



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
MEHAANIKATEADUSKOND

Mehhatroonikainstituut

Mehhatroonikasüsteemide õppetool

MHK 40LT

Sander Palmiste

**ATV PALGIVEOKÄRU
PROJEKTEERIMINE**
BSc Lõputöö

Autor taotleb tehnikateaduste
bakalaureuse akadeemilist
kraadi

Tallinn
2016

(Tiitellehe pöördel)

AUTORIDEKLARATSIOON

Deklareerin, et käesolev lõputöö on minu iseseisva töö tulemus.

Esitatud materjalide põhjal ei ole varem akadeemilist kraadi taotletud.

Töös kasutatud kõik teiste autorite materjalid on varustatud vastavate viidetega.

Töö valmis teadur Robert Hudjakov juhendamisel

“.....”2016 a.

Töö autor

..... allkiri

Töö vastab lõputööle esitatavatele nõuetele.

“.....”2016 a.

Juhendaja

..... allkiri

Lubatud kaitsmisele.

..... õppekava kaitsmiskomisjoni esimees

“.....”2016 a.

..... allkiri

BSc LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

2016 aasta 2.semester

Üliõpilane: Sander Palmiste, 123588MAHB

Õppekava: M A H B 0 2 / 0 9 - M e h h a t r o o n i k a

Eriala: Mehhatroonika

Juhendaja: Teadur, Robert Hudjakov (amet, nimi)

Konsultandid: (nimi, amet, telefon)

.....

LÕPUTÖÖ TEEMA:

(eesti keeles) ATV palgiveokäru projekteerimine

(inglise keeles) Design of ATV log trailer

Töös lahendatavad ülesanded ja nende täitmise ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Täitmise tähtaeg
1.	Lõputöö teema valik ning eesmärgi püstitus. Varasemalt valmistatud ATV palgiveokäru ehituse, mõõtude ning erinevate lahendustega tutvumine.	21.03.16
2.	Käru esialgne üldkontseptsioon 3D mudeli näol. Sildade ehitus. Vajaliku lisavarustusega tutvumine ning valimine.	15.04.16
3.	Valitud lisavarustuse lisamine mudelile. Tähtsamate konstruktsioonkohtade arvutused. Lisavarustuse ühendamiseks vajalikud teadmised.	10.05.16
4.	Lõputöö esialgne mustand. Kalkulatsiooni koostamine. Tehniliste kooste- ja detailijooniste koostamine.	16.05.16
5.	Lõplik vormistus ning köitmine.	20.05.16

Lahendatavad insenertehnilised ja majanduslikud probleemid: Käru konstrueerimine, vintsi paigaldus ning lisaseadme liidestamine ATV-ga. Valmistamisprotsesside ja vajalike komponentide valik tehakse lähtuvalt kvaliteedist ja maksumusest.

Täiendavad märkused ja nõuded:.....

Töö keel: Eesti keel

Kaitsmistaoetus esitada hiljemalt 21.03.16

Töö esitamise tähtaeg 16.05.16

Üliõpilane Sander Palmiste /allkiri/

Kuupäev 17.03.16

Juhendaja Robert Hudjakov /allkiri/

Kuupäev 19.05.16

SISUKORD

EESSÕNA.....	6
1. SISSEJUHATUS.....	7
2. HAAGISE IDEEST.....	8
2.1. Ülevaade IB 1000-st.....	8
2.2. Raami üldkonseptsioon	9
2.3. Täiustused ja muudatused.....	9
3. VAJALIKUD MÕÕTMISED	10
3.1. Teljevahe dimensioneerimine.....	10
3.2. ATV konksu asukoht.....	11
4. RAAMISTIK.....	12
4.1. Kesktala	12
4.2. Pikendus	15
4.3. Külgmised toetushargid.....	17
4.4. Eesmine piiraja	18
4.5. Haakeseadme valik	19
4.6. Käru pikkus.....	20
5. VEERMIK.....	21
5.1. Tandem sild	21
5.2. Osakomponendid.....	22
6. ELEKTRILINE VINTS	24
6.1. Nõuded vintsile.....	24
6.2. Valikuvõimalused.....	24
6.2.1. Bronco 2500 Gen II.....	24
6.2.2. Antai Winch Technology CO vints.....	25
6.2.3. ATV ZHME X3500	25

6.2.4. Iron X vints	25
6.3. Valitud vints	26
6.4. Kinnitus	26
7. JUHTMEVABA VINTSI KONTROLL	28
7.1. Süsteemi vajalikkus	28
7.2. Valikuvõimalused	28
8. KALKULATSIOON	30
KOKKUVÕTE	31
SUMMARY	32
KASUTATUD KIRJANDUS	33
LISA 1: ATV palgiveokäru mudel	34
LISA 2: ATV palgiveokäru kolmvaade, pikendus väljas	35
LISA 3: ATV Palgiveokäru kolmvaade, pikendus sees	36

EESSÕNA

Antud lõputöö teema kujunes välja isiklikust vajadusest muuta olemasolev ATV metsast puude väljaveol efektiivsemaks ja lihtsamaks kasutada. Maakohas asub talu läheduses metsamaa, kust tehakse koduseks kasutuseks põhiline küttepuid ning väljaveo lihtsustamiseks on plaanis ehitada ATV palgiveokäru. Lõputöö raames käru projekteerimise idee sain oma isalt, Margo Palmistelt, kes abistas oma nõu ja jõuga nii töö koostamisel kui ka vajalike mõõtmiste tegemisel. Selles töös olen lähtunud põhimõttest projekteerida käru ja leida vajalikud materjalid võimalikult kuluefektiivselt.

Suured tänud teadur Robert Hudjakovile ja Margo Palmistele, kes abistasid mind vajalike näpunäidete ning nõuannetega, et lõputöö saaks võimalikult hea lõpptulemuse.

1. SISSEJUHATUS

Antud lõputöö eesmärgiks on projekteerida võimalikult kuluefektiivselt, kuid vastupidav ning korralik ATV palgiveokäru metsast küttematerjali väljaveoks. Siiani on kasutatud vene päritolu tagaveolist traktorit T-16, aga seoses Suzuki Kingquad 700 soetamisega kaasnes idee kasutada seda 4x4 ümberlülitatava veoskeemiga ja võimekamat masinat otstarbekalt ka metsateedel. Kuna projekteeritavat käru kasutatakse ainult kõrvalistel teedel siis seda on arvestatud ka töö koostamisel ning tulesid ja teisi vajalike detaile tänavaliikluseks pole lisatud. Samuti pole arvestatud palgikoorma poolt tekitatava inertsiga, kuna liikumiskiirused sellel maastikul on väga väikesed.

Projekteerimisel ajamahukaimaks ja raskeimaks osaks oli raami ja selle osade väljatöötamine ning visandamine programmiga Solidworks. Treileri visandamisel lähtusin varasemalt nähtud müüdavatest ja ise tehtud sarnastest kärudest. Piisava võimekusega, vajalike lisadega haagiseid leiab ka müügist, kuid nende hinna ning võimekuse suhe tundub minu jaoks olema liiga tasakaalust väljas. Just seepärast soovin projekteerida ning hilisemas tulevikus võimaluse tekkimisel ka ehitada soovitud andmete ja suurusega haagis. Lõpptulemuseks võiks olla turuhinnast madalama maksumusega valminud lõpptoodang, mida Kingquad suudab hõlpsasti vedada ja, mille elektriliste lisaseadmete alla kuuluvad vints ja kaugjuhtimisega süsteem.

Peamisteks ja tuntuimateks ATV palgiveokäru müüjateks Eestis on Velt Motocenter ja Iron Baltic OÜ, kes on ka järgnevalt mainitud toodete maaletarnija. Nende firmade tootevalikus on 3 käru: IB 1000, ECO 700 ning Forester 3400. Viimane neist on hoopis kõrgemast hinnaklassist tänu oma hüdraulilisele kraanale ning käru telgede vedamisvõimekusele, mis on üle minu vajaduste. Teisena mainitud käru, ECO 700, on võimalik tellida kraanaga, veokastiga ja 725 kilogrammise tõmbejõuga käsivintsiga. Esimesena mainitud IB 1000 liigitub minu nõudmiste alla kõige paremini, sest seda treilerit on võimalik tellida kraanaga, kastiga ning mis kõige tähtsam, lisana on võimalik juurde osta 1,1 tonnise tõmbejõuga elektriline vints. Sellest palgiveokärust räägin ka pikemalt järgmises peatükis.

Järgnevalt teengi lõputöö raames selgeks, millised on minimaalsed nõudmised palgiveohaagisele. Kirjutan lähemalt projekteeritava käru raami konstruktsioonist ja eraldi selle osakomponentidest ning valin vajalikud aga piisavalt võimekad elektrilised lisaseadmed. Mõnele tähtsamale kohale teen ka tugevusarvutused aga tervet käru lõputöö raames arvutatud ei jõua kuna see ettevõtmine on väga ajamahukas.

2. HAAGISE IDEEST

2.1. Ülevaade IB 1000-st

Palgiveokäru Timber Trailer IB 1000 on oma andmetelt ja olemuselt kõige lähedasem minu kujundatava käruga. Eelkõige sarnanevad käru tandem sild ning raamiosad. Enda edaspidise töö koostamisel olen võtnud mõndadeks minimaalseteks nõueteks antud käru peamised suutlikuse ja koorma mahutavuse näitajad. Tähtsaimateks pean haagise 1000 kilogrammist kandevõimet, 3-meetrist koorma või palgi pikkus, väikest kaalu (kraanata variandil 130 kg) ja käru reguleeritavat pikkust. Samas tänu oma väga väiksele lubatavale kraana tõmbejõule, milleks on 300 kg lühikese ja 150 kg pika poomi korral, ei ole ma enda käru puhul huvitatud sarnase kraana projekteerimisest. Samuti tundub mulle nelikantoruga kesktala lahendus väga ilus ja mõnusalt kerge, kuid kipun arvama, et lisatoestuste puudumise tõttu on selline konstruktsioon väga lihtsalt läbipaindub eriti suure palgikoorma kaalu all. Seetõttu projekteerin enda kärule mõned konstruktsiooni jäigastavad talad. Käru mõõtmeteks on 1200x1100x2800-4000 mm vastavalt laius korda kõrgus korda reguleeritav pikkus ning kasutusel on tandem sild nelja rattaga.

Haagis IB 1000 on turul saadaval hinnaga 1290 eurot ning see sisaldab ainult käru ilma kraana ja vintsita. Lisaks saab juurde osta kraana koos toetusjalgadega hinnaga 660 € ja külge paigaldatav 1100 kilogrammise tõmbejõuga elektriline vints Bronco Gen II koos raadio teel juhitava süsteemiga 320 €. Kokku tuleb komplekti hinnaks 2270 €. Kirjeldatud käru koos kraanaga on näidatud seel 2.1.



Sele 2.1. Timber Trailer IB 1000 koos kraanaga ja vintsiga

2.2. Raami üldkonseptsioon

Raami üldpildi loomisel lähtusin eelkõige varasemalt müügil nähtud kärude disainist ning konstruktsioonist. Paljude turult leiduvate ja varasemalt ise projekteeritud kärude puhul täheldasin, et kesktala koosneski tiisli külge ühendatud ühest pikast nelikanttorust, millele oli kinnitatud eesmine puudepiiraja, kaks palkide küljetoestusharki ning sillakinnitus. Kasutatava sillasüsteemi puhul oli levinuimaks tandem sild, mis võimaldab kummalgi käru poolel liigutada rattapaari sõltumatult teisest poolest. Kuigi sellisel sillal vedrustuskomponendid vedru ja amordi näol puuduvad siis kirjeldatud süsteemi võiks liigitada ikkagi sõltumatu vedrustusega veermiku alla, sest see annab suure eelise väiksematest takistustest üle ronimiseks oluliselt muutmata seeläbi käru kallet ja teise poole rattapaari.

2.3. Täiustused ja muudatused

Leitud kärude ja erinevatest ideede puhul tahan enda kärul muuta või täiustada mõningaid komponente. Üheks osaks on kindlasti kesktala külgedelt toestamine või nõ tasapinnaliselt tugitalade lisamine jäigemaks muutmise eesmärgil. Seda on näha kindlasti raami kirjeldava peatükki all. Samuti muudan tandem silla hoova kinnitust raami külge kasutades seal laagrit, et muuta konstruktsioon vastupidavamaks ja efektiivsemaks. Viimaseks tähendusrikkamaks muutuseks on vintsi kasutus, sest ei plaani projekteeritavale kärule paigaldada kraanat vaid soovin lisada eesmisele piirajale rulliku, üle mille hakkaks vints raskemaid puid peale tõmbama. See lahendus piirab küll kärule peale tõmbamisnurka, kuid loodan sellega suurendada lubatavat suurimat tõmbejõudu. Käru reguleerimise pikkus võiks ulatuda umbes 1 meetrini ning kuna otsustasin sellise vintsi ja rulliku süsteemi kasuks siis pean leidma kindlasti sobiva puldiga kaugjuhtimissüsteemi, et tekitada võimalus korrigeerida palgi suunda samal ajal kontrollides vintsi tööd.

3. VAJALIKUD MÕÕTMISED

3.1. Teljevahe dimensioneerimine

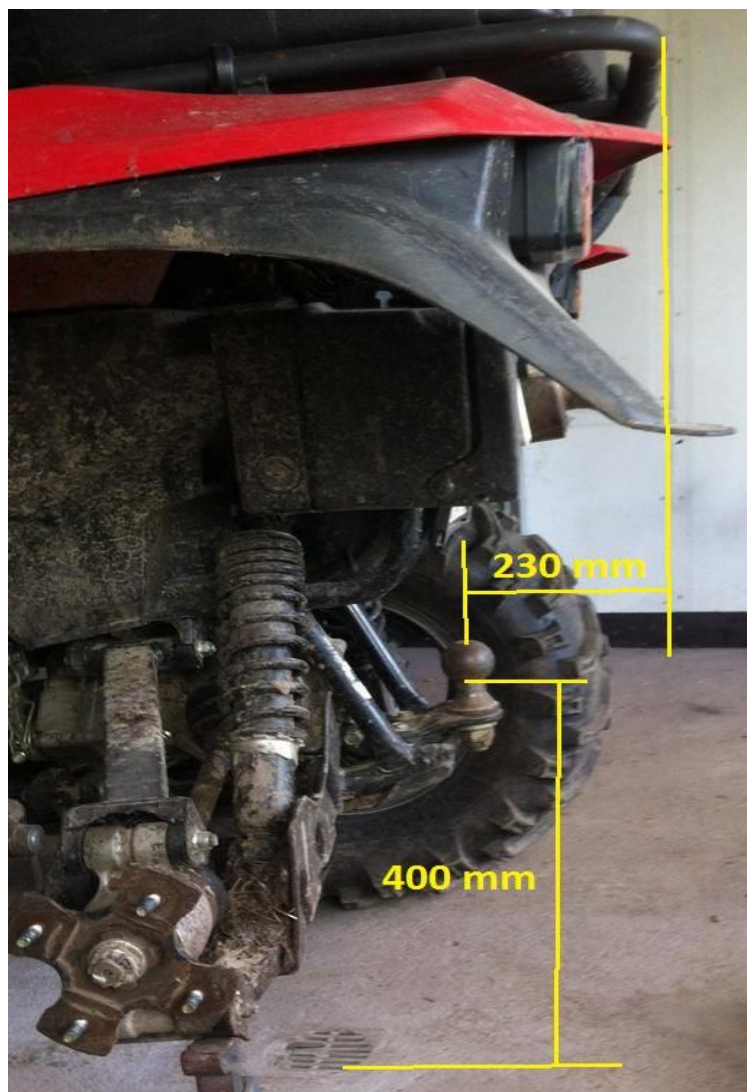
ATV tagasilla geometria mõõtmise eesmärgiks oli eelkõige saada vajalikud mõõtmised käru laiuse projekteerimiseks. Mõõtmistulemuste oluliseimaks mõõtmeks on tagasilla teljevahe, mis on mõlema poole rattarummude välimiste pindade vahekauguseks ja väärtuse suurus on 1000 mm. Antud tulemus on saadud kui rattad olid eemaldatud, kuid ATV oli oma raskusega toetatud tagumistele alumistele õõtshoobadele. Olukord sarnaneb situatsioonile, kus sõiduk toetub oma massiga kõigile neljale rattale aga lihtsalt vajaliku dimensioneerimise jaoks on eemaldatud tagarattad rummu pinnalt. Saadud tulemusi arvestan käru laiusel, sest sõiduki ning treileri teljevahed oleks vaja saada sama vahekaugusega. See on vajalik metsas parema läbitavuse saavutamiseks, kuna sellisel juhul jooksevad ATV ning käru rattada mööda sama jälge ning veeretakistus oleks väiksem. Eelkirjeldatud mõõtmised oli vaja teha eelkõige rummu pinnalt, sest hooajati on kasutusel erineva tsentri nihkega veljed, mis muudavad pisut rehvi asukohta kinnituskoha suhtes. Teostatud mõõtmised on läbi viidud looditud ja sirgel garaaži pinnal ning näitlik pilt on toodud seel 3.1.



Sele 3.1. Tagasilla teljevahe mõõtmiseks vajalik toetus ja visualiseeritud vahekaugus

3.2. ATV konksu asukoht

Konksu asukoha geomeetria, ATV raamide suhtes, mõõtsin ära käru konstruktsiooni kõrguse ja treileri tiisli sügavuse projekteerimiseks. Et vältida tiisli- ning käruraamivahelise astaku tekkimist, projekteerisin käru raami koos sinna juurde kuuluvate silla elementidega arvestades konksu paiknemiskõrgust maapinnast. Saadud tulemustest arvestamisele võetavaks väärtuseks on 400mm, mis on konksu ümariku kinnitusosa alumine kaar. Maapinna ja konksu vahekauguse mõõtmiseks on ATV paigutatud looditud ja siledale tasapinnale. Samas asendis on mõõdetud ka konksu sügavus mootorsõiduki välispiirde suhtes, mis on külgsuunas ATV kõige tagumine tugevdatud detail. Konksu tsentri ning piirde vahekauguseks on 230 mm, mida arvestan tiisli ning raami esimese osa kujundamise puhul. Kirjeldatud mõõtmisest ja tulemustest on tehtud ka kujundlik pilt seel 3.2.



Sele 3.2. Konksu geomeetria maapinna ning tagumise piirde suhtes

4. RAAMISTIK

4.1. Kesktala

Kesktala projekteerimisel lähtusin asjaolust, et üks sirge nelikanttoru jääb suure palgikoorma all suhteliselt läbipaindud ning jääkuse tagamiseks lisan konstruktsioonile samal tasapinnal paiknevaid tugitalasid. Kesktala visuaalset konstruktsiooni on näha seel 4.1. Pildil nähtavad sõidusuunalised mõõdud tulenevad koorma soovitud pikkuse ning tiislikinnituse ja vintsi jaoks vajaliku ruumi summast. Sõidusuunaga risti asetsev mõõt sõltub käru teljevahe dimensioneerimisest, sest see on kõige mõistlikum koht, kust saab reguleerida, et teljevahe jääks rummust rummuni 1000 mm. Risti paiknevale talale on otstesse keevisliitega kinnitatud 13 mm jämedusega metallist rõngad, mis on vajalikud tandemsilla laagrite kinnitamiseks. Plaadil on laagri fikseerimiseks tekitatud auguvalem 4 korda 104 mm. Raami koostamisel on kasutatud nelikanttoru profiili mõõtmetega 80x80x5 mm, kus esimesed kaks mõõtu tähistavad profiili kõrgust ja laiust ning kolmas mõõde näitab seina paksust. Samuti on kesktala eesotsas kasutatud lühikest 60x60x4 profiilijuppi, mis on mõeldud tiisli paigaldamiseks. Materjali standard on S355 ja kaaluks on 11,1 kg/m ehk siis 1 meeter materjali kaalub 11,1 kg. Selline profiili valik on saadud arvutustega, milles arvestatakse soovitud 1000 kilogrammist kandevõimet ning vajaliku varutegurit. Projektarvutused kesktalale on tehtud kahes osas: sõidusuunalisele talale ning risti paiknevale talale. Järgnevalt on välja toodud tugevusarvutuse tarvis tähtsamad valemid ning tulemused.

Kesktala sõidusuunaga risti asetsev tala:

$$F_{\text{res}} = m \cdot g = 1000 \cdot 9,8 = 9800 \text{ (N)} \quad (4.1)$$

kus F_{res} – resultatiivne jõud (N)
 m – maksimaalne kandevõime (kg)
 g – raskuskiirendus (m/s^2)

$$p = F_{\text{res}} / AB = 9800 / 0,482 = 20331 \text{ (N/m)} \quad (4.2)$$

kus p – koormus (N/m)
 AB – koorumse pikkus (m)

Toereaktsioonide F_A ja F_B leidmiseks kasutasin loogikat, et tugipunktides A ja B kehtivad seadused vastavalt $F_{\text{res}} \cdot (AB/2) - F_B \cdot AB = 0$ ning $F_{\text{res}} \cdot (AB/2) - F_A \cdot AB = 0$. Nendest avaldistest sain

tulemuseks $F_A = F_B = 4900 \text{ N}$. Kontrolli jaoks teostas in võrrandi $F_{\text{res}} - F_A + F_B = 0$, mis vastas tõele. Järgnevalt otsisin momentide võrranditega välja suurima pöördemomendi, mis paiknes punktis D ehk tala keskel. Pöördemomendi selles punktis leidsin valemiga (4.3).

$$M_D = (F_A \cdot AD) - (p \cdot AD \cdot (AD/2)) = 2361,8 - 1771,35 = 590,45 \text{ (Nm)} \quad (4.3)$$

kus M_D – pöördemoment punktis D (Nm)

F_A – toereakstioon punktis A (N)

AD – punktide A ja D vahekaugus

Kui suurim moment leitud siis järgmiseks otsisin painde tugevustingimuse valemiga profiili mooduli. Varuteguriks määrasin väärtuse 2. Painde tugevustingimus on toodud valemis (4.4).

$$\delta_{\text{max}} = \frac{M}{W} \leq \frac{\delta_y}{[S]} \quad (4.4)$$

Selle valemiga on leitud profiili moodul W ning suurim paindepinge δ_{max} . W leidmine toimub võrrandiga (4.5) ja paindepinge leitakse võrrandiga (4.6).

$$W = \frac{M \cdot [S]}{\delta_y} = \frac{590,45 \cdot 2}{355 \cdot 10^{-6}} = 3,32 \cdot 10^{-6} \text{ (m}^3\text{)} = 3,33 \text{ (cm}^3\text{)} \quad (4.5)$$

kus M – suurim moment (Nm)

W – profiili moodul (m^3)

[S] – varutegur, valitud väärtuseks on 2

δ_y – materjali voolerpiir (Nm/m)

$W = 3,33 \text{ (cm}^3\text{)} \Rightarrow W_{x,y} = 3,47 \text{ (cm}^3\text{)} > W = 3,33 \text{ (cm}^3\text{)} \Rightarrow$ Ruuttoru profiil 40x40x2 mm.

$$\delta_{\text{max}} = \frac{M}{W} = \frac{590,45}{3,33 \cdot 10^{-6}} = 177,5 \text{ (MPa)} \quad (4.6)$$

kus δ_{max} – suurim paindepinge (Pa)

Arvutamisel saadud toru profiili ja selle moodulit arvestatakse sobiva nelikanttoru valimisel, kuid õige valiku tegemiseks tuleb arvestada ka sõidusuunalise kesktala osa jõudusid. Sõidusuunalise tala tugevusarvutuste tegemisel on kasutatud enamusi eelnevalt näidatud valemitest, seega osad vastused on järgnevalt antud kohe ilma valemite kajastamata.

Kesktala sõidusuunaline tala:

Tala osalõikude pikkused meetrites on AB=0,54, BC=0,965, CD=0,33 ja DE=1,165. Lõigule CD mõjuv jõud $F_{\text{res}}=9800 \text{ (N)}$ on saadud valemiga (4.1) ja samale lõigule mõjub ka koormus $p=29696,9$

(N/m), mis on arvatud valemiga (4.2). Nende arvutuste tegemisel on kasutatud massi- ($m=1000$ kg), raskuskiirenduse- ($g=9,8$ m/s²) ja CD pikkuseväärtust. Toereaktsioonide arvutamiseks kasutasin võrrandeid $F_{res}*(BC+CD/2)-F_c*(BC+CD+DE)=0$ ja $F_b*(DE+CD+DE)-F_{res}*(DE+CD/2)=0$, kust ma avaldasin $F_c=4501,6$ N ja $F_b=5298,4$ N.

Järgnevalt leidsin talal koha, kus tekib suurim pöördemoment. Asukoha leidmiseks analüüsisin ja arvutasin pöördemomendid kogu tala ulatuses. Suurima momendi leidsin punktis F, mis asub koormuse p keskel. Selles punktis oli pöördemomendi väärtuseks 5582,9 Nm ning tulemus on saadud valemiga (4.7).

$$M_f = F_{res} * \left(\frac{CD}{2} * \frac{CD}{4}\right) - F_b * \left(BC + \frac{CD}{2}\right) = 5582,9 \text{ Nm} \quad (4.7)$$

kus M_f – punkti F pöördemoment

F_{res} – koorma poolt tekitatav jõud

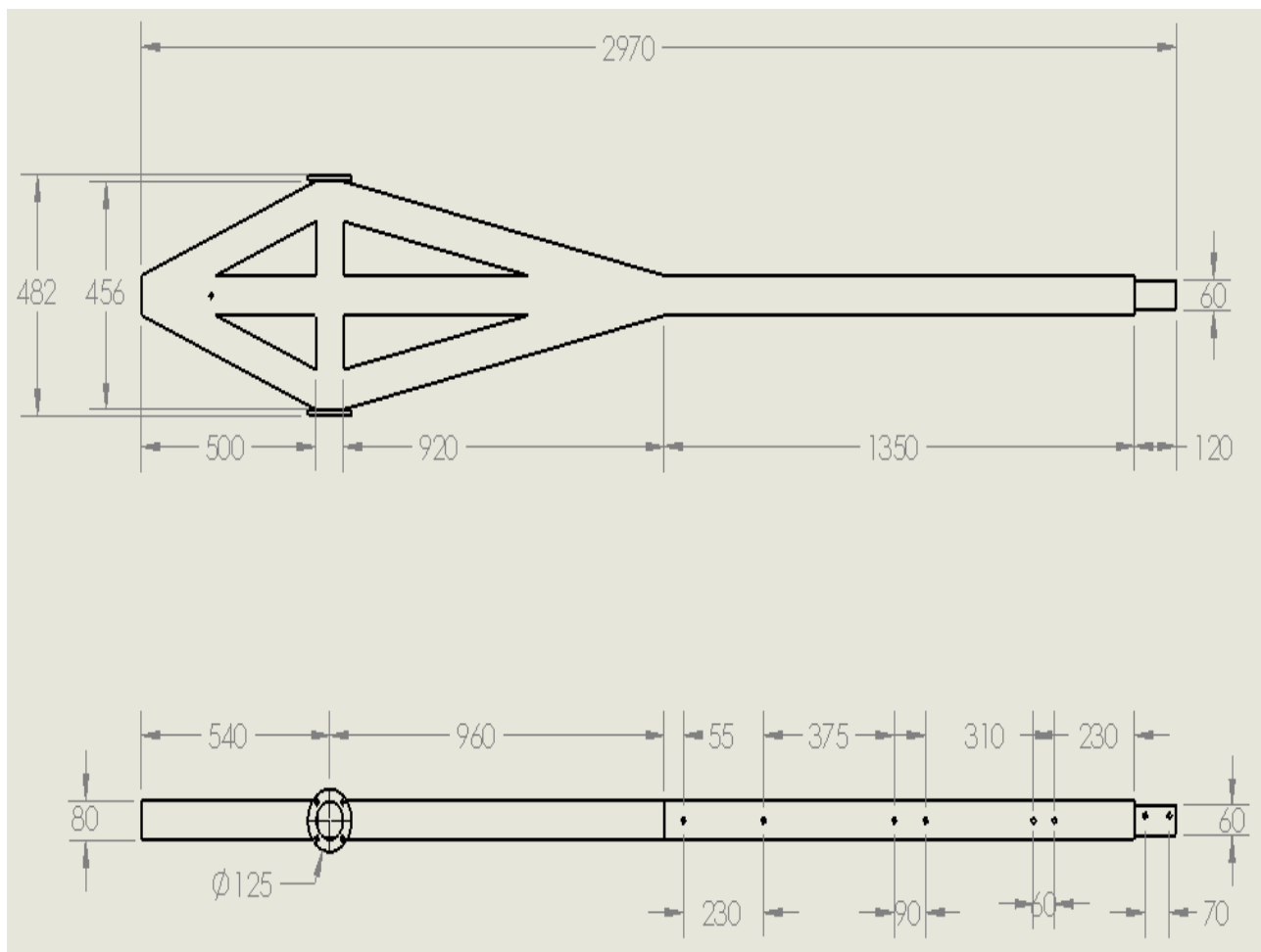
F_b – punkti B toereaktsioon

Suurimat pöördemomenti arvestan profiili mooduli W arvutamisel, milleks kasutan valemit (4.5).

Saadud tulemuseks on $W=3,14*10^{-5} \text{ m}^3 = 31,4 \text{ cm}^3$, mis on märgatavalt suurem risti asetseva tala moodulist. Suurimaks paindepingeks seega on 177,5 MPa, mis on saadud valemiga (4.6). Järgmiseks tuleb leida mooduli tulemuse põhjal sobiv profiil.

$W=31,4 \text{ cm}^3 \Rightarrow W_{x,y} = 31,99 \text{ cm}^3 > 31,4 \text{ cm}^3 \Rightarrow$ Ruuttoru profiil 80x80x5 mm.

Kuna sõidusuunalise tala profiili moodul oli märgatavalt suurem siis tuleb kesktala metallprofiili valikul arvestada just selle väärtusega. Kesktala konstruktsiooni materjaliks valin 80x80x5 mm ruuttoru profiili, mis tagab piisava tugevuse ning arvestab ka vajaliku varuga.

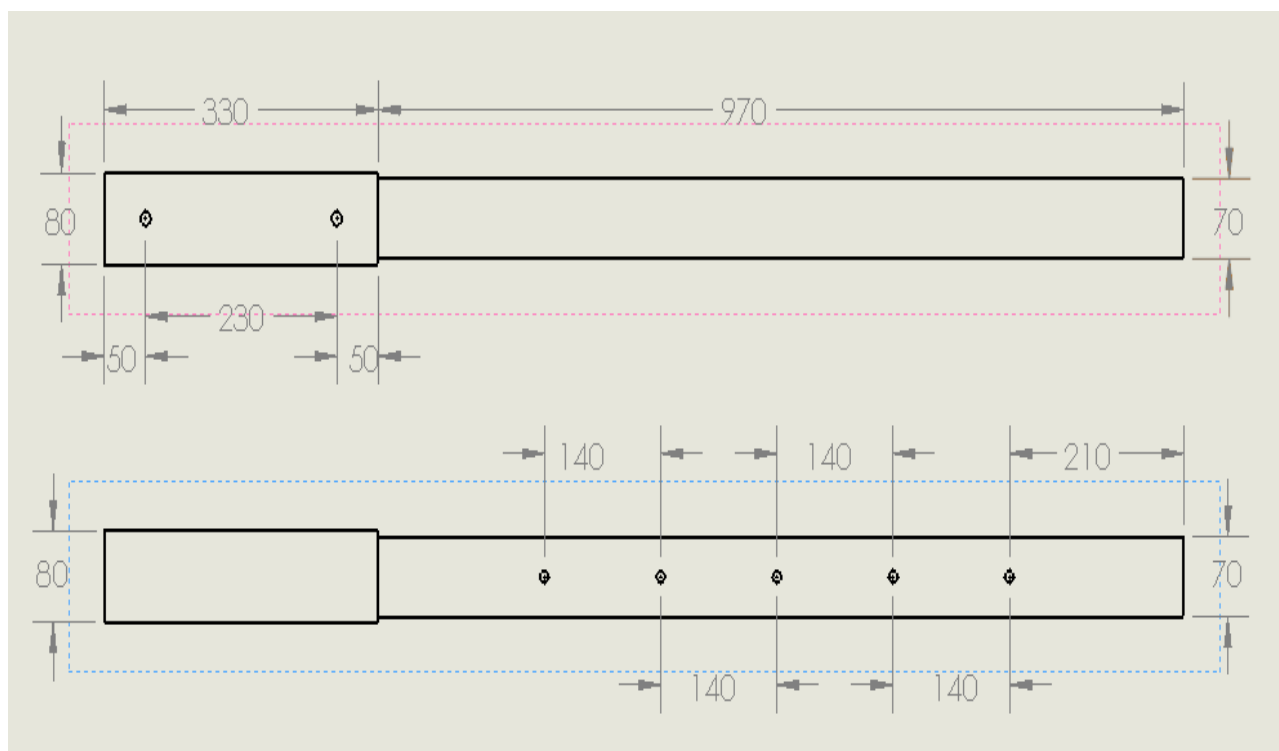


Sele 4.1. Kesktala 80x80x5 mõõtmetega visuaalne joonis

4.2. Pikendus

Küttematerjali pikkuse varieeruvuse tõttu on vajadus ning eelkõige soov luua kärule koormapikkuse muutust võimaldav komponent. Kärü pikkuse reguleerimiseks olen tekitanud ühe nelikanntoruga süsteemi, mis hakkab liikuma kesktala pikisuunalise metallprofiili sees. Nimelt saab pikendust välja tõmmates muuta kärü pikemaks ning sisse surudes lühemaks. Pikenduse asukoha fikseerimiseks saab kasutada 10 mm lukustatavat tihvti, mis tuleb paigutada läbi kohakuti paiknevate kesktala ning pikendusel asetsevate aukude. Kesktalal piisab ühest august, kuid reguleeritavuse tagamiseks tuleb pikendusele teha 140 mm vahega 5 järjestikust auku. Pikenduse liikumise blokeerimiseks piisab ühes väiksest tihvtist kuna esiteks koorma enda raskus pingestab kesktala ja pikenduse vahelist kontakti, ning teiseks profiilide valikud on tehtud nii täpselt, et talade seinte vaheline lõtk on peaaegu olematu. Pikenduse metalli profiiliks on valitud 70x70x5 mm (kõrgus-laius-seina paksus), sest see sobib oma mõõtudel profiili 80x80x5 mm sisse ning tagab seejuures vajaliku tugevuse. Materjali standardiks on valitud S355. Pikendusele on statsionaarselt paigaldatud ka lühike jupp

kesktala profiiliga nelikanttoru, mille eesmärgiks on eesmise toetushargi kasutamise võimalus ka tagumisena. Ehk siis peatselt kirjeldatavaid külgmiste toetusharkide asukohti on omavahel võimalik vahetada ning mõlemad toed saavad seetõttu olla identsed. Mõõtmed ning visuaalne ülevaade pikenduse talast on seel 4.2.



Sele 4.2. Pikendustala koos mõõtmetega

Pikenduse profiili valimiseks vajalikud arvutused on väga sarnased kesktala puhul tehtud arvutustega. Arvutuste tegemisel on arvestatud, et pikendus on eespoolt esimeses astmes. Selline olukord on valitud seepärast, et pikkendus on peaaegu oma äärmises astmes ning pikka jõuõla tõttu tekib suurim võimalik pöördemoment. Samuti on koormuse määramisel arvestatud, et tagumisele hargile kanduv maksimaalne kaal on 500 kg ehk siis pool kandevõimest ning varuteguriks on 2. Teise poole kaalu koormusest või rohkema võtab enda kanda esimene toetushark, mis on projekteeritud kandma tonnist raskust.

Arvutusteks vajalikud näitajad on veel löikude pikkused meetrites: $AB=0,33$, $BC=0,56$ ja $CD=0,41$. Vahetulemustest peaks välja veel tooma toereaktsioonid $F_C=22229,3$ N ja $F_{CD}=17329,3$ N. F_{CD} moodustub koormusest kui pikendus on kesktala sisse pandud ning talade pinnad osutavad vastupanu pöördemomendi tekkimisel. Suurimaks pöördemomendiks pikendustala punktis C sain $M_c=3552,5$ Nm ning antud tulemus on saadud valemiga (4.7).

$$M_C = F_{CD} * \left(\frac{CD}{2}\right) = 3552,5 \text{ Nm} \quad (4.7)$$

Profiili moodul on arvatud valemiga (4.5).

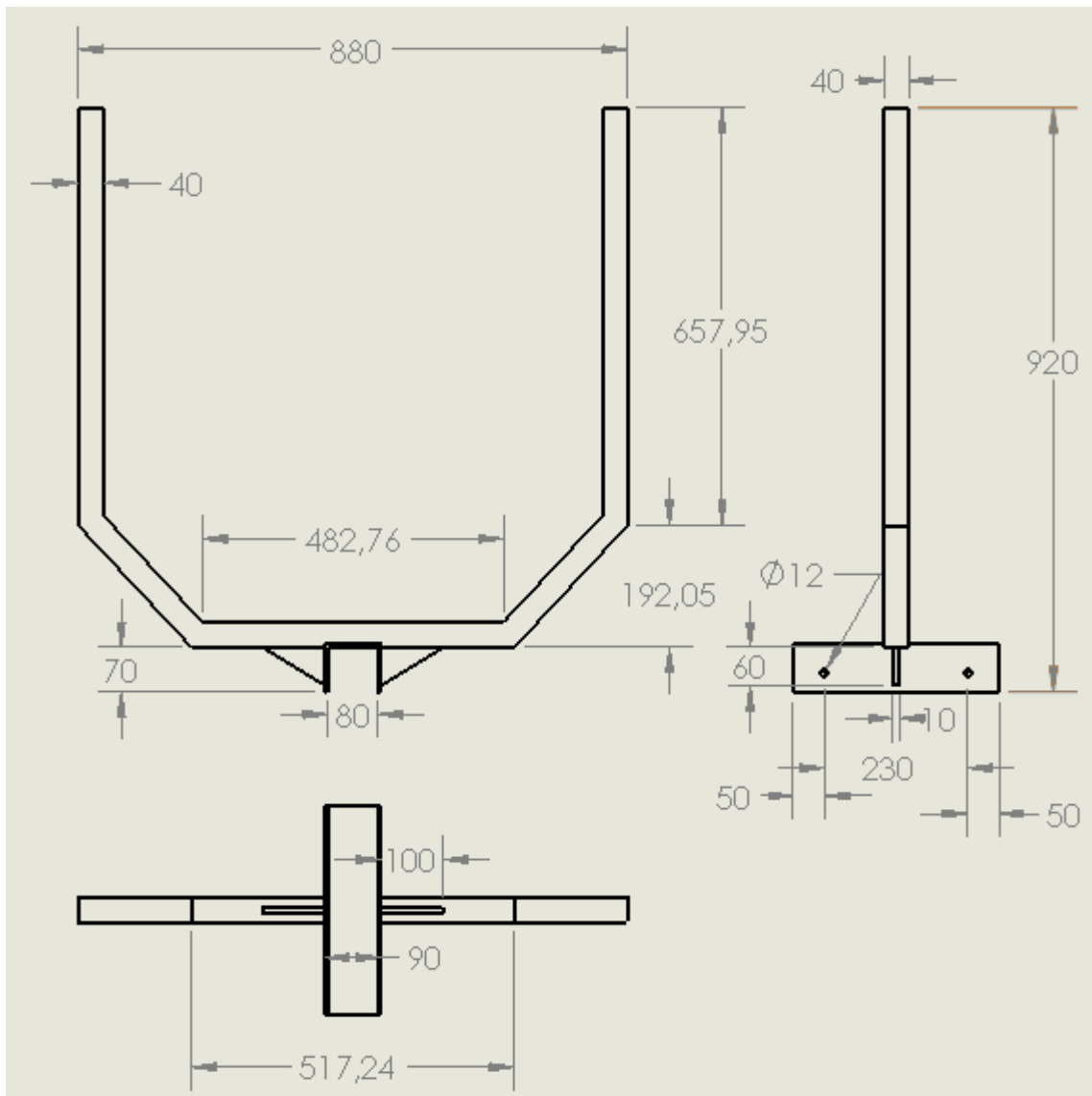
$$W=20,01 \text{ cm}^3 \Rightarrow W_{x,y} = 23,42 \text{ cm}^3 > 20,01 \text{ cm}^3 \Rightarrow \text{Ruuttoru profiil } 70 \times 70 \times 5 \text{ mm.}$$

Suurim paindepinge on arvatud valemiga (4.6) ja tulemuseks on $\delta_{\max}=177,5 \text{ MPa}$.

Pikenduse väljatõmbamisel jääb raskuskese ATV poolele, sest telje keskelt mõõdetuna ettepoole ning tahapoole on koorma jaoks mõeldud vahekaugused vastavalt 1645 mm ja 1433,91 mm. Kuna teljest ettepoole asetseva koormuse jõuõlg on pikem ja koormused mõlemal pool telge on samaväärsed siis järelikult pikema jõuõla pool asub ka suurem pöördemoment koos palgikoorma tekitatud raskuskeskmega.

4.3. Külgmised toetushargid

Toetusharkide peamiseks eesmärgiks on kärule paigutatud palgihunniku toetamine külgedelt. Toed võimaldavad kärule asetada suurema koguse palke. Ehitusliku poole pealt on tugede projekteerimisel arvestatud, et koorem oleks võimalikult madal ning pigem lai, et langetada massikeskme punkti ja vähendada seeläbi kummuli kaldumise ohtu. Samas on mõeldud asjaolule, et koorem ei jääks ette konarlikul maastikul suhteliselt palju liikuvatele tandemsilla hoobadele. Kärü puhul on korruga kasutuses 2 samasugust harki. Eesmine tugi asetseb kesktalal vahetult pärast eesmist piirajat, millest tuleb rohkem juttu järgmises lõigus, ning teine paikneb kärü taga otsas pikenduse paksendatud kohas. Mõlemad toetushargid on eemaldatavad ning kinnituvad raami külge 12-millimeetrise poltidega. Toetushargi projekteerimisel on kasutatud põhimõtteliselt kahte liiki metallprofiili. Ülemine U-sarnane kujund on koostatud 40x40x4 mm profiiliga ning toe kinnitus, kus paiknevad ka poldiavad, on projekteeritud 90x90x5 mm ruuttoru materjaliga. Ruuttoru on alt lahti lõigatud nii, et meenutab kujult karppterast mõõtudega 90x75x5 mm ning selline lõige on vajalik lihtsa pealt paigaldamise meetodi kasutamiseks. Toetustugede ettekujutuseks on lisatud pilt seel 4.3. Profiil 40x40x4 valiku jaoks pole arvutusi veel tehtud, kuid omad järeldused on tehtud kesktala risti suunalise tala arvutustest. Nendest tulemustest lähtudes tagab valitud profiil piisava tugevuse.

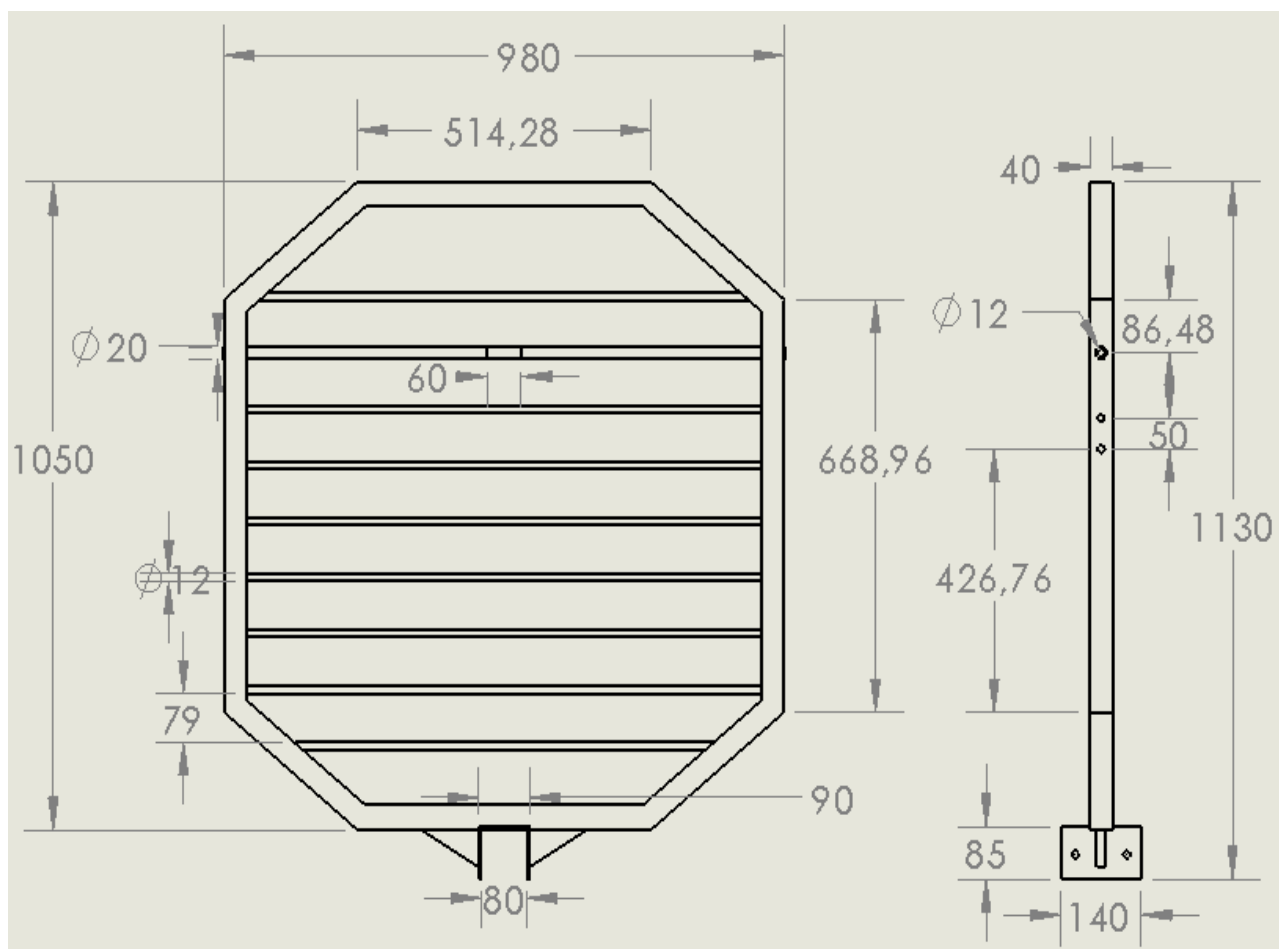


Sele 4.3. Külgmised toetushargid koos mõõtmetega

4.4. Eesmine piiraja

Piiraja on oma olelmuselt sõiduki juhi ohutust tagav element, mille tähtsaimaks eesmärgiks on palgikoorma sõidusuunalise liikumise takistamine äkkpidurduse korral. See detail peab olema piisavalt tugev ning suur, et pidurdamisel ära hoida inertsist tekkinud palkide liikumist juhi suunas. Kindlasti ei tohi koorma kõrgus ületada piiraja kõrgust. Samuti on piiraja heaks orientiiriks materjali paigutamiskauguse tarvis. Oma algselt ehituselt sarnaneb piiraja toetushargi baasiga. Piirdel on sarnane aga pisut lühem kinnitus, mis paikneb käru ees otsas kesktala küljes vahetult eesmise tugihargi ees. Samuti on kasutusel sarnane U-kujuline kontuur, mida on edasi arendatud O tähte meenutavaks konstruktsiooniks. Seda kujundit täidavad kaheksa 12x1,5 mm löikega

ümartoru, millel 12 mm tähistab toru diameetrit ning 1,5 mm on seina paksuseks. Ülevvalt teine varras on ümar metall läbimõõduga 20 mm ning sellele on keskele tehtud kaks 1 mm laiusega stopperrõnga soont. Paigaldatavate stopprite eesmärgiks on fikseerida sinna paigutatavat rullikud koos selle laagritega. Rull on mõeldud trossi suunavaks sooneks ning enamus vintsi tõmbed toimuvad üle selle. Piiraja külgedel on kaks 12-millimeetrise läbimõõduga ava, mis on mõeldud vintsi toetuskonstruktsiooni kinnitamiseks.



Sele 4.4. Eesmine piiraja

4.5. Haakeseadme valik

Palgiveokärule valisin vajaliku tiisli ühest tuntud kärude tootmisfirmast nimega Respo. Valituks osutus haakeseadme AKFQ14b, mis sobitus oma andmetelt minu projektiga kõige kindlamalt. Haakeseadme valiku puhul mängisid rolli 3 põhilist näitajat. Esiteks lubatava maksimaalse tõmbejõu väärtus, milleks oli valitud tiisli puhul 1400 kg. Täis koormaga kärü puhul on metsatee ning kärü nelja ratta veerehõõrdumistegurit väga raske öelda. Hõõrdetegur sellise situatsiooni

puhul sõltub rehvirõhkudest, rehvimustrist, rehvi pehmusest, pinnase koostisest ning teel asetsevatest takistustest. Samuti pole leidnud Suzuki Kingquad 700 väändemomenti, millega saaks määrata suurima ATV poolt rakendatava tõmbejõu. Seetõttu selle väärtuse hindamisel polnud kindlaid miinimume ja maksimume ning valitud sai tugevaimate killast näitajatega tiisel.

Teiseks, kärule kinnituva konstruktsiooni kujust ja läbimõõdust. Kinnitusprofiiliks on nelikanttoru laiusega 60 mm, mis sobib hästi tänu oma neljakandilisele profiilile. Viimase näitajana tootsin välja detaili väga mõistliku turuhinna, milleks on 19.20 € Respo kataloogist tellides.

4.6. Kärü pikkus

Kogu kärü pikkuse tahan kindlasti välja tuua kahes eri reguleeritus astmes. Esiteks, kui pikendus on kõige väljas ja kärü on saavutanud oma maksimaalse pikkuse, ning teiseks kui pikendus on viimases astmes ning kärü on kõige lühemas asendis. Mõlema situatsiooni puhul on võetud kolm mõõdet. Kogu pikkus, koorma pikkus, mis on mõõdetud piirajast kuni pikenduse viimase punktini, ning harkide vahekaugus, mis on mõõdetud tagumise toe tagumisest pinnast kuni esimese toetus hargi eesmise pinnani. Mõõdud on toodud tabelis 4.1 millimeetrites.

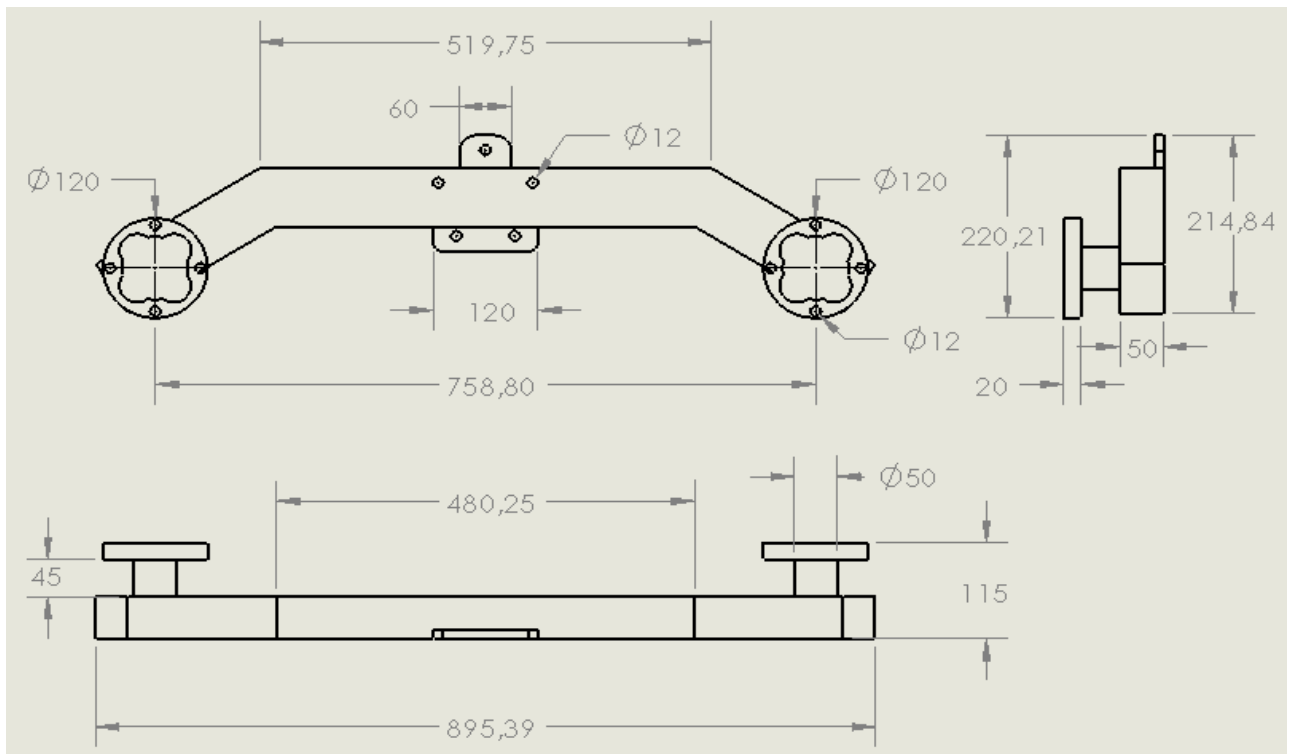
Tabel 4.1. Palgiveokärü pikkused

Mõõde/Situatsioon	Pikendus väljas	Pikendus sees
Kogu pikkus	3964	3404
Koorma pikkus	3075	2515
Harkide vahekaugus	2435	1875

5. VEERMIK

5.1. Tandem sild

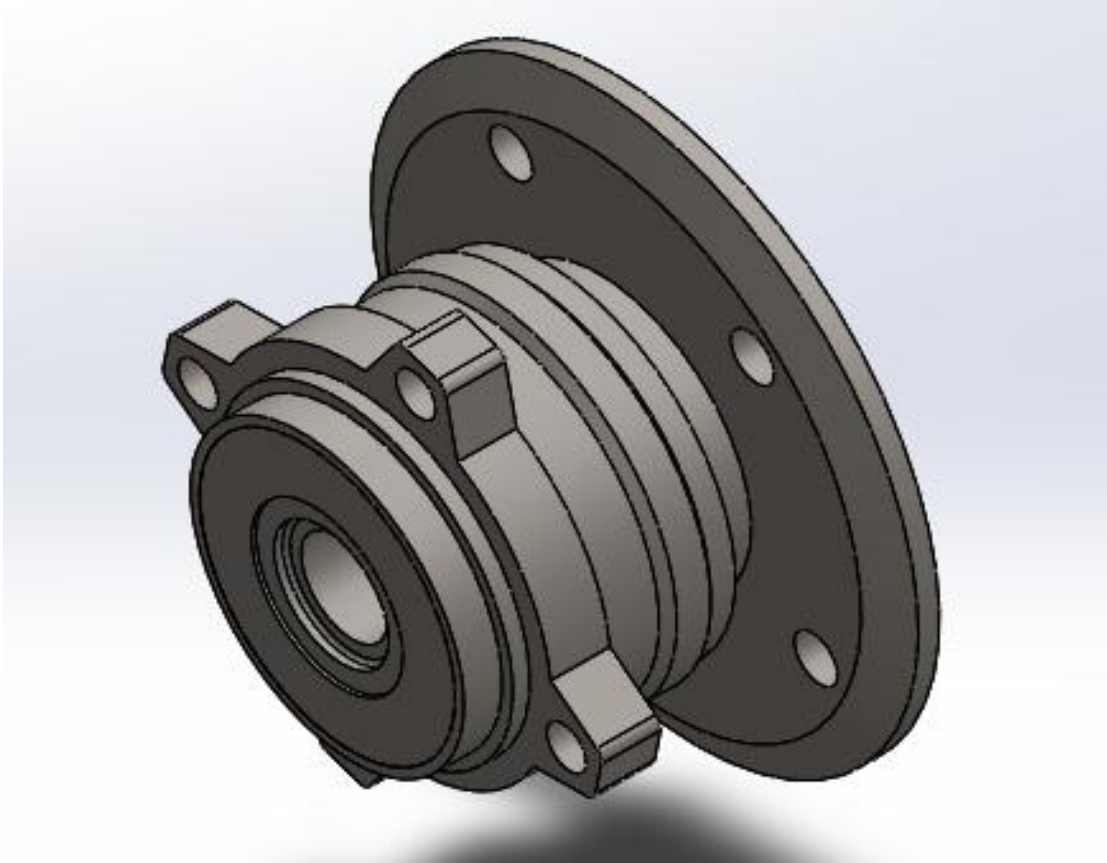
Tandem tüüpi silla kasuks otsustasin seepärast, et metsateedel annab see suure eelise üle takistuste ronimisel ning üleüldiselt on selline lahendus väga levinud ATV-de kärude puhul. Silla hoobade ja rattakinnitusrummude vahekauguse arvutamisel on arvestatud, et kärul kasutatakse parema läbitavuse saavutamiseks ATV velgi koos maastikurehvidega. Parema läbitavuse garanteerivad need rehvid metsateel seetõttu, et nende laiuse toimel on kandepind suurem ja pehmel maastikul on läbivajuvus väiksem. Kõige laiemateks rehvideks, mida selle käru all saab kasutama hakkata, on 10 tolli ehk 254 mm laiad. Samuti on piiritletud rehvi maksimaalne diameeter, sest rattad asetsevad kõrvuti ning rattarummude vahekaugust pole võimalik reguleerida. Suurima võimaliku rehvi läbimõõduks on 758,8 mm, mis sisaldab ka piisavalt varu, sest realselt kasutatavad rehvid on läbimõõduga 609,6 mm ehk siis 24 tolli või siis 558,8 mm ehk 22 tolli. Hoova disain ja olulisemad mõõtmed on näha seel 5.1. Kasutatud on 70x50x3 mm (kõrgus korda laius korda seinapaksus) profiiliga S355 teras materjali. Samuti on kasutatud 9,5 cm pikkuseid ja 5 cm diameetriga ümarterasest tehtud vardaid, mis tagavad vajaliku rummu kauguse hoovast seejuures rahuldades tugevustingimusi. Varda otsa keevisliitega kinnitatud seest õõnsad kettad on vajalikud rummu kinnitamiseks. Kettad valmistatakse ilmselt freesimise protsessi rakendades.



Sele 5.1. Tandemhoova visuaalne mõõtmetega konstruktsioon

5.2. Osakomponendid

Silla hoobade puhul on kasutusel Honda CRV rattarummud poldivalemiga 5x114,3 mm ning teiselt poolt auguvalemiga 4x104 mm. Antud rummud on valitud just seepärast, et need detailid on mulle hetkel hästi kättesaadavad ning sõiduauto 1570 kilogrammist tüümassi ja 2,05 tonnist täismassi arvestades sobivad need ka projekteeritavale kärele. Mudelit rattarummust on näha selel 5.2. Neid on kasutatud nii hoova ja kesktala ühendus kohal kui ka rattaste ning hoobade vahelise detailina.



Sele 5.2. Honda rattalaagri Solidworksi mudel

6. ELEKTRILINE VINTS

6.1. Nõuded vintsile

Vintsi valikul oli määravaimateks parameetriteks tõmbejõud ja hind. Elektrilise vintsi tõmbesuutlikuse näitaja võiks jääda vähemalt 1000 kuni 2000 kg vahemikku. Suuremate palkide puhul tuleb arvestada palkide poolt tekitatava hõõrdejõu suurus, mis metsa maastiku puhul võib olla hooajati suhteliselt erinev. Talvel tänu jäitele ja lumele võib sõtkunud pinnasel olla hõõrdeegur peaaegu nulli lähedane kui samas suvisel ajal okste ning teistsuguste takistuste esinemisel võib hõõrdejõud kujuneda vägagi suureks. Kuna osad vintsid on müügil eraldi ilma lisavarustusega siis hea oleks kui seadmega oleks kaasas ka juhttee või juhtrullik ning pluss punkte annaks kindlasti ka releekarbi olemasolu.

6.2. Valikuvõimalused

Elektrilisi vintse pakutakse ATV-dele igas moods ja väga erinevate tehniliste andmetega. Väga laia valiku tõttu oli otsuse langetamine meeletult raske ning, et kuskilt algust teha valisin lõpuks välja 4 silmapaistvamat seadet. Järgnevalt ongi välja toodud kõigi nelja seadme tehnilised omadused ning nende head ning halvad küljed.

6.2.1. Bronco 2500 Gen II

Velt Motocenter toodete seas on leida elektriline vints Bronco 2500 Gen II nõörvints. Komplekt sisaldab vintsi, releeplokki, juhtmeid, juhtrullikut, kinnitusi ja konksu. Maksimaalseks tõmbejõuks otse tõmmates on 1133 kg, mida võimaldab ühe kilovattine motor 12 voldise toitepingega. Jõudu kannab edasi 5 mm läbimõõduga 10 meetrine kapronist nõör. Seadmel on ülekande suhe 198:1-le. Vintsi vabastushoob on keeratav ja nõöri juhttee on liuguri baasil. Lisana kaasa tulev juhtpult kujutab endast juhtrauale paigaldatavat lülitit. Kinnitusvalemiks on 124 x 76 mm. Komplekti hinnaks Velt Motocenterist tellides on 230 €.

6.2.2. Antai Winch Technology CO vints

Tegemist on välismaalt tellitava vintsi, mille tootja firmaks on Antai Winch Technology CO. Vintsi maksimaalseks tõmbejõuks on ligikaudu 1360 kg, mida võimaldab 1,4 hobujõuline motor ja 153:1 ülekanne. Jõudu ülekandvaks elemendiks on 5 mm läbimõõduga terastross. Komplekt sisaldab samuti releekarpi, juhtrauale paigaldatavat lülitit, liuguriga juhtteed, konksu, kinnitusplaati koos vajalike kinnitustarvikutega ning kasutus- ja paigaldusjuhendit. Vintsil on automaatne pidurdussüsteem ning vintsi vabastushoob töötab tõmba ja keera põhimõttel. Kuna seadme 70 eurosele hinnale lisandub ka saatmiskulu 60 € siis kogu summaks tuleb umbes 130 €.

6.2.3. ATV ZHME X3500

Roosna-Allikul paiknev ettevõtte Maasturid OÜ pakub oma tootevalikus sellist vintsi nagu ATV ZHME X3500, mis jäi mulle silma heade näitajate ning hinna suhtega. Tehnilistelt andmetelt väga võimekas 1598 kilogrammise tõmbejõuga trossvint on saadaval 160 euroga. 12 voldise toitepingega mootori võimsuseks on 1 kw. Kasutusel on kolme astmeline planetaar ülekanne suhtega 198:1-le. Tõmbejõudu kandvaks elemendiks on 5,5 millimeetrise läbimõõduga terastross, millel pikkust 10 meetrit. Kinnitusvalemiks on 124mm x 76 mm ja seade kaalub 8 kg. Komplektis on juhtmed, releekarp, liuguriga juhttee ning trossi otsa paigaldatav konks.

6.2.4. Iron X vints

Eesti ettevõtte Autokaubad24 OÜ tootevalikus oli tootja Iron X vints, mis liigitus oma parameetritega ka kenasti valikusse. See 12 voldine elektrivint suudab tõmmata tugevusega kuni 1360 kg. Tõmbetugevust aitab saavutada 1,1 hobujõuline motor ja 136:1-le suhtega ülekanne. Trossi pikkuseks on märgitud 12,2 meetrit ning komplektis peaks kaasas olema juhttee, releekarp ja juhtmega juhtpult. Kogu kupatuse hinnaks on 142.50 €. Rohkem infot antud vintsi kohta müüja lehel välja toodu polnud, seega lisainfo saamiseks peaks kontakteeruma Autokaubad24 OÜ müügiosakonnaga.

6.3. Valitud vints

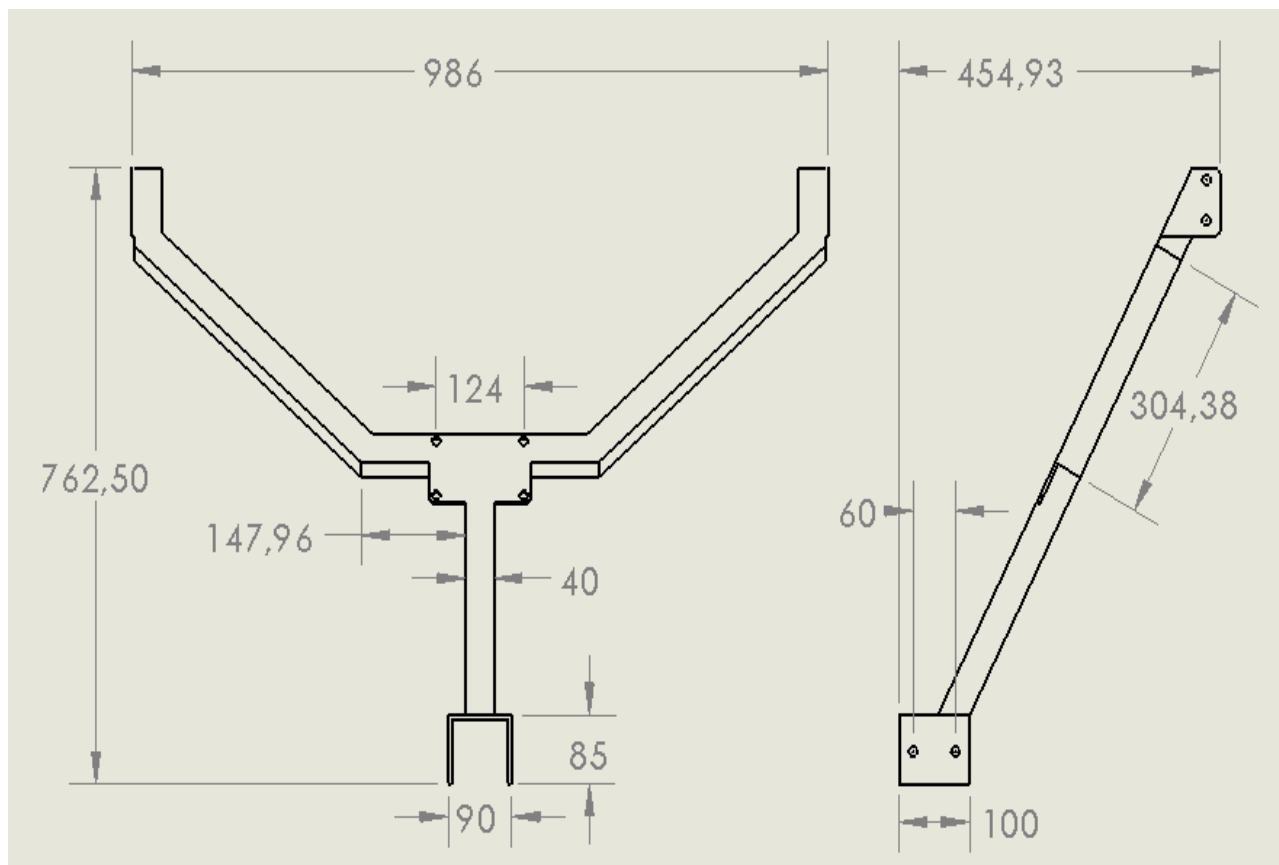
Valituks osutus ettevõtte Maasturid OÜ poolt pakutav elektriline vints ATV ZHME X3500 Kõigi kaalutluste tulemusel tundub antud vints olema kõige sobilikumate tehniliste andmetega, parima vajaliku kompleksusega ning seejuures jäädes väga mõistlikusse hinnaklassi. Seadme 1598 kilogrammine tõmbejõud jääb algselt püstitatud normide piiridesse ning kõik algselt mainitud lisadetailid on vintsiga kaasas. Samuti peaks 10 meetrisest trossist piisama, et saavutada vajalikud vahekaugused palkide ning vintsi vahel. Pilt valitud vintsist on näidatud seel 6.1.



Sele 6.1. Vints ATV ZHME X3500 koos juhttee ja konksuga

6.4. Kinnitus

Kesktalal tiisli ning eesmise piiraja vahele vintsi paigaldamiseks on vaja välja töötada eraldi kinnitusraam, mis laseb seadme paigaldada oma kinnitusvalemiga 124x76 mm ning talub maksimaalse tõmbejõu suurust. Projekteerimisel kasutasin 40x40x4 mm materjali ning 10 sentimeetrist jupikest ruuttoru. Fikseeritud on raam kuue 12 mm poldiga. Nendest 4 kinnituvad eesmise piiraja külge ja 2 kesktala külge. Konstruktsioon paigutab vintsi tasapinna suhtes 28-kraadise nurga alla ning tross hakkab jooksuma üle piirja kõljes oleva rulliku. Vajadusel saab kasutada ka vintsi kaasa tulevat juhtteed. Vintsi kinnitusraami konstruktsioon on nähtav seel 6.2.



Sele 6.2. Kinnitusraami konstruktsioon koos tähtsamate mõõtmetega

7. JUHTMEVABA VINTSI KONTROLL

7.1. Süsteemi vajalikkus

Kaugjuhtimispuldiga süsteemi eesmärgiks palgiveokäru küljes on vintsi töö kontrollimise võimaldamine kaugemalt. Kuna käru koos vintsi süsteemiga on projekteeritud nõnda, et palki peab kärule vintsimise ajal suunama, siis peab olema võimalus vintsi juhtida tõmmatava materjali juurest. Kaugjuhtimissüsteemi vastuvõtja võiks paikneda käru eesotsas kõrgemal ja võimalikult vintsi läheduses, et vähendada kaablite vedamist. Valikul tuleb kindlasti arvestada saatja signaali levimisulatusega.

7.2. Valikuvõimalused

Raadiolainete teel juhitud pultide hulgast jäi silma kahe erineva firma tooted. Sarnaste tööülesannetega komplektid on võrdluse jaoks toodud ära tabelis 5.1.

Tabel 5.1. Kaugjuhtimispuldiga süsteemide võrdlustabel

Toode	Come Up RF-24D	Sedeta FDS-23386
Vastuvõtja toide (V)	8-24	12
Tööraadius (m)	27	u 15
Plussid	Veekindel, automaatne väljalülitus, 2,4 GHz	Universaalne, 2 saatjat komplektis
Keskkonnataluvus	IP65	IP64
Kaal (g)	210	180
Hind (€)	129	10-14

Valituks osutus Sedeta FDS-23386 komplekt. Otsest eelist Come Up kaugjuhtimispuldi ees polnud, kuid määravaks sai maksumuse märgatav erinevus. Arvestades käru taga paikneva palgi ja käru enda pikkust siis 15 meetrisest levimisraadiusest peaks kenasti piisama nagu ka -40 kuni 125 kraadisest temperatuuritaluvusest. Komplektiga on kaasas ka kasutusjuhend ja kontrollplokki suuruseks on 45x60 mm. Samuti on teada Sedeta plokki juhtmestik ning selle ühendusskeem. Plokkist väljub 5 kaablit, kus punane tuleb ühendada 12V plussiga, must 12V miinusega, sinine on

süsteemi antenniks, kollane on vintsi sisse vedamiseks ning valge on trossi väljutamiseks. Kollase ning valge juhtme peab ühendama vintsi toitevoolu reguleeriva rele külge õigetele klemmidele, et puldilt nuppe sisse ja välja vajutades liiguks vintsi õiget pidi. Kontrollplokk koos kahe puldiga on visuaalselt näidatud seel 5.1.



Sele 5.1. Sedeta FDS-23386 komplekt

8. KALKULATSIOON

Praeguses kuluarvestuses saan kajastada vaid siamaani ATV palgiveokäru jaoks välja valitud asjade ligikaudsed summad. Lõpliku käru valmimise kalkulatsiooni ei oska välja tuua kuna käru projektiarvutused pole lõplikult lõputöö raames tehtud ning seeläbi võivad materjali kogused ning hinnad muutuda. Lõputöö raames kogu käru lahendus oleks liiga ajamahukas. Tootmisprotsesside peale kuluv summa pole samuti hetkel veel teada, kuna keevitustööd on palju. Praegune kuluarvestus on toodud tabelis 8.1.

Tabel 8.1. Hetkeline kuluarvestus

Kuluartikkel	Hind (€)
Vintsi komplekt	142,50
Juhtmevaba süsteem	14
Tiisel	19,20
Summa	175,7

KOKKUVÕTE

Lõputöö raames sai tehtud palju tööd ning peamine ülesande püstitus, projekteerida ATV-le palgiveokäru, sai teostatud. Terve käru projekteerimine koos tugevusarvutustega on bakalaureuse lõputöö tarvis väga ajamahukas ning suur ettevõtmine aga mõndade peamiste talade tugevusarvutused said tehtud ning käru üldine projekteerimine õnnestus. Käru 1000 kg kandevõime on hetkel tagatud nagu oli ka algselt ülesande püstituses kirjas. Kandevõime on hetkel kontrollitud kesktala ja pikendusega, millele valisin välja ka vajalikud metallprofiilid 80x80x5 mm ja 70x70x5 mm. Samuti muutsin raami keskmist konstruktsiooni jäigemaks võrreldes müügis olevate kärude konstruktsiooniga, lisades sinna taspinnalisi tugitalasid. Kasutusele võtsin ka teistsuguse vintsi paigaldusviisi võrreldes kraana süsteemidega. See piiritleb küll kärule tõmbamise nurka, kuid tõmbetugevus on kindlasti suurem kui kraandega variandil.

Samuti oli üheks eesmärgiks lisada kärule vajalikud elektrilised seadmed, mis sai ka töö jooksul teostatud. Valitud sai elektriline vints ATV ZHME X3500 1598 kg tõmbejõuga ning juhtmevaba süsteem vintsi kontrollimiseks.

Algselt püstitatud eesmärkidest saavutada meetrine reguleerimisvahemik paraku ei õnnestunud kuna pöördemomendid pikenduse lõpp asendi korral kujunesid väga suureks ning see oleks nõudnud väga suurte profiilide kasutamist. Seega hetkel jäi reguleerimisvahemikuks 560 mm. Samuti pole hetkel veel võimalik lõpliku kalkulatsiooni teha, sest suur osa kärust vajab veel arvutusi ainuõigete profiilide valikuks.

SUMMARY

While making the graduation paper a lot of work have been done and the main task, designing an ATV log trailer, has been done. Entire cart design with strength calculations is very time spending work for baccalaureate graduation paper. Some of the calculations for some main beams are already done and generally the designing went quite well. The initial task was to make sure that cart can carry 1000 kg is assured. At the moment deadweight is checked with center beam and extension. Also I choosed needful metal profiles for those beams. According to calculations center beam need 80x80x5 mm profile and 70x70x5 mm profile fits for the extension. As well I added some support beams to the center beam to make this construction stiffer. I used different mounting type for the winch by comparison with buyable crane types. My system will certainly limit the pulling angel, but the pulling strength will definitely be bigger than with crane.

Also there was one task to find necessary electrical devices for my ATV log trailer and I actually manage to do it. I picked out elecrtical winch ATV ZHME X3500 that has pulling strength about 1598 kg and also I found wireless remote system for the winch control.

At first I hoped to make a cart with extension that can be regulated up to one meter, but regrettably this did not go so well. The reason why it didn't was that there were too big angular momentum when the extension was in it's last positsion and high torques needs larger metal profiles. At the moment the regulating range is 560 mm. The final estimation is hard to tell because the big part of the cart frame needs strength calculations for finding the best profiles.

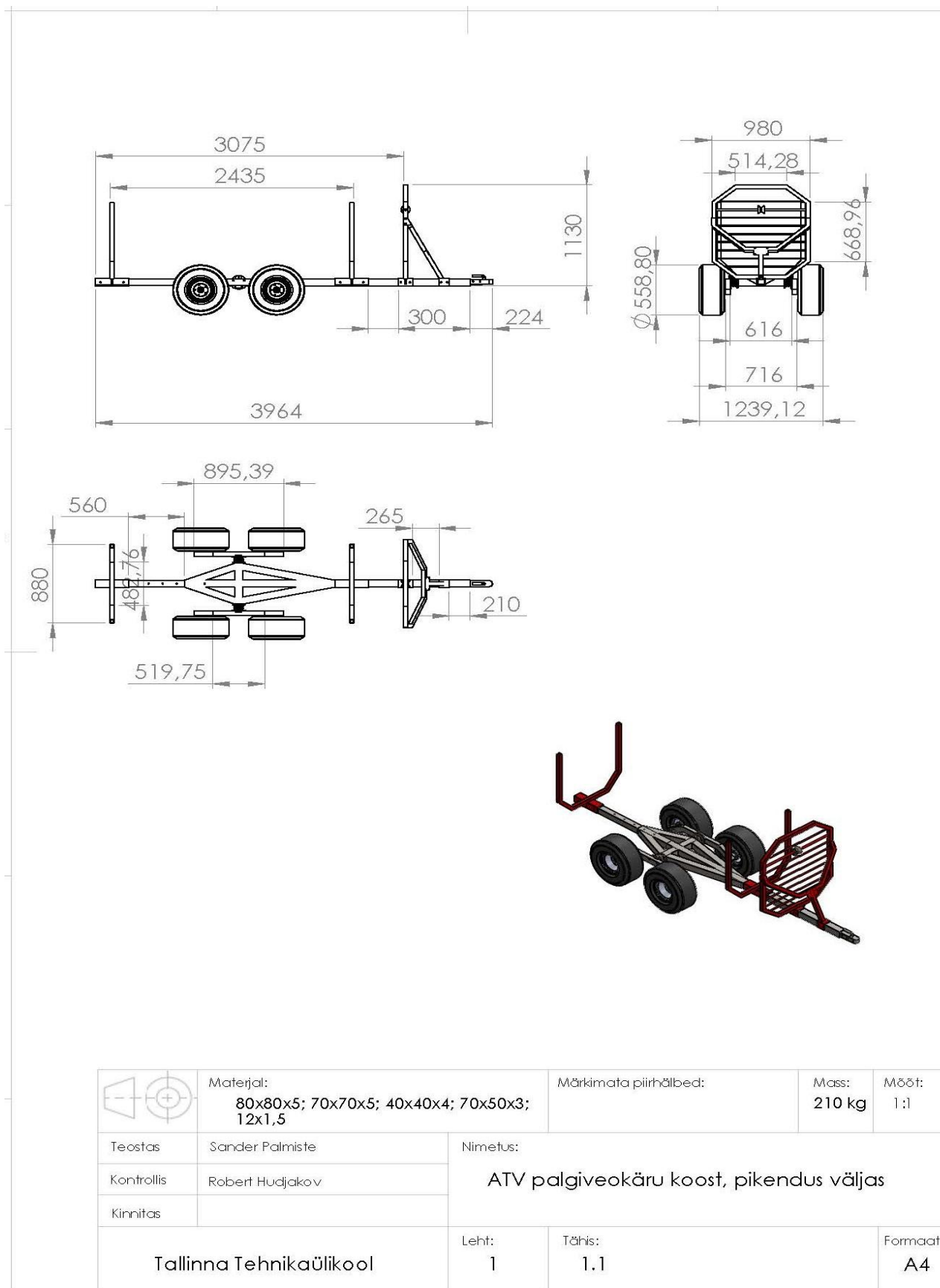
KASUTATUD KIRJANDUS

1. Velt Motocenter [WWW] http://www.veltmotocenter.ee/et/moto_atv_roller_marine/atv_lisavarustus/p2430-atv_palgiveo_haagis_ib_1000_kraana.html (15.04.2016)
2. Iron Baltic [WWW] http://www.ironbaltic.com/toode/product_id/1935/ (15.04.2016)
3. Iron Baltic [WWW] http://www.ironbaltic.com/toode/product_id/1594/ (15.04.2016)
4. Velt Motocenter [WWW] http://www.veltmotocenter.ee/et/moto_atv_roller_marine/atv_lisavarustus/p1646-atv_palgiveo_haagis_eco_700_kraana.html (15.04.2016)
5. Velt Motocenter [WWW] http://www.veltmotocenter.ee/et/moto_atv_roller_marine/atv_lisavarustus/p1850-atv_hudrauliline_metsaveohaagis_kraanaga_forester_3400.html (15.04.2016)
6. Velt Motocenter [WWW] http://www.veltmotocenter.ee/et/moto_atv_roller_marine/atv_lisavarustus/p344-come_up_kaugjuhtimispuult_rf_24d.html (30.04.2016)
7. Respo [WWW] http://www.respo.ee/UserFiles/default/Images/Products/Hinnakiri_varuosad_eesti_opt.pdf (13.05.2016)
8. Amazon [WWW] http://www.amazon.com/gp/product/B00LS5R0PO/ref=as_li_tl?ie=UTF8&camp=1789&creative=390957&creativeASIN=B00LS5R0PO&linkCode=as2&tag=bullshitkor01-20&linkId=PB2PYCKRKIV5IZ4R (10.05.2016)
9. Youtube [WWW] <https://www.youtube.com/watch?v=qnXqaEAT0WQ> (10.05.2016)
10. MigWelding [WWW] <http://www.mig-welding.co.uk/forum/threads/atv-trailer-tandem-walking-axles.33157/> (15.04.2016)
11. Ebay [WWW] <http://www.ebay.com/itm/3000-Lb-4-Wheeler-Winch-12V-Plow-ATV-Truck-Trailer-Lbs-Pound-/181992612084?hash=item2a5f9ae0f4:g:uK8AAOSwv0tU6AyL&vxp=mtr> (10.05.2016)
12. Velt Motocenter [WWW] http://www.veltmotocenter.ee/et/moto_atv_roller_marine/atv_lisavarustus/p810-bronco_2500_gen_ii_noorvints.html (10.05.2016)
13. Maasturid [WWW] http://www.maasturid.ee/index.php?page=shop.product_details&flypage=shop.flypage&product_id=18&category_id=1&manufacturer_id=0&option=com_virtuemart&Itemid=6 (10.05.2016)
14. Autokaubad24 [WWW] <http://www.autokaubad24.ee/et/tooted/vintsid/vints-1360kg> (10.05.2016)
15. Ruukki kataloog [WWW] <http://www.mh.ttu.ee/alina/Tugevus6petus/Tugevus6petus%20I/terasprofiilide%20kataloog/RUUKKI%20kataloog.pdf> (16.05.2016)
16. Bermet Terasprofiilid [WWW] <http://bermet.eu/index.php/100574.html> (16.05.2016)

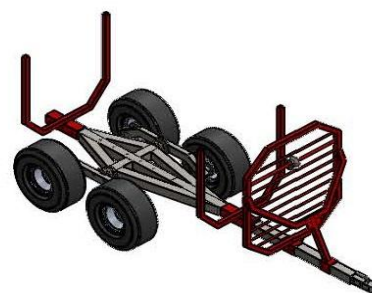
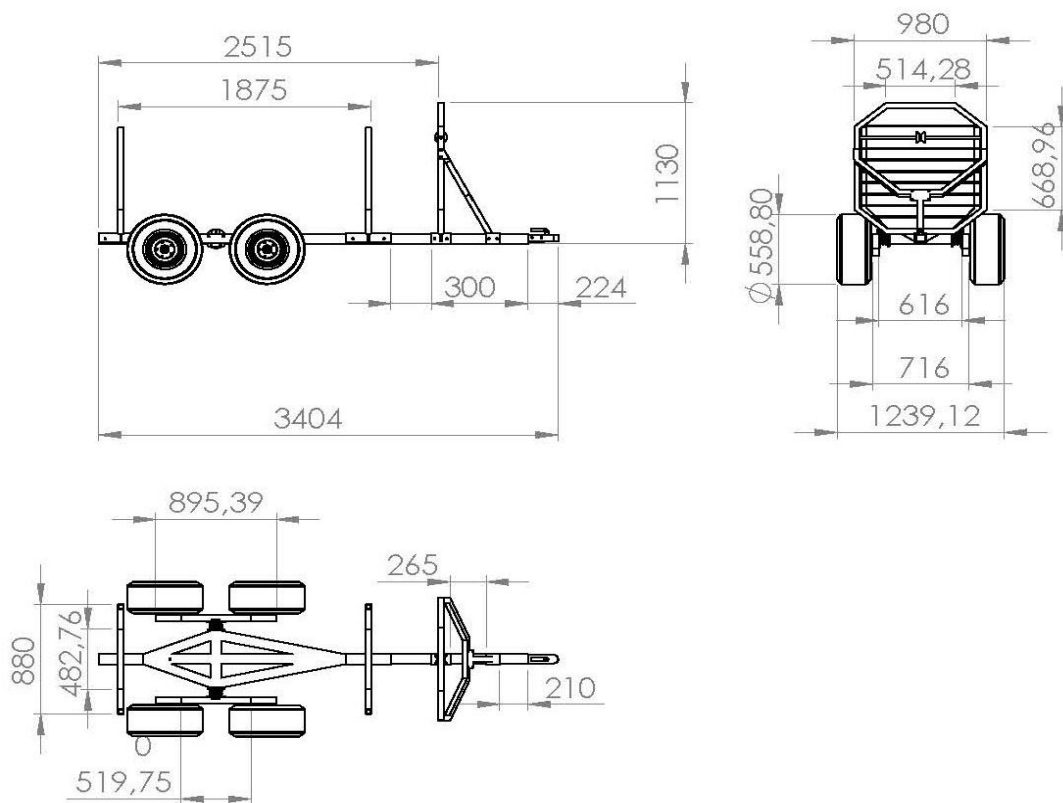
LISA 1: ATV palgiveokäru mudel



LISA 2: ATV palgiveokäru kolmvaade, pikendus väljas



LISA 3: ATV Palgiveokäru kolmvaade, pikendus sees



	Materjal: 80x80x5; 70x70x5; 40x40x4; 70x50x3; 12x1,5	Märkimata piirhálbed:	Mass: 210 kg	Mõõt: 1:1
Teostas	Sander Palmiste	Nimetus: ATV palgiveokäru koost, pikendus sees		
Kontrollis	Robert Hudjakov			
Kinnitas				
Tallinna Tehnikaülikool		Leht: 1	Tähis: 1.2	Formaat: A4