



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

Paulina Kisiel

**LAUKO INTERNETO MARŠRUTO PARINKTUVO
KOMPLEKSINIO KORPUSO PROJEKTAVIMAS IR SAVYBIŲ
TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Kristina Žukienė

KAUNAS, 2018

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

LAUKO INTERNETO MARŠRUTO PARINKTUVO
KOMPLEKSINIO KORPUSO PROJEKTAVIMAS IR SAVYBIŲ
TYRIMAS

Baigiamasis magistro projektas

Gamybos inžinerija (621H70004)

Vadovas

(parašas) Doc. dr. Kristina Žukienė
(data)

Recenzentas

(parašas) Lekt. dr. Vaidas Bivainis
(data)

Projektą atliko

(parašas) Paulina Kisiel
(data)

KAUNAS, 2018



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

(Fakultetas)

Paulina Kisiel

(Studento vardas, pavardė)

Gamybos inžinerija (621H70004)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinio korpuso projektavimas ir savybių tyrimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 18 m. Sausio 3 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Paulinos Kisiel**, baigiamasis projektas tema „Lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinio korpuso projektavimas ir savybių 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 UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Tvirtinu:

Gamybos inžinerijos

(parašas, data)

katedros vedėjas

Kazimieras Juzėnas

(vardas, pavardė)

MAGISTRANTŪROS STUDIJŲ BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS

Studijų programa GAMYBOS INŽINERIJA

Magistrantūros studijų, kurias baigus įgyjamas magistro kvalifikacinis laipsnis, baigiamasis projektas yra mokslinio tiriamojo ar taikomojo pobūdžio darbas, kuriam atlikti ir apginti skiriama 30 kreditų. Šiuo darbu studentas turi parodyti, kad yra pagilinęs ir papildęs pagrindinėse studijose įgytas žinias, yra įgijęs pakankamai gebėjimų formuluoti ir spręsti aktualią problemą, turėdamas ribotą ir (arba) prieštaringą informaciją, savarankiškai atlikti mokslinius ar taikomuosius tyrimus ir tinkamai interpretuoti duomenis. Baigiamuoju projektu bei jo gynimu studentas turi parodyti savo kūrybingumą, gebėjimą taikyti fundamentines mokslo žinias, socialinės bei komercinės aplinkos, teisės aktų ir finansinių galimybių išmanymą, informacijos šaltinių paieškos ir kvalifikuotos jų analizės įgūdžius, skaičiuojamųjų metodų ir specializuotos programinės įrangos bei bendrosios paskirties informacinių technologijų naudojimo įgūdžius, taisyklingos kalbos vartosenos įgūdžius, gebėjimą tinkamai formuluoti išvadas.

1. Projekto tema „Lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinio korpuso projektavimas ir savybių tyrimas“

Patvirtinta 2017 m. gruodžio 11 d. dekanų įsakymu Nr. V25-11-12

2. Projekto tikslas atlikti padidinto funkcionalumo lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinio plastikinio korpuso projektavimą ir savybių tyrimą, bei palyginti jo gamybos kaštus Lietuvoje ir užsienyje.

3. Projekto struktūra: interneto maršruto parinktųjų tipų analizė, interneto maršruto parinktųjų gamybos procesų eigų analizė, lauko sąlygomis naudojamų plastikų skirtų elektronikos prietaisų korpusams savybių analizė, maršruto parinktuvo kompleksinio korpuso modeliavimas, ekonominis suprojektuoto korpuso injekcinio formavimo formos kainos ir transportavimo vertinimas.

4. Reikalavimai ir sąlygos

- Maksimalūs gabaritiniai matmenys 300x400x90 mm;
- Taikomos medžiagos mechaninės savybės turi tiktai naudojimui lauko sąlygomis Lietuvoje;
- Korpuso projektavimas pritaikytas gaminiams formuojamiems injekcinio formavimo būdu;
- Esant apkrovai PCB plokštės fiksuojantys kabliukai turi turėti poslinkį nuo 0,7 mm.

5. Projekto pateikimo terminas 2018 m. sausio mėn. 03 d.

6. Ši užduotis yra neatskiriama baigiamojo projekto dalis

Studentas Paulina Kisiel

(studento vardas, pavardė)

(parašas, data)

Vadovas Doc. dr. Kristina Žukienė

(pareigos, vardas, pavardė)

(parašas, data)

Paulina Kisiel. Lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinio korpuso projektavimas ir savybių tyrimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Kristina Žukienė; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: gamybos inžinerija, technologijos mokslai.

Reikšminiai žodžiai: *maršrutas, technologijos, maršruto parinktuvas, internetas, kompleksinis korpusas, ABS/PC mišinys, vandens absorbcija.*

Kaunas, 2018. 42 p.

SANTRAUKA

Bėgant metams, sparčiai tobulėjant technologijoms, vis labiau neatsiejama mūsų gyvenimo dalimi tampa internetas. Pradėjus kurti naujas turizmui skirtas vietas, parkus bei kitas viešąsias erdves labai svarbu investuoti į gyventojams skirtas komforto zonas ir sudaryti galimybę nemokamai naudotis internetu viešojoje aplinkoje.

Šio darbo tikslas – atlikti padidinto funkcionalumo lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinio plastikinio korpuso projektavimą ir savybių tyrimą, bei palyginti jo gamybos kaštus Lietuvoje ir užsienyje.

Darbe pagal injekcinio formavimo gamybinius reikalavimus suprojektuotas padidinto funkcionalumo lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinis korpusas, kuriame įmontuotas kištukinis lizdas. Projektuojant atsižvelgta į sandarinimo ir tvirtinimo kabliukų projektavimo metodiką ir pritaikyti projektavimo pagrindai. Atsižvelgiant į vandens absorbcijos tyrimą ir medžiagų analizę, gaminiui parinktas akrilnitrilo butadieno stireno kopolimero ir polikarbonato polimerų mišinys, nes pasižymi maža vandens absorbcija, geru atsparumu ultravioletiniams saulės spinduliams, plačiu darbinės temperatūros diapozonu ir itin geru atsparumu smūgiams. Darbe sudarytas maršruto parinktuvo korpuso kompiuterinis erdvinis modelis, atlikta stiprumo analizė PCB plokštę fiksuojantiems kabliukams, pagal kurią išsiaiškinta, jog labiausiai pažeidžiama kalbiuko zona yra standinančiosios sienelės ir kabliuko sandūra.

Atlikus kompleksinio korpuso gamybos injekcinio formavimo būdu kaštų Lietuvoje ir užsienyje palyginamąją analizę, nustatyta, jog kainos, kokybės ir transportavimo trukmės santykiu šiuo metu Lietuvos įmonės yra itin konkurencingos, todėl rekomenduojama kompleksinį korpusą gaminti Lietuvoje.

Paulina Kisiel. *Design and Properties Evaluation of Complex Housing for Outdoor Internet Integrated Router*: Master's Final Project / supervisor assoc. prof. Kristina Žukienė. The Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Production Engineering, Technological sciences.

Key words: route, technology, router, internet, wireless connection, complex housing, ABS/PC blend, water absorption.

Kaunas, 2018. 42 p.

SUMMARY

Over the years, with the rapid advancement of technology, the internet is increasingly becoming an integral part of our lives. When starting to create new tourist sites, parks and other public spaces, it is very important to invest in comfort zones for people and make it possible to make free use of the internet in the public environment.

The aim of this work is to carry out the design and characterization of the high-performance outdoor internet router's complex plastic housing and compare its production costs in Lithuania and abroad.

In the work according to the injection molding production requirements, an integrated field-to-Internet router's integrated body with a plug-in socket has been designed. Designing takes into account the design of the sealing and fastening hooks and adapt the design principles. Depending on the water absorption test and the analysis of the materials, the acrylonitrile butadiene styrene copolymer and polycarbonate polymer blend are selected because of its low water absorption, good resistance to ultraviolet rays, a wide operating temperature range, and excellent impact resistance. The paper compiled a computer-based spatial model of the routing box body, carried out a strength analysis of the PCB board for fixing hooks, which revealed that the most vulnerable zone of the knife is the tie-down between the stiffening wall and the hook.

After comparative analysis of the costs of manufacturing injection molding in a complex building in Lithuania and abroad, it has been established that at present, Lithuanian companies are highly competitive in terms of price, quality and transportation, and therefore it is recommended to produce a complex housing in Lithuania.

Turinys

ĮVADAS.....	9
1. INTERNETO MARŠRUTO PARINKTUVŲ TIPAI.....	10
2. INTERNETO MARŠRUTO PARINKTUVŲ GAMYBOS PROCESŲ EIGOS ANALIZĖ	14
3. LAUKO SĄLYGOMIS NAUDOJAMŲ PLASTIKINIŲ GAMINIŲ MEDŽIAGŲ IR JŲ SAVYBIŲ TYRIMAS	17
3.1 Lauko sąlygomis naudojamų plastikų ir jų mišinių savybių analizė.....	17
3.2 Plastikų vandens absorbcija ir jos tyrimas	21
3.2.1 Naudotos medžiagos ir vandens absorbcijos vertinimo metodologija	21
3.2.2. Plastikų vandens absorbcijos analizė	22
4. LAUKO INTERNETO MARŠRUTO PARINKTUVO KOMPLEKSINIO KORPUSO MODELIAVIMAS.....	25
4.1 Lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinio korpuso projektavimas	25
4.2 Lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinio korpuso konstrukcinė analizė	31
5. EKONOMINIS VERTINIMAS	34
5.1 Ekonominis suprojektuoto korpuso kainų palyginimas Lietuvoje ir užsienyje	34
5.2 Ekonominis suprojektuoto korpuso transportavimo kainų palyginimas Lietuvoje ir užsienyje ..	37
IŠVADOS.....	39
NAUDOTOS LITERATŪROS IR KITŲ INFORMACIJOS ŠALTINIŲ SĄRAŠAS	40
PRIEDAI.....	42

IVADAS

Kuriant naujas turizmui skirtas vietas, parkus bei kitas viešąsias erdves labai svarbu atkreipti dėmesį į žmonių poreikių išsiginimą bei tenkinimą. Dvidešimt pirmajame amžiuje žmonės tapo priklausomi nuo modernių technologijų, tarp kurių priskiriamas internetas, todėl kuriant naujas erdves svarbu atsižvelgti ir į interneto integravimą viešojoje aplinkoje.

Internetas – pasaulinis kompiuterių tinklas, jungiantis visuotinius ir vietinius kompiuterių tinklus. Kompiuterių tinklai jungiami įvairiomis ryšio linijomis ir maršruto parinktuvais (spec. įrenginiais arba kompiuterio programomis), kurie iš vieno tinklo gautus duomenų paketus modifikuoja ir nukreipia į kitą tinklą [1].

Maršruto parinktuvas – specialus įrenginys skleidžiantis internetą - perduodantis duomenų paketus tarp kompiuterinių tinklų. Siekiant pritaikyti maršruto parinktuvą parkuose ar kitose lauko erdvėse svarbu žinoti, jog jam reikalinga apsauga nuo vėjo, lietaus, saulės spindulių ir kito aplinkos poveikio. Maršruto parinktuvas gali būti integruotas į specialiai jam skirtą korpusą, kurios principas panašus į elektrinės skydinės principą.

Šio **darbo tikslas** – atlikti padidinto funkcionalumo lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinio plastikinio korpuso projektavimą ir savybių tyrimą, bei palyginti jo gamybos kaštus Lietuvoje ir užsienyje.

Siekiant įgyvendinti tyrimo tikslą **iškelti šie uždaviniai**:

- suprojektuoti padidinto funkcionalumo lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinį korpusą numatant galimybę kištukinio lizdo montavimui;
- parinkti medžiagą, tinkamiausią lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinio korpuso gamybai, atsižvelgiant į vandens absorbcijos tyrimo rezultatus;
- sudaryti maršruto parinktuvo korpuso kompiuterinį erdvinį modelį ir atlikti stiprumo analizę;
- atlikti maršruto parinktuvo kompleksinio korpuso gamybos injekcinio formavimo būdu kaštų Lietuvoje ir užsienyje palyginamąją analizę.

1. INTERNETO MARŠRUTO PARINKTUVŲ TIPAI

Bėgant metams sukuriama begalė naujovių, kurios gerina žmogaus gyvenimą. Vienas iš įspūdingiausių išradimų – internetas. Interneto sklaidai naudojami maršruto parinkimo prietaisai, vadinami maršruto parinktuvais [1]. Šie prietaisai gali būti dviejų tipų:

- naudojami pastatų aplinkoje (namuose, prekybos centruose, kavinėse, biuruose);
- naudojami lauko aplinkoje (renginių metu, centrinėse gatvėse ar kita).

Pastatų aplinkoje naudojamiems maršruto parinktuvams taikomi itin nedideli korpusai, neužimantys didelės erdvės, o patiems prietaisams reikalingas nuolatinis elektros šaltinis. Kitaip nei lauko aplinkoje taikomiems interneto maršruto parinktuvams, pastatų aplinkoje naudojamiems prietaisams nereikalinga apsauga nuo vėjo, lietaus ir ultravioletinių spindulių. Lauko aplinkoje naudojamiems parinktuvams reikalingas akumulatorius, kurio dėka prietaisai gali veikti nepaisant to, jog nėra kištukinio elektros lizdo, tačiau toks gaminys turi ženkliai didesnius gabaritinius matmenis nei prietaisai, naudojami pastatų aplinkoje.

Internetas šiuolaikiniam žmogui tapo itin reikalinga priemone sprendžiant bet kokius gyvenimo klausimus, tačiau interneto pasiekiamumas ne visur ir ne visada yra įmanomas. Dažnai tenka susidurti su interneto nebuvimo parkuose, prekybos centruose, kaimo turizmo sodybose problema. Šiomis dienomis lauko interneto maršruto parinktuvas gali būti puiki išeitis tiek verslininkams, siekiantiems prisitraukti daugiau lankytojų pagerinant lankomųjų vietų sąlygas, tiek paprastiems žmonėms, norintiems suteikti komfortą aplink supantiems žmonėms.

Laukinis interneto maršruto parinktuvas padėtų išspręsti problemą su interneto sklaida viešosiose erdvėse. Korpuse esantys prietaisai suteiktų galimybę viešojoje erdvėje esantiems žmonėms naudotis internetu, dalintis duomenimis, komunikuoti socialiniuose tinkluose visiškai nevaržomai, o patys interneto maršruto parinktuvai būtų visiškai apsaugoti nuo transportavimo daromos žalos ir aplinkos poveikio: vėjo, saulės spindulių, lietaus ir kita.

Interneto maršruto parinktuvams taikomi lauko korpusai ir jų kompleksai nebėra perversmus sukianti naujovė, kadangi jau yra atsiradę įmonių, besiverčiančių šių prietaisų korpusų gamyba, tačiau lauko interneto maršruto parinktuvams prie naujovių priskiriamas kištukinio lizdo montavimas korpuso viduje bei papildoma montavimo plokštė akumulatoriaus tvirtinimui ir apsaugai transportuojant. Siekiant sukurti inovatorišką, klientui patrauklų gaminį svarbu atsižvelgti į jau rinkoje esančius ir kitų gamintojų (**1 lentelė**) siūlomus korpusus interneto maršrutizatoriams ar panašios specifikos gaminiams skirtas dėžes bei juos išanalizuoti.

1 lentelė. Analogų apžvalga

Analogai	Analogų aprašymas
<p>1 analogas. ‚BEC technologies‘ korpusas [2]</p> 	<p>‚BEC technologies‘ kompanija suprojektavo lauko maršruto parinktuvo dėžę taip, jog ši būtų sunkiai atidaroma, pasitelkta stipri fiksacinė konstrukcija, kuri montuojama prie stulpo. Lauko maršruto parinktuvo korpusas neturi papildomų auselių atidarymui – tai suteikia papildomą diskomfortą klientui norinčiam atidaryti dėžę. Esminis šio korpuso trūkumas – per didelis atstumas nuo stulpo, todėl nėra įvertintos kritinės lauko sąlygos, tokios kaip stiprus vėjas, audra.</p>
<p>2 analogas. ‚Nema box‘ korpusas [3]</p> 	<p>‚Nema box‘ korpusas turi patogų durelių ir dėžės sukabinimo principą, nesudėtingą užrakinimo mechanizmą, tokio tipo dureles patogiu formuoti injekcinio formavimo būdu, išvengiama didelių defektų, greitas ir patogus surinkimas gamyboje nenaudojant papildomų įrankių. Tačiau laukinio maršruto parinktuvo korpuse nėra numatyti tvirtinimo taškai prie lygaus paviršiaus. Kaip ir didžioji dauguma korpusų, esančių rinkoje, turi tik po vieną fiksavimo būdą. ‚Nema box‘ korpusas neturi elektros įkrovimo šaltinio.</p>
<p>3 analogas. ‚Invictus‘ korpusas [4]</p> 	<p>‚Invictus‘ korpusas turi aptakias, nesudėtingas formas, tai leidžia gamintojui smarkiai sumažinti kaštus užsakant injekcinio formavimo formas, tačiau pats korpusas yra ganėtinai siauras ir fiziškai sudėti einamuosius komponentus, bei atitaikyti gabaritinius matmenis tokiems komponentams kaip variklis ar maršruto parinktuvo antenos – labai sudėtinga.</p>

<p>4 analogas. Elektros jungikliui skirtas korpusas [5]</p> 	<p>Elektros jungikliui skirtas korpusas atrodo patvarus ir ilgaamžis, kadangi yra pagamintas iš metalo, tačiau metalas smarkiai apriboja maršruto parinktuvo skleidžiamą signalą [6]. Šio korpuso konstrukcinis principas yra pavojingas korpuso viduje esantiems prietaisams dėl galimo vandens pratekėjimo lietingu laikotarpiu – durelėse nėra numatyta vieta tarpinei, tačiau durelių atidarymo ir uždarymo principą galima pritaikyti plastikiniam korpusui, kuriame būtų montuojama apsauginė tarpinė.</p>
<p>5 analogas. „Primus cable“ korpusas [7]</p> 	<p>„Primus cable“ korpusas turi daug tiek funkcinio, tiek vizualaus panašumo į 4-ąjį analogą, tačiau skiriasi durelių uždarymo principas ir apsauginė tarpinė. Šis korpusas iš pažiūros atrodo ženkliai saugesnis už elektros jungikliui skirtą korpuso modelį, tačiau „Primus cable“ korpuse nėra užtektinai vietos komponentams.</p>
<p>6 analogas. „PowerBox“ korpusas [8]</p> 	<p>„PowerBox“ korpusas yra itin mažo dydžio kompleksinis korpusas, turintis itin paprastą dizainą, nesudėtingas formas, lengvą surinkimo ir išardymo principą – visa tai nulemia nedidelius gamybos kaštus, tačiau korpusui trūksta sandarumo, atsparumo aplinkos poveikiui ir erdvės korpuso viduje esantiems komponentams. Korpusas neturi fiksavimo prie stulpo, plokštumos galimybių.</p>

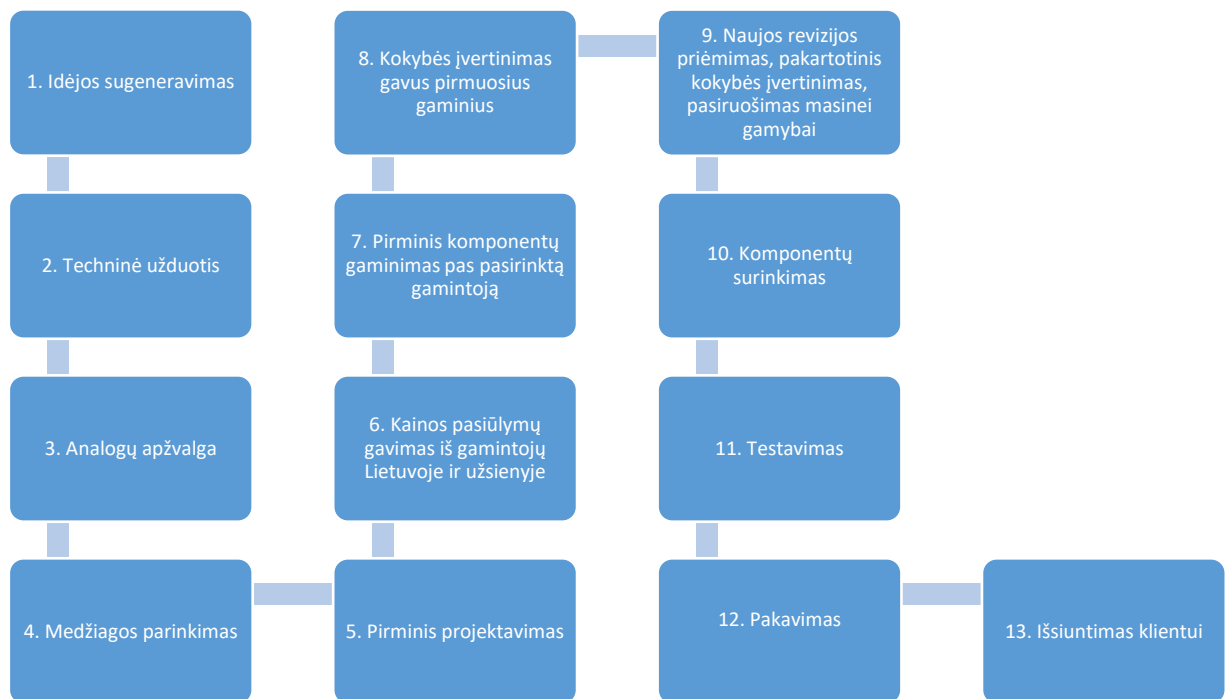
Atlikus analogų apžvalgą matyti, jog nemažai analogų turi trūkumų dėl naudojamos medžiagos savybių bei korpuso konstrukcijos – per sudėtingas atidarymas ir uždarymas, nepakankamai greitas surinkimas, trūksta sandarumo, nepatvarus fiksavimas prie cilindrinio paviršiaus ar plokštumos, nėra vietos didesniems komponentams, o svarbiausia, nėra galimybės įkrauti viduje esančius prietaisus bei neturi papildomos montavimo plokštės akumuliatoriui laikyti ir saugoti nuo smūgių transportavimo metu [9].

Remiantis analogų apžvalga, kurioje visi analogai gaminami injekcinio formavimo metodu išskyrus metalinius korpusus – lankstomi metalo lakštai, nuspręsta jog projektuojamas korpusas turi turėti analogų lentelėje nagrinėto antru numeriu pažymėto analogo atidarymo ir uždarymo principą bei panašų dėžės dydį. Projektuojamame korpuse bus įmontuotas kištukinis lizdas prietaiso įkrovimui, papildoma vieta maršruto parinktuvo tvirtinimui prie sienelės, montavimo plokštė, laikanti akumuliatorių ir sauganti jį nuo mechaninių pažeidimų transportavimo metu. Montavimo plokštė lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksiniame korpuse mažins klibėjimą akumuliatoriaus, turės atramines sieneles, stiprų fiksavimą prie pačio korpuso. Kuomet lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinio korpuso dizaino kryptis aiški, labai svarbu išanalizuoti taikytinas medžiagas.

2. INTERNETO MARŠRUTO PARINKTUVŲ GAMYBOS PROCESŲ EIGOS ANALIZĖ

Žmonės eidami į parduotuves, rinkdamiesi prekes dažniausiai net nesusimąsto kiek daug etapų šie gaminiai praėję, kol galiausiai pasiekė vartotojų rankas. Kiekvienas gaminy, esantis prekių lentynose buvo kuriamas ilgą laiką, turintis didelę gamybinę istoriją, pradedant nuo idėjos, baigiant gaminio pakavimu ir išsiuntimu klientams (**1 schema**).

1 schema. Gaminio realizavimo ir gamybos procesų eiga [10]



Idėjos sugeneravimas. Pirminis kuriamo gaminio etapas, kuomet ieškomos idėjos naujam gaminiui sukurti. Šio etapo metu pasitelkiami įvairiausi idėjų generavimo metodai, tokie kaip: proto šturmas, minčių lietus [11]. Išrinkus geriausią idėją, pradedama ruošti techninė užduotis su pagrindiniais reikalavimais.

Techninė užduotis. Šio etapo metu paruošiama techninė užduotis, kurią patvirtina įmonės vadovai. Techninėje užduotyje pateikiami pagrindiniai reikalavimai, kurie turi būti įgyvendinti ir pritaikyti naujame gaminyje, terminas, įmonės skiriamos lėšos projektui – pagal tai galima orientuotis, kiek projektuotojas turi laiko ir kokios jo projektavimo galimybės atsižvelgiant į kainą.

Analogų apžvalga. Šio etapo metu yra atliekama konkurentų gaminių apžvalga, pagal kurią atsižvelgiama į jau rinkoje esančių gaminių kokybę, dizainą, funkcionalumą. Atlikus analogų apžvalgą galima parinkti naujai kuriamo gaminio pagrindinius kriterijus, kurie nebuvo aptarti praeituose etapuose.

Medžiagos parinkimas. Tai ketvirtasis etapas, kurio metu analizuojamos medžiagos, jų savybės, pritaikomumas naujam produktui pagal jam numatytus kriterijus. Medžiagų parinkimas yra neatsiejamas procesas gamybos eigoje, kadangi būtent šio etapo metu sprendžiamas gamybos, apdirbimo būdai, išsiaiškinami gamybos terminai bei nustatoma preliminari naujo produkto pagaminimo kaina. Plastikams formuoti dažniausiai taikomas injekcinio formavimo metodas. Injekcinio formavimo metodas – gamybos procesas detalėms gauti įspaudžiant medžiagą į formavimo formą.

Pirminis projektavimas. Tai etapas, kurio metu suprojektuojamas prototipas, tačiau tai nėra galutinis produkto variantas. Pirminis projektavimas svarbus tuo, kad būtent šio etapo metu vyksta intensyvus komunikavimas su gamintojais kainų, poreikių išsiaiškinimo, transportavimo trukmės, kokybės užtikrinimo klausimais. Šio etapo metu įmonėje esantis tiekimo filialas bendrauja su gamintojais ir pateikia jiems preliminarius brėžinius kainų pasiūlymams gauti.

Kainos pasiūlymų gavimas iš gamintojų Lietuvoje ir užsienyje. Šis etapas nulemia tolimesnį bendravimą ir bendradarbiavimą su pasirinktu gamintoju atsižvelgiant į kainas. Gamintojai, kuriems buvo pateikta užklausa dėl kainų, atsiunčia kainų pasiūlymus pagal kuriuos galima įvertinti pagaminimo kainų skirtumą ir išsirinkti pigiausią gamintoją.

Pirminis komponentų gaminimas pas pasirinktą gamintoją. Gamintojui nusiunčiami atnaujinti suprojektuoto gaminio ar komponentų brėžiniai, STEP formato failai. Gamintojui pateikiama detali informacija apie norimą medžiagą, apdirbimą, o gamintojas pateikia pasiūlymus gamybos procesams palengvinti (liejimo nuožulos, didesnis diametras, storesnė sienelė, didesnės tolerancijos ir kt.)

Kokybės įvertinimas gavus pirmuosius gaminius. Šio etapo metu tikrinama pagamintų detalių ar vientiso gaminio kokybė. Patikros metu išmatuojamos plokštumos, skersmuo ir kiti matmenys, kurie buvo nurodyti gamintojui siunčiamuose brėžiniuose ir turi didelę reikšmę išvaizdai, funkcijai ar surinkimui. Šio etapo metu, taip pat, yra atliekama gamybinio proceso patikra (tikrinama ar nėra oro tarpų medžiagoje, ar nėra riebaluotų dėmių ir nepašalintų šiukšlių po išėmimo iš liejimo formos, ar atitinka spalvą, bei paviršiui taikomą tekstūrą). Tokiu atveju, kuomet užsakovo gaminio kokybė netenkina yra paruošiama ataskaita gamintojui su užsakovo pastabomis (nurodomi defektai, pateikiamos nuotraukos, aprašomi pakeitimai).

Naujos revizijos priėmimas, pakartotinis kokybės įvertinimas, pasiruošimas masinei gamybai. Šis etapas yra svarbus tuo, jog jo metu privaloma įsitikinti ar nėra papildomų defektų gavus naują reviziją po pastabų perdavimo gamintojui. Tuo atveju jei pastebimi defektai minėti gamintojui po pirmos revizijos, gamintojas prisiima atsakomybę įvykdyti pakeitimus už nulinę vertę ir padengti užsakovo išlaidas, bei atsiųsti pakartotinę reviziją, tačiau jei užsakomas defekto nepamatė ir jo nepaminėjo, bet pradėjęs masinę gamybą pateikė defektų ataskaitą gamintojui su įvardintais ir praeitose

revizijose buvusiais defektais, užsakovas privalo pats apmokėti visas pakeitimų ir transportavimo išlaidas. Jei naujos revizijos priėmimas buvo sėkmingas (seni defektai pašalinti, naujų neatrasta), tuomet pradedamas pasiruošimas masinei gamybai: kuriami nauji serijiniai numeriai gaminiui, ruošiamos surinkimo instrukcijos, paruošiama gamybos dokumentacija, kuriamos naujos pakavimo dėžutės.

Komponentų surinkimas. Šis etapas pradedamas gavus masinę gaminio partiją. Šio etapo metu surenkami visi komponentai, kiekvienas surenkamas komponentas dar kartą yra įvertinamas ar neturi defektų, ar tinkamas naudoti. Surinkti gaminiai atiduodami testavimui.

Testavimas. Tai dar vienas kokybės tikrinimo etapas. Neretai elektroninę dalį turintys gaminiai iki surinkimo praeina visus testavimo punktus, tačiau po surinkimo gaminiai neveikia. Tam, kad užtikrinti gaminių veikimą, gaminiai turi būti tikrinami ir po surinkimo. Testavimo etape yra tikrinamas veikimas, surinkto gaminio stabilumas (ar nėra girgždėjimo, ar elektroninė dalis veikia atitinkamai).

Pakavimas. Šis etapas yra galutinis etapas iki prieš pasiekiant vartotoją. Šiame etape naujasis produktas yra supakuojamas, sudedamos instrukcijos vartotojui, informacinė medžiaga, atitinkanti standartus.

Išsiuntimas gamintojui. Tai paskutinis etapas, kurio metu prekė yra transportuojama klientui. Tam, kad šį etapą pasiekti paraleliai su produkto gamybos procesu dirba pardavimų skyrius, kuris ieško potencialaus kliento, siūlydamas naują prekę rinkoje.

Iš aptartosios schemos matyti, jog gamybos realizavimo ir gamybos proceso eiga yra iš ties didelė ir reikalaujanti didelių investicijų. Gamintojas, siekdamas paleisti naują prekę į rinką turi racionaliai apgalvoti ar kuriamas gaminys pereis visus schemeje išvardintus lygmenis, įsivertinti galimybes investuoti pinigus bei laiką.

3. LAUKO SĄLYGOMIS NAUDOJAMŲ PLASTIKINIŲ GAMINIŲ MEDŽIAGŲ IR JŲ SAVYBIŲ TYRIMAS

Planuojant gaminio sukūrimą ir analizuojant galimas koncepcijas labai svarbu tinkamai parinktos medžiagos. Medžiagų parinkimas gamybiniuose procesuose įtakoja kainą produktų rinkoje, kokybę, ilgaamžiškumą, prekinę išvaizdą, santykį su kitais komponentais ir kitomis naudojamomis medžiagomis.

3.1 Lauko sąlygomis naudojamų plastikų ir jų mišinių savybių analizė

Kuriant naują produktą privaloma atsižvelgti į tai, kokiomis sąlygomis gamins bus naudojamas bei kokie komponentai bus integruoti korpuso viduje, kadangi pagal tai bus sprendžiama kokias medžiagas bus galima taikyti gaminiui pagal pastarojo charakteristikas ir techninius reikalavimus. Šiuo atveju, lauko interneto maršruto parinktuvo korpusui svarbu taikyti nelaidžias vandeniui bei antistatines savybes turinčias medžiagas. Atsižvelgiant į gaminio reikalavimus pagal medžiagas svarbu atlikti medžiagų analizę ir įvertinti labiausiai tinkamą medžiagą pagal pateiktas specifikacijas (**2 lentelė**).

2 lentelė. Medžiagų specifikacijos ir techniniai duomenys [12]

Medžiaga	Medžiagos savybės	Panaudojimas	Techniniai duomenys
Polivinilchloridas PVC-U [13]	Chemiškai atsparus; Didelis atsparumas UV spinduliuotei; Mažas pralaidumas skysčiams; Labai stiprus ir atsparus smūgiams.	Kanalizacijos vamzdynamics; Langams ir durims; Prietaisų skydeliams; Tvoroms; Mašinų vidinei ir išorinei apdailai.	Vandens absorbcija - 0,2 %; Darbinė temperatūra: -15°C...+60°C; Atsparumas tempimui - 55 MPa; Modulis - 3000 MPa; Atsparus UV spinduliuotei.

2 lentelės tęsinys

<p>Poliamidas PA6 [14]</p>	<p>Geras mechaninis atsparumas; Didelis atsparumas smūgiams; Geros elektroizoliacinės savybės; Atsparumas dėvėjimuisi; Chemiškai atsparus; Absorbuoja vandenį.</p>	<p>Krumpliaračiams; Guolių dalims; Vibraciją sugeriantiems komponentams.</p>	<p>Darbinė temperatūra: -40°C...+100°C; Atsparumas tempimui - 66.5 MPa; Tankis - 1130 kg/m³ Lydymosi temperatūra - 223°C. Vandens absorbcija - 10%</p>
<p>Stiklotekstolitas STEF [15]</p>	<p>Turi itin geras elektroizoliacinės savybes esant net ir labai dideliame drėgnumui (iki 75%); Didelis mechaninis atsparumas, atsparus kintamoms apkrovoms ir vibracijai; Nekeičia matmenų prie temperatūrinių svyravimų; Chemiškai atsparus; Itin sunkiai apdirbamas įrankiais;</p>	<p>Itin populiarius elektrotechnikoje ir statybose. Naudojama elektros skydinių skydams, generatorių variklių rotoriams gaminti, lankų rėmų tvirtinimui, tiltų konstrukcijoms gerinti.</p>	<p>Tankis - 1,85 g/cm³ Darbinė temperatūra: -65°C...+155°C; Vandens absorbcija: mažiau nei 0,1 %.</p>

2 lentelės tęsinys

<p>Polietilenas PE [16]</p>	<p>Labai pigus, lyginant su kitais plastikais; Itin geras atsparumas dėvėjimuisi; Lengvai apdirbamas; Labai geras atsparumas smūgiams; Chemiškai atsparus;</p>	<p>Skirtingose pramonės srityse (maisto, mašinų ir kitose). Naudojama pjaustymo lentoms, sraigtų, krumpliaračių, guolių, filtrų, vožtuvų gamyboje.</p>	<p>Tankis - 0,96 g/cm³ Vandens absorbcija: mažiau nei 0,01 %; Darbinė temperatūra: -50°C...+80°C.</p>
<p>Polipropileno kopolimeras PPC [17,18]</p>	<p>Didelis dujų pralaidumas; Puikios sukibimo savybės; Minkštesnis už PPH (Polipropileno homopolimerą), bet turi geresnes mechanines savybes; Pakankamai atsparus smūgiams.</p>	<p>Vamzdžiams, namų apyvokos paskirties detalėms; Naudojamas maisto pramonėje, vandens nuotekų valymo įrenginiuose; Lauko kubilams, vandens čiuožykloms, lentynoms gaminti.</p>	<p>Vandens absorbcija - 0,01%; Tankis - 0,93 g/cm³ Lydomosi temperatūra - 148 °C; Modulis - 800 MPa. Darbinė temperatūra: -20°C...+80°C.</p>
<p>Poliacetalis POM [19]</p>	<p>Mechaniškai stiprus, kietas plastikas, esant žemai temperatūrai nepraranda atsparumo smūgiams; Labai lengvas mechaninis apdirbimas; Neatsparus rūgštims, tačiau turi gerą atsparumą druskoms, tepalams ir šarmui.</p>	<p>Įvairiose pramonės srityse, įvorių, guolių, svirčių, gnybtų, laikiklių, medicininių instrumentų rankenėlių gamybai.</p>	<p>Tankis - 1,43 g/cm³ Vandens absorbcija: iki 0,3 %; Darbinė temperatūra: -50°C...+105°C.</p>

Pastaruoju metu pastebima tendencija ne sintetinti naujas polimerines medžiagas, tačiau ieškoti optimalių jau esamų plastikų derinių. Plastikų mišinių išgavimas yra vienas iš paprasčiausių būdų gauti medžiagas, kurios pasižymėtų tam tikru iš anksto užsiduotų savybių deriniu, išvengiant naujų medžiagų sintezės [20-26].

Pateikiami keli polimerinių mišinių tipai: fizikiniai, cheminiai ir polimerai su struktūros ir sudėties gradientu [20,26]. Prie cheminių polimerų mišinių priskiriami tiek polimerai su priskiepytu tirpikliu, tiek ir vienas tarp kito persipynusių polimerų tinkleliai [26]. Fizikiniai polimerų mišiniai – tai mišiniai, kurie yra gauti mechaniškai juos maišant lydale, tirpale arba latekse [20,26]. Mechaninis polimerų maišymas yra vienas iš paprasčiausių ir ekonomiškiausių polimerų mišinių išgavimo būdų [20,26]. Polimerinio mišinio komponentų bei maišymo būdo parinkimas priklauso ne tik nuo pageidaujamų gauti mišinio savybių, bet ir pačių komponentų struktūros bei savybių, taip pat, technologinės įrangos galimybių ir kitų faktorių [26].

Svarbu tai, kad gautų polimerų mišinių savybės yra kitokios nei juos sudarančių komponentų [20,22]. Priklausomai nuo sudedamųjų medžiagų ir jų kiekio galimos tokios savybės kaip: didesnis atsparumas UV spinduliams, platesnis darbinės temperatūros diapozonas, geresnės mechaninės savybės (atsparumas trinčiai, geresnis elastingumas), mažesnė vandens absorbcija, pagerintos elektroizoliacinės savybės ir kt. (**3 lentelė**). Pavyzdžiui, kad pagerinti PP atsparumą smūgiams, tuo pačiu užtikrinant pakankamą medžiagos standumą, jis yra maišomas kartu su polikarbonatu (PC) [27].

3 lentelė. Polimerų mišiniai ir jų savybės

Medžiagų mišiniai	Modulis (MPa)	Stipris tempiant (MPa)	Pailgėjimas trūkimo metu (%)	Atsparumas UV spinduliuotei	Vandens absorbcija, (%)
PA6/PA12 [28]					
100/0	166,6 ± 77,8	62,4 ± 16,0	10,9 ± 3,7	Prastas visoms proporcijoms	10
80/20	110,0 ± 60,0	24,4 ± 11,2	10,6 ± 1,3		9,6
50/50	126,0 ± 52,5	12,9 ± 4,3	8,6 ± 0,8		6
20/80	225,7 ± 23,3	30,4 ± 3,2	9,8 ± 1,2		3
0/100	205,0 ± 29,3	57,7 ± 10,3	11,5 ± 1,3		1
ABS/PC [29,30]	2415	40-51	50-125	Labai geras	0,3
50/50					
PP/PA6 [31]					
50-50	430,1	64,3	15,2	Prastas	0,5

Atsižvelgus į vientisų medžiagų ir mišinių vandens sugerties, atsparumo UV spinduliotei ir kitus rodiklius, ABS/PC mišinys įvardinamas kaip labiausiai tinkamas maršruto parinktuvo korpuso gamybai. Ši medžiaga puikiai išsaugo spalvą, kadangi turi itin gerą atsparumą ultravioletiniams spinduliams, o vandens sugerties koeficientas parodo, jog medžiaga tinkama naudoti lauko sąlygomis. ABS/PC = 50/50 mas. % mišinys yra plačiai naudojamas korpusams, vamzdžiams, lentynoms, indeliams gaminti, turintis geras mechanines savybes, neslopinantis interneto maršruto parinktuvo skleidžiamo signalo.

3.2 Plastikų vandens absorbcija ir jos tyrimas

Lauko interneto maršruto parinktuvas bus naudojamas lauko sąlygoms, todėl privaloma atsižvelgti į tai, jog pasirinkta medžiaga turės nuolatinį kontaktą su vėju, UV spinduliuote ir lietumi. Vandens įsiskverbimas į polimero struktūrą yra vadinamas vandens absorbcija. Poliniai polimerai yra linkę chemiškai reaguoti su poliniais tirpikliais, pavyzdžiui, vandeniui, todėl tokios medžiagos yra labiau absorbuoja vandenį. Be to plastikai, turintys deguonies ar OH grupes yra itin linkę absorbuoti vandenį, tuo tarpu, plastikai, kurių sudėtyje yra vien tik vandenilis arba anglis (PE ir PP), yra ypatingai atsparūs vandeniui [27].

Yra žinoma, jog poliamidas absorbuoja 10 % savo svorio vandens. Vandens absorbcija įtakoja jo standumą ir jo linijinę galią. Nors visi polimerai sugeria tam tikrą drėgmės kiekį, nė vienas iš jų neturi tokio reikšmingo poveikio kaip PA. Molekulių judėjimas paspartėja sugėrus vandenį, tai lemia pagrindinių fizinių savybių pokytį [31]. Tam, kad įvertinti medžiagos atsparumą aplinkos sąlygomis, būtina atlikti savybių tyrimus.

3.2.1 Naudotos medžiagos ir vandens absorbcijos vertinimo metodologija

DARBO PRIEMONĖS IR TYRIMO EIGA

Tyrimams naudotos medžiagos pateiktos 4 lentelėje.

4 lentelė. Naudotų medžiagų sąrašas

Medžiagos pavadinimas	Kompanija ir šalis gamintoja
Poliacetalis POM	Emco industrial plastic, Š. Amerika
Polipropileno kopolimeras PPC UV	Otto Bock, Vokietija
Polietilenas PE300	PAR Group, Anglija
Stiklotekstolitas STEF	Plastena, Latvija
Poliamidas PA6	PerformancePlastic, Anglija

Plastikų vandens absorbcija tirta pagal standarto LST EN ISO 62:2008 pateiktą metodiką. Tyrimams naudoti kvadrato formos (61 ± 1) mm dydžio bandiniai buvo išpjauti iš ekstruzijos būdu

suformuotų plokštelės formos gaminių. Prieš tyrimą bandiniai buvo 2 dienas džiovinami ventiliuojamoje žemos temperatūros elektros krosnyje SNOL 58/350 (Utenos Elektrotechnika, Lietuva) $50^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ temperatūroje. Vėliau bandiniai buvo išlaikomi iki 120 h 50°C temperatūros distiliuotame vandenyje. Išėmus iš vandens, jie buvo nusausinami ir sveriami svarstyklėmis AB104-S (Mettler Toledo, Šveicarija) 0,001 g tikslumu. Vandens absorbcija ΔW buvo apskaičiuojama pagal formulę:

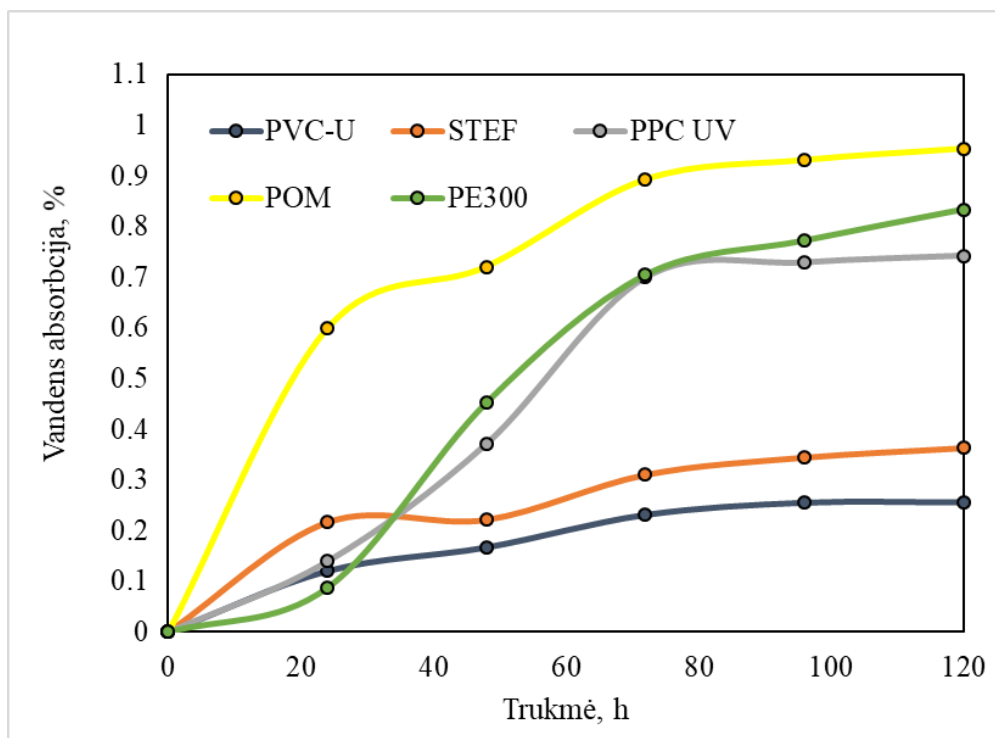
$$\Delta W = \frac{W_0 - W_t}{W_0} 100\%, \quad (1)$$

čia W_0 – pradinė bandinio masė, g; W_t – bandinio masė po išlaiko vandenyje, g.

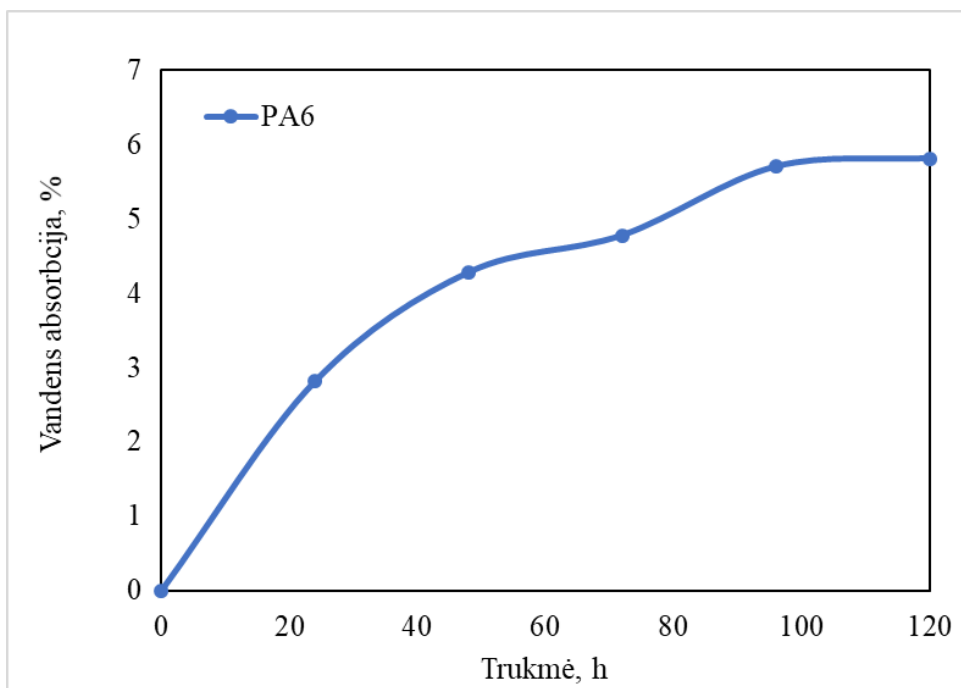
3.2.2. Plastikų vandens absorbcijos analizė

Tyrimams naudotų plastikų vandens absorbcijos rezultatai pateikti **1 ir 2 pav.** Iš paveikslėliuose pateiktų duomenų matyti, kad didžiausia vandens absorbcija pasižymi PA6. Šiuo atveju jis absorbuoja daugiau kaip 6 % savo svorio vandens. Yra žinoma, kad tai lemia gaminio matmenų pokyčius, medžiagos mechaninių ir fizikinių savybių suprastėjimą.

Pagal gautus duomenis, sparčiausia sugertis plastikuose matoma pirmąsias 24 valandas, vėliau vandens absorbcija palaipsniui stabilizuojasi ir sulėtėja. Per pirmąsias 24 valandas didžiausią vandens sugertį turėjo poliacetalis (POM).



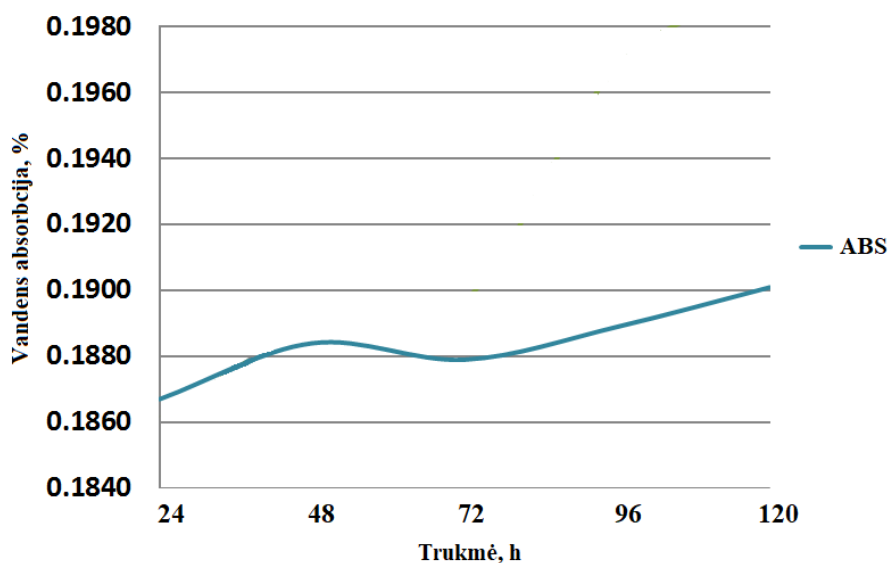
1 pav. Vandens absorbcijos rodikliai priklausantys nuo plastikų mirkimo vandenyje trukmės



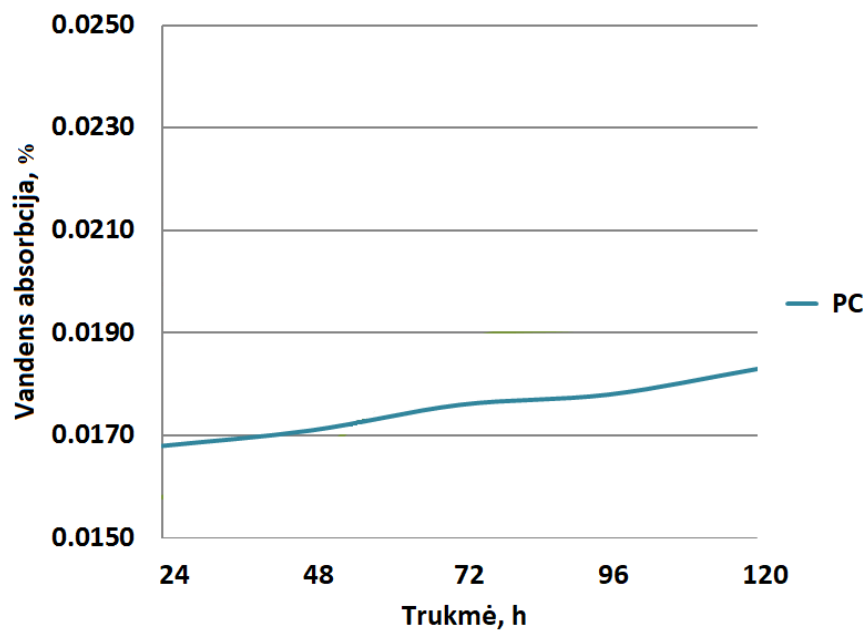
2 pav. Vandens absorbcijos rodikliai priklausantys nuo PA6 mirkimo vandenyje trukmės

Pagal tyrimo rezultatus pastebima, jog praėjus 100 h po bandinių mirkimo distiliuotame vandenyje, vandens absorbcijos intensyvumas mažėja. Mažiausia vandens absorbcija pasižymi PVC-U. Šio plastiko vandens absorbcija nesiekia 0,25 %, kai absorbcijos trukmė 120 h.

Atlikus vandens absorbcijos plastikuose tyrimą svarbu palyginti gautus medžiagų rezultatus su kitomis, atitinkančias mechanines savybes projektuojamo korpuso gamybai galimomis medžiagomis, tokiomis kaip akrilnitrilo butadieno stireno kopolimeru (**3 pav.**), polikarbonato polimero (**4 pav.**) ar jų mišinių.



3 pav. Akrilnitrilo butadieno stireno kopolimero (ABS) vandens absorbcijos diagrama [32]



4 pav. Polikarbonato polimero (PC) vandens absorbcijos diagrama [32]

Taigi, iš ABS ir PC vandens absorbcijos diagramų, matoma, jog šių polimerų sugertis yra labai maža (ABS iki 0,2 %, o PC iki 0,02 %) ir tokių medžiagų mišinys yra tinkamas naudoti gaminiuose, turinčiuose sąlyti su vandeniu. Kadangi iš pateiktų vandens absorbcijos tyrimų rezultatų ir palyginamųjų grafikų matyti, jog ABS ir PC yra mažiausią vandens sugertį turinčios medžiagos, maršruto parinktuvo korpuso gamybai parinktas taikyti ABS/PC mišinys.

4. LAUKO INTERNETO MARŠRUTO PARINKTUVO KOMPLEKSINIO KORPUSO MODELIAVIMAS

4.1 Lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinio korpuso projektavimas

Projektuojant maršruto parinktuvo korpusą, pirminis dėmesys turi būti skiriamas sudedamosioms dalims (**5 lentelė**), kadangi pagal jų kiekį ir gabaritus taikomi gabaritiniai matmenys ir pačiam korpusui.

5 lentelė. Sudedamosios dalys [iš UAB „Teltonika“ archyvo]:

1	Lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinis korpusas (projektuojamas)
1	Lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinio korpuso dangtis (projektuojamas)
1	Lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinio korpuso montavimo plokštė (projektuojama)
1	Lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinio korpuso montavimo plokštė kištukiniam lizdui (projektuojama)
1	BĖGELIS (DIN35; AJTK1; 200 mm)
1,24 m	Guminė tarpinė, 3mm skersmens
2	Metalinė plokštelė 80x40x2,0mm
2	Sandariklis VET, Cable diam.:5-7 mm
2	Laidų tvirtinimo dirželis 2,5x135mm
2	Savisriegiai pusapvalia galvute 4,8x9,5mm (DIN Rail tvirtinimui)
1	Maitinimo kabelis 2x0.75mm ² , 1.5m su kištuku ir lituojamais išvadais, juodas
1	KIŠTUKINIS LIZDAS (PKL10-002; „DELTA PLIUS“) (LIREGUS)
2 m	Kabelis komp. tinklui FTP CAT5e 4x2x0.5mm RoHS KO/FTP
3	Kabelių surišimo juosta
2	RJ45 kištukas
25 cm	Viengyslis laidas 2x0.5mm ² juodas
40 cm	Laidas kolonėlėms 2x0.5mm ² juodas/raudonas (varinis) L2/0.5JR
1	Maitinimo kaladėlės kištukas MC 1,5/ 2-ST-3,5 Plug component, 8A, 160 V, Number of positions: 2, Pitch: 3.5 mm, Color: green
1	PCB plokštė
1	Impulsinis maitinimo šaltinis 18V 1.66A, 5.5x2.1mm, MW power, plug-in EA1030CE
1	Akumuliatorius 12V7Ah
1	Plokščias 6.35mm lizdas 1.5-2.5mm ² laidui/ FDV 2-250 mėlynas S-KST65
1	Plokščias 6.35mm lizdas 0.5-1.5mm ² laidui/ FDV 1-250 raudonas S-KST61
1	Mini saugiklio laikiklis 40mm, from other side 174mm
1	Saugiklis, 2A, 32V, red
1	Maišelis su užsegimu 5x7cm

Pagal 5 – oje lentelėje pateiktas sudedamąsias dalis ir jų kiekius, projektuojamame korpusė turi būti: metalinio bėgelio montavimui skirta vieta, tvirtinimo zonos, metalinių plokštelių tvirtinimui numatytieji liežuvėliai – laikikliai, dvi skylės laidams ir sandarikliams įterpti, bei vieta PCB plokštėms montuoti. Korpuso viduje turi montuotis papildoma montavimo plokštė skirta akumuliatoriui ir PCB

plokštėms uždengti, kartu uždengiant ir viduje esančius laidus. Į montavimo plokštę privalo įsidėti montavimo plokštelė kištukiniam lizdui. Lauko interneto maršruto parinktuvo korpuso projektavimui priskiriamas ir korpuso dangtis – jo pagrindinė funkcija – apsaugoti viduje esančius komponentus nuo išorėje esančios drėgmės, saulės spindulių ir kitų, komponentus galinčių sugadinti, faktorių. Korpuso dangtyje privalo būti įmontuota guminė tarpinė, kokybiškai apsauganti nuo vandens pratekėjimo ir spynelė, skirta korpuso užrakinimui.

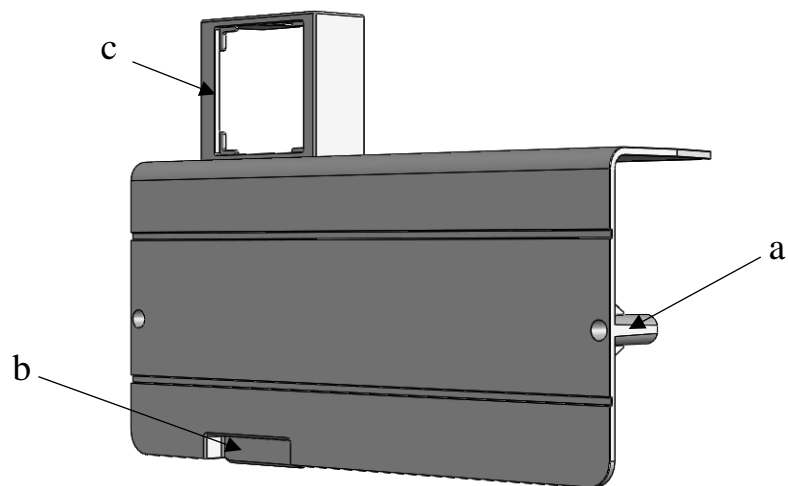
Visos projektuojamos dalys turi turėti 0,1 – 0,5 laipsnių nuožulas injekcinio formavimo metu siekiant išvengti didelių defektų, tokių kaip: netolygus plastiko pasiskirstymas, plastiko nubėgimai, oro burbuliukų intarpai plastike, netolygiai pasiskirsčiusi spalva, išsikraipę matmenys, neatitinkantys brėžiniuose nurodytų reikalavimų bei prastas kampų išliejimas, nulūžę fiksaciniai kabliukai ar kitos smulkios detalės išėmimo metu iš formos.

Atsižvelgus į pagrindinius korpusui išskeltus reikalavimus suprojektuotas lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinis korpusas (**5 pav.**). Maršruto parinktuvo korpuso dalys:

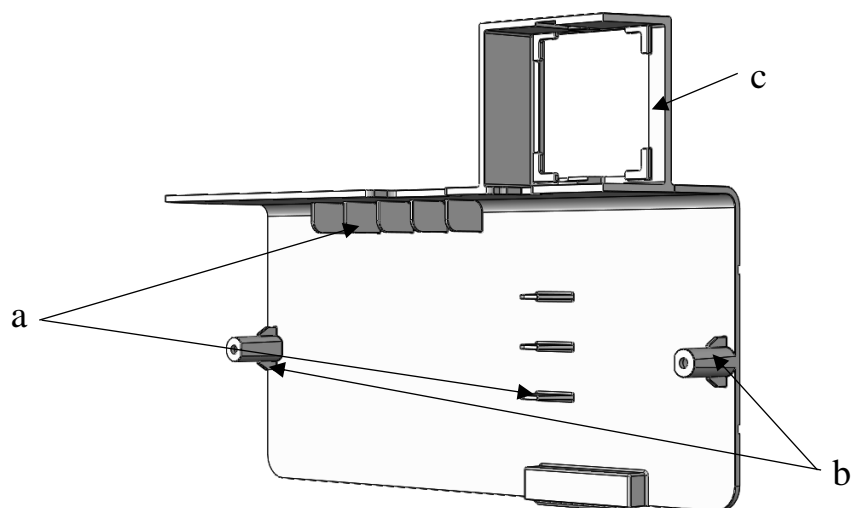
- 1) Kompleksinio korpuso montavimo plokštė (**6, 7 pav.**);
- 2) Kompleksinio korpuso montavimo plokštelė kištukiniam lizdui (**8 pav.**);
- 3) Kompleksinis korpusas (**9, 10 pav.**);
- 4) Kompleksinio korpuso dangtis (**11 pav.**).



5 pav. Suprojektuoto lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinio korpuso vizualizacija



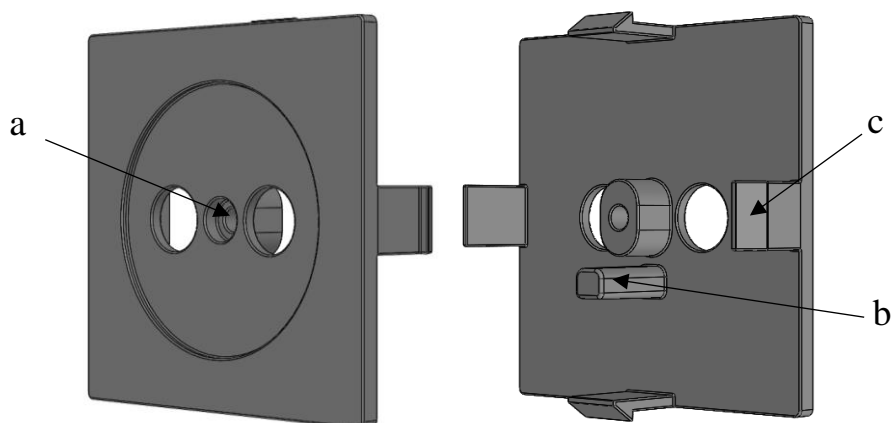
6 pav. Kompleksinio korpuso montavimo plokštė iš priekinės pusės: a - bokšteliai geresniam sutvirtinimui su korpusu; b - patogesniam įdėjimui ir išėjimui iš korpuso pritaikyta zona pirštams; c - rėmas kištukinio lizdo plokštei įstatyti



7 pav. Kompleksinio korpuso montavimo plokštė iš galinės pusės: a - atraminės sienelės akumuliatoriaus judėjimui slopinti; b - bokšteliai geresniam sutvirtinimui su korpusu; c - rėmas kištukinio lizdo plokštei įstatyti

Kompleksinio korpuso montavimo plokštėje suprojektuota:

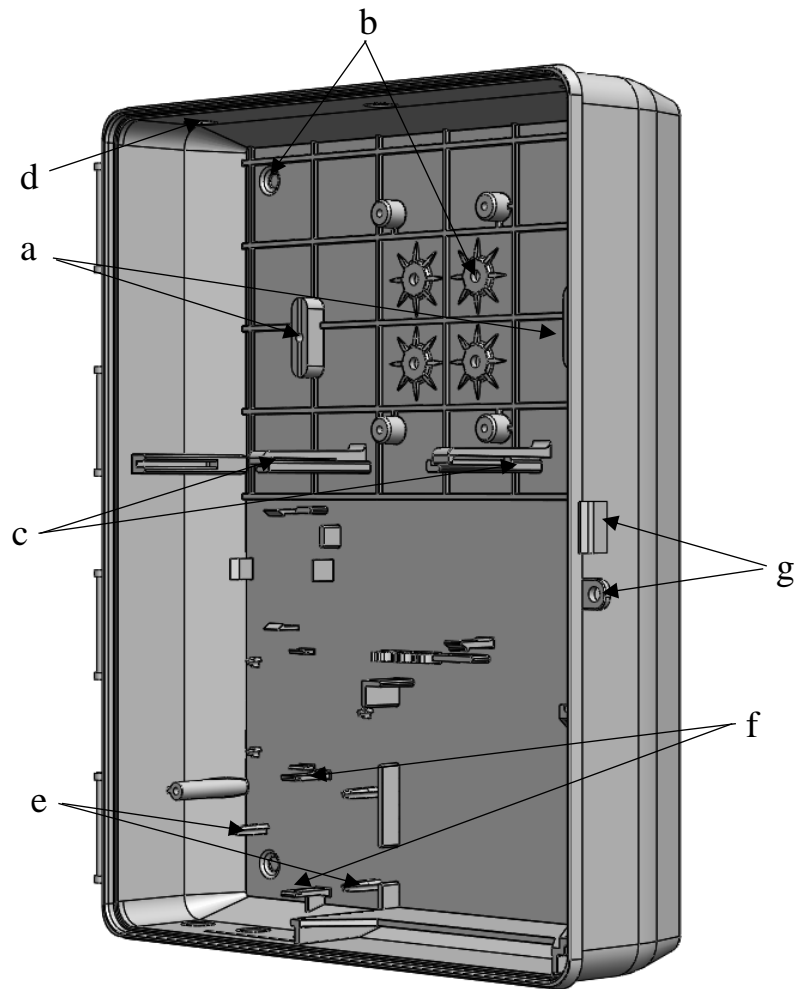
- bokšteliai ir atraminės sienelės geresniam sutvirtinimui su korpusu, kurie transportavimo metu neleidžia judančiam akumuliatoriui plėsti plokštės ir ją išlaužti, taip pat, neleidžia akumuliatoriui ir kitiems komponentams būti veikiamiems apkrovų iš išorinės pusės;
- patogesniam montavimo plokštės įdėjimui ir išėjimui iš korpuso suprojektuota zona pirštams, leidžianti patogiai apimti plokštę ir ją užfiksuoti korpusu;
- rėmas kištukiniam lizdui montuoti ir uždengti elektroninę dalį. Šis kištukinio lizdo rėmas padeda sutaupyti perkant kištukinį lizdą, kadangi iš tiekėjų užsakoma tik elektroninė dalis, o plastikinis kištukinio lizdo korpusas netaikomas.



8 pav. Kompleksinio korpuso montavimo plokštelė kištukiniam lizdui: a - skylė tvirtinimui varžtu prie kištukinio lizdo; b - atraminis, įdėjimo būdą koreguojantis bokštelis; c - fiksavimui su montavimo plokšte skirti kabliukai

Kompleksinio korpuso montavimo plokštelėje kištukiniam lizdui suprojektuota:

- skylė tvirtinimui varžtu prie kištukinio lizdo elektroninės dalies, tam, kad kištukinis lizdas būtų kokybiškai pritvirtinamas prie kompleksinio korpuso ir montavimo plokštės, ši kištukinio lizdo plokštelė suteikia papildomą tvirtinimą ir pačiai montavimo plokštei, kadangi montavimo plokštės iš korpuso išimti negalima, kol neatsukamas varžtas iš kištukinio lizdo plokštelės;
- atraminis, įdėjimo būdą koreguojantis bokštelis, kuris sutvirtina suprojektuotą konstrukciją bei koreguoja montavimo kryptį, kad kištukinio lizdo elektroninė dalis būtų įmontuota teisinga padėtimi;
- fiksavimui skirti kabliukai, užtikrinantys gerą ir stabilų fiksavimą su maršruto parinktuvo kompleksinio korpuso montavimo plokšte.

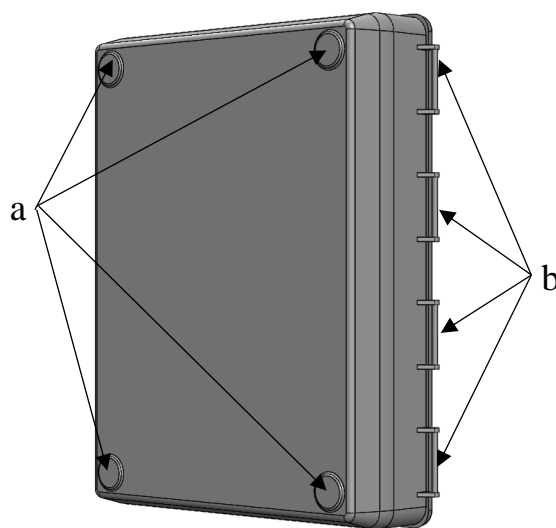


9 pav. Kompleksinis korpusas iš priekinės pusės: a - metalinio bėglio pritvirtinimo vieta; b - tvirtinimo taškai pagal vartotojo poreikius (prie plokštumos arba cilindrinio paviršiaus); c - metalinių plokštelių laikikliai; d - numatytosios vietos antenoms; e - bokšteliai PCB plokštėms laikyti ir apriboti judesius; f - kabliukai PCB plokščių tvirtinimui; g - uždarymo ir atidarymo kabliukas ir spynelė

Kompleksiniame korpuse suprojektuota:

- metalinio bėglio tvirtinimo zonos, kuriose savisriegiais montuojami bėgliai maršruto parinktuvams laikyti;
- tvirtinimo zonos pagal vartotojų poreikius – prie plokštumos arba prie cilindrinio paviršiaus. Šie tvirtinimo būdai leidžia korpusą saugiai montuoti ant stulpo arba prie sienos. Montavimui yra skirti keturi taškai, per kuriuos sukami varžtai su guminėmis tarpinėmis;
- metalinių plokštelių laikikliai, kurių dėka viduje esantys komponentai yra atskiriami nuo elektroninės dalies, ant metalinių plokštelių yra dedamos antenos;
- numatytosios vietos antenoms, kurios naudojamos pagal vartotojų poreikius, tai padidina gaminio funkcionalumą, kadangi galima pritaikyti laukui skirtas antenas. Tam, kad korpuse esantys komponentai neturėtų sąlyčio su vandeniu, taikomi sandarikliai.

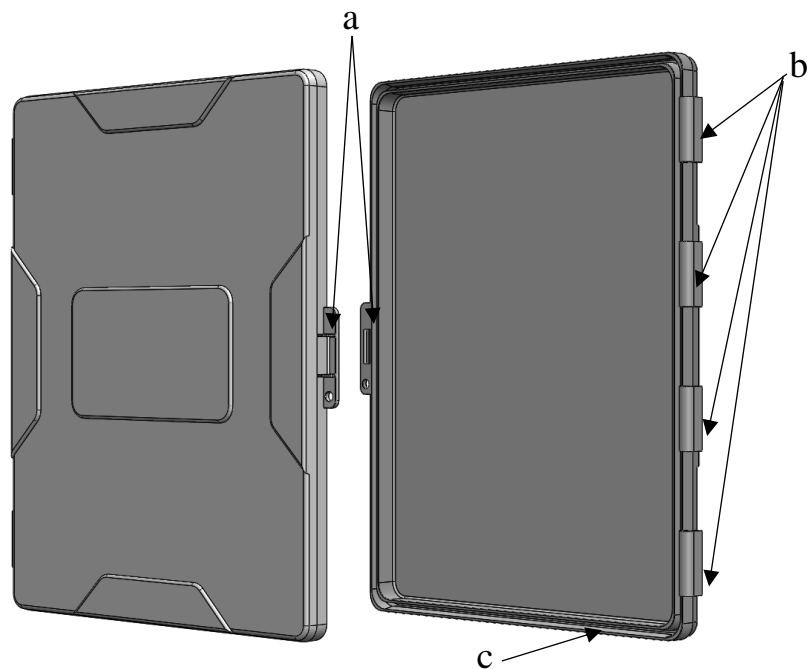
- PCB plokštę laikantys ir judesius apribojantys bokšteliai. Bokšteliai turi standinančiąsias briaunas iki tam tikro aukščio, ant kurio viršutinės plokštumos pasideda PCB plokščių apatinis paviršius, o bokštelių galvutės įsimontuoja į PCB plokštėse esančias kreipiančiąsias skylės.
- Kabliukai PCB plokštėms tvirtinti užmovus jas ant judesius apribojančių bokštelių su briaunomis. Tam, kad fiksavimui skirti kabliukai nenulūžtų lenkiant, jiems suprojektuojamos standinančiosios sienelės, kurios apriboja kabliuko judesį apatinėje dalyje.
- Uždarymo ir atidarymo kabliukas bei spynelė. Tai dvi atskiros konstrukcijos, naudojamos tvirtam korpuso ir dangčio/durelių fiksavimui tarpusavyje bei apsaugai nuo įsilaužėlių.
- Vyriai dangčiui varstyti. Vyrių konstrukcija nesunki, neapsunkinanti injekcinio formavimo proceso, ši konstrukcija užtikrina sklandų durelių varstymą bei patogų ir greitą surinkimą.



10 pav. Kompleksinis korpusas iš galinės pusės: a - tvirtinimo taškai pagal vartotojo poreikius (prie plokštumos arba cilindrinio paviršiaus); b - vyriai durelėms – dangčiui.

Kompleksinio korpuso dangčiui suprojektuota:

- užrakinimo ir atrakinimo spynelė, užtikrinanti apsaugą nuo įsibrovėlių, bei kokybiškam uždarymui skirtas kabliukas;
- kabliukai, skirti durelių varstymui, jų konstrukcija panaši į U raidės formą, todėl itin patogų įdėti korpusą. Atsižvelgus į suprojektuotą konstrukciją, gamyboje sutaupoma daug laiko surinkimo linijoje, o tai pagreitina gamybos procesus bei sumažina kaštus;
- griovelis tarpinei, kurios pagrindinė funkcija – apsaugoti korpuse esančius komponentus nuo vandens. Griovelis turi būti ženkliai mažesnio skersmens nei esančios tarpinės skersmuo tam, kad tarpinė būtų kokybiškai įspraudžiama į tarpelį ir netrukdytų sklandaus dangčio varstymo.



11 pav. Kompleksinio korpuso dangtis: a - užrakinimo ir atrakinimo spynelė; b - durelių – dangčio varstymui skirti kabliukai; c - tarpas tarpinei įdėti.

4.2 Lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinio korpuso konstrukcinė analizė

Suprojektavus gaminį ypatingai svarbu konstrukciniai skaičiavimai, leidžiantys įvertinti suprojektuoto lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinį korpusą ir jo konstrukcinius parametrus. Konstrukciniai skaičiavimai – tam tikrų dalių ar viso korpuso konstrukcijos apskaičiavimas apkraunant 3D CAD modelį nustatytomis jėgomis ir sukuriant tinklą. Skaičiavimai atliekami 2D ir 3D CAD modelių ir brėžinių projektavimo programomis SolidWorks, Autodesk Inventor ir kita.

Konstrukcinės analizės tikslas - apskaičiuoti suprojektuoto korpuso PCB fiksacinio kabliuko konstrukciją (**9 pav, f**), pateikti apkrovų, įtempių pasiskirstymo grafiką.

Tikslui pasiekti išskelti uždaviniai:

- 1) Apskaičiuoti reikalingas apkrovas numatytiesiems poslinkiams gauti;
- 2) Įvertinti konstrukcijos stiprumą;
- 3) Išsiaiškinti konstrukcijos stiprumo gerinimo būdus.

Analizėje naudoti duomenys:

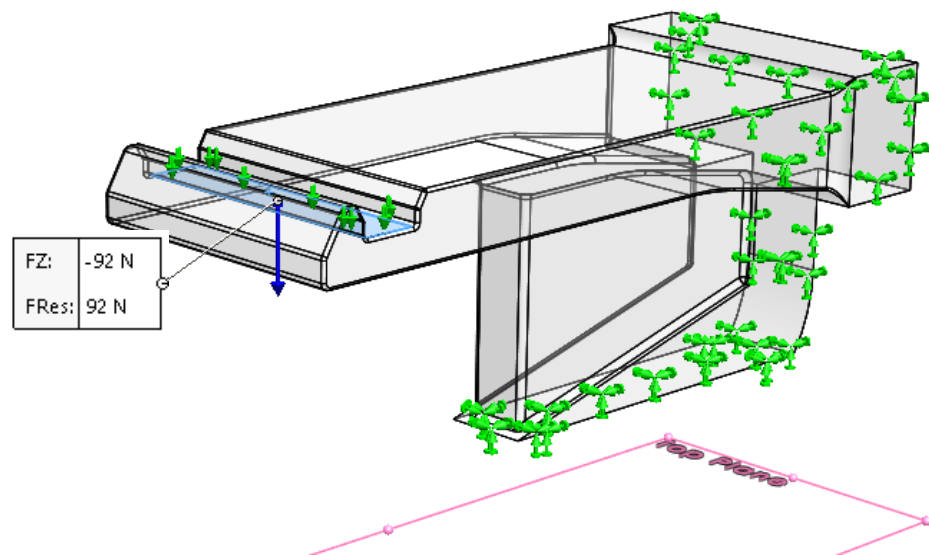
Fiksuojamas kabliukas skirtas PCB plokštės laikymui turi būti nulenkiamas 0,7 mm, tam, kad montuojama PCB plokštė būtų įstatoma ir nejudanti korpuso viduje. Siekiant patikrinti ar PCB plokštę fiksuojantis kabliukas nenulūš, atliekami konstrukciniai skaičiavimai pasirenkant 0,7 mm

poslinkį. Pagal poslinkių skaičiavimus galima įsivertinti naudojamos medžiagos atsparumą lenkiant ir apskaičiuoti naudojamos jėgos vertę numatytajam poslinkiui gauti.

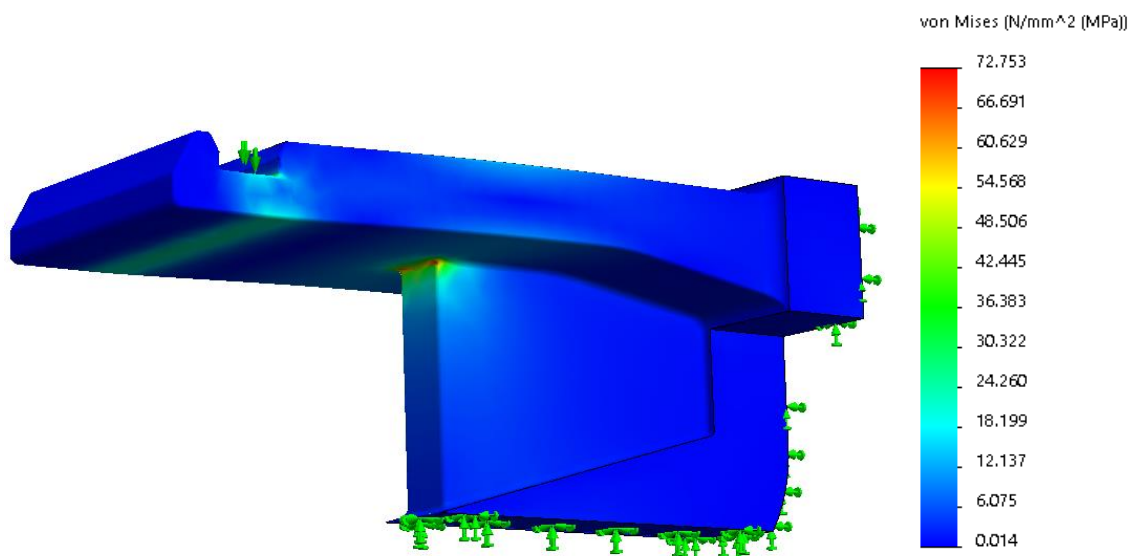
Rezultatai:

Iškeltų uždavinių rezultatai:

- 1) Norint nulenkti PCB plokštės fiksacinį kabliuką 0,7 mm, reikalinga 92 N apkrova (**12 pav.**);
- 2) Didžiausi įtempiai jaučiami standinančiosios sienelės ir kabliuko sandūroje, čia įtempiai siekia 72,8 MPa (**13 pav.**), tačiau kritinės ABS+PC stiprumo lenkiant ribos nesiekia (75 MPa);
- 3) Kabliuko viršutinėje dalyje apkrovos beveik nejaučiamos. Tam, kad sumažinti įtempius standinančiosios sienelės ir kabliuko sandūroje siekiant išvengti lūžių bei padidinti atsparumą lenkiant, reikalingas 0,5 laipsnių kampų užapvalinimas.



12 pav. Konstrukcinių skaičiavimų rezultatai taikant 0,7 mm poslinkį



13 Pav. Įtempių pasiskirstymas kabliuko konstrukcijoje parinkus 0,7 mm poslinkį

Taigi, atlikus PCB plokštės fiksavimui skirtą kabliuko konstrukcinę analizę, išsiaiškinta, jog kabliukui nulenkti iki 0,7 mm reikalinga 92 N apkrova, o siekiant sutvirtinti kabliuko konstrukciją, galimas 0,5 laipsnių užapvalinimo taikymas labiausiai įtemptis jaučiamoje zonoje (standinančiosios sienelės ir kabliuko liežuvėlio sandūra). Konstrukcija yra tinkama PCB plokštės fiksavimui.

5. EKONOMINIS VERTINIMAS

Kiekvienas įmonės atstovas trokšta, kad jo įmonėje kuriamas gaminys turėtų kuo mažesnes išlaidas ir investicijas, todėl itin svarbu atsižvelgti į ekonominius veiksnius, tokius kaip pagaminimo ir transportavimo išlaidas.

5.1 Ekonominis suprojektuoto korpuso kainų palyginimas Lietuvoje ir užsienyje

Kuriant gaminių bene svarbiausią vaidmenį gamintojų pasirinkimui vaidina kaina ir kokybė. Kainos ir kokybės santykis yra vienas iš pagrindinių rodiklių, verčiančių rinktis vieną ar kitą gamintoją. Ne paslaptis, kad neretai ir kokybės rodiklis nublinksta prieš ekonominius rodiklius. Siekiant išsirinkti gamintoją, produkto kūrėjai atlieka kainų palyginimus tarp įvairių šalių atsižvelgiant į gamintojų formuluojamus kainų pasiūlymus prie tam tikro gaminamų detalių skaičiaus (**6 lentelė**).

6 lentelė. Ekonominis projektuojamo korpuso kainų palyginimas Lietuvoje ir užsienyje 2016 metais

Šalis	Injekcinio formavimo formos kaina	Gaminio kaina gaminant 1 000 vnt.	Gaminio kaina gaminant 10 000 vnt.	Transportavimas be gamybos proceso
Lietuva	8750 Eur	2,35 Eur	1,62 Eur	1 savaitės
Vokietija	6350 Eur	1,31 Eur	0,94 Eur	1 mėnesis
Jungtinės Amerikos Valstijos	7600 Eur	0,97 Eur	0,72 Eur	1 mėnesis
Kinija	5800 Eur	0,80 Eur	0,50 Eur	1 mėnesis

Iš 6-oje lentelėje pateiktų duomenų matyti, jog Lietuvoje gamybos kaštai 2016 metais buvo ženkliai didesni nei kitose šalyse. Lietuvos gamintojai siūlė beveik du kartus didesnę kainą, nei Kinija. Kainos atžvilgiu Jungtinių Amerikos Valstijų ekonominiai rodikliai panašūs į Lietuvos ekonominius rodiklius, o Vokietijos – užima trečiąją vietą pagal kainų palyginimą 2016 metais (duomenys iš UAB „Teltonika“ įmonės archyvo).

Keičiantis Lietuvos ekonomikai keičiasi ir paslaugų kainos, o tai labai smarkiai įtakoja gamyklose gaminamų gaminių kainą – jei paslaugų kainos mažėja, tai parduodamos prekės kaina mažėja lygiagrečiai. Atlikus 2017 metų kainų palyginimą tarp Lietuvos ir užsienio šalių gamintojų teikiamus pasiūlymus (duomenys iš UAB „Teltonika“ įmonės archyvo pateikti **7 – oje lentelėje**), matomi labai dideli pokyčiai Lietuvos ekonomikoje.

7 lentelė. Ekonominis projektuojamo korpuso kainų palyginimas Lietuvoje ir užsienyje 2017 metais

Šalis	Injekcinio formavimo formos kaina	Gaminio kaina gaminant 1 000 vnt.	Gaminio kaina gaminant 10 000 vnt.	Transportavimas be gamybos proceso
Lietuva	8500 Eur	0,93 Eur	0,40 Eur	1 savaitė
Vokietija	6200 Eur	1,10 Eur	0,72 Eur	1 mėnesis
Jungtinės Amerikos Valstijos	7550 Eur	0,70 Eur	0.50 Eur	1 mėnesis
Kinija	5800 Eur	0,76 Eur	0,50 Eur	1 mėnesis

Pagal 7-oje lentelėje pateikiamus rezultatus, matoma, jog Lietuvos ekonomika ženkliai pagerėjo, todėl Lietuvoje esančioms gamybos įmonėms labai svarbu tinkamai susidėlioti prioritetus, palyginti gamintojų siūlomas kainas bei įvertinti transportavimo išlaidas bei pačią transportavimo trukmę.

Pagal 2017 metų pateiktus įmonių injekcinio formavimo formos ir gamybos kainų pasiūlymus uždarajai akcinei bendrovei „Teltonika“, Lietuvos gamintojai siūlo ženkliai mažesnes kainas nei 2016 metais, nepaisant to, kad injekcinio formavimo formos kaina yra didžiausia (8500 Eur, kai tuo tarpu Kinijoje injekcinio formavimo formos kaina mažiausia – 5800 Eur), tačiau atsižvelgus į pagaminamų gaminių kiekį bei transportavimo trukmę ir transportavimo išlaidas, kokybės užtikrinimą, Lietuvoje gaminamų gaminių kaina ženkliai mažesnė nei gaminant užsienyje.

Neretai kaina turi didelę sąsają su kokybe ir jos užtikrinimu – kuo mažesnė kaina, tuo žemesnės kokybės gaminių galima tikėtis iš gamintojo. Lietuvoje esantys gamintojai (**8 lentelė**) išlaiko aukštą gaminių kokybę, todėl kai kurios įmonės yra pasiruošę mokėti daugiau už gaminamą produktą.

Kiti svarbūs užsienio gamintojų trūkumai – komunikavimas su užsakovu bei defektų šalinimas. Kinijos gamintojai siūlo ištis mažas gamybos kainas, tačiau su gamintojais labai sunku komunikuoti. Kinija yra kitoje laiko juostoje nei Lietuva, todėl su šios šalies gamintojais galima susisiekti tik iki vidurdienio Lietuvos laiku, taip pat, Kinijoje dažnai vyksta įvairiausio valstybinės šventės, trunkančios savaitėmis ir tuo metu gamintojai nedirba, neatsako į laiškus ir komunikuoja tik šventėms pasibaigus.

8 lentelė. Lietuvoje esantys gamintojai, užsiimantys plastikų injekcinio formavimo metodu ir kainų palyginimas su Kinijos gamintojais

Įmonė	Kokybė	Kaina
UAB „Triplan“	Aukšta	Žema (konkurencinga)
UAB“ Hoda“	Aukšta	Vidutinė
Uab „Frilux“	Aukšta	Aukšta (nekonkurencinga)

Lietuvoje injekciniu formavimu užsiimančių įmonių nėra daug, tačiau kiekviena jų turi savo pastovių klientų ratą. Dažnai pasitaiko, jog ne užsakovas renkasi gamintoją, bet gamintojas užsakovą – tai priklauso nuo užsakovo pateikiamo užsakymo dydžio, gaminamų partijų kiekio ir pasirinktų medžiagų. Gamintojai kainas nustato patys ir, jei jiems palankus, didelį pelną nešantis užsakovas, stengiamasi jį paversti pastoviu klientu, kuriam taikomos didelės nuolaidos. Iš 8 – oje lentelėje pateikiamų įmonių sąrašo labiausiai konkuruojančios tarpusavyje „UAB“ Hoda ir UAB „Triplan“, kadangi kainos ir kokybės santykis yra artimas vienas kitam.

Gamintojas ypatingą dėmesį turi skirti produkto gyvavimo ciklui ir stengtis savo produktą į rinką paleisti kuo greičiau, kadangi jo gyvavimo ciklas pastaraisiais metais smarkiai trumpėja dėl sparčios technologijų plėtros ir inovacijų augimo. Dėl greito produktų įvairovės augimo kiekvienas gamintojas turi individualizuoti savo produktą, t.y., pritaikyti pagal tam tikrus individualius skirtingų grupių poreikius.

Kaina proporcingai atitinka kokybę – maža kaina dažniausiai atspindi galimas kokybės problemas. Įmonėms, kurios dirba su Lietuvos gamintojais, labai lengva komunikuoti, kadangi užsakovo darbo laikas dažniausiai sutampa su gamintojo darbo laiku, jiems galima skambinti, rašyti laiškus, nuvykti pas gamintoją ir komunikavimas neužims savaitės tam, kad išsiaiškinti vieną ar kitą problemą.

Lietuvių gamintojai siekia aukštos kokybės gaminamiems produktams – puikus pagaminimas, o defektams atsiradus – greitas jų pašalinimas, itin kokybiškas pakavimas ir greitas transportavimas iš gamintojo pas užsakovą. Užsienio gamintojai neskiria didelio dėmesio pakavimui, todėl dažnai gaminiai gaunami su suplėšytomis pakavimo medžiagomis, užsakovą pasiekia korpusai su įbrėžimais, nulaužtomis auselėmis.

Taigi, atlikus ekonominį suprojektuoto kompleksinio korpuso formos kainų palyginimą, išsiaiškinta, jog korpuso gamybą kainos, kokybės ir transportavimo trukmės santykiu rekomenduojama atlikti Lietuvoje. Lietuvoje gaminamo korpuso kokybė bus ženkliai aukštesnė nei gaminant Kinijoje ar kitoje užsienio šalyje, kainos atžvilgiu bus smarkiai sutaupoma ir gaminiai pristatomi kur kas greičiau nei pasirenkant užsienio gamintojus.

5.2 Ekonominis suprojektuoto korpuso transportavimo kainų palyginimas Lietuvoje ir užsienyje

Gamybos proceso metu neatsiejama eigos dalis – gaminio transportavimas. Gaminio (krovinio) transportavimo savybėmis vadinamos gaminio transportavimo ypatybės, nulemiančios gaminio saugojimo sąlygas, techniką, transportavimo procesą bei krovinio pakrovimą.

Gaminį transportavimo metu veikia daug veiksnių, jie suskirstomi į: tokius, kurių galima išvengti ir tuos, kurių negalima išvengti. Tie veiksniai, kurie nulemiami žmogiškojo faktoriaus, vadinami galimais išvengti – prastas įpakavimas, neteisingas įkrovimas ar tvirtinimas. Veiksniai, kurių negalima išvengti transportavimo metu yra tiesiogiai susiję su transporto priemone, keliais ir su žmogiškuoju faktoriumi jokios sąsajos neturi.

Dažniausiai transportavimo rūšis pasirenkama pagal užsakovo poreikius: mažesnė paslaugos kaina, trumpesnė transportavimo trukmė, kokybės išsaugojimas ar kita.

Gaminio transportavimo rūšys ir jų privalumai/trūkumai [33]:

Geležinkelių transportas: a) didelė dalis įmonių turi privažiavimui skirtus kelius; b) transportavimo koordinavimas; c) nedidelė oro sąlygų įtaka transportavimui; d) itin didelė keliamoji galia (masinio gaminių gabenimo galimybė); e) nedidelė transportavimo savikaina.

Automobilių transportas: a) didelis manevringumas; b) galimybė pervežti gaminius nuo gamintojo iki pat užsakovo; c) greitas transportavimas; d) galima vežti tik smulkius gaminius ar jų komponentus; e) didelė transportavimo savikaina (transportavimo priemonėse maža talpa), didelė oro tarša ir didelis rizikos faktorius avarinėms situacijoms.

Jūrų transportas: a) galimybė atlikti tarpžemyninius masinius krovinių gabenimus; b) nedidelės investicijos keliams ir jų išlaikymui (tokio transportavimo rūšiai taikomas kanalų priežiūros mokestis) c) galimas pastovus nepertraukiamas gamybinės linijos transportavimas dėl didelės laivų talpos d)itin mažos energijos sąnaudos, dėl to ženkliai sumažėja transportavimo savikaina; e) itin didelis priklausomumas oro sąlygoms, dėl kurių iškyla rizika; f) reikalauja specialios įrangos įkraunant ir iškraunant gaminius (krovinius) uostose.

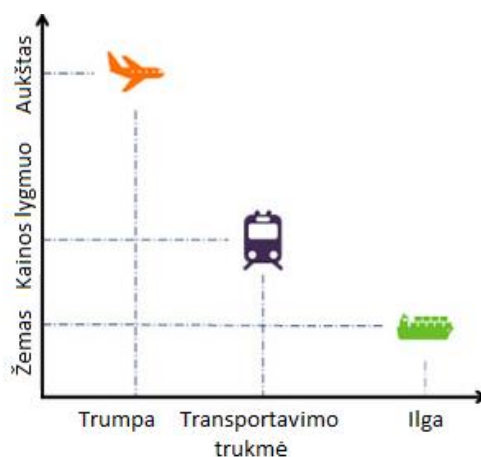
Oro transportas: a) itin greitas transportavimas; b) galimybė nepertraukiamai transportuoti gaminius; c) labai nedidelė keliamoji galia; d) pati didžiausia transportuojamų krovinių savikaina.

Taigi, iš gaminio transportavimo rūšių privalumų ir trūkumų matoma, jog gabenant didelių gabaritų masinę produkciją labiausiai tinkamos transportavimo rūšys yra geležinkelių ir jūrų transportas, tačiau jei masinę produkciją yra mažų gabaritų ir atstumai tarp gamintojo ir užsakovo nėra dideli, tuomet palankesnė transportavimo rūšis – automobilių transportas.

Vieni iš svarbiausių ir pagrindinių transportavimo aspektų yra kaina ir transportavimo laikas (9 lentelė, 14 pav.)

9 lentelė. Transportavimo kainų palyginimas [Iš UAB „Teltonika“ archyvo]

Transportavimo tipas	Transportavimo kaina	Transportavimo trukmė į Lietuvą
Gabenimas jūrų transportu	5 Eur./kg	4 savaitės
Gabenimas oro transportu	8 Eur./kg	5-10 dienų
Gabenimas traukiniu	6 Eur./kg	2 savaitės



14 Pav. Transportavimo kainos ir laiko santykio grafikas [34]

Iš grafiko ir palyginamosios lentelės matyti, jog gaminių transportavimas lėktuvu užima aukščiausią vietą pagal kainą (brangiausias transportavimo būdas), antrąją vietą užima transportavimas traukiniu, o trečiąją (pigiausias transportavimo būdas) užima gabenimas laivu. Kainos atitinkamai atsveria transportavimo trukmę. Ilgiausia transportavimo trukmė priskiriama gabenimui laivu, o greičiausia – lėktuvu. Iš palyginimo matyti, jog kaina tolygiai pasiskirsčiusi gaminių transportavimo trukmei (kuo transportavimas brangesnis, tuo trukmė mažesnė.) Kiekviena transportavimo rūšis gali būti pasirinkta pačio užsakovo pradėjus komunikuoti su gamintoju, retais atvejais gamintojas nustato savo transportavimo sąlygas. Prie transportavimo taip pat priskiriamas gaminio supakavimas ir jo paruošimas transportavimui. Klientas, gavęs nekokybiškai supakuotas prekes ir įžvelgdamas riziką, kad transportuojamo gaminio kokybė gali nukentėti tiek išoriškai, tiek funkciškai, - turi teisę kreiptis į gamintoją ir prašyti keisti įpakavimo būdą ir medžiagas.

Taigi, pagal pateiktą gaminio transportavimo rūšių privalumų ir trūkumų bei transportavimo kainos ir laiko santykio grafiko įvertinimą nuspręsta taikyti kelių transportavimo rūšį (automobiliu/sunkvežimiu). Kadangi projektuojamo korpuso gamybos procesai atliekami Lietuvoje, netaikomas transportavimas oro ir jūrų transportais, o kadangi tarp miestiniai atstumai nėra itin dideli, siekiant sumažinti kaštus, taikoma kelių transportavimo rūšis.

IŠVADOS

1. Darbe suprojektuotas padidinto funkcionalumo lauko interneto maršruto parinktuvo kompleksinis plastikinis korpusas su kištukinio lizdo montavimo galimybe, atliktas jo savybių tyrimas bei gamybos kaštų Lietuvoje ir užsienyje palyginamoji analizė.
2. Atlikus plastikų naudojamų elektronikos prietaisų korpusų gamybai asortimento analizę ir vandens absorbcijos tyrimą nustatyta, kad tinkamiausia medžiaga interneto maršruto parinktuvo kompleksiniam korpusui gaminti yra akrilnitrilo butadieno stireno kopolimero ir polikarbonato polimerų mišinys. Šis mišinys pasižymi geromis mechaninėmis savybėmis, tinkamas naudoti lauko sąlygomis dėl mažos vandens absorbcijos – iki 0,3 % ir atsparumo ultravioletiniams spinduliams.
3. Sudarytas maršruto parinktuvo korpuso kompiuterinis erdvinis modelis ir atlikta stiprumo analizė PCB plokštę fiksuojantiems kabliukams. Parinkus 0,7 mm poslinkį PCB plokštės fiksaciniam kabliukui, išsiaiškinta, kad reikalinga jėga kabliukui nulenkti iki 0,7 mm vertės reikia 92 N, taip pat, išsiaiškinta, jog labiausiai pažeidžiama ir didžiausią apkrovą patirianti zona yra kabliuko ir standinančiosios sienelės sandūra. Nustatyta, kad sandūroje reikalingas 0,5 laipsnių užapvalinimas, norint padidinti atsparumą lenkimui ir sumažinti tikimybę konstrukcijos lūžiui.
4. Atlikta maršruto parinktuvo kompleksinio korpuso gamybos injekcinio formavimo būdu kaštų Lietuvoje ir užsienyje palyginamoji analizė parodė, kad kainos, kokybės ir transportavimo trukmės santykiu Lietuvos įmonės šiuo metu yra itin konkurencingos (jų siūlomos kainos yra nuo 0,40 eur. iki 0,95 eur.) ir tikslinga korpusą gaminti Lietuvoje.

NAUDOTOS LITERATŪROS IR KITŲ INFORMACIJOS ŠALTINIŲ SĄRAŠAS

1. A. Koujalagi. Security Issues in Router, , 2014: p. 53.
2. BEC analogo charakteristikos. Žiūrėta 2017/10/15. Prieiga per internetą: http://bectechnologies.net/portfolio_item/mx-200a-odu/
3. Nema Box analogo charakteristikos. Žiūrėta 2017/10/15. Prieiga per internetą: <http://www.ebay.com/itm/Outdoor-Waterproof-Enclosure-Nema-Box-Cabinet-w-Wifi-Label-Router-Bridges-/271168385817>
4. Invictus analogo charakteristikos. Žiūrėta 2017/10/15. Prieiga per internetą: <https://www.invictuswireless.com/ENC196-p/enc196.htm>
5. P. Oppenheimer, Top-Down Network Design, 2004: p. 41.
6. D-Circuit analogo charakteristikos. Žiūrėta 2017/10/15. Prieiga per internetą: <https://www.grainger.com/product/SQUARE-D-Circuit-Breaker-Enclosure-4B256>
7. Primus Cable analogo charakteristikos. Žiūrėta 2017/10/15. Prieiga per internetą: <http://www.primuscable.com/store/p/6177-Wall-Mount-Fiber-Enclosure-Single-Door-Up-to-36-Splices-Trays-Included.aspx>
8. Analogo charakteristikos. Žiūrėta 2017/10/15. Prieiga per internetą: https://shop.duxtel.com.au/product_info.php?products_id=363&osCsid=3rd1o2vgkm4qtjtf29er8m2ou6
9. A. H. Redford, Design for Assembly– Principles and Practice, 1994: p. 105-110.
10. S. Grewal, Manufacturing Process Design and Costing– An Integrated Approach, New York, 2011: p 2-13.
11. T. Misiukonis, Koučingo praktika vadovams, Litres, Lietuva, 2017: p. 19.
12. M. Jenkins, N. Mills, Plastics– Microstructure and Engineering Applications, 2005: p. 9.
13. S. Patrick, Practical Guide to Polyvinyl Chloride, 2005.
14. T. Proulx, Mechanics of Time-Dependent Materials and Processes in Conventional and Multifunctional Materials, Volume 3, 2011: p. 18-20.
15. Stiklotekstolito mechaninės savybės. Žiūrėta 2017/10/16. Prieiga per internetą: <http://plastena.lt/engineering-plastics-for-industry-glass-textolite-hgw-sheets>
16. P. Zeus, Industrial Products, Inc, UV Properties of Plastic: Transmission and Resistance, , 2017.
17. A. Luinstra and Endres Borchardt Material Properties of Poly(Propylene Carbonates), 2011: p. 31-37.
18. T. J. Spencer, P. A. Kohl, Decomposition of poly(propylene carbonate) with UV sensitive iodonium salts, Georgia Insitute of Technology, USA, 2011: p. 30.

19. O. Olabisi, Kolapo Adewale, Handbook of Thermoplastics, Second Edition, 2016: p. 193.
20. L. A. Utracki, Commercial Polymer Blends. London, Chapman & Hall, 1998: p. 658.
21. P. Corish, J. Concise, Encyclopedia of Polymer Processing & Applications. Oxford, Pergamos Press, 1992: p. 771.
22. G. O. Simon, G. P. Polymer Blends and Alloys. New York, Marcel Dekker, Inc, 1999: p. 745.
23. W. Grellmann, Deformation and Fracture Behaviour of Polymers. Berlin, Springer, 2001: p. 599.
24. A. N. Wilkinson, A. J. Ryan, Polymer Processing and Structure Development. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1999: p. 577.
25. B. Strong, A. Plastics Materials and Processing. Upper Saddle River, Prentice Hall, 2000: p. 811.
26. Буспалов, Ю. А., Коваленко, Н. Г. Многокомпонентные системы на основе полимеров. Ленинград, 1981: с. 88
27. M.S. Mat-Shayuti, M.Z. Abdullah and P.S.M. Megat-Yusoff, Asian Journal of Scientific Research, 2013: p. 157.
28. G. V. Salmoria, J. L. Leite, A. T. N. Pires, C, R. M. Roesler, Mechanical properties of PA6/PA12 blend specimen prepared by selective laser sintering, Brazil, 2011.
29. K. Palari, Study on Mechanical Characteristics of ABS/PC Mixed with Different Proportion of Rice Husk, 2003.
30. R. Krache, I. Debbah, Some Mechanical and Thermal Properties of PC/ABS Blends, LMPMP, Département de Génie des Procédés, Faculté de Technologie, 2011.
31. F.-PTseng J. Lin.-RTseng F.-CChang, Poly(oxypropylene)-amide grafted polypropylene as novel compatibilizer for PP and PA6 blends, 2005: p. 713-725.
32. B. Ellis, R. Smith, Polymers: A Property Database, Second Edition, 2008: p. 505.
33. A. A. Vasiliauskas, Krovinių vežimo technologijos, Klaipėda, 2013: p. 30-31.
34. W.P. Daniels, The Price of Transportation Service: A Theory of American Railroad Rates, Kalifornija, 2007: p. 80

PRIEDAI

I PRIEDAS

VANDENS ABSORBCIJOS NUSTATYMO TARPINIAI REZULTATAI

Bandinių svoris (gramais) prieš pamerkiant į distiliuotą vandenį						
	PVC - U	STEF	PPC - UV	POM	PA6	PE300
1 bandinys	20,339	19,752	9,777	14,798	12,518	10,278
2 bandinys	21,033	19,386	10,422	14,422	12,488	10,365
3 bandinys	21,032	19,481	10,209	15,045	12,737	10,308
Vidurkis (g):						
Vidurkis (mg):						
Bandinių svoris (gramais) po 24 val.						
	PVC - U	STEF	PPC - UV	POM	PA6	PE300
1 bandinys	20.359	19.794	9.789	14.88	12.875	10.281
2 bandinys	21.058	19.428	10.19	14.52	12.875	10.383
3 bandinys	21.062	19.524	10.226	15.13	13.091	10.314
Vidurkis (g):	20.82633	19.582	10.06833	14.84333	12.947	10.326
Vidurkis (mg):	20826.33	19582	10068.33	14843.33	12947	10326
Bandinių svoris (gramais) po 48 val.						
	PVC - U	STEF	PPC - UV	POM	PA6	PE300
1 bandinys	20.368	19.797	9.829	14.895	13.037	10.335
2 bandinys	21.064	19.43	10.203	14.53	13.039	10.412
3 bandinys	21.076	19.522	10.243	15.159	13.282	10.344
Vidurkis (g):	20.836	19.583	10.09167	14.86133	13.11933	10.36367
Vidurkis (mg):	20836	19583	10091.67	14861.33	13119.33	10363.67
Bandinių svoris (gramais) po 72 val.						
	PVC - U	STEF	PPC - UV	POM	PA6	PE300
1 bandinys	20.386	19.8	9.901	14.921	13.125	10.362
2 bandinys	21.065	19.445	10.208	14.563	13.081	10.461
3 bandinys	21.097	19.556	10.265	15.176	13.34	10.346
Vidurkis (g):	20.84933	19.60033	10.12467	14.88667	13.182	10.38967
Vidurkis (mg):	20849.33	19600.33	10124.67	14886.67	13182	10389.67
Bandinių svoris (gramais) po 96 val.						
	PVC - U	STEF	PPC - UV	POM	PA6	PE300
1 bandinys	20.39	19.808	9.909	14.913	13.209	10.387
2 bandinys	21.088	19.453	10.213	14.557	13.201	10.451
3 bandinys	21.085	19.56	10.261	15.207	13.485	10.352
Vidurkis (g):	20.85433	19.607	10.12767	14.89233	13.29833	10.39667
Vidurkis (mg):	20854.33	19607	10127.67	14892.33	13298.33	10396.67
Bandinių svoris (gramais) po 120 val.						
	PVC - U	STEF	PPC - UV	POM	PA6	PE300
1 bandinys	20.387	19.815	9.912	14.946	13.235	10.403
2 bandinys	21.091	19.451	10.215	14.559	13.212	10.444
3 bandinys	21.0855	19.566	10.26	15.182	13.49	10.362
Vidurkis (g):	20.8545	19.61067	10.129	14.89567	13.31233	10.403
Vidurkis (mg):	20854.5	19610.67	10129	14895.67	13312.33	10403

II PRIEDAS

MEDŽIAGŲ SPECIFIKACINIAI DUOMENYS

III PRIEDAS

BRĖŽINIAI

PAR Group Ltd

Polyethylene PE300 Sheet - HDPE

Technical Data Sheet



Physical Properties	Test	Unit	Result
Specific gravity	ISO 1183	g/cm ³	0.96
Water absorption	ISO 62	%	0.01
Maximum service temp. Upper temp. limit (no stronger mechanical stress involved)	-	°C	80
Lower temp. limit	-	°C	-50
Mechanical Properties	Test	Unit	Result
Tensile strength at yield	ISO 527	MPa	22
Elongation at yield	ISO 527	%	9
Tensile strength at break	ISO 527	MPa	-
Elongation at break	ISO 527	%	300
Impact strength	ISO 179	kJ/m ²	no break
Notch impact strength	ISO 179	kJ/m ²	19
Ball indentation / Rockwell hardness	ISO 2039-1	MPa	40
Shore-D	DIN 53505	-	64
Flexural strength	ISO 178	MPa	-
Modulus of elasticity	ISO 527	MPa	900
Thermal Properties	Test Method	Unit	Result
Vicat-softening point VST/B/50	ISO 306	°C	-
Heat deflection temperature HDT/B	ISO 75	°C	-
HDT/A	-	°C	-
Coefficient of linear thermal expansion	DIN 53752	k ⁻¹ *10 ⁻⁴	1.8 x 10 ⁻⁴
Thermal conductivity at 20°C	DIN 52612	W/(m*K)	0.38
Electrical Properties	Test Method	Unit	Result
Volume resistivity	VDE 0303	Ω x m	-
Surface resistivity	-	Ω	10 ¹⁴
Dielectric constant at 1 MHz	-	-	-
Dielectric loss factor at 1 MHz	DIN 53483	-	-
Dielectric strength	VDE 0303	kV/mm	47
Tracking resistance	IEC 60112	-	>600
Additional Data	Test Method	Unit	Result
Bondability	-	-	+
Food compliance	FDA	-	+
Flammability	UL 94	-	HB

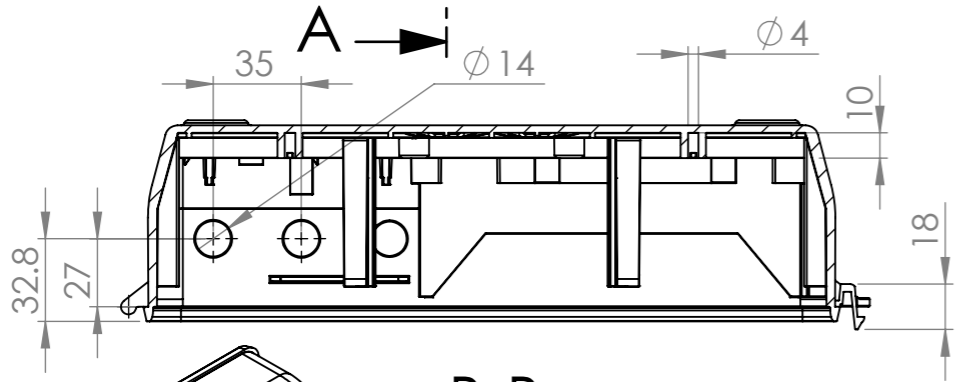
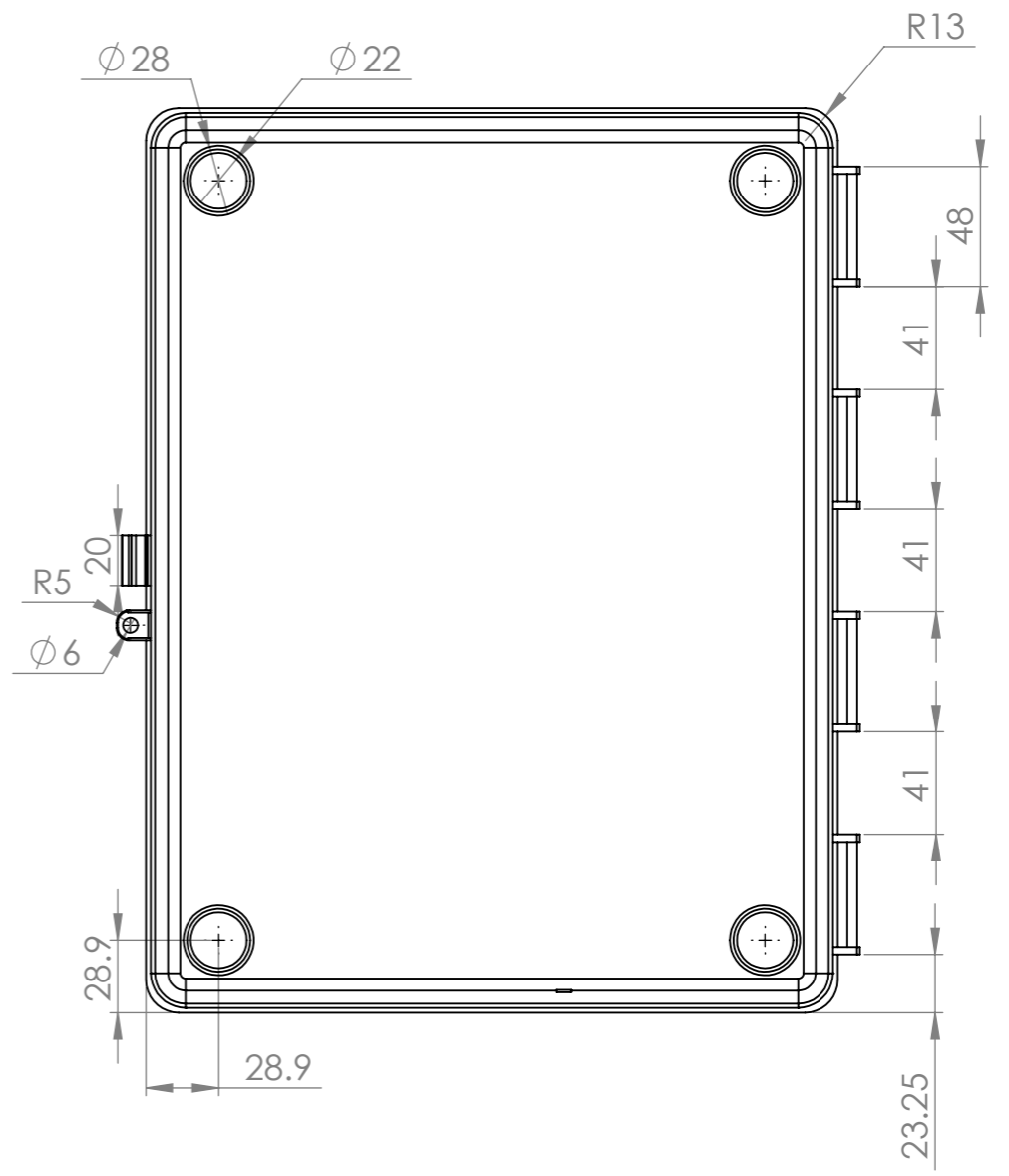
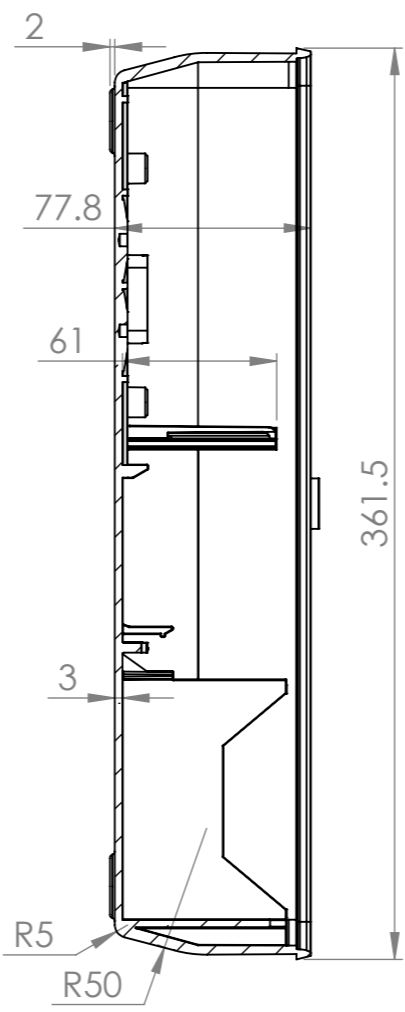
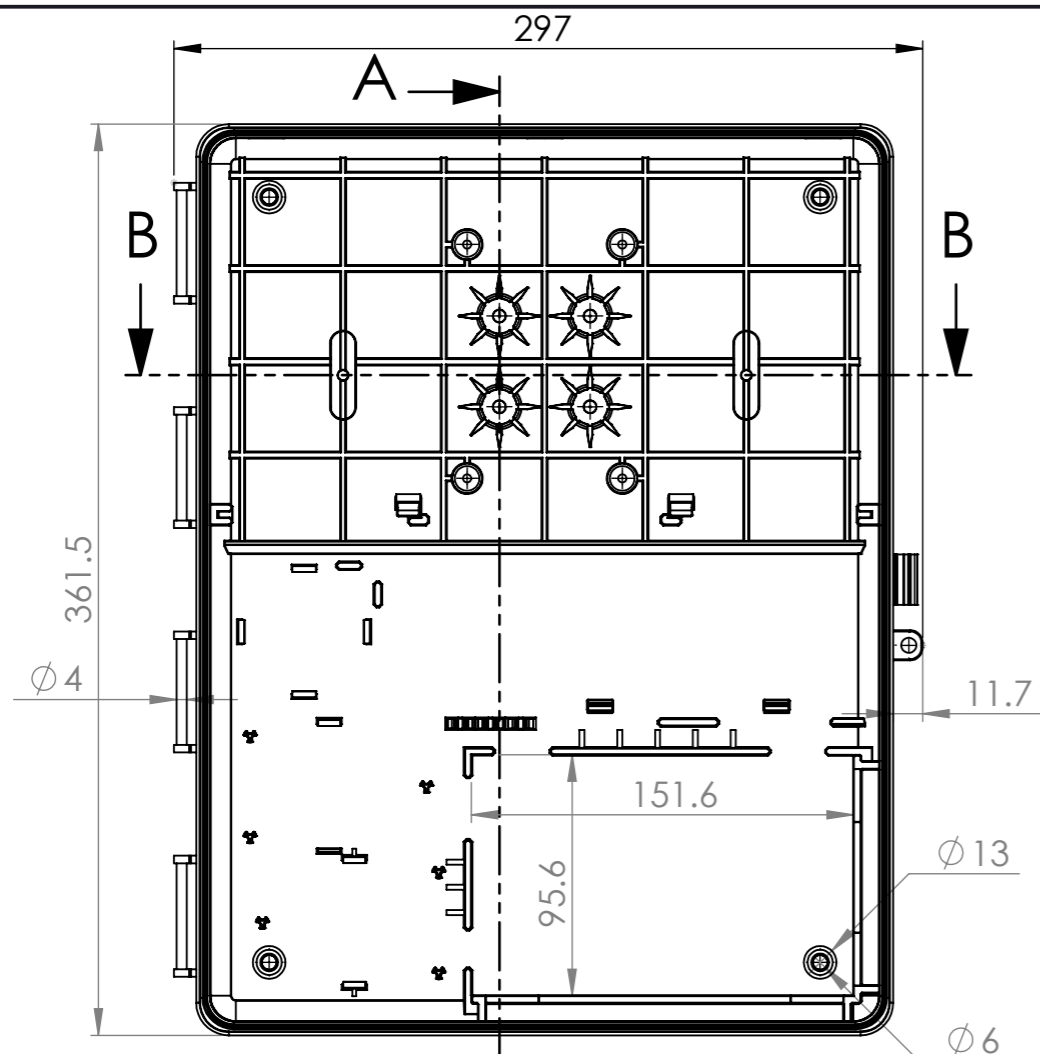
All recommendations and information contained on this data sheet are, to the best of our knowledge, correct. Product specifications are intended as guidelines. Since conditions of service are beyond our control, users must satisfy themselves that products are suitable for the intended use. No guarantee or warranty is given or implied in respect of information or recommendations, or that any use of products will not infringe rights belonging to other parties. We reserve the right to change product design and properties without notification.

Agent	Concentration %	Working Temp		Agent	Concentration %	Working Temp	
		20°C	60°C			20°C	60°C
				Hydrofluoric acid	40	+	o
Acetic Acid	100	+	o	Hydrogen peroxide	10	+	+
Acetone	100	+	+/o	Hydrogen Sulphide		+	+/o
Ammonia	Conc.	+	+	Isopropyl Alcohol	100	+	+
Ammonium chloride		+	+	Mercurochrome		+	+/o
Amyl Alcohol		+	+	Methyl alcohol	100	+	+
Benzene		+/o	o/-	Methyl ethyl ketone	100	+	-
Bleaching Solution	12,5 Cl	o	-	Methylene chloride	100	o/-	-
Boric Acid	100	+	+	Nitric acid	10	+	+
Brake Fluid		+	+	Nitric acid	50	o	o/-
Butyl Acetate		+	o	Nitrobenzine		+	+/o
Calcium Chloride		+	+	Oxalic Acid		+	+
Carbon disulphide	100	o	-	Ozone, gas	ca. 0,5 ppm	+/o	-
Carbon Tetrachloride		o/-	-	Paraffin Oil	100	+	+
Chlorine, gas	100	o	-	Perchlorethylene		o	-
Chlorobenzene	100	o	-	Petroleum	100	+	o
Chloroform		o/-	-	Petroleum, aromatic free	100		
Citric acid	10	+	+	Phenol, aqu	ca.9	+	+
Cresol		+	+	Phosphoric Acid	50	+	+
Cyclohexanone	100	+	+/o	Potassium hydroxide liquor	50	+	+
Cyclohexene	100	+	+	Propyl alcohol		+	+
Diesel Fuel		+	+	Pryidine		+	+/o
Ethyl acetate	100	o	+/o	Silicone oil		+	+
Ethyl alcohol	96	+	+	Sodium carbonate, aqu		+	+
Ethylene Chloride	100	+/o		Sodium chloride, aqu		+	+
Formic Acid	10	+	+	Sodium Hydroxide liquor	60	+	+
Frost protection agent		+	+	Sodium hydrogen sulphite		+	+
Fuel, aromatic free		+	+	Sodium nitrate, aqu		+	+
Glycerine	100	+	+	Sodium thiosulfate		+	+
Glycol	100	+	+	Sulphuric Acid	96	o	-
Heating oil		+	+	Tetrahydrofurance	100	o/-	-
Heptane	100	-	-	Toluene	100	o/-	-
Hydrochloric acid	10	+	+	Trichlorethylene	100	-	-
Hydrochloric acid	Conc.	+	+	Xylene		-	-

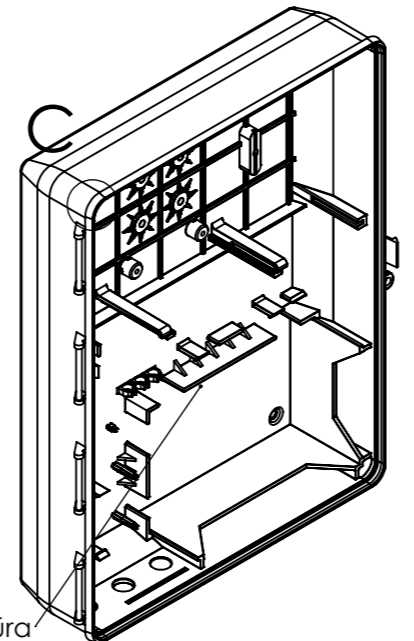
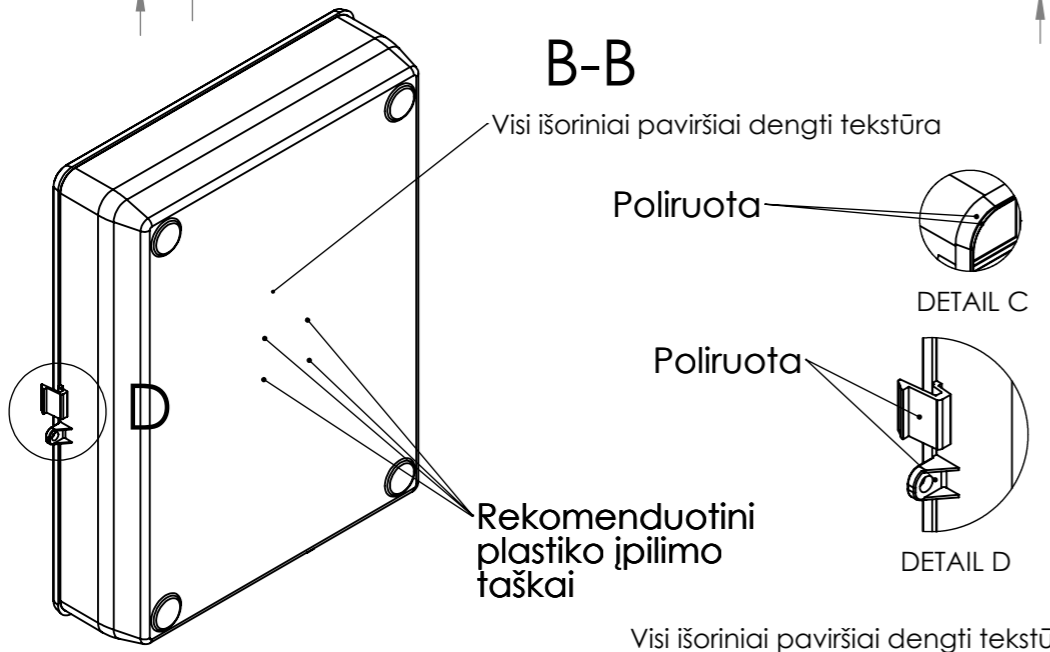
Key:

Resistant	Partly Resistant	Non-Resistant
+	o	-

All recommendations and information contained on this data sheet are, to the best of our knowledge, correct. Product specifications are intended as guidelines. Since conditions of service are beyond our control, users must satisfy themselves that products are suitable for the intended use. No guarantee or warranty is given or implied in respect of information or recommendations, or that any use of products will not infringe rights belonging to other parties. We reserve the right to change product design and properties without notification.



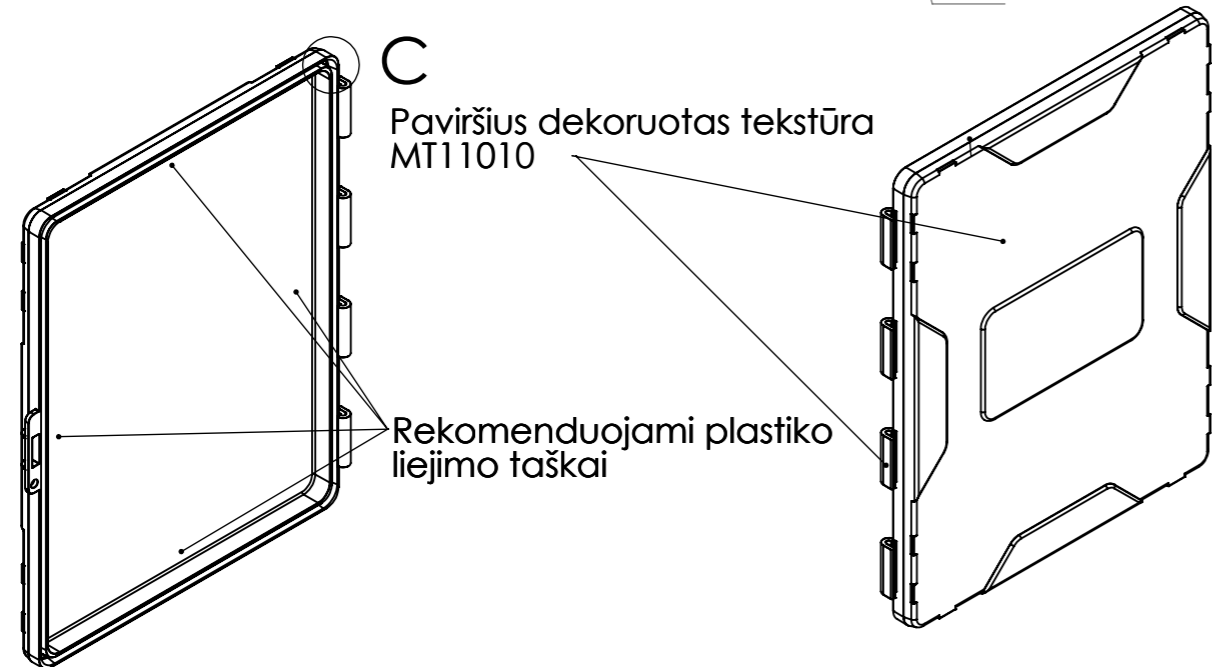
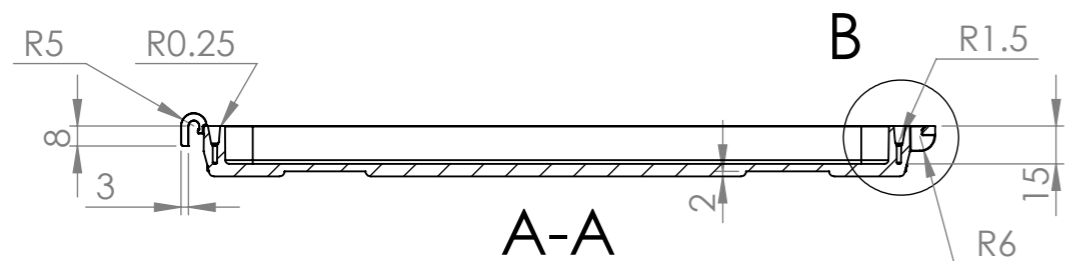
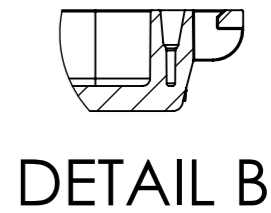
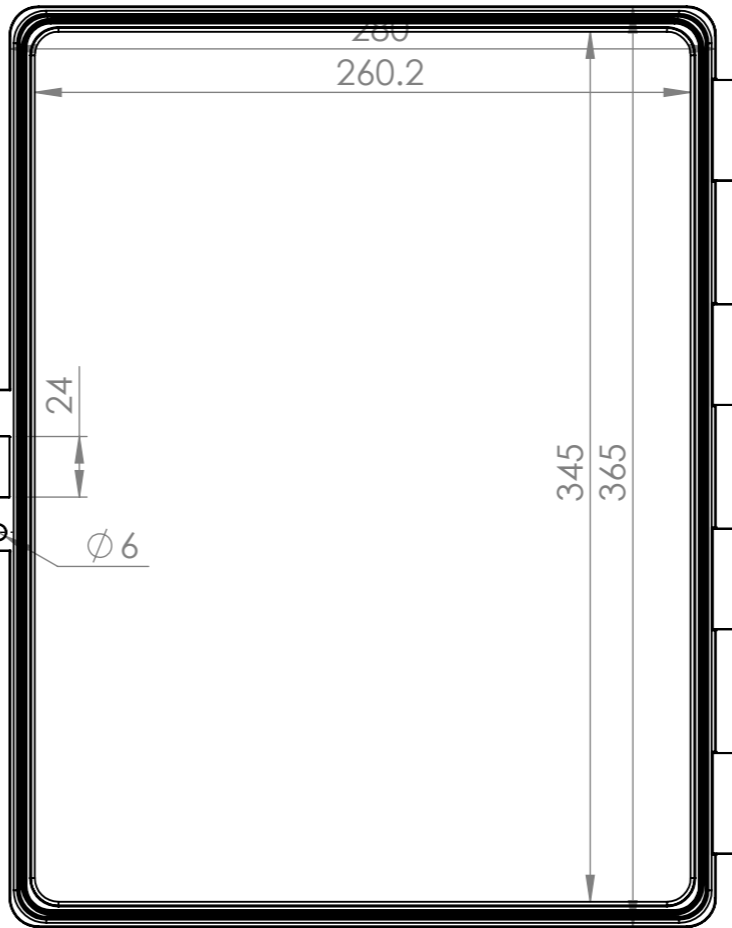
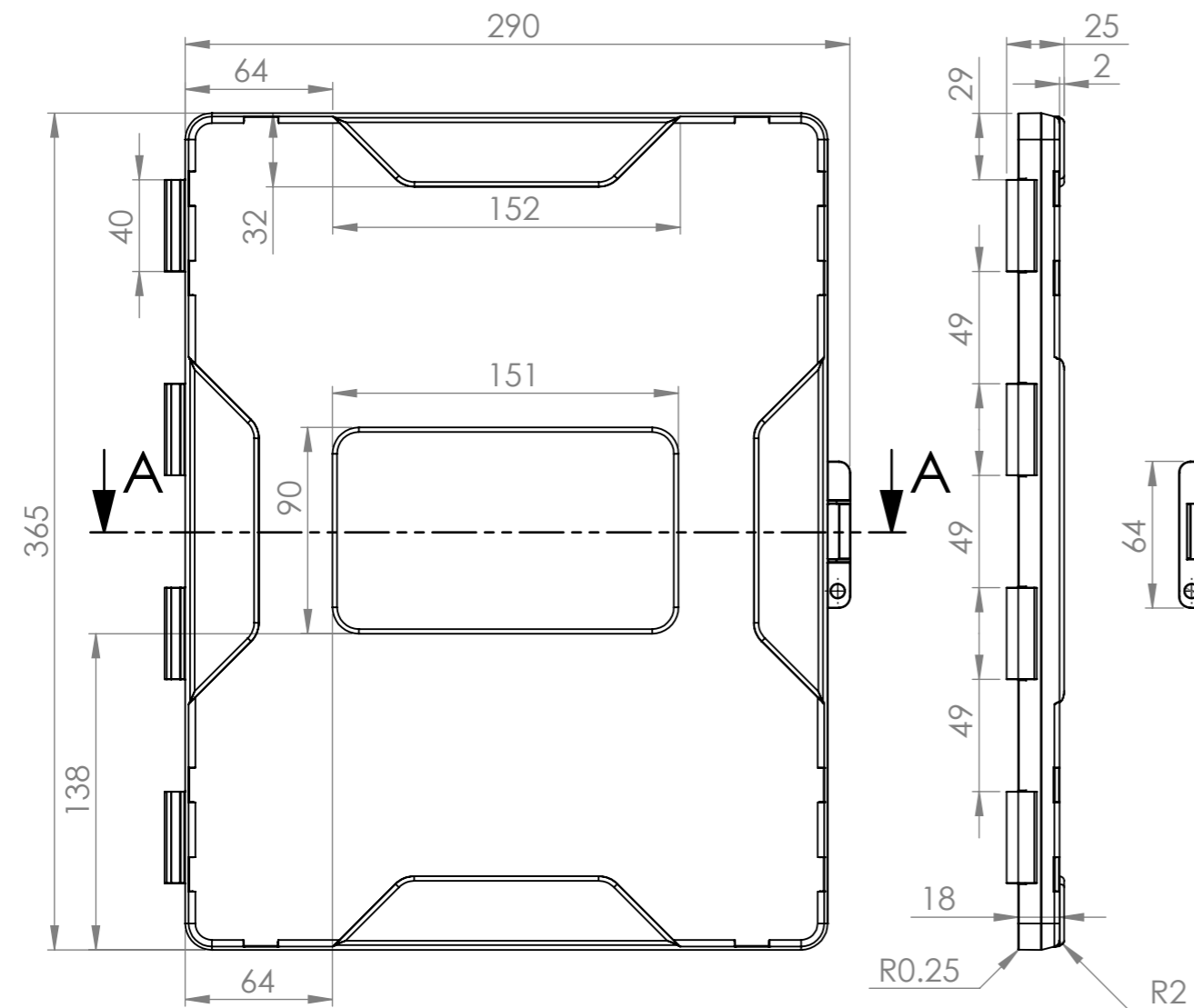
A-A



1. Detalės modelyje įtrauktos liejimo formai taikomos nuožulos 0,5-1°.
2. Medžiaga: ABS+PC;
Spalva: Šviesiai pilka (Hex code: #CCCBCB);
3. Paviršius dekoruotas tekstūra: Moldtech MT11010,
4. Tolerancijos ISO 2768-f
Dydis Paklaida
0,5-6 mm ±0,05 mm
6-30 mm ±0,10 mm
30-120 mm ±0,15 mm

Nenurodytos matmenų, padėties ir formos nuokrypos pagal LST EN 22768-mK

	Byla, laikmena	Papildoma informacija	Medžiaga ABS+PC	Mastelis M 1:5
Atsakinga žinyba IPK	Vadovas	Dokumento tipas Detalės brėžinys	Dokumento statusas Atliktas	
Savininkas KTU	Rengė <i>Paulina Kisiel</i> Tvirtino <i>Kristina Žukienė</i>	Antraštė Kompleksinis korpusas	Žymuo PR-00.00.00.001	
			Laida A	Data 1/2/2018
			Kalba lt.	Lapas 1/1

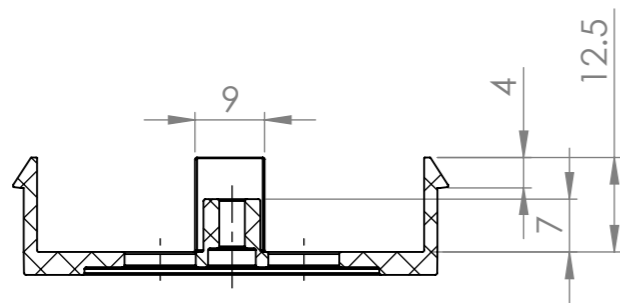
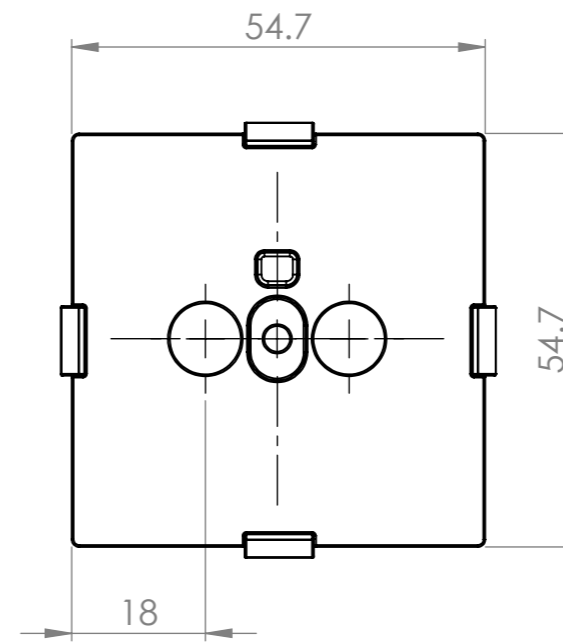
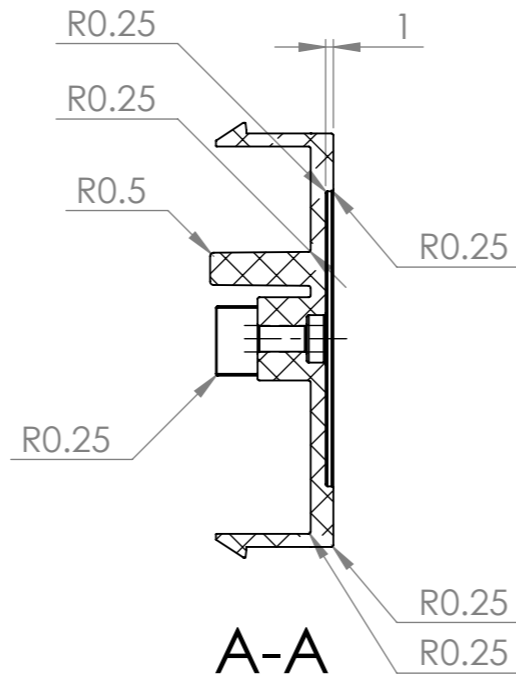
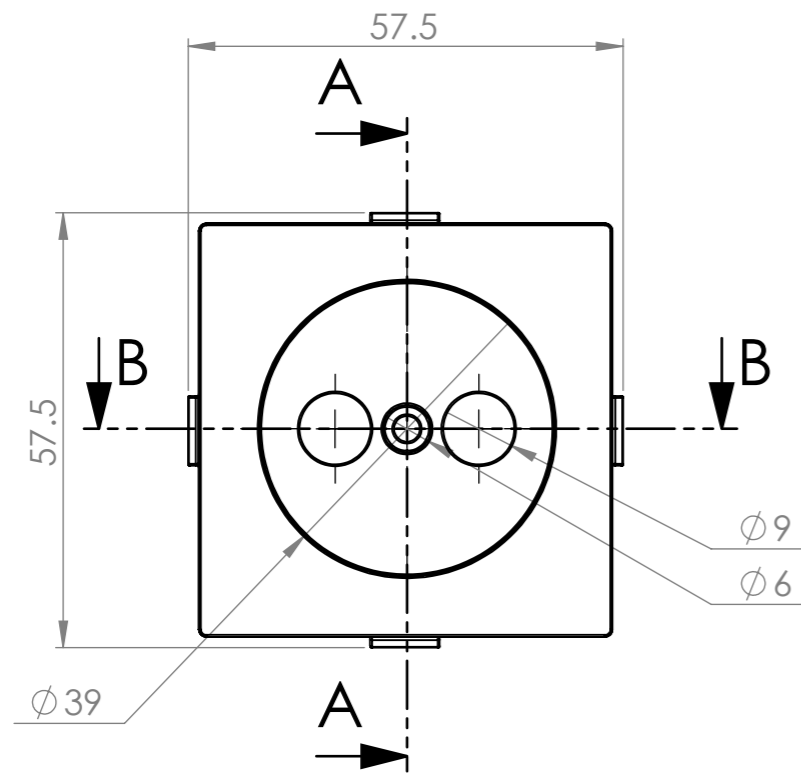


1. Detalės modelyje įtrauktos liejimo formai taikomos nuožulos 0,5-1°.
2. Medžiaga: ABS+PC;
Spalva: Šviesiai pilka (Hex code: #CCCBCB);
3. Paviršius dekoruotas tekstūra: Moldtech MT11010,
4. Tolerancijos ISO 2768-f

Dydis	Paklaida
0,5-6 mm	±0,05 mm
6-30 mm	±0,10 mm
30-120 mm	±0,15 mm

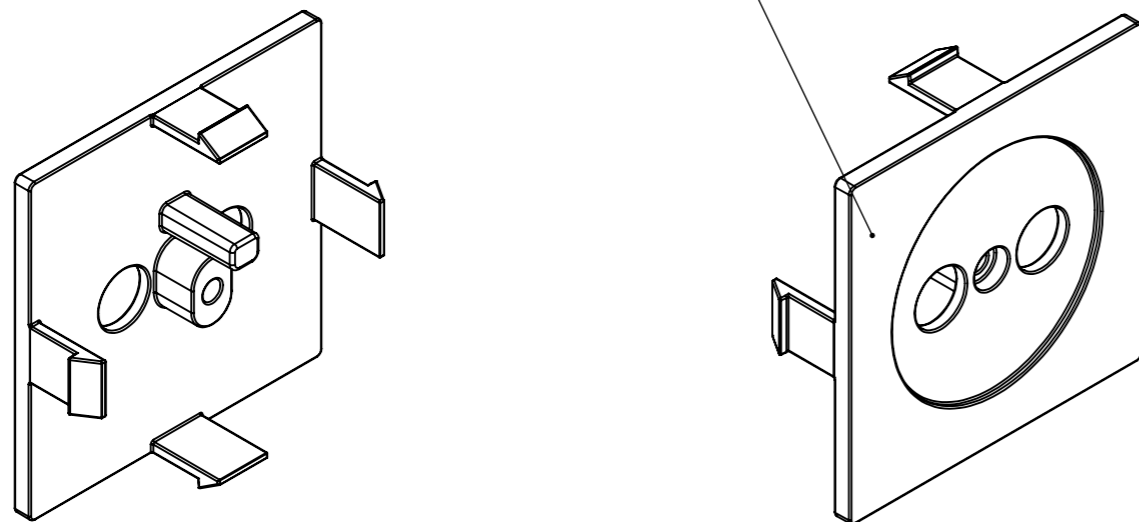
Nenurodytos matmenų, padėties ir formos nuokrypos pagal LST EN 22768-mK

	Byla, laikmena	Papildoma informacija	Medžiaga ABS+PC	Mastelis M 1:5
Atsakinga žinyba IPK	Vadovas	Dokumento tipas Detalės brėžinys	Dokumento statusas Atliktas	
Savininkas KTU	Rengė Paulina Kisiel	Antraštė Kompleksinio korpuso dangtis	Žymuo PR-00.00.00.002	
	Tvirtino Kristina Žukienė		Laida A	Data 1/2/2018
			Kalba lt.	Lapas 1/1



B-B

Paviršius dekoruotas MT11010

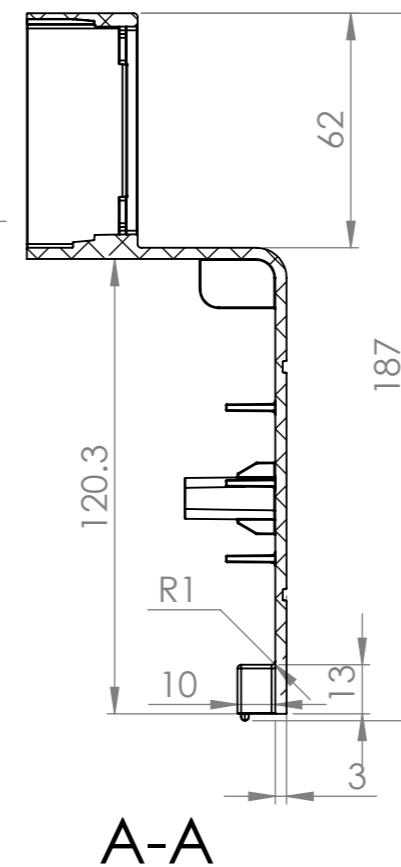
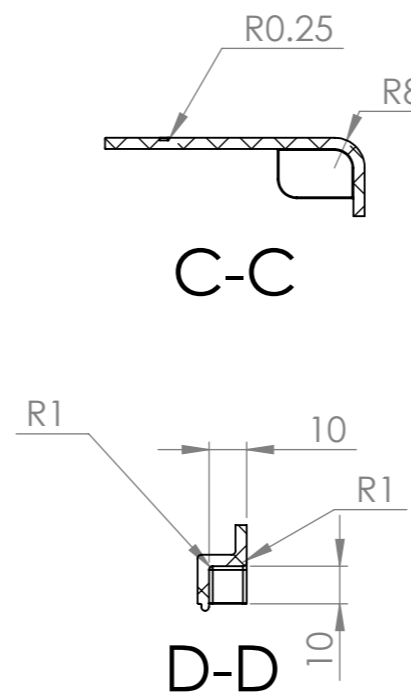
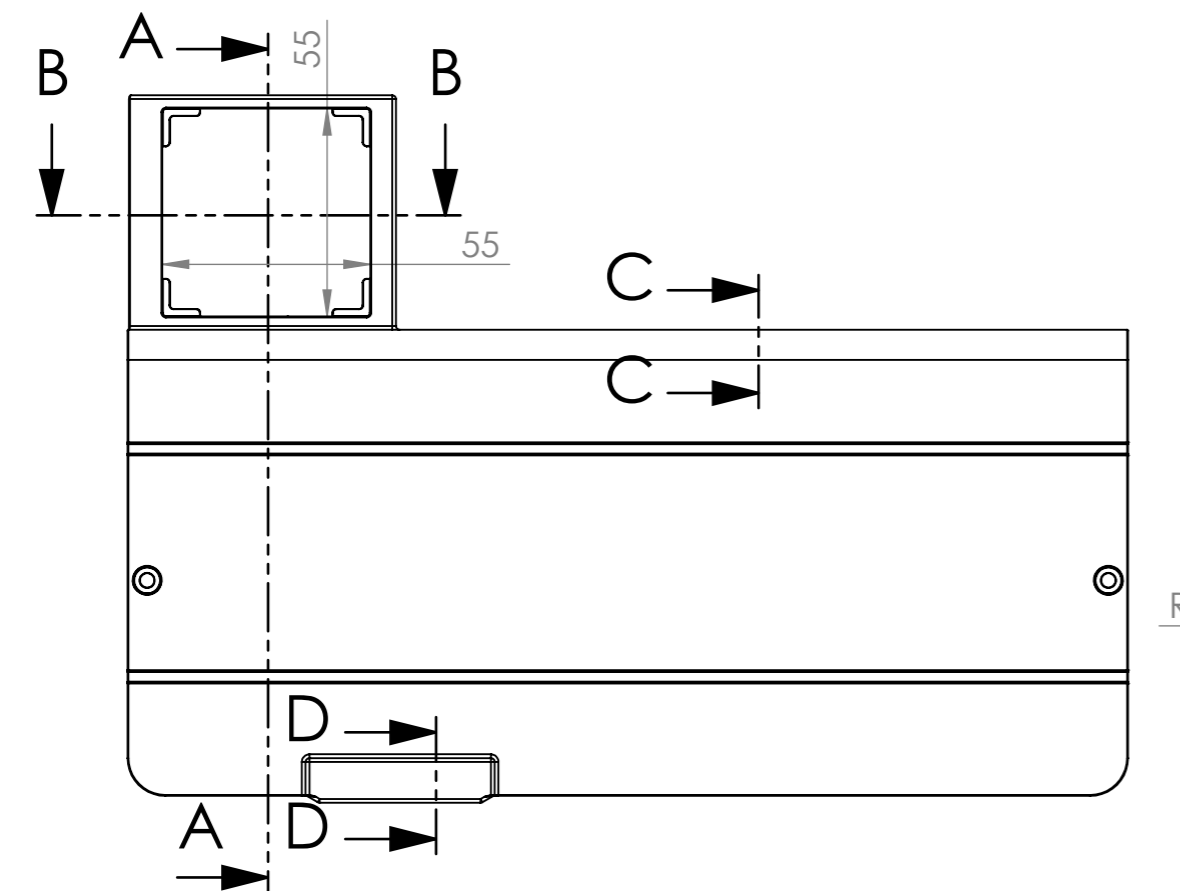


1. Detalės modelyje įtrauktos liejimo formai taikomos nuožulos 0,5-1°.
2. Medžiaga: ABS+PC;
Spalva: Šviesiai pilka (Hex code: #CCCBCB);
3. Paviršius dekoruotas tekstūra: Moldtech MT11010,
4. Tolerancijos ISO 2768-f

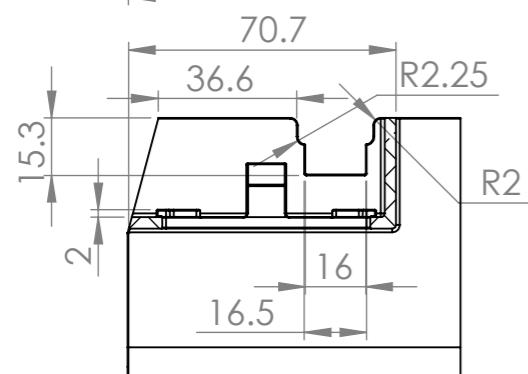
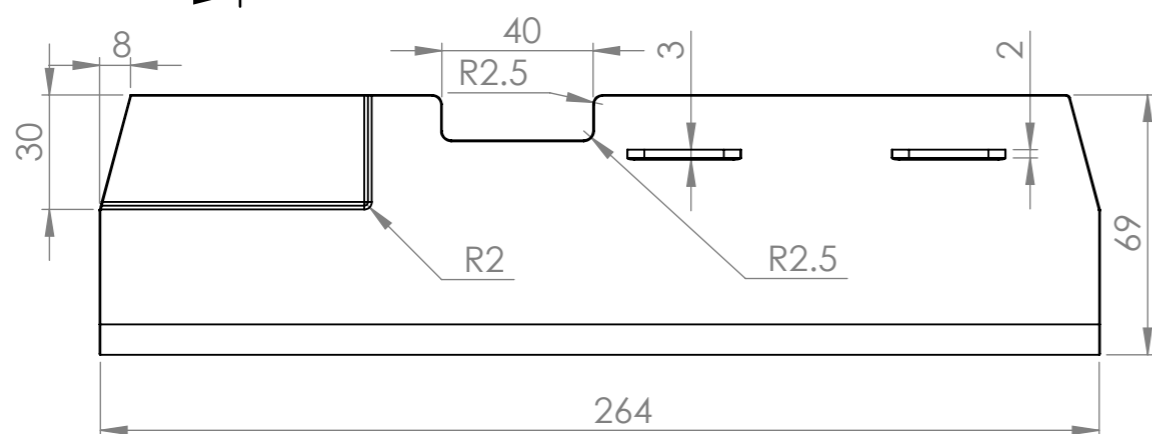
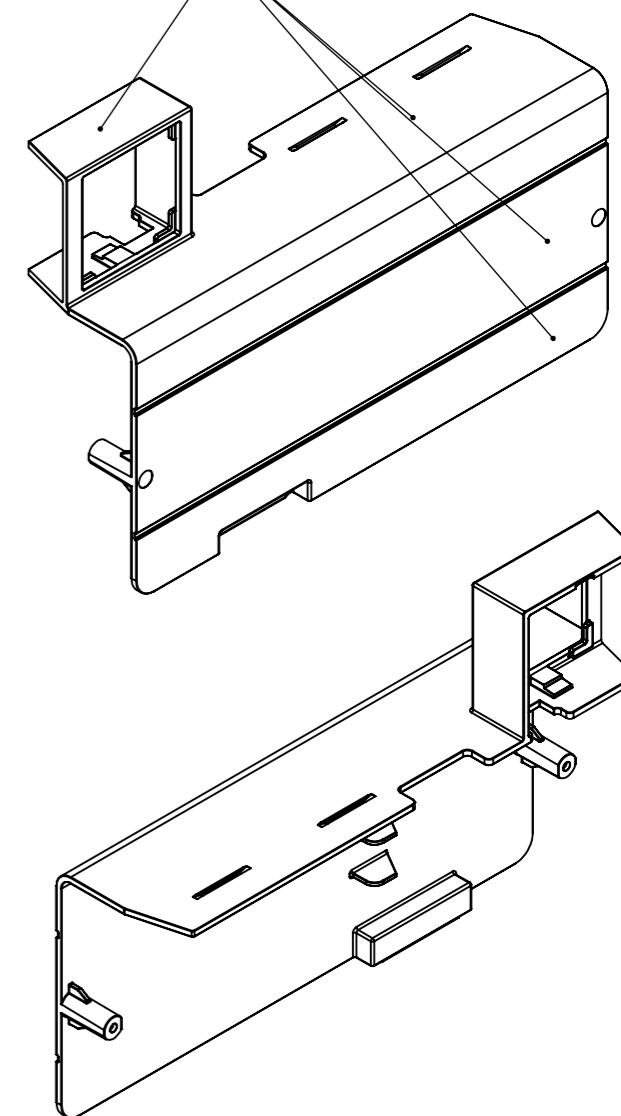
Dydis	Paklaida
0,5-6 mm	±0,05 mm
6-30 mm	±0,10 mm
30-120 mm	±0,15 mm

Nenurodytos matmenų, padėties ir formos nuokrypos pagal LST EN 22768-mK

	Byla, laikmena	Papildoma informacija	Medžiaga ABS+PC	Mastelis M 1:1
Atsakinga žinyba IPK	Vadovas	Dokumento tipas Detalės brėžinys	Dokumento statusas Atlikta	
Savininkas KTU	Rengė Paulina Kisiel Tvirtino Kristina Žukienė	Antraštė Kompleksinio korpuso plokštė kištukiniam lizdui	Žymuo PR-00.00.00.003	Laida A
			Data 1/2/2018	Kalba lt
				Lapas 1/1



Dekoruotas paviršius



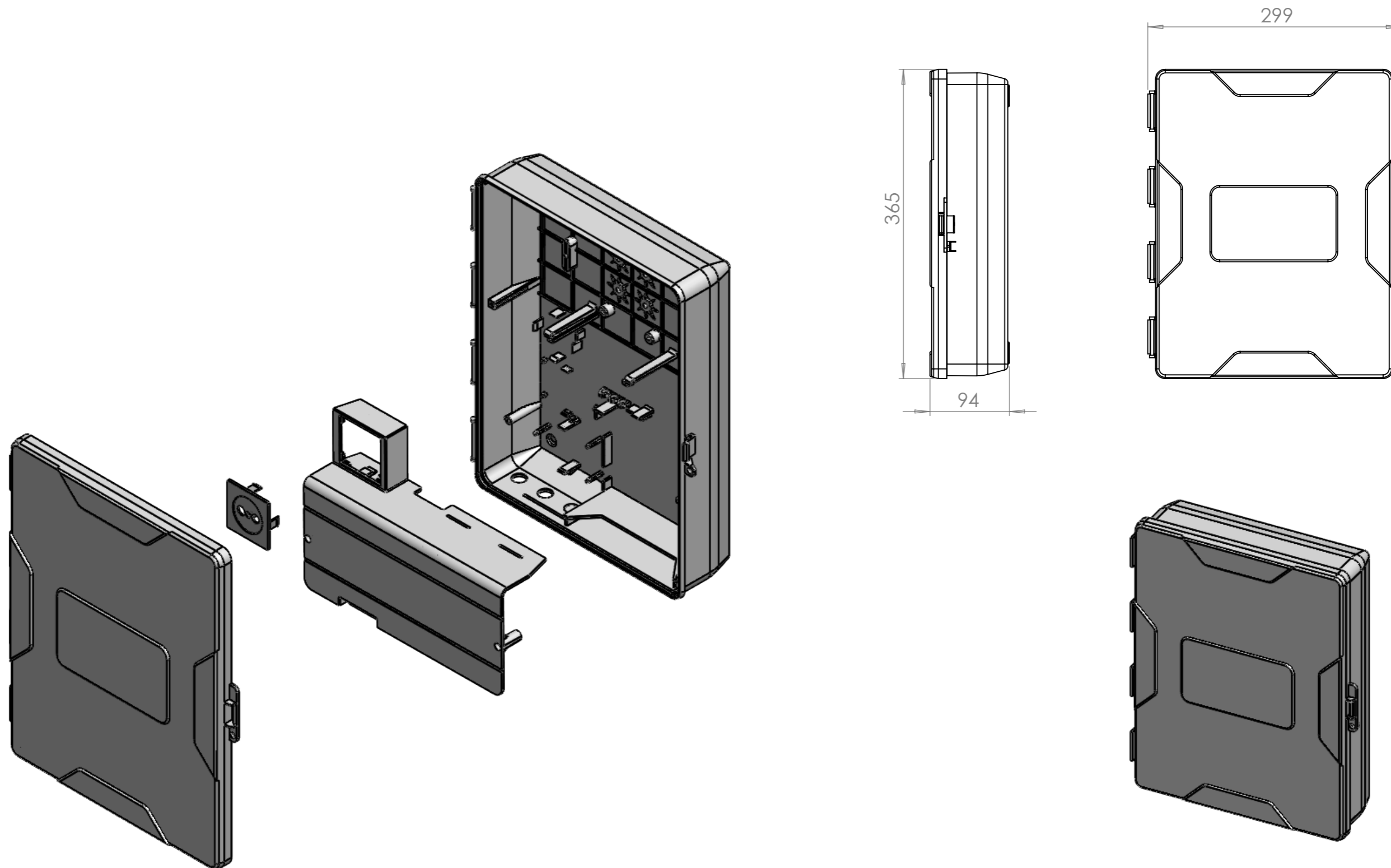
B-B

1. Detalės modelyje įtrauktos liejimo formai taikomos nuožulos 0,5-1°.
2. Medžiaga: ABS+PC;
Spalva: Šviesiai pilka (Hex code: #CCCCCB);
3. Paviršius dekoruotas tekstūra: Moldtech MT11010,
4. Tolerancijos ISO 2768-f

Dydis	Paklaida
0,5-6 mm	±0,05 mm
6-30 mm	±0,10 mm
30-120 mm	±0,15 mm

Nenurodytos matmenų, padėties ir formos nuokrypos pagal LST EN 22768-mK

	Byla, laikmena	Papildoma informacija	Medžiaga ABS+PC	Mastelis M 1:1
Atsakinga žinyba IPK	Vadovas	Dokumento tipas Detalės brėžinys	Dokumento statusas Atlikta	
Savininkas KTU	Rengė Paulina Kisiel	Antraštė Kompleksinio korpuso montavimo plokštė	Žymuo PR-00.00.00.004	
	Tvirtino Kristina Žukienė		Laida A	Data 1/2/2018
			Kalba lt.	Lapas 1/1



Nenurodytos matmenų, padėties ir formos nuokrypos
pagal LST EN 22768-mK

	Byla, laikmena	Papildoma informacija	Medžiaga ABS+PC	Mastelis M 1:10
Atsakinga žinyba IPK	Vadovas	Dokumento tipas Surinkimo brėžinys	Dokumento statusas Atliktas	
Savininkas KTU	Rengė Paulina Kisiel	Antraštė Kompleksinio korpuso surinkimas	Žymuo PR-00.00.00.005	
	Tvirtino Kristina Žukienė		Laida A	Data 1/3/2018
			Kalba lt.	Lapas 1/1