

**TAL
TECH**

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
INSENERITEADUSKOND

Mehaanika ja tööstustehnika instituut

**SIDESEADMETE KOMPLEKTI KIIRKINNITUS
PÄÄSTEAMETI OPERATIIVAUTOSSE**

**QUICK RELEASE FOR ESTONIAN RESCUE BOARD
EMERGENCY VEHICLE'S COMMUNICATION EQUIPMENT**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Erik Joller

Üliõpilaskood 183739MATM

Juhendaja: Toivo Tähemaa, dotsent

Tallinn 2020

(Tiitellehe pöördel)

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"....." 201.....

Autor:

/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

"....." 201.....

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"....."201... .

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina _____ (*autori nimi*) (sünnikuupäev:.....)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja on _____

(*juhendaja nimi*)

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

¹*Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil.*

_____ (*allkiri*)

_____ (*kuupäev*)

Mehaanika ja tööstustehnika instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Erik Joller, 183739MATM

Õppekava, peeriala: MATM02/18 - Tootearendus ja tootmistehnika, 1 - tootearendus

Juhendaja(d): Dotsent, Toivo Tähemaa, +372 509 1918

Konsultant:(nimi, amet)

..... (ettevõtte, telefon, e-post)

Lõputöö teema:

(eesti keeles) SIDESEADMETE KOMPLEKTI KIIRKINNITUS PÄÄSTEAMETI

OPERATIIVAUTOSSE

(inglise keeles) QUICK RELEASE FOR ESTONIAN RESCUE BOARD EMERGENCY

VEHICLE'S COMMUNICATION EQUIPMENT

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Sarnaste seadmete ning olemasolevate lahenduste analüüs
2. Sideseadmete komplekti kiirkinnituse projekteerimine
3. Seadme hinnakalkulatsioon
4. Lahendi vastavuse kontroll lähteülesandele

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Ülesande püstitus, tellijaga kooskõlastamised, olemasolevate lahendustega tutvumine, uute ideede genereerimine	21.03.2020
2.	Olemasolevate lahenduste analüüs, sobiliku lahenduse otsimine, detailide konstrueerimine, detailide joonised	21.04.2020
3.	Lahenduste analüüs, tellijaga kooskõlastamine ning muudatuste sisseviimine.	10.05.2020
4.	Kirjaliku osa vormistamine ning töö esitamine	15.05.2020
5.	Lõputöö kaitsmine	2.06.2020

Töö keel: eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg: ".....".....202....a

Üliõpilane: Erik Joller ".....".....202....a
/allkiri/

Juhendaja: Toivo Tähemaa ".....".....202....a
/allkiri/

Konsultant: ".....".....202....a
/allkiri/

Programmijuht: ".....".....202....a
/allkiri/

SISUKORD

EESSÕNA	7
SISSEJUHATUS	8
1. PROBLEEMIPÜSTITUS JA LÄHTEÜLESANNE.....	10
1.1 Hetke lahendus autodes	11
1.2 Seadmed autodes	13
1.2.1 Tahvelarvuti ja lisatarvikud.....	13
1.2.2 Käsiraadiojaamad ja lisatarvikud	15
2. TURUANALÜÜS	17
2.1 Statiivide turuanalüüs	17
2.2 Kiirkinnituste ja kohvrite turuanalüüs	20
3. SEADMETE LAHENDI LEIDMINE JA PROJEKTEERIMINE.....	22
3.1 Musta kasti diagramm	23
3.2 Statiivi lahendi leidmine.....	23
3.2.1 Statiivi projekteerimine	25
3.2.2 Statiivi kinnitamine autosse	31
3.2.3 Statiivi tugevusarvutused	33
3.2.4 Arvutused statiivi kinnitusele	36
3.2.5 Statiivi ohutuse suurendamine	39
3.2.6 Projekteeritud statiivi lõpplahendus	39
3.3 Kiirkinniti ja seadmekohvri projekteerimine.....	41
3.3.1 Idee leidmine ja lahenduse projekteerimine.....	41
3.3.2 Lahendi projekteerimine.....	44
3.3.3 Materjali ja töötlusviisi valik.....	44
3.3.4 Disaini väljatöötamine.....	46
3.3.5 Kiirkinnituse prototüüp.....	46
3.3.6 Kahe detaili omavaheline lukustamine	49
3.3.7 Pistiku valik	52
3.3.8 Seadmete elektriskeem.....	54
3.3.9 Olemasolevate seadmete ühendamine	56
3.3.10 Kiirkinnituse tugevusarvutus	57
3.3.11 Kiirkinnituse lõplik lahendus.....	59
3.3.12 Kiirkinniti koostamine.....	61
3.3.13 Seadmekohver	61

3.3.14 Kohvri projekteerimine	63
3.3.15 Seadmete paigutus kohvris.....	65
3.3.16 Lõplik lahend seadmekomplektile	66
4. MAJANDUSLIK OSA	69
4.1.1 Kohvri hind.....	69
4.1.2 Kiirkinnituse hind	70
4.1.3 Statiivi hind	71
4.1.4 Seadmekomplekti hind kokku	71
KOKKUVÕTE	73
SUMMARY.....	75
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	76
LISAD	78
GRAAFILINE OSA.....	83

EESSÕNA

Käesolevas lõputöös käsitletav teema tuleneb vajadusest muuta Päästeameti operatiivkorrapidajate töökorraldust senisest paindlikumaks. Selleks on neil vajadus toote järele, mis ühendaks auto töökriitilised seadmed ühtsesse eemaldatavasse komplekti ning võimaldaks seeläbi töötamist ka koduses valves.

Töö algandmete kogumise ja soovin tänada Päästeameti sõidukite peaspetsialisti Rain Dorbekit, kellelt sain ka töö lähteülesande ning infot operatiivautode ja Päästeameti töökorralduse kohta. Lisaks soovin tänada Siseministeriumi grupijuhti Hindrek Heiterit, kes toetas seadmete tehnilise infoga ning lisaks eeltoodule soovin tänada lõputöö juhendajat Toivo Tähemaad.

Magistritöö tulemusena projekteeriti tellija poolt esitatud spetsifikatsioonile vastav statiiv ning uudne kiirkinnitus lahendus kohvrile.

Seadmete statiiv, kiirkinnitus, prototüüp, magistritöö.

SISSEJUHATUS

Käesoleva magistritöö teema valiku ajendiks on Päästeameti soov välja arendada välijuhtide operatiivautodesse kiirkinnitus, mis võimaldab kiirelt ja mugavalt autost eemaldada töökriitilised seadmed ning seeläbi võimaldada välijuhtide töötamine ka kodusel valvel. Hetkel on autodest seadmete eemaldamine tülikas ning väljakutse saabudes on ebamugav mitmeid seadmeid eraldi autosse ühendada.

Lõputööd juhendas dotsent Toivo Tähemaa.

Magistritöö eesmärk on konstrueerida Päästeametile sobilik lahendus töökriitiliste seadmete ühendamiseks ühtseks komplektiks ning komplekti kinnituseks operatiivautosse. Lõputöö tulemusena valmib seadmekomplekti kiirkinnituse, statiivi ja seadmekohvri 3D mudel ja joonised koos seletuskirjaga, mille alusel saab tellija jaoks valmistada komplekti katsetuseks esimese prototüübi.

Autorit ajendas teemat valima asjaolu, et tehtud tööga on võimalik parandada Päästeameti töökorraldust ning seeläbi muuta meie kõigi elu turvalisemaks. Esiolgu on vajadus sellise seadmekomplekti järele operatiivjuhtide autodes, kuid sarnased seadmed on kasutusel ka pääste-, politsei- ja kiirabiautodes. Kui projekteeritav lahendus ennast õigustab, siis on võimalik pakkuda seda ka teistele asutustele, kellel võib esineda töökorralduses sarnane probleem.

Seletuskirja põhiosa algab probleemipüstitusega ning sellele järgneb ülevaade hetkel operatiivõidukites kasutusel olevast lahendusest. Peatükis analüüsitakse olemasolevate lahenduste eeliseid ja puuduseid.

Lõputöö teises peatükis antakse ülevaade sarnaste komplektide turust. Otsitakse teiste tootjate statiivide, kiirkinnituste ja kohvrite lahendusi ning analüüsitakse neid.

Töö kolmandas peatükis leitakse sobilik lahendus statiivi, kiirkinnituse ning seadmekohvri projekteerimiseks ning kirjeldatakse toodete arendusprotsessi. Kolmanda osa lõpus pakutakse tellijale välja seadmete lõplik lahendus, mille alusel valmistada prototüüp. Töö koostamisel kasutatakse modelleerimistarkvara SolidEdge 2020 ning elektriskeemide joonestamiseks tarkvara SEE Electrical.

Lõputöö neljandas osas antakse ülevaade projekteeritud komplekti hinnast ning analüüsitakse komplekti konkurentsivõimet.

Turul pakutakse erinevaid dokilahendusi, kuid käesolevas töös projekteeritavale sarnast lahendust turul ei pakuta. Projekteeritav kiirkinnitus on sobilik lahendus Päästeameti operatiivsõidukisse ning lihtsasti kohaldatav ka teistesse tarbesõidukitesse, kus on vaja korraga laadima ühendada mitmed seadmed.

1. PROBLEEMIPÜSTITUS JA LÄHTEÜLESANNE

Operatiivsõidukites on kasutusel palju erinevaid seadmeid ning suur osa neist on autos tootjapõhistes dokkides ning sealt mõne liigutusega eemaldatavad. Seadmete ükshaaval eemaldamine ja hiljem taas paigaldamine on tülikas ning võtab päästjate töös kriitilist aega. Seadmed on suured, neid on mitu tükki, ning neil ei ole mugavat kinnihoidmise võimalust. Lisaks ei ole eraldiseisvaid seadmeid mugav kaasas kanda ning kandmise käigus võivad need maha kukkuda. Selle jaoks vajab Päästeamet lahendust, kuidas seadmed ühe komplektina mugavalt autosse sisestada ja sealt eemaldada. Eemaldatavate seadmete vajadus on esialgu vaid operatiivjuhtide autodes, kelle jaoks on kõige töökriitilisemad seadmed tahvelarvuti, raadiosaatjad ja nende lisad. Operatiivjuhtide töökorralduse tõttu on vaja seadmeid autost eemaldada.

Projekteeritava komplekti peamiseks eesmärgiks on võimaldada töökriitiliste seadmete lihtsat eemaldamist ja lisamist autosse. Seadmekomplekti peab saama võtta autost kaasa ning viia tuppa ja ühendada vooluvõrku, et seadmeid saaks kasutada ka toas. Väljakutse saabumisel peab operatiivjuht saama kiiresti toast komplekti kaasa võtta ning suunduda väljakutsele. Väljakutsele sõitmise hetkel ei ole aega otsida eraldiseisvaid seadmeid ja neid ükshaaval dokkima hakata. Seadmed peavad olema ühes komplektis ning võimalikult väheste liigutustega autosse töövalmis seatavad. Projekteeritaval komplektil peab olema piisav tugevusvaru, arvestades päästjate adrenaliinirohket tööd ning seda, et seadme autosse panek peab toimuma kiirelt. Disaini osas on tellija poolt eelistatud võimalikult robustne lahendus.

Käesolevas magistritöös lahendatakse eelkirjeldatud probleem ning projekteeritakse seadmete hoidja ning selle kiirkinnitus, et komplekti oleks mugav autost eemaldada. Lisaks seadmete hoidjale ja kiirkinnitusele lahendatakse teise probleemina ka komplekti asetsemine autos. Selle jaoks projekteeritakse statiiv.

Piiranguks kiirkinniti projekteerimisel on asjaolu, et tellija ei tea veel millisesse sõidukisse need paigaldatakse. Uued sõidukid hangitakse riigihanke raames, kuid hetkel on veel otsustamata, kas see on väikekaubik või linnamaastur.

Tellijaga koostöös kirjutatud spetsifikatsiooniga on võimalik tutvuda lisas 1.

1.1 Hetke lahendus autodes

Olemasolevad lahendused operatiivkorrapidaja autodes on kohmakad ning suuresti standardset lahendust välja ei ole kujunenud. Hetkel on operatiivkorrapidajate poolt kasutusel Toyota RAV4 linnamaasturid, millel on välja võetud kõrvalistuja iste. Istme asemele on ehitatud töölaud, kuhu on paigaldatud kaks raadiojaama, tahvelarvuti koos dokiga ja klaviatuur ning väiksemad lisaseadmed. Lisaks on kasutusel elektripistikud, valgusti ning printer. Kasutusel oleva seadmekomplektiga on võimalik tutvuda joonistel 1.1 ja 1.2.



Joonis 1.1 Seadmete paigutus juhikohalt vaadates

Joonisel 1.1 kujutatud lahendus on juhi kohalt raskesti jälgitav ja juht peab pöörama pead, et sõites tahvelarvuti ekraanilt GPS juhiseid jälgida. Seadmekomplekti ei ole ohutu kasutada. Lisaks on seadmed kinnitatud juhuslikult ning ühtset stiili ei ole. Kõrvalistme asemele ehitatud töölauast soovib Päästeamet loobuda ning paigaldada töökriitilised seadmed ühtse eemaldatava komplektina statiivile. Joonisel 1.2 kujutatud printer asetatakse auto pagasiruumi ning klaviatuur ja töölaud kaotatakse.



Joonis 1.2 Seadmete paigutus parempoolselt tagaistmelt vaadates

Erinevalt Päästeameti autodest on politseibussides kasutusel ka statiiviga lahendused. Selle lahenduse eelis on see, et kõrvalistuja iste on alles. Ka Päästeameti operatiivsõidukites on teatud juhtudel kõrvalistet vaja. Politseibussides olevaid lahendusi on võimalik edasi arendada, sest statiivil asetsevad tahvelarvutid on väga madalal ning juht peab oma pilgu teelt ära pöörama, et infot ekraanilt lugeda. Politseibussides nähtav lahendus on joonisel 1.3.



Joonis 1.3. Lahendus politseibussides

Kõik eeltoodud lahendused on mugavad kasutamiseks seisvas autos, kuid tänapäeval on vajalik infot jälgida ka liikuvast autos. Eelkirjeldatud operatiivsõidukites kasutatavate lahenduste eelised ja puudused on koondatud tabelisse 1.1.

Tabel 1.1 Operatiivsõidukites kasutatava lahenduse eelised ja puudused

Eelised	Puudused
Palju ruumi seadmete paigutamiseks	Kõrvalistuja istet ei ole
Ei piira vaatevälja	Halb sõidu ajal seadmeid jälgida
	Seadmeid ei saa mugavalt kaasa võtta
	Komplekti ohutus on küsitav (kinnitused printeril ja klaviatuuril)
	Puudub ühtne süsteem
	Seadmeid on ebamugav toas kasutada

Nagu eelnevalt kirjeldatud, siis lahendused operatiivsõidukites on väga erinevad ning seadmete paigutus lahendatud igas autos erinevalt. Kasutataval lahendusel on rohkem puuduseid kui eeliseid.

1.2 Seadmed autodes

Alapeatükis annab autor lühikese ülevaate seadmetest ning nende kasutusotstarbest autos. Päästeameti vastava juhtivtöötajaga on läbi viidud mitmeid kohtumisi kus nende poolsed vastutavad isikud on Tallinna Tehnikaülikoolilt otsinud abi ja lahendusi neid juba pikalt vaevanud murele. Esmalt korraldati koosolek erinevate tehniliste probleemkohtade teostatavuse sõelumiseks ning mitme pakutu seast valisin käesoleva teema. Järgnesid töökoosolekud, kus selgitati välja operatiivtöötajate jaoks mugava lahenduse täpsem detailsus. Järgnevatel lehekülgedel antakse lühiülevaade töökriitiliste seadmete otstarbest.

Töökriitilisi seadmeid operatiivjuhile on 3 – kaks raadiosaatjat ning tahvelarvuti ja nendega kaasnevad väiksemad lisaseadmed.

1.2.1 Tahvelarvuti ja lisatarvikud

Panasonic Toughpad FZ-G1 tahvelarvuti on kasutusel selleks, et jälgida väljakutseid ja nendega seotud infot. Operatiivjuht hindab olukorra kriitilisust ning näeb tahvelarvuti

ekraanilt, millal on tarvis temapoolset sekkumist päästetöösse. Väljakutseid on väga erineva raskusastmega ning igale väljakutsele operatiivjuht sekkuma ei pea. Kui väljakutsele on siiski sekkumine vajalik, siis tahvelarvuti sisseehitatud GPS juhendab kohalesõitmiseks vajava infoga. Joonisel 1.4 saab tutvuda tahvelarvutiga, mis on ühendatud dokki.



Joonis 1.4 Dokitud tahvelarvuti

1.2.2 Käsiraadiojaamad ja lisatarvikud



Joonis 1.5 Käsiraadiojaam EADS(Airbus) THR880

Käsiraadiojaamasid EADS THR880 on autos kaks. Ühe abil saab operatiivjuht hoida sidet staabiga ning teise kaudu väljakutsele reageeriva meeskonnaga. Raadiojaamade mehaaniliseks ühendamiseks ja mugavaks side pidamiseks on need autos ühendundatud „käed vabad“ komplektiga Carkit CARK-91.m. Komplekti kuulub raadiosaatja, PTT (*push to talk*) nupp, kõlar ning plokk seadmete ühendamiseks ja toiteks. Raadiojaamasid ei pea tavaliselt dokist eemaldama, sest lisatarvikute abiga on võimalik mugavalt sidet pidada. Käsiraadiojaamaga saab tutvuda joonisel 1.5.

Tabelis 1.2 on välja toodud kõik seadmed ja nende lisatarvikud, mis on operatiivjuhi töös kriitilise tähtsusega ning mille jaoks projekteeritakse ühtset kinnituslahendust. Tabelis on lisaks toote margile ja mudelile välja toodud ka seadmete mõõtmed ja mass.

Tabel 1.2 Operatiivjuhi autos olevad töökriitilised seadmed ja nende tarvikud

Seade	Tootja ja mudel	Kogus	Mõõtmed (mm)	Mass (kg)
Käsiraadiojaamad	EADS(Airbus) THR880	2tk	147 x 57 x 35	0,25
Raadiojaamade hoidikud ja ühenduskomplekt	Carkit CARK-91.m + Nokia ühenduskomplekt	2tk	ca 180x70 x 50mm	Ca 1
Tahvelarvuti	Panasonic Toughpad FZ-G1	1tk	185 x 273 x 19	1,1
Tahvelarvuti dokk	PMT TrimLine Standard G1 Vehicle Dock	1tk	285 x 226 x 66	1,3
Tahvelarvuti toiteplokk	CF-LND1244A	1tk	ca 160 x 80 x 25	ca 0,5

Töökriitiliste seadmete kogumass, millega peab kinnituskomplekti projekteerimisel arvestama, on ligikaudu 5kg.

Järgmises peatükis annab autor ülevaate turul pakutavatest statiivi ja kiirkinnituse lahendustest.

2. TURUANALÜÜS

Lähteülesandes püstitatud eesmärgini jõudmiseks viidi esmalt läbi turuanalüüs, et tutvuda turul pakutavate analoogsete lahendustega. Käesolev peatükk on jaotatud kaheks, esimeses osas analüüsitakse turul pakutavaid statiivide lahendusi ning teises osas olemasolevate kiirkinnituste ja seadmekohvrite lahendusi.

2.1 Statiivide turuanalüüs

Erinevaid statiivilahendusi autodesse ja muudesse operatiivsõidukitesse on palju. Statiive pakutakse turul nii laiatarbe jaoks kui ka professionaalseks kasutuseks. Laiatarbe statiivid on enamasti valmistatud plastikust ning on väikse kandevõimega ja väheste reguleerimisvõimalustega. Professionaalsed statiivid on valmistatud terasest või alumiiniumist ning on paljude reguleerimisvõimalustega ja garanteeritud vastupidavusega. Paljud professionaalseks kasutuseks mõeldud statiivilahenduste pakkujad asuvad USA-s ning kinnitused autodesse on loodud sealsete mudelite järgi.

Statiivide turu uuringus keskendutakse kahe tootja statiivilahenduste võrdlemisele. Erinevaid pakkujaid on palju, kuid turuanalüüsis käsitletavad Havis Inc ning Precision Mounting Technologies Ltd valiti välja, sest nende tootevalik oli keskendunud just operatiivsõidukite lahendustele. Laiatarbe lahendustele käesolevas turuanalüüsis ei keskenduta.

Havis

Havis Inc. on väga pika kogemusega USA-s asetsev ettevõtte, kes on projekteerinud ja valmistanud lisavarustust avaliku sektori sõidukitele juba 80 aastat. Nende tootevalikust leiab erinevaid dokilahendusi seadmetele ning suure valiku statiive. [1]



Joonis 2.1 Torukinnitusega statiiv Havis

Joonisel 2.1 on kujutatud Havis poolt toodetava statiivi üht lahendusvarianti, mis on mõeldud paigaldamiseks Chevrolet G-seeria kaubikusse. Statiivikomplekti hind 663 €. [2]

Statiiv koosneb istme siini poltide alla kinnitatavast kandurist, millele omakorda kinnitub pikendatav toru. Toru otsas on muudetava nurgaga pikendus, mis võimaldab muuta komplekti nurka 180 kraadi.

Tootja statiivide hinnad jäävad vahemikku 350-900\$, sõltuvalt reguleerimisvõimalustest. [2]

Tootja suur puudus on see, et ühtegi edasimüüjat Euroopas ei ole ning komplekti tellimiseks tuleb kontakteeruda USA edasimüüjatega. Lisaks on kõik seadmekomplektid projekteeritud USA turu automudelitele.

Havis poolt pakutavad tooted on autori hinnangul tugeva konstruktsiooniga ning tootevalikust on näha, et need on loodud arvestades operatiivtöötajate vajadusi.

Precision Mounting Technologies Ltd

Precision Mounting Technologies Ltd (edaspidi PMT) on USA-s alates 1985. aastast tegutsev firma, kes spetsialiseerunud erinevate operatiivsõidukitesse mõeldud seadmekinnituste ja statiivide tootmisele ja müügile. [3]

Sama firma pakutav tahvelarvuti hoidja on hetkel kasutusel ka Päästeametis operatiivsõidukites.

Tootevalikust on näha, et PMT tooted on kõik valmistatud lehtmetailist ning ühendatud omavahel kasutades väga lihtsaid polt- või keevisliiteid. Pakutavad tooted on projekteeritud modulaarsetena ning vajaduse korral on kliendil võimalus juurde osta detaile, mis suurendavad statiivi reguleerimisvõimalusi.



Joonis 2.2 PMT Baseline statiiv sülearvuti hoidjaga

Joonisel 2.2 on PMT poolt toodetav lehtmetailist statiiv, millel on reguleeritav jalg. Statiiv on reguleeritav vahemikus 28-40cm ning sinna on võimalik juurde osta erinevaid reguleerimisvõimalust suurendavaid detaile. Statiivi materjalina on kasutatud alumiiniumit. [3]

2.2 Kiirkinnituste ja kohvrite turuanalüüs

Kiirkinnituse ja seadmekohvri lahenduste projekteerimiseks tutvuti esmalt turul pakutavate lahendustega. Järgnevas alapeatükis antakse ülevaade tehtud analüüsist.

Kiirkinnituste turuanalüüs

Kiirkinnituste lahenduste otsimiseks vaadati mitmete dokkimis seadmete tootjate kodulehti, kuid autoril otsingu käigus vajaminevat kiirkinnituse lahendust leida ei õnnestunud. Olemas on erinevad hoidikud kuhu tahvelarvuteid ja raadiosaatjaid kinnitada ja laadima asetada, kuid kinnitusest eemaldades on seadmed taas eraldiseisvad ning võrreldes hetkeseisuga ei muutuks operatiivautodes midagi.

Suurt raskust kannatavat ning erinevate ühendustega kiirkinnitust autoril ostutootena leida ei õnnestunud. Sellise lahenduse puudumine turul on hea võimalus projekteerida midagi uudset.

Kohvrite turuanalüüs

Töökriitilised seadmed on vastavalt tellija soovile vajalik asetada kohvrise või kinnitada mõne muu raamiga, et muuta komplekt kaasaskantavaks.

Militaarvaldkonnas on väga levinud lahendused, kus sideseadmed paigaldatakse ühtse komplektina kohvrise. Joonisel 2.3 on kujutatud sideseadmete komplekt, kus on kõik vajalik, et sidet saaks pidada mistahes asukohas.



Joonis 2.3 Sideseadmete kohver

Sarnaselt eeltoodud kohvrilahendusele võiks autori arvates lahendada ka tellijale mõeldud seadmekohvri.

Turuanalüüsi käigus leiti, et statiivi pakkujaid on turul mitmeid. Suur osa neist on suunatud USA turule ning pakub kinnitusi vaid sealsetele automudelitele. Pakutavad lahendused on pealevaadates tugeva konstruktsiooniga ning ettenähtud professionaalseks kasutuseks. Jõuti järeldusele, et tellija jaoks sobilikku kiirkinnituse ja seadmekohvri komplekti valmistootena osta ei õnnestu ning komplekti kinnituslahenduse projekteerimine on mõttekas. Kolmandas peatükis saab täpsemalt lugeda kuidas autor sobiliku lahendini jõuab.

3. SEADMETE LAHENDI LEIDMINE JA PROJEKTEERIMINE

Kolmandas peatükis antakse ülevaade statiivi, kiirkinniti ja seadmekohvri lahendi leidmisest ja leitud lahendite projekteerimisest. Esimeses alapeatükis antakse ülevaade statiivi projekteerimisest. Projekteerimise käigus analüüsiti erinevaid lahendivariante, ning leiti koostöös tellijaga sobivaim lahendus. Pärast lahenduse leidmist alustati statiivi projekteerimist - loodi konstruktsioon ning teostati selle tugevusarvutused. Projekteerimise lõpuks pakuti välja lahendus tellijale.

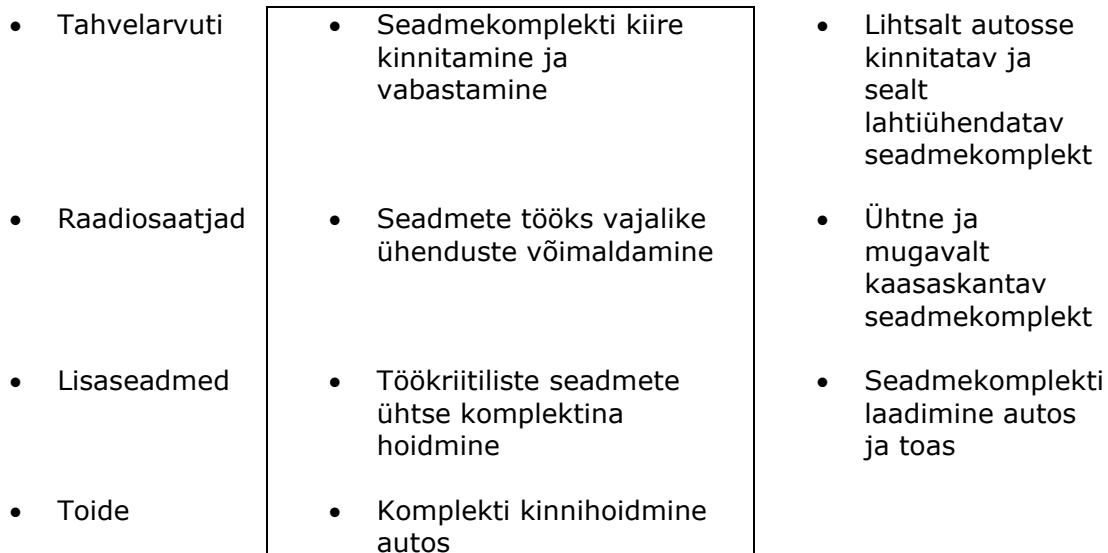
Projekti lahendamiseks on koostatud eraldi spetsifikatsiooni tabel (Lisa 1.) kuhu on märgitud kõik fikseeritud ning soovituslikud nõuded, mis on vajalikud eelkirjeldatud seadmekomplekti konstrueerimiseks. Spetsifikatsioon on koostatud töö tellijaga toimunud koosolekumärkmete, lähteülesande ning e-kirjades avaldatud nõuete ja soovide põhjal. Seadmed projekteeritakse lähtudes spetsifikatsioonist.

Sobiliku kiirkinnituse, kohvri ja statiivi lahenduse leidmiseks võeti aluseks turu ülevaatest saadud info ning tellijaga koostatud spetsifikatsioon. Esialgsete ideede genereerimiseks koostati kõigepealt musta kasti diagramm, et saada paremini aru kogu komplekti sisenditest, tööfunktsioonist ja lahendusest.

Seejärel analüüsiti erinevaid lahendusvariante ning valiti sobivad töötlusviisid ja materjalid statiivi, kiirkinnituse ja seadmekohvri tootmiseks.

3.1 Musta kasti diagramm

Esimese etapina sobiliku lahendi leidmiseks koostati musta kasti diagramm, mis koosneb sisenditest, mustast kastist ning väljunditest.



Musta kasti on objekt, mille täpne tööprotsess ei ole teada. Teada on vaid tellija poolt antavad sisendid ning soovitatav lõpptulemus.

Eeltoodud musta kasti diagrammi alusel saab järeldada, et tellijale sobiliku lahenduse loomiseks on vaja seadet, mis võimaldab seadmekomplekti kiiret kinnitumist ja vabastamist, seadmete tööks vajalikke ühendusi, hoiab töökriitilisi seadmeid ühtse komplektina ning võimaldab kogu komplekti kinnitamist autosse.

3.2 Statiivi lahendi leidmine

Vastavalt tellija nõudele, et kõrvalistuja iste jääks autosse alles on ainuke võimalus seadmed kinnitada statiivile, mis paikneks eeldatavasti kahe esiistme vahelisel alal ning oleks kasutatav mõlema eesistuja poolt. Statiivi sobiliku lahenduse leidmiseks 9 erinevat varianti. Nende variantide fotodega saab tutvuda lisa 2. Variantide seast optimaalseima leidmiseks koostati tabel 3.1, mille abil kaaluti erinevate lahenduse eeliseid ja puuduseid.

Tabel 3.1 Statiivi variantide hindamine

Variant	Eelised	Puudused	Sobivus lähteülesandega ja märkus
1. Kinnitus armatuurile	<ul style="list-style-type: none"> Vähe detaile Kompaktne 	<ul style="list-style-type: none"> Väike kandevõime Paigaldamiseks vaja auto sisustust rikkuda 	Ei. Pigem laiatarbe lahendus kerge tahvelarvuti hoidmiseks.
2. Ühe toruga istmesiini alla	<ul style="list-style-type: none"> Väga kompaktne Palju reguleerimisvõimalusi Paigaldatav eri sõidukitesse. 	<ul style="list-style-type: none"> Kehv stabiilsus Väike kandevõime 	Ei. Sobilik kergete seadmete puhul.
3. Kinnitus keskkonsooli	<ul style="list-style-type: none"> Tugev Lihtne disain Kõrgus reguleeritav 	<ul style="list-style-type: none"> Eeldab keskkonsooli ümberehitust 	Ei. Keskkonsooli ümberehitus ei sobi.
4. Klapitav mehhanism	<ul style="list-style-type: none"> Kompaktne disain Hea jälgitavus juhikohalt 	<ul style="list-style-type: none"> Armatuuri nuppudele ei pääse sõidu ajal ligi Paigaldus keeruline eri sõidukitesse. 	Ei, sest ole sobilik igasse sõidukisse
5. Jäik painutatud toru	<ul style="list-style-type: none"> Kompaktne 	<ul style="list-style-type: none"> Reguleerimise võimalusi vähe Paigaldus keeruline 	Ei, sest paigaldus ei ole lihtsasti eri mudelitesse teostatav.
6. Olemasoleva pilu kasutamine	<ul style="list-style-type: none"> Kasutatakse ära CD plaadi sisestamise taskut 	<ul style="list-style-type: none"> Ei saa igasse autosse ühendada Kandevõime nõrk 	Ei, väike kandevõime
7. Reguleeritav koonusega toru	<ul style="list-style-type: none"> Hea reguleerimisvõimalus Tugev konstruktsioon. 	<ul style="list-style-type: none"> Palju eri töötlusviise tootmiseks vajalik 	Jah/Ei. Lahendusena sobiks, kuid konstruktsioon teistest keerulisem.
8. Lehtmetailist painutatud statiiv	<ul style="list-style-type: none"> Tugev Lihtne ja odav toota Hea stabiilsus 	<ul style="list-style-type: none"> Välimus robustne 	Jah. Sobib lähteülesande lahendamiseks
9. Torumaterjalist statiiv	<ul style="list-style-type: none"> Tugev Hea stabiilsus Hea välimus 	<ul style="list-style-type: none"> Palju erinevaid detaile ning tootmine seetõttu kallim. 	Jah. Sobib lähteülesande lahendamiseks

Statiivi lahendi leidmiseks võeti aluseks tabelis 3.1 analüüsitud lahendused ning koostati sobivatele variantidele hindamismatriks, et leida tellija jaoks sobilik lahendus. Nagu välja toodud turuanalüüsis, siis põhiliselt on kasutusel torumaterjalist ja lehtmetailist statiivid.

Spetsifikatsiooni alusel valiti välja 5 kriteeriumi – tugevus, stabiilsus, välimus, tootmise lihtsus ja hind.

Tabel 3.2 Statiivide hindamismatriks

Kriteerium/Variant	Lehtmetailist statiiv	Torumaterjalist statiiv	Hinde kaal
1. Tugevus	5	5	5
2. Stabiilsus	5	5	5
3. Välimus	3	4	1
4. Tootmise lihtsus	5	2	2
5. Hind	5	3	5
Hinne kokku	88	73	

Vastavalt tabelis 3.2 toodud hindamisele selgus, et tellijale sobilik statiivilahendus võiks olla valmistatud lehtmetailist. See on disaini poolest robustsem, kuid tootmise lihtsus ja sellest tulenev soodsam hind on eeliseks torust valmistatud statiivi ees. Torust valmistatud statiivil on vajalik keevitamine ja erinevaid mehaanilist töötlust vajavaid detaile on rohkem, sellest tuleneb ka kallim valmistamise hind. Eeskujuks võeti PMT toodetav lehtmetailist statiiv ning ideed tutvustati ka tellijale. Päästeamet kiitis valiku heaks ning autor alustas statiivi projekteerimisega.

3.2.1 Statiivi projekteerimine

Kiirkinnituse ja selles asetseva seadmekomplekti autosse kinnitamiseks projekteeriti statiivi lahendus.

Statiivi projekteerimiseks vajalikud kriteeriumid on näidatud tabelis 3.3.

Tabel 3.3

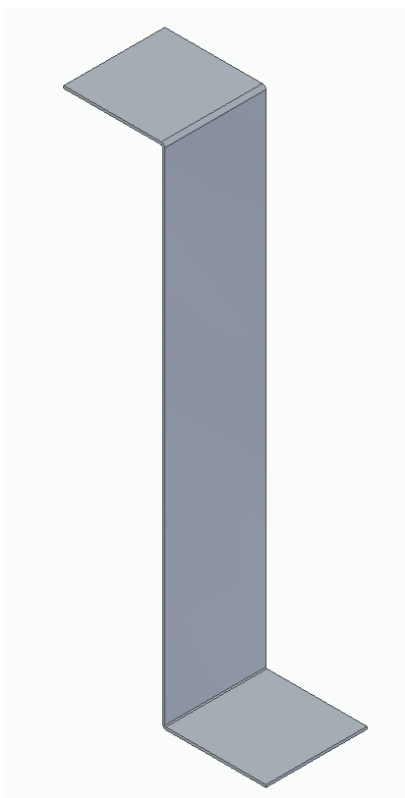
Kriteerium	Selgitus
Seadmekomplekti oodatav kõrgus	Mugav jälgitavus juhikohalt. Maksimaalselt kõrgel, kuid mitte varjates vaatevälja
Seadmekomplekti nurk juhi suhtes	Ca 30-45 kraadise nurga all juhi suhtes. Täpne asetus selgub siis, kui on teada hangitava auto mudel.
Seadmekomplekti nurk kõrvalistuja suhtes	Kõrvalistuja jaoks ei ole nurk kriitiline, kuid seadet võiks olla võimalus kõrvalistmelt kasutada.
Kandevõime	Olemasolev komplekt 5kg. Lisandub veel kohver ja kiirkinnituse mehhanism.
Kinnitusvõimalused	Kinnitus plaadi abil istmesiinide alla.
Materjal	Vastupidav ja soodne

Seadmekomplekti oodatavat täpset kõrgust ei ole veel teada, sest tellijal ei ole välja valitud autot ning hankeprotsess alles käib. Sobiliku statiivi mõõtme leidmiseks mõõdeti mitme erineva sõiduauto salongi ning järeldati, et maksimaalne kõrgus statiivile auto põrandast mõõdetuna on 490 mm. Automudeli selgumisel on võimalik lihtsasti statiivi detaile lühemaks teha, ning see muudab statiivi vaid jäigemaks ja soodsamaks. Pikemaks tegemine eeldab uute tugevusarvutuste teostamist ning vajadusel konstruktsiooni suuremat muudatust.

Statiivi kinnitusplaatide suuruse määramiseks saadi esmane info turuanalüüsi käigus. Sellistel autodesse mõeldud statiividel on kasutusel enamasti kinnituspoltide vahekaugus 75 x 75 mm. Sellest infost lähtudes projekteeriti alumise ja ülemise plaadi mõõtmed, et seadmeid oleks võimalik ühendada ka konkureerivate tootjate komponentidega.

Statiivi konstruktsiooni projekteerimisel võeti aluseks töökriitiliste seadmete ja lisatarvikute kogumass, mis on umbes 5 kg. Sinna lisandub veel kohvri tühimass ning projekteeritava kiirkinnituse mass. Seega arvestatakse statiivi projekteerimisel koormusega 10 kg. Tugevusvaru võimaldab vajadusel lisada kohvrise veel seadmeid, näiteks aku seadmete toiteks.

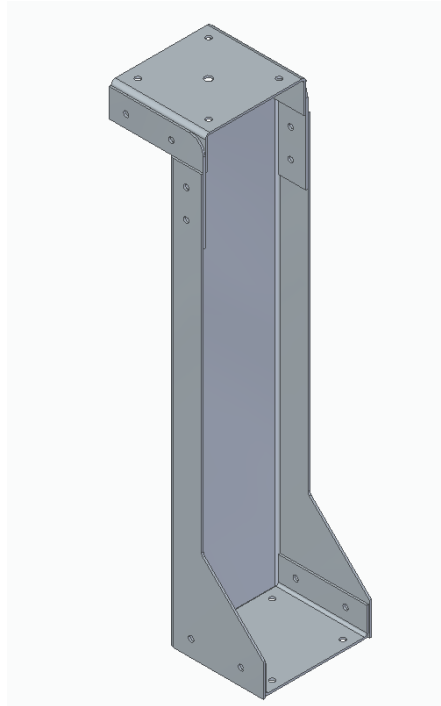
Esimese etapina modelleeriti SolidEdge tarkvaras lihtne lehtmetailist jala eskiis, millele hakati lisama erinevaid jäikust ja kinnitamist võimaldavaid detaile. Esmase konseptsiooniga saab tutvuda joonisel 3.1



Joonis 3.1 Esmane konseptsioon

Autori jaoks on selge, et lihtsalt ühest metallilehest detail ei ole piisavalt tugev, et vajalikku raskust kanda. Selle jaoks mõeldi lahendusi, kuidas kinnitada statiivi autosse ning kuidas oleks võimalik suurendada keskmise osa jäikust. Autor soovis leida lahendust, kus võimalikult väheste eri töötlusviisidega oleks võimalik konstrueerida statiiviks sobilik lahendus. Seetõttu eelistati konstruktsiooni loomisel vaid laserlõigatud ja painutatud detaile.

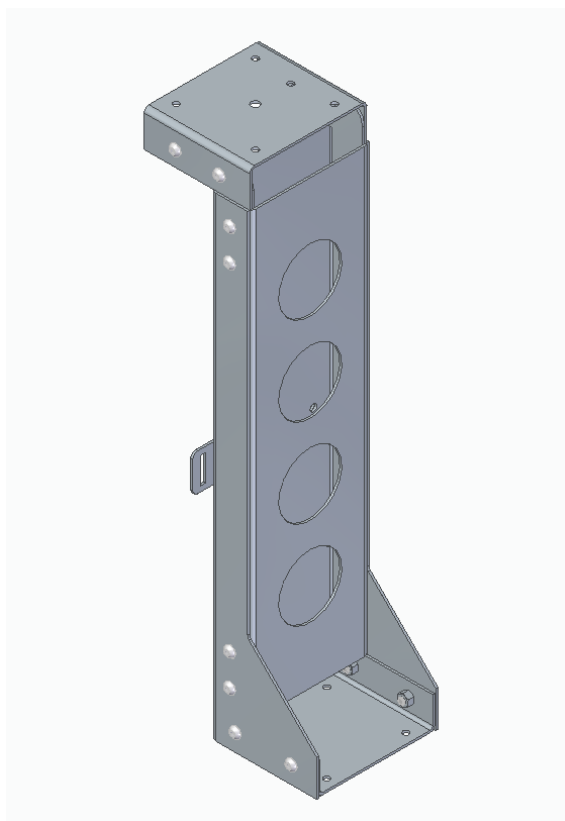
Teise etapina lisati konseptsiooni mudelile ühendusflantsid ning modelleeriti lihtne viiest detailist koosnev statiiv, mis on nähtav joonisel 3.2.



Joonis 3.2 Valminud lahend statiivile

Joonisel 3.2 on toodud järgmine lahend statiivile, mis koosneb viiest eri detailist. Statiiv koosneb pealmisest kinnitusplaadist, alumisest kinnitusplaadist, painutatud C-profiilist ning ülemist plaati ühendavatest flantsidest.

Teise lahendi kriitilise analüüsi käigus jõudis autor järeldusele, et 2 mm terasest valmistatud C-profiil võib järsul pidurdamisel või muu jõu rakendamisel hakata keskmisest osast läbi painduma. Lisaks juhtis tellija tähelepanu profiili servadele, mis võivad olla ebakvaliteetse lõikuse puhul teravad. Probleemide lahenduseks projekteeriti järgmine lahendusvariant, mille eesmärk oli eeltoodud konstruktsiooni probleemid lahendada (joonis 3.2).



Joonis 3.3 Lõplik statiivi lahend

Joonisel 3.3 nähtaval lahendusvariandil on lisatud perforeeritud C-profiil jäikuse parandamiseks. Profiilile lõigatakse sisse avad, et vähendada selle massi. Lisatud profiil valmistatakse samuti 2 mm materjalist, et vähendada eri materjalide kasutamist projektis. Sarnaste paksuste kasutamine vähendab laserlõikuse seadistuskulusid väikeseeria puhul. Suuremate koguste puhul võib lisatud C-profiili teha õhemast materjalist.

Lõplik statiivi lahend selgus peale komplekti tugevusarvutuste teostamist. Alumise kinnitusplaadi paksus muudeti esialgse 2mm pealt 3 mm peale, et vähendada tekkinud kriitilisi pingeid materjalis. Lõplik statiivi lahend on nähtav joonisel 3.3.

Sobilik materjal statiivi projekteerimiseks on teras, sest see on soodne ning vastupidav ja vastab tellija nõudmistele. Statiivi konstruktsiooniks kasutatav materjal on 2 mm paksune külmalts teras DC 01, sest see on hästi keevitatav, värvitav ning seda kasutatakse autotööstuses tasapinnaliste toodete ja muude masinate valmistamisel. [4] Mass ei ole statiivi projekteerimisel kriitiline, kuid massi vähendamiseks võib statiivi toota ka alumiiniumist.

Statiivi detailide lõikamiseks on sobilik viis laserlõikus, mis võimaldab täpset ja soodsat lõikamist erinevatele detailidele. Laserlõikuse täpsus lõikamisel on $\pm 0,1$ mm ning detailide korratavus $\pm 0,05$ mm. [5]

Käesoleva projekti lahendamiseks on laserlõikus väga hea töötlusviis.

Laserlõikusega lõigatakse detailidele sisse ka avad. Vajadusel eemaldatakse lõikeservade äärest tekkinud krass, et servad ei oleks teravad. Krassi saab eemaldada krassinoaga või spetsiaalses lihvpingis kuhu detailid pärast laserlõikust asetatakse. Vajalike painete saavutamiseks painutatakse laserlõikusest saabunud detailid painutuspingis ning seejärel on statiivi konstruktsioonelemendid valmis viimistluseks.

Eeltoodud etappide järel on statiivi konstruktsioon valmis värvitöökohta saatmiseks. Autori ettepanek on kasutada statiivi puhul pulbervärvimist.

Pulbervärvimise eelised võrreldes teiste värvimismeetoditega on:

- vastupidavus mehaanilistele mõjutustele ja ilmastikuoludele;
- korrosioonikindlus;
- hea kaubanduslik välimus,
- lai värvitoonide valik;
- värvimisprotsess on ökonoomne;
- tehnoloogia on keskkonnasõbralik. [6]

Autori ettepanek on standardina kasutada statiivi puhul pulbervärvi must RAL 9005, kuid värvi on võimalik vastavalt tellija soovile ka muuta.

Hea pulbervärvimise kvaliteedi eelduseks on eelnevalt läbiviidud detailide haaveldus, mis eemaldab detailidelt õli, rooste ja šlaki. [7]

Seetõttu on oluline enne detailide värvimist üle täpsustada, kas hind sisaldab ka haaveldust.

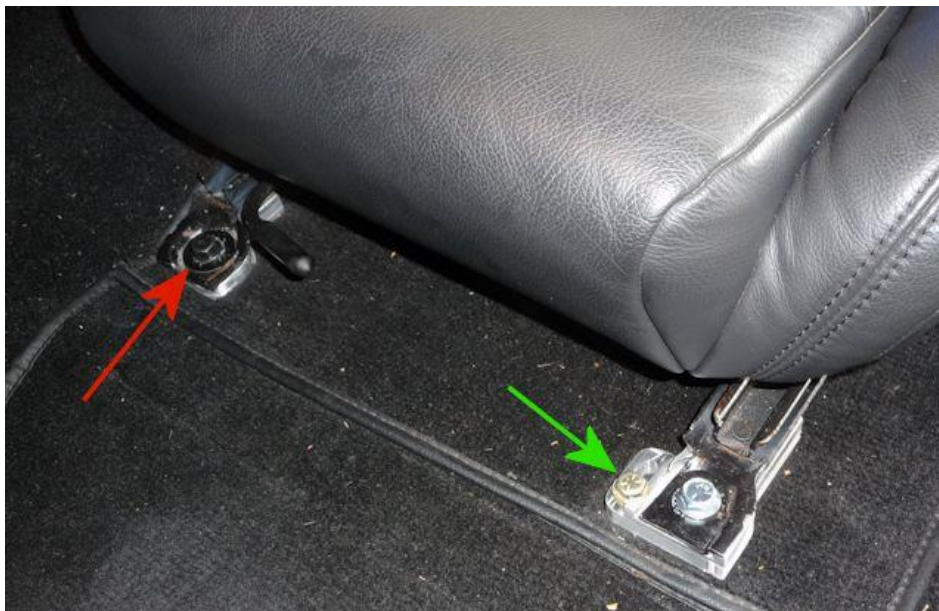
Värvimiseks vajalikud eeltööd ning vajalikud töölusetapid tehakse värvitöökoja poolt ning neid projektis ette ei määrata.

Pärast värvimist statiivi komponendid pakendatakse, lisatakse ostukomponendid ning saadetakse kliendile. Klient monteerib statiivi vastavalt tootega kaasa pandud juhenditele autosse.

3.2.2 Statiivi kinnitamine autosse

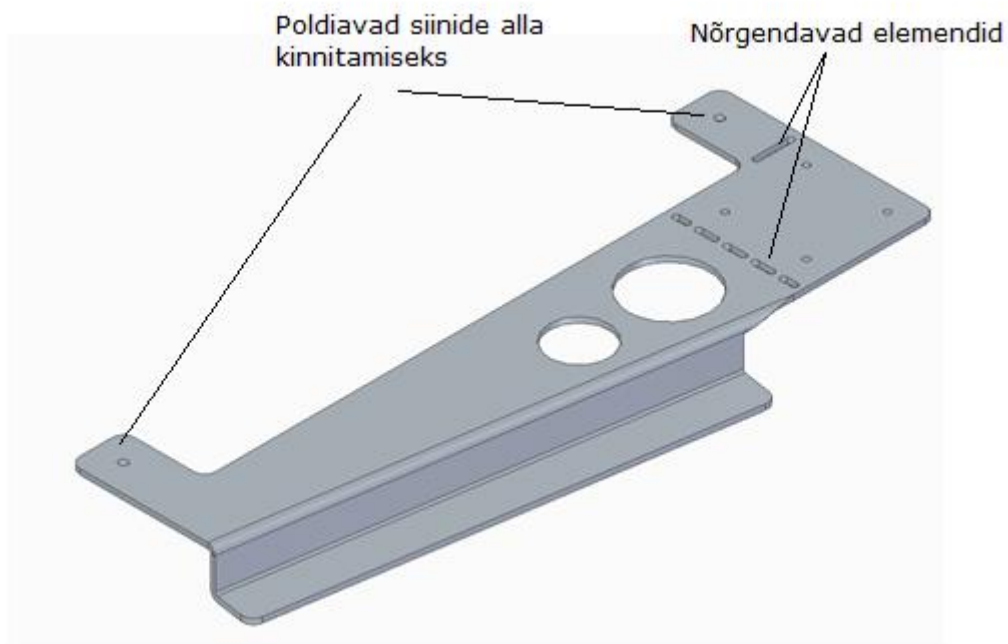
Üle maailma on kasutusel väga erinevat marki operatiivsõidukeid ning eri tootjate automudelitel on salong erinevate mõõtmetega ning kinnitusvõimalused erinevad.

Statiivi kinnitamiseks projekteeritakse eri mudelitele erinevad kinnituslahendused. Turul pakutavad statiivilahendused kinnituvad enamasti kõrvalistuja istme siinide poldide alla.



Joonis 3.4 Auto istme siini poldid

Sarnaselt teiste tootjate poolt pakutavale lahendusele projekteeriti ka käesolevas töös kinnitusplaat, mis sobib auto istme kinnituste siinide alla. Istme siini poldid on näidatud joonisel 3.4 Kõrvalistuja istme siini mõlemad esimesed kinnituspoldid avatakse ning 3 mm terasest kinnitusplaat asetatakse oma kohale paralleelselt istme esiservaga. Seejärel asendatakse istme siini poldid pikematega, mis on originaalse kinnituspoldiga sama tugevusklassiga või suuremaga. Protsessi tulemusel saame tugeva, kuid avarii korral pisut plastselt deformeeruva kinnituse statiivile.



Joonis 3.5 Projekteeritud kinnitus istmesiinide alla

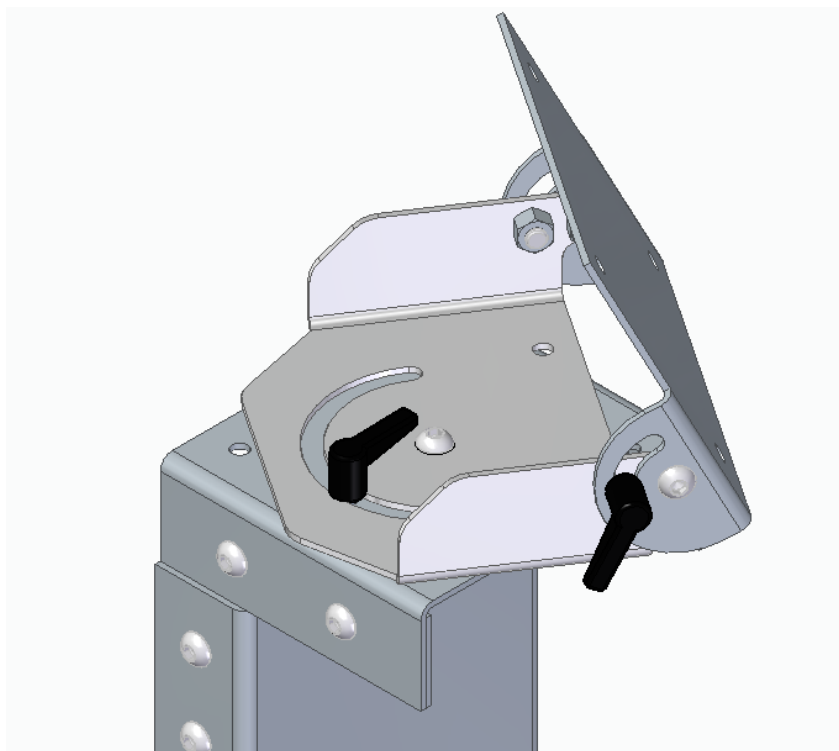
Joonisel 3.5 kujutatud kinnituslahendus projekteeriti algselt 2mm paksusest terasest, kuid tugevusarvutuste käigus selgus, et avarii korral ei hoia see statiivi piisavalt tugevalt kinni. Seepärast valmistati järgmine mudel 3 mm paksusest S355 terasest. Alusplaadi paremaks jõudude jaotamiseks avarii korral lisati sinna konstruktsiooni nõrgendavad elemendid. Need tehti selleks, et avarii korral ei avalduks liiga suured pinged statiivis. Täpsemalt saab teostatud tugevusarvutustega tutvuda alapeatükis 3.2.3.

Kinnituse konstruktsioon on esialgne ning selle disaini viimistlemisele ei kulutatud projekti käigus täiendavat aega, sest täpne auto mark ja mudel ei ole veel teada.

Täpse automudeli selgumisel tuleb kindlasti muuta kinnituslahendusi ning teha vajalikud disaini ja konstruktsiooni muudatused sõltuvalt auto põhja kujust ja kinnitusvõimalustest. Võib tekkida vajadus muuta painete asukohti ning lisada tugevdavaid või nõrgendavaid elemente kinnitusele.

Seadmekomplekti kasutajamugavuse tagamiseks on vaja luua võimalused komplekti reguleerimiseks juhi ja kõrvalistuja suhtes. Statiivi reguleerimisvõimekuse väljatöötamiseks analüüsiti mitmeid erinevaid lahendusi, kuid kõige optimaalsema lahendusena leiti, et nurga muutmise kinnitus valmistatakse samuti lehtmetailist, et viia erinevate keeruliste mehaaniliste lahenduste vajadus miinimumini.

Statiivi nurga muutmiseks loodi lehtmetailist kinnitus (joonis 3.6), mis võimaldab seadmekomplekti statiivi telje suhtes 180 kraadi ulatuses reguleerida ning seadmekomplekti nurka muuta 90 kraadi ulatuses. Nurkade muutmiseks peab vabastama käega keeratava kinnituspoldi ning lükkama seadmekomplekti sobivasse asendisse ning seejärel poldi taas pingutama.



Joonis 3.6 Reguleerimiseks projekteeritud kinnitus

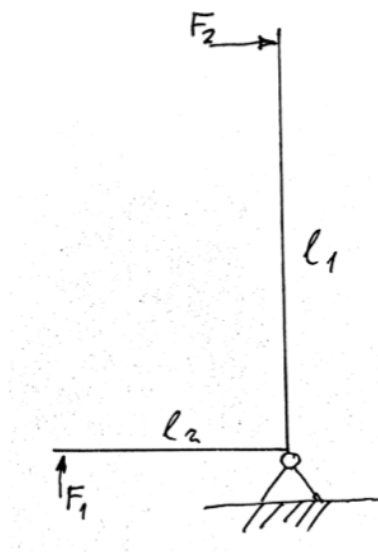
Reguleerimiseks loodud kinnituse ja statiivi otsaplaadi avasse on lisatud nailonist puks, mis lihtsustab pöörlemist.

3.2.3 Statiivi tugevusarvutused

Projekteeritud seadmekomplekt paigaldatakse operatiivsõidukisse milles on alati palju eriseadmeid ja ümberehitusi. Projekteeritud statiiv ja kiirkinnitus on üks neist. Selleks, et anda täpne hinnang projekteeritud seadme ohutusele reisijate jaoks on vajalik teostada täiendavad avariikatsed. Antud töö käigus seda autoril tellija poolt teha ei palutud ning see pole ka eelarve tõttu võimalik. Sellepärast piirdub autor lihtsustatud kontrollarvutusega, kus määratakse ligikaudne tugevusvaru.

Operatiivsõidukite tööülesanded nõuavad sõitmist suurtel kiirustel ja väga erinevatel maastikel, mis teevad ohutuse hindamise keeruliseks. Töö autor ei võta vastutust seadmekomplekti ohutuse osas. Tellijal on ümberehitustega seotud tehniliste detailide kontrollimiseks oma reeglid ja metoodika olemas.

Esmalt teostati statiivi alumiste kinnituspoltide tugevusarvutused, et saada kindlust tugevuses. Alumistele kinnituspoltidele avaldub avarii või äkkpidurduse korral kõige suurem jõud. Poltide kontrollimiseks teostas autor käsitsi arvutuse, mille käigus leiti jõud, mis peaks statiivi ülemisele otsale asetatud rakenduspunkti mõjuma, et murda M6 kinnituspolt tugevusklassiga 8.8.



Joonis 3.7 Poldi koormusskeem

M6 polt tugevusklassiga 8.8 elastsuspiir on 16,1 kN [8]

Poldi purunemiseks mõjuva jõu arvutamiseks eeldame, et kang on jäik. Vajaliku jõu leidmiseks kasutame kangireeglit 2 jõu korral (valem 3.1).

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2 \quad (3.1)$$

Poldi purustamiseks vajalik jõud $F_1 = 16,1\text{kN}$

$$l_1 = 490\text{mm} = 0,49 \text{ m}$$

$$l_2 = 75\text{mm} = 0,075 \text{ m}$$

Valemist 3.1 saab tuletada poldi purunemiseks vajaliku jõu F_2 :

$$F_2 = \frac{F_1 \cdot l_1}{l_2} \quad (3.2)$$

Vastavalt valemile 3.2 saame $F_2 = 2,46$ kN

Arvutus näitab, et, kui statiiv oleks ühe poldiga pöranda küljes kinni, siis oleks selle purustamiseks vajalik rakendada jõud 2,46 kN statiivi otsale.

Jõud avarii korral

Kuigi operatiivautode juhid on professionaalsed, siis alati ei ole võimalik avariist hoiduda. Selle jaoks on vajalik aru saada, kuidas projekteeritav statiiv ja selle kinnitused avarii korral puruneda võivad.

Oletame, et sõiduk sõidab kiirusel 60 km/h (16,6 m/s) ning teeb avarii ja sõidab esiosaga kiviseina. Oletame, et auto jääb seisma 0,1 sekundiga [9].

Meil on teada seadmekomplekti mass ning seeläbi saame arvutada ka avarii korral mõjuvad jõud.

Statiivi kinnitustele mõjuvat jõudu avarii korral arvutati vastavalt Newtoni teisele seadusele:

$$F = m \cdot a \quad (3.3)$$

kus m – seadmekomplekti mass, kg

a – kiirendus, m/s²

Kiirendus avarii korral leiti valemiga 3.4

$$a = \frac{v - v_0}{t} \quad (3.4)$$

kus a – kiirendus, m/s²

v_0 – algkiirus, 0 m/s

v – lõppkiirus, 16,6 m/s

t – aeg, 0,1 s

Vastavalt valemile 3.4 saame, et auto kiirendus $a = -166$ m/s².

Teades, et seadmekomplekti mass on 10 kg, saame valemiga 3.3 arvutada kinnitustele mõjuva jõu:

$$F = 10 \cdot 166 = 1666 \text{ N} = 1,66 \text{ kN}$$

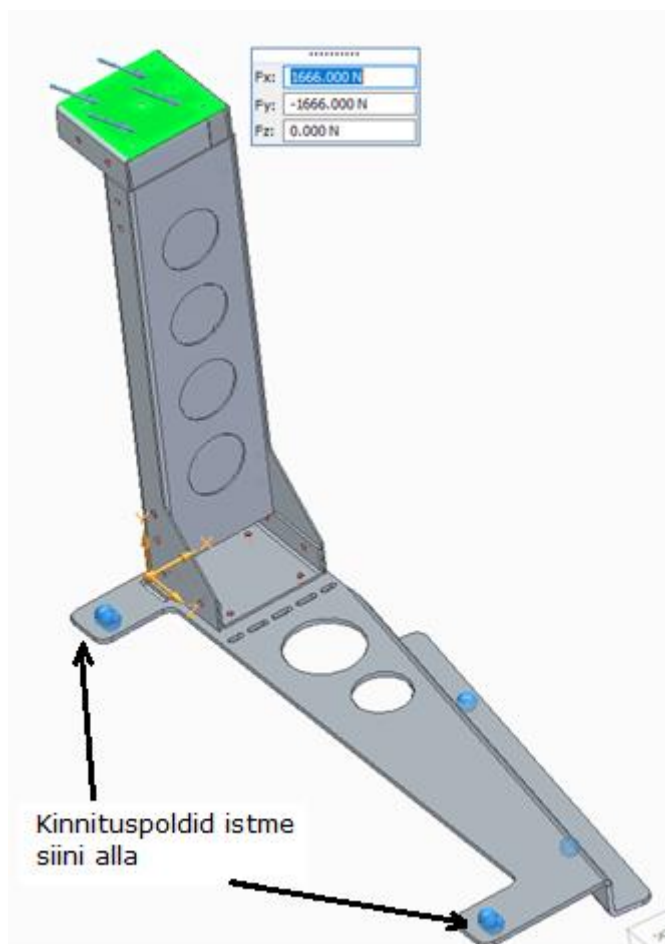
Eeltoodud arvutus näitab, et avarii korral on statiivile mõjuv maksimaalne jõud 1,66 kN. Teades, et poldi purunemiseks vajaminev jõud on 2,46 kN, saame välja arvutada, et poldi tugevusvaru on:

$$2,46 : 1,66 = 1,48 \text{ kordne}$$

Statiivi kinnitamiseks alusplaadi külge piisaks ühest M6 poldist tugevusklassiga 8.8. Statiiv projekteeriti alusplaadile kinnituma nelja kinnituspoldiga.

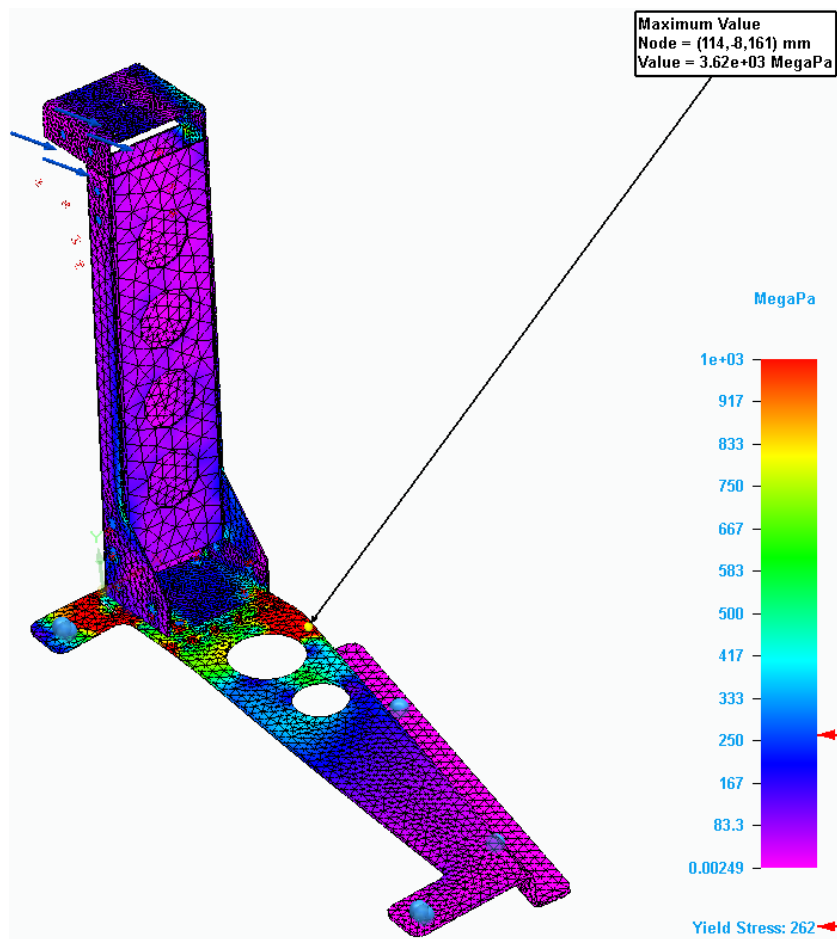
3.2.4 Arvutused statiivi kinnitusele

Statiivi ja jala konstruktsiooni vastupidavuse hindamiseks rakendati 1666 N suurune jõud statiivi pealmisele flantsile 45 kraadise nurga all suunaga auto ette. Selle eesmärk oli näha, kuidas käitub konstruktsioon eeltoodud avariolukorras. Enamasti mõjuvad ka sõites suuremad jõud just pidurdades ning seetõttu on autori arvates kõige olulisem välja tuua just selles suunas mõjuvad jõud. Statiivi koormusskeem ja analüüsi tulemused on joonisel 3.8.



Joonis 3.8 Statiivi koormuskeem ja kinnituspoldid

Statiivi detailid on omavahel poltidega ühendatud ning koost on fikseeritud alumise kinnitusplaadi avadest. Kinnitusplaadi esimesele osale on võimaldatud libisemine mööda pinda. Teostatud analüüsi tulemused on näha joonisel 3.8.



Joonis 3.9 Statiivi ja kinnituse maksimaalsed pinged

Analüüsi tulemustest järeldame, et projekteeritud statiivi konstruktsioon on piisavalt jäik, sest statiivi osas ei toimunud deformatsioone, mis oleksid statiivi ära murdnud. Statiivi konstruktsiooni säästmiseks on istme siinide alla kinnituvale detailile on tehtud konstruktsiooni nõrgendavad sisselõiked, et see puruneks enne statiivi. Suurim jõud avaldub statiivi kinnitusplaadi nõrgestamiseks loodud aladele, mis on joonisel 3.9 näidatud punasega. Alusplaat paindub avarii olukorras nendest kohtadest läbi.

Statiivi koormusarvutust saab täpsemalt läbi viia kui on selgunud täpne auto mark ning projekteeritud lõplik kinnitusplaadi lahend. Autori hinnangul peaks kasutama ka lõplikul alusplaadi kinnitusel vajadusel konstruktsiooni nõrgendavaid elemente, et kinnitusplaat annaks avarii korral järgi.

3.2.5 Statiivi ohutuse suurendamine

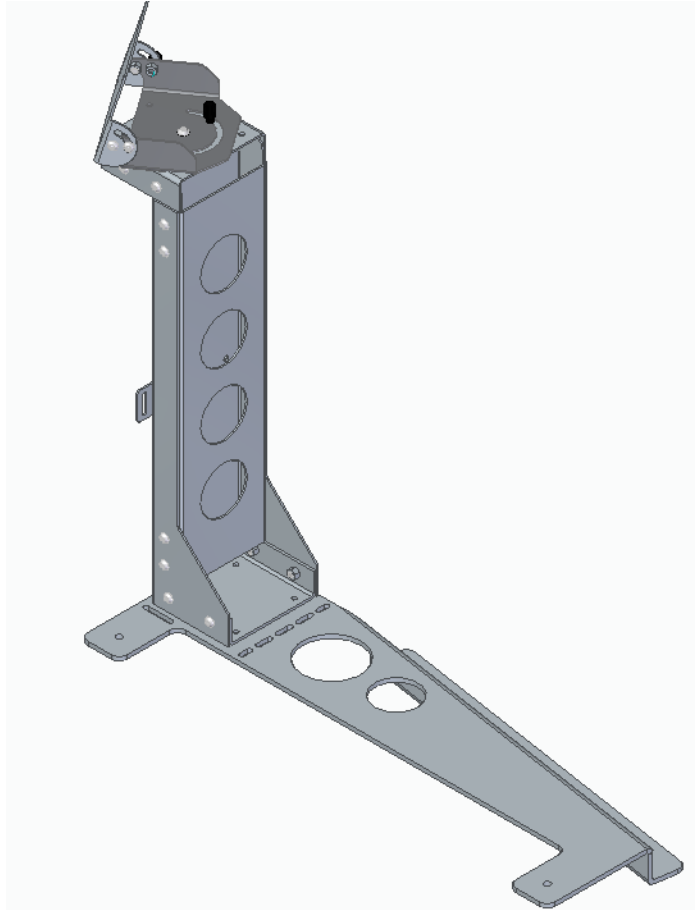
Avarii puhul ei saa täpselt kindel olla, millisest suunast ja mis ulatuses see toimub. Reisijate turvalisuse suurendamiseks on autori soovitus statiiv autosse kinnitada kahe turvarihmaga, mis on kujutatud joonisel 3.10. Rihmade kinnitamiseks projekteeriti kinnitusflants, millega rihma üks ots kinnitatakse statiivi külge ning teine ots näiteks kõrvalistme siini tagumise poldi alla. Täpne kinnituslahendus otsustatakse siis, kui on selgunud täpne automark. Rihm katkeb tootekirjelduse järgi 2500 N jõuga ning see hoiab võimaliku purunemise korral statiivi autos paigal. [10]



Joonis 3.10 Turvarihm

3.2.6 Projekteeritud statiivi lõpplahendus

Projekteeritud statiiv (joonis 3.11) on robustse konstruktsiooniga ning seda on lihtne ja odav toota. Konstruktsiooni valmimiseks on vajalik vaid laserlõikus ja painutus ning detailide ühendamise poltidega. Statiivil on vajalikud reguleerimisvõimalused, et seadmekomplekti nurka erinevate autojuhtide jaoks muuta. Statiivi kinnituslahendus on lihtsate muudatustega kohandatav erinevatesse sõidukitesse. Projekteeritud statiiv vastab tellija spetsifikatsioonile. Statiivikomplekti hinnaga on võimalik tutvuda töö neljandas osas.



Joonis 3.11 Projekteeritud statiivi lõpplahendus

Seadme koostamisest ja detailide mõõtmetest saab ülevaate tööle lisatud kooste- ja detailijoonistelt.

Järgnevas peatükis antakse ülevaade kiirkinnituse ja seadmekohvri projekteerimisest.

3.3 Kiirkinniti ja seadmekohvri projekteerimine

Lõputöö lähteülesandes püstitatud eesmärgi osaliseks täitmiseks projekteeris autor statiivi. Käesolevas peatükis antakse ülevaade kiirkinniti ja seadmekohvri projekteerimisest.

3.3.1 Idee leidmine ja lahenduse projekteerimine

Kiirkinniti idee leidmiseks viidi läbi ajurünnak ning leitud ideed seadmetest, mis kinnituvad kiirkinnituse põhimõttel koguti tabelisse 3.4.

Tabel 3.4 Erinevad kiirkinnitusega seadmed

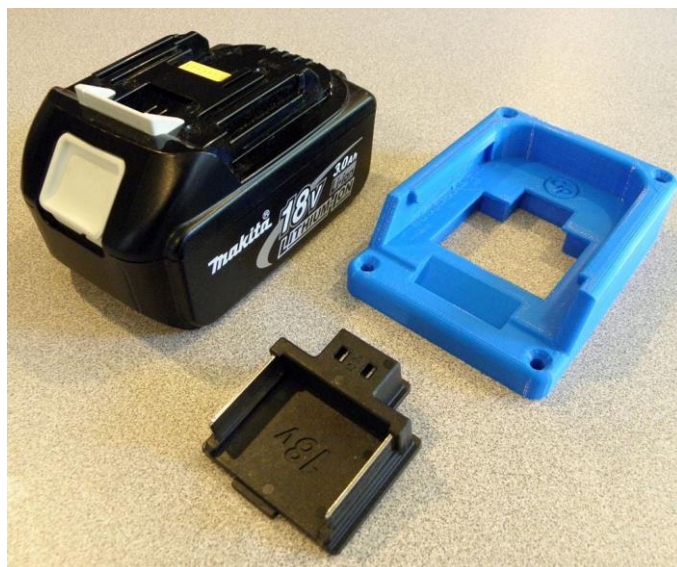
Seade	Kirjeldus	Eelised	Puudused
Suusaklamber	Tugev kinnitus, horisontaalne varras lükatakse teatud jõu ületades lukusti taha	<ul style="list-style-type: none"> Seadme kinnitamine ühe liigutusega. 	<ul style="list-style-type: none"> Keeruline mehaanika
Mootorratta kohvikinnitus	Kaks materjali riivistatakse omavahel	<ul style="list-style-type: none"> Tugevad olemasolevad kinnitused. 	<ul style="list-style-type: none"> Kallis hind, et kasutada komplekti ostutootena.
Akutrelli aku	Plastikust siinid suunavad kaks detaili omavahel kokku ning lukustatakse	<ul style="list-style-type: none"> Väga mugav elektrilahenduse teostus Mugav ühenduvus 	<ul style="list-style-type: none"> Pole kasutusel suure koormuse kinnihoidmiseks.
Sülearvuti dokk	Erinevad lahendused, kus konstruktsioon suunatakse plastikust pukside abil kinnitisse	<ul style="list-style-type: none"> Palju elektriühendusi 	<ul style="list-style-type: none"> Pole kasutusel suure koormuse kinnihoidmiseks.
Magnetiga telefonihoidja autos	Seadmel on küljes õhuke terasplaat ning auto poole peal paar tugevat neodüümmagnetit	<ul style="list-style-type: none"> Mugav kinnitus. 	<ul style="list-style-type: none"> Elektriühenduste tegemine keeruline.
GoPro kaamerakinnitus	Kaks detaili liugur ja kandur lükatakse omavahel kokku	<ul style="list-style-type: none"> Mugav ühendumine 	<ul style="list-style-type: none"> Olemasolevad lahendused väiksed (ca 30x 30mm)

Eeltoodud tabelis 3.3 kirjeldatud kinnituste analüüsil otsustati, et kiirkinniti lahenduseks sobiks kombinatsioon GoPro kaamerakinnitusest (joonis 3.12) ning akutrelli ühendusest (joonis 3.13), sest nende omavaheline kinnitamine on lihtne ning kinnituste omavaheliseks ühendamiseks ei ole vaja keerulisi mehhanisme. Akutrelli aku kinnitusest võetakse eeskju elektriühenduste projekteerimiseks.



Joonis 3.12 GoPro kaamera kinnitus

Joonisel 3.12 näidatud GoPro kaamerakinnitus koosneb kahest detailist – kandurist ja liugurist, mis lükatakse omavahel mööda siine kokku. Seadmete omavaheline kinnitamine on tehtud mugavaks detailidele erinevate raadiuste lisamisega.

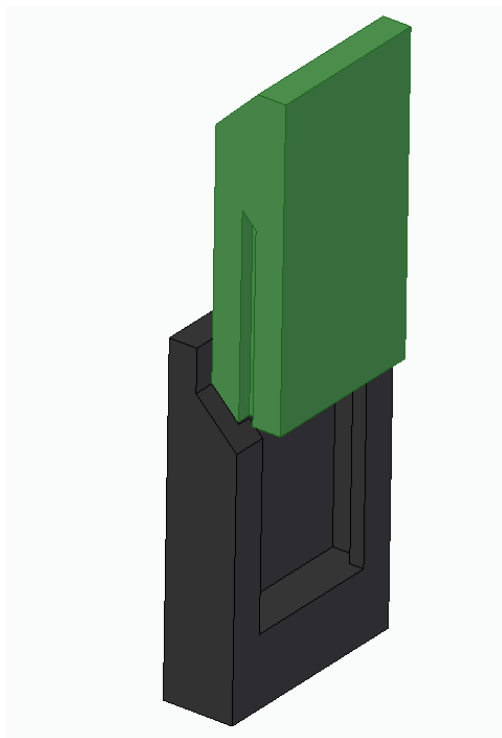


Joonis 3.13 Akutrelli siinidega akuhoidja

Joonisel 3.13 näidatud Makita akutrelli hoidja on sarnase tööpõhmõttega nagu ka GoPro kinnitus, kus kaks detaili ühenduvad omavahel siinide suunamisel kokku. Erinevus on selles, et konstruktsioonis on ka elektriühendus ning kinnitus on eraldi mehhanismiga.

Eeltoodud ühendusvariantide eeskujul tehti esmane mudel seadmete omavahelisest ühendusest (joonis 3.14), kus kaks detaili ühendatakse omavahel siinide abil kokku. Lahendus koosneb kandurist, mis kinnitatakse statiivi külge ning liugurist, mis on seadmekohvri küljes. Kandurisse tehakse vajalikud ühendused auto poolt ning liuguri kaudu viiakse need edasi seadmekomplekti. Kahe detaili ühenduskohale lisatakse vajalikud pistikud.

Lahendusvariandi mudelit tutvustati töö tellijale ning heakskiidu saamisel jätkati kiirkinnituse arendusega.



Joonis 3.14 Esmane mudel seadmete omavahelisest ühendusest

3.3.2 Lahendi projekteerimine

Kiirkinnituse detailseks projekteerimiseks koostati morfoloogiline maatriks (tabel 3.5), mille abil valida välja parim lahend kiirkinniti osafunktsioonide jaoks.

Tabel 3.5 Kiirkinnituse morfoloogiline maatriks

Osafunktsioon	Lahendusvariandid		
Kasutatav materjal	Plastik	Alumiinium	Teras
Kohvri kinnitamine liugurile	Poltliide	Liimitud	Keevitatud
Kanduri kinnitamine statiivile	Poltliide	Liimitud	Keevitatud
Kahe detaili omavaheline lukustamine	Riivimehhanism	Elektromagnetiga riiv	Neodüümmagnet
Ühenduste läbiviimine	Pistikuga		Juhtmevabalt

3.3.3 Materjali ja töötlusviisi valik

Lahendi projekteerimise esimese etapina valiti välja väikeseeria tootmiseks sobilik töötlusviis.

Kiirkinnituse tootmiseks sobivaid materjale ja erinevaid töötlusviise on mitmeid. Valitud töötlusviiside hindamisega võimalik tutvuda tabelis 3.6.

Tabel 3.6 Töötlusviisi valikukriteeriumid

Kriteerium/Materjal	3D prinditud plastik (FDM)	3D prinditud(laserpaagutus)	Plasti survevalu	Freesitud plastik	Freesitud alumiinium
Töödeldavus	5	5	5	5	5
Väikeseeria tootmise mõistlikkus	5	4	1	5	4
Tugevus	4	4	3	5	5
Mass	5	5	5	5	3
Kulumiskindlus	3	4	5	4	5
Hind väikeseeria puhul	3	2	1	4	2
Kokku hinne	24	24	20	37	24

Vastavalt eeltoodud tabelile valiti sobilikuks kiirkinniti valmistamise meetodiks plastikust freesimine, sest see sai koondhindena kõige rohkem punkte. See on autori hinnangul kõige sobilikum meetod sellise lihtsa detaili väikeseeria tootmiseks.

Tulevikus võib kaaluda ka plasti survevalu kasutamist kinniti tootmiseks, kuid see eeldab spetsiaalse vormi loomist ning väikese seeria puhul ei ole see mõistlik.

Detaili freesimiseks uuriti infot sobiliku materjali kohta ja küsiti hinnapakkumine ettevõttest Kumex OÜ. Detaili lõpliku hinnaga on võimalik tutvuda töö neljandas osas.

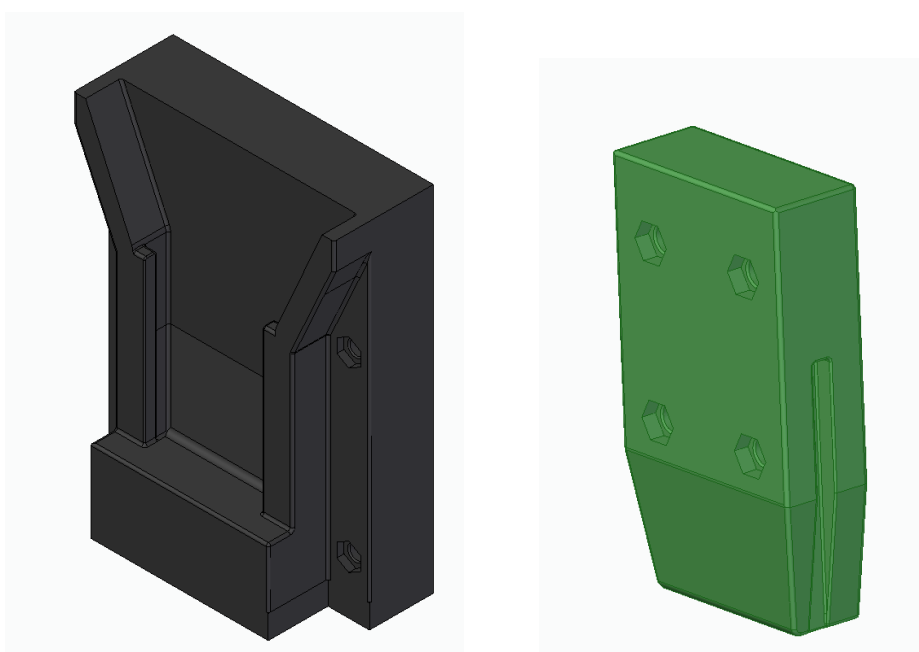
Freesimiseks otsustati kasutada polüatsetaali (POM - C), sest see on kõrge pinnatugevusega, omab häid libisemisomadusi ning on kõrge vastupidavusega kulumisele ja rebimisele. Materjali pealispind on kõva ja sile. Kasutatakse veoratastena, elektroonikatööstustes ning toiduainetööstuses. [11]

Kasutatava polüatsetaali tehniline info on lisan 2.

3.3.4 Disaini väljatöötamine

Kiirkinnituse disaini väljatöötamisel võeti arvesse asjaolu, et detaili freesitakse.

Esiolgu disaini muudeti selliseks, et liugurit oleks võimalik kohvri külge ning kandurit statiivi külge. Selle jaoks otsustati kasutada poltliidet, et võimaldada kiirkinnituse ühendamist ka teiste tootjate statiivide külge. Selleks lisati mõlemale detailile M6 avad. Järgmise etapina muudeti kiirkinnituse väliskontuure selliselt, et kinnitust oleks mugav teha ka ilma detaile nägemata. Selle jaoks lisati detailidele raadiused ning lisati erinevad kaldelemendid, et kahe detaili kokku ühendamine oleks mugav.



Joonis 3.15 Muudetud kiirkinnituse disain. Vasakul joonisel statiivile kinnituv kandur ning paremal joonisel seadmekohvri külge kinnituv liugur

Joonisel 3.15 on näha detailidele lisatud mugavamalt ühendamist võimaldavad raadiused ja faasid ning kinnitamiseks lisatud M6 poldiavad.

3.3.5 Kiirkinnituse prototüüp

Pärast esialgse disaini modelleerimist otsustati kiirkinnitusest teha prototüüp, et näha füüsiliselt detailide omavahelist kokkusobivust. Prototüüp 3D prinditi kasutades üldlevinud FDM meetodit ning materjalina PLA-d. Konstruktsioon täideti seest kärjega,

sest prototüübi puhul ei olnud oluline tugevust katsetada. Liuguri konstruktsiooni kärg on näha joonisel 3.16.



Joonis 3.16 Prototüübi 3D printimine

Prototüübi printimiseks kulus 7 tundi. Pärast printimist pidi veidi kanduri siine viiliima, et seadmed omavahel hästi ühenduma hakkaksid. Lisaks tuli eemaldada kruvikeeraja abil detailide tühimikest plastiku kärjematerjal. Valminud prototüüpi näeb joonisel 3.16.



Joonis 3.17 Prototüüp

Valminud 3D prinditud prototüübi jaoks loodi tahvelarvuti ja raadiojaamade gabariitidega makett ning puidust stiiiv, mis kinnitati autosse. Autor soovis testida seadmete omavahelist ühendamist juhul kui kinnitust ei ole võimalik vaadata. Valmistatud prototüübil oli võimalik seadmeid lihtsa vaevaga ühendada ning valminud prototüüp õnnestus. Valmistatud puidust prototüüpi on näidatud joonisel 3.18.

Prototüübi valmistamine maksis autori jaoks 25 eurot ning andis hea ettekujutuse seadmete reaalsest ühendusest.



Joonis 3.18 Kiirkinniti Prototüübi katsed sõiduautos Ford Mondeo

Peale prototüübi katseid saadi kinnitust, et selline ühendusmeetod on sobilik seadmete dokkimiseks. Järgnes kinnituse lukustamise projekteerimine ning sobiliku pistiku valik ning seadme lõpliku lahendi leidmise protsess.

3.3.6 Kahe detaili omavaheline lukustamine

Selleks, et seadmekomplekt kiirkinnitist näiteks avarii korral ei eralduks, peab see olema mehaaniliselt lukustatud.

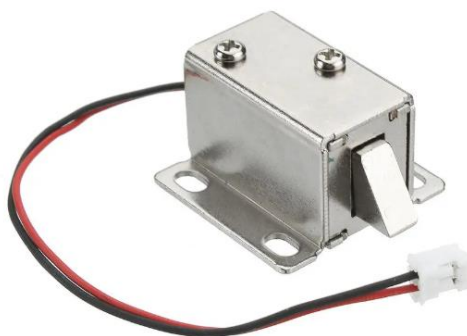
Kanduri ja liuguri omavaheliseks lukustamiseks analüüsiti kokku kaheksat varianti. Erinevad lukustusvariandid on toodud lisas 3. Analüüsi käigus koondati kõik erinevad manuaalselt riivistatavad mehhanismid üldnimetuse riivmehhanism alla. Tehtud lihtsustuse alusel hinnati tabelis 3.7 esitatud morfoloogilises maatriksis variante kolme kriteeriumi alusel – disaini lihtsus, hind ja tugevus.

Tabel 3.7 Lukusti variantide hindamine

Kriteerium/Variant	Riivmehhanism	Neodüümmagnet	Elektromagnet
Disaini lihtsus	2	5	5
Hind	2	3	5
Tugevus	5	2	5
Hinne kokku	9	10	15

Eeltoodud tabeli alusel valiti kahe detaili omavaheliseks lukustamiseks elektromagneti lahendus, sest seda on lihtne projekteeritavasse kandurisse lisada ning elektromagnet on soodne ja tugev lahendus detailide omavaheliseks lukustamiseks. Sobilik magnet tõmbab riivi sisse 12 V rakendamisel ning riivi tagastus toimub vedruga. Sellisel juhul ei ole seadme kiirkinnitisse ühendamiseks vajalik elektriühendus.

Magnetlukuks valiti välja joonisel 3.19 kujutatud elektromagnetiga lukk. See on väike ning autori hinnangul piisavalt tugev, et hoida liugurit ja kandurit omavahel koos. Magneti riivi tugevuse kohta informatsiooni ei leitud. Selle purunemist tuleks katsetada prototüübil.

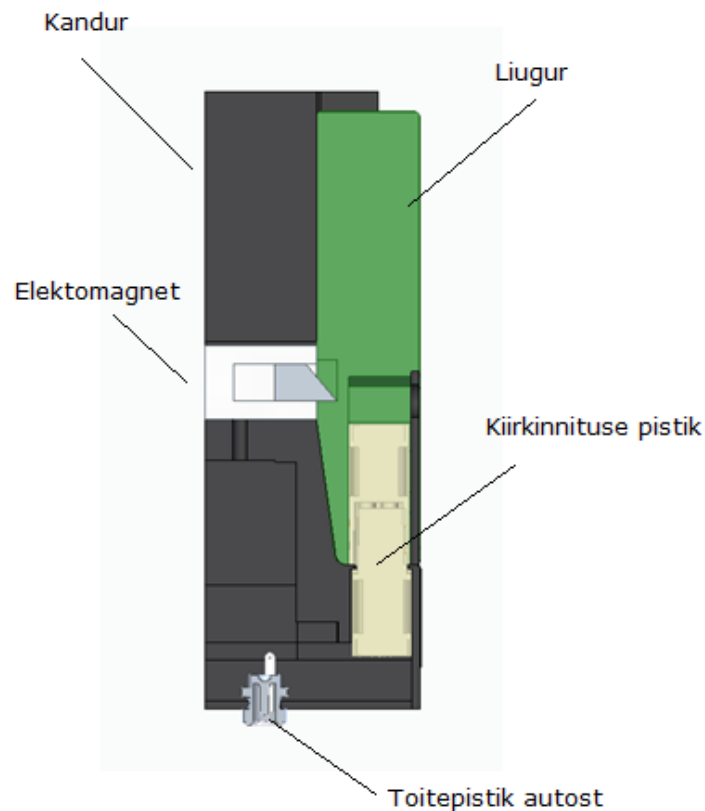


Joonis 3.19 Elektromagnetiga lukk

Tabel 3.8 Valitud magnetluku parameetrid

Parameeter	Suurus
Pinge	12 V alalisvool
Voolutarve	0,43 A
Ühendumine	Perioodiline (voolu on vaja vaid riivi sissetõmbamiseks)
Mõõtmed	27x29x18 mm (ilma korpusest 18x18x27 mm)
Toote hind	15 € (koos transpordiga Hiinast)

Magneti korpuse jaoks projekteeritakse kanduri tagaossa ava, millesse see kinnitatakse. Lukustusriivi jaoks projekteeritakse liugurisse ava, mis võimaldab riivi liikumist liuguri sisse ning lukustada liuguri ja kanduri omavahel. Seadmete omavahelist lukustust iseloomustab joonis 3.20.



Joonis 3.20 Seadmete omavaheline lukustus

Selline ühendusviis tagab, et seadmed on kiiresti ja mugavalt omavahel ühendatavad ning lukustatud avarii jaoks. Elektromagnetiga luku eeliseks on veel see, et seadmeid saab lahti dokkida vaid 12 V rakendumisel. Dokitud seadmeid ei ole seetõttu nii lihtne autost varastada.

3.3.7 Pistiku valik

Nagu töö lähteülesandes kirjeldatud, siis kiirkinnitust peavad läbima seadmete tööks vajalik elekter ning muud lisatarvikute ühendused. Projekteeritav seadmekohver peab olema ühendatav vooluvõrku ka toas.

Seadmekomplekti kuuluvatel tahvelarvutil ja telefonidel on sisse ehitatud akud. Akude laadimiseks on mõlemal seadmel vaja elektriühendust.

Sõiduautodes kasutatavate seadmete toiteplokkid on enamasti projekteeritud töötama pingevahemikus 11-14 V.

Tabel 3.9 Kohvrise ühendatavad seadmed ja nende voolutarbed

Seade	Sisendpinge	Väljundpinge	Voolutugevus
Tahvelarvuti toiteplokk	11 -32 V DC	15V DC	8A
Raadiojaamade toiteplokk HFU-2T	10-30V DC	4.75-5.3V DC	2.0A
Kiirkinnituse elektromagnet	12V	-	0,43A

Tabelis 3.9 kirjeldatud seadmete toite sisendpingete vahemik on suur ja neid saaks paigaldada nii sõidu- kui ka veoautodesse.

Eeltoodud tabelis 3.9 on näha, et kohvrise peab seadmete töö tagamiseks tulema pinge 11-30V. Autor arvestab toitepingeks 12 V, et kohvrit saaks vajadusel kasutada mistahes autoaku toitel. 8 A suuruse voolutarbe korral saab keskmise 55Ah autoaku pealt seadmekomplekti kasutada umbes 7 tundi.

Pistiku valimiseks on vaja teada vajaminevate kontaktide arvu. Eeltoodud tabelist saab järeldada, et kasutatavatele alalisvoolu toiteplokkidele on mõlemale vaja + ja – klemmi. Lisaks eeltoodud tabelis kajastatud seadmete toitele on vajalik pistikusse arvestada

kontakt elektromagneti juhtimiseks. Eelnevast saab järeldada, et kiirkinnituse pistik peab olema minimaalselt 3 klemmiga.

Tellijaga koostöös arvestati kiirkinnitile kuni 10 ühendamist ööpäevas. Päästeameti operatiivjuhid töötavad iga päev ning kahes vahetuses. Seega on ühendustükkide aastast kokku 3650. Kõige odavamad laiatarbe pistikud taluvad kõigest 10-15 töötsükli. [12]

Laiatarbe pistik on projekteeritavasse kiirkinnitusse liiga nõrk ning seetõttu tuleb otsida tööstuslikke pistikuid.

Variandina kaaluti ka pistiku muutmist vahetatavaks varuosaks, kuid läbirääkimistel tellijaga otsustati töökindluse kasuks.

Tööstuslike pistikute otsingu käigus leiti pistikute tootja Harting tootevalikust HMC seeria pistikud, mis on testitud 10 000 ühenduskorraga. Sellise vastupidavuse tagab tootja treitud ning seejärel kullatud kontaktidega [13].

Tabel 3.10 Kiirkinnituse pistikud

Toode	Tootekood	Vajalik kogus	1tk hind	Hind kokku
Han E module, crimp isane, 6 pesaga	09 14 006 3001	1	9€	9€
Han E module, crimp, emane, 6 pesaga	09 14 006 3101	1	9€	9€
Emane kullatud kontakt	09 33 200 6221	3	8€	24€
Isane kullatud kontakt Han E HMC male contact	09 33 200 6119	3	8€	24 €
Komplekti hind kokku				66€

Väljavalitud kiirkinnituse pistikute tootekoodid, kogused ja hinnad on tabelis 3.10. Pistik valiti teadlikult rohkemate kontaktidega juhuks, kui tellijal tekib vajadus muid lisaseadmeid juhtida läbi kiirkinnituse. Kuna pistikute klemmid tuleb eraldi osta, siis võiks autori hinnangul lisada esialgu vaid vajaminevad 3 klemmi ning hiljem vajadusel klemme juurde osta. Harting tootevalikust valitud pistik on joonisel 3.21.



Joonis 3.21 Harting pistik

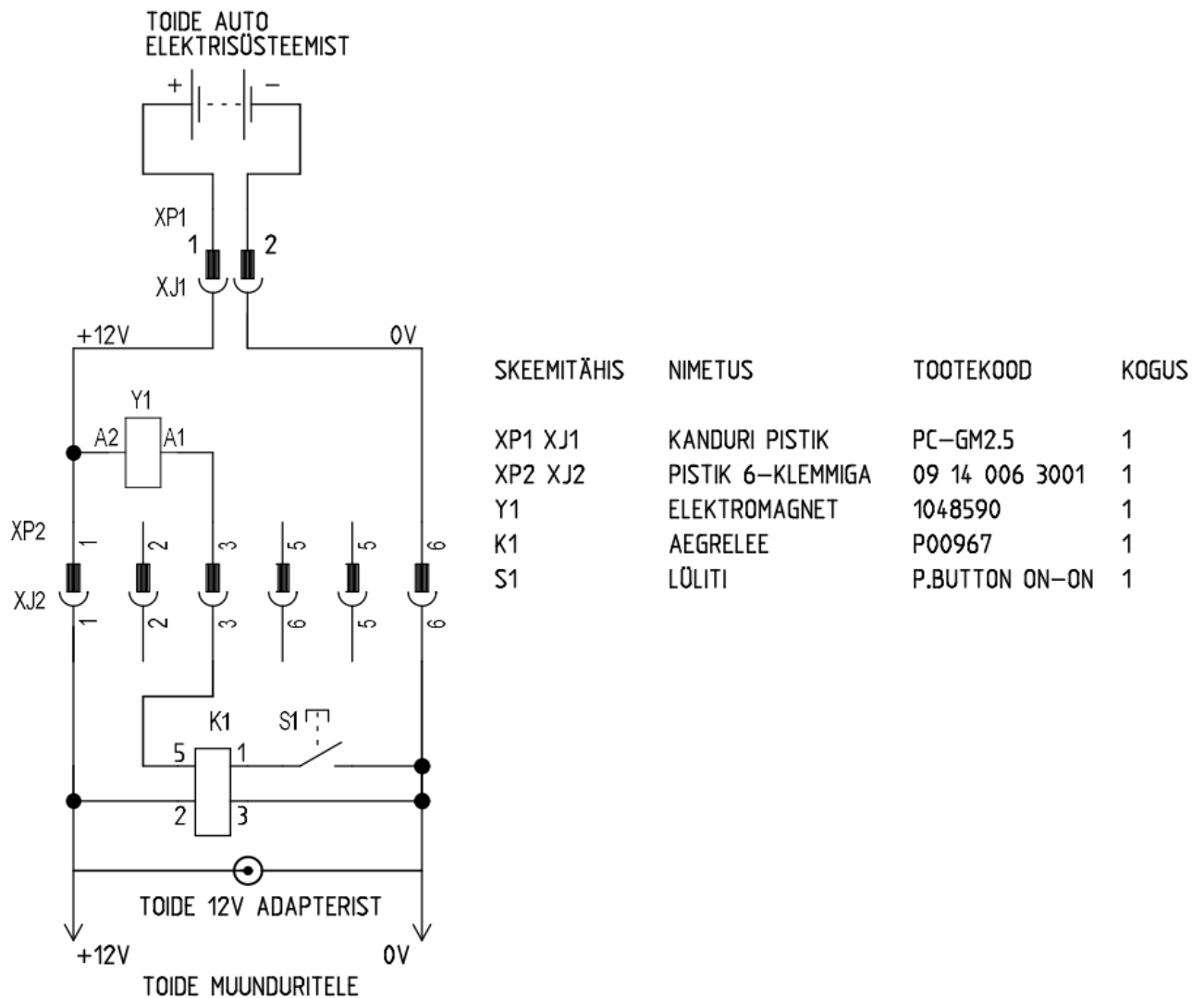
Kiirkinnituse ja pistikute seisukorda hinnatakse kord aastas visuaalselt auto hoolduse ajal ning kaardistatakse tekkinud vigastused või kulumised. Vajadusel vahetatakse kontaktid või pistiku korpus. Pistik võib vajada vahetust ka varem, see sõltub kohvri kasutustingimustest.

3.3.8 Seadmete elektriskeem

Elektriühendused kohvris on küllaltki lihtsad, kuid parema ülevaate andmiseks koostati toiteahela elektriskeem. Elektriskeemide loomiseks kasutati programmi SEE Electrical.

[14]

Elektriskeem on kujutatud joonisel 3.22.



Joonis 3.22 Seadmete elektriskeem

Seadmekohvri toiteahel ja magneti toimimise skeem on väga lihtsad. Kui kohver on asetatud kiirkinnitisse, siis tuleb toitepinge kohvrise läbi väljavalitud 6 kontaktiga pistiku ning töötab ka magneti juhtimise osa. Kui kohver on asetatud toalaadijasse, siis magneti juhtimisahel ei tööta, sest magnetiga kiirkinniti kanduri pool on autos. Koostatud elektriskeemi ei lisatud kohvrise lisatavate toiteadapterite pistukuid, sest nende täpne ühendusmeetod on töö kirjutamise hetkel teadmata.

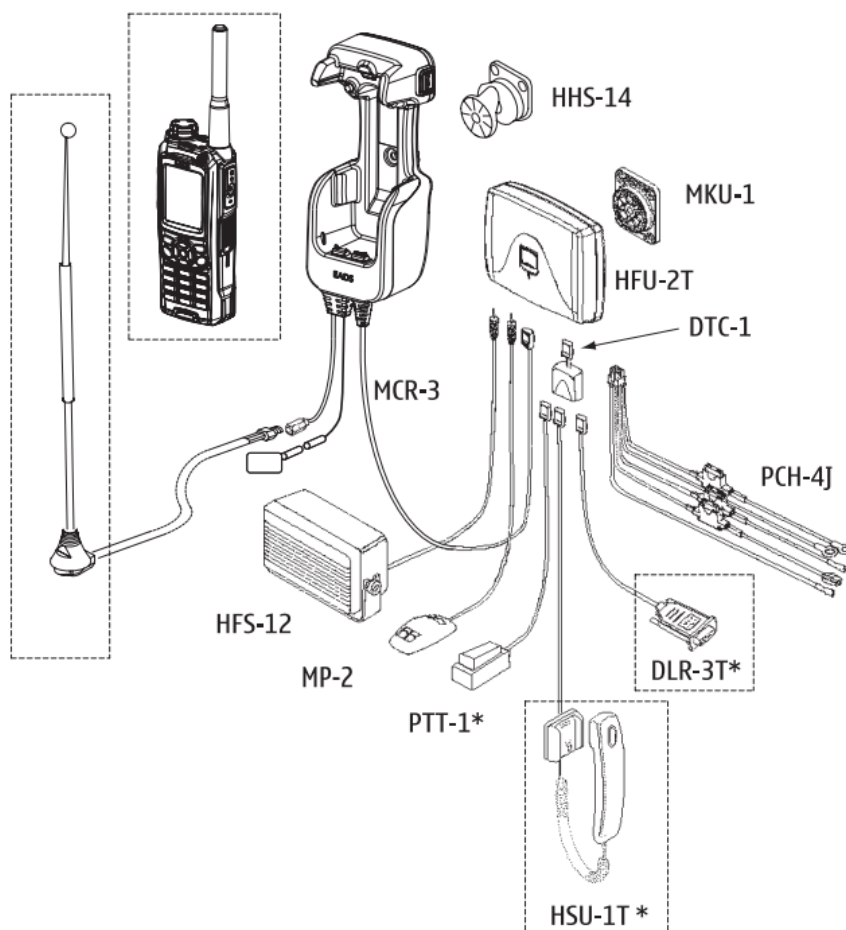
Varasemalt tabelis 3.9 esitatud seadmete maksimaalse voolutarbe järgi saab otsustada montaažiks vajalike kaablite suurima ristlõike. Kohvrise asetsevate seadmete voolutarve on maksimaalselt 10,5 A.

Sellise voolutarbe jaoks on sobilik kasutada rippmontaažiks 1,5mm² ristlõikega kiulist kaablit. [15]

Montaaži lihtsustamiseks kasutatakse vaid suurima nõutava ristlõikega juhet.

3.3.9 Olemasolevate seadmete ühendamine

Projekteeritud elektrisüsteemiga ühendatakse raadiojaamade toiteplokk HFU-2T vastavalt seadme tootjapoolsetele ühendusjuhistele. Raadiojaamade ühendusskeem on näidatud joonisel 3.23. Kaablikimbu PCH-4J kaudu ühendatakse juhtmed +12 V ja 0 V klemmidega. Muid ühendusi raadiojaama toiteahelas komplekti toimimiseks teha ei ole vaja.



Joonis 3.23 Carkit ühendused

Vastavalt tootja nõuetele ühendatakse elektrisüsteemiga ka tahvelarvuti toiteplokk CF-LND1244A

Seadmete toas laadimiseks on vajalik 12 V toitepingega ja 10 A väljundvoolutugevusega laadijat. Laadija täpset marki projekti käigus tellija jaoks ei otsita.

Magneti juhtimine

Selleks, et liugur kandurist vabastada on vajalik magnetile ühendada +12 V pinge. Mugavaks kohvri lahti ühendamiseks lisab autor magneti ahelasse aegrelee, mis signaali saades hoiab elektromagnetit 10 sekundit avatud asendis. Pärast kohvri ülaosas asetsevat nuppu ei pea all hoidma, vaid piisab selle hetkelisest vajutamisest.

10 sekundit on autori hinnangul piisav aeg, et seadmekohver pärast nupuvajutust eemaldada. Kui kohvrit selle ajavahemiku jooksul ei eemaldata, siis relee ühendus katkeb ning elektromagnet lükkab riivi taas välja ning seeläbi lukustub liugur kandurisse ja kohvrit enam liigutada ei saa. Seadmekohvri peale asetatakse nupp, mis annab elektromagnetile signaali avamiseks. Valitud aegrelee foto on joonisel 3.24.



Joonis 3.24 Relee elektromagneti juhtimiseks

3.3.10 Kiirkinnituse tugevusarvutus

Kiirkinnituse tugevuse kontrolliks teostati LEM analüüs programmiga SolidEdge.

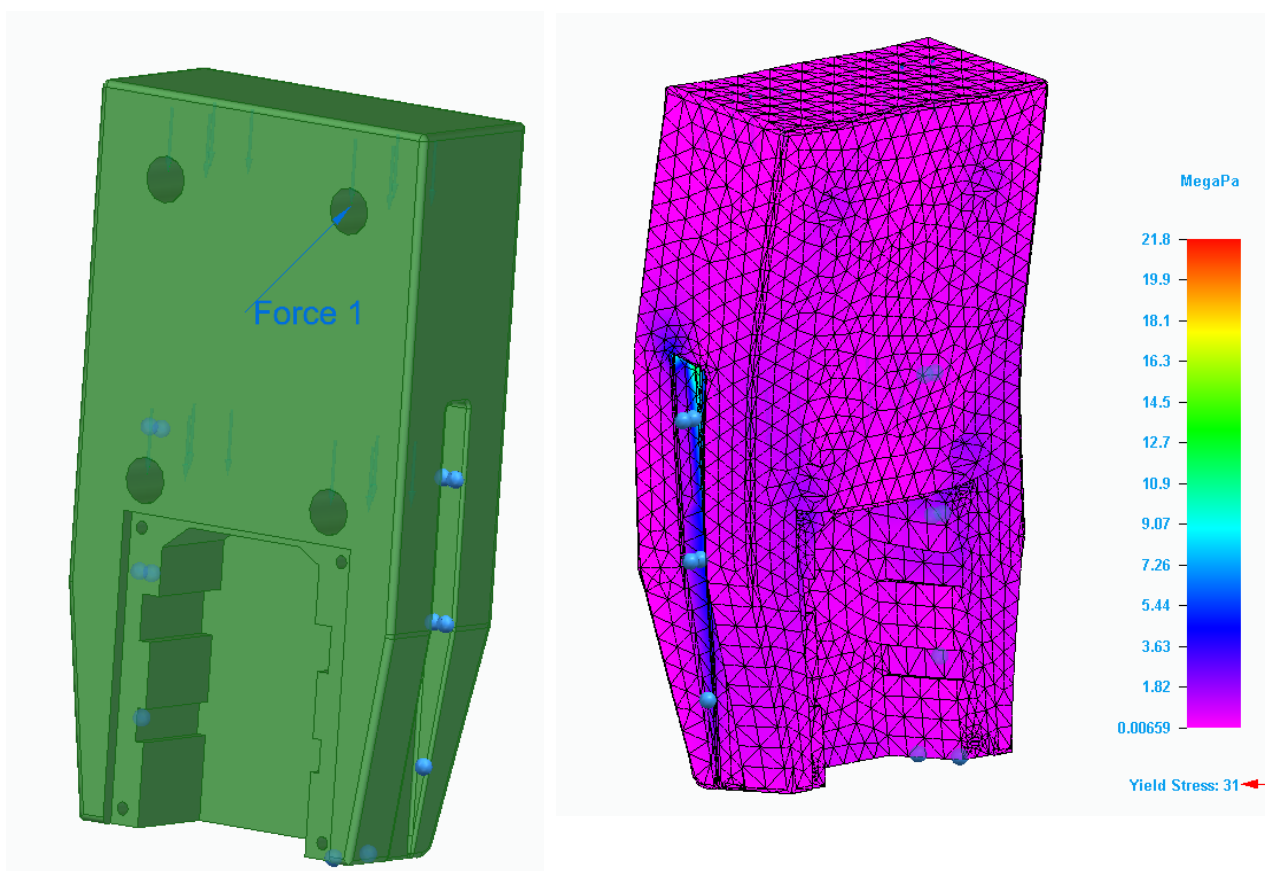
Kiirkinniti koosneb liugurist ja kandurist. Seadmekohver kinnitub liuguri külge nelja M6 poldiga ning kandur on kinnitatud statiivi külge 4 nelja poldiga. Seadmekohvri kaaluks arvestatakse käesolevas töös 10 kg. Kiirkinnituse tugevusarvutusi tehti arvestusega, et

detaile koormatakse jõuga 1000 N. Autor otsustas seda teha, et ette kujutada olukorda, kui keegi üritab kohvrit eemaldada kinnitist valesti.

Detailide analüüsiks kasutatakse 3D analüüsimeetodit, sest detailid on väiksed ja lihtsad. Arvutus toimub piisavalt kiiresti ning lihtsustuste tegemist ei pea autor nende arvutuste puhul vajalikuks.

Võrgu elemendi tüübina kasutatakse kolmnurkseid elemente.

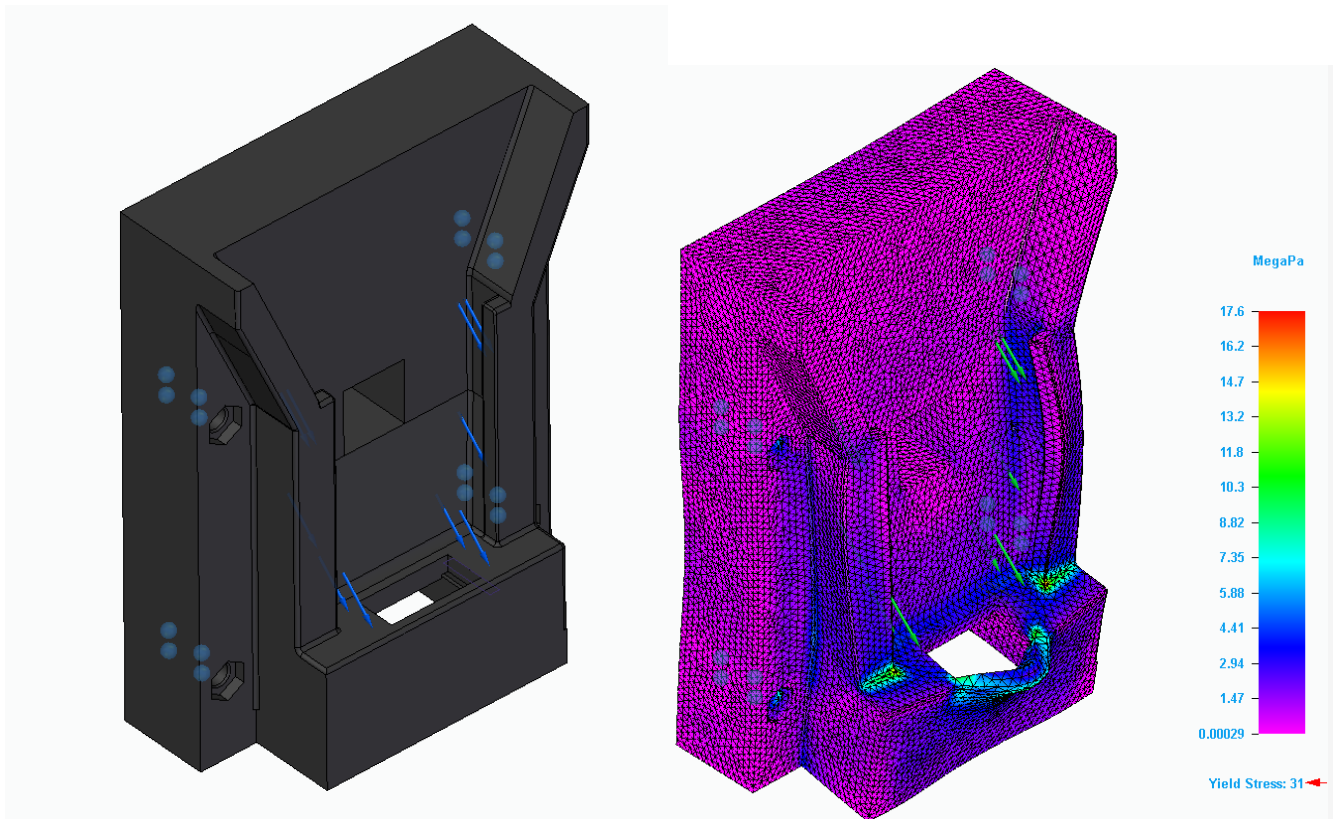
Tugevusarvutusi teostati arvestades POM-C polüatsetaali mehaanilisi omadusi, mis on toodud lisas 2. Materjali volavuspiir on 65 MPa.



Joonis 3.25 Liuguri rajatingimused ning maksimaalsed pinged

Eeltoodud jooniselt 3.25 on näha, et maksimaalsed pinged 1000 N rakendades on siinide nurkades, ulatudes kuni 21,8 MPa, kuid need jäävad siiski 3 kordselt korda alla materjali lubatud volavuspiiri. POM-C materjali volavuspiir on on 65 MPa.

Parempoolsel joonisel on liuguri kujutatud deformatsioon 10 kordse suurendusega, et visualiseerida ja analüüsida konstruktsiooni paremini.



Joonis 3.26 Kanduri rajatingimused ja maksimaalsed pinged

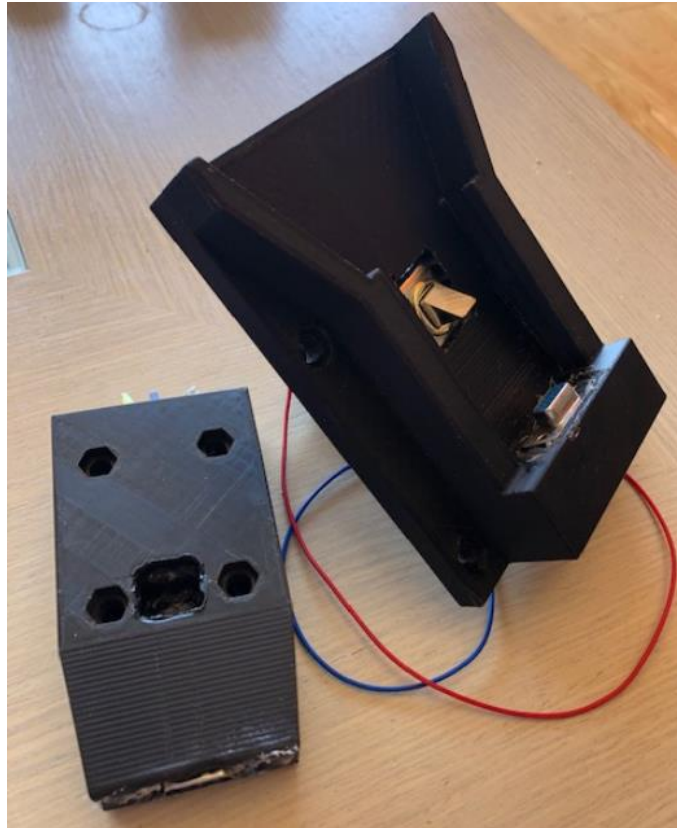
Eeltoodud joonisel 3.26 saab tutvuda kanduri rajatingimuste ning koormustega. Saadud tulemuste põhjal on näha, et maksimaalne pinge 17,6 MPa tekib kanduri alaossa õhukesest materjalist alale. Soovi korral saab sinna konstruktsioonile lisada tugevduselemente, kuid autor ei pea seda vajalikuks, sest materjali koormamisel 1000 N jõuga on tugevusvaru üle kolme korra. Parempoolsel joonisel on kanduri kujutatud deformatsioon 10 kordse suurendusega, et visualiseerida ja analüüsida konstruktsiooni paremini. Reaalses olukorras ta kuju selliseks 1000 N jõu rakendamisel ei muutu.

Tugevusarvutustest võib järeldada, et kiirkinnituse konstruktsioon on sobilik seadmekomplekti hoidmiseks ning valitud materjal POM-C on sobilik kiirkinnituse valmistamiseks.

3.3.11 Kiirkinnituse lõplik lahendus

Eelnevalt kirjeldatud etappide järel jõuti lõpliku kiirkinnituse lahendini. Liuguri osale projekteeriti pistiku ja kaabelduse jaoks süvend ning pistiku montaaži lihtsustamiseks projekteeriti eemaldatav kaas.

Kanduri gabariite muudeti vastavalt sellele, et sinna mahuks sisse elektromagnet ja pistikud. Esmasele prototüübile lisati elektromagnet katsetati lukustuslahenduse toimivust. Esimese prototüübi täiendusega on võimalik tutvuda joonisel 3.27.



Joonis 3.27 Täiendatud prototüüp kiirkinnitusest

Prototüübi täiendatud lahendus toimis ning modelleeriti kiirkinniti lõplik lahend, mis on joonisel 3.28.

Kiirkinniti lõplik lahend on loodud arvestusega, et vajadusel saab samale detailile freesida pesad ka muude pistikute jaoks. Loodud detail on muudetav vastavalt turu vajadusele ja piisava tugevusvaruga.



Joonis 3.28 Kiirkinnituse lõplik lahend

3.3.12 Kiirkinniti koostamine

Kiirkinniti komplekt saabub freesimisest viie detailina - kandur, liugur, kaks kaant ning kanduri pistiku lukustusriiv. Lisaks ostutoodetena kaane kruvid, pistikud ja lukustusmagnet. Kiirkinniti koostatakse käsitsi ning katsetatakse kinniti detailide omavahelist ühendumist ja elektriühenduste toimivust.

3.3.13 Seadmekohver

Tellija poolt oli esitatud ka soov, et töökriitilised seadmed paigaldatakse kohvrisse, et seda neid mugav kaasas kanda ja ühtse komplektina kus tahes kasutada. Kasutatavad seadmed on kõik põrutuskindlad ning seepärast ei ole kohver otseselt nõutud, kuid kohvri kasutamine kaitseks seadmeid ja nende kaableid võimalike mehaaniliste vigastuste ja ilmastikuolude eest. Kohvri valiku jaoks seatud kriteeriumid on esitatud tabelis 3.11.

Tabel 3.11 Kohvri valiku kriteeriumid

Element	Kriteerium
Sang	Asukoht üleval
Vastupidavus	Suure vastupidavusega
Kohvri kaas	Eemaldatav kaas
Mõõtmed	Minimaalselt 242 x 450 x 90 mm
Mass	Kerge kuid tugev

Sobilik kohver seadmekomplekti mahutamiseks on vastupidav, sangaga üleval, sobilike mõõtmetega ning kergesti eemaldatava kaanega. Kohvri kaas eemaldatakse enne komplekti autosse dokkimist, sest muidu jääks see juhti ja reisijaid segama.

Autos oleva seadmekomplekti saaks mahutada kohvrisse mõõtmetega: 242 x 450 x 100 mm.

Sobivat kohvrit turu uuringu käigus mõistliku aja jooksul ei leitud. Leiti küll soovitud disainiga suurem kohver, kuid eritellimuse variante uurima ei hakatud, sest standard kohvri hind on 105 \$ ning see ületab mõistliku hinna piiri. Kõige sobilikuma disainiga ostutootena saada olevat kohvrit näeb joonisel 3.29.



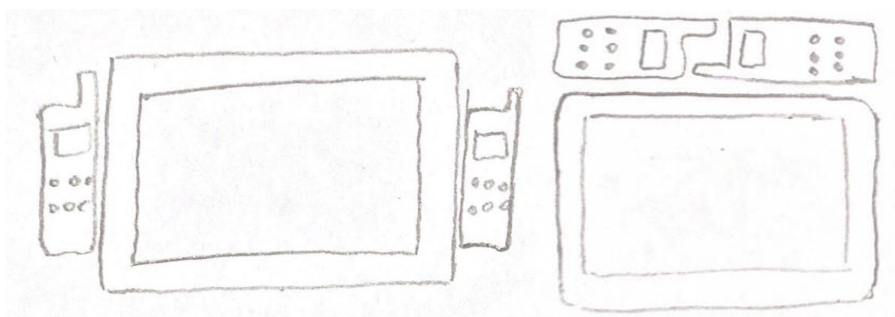
Joonis 3.29 Kõige sobilikuma disainiga ostutootena saada olev kohver

Joonisel 3.29 kujutatud kohver oleks seadmete asetamiseks põhimõtteliselt hea kohver, sest kohvri kaane saab eemaldada ja jätta kasutamata. Kohvri otsimist jätkati, et leida tellija jaoks sobilikum kohver, mis peab olema võimalikult kompaktne ning kiiresti töövalmis seatav igas olukorras. Kiiret reageerimist nõudval väljakutsel ei ole operatiivjuhil aega tegeleda kohvri kaane eemaldamisega või selle otsimisega.

Täiuslikuma kohvri otsingu tulemusel jõuti järeldusele, et sobilikku kohvrilahendust on turult keeruline leida ning väikeseseeria tootmiseks eritellimusel sobilikku kohvrit valmistada lasta ei ole otstarbekas. Sellest ajendatuna projekteeritakse sobilik seadmete kohver ise. Projekteeritud seadmeplaadi eelis ostutoote ees on see, et selle saab projekteerida täpselt sobilike mõõtmete ja avadega.

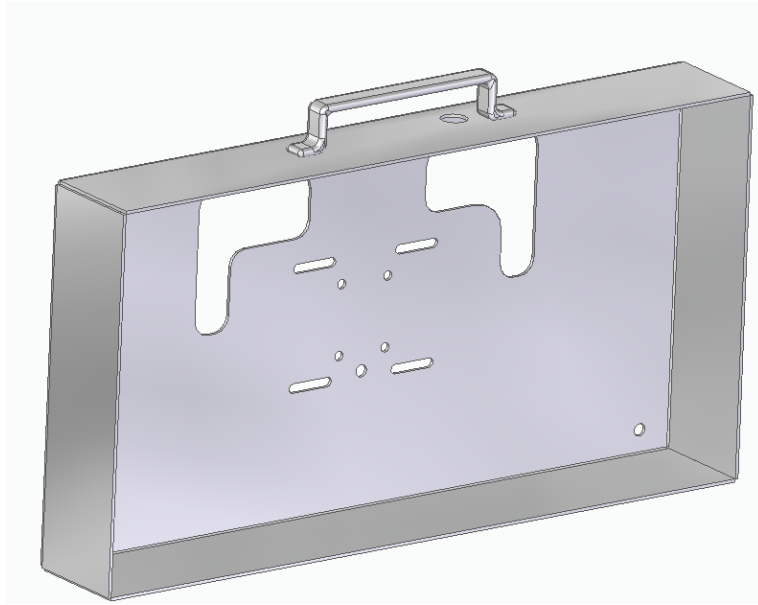
3.3.14 Kohvri projekteerimine

Tellija poolt pakutud seadmete paigutuste variandid on joonisel 3.30. Projekteerimise käigus leitakse sobiv lahendus, mis võtaks võimalikult vähe ruumi, kuid oleks ka mugav kasutajale.



Joonis 3.30 Raadiosaatjate paigutus tahvelarvuti suhtes

Seadmete gabariite arvestades ning tabelis 3.11 esitatud kriteeriumite alusel projekteeris autor seadmekohvri, mida on kujutatud joonisel 3.31.



Joonis 3.31 Projekteeritud seadmekohver

Kohvri valmistamiseks kasutatakse alumiiniumi, et see oleks piisavalt kerge. Kohver valmistatakse 2 mm paksusest AW 1050 alumiiniumlehest ning sinna lõigatakse avad kiirkinnituse jaoks. Seejärel saadetakse lõigatud detail painutuspinki. Pärast painutamist keevitatakse kohvri nurgad ja töödeldakse keevitusõmblused siledaks. Viimase etapina viiakse kohver anodeerimisse.

Anodeerimine on elektrokeemiline protsess, mida kasutatakse metalli pinnale oksiidikihi tekitamiseks. Protsessi käigus eemaldatakse metalli pinnalt naturaalne oksiidikiht ja asendatakse kunstliku oksiidikihiga. Anodeerimine suurendab metallist objektide korrosiooni- ja kulumiskindlust. [16]

Suuremad avad kohvril on ettenähtud seadmete kinnitamisel tööriistadega mugavamaks ligipääsuks ning juhuks kui on vaja saada ligi tahvelarvuti tagumistele pistikutele.

Seadmete paigutuseks kohvrise avasid ette ei puurita, et töö tellijal oleks võimalus seadmete paigutust vastavalt vajadusele montaaži käigus ise otsustada. Alumiiniumisse on võimalik lihtsasti avasid keermetada ja puurida. Hiljem, kui seadmete täpne paigutus on selgunud võib vajalikud avad lasta teha juba laserlõikuses.

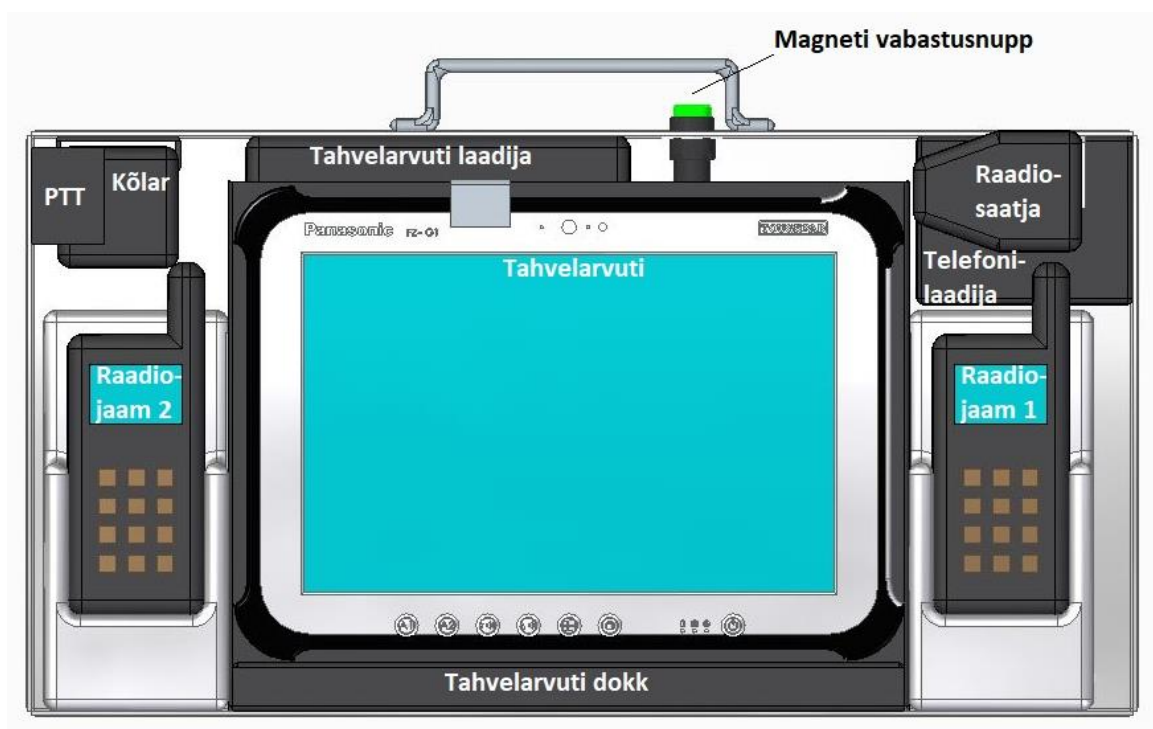
Kohvri sanga eritellimusena ei valmistata ning ostetakse sobilik valmistoode. Sobilik alumiiniumist sang maksab 3-5 eurot vastavalt soovitud sanga suurusele. Näidis sobilikust kohvri sangast on joonisel 3.32.



Joonis 3.32 Kohvisang

3.3.15 Seadmete paigutus kohvis

Projekteeritud kohver on tehtud mõõtmetega, mis arvestab kõiki tellija jaoks töökriitilisi seadmeid. Töökriitiliste seadmetega varustatud kohvriga on võimalik tutvuda joonisel 3.33.



Joonis 3.33 Kohvrise paigutatud töökriitilised seadmed

Seadmekohvrise on paigutatud tahvelarvuti ja selle laadija, raadiojaamad, telefonide ühendusplokk, raadiosaatja, PTT nupp ning kõlar. Kohvri külge on monteeritud magneti vabastusnupp, käepide ning kohvri tagaküljel asetseb kiirkinniti liugur ning laadimispesa toalaadijale.

Projekteeritud kohvrise on arvestatud vaba ruumi selleks, et seadmete asetust katsetada. Hetke lahendusega seda tehtud ei ole. Seadmete mõõtmed on kogutud tootjapoolsetelt andmelehtedelt.

Seadmed kinnitatakse kohvrise nende tootjapoolsete kinnitustega ning neid eraldi töökäigus ei projekteeritud.

Kohvri mass tühjalt on 1,1 kg ning koos seadmetega on kohvri kogumass umbes 6kg. Kohvri gabariitidega saab tutvuda kohvri joonisel töö lisas.

3.3.16 Lõplik lahend seadmekomplektile

Seadmekomplekti lõplikus lahendis on omavahel ühendatud kõik projekteeritud seadmed ning parema visuaalse ettekujutuse loomiseks on loodud ka eskiisid kohvrise asetsevatest seadmetest. Lõpliku lahendiga on võimalik tutvuda joonisel 3.34.



Joonis 3.34 Lõplik seadmekomplekti lahend

Lõplik lahend koosneb seadmekohvrast, kiirkinnitusest ja statiivist.

Projekteeritud komplekt on mugavalt jälgitav juhikohalt ning maksimaalselt kõrgel, kuid mitte juhi vaateväljas. Seadmele on loodud mugav võimalus horisontaalse ja vertikaalse nurga muutmiseks, et arvestada eri juhtide pikkuseid ja istumisasendeid.

Projekteeritud statiiv, kohver ja kiirkinnitus on piisava tugevusvaruga, et kanda töökriitilisi seadmeid ning projekteerimisel arvestati ka Päästeameti adrenaliinirohke tööga ning kinnitused projekteeriti piisava tugevusvaruga.

Statiivile on loodud lehtmetailist kinnituslahendus auto istme siinide alla. Selle detaili lõplik konstruktsioon projekteeritakse, kui on selgunud täpne automudel.

Projekteeritud 2 mm paksusest anodeeritud alumiiniumist kohver on piisavalt kerge, et seda kaasas kanda ning on samas piisava tugevusega, et taluda erinevaid koormusi. Seadmete paigutust kohvril on võimalik muuta vastavalt tellija soovile.

Nagu ka eelnevalt kirjeldatud, siis tellija poolt ei ole veel otsustatud, millisesse hangitavasse sõiduautosse see komplekt paigaldatakse. Seetõttu võib realselt toodetav komplekt ja joonisel kujutletav erineda.

Autori ettepanek töö tellijale on hankida esmane seadmekomplekti prototüüp ning katsetada seda tööolukorras. Hangitav seadmekomplekt ei pea olema viimistletud ning kiirkinnituse jaoks võib kasutada soodsamaid materjale, mis ei ole nii kulumiskindlad, kuid piisavalt tugevad, et saada aimu seadmekomplekti sobivusest. Samuti ei ole vajalik esimese prototüübi jaoks kasutada kallist ja väga vastupidavat pistikulahendust.

Pärast katsepartii sobivust saab viia komplekti joonistesse sisse vajalikud muudatused ning tellida lahendus juba suurema komplektina.

4. MAJANDUSLIK OSA

Töös kirjeldatud komponentide tootmiseks küsiti pakkumised kogustele 1 tk ja 100 tk, et saada aimu toote omahinnast. Nagu ka spetsifikatsioonis kirjutatud, siis Päästeameti poolt on nõutud, et komplekti hind jääks alla 1000 € piirmäära. Nagu turuanalüüsi peatükis kirjeldatud, siis teiste tootjate statiivide hinnad jäävad vahemikku 600-900 €, millele lisanduks veel kohandamine Euroopas toodetud sõidukile sobivaks ja transpordikulud USA-st. Tellija eelarve eest saaks osta ainult statiivikomplekti, kuid seadmete kiirkinnituse ja kohvri ostmiseks enam sellest summast ei jätku. Sellest lähtuvalt otsustati seadmekomplekt ise projekteerida. Järgnevates alapeatükkides tuuakse välja koostude hinnad eraldi töötlusprotsesside ja komponentide kaupa.

4.1.1 Kohvri hind

Tabelis 4.1 on välja toodud kohvri detailide tootmise omahind. Kohvri tootmiseks kasutatakse 2 mm paksust lehtmaterjali alumiinium AW1050.

Tabel 4.1 Kohvri hind

Protsess	Hind 1 tk (KM-ta)	1tk hind 100tk tellimise puhul	Tarnija
Lõikus ja painutus	53,16	7,76	Fractory Solutions OÜ
TIG keevitamine ja keevituse lihvimine	40	25	LGT Konsultatsioonid OÜ
Anodeerimine	20	20	Vemo-PK OÜ
Sang (ostutoode)	5	5	Aliexpress
Sanga nupp ja 12V pistik	5	3	Dormikor OÜ
Aegrelee koos hoidjaga	20	20	12 Volt Planet
Transport (eri teenusepakujate vahel)	25	1	-
Hind kokku komplektile	168,16	81,76	

*Kui kasutada kohvri anodeerimise asemel pulbervärvimist, siis oleks võimalik 100 tk tellimise puhul 1 tk kohvri omahind langetada 39,22 € peale.

**Kohvri hind ei sisalda kohvri sisse paigutatud seadmeid ja kaabeldust.

Kohvri hinnakalkulatsioonis arvestati ka transpordi kuludega eri teenusepakkujate vahel, sest erinevaid kohvri tootmiseks vajalikke etappe viiakse läbi eri tarnijate juures.

4.1.2 Kiirkinnituse hind

Tabelis 4.2 on välja toodud kiirkinnituse detailide tootmise omahind. Kiirkinnitus freesitakse plastikust POM-C.

Tabel 4.2 Kiirkinnituse hind

Protsess	Hind 1 tk (KM-ta)	1 tk hind 100 tk tellimise puhul	Tarnija
Kanduri detailide freesimine (POM-C)	97	21	Kumex OÜ
Liuguri detailide freesimine (POM-C)	115	26.5	Kumex OÜ
Pistikud detailide ühendusele	66	66	Mouser Electronics
Pistikud auto poolt	10	10	Dormikor OÜ
Elektromagnet	15	15	Aliexpress
Hind kokku komplektile	303	138	

*Freesimise hindadest orienteeruvalt 60% on materjali kulu ning 40% freesimine.

4.1.3 Statiivi hind

Tabelis 4.3 on välja toodud statiivi detailide tootmise omahind. Statiivi detailid valmistatakse materjalist DC01 ning põhjaplaat materjalist S355.

Tabel 4.3 Statiivi komponentide hind

Protsess	Hind 1 tk (KM-ta)	1tk hind 100tk tellimise puhul (KM-ta)	Tarnija
Lõikus, painutus ja pulbervärvimine RAL 9005	172,52	35,15	Fractory Solutions OÜ
Ainult lõikus ja painutus	111,06	19,81	Fractory Solutions OÜ
Kinnitusvahendid	20	20	Baltic-Bolt
Kinnitusrihmad	2	2	Laomaailm AS
Hind kokku komplektile (värvituna)	192,52	55,15	
Hind kokku komplektile (värvimata)	133,06	42,81	

Statiivilahenduse hind võib muutuda auto mudeli selgumisel, sest siis on vaja projekteerida lõplik statiivi pörandakinnitus.

4.1.4 Seadmekomplekti hind kokku

Tabelis 4.4 on välja toodud kogu seadmekomplekti hind kogusele 1tk sõltuvalt tellitava partii suuruselt.

Tabel 4.4 Kogu komplekti hind

Koost	1tk hind (KM-ta)	1tk hind 100tk tellimise puhul (KM-ta)
Kiirkinnitus	303	138
Statiiv (värvitud)	192,52	55,15
Kohver (anodeeritud)	168,16	81,76
Komplekti omahind kokku	663,68	274,91

Eeltoodud hinnad on arvestatud toodete ostuhinnas ning sinna ei ole arvestatud projekteerimise kulu ning seadmete koostamiseks vajaminevate tööriistade soetusmaksumust ja muid kulusid, mis tootmisega kaasnevad.

Järgnevas tabelis 4.5 analüüsitakse toote omahinda, kui arvestada ka projekteerimiseks kulunud aega.

Tabel 4.5 Toote omahind arvestades projekteerimiseks kulunud aega

	Ühik	Kogus	Hind (KM-ta)	Hind kokku (KM-ta)
Projekteerimiseks kulunud aeg	tund	100	50€/h	5000€
Komplekti hind arvestades projekteerimise kulu	tk	1	5638,68€	5638,68€
Komplekti hind arvestades projekteerimise kulu (100 tk puhul)	tk	1	305,91	305,91

Tabelist 4.5 on näha, et projekteerimise osakaal sellise uudse lahenduse väljatöötamisel on suur ning projekteerimisega seonduvad kulud saab toote hinna sisse arvestada alles suurema koguse puhul. Sel põhjusel pöördus tellija ülikooli poole, et sobiliku lahenduse disaini projekteeriks mõni tudeng lõputöö raames. Ühe komplekti projekteerimisel ei oleks võimalik konkurentsivõimelist lahendust pakkuda.

Komponentide hinnakalkulatsioonidest järeldab autor, et seadmekomplekti tootmiseks on valitud konkurentsivõimelised meetodid. Turu uuringu peatükis toodi välja konkureerivate statiivide hind, mis on vahemikus 600-900€, kuid need ei sisaldanud uudset kiirkinnituse mehhanismi. Tellija poolt seati nõue, et komplekti hind ei tohi ületada 1000€ piiri ning töö tulemusena see nõue täideti.

Autori hinnangul on projekteeritud seadmekomplektil potentsiaalne turg olemas ning toodet võib edasi arendada.

KOKKUVÕTE

Antud magistritöö teema on välja pakutud Päästeameti sõidukite peaspetsialist Rain Dorbek poolt ning juhendatud dotsent Toivo Tähemaa poolt.

Magistritöö eesmärk on konstrueerida tellijale sobilik lahendus töökriitiliste seadmete ühendamiseks ühtseks komplektiks ning komplekti kinnituseks operatiivautosse.

Töö käigus defineeriti tellijaga koostöös täpne seadme spetsifikatsioon ning projekteeriti sobilik lahend. Töö tulemusel valmis dokumentatsioon sobiliku komplekti valmistamiseks.

Töö esimeses osas püstitati probleemi lahenduseks lähteülesanne ning tutvustati hetkel operatiivsõidukites kasutatavaid seadmete kinnituse lahendusi. Esimeses osas jõuti järeldusele, et hetkel autodes olevaid seadmeid ei ole mugav sõidu ajal jälgida ning autodesse on vaja projekteerida töökriitiliste seadmete kohver, kiirkinnitus ja statiiv.

Töö teises osas teostas autor turuanalüüsi ning tutvustas erinevaid turul pakutavaid lahendusi. Teises osas leiti, et sobilikku kiirkinnitust ostutootena hankida ei õnnestu ja see tuleb projekteerida.

Töö kolmandas osas leidis autor sobilikud lahendused statiivile, kiirkinnitusele ja seadmekohvrile. Kõigi eeltoodud detailide projekteerimisel kaaluti mitmeid erinevaid variante ning valiti vastavalt tellija spetsifikatsioonile sobivaim. Kolmanda osa tulemusena valmis lehtmetailist valmistatud statiivi mudel, alumiiniumist seadmekohvri mudel ning uudse lahendusena polüatsetaalist freesitud kiirkinnituse mudel.

Töö neljandas osas andis autor ülevaate projekteeritud komplekti omahinnast ning järeldati, et seadmete tootmiseks on valitud konkurentsivõimelised materjalid ja meetodid, sest seadmete omahind on soodsam, kui turul pakutavatel lahendustel.

Projekti suurimaks väljakutseks osutus sobiliku kiirkinnituse disaini väljatöötamine, sest projekteeritud kiirkinnitus pidi olema vastupidav ning võimaldama seadmekomplekti lihtsat ühendamist autosse ja sealt välja.

Väljatöötatud lahendus on eriline selle poolest, et maailmas hetkel sarnast lahendust kasutusel ei ole. Projekteeritud kiirkinnitus on piisava tugevusvaruga ning modulaarse

pistikutelahendusega, mis võimaldab selle komplekti kohandamist väga erinevate rakenduste jaoks.

Leitakse, et arendatud komplekt on vastavuses tellija poolt kirjeldatud vajadusega. Täpse automudeli selgumisel saab valmistada esimese prototüübi ning katsetada seda reaalses tööolukorras.

Edasiarendusena saab lisada statiivile modulaarsust lisavaid detaile ning kiirkinnituse disaini on võimalik kohandada masstootmise jaoks. Lisaks eeltoodule on operatiivautodes kasutusel ka teisi seadmeid, mis vajavad nõuetekohaseid ja standardiseeritud kinnitusi, mida saaks tulevikus projekteerida.

SUMMARY

The topic of this master's thesis has been proposed by Rain Dorbek, the chief specialist of vehicles of the Rescue Board and supervised by Toivo Tähemaa.

The aim of the master's thesis is to construct a suitable solution for connecting work-critical equipment to operative car.

The exact specification of the device was defined in cooperation with the customer and a suitable solution was designed. As a result of the thesis, documentation for prototype construction was made.

In the first part of the thesis, the initial task was to clearly understand the problem and to analyze solutions that are currently used in emergency vehicles. The author found that the current equipment is not convenient to monitor while driving and it is necessary to design a new product.

In the second part of the thesis, the author performed a market analysis and introduced various solutions offered on the market. Author found that it is not possible to buy a suitable quick release kit and it must be designed.

In the third part of the thesis, the author found suitable solutions for the tripod, the quick mount and for the case. Several different variants were considered during the design process and the most suitable one was selected according to the customer's specification. As a result of the third part author presented a model of a tripod of, a model of a device case and, a model of a quick-release kit.

In the fourth part of the thesis, the author gave an overview of the cost of the full set and concluded that competitive materials and methods have been chosen, because the cost of the equipment is better than the solutions offered on the market.

The biggest challenge of the project was to develop a suitable quick release. Quick release had to be durable and allow easy connection of the equipment set.

The developed kit meets the needs described by the customer. Once the exact car model is known, the first prototype can be tested in a real operating situation.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- [1] Havis, „Havis,” [Võrgumaterjal]. Available:
<https://customers.havis.com/index.php/company>. [Kasutatud 20 Mai 2020].
- [2] Havis, „PKG-PSM-339,” [Võrgumaterjal]. Available:
https://www.havis.com/products/PKG_BASE_VMT_HDM_W_SHRTHNDL_GSR_S_97_20-125076-991.html. [Kasutatud 20 May 2020].
- [3] PMT, „Pedestal,” [Võrgumaterjal]. Available:
<http://www.precisionmounts.com/products/pedestal.html>. [Kasutatud 29 April 2020].
- [4] „Mehaanikainseneri käsiraamat,” %1 *Mehaanikainseneri käsiraamat*, 2012, p. 158.
- [5] Fractory, „Laserlõikus,” [Võrgumaterjal]. Available:
<https://fractory.com/et/laserloikus/>. [Kasutatud 19 May 2020].
- [6] „Pulbervärvimine,” [Võrgumaterjal]. Available:
<http://www.ossmet.ee/teenused/pulbervarvimine>. [Kasutatud 19 May 2020].
- [7] RAL, „Pulbervärvimine,” [Võrgumaterjal]. Available:
https://www.ral.ee/pulbervarvimine/?gclid=EAIaIQobChMI777sp4fI6QIVBaoYCh2aJAwvEAAYASAAEgLHsPD_BwE#1536576009848-6dcd3290-1030). [Kasutatud 18 May 2020].
- [8] Würth, [Võrgumaterjal]. Available:
<https://www.wuerth.ee/public/files/Teraspoltide%20tugevusklassid.pdf>. [Kasutatud 20 May 2020].
- [9] General Motors, „Comparison of Crash Pulse Data,” [Võrgumaterjal]. Available:
<https://pdfs.semanticscholar.org/d4f9/121b45a60a84008fbd3e3a0ec17ad452e426.pdf>. [Kasutatud 24 Mai 2020].
- [10] Laomaailm, „Sidumisvöö,” [Võrgumaterjal]. Available:
<http://laomaailm.ee/laokaup/sidumisvoo-abt-pl-250-25-mm-2-m-sinine/>. [Kasutatud 15 May 2020].

- [11] Temat, „Polüatsetaal,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://temat.ee/pom-poluatsetaal/>. [Kasutatud 23 May 2020].
- [12] Amphenol ICC, „Learn More about Connector Mating Cycles,” [Võrgumaterjal]. Available: https://www.amphenol-icc.com/connect/learn-more-about-connector-mating-cycles.html?__cf_chl_jschl_tk__=05bf8c5c3d46e94687387ae82a3fe85003399886-1590258429-0-AbNcawhPttKfV40sRuF-NyjssQ1wiE4jdL9CV9RWCRquIbEdfZ564AL1vv52t4V7NC7AoUaMnWdGIQluB7JcmeI31x7CTDNAo_. [Kasutatud 23 May 2020].
- [13] Harting, „Connectors for High Mating Cycles,” [Võrgumaterjal]. Available: https://www.mouser.com/pdfdocs/HARTING_Connectors_for_High_Mating_Cycles.pdf. [Kasutatud 21 May 2020].
- [14] SEE Electrical, „SEE Electrical,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.igexao.com/en/shop/see-electrical/>. [Kasutatud 17 May 2020].
- [15] Meister24, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.meister24.ee/wp-content/uploads/2018/01/kaablite-koormustabel.pdf>. [Kasutatud 18 May 2020].
- [16] VEMO, „Anodeerimine,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.vemo.ee/teenused/anodeerimine/>. [Kasutatud 19 May 2020].
- [17] L. S. Sterling, The Art of Agent-Oriented Modeling, London: The MIT Press, 2009.
- [18] PMT, „Precision mounts Technologies Ltd,” [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 10 Mai 2020].

LISAD

Lisa 1 Spetsifikatsioon

Projekt: Päästeauto eemaldatav dokisüsteem		
Spetsifikatsioon	Fikseeritud nõue	Soov
1. Funktsioon		
1.1 Mugav ja ohutu jälgitavus juhikohalt (piisav kõrgus, hea vaatamise nurk)	x	
1.2 Lihtne doki eemaldamine ja lisamine statiivi külge	X	
1.3 Dokk peab olema kasutajale ohutu nii tavakasutuses kui ka avarii korral	X	
1.4 Dokk peab taluma vibratsiooni		
1.5 Tahvel ja telefonid võiksid asetseda kinnises kohvrisk		X
1.6 Dokk peab olema eemaldatav juhikohalt	X	
1.7 Dokk peab olema piisava tugevusvaruga, et see ei puruneks rasketes kasutustingimustes	x	
1.8 Seadmel peab olema lihtsustatud dokk või pistikupesad toas, milles on võimalik akut laadida	X	
1.9 Dokk peab töötama pingel 12V	x	
2.0 Dokk ei pea olema varaste eest lukustatav autosse		x
2.1 Dokk peab olema kiirelt autosse paigaldatav	X	
2.2 Doki juurde lisatud käsijaam, mille signaal peab samuti dokki läbima	x	
2.3 Dokk peab olema kohaldatav autos olevale tahvelarvuti ja raadiojaamade komplektile	X	
2. Tehnilise protsessi tingimused		
2.1 Kiirkinnituse ja seadmekohvri toimimiseks vajalikud kommunikatsioonid on tellija poolt	X	
3. Käsitlemine		
3.1 Tahvelarvuti ja telefonid peavad olema dokiga ühes kaasaskantavas komplektis	X	
3.2 Kindalaegas peab jääma ligipääsetavaks, kuid ei pea olema ligipääsetav juhikohalt	x	
3.3 Dokk paigaldatakse automaatkäigukastiga sõidukisse. Peab olema tagatud käikude sisselülitamise võimalus	X	
3.4 Doki tagant peab olema võimalik kasutada armatuuri nuppe	X	
3.5 Paigaldades statiivi võib puurida auke armatuuri või mujale auto sisemusse vastavalt autotootja juhistele.	x	

Lisa 1 jätk. Spetsifikatsioon

Projekt: Päästeauto eemaldatav dokisüsteem		
Spetsifikatsioon	Fikseeritud nõue	Soov
4. Geomeetria		
4.1 Dokk peab olema kohaldatav erinevatesse sõidukitesse (linnaaastur või kaubik)	x	
5. Välimus		
5.1 Dokk peab olema viimistletud, et tagada sobivus autosse.	X	
5.2 Alles peab jääma kõrvalistuja kohal istumise võimalus	x	
5.3 Komplektil ei tohi olla teravaid servasid, mis on ohustavad autos viibijaid.	x	
6. Keskkond		
6.1 Komplekt peab töötama temperatuurivahemikus +30 kuni -30	x	
7. Valmistamisaeg		
7.1 Doki projekti valmimistähtaeg on 15.05.2020		x
7.2 Projekti tulemusena antakse tellijale üle dokumentatsioon detailide hanke koostamiseks	x	
8. Eluiga ja garantii		
8.1 Statiivile ja kiirkinnitusele kehtib garantii 2 aastat alates üleandmisest.	x	
8.2 Statiiv on projekteeritud nii, et see kestaks vähemalt 7 aastat (auto kasutusiga)		x
8.3 Kiirkinnitus on hea kulumiskindlusega	x	
8.4. Statiiv on hooldusvaba.		x
8.5 Kiirkinnitus võib vajada hooldust maksimaalselt korra aastas, kui tehakse hoolduseid ka autodele.	x	
9. Hind		
9.1 Statiivi ja kiirkinnituse komplekti hind ei tohi ületada 1000 €, et see mahuks hanke piirmäära. Komplekt peab olema siiski võimalikult soodne.	x	

KUMEX

TOOTELEHT DATASHEET

POM -C

Tehniline spetsifikatsioon Technical specification

Properties	Test method	Unit	Value
Physical Properties			
Specific gravity	ISO 1183	g/cm ³	1,39
Water absorption	ISO 62	%	0,8
Humidity absorption			0,2
Maximum permissible service temp.	UL746B	C	100
Lower permissible service temp.			-40
Mechanical Properties			
Tensile strength at Yield	ISO 527	Mpa	67
Elongation at yield		%	22
Tensile strength at break		MPa	65
Elongation at break		%	28
Impact strength	ISO 179	kJ/m ²	n.b.
Notch impact strengt			6
Ball indentation/ Rockwell hardness	ISO 2039	MPa	125
Shore-D	ISO 868		83
Flexural strenght	ISO 178	MPa	-
Modulus of elasticity	ISO 527		2855
Thermal Properties			
Vicat-softening point VST/B/50	ISO 306	C	150
VST/A/50			-
Heat deflection temperature HDT/B	ISO 75		155
HDT/A			95
Coef. Of linear thermal expansion	ISO 11359	K ⁻¹ * 10 ⁻⁴	1,2
Thermal conductivity at 20 C	ISO 22007 - 4	W(m*K)	-
Glass transition temperature	ISO 3146	C	-65
Melting temperature			166
Electrical Properties			
Volume resistivity	IEC 60093	Ω*cm	≥ 10 ¹¹
Surface resistivity		Ω	≥
Dielectric constant at 1 MHz	IEC 60250	-	38
Dielectric loss factor at 1 MHz		-	0,005
Dielectric strength	IEC 60243 - 1	kV/mm	40
Tracking resistance	IEC 60112	V	CTI 600

Kumex OÜ kinnitab kõigi andmete õigsust.
Kumex OÜ confirms that all the data is valid.

Kumex OÜ
Sõpruse pst 215-38 Tallinn
www.kumex.ee

Tel: 5011744
E-mail: info@kumex.ee

Lisa 3 Statiivi ideed



1. Kinnitus armatuurile



2. Kinnitus ühe toruga istmesiini alla



3. Kinnitus keskkonsooli



4. Klapitav mehhanism



5. Jäik painutatud toru



6. Olemasoleva pilu kasutamine



7. Reguleeritav toru koonustega



8. Lehtmetailist painutatud



9. Reguleeritava toruga

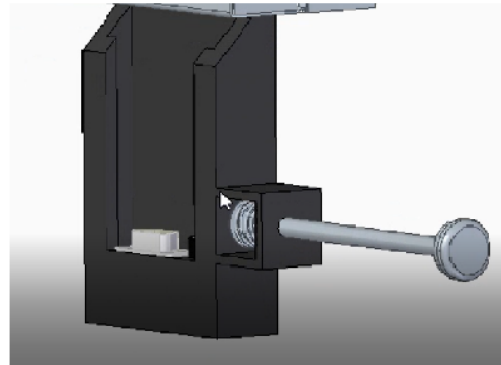
Lisa 4 Kiirkinnituse ideed



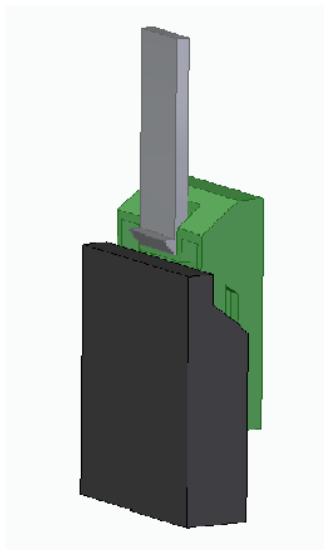
1. Auto kapoti tuuleriiv



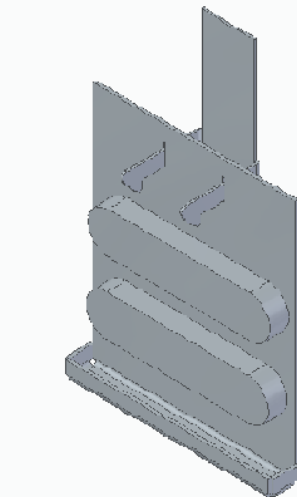
2. Kapoti rüüstusmehanism



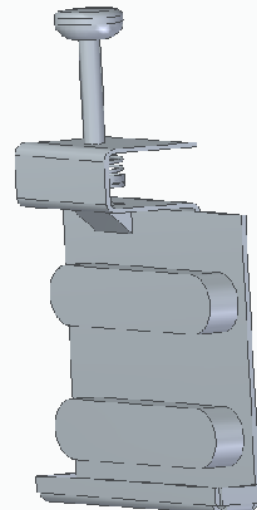
3. Tõmmatav varras komplekti küljelt



4. Vajutatav hoob komplekti ülaosas



5. Kahe lehtmetaili ühendamise mehanism



6. Rüüviga lehtmetaili ühendamine



7. Elektromagnet



8. Neodüümmagnet

GRAAFILINE OSA