



Kauno technologijos universitetas

Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

Gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilio autocisternos konstrukcijų tyrimai

Baigiamasis magistro projektas

Jevgenij Zadorožnyj
Projekto autorius

Doc. Dr. Aurimas Česnulevičius
Vadovas

Panevėžys, 2018



Kauno technologijos universitetas

Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

Gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilio autocisternos konstrukcijų tyrimai

Baigiamasis magistro projektas

Transporto priemonių inžinerija (621E20001)

Jevgenij Zadorožnyj
Projekto autorius

Doc. Dr. Aurimas Česnulevičius
Vadovas

Recenzentas / Recenzentė

Panevėžys, 2018



Kauno technologijos universitetas

Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas

Jevgenij Zadorožnyj

Gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilio autocisternos konstrukcijų tyrimas

Akademinio sąžiningumo deklaracija

Patvirtinu, kad mano, Jevgenijaus Zadorožnyj, baigiamasis projektas tema „Gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilio autocisternos konstrukcijų tyrimas“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

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

(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

(parašas)



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETO
PANEVĖŽIO TECHNOLOGIJŲ IR VERSLO FAKULTETO
TECHNOLOGIJŲ IR VERSLUMO KOMPETENCIJŲ CENTRAS**

TVIRTINU
TVKC vadovė
Nida Kvedaraitė

BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Diplomantui **Jevgenijui Zadorožnyj**

Baigiamojo projekto tema (lietuvių kalba) Gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilio autocisternos konstrukcijų tyrimai

Baigiamojo projekto tema (anglų kalba) Research of tanker constructions for fire-fighting and rescue vehicle

Patvirtinta 2018 m. kovo mėn. 30 d. dekanų potvarkiu Nr. V25-13-12-1.

Irišto baigiamojo projekto pateikimo į TVKC terminas iki 2018 m. gegužės 31 d.

Duomenys, reikalavimai ir sąlygos baigiamajam projektui

Cisternos tūris ne mažiau negu 10 m³. Autocisternos antstato ilgis neturi būti daugiau negu 5985 mm, plotis - 2474 mm ir aukštis - 1725 mm. Autocisternos antstato masė neturi viršyti 2000 kg.

Baigiamojo projekto turinys / struktūra (išvardinti pagrindines BP dalis / uždavinius / klausimus, kurie turi būti atskleisti baigiamajame projekte)

Įvadas. Bodybuilder keliami reikalavimai. Gaisrų gesinimo ir gelbėjimo tarnybų automobilių standartai. Rinkos tyrimai. Konstrukcijų technologinė analizė. Konstrukcijų tyrimas. Išvados ir rekomendacijos. Literatūra.

Vadovas doc. dr. Aurimas Česnulevičius
(parašas, pareigos, vardas, pavardė)

Užduotį gavau Jevgenij Zadorožnyj
(studento parašas, vardas, pavardė)

2018 m. balandžio 13 d.

Jevgenij, Zadorožnyj. Gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilio autocisternos konstrukcijų tyrimai. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Aurimas Česnulevičius; Kauno technologijos universitetas, Panevėžio technologijų ir verslo fakultetas.

Studijų kryptis ir sritis: sausumos transporto inžinerija, technologijos mokslai.

Reikšminiai žodžiai: Gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilis, autocisterna, kėbulas, polipropilenas.

Panevėžys, 2018. 71 p.

SANTRAUKA

Šiame darbe yra nagrinėjamos gaisrų gesinimo ir gelbėjimo tarnybų autocisternų konstrukcijos. Pagrindinė problema yra tame, kad autocisterna yra universalus gaisrinis automobilis, kuris turi cisterną, gaisrinį siurbį, gaisrų gesinimo bei gelbėjimo įrangą, ir sutalpinti viską į vieną automobilį yra sudėtinga, nes jį riboja bendra masė bei įrangos skyrių tūris. Norint padidinti šias charakteristikas, įmonės ieško naujų galimybių ir technologijų, tačiau naujos technologijos gali smarkiai pabranginti konstrukcijos savikainą. Tokiu būdu kėbulo gamintojui gali sumažėti pelnas arba visai jo nebūti.

Todėl šio darbo tikslas yra išnagrinėti keturias gaisrinių automobilių kėbulų technologijas bei palyginti jų mases bei skyrių tūrius, medžiagų savikainą ir laiką reikalingą konstrukcijai pagaminti. Pagrindiniai baigiamojo darbo uždaviniai, kurie padės siekti pagrindinio tikslo, yra:

1. Ištirti gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilių gamintojų rinką bei gaisriniams automobiliams keliamus reikalavimus;
2. Išanalizuoti nagrinėjamas technologijas, jų privalumus, trūkumus;
3. Išnagrinėti konstrukcijų sudėtinės dalis bei jų gamybos principą;
4. Palyginti skirtingų technologijų gautus rezultatus.

Atlikus rinkos analizę buvo išsiaiškinta, kad didžioji dalis gaisrinių automobilių gamintojų naudoja technologiją iš aliuminio profilių. Rytų Europos šalys, Rusija ir NVS šalys vis dar naudoja senas plienines konstrukcijas ir tik kelios įmonės naudoja polipropileno konstrukciją.

Atlikus technologijų analizę buvo pastebėta, jog paprasčiausia ir greičiausia gamyba yra kėbulo iš polipropileno lakštų. Tokia konstrukcija reikalauja mažiausiai operacijų, todėl jos gamybos laikas yra iki 200 valandų mažesnis nei kitų trijų technologijų. Taip pat buvo išsiaiškinta, jog kėbulas iš konstrukcinio plieno reikalauja papildomo apdirbimo – karšto cinkavimo. Dėl šio proceso kėbulo gamyba gali užtrukti iki trijų savaičių, todėl tokią technologiją verta naudoti tik tuo atveju, jeigu užsakomų kėbulų skaičius yra nedidelis ir yra pakankamai didelis kėbulo pristatymo terminas. Dar vienas svarbus dalykas - labai brangus aliuminio profilių ir polipropileno technologijų įdiegimas įmonėje.

Atlikus konstrukcijų analizę buvo pastebėta, jog didžiausią įrangos skyrių tūrį turi kėbulas pagamintas iš polipropileno. Taip yra dėl to, kad cisterna yra integruota į kėbulą, todėl nėra papildomų tarpų tarp cisternos ir antstato. Be to, polipropileno lakštai yra daug plonesni negu kitų trijų konstrukcijų profiliai. Kitų konstrukcijų skyrių tūris yra beveik vienodas.

Suprojektavus visas konstrukcijas buvo gautas jų svoris bei medžiagų sąrašas. Palyginus konstrukcijų mases buvo nustatyta, jog mažiausią masę turi konstrukcija iš polipropileno – 1580 kg. Konstrukcijos iš aliuminio masė yra 80 kg didesnė. Sunkiausios yra konstrukcijos iš plienų, jų masė yra net 140 kg didesnė nei konstrukcijos iš polipropileno.

Paskaičiavus visų konstrukcijų medžiagų savikainas galima padaryti išvadą, jog brangiausia konstrukcija yra kėbulo iš polipropileno – ji siekia net 7000 eurų. Šiek tiek pigesnė yra konstrukcija

iš aliuminio profilių – 6800 eurų. Pigiausios yra konstrukcijos iš nerūdijančio ir konstrukcinio plieno - 5800 ir 5100 eurų atitinkamai.

Atlikus darbą buvo padarytos tokios išvados:

- Konstrukcija iš polipropileno pasižymi didžiausiu vidiniu skyrių tūriu bei mažiausia konstrukcijos mase. Skyrių tūris yra didesnis net iki 34 procentais už kitų konstrukcijų, o masė net iki 8 procentais mažesnė. Be to, gamybos laikas yra net 30 procentų mažesnis nei kitų konstrukcijų.
- Kadangi didžioji dalis kėbulų iš konstrukcinio ir nerūdijančio plieno darbų yra suvirinimas – šios konstrukcijos puikiai tinka įmonėms, kuriose suvirinimo darbai nėra brangūs. Kitaip naudoti tokią technologiją yra labai brangu ir nekonkurencinga.
- Konstrukcijos iš konstrukcinio ir nerūdijančio plieno turi labai panašias charakteristikas. Vienintelis žymus skirtumas yra gamybos laikas. Nerūdijančio plieno konstrukcijai pagaminti reikia apie 15 žm./val. mažiau, nes nereikia paruošti konstrukcijos cinkavimui.
- Aliuminio profilio konstrukcijos masė mažesnė nei plieno konstrukcijų, o skyrių tūris yra panašus. Medžiagų savikaina didesnė, o gamybos laikas yra tas pats. Tačiau surenkant tokį antstatą yra nereikalingas specialiai apmokytas, brangus personalas, todėl ši konstrukcija tinka šalims, kuriose suvirinimo darbai yra brangūs. Be to, palyginus su konstrukcija iš polipropileno, šios konstrukcijos gamyba yra pigesnė. Ši technologija būtų optimalus variantas kainos/kokybės atžvilgiu.

Jevgenij Zadorožnyj. Research of tanker constructions for fire-fighting and rescue vehicles. Master's Final Degree Project / doc. dr. Aurimas Česnulevičius; Panevėžys Faculty of Technologies and Business, Kaunas University of Technology.

Study field and area: Overland Transport Engineering, Technology Sciences.

Keywords: Fire-fighting vehicles, tanker, vehicles body, polypropylene.

Panevėžys, 2018. 71 pages.

SUMMARY

The main research object in this project is constructions fire-fighting vehicles. The main problem is that tankers are quite universal fire-fighting vehicles because they have water tank, fire-fighter pump and fire-fighting and rescue equipment inside that vehicle. However it is very hard for manufacturers to put that amount of equipment inside the vehicle because there are limits in volume and gross laden mass of vehicle. If manufacturers want to increase these limits, they have to look for new technologies. But usually new technologies are quite expensive, so in that way manufacturers will not be able to have any income from the tender.

The main aim of this project is to examine four different constructions of fire-fighting vehicles and to compare its characteristics: mass, volume, costs and production time. Main task of this project which will help to reach the aim are:

1. To make a research of fire-fighting vehicles manufacturers market and requirements for fire-fighting vehicles manufacturers;
2. To make a research of four producing technologies and find its advantages and disadvantages;
3. To make a research of four constructions to find information about its modules and production principles;
4. To compare results of all four constructions.

After the fire-fighting vehicles manufacturer market research was made it was found that the most of the manufacturers are using aluminum profile construction. East Europe and Russian Federation are still using steel construction and only a few companies are using polypropylene construction.

Different technologies analysis showed that the easiest and the fastest technology for production is – polypropylene technology. This construction requires the smallest amount of operations. Because of this reason this technology requires 200 production hours less than other technologies. What is more, technology which uses constructional steel requires additional body coating – hot galvanizing for body protection from corrosion. This procedure can stop production for 2 or 3 weeks. So we can make a conclusion that it useful to use constructional steel technology only when manufacturer gave quite big delivery time for tender and only several bodies to produce.

Analysis of constructions showed that bodies made of polypropylene has the biggest volume for fire-fighting and rescue equipment. The main reason for that is that in this construction water tank is integrated into the body, so tank and body is one module while all other constructions have tank and body separated. When tank and body are separated tank requires additional space between tank and body. In that way tank will not damage the body while driving and it will be much easier to put tank inside the body when there are enough space. Moreover polypropylene sheets are much thicker than steel or aluminum profiles, so that gives additional volume for equipment.

After designing all the constructions it was possible to get data about mass of constructions and bills of materials (BOM). Construction made of polypropylene has the least mass – 1580 kg.

Aluminum profile construction mass is 80 kg heavier. The heaviest constructions are stainless steel and constructional steel constructions – about 140 kg more than construction of polypropylene.

Calculations of material costs showed that the most expensive technology is polypropylene. Material costs reaches almost 7000 euros. A little bit cheaper costs has a construction of aluminum profiles – 6800 euros. The cheapest constructions are construction made from stainless steel and constructional steel – 5800 and 5100 euros.

All in all we can make these conclusions:

- Polypropylene construction has the biggest inside volume for equipment and smallest mass. Inside volume is bigger up to 34 percent than other constructions volume, while mass is smaller up to 8 percent. What is more, the production time is smaller up to 30 percent than the production time of other constructions.
- Most of productions works for constructions of stainless steel and constructional steel is welding. So these technologies are good for countries and companies where welding process is cheap. In other way these construction will be too expensive for manufacturers.
- Constructions of stainless steel and constructional steel have very similar characteristics. The only difference is construction production time. Stainless steel construction requires about 15 hours less for productions because there is no need for additional preparations for body coating as for constructional steel construction.
- An aluminum profile construction has a smaller mass than steel constructions while inside volume is almost the same. The material costs are bigger while production time is almost the same. However this production does not require special personal and expensive welding process as all other constructions. That is why this construction would the best choice for companies which are looking for optimal price-quality ratio.

TURINYS

ĮVADAS	11
1. LITERATŪROS APŽVALGA	13
1.1. „Bodybuilder“ keliami reikalavimai	14
1.1.1 Porėmio konstrukcija.....	14
1.1.2. Porėmio tvirtinimas	16
1.1.3. Cisternos tvirtinimas	18
1.2. Standartas LST EN 1846 - Gaisrų gesinimo ir gelbėjimo tarnybų automobiliai.....	19
1.2.1. 1 dalis. Nomenklatūra ir žymėjimas.....	19
1.2.2. 2 dalis. Bendrieji reikalavimai. Sauga ir eksploatacinės charakteristikos.....	20
1.2.3. 3 dalis. Stacionariai sumontuota įranga. Sauga ir eksploatacinės charakteristikos.	22
1.3. Transporto priemonių direktyvos	23
1.3.1. Galinė apsauga nuo palindimo	23
1.3.2. Šoninė apsauga nuo palindimo.....	24
1.4. Rinkos tyrimai	24
1.4.1. UAB „ISKADA“	24
1.4.2. „Albert Ziegler GmbH“	25
1.4.3. „Požsnab“	26
1.4.4. „Szczensniak“	27
1.4.5. „PolyBilt „.....	28
1.4.6. „ MORITA Group“	29
1.4.7. „Marce“	29
1.4.8.“Frontline fire and rescue“	30
2. KONSTRUKCIJŲ TECHNOLOGINIS APRAŠYMAS	32
2.1. Antstatas iš konstrukcinio plieno vamzdžių – cinkuota	32
2.2. Konstrukcija iš nerūdijančio plieno vamzdžių	34
2.3. Konstrukcija iš aliuminio profilių	35
2.4. Konstrukcija iš polipropileno	38
3. ANALIZUOJAMŲ MODELIŲ APRAŠYMAS	41
3.1. Konstrukcija iš konstrukcinio plieno.....	41
3.2. Konstrukcija iš nerūdijančio plieno.....	45
3.3. Konstrukcija iš aliuminio profilių	46
3.1. Konstrukcija iš polipropileno	47

4. KONSTRUKCIJŲ ANALIZĖ	49
4.1 Rezultatai.....	50
4.2 Rezultatų analizė	62
IŠVADOS	68
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	70

ĮVADAS

Jau daugybę metų vienas iš pavojingiausių žmonių priešų yra gaisras. Tobulėjant technologijoms atsiranda ne tik priemonės apsaugančios nuo gaisro, bet ir nauji gaisro grėsmės šaltiniai.

Kiekvienais metais gaisrų kiekis Lietuvoje vis mažėja, tačiau gaisrų skaičius vis dar labai didelis. Pagal statistiką, per 2017 metus Lietuvoje įvyko net 9394 gaisrai. Tai parodo, kad dar labai ilgą laiką ugniagesių gelbėtojų specialybė bus paklausi - kaip ir jų įranga.

Įvykio vietoje dažniausiai reikalingos cisternos su gesinančiom medžiagom, nes itin dažnai gaisrai būna toliau nuo vandens šaltinių, gaisrinio siurblio tam, kad paduoti gesinančias medžiagas į žarnas arba į kitą gaisrų gesinimo įrangą, gaisrinių kopėčių, kai gaisro šaltinis išdėstytas aukščiau. Taip pat reikalinga ir gelbėjimo įranga (hidraulinės žirkklės, presai, neštuvai, generatoriai ir pan.) tam, kad įvykio vietoje būtų galima atlaisvinti griuvėsius, išgelbėti užstrigusius žmones ir pan. Todėl į įvykio vietą atvažiuoja keli gaisriniai automobiliai: autocisterna, siurblinė stotis, žarnų automobiliai, autokopėčios bei gelbėjimo įrangos automobilis. Tai yra labai nepatogu, nes užtrukus vienam iš automobilių kituose objektuose arba sugedus automobiliui, kiti automobiliai negali funkcionuoti visu pajėgumu.

Ugniagesiams gelbėtojams būtų unikalumu turėti universalius automobilius, kuriuose tilptų ir vandens cisterna, ir siurblys, ir didelis kiekis gaisrų gesinimo ir gelbėjimo įrangos. Taip sukompaktuoti automobilį sudėtinga dėl to, kad jį riboja maksimali leidžiama masė ir išoriniai gabaritai. Be to, toks automobilio universalumas gali smarkiai padidinti konstrukcijos savikainą.

Jau daug metų visi gaisrinės technikos gamintojai ieško medžiagų ir sprendimų, kaip palengvinti automobilius, sutalpinti kaip įmanoma daugiau įrangos siekiant padidinti savo konkurencingumą bei pateikti maksimaliai naudingą produktą. Šiuo metu gaisrinių automobilių kėbulai yra gaminami iš įvairiausių medžiagų - nuo konstrukcinių plienų iki plastikų ir kompozicinių medžiagų. Medžiagų įvairovė yra labai didelė ir iki šiol niekas nėra pasakęs, kuri iš jų yra geriausia. Gamybinės medžiagos priklauso nuo įmonėje įdiegtos gamybos technologijos, nuo įmonės geografinės bei ekonominės padėties, nuo techninės specifikacijos reikalavimų, sudėtingumo ir kitų požymių.

Pagrindinis šio **darbo tikslas** yra iširti gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilių antstatų rinką, gamybos technologijas bei konstrukcijas pagamintas iš skirtingų medžiagų (antstatai turi turėti vienodus išorinius matmenis, talpinti 10 m³ tūrio cisterną bei turėti vienodą atsargos koeficientą) ir nustatyti bei palyginti konstrukcijų techninius parametrus (masė, įrangos skyrių tūris), taip pat pagaminimo laiką ir savikainą.

Pagrindiniai baigiamojo darbo uždaviniai, kurie padės siekti pagrindinio tikslo, yra:

5. Ištirti gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilių gamintojų rinką bei gaisriniams automobiliams keliamus reikalavimus;
6. Išanalizuoti nagrinėjamas technologijas, jų privalumus, trūkumus;
7. Išnagrinėti konstrukcijų sudėtinės dalis bei jų gamybos principą;
8. Palyginti skirtingų technologijų gautus rezultatus.

Konferencijose skaityti pranešimai:

Pranešimas tema „*Gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilio autocisternos konstrukcijų tyrimai*“ 4-oje studentų mokslinėje konferencijoje „Technologijų ir verslo aktualijos“. Panevėžys: Kauno technologijos universitetas, 2018 m. gegužės 4 d

1. LITERATŪROS APŽVALGA

Gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilis yra labai sudėtinga transporto priemonė lyginant su kitomis krovinių transporto priemonėmis, pavyzdžiui, savivarčiais, izoterminiais arba tentiniais kėbulais, autocisternomis ir panašiai. Sudėtingesnis jis yra dėl to, kad dėl savo specifikos jam yra keliami daug daugiau reikalavimų: „bodybuilder“ reikalavimai, transporto priemonių direktyvos, gaisrų gesinimo ir gelbėjimo tarnybų automobilių reikalavimai bei klientų reikalavimai ir pageidavimai. Konstruktoriai privalo ieškoti techninių sprendimų, kaip sukombinuoti automobilių pagal kliento pageidavimus nepažeidus keliamų reikalavimų. Dažniausiai problemos kyla dėl to, kad skirtingi standartai nenumato keliamų reikalavimų pagal kitus standartus, pavyzdžiui, gaisrų gesinimo ir gelbėjimo tarnybų automobilių standartas LST 1846 nenumato reikalavimų dėl Jungtinių Tautų Europos ekonomikos komisijos (JT EEK) taisyklės Nr. 73 reikalavimų dėl šoninių apsaugų nuo palindimo, tačiau reikalauja, kad automobilyje prie kiekvieno įrangos skyriaus būtų platforma saugiam užlipimui. Tokiu būdu konstruktoriai turi ieškoti sprendimų, kurie tenkintų abu šiuos reikalavimus.

Kita problema yra tai, kad gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobiliai turi labai didelį spektrą modelių bei modifikacijų priklausomai nuo automobilio paskirties. Tai gali būti gelbėjimo automobilis, autokopėčios, autocisterna, miškų urėdijų automobiliai, siurblių stočių automobiliai, naftos produktų avarijos pasekmių šalinimo automobiliai, oro uostų bei specialios paskirties objektų gaisriniai automobiliai. Taip pat gaisriniai automobiliai gali būti skirtingų klasių: lengvosios, vidutinės bei sunkiosios klasės. Priklausomai nuo klasės, automobilio paskirties ir kliento reikalavimų skiriasi ir važiuoklė. Važiuoklė gali skirtis pagal ašių skaičių, tarpašinių atstumą, maksimalų leidžiamą svorį, maksimalias ašių apkrovas, komponentų išdėstymą bei porėmio sudėtingumą.

Automobilio paskirtis, klasė bei važiuoklės tipas nusako automobilio konstrukcijos gabaritinius matmenis, pravažumą bei maksimalų leidžiamą svorį. Šie trys parametrai yra vieni svarbiausių iš visų konstrukcijos parametrų.

Nuo konstrukcijos matmenų priklauso, ar užteks vietos sumontuoti visus reikalingus komponentus, įrangą bei mazgus, koks bus vidinis įrangos skyrių tūris, ar tilps automobilis į numatytą automobilio saugojimo vietą – garažą.

Maksimalus leidžiamas automobilio svoris nurodo, kokį gaisrų gesinimo ir gelbėjimo įrangos kiekį galima sumontuoti, kokio tūrio vandens bei putokšlio cisternos gali būti naudojamos arba koks gali būti maksimalus ugniagesių gelbėtojų narių skaičius.

Pravažumas nurodo, kur galima bus eksploatuoti automobilį. Didelio pravažumo automobiliai gali būti naudojami praktiškai visur – miškuose, kalnuotose vietovėse, mieste, tačiau tokie automobiliai dažniausiai būna gana aukšti, todėl ugniagesiai gelbėtojai negali pasiekti įrangos be papildomų priemonių, tokių kaip platformos arba laipteliai. Žemo pravažumo automobiliai dažniausiai naudojami specialiuose objektuose, teritorijose, kur žinoma tiksli galima avarijos vieta ir žinoma, jog automobilis nebus naudojamas kitose vietose.

1.1. „Bodybuilder“ keliami reikalavimai

„Bodybuilder“ reikalavimai – tai yra važiuoklių gamintojų instrukcijos arba rekomendacijos pateikiamos antstatų gamintojams, pavyzdžiui IVECO, MAN, SCANIA ir pan. Šie reikalavimai skirti tam, kad antstatų gamintojai taisyklingai sumontuotų antstatą, taisyklingai parinktų galios nuėmimo agregatą, esant reikalui modifikuotų važiuoklę arba taisyklingai pravesių bei pajungtų elektros instaliaciją. Tai reikalinga dėl to, kad antstatų gamintojai negali patys įvertinti visų įmanomų apkrovų veikiančių važiuoklę ir antstatą eksploatavimo metu dėl to, kad nežino visų važiuoklės parametrų, mazgų stiprumo bei numatytų apkrovų dydžių, atsargos koeficiento bei konstrukcijos ypatumų.

Didžiausias dėmesys skiriamas taisyklingai porėmio gamybai ir montavimui. Porėmis yra labai svarbi konstrukcijos dalis, jo paskirtis:

- Sujungti antstatą su važiuokle;
- Paskirstyti antstato arba montuojamos įrangos apkrovą per visą važiuoklės rėmo ilgį;
- Apsaugoti važiuoklės rėmą nuo pažeidimų.

Porėmio konstrukcija priklauso nuo montuojamo antstato arba įrangos tipo. Pavyzdžiui, autocisternos ir izoterminio kėbulo porėmių konstrukcijos turi būti skirtingos, taip pat porėmio konstrukcija skirsis montuojant keltuvus arba savivarčius.

Pagrindinis dėmesys konstruojant porėmį skiriamas porėmio medžiagos, išilginių sijų formos ir aukščio parinkimui, sujungimo varžtų parinkimui, taisyklingai skersinių sustiprinimų formai bei montavimo vietos parinkimui.

1.1.1 Porėmio konstrukcija

Porėmio medžiagą rekomenduojama rinkti tokią, kurios mechaninės savybės būtų prastesnės nei važiuoklės rėmo medžiagos. Šis reikalavimas nurodomas tam, kad atsiradus didelėms apkrovoms porėmio išilginės sijos sugertų apkrovas ir deformuotųsi pirmos, tuo pačiu apsaugotų važiuoklės rėmo išilgines sijas nuo deformacijų. Tačiau medžiagos mechaninės savybės negali būti prastesnės nei nurodyta minimali riba, pavyzdžiui, IVECO TRAKKER rekomenduojamos

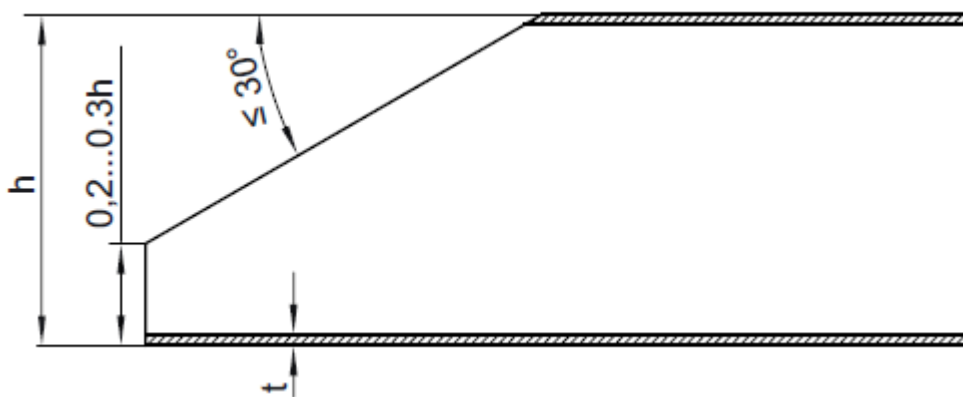
minimalios medžiagos mechaninės savybės: stiprumo riba 360 N/mm^2 , takumo riba 235 N/mm^2 , pailgėjimas 25 procentai, tai atitinka S235JR plieno mechaninėms savybėms. [1, 97 psl.] Tačiau pagal MAN gamintojų rekomendacijas ši medžiaga yra netinkama, kai porėmį veikia taškinės apkrovos, pavyzdžiui, sumontuotas manipulatorius, tokiu atveju minimalios rekomendacijos - privaloma naudoti S355MC markės plieną, kurio mechaninės savybės yra: stiprumo riba $490\text{-}630 \text{ N/mm}^2$, takumo riba 355 N/mm^2 , pailgėjimas 22 procentai. [2, 71 psl.]

Didžioji dalis važiuoklių gamintojų rekomenduoja gaminti išilgines sijas iš U arba C formos profilių. Toks profilis turi keletą privalumų:

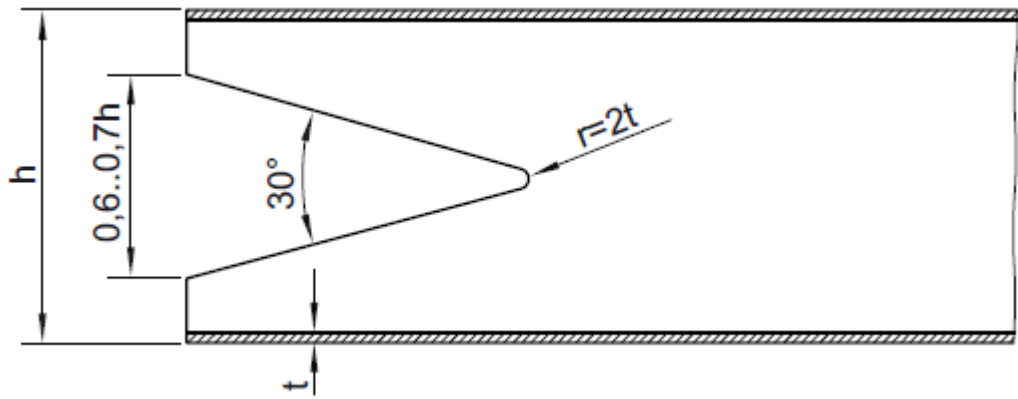
- Nesudėtinga gamyba;
- Paprasta sujungti važiuoklės rėmą su porėmiu bei antstatu;
- Galima gaminti įvairių matmenų ir storio profilį;
- Porėmį paprasta sustiprinti.

Konstruojant porėmį reikia atkreipti dėmesį į tai, kad porėmis turi atkartoti rėmo formą tam, kad būtų galima tinkamai pritvirtinti porėmį.

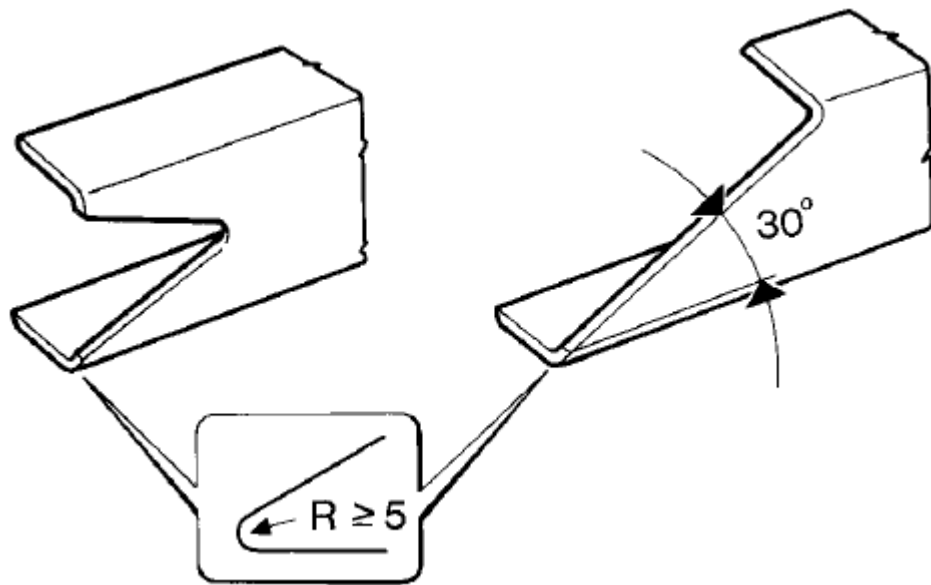
Vienas iš svarbiausių porėmių elementų yra porėmio priekinė dalis. Priekinė porėmio dalis turi specialų apdirbimą. Išskiriami du išilginių sijų priekinės dalies tipai: su nupjovimu (žr. 1.2.1 pav.) ir su išpjovimu (žr. 1.2.2 pav.). Tai yra reikalinga tam, kad apkrova tinkamai pasiskirstytų po visą porėmį. Be to, abiem atvejais porėmio apatinis kampas turi būti užapvalintas 5 mm spinduliu (žr. 1.2.3 pav.) tam, kad aštrus porėmio kampas nepažeistų dažyto rėmo paviršiaus.



1.2.1 pav. Porėmio išilginės nupjovimo taisyklės [2, 73 psl.]



1.2.2 pav. Porėmio išilginių sijų išpjovimo taisyklės [2, 73 psl.]



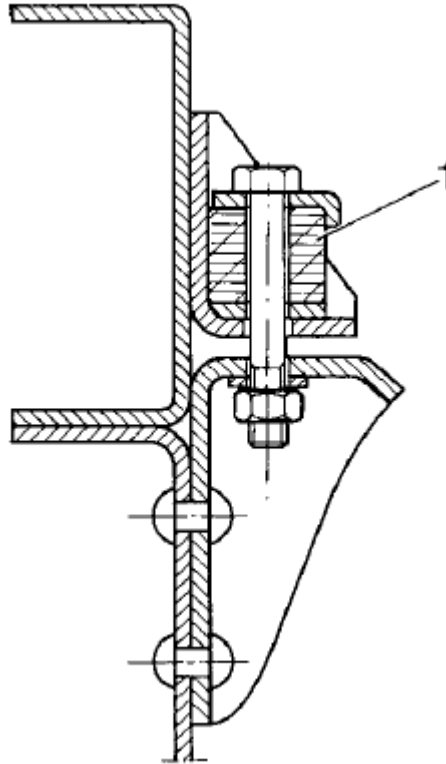
1.2.3 pav. Porėmio išilginių sijų priekinės dalies apvalinimas [1, 99 psl.]

Dar viena rekomendacija - porėmio išilginės sijos turi prasidėti kuo arčiau priekinės ašies ir ne toliau nei priekinės lingės galinis tvirtinimas. Išilgines sijas rekomenduojama daryti vienisias arba suvirintas iš dalių.

1.1.2. Porėmio tvirtinimas

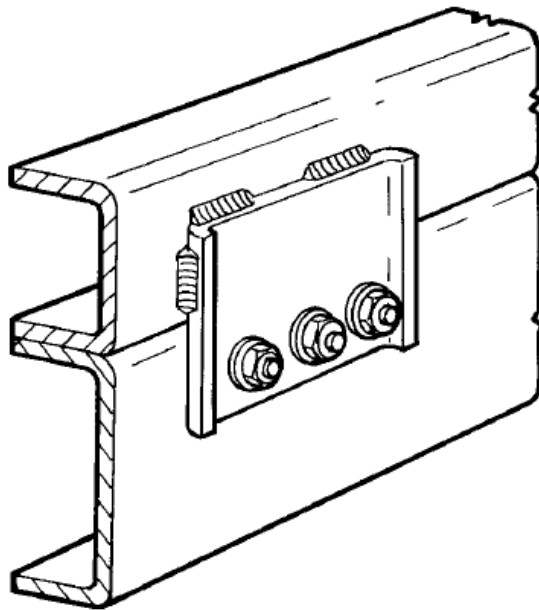
Tvirtinant porėmį prie rėmo yra naudojami du pagrindiniai tvirtinimo būdai: standus ir lankstus. Lanksčios jungtys montuojamos porėmio priekinėje dalyje (dažniausiai pirmi 2-3 sujungimai). Lankstus sujungimas atliekamas taip: tarp rėmo ir porėmio konsolių yra paliekamas tarpas, o į varžtinį sujungimą yra dedamas lankstus elementas – spyruoklė, spyruoklinės poveržlės arba guminis dempferis (žr. 1.2.4 pav.). Naudojant lankstų sujungimą konsolės negali būti privirinamos prie rėmo arba porėmio, jos gali būti tik prisukamos. Kėbulo gale, pradedant nuo galinės ašies ir toliau, yra naudojamas standus sujungimas (žr. 1.2.5 pav.). Naudojant standųjį sujungimą konsolė

gali būti virinama, bet tik prie porėmio, prie rėmo ji gali būti tik susukama, o tarp konsolių nepaliekamas papildomas tarpas.



1.2.4 pav. Lanksčioji jungtis. [1, 106 psl.]

1 – dempferis



1.2.5 pav. Standžioji jungtis [1, 109 psl.]

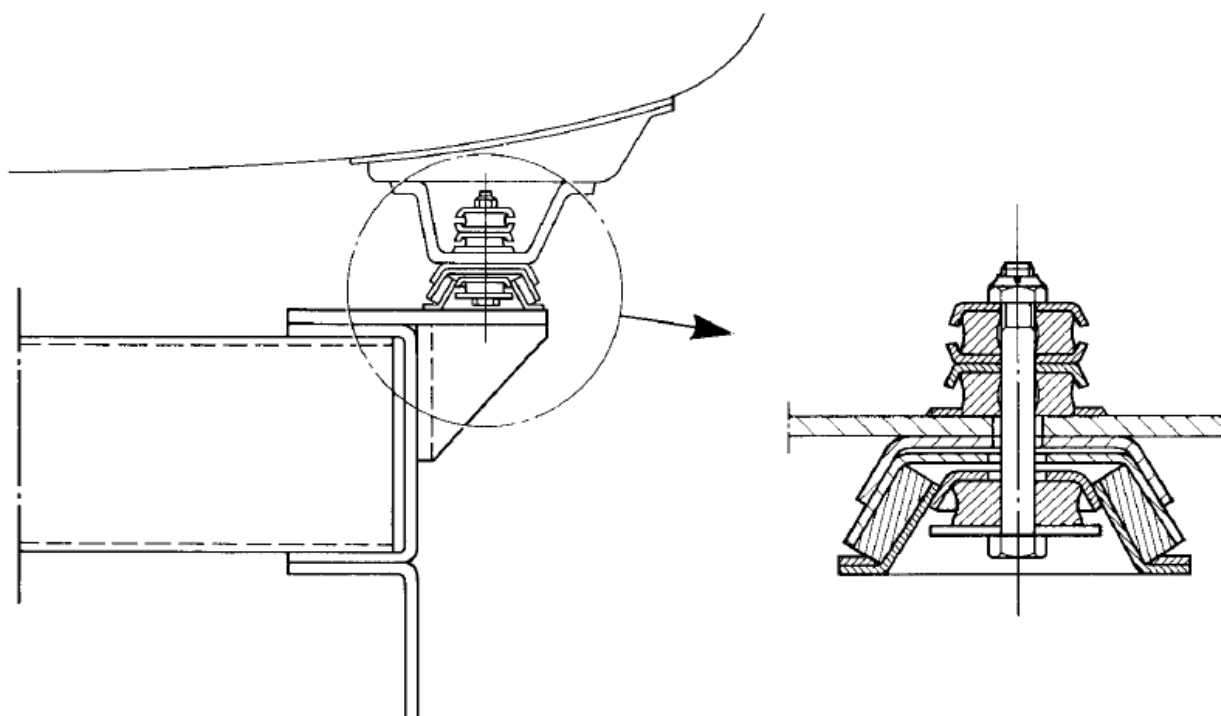
Lankstus porėmio tvirtinimas prie rėmo laikomas frikciniu. Naudojant tokias jungtis porėmis tam tikrose ribose gali judėti rėmo atžvilgiu. [2, 75 psl.]

Tvirtinant porėmį prie rėmo tik standžiais sujungimais manoma, kad sujungimas yra visiškai standus ir porėmis neturi laisvės laipsnių rėmo atžvilgiu. Taip pat, atliekant skaičiavimus galima tvirtinti, kad porėmis ir rėmas yra vientisas profilis. Tokiu atveju porėmis deformuojasi sinchroniškai kartu su važiuoklės rėmu. [2, 78 psl.]

Tvirtinant porėmį prie rėmo, pirma, reikia išnaudoti visus gamyklinius tvirtinimus. Tačiau kėbulų gamintojai privalo atlikti skaičiavimus, ar tokių tvirtinimų pakanka saugiam antstato tvirtinimui. Jeigu tvirtinimų neužtenka, kėbulo gamintojai gali gaminti savo konsoles, kurios turi atitikti važiuoklės gamintojo rekomendacijoms, arba gali užsisakyti originalias tvirtinimo konsoles.

1.1.3. Cisternos tvirtinimas

Cisternos tvirtinimas atliekamas specialiomis lanksčiosiomis jungtimis – slopinančiomis vibracijas (žr. 1.2.6 pav.). Jos taip pat naudojamos siekiant sumažinti apkrovas veikiančias porėmį eksploataavimo metu.



1.2.6 pav. Vibraciją slopinantys sujungimai [1, 122 psl.]

Reikia atkreipti dėmesį, jog visi važiuoklės gamintojo reikalavimai yra rekomendacinio pobūdžio ir antstatų gamintojai neprivalo jų laikytis. Šiuolaikiniai antstatų gamintojai gana dažnai nesilaiko važiuoklių gamintojų rekomendacijų, pavyzdžiui, išilgines sijas gamina ne iš U, o iš Z profilio arba išilgines sijas daro ne vientisas, o susukamas. Tačiau tokiais atvejais visą riziką

prisiima antstatų gamintojai. Jeigu eksploatuojant tokį automobilį bus pažeistas važiuoklės rėmas, sulūš rėmo ir porėmio tvirtinimai, įvyks techninis gėdimas arba eismo įvykis, ir bus įrodyta, jog tai įvyko dėl neteisingos porėmio gamybos arba tvirtinimo, klientui gali būti atsisakyta atlikti garantinį remontą arba kompensuoti nuostolius dėl patirtos žalos.

Visų šiame darbe tiriamų konstrukcijų porėmiai buvo projektuojami griežtai laikantis važiuoklės gamintojo rekomendacijų.

1.2. Standartas LST EN 1846 - Gaisrų gesinimo ir gelbėjimo tarnybų automobiliai

Kiekvienam pagamintam gaisriniam automobiliui turi būti atlikta ekspertizė atitikties įvertinimui. Ekspertizė atliekama siekiant patikrinti, ar automobilis buvo gaminamas atsižvelgiant į standartus ir ar automobilis atitinka visus keliamus standartų reikalavimus. Be to, ekspertizės metu yra nustatoma automobilio paskirtis, klasė bei kategorija. Ekspertizė atliekama pagal tos šalies standartą, kurioje bus eksploatuojamas automobilis, o ne tos, kurioje buvo pagamintas. Lietuvoje galiojantis gaisrų gesinimo ir gelbėjimo tarnybų automobilių standartas yra LST EN 1846.

Gaisrų gesinimo ir gelbėjimo tarnybų automobilių standartas LST EN 1846 susideda iš trijų dalių:

- Nomenklatūra ir žymėjimas;
- Bendrieji reikalavimai. Sauga ir eksploatacinės charakteristikos;
- Stacionariai sumontuota įranga. Sauga ir eksploatacinės charakteristikos.

1.2.1. 1 dalis. Nomenklatūra ir žymėjimas

Šios standarto dalies paskirtis yra apibrėžti bendrą gaisrų gesinimo ir gelbėjimo tarnybų automobilių sistemą. Čia visi gaisrų gesinimo ir gelbėjimo tarnybų automobiliai yra skirstomi į klases ir kategorijas, kurios leidžia charakterizuoti gaisrinius automobilius pagal skirtingus kriterijus.

Pagrindinis apibrėžimas: gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilis yra variklio varoma sausumos kelių transporto priemonė, kuri turi keturis arba daugiau ratų, skirta keleiviams ir/arba kroviniams gabenti bei tempti transporto priemonės skirtas keleivių arba krovinių pervežimui.

[3, 5 psl.]

Apibrėžimai pagal paskirtį:

- Siurblinė stotis – transporto priemonės vienetas, kuriame yra sumontuotas gaisrinis siurblys, dažniausiai vandens cisterna, ir kita įranga skirta gaisrų gesinimui bei gelbėjimui;
- Autokopėčios – transporto priemonė, kurioje yra sumontuotos išsitraukiančios kopėčios su arba be krepšio;
- Hidraulinė platforma – transporto priemonė, kurioje yra sumontuotas hidraulinis išsitraukiantis įrenginys;
- Gelbėjimo automobilis – automobilis, kurio paskirtis – atlikti gelbėjimo darbus.

Paskirstymas pagal klases:

- Lengvoji – L (Light): $3 \text{ t} < \text{GLM}^1 \leq 7,5 \text{ t}$;
- Vidutinė – M (medium): $7,5 \text{ t} < \text{GLM} \leq 16 \text{ t}$;
- Sunkioji – S (Super): $\text{GLM} > 16 \text{ t}$. [3, 9 psl.]

Paskirstymas pagal kategorijas:

- Miesto (1) – transporto priemonė paprastai skirta eksploatuoti esant asfaltuotai kelio dangai;
- Užmiesčio (2) – transporto priemonė skirta eksploatuoti tiek miesto keliais, tiek riboto pravažumo keliais;
- Visureigė (3) – transporto priemonė, kuria galima važiuoti visais keliais. [3, 9psl.]

Šiame tyrime bus nagrinėjamas sunkiosios klasės visureigio kategorijos gaisrinis automobilis.

1.2.2. 2 dalis. Bendrieji reikalavimai. Sauga ir eksploatacinės charakteristikos

Šio standarto paskirtis yra aprašyti visas įmanomas pavojingas situacijas eksploatuojant gaisrinius automobilius bei prevencijas tokioms situacijoms išvengti.

Šioje standarto dalyje yra detalios aprašomi gabaritiniai matmenys (ilgis, aukštis, plotis), maksimalūs svoriai (pilnai pakrautas, maksimalus leidžiamas), maksimalūs leidžiami priekinės ir galinės iškyšų kampai, nuolydžio kampas, prošvaisa, apsisukimo spindulys bei šoninio apsisvertimo kampas priklausomai nuo automobilio klasės ir kategorijos.

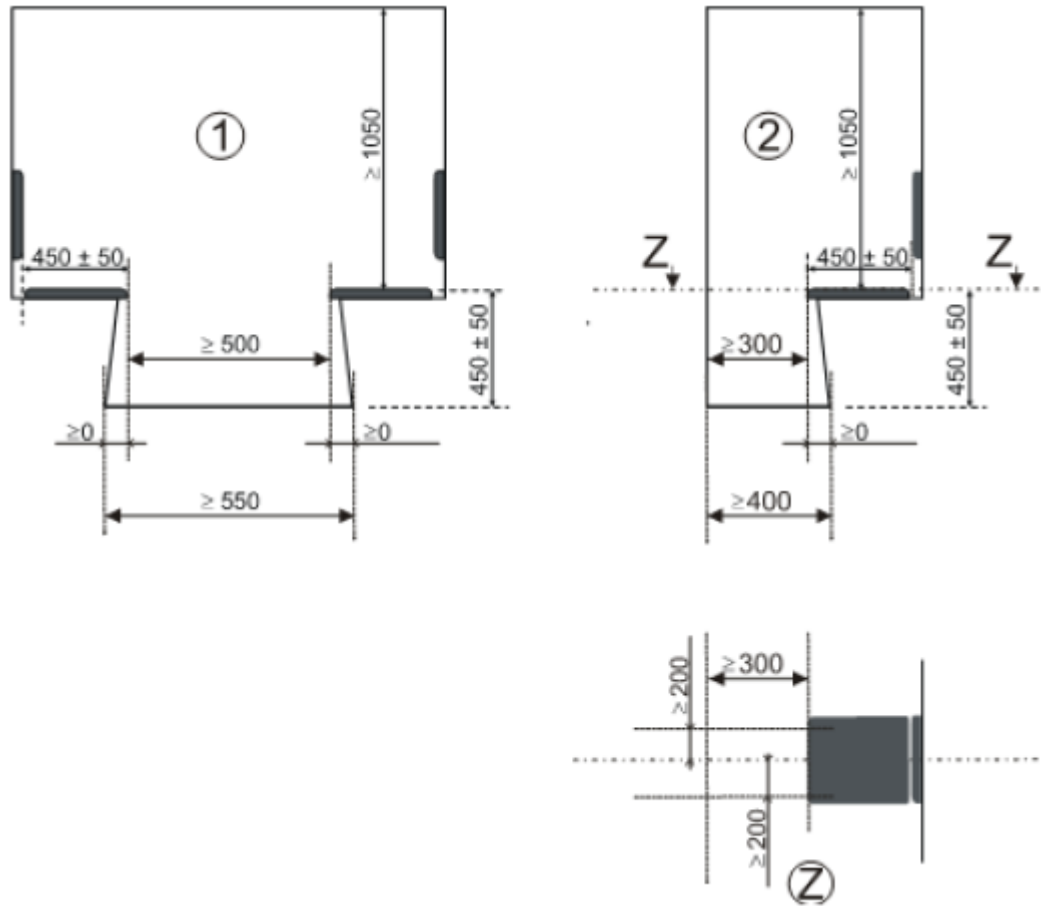
Taip pat šioje dalyje yra pateiktas pavojų keliančių mazgų sąrašas eksploatuojant tokią transporto priemonę tiek vairavimo metu, tiek naudojant įrangą. Kai kurie iš tokių pavojų yra:

- Paslydimas dėl slidžios platformos dangos;
- Kritimas dėl pavojingo kopėčių išdėstymo;

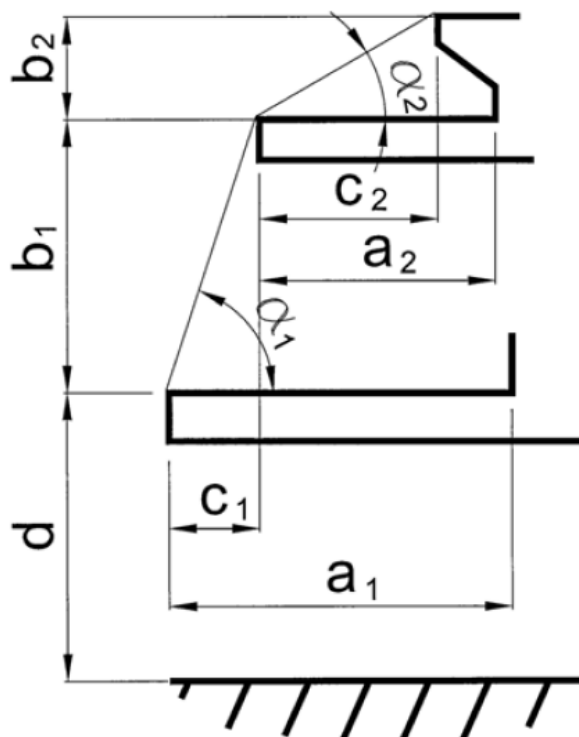
¹ GLM – (angl. Gross laden mass) – pilnai pakrautas svoris.

- Elektros sukrėtimas dėl nesaugios elektros instaliacijos;
- Įsipjovimas dėl detalių su aštriomis briaunomis;

Vėliau yra detalai aprašomas visų mazgų ir komponentų gamyba siekiant išvengti aukščiau paminėtų pavojingų situacijų. Detalai aprašoma įgulos narių kabina, jos sėdynės (žr. 1.3.1 pav.), laipteliai (žr. 1.3.2 pav.), grindų paviršius, laikikliai bei tvirtinimai.



1.3.1 pav. Įgulos kabinos sėdynėms keliami reikalavimai [4, 23 psl.]



1.3.2 pav. Laiptelių į įgulos kabiną schema [4, 25 psl.]

Detaliai aprašomi reikalavimai darbinėms platformoms bei kopėtėlėms užlipimui ant stogo. Taip pat keliami reikalavimai darbinės zono, įrangos skyrių apšvietimui bei žymėjimui.

1.2.3. 3 dalis. Stacionariai sumontuota įranga. Sauga ir eksploatacinės charakteristikos.

Ši standarto dalis turi daug panašumų su 2-ąja dalimi, joje taip pat aprašomi visi įmanomi pavojai eksploatuojant gaisrinius automobilius, tačiau antroje dalyje buvo aprašomi pavojai susiję su antstatų, o trečioje - su gaisrų gesinimo ir gelbėjimo įranga.

Šioje standarto dalyje nagrinėjami šie stacionariai įrengti įrenginiai:

- Vandens instaliacija – cisterna, siurblys ir vandens komunikacijos;
- Putokšlio komunikacijos;
- Lafetinis švirkštas;
- Montuojama įranga;
- Demontuojamos sistemos naudojant hidraulinę įrangą.

Pagrindiniai reikalavimai keliami vandens ir putokšlio instaliacijoms – visi sistemos elementai ir mazgai turi atlaikyti maksimalų reikalaujamą slėgį bei išlikti sandarūs. Be to yra reikalaujama, kad ugniagesiai gelbėtojai galėtų lengvai reguliuoti vandens padavimą arba įsiurbimą. Vandens cisternoje turi būti įrengti bangolaužiai siekiant išvengti dinaminių jėgų eksploatavimo metu, kurios galėtų pakenkti automobilio stabilumui. [5, 23 psl.]

Lafetinis švirškštas privalo turėti indikatorių, kuris nurodytų lafetinio švirškšto kryptį, jeigu lafetinio švirškšto nesimato iš valdymo padėties. Lafetinis švirškštas turi būti lengvai valdomas iš valdymo vietos, turi būti galimybė be jokių papildomų įrankių įjungti/išjungti bei nustatyti lafetinio švirškšto kryptį ir našumą. [5, 23 psl.]

Montuojama įranga turi lengvai fiksuotis nenaudojant papildomų įrankių. Fiksavimas turi garantuoti saugų įrangos tvirtinimą ir užtikrinti, jog eksploatavimo metu įranga negalėtų savaime atsifikuoti. Įrangos skyriai turi būti saugiai uždaromi tam, kad būtų pašalinta galimybė iškristi atsifiksavusiai įrangai. [5, 24 psl.]

Demontuojamos sistemos privalo turėti garsinę ir vizualią signalizaciją, įspėjančią apie sistemos montavimą/demontavimą. Tokių sistemų fiksavimas turi užtikrinti, jog eksploatavimo metu sistemos lieka savo numatytoje pozicijoje be galimybės judėti automobilio atžvilgiu.

[5, 25 psl.]

Apžvelgę į gaisrų gesinimo ir gelbėjimo tarnybų automobilių standartą LST EN 1846 galima padaryti išvadą, kad standartas skirtas tam, kad gaisrinių automobilių gamintojai susipažintų su minimaliais reikalavimais keliamais gaisriniais automobiliams bei galėtų pagaminti maksimaliai saugų ir patogų automobilį.

1.3. Transporto priemonių direktyvos

Neretai antstatų gamintojams tenka perdaryti automobilio važiuoklę tam, kad galėtų sumontuoti antstatus. Po atliekamų pakeitimų dažniausiai netinka standartiniai žibintai, apsaugos, bamperiai ir kitos standartinės, važiuoklės numatytos dalys. Antstatų gamintojams tenka montuoti neoriginalius, savo gamybos arba pirktus komponentus ant važiuoklės. Dėl didelio gamintojų skaičiaus atsiranda labai didelė komponentų įvairovė. Tam, kad suvienodinti šiuos komponentus ir jie būtų vienodai saugiai naudojami ir lengvai atpažįstami, yra išleistos taisyklės, kuriose nurodyti komponentams privalomi parametrai.

1.3.1. Galinė apsauga nuo palindimo

Galinės apsaugos nuo palindimo įtaiso konstrukciją ir montavimą aprašo Tautų direktyva 70/221/EEB.

Galinės apsaugos įtaisas, apsaugantis, kad transporto priemonė nepakliūtų po kitos transporto priemonės galu, yra sudarytas iš skersinio su važiuoklės šoninėmis dalimis (lonžeronais) arba bet kokiais jas pakeičiančiais elementais, sujungtais jungiamaisiais sudedamaisiais komponentais. [6]

Galinės apsaugos nuo palindimo apatinė dalis bet kuriame taške neturi būti aukščiau nei 55 cm nuo žemės paviršiaus ir turi būti kuo arčiau automobilio galo. Galinės apsaugos plotis neturi viršyti ir negali būti trumpesnis nei 10 cm už galinės ašies ratų išorinį plotį. Galinės apsaugos nuo palindimo skersinio profilio aukštis turi būti ne mažesnis nei 10 cm. Galinė apsauga nuo palindimo turi atlaikyti 50 procentų maksimalios leistinos transporto priemonės masės, bet ne daugiau kaip $10 \cdot 10^4 \text{N}$.

1.3.2. Šoninė apsauga nuo palindimo

Šoninės apsaugos įtaisas (ŠAI) – sudarytas iš pailgos (-ų) dalies (-ių) ir jungties (-čių) (fiksuojuojantys elementai) su šoninėmis važiuoklės ar kitomis struktūrinėmis transporto priemonės dalimis, skirtas veiksmingai apsaugoti neapsaugotus kelių eismo dalyvius nuo palindimo po transporto priemonės šonais ir įtraukimo po ratais; transporto priemonės dalys taip pat gali būti naudojamos kaip šoninės apsaugos įtaisai. [7]

ŠAI gali būti atliktas iš plokštumos arba iš ištisų horizontalių strypų. Jeigu yra naudojama strypinė konstrukcija – atstumai tarp strypų negali viršyti 300 mm. ŠAI negali būti aukščiau nei 550 mm nuo žemės paviršiaus ir negali būti žemiau nei 350 mm nuo antstato konstrukcijos apatinės dalies. ŠAI bet kuriame taške turi atlaikyti 100 kg svorį pridėtą statmenai ŠAI plokštumai.

1.4. Rinkos tyrimai

1.4.1. UAB „ISKADA“

UAB „ISKADA“ yra Lietuvoje įsikūrusi įmonė nuo 1992 metų. Įmonė gamina gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilius, konteinerius, priekabas bei įranga. Taip pat įmonė atstovauja daugelį vakarų Europos gaisrų gesinimo ir gelbėjimo įrangos gamintojų Baltijos šalyse. Šiuo metu įmonė pirmauja Baltijos šalių rinkoje bei gamina automobilius rytų Europos šalims, Rusijai bei NVS šalims. Įmonė gamina antstatus ant įvairių gamintojų važiuoklių (Scania, Volvo, MAN, Mercedes-Benz, MAZ, KAMAZ ir t.t.). Antstatus gamina iš konstrukcinio bei nerūdijančio plieno vamzdžių (žr. 1.4.1 pav.), aliuminio profilių, o cisternas gamina iš polipropileno.



1.4.1 pav. UAB „Iskada“ Gaisrinis automobilis [8]

1.4.2. „Albert Ziegler GmbH“

Albert Ziegler – tai Vokietijos įmonė, viena didžiausių Europoje, gaminanti gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilius bei įrangą. Įmonė įsikūrė 1891 metais. Pagrindinė gamykla yra Vokietijoje, tačiau yra gamyklų ir kitose Europos bei Azijos šalyse. Šiuo metu didžioji dalis gaisrinių automobilių vakarų Europoje yra būtent Albert Ziegler gamintojo. Gamintojas unikalus tuo, kad gamina visų klasių ir kategorijų automobilius bei kontenerius ant įvairių gamintojų važiuoklių (1.4.2 pav). Be to, įmonė gamina daug specialios paskirties gaisrinius automobilius. Išskirtinis automobilis yra sunkiosios klasės miesto automobilis, kurio cisternos talpa 13,5 m³. Automobilių antstatus gamina iš aliuminio profilių, stiklo pluošto bei polipropileno.



1.4.2 pav. Albert Ziegler gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilis [9]

1.4.3. „Požsnab“

„Požsnab“ gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilių bei įrangos gamintojai Rusijoje. Nuo savo įkūrimo, 2002 metais, įmonė pagamino apie 100 skirtingų automobilių modifikacijų. Šiuo metu įmonė gamina gaisrinius automobilius ant MAZ, KAMAZ, UAZ, ZIL, GAZ, VW bei IVECO važiuoklių (žr. 1.4.3 pav.). Pagrindiniai gamintojo klientai yra Rusija bei Nepriklausomų valstybių sandraugos (toliau NVS) šalys. Automobilių antstatai gaminami iš konstrukcinio arba nerūdijančio plieno.



1.4.3 pav. UAB „Požsnab“ gaisrinis automobilis ant KAMAZZ važiuoklės [10]

1.4.4. „Szczensniak“

Szczensniak - Lenkijos įmonė gaminanti gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilius bei įrangą nuo 1992 metų. Taip pat gamina konteinerius bei specialius paskirties gaisrinius automobilius. Šiuo metu tai yra stiprus konkurentas vidurio Europoje. Automobilius gamina ant visų šiuolaikinių gamintojų važiuoklių (žr. 1.4.4 pav.). Antstatus gamina iš susukamų aliuminio profilių. Tai yra tarpinis variantas kainos/kokybės atžvilgiu tarp Lietuvos ir Vokietijos gamintojų.



1.4.1 pav. UAB „Szczesniak“ įmonės pagaminta autocisterna ant IVECO važiuoklės [11]

1.4.5. „PolyBilt „

JAV įsikūrusi gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilių antstatų gamintoja. Įmonė gamina antstatus tik iš polipropileno, su integruota cisterna. Įmonės unikalumas tas, kad pagamintus antstatus gali siųsti į kitas šalis, kur klientas arba tarpinis gamintojas pats sumontuoja antstatą prie savo važiuoklės. Tai yra vienas iš pirmųjų gamintojų, kurie pradėjo antstatus gaminti iš polipropileno (žr. 1.4.5 pav.). Įmonės teigimu, toks antstatus pradeda deformuotis esant 275°C temperatūrai, o tai reiškia, kad antstatus yra atsparesnis temperatūrai negu automobilio dažai, padangos arba elektros instaliacija.



1.4.5 pav. „Polybilt“ gamintojo automobilis iš polipropileno [12]

1.4.6. „MORITA Group“

„MORITA Group“ – Japonijos įmonė gaminanti gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilius. Automobiliai skirti Japonijos ir Azijos rinkai. Automobilių antstatai gaminami iš kombinuotos aliuminio profilių ir stiklo pluošto technologijos. Antstato karkasas surenkamas iš aliuminio profilių, o paskui apklijuojamas formuotomis stiklo pluošto panelėmis (žr. 1.4.6 pav.). Kėbulo viduje lentynos ir tvirtinimo elementai gaminami iš aliuminio.



1.4.6 pav. Japonų gamintojo automobilis, padengtas išformuotomis stiklo pluošto panelėmis [13]

1.4.7. „Marce“

„Marce“ tai gaisrų gesinimo ir gelbėjimo tarnybų automobilių gamintoja įsikūrusi Pietų Afrikoje. 98 procentų pagamintos produkcijos parduodama Afrikos teritorijoje. Pietų Afrikoje pagaminti antstatai montuojami ant šiuolaikinių MERCEDES-BENZ, SCANIA ir IVECO važiuklių. Automobiliuose naudojamos pažangios valdymo technologijos, viskas yra maksimaliai kompiuterizuota. Antstatai gaminami iš aliuminio profilių.



1.4.7 pav. Marce gamintojo gaisrinis automobilis [14]

1.4.8. „Frontline fire and rescue“

„Frontline fire and rescue“ – yra didžiausia Australijos įmonė gaminanti gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilius. Antstatai gaminami iš nerūdijančio plieno bei aliuminio lakštų, o cisternos gaminamos iš stiklo pluošto. Savo antstatus įmonė montuoja ant Azijos šalių gamintų važiuklių.



1.4.8 pav. Australijos gamintojo gaisrinis automobilis [15]

Lentelėje 1.4.1 matome visų nagrinėtų įmonių naudojamas medžiagas antstatų gamybai.

1.4.1 lentelė

Rinkos analizė

	UAB „ISKADA“	„Pożsnab“	„Szczensniak“	„Albert Ziegler“
Konstruktinis plienas	X	X		
Nerūdijantis plienas	X	X		
Aliuminis	X		X	X
Polipropilenas				X

1.4.1 lentelės tęsinys

„MORITA Group“	„Marce“	„Frontline fire and rescue“	„Polybilt“
		X	
X	X		
			X

Iš lentelėje pateiktų duomenų matome, kad dauguma nagrinėjamų įmonių antstatų gamybai naudoja aliuminį. Tik viena įmonė naudoja polipropilena ir trys įmonės vis dar naudoja plienines virintas konstrukcijas. Galima padaryti išvadą, kad rinkoje vis dar egzistuoja konstrukcijų įvairovė, tačiau pastebime, kad įmonių tendencija yra visgi aliuminis.

2. KONSTRUKCIJŲ TECHNOLOGINIS APRAŠYMAS

Prieš pradėdant projektuoti gaisrinio automobilio antstatą, taip pat kaip ir bet kokią kitą mazgą, reikia nuspręsti, kokia bus naudojama gaminimo technologija. Nuo pasirinktos technologijos priklauso konstrukcijos medžiagos ir medžiagų savikaina, darbo laikas, reikalingas konstrukcijai pagaminti, svoris, atliekamos operacijos gaminimo metu ir kita.

Skirtingos technologijos reikalauja papildomų operacijų, tokių kaip apsauga nuo korozijos, technologinių kiaurymių atlikimas, hermetinimas ir pan. Dėl konstrukcijos sudėtingumo dažnai reikia kombinuoti medžiagas tam, kad būtų lengvesnė arba stipresnė konstrukcija, arba tiesiogologiškai nėra galimybės pagaminti konstrukcijos elementą iš tam tikros medžiagos. Renkant antstatą, kombinuojant skirtingas medžiagas reikia tikrinti, ar medžiagos turi suderinamumą tarpusavyje tam, kad nebūtų sukelta galvaninė korozija. Gaisriniai automobiliai dažniausiai dirba agresyvioje aplinkoje, sukeliančioje koroziją, naudojamas įvairus - tiek gėlas, tiek jūros – vanduo bei putokšlis (šarminė medžiaga, smarkiai sukelianti koroziją), todėl būtina išvengti papildomų korozijos šaltinių.

Dar vienas labai svarbus dalykas, kuris priklauso nuo gaminimo technologijos, yra vidinis antstato tūris. Antstato vidinis tūris priklauso nuo antstato gaminimo medžiagos mechaninių savybių. Gaminant antstatą iš aliuminio, kurio takumo riba yra mažesnė nei plieno, reikia naudoti sudėtingesnius profilius, su storesnėmis sienelėmis tam, kad būtų didesnis atsparumo momentas, ir atvirkščiai, gaminant antstatą iš plieno reikia maksimaliai mažinti naudojamus profilius tam, kad nebūtų viršytas maksimalus leidžiamas svoris.

Taip pat projektuojant gaminį svarbu, kad visi konstrukcijos elementai būtų kuo paprastesni ir turėtų gerą priėjimą montavimui bei remontui siekiant pagreitinti ir palengvinti surinkimo būdą.

Šiame tyrime bus nagrinėjamos keturios konstrukcijos: suvirinta iš konstrukcinio plieno profilių, suvirinta iš nerūdijančio plieno profilių, varžtais susukamas antstatas iš aliuminio profilių bei konstrukcija suvirinta iš lakštinio polipropileno.

2.1. Antstatas iš konstrukcinio plieno vamzdžių – cinkuota

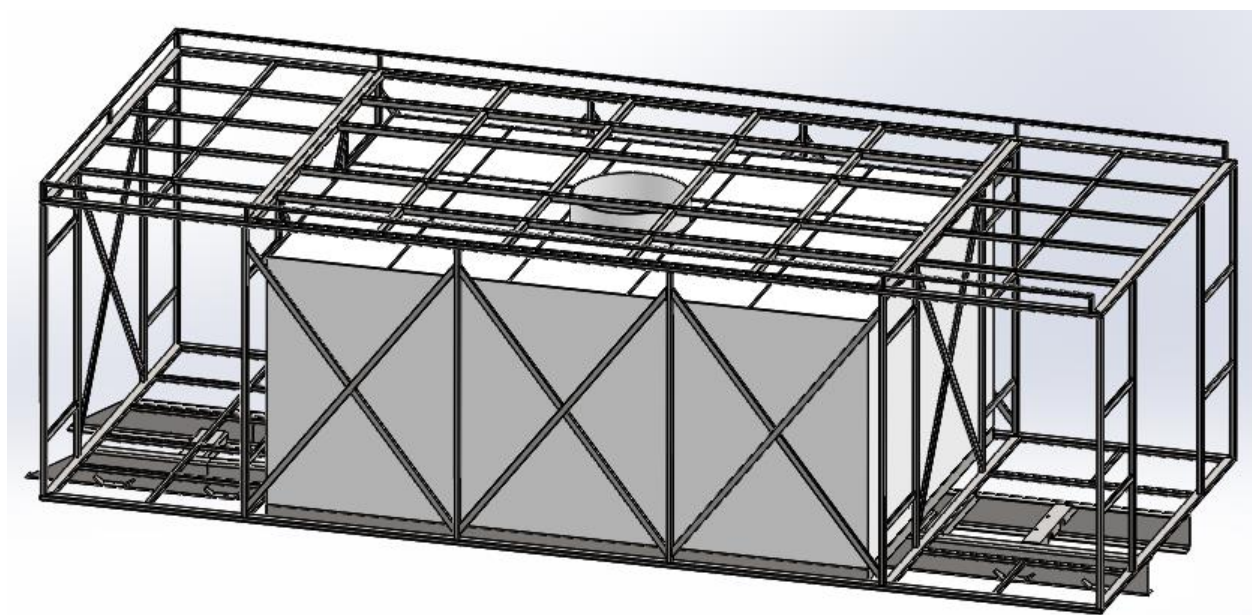
Antstatas iš konstrukcinio plieno pasižymi savo stiprumu, maža savikaina bei didele standartinių vamzdžių ir profilių įvairove. Tačiau ši technologija pasenusi ir turi daug trūkumų.

Konstrukcinis plienas turi pakankamai didelę masę. Net naudojant mažo skerspjūvio ploto profilinius vamzdžius antstato masė yra didelė, vadinasi, į automobilį galima bus įdėti mažiau gaisrų gesinimo ir gelbėjimo įrangos.

Be to, konstrukcinis plienas neturi apsaugos nuo korozijos. Tam, kad konstrukcija būtų apsaugota nuo korozijos, ją reikia padengti karštu cinku. Karštas cinkavimas reikalauja papildomo antstato apdirbimo. Tam, kad cinkavimas būtų kokybiškas, konstrukcijos paviršius turi būti nuvalytas ir lygus. Kiekviename vamzdyje turi būti padarytos aštuonios kiaurymės tam, kad cinkas lengvai išbėgtų iš vamzdžių ir tam, kad vamzdžiuose nesusidarytų didelis oro slėgis nuo aukštos temperatūros bei tam, kad būtų galima išvengti vamzdžių deformacijos. Papildomas apdirbimas didina gamybos laiką ir savikainą, tačiau tai ne vienintelis cinkavimo trūkumas. Antstato konstrukcija yra didelių gabaritų (ilgiu, aukščiu ir pločiu). Tokio dydžio cinkavimo vonias turi tik kelios įmonės visoje Europoje, todėl antstatą reikia vežti cinkuoti į užsienį, be to, dažniausiai gaminy s cinkuojamas po 2–3 savaitių po pateikimo. Tokiu būdu antstato gamyba smarkiai pailgėja ir pabrangsta.

Dar vienas konstrukcijos trūkumas – tai didelė naudojamų medžiagų įvairovė. Antstatai ir porėmis, kurie gaminami iš įvairių profilių (žr. 2.1.1 pav.), po suvirinimo cinkuojami, cisterna gaminama iš polipropileno arba nerūdijančio plieno, o antstatai yra apkljuojami aliuminio lakštais. Tokia medžiagų įvairovė reikalauja daug skirtingų specialistų norint pagaminti tokį antstatą. Be to, kai cisterna gaminama iš kitos medžiagos – ji yra neintegruota. Neintegruota cisterna užima daugiau vietos antstate, vadinasi, mažėja vidinis antstato tūris, kuriame galima būtų išdėstyti gaisrų gesinimo ir gelbėjimo įrangą.

Galima padaryti išvadą, kad tokią konstrukciją verta naudoti tik pavieniems užsakymams bei turint didesnę tiekimo terminą. Tokia konstrukcija buvo naudojama labai retai Baltijos šalyse, dažniau Rusijoje, Baltarusijoje bei NVS šalyse.



2.2.1 pav. Konstrukcinio plieno profilių sujungimas

2.2. Konstrukcija iš nerūdijančio plieno vamzdžių

Konstrukcija iš nerūdijančio plieno labai panaši surinkimo procesu į konstrukciją iš konstrukcinio plieno, tačiau taip pat turi savo privalumų ir trūkumų.

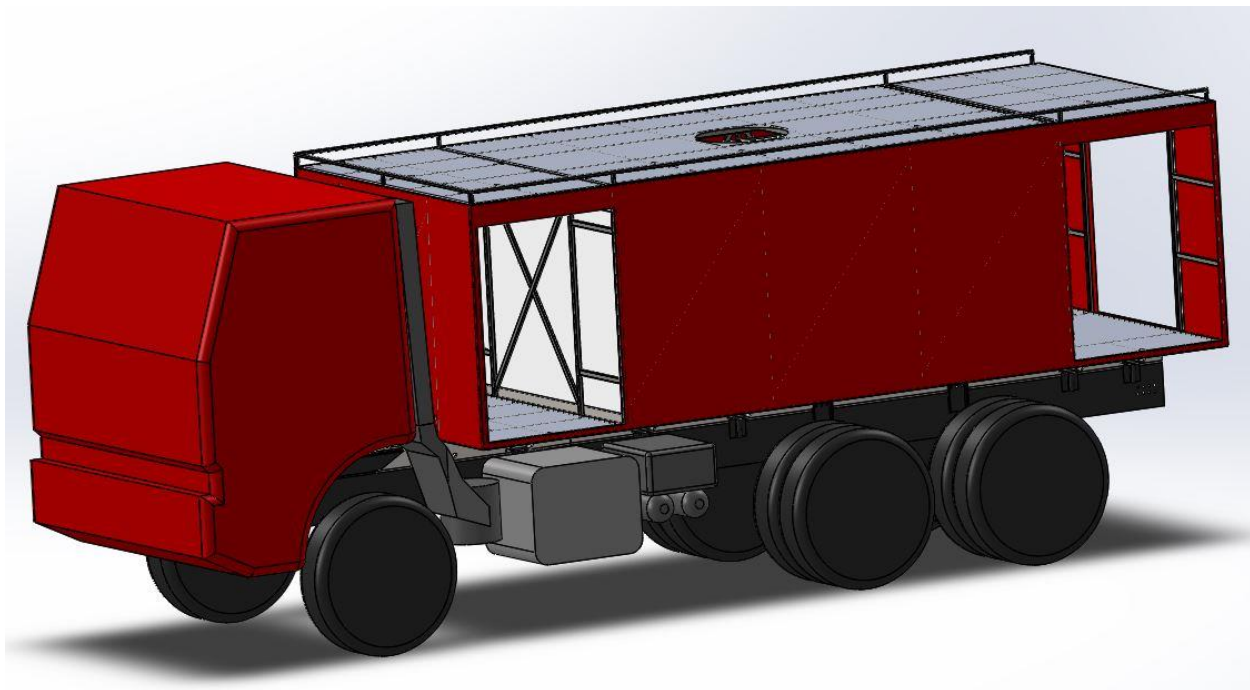
Porėmio gamyba yra analogiška porėmio gamybai konstrukcijoje iš konstrukcinio plieno. Porėmio išilginės sijos virinamos iš U-profilų ir yra sujungiamos U-profilų skersiniais. Vėliau porėmis cinkuojamas ir per specialias konsoles susukamas su antstatu ir važiuokle. Cisterna yra gaminama iš polipropileno.

Antstatas virinamas iš standartinių kvadratinių ir stačiakampių nerūdijančio plieno profilų, tačiau profiliai yra didesnio skersmens nei konstrukcinio plieno profiliai dėl mažesnės nerūdijančio plieno takumo ribos. Vėliau antstatas yra apklijuojamas anoduoto aliuminio lakštais (žr. 2.2.1 pav.).

Iš surinkimo proceso matome, kad didžiulis šios konstrukcijos privalumas palyginus su konstrukcinio plieno konstrukcija yra tai, kad antstatas nereikalauja papildomo apdirbimo – cinkavimo. Tokiu būdu gamyba užima mažiau laiko, nes nereikia gręžti technologinių kiaurymių, sutaupomas cinkavimo laikas. Tokią konstrukciją galima pritaikyti didesniems užsakymams.

Tačiau matome ir nemažai konstrukcijos trūkumų. Pirmas trūkumas yra nežymus svorio padidėjimas dėl naudojamų didesnio skersmens vamzdžių. Taip pat dėl didesnio vamzdžių skersmens mažėja vidinis antstato tūris, o tai reiškia, kad galima sudėti šiek tiek mažiau įrangos negu į antstatą iš konstrukcinio plieno. Dar vienas trūkumas yra tai, kad konstrukcijoje padidėja medžiagų gama – įtraukiamas nerūdijantis plienas. Vadinasi, didėja reikalingas darbuotojų skaičius norint pagaminti antstatą. Bet tarp nerūdijančio plieno ir cinkuoto plieno gali atsirasti galvaninė korozija, todėl reikia galvoti, kaip atskirti tokių paviršių poras.

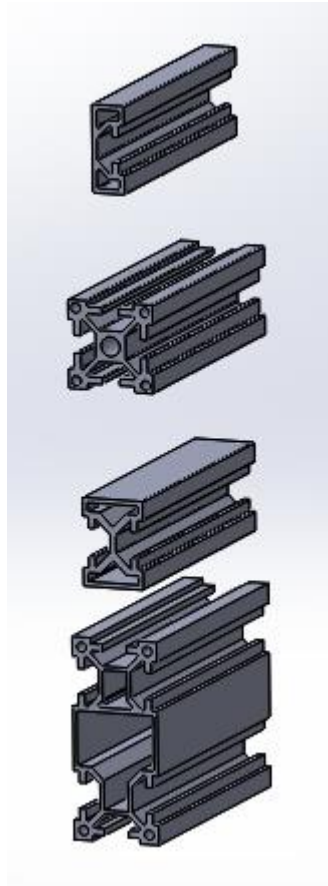
Tokia konstrukcija iki šiol labai plačiai naudojama Rytų Europoje, Rusijoje ir NVS šalyse. Viena iš priežasčių yra tai, kad yra lengvas priėjimas prie standartinių profilų ir jie yra pigesni negu Vakarų Europoje. Tačiau pagrindinė priežastis yra tai, kad didžioji dalis atliekamų darbų yra suvirinimas, o suvirintojų darbas Rytų Europoje, Rusijoje ir NVS šalyse yra daug pigesnis negu Vakarų Europoje.



2.2.1 pav. Surinkta konstrukcija iš nerūdijančio plieno

2.3. Konstrukcija iš aliuminio profilių

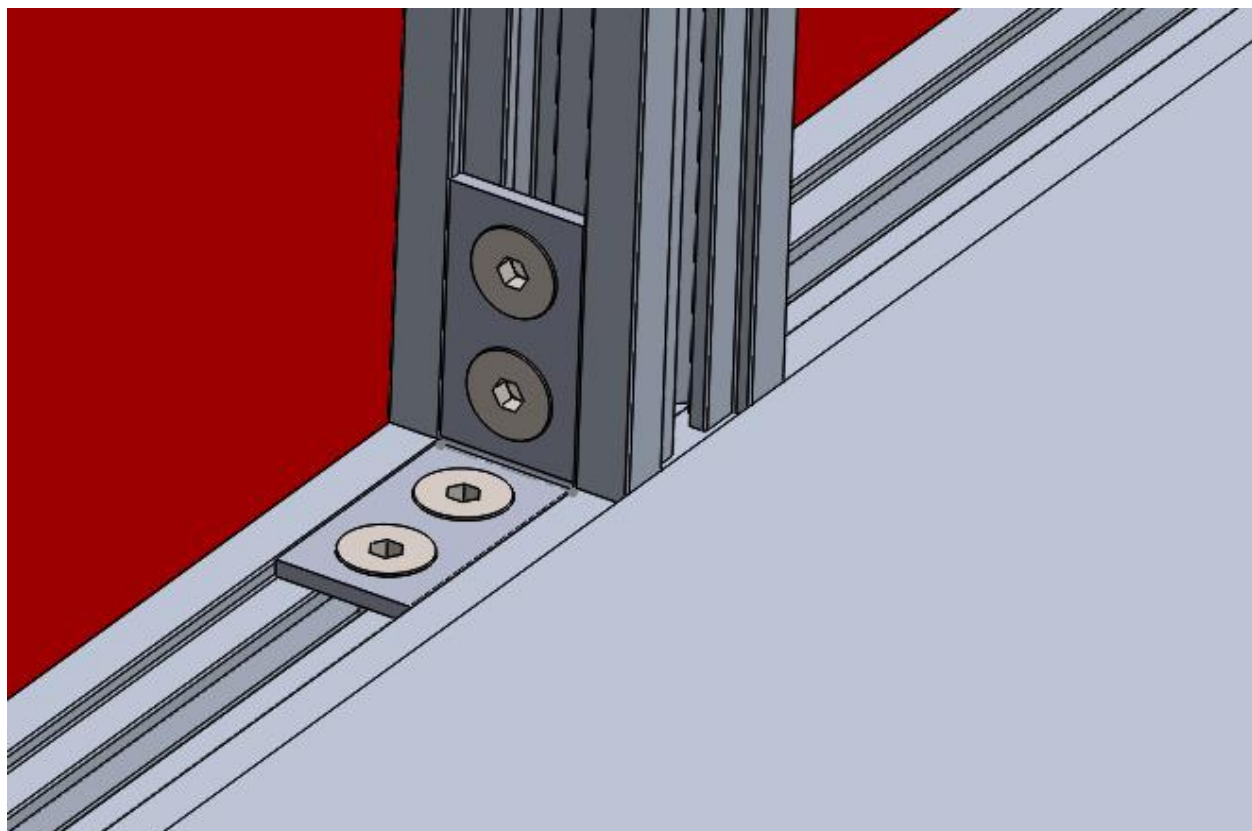
Šioje konstrukcijoje pagrindinis skirtumas yra ne tik medžiaga, iš kurios yra gaminamas antstatas – aliuminis, bet ir antstato surinkimo būdas. Prieš tai minėtose konstrukcijoje antstatai buvo virinami iš standartinių konstrukcinio arba nerūdijančio plieno vamzdinių profilių. Šioje konstrukcijoje maksimaliai sumažinamas suvirinimo darbų kiekis. Antstato profiliai yra susukami varžtais per specialias tvirtinimo konsoles. Konstrukcija pasižymi tuo, kad naudojami nestandartiniai aliuminio lydinio profiliai. Dėl to, kad aliuminio mechaninės savybės, ypač takumo bei stiprumo riba, yra žymiai prastesnės nei plienų – reikia didinti profilių atsparumo momentą. Todėl specialiai projektuojami profiliai sunkiojo transporto antstatų gamybai. Antstatui naudojama nuo trijų iki septynių skirtingų profilių (žr. 2.3.1 pav.). Profilių skerspjūvis labai sudėtingas, turi daugybę briaunų ir kiaurymių. Kiekvienam profilio tipui projektuojamos ir užsakomos matricos, kurių savikaina labai didelė. Be to, kuo profilio skerspjūvis sudėtingesnis, tuo matrica yra brangesnė. Ypatingai matricas pabrangina profilio kiaurymės, nes norint padaryti kiaurymę profilyje tenka naudoti dvi skirtingas matricas vienu metu. Profiliai yra ekstruduojami ir anoduojami. Profiliai tvirtinami kampiniais tvirtinimais (žr. 2.3.2 pav.). Dviems profiliams sujungti reikia nuo dviejų iki trijų kampinių tvirtinimų ir nuo aštuonių iki dvylikos varžtų. Kampiniai tvirtinimai dažniausiai yra liejinys, retai lenkta konstrukcija. Po antstato susukimo jis, taip pat kaip ir prieš tai minėtose konstrukcijose, yra apklijuojamas anoduoto aliuminio lakštais (žr. 2.3.3 pav.). Porėmio ir cisternos gamyba nesiskiria nuo prieš tai minėtų konstrukcijų.



2.3.1 pav. Aliuminio profiliai naudojami antstato surinkimui



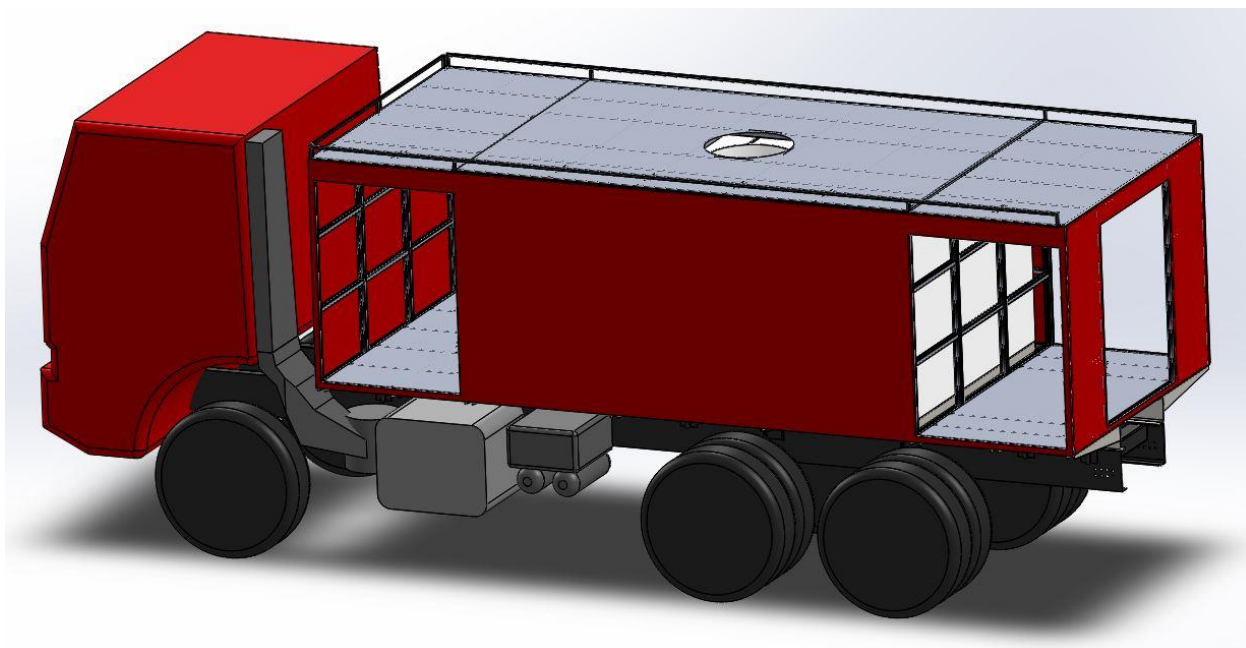
2.3.2 pav. Aliuminio profilių kampinis tvirtinimas



2.3.3 pav. Konstrukcijos iš aliuminio profilių

Darydami išvadas matome, kad šioje konstrukcijoje žymiai sumažėjo suvirinimo darbų kiekis. Tokiu būdu konstrukcija yra patrauklesnė Vakarų Europos gamintojams. Antstato susukimas yra daug paprastesnis procesas nei suvirinimas, todėl surenkant nereikia specializuoto, brangiai kainuojančio personalo. Be to, pats procesas vyksta daug greičiau nei kokybiškas suvirinimas.

Pagrindinis tokios konstrukcijos trūkumas – labai didelės investicijos technologijos paleidimui. Ne tik matricų ir liejinių formų kūrimas reikalauja didelių investicijų. Įmonės, ekstruduojančios profilius ir gaminančios liejinius, reikalauja nupirkti didelį kiekį gaminių, kad jiems apsimokėtų paleisti matricų (formų) gamybą. Būtent dėl to šią konstrukciją apsimoka naudoti didelėms įmonėms, kurios turi užtikrintą būsimų užsakymų kiekį bei kurioms suvirinimo paslaugos yra brangios. Ši konstrukcija seniai naudojama Vakarų Europoje bei Lenkijoje. 2017 metais konstrukcija pradėta naudoti ir Lietuvoje.

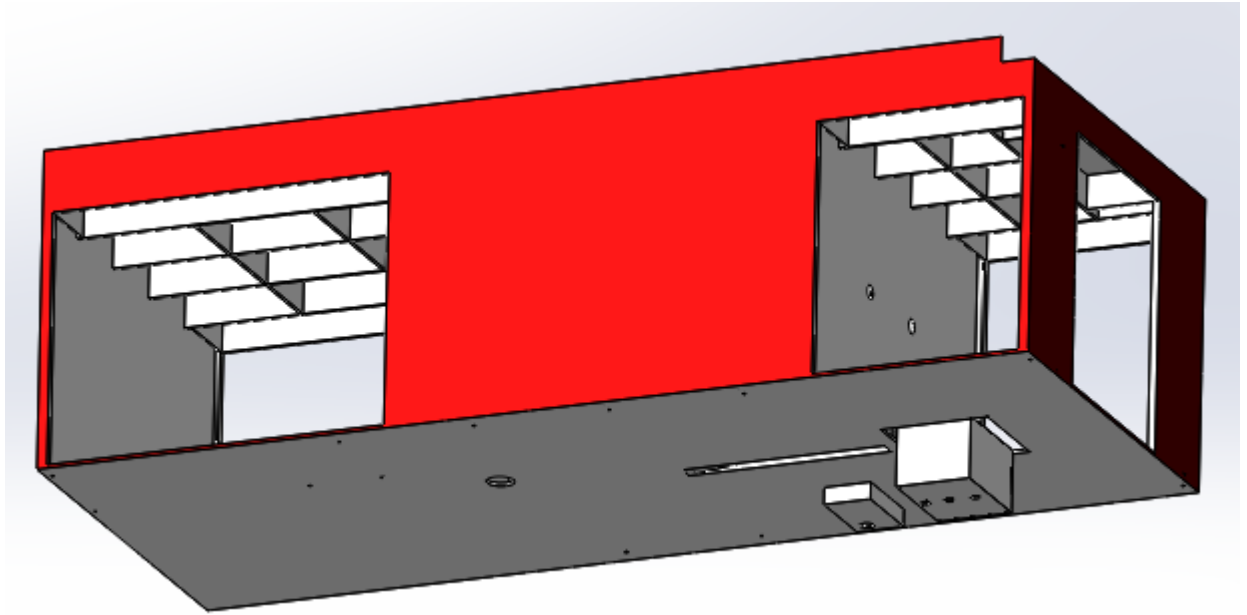


2.3.2 pav. Surinkta konstrukcija iš aliuminio profilių

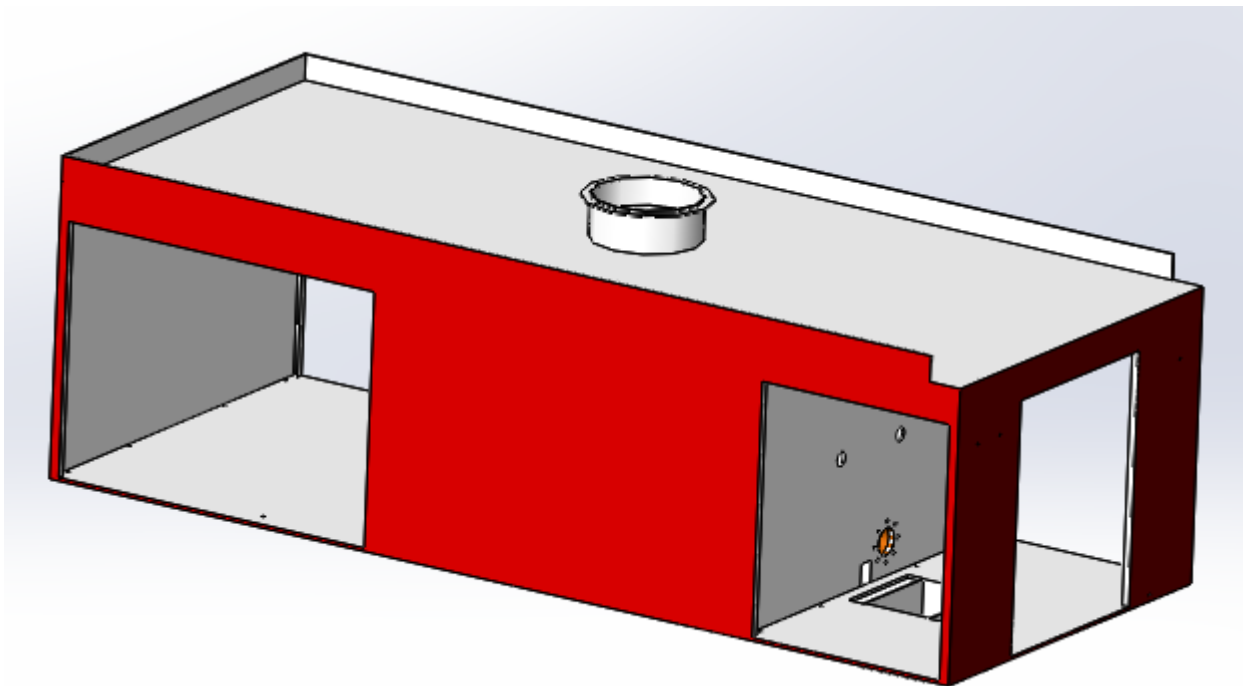
2.4. Konstrukcija iš polipropileno

Viena rečiausiai rinkoje sutinkamų konstrukcijų yra konstrukcija iš polipropileno (PP). PP plastikas termiškai formuojamas sudėtingiau negu polietileno (PE) plastikas, tačiau PP yra gerai mechaniškai apdirbamas ir labai lengvai virinamas tarpusavyje. Ši medžiaga dažnai virinimo tikslais pasirenkama tada, kai yra reikalingas kietesnis ir mažiau elastingesnis plastikas nei PE. Pasižymi tuo, kad neturi atsparumo UV šviesai, šios problemos išnyksta papildomai pridėjus stabilizatorių. Polipropilenas atsparesnis temperatūrai nei polietilenas (PE) (priklausomai nuo rūšies ir priemaišų minkštėja esant 140°C, lydymosi temperatūra 175°C). Maksimali polipropileno eksploatacijos temperatūra – 120 - 140°C. [16, 50 psl.]

Antstato iš polipropileno gamybos technologija labai panaši į cisternos gamybos technologiją, tačiau yra naudojami storesni polipropileno lakštai bei daugiau standumo briaunų (žr. 2.4.1 ir 2.4.2 pav.). Antstatas virinamas iš skirtingų storio polipropileno lakštų (jie būna 10, 12, 15 ir 20 mm). Virinama specialiais įrankiais – ekstruderiais. Ekstruderis pūsdamas labai karštą orą pradeda lydyti lakštų suvirinimo vietą, tuo pačiu metu pro ekstruderio įrankį praeina polipropileno suvirinimo strypas, kuris taip pat yra lydomas. Tokiu būdu išeinanti iš ekstruderio išlydyta polipropileno masė užpildo suvirinimo vietą, susijungia su lydytais polipropileno lakštais ir sudaro stiprų virintą sujungimą. Tiek polipropileno lakštai, tiek suvirinimo strypai būna įvairių spalvų. Standartinė spalva yra pilkai balta, tačiau esant reikalui galima užsakyti ir RAL 3000 spalvą. Tai yra labai patogiu, nes virinant iš raudonos spalvos lakštų – antstato nereikia dažyti.



2.4.1 pav. Autocisternos antstatas iš polipropileno. Vaizdas iš apačios



2.4.2 pav. Autocisternos antstatas iš polipropileno. Vaizdas iš viršaus

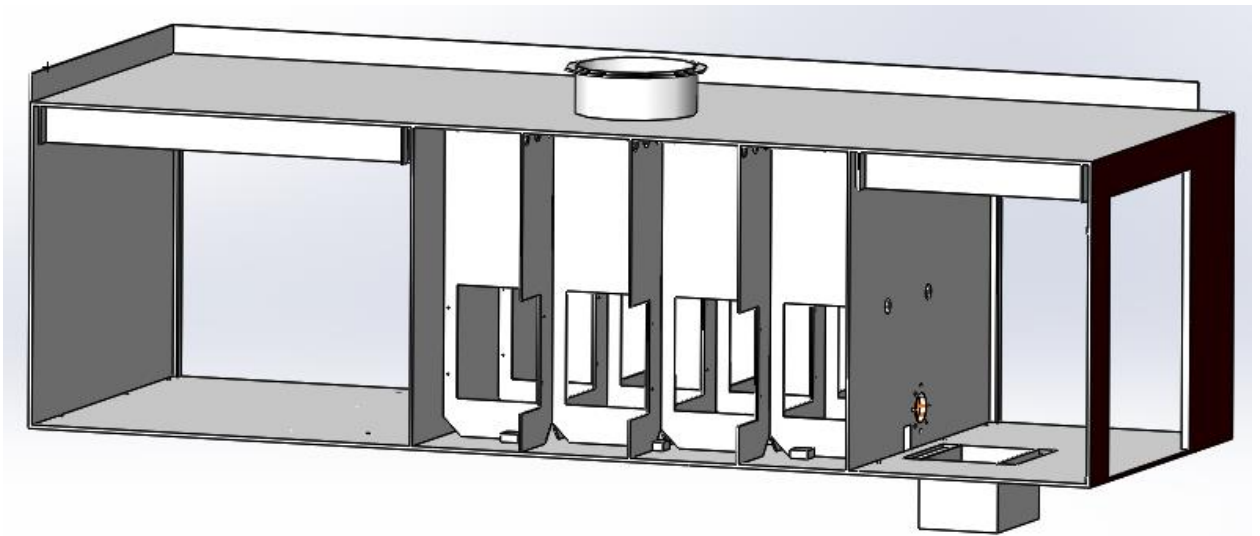
Didžiulis konstrukcijos privalumas yra integruota cisterna ir tai, kad konstrukcija yra virinama iš lakštų. Tokiu būdu smarkiai padidėja antstato vidinis tūris palyginus su kitomis konstrukcijomis. Cisternos integravimas nereikalauja papildomų tarpų tarp cisternos ir antstato cisternos įdėjimo ir montavimo metu, kurių neįmanoma išnaudoti vėliau (žr. 2.4.3 pav.). Kitas didelis privalumas yra svoris. Polipropileno tankis yra mažesnis nei vandens – 946 kg/m^3 . Tokiu

būdu antstatas yra žymiai lengvesnis už kitų konstrukcijų antstatus. Visa tai leidžia sudėti daugiau reikalingos gaisrų gesinimo ir gelbėjimo įrangos.

Kitas konstrukcijos privalumas yra tai, kad visoje konstrukcijoje naudojamos tik dvi medžiagos: konstrukcinis plienas porėmiui ir polipropilenas visiems likusiems mazgams. Polipropileno antstatui suvirinti visiškai užtenka dviejų žmonių. Vadinasi, smarkiai sumažėja darbuotojų skaičius, reikalingas antstato gamybai. Užsakant porėmį išorinėje įmonėje – gamybos procesas pasidaro dar greitesnis.

Pagrindinis šios technologijos trūkumas, kaip ir technologijos iš aliuminio profilių, yra didelės technologijos paleidimo investicijos. Virinimo įranga yra labai brangi. Be to, tam, kad suvirinimo siūlės atrodytų estetiškai tiek išorėje, tiek viduje, ekstruderiai yra naudojami įvairūs virinimo antgaliai, kurie irgi yra brangūs. Taip pat, kadangi profesija reta, sunku rasti kvalifikuotą personalą, o polipropileno suvirinimo kvalifikaciją gali suteikti tik kelios įmonės, todėl reikia nemažai investuoti ir į personalo mokymus.

Šiuo metu ši technologija naudojama JAV, Didžiojoje Britanijoje, Čekijoje ir Lenkijoje. Buvo bandymų pagaminti tokį antstatą ir Lietuvoje.



2.4.3 pav. Antstatas su integruota cisterna

3. ANALIZUOJAMŲ MODELIŲ APRAŠYMAS

Kadangi Valstybinis priešgaisrinės saugos ir gelbėjimo departamentas (toliau VPGT) bei visos Apskritis priešgaisrinės gelbėjimo valdybos (toliau APGV) tyra valstybinės įmonės, jos gali nupirkti priešgaisrinę techniką arba įrangą tik gavus finansavimą iš valstybės. Be to, technikos ar įrangos įsigijimas gali įvykti tik paskelbus viešųjų pirkimų konkursą. Konkurse gali dalyvauti visos įmonės atitinkančios konkurso reikalavimus. Konkursą laimi įmonė, kurios pasiūlymas visiškai atitinka techninę specifikaciją ir kitus konkurso reikalavimus bei pasiūlo mažiausią kainą. Dažniausiai finansavimas konkursams būna ribotas ir gana mažas, todėl laimėti konkursą bei konkuruoti su kitomis įmonėmis yra pakankamai sudėtinga. Įmonės gamintojai turi pateikti tokį pasiūlymą, kad automobilis atitiktų konkurso keliamus reikalavimus, standartus, normas, turėtų turėti mažiausią kainą tarp konkurentų, tačiau neštų pelną įmonei bei garantuotų konstrukcijos saugumą, efektyvumą bei patogumą naudojantis. Tai būtų paprasta, jeigu pagal konkurso sąlygas tai būtų standartinis įmonės gaminys, kuris yra visiškai išvystytas, daug kartų gamintas bei optimizuotas. Tačiau dažniausiai, dėl savo specifikos, tokiuose konkursuose visada būna nauja techninė specifikacija su kitais reikalavimais, todėl kaskart, prieš kiekvieną konkursą, įmonės privalo pasiruošti ir atlikti visus skaičiavimus.

Konkurso pasiūlymo kaina turi kelias sudedamąsias: įmonės pelnas, darbuotojų atlyginimas, medžiagų savikaina, technologijos kaina (pavyzdžiui, suvirinimo procesas, profilių matricų užsakymas ir pan.), važiuoklės kaina, komplektuojančios įrangos kaina bei kitos įmonės išlaidos. Daugiausiai įmonė gali sutaupyti iš technologijos pasirinkimo - tuo atveju jeigu įmonė naudoja kelias skirtingas gamybos technologijas - ir naudojamų medžiagų.

Dažniausiai technologija parenkama pagal konkurso sąlygas, pavyzdžiui, kiek technikos vienetų yra užsakoma, kokie pagaminimo terminai, kokia važiuoklė bei eksploataavimo šalis.

Parinkus tinkamą technologiją galima skaičiuoti konstrukcijos savikainą. Tam, kad paskaičiuoti konstrukcijos savikainą, konstruktorius turi pateikti visą medžiagų sąrašą. Konstruktorius gali pateikti visą medžiagų sąrašą tik po to, kai konstrukcija yra pilnai nubraižyta bei atlikti stipruminiai skaičiavimai. Naudojant skirtingas medžiagas yra naudojami skirtingi profiliai tam, kad išlaikyti tokį pat atsargos koeficientą ir nepabranginti konstrukcijos. Todėl kiekvienai technologijai yra naudojamos skirtingos medžiagos, profiliai, lakštai bei procesai.

3.1. Konstrukcija iš konstrukcinio plieno

Kaip ir buvo minėta anksčiau – ši konstrukcija pasižymi savo stiprumu, todėl yra naudojami mažesnio skersmens vamzdiniai profiliai tam, kad sumažinti svorį ir savikainą. Konstrukcija susideda iš penkių pagrindinių dalių: porėmio, antstato, cisternos, cisternos rėmo bei nuimamo

stogo. Antstatas, cisternos rėmas bei nuimamas stogas gaminami iš konstrukcinio plieno, kuris po suvirinimo yra cinkuojamas, o cisterna yra gaminama iš polipropileno.

Antstato tvirčiausia dalis turi būti jo dugnas, nes tai yra nešančioji konstrukcijos dalis, taip pat per antstato dugną antstatas yra tvirtinamas prie porėmio. Antstato dugno kontūras yra virinamas iš stačiakampių vamzdžių 60x30x3 mm bei yra sujungiamas skersiniais kvadratiniais profiliais 30x30x3 mm. Antstato statramsčiams yra naudojami kvadratiniai 30x30x2 mm profiliai, kurie tarpusavyje susijungia diagonalėmis atotampomis – 40x20x2 mm vamzdžiais tam, kad padidinti konstrukcijos standumą. Antstato stogo kontūras atliekamas iš stačiakampių vamzdžių 60x30x2 mm, kuris sujungiamas kvadratiniais profiliais 30x30x2 mm. Visų vamzdžių abiejuose galuose, visose keturiose plokštumose yra gręžiamos 4-5 mm kiaurymės tam, kad cinkuojant konstrukciją karštu cinku vamzdžiuose nesusidarytų aukštas dujų slėgis bei tam, kad cinkas neliktų vamzdžiuose ištraukus konstrukciją iš cinkavimo vonios. Kiaurymių gręžiojimas užima daugiau laiko, tačiau užtikrina kokybišką konstrukcijos cinkavimą, o tai reiškia, kad užtikrina ir gerą apsaugą nuo korozijos.

Po suvirinimo ir cinkavimo antstatas yra apkljuojamas 2 mm storio anoduoto aliuminio lakštais. Antstato šonai apkljuojami raudonos spalvos, RAL 3000, aliuminio lakštais. Antstato stogas ir įrangos skyrių dugnas yra apkljuojami rifliuoto aliuminio lakštais tam, kad paviršius būtų neslidus. Įrangos skyrių vidinės sienelės apkljuojamos pilkos spalvos aliuminio lakštais.

Kadangi cisterna šioje konstrukcija yra neintegruota – ji yra tvirtinama prie porėmio nepriklausomai nuo antstato. Cisterna yra tvirtinama prie specialiai jai pritaikyto rėmo. Cisternos rėmas yra tvirtinamas prie porėmio per specialius guminius dempferius, kurie slopina cisternos keliamas vibracijas bei svyravimus. Didelio tūrio cisternos turi gana didelę inerciją važiuojant arba stabdant, todėl vairuojant cisterna svyruoja ant guminių dempferių nepriklausomai nuo antstato. Tam, kad tarp judančios cisternos ir standžiai pritvirtinto antstato nebūtų susidūrimų – smūgių, dempferių gamintojai rekomenduoja palikti ne mažiau kaip 100 mm tarpus iš visų šešių pusių tarp cisternos ir antstato. Dėl šitų tarpų yra sumažinami įrangos skyriai ir yra prarandamas įrangos skyrių tūris.

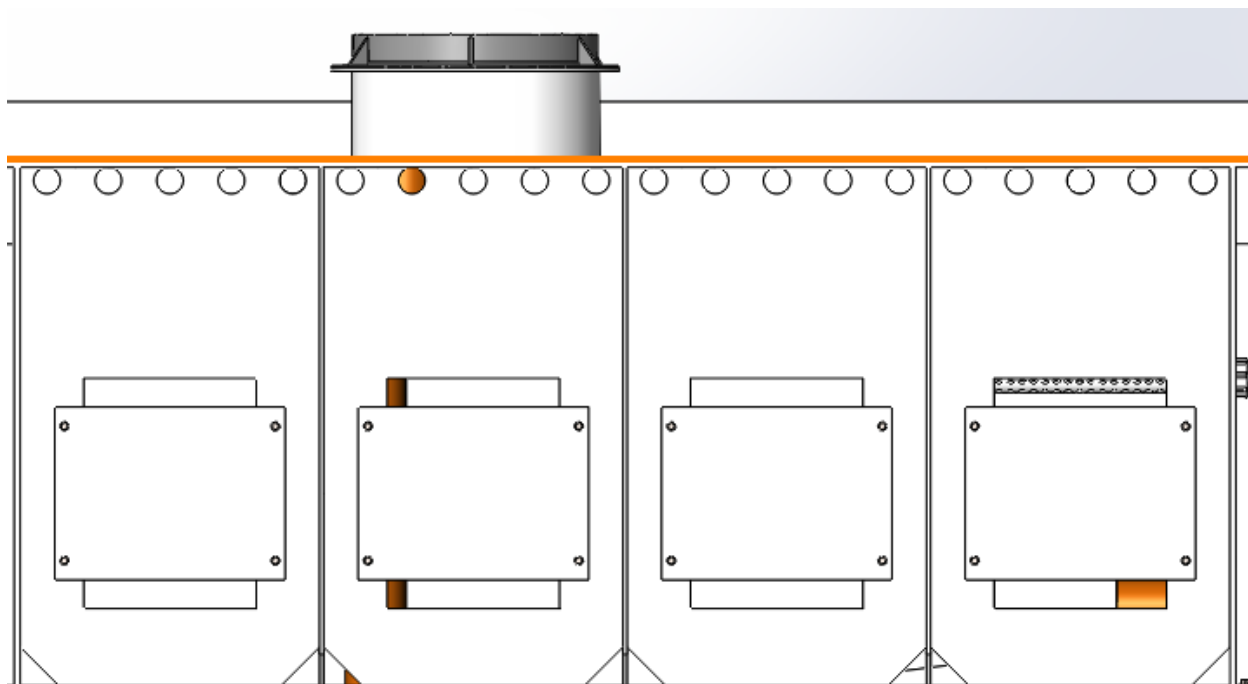
Cisternos rėmas taip pat kaip ir antstatas yra virinamas iš konstrukcinio plieno kvadratinių ir stačiakampių profilių, kurie po suvirinimo yra cinkuojami. Pagrindiniams išilginiams profiliams yra naudojamas 80x80x4 mm matmenų vamzdis, o jų sujungimui yra naudojami 80x40x4 mm matmenų vamzdžiai.

Nuimamas stogas naudojamas tam, kad uždengti angą antstato stoge, per kurią yra montuojama cisterna. Nuimamą stogą sudaro rėmelis suvirintas iš kampuočių 40x40x4 mm ir skersinių

stačiakampių vamzdžių 40x20x2 mm. Nuimamas stogas taip pat yra cinkuojamas. Prie antstato nuimamas stogas tvirtinasi varžtais.

Cisternos gamyba atliekama virinant tarpusavyje įvairaus storio polipropileno lakštus (10, 12 arba 15 mm storio). Storiausi 15 mm storio polipropileno lakštai yra naudojami cisternos dugnui. 12 mm lakštai naudojami cisternos šoninėms sienoms, o 10 mm – cisternos stogui, liukui bei bangolaužiams. Cisternos bangolaužiai yra sudaryti iš polipropileno skersinių ir išilginių pertvarų, kurios dalina cisterną į atskirus skyrius (žr. 3.1.1 pav.). Pagal standartą LST 1846, saugiam cisternos eksploatavimui jos skyrių tūris neturi viršyti 1,5 m³. Tam, kad pertvara būtų efektyvesnė, reikia stengtis daryti ją kaip įmanoma labiau ištisinę, be kiaurymių. Tačiau pilnam cisternos užpildymui pertvaros turi turėti kiaurymes apačioje ir viršuje tam, kad nesusidarytų oro „kišenės“. Be to, reikia numatyti angas pertvarose, pro kurias galėtų praeiti žmogus remonto atveju. Dėl šitų priežasčių standarte yra numatyta, kad cisternos pertvaros turi būti ištisinės, ne mažesnės nei 90 procentų viso pertvaros ploto. Kadangi angos įlipimui į cisternos vidų yra gana didelės ir sudaro daugiau nei 10 procentų pertvaros ploto – jos yra užsukamos dangčiais.

Dar vienas svarbus cisternos elementas yra vandens perpylimo atvamzdis. Kadangi gaisriniai siurbiai turi didelį vandens našumą (dažniausiai nuo 3000 iki 6000 l/min), cisterną galima pripildyti labai greitai. Jeigu ugniagesys nepastebės, kad cisterna jau pilna arba nespės išjungti, nuo susidariusio slėgio cisterna gali plyšti. Tam, kad to nenutiktų, cisternos viduje yra montuojamas perpylimo vamzdis. Perpylimo vamzdžio paskirtis yra išpilti perteklinį vandenį į lauką. Viršutinis vamzdžio galas montuojamas aukščiausioje cisternos taške (dažniausiai įlipimo liuke), o apatinis yra išvestas per cisterną į išorę. Tokių būdu, kai cisterna prisipila iki viršaus, vanduo pradeda tekėti į išorę ir cisternoje nesusidaro slėgis. Taip pat, ugniagesys pamatęs, kad vanduo pilasi ant žemės, supranta, kad cisterna jau pilna, todėl šitas vamzdis veikia ir kaip cisternos užpildymo indikacija.



3.1.1 pav. Cisternos iš vidaus

Suprojektavus konstrukciją buvo gauti medžiagų kiekiai (3.1.1 lentelė).

3.1.1 lentelė

Medžiagų lentelė antstatui iš konstrukcinio plieno

Medžiaga	Kiekis	Matavimo vienetai
Raudono aliuminio lakštas 3000x1500x2 mm	8,0	vnt.
Rifliuoto aliuminio lakštas 3000x1500x2,5/4 mm	4,0	vnt.
Rifliuoto aliuminio lakštas 3000x1500x2/2,5 mm	2,0	vnt.
Polipropilenas 3000x1500x15 mm	1,5	vnt.
Polipropilenas 3000x1500x12 mm	4,0	vnt.
Polipropilenas 3000x1500x10 mm	8,0	vnt.
Kvadr. vamzdis 80x80x4 mm	6,6	vnt.
Stac. vamzdis 80x40x3 mm	19,6	vnt.
Kvadr. vamzdis 20x20x2 mm	15,3	m
Kvadr. vamzdis 30x30x2 mm	48,0	m
Kvadr. vamzdis 30x30x3 mm	33,1	m
Stac. vamzdis 40x20x2 mm	25,4	m
Stac. vamzdis 60x30x2 mm	21,5	m
Stac. vamzdis 60x30x3 mm	21,5	m
Lyg. kampuočiai 40x40x4 mm	12,0	m
Kvadr. vamzdis 40x40x2 mm	22,7	m

3.2 Konstrukcija iš nerūdijančio plieno

Konstrukcija iš nerūdijančio plieno labai panaši į konstrukciją iš konstrukcinio plieno. Konstrukcija susideda iš tų pačių komponentų – antstato, cisternos, cisternos rėmo, porėmio bei nuimamo stogo. Be to, visi komponentai, išskyrus antstato ir nuimamo stogo, yra gaminami iš tų pačių medžiagų bei tokiu pačiu principu. Antstatas ir nuimamas stogas yra gaminami iš nerūdijančio plieno, o tai duoda konstrukcijai tiek plusų, tiek minusų.

Pagrindinis privalumas yra savaiminė apsauga nuo korozijos. Tai reiškia, jog nereikia ruošti gaminio cinkavimui, o tai sutaupo pagaminimo laiką.

Pagrindinis trūkumas yra tai, jog nerūdijančio plieno takumo riba yra mažesnė, dėl to reikia naudoti didesnio skerspjūvio profilius. Tai pabrangina konstrukcija, padaro ją sunkesnę bei sumažina įrangos skyrių tūrį.

Iš medžiagų lentelės 3.2.1 galima matyti, kad pasikeitė vamzdžių matmenys 30x30x3 mm į matmenis 40x40x3 mm ir 60x30x3 mm į 60x40x3 mm.

3.2.1 lentelė

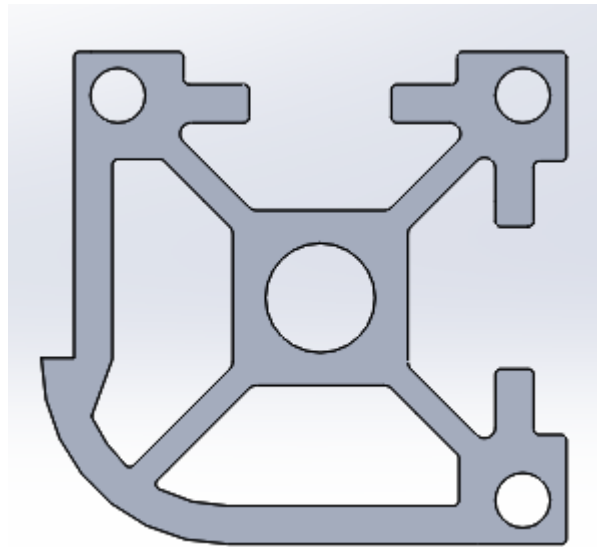
Medžiagų lentelė antstatui iš nerūdijančio plieno

Medžiaga	Kiekis	Matavimo vienetai
Raudono aliuminio lakštas 3000x1500x2 mm	8,0	Vnt.
Rifliuoto aliuminio lakštas 3000x1500x2,5/4 mm	4,0	Vnt.
Rifliuoto aliuminio lakštas 3000x1500x2/2,5 mm	2,0	Vnt.
Polipropilenas 3000x1500x15 mm	1,5	Vnt.
Polipropilenas 3000x1500x12 mm	4,0	Vnt.
Polipropilenas 3000x1500x10 mm	8,0	Vnt.
Kvadr. vamzdis 80x80x4 mm	6,6	m
Stač. vamzdis 80x40x3 mm	19,6	m
Stač. vamzdis 60x40x3 mm	21,5	m
Stač. vamzdis 60x30x2 mm	21,5	m
Stač. vamzdis 40x20x2 mm	44,1	m
Kvadr. vamzdis 40x40x3 mm	14,4	m
Kvadr. vamzdis 30x30x2 mm	47,8	m
Kvadr. vamzdis 20x20x2 mm	15,3	m
Lyg. kamuotis 40x40x4 mm	12,0	m
Kvadr. vamzdis 40x40x2 mm	22,7	m

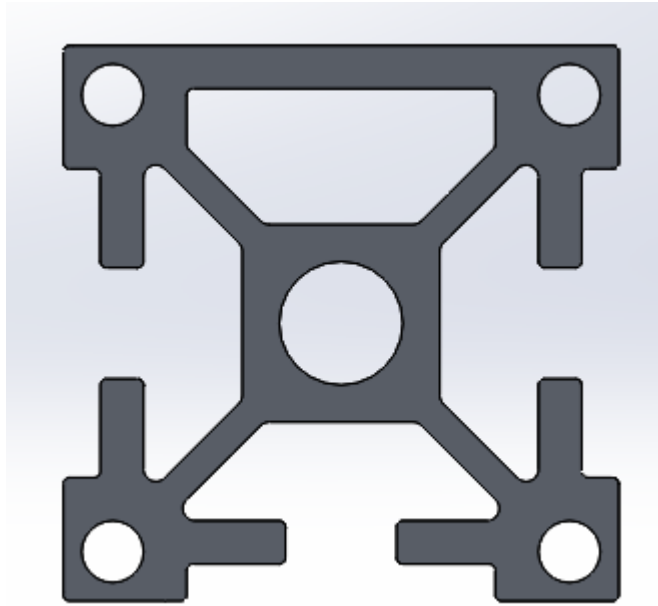
3.3. Konstrukcija iš aliuminio profilių

Aliuminio konstrukcija susideda iš tų pačių kėbulo komponentų kaip ir pirmos dvi konstrukcijos. Cisterna ir jos rėmo konstrukcija tai pat nesikeičia nuo pirmų dviejų konstrukcijų. Tačiau ypatingai skiriasi antstato konstrukcija. Standartinio skerspjūvio plieniniai profiliai yra keičiami į pagal užsakymą darytus sudėtingos konstrukcijos aliuminio lydinio profilius. Antstatui yra naudojama nuo 3 iki 7 skirtingų profilių, priklausomai nuo konstrukcijos. Visi dugno ir stogo profiliai bei kampiniai statramsčiai yra 45x45 mm, o kiti statramsčiai 45x32 mm. Kampiniams statramsčiams naudojami specialūs 45x45 mm profiliai, suapvalinti bei sukonstruoti patogiam aliuminio lakštų klijavimui (žr. 3.3.1 pav.). Taip pat naudojami 45x45 mm profiliai su viena lygia briauna tose vietose, kuriose yra klijuojami aliuminio lakštai, pavyzdžiui, stoge arba dugne (žr. 3.3.2 pav.).

Pagrindinis konstrukcijos privalumas yra tai, jog profiliai yra susukami, o ne virinami, dėl to tokio antstato gamybos darbai yra pigesni. Konstrukcijos trūkumas - profilių gamyba yra brangesnė nei plieninių profilių. Taip pat, dėl to, kad aliuminio profilių atsparumo momentas yra mažesnis nei plieninių profilių, jų skersmuo yra didesnis. Dėl to sumažėja įrangos skyrių tūris.



3.3.1 pav. Kampinio statramsčio profilis



3.3.2 pav. Profilis su lygia siena

3.3.1 Lentelė

Medžiagų sąrašas antstatui iš aliuminio profilių

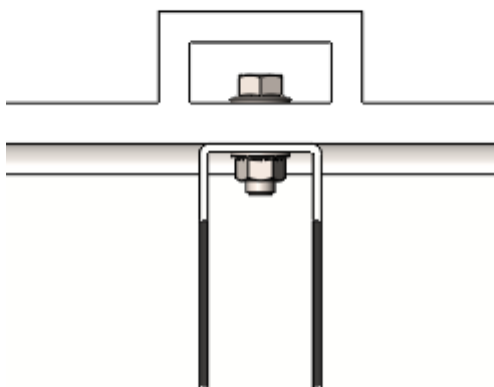
Medžiaga	Kiekis	Matavimo vienetai
Raudono aliuminio lakštas 3000x1500x2 mm	8	Vnt.
Rifliuoto aliuminio lakštas 3000x1500x2,5/4 mm	4	Vnt.
Rifliuoto aliuminio lakštas 3000x1500x2/2,5 mm	2	Vnt.
Polipropilenas 3000x1500x15 mm	1,5	Vnt.
Polipropilenas 3000x1500x12 mm	4	Vnt.
Polipropilenas 3000x1500x10 mm	8	Vnt.
Kvadr. vamzdis 20x20x2 mm	15,2	m
Profilis 45x32 mm	36,2	m
Profilis 45x45 mm	18,2	m
Profilis 45x45 mm su lygia siena	74,23	m
Profilis 45x45 mm kampinis	6,9	m
Lyg. kampuotis 40x40x4 mm	12	m
Kvadr. vamzdis 40x40x2 mm	22,7	m

3.1 Konstrukcija iš polipropileno

Konstrukcija iš polipropileno kardinaliai skiriasi nuo kitų konstrukcijų tuo, kad cisterna yra integruota į antstatą, o tai reiškia, kad nereikia cisternos rėmo ir nuimamo stogo, dėl ko sumažėja bendra masė. Be to, kadangi cisterna yra integruota – nereikia daryti papildomų tarpų tarp cisternos ir antstato, kaip praeitose konstrukcijose, o tai reiškia, jog yra didinamas įrangos skyrių tūris. Taip pat, įrangos skyrių tūris yra didesnis dėl to, kad polipropileno lakštų storis yra mažesnis nei profilių skerspjūvis. Dugnei, šoninėms sienoms, stogui bei stogo sustiprinimui virš įrangos skyrių yra

naudojami 20 mm storio lakštai. Cisternos pertvaroms naudojami 10 mm storio lakštai. 15 mm storio lakštai yra naudojami įvairiems sustiprinimams bei tvirtinimams.

Taip pat skiriasi šios konstrukcijos tvirtinimas prie porėmio. Pagal važiuoklės gamintojo rekomendacijas antstatas turi būti pritvirtintas per visą jo ilgį. Tvirtinimas prie įrangos skyrių nesukelia konstrukcinių arba technologinių problemų. Pagrindinis tvirtinimo sudėtingumas atsiranda ties vandens cisterna, nes reikia pritvirtinti antstatą taip, kad nebūtų prarastas cisternos sandarumas. Siekiant išsaugoti cisternos sandarumą visi tvirtinimai yra apvirinami į polipropileno dėžutes (žr. 3.4.1 pav.).



3.4.1 pav. Cisternos tvirtinimas yra apvirintas į polipropileno dėžutę

3.4.1 Lentelė

Medžiagų sąrašas antstatui iš polipropileno

Medžiaga	Kiekis	Matavimo vienetai
Polipropilenas 3000x1500x10 mm	9	vnt.
Polipropilenas 3000x1500x15 mm	3	vnt.
Polipropilenas 3000x1500x20 mm	14	vnt.

Kai visos konstrukcijos yra nubraižytos, turime medžiagų sąrašą bei kitus rezultatus – galime atlikti konstrukcijų analizę. Tam, kad analizė būtų objektyvi, visos konstrukcijos buvo projektuojamos su vienodomis pradinėmis sąlygomis, t.y. vienodi išoriniai matmenys, vienodo tūrio cisternos bei atsargos koeficientas.

4. KONSTRUKCIJŲ ANALIZĖ

Analizės metu bus nagrinėjami 4 pagrindiniai konstrukcijų rodikliai: konstrukcijos masė, įrangos skyrių tūris, reikalingas pagaminimo laikas bei medžiagų savikaina.

Tam, kad tyrimo rezultatai būtų objektyvūs, konstrukcijų išoriniai matmenys, cisternos tūris, apkrovos bei stipruminės charakteristikos turi būti vienodos. Todėl visoms konstrukcijoms buvo sudarytos pradinės sąlygos:

- antstato išorinis ilgis = 5985 mm;
- plotis = 2474 mm;
- aukštis = 1725 mm;
- cisternos tūris = 10 m³;
- konstrukcijos atsargos koeficientas = 1,8-2.

Visos konstrukcijos buvo nubraižytos SolidWorks 2016 programa, iš kurios buvo gauti masės bei skyrių tūrio rezultatai. Taip pat, naudojant SolidWorks Simulation programą, visoms konstrukcijoms buvo atlikti stipruminiai skaičiavimai tam, kad įsitikinti, jog yra pakankamas konstrukcijos atsargos koeficientas.

Atliekant stipruminius skaičiavimus visoms konstrukcijoms buvo fiksuojamas porėmis. Be to, buvo pridėtos visos jėgos, kurios gali veikti antstatą normaliomis eksploataavimo sąlygomis, t.y. savasis svoris, įranga skyriuose, du žmonės po 90 kg ant stogo (pagal standartą LST EN 1846) bei vanduo cisternoje, kai ji yra integruota į konstrukciją. Bendras įrangos svoris skaičiuojamas pagal formulę 1.

$$m_{ir} = m - m_v - m_k - m_{van} - m_{ig} - m_s; \quad (1)$$

čia: m_{ir} – įrangos masė;

m_{ir} – maksimali leidžiama automobilio masė – 26000 kg;

m_{ir} – važiuoklės masė – 10500 kg;

m_{ir} – konstrukcijos masė apie 2000 kg;

m_{ir} – vandens masė – 10000 kg;

m_{ir} – įgulos narių masė $70 + 90 + 90 = 250$ kg (vairuotojas ir du įgulos nariai, pagal LST EN 1846);

m_{ir} – siurblio ir jo komunikacijų masė – 800 kg (informaciją pateikia UAB „Iskada“);

$$m_{jr.} = 26000 - 10500 - 2000 - 10000 - 250 - 800 = 2450 \approx 2500 \text{ kg.}$$

Gautą maksimalią įrangos masę paskirstome į tris dalis, 1500 kg į priekinį įrangos skyrių ir po 500 kg į galinius įrangos skyrius. Turėdami mases galime atlikti stipruminius skaičiavimus.

Pagaminimo darbo laiko duomenys paskaičiavo ir pateikė įmonė UAB „Iskada“.

Medžiagų kainos buvo pateiktos įmonių UAB „ItalinoxBaltic“, UAB „Metalo centras“, UAB „Heliopolis“ bei UAB „Iskada“.

4.1 Rezultatai

4.1.1 Konstrukcijos iš konstrukcinio plieno vamzdžių rezultatai

Antstato gamybai naudojamas S355M konstrukcinis plienas.

Pagrindinės medžiagos charakteristikos:

Takumo riba: 355 MPa;

Tankis: 7800 kg/m³;

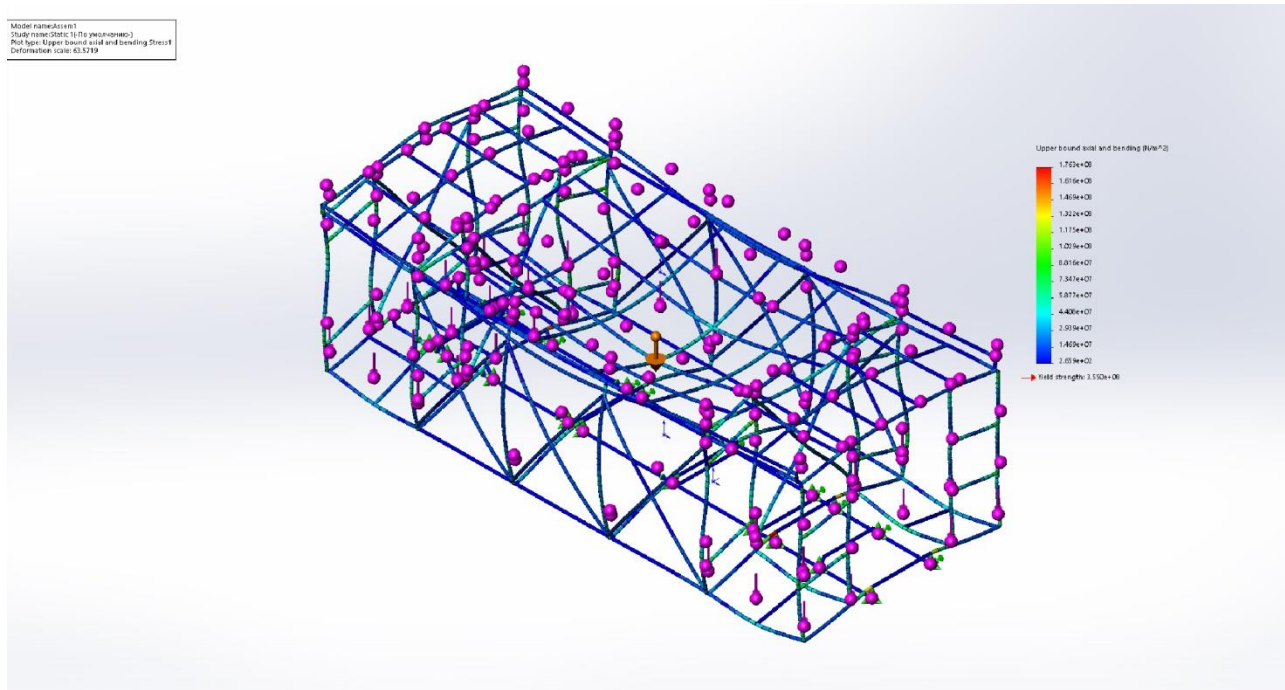
Tempimo stipris: 500 MPa.

Atlikus stipruminius skaičiavimus buvo gauti rezultatai:

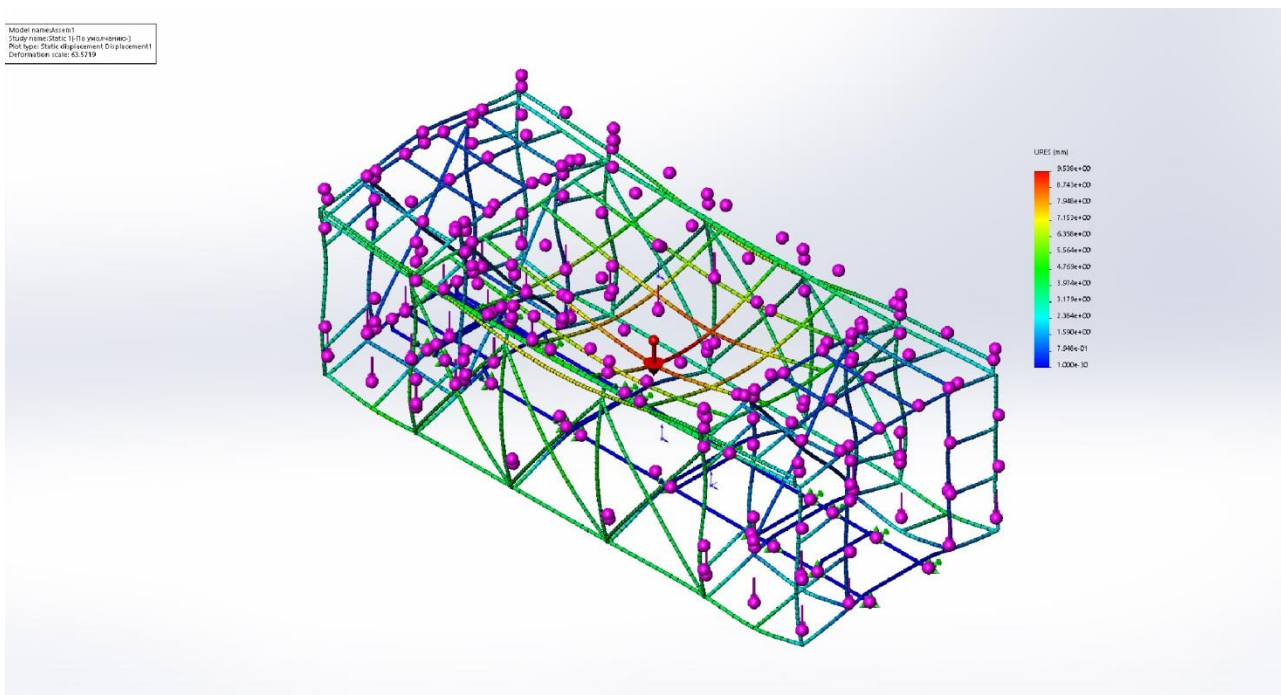
Maksimalūs įtempimai: 176 MPa (žr. 4.1.1 pav.);

Didžiausi poslinkiai: 10 mm (žr. 4.1.2 pav.);

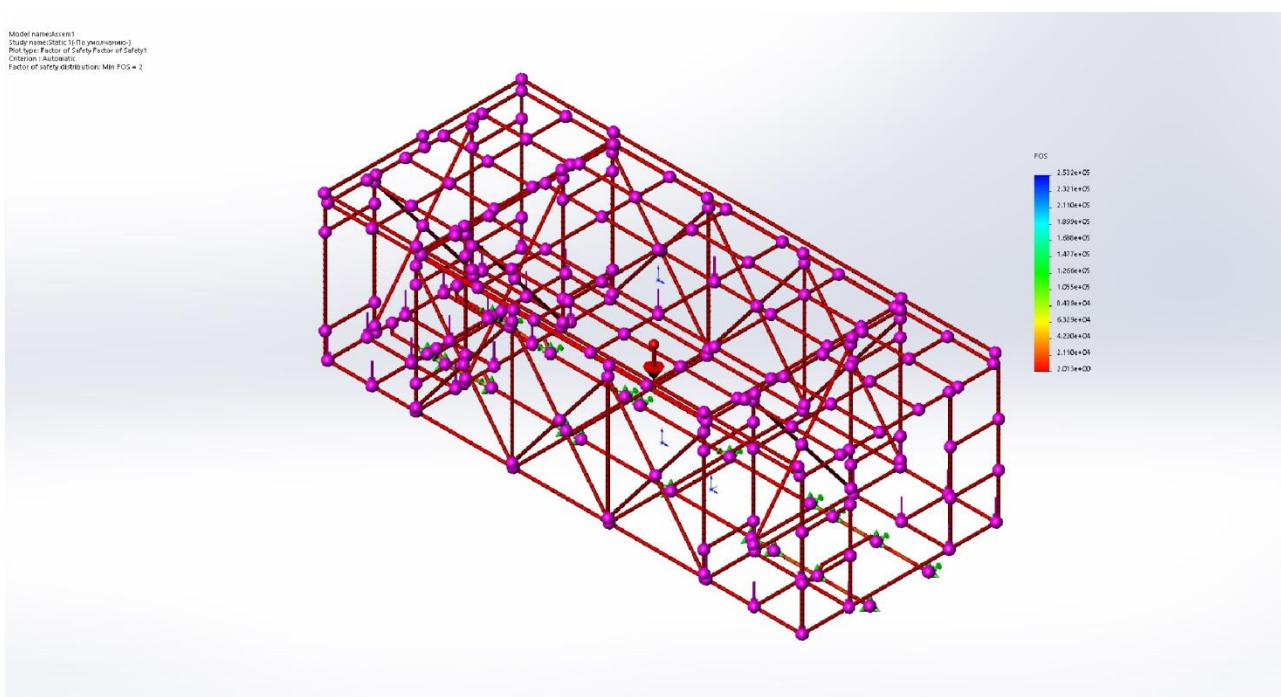
Atsargos koeficientas: 2 (žr. 4.1.3 pav.).



4.1.1 pav. Antstato iš konstrukcinio plieno veikiami įtempimai



4.1.2 pav. Antstato iš konstrukcinio plieno poslinkiai



4.1.3 pav. Antstato iš konstrukcinio plieno atsargos koeficientas

Atlikus stipruminius skaičiavimus bei patikrinus, kad atsargos koeficientas 2 – yra normų ribose, galima pamatuoti masę bei įrangos skyrių tūrį, ir gauti medžiagų sąrašą.

Medžiagų savikainą galima matyti iš lentelės 4.1.1.

Antstatui iš konstrukcinio plieno medžiagų savikainos lentelė

Medžiaga	Kiekis	Matavimo vienetai	Kaina už vnt. arba m	Kaina už visą kiekį, Eur
Raudono aliuminio lakštas 3000x1500x2 mm	8,0	vnt.	124	992
Rifliuoto aliuminio lakštas 3000x1500x2,5/4 mm	4,0	vnt.	148,5	594
Rifliuoto aliuminio lakštas 3000x1500x2/2,5 mm	2,0	vnt.	109	218
Polipropilenas 3000x1500x15 mm	1,5	vnt.	252	378
Polipropilenas 3000x1500x12 mm	4,0	vnt.	202	808
Polipropilenas 3000x1500x10 mm	8,0	vnt.	167	1336
Kvadr. vamzdis 80x80x4 mm	6,6	vnt.	7,6	50,1
Stac. vamzdis 80x40x3 mm	19,6	vnt.	4,275	83,7
Kvadr. vamzdis 20x20x2 mm	15,3	m	1	15,3
Kvadr. vamzdis 30x30x2 mm	48,0	m	1,4	67,3
Kvadr. vamzdis 30x30x3 mm	33,1	m	2,03	67,1
Stac. vamzdis 40x20x2 mm	25,4	m	1,5	38,1
Stac. vamzdis 60x30x2 mm	21,5	m	2,15	46,3
Stac. vamzdis 60x30x3 mm	21,5	m	3,19	68,7
Lyg. kamputis 40x40x4 mm	12,0	m	2	24
Kvadr. vamzdis 40x40x2 mm	22,7	m	1,92	43,6
Bendra suma:				4830,3

Iš SolidWorks 2016 braižymo programos gauname rezultatus:

Skyrių tūris = 6,99 m³

Masė = 1713 kg (iš jų 576 kg yra cinkuojamos dalys: antstatas, nuimamas stogas bei cisternos rėmas).

Žinant masę – galima paskaičiuoti cinkavimo kainą. Cinkavimo paslaugos kainuoja 0,46 Eur/kg.

Tokiu būdu žinome, kad bendra cinkavimo kaina yra:

$$576 \cdot 0,46 = 265 \text{ eur.}$$

Tada bendra medžiagų savikaina yra:

$$4830,3 + 265 \approx 5095 \text{ eur.}$$

Cisternos gamyba – 103 žm./val.

Vamzdžių pjovimas – 103 žm./val.

Konstrukcijos suvirinimas – 275 žm./val.

Konstrukcijos apsiuvimas – 120 žm./val.

Visas pagaminimo darbo laikas = 601 žm./val.

4.1.2 lentelė

Antstato iš konstrukcinio plieno rezultatų lentelė

Konstrukcijos masė, kg	Įrangos skyrių tūris, m³	Medžiagų savikaina, Eur	Pagaminimo laikas, žm./val.
1713	6,99	5095	601

4.1.2 Konstrukcijos iš nerūdijančio plieno vamzdžių rezultatai

Antstato gamybai naudojamas X5CrNi18-10 (1.4301) nerūdijantis plienas.

Pagrindinės medžiagos charakteristikos:

Takumo riba: 210 MPa;

Tankis: 7800 kg/m³;

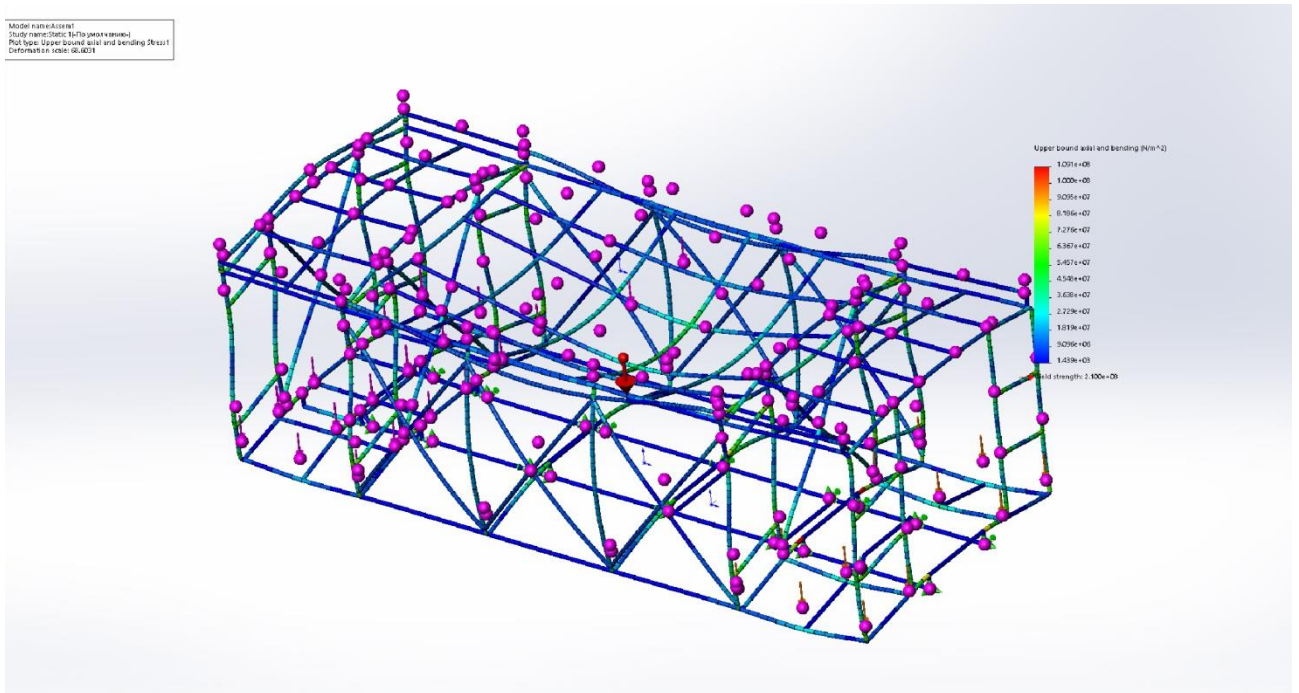
Tempimo stipris: 600 MPa.

Atlikus stipruminius skaičiavimus buvo gauti rezultatai:

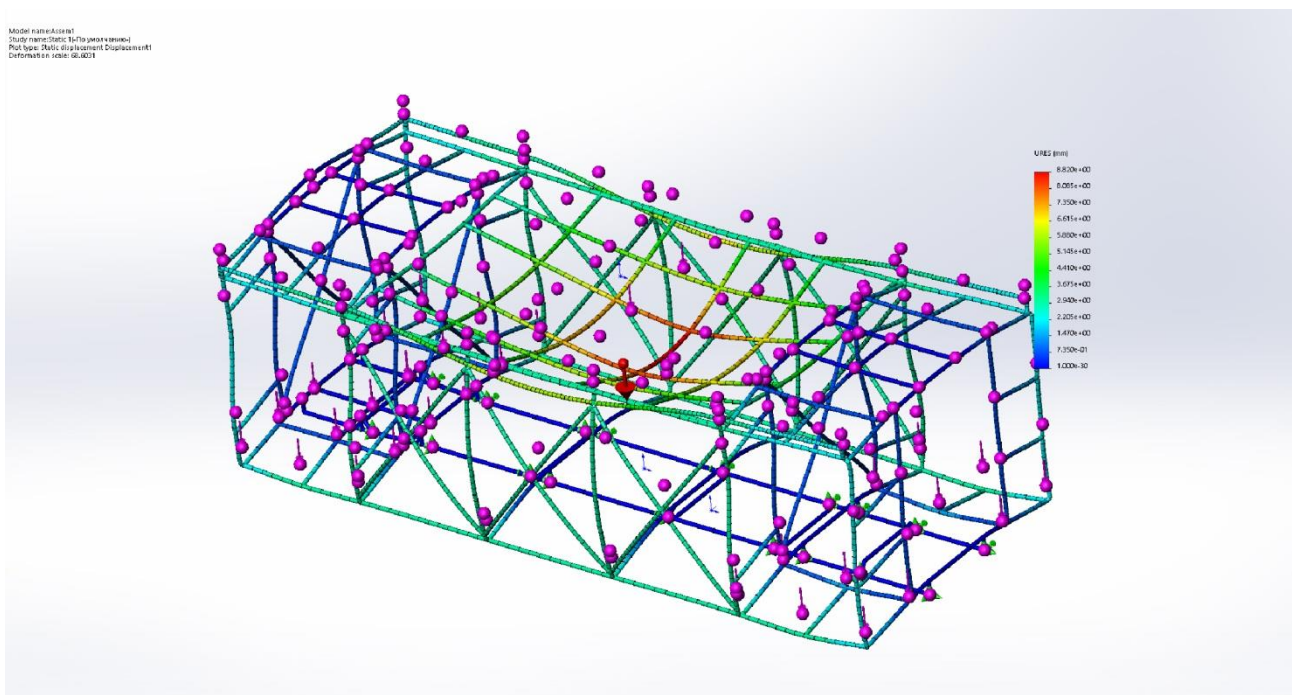
Maksimalūs įtempimai: 109 MPa (žr. 4.1.4 pav.);

Didžiausi poslinkiai: 9 mm (žr. 4.1.5 pav.);

Atsargos koeficientas: 1,9 (žr. 4.1.6 pav.).

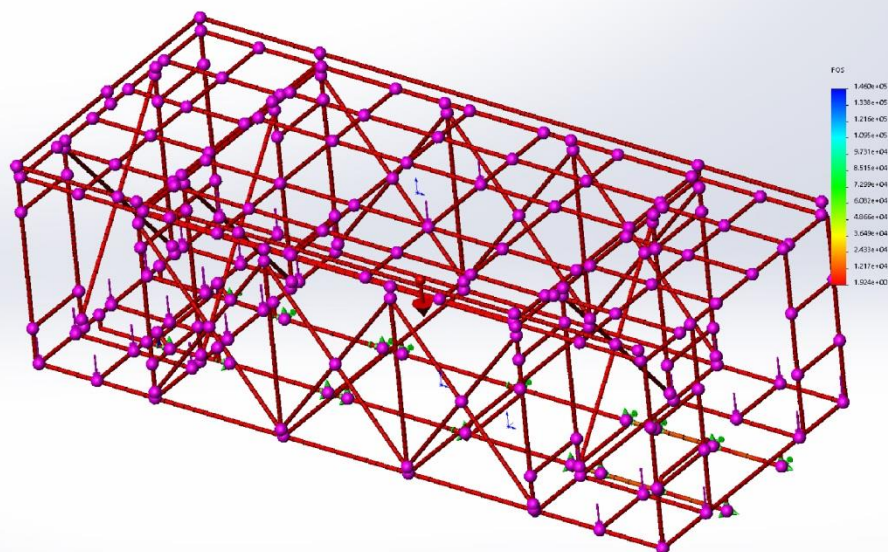


4.1.4 pav. Antstato iš nerūdijančio plieno veikiami įtempimai



4.1.5 pav. Antstato iš nerūdijančio plieno poslinkiai

Model Name: KASABAT
 Study Name: Statinė analizė (Statinis)
 Post-Processor: Factor of Safety Factor of Safety
 Criteria: Automatic
 Factor of Safety Distribution: Min FOS = 1.9



4.1.6 pav. Antstato iš nerūdijančio plieno atsargos koeficientas

Atlikus stipruminius skaičiavimus matome, jog nerūdijančio plieno konstrukcijos atsargos koeficientas 1,9 – yra 0,1 mažesnis nei kėbulo pagaminto iš konstrukcinio plieno, tačiau jis yra normų ribose.

Medžiagų savikainą galima matyti iš lentelės 4.1.3.

4.1.3 lentelė

Konstrukcijos iš nerūdijančio plieno medžiagų savikainos lentelė

Medžiaga	Kiekis	Matavimo vienetai	Kaina už vnt. arba m.	Kaina už visą kiekį, Eur
Raudono aliuminio lakštas 3000x1500x2 mm	8,0	Vnt.	124	992,0
Rifliuoto aliuminio lakštas 3000x1500x2,5/4 mm	4,0	Vnt.	148,5	594,0
Rifliuoto aliuminio lakštas 3000x1500x2/2,5 mm	2,0	Vnt.	109	218,0
Polipropilenas 3000x1500x15 mm	1,5	Vnt.	252	378,0
Polipropilenas 3000x1500x12 mm	4,0	Vnt.	202	808,0
Polipropilenas 3000x1500x10 mm	8,0	Vnt.	167	1336,0
Kvadr. vamzdis 80x80x4 mm	6,6	m	7,6	50,2
Stac. vamzdis 80x40x3 mm	19,6	m	4,275	83,8
Stac. vamzdis 60x40x3 mm	21,5	m	12,6	271,5
Stac. vamzdis 60x30x2 mm	21,5	m	7,64	164,6
Stac. vamzdis 40x20x2 mm	44,1	m	4,9	216,0
Kvadr. vamzdis 40x40x3 mm	14,4	m	10,3	148,0

4.1.3 lentelės tęsinys kitame puslapyje

Kvadr. vamzdis 30x30x2 mm	47,8	m	4,95	236,7
Kvadr. vamzdis 20x20x2 mm	15,3	m	3,6	54,9
Lyg. kamuotis 40x40x4 mm	12,0	m	7,1	85,2
Kvadr. vamzdis 40x40x2 mm	22,7	m	4,9	111,3
Bendra suma:				5748,3

Iš SolidWorks 2016 braižymo programos gauname rezultatus:

Skyrių tūris = 6,94 m³

Masė = 1721 kg (iš jų 160 kg yra cinkuojama, tai yra tik cisternos rėmas)

Žinant masę – galima paskaičiuoti cinkavimo kainą. Cinkavimo paslaugos kainuoja 0,46 Eur/kg.

Tokiu būdu žinome, kad bendra cinkavimo kaina yra:

$$160 \cdot 0,46 = 73,6 \text{ eur.}$$

Tada bendra medžiagų savikaina yra:

$$5748,3 + 73,6 \approx 5822 \text{ eur.}$$

Cisternos gamyba – 103 žm./val.

Vamzdžių pjovimas – 87 žm./val.

Konstrukcijos suvirinimas – 275 žm./val.

Konstrukcijos apsiuvimas – 120 žm./val.

Pagaminimo darbo laikas = 585 žm./val.

4.1.4 lentelė

Antstato iš nerūdijančio plieno rezultatų lentelė

Konstrukcijos masė, kg	Įrangos skyrių tūris, m ³	Medžiagų savikaina, Eur	Pagaminimo laikas, žm./val.
1721	6,94	5822	585

4.1.3 Konstrukcijos iš aliuminio profilių rezultatai

Antstato gamybai naudojamas EN AW 6060 T6 aliuminis.

Pagrindinės medžiagos charakteristikos:

Takumo riba: 160 MPa;

Tankis: 2700 kg/m^3 ;

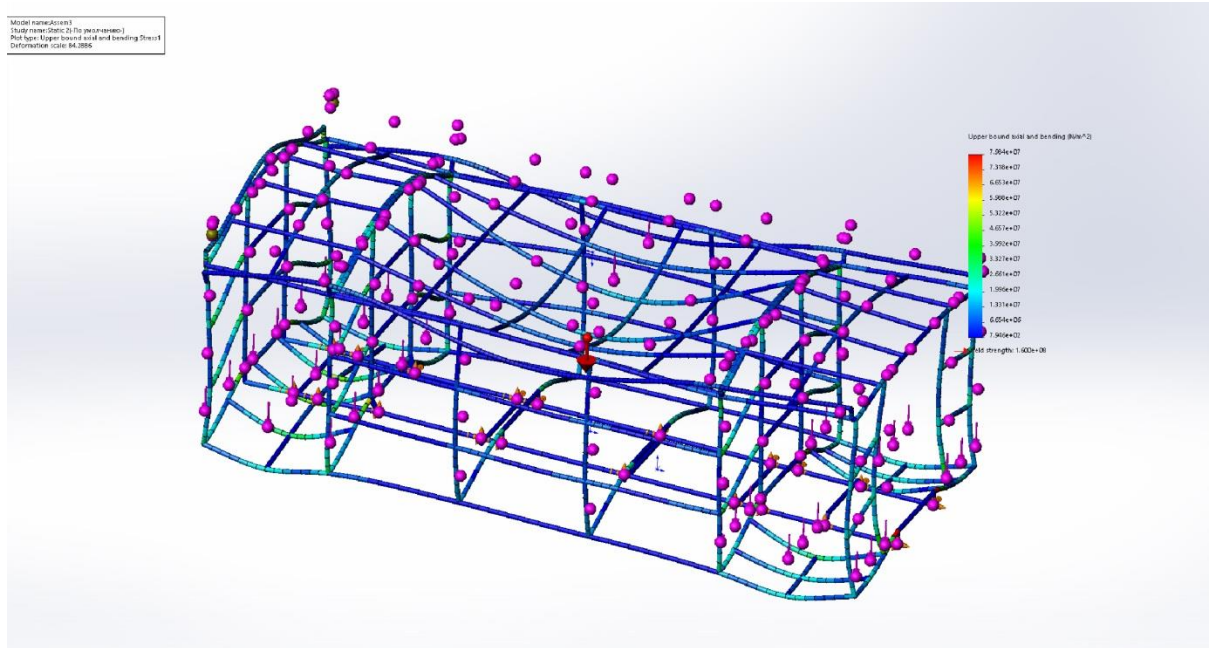
Tempimo stipris: 215 MPa.

Atlikus stipruminius skaičiavimus buvo gauti rezultatai:

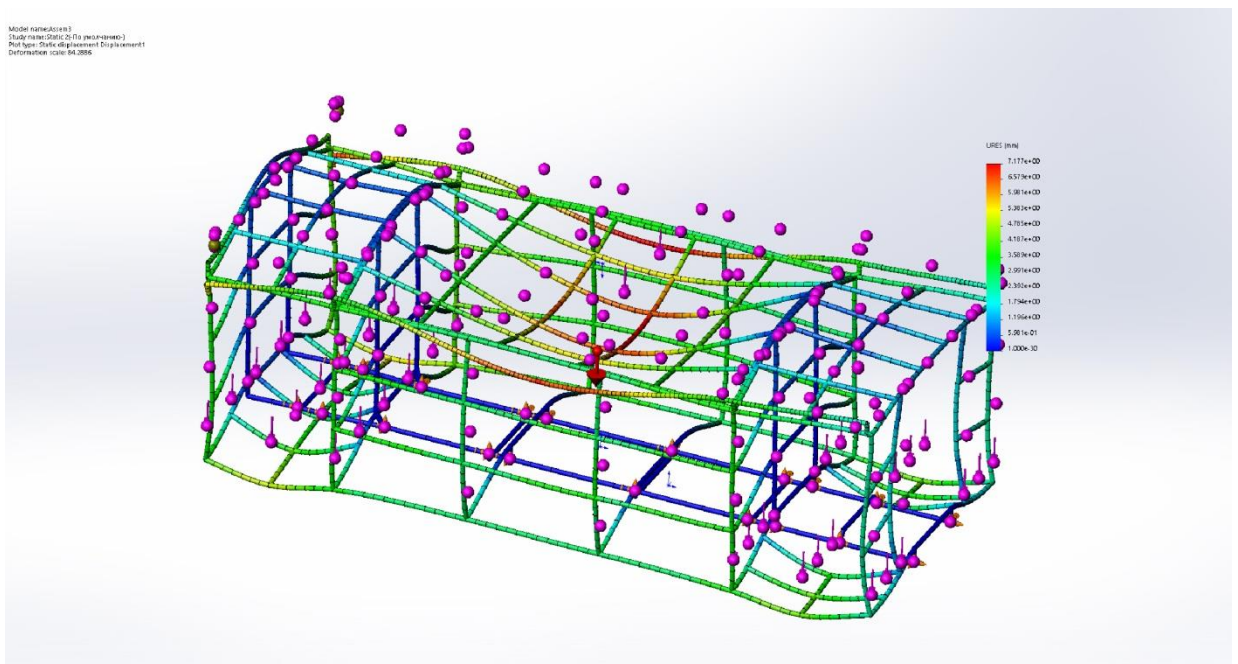
Maksimalūs įtempimai: 80 MPa (žr. 4.1.7 pav.);

Didžiausi poslinkiai: 7 mm (žr. 4.1.8 pav.);

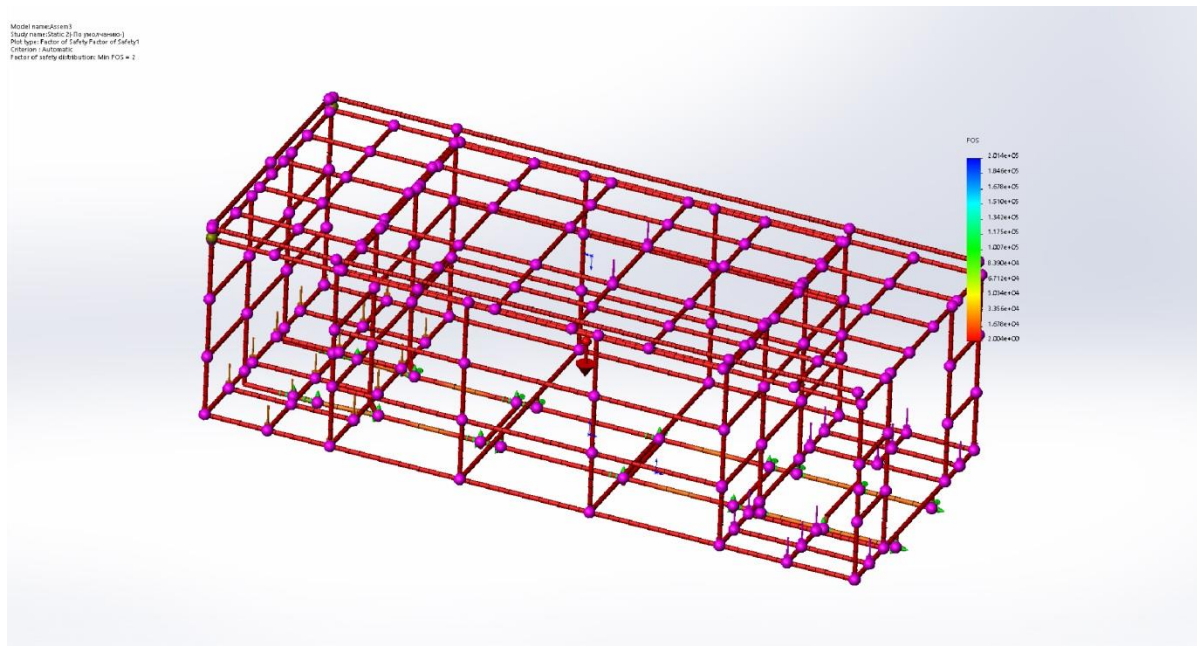
Atsargos koeficientas: 2 (žr. 4.1.9 pav.).



4.1.7 pav. Antstato iš aliuminio veikiami įtempimai



4.1.8 pav. Antstato iš aliuminio poslinkiai



4.1.9 pav. Antstato iš aliuminio atsargos koeficientas

Atlikus stipruminius skaičiavimus matome, jog konstrukcijos iš aliuminio profilių atsargos koeficientas yra toks pat, kaip ir kėbulo iš konstrukcinio plieno.

Medžiagų savikainą galima matyti iš lentelės 4.1.5.

4.1.5 lentelė

Konstrukcijos iš aliuminio medžiagų savikainos lentelė

Medžiaga	Kiekis	Matavimo vienetai	Kaina už vnt. arba m	Kaina už visą kiekį, Eur
Raudono aliuminio lakštas 3000x1500x2 mm	8	Vnt.	124	992,0
Rifliuoto aliuminio lakštas 3000x1500x2,5/4 mm	4	Vnt.	148,5	594,0
Rifliuoto aliuminio lakštas 3000x1500x2/2,5 mm	2	Vnt.	109	218,0
Polipropilenas 3000x1500x15 mm	1,5	Vnt.	252	378,0
Polipropilenas 3000x1500x12 mm	4	Vnt.	202	808,0
Polipropilenas 3000x1500x10 mm	8	Vnt.	167	1336,0
Kvadr. vamzdis 20x20x2 mm	15,169 58	m	1,38	20,9
Profilis 45x32 mm	36,205 98	m	12,42	449,7
Profilis 45x45 mm	18,202	m	16,56	301,4
Profilis 45x45 mm su lygia siena	74,299	m	18,6	1382,0
Profilis 45x45 mm kampinis	6,888	m	21,05	145,0
Lyg. kampuotis 40x40x4 mm	12	m	3,07	36,8
Kvadr. vamzdis 40x40x2 mm	22,72	m	2,92	66,3
Bendra kaina:				6728,2

Iš SolidWorks 2016 braižymo programos gauname rezultatus:

Skyrių tūris = 6,825 m³

Masė = 1660 kg (iš jų 160 kg yra cinkuojama, tai yra tik cisternos rėmas).

Žinant masę – galima paskaičiuoti cinkavimo kainą. Cinkavimo paslaugos kainuoja 0,46 Eur/kg.

Tokiu būdu žinome, kad bendra cinkavimo kaina yra:

$$160 \cdot 0,46 = 73,6 \text{ eur.}$$

Tada bendra medžiagų savikaina yra:

$$6728,2 + 73,6 \approx 6802 \text{ eur.}$$

Cisternos gamyba – 103 žm./val.

Profilių pjovimas – 123 žm./val.

Konstrukcijos surinkimas – 252 žm./val.

Konstrukcijos apsiuvimas – 120 žm./val.

Pagaminimo darbo laikas = 598 žm./val.

4.1.6 lentelė

Antstato iš aliuminio profilių rezultatų lentelė

Konstrukcijos masė, kg	Įrangos skyrių tūris, m³	Medžiagų savikaina, Eur	Pagaminimo laikas, žm./val.
1660	6,83	6802	598

4.1.4 Konstrukcija iš polipropileno rezultatai

Antstato gamybai naudojamas PP-C polipropilenas kopolimeras.

Pagrindinės medžiagos charakteristikos:

Takumo riba: 26 MPa;

Tankis: 910 kg/m³;

Tempimo stipris: 40 MPa.

Atliekant stipruminius skaičiavimus antstatui iš polipropileno yra pridedamos papildomos jėgos - vandens masė ir slėgis sudarytas cisternoje, dėl to, kad šioje konstrukcijoje cisterna yra integruota į kėbulą.

Vandens slėgis sudarytas cisternoje apskaičiuojamas pagal formulę 2.

$$p = \rho gh; \quad (2)$$

čia: ρ – skysčio tankis;

g – laisvojo kritimo pagreitis;

h – skysčio aukštis.

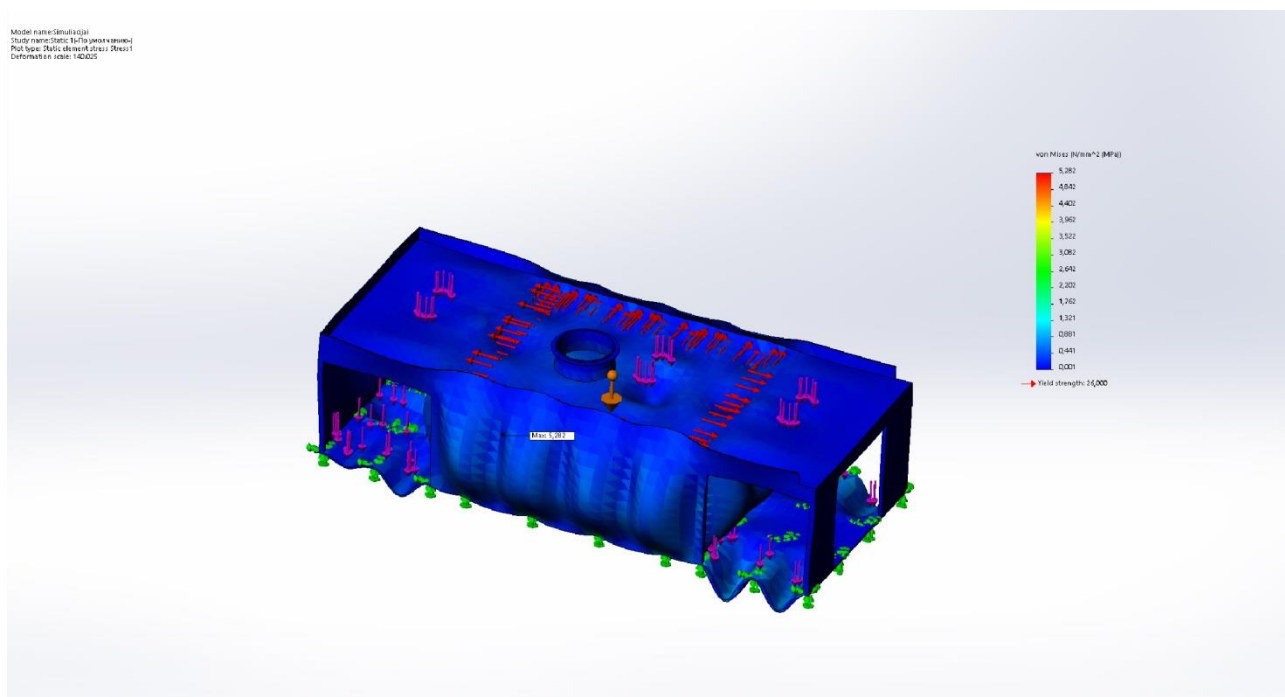
$$p = 1000 \cdot 9,87 \cdot 1,350 = 13243,5 \frac{N}{m^2} = 0,0132435 \text{ MPa}.$$

Atlikus stipruminius skaičiavimus buvo gauti rezultatai:

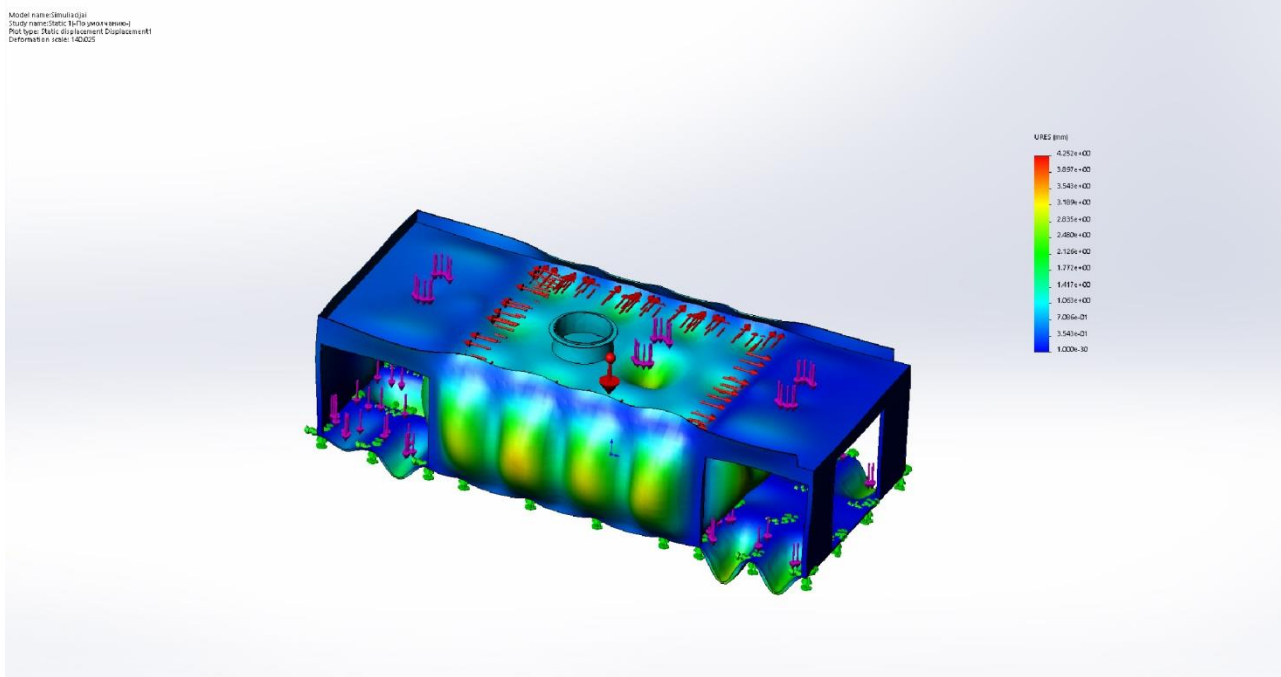
Maksimalūs įtempimai: 5,3 MPa (žr. 4.1.10 pav.);

Didžiausi poslinkiai: 4 mm (žr. 4.1.11 pav.);

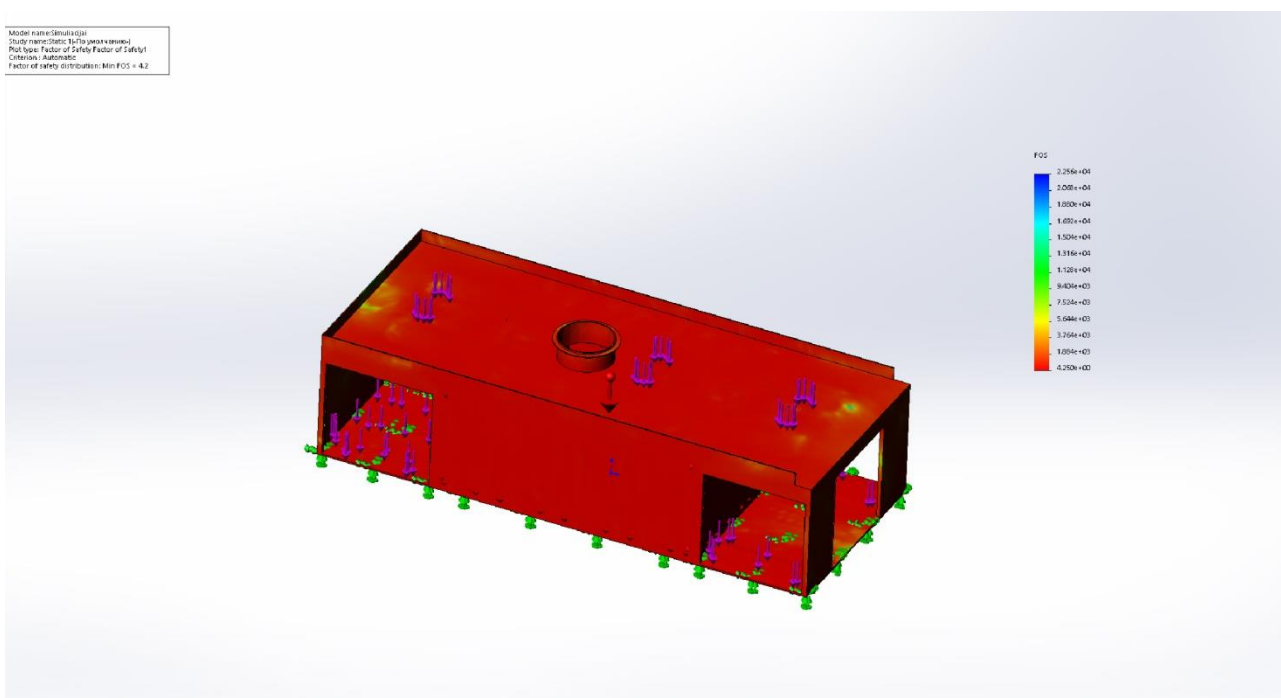
Atsargos koeficientas: 4,2 (žr. 4.1.12 pav.).



4.1.10 pav. Antstato iš polipropileno veikiami įtempimai



4.1.11 pav. Antstato iš polipropileno poslinkiai



4.1.12 pav. Antstato iš polipropileno atsargos koeficientas

Atlikus stipruminius skaičiavimus pastebime, jog šios konstrukcijos atsargos koeficientas yra apie 2 kartus didesnis nei kitų konstrukcijų. Taip yra dėl to, kad polipropilenas yra plastiška medžiaga, todėl daug stipriau deformuojasi nei metalai. Esant net nedidelėms apkrovoms atsiranda gana dideli poslinkiai. Prieš tai nagrinėtos metalinės konstrukcijos papildomai bus apklijuotos

aliuminio lakštais, kurie dar šiek tiek sustiprins kėbulą. Konstrukcija iš polipropileno yra galutinė ir daugiau nebus stiprinama, todėl yra labai svarbūs ne tik įtempimai bet ir poslinkiai.

Medžiagų savikainą galima matyti iš lentelės 4.1.7.

4.1.7 lentelė

Konstrukcijos iš aliuminio medžiagų savikainos lentelė

Medžiaga	Kiekis	Matavimo vienetai	Kaina už vnt.	Kaina už visą kiekį
Polipropilenas 3000x1500x10 mm	9	vnt.	167	1503
Polipropilenas 3000x1500x15 mm	3	vnt.	252	756
Polipropilenas 3000x1500x20 mm	14	vnt.	336	4704
Bendra kaina:				6963

Iš SolidWorks 2016 braižymo programos gauname rezultatus:

Skyrių tūris = 10,3 m³

Masė = 1580 kg

Pagaminimo darbo laikas = 420 žm./val.

4.1.8 lentelė

Antstato iš polipropileno rezultatų lentelė

Konstrukcijos masė, kg	Įrangos skyrių tūris, m ³	Medžiagų savikaina, Eur	Pagaminimo laikas, žm./val.
1580	10,3	6963	420

4.2 Rezultatų analizė

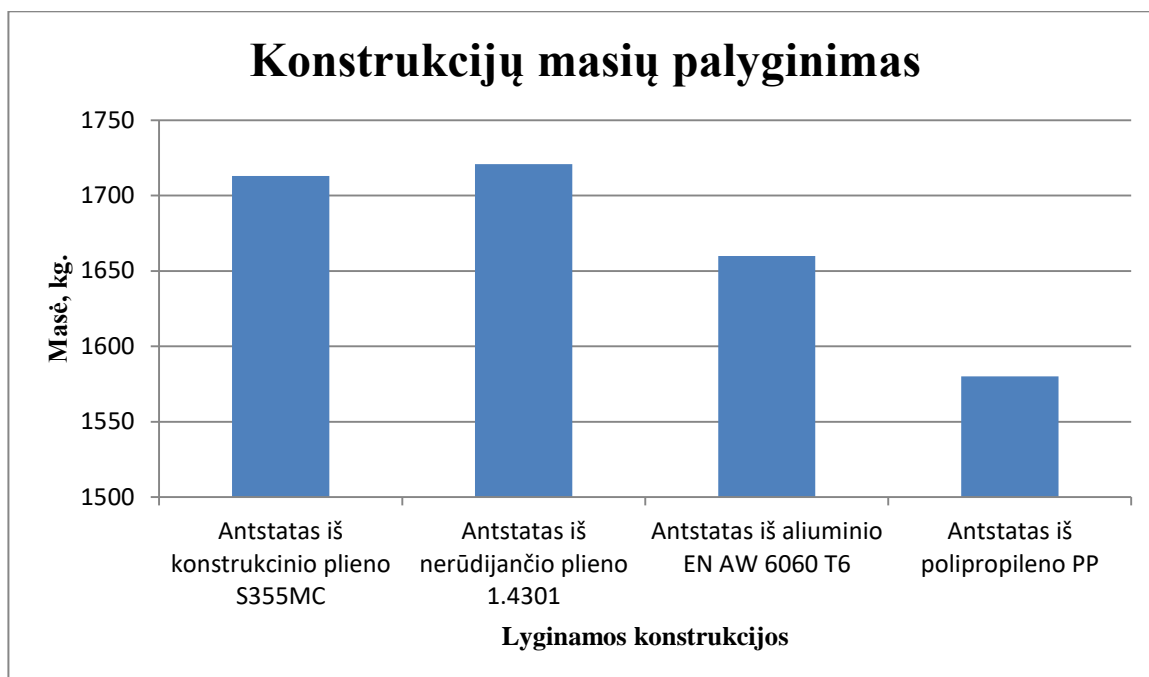
Turint visus rezultatus galima suvesti juos į lentelę.

4.2.1 lentelė

Konstrukcijų analizės rezultatai

	Antstatas iš konstrukcinio plieno S355MC	Antstatas iš nerūdijančio plieno 1.4301	Antstatas iš aliuminio EN AW 6060 T6	Antstatas iš polipropileno PP
Masė, kg.	1713	1721	1660	1580
Skyrių tūris, m ³	6,99	6,94	6,83	10,3
Pagaminimo laikas, žm./val.	601	585	598	420
Medžiagų savikaina, Eur	5095	5822	6802	6963

Lentelėje 4.2.1 pateiktus duomenis galima pateikti vizualiai grafikų pavidalu tam, kad būtų lengviau palyginti skirtingų konstrukcijų rezultatus.



4.2.1 pav. Konstrukcijų masių palyginimo diagrama

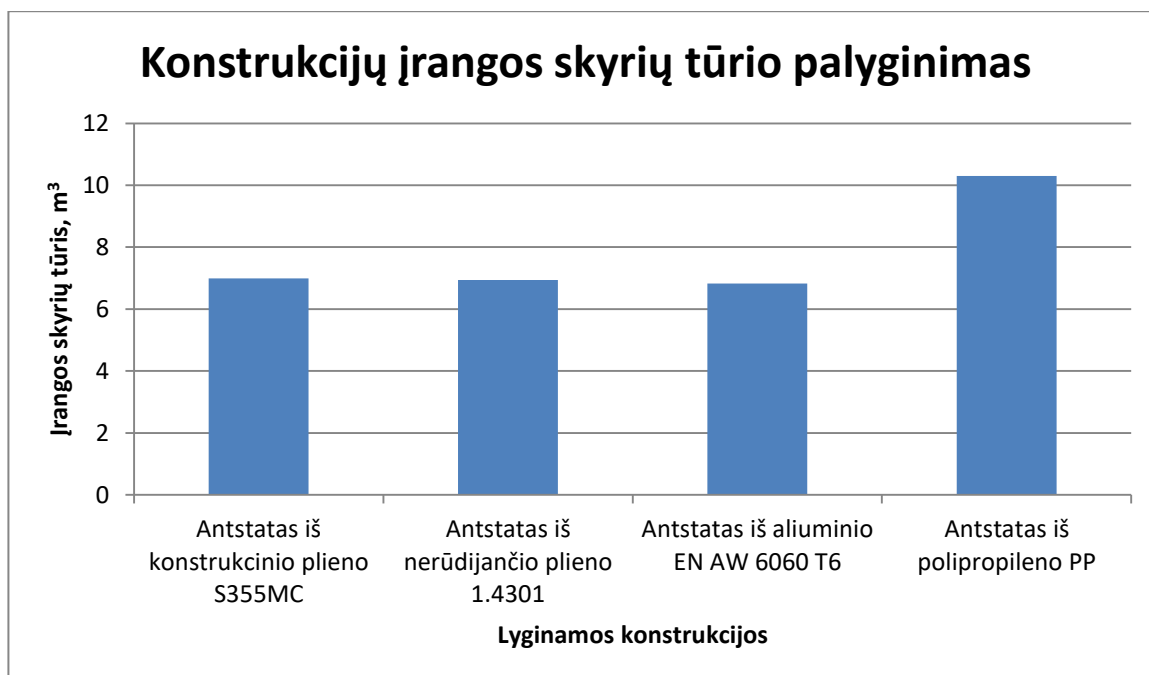
Iš šios diagramos matome, jog mažiausia mase pasižymi konstrukcija iš polipropileno. Taip yra dėl trijų priežasčių:

- Beveik 7,8 kartus mažesnis medžiagos tankis nei plieno ir beveik 2,7 kartus mažesnis nei aliuminio;
- Nėra papildomų komponentų, pavyzdžiui, cisternos rėmo;
- Antstatas gaminamas iš plonų lakštų.

Taip pat matome, jog antstato iš aliuminio masė yra mažesnė nei antstatų iš plieno, nors konstrukcijai iš aliuminio naudojami profiliai su storesniu skerspjūvio plotu. Taip yra dėl to, kad:

- Aliuminio tankis yra beveik 3 kartus mažesnis;
- Skerspjūvio plotas vidutiniškai yra didesnis 1,79 karto.

Antstato iš nerūdijančio plieno masė yra nežymiai didesnė už antstatą iš konstrukcinio plieno dėl to, kad antstatui iš nerūdijančio plieno yra naudojami šiek tiek didesnio skerspjūvio vamzdžiai.

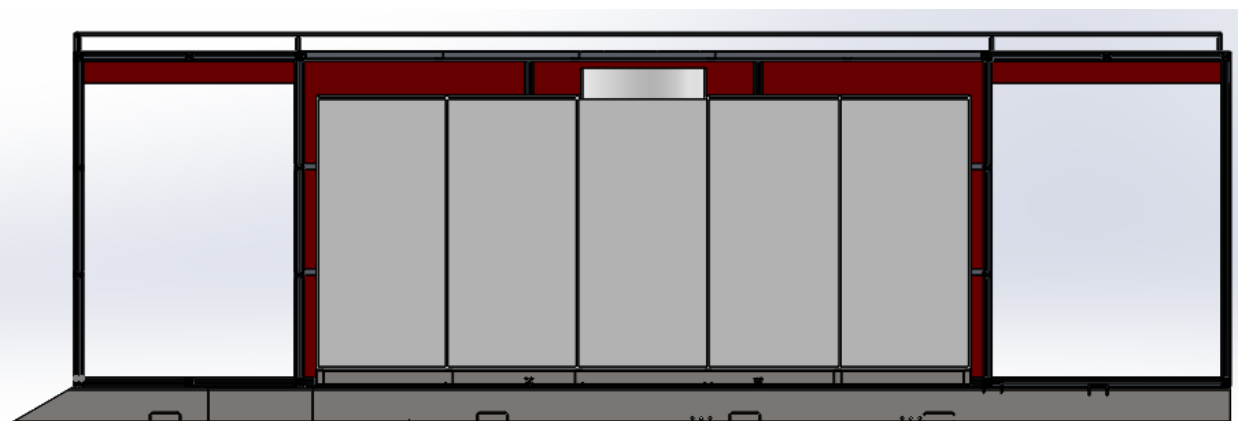


4.2.2 pav. Konstrukcijų įrangos skyrių tūrio palyginimo diagrama

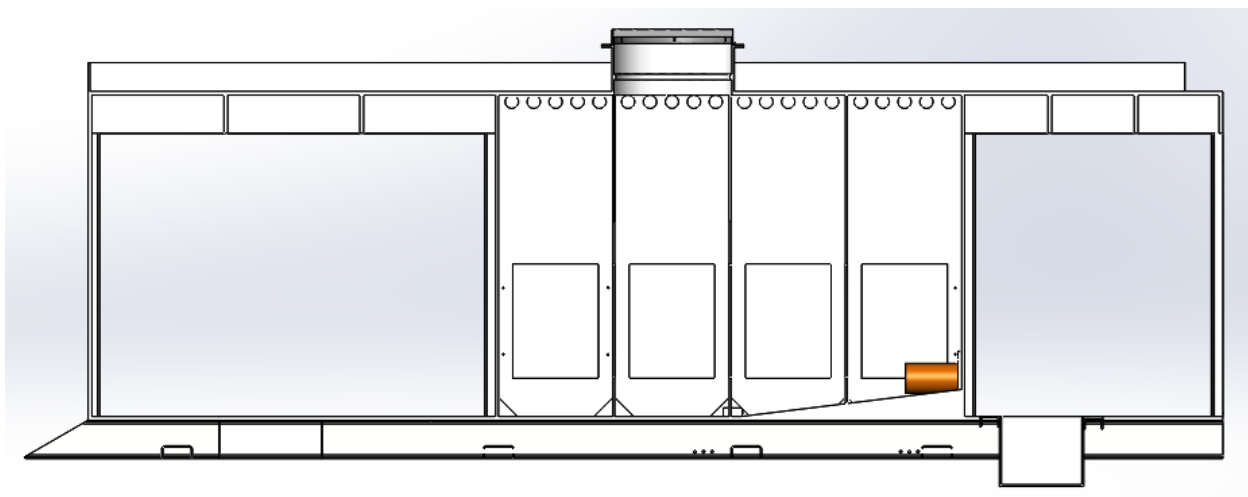
Iš antros diagramos matome, jog didžiausias įrangos skyrių tūris yra antstato pagaminto iš polipropileno. Skirtumas yra labai didelis – iki 3 m³. Kitų trijų konstrukcijų įrangos skyrių tūris yra beveik vienodas, o skirtumas yra toks nežymus, kad jo galima nevertinti. Pagrindinės priežastys, dėl kurių antstato pagaminto iš polipropileno įrangos skyrių tūris yra didžiausias yra:

- Sienų storis yra daug plonesnis – apie 15-20 mm nei kitų konstrukcijų;
- Cisterna yra integruota į kėbulą, todėl nereikia palikti papildomų tarpų tarp cisternos ir kėbulo;

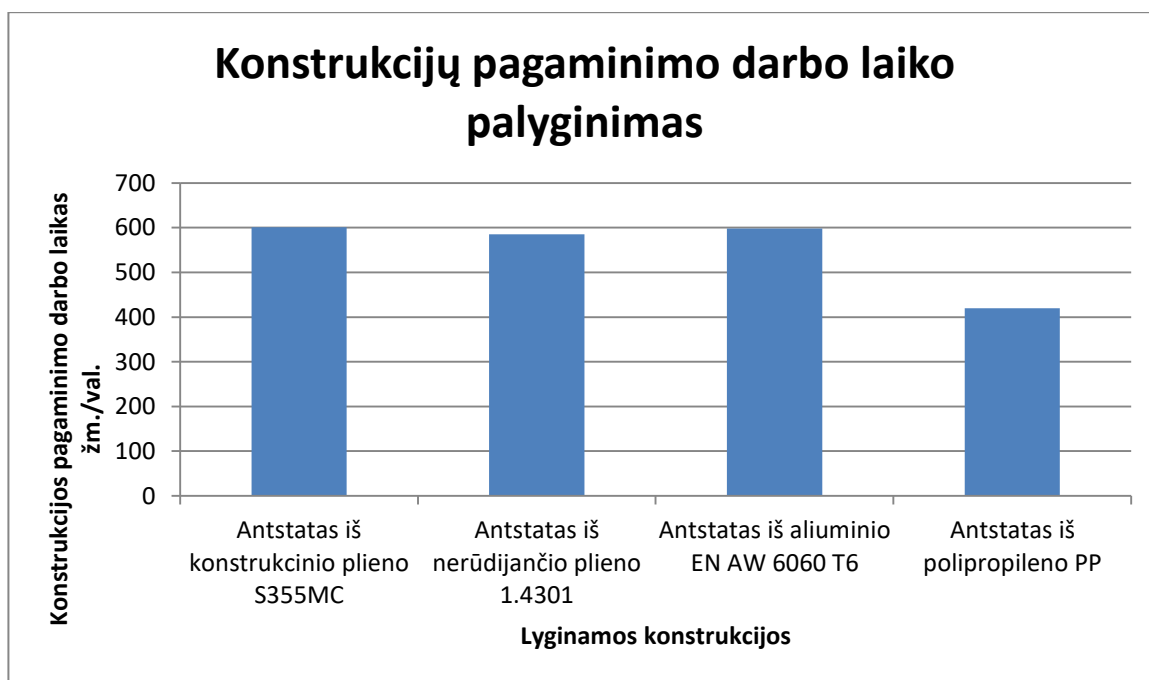
Ypatingai gerai įrangos skyrių tūrio skirtumas ir skirtumo priežastys matomos padarius skirtingų kėbulų išilginius pjūvius (žr. 4.2.3 pav. a, b).



4.2.3 pav. a Išilginis pjūvis kėbulo surinkto iš aliuminio profilių



4.2.3 pav. b Išilginis pjūvis kėbulo suvirinto iš polipropileno

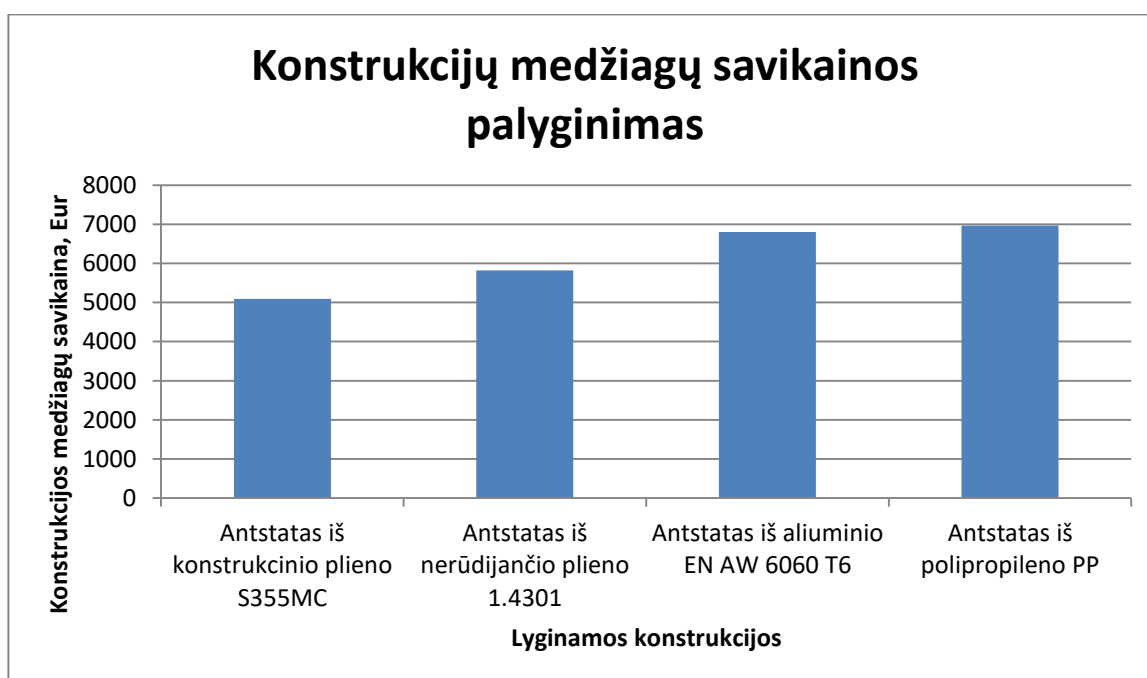


4.2.4 pav. Konstrukcijų pagaminimo laiko palyginimo diagrama

Iš šios diagramos matome, jog, kaip ir prieš tai minėtose charakteristikose, kėbulas pagamintas iš polipropileno turi geriausias rezultatus – mažiausią konstrukcijos pagaminimo laiką. Naudojant šią technologiją gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilių gamyboje galima sutaupyti iki 200 žm./val. vienam gaminiui. Toks laiko sutaupymas atsiranda dėl šių priežasčių:

- Daug greitesnis paruošimas virinimui. Norint privirinti šoninę sieną prie dugno užtenka atkirpti vieną polipropileno lakštą naudojant giljotiną, tuo tarpu, naudojant bet kurią iš kitų trijų metalo technologijų, reikia atpjauti 9-11 vamzdžių naudojant metalo pjūklą.

- Greitesnis suvirinimas. Virinant du polipropileno lakštus yra uždedama po vieną ištisinę siūlę iš vidaus ir išorės. Virinant metalines konstrukcijas, pirmiausia, visi vamzdžiai yra virinami tarpusavyje taškinėmis siūlėmis, o tik po to antstatas yra apvirinamas ištisinėmis siūlėmis. Tai daroma tam, kad išlaikyti konstrukcijos matmenis. Susukant antstatą iš aliuminio profilių labai daug laiko užima tvirtinimo konsolių ir kampukų išdėstymas. Taip pat reikia patikrinti visus varžtinius sujungimus, kad jie būtų susukti tinkamai, pagal užveržimo momentą. Tai yra kruopštus darbas reikalaujantis daug dėmesio.
- Antstato iš konstrukcinio plieno pagaminimo laikas yra ilgiausias dėl to, kad visi vamzdžiai yra papildomai apdirbami prieš konstrukcijos cinkavimą.



4.2.5 pav. Konstrukcijų medžiagų savikainos palyginimo diagrama

Ši diagrama rodo priešingą rezultatą nei prieš tai minėtos diagramos. Analizuojant šią diagramą matome, jog konstrukcijos iš polipropileno medžiagų savikaina yra didžiausia (6963 Eurų) iš visų konstrukcijų. Labai panaši kaina, tik 161 eurų pigesnė, yra ir konstrukcijos iš aliuminio profilių. Konstrukcija iš nerūdijančio plieno yra pigesnė beveik tūkstančiu eurų – 5822 eurų, o kėbulas iš konstrukcinio plieno beveik dviem tūkstančiais eurų – 5095 eurų – įskaitant ir papildomą konstrukcijos apdirbimą – karštą cinkavimą. Tačiau reikia pabrėžti, jog tai yra tik medžiagų kainos, į kurias nėra įskaičiuotas pačių technologijų įdiegimas. Įvertinus technologijos įdiegimo kainą – kainų skirtumas būtų dar didesnis, nes plieninės konstrukcijos nereikalauja labai brangios įrangos. Aliuminio profilio technologija reikalauja užsakyti matricas, kad būtų galima pagaminti profilius pagal poreikį, o polipropileno konstrukcija reikalauja brangių polipropileno suvirinimo įrenginių.

Išanalizavus rezultatus galima teigti, jog:

- Geriausias technines charakteristikas turi antstatas iš polipropileno ir tai būtų geriausias sprendimas klientui. Tačiau toks sprendimas yra labai brangus įmonėms, ypačiai, pradedančioms;
- Nagrinėjant visas keturias diagramas galima padaryti išvadą, jog konstrukcijos iš nerūdijančio ir konstrukcinio plieno turi labai panašius rezultatus. Jos yra pigiausios iš visų konstrukcijų ir turi prasčiausius techninius parametrus. Tačiau antstatą iš konstrukcinio plieno reikia papildomai cinkuoti, o tai gali užtrukti 2-3 savaites, vadinasi, produkto gamyba smarkiai pailgėja. Konstrukcija iš nerūdijančio plieno būtų geriausias variantas pradedančioms įmonėms;
- Konstrukcija iš aliuminio profilių būtų tarpinis variantas tarp plieninių ir polipropileno konstrukcijos. Aliuminio konstrukcijos masė yra mažesnė nei plieninių konstrukcijų, o medžiagų savikaina yra mažesnė nei antstato pagaminto iš polipropileno. Be to, surinkimo darbas apmokamas daug mažiau nei metalo arba polipropileno virinimo darbai, todėl konstrukcija būtų dar pigesnė. Šiuo metu ši konstrukcija yra optimaliausias kokybės/kainos atžvilgiu. Be to, kaip parodė rinkos analizė, didžioji dalis gamintojų naudoja būtent šią technologiją.

IŠVADOS

Šiame baigiamajame darbe buvo nagrinėjamas gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilis autocisterna. Buvo analizuojamos keturios kėbulo konstrukcijos: iš konstrukcinio plieno, iš nerūdijančio plieno, iš aliuminio profilių bei iš polipropileno.

Darbe buvo apžvelgti „bodybuilder“ – važiuklės gamintojo rekomendacijos bei reikalavimai. Reikalavimuose yra aprašoma, kaip galima modifikuoti važiuklę, kaip turi būti pagamintas kėbulo porėmis bei kam jis yra reikalingas. Ypatingas dėmesys skirtas porėmio tvirtinimui prie važiuklės.

Taip pat buvo aprašytas gaisrų gesinimo ir gelbėjimo tarnybų automobilių standartas LST EN 1846, kuris susideda iš trijų dalių. Pirmoje dalyje yra aprašomos gaisrinių automobilių klasės, kategorijos, kurios charakterizuoja gaisrinį automobilį. Antroje dalyje yra aprašomi gaisrinio automobilio parametrai: matmenys, svoriai, iškišos kampai ir pan. Taip pat yra aprašomi pavojų sukeltys elementai bei sprendimai kaip jų išvengti. Trečioje dalyje yra aprašomi galimi pavojai eksploatuojant gaisrinį automobilį, tačiau dėmesys daugiau skiriamas įrangai bei siurblio komunikacijoms.

Trumpai buvo apžvelgti papildomi reikalavimai skirti transporto priemonėms pagal direktyvą 2007/46/EB - tai reikalavimas dėl galinės apsaugos nuo palindimo ir šoninės apsaugos nuo palindimo.

Darbe buvo atlikta rinkos analizė. Išnagrinėti 8 didžiausi pasaulio gaisrinių automobilių gamintojai. Išanalizavus buvo pastebėta, kad didžioji dalis gamintoju naudoja aliuminio profilių technologiją.

Antroje darbo dalyje buvo apžvelgtos keturios nagrinėjamos technologijos. Skyriuje aprašyti technologijų privalumai ir trūkumai. Aprašytos kiekvienos technologijos sudedamos dalys bei jų gamybos principai.

Trečioje dalyje nagrinėjamos konkrečios konstrukcijos. Detaliai aprašomos projektuojamos konstrukcijos, naudojamos medžiagos bei konstrukcijų elementai ir profiliai, iš kurių yra gaminami kėbulai. Aprašyta, kur bei kokioje vietoje yra naudojami tam tikro skerspjūvio vamzdžiai arba lakštai. Taip pat yra pateikti tikslūs medžiagų, reikalingų konstrukcijai pagaminti, sąrašai.

Ketvirtoje dalyje yra pateikiami visų projektuotų konstrukcijų rezultatai. Masė ir įrangos skyrių tūris buvo gauti dirbant su projektavimo programa SolidWorks 2016. Siekiant paskaičiuoti medžiagų savikainą, iš Lietuvoje esančių medžiagų tiekėjų buvo gautos medžiagų kainos. Panaudojus medžiagų kainas bei sąrašą – buvo paskaičiuota medžiagų savikaina. Gaisrinių

automobilių gamintoja Lietuvoje UAB „Iskada“ pateikė konstrukcijų gamybos laiką. Tokiu būdu buvo surinkti visi nagrinėjami duomenys.

Analizuojant duomenis buvo gauti tokie rezultatai.

Konstrukcija iš polipropileno pasižymi didžiausiu vidiniu skyrių tūriu bei mažiausia konstrukcijos mase. Skyrių tūris yra didesnis net iki 34 procentais už kitų konstrukcijų, o masė net iki 8 procentais mažesnė. Be to, gamybos laikas yra net 30 procentų mažesnis nei kitų konstrukcijų.

Kadangi didžioji dalis kėbulų iš konstrukcinio ir nerūdijančio plieno darbų yra suvirinimas – šios konstrukcijos puikiai tinka įmonėms, kuriose suvirinimo darbai yra nebrangūs. Kitaip naudoti tokią technologiją yra labai brangu ir nekonkurencinga.

Konstrukcijos iš konstrukcinio ir nerūdijančio plieno turi labai panašias charakteristikas. Vienintelis žymus skirtumas yra gamybos laikas. Nerūdijančio plieno konstrukcijai pagaminti reikia apie 15 žm./val. mažiau, nes nereikia paruošti konstrukcijos cinkavimui.

Aliuminio profilio konstrukcijos masė mažesnė nei plieno konstrukcijų, o skyrių tūris yra panašus. Medžiagų savikaina didesnė, o gamybos laikas yra tas pats. Tačiau surenkant tokį antstatą yra nereikalingas specialiai apmokytas, brangus personalas, todėl ši konstrukcija tinka šalims, kuriose suvirinimo darbai yra brangūs. Be to, palyginus su konstrukcija iš polipropileno, šios konstrukcijos gamyba yra pigesnė. Ši technologija būtų optimalus variantas kainos/kokybės atžvilgiu.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. *IVECO TRAKKER Euro 4/5 Bodybuilders instructions*. Italija: B.U. Technical Publications, 2008.
2. *MAN руководства для кузовостроителей*, Vokietija: MAN truck and Bus AG, 2012.
3. LST EN 1846 – 1:2011. *Firefighting and rescue service vehicles - Part 1: Nomenclature and designation*. Lietuvos Standartas. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2011.
4. LST EN 1846 – 2: 2009+A1. *Firefighting and rescue service vehicles - Part 2: Common requirements – Safety and performance*. Lietuvos Standartas. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2009.
5. LST EN 1846 – 3. *Firefighting and rescue service vehicles - Part 3: Permanently installed equipment – Safety and performance*. Lietuvos Standartas. Vilnius: Lietuvos standartizacijos departamentas, 2009.
6. Jungtinių Tautų Organizacijos Europos ekonomikos komisijos (JT/EEK). *Taisyklė Nr. 58 – Suvienodintos nuostatos dėl galinės apsaugos nuo palindimo*. 2008 m. [Interaktyvus] [žiūrėta 2018 m kovo 19 d.]. Prieiga per internetą:
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:232:0013:0034:LT:PDF>
7. Jungtinių Tautų Europos ekonomikos komisijos (JT/EEK). *Taisyklė Nr. 73. Suvienodintos nuostatos dėl šoninės apsaugos nuo palindimo*. 2012 m. [Interaktyvus] [žiūrėta 2018 m kovo 20 d.]. Prieiga per internetą:
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:122:0001:0018:LT:PDF>
8. UAB Iskada [Interaktyvus]. [žiūrėta 2018 m balandžio 5 d.]. Prieiga per internetą:
<http://www.iskada.com/lt/produktai-paslaugos/gaisriniai-automobiliai/autocisterna-scania.html>
9. UAB Ziegler [Interaktyvus]. [žiūrėta 2018 m balandžio 5 d.]. Prieiga per internetą:
<http://shop.ziegler.de/index.php?id=55&pgid=300&L=1>
10. UAB Pozhsnab [Interaktyvus]. [žiūrėta 2018 m balandžio 5 d.]. Prieiga per internetą:
<https://pozhsnab.com/production/29/168/>
11. UAB Szczesniak [Interaktyvus]. [žiūrėta 2018 m balandžio 6 d.]. Prieiga per internetą:
<http://psszczesniak.pl/en/node/177>
12. UAB Polybilt [Interaktyvus]. [žiūrėta 2018 m balandžio 6 d.]. Prieiga per internetą:
http://www.polybilt.com/wildland/wildland_tanker.html
13. UAB Morita Group [Interaktyvus]. [žiūrėta 2018 m balandžio 8 d.]. Prieiga per internetą:
http://www.morita19.com/en/products/fire_trucks/tender/001.html

14. UAB Marce [Interaktyvus]. [žiūrėta 2018 m balandžio 8 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.marce.co.za/portfolio/6x6-major-pumper-black-edition/>
15. UAB Frontline fire and rescue [Interaktyvus]. [žiūrėta 2018 m balandžio 10 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.frontlinefirerescue.com.au/portfolio/general-rescue-appliances/>
16. Zadorožnyj, Jevgenij. Miesto gaisrų gesinimo ir gelbėjimo automobilis – autocisterna baigiamasis bakalauro darbas. Vilnius: VGTU, 2015.