaida.

Masinėje malkų ir malkinės medienos apsakaitose (1000 m³ ir daugiau) Naudojami tokie bendri malkų glaudumo koeficientai: Kai malkų ilgis 1m., spygliuočių - 0,70, lapuočių - 0,68; Kai malkų ilgis 2m, spygliuočių - 0,68, lapuočių - 0,65.

Padarinis medienos rietuvių glaudumo koeficientai pateikti 8.4 lentelėje. Šie koeficientai skirti medienos tūriui, be žievės apskaičiuoti.

8.4 Lentelė

Padarinės medienos rietuvių glaudumo koeficientas [15]

Medžio rūšis	Glaudumo koeficientai		
	Sortimentams su žieve	Grubiai nužievintiems sortimentams	Sortimentams be žievės
Sortimentams iki 1 m ilgio			
Eglė, kėnis	0.71	0.76	0.78
Pušis	0.69	0.76	0.78
Maumedis	0.67	0.76	0.78
Beržas, drebulė	0.70	–	0.79
Liepa	0.67	–	0.79
Sortimentams nuo 1.1m iki 2 m ilgio			
Eglė, kėnis	0.69	0.74	0.76
Pušis	0.67	0.74	0.76
Maumedis	0.65	0.74	0.76
Beržas, drebulė	0.68	–	0.77
Liepa	0.66	–	0.77
Sortimentams nuo 2.1m iki 3 m ilgio			
Eglė, kėnis	0.67	0.72	0.74
Pušis	0.65	0.72	0.74
Maumedis	0.63	0.72	0.74
Beržas, drebulė	0.66	–	0.75
Liepa	0.64	–	0.7577

Popiermedžių erdvinio tūrio perskaičiavimo į medienos tūri (be žievės) ir koregavimo koeficientai, pateikti 8.5 lentelėje. Šie koeficientai suderinti su atitinkamais pagrindinės

popiermedžių importuotojos, Švedijos normatyvais. Bazinė koeficientų reikšmė yra koreguojama atsižvelgiant į daugybę faktorių, turinčių įtakos popiermedžių rietuvių glaudumui.

8.5 Lentelė

Popiermedžių su žieve rietuvių erdvinio tūrio perskaičiavimo į medienos tūrį (be žievės) ir koregavimo koeficientai [15]

1. Pradinis rietuvės glaudumo koeficientas

Medžio rūšis	Pušis	Eglė	Beržas Ąžuolas	Drebule	Alksnis Uosis
Koeficientas	69	71	65	67	65

Bendras mišrių medžių rūšių rietuvių glaudumo koeficientas skaičiuojamas kaip svertinis vidurkis nuo atskirų medžių rūšių kiekio. Pradinis glaudumo koeficientas didinamas rietuvėms, kuriose yra sukrauti sortimentai skirti pjovimui. Lapuočiams – 2vnt. Spygliuočiams – 1vnt.

2. Pradinio koeficiento koregavimas dėl įvairių faktorių

1. Vid.skersmuo, cm laibgalyje su žieve	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16-17	18-19	20-22	23-26	27-39	40-69	
Koeficiento Pataisa, vnt	-13	-11	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1,+2	+3	+4	+5	+6	+7	
2. Sukrovimas	glaudžiai sudėta	gerai sudėta	neglaudžiai sudėta		neglaudžiai (mašinimis)		labai neglaudžiai		daug sortimentų skersai										
Pataisa, vnt	0	-1	-2		-3, -5		-6,-7		-8,-9										
3. Kreivumas	Tiesūs		Beveik tiesūs			Ėiek tiek kreivi			Kreivi										
Pataisa, vnt	0		-1			-2			-3,-5										
4. Genėjimas	Kokybiškas		Keletas šakų		Daug šakų		Labai daug šakų		Labai daug šakų blogas genėjimas										
Pataisa, vnt	0		-1		-2,-3		-4,-5		-6,-7,-8										
Kai vid. Rietuvėje esančių sortimentų skersmuo mažesnis 7 cm, pataisa dėl genėjimo dvigubinama																			
5. Sniegas arba ledas rietuvėje	Nėra			Mažai		Nedaug		Daug		Labai daug									
Pataisa, vnt	0			-2		-4		-8		-12									
6. Atliekos rietuvėje	Nėra			Nedaug		Daug		Labai daug											
Pataisa, vnt	0			-1		-2		-3,-4											
7. Ilgis, m	Spygliuočiams								Lapuočiams										
Pataisa, vnt	4,0	3,0	2,5	2,0	4,0	3,0	2,5	2,0	-2	0	+2	+4							
8. Rietuvės aukštis, m	Aukštesnė kaip 2 m				Aukštesnė kaip 3 m														
Pataisa, vnt	+1				+2														
9. Žievės storis	Labai plona		Plona, veidrodinė			Normali			Stora										
Pataisa, vnt	-4		-5			-6,-7,-8			-9,-10										
10. Stiebo forma	Labai nedidelio nulaibėjimo rąstų %						Didelio nulaibėjimo rąstų %												
Pataisa, vnt	31-50	51-70	>70			31-50	51-70	>70			+1	+2	+3	-1	-2	-3			

Pavyzdys: pušies popiermedžių (69), su vidutiniu skersmeniu laibgalyje 11cm (-4), į mašina neglaudžiai sukrautų (-3), į rietuvę aukštesnę kaip 2 m (+1), beveik tiesių (-1), su keletu trumpų šakų (-1), be sniego (0) ir be atliekų (0), 3 m ilgio (0), normalia žieve (-6) glaudumo koeficientas lygus 55 %.

Pakrovimas

Medienos rietuvių sukrovimo aukštis priklauso nuo dviejų esminių reikalavimų:

- Leistinas didžiausias galimas rietuvės aukštis. Jis nustatomas techninės ekspertizės metu ir priklauso nuo medžių rūšies, ilgio ir miškovežio priekabos techninių parametru.
- Miškovežio bendrosios leistinosios masės, kuri yra 40 tūkst. kg.

Miškovežio vairuotojas bendrąją masę kontroliuoja slėgio manometru pagalba. Jie yra sujungti betarpiškai su oro maišu ir parodo jame esantį oro slėgį, kuris tiesiogiai priklauso nuo pakrautos medienos masės. Manometro rodmuo nustatomas kiekvienam miškovežiui atskirai, bandymo keliu.

8.6 Lentelė

Leistino medienos aukščio skaičiavimas puspriekabei [16]

Bendroji masė ma	Nuosava masė mn	Krovinio masė mk	Rietuvės plotis bk	Rietuvės glaud k	Rietuvės ilgis lk	8	10	12	13.5
24000	7740	16260	2.32						
Rąstų rietuvės aukštis			Tankis						
Ažuolo rietuvės aukštis			910	0.535	1.799	1.440	1.200	1.066	
Beržo rietuvės aukštis			794	0.535	1.876	1.650	1.375	1.222	
Pušies rietuvės aukštis			732	0.59	2.029	1.623	1.398	1.202	
Juodalksnio rietuvės aukštis			708	0.535	2.100	1.850	1.542	1.371	
Baltalksnio rietuvės aukštis			660	0.535	2.100	1.985	1.654	1.470	
Eglės rietuvės aukštis			672	0.59	2.100	1.768	1.473	1.309	
Drebulės rietuvės aukštis			646	0.535	2.100	2.028	1.690	1.502	
Mišrios medienos rietuvės aukštis			743	0.56	2.100	1.684	1.404	1.248	
Kita mediena			1000	1	0.876	0.701	0.584	0.519	
Pjautinės medienos rietuvės aukštis									
Ažuolas			910	0.6	1.605	1.284	1.070	0.951	
Beržas			794	0.6	1.839	1.471	1.226	1.090	
Pušis			732	0.65	1.841	1.473	1.228	1.091	
Juodalksnis			708	0.6	2.062	1.650	1.375	1.222	
Baltalksnis			660	0.6	2.100	1.770	1.475	1.311	
Eglė			672	0.65	2.006	1.605	1.337	1.189	
Drebulė			646	0.6	2.100	1.808	1.507	1.339	
Mišri mediena			743	0.625	1.887	1.509	1.258	1.118	
Kita mediena			1000	1	0.876	0.701	0.584	0.519	

Leistina maksimali perkrova bendrosios leistinosios masės atžvilgiu yra 5 % kas atitiktų 2000 kg. Perkrovos atsiradimo priežastis - nehorizontalus arba duobėtas pagrindas ant kurio stovi miškovežis medienos pakrovimo metu.