



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

**Mikroautobuso laikančiosios konstrukcijos modifikavimo ir
sertifikavimo galimybių tyrimas**

Baigiamasis magistro projektas

Kazimieras Žilys
Projekto autorius

Doc. Rolandas Makaras
Vadovas

Kaunas, 2018



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

Mikroautobuso laikančiosios konstrukcijos modifikavimo ir sertifikavimo galimybių tyrimas

Baigiamasis magistro projektas
Transporto priemonių inžinerija (621E20001)

Kazimieras Žilys
Projekto autorius

Doc. Rolandas Makaras
Vadovas

Doc. V. Lukoševičius
Recenzentas

Kaunas, 2018



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Studijų programa: Transporto priemonių inžinerija

MAGISTRANTŪROS STUDIJŲ BAIGIAMOJO PROJEKTO
UŽDUOTIS

Studentui

1. Baigiamojo projekto tema

Mikroautobuso laikančiosios konstrukcijos modifikavimo ir sertifikavimo galimybių tyrimas

Minibus body structure modification and certification potentiality analysis

2. Projekto tikslas ir uždaviniai

Tikslas: Teoriškai ir empiriškai pagrįsti mikroautobuso laikančiosios konstrukcijos modifikavimo ir sertifikavimo galimybes.

Uždaviniai:

1. Atlikti mikroautobusų konstrukcijos analizę.
2. Išanalizuoti mikroautobusų sertifikavimo reikalavimus.
3. Parinkti kėbulo medžiagas.
4. Susisteminti surinktą teorinę informaciją, bei tyrimo rezultatus, sudaryti autoparduotuvės skaičiavimo modelį.
5. Įvertinti kėbulo įtaką laikančiosios konstrukcijos stiprumui.

3. Pradiniai Projekto duomenys

4. Pagrindiniai reikalavimai ir sąlygos

Parinkti kėbului kompozitinę medžiagą.

5. Projekto aprašomosios dalies struktūra

Literatūros apžvalga, tyrimo objektas, rezultatai, išvados.

6. Grafinės Projekto dalies sudėtis

7. Projekto konsultantai

Magistrantas:
(vardas, pavardė, parašas, data)

Projekto vadovas.....
(vardas, pavardė, parašas, data)

Krypties studijų programos vadovas.....
(vardas, pavardė, parašas, data)



Kauno technologijos universitetas
Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas
Kazimieras Žilys

Mikroautobuso laikančiosios konstrukcijos modifikavimo ir sertifikavimo galimybių tyrimas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Kazimiero Žilio, baigiamasis projektas tema „Mikroautobuso laikančiosios konstrukcijos modifikavimo ir sertifikavimo galimybių tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)

Turinys

Įvadas	12
1. Techninio lygio analizė	13
1.1. Mikroautobusai	13
1.2. Mikroautobusų konstrukcijos.....	14
1.2.1. Mikroautobusų sandara.....	14
1.2.2. Laikančiosios konstrukcijos.....	15
1.2.3. Laikančiųjų konstrukcijų medžiagos	17
1.2.4. Automobilių metalinių elementų sujungimai	21
1.3. Automobilių konstrukcijoms keliami reikalavimai.....	26
1.3.1. Motorinių transporto priemonių perdirbimo reikalavimai.....	26
1.3.2. Transporto priemonės techninės apžiūros reikalavimai	27
1.4. Autoparduotuvės	28
1.5. Apibendrinimas	29
2. Tiriamoji dalis	30
2.1. Sertifikavimo reikalavimų analizė	30
2.2. Modeliavimo sprendimai	30
2.2.1. Kėbulo sluoksniuotų kompozitų tyrimas	31
2.3. Supaprastinto lonžerono dalies analitinis skaičiavimas	32
2.4. Supaprastinto lonžerono dalies skaitinis skaičiavimas	34
2.5. Apibendrinimas	37
3. Projektinė dalis	39
3.1. Autoparduotuvės skaičiavimo modelio sudarymas.....	39
3.2. Mikroautobuso skaitinis skaičiavimas	40
3.2.1. Mikroautobuso lenkimo skaičiavimas be kėbulo	40
3.2.2. Mikroautobuso sukimo skaičiavimas be kėbulo	42
3.2.3. Mikroautobuso lenkimo skaičiavimas su kėbulu.....	44
3.2.4. Mikroautobuso sukimo skaičiavimas su kėbulu	44
3.3. Rezultatų palyginimas	45
Išvados	48
Literatūros sąrašas	49

Paveikslų sąrašas

1.1 pav. Mercedes-Benz (MB) Sprinter keleiviniai mikroautobusai.....	13
1.2 pav. MB Sprinter krovininiai mikroautobusai	14
1.3 pav. Krovinių automobilių rėmai: a – lonžeroninis; b – centrinis (stuburinis).....	15
1.4 pav. Linginė pakaba	17
1.5 pav. Kompozitinių medžiagų nuovargio kreivės: 1,2 – angliaplastikių, armuotų LUP – 0,2 (1) ir L2 (2) audiniu; 3, 4 – karštai (3) ir šaltai (4) kietėjančių stikloplastikių, armuotų TSU; 5...7 – epoksidinės dervos ED – 20 su 20% mikrosferos užpildu ir įvairios koncentracijos užpildais: 5 – 3 %, 6 – 1 %, 7 – 0 %	20
1.6 pav. Kontaktinis suvirinimas: a) dvipusis taškinis suvirinimas; b) vienpusis taškinis suvirinimas; F- elektrodo slėgis; 1 - varinis antdėklo lakštas stipresnei srovei gauti; 2 - siūlės suvirinimo taškas; 3-ruošiniai; 4- maitinimo šaltinis; 5 - kontaktinio suvirinimo elektrodas	22
1.7 pav. Kontaktinio taškinio suvirinimo jungčių tipai	22
1.8 pav. Lazerinio suvirinimo įrenginio schema: 1 - lazeris; 2 - spinduliuotės perdavimo sistema; 3 - suvirinimo galva; 4 - fokusavimo sistema; 5 - detalė; 6 - technologinis stalas	23
1.9 pav. Lazerinio suvirinimo pavyzdžiai: a - lakštinių medžiagų; b - vielos; c - vielos ir masyvių detalių; d - hermetiškų sujungimų	23
1.10 pav. TIG suvirinimo schema	25
1.11 pav. Maisto autoparduotuvė	28
2.1 pav. Atsisluoksniavimo bandymo schema	31
2.2 pav. Stiklo audinys 200 g/m ²	31
2.3 pav. Lenkimo bandymo schema	32
2.4 pav. Lenkimo schema.....	33
2.5 pav. Skerspjūvio charakteristikos	34
2.6 pav. Gembinės sijos laisvo galo poslinkio skaičiavimas.....	35
2.7 pav. Tinklelio elementų dydis	35
2.8 pav. Supaprastinto modelio poslinkių skaičiavimas.....	37
3.1 pav. MB Sprinter 208 projekcinės paveikslai	39
3.2 pav. MB Sprinter 208 3D modelis.....	40
3.3 pav. MB Sprinter 208 be kėbulo lenkimo poslinkių skaičiavimas	41
3.4 pav. MB Sprinter 208 be kėbulo lenkimo įtempių pasiskirstas.....	42
3.5 pav. MB Sprinter 208 be kėbulo lenkimo poslinkių skaičiavimas	43
3.6 pav. MB Sprinter 208 su kėbulu lenkimo poslinkių skaičiavimas	44
3.7 pav. MB Sprinter 208 su kėbulu sukimo poslinkių skaičiavimas.....	45
3.8 pav. MB Sprinter 208 įtempių rezultatų palyginimo grafikas	45

3.9 pav. MB Sprinter 208 poslinkių rezultatų palyginimo grafikas	46
3.10 pav. MB Sprinter 208 lenkimo standumo palyginimo grafikas.....	46
3.11 pav. MB Sprinter 208 sukimo standumo palyginimo grafikas	47

Lentelių sąrašas

1.1 lentelė. Stiklaplastikio gamybos technologijos įtaka statiniam stiprumui (sudaryta pagal Bareišį, 206).....	19
1.2 lentelė. Formavimo būdo įtaka cikliniam stiprumui (sudaryta pagal Bareišį, 2006)	21
2.1 lentelė. Kompozitinių plokštelių bandymų rezultatai.....	32
2.2 lentelė. Analitinio skaičiavimo rezultatai	34
2.3 lentelė. Supaprastintų elementų duomenys	36
2.4 lentelė. Modeliavimo tipų atliktų skaičiavimų rezultatai	37
3.1 lentelė. Medžiagų mechaninės savybės	40
3.2lentelė. MB Sprinter 208 be kėbulo lenkimo skaičiavimo rezultatai	42
3.3lentelė. MB Sprinter 208 be kėbulo sukimo skaičiavimo rezultatai.....	43
3.4 lentelė. MB Sprinter 208 su kėbulu lenkimo skaičiavimo rezultatai.....	44
3.5lentelė. MB Sprinter 208 su kėbulu sukimo skaičiavimo rezultatai	45

Kazimieras Žilys. Mikroautobuso laikančiosios konstrukcijos modifikavimo ir sertifikavimo galimybių tyrimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Rolandas Makaras; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis (studijų krypčių grupė): Transporto inžinerija (E12), Inžinerijos mokslai.

Reikšminiai žodžiai: modifikacija, konstrukcija, mikroautobusas, laikančioji konstrukcija, automobilis.

Kaunas, 2018. 49 p.

Santrauka

Mikroautobuso laikančiosios konstrukcijos modifikavimo ir sertifikavimo galimybių tyrimas leidžia išsamiai susipažinti su teorine įstatymų puse ir praktiniais konstrukcijos ypatumais. Šiame darbe išanalizuojama mikroautobuso kėbulo pagrindiniai elementai, konstrukcijoms keliami teisiniai reikalavimai. Apklaustos įmonės kurių pagalba buvo pateikta informacija automobilio sertifikavimui atlikti. Prieš atliekant skaitinius skaičiavimus su kompiuterinio inžinerinio projektavimo programa SolidWorks, atliekami supaprastintų elementų skaitiniai ir analitiniai skaičiavimai. Šis būdas leidžia pasirinkti tinkamus programos įrankius norint, kad skaičiavimo greitis ir tikslumas būtų optimalus. Suprojektavus galutinį modelį skaičiavimai atliekami su kėbulu ir be jo, kai skaičiavimas atliekamas su kėbulu matoma, kad standumas lenkimui padidėja 2,8 kartus, o standumas sukimui 15,2 kartus.

Žilyš, Kazimieras. Minibus body structure modification and certification potentiality analysis. Master's Final Degree Project supervisor assoc. prof. Rolandas Makaras; The Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Study field and area (study field group): Transport Engineering (E12), Engineering Science.

Keywords: modification, design, minibus, body structure, car.

Kaunas, 2018. 49 pages.

Summary

Minibus body structure modification and certification potentiality analysis allows comprehensively have a look at the theoretical part of the law and practical design features. In this work analyzed minibus bodywork main elements, the legal requirements for the structure. Interviewed companies, with the help of which, the information about certification were presented. Before performing numerical calculations with SolidWorks Computer Engineering Design Program, numerical and analytical calculations of simplified elements are performed. This method let choose appropriate program tools in order for the calculation speed and accuracy to be optimal. After calculating the final model, the calculations are carried out with and without the body, which shows that the stiff bending increases 2,8 times, and stiffness rotation 15,2 times.

Ivadas

Mikroautobusai yra vienas patogiausių nedidelių krovinių gabenimo įrankių, kurių populiarumas kasmet auga. Mikroautobusai yra įvairių paskirčių kurie gali būti naudojami vežti keleiviams ar kroviniams. XXIa. yra sukurta pakankamai technologijų bei medžiagų kurios leidžia kokybiškai bei saugiai modifikuoti mikroautobuso konstrukciją norint jį naudoti kitokiais tikslais. Viena iš mikroautobuso paskirčių gali būti autoparduotuvė. Norint įsigyti autoparduotuvę prireiktų nemažų investicijų, taip pat didžioji dalis autoparduotuvių yra netinkamos naudoti ar reikalauja remonto bei pritaikymo joms keliamiems reikalavimams.

Šiame darbe bus analizuojami mikroautobusai, jų konstrukcija, taip pat aptariami reikalavimai kurie yra keliami mikroautobusams bei trumpai aprašyta auto parduotuvė. Taip pat darbe bus atliekamas tyrimas, kurio metu bus siekiama išsiaiškinti mikroautobuso sertifikavimo reikalavimus. Ištiriami kompozitiniai bandiniai ir atrenkamas geriausias medžiagos savybes turinti sluoksniuota kompozitinė medžiaga bei atliekami supaprastinti skaitiniai elementų sujungimo skaičiavimai. Pagal išanalizuotą informaciją atliekamos atitinkamos mikroautobuso modifikacijos.

Tyrimo aktualumas – ši tema yra itin aktuali dėl didėjančio gyvenimo tempo ir visuomenės noro taupyti laiką bei finansinius išteklius. Autoparduotuvės suteikia galimybę vystyti verslą sumažinus nepatrauklios verslo vystymo vietos riziką, taip pat suteikiama galimybė gyventojams įsigyti maisto produktus pigiau bei greičiau.

Šio darbo tikslas – Teoriškai ir empiriškai pagrįsti mikroautobuso laikančiosios konstrukcijos modifikavimo ir sertifikavimo galimybes.

Uždaviniai:

1. Atlikti mikroautobusų konstrukcijos analizę.
2. Išanalizuoti mikroautobusų sertifikavimo reikalavimus.
3. Parinkti kėbulo medžiagas.
4. Susisteminti surinktą teorinę informaciją, bei tyrimo rezultatus, sudaryti autoparduotuvės skaičiavimo modelį.
5. Įvertinti kėbulo įtaką laikančiosios konstrukcijos stiprumui.

1. Techninio lygio analizė

1.1. Mikroautobusai

Automobiliams priskiriamos bet kokios motorinės nebėginės transporto priemonės, kurios skirtos važiuoti keliu, vežti krovinius, keleivius arba vilkti kitas transporto priemones. Jiems nepriklauso motociklai, traktoriai ir savaeigės mašinos. [1]

Automobiliai pagal paskirtį klasifikuojami į keleivinius (žr. 1.1 pav.), krovinius, vilkikus ir specialiuosius. Autobusai pagal ilgį skirstomi į labai mažus (mikroautobusus), kurių ilgis iki 5m, mažus, kurių ilgis 6–7,5 m, vidutinius – 8–9,5 m, didelius – 10,5–12 m, ir labai didelius, kurių ilgis ne mažesnis kaip 16,5 m. Kroviniai automobiliai (žr. 1.2 pav.) skirstomi pagal paskirtį, talpą, krovinio talpos tipą ir tiltų skaičių. Pagal talpą būna: labai mažos talpos – iki 1,0 t; mažos – 1,0–3,0 t; vidutinės – 3,0–5,0 t; didelės – 5,0–15 t ir labai didelės talpos – daugiau kaip 15 t.



1.1 pav. Mercedes-Benz (MB) Sprinter keleiviniai mikroautobusai [3]

Pagal talpos tipą kroviniai automobiliai būna bortiniai, savivarčiai, cisternos ir furgonai. Specialieji automobiliai būna gaisriniai, sanitariniai, kelių, skverų priežiūros, grunto gręžimo, autokeltuvai ir kiti su specialiąja įranga.

Tarptautiniais susitarimais ir įstatymais įvesti šie automobilių techninių parametrų apribojimai: gabaritui, leidžiamai didžiausiai masei ir didžiausiai ašies apkrovai. Leistinas automobilio plotis – iki 2,6 m, aukštis – 3,6–4,15 m; dviašio automobilio ilgis – 10–12,2 m; dviejų dalių prikabinamo autotraukinio ilgis – 18–24 m; dviašio automobilio leidžiama didžiausia masė – 16–20 t; triašio automobilio leidžiama didžiausia masė 18–30 t; autotraukinio masė – 21–62 t; vienos ašies apkrova – 100–300 kN.



1.2 pav. MB Sprinter krovininiai mikroautobusai [3]

Mikroautobusas yra automobilis, skirtas pervežti kroviniams arba žmonių grupėms. Mikroautobusas paprastai geba pervežti daugiau nei minivenas, tačiau mažiau nei autobusas ar sunkvežimis. Keleivinių mikroautobusų vietų skaičius svyruoja nuo 9 iki 20 vietų krovininiai mikroautobusai – iki 2t krovinių. Mikroautobusuose variklis paprastai būna priekyje ir varo priekinius, galinius arba visus ratus. Lietuvoje populiariausi mikroautobusai: Ford Transit, Mercedes Sprinter, Volkswagen Lt[2].

Populiariausi Lietuvoje: Mercedes Benz Sprinter, Volkswagen Crafter, Ford Vito, Ford Transit ir Fiat Ducato markės keleiviniai ir krovininiai mikroautobusai. Šių markių mikroautobusai paklausiausi dėl plataus dydžių ir kainų asortimento. Mikroautobusų nuomos kainos priklauso nuo mikroautobuso markės ir dydžio, keleivių skaičiaus, maršruto ir kliento pageidavimų. [2]

1.2. Mikroautobusų konstrukcijos

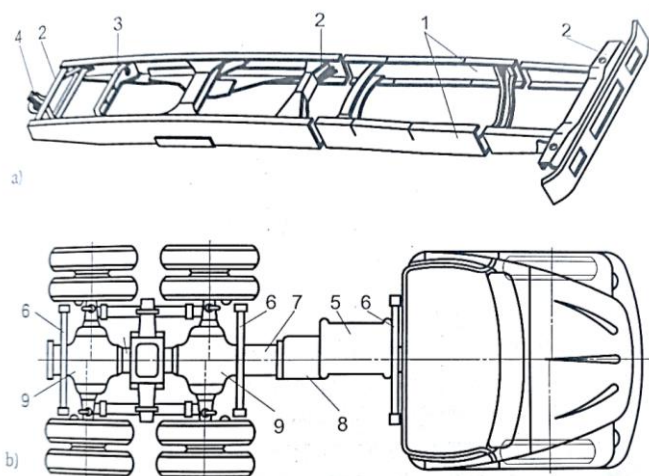
1.2.1. Mikroautobusų sandara

Automobiliai sudaryti iš variklio, transmisijos, važiuoklės, valdymo ir darbo įrenginių. *Variklis* cilindruose sudegančių degalų šiluminę energiją paverčia mechanine energija, kurią alkūninis velenas perduoda transmisijai. *Transmisija* variklio sukimo momentą perduoda varantiesiems ratams. Ji sudaryta iš sankabos, pavarų dėžės, tarpinio sujungimo ir varančiojo tilto. *Važiuoklė* ratų sukamąjį judesį paverčia automobilio slenkamuoju judesiu. Tai vežimėlis, kuriame sumontuoti visi automobilio mechanizmai. *Darbo įrenginys* sudaro kėbulo pakėlimo ir išvertimo įtaisas, gervė, darbo velenas, priekabų ir puspriekabių vilkimo įtaisas, varomojo ir atsarginio rato pakėlimo ir nuleidimo įtaisas ir kita [19].

1.2.2. Laikančiosios konstrukcijos

Mikroautobusuose galima išskirti du kėbulo tipus: tuos, kurie yra montuojami ant atskiro rėmo ir tuos, kuriuose apatinė rėmo dalis yra integralinė kėbulo sandaros dalis. Šiuolaikiniai, masiškai gaminami automobiliai beveik visiškai perėjo nuo įprastinės atskirų rėmo ir kėbulo junginių prie integralinių konstrukcijų (nešančių kėbulų konstrukcijų). Šiuos pokyčius iššaukė siekimas sumažinti bendrą automobilio svorį bei savikainą [5].

Rėmas sudaro pagrindą, prie kurio tvirtinami pagrindiniai automobilio agregatai: variklis, transmisijos agregatai, vairavimo ir stabdžių sistemos, tiltai, kabina ir kėbulas. Jis priima visas apkrovas, atsirandančias automobiliui važiuojant. Rėmą turi visi krovininiai ir didelės galios lengvieji automobiliai bei dauguma autobusų. Mažuose lengvuosiuose automobiliuose rėmo funkcijas atlieka sustiprintas kėbulas. Automobiliuose naudojami du rėmų tipai: lonžeroniniai (žr.1.3 pav., a) ir centriniai (žr. 1.3 pav., b).



1.3 pav. Krovinių automobilių rėmai: a – lonžeroninis; b – centrinis (stuburinis) [5]

Lonžeroninį rėmą sudaro dvi lovinio profilio išilginės sijos 1 (žr. 1.3 pav., a) ir skersiniai 2. Labiausiai apkrautose vietose išilginės sijos būna aukštesnės arba sustiprintos įdėklais 3. Prie rėmo įtaisyti kronšteinai lingėmis, pakojoms, atsarginiam ratui, bamperiams su vilkimo kabliais ir prikabinimo įtaisais 4.

Centrinį rėmą (žr. 1.3 pav., b) sudaro apvali arba stačiakampė sija 5 su skersiniais 6. Kartais rėmas susidaro sujungiant specialiais vamzdžiais 7 pavarų ir skirstymo 8 dėžių bei pagrindinių pavarų (tiltų) 9 korpusus. Tarp vamzdžių 7 ir karterių flanšų įtaisomi skersiniai 6, prie kurių montuojama kabina, kėbulas ir kiti agregatai. Tokie rėmai labai atsparūs lenkimui, bet dėl sudėtingos gamybos naudojami retai [5].

Pakaba

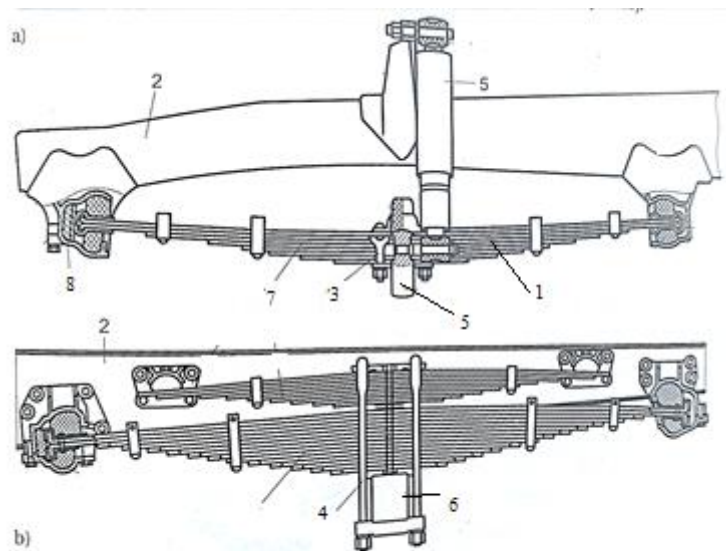
Pakaba jungia automobilio rėmą su ratais bei sušvelnina smūgius, gaunamus dėl kelio nelygumų ir slopina kėbulo švytavimus. Taip didinamas eismo saugumas ir važiavimo komfortas, apsaugomi keleiviai nuo bereikalingos įtampos, kroviniai ir automobilis. Pakabą sudaro elastingi elementai (lingės, spyruoklės, torsionai, suslėgto oro balionai), jungiantys rėmą su tiltu (ratu), amortizatoriai ir stabilizatoriai.

Pagal ratų tarpusavio ryšį pakaba gali būti priklausoma ir nepriklausoma. *Priklausomoje* pakaboje abu ratai montuojami prie ištisinės tilto sijos. Tuomet vienam ratui pasislenkant vertikalia kryptimi, būtinai pasislenka ir kitas. Tai daugumos krovinių automobilių visų tiltų bei kai kurių lengvųjų automobilių užpakalinių tiltų pakabos[21].

Kai pakaba *nepriklausoma* kiekvienas ratas prie tilto sijos prijungtas atskirai. Ratu užvažiavus ant kliūties, kėbulas mažiau pasvyra. Nepriklausoma pakaba įrengta lengvųjų automobilių ir kai kurių krovinių automobilių tiltuose.

Pagal elastingų elementų tipą pakabos būna linginės, spyruoklinės, torsioninės, pneumaticinės ir pneumahidraulinės. Linginės pakabos populiariai naudojamos tokiose kaip Mercedes Benz Sprinter 208, Peugeot Boxer, Ford Transit bei kitose mikroautobusuose.

Linginė pakaba sudaryta iš pusiau elipsinių nevienodo ilgio lakštų 1 (žr. 1.4 pav.). Lakštų dydis ir skaičius priklauso nuo sunkio jėgos, tenkančios pakabai. Lakštų paketas suveržiamas apkabomis 3 ir 4. Vienas arba du pirmieji lakštai yra ilgiausi ir vadinami pagrindiniais. Prieš surenkant, lakštai sutepami grafitiniu tepalu arba tarp jų įdedami specialūs tarpikliai. Tai sumažina jų trintį. Lingių galai prijungiami prie automobilio rėmo 2, o visa lingė vidutine dalimi – prie tilto 5 ir 6. Iš kuo plonesnių ir iš kuo daugiau lapų sudaryta lingė, tuo ji elastingesnė. Priekiniuose lingių 7 galuose įstatomos papildomos guminės pagalvėlės 8, priimančios jėgas, veikiančias išilgai automobilio, ir neleidžiančios lingėms pasislinkti į priekį. Įlinkusios lingės užpakalinė dalis kartu su tiltu pasislenka atgal [5].



1.4 pav. Linginė pakaba [5]

Amortizatoriai.

Pagal švytavimų slopinimo būdą hidrauliniai amortizatoriai yra vienusio ir dvipusio veikimo 5 (žr. 1.4 pav.). Vienpusio veikimo amortizatoriai slopina kėbulo švytavimus tik leidžiantis ratui, o dvipusio - tiek ratui kylant, tiek jam leidžiantis.

Pagal konstrukciją hidrauliniai amortizatoriai yra teleskopiniai ir svirtiniai, dvivamzdžiai ir vienvamzdžiai. Teleskopiniai amortizatoriai lengvesni, mažesni, patvaresni už svirtinius, todėl dažniausiai ir naudojami. Dvivamzdžiai amortizatoriai sudaryti iš dviejų cilindų, o vienvamzdžiai iš vieno [5]. Amortizatoriaus tvirtinimo taškai turi būti atitinkamose vietose, tam kad amortizatorius galėtų funkcionuoti visa savo eiga. Tai svarbi sąlyga projektuojant automobilio rėmą [19].

1.2.3. Laikančiųjų konstrukcijų medžiagos

Šiuo metu inžinieriai ištobulino įvairių automobilių tipų laikančiųjų konstrukcijų geometriją, kuri naudojant tradicines medžiagas yra optimali stiprumo ir standumo požiūriu. Technologai naudoja vis pažangesnius apdirbimo ir sujungimo būdus, todėl siekiant optimalumo ieškoma naujų konstrukcinių medžiagų, kurios pasižymi maža mase, pakankamu standumu ir stiprumu, technologiškumu, reikiamomis eksploatacinėmis savybėmis ir ne itin aukšta kaina. Nors šiuo metu didžioji dalis laikančiųjų konstrukcijų gaminamos iš metalų ir įvairių lydinų, vietoje jų vis dažniau pradeda naudoti įvairius plastikus, polimerus, kompozitines medžiagas [21].

Plienas, kurio stiprumo riba yra mažesnė negu 270 MPa priskiriami prie minkštųjų plienų. Iš šio šio plieno gaminamos skardos kurios yra naudojamos dugno konstrukcijoje, kėbulo dalyje, bei rėmo konstrukcijose. Automobilio elementai kurie pagaminti iš šio plieno yra lengvai deformuojami

smūgio metu. Plienas S235 taip pat priklauso minkštiesiems metalams, nes stiprumo riba yra mažesnė nei 270MPa [16].

Automobilių pramonėje naudojama daug įvairių rūšių plienų. Pagrindiniams konstrukciniams elementams naudojami mažo anglingumo plienai. Specialiai pagaminti silpnai legiruoti plienai naudojami didelį plotą sudarantiems elementams, kurie yra formuojami sudėtingais būdais. Kėbulams gaminti daugumoje naudojami cinkuotos plieno skardos lakštai. Praktiškai iki 1990 metų visų automobilių laikančiųjų kėbulų elementai buvo gaminami iš nestipraus plastiško plieno lakštų štapavimo būdu. Elementai tarpusavyje buvo sujungiami taškiniu suvirinimu. Reikia pastebėti, kad plastiško nestipraus plieno naudojimas laikančiojo kėbulo gamybai nebuvo labai vykęs, nes norint užtikrinti pakankamą kėbulo standumą, būtina naudoti storesnius plieno lakštus. Tam, kad gauti pakankamai stiprų taškinį elementų sujungimą, reikalaujama, kad plieno lakštų storis būtų nemažesnis nei 0,9 mm, be to, būtina suformuoti technologines briaunas, kurių pagalba elementai būtų jungiami tarpusavyje. Storesnių plieno lakštų naudojimas, taškinis suvirinimas ir papildomų saugumo elementų įdiegimas konstruktoriams leido pasiekti pakankamą laikančiųjų konstrukcijų standumą ir stiprumą saugumo požiūriu, tačiau visa tai labai padidino laikančiosios konstrukcijos masę. Padidėjusi kėbulo masė nulėmė didesnes kuro sąnaudas, prastesnę automobilio dinamiką, didesnius kėbulo pokrypius posūkių metu, todėl konstruktoriai buvo priversti ieškoti kitų geresnių mechaninių charakteristikų laikančiųjų kėbulų gamybai tinkančių konstrukcinių medžiagų ir naujų konstrukcinių elementų formavimo bei tarpusavio jungimo technologijų. Konstruktoriai ir technologai pastaruju metu laikančiųjų konstrukcijų gamybai pradėjo naudoti mažai legiruotus mažaanglius stiprius, bet kartu ir pakankamai plastiškus plienus. Siekimas dar daugiau palengvinti automobilių konstrukcijas iš vienos pusės ir senkančios metalų atsargos iš kitos pusės, verčia ieškoti alternatyvų metalams. Čia į pagalbą ateina plastmasės. Plačiąja prasme terminas „plastmasė“ apibrėžia organines medžiagas, sudarytas polimerų pagrindu, kurie gali būti gaunami ar perdirbant natūralius produktus, ar sintezuojant pirmines chemines medžiagas iš naftos, gamtinių dujų ar anglies [6]. Visos plastmasės skirstomos į dvi pagrindines grupes: termoplastinės, kurios kaitinamos suminkštėja, o aušdamos sukietėja, išlaikydamos joms suteiktą pavidalą, ir termoreaktyvinės, kurios suminkštėja tik vieną kartą, gaminant detales. Pakartotinai kaitinant jos jau nesuminkštėja.[7]

Kompozitų gamybos technologijos įtaka statiniam ir cikliniam stiprumui.

Žinoma, kad kompozitinių medžiagų savybės priklauso nuo jų gamybos technologijos. Todėl svarbu palyginti šaltai ir karštai formuojamų stiklaplastikų mechaninių savybių rodiklius.

Bandymams buvo naudojami stiklaplastikiai, armuoti audiniu TSU8/3-VM-78, įmaišant kietiklio 5-211 B ir dervos ED-20. Šaltasis formavimas truko 8 valandas išlaikant 0,07 MPa vakuume 20+2°C

temperatūroje, o karštasis – 4 valandas 0,08 MPa vakuume, esant 0,45 MPa slėgiui ir 150°C temperatūrai. Pagal standartų reikalavimus ir čia aprašytą metodiką buvo atliekami tempimo, gniuždymo, šlyties ir lenkimo statiniai be nuovargio bandymai, naudojant bandinius armuotus 0/90°.

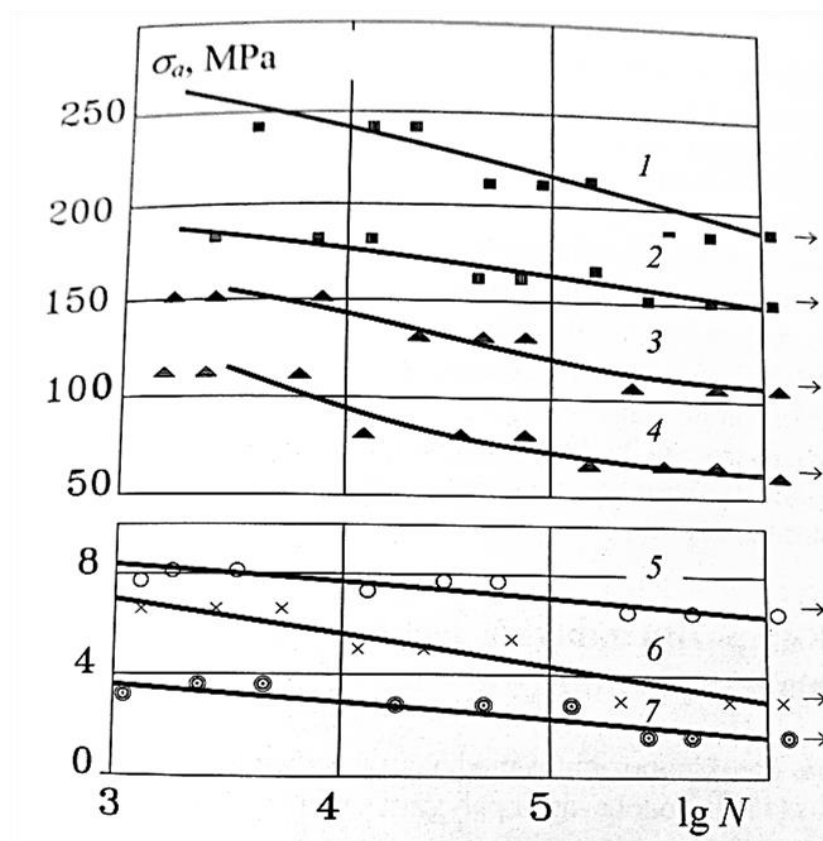
Pateikti duomenys (žr. 1.1 lentelę) rodo, jog karštai formuoto stiklaplastikio statinis stiprumas ir standumas yra 1,55...2,5 karto didesnis negu šaltai formuoto. Stiprumas ir standumas lenkiant ir esant šlyties deformacijoms padidėja du ir daugiau kartų, o tempiant ir gniuždant – mažiau. Tą galima paaiškinti tuo, kad karštojo formavimo metu stiklo audinys geriau permirksta derva, kurioje vyksta polimerizacija, esant aukštesniai temperatūrai ir todėl ypač padidėja tarp sluoksnių stiprumas, ir tai atsispindi lenkimo ir šlyties bandymų metu. Tą patvirtina ir duomenys, gauti esant skirtingiems armavimo kampams (0° ir 45°), nes stiprumo ir standumo verčių skirtumai, taikant karštojo formavimo technologiją yra mažesni nei šaltojo, nors pirmuoju atveju absoliutinės vertės gerokai didesnės. Pažymėtina, jog tamprumo modulio duomenų sklaidos statistinė analizė parodė, kad abiem atvejais standumai pasiskirsto pagal normalinį dėsnį, tačiau karštai formuotų bandinių duomenys varijuoja mažiau: 4,2 proc., o ne 8,5 proc.

1.1 lentelė. Stiklaplastikio gamybos technologijos įtaka statiniam stiprumui (sudaryta pagal Bareišį, 206)

Rodiklių pavadinimas	Formavimo būdas			
	Šaltasis		Karštasis	
	Armavimo kampai			
	0/90°	45/45°	0/90°	45/45°
Stiprumo riba, MPa				
-tempiant	440	88	535	195
-gniuždant	133,5	96	235	139
-lenkiant	300	-	776	-
-šlyties	43	95	93	126
Tamprumo modulis, MPa				
-tempiant	16500	4580	27250	13650
-gniuždant	22000	8300	35500	15360
-lenkiant	8560	-	19500	-
-šlyties	790	7900	4500	10540
Tankis, g/cm ³	1,51		1,98	

Stiklaplastikio gamybos technologijos įtaką cikliniam stiprumui iliustruoja duomenys pateikti 1.1 lentelėje. Nuovargio kreivės 3, 4 pateiktos 1.5 pav. Iš kreivių matyti, kad, esant pulsuojančiam $\varepsilon =$

const. Bandymų režimui, karštai formuojamų bandinių patvarumo riba yra 1,5 karto didesnė ir siekia 100 MPa, o šaltai formuojamų – 60 MPa, tačiau pirmųjų apkrovos koeficientas γ yra mažesnis. Tai rodo, jog formavimo būdas didesnę reikšmę turi statiniam, o ne cikliniam stiprumui. Maksimali ciklo deformacija esant 10^6 ciklų ilgaamžiškumui, padidėja tik 20 proc., nes daugiau kaip du kartus padidėja standumas.



1.5 pav. Kompozitinių medžiagų nuovargio kreivės: 1,2 – angliaplastikių, armuotų LUP – 0,2 (1) ir L2 (2) audiniu; 3, 4 – karštai (3) ir šaltai (4) kietėjančių stikloplastikių, armuotų TSU; 5...7 – epoksidinės dervos ED – 20 su 20% mikrosferos užpildu ir įvairios koncentracijos užpildais: 5 – 3 %, 6 – 1 %, 7 – 0 % [9]

Nustayta, jog stikloplastikio gamybos technologija turi įtakos ir medžiagos irimui esant statiniam ir cikliniam lenkimui (žr. 1.2 lentelė). Abiem atvejais irimo pradžia statistiškai yra vienoda. Baigiamojame stadijoje šaltai kietėjantis stikloplastikis yra, atsiskuoksniodamas gniuždomų maksimalių įtempių zonoje, o karštai kietėjantis stikloplastikis yra „trapiai“, sudarydamas plyšį statmenai tempimo įtempiams. Tai susiję su tuo, kad karštai formuojamas stiklo audinys praranda liaunumą ir tampa didesnio standumo armuojančiąja medžiaga.

Neatsižvelgiant į gamybos technologiją, ciklinio lenkimo metu yra gniuždomi sluoksniai, tačiau irimo mechanizmai skirtingi. Formuojant šaltą stikloplastikį cikliško lenkimo būdu, o karštą – plėtojantis nuovargio plyšiui statmenai sluoksnių, maksimalių įtempių zonoje vyksta atsiskuoksnivimas.

1.2 lentelė. Formavimo būdo įtaka cikliniam stiprumui (sudaryta pagal Bareišį, 2006)

Atsparumo rodikliai, esant bandymo bazei 10^6 ciklų ir deformavimo dažniui 10 Hz	Formavimo būdas	
	Šaltasis	Karštasis
Dinaminis tamprumo modulis, MPa	9840	20400
Patvarumo riba σ_0 , MPa	60	100
Įtempių ciklo amplitudė σ_a , MPa	60	100
Maksimali deformacija ϵ , %	0,75	0,92
Apkrovos koeficientas $\gamma = \sigma_a/\sigma_u$	0,20	

Nustatyta, jog stiklaplastikių gamyba karštojo formavimo metodu leidžia kurti gaminius, pasižyminčius gerokai didesniu statiniu ir cikliniu stiprumu bei standumu. Jų gamybos technologija turi įtakos ir irimo mechanizmams [9].

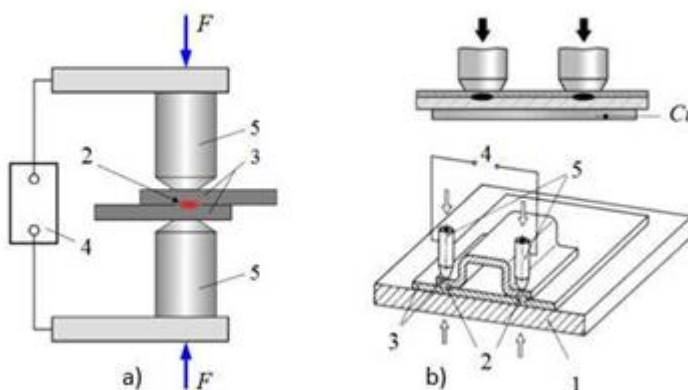
1.2.4. Automobilių metalinių elementų sujungimai

Plačiausiai naudojami automobilių gamyboje yra šie suvirinimo būdai:

- kontaktinis arba taškinis suvirinimas;
- lazerinis litavimas;
- lankinis suvirinimas apsauginėse dujose (MIG, TIG technologijos);
- lazerinis suvirinimas;
- taškinis panaudojant paviršių trintį;
- plazminis litavimas.

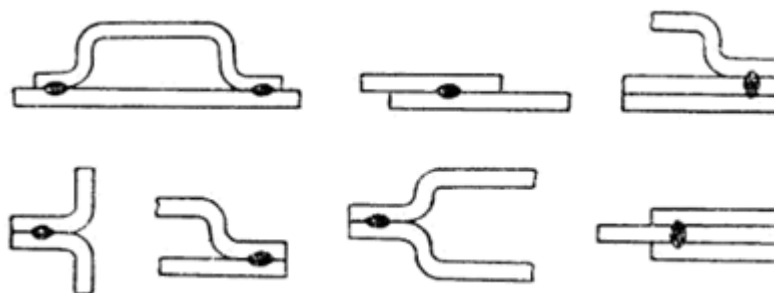
Kontaktinis suvirinimas yra greitas, pigus ir paprastas suvirinimo būdas. Suvirinimo metu elektrodų lietimosi zona įkaista išoriniuose ruošinių paviršiuose ir susidaro plastiški labai maži tūriai, o vidiniai išsilydo. Sujungimo vieta suvirinama ne ištisai, o atskiruose taškuose. Suvirinimo taškas susidaro nustojus virinti, kuomet temperatūra mažėja ir išlydytas metalas kristalizuojasi. Svarbiausi kontaktinio suvirinimo parametrai: suvirinimo trukmė, srovės tankis ir elektrodo slėgis. Šis suvirinimo būdas pritaikomas plonoms 0,5 – 5 mm skardoms. Pramonėje naudojami įvairūs kontaktinio suvirinimo būdai, skirtumas tarp jų tik elektros srovės tiekimo būdas, elektrodų išdėstymas ir jų skaičius. Labiausiai populiarus suvirinimas dviem elektrodais, kai iš abiejų pusių praleidžiama srovė (1.6 pav. a)). Praktikoje pritaikomas vienpusis suvirinimas kai abu elektrodai yra

vienoje suvirinamo ruošinio pusėje (1.6 pav. b). Norint gauti tankią suvirinimo siūlę, naudojami ritinėlio formos elektrodai [10].



1.6 pav. Kontaktinis suvirinimas: a) dvipusis taškinis suvirinimas; b) vienpusis taškinis suvirinimas; F- elektrodo slėgis; 1 - varinis antdėklo lakštas stipresnei srovei gauti; 2 - siūlės suvirinimo taškas; 3- ruošiniai; 4- maitinimo šaltinis; 5 - kontaktinio suvirinimo elektrodas [10]

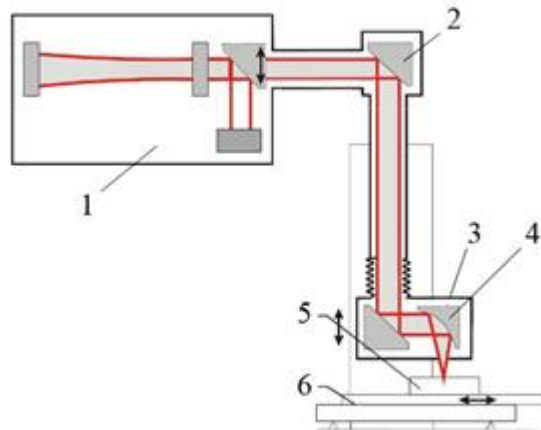
Kontaktinis suvirinimas taikomas angliniam, mažangliam, korozijai atspariam ir mažai legiruotam konstrukciniam plienui, bei vario lydinių ir aliuminio suvirinimui. Šis suvirinimo būdas neišsikreipia detalių. Detalias jungiant turi labai tiksliai atitikti viena kitą. Ant paviršių neturi būti metalinių nešvarumų ir cheminių. 1.7 paveiksle pavaizduoti galimi taškinio suvirinimo jungčių tipai [10].



1.7 pav. Kontaktinio taškinio suvirinimo jungčių tipai [10]

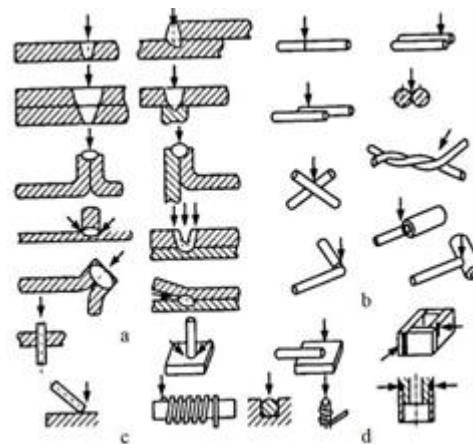
Lazerinis suvirinimas - tai energijos spinduliuotės šaltinis, generuojantis didelės galios elektromagnetinių bangų srautą. Srautas yra monochrominis, koherentiškas, kryptingas, mažos sklaidos, stabilus ir didelio skaisčio. Lazerio spinduliuotė medžiagos paviršių veikia kaip sutelktas energijos srautas. Dėl didelės koncentracijos kaitinimo srityje jis greitai įkaista, išsilydo ir išgaruoja sunkiai lydūs metalai. Pramonėje plačiausiai pritaikomi nuolatinės veikos ir impulsiniai lazeriai (CO₂ dujų lazeriai ir kietojo kūno lazeriai) [10].

- CO₂ – dujų lazeriai (žr. 1.8 pav.). Aktyvioji dujų terpė (neonas, helis, anglies dioksidas, argonas, azotas ir kt.), sužadinama stacionaria aukštos įtampos iškrova. Lazeriai suvirinimai pritaikomi gilaus suvirinimo srityje.
- Kietojo kūno lazeriai – labiausiai paplitę aliuminio, itrio, granato ar neodimiu aktyvinto stiklo lazeriai. Šio tipo lazerių privalumai, kad galima perduoti lazerio energiją iki 200 m atstumais. Pritaikoma plonų plieno lakštų, spalvotųjų metalų suvirinimas. Naudojant impulsinį režimą galimas litavimas ar taškinis suvirinimas [10].



1.8 pav. Lazerinio suvirinimo įrenginio schema: 1 - lazeris; 2 - spinduliuotės perdavimo sistema; 3 - suvirinimo galva; 4 - fokusavimo sistema; 5 - detalė; 6 - technologinis stalas [10]

Naudojant lazerinį suvirinimą (žr. 1.8 pav.) yra labai svarbu sufokusuoti spinduliuotės srautą, nes nuo spinduliuotės kritimo kampo metalo paviršiaus atžvilgiu, optinės fokusavimo sistemos židinio nuotolio bei apdirbamo metalo sugeriamosios gebos priklauso metalo išlydymo gylis. Taip pat daug įtakos siūlės oksidavimuisi ir išlydymo gyliui turi technologinės dujos, kuriose vyksta suvirinimo procesas(žr. 1.9 pav.).



1.9 pav. Lazerinio suvirinimo pavyzdžiai: a - lakštinių medžiagų; b - vielos; c - vielos ir masyvių detalių; d - hermetiškų sujungimų [10]

Lazerinio suvirinimo būdu gaunama nedidelių matmenų siūlė, suvirintos dalys nežymiai deformuojasi, suvirinimo laikas yra labai greitas, lokalizuotas ir našus, lengvai automatizuojamas. Lazero spinduliuotės srautu įmanoma apdirbi visas žinomas medžiagas. Šis suvirinimo būdas suteikia galimybę atsisakyti brangios šampavimo gamybos [10].

MAG / MIG suvirinimo būdas –lankinis suvirinimas apsauginėse dujose. Suvirinimui reikalinga apsauginės dujos ir viela. Į suvirinimo zoną specialiais kanalais per degiklį tiekiamos dujos, kurios išstumia atmosferos deguonį bei azotą taip apsaugodamos suvirinimo zoną. MIG suvirinimui naudojamos inertinės dujos (helis, argonas ir jų mišiniai), MAG aktyviosios dujos (anglies dioksidas).

Šis suvirinimas taikomas konstrukciniam legiruotam plienui, lengvoms konstrukcijoms (aliuminio, magnio), sunkiai lydomiems metalams. Lydžiuoju elektrodu suvirinama tik anglies dioksido ir priešingo poliarumo nuolatine srove. Dažniausiai naudojamos naftotiekių, dujotiekių ir laivų korpusų suvirinimui [10].

MIG/MAG suvirinimo technologijos *privalumai*:

- puiki siūlės kokybė;
- didelis greitis;
- virinama įvairiose padėtyse;
- automatiškai paduodama viela;
- nenaudojama fliusai;
- lengvai automatizuojamas procesas.

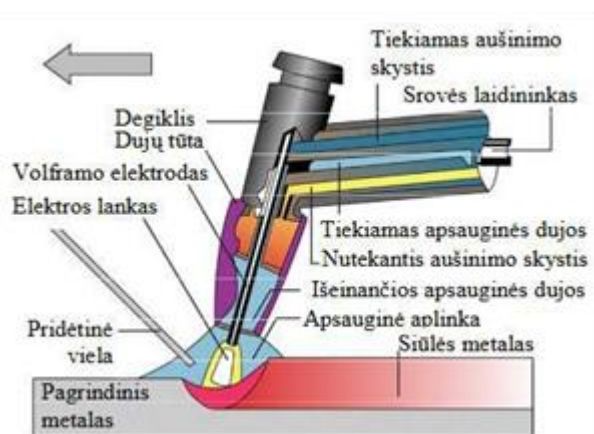
MIG/MAG suvirinimo technologijos *trūkumai*:

- pučiant vėjui, negalima virinti lauke;
- virinant prarandama daug vielos.

MIG/MAG suvirinimo trūkumai yra du, iš kurių vienas jų nėra reikšminis. Virinant šiuo būdu, ne esant tinkamoms sąlygoms, reikia tai daryti patalpoje, galima daryti prielaidą, kad šią sąlygą nesunku įgyvendinti. Vielos praradimas padidina proceso kaštus, tačiau galima gauti didelį našumą bei procesą automatizuoti [20].

TIG suvirinimas, kurio metu lankas dega tarp pagrindinio metalo ir volframo elektrodo (žr. 1.10 pav.). Lankas uždegamas aukštosios įtampos srovės kibirkštimi. Ploniems lakštams virinti naudojama >10A kintamoji ir >3A nuolatinė srovė. Virinant svarbias konstrukcijas, naudojamos apsauginės dujos. Suvirinimo siūlę sudaro pridėtinis strypas, kuris paduodamas ranka. Strypas tiekiamas periodiškai, jo negalima liesti su volframo elektrodu.

Virinami paviršiai turi būti sausi, švarūs ir nedažyti [10].



1.10 pav. TIG suvirinimo schema [10]

TIG suvirinimo *privalumai*:

- siūlės pasižymi geromis mechaninėmis savybėmis;
- neišskiria dūmų ir šlako, metalas nesitaško;
- virinama įvairiose padėtyse;
- galima virinti nerūdijančius plienus, aliuminį, varį, titaną ir jų lydinius [10].

TIG suvirinimo *trūkumai*:

- virinant lauke būtina speciali uždanga;
- viela tiekama ranka.

TIG suvirinimo procesas suteikia galimybę virinti įvairių tipų metalus bei sutaupyti metalo išteklius bei labai svarbu, jog siūlės pasižymi geromis mechaninėmis savybėmis.

Aliuminio suvirinimui reikalinga koncentruotos ir didelės galios šilumos šaltinio, nes aliuminis yra labai laidus šilumai. Prieš atliekant suvirinimą svarbu pašalinti oksido plėvelę. Ruošiniai suvirinami elektrodinėmis vielomis, glaistytais elektrodais ir pridėtiniais strypais. Populiariausias suvirinimo būdas yra MMA, mažiau – lankinis suvirinimas apsauginėse dujose, bei mikroplazminis būdas su impulsine srove [20].

Magnio suvirinimas – magnis minkštas ir plastiškas, jo lydymosi temperatūra 651 °C, magnio konstrukcijos virinamos TIG būdu kintamąją srove. Siekiant, kad nesusidarytų šaltųjų plyšių, suvirinti gaminiai kaitinami 250 °C temperatūroje kas 0,5 – 1h [10].

1.3. Automobilių konstrukcijoms keliami reikalavimai

Automobilių konstrukcijoms keliami gamybiniai, eksploataciniai, saugumo ir vartotojų reikalavimai.

Gamybiniai reikalavimai – tai reikalavimai, kad konstrukcijų gamyba atitiktų šiandieninių technologijų galimybes, minimalias medžiagų ir darbo sąnaudas, mažiausią savikainą.

Eksploataciniai reikalavimus sudaro: degalų ekonomiškumas, valdomumas, manevringumas, kurso pastovumas, eigos tolygumas, pravažumas, patikimumas, priežiūros ir remonto patogumas, minimali transporto dalių savikaina.

Saugumo reikalavimus sudaro aktyvusis, pasyvusis, poavarinis ir ekologinis automobilio saugumas.

Aktyvusis saugumas – tai automobilio savybė, mažinanti autoįvykio atsiradimo tikimybę. Ši savybė įvesta į automobilio konstrukciją ir nuolat pasireiškia automobiliui važiuojant ir avarinėse situacijose. Kartais ši savybė vadinama automobilio konstruktyviniu saugumu. Aktyvusis saugumas charakterizuojamas apžvalgomumu, signalizacija, apšvietimu, ergonomiškumu, manevringumu, valdomumu, pastovumu, greitinėmis ir stabdymo savybėmis.

Pasyvusis saugumas – tai automobilio savybė, palengvinanti autoįvykio pasekmes. Vidinį pasyvųjį saugumą charakterizuoja priemonės, mažinančios vairuotojo ir keleivių traumatizmą, bei krovinių išsaugojimą o išorinį pasyvųjį saugumą – priemonės mažinančios traumatizmą ne automobilyje esančių žmonių. Tai saugos strypai duryse, oro pagalvės, saugos diržai, grūdinti ir daugiasluoksniai stiklai, apvalios rankenėlės, degalų išjungimas smūgio metu ir kita [5].

1.3.1. Motorinių transporto priemonių perdirbimo reikalavimai

Automobilių perdirbimo reikalavimus reglamentuoja Valstybinės kelių transporto inspekcijos viršininkas bei techninius motorinių transporto priemonių ir jų priekabų reikalavimus, patvirtintus

Valstybinės kelių transporto inspekcijos (VKTI) prie susisiekimo ministerijos viršininko 2008 m. liepos 29 d. įsakymu Nr. 2B-290 (Žin., 2008, Nr. 88-3550).

Šie reikalavimai taikomi Lietuvos Respublikoje gaminamoms, šalyje įregistruotoms perdirbamoms ir perdirbtoms, iš kitų šalių įvežamoms perdirbtoms transporto priemonėms, taip pat Lietuvos Respublikoje įregistruotoms transporto priemonėms, priekaboms, sugadintoms eismo ar kitokio įvykio metu, kai jos negali judėti sava eiga ir kurioms uždrausta dalyvauti viešajame eisme, kai joms atliekamas atstatomasis remontas. Reikalavimai nustato sąlygas, pagal kurias išduodamas leidimas, suteikiantis teisę atlikti transporto priemonių technines ekspertizes, taip pat leidimo galiojimo sustabdymą, galiojimo sustabdymo panaikinimą ir leidimo atlikti transporto priemonių technines ekspertizes panaikinimą.

Pagamintų ir perdirbtų transporto priemonių techninės ekspertizės atliekamos vadovaujantis taip pat šiais reikalavimais. Šios nuostatos taikomos visiems Lietuvos Respublikos įstatymų nustatyta tvarka įregistruotiems ūkio subjektams, kuriems steigimo dokumentais įteisinta transporto priemonių techninių ekspertizių atlikimo veikla ir siekiantiems gauti leidimą atlikti transporto priemonių technines ekspertizes. Pagamintų ir perdirbtų transporto priemonių konstrukcija ir techninė būklė turi atitikti šiuos reikalavimus, techninius reikalavimus nacionaliniam transporto priemonės tipui patvirtinti (toliau – Tipo patvirtinimo reikalavimai).

1.3.2. Transporto priemonės techninės apžiūros reikalavimai

Techninės apžiūros kontrolierius prireikus ne tik vizualiai apžiūri tikrinamas dalis, bet, jeigu galima, taip pat turi patikrinti jų funkcionavimą (pamėginti valdyti), įvertinti triukšmą arba taikyti kitus patikros būdus, kurių taikymui nebūtina kontrolinė įranga ar prietaisai (bandymo stendas, matavimo priemonės ir pan.) [13].

Atliekant techninę apžiūrą, nustatyti transporto priemonės trūkumai vertinami pagal šiuos vertinimo kriterijus:

nedidelis trūkumas (NT) – trūkumas, nedarantis didelio poveikio transporto priemonės saugai arba aplinkai, ir (ar) kitas nežymus neatitikties faktas;

didelis trūkumas (DT) – trūkumas, dėl kurio gali pablogėti transporto priemonės sauga, kuris gali daryti poveikį aplinkai arba dėl kurio gali kilti pavojus kitiems kelių eismo dalyviams, ir (ar) kitas svarbesnis neatitikties faktas;

pavojingas trūkumas (PT) – trūkumas, keliantis tiesioginį ir neišvengiamą pavojų kelių eismo saugai arba darantis poveikį aplinkai ir tokia transporto priemone draudžiama važiuoti [13].

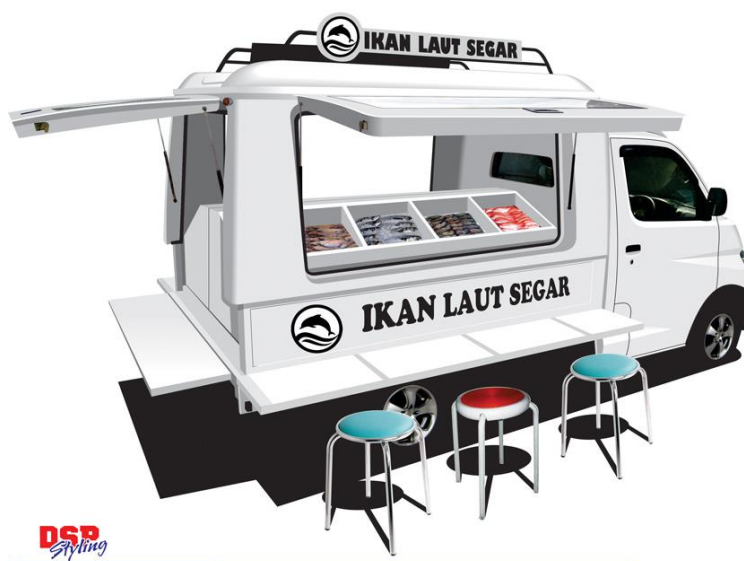
Transporto priemonės išorės ir (ar) vidaus įtaisai arba įranga, ypač jei pastarieji įrengti papildomai, įtaisų arba įrangos būklė bei įtvirtinimas neturi labai sumažinti transporto priemonės aktyviosios ir pasyviosios saugos, konstrukcijos sudedamųjų dalių, tvirtinimo atsparumo ir patikimumo bei pabloginti aplinkos apsaugos rodiklių, vairuotojo darbo vietos ergonomikos, keleivių bei krovinių vežimo sąlygų, atsižvelgiant į originalią, gamintojo numatytą konstrukciją bei modifikavimo reikalavimus, jei tokie taikomi. Šio reikalavimo laikomasi, jei transporto priemonės išorės ir (ar) vidaus įtaisai arba įranga, įtaisų arba įrangos būklė bei įtvirtinimas atitinka minimalius reikalavimus, nustatytus atitinkamuose tipo patvirtinimo teisės aktuose arba perdirbimo reikalavimuose [13].

Klausimus, kylančius dėl šių Techninių reikalavimų taikymo, sprendžia Valstybinė kelių transporto inspekcija prie Susisiekimo ministerijos [13].

1.4. Autoparduotuvės

Prekyba maistu autoparduotuvėse (žr. 1.11 pav.) vis labiau populiarėja visame pasaulyje bei tai yra gatvės prekybos kultūros dalis. Pasak Los Andžele įmonės „IBISWorld“ atlikto tyrimo apie gatvės maisto verslą įskaitant ir autoparduotuves bei nemechanizuotus vežimėlius tai yra 1 milijardo dolerių rinka kuri nuo 2007 iki 2012 metų paaugo. Maisto autoparduotuvės yra tiek traukiniu bei autobusų stotyse, oro uostuose, stadionuose, konferencijų centruose bei viešbučiuose ar šalia jų.

Autoparduotuvės yra labai populiarios, nes žmonės siekia nebrangiai įsigyti pusryčius ar pietus. Šiandieninis darbuotojas turi daug atsakomybių bei trumpą pietų pertrauką, tai dar viena priežastis, kodėl maisto autoparduotuvės yra vis labiau populiarėjanti vieta pirkti maistą.



1.11 pav. Maisto autoparduotuvė [4]

Autoparduotuvėse galima įsigyti maistą pigiau nei restoranuose, kavinėse ar parduotuvėse bei užtikrinti pelną, nes esant mažai paklausai tam tikroje vietoje parduotuvę galima perkelti į patrauklesnę vietą. Taip pat autoparduotuvėse atliekamas greitas aptarnavimas [8].

Autoparduotuvės yra tikrinamos Valstybinės maisto ir veterinarijos tarnybos ir turi atitikti higienos reikalavimus[17]. Parduotuvės ant ratų turi turėti tvarkingą aplinką bei įrangą, užtikrinančią tinkamą produktų laikymą. Neatitinkant keliamų reikalavimų autoparduotuvių veikla gali būti sustabdoma.

1.5. Apibendrinimas

Šiame skyriuje:

1. Išsiaiškinta mikroautobusų klasifikacija, bei galimas didžiausias automobilio plotis 2,6 m.
2. Kėbulų remonto darbus atliekantys darbuotojai privalo gerai žinoti gamybos metodus, naujų medžiagų įdiegimo tendencijas, kad galėtų optimaliai pritaikyti neišvengiamai augančioms remontų apimtims turimus resursus ir juos racionaliai atnaujinti [7].
3. Išnagrinėtos mikroautobuso pagrindinės dalys, medžiagos kurios yra aktualios planuojamai modifikacijai: rėmai, medžiagų mechaninės savybės, sujungimai, važiuoklės elementai.
4. Norintys atlinkti automobilio modifikaciją reikalinga vadovautis automobilių konstrukcijoms keliamais reikalavimais ir reglamentu kurio Nr. 2B-290.
5. Autoparduotuvės turi turėti tvarkingą aplinką bei įrangą, užtikrinančią tinkamą produktų laikymą.

2. Tiriamoji dalis

Prieš pradėdant transporto priemonės modifikaciją svarbu išsiaiškinti visus reikalingus dokumentus, kuriuos po modifikacijos bus būtina pateikti transporto priemonės registruojančiai įmonei. Atlikus modifikaciją, nežinant kokie reikalavimai yra taikomi transporto priemonėms, gali būti padarytos nepataisomos klaidos, kurių pasekoje projektas bus nesėkmingas. Tam, kad būtų surinkta reikalinga informacija, apklausiami šios srities specialistai, kurie nurodo reikalavimus modifikacijai atlikti. Išsiaiškinus sertifikavimo reikalavimus, atliekami bandymai nustatyti tinkamiausias konstrukcines medžiagas. Taip pat svarbu įvertinti skaitinio modelio modeliavimo būdus, patikrinant analitiškai. Po informacijos surinkimo atliekamas modeliavimas bei konstrukcijos stipruminiai skaičiavimai.

2.1. Sertifikavimo reikalavimų analizė

Lietuvoje norintiems atlikti transporto priemonės modifikacijas, perdarytojas turi kreiptis į ekspertizę įmonę. Pasirinkta ekspertizės įmonė pateikia sąrašą reikalavimų kuriuose nurodyta kokių dokumentų reikia norint transporto priemonę sertifikuoti. Reikalavimai suformuluojami tuomet kai perdarytojas pateikia preliminarinius brėžinius, kuriuose nurodyta modifikacija. Visi reikalavimai sudaromi remiantis Valstybinės kelių transporto inspekcijos prie susisiekimo ministerijos viršininko įsakymo kurio numeris yra 2b-195. Jei transporto priemonei yra planuojamas konstrukcinis modifikacija, tokiu atveju reikalingas gamintojo neprieštaravimo liudijimas. Tam tikros leistinos modifikacijos būna nustatytos gamintojo transporto priemonės direktyvose. Jei reikiamos modifikacijos direktyvose nėra, tuomet reikia kreiptis tiesiogiai į gamintoją su preliminariais brėžiniais. Gamintojo paskirtas specialistas gali pareikalauti detalesnių brėžinių bei skaičiavimų tuomet įvertina ar modifikacija finansiškai naudinga.

2.2. Modeliavimo sprendimai

Modeliuojant transporto priemonę svarbu tinkamai pasirinkti konstrukcines medžiagas bei modeliavimo būdą. Pasirinkimas įtakoja skaičiavimo tikslumą ir skaičiavimo laiką, bei konstrukcijos stiprumą, standumą.

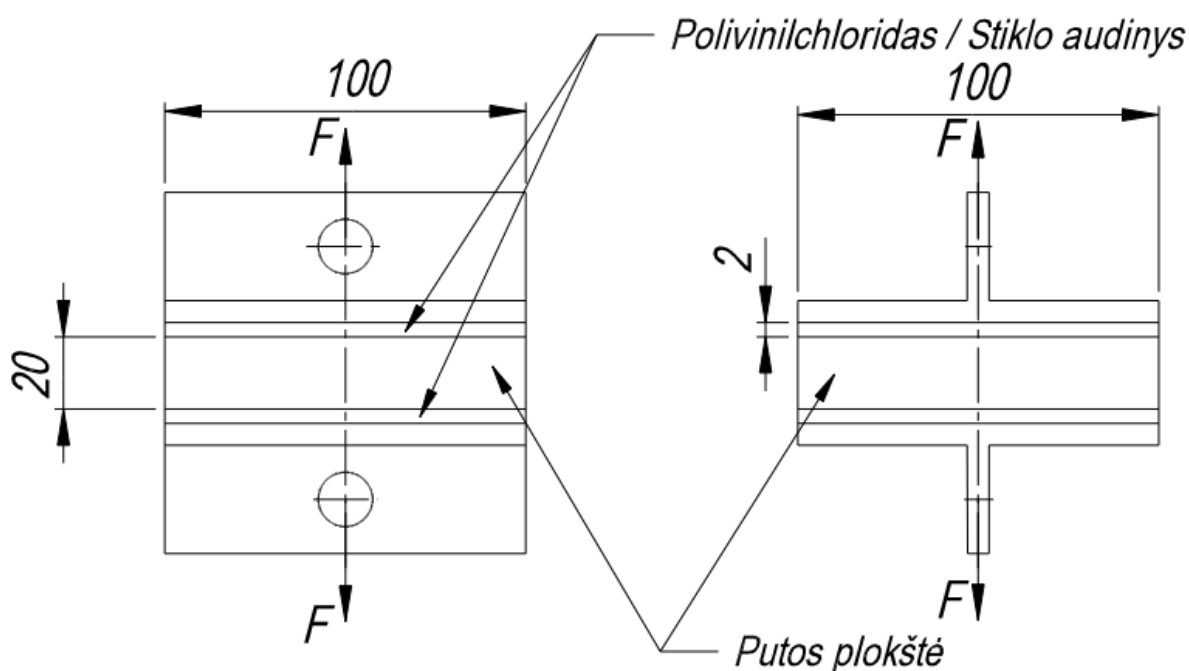
Viena iš konstrukcinių medžiagų yra daugiasluoksnė plokštė su užpildu, tai šiuolaikinė kompozicinė plokštė. Populiariausios rinkoje yra PVC arba stiklo audinys su ekstruziniu polistireniniu putplasčiu Finnfoam XPS F-300 [11] užpildu. Šiam tikslui nustatoma kompozitinių medžiagų atsisluoksniavimui, bei lenkimui didžiausios jėgos.

Tinkamam remo modeliavimui svarbu įvertinti modeliavimo įrankius. Tiksliesniam įvertinimui galima sudaryti supaprastintą skaitinį modelį, kurį būtų galima nesudėtingai apskaičiuoti analitiniu būdu.

2.2.1. Kėbulo sluoksniuotų kompozitų tyrimas

Naudojant kompozitines plokštes, automobiliui judant jo konstrukcijas veikia dinaminės apkrovos, kurios gali suardyti konstrukcinius elementus. Dėl šios priežasties svarbu nusistatyti optimaliausias medžiagas kurios atlaiko didžiausias jėgas lenkimui ir atplėšimui.

Kompozitinės plokštės didžiausios jėgos atplėšimo tyrimui, naudota 24mm storio sluoksniuoto tipo kompozito plokštelė kurio plotis ir ilgis po 100 mm (žr. 2.1 pav.). Prie kompozito priklijuojami pritvirtinimo detalės, tam kad būtų galima įstatyti bandinį į universalią tempimo – gniuždymo bandymų mašiną.



2.1 pav. Atsisluoksniavimo bandymo schema

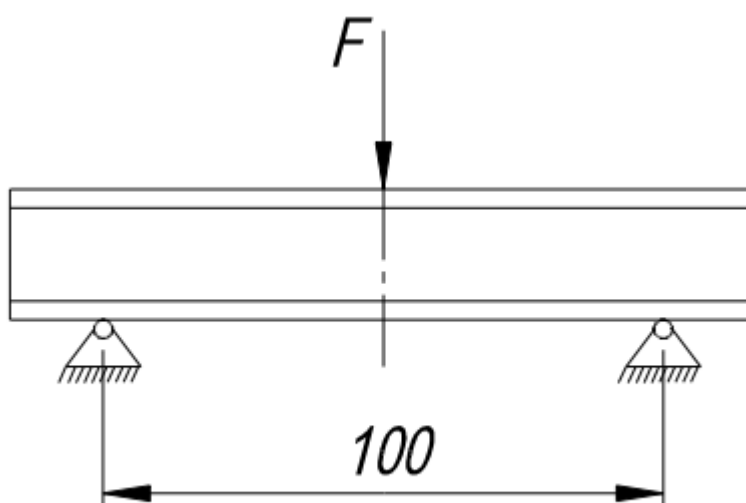
Priklijavimui naudojami „TOTALSEAL 34“ poliuretaniai klijai – hermetikas, kurie skirti klijuoti įvairioms medžiagoms, taip pat metalui bei polivinilchlorido (PVC) medžiagai. Stiklo audinys naudojamas 1,9 g/cm³ tankio [14], vienoje pusėje naudojamas vienas sluoksnis kuris yra austas siūlais orientuotais 90° kampais (žr. 2.2 pav.).



2.2 pav. Stiklo audinys 200 g/m² [12]

Kai ant bandymo mašinos yra pakabinamas bandinys už abiejų kiaurymių, bandymų mašina yra įjungžiama. Bandomi keturi bandiniai, iš kiekvieno bandymo nustatoma didžiausios jėgos iš kurių apskaičiuojamas vidurkis. Po šio etapo rezultatai surašomi į lentelę(žr. 2.1 lentelę).

Sluoksniuoto kompozito lenkimui naudojama taip pat 24 mm storio kompozitinė plokštelė (žr. 2.4 pav.). Bandinys yra įstatomas į universalią tempimo – gniuždymo bandymų mašiną tarp dviejų atramų, kurių atstumas yra 100 mm, bandinio plotis 42mm, o ilgis 120mm. Gniuždymo jėga veikia statmenai per simetrijos ašį. Bandomi keturi bandiniai. Iš kiekvieno bandymo nustatoma didžiausios jėgos iš kurių apskaičiuojamas vidurkis. Rezultatai surašomi į 2.1 lentelę.



2.3 pav. Lenkimo bandymo schema

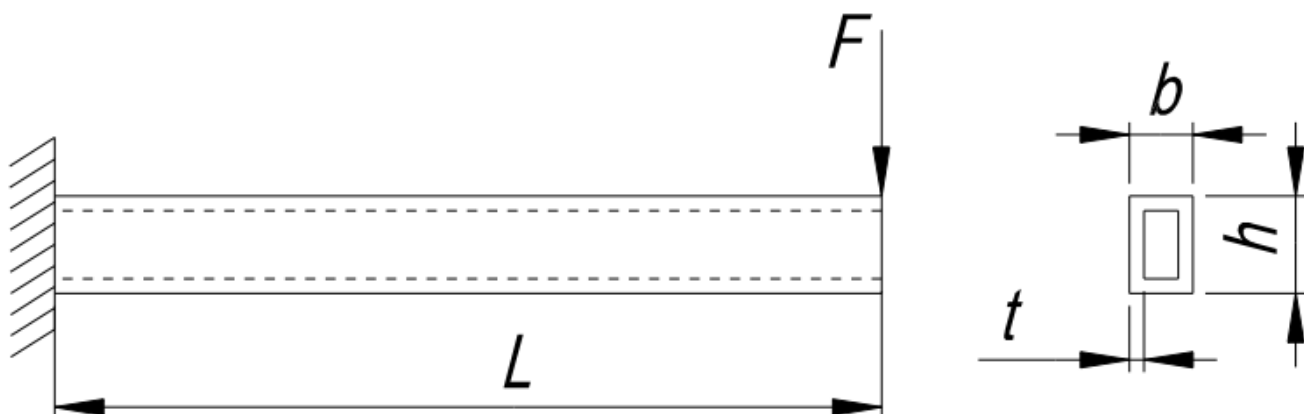
2.1 lentelė. Kompozitinių plokštelių bandymų rezultatai

	Atplėšimas	Lenkimas	
	Jėga, N	Jėga, N	Poslinkis, mm
Stiklo audinio ir putplasčio sluoksniuotas kompozitas	4225	453	14,65
PVC ir putplasčio sluoksniuotas kompozitas	3331,3	384	9,10

2.3. Supaprastinto lonžerono dalies analitinis skaičiavimas

Analitinio skaičiavimo rezultatais galima remtis pasirenkant optimaliausią modeliavimo būdą su „Solid Works“ automatizuoto projektavimo programa. Visi parametrai ir rezultatai, kurie naudojami analitiniam skaičiavimui, bus panaudojami skaitiniam skaičiavimui. Apskaičiuojamas supaprastinto

lonžerono dalies (žr. 2.4 pav.) laisvo galo įlinkis y_c kai jėga $F=500\text{N}$, stačiakampio vamzdžio ilgis $L=3\text{m}$, tamprumo modulis $E= 205 \cdot 10^9 \text{ Pa}$, $h=0,120 \text{ m}$, $b=0,06 \text{ m}$, $t=0,003 \text{ m}$.



2.4 pav. Lenkimo schema

Apskaičiuojamas skerspjūvio plotas S , pagal (2.1) formulę.

$$S = (b \cdot h) - ((b - 2 \cdot t) \cdot (h - 2 \cdot t)) \quad (2.1)$$

čia:

b – profilio plotis, m;

h – profilio aukštis, m;

t – profilio sienelės storis, m.

$$S = (0,06 \cdot 0,120) - ((0,06 - 2 \cdot 0,003) \cdot (0,120 - 2 \cdot 0,003)) = 0,001044 \text{ m}^2$$

Apskaičiuojamas inercijos momentas apie x ašį, pagal (2.2 formulę.

$$I_x = \frac{1}{12} \left((b \cdot h^3) - ((b - 2 \cdot t) \cdot (h - 2 \cdot t)^3) \right) \quad (2.2)$$

Apskaičiuojamas laisvo galo įlinkis pagal (2.3 formulę.

$$y_c = \frac{F \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I_x} \quad (2.3)$$

čia:

F – stačiakampį vamzdį veikianti jėga, N;

L – stačiakampio vamzdžio ilgis, m;

E – tamprumo modulis, Pa.

2.2 lentelė. Analitinio skaičiavimo rezultatai

Skaičiavimo pavadinimas	Skaičiavimo rezultatas
Skerspjūvio plotas, S	0,001044 m ²
Inercijos momentas apie x ašį. I _x	1,97 · 10 ⁻⁶ m ⁴
laisvo galo įlinkis, y _c	11.13 mm

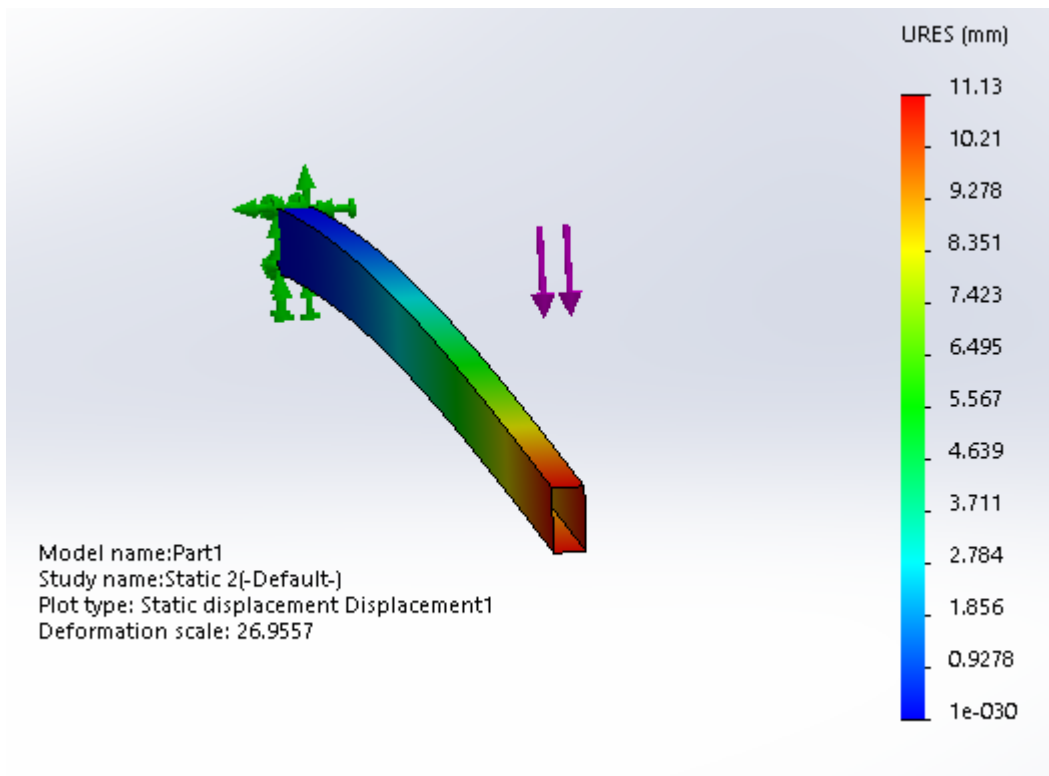
2.4. Supaprastinto lonžerono dalies skaitinis skaičiavimas

Modeliuojant skerspjūvį su paviršių komanda, pasirenkama skerspjūvio kraštinių ilgius tokius kad būtų nesudėtinga, skaičiavimo komandoje, nustatyti teisingą sienelės storį (žr. 2.5 pav.). Jei skaičiuojamojoje komandoje pasirenkama sienelės simetrijos linija, tai sienelės storis atidedamas į abi puses, po atitinkamą dydį kuris buvo įrašytas į komandos langą. Įrašyta skaitinė reikšmė į skaičiuojamąją komandą yra visas bendras sienelės storis. Modeliavimo aplinkoje pasirenkama sienelės simetrijos linija, kad sienelės storis būtų atidedamas į abi puses. Įrašyta skaitinė reikšmė į skaičiuojamąją komandą sienelės storis bus du kartus didesnė.



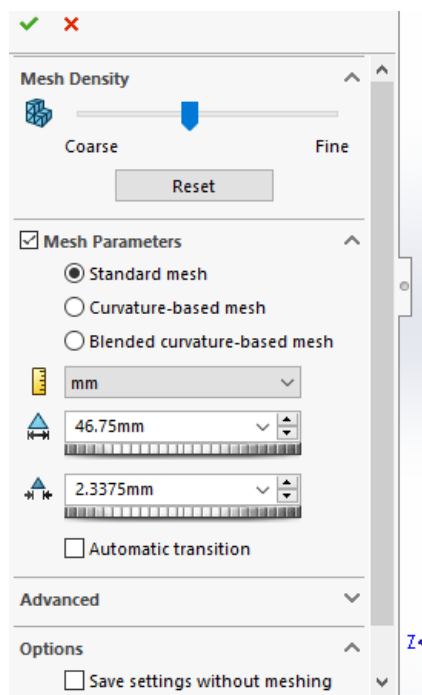
2.5 pav. Skerspjūvio charakteristikos

Parengus tinkamą sienelės storį, į skaičiavimo programą nurodomi medžiagos charakteristikos. Pasirinktas plienas, kuris bus naudojamas važiuoklės rėmo projektavimui. Pasirinktas plienas yra S235JRH, kurio takumo riba 235 MPa. Įtvirtinimas parenkamas toks kaip ir analitiniu skaičiavimo metu. Vienas galas įtvirtinamas standžiai, kitame gale vertikaliai žemyn apkraunama 500N jėga (žr. 2.6 pav.).



2.6 pav. Gembinės sijos laisvo galo poslinkio skaičiavimas

Skaičiavimo tikslumą įtakoja tinklelio elementų dydis. Skaitinio skaičiavimo metu keičiamas tinklelio elemento dydis tol kol gaunamas analitiniu skaičiavimo metu suskaičiuotas įlinkio dydis. Šis būdas leis skaičiuoti sudėtingesnę sistemą optimaliausiu greičiu, bei gauti rezultatai bus tikslesni (žr. 2.7).



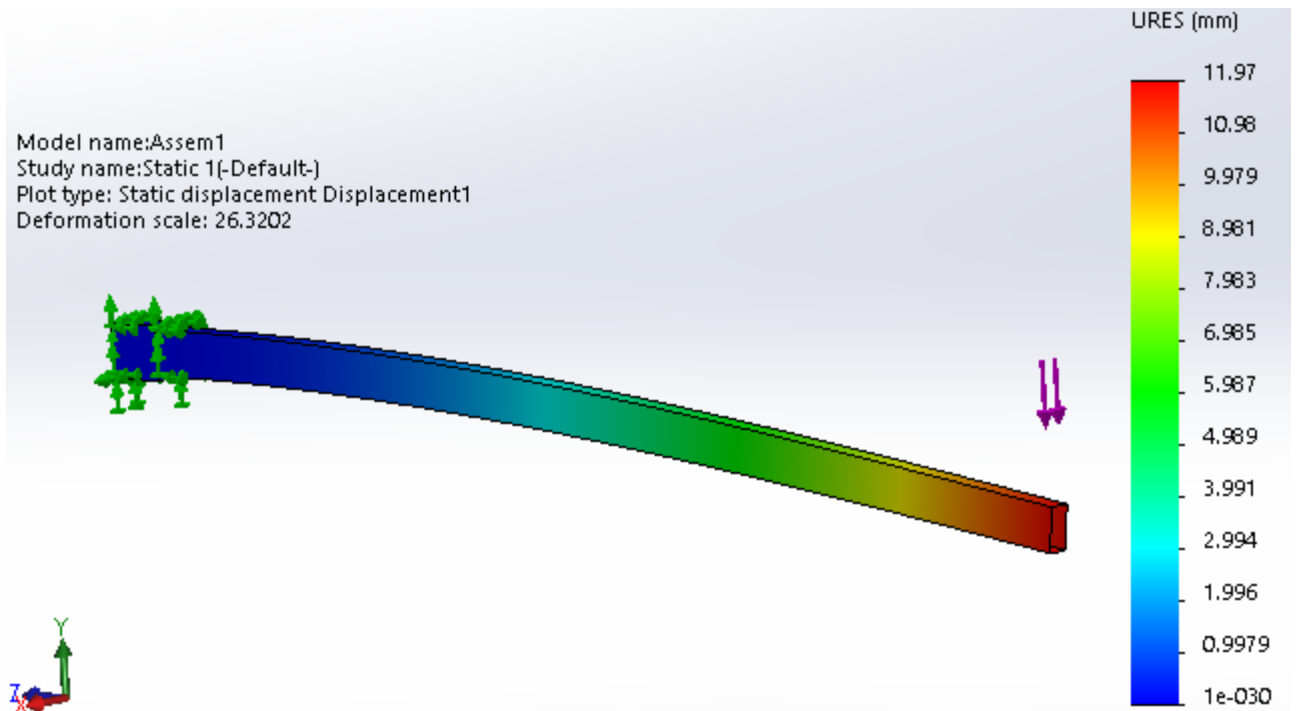
2.7 pav. Tinklelio elementų dydis

Skaitinio skaičiavimo metu buvo gautas 11.13 mm laisvo galo įlinkis. Galutinį modelį sudarys trys atskiri modeliai: kabina, rėmas, kėbulas. Bendras modelis surenkamas „SolidWorks“ programos surinkimo aplinkoje. Kabina su galiniu važiuoklės rėmu susijungia lonžeronais. Važiuoklės rėmo lonžeronai įsiskverbia į kabinos lonžeronus. Bendro modelio surinkimo būdo nustatymui naudojama supaprastinti modelio elementai. Modelių projektavimas pasirinkta paviršiais ir pilnaviduriais elementais. Surinkime naudojama elementų sunėrimas ir klijavimas. Pirmas stačiakampio vamzdžio modelis projektuojamas trumpas, bet su storesnėmis sienelėmis, kad standumas būtų didesnis (žr. 2.3 lentelę).

2.3 lentelė. Supaprastintų elementų duomenys

	Pavadinimas	Dydis, mm
1 elementas	Sienelės storis	20
	Aukštis	160
	Plotis	100
	Ilgis	150
2 elementas	Sienelės storis	3
	Aukštis	120
	Plotis	60
	Ilgis	3150

Pirmas elementas įtvirtintas abėjuose galuose standžiai. Antrojo stačiakampio modelio matmenys naudojami tokie kaip ir analitinio skaičiavimo metu, bet ilgis naudojamas didesnis, nes bus sunertas su pirmuoju stačiakampiu vamzdžiu (žr. 2.8). Skaičiavimo sąlygos išlaikomos kaip ir analitiniu skaičiavimo metu. Atlikus skaičiavimus su paviršiais pakartojamas skaičiavimas su pilnaviduriais kūnais. Rezultatai surašomi į rezultatų 2.4 lentelę.



2.8 pav. Supaprastinto modelio poslinkių skaičiavimas

2.4 lentelė. Modeliavimo tipų atliktų skaičiavimų rezultatai

Modeliavimo tipas	Skaičiavimo trukmė, s	Maksimalus poslinkis, mm	Maksimalus įtempis y kryptimi, MPa
Sunertais paviršiais	15	31,64	59,96
Suklijuotais paviršiais	3	11,97	58,87
Sunertais pilnaviduriais	55	12,77	75,80
Suklijuotais pilnaviduriais	8	11,14	45,09

Naudojant sunertus stačiakampius profilius kurie nėra suklijuoti, skaičiavimui atlikti reikalingas didesnis tinklelio elementų skaičius. Naudojant mažiau elementų programai nepakanka informacijos užduočiai įvykdyti. Toks būdas prailgina skaičiavimo laiką ir rezultatai nėra tikslūs.

2.5. Apibendrinimas

Šiame skyriuje atlikta:

1. Apklausti transporto priemonių sertifikuojančių įmonių specialistai, kuriems prieš pradėdant modifikaciją būtina pateikti preliminarius konstrukcijos brėžinius, pagal kuriuos parengia detalų dokumentų sąrašą, kuriuos reikės pateikti po atliktos modifikacijos.
2. Ištirti kompozitiniai bandiniai, modeliavimui pasirinkta naudoti stiklo audinio ir ekstruzinio polistireninio putplasčio Finnfoam XPS F-300 [11] sluoksniuotos plokštės tipo kompozitą.

3. Atliktas gembinės sijos analitinis neįtvirtinto galo įlinkio skaičiavimas, kuris yra 11.13 mm.
4. Atliktas gembinės sijos skaitinis neįtvirtinto galo įlinkio skaičiavimas, kuris yra 11.13 mm.
5. Atlikus skaičiavimus panaudojant skirtingus sujungimo būdus tarp elementų, dėl skaičiavimo greičio ir rezultatų tikslumo pasirinktas modeliavimas su paviršių įrankiu.

3. Projektinė dalis

Šioje dalyje atlikamas Mercenes-Benz (MB) sprinter 208 automobilio kabinos, rėmo, bei kėbulo projektavimas. Projektuojant duotos konstrukcijos karkasą, „SolidWorks“ automatizuotos projektavimo programos pagalba bus atlikta skaitinė analizė. Surasti poslinkiai, kai automobilis yra veikiamas automobilio masės jėgos karkaso centre ir galinės pakabos tvirtinimo vietose. Taip pat surasti didžiausi įtempiai.

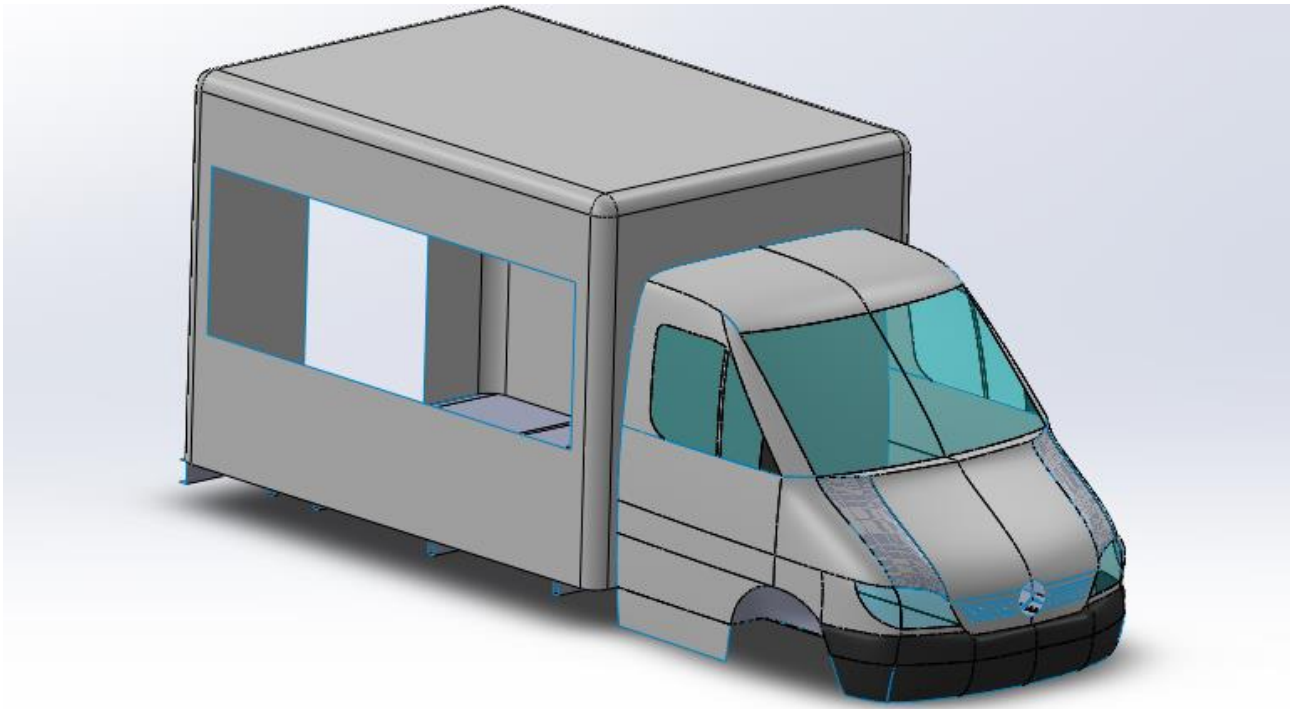
3.1. Autoparduotuvės skaičiavimo modelio sudarymas

Kabinos atvaizdavimui naudojamos projekcinės paveikslai (žr. 3.1 pav.), kurios patalpinamos į „SolidWorks“ programą. Modeliuojamoje konstrukcijoje naudojami varžtiniai sujungimai kurie artimi suklijavimo rezultatams. Modeliavimo būdų parinkimo metu nustatyta, kad rezultatai modeliuojant paviršiais ir pilnaviduriais kūnais nėra ženklus skirtumo. Kadangi automobilių gamintojai neteikia detalios informacijos apie vidines kabinos konstrukcines dalis, todėl priimta projektuoti autobuso kabina paviršių komanda.



3.1pav. MB Sprinter 208 projekcinės paveikslai [15]

Su paviršių komanda galimas tikslus automobilio išorės atvaizdavimas (žr. 3.2 pav.). Projektuojant paviršiais skaičiavimas pagal gautus rezultatus yra greitesnis. Kadangi autobuso kėbulas bus projektuojamas naudojant kompozitinę medžiagą, šiam skaičiavimui būtina modeliuoti paviršiais, nes tai vienintelis įrankis galintis aprašyti kompozitinę plokštę. Rėmo modeliavimui galima rinktis iš daugiau įrankių, kadangi visas modelis projektuojamas paviršių komanda, todėl pasirinkta modeliuoti važiuoklės dalį su paviršių komanda. Išlaikyti automobilio manevringumą automobilio bazė išlaikoma originalioje padėtyje. Dėl mažesnio oro pasipriešinimo, kuris įtakoja kuro sąnaudas, pasirinkta kėbulo kampus modeliuoti su didesniais spinduliais, kurių dydis yra 100 mm.



3.2pav. MB Sprinter 208 3D modelis

Suprojektavus 3D autobuso modelį, parengimas skaičiavimo modelis. Pradedama nuo konstrukcijos medžiagų parametrų bei paviršių storių įvedimų, Medžiagų mechaninės savybės pateiktos 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Medžiagų mechaninės savybės

Pavadinimas	Vienetai	Plienas S235JRH	Stiklo pluoštas	Putplastis FL300
		Dydis	Dydis	Dydis
Tamprumo modelis	MPa	205000	2500	15
Puasono koeficientas	-	0,29	0,16	0,394
Tankis	kg/m ³	7700	1900	60
Takumo riba	MPa	235	400	1
Storis	mm	3	2	20

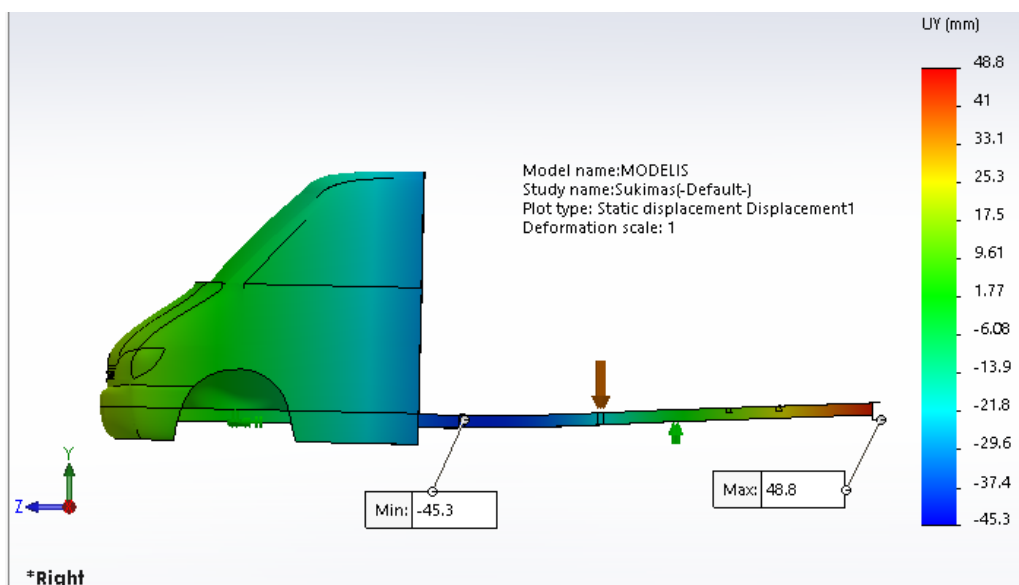
3.2. Mikroautobuso skaitinis skaičiavimas

Automobilio skaitiniai skaičiavimai atliekami naudojant automobilį be kėbulo (žr. 3.3 pav.) ir su juo. Atlikus skaičiavimus bus galima palyginti gautus rezultatus.

3.2.1. Mikroautobuso lenkimo skaičiavimas be kėbulo

Automobilio lenkimo skaičiavimui priekinėse automobilio važiuoklės vietose įtvirtinamas nejudamai, įtvirtinta vieta negalės judėti erdvėje ir pasisukti nei apie vieną ašį. Galinė automobilio

dalis dvejuose vietose įtvirtinamas judamai. Rezultatams įtakos neturi, kuris automobilio galas įtvirtinamas nejudamai, o kuris judamai.



3.3 pav. MB Sprinter 208 be kėbulo lenkimo poslinkių skaičiavimas

Statinė konstrukciją veikianti jėga F_{sta} yra išskirstyta tolygiai ant centrinės karkaso skersinių profilių, kuri apskaičiuojama padauginus automobilio masę 1700kg iš laisvo kritimo pagreičio 9.8 m/s^2 . Atliekant automobilio stipruminius skaičiavimus labai svarbu įvertinti automobilio eksploatacijos sąlygas. Šių dinaminių apkrovų dydis nustatomas taikant antrąjį Niutono dėsnį. Dinaminė apkrova apskaičiuojama pagal (3.1) formulę. Skaičiuojant laikančiąsias konstrukcijas priimta, kad asfaltuotais keliais eksploatuojamų krovininių automobilių dinamiškumo koeficientas $k_d = 1,5 \div 2,0$, šiam automobiliui pasirinktas dinamiškumo koeficientas yra 1,5[18]. Skaičiavimo rezultatai surašomi į 3.2 lentelę.

$$F_{din} = F_{sta} \cdot k_d = m \cdot g \cdot k_d \quad (3.1)$$

čia:

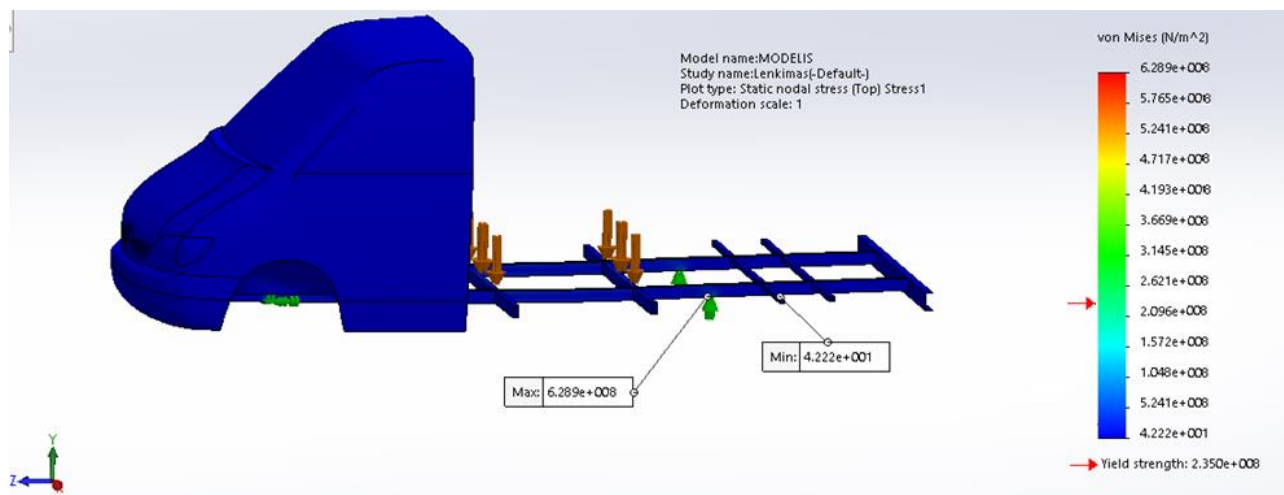
m – automobilio masė, kg;

g – laisvo kritimo pagreitis, m/s^2 ;

k_d – dinamiškumo koeficientas.

Didžiausi yra įtempiai susidaro ties įtvirtina vieta. Mažiausi toliausiu tašku nuo įtvirtinimo ir jėgos veikimo. Gauti įtempiai, neatsižvelgiant į tvirtinimo vietą ir išanalizavus visą konstrukciją, nesiekia automobilio medžiagos takumo ribos. Įtempių pasiskirstymas pavaizduotas 3.4 pav. Automobilio

elementų poslinkiai pavaizduoti 3.3 pav. Poslinkiai atvaizduojami y ašies kryptimi. Šia kryptimi gauti didžiausi automobilio elementų poslinkiai siekia 29.3 mm. Skalėje jie pažymėti su minuso ženklu. Nes jėga veikia žemyn. Gautų įtempių ir poslinkių rezultatai surašomi 3.2 lentelėje.



5

3.4 pav. MB Sprinter 208 be kėbulo lenkimo įtempių pasiskirstas

Skaičiuojant standumą lenkimui naudojama (3.2) formulė [18]. Rezultatas pateiktas 3.2 lentelėje

$$K_L = \frac{F_{din}}{b} \quad (3.2)$$

čia:

b- poslinkis y ašyje, m.

3.2lentelė. MB Sprinter 208 be kėbulo lenkimo skaičiavimo rezultatai

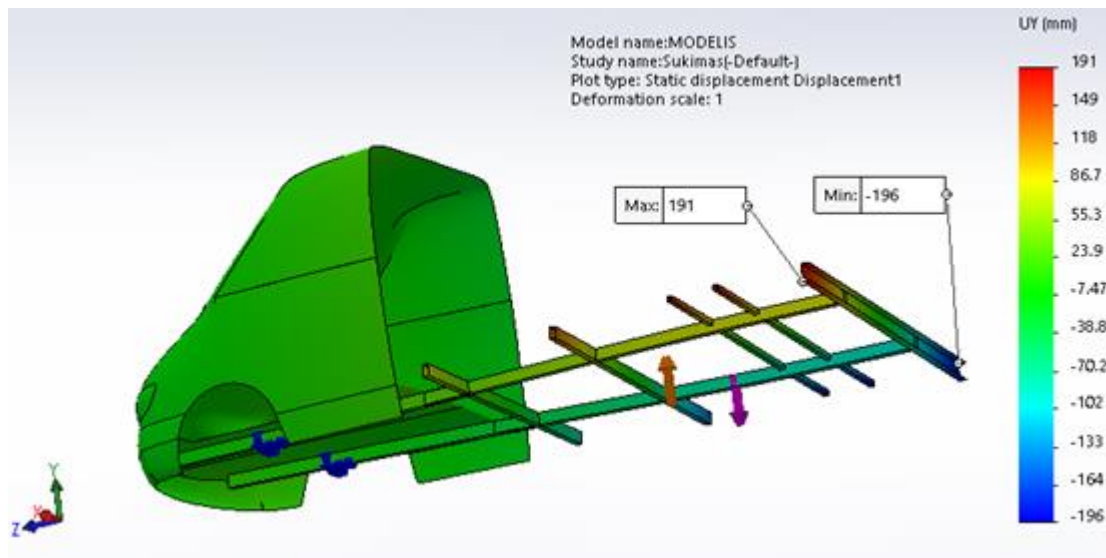
Pavadinimas	Vienetai	Dydis
F_{din}	N	21658
Įtempiai	MPa	628,9
Poslinkiai	m	0,045
Standumas lenkimui	N/m	481288

3.2.2. Mikroautobuso sukimo skaičiavimas be kėbulo

Automobilio sukimui naudojamas modelis kaip ir lenkimui. Priekinės dalies įtvirtinimas taip pat išlieka kaip ir lenkimo atveju. Modelio galinė dalis paliekamas neįtvirtinta. Rezultatams įtakos neturi kuris modelio galas įtvirtinamas, o kuris laisvas. Įtvirtinimas pavaizduotas 3.5 paveiksle. Įtvirtinta

galinė automobilio dalis apkraunamos jėgomis, taip, kad ši sudarytų sukimą momentą. Jėga uždedama ties numatoma pakabos buvimo vieta kitame gale. Kiekvienos pusės jėgos dydis turi būti dvigubai mažesnis už bendrą statinę automobilio jėgą bei priešingų kryptių (žr. 3.5 pav).

Automobilio elementų poslinkiai pavaizduoti 3.5 paveiksle. Poslinkiai atvaizduojami y ašies kryptimi. Kadangi vieno galo poslinkis yra prieš y ašies kryptį atitinkamai rezultatas gaunamas su minuso ženklu.



3.5 pav. MB Sprinter 208 be kėbulo lenkimo poslinkių skaičiavimas

Skaičiuojant standumą sukimui naudojama (3.3) formulė. Apskaičiavus standumą sukimui iš gauto rezultato matyti kokios jėgos reikia suteikti rėmo atitinkamoje vietoje, kad rėmas būtų pasuktas apie z ašį 1° [18] Rezultatas pateiktas 3.3 lentelėje.

$$K_S = \frac{a \cdot \frac{F d \sin}{2}}{\arctg\left(\frac{d}{a}\right)}; \quad (3.3)$$

čia:

a- atstumas nuo automobilio simetrijos ašies, m;

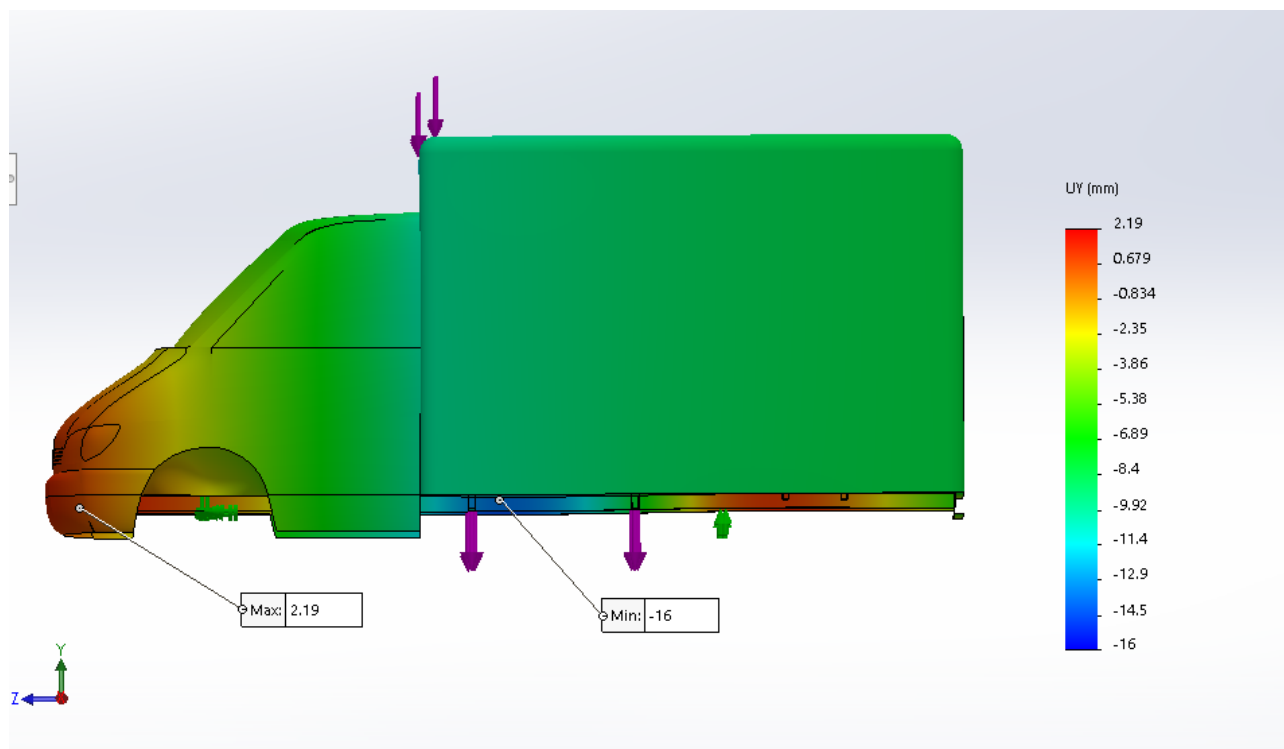
d- poslinkis y ašyje, m.

3.3lentelė. MB Sprinter 208 be kėbulo sukimo skaičiavimo rezultatai

Pavadinimas	Vienetai	Dydis
Įtempiai	MPa	424
Poslinkiai	m	0.196
Standumas sukimui	Nm/°	496,74

3.2.3. Mikroautobuso lenkimo skaičiavimas su kėbulu

Mikroautobuso lenkimo skaičiavimas su kėbulu atliekamas analogiškai kaip ir skaičiavimai be kėbulo (žr. 3.6 pav.). Prijungus kėbulą automobilio standumas padidėja, o įtempiai sumažėja. Skaičiavimo rezultatai pateikti 3.4 lentelėje.



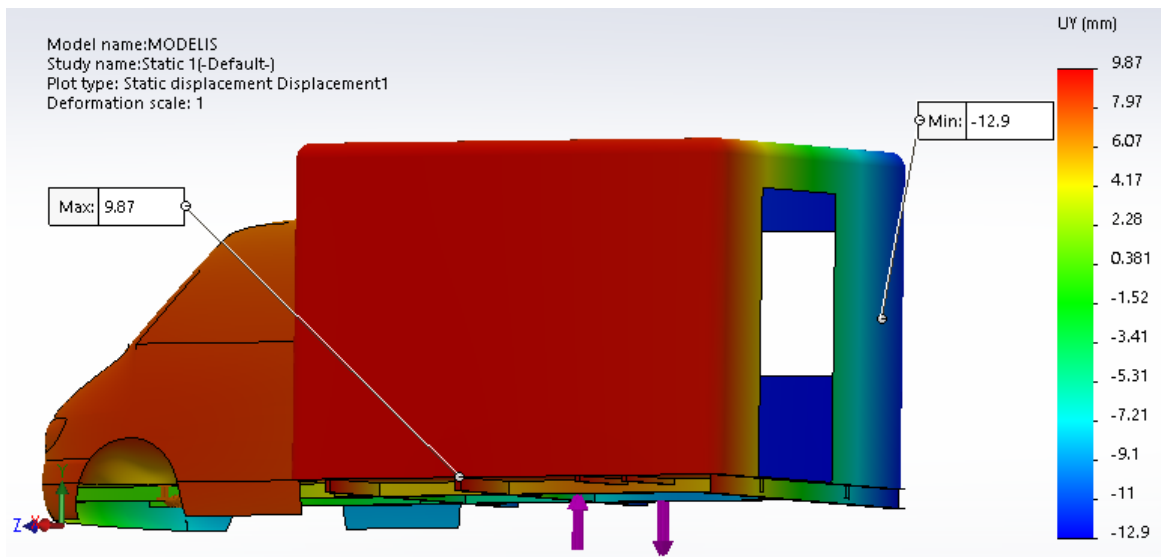
3.6 pav. MB Sprinter 208 su kėbulu lenkimo poslinkių skaičiavimas

3.4 lentelė. MB Sprinter 208 su kėbulu lenkimo skaičiavimo rezultatai

Pavadinimas	Vienetai	Dydis
Įtempiai	MPa	174
Poslinkiai	m	0.016
Standumas lenkimui	N/m	1353,625

3.2.4. Mikroautobuso sukimo skaičiavimas su kėbulu

Automobilio sukimo skaičiavimo atveju taip pat išlieka skaičiavimo principai kaip ir skaičiavimai be kėbulo. Dėl trūkstančių galinių durų bei lango, poslinkio didžiausios ir mažiausios reikšmės nėra kraštinėse kėbulo dalyse, tai matosi 3.7 paveiksle.



3.7 pav. MB Sprinter 208 su kėbulu sukimo poslinkių skaičiavimas

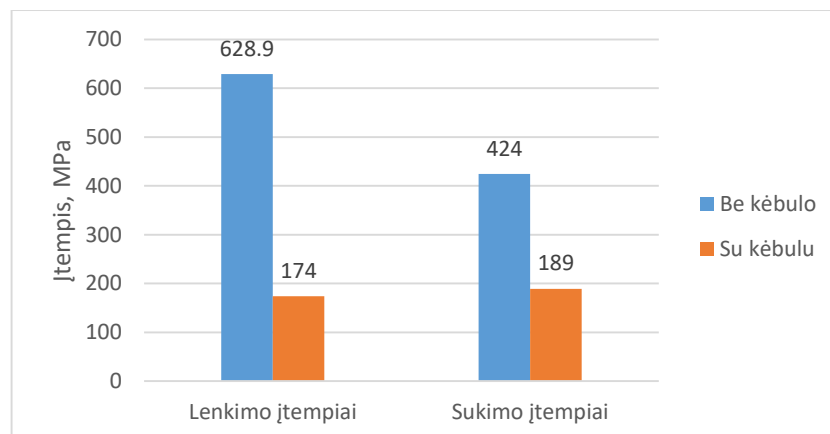
Atlikus visus pakartotinis skaičiavimus, rezultatai pateikiami 3.5 lentelėje.

3.5 lentelė. MB Sprinter 208 su kėbulu sukimo skaičiavimo rezultatai

Pavadinimas	Vienetai	Dydis
Įtempiai	MPa	189
Poslinkiai	m	0.0129
Standumas sukimui	Nm/°	7219.33

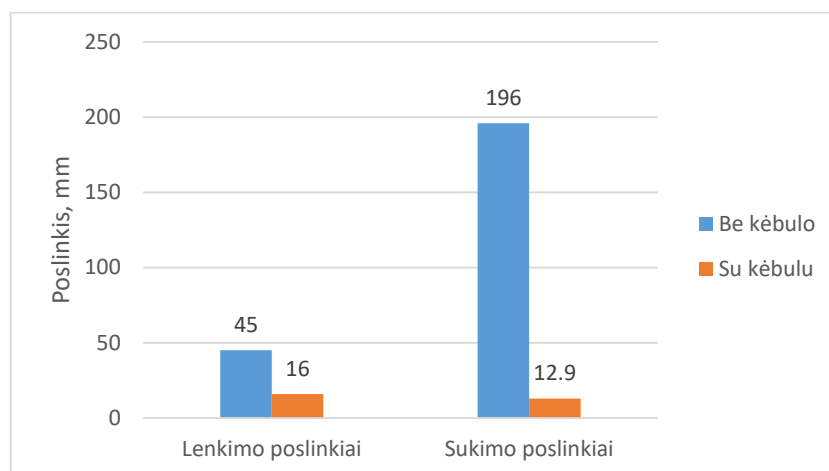
3.3. Rezultatų palyginimas

Atlikus galutinį lenkimo, sukimo įtempių skaičiavimus, su kėbulu ir be jo gauti rezultatai pateikiami 3.8 paveiksle. Iš paveiksle pateiktos informacijos matyti, kad esant kėbului lenkimo įtempiai sumažėjo 3,6 kartus, sukimo įtempiai sumažėjo 2,2 kartus.



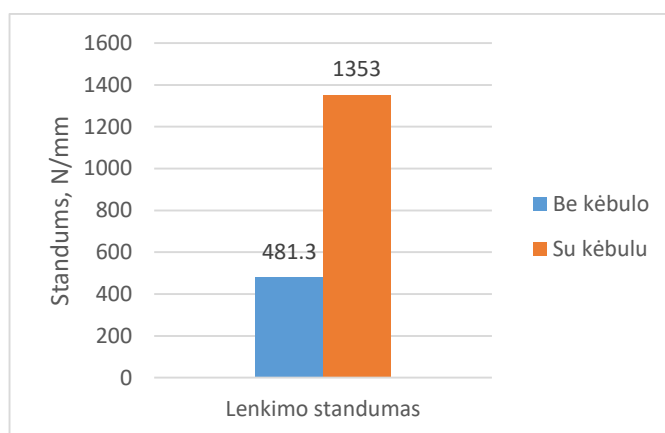
3.8 pav. MB Sprinter 208 įtempių rezultatų palyginimo grafikas

Galutiniai poslinkių skaičiavimai, su kėbulu ir be jo gauti rezultatai pateikiami 3.9 paveiksle. Paveiksle matyti, kad esant kėbului lenkimo poslinkiai sumažėjo 2,8 kartus, sukimo poslinkiai sumažėjo 15,2 kartus.



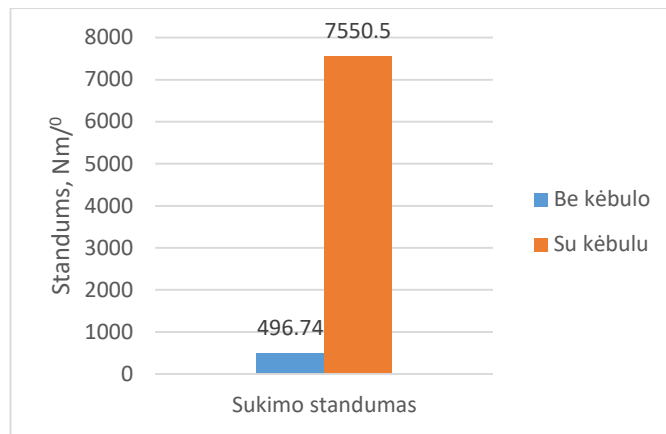
3.9 pav. MB Sprinter 208 poslinkių rezultatų palyginimo grafikas

Galutiniai lenkimo standumo skaičiavimai, su kėbulu ir be jo gauti rezultatai pateikiami 3.10 paveiksle. Iš paveiksle pateiktos informacijos matyti, kad esant kėbului standumas lenkimui padidėjo 2,8 kartus.



3.10 pav. MB Sprinter 208 lenkimo standumo palyginimo grafikas

Galutiniai poslinkių skaičiavimai, su kėbulu ir be jo gauti rezultatai pateikiami 3.11 paveiksle. Standumas sukikui padidėjo 15,2 kartus, kai skaičiavimas buvo atliktas su kėbulu.



3.11 pav. MB Sprinter 208 sukimo standumo palyginimo grafikas

Kadangi kėbulas buvo suprojektuotas skaičiavimui be galiniu durų ir be šoninio lango, standumas, panaudojus išimtus elementus, padidėtų. Kėbulo konstrukcijoje naudota po vieną sluoksnį pinto stiklo audinio, grindyse nenaudota standesnis intarpas, tokia kaip drėgmei atspari fanera, kuris atlaikytų didesnes vertikalias apkrovas ir tokiu būdu labiau sustandintų visą automobilį. Atliekant skaičiavimus, galinėje automobilio dalyje buvo pasirinkta apkrovų ir įtvirtinimų vieta, kuri atitinka galinių ratų padėtį, bet realioje konstrukcijoje naudojama linginė pakaba, kuri tvirtinasi, vienos pusės, dvejuose taškuose, taip apkrova, vienoje pusėje, nėra vienoje vietoje, o pasidalina į dvi vietas. Visos išvardintos papildomos aplinkybės automobilį sustandina, ir gauti poslinkiai ir įtempiai, veikiamų išorinių dinaminųjų jėgų, būtų sumažinami.

Išvados

1. Atlikus literatūros analizę bei sertifikuojančių įmonių darbuotojų interviu, nustatyta, kad automobilių perdirbimo reikalavimus reglamentuoja VKTI 2008 m. liepos 29 d. reglamentas kurio Nr. 2B-290. Maksimalus leistinas transporto priemonės plotis negali būti didesnis nei 2,6m. Prieš pradėdant modifikaciją, būtina pateikti preliminarius modifikavimo eskizus sertifikavimo įmonei, pagal kuriuos ji parengia detalų dokumentų sąrašą, kuriuos būtina pateikti po atliktos modifikacijos.
2. Ištyrus kompozitinius bandinius, kėbulo modeliavimui pasirinkta naudoti stiklo audinio ir ekstruzinio polistireninio putplasčio Finnfoam XPS F-300 sluoksniuotos plokštės, kurių atplėšimo jėga 21%, lenkimo jėga 15%, o lenkimo poslinkiai 38% didesni už PVC ir putplasčio sluoksniuotą kompozitą.
3. Skaičiavimo modelio kontakto tipui nustatyti pasirinkta naudoti gėmiškai įtvirtintos supaprastinto lonžerono dalies analitinis ir skaitinis skaičiavimas. Analitinio skaičiavimo metu nustatyta, kad neįtvirtinto galo įlinkis 11,13 mm, kuris sutapo su skaitinio skaičiavimo rezultatu – 11,13 mm.
4. Pasirinkta medžiagos modeliavimui naudoti S235JRH plienas, stiklo pluoštas ir putplastis FL300.
5. Atlikus skaitinius skaičiavimus su kėbulu ir be jo, matyti, kad kėbulas padidina lenkimo standumą 2,8 kartus, o sukimo standumą 15,2 kartus.
6. Gauti lenkimo poslinkiai 16mm bei sukimo poslinkiai 12,9mm. Atliekant skaičiavimus buvo neįvertinta durų, lango, papildomų standumo elementų įtaka, kurie atitinkamai sumažintų poslinkius.

Literatūros sąrašas

1. Stanislovas Buteliauskas *Automobilių sandara ir priežiūra Kaunas: Technologija, 2008. 186p.*
2. Mikroautobusų nuoma Lietuvoje [žiūrėta 2017.04.15]. Prieiga per internetą: <http://www.lvi.lt/mikroautobusu-nuoma-lietuvoje/>,
3. MB spriter 208 [žiūrėta 2017.04.15]. Prieiga per internetą: http://bobmarshall.co.uk/assets/store/10/10_lge.jpg
4. Food truck ind™ - prospectus proposal [žiūrėta 2017.04.15]. Prieiga per internetą: <http://ekairs.blogspot.lt/2015/07/food-truck-ind-prospektus-proposal.html>
5. Giedrika K., Kirka A., Slavinskas S. *Automobiliniai, - Kaunas, 2006.-536p.*
6. Maršaitis D., Žukauskas A., *Naujos kėbulų remonto technologijos. – vilnius, 2006.*
7. Technologijos mokslai šiandien ir rytoj [žiūrėta 2017.05.15]. Prieiga per internetą: <http://www.ppf.ktu.lt/konferencijos/tva/archyvas/tmsr/tmsr-2008.pdf#page=36>
8. Entrepreneur. (2011) Food Trucks 101: How to Start a Mobile Food Business. [Žiūrėta 2017-06-05]. Prieiga per internetą: <https://www.entrepreneur.com/article/220060>
9. Bareišis, J. (2006). Plastikų, kompozitų ir daigiasluoksnių konstrukcinių elementų stiprumas. Kaunas: Technologija.
10. Šniuolis R. Medžiagų inžinerija. Vilnius: BMK Vilnius, 2014. 193p. ISBN: 978-609-468-007-6.
11. Ekstruzinis polistirolas Finnfoam XPS F-300 [žiūrėta 2018.03.15]. Prieiga per internetą: <https://lemora.lt/izoliacija/silumos-garso-izoliacija/putu-plokstes/2270-ekstruzinis-polistirolas-finnfoam-xps>
12. Stiklo pluoštas 200g/m2 [žiūrėta 2018.03.15]. Prieiga per internetą: https://www.google.lt/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Fcomposite24.ee%2Fimage%2Fcache%2Fdata%2Fstikla-%25C5%25A1%25C4%25B7iedras-audums-twill-110gm2-72-285x285.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fcomposite24.ee%2FIt%2Fproduktai%2Faudiniai-ir-pluo%25C5%25A1tai%2Fstiklo-audinys%2Fstiklo-pluo%25C5%25A1tas-twill-200-g-m2&docid=ppXz4_QqpJoExM&tbnid=r1QijaNQYFIP0M%3A&vet=10ahUKEwiV_vCJ1sXaAhWBBSwKHaoFAZoQMwg7KAUwBQ..i&w=285&h=285&itg=1&bih=635&biw=1350&q=stiklo%20audinys%20200%20g%2Fm2&ved=0ahUKEwiV_vCJ1sXaAhWBBSwKHaoFAZoQMwg7KAUwBQ&iact=mr&uact=8
13. Įsakymas dėl valstybinės kelių transporto inspekcijos susisiekimo ministerijos viršininko 2008M liepos 29 d. Nr. 2B-290 „290 „dėl techninių motorinių transporto priemonių ir jų

- priekabų reikalavimų“ pakeitimo, pakeitimo Nr. 2BE-88 [žiūrėta 2018.04.10]. Prieiga per internetą: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/cb4f02403fb611e7b66ae890e1368363>
14. Pluoštų mechaninės savybės [žiūrėta 2018.03.15]. Prieiga per internetą: http://www.performance-composites.com/carbonfibre/mechanicalproperties_2.asp
 15. Mercedes-Benz Sprinter SWB Normal Roof [žiūrėta 2018.03.20]. Prieiga per internetą: https://www.the-blueprints.com/vectordrawings/show/2220/mercedes-benz_sprinter_swb_normal_roof/
 16. 2016 Honda Pilot Body Structure [žiūrėta 2018.05.01]. Prieiga per internetą: <http://www.boronextrication.com/2015/07/28/2016-honda-pilot-body-structure/>
 17. Higienos reikalavimai [žiūrėta 2018.05.01]. Prieiga per internetą: <http://vmvt.lt/maisto-sauga/verslui/transportavimas/higienos-reikalavimai>
 18. Ravinder Pal Singh. Structural performance analysis of formula sae car. Jurnal Mekanikal. India.2010, No. 31, 46 – 61.
 19. David Crolla. Automotive Engineering. USA: Butterworth-Heinemann, 2009, 834 p. ISBN 978-1-85617-577-7.
 20. Ramesh Singh. Applied Welding Engineering - Processes, Codes and Standards. USA: Butterworth-Heinemann , 2012. ISBN 9780123919175
 21. Julian Happian-Smith. An Introduction to Modern Vehicle Design. USA: Butterworth-Heinemann, 2001, 584 p. ISBN0750650443