



EESTI MAAÜLIKOOL
Tehnikainstituut

Kaspar Konist

**AJALOOLISE GOTLANDI KÄIA REKONSTRUEERIMISE
PROJEKT**

RECONSTRUCTION OF AN HISTORICAL WHEEL GRINDER

Bakalaureusetöö
Tehnika ja tehnoloogia õppekava

Juhendaja: Teadur Tõnu Leemet, *PhD*

Tartu 2016

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 56, Tartu 51014		Bakalaureusetöö Lühikokkuvõte	
Autor: Kaspar Konist		Õppekava: Tehnika ja tehnoloogia	
Pealkiri: AJALOOLISE GOTLANDI KÄIA REKONSTRUEERIMIS PROJEKT			
Lehekülgi:62	Jooniseid:25	Tabeleid:23	Lisasid:9
<p>Osakond: Põllundus- ja tootmistehnika osakond</p> <p>Uurimisvaldkond: 4. Loodusteadused ja tehnika; 4.14. Tootmistehnika ja tootmisjuhtimine; T500 Tööohutustehnoloogia.</p> <p>Juhendaja(d): Teadur Tõnu Leemet, <i>PhD</i></p> <p>Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu 2016</p>			
<p>Antud lõputöö eesmärgiks oli rekonstrueerida ajalooline Gotlandi käi. Eesmärgini jõudmiseks lahendati järgmised ülesanded: projekteeriti ja konstrueeriti raam koos rihmapingutusmehhanismiga, flantside projekteerimine ja valmistamine. konstrueerida rihmasüsteem ja veesüsteem. Antud lõputöö valmistamine toimus Eesti maaülikooli tehnika instituudi töökojas. Antud lõputöös on välja toodud kasutatud materjal koos hinna ja parameetritega.</p> <p>Rihmapingutusmehhanism, raam ja flantsid projekteeriti virtuaalkeskonnas <i>solid edge</i>, et jõuda eesmärgini tuli kasutada nelja erinevat metalli töötlemise protsessi, milleks oli lõikamine, keevitamine, treimine, puurimine. Käia raami risküliktorud valiti nende paksuse järgi, et käia raam suudaks kanda 100 kilogrammist liivakivi.</p>			
Märksõnad: Liivakivi, käiaraam, keevitamine, treipink			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 56, Tartu 51014		Bachelor's Thesis	
Author: Kaspar Konist		Speciality: Engineering	
Title: RECONSTRUCTION OF AN HISTORICAL WHEEL GRINDER			
Pages: 62	Figures: 25	Tables: 23	Appendixes: 9
<p>Department: Agricultural and Production Engineering</p> <p>Field of research: Natural Sciences and Engineering; 4.14. Industrial Engineering and management; T500 Safety Technology.</p> <p>Supervisors: Teadur Tõnu Leemet, <i>PhD</i></p> <p>Place and date: Tartu 2016</p>			
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to reconstruct an historical wheel grinder the most important thing was to design and construct a frame with belt extantion mechanism in a garage of Institute of Technology. The thesis assesses the material used, the price of the material, the designe of frame,flanges and belt tensioning mechanism were modelled in solid edge. Different metal processing machines and methods were used to complete this objective. The frame of an historical wheel grinder was modelled in Solid Edge, the material of a historical wheel grinder frame was selected by the thickness of the steel rectangular pipes, the most suitable steel rectangular pipes. The pipes were first cut into twelve pieces and then welded together with a welding machine Transpocket 2500RC. Flanges were made from a circuled steel and turned with two diffrent lathes IK62 and Turnado 230/1000. The belt tensioning mechanism was made from a steel plate welded togheter with two greenhouse hinges and the hinges were welded to the frame to give the belt tensioning mechanism its mobility to move 177°</p>			
Sandstone, Wheel grinder, welding, Boring, lathe			

SISUKORD

TÄHISED	6
SISSEJUHATUS	7
1. LIIVAKIVI.....	8
2. GOTLANDI KÄI	10
3. MOOTOR.....	14
4. MATERJAL	16
4.1. Ristküliktoru	16
4.2. Kuumvaltslehed	17
4.3. Ümarraud	18
4.4. Poldid	20
4.5. Mutrid	21
4.6. Seibid	22
4.6. Puurid.....	22
4.6. Teised komponendid.....	23
4.6.1. Keermelatt	23
4.6.2. Needid	23
4.6.3. Töstesilmus	24
4.6.4. Veesüsteem ja läbiviik	25
4.6.5. Kummitihend.....	27
4.7. Minikuulkraan ja veevann	27
4.8. Elektrisüsteem.....	28
4.9. Rihmasüsteem.....	29
4.9.1. Kiilrihmaratas.....	29
4.9.2. Koonuspuks ja kiilrihm.....	29
5. KEEVITUS.....	31
5.2. Elektroodkeevitus	31
5.3. Tööohutus	31
5.4. Keevitusaparaat.....	32
5.5. Gotlandi käia raami keevitamine	33
5.6. Rihmapinguti keevitus	34
6. TREIMINE.....	35
6.1. Flantside treimine	35
6.2. Treiterad	36
6.3. Völli treimine.....	37
6.4. Jahutus	38
6.5. Tööohutus	38
6.6. Treipink TURNADO	39
7. PUURIMINE.....	41
7.1. Tööohutus puurimisel	42
7.3. Puur Proma	44
8. PLANEERIMINE JA TEGELIK TEOSTUS.....	46

8.1. Kivi tsenter.....	46
8.2. Kivi fikseerimine võllile	47
8.3. Rihmapingutusmehhanism.....	47
8.4. Rihmasüsteem.....	48
SUMMARY	50
KASUTATUD KIRJANDUS	51
LISAD	53
Lisa 1. Gotlandi käia koostejoonis.....	54
Lisa 2. 1300 x 60 x 40 x 2 Ristküliktoru	55
Lisa 3. 1220 x 60 x 40 x 2 Ristküliktoru	56
Lisa 4. 600 x 60 x 40 x 2 Ristküliktoru	57
Lisa 5. 220 x 60 x 40 x 2 Ristküliktoru	58
Lisa 6. 340 x 315 x 10 Plaat.....	59
Lisa 7. 150 x 150 x 10 Plaat.....	60
Lisa 8. Flants.....	61
Lisa 9. Flants kiilusoonega	62
LIHTLITSENTS.....	63

TÄHISED

D933 – Poldi M10 standardi tähsis

DIN933 – Poldi M10 standardi tähis

D931 – Poldi M12 standardi tähis

I1052 – Sisekuuskantpoldi M10 standardi tähis

D934-8 – Mutri M10 ja M12 standardi tähis

D985-8 – Nylock-muttri M10 ja M12 standardi tähis

D9021 – Seibi M12 standardi tähis

D125A – Seibi M10 standardi tähis

D975 – Keermelatt M12 standardi tähis

K10 – Needi mark

D582 – Tõstesilmuse M6 standardi tähis

EN1452 – Minikuulkraani standardi tähis

PN10 – Rõhuklass

EN10219 – Standardi tähis

S355J2H – ehitustera

SISSEJUHATUS

Aastasadu kasutasid saarlased Gotlandilt toodud käiakive ja mõnesaja-kilomeetrine paadisõit oli suhteliselt tavaline asi. Hea töötüdruku eest võis kuni kakskümmend käiakivi saada. Käiakivi kasutati enamasti vikatite teritamiseks. Käiakivid tehti liivakivist [1].

Käiakivi kasutati veel nugade ja tööriistade teritamiseks. Käiakivi on paigaldatud puust või metallist raamile nii, et oleks võimalik hoida ühe käega käepidemest ja teisega samal ajal tera vastu teritades. See tehnoloogia pärineb juba varakeskajast ja on jäänud sellest ajast saadik peaaegu muutumatuks [2].

Töö teostamise käigus selgub, milliseid materjale on vajalik kasutada, milline on vajav mineva materjali kogus ja hind, milliseid metallitöötlemis protsesse tuleb käsitleda ning missugused on õiged töövõtted ohutu töö tagamiseks. Antud lõputöös rekonstrueeritud käiakivi läheb edaspidiseks kasutamiseks.

Uurimustöö eesmärgiks oli projekteerida ja rekonstrueerida ajalooline Gotlandi käi.

Eesmärgi saavutamiseks on lahendatud järgnevad ülesanded:

1. Projekteerida käia raam koos rihmapingutusmehhanismiga.
2. Projekteerida flantsid.
3. Valida materjalid.
4. Teostada keevitustööd, treimistööd ja puurimistööd.
5. Valmistada rihmapingutusmehhanism ja rihmasüsteem.
6. Välja tuua rekonstrueerimisel kasutatavad protsessid.
7. Kasutada ohutuid töövõtteid.

Antud töö on praktilise suunitlusega. Töö koosneb kaheksast põhijaotisest, mis jagunevad jaotisteks ja alajaotisteks. Põhijaotistes on välja toodud kasutatud materjali parameetrid, metallitöötlemise protsessid, kasutatud mootori andmed, algselt planeeritud teostus ja lõplik tulemus, liivakivi omadustest ja ajaloost. Töös on kirjeldatud valmimise protsessi.

1. LIIVAKIVI

Liivakivi on settekivim, mis koosneb tsementeerunud liivast. Põhiliselt koosneb liivakivi kvartsist. Liivaterade vahel on tsementeeritavaks materjaliks kvartsipuru, rauaoksiidid või kaltsiumkarbonaat. Liivakivi on värvuselt valge, kui see koosneb puhtast kvartsist. Punaka värvuse annavad liivakivile rauaoksiidid. Liivakivi moodustub reeglina, kas tuule või vooluvee poolt. Liivakivil esineb sageli põimkihilisus ja liivakivi sisaldab kivistite fragmente [3].

Lõuna-Eestis kutsuti liivakivist ümarat ja kõva käia pööriks, millega sai teritada nuga ja muid terariistu, tavaliselt on käiakivi umbes poole meetrise läbimõõduga, millest on läbi metallist võll, mis on ühendatud vändaga. Antud töös on kasutusel liivakivi (joonis 1) diameetriga 650 mm ja paksusega 125 mm, millele on keskele puuritud kiviseppade poolt teemantpuuriga 90 mm suurune silindri kujuline auk [3].



Joonis 1. Liivakivi

Antud käiakivi mass sai arvutatud valemiga ja pärast kontrollitud kaaluga (joonis 2). Arvutuse teel saadud ja kaalu tulemus ei ole ühesugused, kuna kivi keskelt on välja lõigatud 90 mm x 125 mm suurune silindrist tükk.

Liivakivi mass on arvutatud valemiga:

$$V = \pi r^2 * h$$

kus V on ruumala;

ρ – tihedus kg/m^3 ;

m – mass kg;

h – kõrgus m;



Joonis 2. Käiakivi kaal

2. GOTLANDI KÄI

Tavaliselt oli käi veeküna peal asuval teljele kinnitatud ja telge vändaga liigutades sai käiakivi märjaks. Üldiselt oli käiakivile tehtud puidust raam, kuid tehti ka metallist raame. Modernsemad käiad pandi tööle pedaalide abiga, millega sai kiirust lisada või kivi peatada, see aitas metalli perfektseks teritada [4,5].

Antud lõputöös kasutati ajaloolise Gotlandi käia projekteerimiseks joonestusprogrammi *Solid edge* (lisa 1.), millega projekteeriti käia raam koos rihmapingutusmehhanismiga (Joonis 3.). Antud lõputöö raam koosneb kahest sektsioonist alumine- ja ülemine sektsioon. Alumises sektsioonis on raami tugede peale asetatud veevann kus käiakivi läbi käib. Raami tagumises osas asetseb mootor koos rihmapingutusmehhanismiga (joonis 4).



Joonis 3. Rekonstrueeritud Gotlandi käi

Raami ülemises sektsioonis on töölaua, mis on keevitatud elektrodkeevitusega raami külge. Käiakivi ja töölaua vaheline vahe on 5 mm.



Joonis 4. Mootor ja rihmapingutusmehhanism

Kivi on paigutatud laagripukkidele (lisa 2.) ja laagripukid on kinnitatud nelja 65 mm pikkuse M12 poldiga 1300 mm pikkuste horisontaalselt asetsevatele ristküülitorude külge. Laagripukid on paigaldatud 645 mm kaugusele raami algusest. Tagumisse otsa on paigaldatud 315 x 340 plastikust pritsmekaitse (joonis 5) mis kaitseb mootorit veepritsmete eest. Veepritsmekaitse on kinnitatud raami külge 7 neediga. Veepritsme kaitsme äär on keeratud veevanni alla.



Joonis 5. Plastikust veepritsmete kaitse

Kivi on paigaldatud flantsidele, mis poltide ja mutrite pingutamisel surub flantside seinad vastu kivi ja fikseerib kivi lukustatud asendisse, et ta flantside keskosa peal ei liiguks.



Joonis 6. Papp tihendid

Takistamaks kivi kulumist on paigutatud kivi ja flantside vahele papist tihend (joonis 6). Flantsid ühendatakse fikseeritult võlli külge võlli peale tehtud kiilu soonega, mille sees on kiil, mis pannakse flantsi küljes asuvasse soonde ja surutakse vastu 2 mm kõrgust seinat survepressiga. Seejärel pannakse see kivi külge ning teine flants pannakse läbi võlli. Flantsid kinnitatakse omavahel flantsi läbiva poldiga M10 pikkusega 170 mm ja nylock muttriga M10 fikseeritakse flantsid. (joonis 7).



Joonis 7. Flantse läbivad poldid koos nylock mutritega

Alumises sektsioonis on rihmapingutusmehhanismi plaadi külge keevitatud tavalised kasvahoone hinged, mis tagavad rihmapingutusmehhanismi mobiilsuse ja võimaldab rihmapingutus mehhanismi liigutada 177° . Mootor on kinnitatud rihmapingutus mehhanismi külge kahe 30 mm pikkuse M10 sisekuuskantpoldiga ja kahe 30 mm pikkuse poldiga. Rihmapingutusmehhanismi saab reguleerida 300 mm pikkuse keermevardaga. Keermevarras on pandud läbi rihmapingutusmehhanismi ja tõstesilmuse olevate M14 aukude ja fikseeritud nelja M12 poldi ja nelja M12 suure seibiga. Tõstesilmusesse puuriti 8,1 mm suuruse puuriga ava ja keermestati see M10 keermestajaga, et tõstesilmuse saaks kinnitada raami alumise toe külge M10 poldiga (joonis 3). Uurimistöö projekti kogu maksumuseks tuli 519,19 eurot.

3. MOOTOR

Antud töös kasutati Mootor Cyclot (joonis 7) mille tootmine algas 1939 aastal. Töös kasutatud mootori parameetrid on kajastatud tabelis 1. Tabelis on välja toodud mootori mark, tööpinge, mootori võimsus ja pöörete arv minutis [6].

Tabel 1. Reduktormootori andmed

Mark	Cyclo
Tööpinge, V	380
Mootori võimsus, W	0,4
Pööret minutis, p/min	1410
Hind, EUR	230

Reduktormootor teeb 1410 pööret minutis ja reduktor teeb 49 pööret minutis nende suhe on $i=29$, ajaloolisele gotlandi käiale on ideaalne kiirus 35 – 40 pööret minutis. Rihmarataste vahetaste vahetaste suhe on $118 \text{ mm}/90 \text{ mm} = 1,3$ ja see teeb $49/1,3 = 37,69$ pööret minutis.



Joonis 7. Reduktormootor [7]

Mootor kinnitati rihmapingutusmehhanismi plaadi külge,. Mootori võlli otsa pandi avaga 32 mm koonuspuks, mille peale kinnitati 90 mm diameetriga rihmaratas. Väiksema avaga 28 mm koonuspuks kinnitatakse kiiluga käiakivi võlli külge ja 118 mm diameetriga rihmaratas kinnitati kahe sisekuuskant poldiga koonuspuksi külge.

4. MATERJAL

4.1. Ristküliktoru

Antud töös koosneb Gotlandi käia raam kaheteiskümnest ristküliku kujulisest terasest nelikanttorust mõõtmetega 60 x 40 x 2 mm.

Ristküliktorusid kasutatakse terasest konstruktsioonides lauajalgadest sillataladeni. Ristküliktorusid tehakse terasribast, mida painutatakse, et saada ruudu- või ristkülikukujuline pooltoode, millest pärast kahe ääre kokku keevitamist saab valmis toru [8].

Tabel 2. Ristküliktoru kogus mõõdud ja hind [8]

Nimetus	Kogus, tk	Pikkusmõõdud, mm	Toru mõõdud, mm	Hind, Eur
Ristküliktoru (lisa 3)	2	1300 mm	60 x 40 x 2 mm	27,40
Ristküliktoru (lisa 4)	2	1220 mm	60 x 40 x 2 mm	
Ristküliktoru (lisa 5)	4	600 mm	60 x 40 x 2 mm	
Ristküliktoru (lisa 6)	4	220 mm	60 x 40 x 2 mm	

Tabelis 2 on toodud neljas erinevas mõõdus ristküliktorude pikkusmõõdud, toru mõõdud, kogus ja maksumus. Standardi EN 10219 kohaselt on ristkülikukujuliste kuumvaltstorude külgede suurused 38×19 mm kuni 400×300 mm ja seinapaksused 2,0 kuni 16 mm. Erineval viisil toodetud ristküliktorud materjali tugevuse poolest teineteisest praktiliselt ei erine ning kuum- ja külmvaltitud ristkülikukujuliste torude vastupanumomendid on telgede suhtes samad. Külmvormitud torud on paremate väsimusomadustega, mis tuleneb pinna kalestumisest [9].

4.2. Kuumvaltslehed

Antud lõputöö projekt koosneb kuuest 10 mm paksusest kuumvaltslehest mõõtmetega 315 x 340 mm ja 150 x 150 mm.

Table 3. Kuumvaltslehtede andmed [10]

Nimetus	Plaat (lisa 7)	Plaat (lisa 8)
Kogus	2	4
Mõõdud, mm	315 x 340	150 x 150
Paksus, mm	10	10
Hind, EUR	27,10	

Kuumvaltsitud lehed on lehtvaltstooted, mille paksus on 0,5 kuni 160 mm. Lehtvaltstooteid toodetakse nii kuum- kui külma valtsimismeetodil. Metall-lehtede valmistamine toimub kuumvaltsimismeetodil nii, et eelnevalt kuumutatakse metalltooraine, mille temperatuur võib ulatuda 1300 °C, siis rakendatakse survet kuumutatud metallile valtside vahel. Lehtvaltstooted jaotatakse klassifikatsiooni järgi õhukesteks, alla 4 mm ja paksudeks lehtedeks, üle 4 mm ja kuni 160 mm. Lehtvaltstooted valik on väga lai, kuid põhilised margid on S355J2, S355J2+N, S235JR, C45 ja St45 [11].

4.3. Ümarraud

Antud töös kasutatud ümarraua läbimõõt on 200 mm ja pikkus 600mm, ümarraud lõigati flantside tegemiseks lintsaega pooleks (joonis 8). Mõlemad flantsid treiti 300 mm pikkusest lintsaega pooleks lõigatud ümarrauast (joonis 9).



Joonis 8. Pooleks lõigatud ümarraud koos valmis flantsidega.

Antud flantside valmistamine võttis aega 14 tundi ja valmistamine toimus kahel erineval treimasinal, milleks oli IK62 ja TURNADO 230/1000. Antud 60 kilosest ümarrauast treiti maha umbes 35 kilogrammi laastu, et saada kahte identset flantsi.

Ümarraua lõikus lintsaega võttis aega ligikaudu 3 tundi. Kuna ümarraua diameeter on 200 mm, siis ei olnud võimalik ühe lõikega ümarrauda pooleks lõigata, enne lõikuse lõppu tuli ümarrauda keerata 90°, et ümarraud pooleks lõigata.



Joonis 9. Ümarraua lõikus

Töös kasutatud ümarraua parameetrid on kajastatud tabelis 4. Tabelis on välja toodud diameeter, kaal, standardi tähis, pikkus, kogus ja hind.

Tabel 4. Ümarraua parameetrid [12]

Standardi tähis	S235JR
Kaal, kg	100
Diameeter, mm	200
Pikkus, mm	600
Kogus, tk	1
Hind, EUR	120

Ümarraud kasutatakse tavaliselt toorikutena pöördkujuliste detailide valmistamisel. Ümarraud on kuumvaltsitud ja tema profiil on ümarakujulise ristlõikega. Ümarraust valmistatud detaile kasutatakse tihti masinaehituses ja tavaliselt treitakse võlle, rakiste elemente ja latte. Standardised ümaraprofiiliga kuumvaltsitud ümarraud on valmistatud mittelegeerkonstruktsiooniterasest ehk on suhteliselt madala süsiniku ekvivalendi arvuga. Ümarprofiilid on tavaliselt pikkusega 3 kuni 13 meetrit ja nende läbimõõt on 10 mm kuni 250 mm.

4.4. Poldid

Antud lõputöös kasutati neljateist polti suurusega M10 ja M12. Gotlandi käia tugiraam koosneb kahest sektsioonist, alumine ja ülemine. Alumisel sektsioonil kasutati kahte M10 ja kahte M10 sisekuuskantpolti. Ülemisel sektsioonil kasutati kuut M10 polti flantside kinnitamiseks ja nelja M12 polti laagripukkide kinnitamiseks. Töös kasutatud poltide parameetrid on kajastatud tabelis 5. Tabelis on välja toodud poldi diameeter, standardi tähis, poldi pikkus, poldi hind ja otstarve töös.

Tabel 5. Poldide parameetrid [13]

Poldi diameeter	M10	M10	M12	M10 Sisekuuskantpolt
Standardi tähis	D933	DIN933	D931	I10642
Poldi pikkus, mm	30	170	65	30
Poldi kogus, tk	2	6	4	2
Poldi Hind, EUR	0,275	7,60	1,30	0,50
Kasutus	Mootori kinnitus	Flantside kinnitus	Laagripukkide kinnitus	Mootori kinnitus

Töös kasutatud polditüübid valiti arvestades liivakivi massiivsust ja tema läbimõõtu. Mootori kinnitamiseks kasutatud poldid erinevad üksteisest, kuna rihmapingutusmehhanism on kinni keevitatud alumistele nelikanttorude külge ja sisekuuskantpoldide pea on ära peidetud rihmapingutusmehhanismi sisse.

4.5. Mutrid

Antud lõputöös kasutati kaheksateistkümme mutrit suurusega M10 ja M12, millest kuus olid M10 nylock-mutrit ja neli M12 nylock-mutrit. Nylock-mutrid on 1 mm kõrgemad kui tavalised mutrid, sest nylock-muttril on kummist osa, mis seob keerme tihedalt kinni.

Töös kasutatud mutrite parameetrid on kajastatud tabelis 6. Tabelis on välja toodud mutri diameeter, standardi tähis, mutri kogus, mutri hind ja kasutus.

Tabel 6. Mutri parameetrid

Mutri tüüp	M10	M12	M10 Nylock-mutter	M12 Nylock-mutter
Standardi tähis	D934-8	D934-8	D985-8	D985-8
Mutri kogus, tk	4	4	6	4
Mutri hind, EUR	0,20	0,30	0,40	0,50
Kasutus	Mootori Kinnitus	Rihmapingutusmehhanismi Reguleerimine	Flantside kinnitus	Laagripuki kinnitus

Nylock-mutrid on kasutusel suurema vibratsiooniga kohtades nagu näiteks käiakivi flantside küljes, kus on suur inertsmoment ja vibratsioon ning laagripukkide kinnituste küljes.

4.6. Seibid

Antud töös kasutati kokku neljateist seibi, millest neli on M12 ja kümme on M10. Nelja suurt seibi kasutati rihmapingutusmehhanismi reguleerimiseks varda seibidena. Töös kasutatud seibide parameetrid on kajastatud tabelis 7.

Tabel 7. Seibide parameetrid

Seibi tüüp	M12 Suur seib	M10
Standardi tähis	D9021	D125A
Seibi kogus, tk	4	10
Seibi hind, EUR	0,35	1,40

Tabelis 7 on välja toodud seibi tüüp, standardi tähis, seibi kogus ning hind.

4.6. Puurid

Antud lõputöös kasutati viite erinevat puuri tüüpi milleks on M4,1, M8,4, M10, M12, M14.

Tabel 8. Puuride parameetrid

Puuri tüüp	M4,1	M8,4	M10	M12	M14
Kogus, tk	1	1	1	1	1
Puuri hind, EUR	1,80	-	4,63	7,25	-

Puuri tüüpide kasutus:

1. M4,1 – Neetimis augud
2. M8,4 – Tõstesilmuse keermestamiseks tehtud auk
3. M10 – Flantside kinnitus augud
4. M12 – Laagripukkide kinnituskohad.

5. M14 – Rihmapingutusmehhanismi pingutusregulaatori kinnituseks tehtud auk.

Töös kasutatud puuridee parameetrid on kajastatud tabelis 8. Tabelis on välja toodud puuri tüüp, kogus ja puuri hind.

4.6. Teised komponendid

4.6.1. Keermelatt

Antud töös kasutati 300 mm pikkust keermelatti, mida kasutatakse rihmapingutusmehhanismi pingutusregulaatorina. Töös kasutatud keermelati parameetrid on kajastatud tabelis 9.

Tabel 9. Keermelati parameetrid

Varda diameeter	M12
Standardi tähis	D975
Varda pikkus, mm	1000
Kogus, m	1
Hind, EUR	2,61

Tabelis 9 on välja toodud keermelati diameeter, standardi tähis, varda pikkus, kogus ja hind.

4.6.2. Needid

Mootori pritsmekaitse kinnitatakse raami külge kümne neediga K10. Töös kasutatud needi parameetrid on kajastatud tabelis 10.

Tabel 10. Needi andmed

Needi mark	K10
Needi pikkus, mm	10
Needi paksus, mm	4
Needi kogus, tk	6
Hind, EUR	0,20

Tabelis 10 on välja toodud needi mark, needi paksus, needi pikkus, needi kogus ja hind.

Pritsmekaitse kinnitamiseks kasutati 4 mm paksuseid ja 10mm pikkuseid neete, mida läks kinnitamiseks vaja kuus. Kümne needi maksumus kokku oli 0,20 eurot.

4.6.3. Tõstesilmus

Gotlandi käia alumisse sektsiooni raami külge kinnitatud tõstesilmus, millest on läbi pandud keermelatt, mis on kinnitatud tõstesilmuse külge mõlemalt poolt kahe seibi ja kahe muttriga. Rihma pingutamisel keeratakse mutrid lahti ja lastakse mootoril vajuda oma raskusega. Töös kasutatud tõstesilmuse (joonis 10) parameetrid on kajastatud tabelis 11.

Tabel 11. Tõstesilmuse andmed

Tõstesilmuse diameeter	M6
Standardi tähis	D582
Tõstesilmuse ava diameeter, mm	15
Kogus, tk	1
Hind, EUR	1,79

Tabelis on välja toodud tõstesilmuse diameeter, standardi tähis, tõstesilmuse ava diameeter, kogus ja hind.



Joonis 10. Tõstesilmuse keermestamine.

4.6.4. Veesüsteem ja läbiviik

Antud töös koosneb veesüsteem neljast osas nendeks on läbiviik, veekraan, plastik vann ja keerlevast tööd tegevast kehast, mis veab vett käiakivi peal ringi.

Veevanni läbiviigile pandi mõlemasse otsa kaks kummitihendit ja keerati kõvasti plastik vanni külge kinni (joonis 11). Töös kasutatud läbiviigi parameetrid on kajastatud tabelis 12.

Tabel 12. Töös kasutatud läbiviigi andmed

Metalli nimetus	Messing
Keere, mm	1/2
Kogus, tk	1
Hind, EUR	4,75

Tabelis 12 on välja toodud metalli nimetus, läbiviigi keere, kogus ja hind.



Joonis 11. Veevann ja Kraan

4.6.5. Kummitihend

Veevanni jaoks osteti neli kummitihendid, et plastikust veevann ei hakkaks läbi tilkuma. Töös kasutatud kummitihendi parameetrid on kajastatud tabelis 13.

Tabel 13. Kummitihendi andmed

Materjali nimetus	Plastik
Kogus, tk	4
Hind, EUR	0,29

Tabelis 13 on välja toodud materjali nimetus, kogus ja hind.

4.7. Minikuulkraan ja veevann

Läbiviigi otsa keerati minikuulkraan millest saab töö lõpetamisel vee välja lasta. Töös kasutatud veekraani parameetrid on kajastatud tabelis 14. Tabelis on välja toodud minikuulkraani maksimum koormus, keere, kogus, standardi tähis, rõhuklass ja hind.

Tabel 14. Minikuulkraan [14]

Maksimu koormus, kN/m^2	16
Keere	1/2
Kogus, tk	1
Standardi tähis	EN1452
Rõhuklass	PN10
Hind, EUR	2,34

Plastikust veevann paigaldati käia raami alumisele sektsioonile enne kivi paigaldamist raami külge. Tähtis on, et kivi äär oleks vähemalt 30 mm vee sees, et kivi saaks töötamisel

korralikult märjaks. Töös kasutatud vanni parameetrid on kajastatud tabelis 15. Tabelis on välja toodud materjali nimetus, vanni mahutavus, kogus ja hind.

Tabel 15. Veevanni andmed

Materjali nimetus	Plastik
Mahutavus, L	40
Kogus, tk	1
Hind, EUR	12

Veevann mahutab 40 liitrit vett, mille maksumuseks tuli 12 eurot.

4.8. Elektrisüsteem

Tabelis 16. on toodud jõupistikuanndmed.

Tabel 16. Jõupistiku andmed [15]

Tööstusvool, A	16
Kogus, tk	1
Hind, EUR	2,21

Antud töös kasutati jõupistikut, mis ühendati kummikaabli külge. Tabelis 17. on välja toodud kummikaabli andmed.

Tabel 17. Kummikaabel

Materjal	Kumm, Vask
Kogus, m	3
Diameeter, mm	10
Hind, EUR	5,51

Töös kasutati kummikaablit pikkusega 3 m mis ühendati mootori ja jõupistiku külge.

4.9. Rihmasüsteem

4.9.1. Kiilrihmaratas

Käiakivi liikumine toimub reduktormootori jõul, mis teeb 49 pööret minutis. Käiakivi kiirus on veel reguleeritud kahe kiilrihmarattaga, 118 mm ja 90 mm ja kahe kiilrihma abil, et saada Gotlandi käiale ideaalne kiirus. Töös kasutatud kiilrihmarataste parameetrid on kajastatud tabelis 18.

Tabel 18. Kiilrihmaratta parameetrid

Kiilrihmaratta diameeter, mm	118-02	90-02
Standardi tähis	TL1610	TL1610
Kogus, tk	1	1
Hind, EUR	14	9

Tabelis 18 on välja toodud kiilrihmaratta diameeter, standardi tähis, kogus ja hind.

4.9.2. Koonuspuks ja kiilrihm

Koonuspuks paigaldatakse rihmaratta sisse ja fikseeritakse võlli külge kahe sisekuuskantpoldiga (joonis 12). Töös kasutatud koonuspuksi parameetrid on kajastatud tabelis 19.

Tabel 19. Koonuspuksi andmed

Koonuspuksi diameeter, mm	32	28
Standardi tähis	TL1610	TL1610
Kogus, tk	1	1
Hind, EUR	8	8

Tabelis 11 on välja toodud koonuspuksi diameeter, standardi tähis, kogus ja hind.



Joonis 12. Fikseeritud rihmaratas

Rihmaratta koonuspuksi pealt ära võtmine käib nii, et mõlemad kuuskantpoldid, mis on koonuspuksi ja rihmaratta omavahel fikseerinud võetakse ära ja keeratakse üks kuuskantpolt kolmandasse auku, mis surub rihmaratta koonuspuksilt lahti.

Kiilrihmad paigaldatakse rihmarataste peale ja pingutatakse rihmapingutiga, et tagada käiakivi perfektse liikumise. Töös kasutatud kiilrihma parameetrid on kajastatud tabelis 20. Tabelis on välja toodud kiilrihma pikkus, kogus ja hind.

Tabel 20. Kiilrihm

Pikkus, mm	1362
Kogus, tk	2
Hind, Eur	15,48

Antud töös kasutati kahte kiilrihma pikkusega 1362 mm, rihm asetati kahe rihmaratta soonde ja pingutati rihmapingutusmehhanismi regulaatoriga. Kiilrihma pikkus arvutatakse nii, et võetakse kahe võlli tsentrite omavaheline kaugus, milleks on 565 mm ja siis võetakse rihmarataste diameetrid.

5. KEEVITUS

Antud töös toimus keevitamine keevitusmasinaga Trancepocket 2500rc. Raami keevitamine toimus kolmest osast, ristküliktorude kokku keevitamisest, jalgade keevitamisest ja metall plaatide keevitamisest raami külge.

Sir Humphry David lõi 1810. aastal kahe terminali vahel stabiilse elektrilise kaare, sellest sai alguse tänapäeva kaarkeevitus. 1880-ndatel tegeleti ainult sepikojas keevitamisega, sellest alates hakkasid keevitamise arengut kiirendama industrialiseerimine ja maailmasõjad. Põhilised keevitusmeetodid loodi enne Esimest maailmasõda, milleks on kaarkeevitus, gaaskeevitus ja kontaktkeevitus. Pariisi esimesel elektrinäitusel, mis toimus 1881. aastal näitas venelane N. Bernados uut kaarkeevitust meetodit, kus tooriku ja süsinikelektroodi vahele loodi kaarkeevitus [16].

5.2. Elektroodkeevitus

Elektroodkeevitus ehk varraselektroodiga käsikaarkeevitus. Kaarkeevitusel on energiallikaks elektrikaarelt eralduv soojusenergia, detailide servad liidetakse keevituskaare abil. Suure voolutiheduse tõttu kuumenevad kontaktpinnad sulamistemperatuurini elektroodi otsast algab elektronide emissioon. Tekib püsiv kaarlahendus, millega kaasneb intensiivne soojuse eraldumine ja valguskiirgus. Temperatuur kaare keskel võib ulatuda 6000...7000 °C [16].

5.3. Tööohutus

Keevitustööd toimuvad väga kõrgetel temperatuuridel, siis kaasneb keevituseesadmete ja keevituse kasutamisel alati ohutegurid, kuna keevitamisel käideldakse sulametalli, mis kokkupuutel inimesega võib tekitada põletushaavu, eralduvad ka aerosoolid, mis sisse hingamisel võivad tekitada kutsehaigusi ja mürgitust. Keevitusel tekivad ultraviolet- ja

infrapuna kiired, mis võivad põhjustada naha- ja silmade kahjustusi. Meeles tuleb pidada, et alalisvool on vahelduvvoolust ohtlikum, alalisvoolu sagedus on 15..100Hz. Vastavalt keevitusvoolu tugevusele peab keevitaja valima endale maski ja kaitseklaasi tumedusastme. Vältimaks põletushaavade teket kätel ja kehal peab keevitajal olema spetsiaalsest materjalist põll ja kindad. Tähtis on see, et töökohas peab olema ventilatsioon mis kindlustab, et aurus olev üldine tolmu sisaldus ei ületa 2 mg/m^3 [16].

5.4. Keevitusaparaat

Antud projektis toimus keevitamine aparaat Transpocket 2500 RC-ga (joonisel 13). Transpocket 2500 RC on kerge, kaasaskantav ja tugev.



Joonis 13. keevitusaparaat Transpocket 2500 RC

Töös kasutatud keevitusaparaadi parameetrid on kajastatud tabelis 21. Tabelis on välja toodud voolukaitse, tööpinge, elektroodi tööpinge, kaal ja sagedus.

Tabel 21. Keevitusaparaat Transpocket 2500 RC näitajad [17]

Voolukaitse, A	16	
Tööpinge, V	380	460
Elektroodi tööpinge, V	20,6	30
Kaal, Kg	12,5	
Sagedus, Hz	50	60

5.5. Gotlandi käia raami keevitamine

Raami keevitamiseks kasutati ristküliktorusid 60 x 40 x 2 mm ja pikkusega 1300 mm, 1220 mm, 600 mm ja 240 mm. Alguses tehti raamile punktkeevitus, millega fikseeritakse raam. Vertikaalselt asetsevad 1300 mm ja 1220 mm ristküliktorud tuleb keevitada horisontaalselt asetsevate nelja 600 mm pikkuse ristküliktorude külge (joonis 15), 1300 mm pikkused ristküliktorud pannakse kahe 600 mm pikkuse ristküliktoru peale.

Ristküliktorud pikkusega 1220 mm pannakse horisontaalselt asetsevate 600 mm pikkuste ristküliktorude vahele ja 320 mm madalamale kui 1300 mm pikkused ristküliktorud.



Joonis 15. Vertikaalselt asuvate jalgade keevitus horisontaalse välikülgedel asetseva ristküliktoru külge

Jalgade keevitamine toimus keevitusmasina TRANSPOCKET 2500RC- ga. Vertikaalselt asuvate 600 mm pikkuste jalgade alla keevitati horisontaalselt paigutatud 150 x 150 mm plaadid, mis annavad raamile stabiilsuse, plaatide külge saab vajadusel puurida augud, et kinnitada raam betooni külge.

5.6. Rihmapinguti keevitus

Tagamaks rihmapinguti liikuvus, kasutati antud töös avalisi metallhingesid ,mis keevitati raami külge ja seejärel rihmapingutus plaadi külge. Plaadi mõõdud on 315 x 340 mm ja paksusega 10 mm. Plaat asetati raami tugede peale, mis asuvad raami väliskülgedel.

Töölaud, mis on mõõtudega 315 x 340 mm, keevitati antud töös väliskülgedel asuvate horisontaalselt paigutatud 1300 mm ristkülikutorude ja väliskülgede vahel oleva 220 mm ristkülikanttoru külge.

6. TREIMINE

Treipink on iidne tööriist, mis oli kasutusel juba Vana-Egiptuses, umbes 1300 eKr leiutasid egiptlased esimesena kahe mehe treipingi, üks inimene ajas spindlit ringi ja teine töötles töödeldavat pinda terariistaga. Suurbritannias paigaldati 1772. aastal hobuse jõul töötav horisontaalne puur treipink, mis parandas kahurite täpsust ja kvaliteeti neid kahureid hakati kasutama 18. sajandi lõpul Ameerika iseseisvussõjas [18].

Tööstusrevolutsiooniga, mehhaniseeriti treipingid ja pandi treipingid töötama vesirataste ja aurumasinate jõul, see aitas teha kiiremin ja kergemini tööd. Alles 19. sajandi kuni 20. sajandi keskele vahetati treipinkide jõuallikad elektrimootoriteks [18].

6.1. Flantside treimine

Antud töös toimus flantside treimine masinatega IK62 (joonis 16.) ja TURNADO 230/1000ga. Projekteeritud flantsid on välja toodud (Lisad 8,9). Masinaga IK62 sai treitud suuremat laastu kuna ümarmetalli läbimõõt oli 200 mm ja masinaga TURNADO polnud alguses võimalik nii suure diameetriga ümarmetalli toorikut töödelda, kuna see ei mahu padruni sisse. Flantside viimistlemine toimus masinaga TURNADO 230/1000. Mõlema juhul treiti spindli pöörlemisagedusega 400 p/min ja lõikesügavusega 1..1,5. Lõikekiiruse saame spindli pöörlemise ringkiirus treitera lõikeserva suhtes.



Joonis 16. Treimine masinaga IK62

6.2. Treiterad

Treiterad on tehtud, kas ühest metallitükist nii, et pea ja keha on kokku keevitatud speetsiaalsest tööriistamaterjalist ja terasest või mehaaniliselt kokku kinnitavate kõvasulamplaatidega. Tähtis on, et terik oleks kõva ja kuumenemisel peab säilitama oma kõvaduse, vastu pidama hõõrdumisele ja löökoormusele. Antud töös kasutati kolme erinevat treiteratüüpi, milleks olid otsatera, sisetera, painutatud välistera ja soontera. Otsateraga treiti sirgeks flantsi sein, et mõlemad flantsid toetuks perfektselt vastu käiakivi. Siseteraga treiti kahe flantsi sisse ava läbimõõduga 41 mm, et flants sobiks võlli peale.



Joonis 17. Kiilusoone tegemine

Painutatud välisteraga treiti enamuse aeg, et saada laastu vähemaks. Soonteraga tehti manuaalselt ühe flantsi sisse kiilusoon, et paigutada see võlli külge, millel on samasugune kiilusoon, mille mõõduks on 8 mm ja sügavus 4,5 mm (joonis 17).

6.3. Võlli treimine

Antud lõputöös toimus võlli ületreimine masinaga TURNADO 230/1000 ja painutatud välistreiteraga (joonis. 18). Vanast võllist diameetriga 44,3 mm treiti 40,9 mm diameetriga võll, et see sobiks 41 mm läbimõõduga flantside ava sisse.



Joonis 18. Ületreitud võll

Flantside ja võlli vahele jääb ruumi 0,1 mm , mis on tähtis selle jaoks, et ei tekiks loksumist flantsi ja võlli vahel.

6.4. Jahutus

Metallide treimisel eraldub suurel hulgal soojust ja kõrge temperatuur kulutab tera kiiremini ja töödeldava detaili kvaliteet väheneb. Kõrge temperatuuri vähendamiseks ja soojuse eemaldamiseks lõikepinnast tuleb kasutada määrdejahutusvedelikku. Määrdejahutus vedelikud jagatakse kahte rühma, milleks on seebi ja sooda vesilahused, seda kasutatakse jämetöötlemisel ja mineraalõlid ning mineraalõlide segud [19].

6.5. Tööohutus

Tööohutust jälgides on tähtis kasutada kaitseprille, kuna kuumad laastu tükid võivad silma sattuda. Alati tuleb kontrollida üle oma töökoht. Tuleb jälgida, kas padrun on kinnitatud õigesti ja pärast detailide kinnitamist tuleb veenduda, et padrunivõti oleks padrunist eemaldatud. Enne tööle asumist tuleb kanda sobivaid tööriideid ning tuleb vältida tööriiete osade sattumist pöörlevate masinaosade külge. Laastu eemaldamiseks tuleb kasutada spetsiaalset konksu. Detailid peavad olema kinnitatud tugevalt ja masina töötamise ajal ei tohi haarata käega detailidest kinni [20].

6.6. Treipink TURNADO

TURNADO on väga täpne ja kõrg kvaliteetne treipink (joonis 19).



Joonis 19. Treipink TURNADO

Tabelis on välja toodud: tsentri laius, maksimum pööramisdiameeter alusest, - supordist, - üle väljalõike silla, väljalõikesilla pikkus, laua laius, spindli kiirused, võlli ava suurus, võlli koonus, pikkisuunalised ettenihked, külgsuunalised ettenihked, maksimum ristsupordi liikumine, maksimum ülesuportiliikumine, mootori võimsus, masina mõõdud ja mass.

Treipink TURNADO parameetrid on välja toodud tabelis 22.

Tabel 22. Turnado 230/1000 spetsifikatsioon [21]

Tsentri laius, mm	1010
Maksimum pööramisdiameeter alusest, mm	460
-supordis, mm	224
-üle väljalõike silla, mm	690
Väljalõikesilla pikkus, mm	155
Laua laius, mm	290
Spindli kiirused, p/min	25-2000
Võlli ava, mm	58
Võlli koonus	Camlock D1-6/MT 6
Pikkisuunalised ettenihked, mm/r	0,031 – 1,7
Külgsuunalised ettenihked, mm/r	0,014 – 0,784
Maksimum ristsuporti liikumine, mm	290
Maksimum ülesuportiliikumine, mm	128
Mootori võimsus, kW/V	5,5 / 400
Mõõdud, mm	2170 x 1060 x 1370
Mass, kg	1720

7. PUURIMINE

Antud töös kasutati viite erinevat puuri, milleks oli M4,1, M8,4, M10, M12, M14. Kasutatud puuride parameetrid on välja toodud (tabelis 1.6). Puur diameetriga M4,1 kasutati töös needi avade tegemiseks. Plastikust pritsmekaitse kinnitatakse Gotlandi käia raami taha otsa pitskruvidega kinni ja puuritakse 7 auku. Puur diameetriga M8,4 kasutati tõstesilmuse kinnitus augu suurendamiseks, et seda oleks võimalik keermestada M10 keermestajaga (joonis 20) ja pärast M10 poldiga kinnitada raami külge.



Joonis 20. Tõstesilmuse keermestamine

Puur diameetriga M10 kinnitati CNC pinki masinasse mini mill (joonis 21), kus toimus kahe flantsi puurimine. Mõlemale flantsile puuriti 6 auku diameetriga 10 mm ja mootori kinnitus augud tehti puur Promaga, millega puuriti neli auku diameetriga 10 mm. Puur diameetriga M12 kasutati laagripukkide kinnitus aukude puurimisel. Puur M14 kasutati rihmapingutusmehhanismi reguleerija augu puurimiseks (joonis 22) ja tõstesilmuse silmuse augu suurendamiseks puuriti see üle.



Joonis 21. Flantsi puurimine CNC masinaga mini mill



Joonis 22. Rihmapingutusmehhanismi ja mootori kinnitus aukude puurimine

7.1. Tööohutus puurimisel

Puurimisel tuleb jälgida mitmeid ohutusnõudeid [22].

Puurimisel peab jälgima, et kõik ohutusseadmed ja rihmakate oleksid tööasendis ja täiesti töökorras. Töötamisel tuleb kanda alti tolmu- või näomaski koos ohutusprillidega. Samuti tuleb kasutada kuulmiskaitsevahendeid. Puurimis töid tehes ei tohi kanda riideid, mis võivad jääda masina vahele. Puurida tohib detaile, mida saab kindlalt kinnitada. Käed tuleb hoida eemal spindli liikumisteest ning peavad olema sellises asendis, et juhuslikult libisedes ei satuks nad pöörleva tera peale. Masinasse ei tohi asetada puure, mille pikkus on rohkem kui 175 mm või on padrunist kaugemal kui 150mm, sest puur võib äkitselt painduda ja puruneda. Puurmasinas ei tohi kasutada sõrmfreese, muutfreese või hammaspuuri ega traatketast.

Suuri detaile peab puurimise ajal kindlalt toetama, et nad seisaksid hästi töölaual. Töötada ei tohi kinni hoidmata detailiga. Detaili tuleb alati hoida tugevalt töölaual, et see ei kalduks ega hakkaks pöörlema. Tuleb kasutada kinnitusseadmeid või kruustange ebastabiilsete detailide puhul. Väikseid detaile ei tohi puurimisel käes hoida, vaid tuleb töölauale kinnitada. Puuritavas detailis ei tohi leiduda võõrkehi – naelad jms.

Ohutuks töötamiseks tuleb kasutada alati, kui on võimalik, kinnitusrakiseid või kruustange detaili kinnihoidmiseks. See kindlustab, et mõlemad käed on vabad seadme teenindamiseks. Kasutatavad kruustangid tuleb kinnitada töölaua külge. Kinnitusrakis peab olema tugevasti kinni tõmmatud enne puurimise algust. Puurpadrun ja töölaua tugi peavad olema kinnitatud kindlalt korpuse külge ja töölaud kinnitatud toega enne puurimise algust.

Enne puurimise algust tuleb lülitada mootor natukeseks ajaks tühikäigul käima ning veenduda, et tööriist ei vibreeriks ega võnguks. Tuleb oodata kuni spindel on saavutanud oma maksimaalpöörded. Puurmasin tuleb lülitada otsekohe vooluvõrgust välja, kui on kuulda ebaharilikku müra või tunda liigset vibratsiooni. Ei tohi teostada ettevalmistustöid töölaual, kui puurmasin töötab.

Suure läbimõõduga avade puurimisel tuleb kinnitada detail tugevasti töölaua külge, kui seda ei tehta, võib detail puurimisel saada suure kiirusega kaasa rebitud. Kasutada ei tohi ka muutuva diameetriga puuri, kuna selle osad võivad ära kukkuda või puruneda.

Tuleb jälgida, et spindel seisaks absoluutselt paigal, enne kui detaili tahetakse ära võtta. Juhusliku sisselülitumise ning selle tagajärjel vigastuste vältimiseks, tuleb lüliti alati välja lülitada ja pistik pesast välja tõmmata enne, kui monteerida või eemaldada lisaseadmeid, tööriistu, reguleerida seadet või laastuimurit ühendada/eemaldada. Kasutada tuleb alati seadmega kaasasolevat padrunivõtit, mis on ise-eemalduv. Masinat tohib kasutada ainult kuivades oludes ja siseruumides. Töötamise lõpetamisel tuleb puurpink välja lülitada ja pistik pesast välja tõmmata.

7.3. Puur Proma

Puur Proma (joonis 23) on disainitud puidu töötlemiseks. Puurpingi võll on paigaldatud kuullaagrite ja koonus Mk II sisse kuhu paigaldatakse puur otse sisse. Töölaua on võimalik keerata 360 kraadi ja kallutada mõlemale poole 45 kraadi, mis võimaldab aukude puurimise erinevate nurkade all.



Joonis 23. Puurpink Proma

Tabelis 23 on välja toodud võimsus, puuritava ava maksimum, pinge, suurim keermestamise ava läbimõõt, spindli koonus, spindli telje kaugus sambast, spindli käik, spindli kaugus lauast, spindli kaugus alusplaadist, töölaua mõõtmed, samba läbimõõt, töökiiruste arv, spindli tööpöörded ja kõrgus.

Võimsus, W	1500
Puuritava ava maksimum läbimõõt, mm	32
Pinge, V	400
Suurim keermestamise ava läbimõõt	M20
Spindli koonus	Mk IV Mk
Spindli telje kaugus sambast, mm	260
Spindli käik, mm	120
Spindli kaugus lauast, mm	595
Spindli kaugus alusplaadist, mm	1100
Töölaua mõõtmed, mm	425 x 475
Samba läbimõõt, mm	92
Töökiiruste arv	12
Spindli tööpöörded, p/min	120 – 3480
Kõrgus, mm	1730

Tabel 23. Puur Proma parameetrid [23]

8. PLANEERIMINE JA TEGELIK TEOSTUS

8.1. Kivi tsender

Kivi tsender oli alguses neljakandiline üheltpoolt 4,5 mm ja teiselt poolt 5 mm, sinna sisse oli pandud võll diameetriga 44,3 mm ja võll oli kivi külge fikseeritud puust kiiludega (joonis 24). Esimene variant oli, et kivi tsender jääb samaks ning treitakse uus võll, mis on keskelt kandiline nii, et seda oleks võimalik kivi tsentrisse panna. Kuid kivi tsentri ava oli mõlemalt poolt erineva suurusega oleks selle võlli keskme tegemine liiga aega nõudev. Valituks sai teine variant, et viia kivi kivisepa juurde ja lasta teemantpuuriga lõigata ava diameetriga 90 mm, et saaks 62,5 mm pikkused ja diameetriga 89,95 mm flants paigutada kivi tsentri sisse



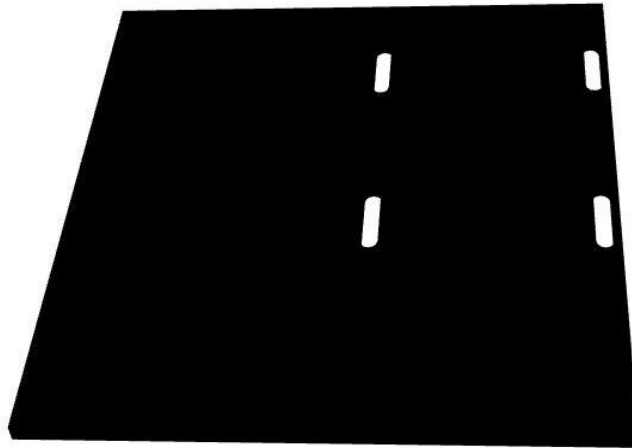
Joonis 24. Võll fikseeritud puust kiiludega

8.2. Kivi fikseerimine võllile

Kivi võlli peale panemiseks oli alguses neli erinevat varianti. Esimeseks mõtteks oli, et võll jääb samamoodi nagu ta oli, ehk kivi on võlli peale pandud ja fikseeritud puust kiiludega, mis on kivi ja võlli vahele löödud haamriga. Teiseks variandiks oli 90 mm suuruse diameetriga ümarraud, mis keevitatakse võlliga kokku ja kinnitatakse poks liimiga liivakivi külge. Kuna kivi kaal on 100 kilogrammi siis tema inertsoment on suur ja sellega võib liim järgi anda või liivakivi sisse imunud liim muutub rabedaks ja käima panemisel võib tüki kivist välja lüüa. Kolmandaks variandiks oli, panna kaks identset ümarat plaati diameetriga 200 mm, millest on läbi puuritud kaks 10 millimeetrise diameetriga auku. Läbi nende aukude puuritakse kivi sisse 8 auku ja pannakse 8 polti läbi kivi, aga puurimisel võib nii lähestiku asetsevad augud tekitada mörasid. Seega tuli otsustada neljanda variandi kasuks, milleks oli flantside kasutamine. Flantsid treiti 200 mm diameetriga ümarrauast, mis olid pikkusega 300 mm. Flantsid on ühendatud omavahel kuue 10 mm diameetrilise poldiga, pikkusega 170 mm ja said kinnitatud kuue nylock mutriga.

8.3. Rihmapingutusmehhanism

Antud töös kaaluti rihmapingutusmehhanismi tegemiseks kolme erinevat varianti. Esiteks oli, et rihmapingutusmehhanism tehakse 315x340 millimeetrisest plaadist nii, et puuritakse mootori avad 10 mm suurusega ja freesitakse nendest avadest kolmekümne kuni neljakümne millimeetri pikkused plaati läbivad sooned (joonis 25). Vajaduse korral liigutatakse tervet mootorit plaadil edasi ja fikseeritakse nelja seibi ja nelja nylock-muttriga. Teiseks variandiks oli, et rihmapingutusmehhanismi plaadi külge keevitatakse hinged, mis omakorda keevitatakse raami külge. Rihmapingutusmehhanismi otstesse pannakse kaks vedru, mis mootori oma raskusega rihma pingutavad, kuid seda varianti ei kasutatud, kuna mootor on liiga suure nurga all ja liiga kerge



Joonis 25. Rihmapingutusmehhanism kiilusoontega

Kolmandaks variandiks oli, et keevitatakse plaat koos hingedega raami külge ja puuritakse rihmapingutusmehhanismi otsa puuriga M14 neljateist millimeetri suurune auk, kus läbi pannakse 300 mm pikkune keermevarras, mis kinnitatakse tõstesilmuse ja plaadi külge 4 mutri ja seibiga. Mootorit saab pingutada nende mutrite keeramisega. Töös kasutati kolmandat varianti.

8.4. Rihmasüsteem

Antud töös kasutatakse kahte 1362 mm pikkust rihma ja kahte rihmaratast mõõtudega 118 mm ja 90 mm, mis on kinnitatud mootori ja käiakivi võlli külge kahe koospuksiga mõõtudega 32 mm ja 28 mm. Antud töös kaaluti rihmasüsteemi tegemiseks ühte varianti.

KOKKUVÕTE

Antud lõputöö eesmärk oli ajaloolise Gotlandi käia rekonstrueerimine, mille käigus tuli projekteerida ja praktiliselt valmis teha moderne Gotlandi käi. Eesmärgi jõudmiseks tuli töö autoril projekteerida programmis *Solid edge* käia raam koos rihmapingutusmehhanismiga, flantsid käiakivile. Välja mõelda rihmasüsteem ja veesüsteem. Samuti tuli mõelda materjalile, mida töös kasutatakse ning, millised on metallitöötlemise protsessid, mida tuleb kasutada, et rekonstrueerida Gotlandi käi.

Antud töös koosneb Gotlandi käia raam kaheteiskümnest terasest risküliktorust mõõtmega 60 x 40 x 2 mm. Torud keevitati kokku elektrodkeevitusega Transpocket

Rihmapingutusmehhanism tehti 1 mm paksusest terasest plaadist mõõduga 315 x 340. Terasest plaadist puuriti läbi viis auku, millest neli oli mootori kinnitamiseks ja üks rihmapingutusmehhanismi pingutusregulaatori jaoks. Terasest plaadi külge keevitati tavalised kasvuhoone hinged, mis keevitati omakorda käiaraami alumisele sektsioonile.

Flantsid treiti ümarrauast mille diameeter oli 200 mm ja pikkus 300 mm, flantside treimine toimus kahe masinaga, esimesena kasutati treipinki IK62 kuna ümarraua diameeter oli liiga suur ei olnud võimalik seda treipink Turnadoga kasutada. Hiljem viimistleti antud lõputöö treipink Turnadoga.

Antud lõputöös toimus Gotlandi käia rekonstrueerimine Eesti maaülikooli, Tehnika instituudi õppetöökojas. Gotlandi käia rekonstrueerimine läks maksma 519,19 Eurot. Kõige kallimaks osutus mootor, mis oli peaaegu pool lõputöö maksumusest.

RECONSTRUCTION OF AN HISTORICAL WHEEL GRINDER

SUMMARY

The objective of this Bachelor's thesis was to reconstruct an historical wheel grinder. The author of this work had to design and practically construct a modern wheel grinder frame with belt extantion mechanism and flanges. The frame, belt extantion mechanis and flanges were designed in *Solid edge*. Secondary objectives were to construct a belt system and water system.

To make a frame with a belt extantion mecahnis different metal processing machines and methods were needed to complete this objective.

The frame of an historical wheel grinder consist of twelwe diffrent length steel rectangular pipes. The pipes were welded together with Transpocket welding machine.

The belt extantion mechanism was made from a 1 mm thickness steel plate. Fice holes were drilled through the steel plate, four holes were for engine mounting and is for regulating the belt extantion mechanism. Two greenhouse hinges were welded to the steel plate and the hinges were also welded to the frame.

Flanges were made from a circuled steel. The turning of flanges was made with two lathe machines IK62 and Turnado. Because of the circuled steel diameter witch was 200 mm, it couldn't fit into the suport. The elaboration was made with the Turnado 230/1000.

The reconstruction of an historical wheel grinder was made in Estonian university of life sciences, in the workshop of Institute Of Technology. The reconstruction of an historical wheel grinder cost 519,19 Euros. The most expensive part was the reducermotor which costed allmost half of the work.

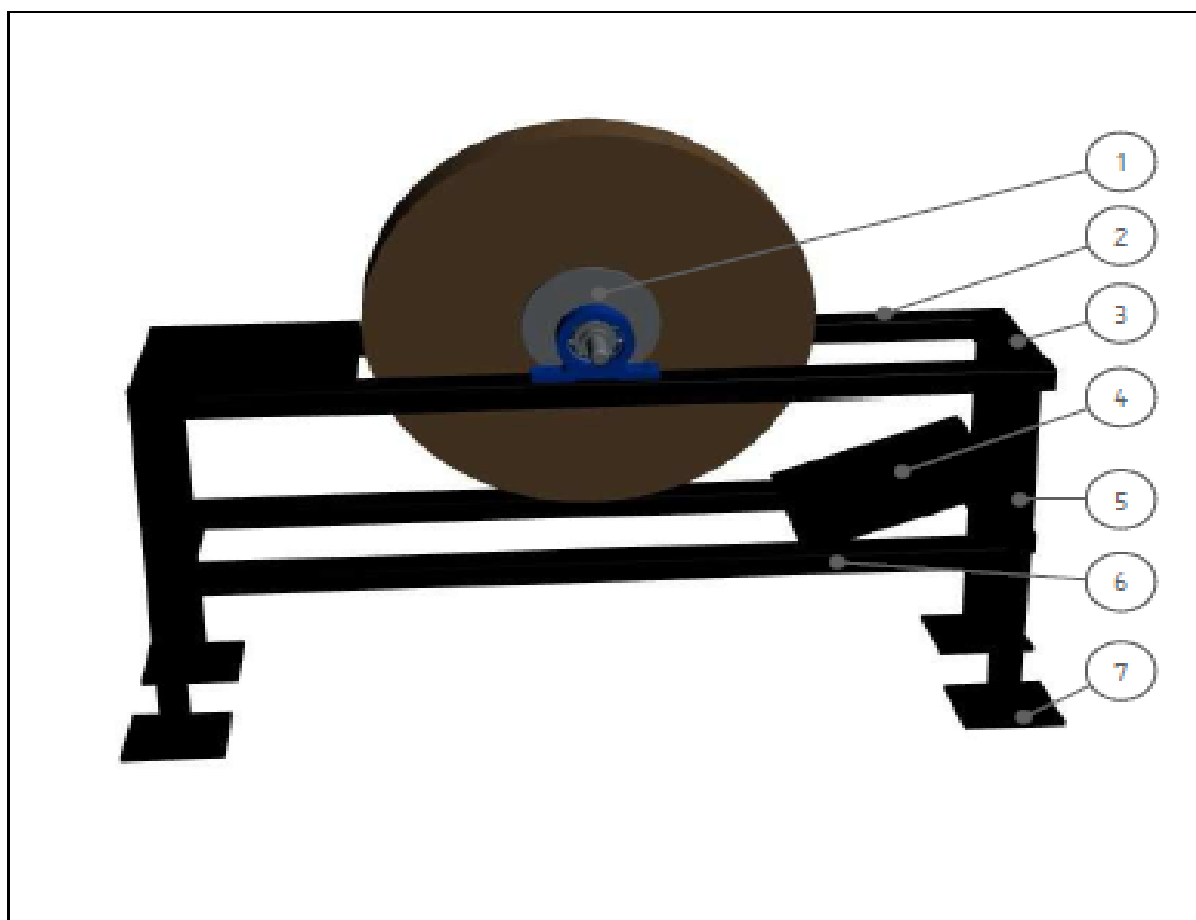
KASUTATUD KIRJANDUS


1. Gotlandi käiakivi 2003. Tallinn: Tallinna Ülikool.
minitorn.tlu.ee/~jaagup/oma/loodus7/luisk.doc (15.07.2016).
2. Grindstone The British Broadcasting. A History of the World Corporation.<http://www.bbc.co.uk/ahistoryoftheworld/objects/gczgWhKjRQSaGbNayttb5w>)
3. Eesti Vaba Entsüklopeedia 2015. <https://et.wikipedia.org/wiki/Liivakivi> (14.07.2016).
4. Eesti rahvakultuuri leksikon (3. trükk). 2007. Koostanud ja toimetanud Ants Viires. Eesti Entsüklopeediakirjastus. Lk 111)
5. **Viires, A.** (2007). Eesti rahvakultuuri leksikon. Eesti Entsüklopeediakirjastus.111 lk.
6. **White, L.** (1966). Medieval Technology and Social Change.USA: Oxford University Press. 224 lk.
7. Cyclo® Drives Speed Reducer. 2012. Sumitomo Heavy Industries, Ltd.
<http://www.shi.co.jp/english/products/control/cyclo/> (15.07.2016).
8. Ristküliktoru mõõdud, hind. Kanemetall. <http://www.kanemetall.ee/terasprofiilid/> (15.05.2016).
9. Nelikanttoru. Exmet. <http://exmet.ee/product/nelikanttoru/> (10.07.2016).
10. Lehtmetall. Enimormet Metall. <http://www.enimormet.ee/lehtmetalli-muuk-ostan-lehtmetalli-lehtmetalli-hind/> (12.07.2016).
11. Parim võimalik tehnika mustmetallide töötlemise tööstuses.(2001). Euroopa Komisjon.
<https://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwie6ci44aXOAhXL2xoKHWGtDrkQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ippc.envir.ee%2Fdocs%2Fmustmetallid.DOC&usg=AFQjCNF4hSASbZnjwG6HeO9Z6ZD5oJwBJw> (13.07.2016).
12. Ümarraud. Exmet. <http://exmet.ee/product/umarraud/> (17.05.2016).
13. Poldid. Baltic Bolt. www.balticbolt.ee (17.05.2016).
14. Veeturvetorustikud. Pipe Life.
<http://www.hals.ee/public/files/Veevarustus%20tootekataloog.pdf> (18.07.2016).
15. Elektripaigaldised 2011.Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool.
<http://egdk.ttu.ee/files/2011/Elektripaigaldised.pdf>

16. **Arensburger, D., Kulu, P., Kübarsepp, J., Pirso, J.**(1999). Metalliopetus ja metallide tehnoloogia. Tallinna: Tallinna Tehnikaülikooli kirjastus. 224 lk.
17. Keevitusaparaat Transpocket 2500RC. Fronius International
http://www.fronius.com/cps/rde/xchg/SID-B10EFFE1-420EC19B/fronius_international/hs.xsl/79_5537_ENG_HTML.htm#.V0xk775KaKI
 (08.05.2016).
18. **Trymbaka, M.** (2010). Textbook of Elements of Mechanical Engineering. 266 lk.
19. **Furutani, K., Ohguro, N., Hieu, N., Nakamura, T.** (2002). In- process Measurement of Topography of Grinding Wheel by Using Hydrodynamic Pressure. Jaapan: Toyota Technological Institute. Nr 42, lk 1447-1453.
20. **Skrõpnik, I.** (1966). Ohutustehnika eeskirjad treipingil töötamisel. Viljandi: Kiir. 52lk.
21. Metallitöötlusseadmete turustamine, paigaldamine, klientide koolitamine ja hilisem pinkide hooldamine. Nordcity Center OÜ.
http://www.nordcity.ee/public/product/Turnado_230_1000_230_1500_1k077.pdf
 (12.08.2016).
22. Tööohutusjuhend Tallinna Tehnikakõrgkooli ehitusja mehaanikateaduskonna tehnokeskuses läbiviidava esmase ehituspraktikaga seotud töödel 2009. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool. http://www.ttk.ee/wp-content/uploads/esmase_praktika_juhendid.pdf
 (18.05.2016).
23. Puur Proma. <http://www.promacz.com/Brand/PROMA> (08.05.2016).

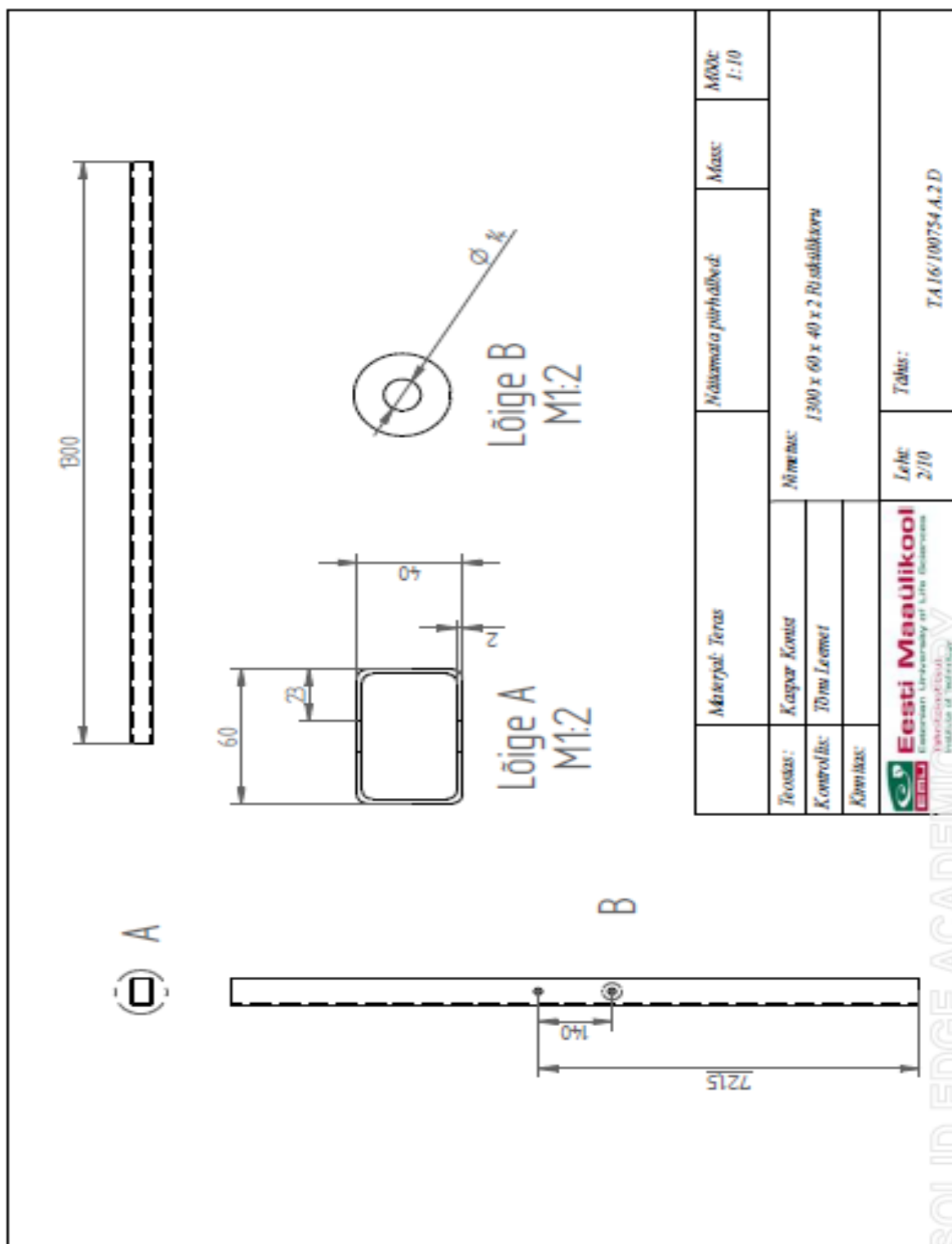
LISAD

Lisa 1. Gotlandi käia koostejoonis

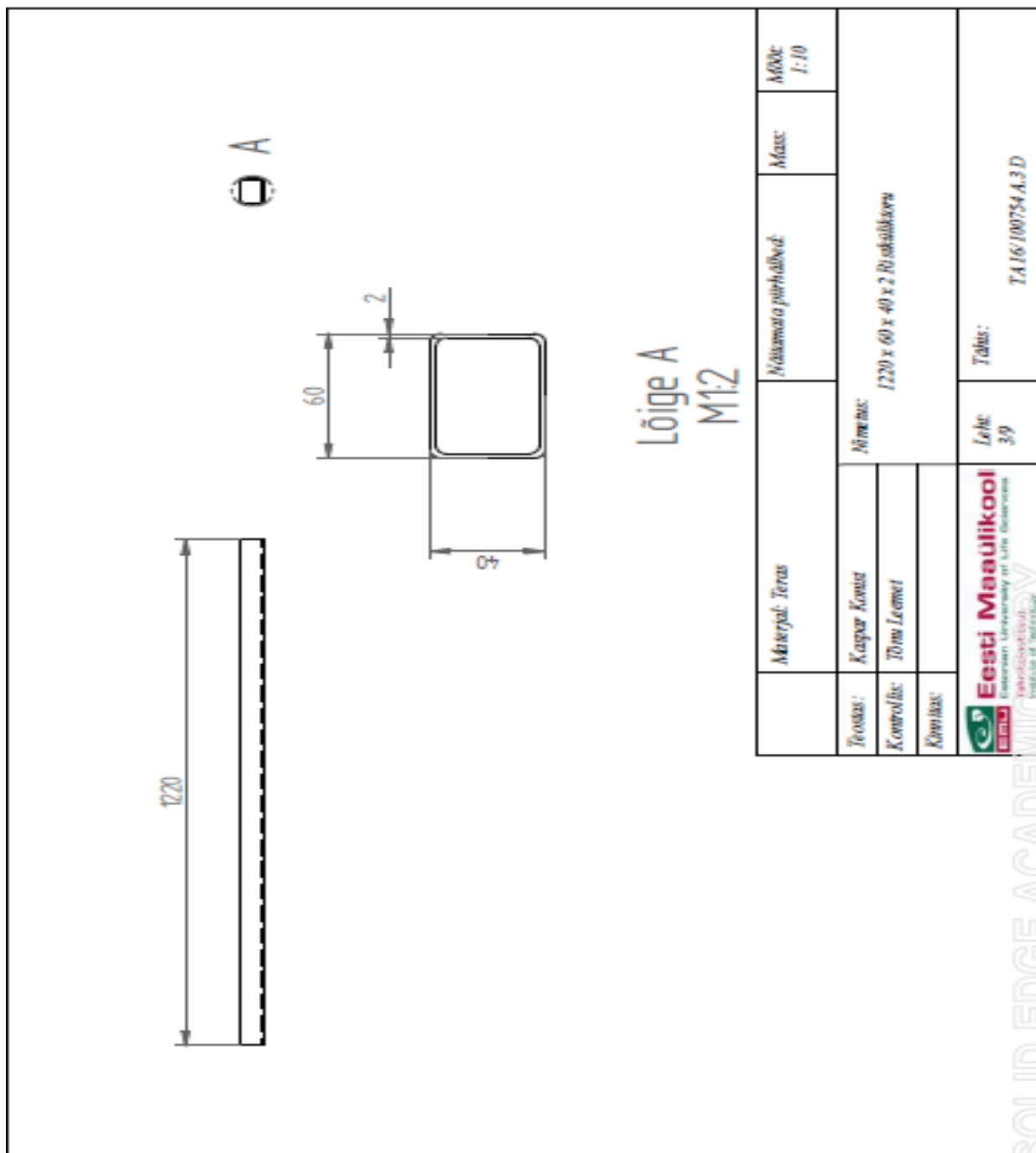


1		<i>Flants, Teras</i>		1	2	
2		<i>Ristküliktorus 1300 x 60 x 40 x 2 mm, Teras</i>		2	2	
3		<i>Ristküliktorus 220 x 60 x 40 x 2 mm, Teras</i>		3	4	
4		<i>Plaat 315 x 340 x 10 mm, Teras</i>		4	2	
5		<i>Ristküliktorus 600 x 60 x 40 x 2 mm, Teras</i>		5	4	
6		<i>Ristküliktorus 1220 x 60 x 40 x 2 mm, Teras</i>		6	2	
7		<i>plaat 150 x 150 x 10 mm, Teras</i>		7	4	
<i>Osa</i>	<i>Väli</i>	<i>Nimetus, Materjal</i>		<i>Tähis</i>	<i>Hulk</i>	<i>Määrus</i>
		<i>Materjal: Teras</i>		<i>Nähtamata piirhälbed:</i>	<i>Mass:</i>	<i>Mõõt:</i> <i>1:20</i>
<i>Toostas:</i>	<i>Kaasper Kivist</i>	<i>Nimetus:</i>				
<i>Kontrollis:</i>	<i>Tõnu Leemet</i>	<i>Gotlandi käia koostejoonis</i>				
<i>Kinnitas:</i>						
 Eesti Maaülikool <small>Estonian University of Life Sciences</small> <small>Tõrvemägede instituut</small> <small>Institute of Technology</small>		<i>Leht:</i> <i>1/9</i>	<i>Tähis:</i> <i>TA 16/100754 A.1 K</i>			

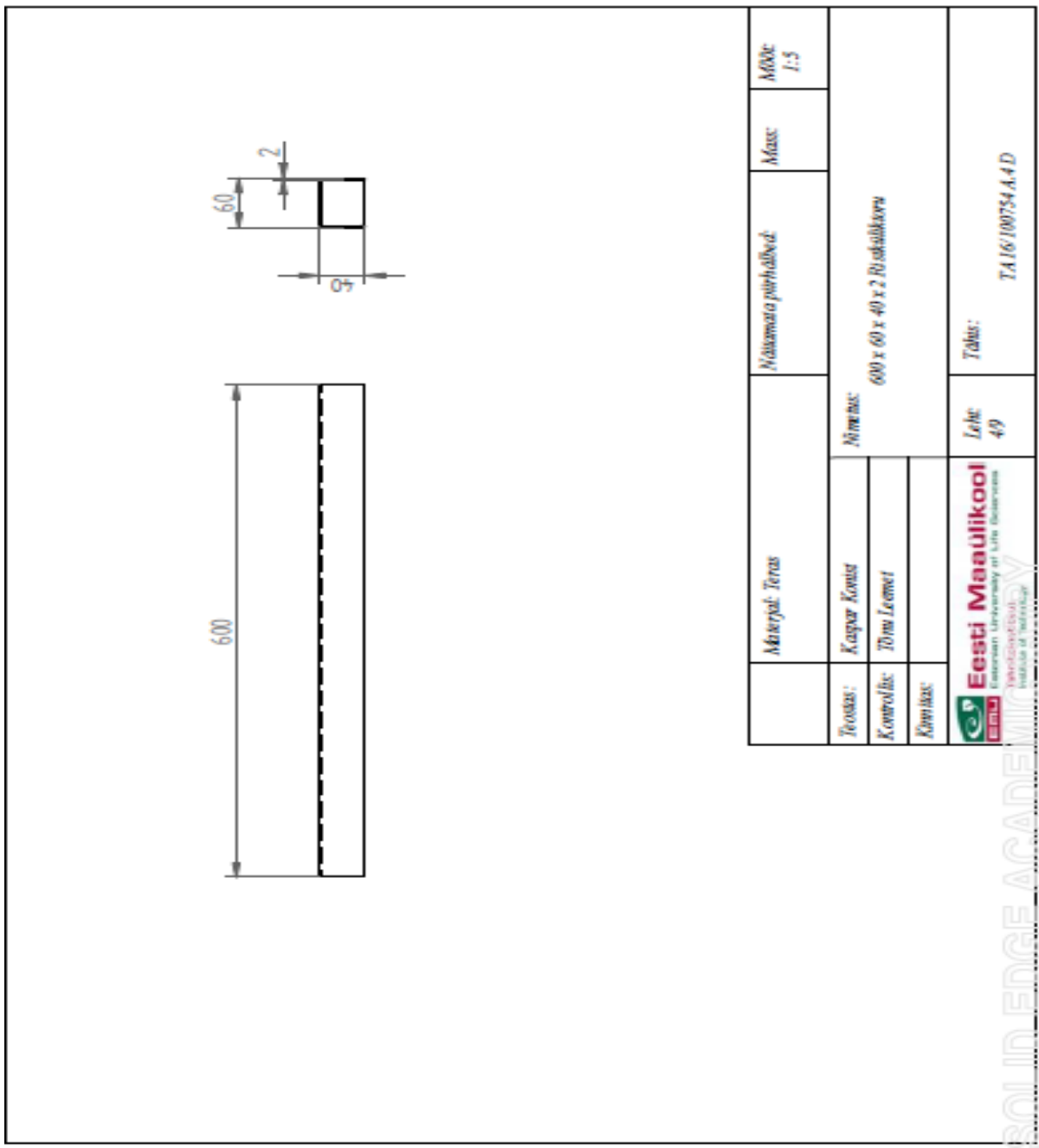
Lisa 2. 1300 x 60 x 40 x 2 Ristküliktoru



Lisa 3. 1220 x 60 x 40 x 2 Ristküliktoru



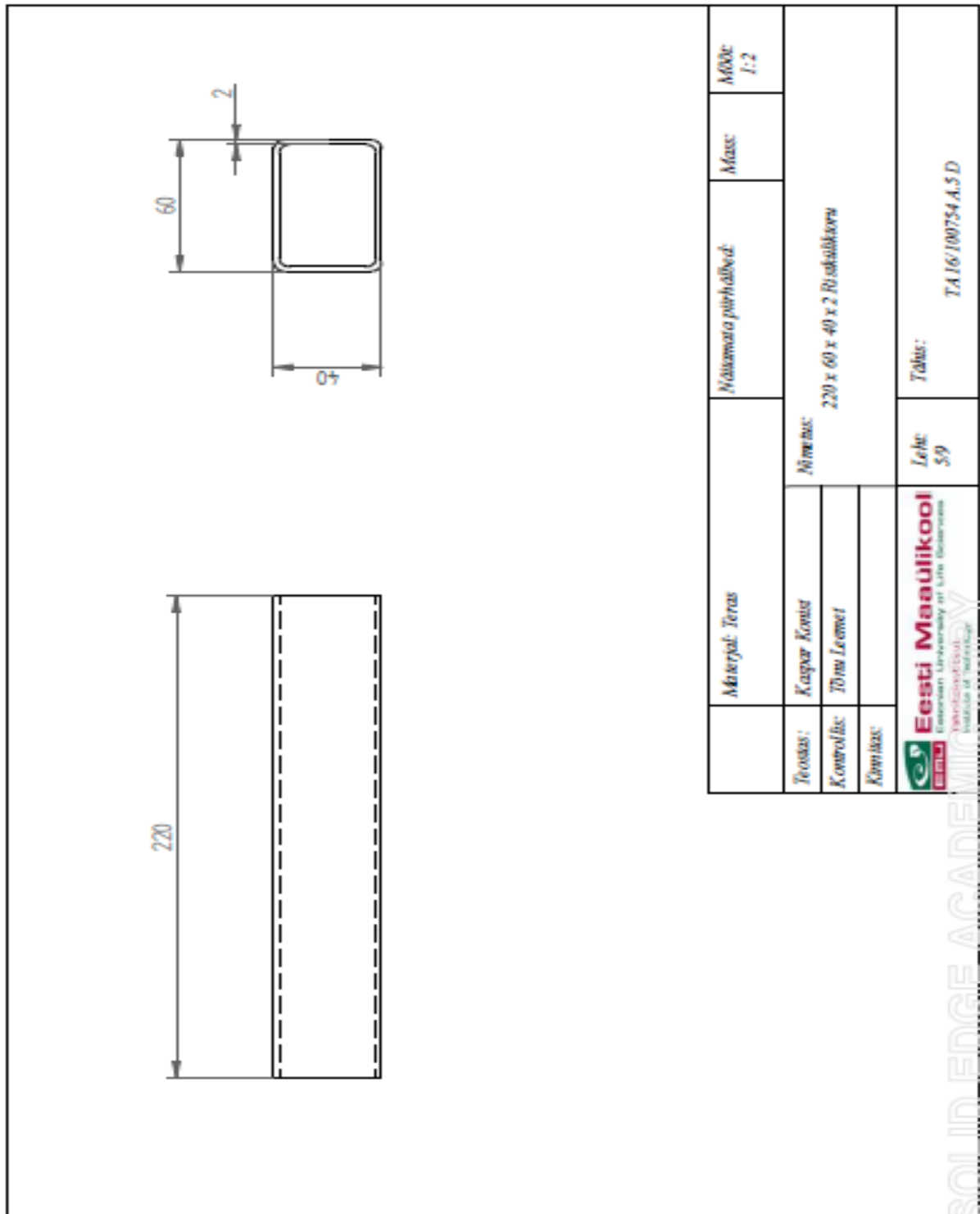
Lisa 4. 600 x 60 x 40 x 2 Ristküliktoru



Material: Teras	Nägemata pühaldus:	Määr:	Mõõde:
Töödaja: Kaspar Kivist	Nägemata: 600 x 60 x 40 x 2 Ristküliktoru		1:5
Kontrollija: Tiina Leemet			
Kinnitaja:			
 Eesti Maailikool <small>Estonian University of Life Sciences</small> <small>Elu- ja loomaretseptiteadus</small> <small>Institute of Technology</small>		Töös:	
		Lehek:	TA16/00754.A.4D
		49	

SOL IN EDGE ACADEMY

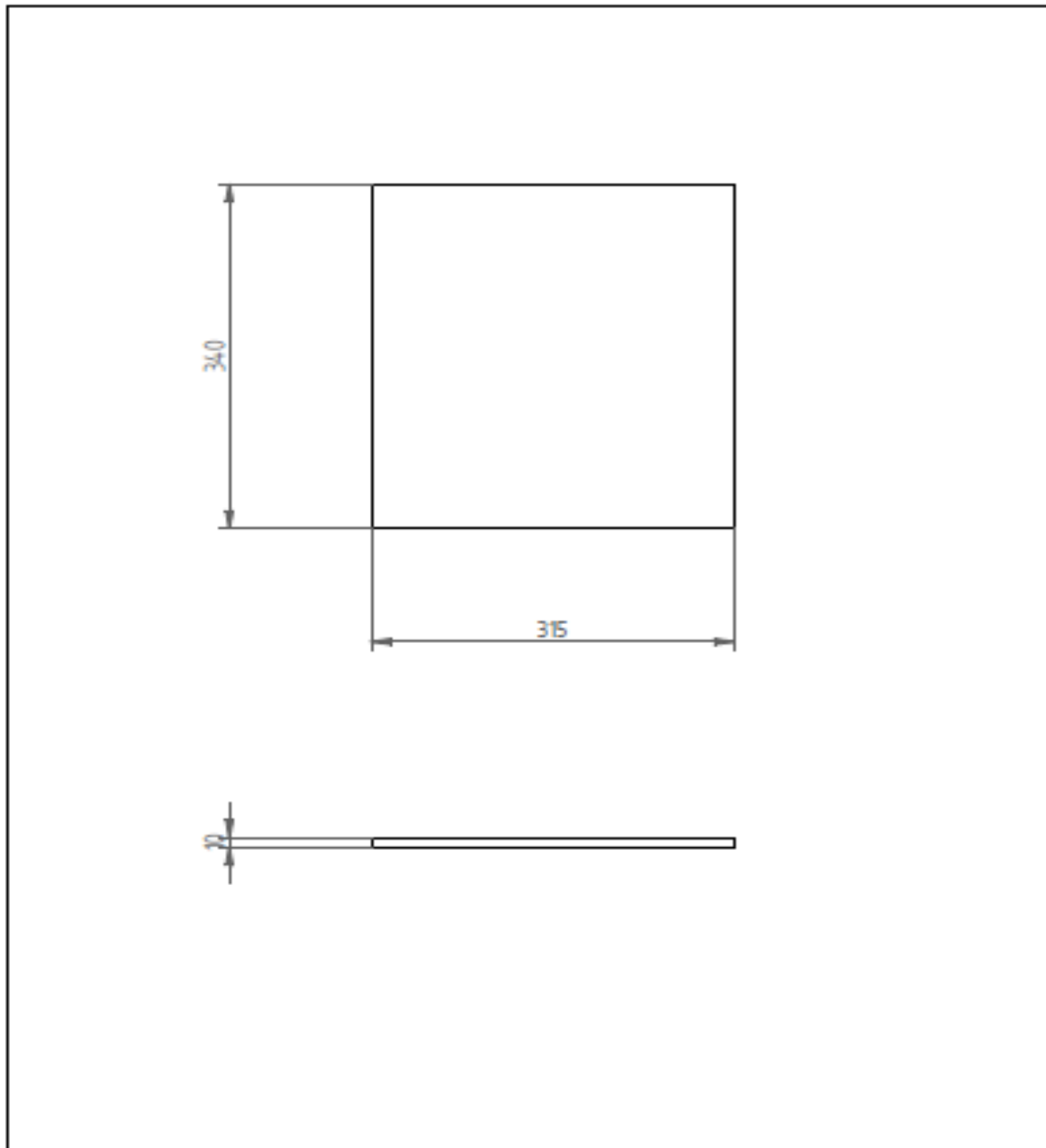
Lisa 5. 220 x 60 x 40 x 2 Ristküliktoru



	Materjal: Teras	Mõõtmata pühaldus:	Mass:	Mööde: 1:2
Tõstas:	Kaapar Kovist	Nõmme: 220 x 60 x 40 x 2 Ristküliktoru		
Kontrollis:	Tõnu Leemet			
Kinnitas:				
 Eesti Maauikool <small>Eesti Ülikooli Instituut</small>		Lehek: 59	Talis: TA16/100754 A.5 D	

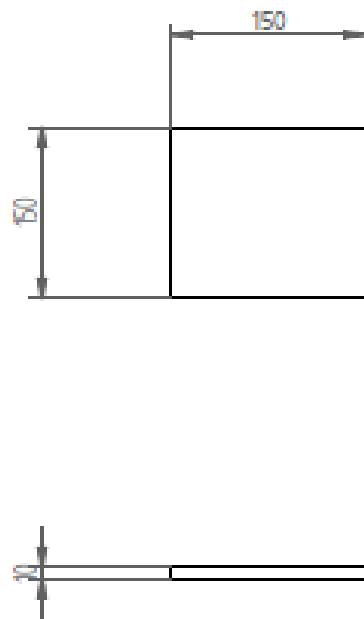
SOLID EDGE ACADEMIC


Lisa 6. 340 x 315 x 10 Plaat



	<i>Materjal: Teras</i>	<i>Näitamata piirhälbed:</i>	<i>Määr:</i>	<i>Mõõk:</i> 1:5
<i>Teostas:</i>	<i>Kasper Konist</i>	<i>Nimetus:</i> <i>340 x 315 x 10 Plaat</i>		
<i>Kontrollis:</i>	<i>Tõnu Leemet</i>			
<i>Kinnitas:</i>				
Eesti Maaülikool Estonian University of Life Sciences Tehnikaosakond Institute of Technology		<i>Leht: 6/19</i>	<i>Tähts:</i> <i>TA 16/100754 A.6 D</i>	


Lisa 7. 150 x 150 x 10 Plaat




	<i>Materjal:</i> Teras	<i>Nähtavate pühaldused:</i>	<i>Määr:</i>	<i>Mõõt:</i> 1:5
<i>Teostas:</i>	<i>Kaapar Korist</i>	<i>Nimetus:</i> 150 x 150 x 10 Plaat		
<i>Kontrollis:</i>	<i>Tõnu Leemet</i>			
<i>Kinnitas:</i>				
	Eesti Maaülikool Estonian University of Life Sciences Tehnikumite ja Teaduste Instituut	<i>Leht:</i> 7/9	<i>Tähis:</i> TA 16/100754 A.7 D	

Lisa 8. Flants

Technical drawing of a flange. The drawing includes a perspective view, a top view, and a section view. The top view shows an outer diameter of 89.95, an inner diameter of 41, and a hole diameter of 10. The section view shows a thickness of 62.5 and a diameter of 200.

Material: <i>Tirus</i>		Material perhitung: <i></i>		Massa: <i></i>	Skala: <i>1:3</i>
Tugas: <i>Konsep Kover</i>	Minimas: <i>Flans</i>				
Kontrol: <i></i>					
Konitas: <i></i>					
 Eesti Maailikooli <small>Estonian University of Life Sciences Institute of Technology</small>			Tabel: <i>8.9</i>		Talv: <i>TA 16/100754 A.8 D</i>

Lisa 9. Flants kiilusoonega

Materjal: Teras		Mõõtmata pühaldus:	Määr:	Mõõde:
Töökoht:	Koopar Koost	Nimetus: Flants kiilusoonega		1:3
Kontrollia:	Tõnu Leemet			
Koostaja:				
 Eesti Maauikooli <small>Estonian University of Life Sciences</small> <small>Tehnoloogilise Instituudi</small>		Lehek:	Talvis:	
		99	TAJ6/190754.A.9.D	

LIHTLITSENTS

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, _____,
(*autori nimi*)
sünniaeg _____,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö

(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja(d) on _____,
(*juhendaja(te) nimi*)

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____
(*allkiri*)

Tartu, _____
(*kuupäev*)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(*juhendaja nimi ja allkiri*)

(*kuupäev*)

(*juhendaja nimi ja allkiri*)

(*kuupäev*)