

Reijo Sild

**HÜDROSILINDRI
TEHNOLOOGILISE PROTSESSI
VÄLJATÖÖTAMINE JA
TOOTMISJAOSKONNA
PROJEKTEERIMINE**

LÕPUTÖÖ

Mehaanikateaduskond

Masinaehituse eriala

Tallinn 2014

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	3
1. TÖÖ ANALÜÜS.....	5
2. SILINDRI KONSTRUKTSIOON	7
2.1 Tugevusarvutused.....	8
3. VALMISTAMISE TEHNOLOOGIA.....	12
3.1 Tootmismahht.....	12
3.2 Sisseostu detailid	12
3.3 Seadmede andmed ja valiku põhjendus	13
3.4 Detailide tehnoloogiliste režiimide valik ja põhjendus	14
3.5 Operatsiooni aegade normeerimine.....	42
4. TOOTMISJAOSKONNA PROJEKTEERIMINE.....	46
4.1 Tootmistüübi valiku põhjendus ja selle töö organiseerimine.....	46
4.2 Seadmete koondtabel ja koormusgraafik	49
4.3 Põhitööliste ning muu personali vajaduse arvutus	51
5. ORGANISATSIOONILINE OSA	56
5.1 Tootmisüksuse varustamine toorikutega ja sisetranspordi organiseerimine.....	56
5.2 Remondi – ja tööriistamajanduse organiseerimine	56
5.3 Töö organiseerimine.....	61
6. MAJANDUSLIK OSA	63
6.1 Materjalide arvutus, materjali kulu koondtabel.....	63
6.2 Töötasude arvutus	65
6.3 Kulude eelarve ja toote omahinna kalkulatsioon	66
6.4 Tootmisüksuse majanduslik efektiivsus ja tasuvusaeg	70
6.5 Tootmisüksuse tehnilismajanduslikud näitajad.....	71
KOKKUVÕTE.....	72
SUMMARY	73
VIIDATUD ALLIKAD.....	74
LISAD	76

SISSEJUHATUS

Sissejuhatust alustaksin ma suurima probleemi lahti rääkimisega, mis surub Eesti tootmist ja eesrinnas meie riigi majandust.

1993. aastal seisnesid elu ümberkorraldused vaikes hiilimises majanduslike jõudude kontrollimatu mängu poole. Eraettevõtlus ajas oma juured järjest sügavamale. Lokkas üldine piraatlus. Oma nimel töötav varimajandus peksis peremeheta riigiettevõtlust nagu rannamees rotti. Pendel liikus äpardunud plaanimajanduse umbteelt ohjeldamatu turustiihia kuristiku poole. Vana sotsialistlik suurtootmine suruti üha sügavmasse kaitsekraavi. Käis riikliku omandi- „üldrahvaliku“, „sotsialistliku“ või olgu ta nimi tahes- ohjeldamatu mahaparseldamine. Oli käimas enneolematu varanduslik difenseerumine, toimus ebavõrdsuse plahvatuslik kasv. 1993. Aastal läks massiliseks tööstusettevõtete erastamiseks. Põhiliseks näitajaks seati kiirus. Kähku käest ära! Kompetentsusest oli asi kaugel. Tulemuse eest ei vastutanud mitte keegi. Tööstus, kui majanduse ja elu alustala ei võtnud isevoolu teel õiget ja kindlat kurssi. Esimise valitsuse koalitsioonilepe kõlas: „Eesti majanduse stabiilsuse tagamiseks on vajalik igati suurendada eksporti. Eesti riik peab ulatama abikäe turu leidmiseks läänes. Toetuda tuleb erakapitalil tuginevate ekspordiinstrumentide teket informatsiooni kogumiseks ning ettevõtjatele vahendamiseks.“ Kõlas ilusti, kuid loosungiks see paberil jäigi. Tootlik loov töö oli tahaplaanile surutud. Kiiresti ratsa rikkaks sai vahendustegevusega see sai peamiseks ja valitsevaks kuid aeg on olnud parimaks kohtunikuks ja tõestanud ,et sellisel teel riik rikkaks ei saa. Tulemuseks on, et loovad töökohad on kadunud (erastamise kohustuslikust töökohtade nõudest pole mitte midagi järele jäänud). Selle asemel, et esmatarbekaupu siin koos eesrindlike lääneirmadega toota ja eksportida, veame me neid meie turule sisse. Kõik on vahendajad, maaletoojad, kergema vastupanu teele minejad. Tulemused on tänapäeval näha. Ei ole rikkust, mida jagada on jäänud vaesuse ümberjagamine. Lahenduseks oleks olnud motivatsiooniprogramm läbi seadusandluse loova töö tegemist, mis lõppkokkuvõttes oleks suurendanud riigi ekspordivõimet ja seeläbi riigi rikkust, töökohtade loomist, inimeste heaolu. Erastamisetulemustest võib vaid välja tuua üksikuid häid näiteid. Enamus ei täitnud oma otstarvet. Neid näiteid võib tuua massiliselt.

Ka keemiettevõtte „Flora“ enamus vabrikud lõpetas loova tootmistöö. Kaasaegsed tehnoloogilised seadmed müüdi maha, kinnistud muutusid kinnisvaraobjektideks, mis enamikus pikapeale maha müüdi. Heaks näiteks võib tuua värvtehase, mis tänapäeval kuulub Soome värvitootjale, „Tikkurilla OY-le“ Seal on säilinud loov töö ja töökohad. Riik võib sellest ainult rõõmu tunda.

Oma lõputöö teemaks valisin ma „ Hüdrosilindri tehnoloogilise protsessi väljatöötamine ja tootmisjaoskonna projekteerimine“. Teema sai valitud, põhimõttega, et vähendada „Palmse metall OY“ ostutoodete osakaalu, tootes ise kohapeal. Samuti on toodang suunatud sihtgrupile, kellede vajadused on väiksemad kogused, kuskil mõned sajad tellimuse peale.

Tegemist on ettevõttega, mis toodab ja turustab sihtotstarbelisi põllumajandusmasinaid, mida tuntakse ja hinnatakse kõrgelt Skandinaavias ja Euroopas. Palmse Metalli toodangut iseloomustab kvaliteet, vastupidavus, lihtsus ja funktsionaalsus.’

Minu lõputöö seisenb põllumajanduskäru tagaluugi liigutamiseks vajaliku silindri tehnoloogilise protsessei välja töötamist, milles kajastub: pinkide valik, tehnoloogiliste režiimide arvutused samuti masinaaegade leidmine ja nende normeermine. Töö teises pooles keskendun ma tootmisjaoskonna projekteerimisele, mis koosneb organisatsioonilisest osast ja majanduslikust osast, millest viimane lõppeb jaoskonna tehnilismajanduslike näitajtega.

1. TÖÖ ANALÜÜS

Töö ülesanne „Hüdrosilindri tehnoloogilise protsessi väljatöötamine ja tootmisjaoskonna projekteerimine,“ püstitati mulle firmas Palmse Metall OÜ.

Palmse metall OÜ on Eeesti juurtega tootmisettevõtte ja Palmse Traileri kaubamärgi omanik. Palmse Metall OÜ alustas haagisete tootmiega 2005. Aastal Lääne-Virumaal. Palmse Metall OÜ tootmistehas asub Palmse Vihula vallas. Tootmiskompleksi pindala on kokku 4500 m². Tootmistehnoloogia kaasajastamine algas 2007. Aastal, mille käigus renoveeriti tootmishoone ning ehitati kontor koos olmeruumidega. Tehase ruumid on jaotatud vastavalt tegevusele ja tööde teostamise loogilisest järjestuses lähtuvalt. 2008. Aasta lõpus sai valmis haaveldus-ja värviruum, tänu millele suudetakse pakkuda oluliselt paremat tootekvaliteeti kui algaastatel. Ettevõtte toodab ja turustab sihtostarbelisi põllumajandusmasinaid, mida tuntakse ja hinnatakse kõrgelt Skandinaavias ja Euroopas. Palmse Metalli toodangut iseloomustab kvaliteet, vastupidavus, lihtsus ja funktsionaalsus.



Sele 1, Palmse Metall OÜ tootmishooned

Töö ülesanne ja eesmärk sai püstitatud, sooviga vähendada Palmse Metall OÜ ostutoodete osakaalu ettevõttes. Tootanguga on plaan ära varustada kõik Palmse Metall OÜ vajadused, leida

turgu Eesti enda siseturul, kuid põhiliseks eesmärgiks on eksportida toodangut Skandinaaviasse ja mujale Euroopasse just nendele klientidele, kelle tellimused ei ole suured. Hetkel on aastaprogrammiks prognoositud 5000 hüdrosilindrit aastas, mille sisse on arvestatud kõik reaalsed prognoosid tellimuste suhtes turuuuringute põhjal. Leidsime, et 5000 silindrit alustamiseks on paras ja täiesti reaalne. Samuti on tootmisjaoskond projekteeritud, võttes arvesse arenemise perspektiive ja kindlat sooovi suurendada tootmismahtu. Välja arvutatud tootmise omahind on konkurentsi võimeline ja madalam hetkel olevast sisseostu hinnast. [Tabel 13] Mistõttu leian, et on igati mõistlik toota neid silindreid ise, mitte sisse osta. Samuti arvan, et igasugune konkurents elavdab majandust ja kasvatab toodete kvaliteeti.

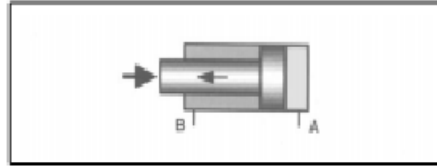
2. SILINDRI KONSTRUKTSIOON

Hüdrosilinder ja hüdro-mootor on hüdro-süsteemis asendamatud kompo-nendid, millede abil muudetakse hüdroenergia mehaaniliseks energiaks. Nagu hüdro-mootor, nii on ka hüdro-silinder ühendavaks lüliks hüdro-süsteemi ja tööorgani vahel. Erinevalt hüdro-mootorist, mille väljundiks on pöörlev liikumine, kasutatakse hüdro-silindreid kulgliikumise realiseerimiseks. Juhul kui tööorgan kasutab funktsioneerimiseks kulgliikumist on hüdro-silindri kasutamisel järgnevad eelised:

- antud juhtudel on silindri kasutamine mugav ja masinaehitaja poolt vaadatuna lihtne
- kuna hüdroenergia muundamisel mehaaniliseks puudub vajadus kasutada vaheastmena pöörlevat liikumist, saavutatakse silindri kasutamisega, seadme kõrge kasutegur
- silindri poolt arendatav jõud on konstantne kogu kolvi liikumisulatuses
- samuti on konstantne kolvi liikumiskiirus, mis sõltub vedeliku vooluhulgast silindrisse ajaühikus ja kolvi pindalast
- Sõltuvalt konstruktsioonist võimaldab silinder töötamist nii tõmbele kui tõukele
- Kasutades hüdro-silindreid on võimalik ehitada seadmeid, millel on suur võimsus, kuid väike mass ja gabariidid.

Hüdro-silindrite tähtsamateks kasutus valdkondadeks on koormuste tõstmine ja langetamine, lukustus ja nihutus.

Kahepoolse toimega silindri korral toimub kolvi liikumine mõlemas suunas töövedeliku toimele. Kahepoolse toimega silindrite korral räägitakse kahest omavahel võrdsest või erineva suurusega kolvi efektiivsest pindalast



Sele 2. Kahepoolse toimega hüdrosilinder.

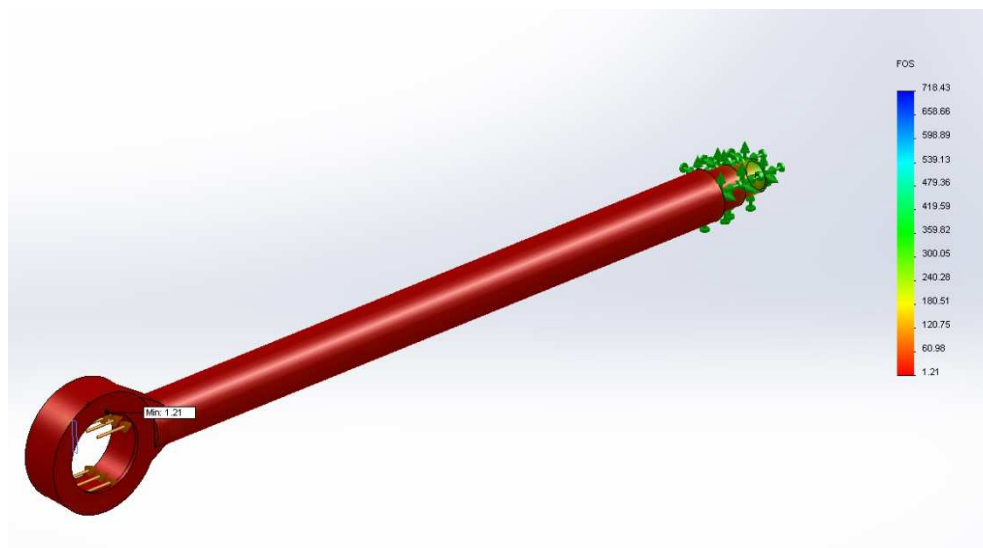
Antud hüdrosilinder, mida käsitlen on varre läbimõõduga 25 mm, kolvi läbimõõduga 40 mm, käigu pikkusega 280 mm ja silmade vahelise kaugusega 435 mm.

2.1 Tugevusarvutused

Tugevusarvutuste teostamiseks on kasutatud Solidworks tarkvara Simulation keskkonda. Tugevusarvutused on tehtud olulisematele keevisliidetele.

Varras ja silm ohustegur

Kuna silindrite puhul mõjuvad staatilised koormused siis peab konstruktsiooni ohutustegur olema minimaalselt 1,2.

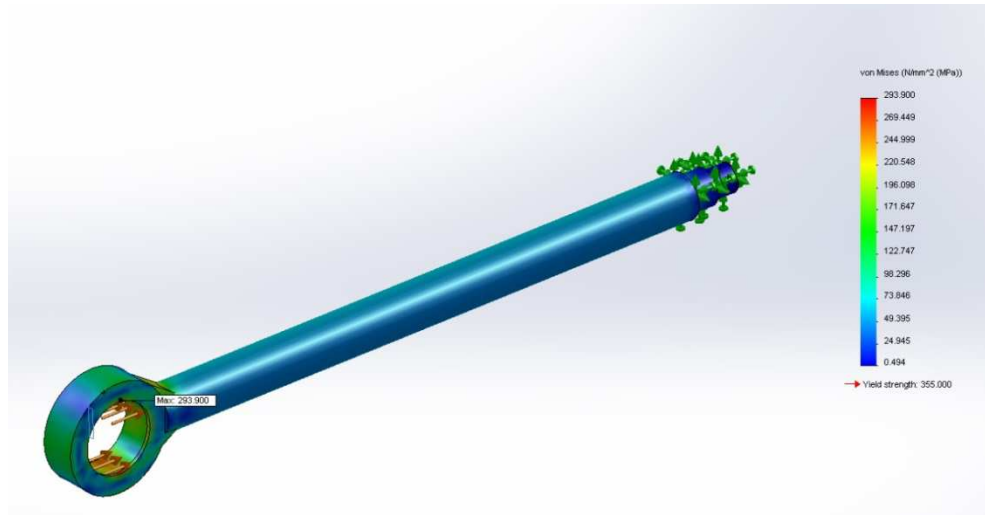


Sele 3. Koostu ohutustegur.

Ohutustegur 1,2 on saadud, rakendades koostule jõudu 30500 N. Jõud on rakendatud silma pesast varre otsa poole.

Varras ja silm tekkivad pinged

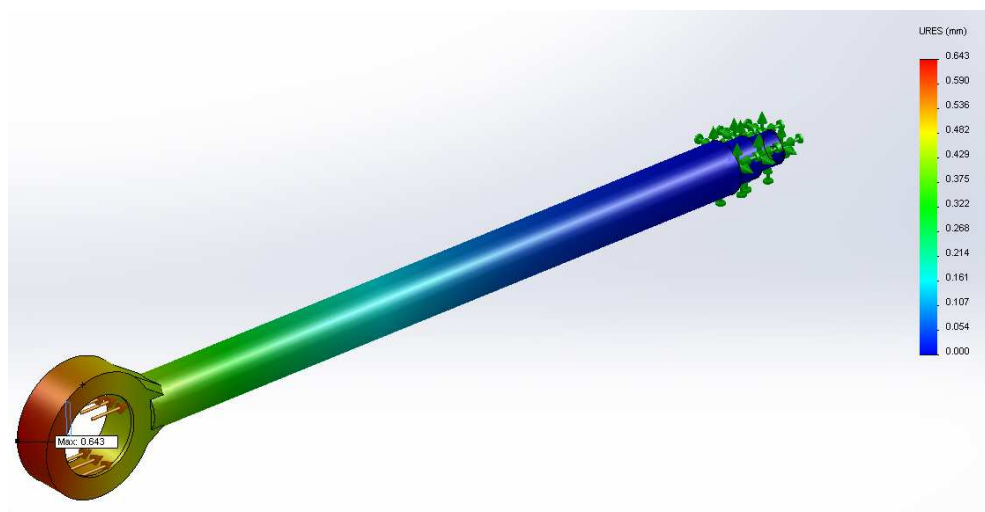
Maksimaalne pinge mis koostus tekib on $293,9 \text{ N/mm}^2$, kuna väärtus on materjali voolavuspiirist väiksem siis plastset deformatsiooni koostus ei teki.



Sele 4. Koostus tekkivad pinged.

Varras ja silm tekkiv läbipaine

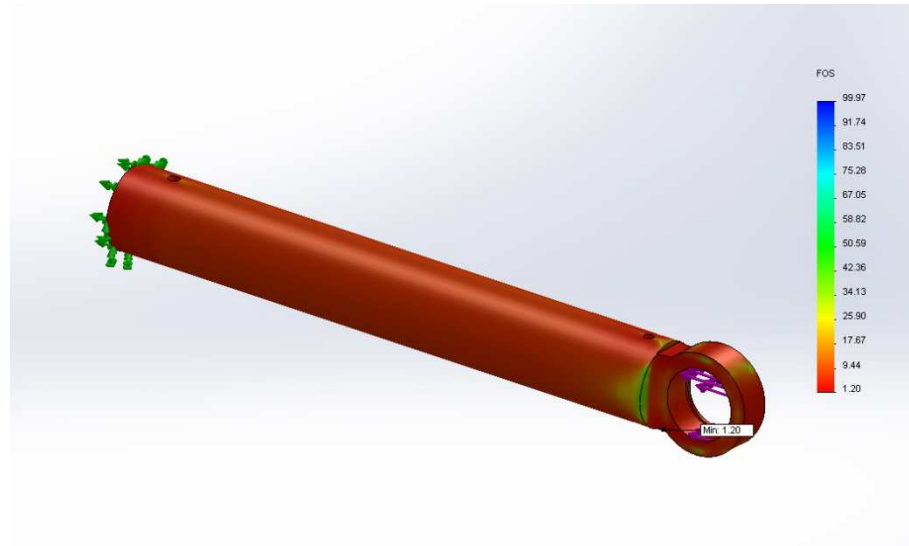
Koostus tekkiva elastse deformatsiooni tulemusena on maksimaalne dislokatsioon 0,643mm, mis tekib silma juures.



Sele 5. Koostus tekkiv läbipaine.

Hülss, põhi ja silm ohustegur

Kuna silindrite puhul mõjuvad staatilised koormused siis peab konstruktsiooni ohutustegur olema minimaalselt 1,2.

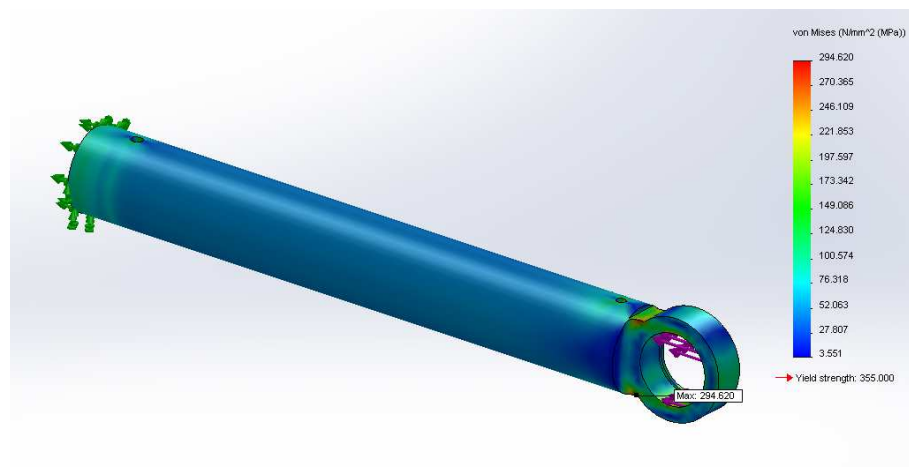


Sele 6. Koostu ohutustegur

Ohutustegur 1,2 on saadud, rakendades koostule jõudu 33200 N. Jõud on rakendatud silma pesast hülssi otsa poole.

Hülss, põhi ja silm tekkivad pinged

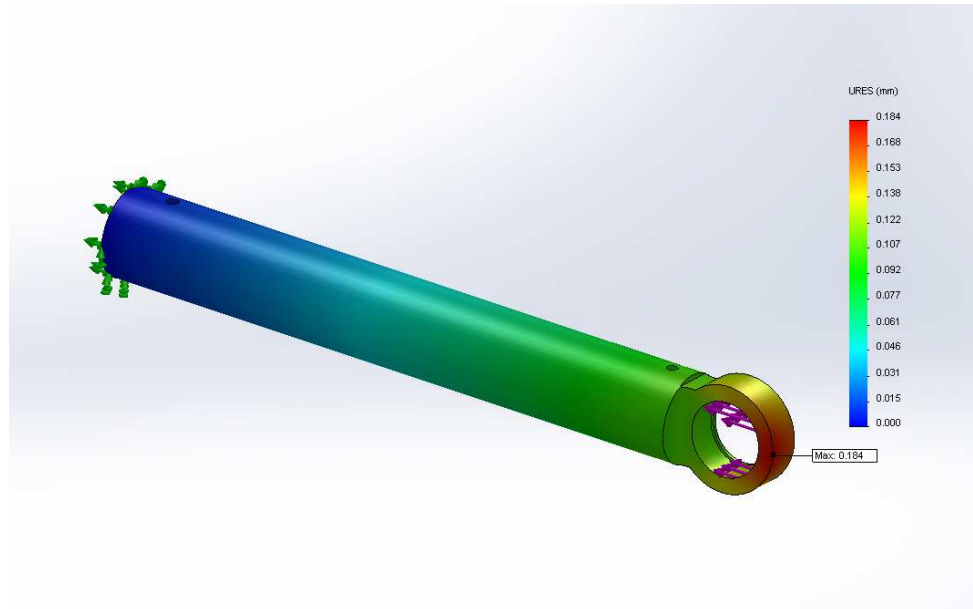
Maksimaalne pinge mis koostus tekib on $294,620 \text{ N/mm}^2$, kuna väärtus on materjali voolavuspiirist väiksem siis plastset deformatsiooni koostus ei teki.



Sele 7. Koostus tekkivad pinged

Varras ja silm tekkiv läbipaine

Koostus tekkiva elastse deformatsiooni tulemusena on maksimaalne dislokatsioon 0,184 mm, mis tekib silma juures.



Sele 8. Koostus tekkiv läbipaine.

3. VALMISTAMISE TEHNOLOOGIA

3.1 Tootmismaht

Antud silindrit on vaja toota 950 valmis silindrit aastas. Jaoskonna tootmisplaaniks võtan 5000 silindrit aastas. Aastal 2014 on umbkaudne tööttundide arv 2002 tundi. [1] See oleneb, muidugi ka aastast. Kontrollarvuks võtan nüüd aja, kus ühegi iseseisva protsessi kestvus ei tohi ületada antud arvu

$$\frac{2002}{950} = 2,1 \text{ h}$$

Arvesse tuleks võtta, et eri protsessid ei pruugi olla alati sünkroonis. Lisaks tuleks lahutada 2002-st kogu protsessi kestvuse aeg (aeg enne ja pärast aeglaseimat etappi). Seepärast vähendan kontrollaega 2,1 h pealt 1,9 h peale.

3.2 Sisseostu detailid

Tabel 1

Ostudetailid

nr	Nimetus	Firma, tootja	Mõõdud	kogus	Hind €,komp, tk
11	Varrepühkija	Varson Oü, Simrit	25-35-7/10	1	7.50€ tk
12	Survetihend		25-35-10	1	
13	Juhtpuks		25-28-18	1	
14	O-rõngas		37,2*3	1	
15	Kolvi tihned		40-32-15.5	1	
16	O-rõngas		20,2*3	1	
17	Liigendlaager	Varson Oü, Simrit	GE25	2	0,65€ tk
18	Määrdenippel	Würth	M6	2	0,1875€ tk
19	Stutsid	PMT	3/8“S	2	0,45€ tk

nr	Nimetus	Firma, tootja	Mõõdud	kogus	Hind €,komp, tk
20	Otsmutter	PMT	25/50-L40	1	3,94€ tk

Hind 7.50€ silindri tihendikomplektile, kehtib ostes 5000 komplekti. Määrdeniplite hind 0,1875€ kehtib 10000 tk-le. Liigendlaagrite hind 0,65€ kehtib 10000tk-le.

3.3 Seadmede andmed ja valiku põhjendus

Seadmed on valitud vastavalt antud materjalidele, mis tagavad nõutud toote valmistamiseks vajaliku täpsuse, lihtsuse ja tootlikuse.

1. JET 7“ x 12“ HVBS. [2]

Saagimiseks valin horisontaalse lintsa, mille maksimaalne ristlõige 90 kraadi juures on 178mm. Saag on mõõtmelalt väike ja vajadusel ka liigutatav. See tagab lihtsuse ja tootlikuse

2. Haas ST10 [3]

Valin treimiskeskuseks. Pinn on valitud täisautomaatne, selleks et vähendada töötusaegu ja tagada täpsus. Kokkuvõttes tagab see suurema tootlikuse. Pingi maksimaalne töödeldav diameeter on 165mm ja maksimaalne töötuspikkus ilma toestamata on 356mm. Pingi mootori võimuseks on 11,2 kW.

3. ESAB Migmaster 215 Pro. [7]

Võrreldes elektrodkeevitusega on MIG-keevitusel rida eeliseid: puuduvad ajakaod elektroodi vahetamiseks ja tootlikuse tõus; puuduvad elektroodi vahetamisest tingitud katkestused, mistõttu õmbluse kvaliteet on parem; keevitamisel ei teki räbu, termomõju tsoon on kuni 2 korda kitsam.

4. Bernardo B610 PRO [8]

Kuna puurimist ei ole palju siis, puurpingiks valin lihtsa ja väikse puurpingi maksimaalse puurimissügavusega 32mm ja mootori võimsusega 2,2 kw.

5. HAAS BAR1006ST [6]

Otsustasin lati etteandja võtta, et automatiseerida tootmist. Valisin antud lati etteandja lähtudes etteantava materjali läbimõõdust, milleks on Ø 38mm-60mm ja sobib tootja poolt määratletlt treipingile HAAS ST10

3.4 Detailide tehnoloogiliste režiimide valik ja põhjendus

Hülss saagimine

Toorikute tükeldamine ümar toruprofilist Ø50 mm pikkusega 350,5 mm, töötlemisvaruga 3mm. Pingil on kaks võimalikku lõikekiirust 40/ 80 m/min.

$$Q_{max} = V_c \times (1,54 - 1,13 \log \times tpi) = 40 \times \left(1,54 - 1,13 \log \times \frac{4}{6}\right) = 60,2 \text{ cm}^2/\text{min}$$

kus,

Q_{max} - materjali eemaldamise määr, cm^2/min

V_c - lõikekiirus, m/min

tpi - saelindil hambaid tolli kohta

Vastavalt materjali eemaldamise määrale leian masinaaja:

$$T = \frac{S}{Q_{max}} = \frac{7,065}{60,2} = 0,12 \text{ min} = 7 \text{ s}$$

kus,

S - ristlõikepindala, cm^2

Q_{max} - materjali eemaldamise määr, cm^2/min

Leian materjali täis ristlõikepindala:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left(\frac{5}{2}\right)^2 = 19,625 \text{ cm}^2$$

Kuna materjal on ümar toruprofil siis leian tühja osa pindalda :

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left(\frac{4}{2}\right)^2 = 12,56 \text{ cm}^2$$

Leian lõigatava osa pindalda:

$$19,625 \text{ cm}^2 - 12,56 \text{ cm}^2 = 7,065 \text{ cm}^2$$

kus,

S- ristlõikepindala, cm^2

r- lõigatava materjali raadius, cm

Hülssi otspinna ja faasi töötlemine

Tööriistahoidja: CoroTurn rigid clamp design DCLNR -1616H09 [4: A112]

Teriku tüüp: CNMG 09 03 08 [4: A112]

Terik: CNMG 09 03 08 PF GC4215 [4: A19]

$ap_{max} = 1,50 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap_{min} = 0,30 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap = 1,5 \text{ mm}$

$f_n = 0,15 \text{ mm/p}$ [4: A408]

$V_C = 500 \text{ m/min}$ [4: A425]

Leian pöörete arvu n:

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{500 \times 1000}{\pi \times 50} = 3185 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja koos faasi töötlemisega :

$$Tm = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{13}{0,15 \times 3185} = 1,6 \text{ s}$$

Hülssi otspinna töötlemine

Tööriistahoidja: CoroTurn rigid clamp design DCLNR -1616H09 [4: A112]

Teriku tüüp: CNMG 09 03 08 [4: A112]

Terik: CNMG 09 03 08 PF GC4215 [4: A19]

$$ap_{max} = 1,50 \text{ mm} \quad [4: A408]$$

$$ap_{min} = 0,30 \text{ mm} \quad [4: A408]$$

$$ap = 1,5 \text{ mm}$$

$$f_n = 0,15 \text{ mm/p} \quad [4: A408]$$

$$V_C = 500 \text{ m/min} \quad [4: A425]$$

Leian pöörete arvu n:

$$n = \frac{V_C \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{500 \times 1000}{\pi \times 50} = 3185 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja ilma faasita:

$$T_m = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{7}{0,15 \times 3185} = 0,9 \text{ s}$$

Hülsi sisemise astme kooriv töötlemine

Tööriistahoidja: Coromant Capto, Coro T-max P C4-PCLNR -13080-09 [4: A203]

Teriku tüüp: CNMG 09 03 08 [4: A95]

Terik: CNMG 09 03 08 PF GC4215 [4: A19]

VDI kinnitusega adapter: C4-RL K2040-00075M [4: G16]

$$ap_{max} = 1,50 \text{ mm} \quad [4: A408]$$

$$ap_{min} = 0,30 \text{ mm} \quad [4: A408]$$

$$ap = 1,5 \text{ mm}$$

$$f_n = 0,15 \text{ mm/p} \quad [4: A408]$$

$$V_C = 500 \text{ m/min} \quad [4: A425]$$

Leian pöörete arvu n :

$$n = \frac{V_C \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{500 \times 1000}{\pi \times 50} = 3185 \text{ p/min}$$

Arvutan masinaaja:

$$T_m = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{12}{0,15 \times 3185} = 1,5 \text{ s}$$

Hülssi sisemise astme puhas töötlus

Tööriistahoidja: Coromant Capto, Coro T-max P C4-PCLNR -13080-09 [4: A203]

Teriku tüüp: CNMG 09 03 08 [4: A95]

Terik: CNMG 09 03 08 PF GC4215 [4: A19]

VDI kinnitusega adapter : C4-RL K2040-00075M [4: G16]

$ap_{max} = 1,50 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap_{min} = 0,30 \text{ mm}$: [4: A408]

$ap = 1 \text{ mm}$

$f_n = 0,1 \text{ mm/p}$ [4: A408]

$V_C = 560 \text{ m/min}$ [4: A425]

Leian pöörete arvu n :

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{560 \times 1000}{\pi \times 50} = 3567 \text{ p/min}$$

Arvutan masinaaja:

$$T_m = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{12}{0,1 \times 3567} = 2 \text{ s}$$

Hülssi keermestamine M44X2

Tööriistahoidja: Coromant capto T-max U-Lock C4-R 166.0KF-1206-11 [4: C53]

Terik: R166.0L-11VM01-001 GC1020 [4: C30]

VDI kinnitusega adapter : C4-RL K2040-00075M [4: G16]

$ap = 1,17 \text{ mm}$ [4: C75]

$$f_n = 2 \text{ mm/p}$$

$$V_C = 125 \text{ m/min}$$

[4: G80]

Leian pöörete arvu n :

$$n = \frac{V_C \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{125 \times 1000}{\pi \times 50} = 796,2 \text{ p/min}$$

Arvutan masinaaja:

$$T_m = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{14}{2 \times 796,2} = 0,5 \text{ s}$$

Hülss avade tsentreerimine

Tsentripuur: MSP0300SB

[5]

$$D_c = 3 \text{ mm}$$

$$ap = 2 \text{ mm}$$

$$f_n = 0,1 \text{ mm/p}$$

Leian pöörete arvu n:

$$n = \frac{50 \times 1000}{\pi \times 3} = 5308 \text{ p/min}$$

Leian arvutusliku lõikekiiruse:

$$V_C = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{\pi \times 3 \times 5308}{1000} = 50 \text{ m/min}$$

$$V_f = f_n \times n = 0,1 \times 5308 = 530,8 \text{ mm/min}$$

Leian masinaaja:

$$T_m = \frac{l}{V_f} = \frac{2}{530,8} = 0,2 \text{ s}$$

Kuna neid avasi on vaja tsentrerida kaks siis :

$$T_m = 0,2 \times 2 = 0,4 \text{ s}$$

Hülss ava puurimine Ø 7mm

Puur:

$$D_c = 7 \text{ mm}$$

$$ap = 6 \text{ mm}$$

$$f_n = 0,1 \text{ mm/p}$$

Leian pöörete arvu n:

$$n = \frac{13,2 \times 1000}{\pi \times 7} = 600 \text{ p/min}$$

Leian arvutusliku lõikekiiruse:

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{\pi \times 7 \times 600}{1000} = 13,2 \text{ m/min}$$

$$V_f = f_n \times n = 0,1 \times 600 = 60 \text{ mm/min}$$

Leian masinaaja:

$$T_m = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{6}{0,1 \times 600} = 10 \text{ s}$$

Kuna neid avasi on vaja puurida kaks siis :

$$T_m = 10 \times 2 = 20 \text{ s}$$

Varre saagimine

Toorikute tükeldamine ümar kalibreeritud lattmaterjalist Ø25 mm pikkusega 364 mm, kus töötlemisvaru on 4mm pikkusest. Pingil on kaks võimalikku lõikekiirust 40/ 80 m/min.

$$Q_{max} = V_c \times (1,54 - 1,13 \log \times tpi) = 40 \times \left(1,54 - 1,13 \log \times \frac{4}{6}\right) = 60,2 \text{ cm}^2/\text{min}$$

kus,

Q_{max} - materjali eemaldamise määr, cm^2/min

V_c - lõikekiirus, m/min

tpi- saelindil hambaid tolli kohta

Vastavalt materjali eemaldamise määrale leian masinaaja:

$$T = \frac{S}{Q_{max}} = \frac{4,9}{60,2} = 0,08 \text{ min} = 4,9s$$

kus,

S- ristlõikepindala, cm^2

Q_{max} - materjali eemaldamise määr, cm^2/min

Leian materjali täis ristlõikepindala:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left(\frac{2,5}{2}\right)^2 = 4,9 \text{ cm}^2$$

kus,

S- ristlõikepindala, cm^2

r- lõigatava materjali raadius, cm

Varre otspinna kooriv töötlemine

Tööriistahoidja: CoroTurn rigid clamp design DCLNR-1616H09 [4: A112]

Teriku tüüp: CNMG 09 03 08 [4: A112]

Terik: CNMG 09 03 08 PF GC4215 [4: A19]

$ap_{max} = 1,50 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap_{min} = 0,30 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap = 1 \text{ mm}$

$f_n = 0,15 \text{ mm/p}$ [4: A408]

$V_C = 500/min$ [4: A425]

Leian pöörete arvu n :

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{500 \times 1000}{\pi \times 25} = 6369 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja ilma faasita :

$$T_m = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{14,5}{0,15 \times 6369} = 0,9 \text{ s}$$

Kuna on vaja töödelda kooriva töötusega kaks otpinda siis:

$$T_m = 0,8 \times 2 = 1,6 \text{ s}$$

Varre otpinna puhas töötlemine

Tööriistahoidja: CoroTurn rigid clamp design DCLNR- 1616H09 [4: A112]

Teriku tüüp: CNMG 09 03 08 [4: A112]

Terik: CNMG 09 03 08 PF GC4215 [4: A19]

$ap_{max} = 1,50 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap_{min} = 0,30 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap = 1 \text{ mm}$

$f_n = 0,1 \text{ mm/p}$ [4: A408]

$V_c = 560 \text{ m/min}$ [4: A425]

Leian pöörete arvu n :

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{560 \times 1000}{\pi \times 25} = 7134 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja ilma faasita :

$$T_m = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{14,5}{0,1 \times 7134} = 1,2 \text{ s}$$

Kuna on vaja töödelda puhas töötlustega kaks otspinda siis:

$$Tm = 1,4 \times 2 = 2,8 \text{ s}$$

Varre astme kooriv töötlemine

Tööriistahoidja: CoroTurn rigid clamp design DCLNR- 1616H09 [4: A112]

Teriku tüüp: CNMG 09 03 08 [4: A112]

Terik: CNMG 09 03 08 PF GC4215 [4: A19]

$ap_{max} = 1,50 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap_{min} = 0,30 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap = 1,5 \text{ mm}$

$f_n = 0,15 \text{ mm/p}$ [4: A408]

$V_C = 500 \text{ m/min}$ [4: A425]

Leian pöörete arvu n :

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{500 \times 1000}{\pi \times 25} = 6369 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja

$$Tm = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{31}{0,15 \times 6369} = 1,9 \text{ s}$$

Varre astme puhas töötlus

Tööriistahoidja: CoroTurn rigid clamp design DCLNR- 1616H09 [4: A112]

Teriku tüüp: CNMG 09 03 08 [4: A112]

Terik: CNMG 09 03 08 PF GC4125 [4: A19]

$ap_{max} = 1,50 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap_{min} = 0,30 \text{ mm}$ [4: A408]

$$ap = 1 \text{ mm}$$

$$f_n = 0,1 \text{ mm/p} \quad [4: A408]$$

$$V_c = 560 \text{ m/min} \quad [4: A425]$$

Leian pöörete arvu n :

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{560 \times 1000}{\pi \times 25} = 7134 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja :

$$T_m = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{31}{0,1 \times 7134} = 2,6 \text{ s}$$

Varre keermestamine M16X2

Tööriistahoidja: T-max U-Lock R 166.4 FGZ-2525-16 [4: C49]

Terik: R166.0G-16VM01-001 GC 1020 [4: C30]

VDI kinnitusega adapter : C4-RL K2040-00075M [4: G16]

$$ap = 1,21 \text{ mm} \quad [4: C75]$$

$$f_n = 2 \text{ mm/p}$$

$$V_c = 125 \text{ m/min} \quad [4: G80]$$

Leian pöörete arvu n :

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{125 \times 1000}{\pi \times 25} = 1592 \text{ p/min}$$

Arvutan masinaaja:

$$T_m = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{16}{2 \times 1592} = 0,3 \text{ s}$$

Kolb saagimine

Toorikute tükeldamine ümar kalibreeritud lattmaterjalist Ø38mm pikkusega 1000 mm. Lati pikkus on ettenähtud ette andmiseks latisööturiga. Pingil on kaks võimalikku lõikekiirust 40/ 80 m/min.

$$Q_{max} = V_c \times (1,54 - 1,13 \log \times tpi) = 40 \times \left(1,54 - 1,13 \log \times \frac{4}{6}\right) = 60,2 \text{ cm}^2/\text{min}$$

kus,

Q_{max} - materjali eemaldamise määr, cm^2/min

V_c - lõikekiirus, m/min

tpi - saelindil hambaid tolli kohta

Vastavalt materjali eemaldamise määrale leian masinaaja:

$$T = \frac{S}{Q_{max}} = \frac{11,3354}{60,2} = 0,12 \text{ min} = 11,3 \text{ s}$$

kus,

S - ristlõikepindala, cm^2

Q_{max} - materjali eemaldamise määr, cm^2/min

Leian materjali täis ristlõikepindala:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left(\frac{3,8}{2}\right)^2 = 11,3354 \text{ cm}^2$$

kus,

S - ristlõikepindala, cm^2

r - lõigatava materjali raadius, cm

Kolb otspinna ja raadiuse kooriv töötlemine(1000mm lati saagimise järgse otsa)

Tööriistahoidja: CoroTurn rigid clamp design DCLNR- 1616H09 [4: A112]

Teriku tüüp: CNMG 09 03 08 [4: A112]

Terik: CNMG 09 03 08 PF GC4215 [4: A19]

$ap_{max} = 1,50 \text{ mm}$ [4: A408]

$$ap_{min} = 0,30 \text{ mm} \quad [4: A408]$$

$$ap = 1 \text{ mm}$$

$$f_n = 0,15 \text{ mm/p} \quad [4: A408]$$

$$V_C = 500 \text{ m/min} \quad [4: A425]$$

Leian pöörete arvu n:

$$n = \frac{V_C \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{500 \times 1000}{\pi \times 38} = 4190 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja:

$$T_m = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{21}{0,15 \times 4358} = 2 \text{ s}$$

Kolb otspinna ja raadiuse puhas töötlemine (1000mm lati saagimise järgse otsa)

Tööriistahoidja: CoroTurn rigid clamp design DCLNR- 1616H09 [4: A112]

Teriku tüüp: CNMG 09 03 08 [4: A112]

Terik: CNMG 09 03 08 PF GC4215 [4: A19]

$$ap_{max} = 1,50 \text{ mm} \quad [4: A408]$$

$$ap_{min} = 0,30 \text{ mm} \quad [4: A408]$$

$$ap = 1 \text{ mm}$$

$$f_n = 0,1 \text{ mm/p} \quad [4: A408]$$

$$V_C = 560 \text{ m/min} \quad [4: A425]$$

Leian pöörete arvu n :

$$n = \frac{V_C \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{560 \times 1000}{\pi \times 38} = 4693 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja:

$$Tm = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{21}{0,1 \times 4693} = 2,7 \text{ s}$$

Kolvi läbiva ava tsentri puurimine

Tsentripuur:MSP0300SB

[5]

$$D_c = 3 \text{ mm}$$

$$ap = 2 \text{ mm}$$

$$f_n = 0,1 \text{ mm/p}$$

Leian pöörete arvu n:

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{50 \times 1000}{\pi \times 3} = 5308 \text{ p/min}$$

Leian arvutusliku lõikekiiruse:

$$V_c = \frac{\pi \times D \times n}{1000} = \frac{\pi \times 3 \times 5308}{1000} = 50 \text{ m/min}$$

$$V_f = f_n \times n = 0,1 \times 5308 = 530,8 \text{ mm/min}$$

Leian masinaaja:

$$Tm = \frac{l}{V_f} = \frac{2}{530,8} = 0,2 \text{ s}$$

Kolvi puurimine Ø14 mm

Puur: CoroDrill Delta C – R840-1400-30-A1A

[4: E11]

$$D_m = 14 \text{ mm}$$

$$f_n = 0,18 \text{ mm/p}$$

[4: E72]

$$V_c = 80 \text{ m/min}$$

[4: E72]

Leian pöörete arvu n:

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{80 \times 1000}{\pi \times 14} = 1820 \text{ p/min}$$

$$V_f = f_n \times n = 0,18 \times 1820 = 327,6 \text{ mm/min}$$

Leian masinaaja:

$$T_m = \frac{l}{V_f} = \frac{31}{327,6} = 5,7 \text{ s}$$

Kolvi sisemise astme kooriv töötlemine

Tööriistahoidja: Coro Turn 107 A10K-SCLCR 06R [4: A224]

Teriku tüüp: CCMT 06 02 04 [4: A224]

Terik: CCMT 06 02 04 –PF GC4215 [4: A41]

Adapter: EasyFix sleeve 131-2010-B [4: A304]

$ap_{max} = 1,70 \text{ mm}$ [4: A415]

$ap_{min} = 0,10 \text{ mm}$ [4: A415]

$ap = 1 \text{ mm}$

$f_n = 0,15 \text{ mm/p}$ [4: A415]

$V_c = 500 \text{ m/min}$ [4: A425]

Leian pöörete arvu n :

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{500 \times 1000}{\pi \times 38} = 4190 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja:

$$T_m = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{15}{0,15 \times 4190} = 1,4 \text{ s}$$

Kuna koorivas töötlemises on vaja teha kaks läbimit siis

$$Tm = 1,4 \times 2 = 2,8 \text{ s}$$

Kolvi sisemise astme puhas töötlemine

Tööriistahoidja: Coro Turn 107 A10K-SCLCR 06R [4: A224]

Teriku tüüp: CCMT 060204 [4: A224]

Terik: CCMT 06 02 04 –PF GC4215 [4: A41]

Adapter: EasyFix sleeve 131-2010-B [4: A304]

$ap_{max} = 1,70 \text{ mm}$ [4: A415]

$ap_{min} = 0,10 \text{ mm}$ [4: A415]

$ap = 1 \text{ mm}$

$f_n = 0,1 \text{ mm/p}$ [4: A415]

$V_C = 560 \text{ m/min}$ [4: A425]

Leian pöörete arvu n :

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{560 \times 1000}{\pi \times 38} = 4693 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja:

$$Tm = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{15}{0,1 \times 4693} = 1,9 \text{ s}$$

Kolvi keermestamine M16X2

Tööriistahoidja: T-Max,U-Lock R 166.4 KF-16-16 [4: C55]

Terik: R166.0L-16VM01-001 GC 1020 [4: C30]

$ap = 1,15 \text{ mm}$ [4: C75]

$f_n = 2 \text{ mm/p}$

$$V_C = 185 \text{ m/min}$$

[4: C80]

Leian pöörete arvu n :

$$n = \frac{V_C \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{185 \times 1000}{\pi \times 38} = 1550 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja:

$$Tm = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{16}{2 \times 1550} = 0,3 \text{ s}$$

Sisemise soone kooriv töötlemine

Tööriistahoidja: Coro Cut MB, MB –A16-16-07

[4: B96]

Terik: MB 07G300-00-11 R GC 1025

[4: B89]

$$l_a = 3 \text{ mm}$$

$$ar_{max} = 2,8 \text{ mm}$$

[4: B89]

$$ar = 1,5 \text{ mm}$$

$$f_n = 0,3 \text{ mm/p}$$

[4: B125]

$$V_C = 120 \text{ m/min}$$

[4: B125]

Leian pöörete arvu n :

$$n = \frac{V_C \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{120 \times 1000}{\pi \times 38} = 1006 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja:

$$Tm = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{13}{0,3 \times 1006} = 2,6 \text{ s}$$

Sisemise soone puhas töötlemine

Tööriistahoidja: Coro Cut MB, MB –A16-16-07

[4: B96]

Terik: MB 07G300-00-11 R GC 1025

[4: B89]

$$l_a = 3 \text{ mm}$$

$$ar_{max} = 2,8 \text{ mm} \quad [4: B89]$$

$$ar = 1 \text{ mm}$$

$$f_n = 0,1 \text{ mm/} \quad [4: B125]$$

$$V_C = 160 \text{ m/min} \quad [4: B125]$$

Leian pöörete arvu n:

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{160 \times 1000}{\pi \times 38} = 1341 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja:

$$m = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{13}{0,1 \times 1676} = 4,7 \text{ s}$$

Kolvi välimiste astmete kooriv töötlus

Tööriistahoidja: Coromant capto, Coro cut 1-and 2 edge C4RF 123 G20-27060B [4: B25]

Teriku tüüp: N123G2-0300-CM [4: B25]

VDI kinnitusega adapter : C4-RL K2040-00075M [4: G16]

Terik: N123G2-0300-002-CM GC 2135 [4: B16]

$$l_a = 3 \text{ mm}$$

$$ar_1 = 1 \text{ mm}, ar_2 = 1 \text{ mm}, ar_3 = 0,5 \text{ mm}$$

$$ar_{max} = 18,9 \text{ mm} \quad [4: B16]$$

$$f_n = 0,2 \text{ mm/} \quad [4: B111]$$

$$V_C = 110 \text{ m/min} \quad [4: B125]$$

Leian pöörete arvu n :

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{110 \times 1000}{\pi \times 38} = 922 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja kokku, koorival töötluses, kõigil läbimitel :

$$Tm = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{56,75}{0,2 \times 922} = 18,5 \text{ s}$$

Kolvi välimiste astmete puhas töötlus

Tööriistahoidja: Coromant capto, Coro cut 1-and 2 edge C4RF 123 G20-27060B [4: B25]

Teriku tüüp: N123G2-0300-CM [4: B25]

VDI kinnitusega adapter : C4-RL K2040-00075M [4: G16]

Terik: N123G2-0300-002-CM GC 2135 [4: B16]

$$l_a = 3 \text{ mm}$$

$$ar_{max} = 18,9 \text{ mm} \quad [4: B16]$$

$$ar = 0,5 \text{ mm}$$

$$f_n = 0,1 \text{ mm/} \quad [4: B111]$$

$$V_c = 150 \text{ m/min} \quad [4: B125]$$

Leian pöörete arvu n:

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{150 \times 1000}{\pi \times 38} = 1257 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja:

$$Tm = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{40}{0,1 \times 1257} = 19 \text{ s}$$

Kolvi otspinna ja raadiusete töötlemine koos mahalõikega

Tööriistahoidja: Coromant capto, Coro cut 1-and 2 edge C4RF 123 G20-27060B [4: B25]

Teriku tüüp: N123G2-0300-CM [4: B25]

VDI kinnitusega adapter : C4-RL K2040-00075M [4: G16]

Terik: N123G2-0300-002-CM GC 2135 [4: B16]

$$l_a = 3 \text{ mm}$$

$$ar_{max} = 18,9 \text{ mm} \quad [4: B16]$$

$$ar = 1 \text{ mm}$$

$$f_n = 0,05 \text{ mm/} \quad [4: B111]$$

$$V_c = 175 \text{ m/min} \quad [4: B125]$$

Leian pöörete arvu n:

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{175 \times 1000}{\pi \times 38} = 1467 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja:

$$Tm = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{14}{0,05 \times 1467} = 11 \text{ s}$$

Põhi saagimine

Toorikute tükeldamine ümar kalibreeritud lattmaterjalist Ø50mm pikkusega 1000 mm. Lati pikkus on ettenähtud ette andmiseks latisööturiga. Pingil on kaks võimalikku lõikekiirust 40/ 80 m/min.

$$Q_{max} = V_c \times (1,54 - 1,13 \log \times tpi) = 40 \times \left(1,54 - 1,13 \log \times \frac{4}{6}\right) = 60,2 \text{ cm}^2/\text{min}$$

kus,

Q_{max} - materjali eemaldamise määr, cm^2/min

V_c - lõikekiirus, m/min

tpi - saelindil hambaid tolli kohta

Vastavalt materjali eemaldamise määrale leian masinaaja:

$$T = \frac{S}{Q_{max}} = \frac{19,625}{60,2} = 0,33 \text{ min} = 19,6 \text{ s}$$

kus,

S- ristlõikepindala, cm^2

Q_{max} - materjali eemaldamise määr, cm^2/min

Leian materjali täis ristlõikepindala:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left(\frac{5}{2}\right)^2 = 19,625 \text{ cm}^2$$

kus,

S- ristlõikepindala, cm^2

r- lõigatava materjali raadius, cm

Põhja otspinna kooriv töötlemine(1000mm lati saagimise järgse otsa)

Tööriistahoidja: CoroTurn rigid clamp design DCLNR- 1616H09 [4: A112]

Teriku tüüp: CNMG 09 03 08 [4: A112]

Terik: CNMG 09 03 08 PF GC4215 [4: A19]

$ap_{max} = 1,50 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap_{min} = 0,30 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap = 1 \text{ mm}$

$f_n = 0,15 \text{ mm/p}$ [4: A408]

$V_c = 500 \text{ m/min}$ [4: A425]

Leian pöörete arvu n :

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{500 \times 1000}{\pi \times 50} = 3185 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja:

$$T_m = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{27}{0,15 \times 3185} = 3,4 \text{ s}$$

Põhja otspinna puhas töötlemine(1000mm lati saagimise järgse otsa)

Tööriistahoidja: CoroTurn rigid clamp design DCLNR- 1616H09 [4: A112]

Teriku tüüp: CNMG 09 03 08 [4: A112]

Terik: CNMG 09 03 08 PF GC4215 [4: A19]

$ap_{max} = 1,50 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap_{min} = 0,30 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap = 1 \text{ mm}$

$f_n = 0,1 \text{ mm/p}$ [4: A408]

$V_c = 560 \text{ m/min}$ [4: A425]

Leian pöörete arvu n :

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{560 \times 1000}{\pi \times 50} = 3567 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja:

$$Tm = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{27}{0,1 \times 3567} = 4,5 \text{ s}$$

Põhja astmete kooriv töötlemine

Tööriistahoidja: CoroTurn rigid clamp design DCLNR- 1616H09 [4: A112]

Teriku tüüp: CNMG 09 03 08 [4: A112]

Terik: CNMG 09 03 08 PF GC4125 [4: A19]

$ap_{max} = 1,50 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap_{min} = 0,30 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap = 1,5 \text{ mm}$

$f_n = 0,15 \text{ mm/p}$ [4: A408]

$$V_c = 500 \text{ m/min}$$

[4: A425]

Leian pöörete arvu n:

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{500 \times 1000}{\pi \times 50} = 3185 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja

$$Tm = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{51}{0,15 \times 3185} = 6,4 \text{ s}$$

Põhja astmete puhas töötlemine

Tööriistahoidja: CoroTurn rigid clamp design DCLNR- 1616H09

[4: A112]

Teriku tüüp: CNMG 09 03 08

[4: A112]

Terik: CNMG 09 03 08 PF GC4215

[4: A19]

$$ap_{max} = 1,50 \text{ mm}$$

[4: A408]

$$ap_{min} = 0,30 \text{ mm}$$

[4: A408]

$$ap = 1 \text{ mm}$$

$$f_n = 0,1 \text{ mm/p}$$

[4: A408]

$$V_c = 560 \text{ m/min}$$

[4: A425]

Leian pöörete arvu n :

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{560 \times 1000}{\pi \times 50} = 3567 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja:

$$Tm = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{28}{0,1 \times 3567} = 4,7 \text{ s}$$

Põhja otspinna ja faasi töötlemine koos mahalõikega

Tööriistahoidja: Coromant capto, Coro cut 1-and 2 edge C4RF 123 G20-27060B

[4: B25]

Teriku tüüp: N123G2-0300-CM [4: B25]

VDI kinnitusega adapter : C4-RL K2040-00075M [4: G16]

Terik: N123G2-0300-002-CM GC 2135 [4: B16]

$l_a = 3 \text{ mm}$

$ar_{max} = 18,9 \text{ mm}$ [4: B16]

$ar = 1 \text{ mm}$

$f_n = 0,05 \text{ mm/}$ [4: B111]

$V_c = 175 \text{ m/min}$ [4: B125]

Leian pöörete arvu n:

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{175 \times 1000}{\pi \times 50} = 1115 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja:

$$Tm = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{27}{0,05 \times 1115} = 29 \text{ s}$$

Silm saagimine

Toorikute tükeldamine ümar kalibreeritud lattmaterjalist Ø60mm pikkusega 1000 mm. Lati pikkus on ettenähtud ette andmiseks latisööturiga. Pingil on kaks võimalikku lõikekiirust 40/ 80 m/min.

$$Q_{max} = V_c \times (1,54 - 1,13 \log \times tpi) = 40 \times \left(1,54 - 1,13 \log \times \frac{4}{6}\right) = 60,2 \text{ cm}^2/\text{min}$$

kus,

Q_{max} - materjali eemaldamise määr, cm^2/min

V_c - lõikekiirus, m/min

tpi - saelindil hambaid tolli kohta

Vastavalt materjali eemaldamise määrale leian masinaaja:

$$T = \frac{S}{Q_{\max}} = \frac{28,26}{60.2} = 0,47 \text{ min} = 28 \text{ s}$$

kus,

S- ristlõikepindala, cm^2

$Q_{\max}$ - materjali eemaldamise määr, cm^2/min

Leian materjali täis ristlõikepindala:

$$S = \pi \times r^2 = \pi \times \left(\frac{6}{2}\right)^2 = 28,26 \text{ cm}^2$$

kus,

S- ristlõikepindala, cm^2

r- lõigatava materjali raadius, cm

Silm otspinnaja faasi kooriv töötlemine (1000mm lati saagimise järgse otsa)

Tööriistahoidja: CoroTurn rigid clamp design DCLNR- 1616H09 [4: A112]

Teriku tüüp: CNMG 09 03 08 [4: A112]

Terik: CNMG 09 03 08 PF GC4215 [4: A19]

$ap_{\max} = 1,50 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap_{\min} = 0,30 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap = 1 \text{ mm}$

$f_n = 0,15 \text{ mm/p}$ [4: A408]

$V_C = 500 \text{ m/min}$ [4: A425]

Leian pöörete arvu n:

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{500 \times 1000}{\pi \times 60} = 2654 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja:

$$Tm = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{32}{0,15 \times 2654} = 4,8 \text{ s}$$

Silma otspinna faasi puhas töötlemine (1000mm lati saagimise järgse otsa)

Tööriistahoidja: CoroTurn rigid clamp design DCLNR- 1616H09 [4: A112]

Teriku tüüp: CNMG 09 03 08 [4: A112]

Terik: CNMG 09 03 08 PF GC4215 [4: A19]

$ap_{max} = 1,50 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap_{min} = 0,30 \text{ mm}$ [4: A408]

$ap = 1 \text{ mm}$

$f_n = 0,1 \text{ mm/p}$ [4: A408]

$V_C = 560 \text{ m/min}$ [4: A425]

Leian pöörete arvu n:

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{560 \times 1000}{\pi \times 60} = 2972 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja:

$$Tm = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{32}{0,1 \times 2972} = 6,5 \text{ s}$$

Silm puurimine Ø 39mm

Puur: CoroDrill 880 – 880-D3900L40-02 [4: E45]

Terikplaadid: 880-0704 W10A-P-LM GC4024

[4: E59]

$$D_m = 39 \text{ mm}$$

$$f_n = 0,1 \text{ mm/p}$$

[4: E77]

$$V_C = 250 \text{ m/min}$$

[4: E76]

Leian pöörete arvu n:

$$n = \frac{V_C \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{250 \times 1000}{\pi \times 39} = 2041 \text{ p/min}$$

$$V_f = f_n \times n = 0,1 \times 2041 = 204,1 \text{ mm/min}$$

Leian masinaaja:

$$T_m = \frac{l}{V_f} = \frac{22}{204,1} = 6,5 \text{ s}$$

ilma sisemise astme kooriv töötlemine

ööriistahoidja: Coro Turn 107 A10K-SCLCR- 06R

[4: A224]

Teriku tüüp: CCMT 06 02 04

[4: A224]

Terik: CCMT 06 02 04 –PF GC4215

[4: A41]

Adapter: EasyFix sleeve 131-2010-B

[4: A304]

$$ap_{max} = 1,70 \text{ mm}$$

[4: A415]

$$ap_{min} = 0,10 \text{ mm}$$

[4: A415]

$$ap = 1 \text{ mm}$$

$$f_n = 0,15 \text{ mm/p}$$

[4: A415]

$$V_C = 500 \text{ m/min}$$

[4: A425]

Leian pöörete arvu n :

$$n = \frac{V_C \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{500 \times 1000}{\pi \times 60} = 2654 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja:

$$Tm = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{20}{0,15 \times 2654} = 3 \text{ s}$$

Silma sisemise astme puhas töötlemine

Tööriistahoidja: Coro Turn 107 A10K-SCLCR- 06R [4: A224]

Teriku tüüp: CCMT 06 02 04 [4: A224]

Terik: CCMT 06 02 04 –PF GC4215 [4: A41]

Adapter: EasyFix sleeve 131-2010-B [4: A304]

$ap_{max} = 1,70 \text{ mm}$ [4: A415]

$ap_{min} = 0,10 \text{ mm}$ [4: A415]

$ap = 0,5 \text{ mm}$

$f_n = 0,1 \text{ mm/p}$ [4: A415]

$V_C = 560 \text{ m/min}$ [4: A425]

Leian pöörete arvu n:

$$n = \frac{V_c \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{560 \times 1000}{\pi \times 60} = 2972 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja:

$$Tm = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{20}{0,1 \times 2972} = 4 \text{ s}$$

Silma otspinna ja otspindade faaside töötlemine koos mahalõikega

Tööriistahoidja: Coromant capto, Coro cut 1-and 2 edge C4R F 123 G20-27060B [4: B25]

Teriku tüüp: N123G2-0300-CM [4: B25]

VDI kinnitusega adapter : C4-RL K2040-00075M [4: G16]

Terik: N123G2-0300-002-CM GC 2135 [4: B16]

$$l_a = 3 \text{ mm}$$

$$ar_{max} = 18,9 \text{ mm} \quad [4: B16]$$

$$ar = 1 \text{ mm}$$

$$f_n = 0,05 \text{ mm/} \quad [4: B111]$$

$$V_C = 175 \text{ m/min} \quad [4: B125]$$

Leian pöörete arvu n:

$$n = \frac{V_C \times 1000}{\pi \times D_m} = \frac{175 \times 1000}{\pi \times 60} = 929 \text{ p/min}$$

Leian masinaaja:

$$Tm = \frac{l}{f_n \times n} = \frac{36}{0,05 \times 929} = 47 \text{ s}$$

Keevitamine

Stutsid : kasutan MIG keevitust:

$$Tm = \frac{\text{Kontuuripikkus}}{\text{Keevitamiskiirus}} = \frac{75,36}{180 \text{ mm/min}} = 25,12 \text{ s} = 0,42 \text{ min}$$

Kuna stutse on kaks siis:

$$Tm = 0,42 \times 2 = 0,84 \text{ min}$$

Varras +silm : kasutan MIG keevitust:

$$Tm = \frac{\text{Kontuuripikkus}}{\text{Keevitamiskiirus}} = \frac{78,5}{180 \text{ mm/min}} = 26,12 \text{ s}$$

Hülss+põhi: kasutan MIG keevitust:

$$Tm = \frac{\text{Kontuuripikkus}}{\text{Keevitamiskiirus}} = \frac{157}{180 \text{ mm/min}} = 52,3 \text{ s}$$

Hülss+põhi : kasutan MIG keevitust:

$$Tm = \frac{\text{Kontuuripikkus}}{\text{Keevitamiskiirus}} = \frac{99,2}{180 \text{ mm/min}} = 33,1 \text{ s}$$

3.5 Operatsiooni aegade normeerimine

Tabel 2

Normeerimine

Jrk nr	Operatsioon	Seade	Ajad, min					
			T_m	T_a	T_{tehn}^+ T_{org}	T_{el}	T_v	T_{kalk}
	Hülss							
1	Tooriku saagimine 163mm	JET 7“ x 12“ HVBS	0,12	0,4	20+10	20	0,3	0,84
2	Otspinna töötlemine koos faasiga	Treimiskeskus HAAS ST10	0,03	0,3	20+10	20	0,2	0,55
3	Otspinna töötlus		0,015	0,2	20+10		0,1	0,54
4	Sisemise astme kooriv töötlus		0,003	0,3	20+10		0,2	0,52
5	Sisemise astme puhas töötlus		0,033	0,2	20+10		0,1	0,35
6	Keermestamine M44X2		0,008	0,2	20+10		0,3	0,53
7	Avade tsentreerimine	Puur Bernardo-B610 PRO	0,006	0,3	20+10	20	0,2	0,53
8	Avade puurimine Ø 7mm		0,2	0,3	20+10		0,2	0,72
	Varras							
1	Tooriku saagimine 174mm	JET 7“ x 12“ HVBS	0,08	0,4	20+10	20	0,3	0,80
2	Otspindade kooriv töötlemine	Treimiskeskus HAAS ST10	0,015	0,3	20+10	20	0,2	0,54
3	Otspindade puhas töötlemine		0,05	0,2	20+10		0,1	0,37

4.	Astme kooriv töötlemine		0,03	0,3	20+10		0,2	0,55
5.	Astme puhas töötlemine		0,04	0,2	20+10		0,1	0,36
6.	Varre keermestamine M16x2		0,005	0,2	20+10		0,3	0,53
	Kolb							
1	Saagimine 1000 mm pikkusteks toorikuteks	JET 7" x 12" HVBS	0,12	0,4	20+10	20	0,3	0,84
2	Saagimise järkse otspinnaja raadiuse kooriv töötlemine	Treimiskeskus HAAS ST10	0,033	0,3	20+10	20	0,2	0,85
3	Otspinna ja faasi puhas töötlemine		0,045	0,2	20+10		0,1	0,37
4	Läbiva ava tsentreerimine		0,003	0,3	20+10		0,2	0,52
5	Läbiva ava puurimine Ø 14mm		0,095	0,3	20+10		0,2	0,62
6	Sisemise astme kooriv töötlemine		0,15	0,3	20+10		0,2	0,67
7	Sisemise astme puhas töötlemine		0,03	0,2	20+10		0,1	0,35
8	Keermestamine M16X2		0,005	0,2	20+10		0,3	0,57
9	Soone kooriv töötlemine		0,043	0,3	20+10		0,2	0,56
10	Soone puhas töötlemine		0,08	0,2	20+10		0,1	0,40
11	Välimiste astmete							

	kooriv töötlemine		0,3	0,3	20+10		0,2	0,8
12	Välimiste astmete puhas töötlemine		0,32	0,2	20+10		0,1	0,64
13.	Otspinna ja raadiuse töötlemine koos mahalõikamisega		0,18	0,3	20+10		0,2	0,70
	Põhi							
1	Saagimine 1000 mm toorikuteks	JET 7“ x 12“ HVBS	0,33	0,4	20+10	20	0,3	1,05
2	Saagimise järgse otspinna kooriv töötlemine	Treimiskeskus HAAS ST10	0,06	0,3	20+10	20	0,2	0,58
3	Saagimise järgse otspinna puhas töötlemine		0,08	0,2	20+10		0,1	0,40
4	Astmete kooriv töötlemine		0,11	0,3	20+10		0,2	0,63
5	Astmete puhas töötlemine		0,08	0,2	20+10		0,1	0,40
6.	Otspinna ja faasi töötlemine koos maha lõikamisega		0,48	0,3	20+10		0,2	1
	Silm							
1	Saagimine 1000mm toorikuteks	JET 7“ x 12“ HVBS	0,47	0,4	20+10	20	0,3	1,19
2	Saagimise järgse otspinna kooriv töötlemine	Treimiskeskus HAAS ST10	0,08	0,3	20+10	20	0,2	0,60
3	Saagimise järgse otspinna puhas töötlemine		0,11	0,2	20+10		0,1	0,43
4	Läbiva ava				20+10			

	puurimine Ø 39mm		0,11	0,3			0,2	0,63
5	Sisemise astme kooriv töötlemine		0,05	0,3	20+10		0,2	0,57
6.	Sisemise astme puhas töötlemine		0,067	0,2	20+10		0,1	0,37
7	Otspinna ja faaside töötlemine koos maha lõõikamisega		0,78	0,3	20+10		0,2	1,3
	Koostu koostamine							
1	Keevitamine stutsid	ESAB Migmaster 215 Pro	0,84	0,3	20+10	20	0,2	1,36
2	Keevitamine põhi+silm		0,55	0,3	20+10		0,2	1,07
3	Keevitamine põhi+hülss		0,87	0,3	20+10		0,2	1,39
4	Keevitamine varras+silm		0,44	0,3	20+10		0,2	0,96
KOKKU:			7,545	13,2		240	5,2	29,6

4. TOOTMISJAOSKONNA PROJEKTEERIMINE

4.1 Tootmistüübi valiku põhjendus ja selle töö organiseerimine

Töö toimub saritootmise tingimustes, kuna aastaprogramm on piisavalt suur, et sellist tootmistüüpi üleval pidada.

Töö organiseeritakse tootmisdirektori käskluste järgi, kes annab need edasi meistrile, tema omakorda põhitööliste. Materjali liikumine toimub nii, et oleksid välditud seisakud ning töö toimuks latusalt. Tootmisjaoskonna aastaprogrammiks on toota 5000 silindrit aastas. Tootmisüksus töötab esmaspäevast- reedeni, päevasel tööajal, 8 tunniste tööpäevadega.

Tabel 3

Tootmisjaoskonna vajalikud seadmed, summeeritud ajanormid

Jrk	Nimetus	Tootja	Seade	Hind, €, km-ta	Ti, min/tk
1	JET 7" x 12" HVBS	JET TOOLS	Horisontaal lintsaag	600	4,72
2	ST10	HAAS	Treimiskeskus	37000	18,8
3	MIGMASTER PRO	ESAB	Keevitamine	1000	4,8
4	B 610 PRO	Bernardo	Puurpink	1000	1,06
5	BAR1006ST	HAAS	Latisöötur	11000	10,73

Vajalike pinkide arv arvutatakse vastavalt tehnoloogilisele protsessile valemiga:

$$Pa = \frac{A_{pr} \times T1}{F_{ef} \times 60}$$

kus

Pa – arvutuslik pinkide arv grupis, tk; Apr – aastaprogramm, tk; T1 – summaarne ajanorm kõigil operatsioonidel ühe detaili töötlemiseks sellel pingil, min/tk; Fef – pingi efektiivne tööajafond, h;

Pingi efektiivne tööajafond leitakse valemiga:

$$F_{ef} = (Kp - Pu - Pü) \times Va \times Vk \times Sk = (365 - 104 - 8) \times 1 \times 8 \times 0,94 = 1903 \text{ (h)}$$

Kus:

Kp – kalendripäevade arv aastas, 365 Pu – puhkepäevade arv aastas -104, Pü – pühade arv aastas-7, Va – vahetuse arv- 1, Vk – vahetuse kestus, 8h, Sk – seadme kasulikult kasutamise tegur Sk – 0,92...0,95, valin k = 0,94

Kasutades summeeritud ajanormide väärtust, arvutan välja teoreetilise pinkide arvu Pa, mille ümardan lähimaks suuremaks täisarvuks, saades vajaliku pinkide arvu Pv.

Arvutan saagimise teoreetilise pinkide arvu:

$$Pa = \frac{A_{pr} \times T1}{F_{ef} \times 60} = \frac{5000 \times 4,72}{1903 \times 60} = 0,2 \text{ tk,}$$

seega siit järeldub vajalik lintsaagide arv 1tk

Arvutan treimise teoreetiliste pinkide arvu:

$$Pa = \frac{A_{pr} \times T1}{F_{ef} \times 60} = \frac{5000 \times 4,8}{1903 \times 60} = 0,8 \text{ tk,}$$

seega siit järeldub vajalike treimiskeskuste arvuks 1tk, samuti arvestan ettevõtte arenemis perspektiive ja soovi suurendada tootlikust, mistõttu lisan ühe treimiskeskuse juurde, mis tagab kiirema tootlikuse, kui langetab seadmete koormust.

Arvutan keevituse teoreetilise arvu:

$$Pa = \frac{A_{pr} \times T1}{F_{ef} \times 60} = \frac{5000 \times 4,8}{1903 \times 60} = 0,21 \text{ tk,}$$

seega siit järeldub vajalik keevituste arv 1tk

Arvutan puurpinkide teoreetilise arvu:

$$Pa = \frac{A_{pr} \times T1}{F_{ef} \times 60} = \frac{5000 \times 1,06}{1903 \times 60} = 0,05 \text{ tk},$$

seega siit järeldub vajalik puurpinkide arv 1tk

Arvutan latisööturite teoreetilise arvu :

$$Pa = \frac{A_{pr} \times T1}{F_{ef} \times 60} = \frac{5000 \times 10,736}{1903 \times 60} = 0,5 \text{ tk},$$

seega siit järeldub vajalik sööturite arv 1tk

Arvutusliku ja vajaliku saagimisseadmete arvu suhtest leian pinkide koormusteguri Kt:

$$Kt = \frac{Pa}{Pv} \times 100\% = \frac{0,2}{1} \times 100\% = 20\%$$

Arvutusliku ja vajaliku treimisseadmete arvu suhtest leian pinkide koormusteguri Kt:

$$Kt = \frac{Pa}{Pv} \times 100\% = \frac{0,8}{2} \times 100\% = 40\%$$

Arvutusliku ja vajaliku keevitusseadmete arvu suhtest leian pinkide koormusteguri Kt:

$$Kt = \frac{Pa}{Pv} \times 100\% = \frac{0,21}{1} \times 100\% = 21\%$$

Arvutusliku ja vajaliku puurpinkide arvu suhtest leian pinkide koormusteguri Kt:

$$Kt = \frac{Pa}{Pv} \times 100\% = \frac{0,05}{1} \times 100\% = 5\%$$

Arvutusliku ja vajaliku latisööturite arvu suhtest leian pinkide koormusteguri Kt:

$$Kt = \frac{Pa}{Pv} \times 100\% = \frac{0,5}{1} \times 100\% = 50\%$$

Jaoskonna koormusteguri leian valemiga:

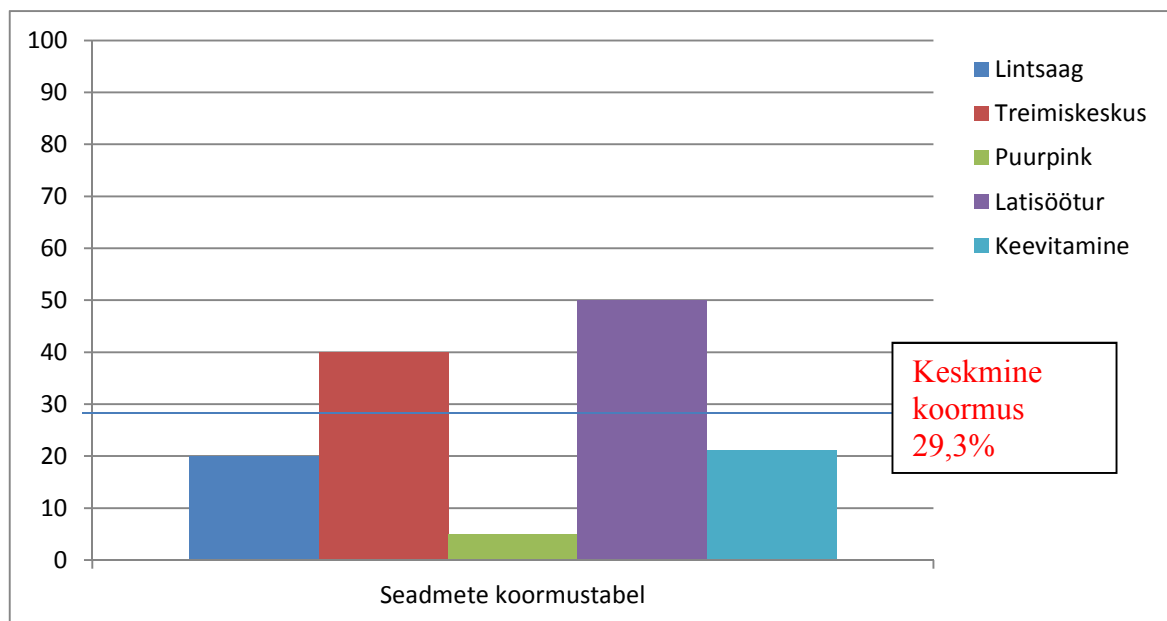
$$Ktj = \frac{\text{Summaarne } Pa}{\text{Summaarne } Pv} \times 100\% = \frac{1,76}{6} \times 100 = 29,3\%$$

4.2 Seadmete koondtabel ja koormusgraafik

Tabel 4

Seadmete koondtabel

Seade	Nimetus	Ti, min/tk	Fef, h	Apr,tk	Pa, tk	Pv, tk	Kt, %	Hind € km-ta
Saagimine	JET 7“ x 12“ HVBS	4,72	1903	5000	0,2	1	20	600
Treimiskeskus	Haas, ST10	18,8	1903	5000	0,8	2	40	74000
Puurpink	Bernardo B 610 PRO	1,06	1903	5000	0,05	1	5	1000
Keevitus- aparaat	ESAB Migmaster 280 Pro	4,8	1903	5000	0,21	1	21	1000
Latisöötur	Haas BAR1006ST	10,73	1903	5000	0,5	1	50	11000
KOKKU		40,11			1,76	6	29,3	87600
JAOSKONNA KOORMUSTEGUR								



Sele 9. Koormusgraafik

Seadmete ja töökohtade paigutus

Töökohad ja seadmed on paigutatud nii, et toimuks tootmisprotsessi otsevoolulisus toorikute sissetulekust kuni valmisdetailide väljalaskmiseni. Samuti peab olema tagatud valmiva toodangu lühike liikumistee tootmisprotsessis. Sujuva töö ja üleliigse segaduse vältimiseks ei tohi toorikute ja pooltoodete liikumisteed ristuda.

Seadmete ja töökohtade alla kuuluvate ruumide leidmine ja arvutused

Tootmispind

Arvestatakse keskmiselt ühele pingile 10...16m². Valin 14m², suuregabariidilisi pinke on antud jaoskonnas 2, ülejäänud on väiksemad pingid ja käsitööriistad. Tootmispind 110m². Suurus on valitud, arvestades jaoskonna arenemise perspektiivi ja soovi laiendada

Abipind

Abiruumide alla kuuluvad remondi- ja instrumendijaoskonna pindala, teritusruumi pindala, toorikute ja pooltoodete laopindala.

Toorikute ja pooltoodete laopindala on arvutatav valemiga:

$$S = \frac{Q \times t}{q \times k}$$

Kus:

S – laopindala m²,

Q – toorikute ja detailide kaal, mis keskmiselt läbib ladu päevas, t/päevas;

$$Q = \frac{det \times Apr}{365} = \frac{0,00191 \times 5000}{365} = 0,03 \text{ t/päevas}$$

Kus

det – valmisdetaili kaal, t;

q – kasuliku laopinna koormus, t/m²; q = 0,5...1,5 t/m², valin 0,5 t/m².

k – laopinna kasutamise tegur, k = 0,1...0,5, valin k = 0,1

t – materjali varu päevades t = 3...5 päeva, valin 5 päeva.

$$S = \frac{Q \times t}{q \times k} = \frac{0,03 \times 5}{0,5 \times 0,1} = 3 \text{ m}^2$$

Instrumentide teritusruum

Instrumentide teritusruumi suuruseks arvestatakse keskmiselt 8...10m², terituspinkide arv moodustub jaoskonna pinkide üldarvust 3...6%. Siit järeldub, et on vaja ühte terituspinki ja ruumi suuruseks valin 8m².

Instrumentide ja rakiste jaotusladu

Arvestatakse seeriatootmises ühe metallilõikepingi kohta 0,65...0,85m². Valin 0,85

$$\text{Kokku } 0,85 \times 2 = 1,7 \text{ m}^2$$

Pinkide remondi- ja teenindusruum

Pindala määramisel tuleb arvestada ühe metallilõikepingi kohta 1,5...3,5 m². Valin 3 m².

$$\text{Kokku } 3 \times 2 = 6 \text{ m}^2$$

Teenindusruumid (riietusruumid, dušširuumid, tualett jne.)

Pindala määratakse vastavalt sanitaarnormidele. Normid näevad teenindusruumide pindalaks ühe põhitöölise kohta ühevahetusliku töö korral mahaanikatšehhides ette 2,7m². Põhitöölisi on neli, kokku teenindusruumi pindala on 4x2,7= 10,8m²

Kontor

Kontori pindalaks arvestan 16 m²

Jaoskonna pindala kokku :

$$110+3+8+1,7+6+10,8+16 = 155,5 \text{ m}^2$$

4.3 Põhitööliste ning muu personali vajaduse arvutus

Jaoskonnas peavad olema esindatud järgmised ametikohad:

Jaoskonna juhataja – meister, insener

Insener-tehniline personal, ITP – tehnoloog, tehnik

Teenistujad – arveametnik, raamatupidaja, tööde korraldaja, ökonomist jne.

Põhitöölised – pingioperaatorid

Abitöölised – laotöölised, elektrikud, lukksepad jne.

Noorem teenindav personal, NTP – koristajad, laastukogujad jne.

Vajaliku põhitöölise arvu määratakse lähtudes jaoskonna aastasest tööde üldmahust ja tööliste efektiivsest tööajafondist.

Tabel 5

Tööliste efektiivne tööajafond

Jrk	Tööajafond	2013 a. päevad	2013 a. tunnid	%
1	Kalendripäevad	365	2920	
2	Nädalavahetsed	104	832	
3	Pühad	8	64	
4	Nominaalne tööajafond	253	2024	100
5	Tööajakaod	35	280	13,9
	-phkus	28	224	
	-lisapuhkus	2	16	
	-haigused	3	24	
	-muud	2	16	86,1
6	Töölise efektiivne ajafond F_{tef}	218	1744	86

Vajalike põhitöölise arvu n_t leitakse valemiga :

$$n_t = \frac{T}{F_{tef}} = \frac{Apr \cdot x \cdot \frac{T_1}{60}}{F_{tef}}$$

Kus

n_t – vajalik tööliste arv;

T – aeg aastaprogrammi täitmiseks, h;

Ftef – töölise efektiivne tööajafond aastas, h;

T1 – summaarne ajanorm ühe detaili töötlemiseks sellel pingil, min/tk;

Saagimise operaatori arvtuskäik:

$$n_t = \frac{T}{F_{tef}} = \frac{Apr \cdot x \frac{T_1}{60}}{F_{tef}} = \frac{5000 \cdot x \frac{4,72}{60}}{1744} = 0,23 \Rightarrow 1$$

Treimise operaatori arvtuskäik:

$$n_t = \frac{T}{F_{tef}} = \frac{Apr \cdot x \frac{T_1}{60}}{F_{tef}} = \frac{5000 \cdot x \frac{18,8}{60}}{1744} = 0,90 \Rightarrow 1$$

Keevitamise operaatori arvtuskäik:

$$n_t = \frac{T}{F_{tef}} = \frac{Apr \cdot x \frac{T_1}{60}}{F_{tef}} = \frac{5000 \cdot x \frac{4,8}{60}}{1744} = 0,23 \Rightarrow 1$$

Puurimise operaatori arvtuskäik:

$$n_t = \frac{T}{F_{tef}} = \frac{Apr \cdot x \frac{T_1}{60}}{F_{tef}} = \frac{5000 \cdot x \frac{1,06}{60}}{1744} = 0,05 \Rightarrow 0,$$

kuna puurimist on vähe siis , puurimisega hakkab tegelema saagimise operaator .

Tabel 6

Vajalik põhitööliste arv

Nr	Operatsioon	Arvutatud tööliste arv	Valitud tööliste arv
1	Saagimine	0,23	1
2	Treimine	0,9	1
3	Keevitamine	0,23	1
4	Puurimine	0,05	0
	Põhitöölisi kokku:	1,41	3

Abitööliste arvuks on ette nähtud 25...50% põhitööliste arvust olenevalt töö iseloomust. Valin 25%,

seega abitöölisi on vaja $0,25 \times 4 = 1$ abitööline. Abitööliste ametiteks on laotööline, elektrik, lukksepp ja instrumendilukksepp.

Insener-tehniline personal moodustab põhitööliste ja abitööliste arvust 8...12%, valin 8%.

$$3+1=4$$

$0,08 \times 4 = 0,32 \Rightarrow 1$ insener-tehniliseks personaliks on vaja ühte inimest. See inimene täidab nii meistri kui ka tootmisjuhi kohustusi.

Teenistujate arv moodustab põhitööliste arvust 2...6%, valin 2,5%, seega vaja on:

$0,025 \times 3 = 0,075 \Rightarrow 1$ vaja on ühte teenistujat, kes töötab veerand kohaga ja kelle ametiks on ökonomist-arvepidaja.

Noorem teenindav personal moodustab põhitööliste arvust 1...2%, valin 1%, seega vaja on:

$0,01 \times 3 = 0,03 \Rightarrow 1$ vaja on veerand kohaga nooremat teenindavat personali, kelle ametiks on koristaja.

Jaoskonna töötab kokku 7 inimest neist 5 töötab täiskohaga ja neist kaks veerandkohaga.

Tabel 7

Jaoskonna töötajate koondtabel

Töötajategrupp	Kokku	Suurimas vahetuses	% töötajte üldarvust
Põhitöölised	3	3	43
Saagimis ja puurimis operaator	1	1	
Keevitusoperaator	1	1	
Treimisoperaator	1	1	
Abitöölised	1	1	14,25
Laotööline, luksepp	1	1	
ITP	1	1	14,25
Meister/tootmisjuht			

Töötajategrupp	Kokku	Suurimas vahetuses	% töötajte üldarvust
Teenistujad	1	0,25	14,25
Ökonomist/arvepidaja			
NTP	1	0,25	14,25
Koristaja			
KOKKU:	7	5,5	100

Toorikute ja pooltoodete liikumine

Liikumine toimub sujuvalt materjali või tooriku saabumisest jaoskonda kuni valmisdetailide väljasaatmiseni, haarates tehnoloogilise protsessi kõiki operatsioone. Toorikute ja pooltoodete transpordiks kasutatakse standartseid euroaluseid, millide peal on puidust kastid, mille sisse pannakse ümardetailid, et nad ei hakkaks transpordi käigus veerema. Igal töökohal on kaks alust, üks toorikutele ja teine valmisdetailidele. Nende liigutamine töökohtade ja lao vahel on abitöölise ülesanne, kes kasutab töö teostamiseks kahvelkäru tõstejõuga 2500 kg.

5. ORGANISATSIOONILINE OSA

5.1 Tootmisüksuse varustamine toorikutega ja sisetranspordi organiseerimine

Toormaterjal tuuakse lattu, sealt tõstetakse lattmaterjalid käsitsi aluste peale lattu, ladu asub vahetusläheduses saagimis pingiga. Valmis lõigatud pooltooteid liigutatakse euroalustel, kahvelkäruga. Laotööline viib toorikud vastava töökoha juurde. Edasi toimub toorikute liikumine nagu eelnevas peatükis kirjeldatud.

5.2 Remondi – ja tööriistamajanduse organiseerimine

Pinkide remondiplaani koostamisel tuleb remonditsüklil arvestada kalendrikuudeks:

$$T_k = \frac{12xT}{F_{ef}}$$

kus

T_k – remonditsüklil kuudes;

T – remonditsüklil, h;

F_{ef} – efektiivne tööajafond, h;

Remonditsüklil T on leitav valemiga:

$$T = \beta_t \times \beta_m \times \beta_s \times \beta_{ti} \times N_{ts},$$

Kus

β_t - tootmise tüübi tegur, seeriatootmise puhul β_t = 1,3;

β_m - töödeldava materjali tegur, terase puhul β_m = 1,0;

β_s - seadme suurust arvestav tegur, kerged ja keskmised pingid β_s = 1,0;

β_{ti} - töötingimused, normaalsete töötingimuste korral $\beta_{ti} = 1,0$;

Nts - normaalne tsükkel lõikepinkidele 24000 tundi ehk 10 aastat.

Leian remonditsükli T:

$$T = 1,3 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 24000 = 31200 \text{ h}$$

Arvestan remonditsükli ümber kuudeks:

$$T_k = \frac{12 \times T}{F_{ef}} = \frac{12 \times 31200}{1903} = 197 \text{ kuud}$$

Remontide vaheline periood T_{rp} kuudes:

$$T_{rp} = \frac{T_k}{k+v+1}$$

kus arvestan, et jaoskonna pinkide remondi keerukus vastab kategooriale 11R, see tähendab, et kahe kapitaalremondi Kr vahel nõuab pink:

k - 2 keskmist remonti;

v - 6 väikest remonti;

ü – 12 ülevaatus.

$$T_{rp} = \frac{T_k}{k+v+1} = \frac{197}{2+6+1} = 21,8 \Rightarrow 22 \text{ kuud}$$

Ülevaatus vaheline periood $T_{üp}$ kuudes:

$$T_{üp} = \frac{T_k}{k+v+ü+1} = \frac{197}{2+6+12+1} = 9,4 \Rightarrow 10 \text{ kuud}$$

Tööriistamajanduse organiseerimine

Tööriista kulud on 5...30% seadme maksumusest, see on 1,5...15% toote omahinnast, mis on märkimisväärne kulu. Tööriistamajanduse organiseerimise eest vastutab jaoskonnas instrumendilukksepp, kelle tööülesanneteks on:

Spetsiaalsete tööriistade ja rakiste valmistamine;

Universaaltööriistade soetamine;

Tööriistade hoidmine ja kättejagamine;

Tööriistade kvaliteedi ja kasutamise kontroll;

Lõikeriistade hooldus ja remont:

Tabel 8

Kasutatavad instrumendid

Instrument	Valmistaja	Hind, €/tk	Masinaeg T _m ,min	Püsivusaeg T _p , h
Treitera: CNMG 09 03 08 PF GC 4215	Sandvik	3	0,8135	1
Treitera: CCMT 06 02 04 PF GC 4215	Sandvik	3	0,297	1
Soone tera : MB07G300-00-1 R GC 1025	Sandvik	4	0,123	1
Mahalõiketera: N123 G2-0300-002-CM GC2135	Sandvik	4	2,06	1
Keermetera(välimine) M16X2 166.0G-16VM01-001 GC 1020	Sandvik	5	0,005	1
Keermetera(sisemine) M16X2 166.0L-16VM01-001 GC 1020	Sandvik	5	0,025	1
Keermetera(sisemine) M44X2 R166.0L -11VM01-001V GC 1020	Sandvik	5	0,008	1
Tsentripuur MSP0300SM	Mitsubishi	3	0,009	0,5
Puur Ø7mm	Mitsubishi	5	0,2	0,5
Puur CoroDrill Delta C Ø14mm R840-1400-30-A1A	Sandvik	13	0,095	0,5
Puur CoroDrill 880 Ø39mm, terikplaadid: 880-0704 W10A-P-LM GC4024	Sandvik	3	0,11	1
Lintsae leht	Bosch	12	1,12	5

Et tagada jaoskonna õigeaegne ja pidev varustatus kõikide vajalike instrumentidega on tarvis arvutada instrumentide kulu. Seeriatootmise puhul kasutatakse selleks valemit:

$$L_i = \frac{A_{pr+T_m}}{T_i \times 60}$$

L_i – lõikeinstrumentide arv, tk;

T_m – masinaaeg, min;

T_i – instrumendi kasutusaeg selle täieliku kulumiseni, h. Mitteteritatavatel lõikeriistadel võrdub see püsivusajaga.

Teritatavatel riistadel on kasutusaeg T_i leitav valemiga:

$$T_i = \left(\frac{L}{C} + 1\right) \times T_p \times (1 - \beta)$$

L – instrumendi tööosa pikkus, mm;

C – teritamisel mahavõetava kihi suurus, mm;

T_p – instrumendi püsivusaeg, h;

β – juhusliku väljalangevuse tegur (0,05....0,15), valin $\beta = 0,1$;

Treitera: CNMG 09 03 08 PF GC 4215

$$Treitera = \frac{A_{pr+T_m}}{T_i \times 60} = \frac{5000 \times 0,8135}{8 \times 60} = 8,5 \Rightarrow 9 \text{ terikut}$$

Treitera: CCMT 06 02 04 PF GC 4215

$$Treitera = \frac{A_{pr+T_m}}{T_i \times 60} = \frac{5000 \times 0,297}{4 \times 60} = 6,2 \Rightarrow 7 \text{ terikut}$$

Soone tera : MB07G300-00-1 R GC 1025

$$Soonetera = \frac{A_{pr+T_m}}{T_i \times 60} = \frac{5000 \times 0,123}{1 \times 60} = 10,25 \Rightarrow 11 \text{ terikut}$$

Mahalõiketera: N123 G2-0300-002-CM GC2135

$$Mahalõiketera = \frac{A_{pr+T_m}}{T_i \times 60} = \frac{5000 \times 2,06}{2 \times 60} = 85,8 \Rightarrow 89 \text{ terikut}$$

Keermetera(välimine) M16X2 166.0G-16VM01-001 GC 1020

$$Keermetera = \frac{A_{pr+T_m}}{T_{ix60}} = \frac{5000 \times 0,005}{3 \times 60} = 0,14 \Rightarrow 1 \text{ terik}$$

Keermetera(sisemine) M16X2 166.0L-16VM01-001 GC 1020

$$Keermetera = \frac{A_{pr+T_m}}{T_{ix60}} = \frac{5000 \times 0,025}{3 \times 60} = 0,7 \Rightarrow 1 \text{ terikut}$$

Keermetera(sisemine) M44X2 R166.0L -11VM01-001V GC 1020

$$Keermetera = \frac{A_{pr+T_m}}{T_{ix60}} = \frac{5000 \times 0,008}{3 \times 60} = 0,22 \Rightarrow 1 \text{ terikut}$$

Tsentripuur MSP0300SM

$$T_i = \left(\frac{L}{C} + 1\right) \times T_p \times (1 - \beta) = \left(\frac{3}{0,2} + 1\right) \times 0,5 \times (1 - 0,1) = 7,2h$$

$$T_{sentripuur} = \frac{A_{pr+T_m}}{T_{ix60}} = \frac{5000 \times 0,009}{7,2 \times 60} = 0,1 \Rightarrow 1 \text{ tsentripuur}$$

Puur Ø7 mm

$$T_i = \left(\frac{L}{C} + 1\right) \times T_p \times (1 - \beta) = \left(\frac{7}{0,2} + 1\right) \times 0,5 \times (1 - 0,1) = 16,2h$$

$$Puur \text{ } \varnothing 7mm = \frac{A_{pr+T_m}}{T_{ix60}} = \frac{5000 \times 0,2}{16,2 \times 60} = 1,03 \Rightarrow 2 \text{ puuri}$$

Puur Ø14 mm

$$T_i = \left(\frac{L}{C} + 1\right) \times T_p \times (1 - \beta) = \left(\frac{14}{0,2} + 1\right) \times 0,5 \times (1 - 0,1) = 31,95h$$

$$Puur \text{ } \varnothing 14 mm = \frac{A_{pr+T_m}}{T_{ix60}} = \frac{5000 \times 0,095}{31,95 \times 60} = 0,25 \Rightarrow 1 \text{ puur}$$

Puur CoroDrill 880 Ø39mm, terikplaadid: 880-0704 W10A-P-LM GC4024

$$Puur \text{ } \varnothing 14mm = \frac{A_{pr+T_m}}{T_{ix60}} = \frac{5000 \times 0,11}{4 \times 60} = 2,29 \Rightarrow 3 \text{ terikut}$$

Lintsaeleht Bosch:

$$Lintsaeleht \frac{A_{pr+T_m}}{T_{ix60}} = \frac{5000 \times 1,12}{5 \times 60} = 18,7 \Rightarrow 19 \text{ terikut}$$

Tabel 9

Instrumentide koondtabel

Instrument	valmistaja	Hind, €/tk	Tm,min	Tp,h	Ti,h	Li,tk	Hind €
Treitera: CNMG 09 03 08 PF	Sandvik	3	0,8135	1	8	9	27
Treitera: CCMT 06 02 04 PF	Sandvik	3	0,297	1	4	7	21
Soonetera: MB07G300-00-1 R	Sandvik	4	0,123	1	1	11	44
Mahalõiketera: N123 G2-0300-002-CM	Sandvik	4	2,06	1	2	89	356
Keermetera: M16X2 166.0G-16VM01-001	Sandvik	5	0,005	1	3	1	5
Keermetera: M16X2 166.0L-16VM01-001	Sandvik	5	0,025	1	3	1	5
Keermetera: M44X2 R166.0L - 11VM01-001V	Sandvik	5	0,008	1	3	1	5
Tsentripuur MSP0300SM	Mitsubishi	3	0,009	0,5	7,2	1	3
Puur Ø7mm	Mitsubishi	5	0,2	0,5	16,2	2	10
Puur CoroDrill Delta C Ø14mm R840-1400-30-A1A	Sandvik	13	0,095	0,5	32	1	13
Puur CoroDrill 880 Ø39mm, terikplaadid: 880-0704 W10A-P-LM GC4024	Sandvik	3	0,11	1	4	3	9
Lintsaeleht	Bosch	12	1,12	5	5	19	228
Kokku :						726€	

5.3 Töö organiseerimine

Töö organiseerimisel jaoskonnas on väga oluline roll tootmise optimaalse efektiivsuse tagamisel. Õigel organiseerimisel tuleks arvestada järgmisi põhiprintsiipe:

- Tootmisprotsessi otsevoolavus alates toorikute laost kuni valmistoodangu laoni.
- Valmiva toodangu lühike liikumistee jaoskonnas.

- Toorikute ja pooltoodete liikumisteed ei tohi ristuda.

Tootmisseudmed tuleb paigutada vastavalt tehnoloogiale järjestikku. Planeerimisel tuleb arvestada tootmispindade ja abipindade otstarbekat paigutamist. Kõikidel seadmetel peab olema transpordivahenditega vaba juurdepääs, et toorikute ja pooltoodete liikumine toimuks kiirelt. Uste ja transpordivahendite laiused peavad olema vastavuses.

6. MAJANDUSLIK OSA

6.1 Materjalide arvutus, materjali kulu koondtabel

Tootmisprotsessi tähtsaim sisend on materjali, millest toode otseselt valmistatakse. Toormaterjali hind moodustab hinnanguliselt 40...60% toote valmistamise kuludest, seega on väga oluline kasutada toormaterjale säästlikult ja vähendada jääkide teket. Stabiilse töö garanteerimiseks peab vajamineva materjalikoguse eelnevalt välja arvestama ja ettevõttel peab laos olema mingi kindel hulk materjali, näiteks paari päeva jagu.

Materjali kulu 5000 detailile Q kilodes leitakse lähtuvalt materjali kulunormist ja aastaprogrammist.

$$Q = q \times Apr,$$

Kus,

Q – materjali kulu 5000 detailile, kg;

q – materjali kulu ühe detaili jaoks, kg;

Apr – aastaprogramm, tk.

Vastava toote kulunormi saan toote tehnoloogiliselt spetsifikatsioonilt.

Vajaminevate materjalide kogused on esitatud tabelis 10.

Ühe detaili materjalide maksumus S_m eurodes on leitav valemiga:

$$S_m = (q \times h) - (Jk \times Jh)$$

Kus,

S_m – ühe detaili materjali maksumus, €;

h – materjali ühe kilo hind, 0.70€/kg; []

h_m - materjali ühe kg hind (hülss 0,89€/kg, varras 1,1€/kg) [9]

Jk – ühe detaili valmistamisel tekkiv jääk, kg;

Jh – jääkmaterjali kokkuostu hind, 0.20 €/kg; [10]

Detailide materjalide maksumused on esitatud tabelis 10.

Tabel 10

Materjalikulu koonddtabel

Jrk	Materjal,detail	Kulu,kg		h, €/kg/	Jk, kg	Jh, €/kg	Sm, €
		q, kg; 1-le tootele,	q, kg; 5000-le tootele				
1	Hülss toruprofiil ST52.3 50x40x6000mm	1,95kg	8775kg	0,89	0,08	0,25	1,7355
2	Varras kalibreeritud,kroomitud lattmaterjal 25x6000mm	1,40kg	7000kg	1,1	0,07	0,25	1,54
3	Kolb kalibreeritud lattmaterjal S355J2G3 38x6000mm	0,26kg	1300kg	0,70	0,12	0,20	0,158
4	Põhi kalibreeritud lattmaterjal S355J2G3 50x6000mm	0,25kg	1250kg	0,70	0,13	0,20	0,149
5	Silm kalibreeritud lattmaerjal S355J2G3 60x6000mm	0,47kg	2350kg	0,70	0,25	0,20	0,279
KOKKU:		4,33kg	20675kg	3,8615€			
				19307,5€			

Kulutused materjalile kogu aastaprogrammi täitmiseks on $3,8615 \times 5000 = 19307,5$ €.

6.2 Töötasude arvutus

Töötaja palgafond=brutopalk+sotsiaalmaks (ettevõtte 33%)+töötuskindlustuse maks (ettevõtte 1,4%)

Töötasu kokku = töötajate arv x tunnitasu x aastas töötatud tunnid

Selle töötasu pealt maksab ettevõtte töötuskindlustust 1,4%²

Tööline maksab brutopalka pealt 2,8% töötuskindlustust ja 2% kogumispensionit.

Netopalk + tulumaks = brutopalk – kogumispension – töötuskindlustus

Tulumaks = (brutopalk – töötuskindlustus 2,8% – tulumaksuvaba miinimum 144€ - kogumispension 2%) x 0,21

Kokku peetakse töötasu pealt kinni riigile:

Töötuskindlustus 2,8% + tulumaks 21% + kogumispension 2%

Ftef – töötaja efektiivne tööajafond = 1744 h

Tabel 11

Töötasude koondtabel

Kategooria	Arv	€/h	BP €/a	SM 33%	TK 2% T	TK 1% E
Põhitööline	3	8	41856	13812	837	418,5
Abitööline	1	5	8720	2878	174,4	87,2
ITP	1	10	17440	5755	349	174,5
Teenistuja	0,25	8	3488	1151	70	35
NTP	0,25	4	1744	576	35	17,5
Kokku:	4,50	35	73248	24172	1465,4	732,7

Kategooria	Kp 2%	MVM	TM 21%	Netopalk	Palgafond
Põhitööline	837	5184	8790	31774	56086,5
Abitööline	174,4	1728	1831	6644	11685,2
ITP	349	1728	3624,4	13257	22369,5

Teenistuja	70	432	732,5	2676	4674
NTP	35	432	366,24	1388	2337,5
Kokku:	1465,4	9504	15344	55689	97153

BP – brutopalk;

SM – sotsiaalmaks 33%;

TK – töötukindlustus, millest 2% maksab töötaja ja 1% ettevõtte;

KP – kogumispension 2%;

TM – tulumaks 21%;

MVM – maksuvaba miinimum 144€;

ITP – insener-tehniline personal;

NTP – noorem teenindav personal;

6.3 Kulude eelarve ja toote omahinna kalkulatsioon

Seadmete tööga seotud kulud

Seadmete käitamise kulutused lähevad peamiselt elektrienergiale. Kulu suurus sõltub pinkide võimsusest, arvust ja koormatusest. Pinkide käitamiseks kuluva elektrienergia hind leitakse valemiga:

$$S_q = S_k \times W,$$

S_q – elektrienergia hind seadmete käitamiseks, €;

S_k – kWh elektrienergia hind 0,0415 €; (elektri hind on võetud , hetke turuhinna keskmise) [11]

W – aastane elektrienergia kulu, kWh. See on leitav valemiga:

$$W = \frac{N_i \times F_q \times K_t}{K_{vx} K_q}$$

N_i – kõikide pinkide summaarne koguvõimsus – 39,659 kW

F_q – seadmete töötaja fond – 1903 h;

K_t – jaoskonna seadmete keskmine koormustegur protsentides – 29,3%;

K_v – kaod elektrijuhtmetes – 0.96 kW

K_q – kaod elektrimootorites, võetakse 0,85...0,9, valin – 0,9.

$$W = \frac{N_i \times F_q \times K_t}{K_v \times K_q} = \frac{39,659 \times 1903 \times 0,293}{0,96 \times 0,9} = 23657 \text{ kW}$$

$$S_q = S_k \times W = 0,0415 \times 2365 = 982 \text{ €}$$

Kulutused seadmete korrashoiule

Seadmete korrashoidmiseks minevate kulude aluseks võetakse seadmete üldmaksumus. Sellest 0,5...1% moodustavad korrashoidmise kulud.

Uute ja kallite seadmete, mis peavad olema regulaarselt hooldatud, kuludeks võtan 1% seadmete üldmaksumusest.

$$\text{Ehk } 0,0075 \times 87600 = 657 \text{ €}$$

Kulutused seadmete jooksvale remondile

Jooksvale remondile kulub keskmiselt 4...5% seadmete maksumusest. Valin 4%.

$$\text{Ehk } 87600 \times 0,04 = 3504 \text{ €}$$

Kulud seadmete amortisatsioonile

Seadmete amortisatsioonile arvestatakse hinnanguliselt 8...12% aastas, valin 10% aastas.

$$\text{Ehk } 87600 \times 0,1 = 8760 \text{ €}$$

Kulutused instrumentidele

Kulutused instrumentidele on toodut tabelis 9, kokku läheb aastaprogrammi täitmiseks 726 €.

Kulutused väheväärtuslikule ja kiiresti riknevale inventarile

Kiirestikuluva ja väheväärtusliku inventari kuludeks arvestataks aastas 65 € ühe põhitöölise kohta.

$$3 \times 65 = 195 \text{ €}$$

Kulutused abimaterjalidele

Abimaterjalide maksumuseks arvestatakse 52 € ühe pingi kohta. Kokku on kuus pinki.

$$52 \times 6 = 312 \text{ €}$$

Kulutused valgustamisele

Kulud valgustusenergiale on sõltuvalt valgustatava pinna suurusest ja valgustusperioodi pikkusest. Ruumide valgustamiseks kuluva energia maksumus S_v , €, on arvutatav valemiga:

$$S_v = S_k \times W_v,$$

S_k – kWh elektrienergia hind 0,0415 €

W_v – valgustamiseks kuluv elektrienergia hulk, kWh, see on leitav valemiga:

$$W_v = S \times F_v \times q,$$

S – valgustatava pinna suurus, jaoskonna pind $S = 155,5 \text{ m}^2$;

F_v – valgustusperioodi pikkus milleks võib lugeda nominaalset tööajafondi, tabel 5, 2024 h;

q – valgustamiseks vajalik elektrienergia võimsus pinnaühiku kohta, milleks võib arvestada 0,025 kW/m².

$$W_v = S \times F_v \times q = 155,5 \times 2024 \times 0,025 = 7868,3 \text{ kWh}$$

$$S_v = S_k \times W_v = 0,0415 \times 7868,3 = 326,5 \text{ €}$$

Kulutused rendile

Üüri kuludesse arvestan kommunaalkulutused, nagu rent, küte, vesi jne. Selleks määratakse 10 € ruutmeetri kohta kuus.

Kogu kulu üürile aastas:

$$6 \times 155,5 \times 12 = 11196 \text{ €}$$

Tabel 12

Jaoskonna kulude koontabel

	Kuluartikkel	Väärtus €	%
A	Seadmete tööga seotud kulud		
	Käitusenergia	982	
	Korrashoid	657	
	Jooksvale remondile	3504	
	Amortisatsioonile	8760	
	Instrumentidele	726	
	Väheväärtuslik inventaar	195	
	Abimaterjalid	312	
	Kokku:	15136	23,3
B	Jaoskonna üldkulud		
	Personali palgafond (va põhitööliste)	41066,2	
	Ruumide valgustus	326,5	
	Ruumide renditasu	11196	
	Kokku:	52589	77,7
	Jaoskonna kulude eelarve kokku:	67725	100

Tabel 13

Toote omahinna kalkulatsioon

Nr	Kuluartikkel	Tootele, €/tk	Aastaprogrammile €
	Otsekulud		
1	Materjal	3,8615	19307,5
2	Ostutooted	14,015	70075
3	Põhitööliste palgafond	11,2173	56086,5
4	Seadmete tööga seotud kulud	3,0272	15136
	Energia	0,1964	982
	Korrashoid	0,1314	657
	Amortisatsioon	1,752	8760
	Remont	0,7008	3504

	Abimaterjalid	0,0624	312
	Instrumendid	0,1452	726
5	Jaoskonna üldkulud	10,51774	52589
	Jaoskonna personali töötasu	8,2133	41066,5
	Valgustus	0,0653	326,5
	Rent	2,2392	11196
6	Jaoskonna kulud kokku	42,63847	213193,7
7	Tšehhi üldkulud		
8	Ettevõtte üldkulud		
9	Toote omahind	42,63847	213193,7
10	Tootimisvälised kulud 4% omh	1,7055388	8527,694
11	Täisomahind	44,35	221750
12	Kasum 12%	5,322	26610
13	Reaaliseerimishind	49,7	248360

6.4 Tootmisüksuse majanduslik efektiivsus ja tasuvusaeg

Tootmise otsekulude osakaal

$$\text{Tootmise otsekulud} = \frac{\text{tooteomahind} - \text{seadmete tööga seotud kulud} - \text{jaoskonna üldkulud}}{\text{realiseerimishind}} \times 100\%$$

$$\text{Tootmise otsekulud} = \frac{42,63847 - 3,0272 - 10,51774}{49,70} \times 100\% = 58,5\%$$

Tootmise kaudsete kulude osakaal

$$\text{Tootmise kaudsete kulude osakaal} = \frac{\text{seadmete tööga seotud kulud} + \text{jaoskonna üldkulud}}{\text{realiseerimishind}} \times 100\%$$

$$\text{Tootmise kaudsete kulude osakaal} = \frac{3,0272 + 10,51774}{49,70} \times 100\% = 27,3\%$$

Tootmisüksuse majanduslik efektiivsus ja tasuvusaeg

Tootmisüksuse üldefektiivsus E, %, leitakse valemiga:

$$E = \frac{R_n - T_{oh}}{K}$$

Rh – toote realiseerimishind, €;

Toh – toote täisomahind, €;

K – jaoskonna kulud ühele tootele, €;

$$E = \frac{R_h - T_{oh}}{K} = \frac{49,70 - 44,35}{42,63847} \times 100\% = 12,5\%$$

Tasuvus aeg T aastates , on leitav valemiga :

$$T = \frac{P_m}{K_a} = \frac{87600}{26610} = 3,3 \text{ aastat}$$

P_m – pinkide summaarne maksumus €;

K_a – aastane kasum €.

6.5 Tootmisüksuse tehnilismajanduslikud näitajad

Tabel 14

Tehnilismajanduslikud näitajad

Nr	Näitajad	Mõõtühik	Suurus	Märkused
1	Seadmete arv	tk	6	
2	Seadmete keskmine koormus	%	29,3	
3	Töötajate arv	inimest	7	Kellest kaks on veerand kohaga.
	Põhitöölisi	inimest	3	
4	Palgafond	€	97153	
	Põhitööliste palgafond	€	56086,5	
5	Tootmispind	m ²	155,5	
6	Toote omahind	€	42,32378	
7	Materjali maksumus	€	17732,7	aastaprogrammile
8	Tootmise otsekulude osakaal	%	58,5	
9	Tootmise kautsete kulude osakaal	%	27,3	
10	Tootmise majanduslik efektiivsus	%	12,5%	
11	Investeeringute tasuvusaeg	a	3,3	

KOKKUVÕTE

Töö eesmärgiks oli välja töötada käruluugi liigutamise hüdrosilindri tehnoloogiline protsess, koos tootmisjaoskonna projekteerimisega. Soov oli vähendada Palmse Metall OÜ ostutoodete osakaalu. Töö eesmärgi kindel kriteerium oli tootmise omahind 5000 silindri puhul saada samasuguseks nagu on ta praegu sisseostu puhul või siis sinna lähedale. Toote omahind on konkurentsivõimeline ja madalam sisseostu hinnast! Leian, et alustuseks 5000 silindri puhul madalam tootmise omahind, praeguses sisseostu hinnast, tagab võrdlemisi madala tootmismahu juures perspektiivi ja kindluse edasi arenedes. Tootmisjaoskonnas töötab hetkel seitse töolist: kolm põhitöölist, üks abitööline, üks meister-insener, üks raamatupidaja veerand kohaga ja üks koristaja, kes on samuti tööl veerand kohaga. Tootmismahu kasvades suurenevad pingite keskmised koostisosad, antud pingide võimsused lubavad toota kuni 15000 silindrit aastas. Investeeringute tasuvusaeg 5000 silindri tootmisega aastas on: 3,3 aastat kasumiprotsendiga 12% tootelt. Kokkuvõttes leian ma, et sain endale antud eesmärgi- ülesandega hakkama, kuna tootmise omahind on madalam, kui hetkel olev sisseostuhind ja tootmisjaoskond on praeguses võtmes arnemise võimeline tootmismahu poolest.

SUMMARY

The aim of the present project was to develop a technological process for the hydraulic cylinder for moving a trolley hatch and design production facilities. The goal was to reduce the share of purchase parts for the Palmse Metall OÜ. The decided criterion for the aim of the project was to obtain for the 5000 cylinders production cost same as or close to the present procurement price. The manufacturing cost of the product is competitive and lower than the present procurement price! I am in the position that begin with 5000 cylinders, the lower production costs of the cylinder compared to the present procurement price ensures at the relatively low production volume a prospect and perspective and confidence to evolve further. At the production facilities are currently employed seven employees: three regular workers, one auxiliary worker, a foreman-engineer, one part-time accountant and one part-time janitor. As production volume increases, this increases the average load of machine tools, because the output capacity of the machine tools allows production up to 15000 cylinders per year. The investment payoff period at the production rate of 5000 cylinders per year is 3.3 years having 12% profit per product. All in all I am in the position that the task/objective is achieved, because the manufacturing costs are lower than present procurement price and the production facilities at the present production volume has the possibility to growth.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] „www.lrb.ee“. Lr Businesss OÜ raamatupidamis teenused, [Võrgumaterjal]. Available: <http://lrb.ee/tooajafondi-arvestus>. [Kasutatud märts 2014].
- [2] „www.jettools.com“. JPW Industries Inc. tööriista kataloog, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.jettools.com/eu/en/p/hvbs-7mw-7-x-12-horizontal-vertical-bandsaw-115-230v-1ph/414459>. [Kasutatud märts 2014].
- [3] „http://int.haascnc.com“. Haas Automation Inc seadmete kataloog, [Võrgumaterjal]. Available: http://int.haascnc.com/cs_spec1.asp?intLanguageCode=1033&id=ST-10&chucksize=6%20Inch&webID=2AXIS_STD_LATHE. [Kasutatud märts 2014].
- [4] „http://www.sandvik.coromant.com“. Sandvik Coromant Main Catalogue 2009, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.sandvik.coromant.com/sitecollectiondocuments/downloads/global/catalogues/>. [Kasutatud märts-aprill 2014].
- [5] „www.mitsubishicarbide.com“. Mitsubishi Materials Corporation puuride kataloog, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.mitsubishicarbide.com/mmc/en/product/catalog/catalog.html>. [Kasutatud märts 2014].
- [6] „http://int.haascnc.com“. Haas Automation Inc seadmete kataloog, [Võrgumaterjal]. Available: http://int.haascnc.com/mt_spec1.asp?intLanguageCode=1033&id=BAR1006ST&webID=BARFEEDER. [Kasutatud aprill 2014].
- [7] „products.esab.com/“. ESAB Group tootekataloog, [Võrgumaterjal]. Available: <http://products.esab.com/Templates/T041.asp?id=111380>. [Kasutatud aprill 2014].
- [8] „www.stokker.ee“. AS Mecro tootekataloog, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.stokker.ee/p:1549495/metallitootluspingid/metalli-puur--ja-freespingid/www.bernardo.at>. [Kasutatud aprill 2014].

- [9] „<http://helensbaltic.com>“. Benteler Distribution Estonia OÜ tootekataloog, [Võrgumaterjal]. Available: <http://helensbaltic.com/wp-content/uploads/2012/03/kroomvarras.pdf>. [Kasutatud aprill 2014].
- [10] „www.kuusakoski.ee“. Kuusakoski AS hinnakiri, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.kuusakoski.ee/ettevotted/Hinnakiri>. [Kasutatud aprill-mai 2014].
- [11] „www.elektrihind.ee“. Datahouse OÜ elektrihinna võrdlusportaal, [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.elektrihind.ee/>[Kasutatud mai 2014].

LISA 1



Käruluugi liigutamise silinder, põllumajandus haagis

LISA 2



Käruluugi liigutamise silinder, põllumajandus haagis

TKTK Masinaehitusteaduskond		MARŠRUUTKAART		Leht/lehti: 1/1	
Tähis:		Nimetus: Hülss		Detaili mass: 0,82kg	
Materjal (toorik): ST52.3				Tooriku mass: 0,9kg	
Oper. nr.	Operatsiooni nimetus ja sisu			Seade, rakis, töö- ja mõõteriistad	
1.	Materjali sisseost			Kalibreeritud hülssi toru välisläbimõõduga 50mm, sisemise läbimõõduga 40mm, pikkusega 6000mm	
2.	Saagimine			Horisontaalne	
3.	Hülssi torust pikkusega 6000mm , toorikute saagimine pikkusega 360,5mm, töötlemisvaruga +3mm			lintsaag: JET 7“ x	
	Treimine			12“ HVBS,	
	1.Otspinna töötlemine koos faasiga. 2.Otspinna töötlemine. 3.Sisemise astme kooriv töötlemine. 4.Sisemise astme puhas töötlemine. 5.M44X2 keermestamine.			mõõdulint	
4.	Puurimine			Treimiskeskus HAAS ST10 Nelja pakiline spindel	
	1.Avade tsentreerimine 2. Avade puurimine Ø7mm			Puur Bernardo B610 PRO, viil	
Koostas:		Allkiri:	Kuup.	Kontrollis:	Allkiri:
Reijo Sild		22.05.2014		Janis Piiritalo	Kuup. 22.05.2014

TKTK Masinaehitusteaduskond		MARŠRUUTKAART		Leht/lehti: 1/1	
Tähis:		Nimetus: Varras		Detaili mass: 0,61kg	
Materjal (toorik): 20MNV6				Tooriku mass: 0,68kg	
Oper. nr.	Operatsiooni nimetus ja sisu			Seade, rakis, töö- ja mõõteriistad	
1.	Materjali sisseost			Kalibreeritud, kroomitud ümar lattmaterjalist Ø25mm, pikkusega 6000mm	
2.	Saagimine Ümar lattmaterjalist pikkusega 6000mm, toorikute saagimine pikkusega 364mm, töötlemisvaruga + 4mm.			Horisontaalne lintsaag: JET 7“ x 12“ HVBS, mõõdulint	
3.	Treimine 1.Otspindade kooriv töötlemine 2.Otspindade puhas töötlemine 3.Astme koriv töötlemine 4.Astme puhas töötlemine 5.M25x2 keermestamine.			Treimiskeskus HAAS ST10 Nelja pakiline spindel	
Koostas:		Allkiri:	Kuup.	Kontrollis:	Allkiri: Kuup.
Reijo Sild		22.05.2014		Janis Piiritalo	22.05.2014

TKTK Masinaehitusteaduskond		MARŠRUUTKAART		Leht/lehti: 1/1
Tähis:		Nimetus: Kolb		Detaili mass: 0,14kg
Materjal (toorik): S355J2G3				Tooriku mass: 0,26kg
Oper. nr.	Operatsiooni nimetus ja sisu		Seade, rakis, töö- ja mõõteriistad	
1.	Materjali sisseost		Kalibreeritud ümar lattmaterjalist Ø38mm, pikkusega 6000mm	
2.	Saagimine Ümar lattmaterjalist pikkusega 6000mm, 1000mm pikkuste toorikute saagimine , lati etteanduri jaoks.		Horisontaalne lintsaag: JET 7“ x 12“ HVBS,	
3.	Treimine 1.Lati saagimise järgse otspinna kooriv töötlemine 2. Otspinna puhas töötlemine		Treimiskeskus HAAS ST10 Nelja pakiline spindel	
4.	Paigaldamine 1000mm, tooriku paigaldamine lati etteandurisse ja pinki		Lati etteandur: HAAS BAR1006ST	
5.	Treimine 1.Saagimise järgse otsa kooriv töötlemine koos faasiga 2.Saagimise järgse otsa puhas töötlemine koos faasiga 3.Läbiva ava tsentri puurimine 4.Läbiva ava puurimine Ø14mm 5.Sisemise astme kooriv töötlemine 6.Sise asemise puhas töötlemine 7.M25x2 keermestamine 8.Soone kooriv töötlemine 9.Soone puhas töötlemine 9.Välimiste astmete kooriv töötlemine 10.Välimiste astmete puhas töötlemine 11.Otspinna faasi töötlemine koos mahalõikega		Treimiskeskus HAAS ST10 Nelja pakiline spindel	
Koostas.:		Allkiri:	Kuup.	Kontrollis:
Reijo Sild		22.05.2014		Janis Piiritalo
				Allkiri: Kuup. 22.05.2014

TKTK Masinaehitusteaduskond		MARŠRUUTKAART		Leht/lehti: 1/1
Tähis:		Nimetus: Põhi		Detaili mass: 0,12kg
Materjal (toorik): S355J2G3				Tooriku mass: 0,25kg
Oper. nr.	Operatsiooni nimetus ja sisu		Seade, rakis, töö- ja mõõteriistad	
1.	Materjali sisseost		Kalibreeritud ümar lattmaterjalist Ø50mm, pikkusega 6000mm	
2.	Saagimine Ümar lattmaterjalist pikkusega 6000mm, 1000mm pikkuste toorikute saagimine , lati etteanduri jaoks.		Horisontaalne lintsaag: JET 7“ x 12“ HVBS,	
3.	Treimine 1. Lati saagimise järgse otspinna kooriv töötlemine 2. Otspinna puhas töötlemine		Treimiskeskus HAAS ST10 Nelja pakiline spindel	
4.	Paigaldamine 1000mm, tooriku paigaldamine lati etteandurisse ja pinki		Lati etteandur: HAAS BAR1006ST	
5.	Treimine 1. Astme kooriv töötlemine 2. Astme puhas töötlemine 3. Otspinna ja faasi töötlemine koos maha lõikamisega		Treimiskeskus HAAS ST10 Nelja pakiline spindel	
Koostas.:		Allkiri:	Kuup.	Kontrollis:
Reijo Sild		22.05.2014		Janis Piiritalo
				Allkiri: Kuup. 22.05.2014

TKTK Masinaehitusteaduskond		MARŠRUUTKAART		Leht/lehti: 1/1
Tähis:		Nimetus: Silm		Detaili mass: 0,22kg
Materjal (toorik): S355J2G3				Tooriku mass: 0,47kg
Oper. nr.	Operatsiooni nimetus ja sisu		Seade, rakis, töö- ja mõõteriistad	
1.	Materjali sisseost		Kalibreeritud ümar lattmaterjalist Ø60mm, pikkusega 6000mm	
2.	Saagimine Ümar lattmaterjalist pikkusega 6000mm, 1000mm pikkuste toorikute saagimine , lati etteanduri jaoks.		Horisontaalne lintsaag: JET 7“ x 12“ HVBS,	
3.	Treimine 1. Lati saagimise järgse otspinna kooriv töötlemine 2. Otspinna puhas töötlemine		Treimiskeskus HAAS ST10 Nelja pakiline spindel	
4.	Paigaldamine 1000mm, tooriku paigaldamine lati etteandurisse ja pinki		Lati etteandur: HAAS BAR1006ST	
5.	Treimine 1. Läbiva ava puurimine Ø39mm 2. Astme kooriv töötlemine 3. Astme puhas töötlemine 4. Otspinna ja faaside töötlemine koos maha lõõikamisega		Treimiskeskus HAAS ST10 Nelja pakiline spindel	
Koostas.:		Allkiri:	Kuup.	Kontrollis:
Reijo Sild		22.05.2014		Janis Piiritalo
				Allkiri: Kuup. 22.05.2014

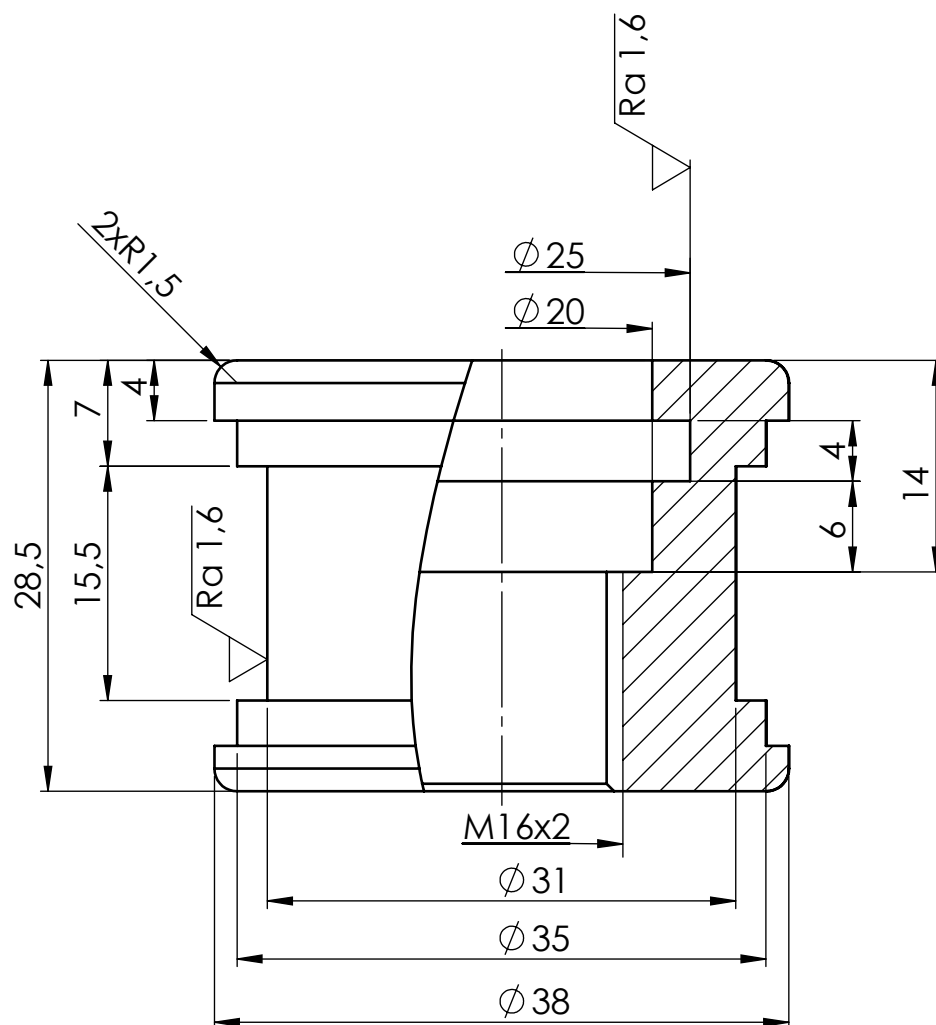
Tallinna Tehnikakõrgkool Masinaehitusteaduskond			Operatsioonikaart		Toote nr, nimetus Hüdrosilinder						
					Detaili Nr, nimetus 000.000.011, Hülss						
Operatsiooni nimetus Hülss treimine				Nr 1	Det. arv	Det.mass	Toor.mass	Kulunorm	Kkoef.		
Toorik (materjal), mark, nimetus: Hülssi toru 50x40x6000 St 52.3 DIN 17100					5000tk	1,87kg	1,95	0,08kg			
Siire	Paigaldus. Operatsiooni, siirde sisu Jahutus.				Seade, rakised, lõikeriistad, mõõteriistad					Tt Tp	Te Ta
1.	Neljapakilises isetsentsreerivas padrunis, vesiemulsioon				a _p	f _n	i	V _c	n		
					isetsentreeruv neljapakiline padrun,nihik, Tööriistahoidja: CoroTurn rigid clamp desigin DCLNR 1616H09, Terik: CNMG PF GC4215,Tööriistahoidja: Coromant Capto Coro T-max P C4-PCLNR-13080-09, VDI kinnitusega adapter : C4-RL K2040-00075M, Tööriistahoidja: Coromant Capto, Coro T-max P C4-PCLNR-13080-09, Tööriistahoidja: Coromant capto T-max U-Lock C4-R 166.0KF-1206-11, Terik: R166.0L-11VM01-001 GC1020,						
2.	Treida hülssi otspind välis Ø50mm mõõtu 349 ±0,25 mm ja töödelda faas 4x45° .				1,5	0,15		500	3185		
	Treida hülssi otspind välis Ø50mm mõõtu 347,5 ±0,25 mm. Kooriv, töödelda hülssi sisemine aste mõõtu Ø43mm, l= 10mm, puhas,töödelda hülssi sisemine aste mõõtu Ø45mm , l=10mm Keermestada sisekeere M44X2, l=12.				1...1,5	0,1...0,15...2		125...500...560	3567		
Koostas: R.Sild	Nimi	Allkiri	Kuupäev 14.05.2014	Kontrollis J.Piiritalo	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Leht: 1	Leht: 1		

Tallinna Tehnikakõrgkool Masinaehitusteaduskond			Operatsioonikaart		Toote nr, nimetus Hüdrosilinder						
					Detaili Nr, nimetus 000.000.021, Varras						
Operatsiooni nimetus Varras treimine				Nr 1	Det. arv	Det.mass	Toor.mass	Kulunorm	Kkoef.		
Toorik (materjal), mark, nimetus: Kroomitud toru 25x6000mm 20MNV6					5000tk	1,33kg	1,40	0,07kg			
Siire	Paigaldus. Operatsiooni, siirde sisu Jahutus.				Seade, rakised, lõikeriistad, mõõteriistad					Tt	Te
	Neljapakilises isetsentsreerivas padrunis, vesiemulsioon				a _p	f _n	i	V _c	n	Tp	Ta
1.	Kooriv töödelda varre otspind välis Ø25mm, mõõtu 363 ±0,25 mm.Puhas töödelda varre otspind välis Ø25mm, mõõtu 362 ±0,25 mm				1	0,1...0,15		500...560	6500		
2.	Kooriv töödelda varre otspind välis Ø25mm, mõõtu 361 ±0,25 mm. Puhas töödelda varre otspind välis Ø25mm, mõõtu 360 ±0,25 mm. Kooriv töödelda varre aste mõõtu Ø22mm , l= 28,5. Puhas töödelda varre aste mõõtu Ø20mm l=28,5. Keermestada varras M16X2, l=14,5.				1...1,5	0,1...2		500...560	6500		
Koostas: R.Sild	Nimi	Allkiri	Kuupäev 14.05.2014	Kontrollis J.Piiritalo	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Leht: 1	Leht: 1		

Tallinna Tehnikakõrgkool Masinaehitusteaduskond			Operatsioonikaart		Toote nr, nimetus Hüdrosilinder						
Detaili Nr, nimetus 000.000.022, Kolb											
Operatsiooni nimetus Kolb treimine				Nr 1	Det. arv	Det.mass	Toor.mass	Kulunorm	Kkoef.		
Toorik (materjal), mark, nimetus: Kalibreeritud latt Ø38x6000mm S355J2G3					5000tk	0,14kg	0,26	0,12kg			
Siire	Paigaldus. Operatsiooni, siirde sisu Jahutus.				Seade, rakised, lõikeriistad, mõõteriistad					Tt Tp	Te Ta
1.	Neljapakilises isetsentsreerivas padrunis, vesiemulsioon Kooriv töödelda kalibreeritud latti Ø38mm saagimise järgne ots mõõtu 999mm,puhas töödelda saagimise järgne ots mõõtu 998mm, töödelda R=1,5x45°. Tsentreerida kolvi läbiv ava. Puurida ava Ø14mm, l= 29,5mm(1mm üle). Kooriv töödelda kolvi sisemine aste Ø18mm (kahe läbimiga), l =14mm. Puhas töödelda kolvi sisemine aste Ø20mm , l =14mm. Keermestamine M16X2, l=15mm. Kooriv töödelda sisemine soon Ø23mm l=4mm, Puhas töödelda sisemine soon Ø25mm l=4mm. Kooriv töödelda kolvi välimised astmed kolme läbimiga. Puhas töödelda kolvi välimised astmed. Kolvi pikkusesse 28,5mm töötlemine, raadiuse 1,5x45° töötlemine, (mõlemad faasid, pärast esimest mahalõiget) koos mahalõikega.				a _p	f _n	i	V _c	n		
					Isetsentreeruv neljapakiline padrun,nihik, Tööriistahoidja: CoroTurn rigid clamp design DCLNR 1616H09, Terik: CNMG PF GC4215, Tsentripuur:MSP0300SB, Puur: CoroDrill Delta C – R840-1400-30-A1A, Tööriistahoidja:Coro Turn 107 A10K-SCLCR 06R, Terik: CCMT PF GC4215, Adapter: EasyFix sleeve 131-2010-B, Tööriistahoidja: T-Max,U-Lock R 166.4 KF-16-16, Terik: R166.0L-16VM01-001 GC 1020, Tööriistahoidja: Coro Cut MB, MB –A16-16-07, Terik: MB 07G300-00-11 R GC 1025, Tööriistahoidja: Coromant capto, Coro cut 1-and 2 edge C4RF 123 G20-27060B, Terik: N123G2-0300-002-CM GC 2135, VDI kinnitusega adapter : C4-RL K2040-00075M						
Koostas: R.Sild	Nimi	Allkiri	Kuupäev 14.05.2014	Kontrollis J.Piiritalo	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Leht: 1	Leht: 1		
					0,5...2	0,05...2	500...560	4500			

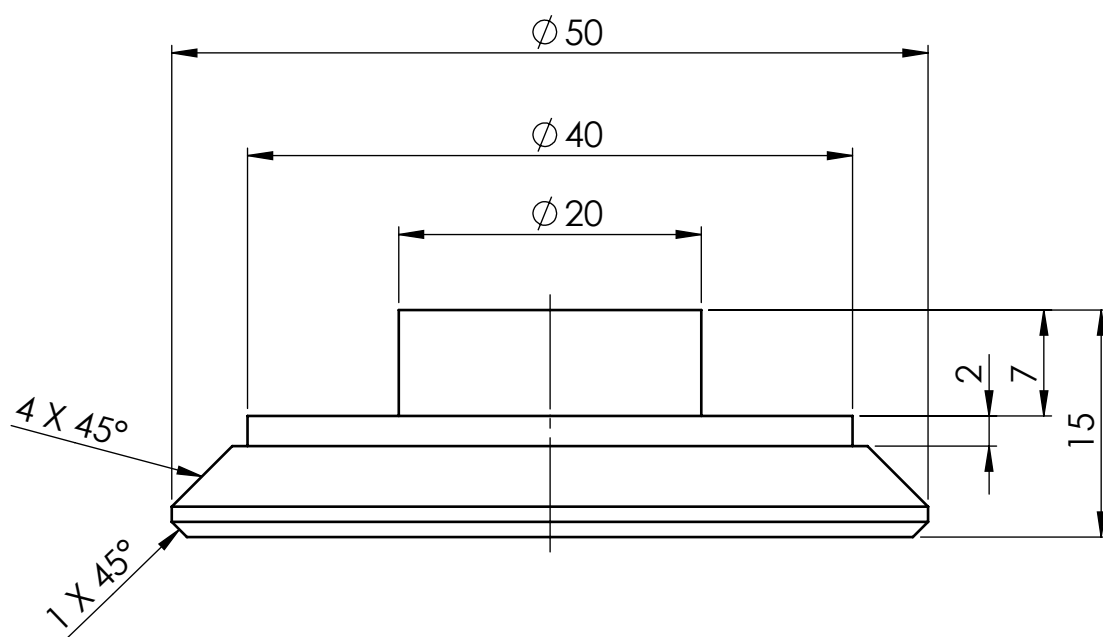
Tallinna Tehnikakõrgkool Masinaehitusteaduskond			Operatsioonikaart		Toote nr, nimetus Hüdrosilinder						
					Detaili Nr, nimetus 000.000.012, Põhi						
Operatsiooni nimetus Põhi treimine				Nr 1	Det. arv	Det.mass	Toor.mass	Kulunorm	Kkoef.		
Toorik (materjal), mark, nimetus: Kalibreeritud latt Ø50x6000mm S355J2G3					5000tk	0,12kg	0,25	0,13kg			
Siire	Paigaldus. Operatsiooni, siirde sisu Jahutus.				Seade, rakised, lõikeriistad, mõõteriistad					Tt	Te
					a _p	f _n	i	V _c	n	Tp	Ta
1.	Neljapakilises isetsentsreerivas padrunis, vesiemulsioon <										

Tallinna Tehnikakõrgkool Masinaehitusteaduskond			Operatsioonikaart		Toote nr, nimetus Hüdrosilinder							
					Detaili Nr, nimetus 000.000.013, Silm							
Operatsiooni nimetus Silm treimine				Nr 1	Det. arv	Det.mass	Toor.mass	Kulunorm	Kkoef.			
Toorik (materjal), mark, nimetus: Kalibreeritud latt Ø60x6000mm S355J2G3					5000tk	0,22kg	0,47	0,25kg				
Siire	Paigaldus. Operatsiooni, siirde sisu Jahutus.				Seade, rakised, lõikeriistad, mõõteriistad					Tt	Te	
										Tp	Ta	
1.	Neljapakilises isetsentsreerivas padrunis, vesiemulsioon				a _p	f _n	i	V _c	n			
					Isetsentreeruv neljapakiline padrun,nihik, Tööriistahoidja: CoroTurn rigid clamp design DCLNR 1616H09, Terik: CNMG PF GC4215, Puur: CoroDrill 880 – 880-D3900L40-02,Terikplaadid: 880-0704 W10A-P-LM GC4024, Tööriistahoidja:Coro Turn 107 A10K-SCLCR 06R, Terik: CCMT PF GC4215, Adapter: EasyFix sleeve 131-2010-B, Tööriistahoidja: Coromant capto, Coro cut 1-and 2 edge C4RF 123 G20-27060B, Terik: N123G2-0300-002-CM GC 2135, VDI kinnitusega adapter : C4-RL K2040-00075M							
					1...1,5	0,05...0,15	1	500...560	2500			
Kooriv töödelda kalibreeritud latti Ø60mm saagimise järgne ots mõõtu 999mm,puhas töödelda saagimise järgne ots mõõtu 998mm ja töödelda faas 1,5 x45°. Puurida läbiv ava Ø39mm, l=20mm. Kooriv töödelda sisemine aste mõõtu Ø41mm, l=18mm. Puhas töödelda aste mõõtu Ø42 H7 mm. Töödelda otspindade faasid 2x 1,5 x45° (teine faas, pärast esimest mahalõiget) ja sooritada mahalõige, tagades detaili laius 20mm.												
Koostas: R.Sild	Nimi	Allkiri	Kuupäev 14.05.2014	Kontrollis J.Piiritalo	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Leht: 1	Leht: 1			



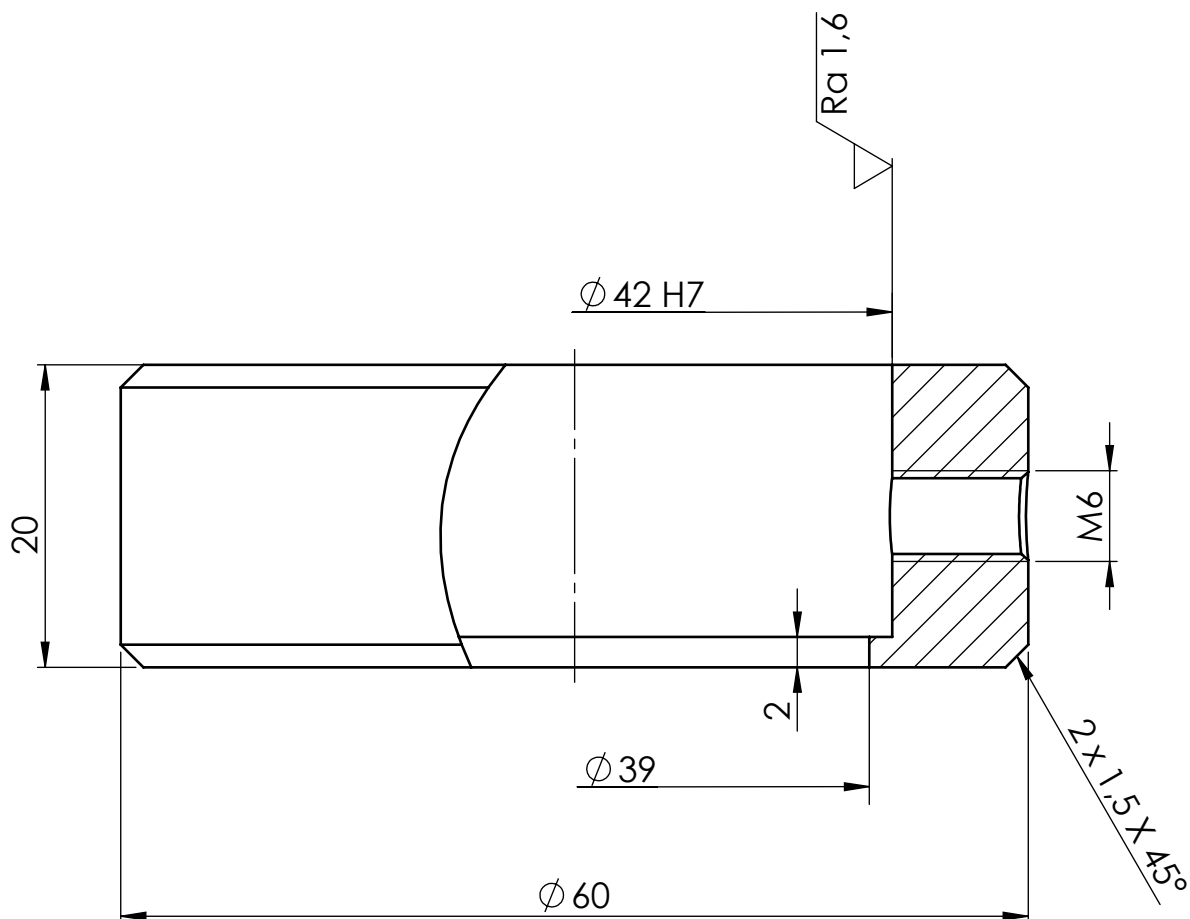
$Ra 3,2$ (✓)

	Materjal: S355J2G3 EN 10025-2	Märkimata piirhälbed: ISO 2768-1 f	Mass: 0.14	Mööd: 2:1
Teostas:	R.Sild	Nimetus: Kolb	Faili nimetus: 000.000.022	
Kontrollis:	J.Särak			
Kinnitas:	J.Piiritalo			
TTK MI-81		Leht: 1	Tähis: 000.000.022	Formaat: A4

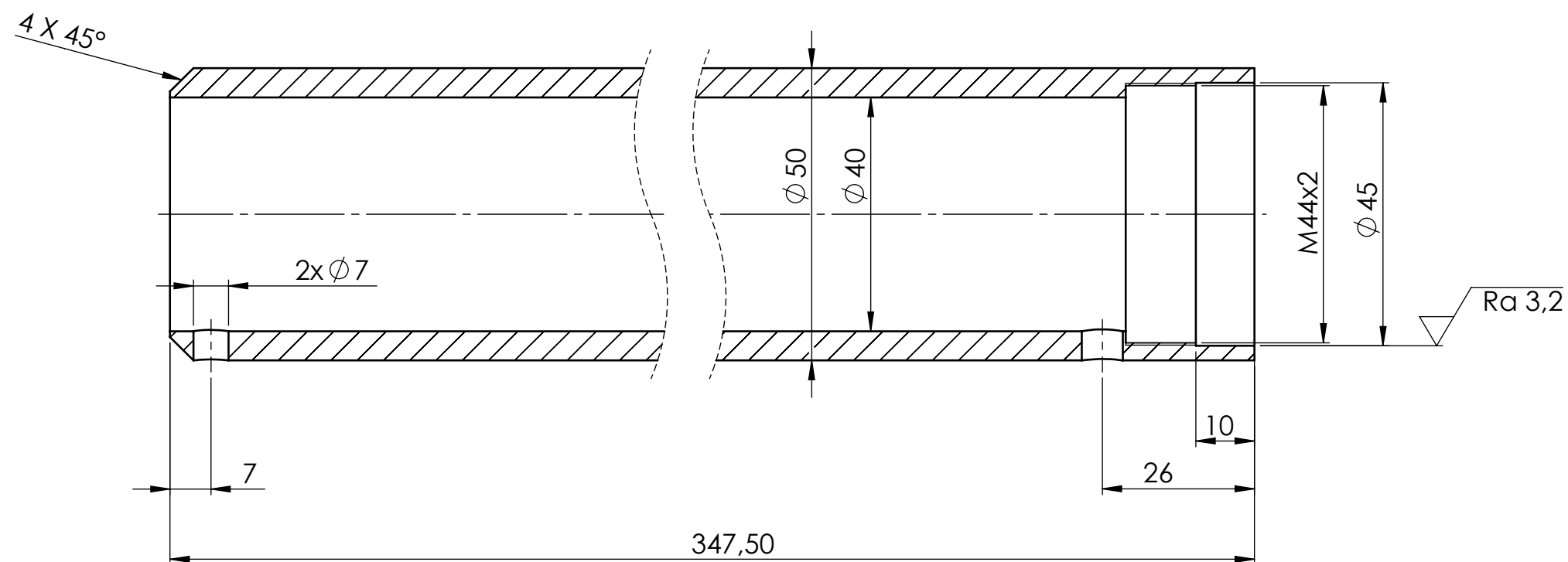


Ra 6,3/

	Materjal: S355J2G3 EN 10025-2	Märkimata piirhälbed: ISO 2768-1 m	Mass: 0,12	Mõõt: 2:1
Teostas:	R.Sild	Nimetus: Põhi	Faili nimetus: 000.000.012	
Kontrollis:	J.Särak			
Kinnitas:	J.Piiritalo			
TTK MI-81		Leht: 1	Tähis: 000.000.012	Formaat: A4

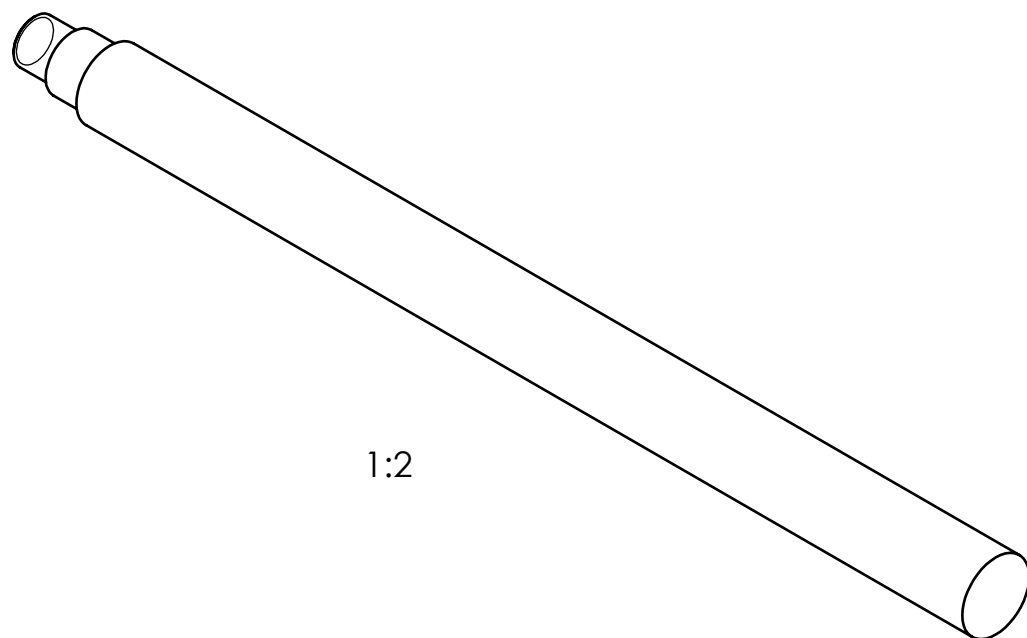
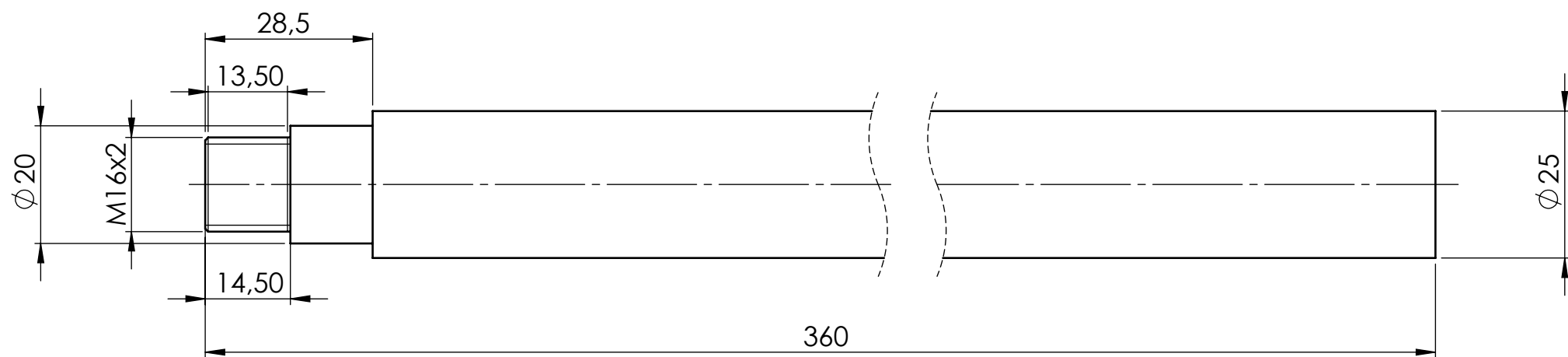


	Materjal: S355J2G3 EN 10025-2	Märkimata piirhälbed: ISO 2768-1 m	Mass: 0.22	Mööd: 2:1
Teostas:	R.Sild	Nimetus: Silm	Faili nimetus: 000.000.013	
Kontrollis:	J.Särak			
Kinnitas:	J.Piiritalo			
TTK MI-81		Leht: 1	Tähis: 000.000.013	Formaat: A4

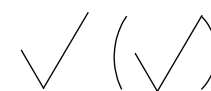


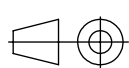
Ra 6,3/ (✓)

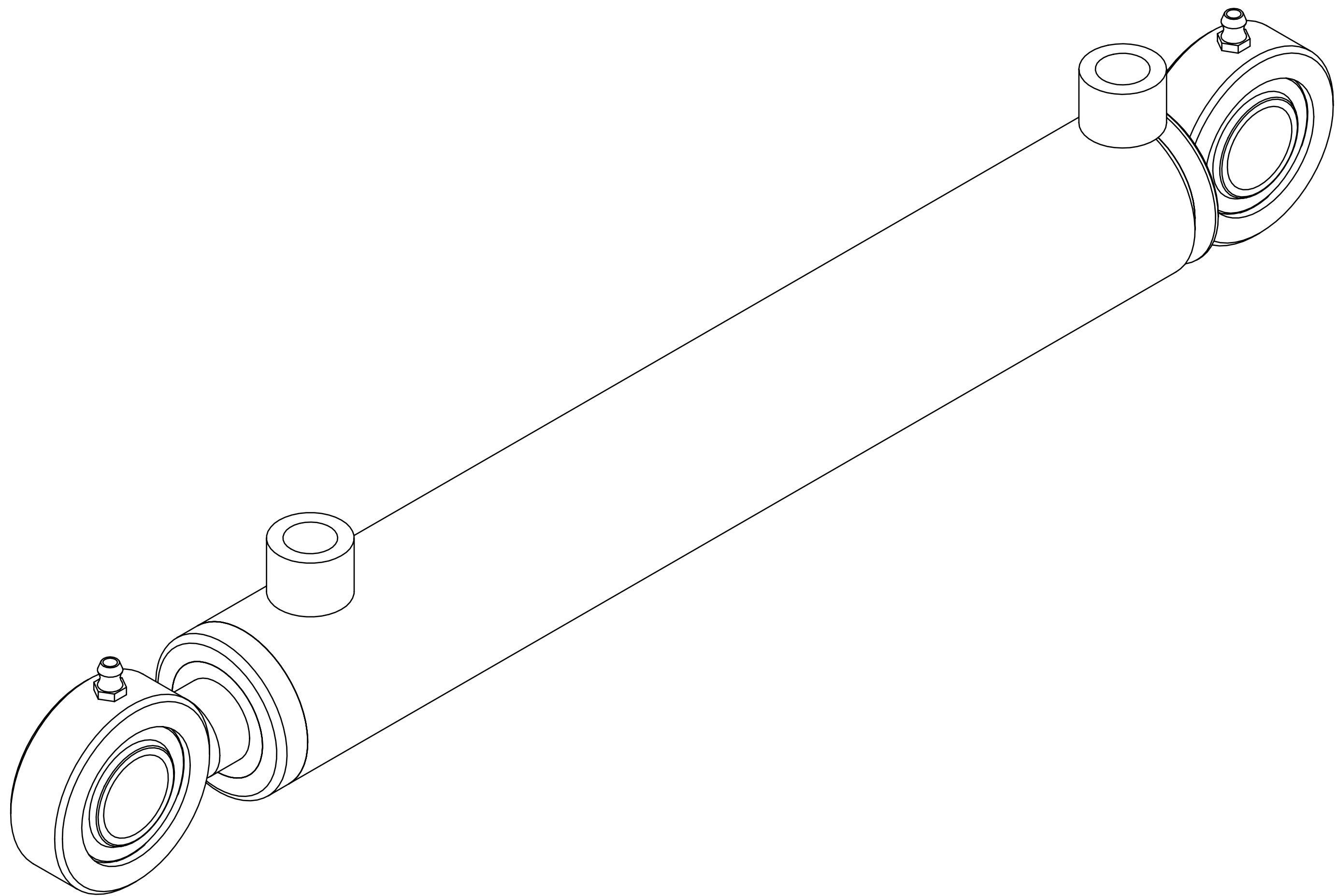
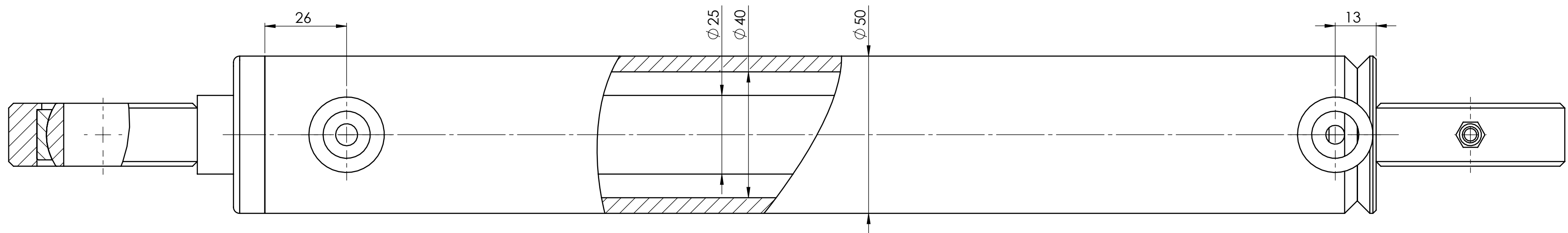
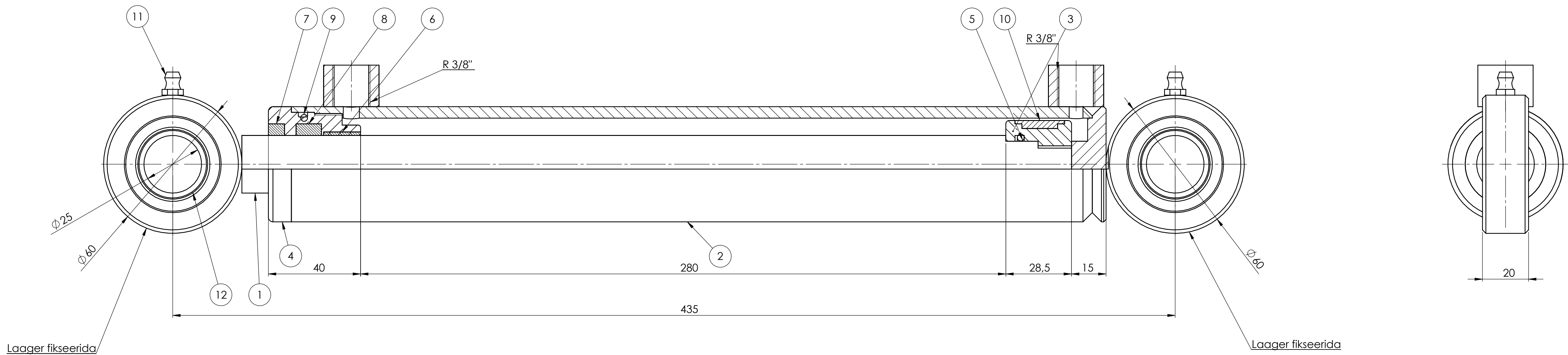
	Materjal: St 52.3 DIN 17100		Märkimata piirhälbed: ISO2768-1 m	Mass: 1.87	Mööd: 1:1
	Teostas: R.Sild	Nimetus: Hülss		Faili nimetus: 000.000.011	
	Kontrollis: J.Särak				
	Kinnitas: J.Piiritalo				
TTK MI-81		Leht: 1	Tähis: 000.000.011		Formaat: A3



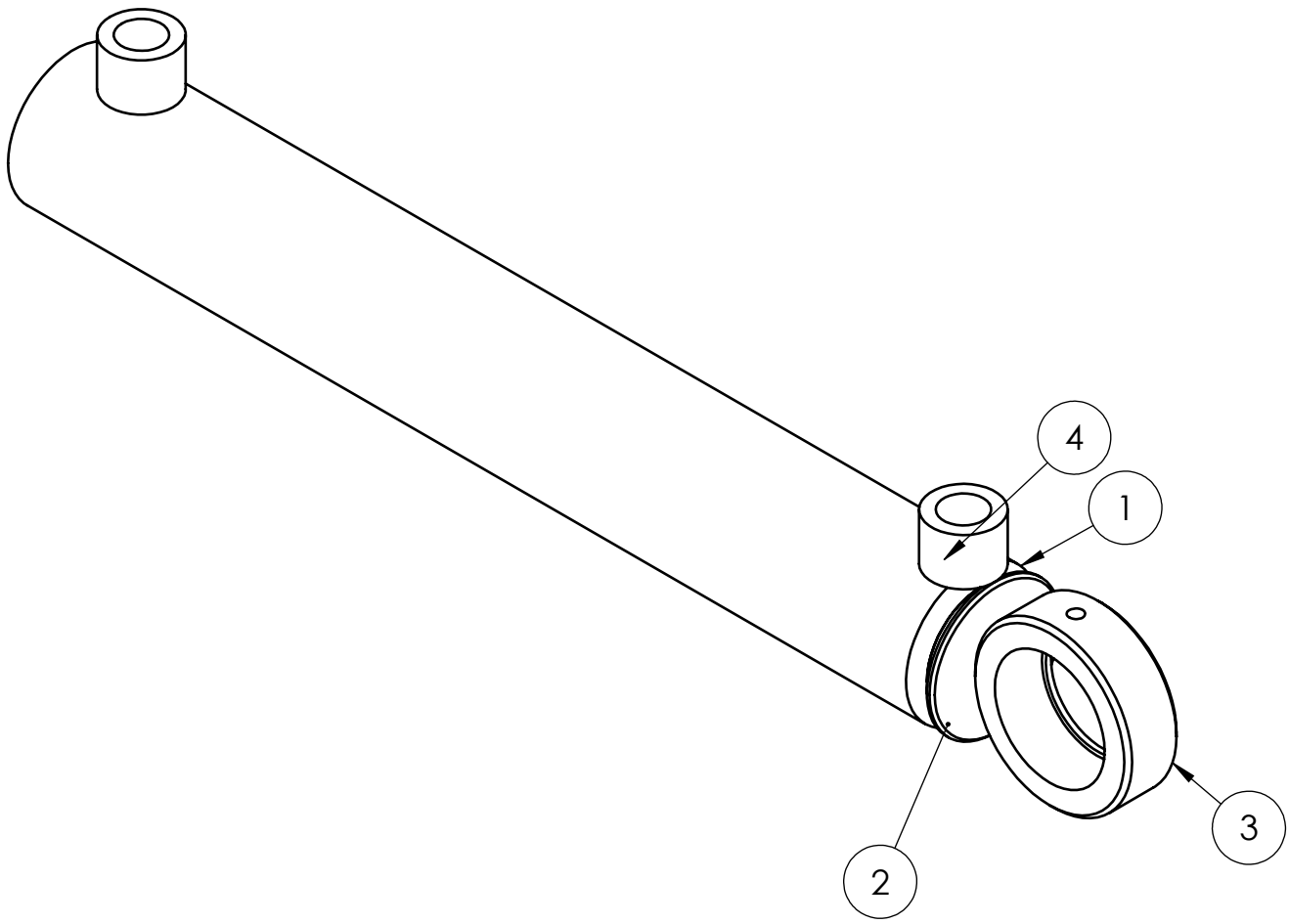
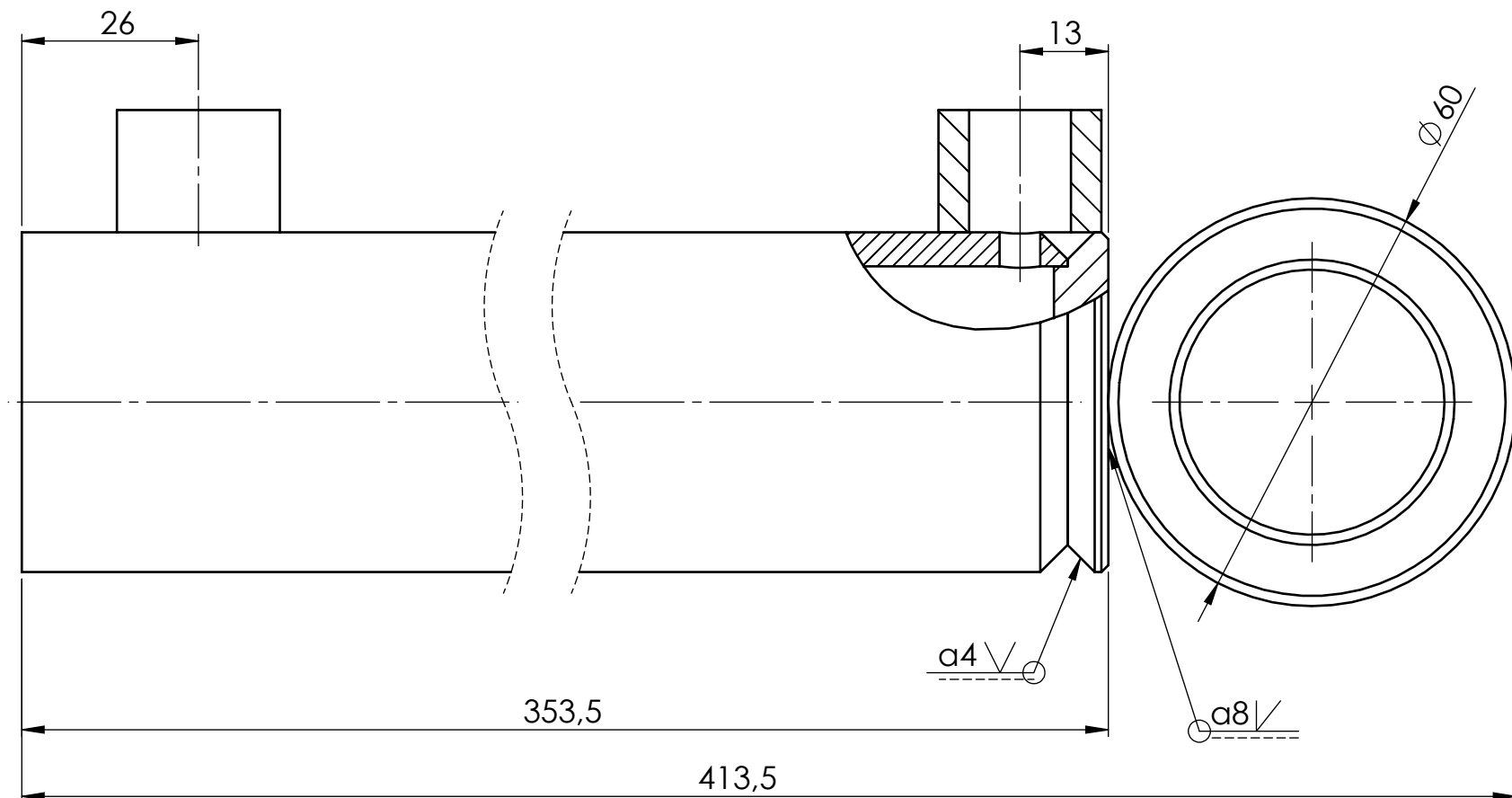
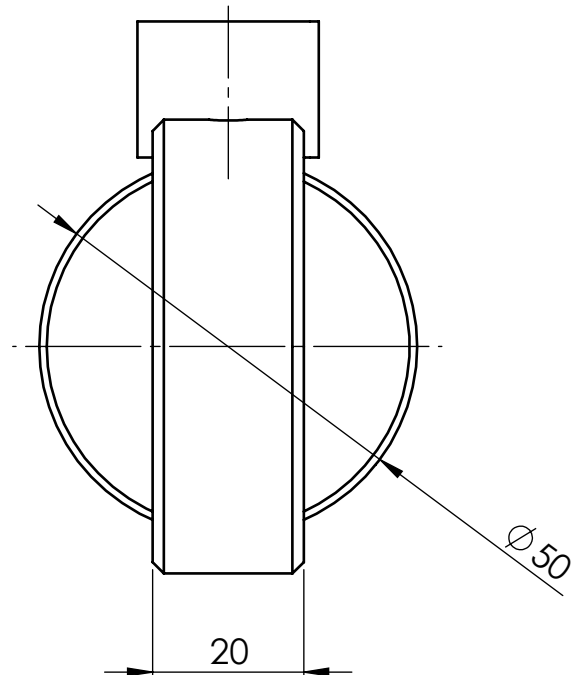
1:2



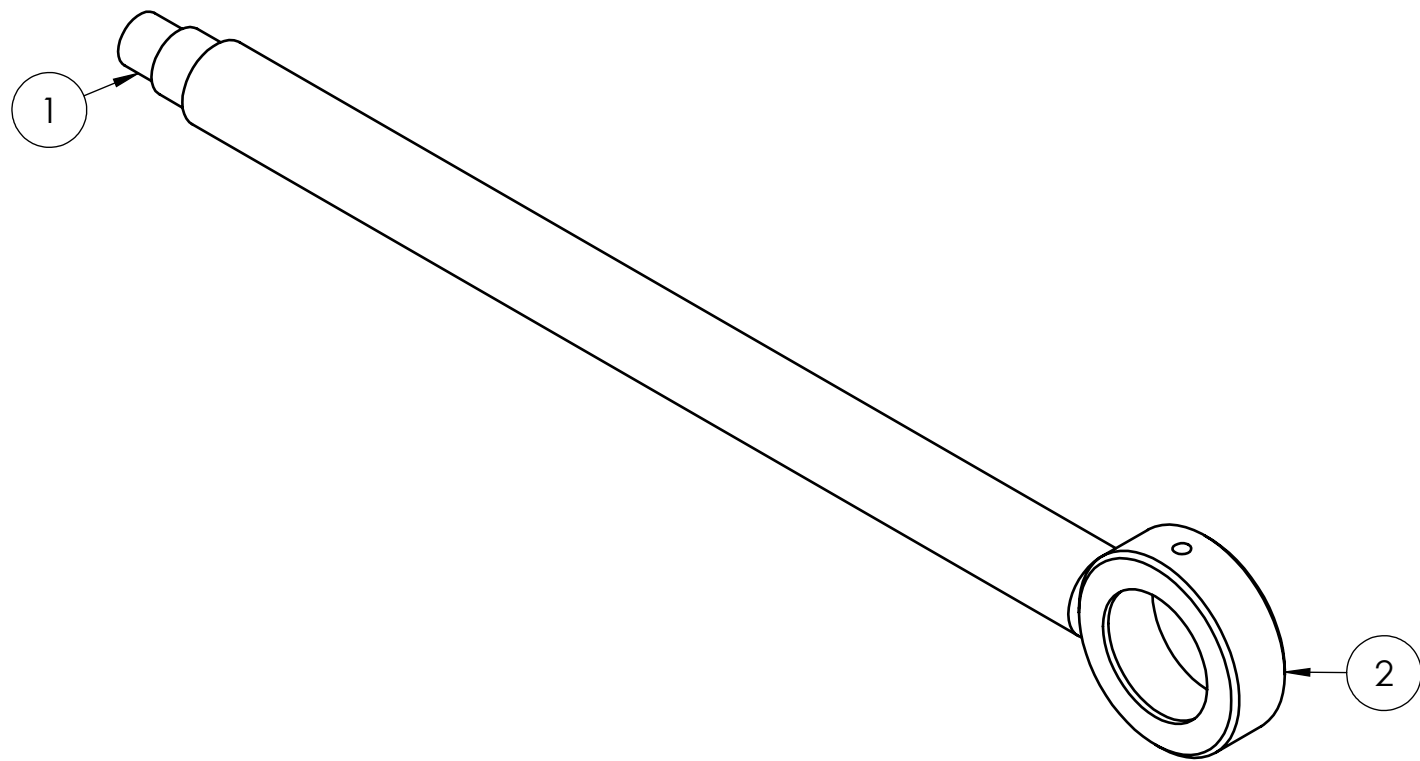
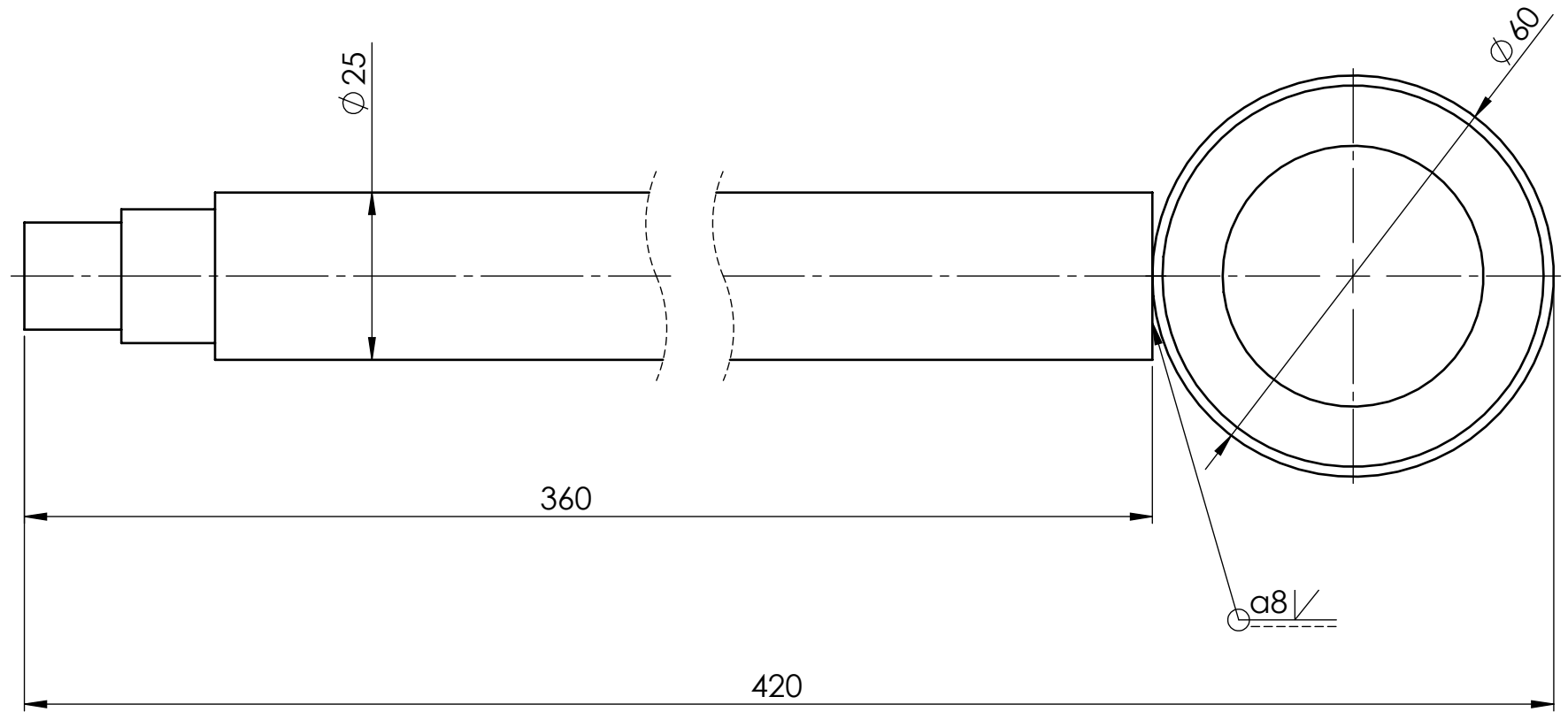
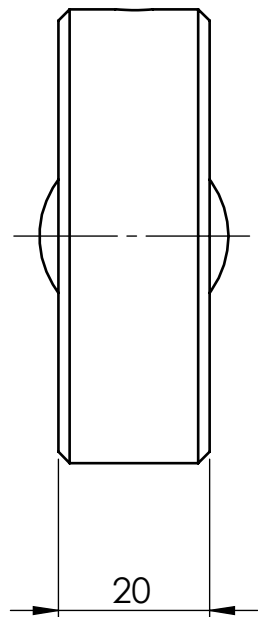
	Materjal: 20MNV6 EN 10294-1	Märkimata piirhälbed: ISO 2768-1 m	Mass: 1.33	Mööd: 1:1
Teostas:	R.Sild	Nimetus: Varras	Faili nimetus: 000.000.021	
Kontrollis:	J.Särak			
Kinnitas:	J.Piiritalo			
TTK MI-81		Leht: 1	Tähis: 000.000.021	Formaat: A3



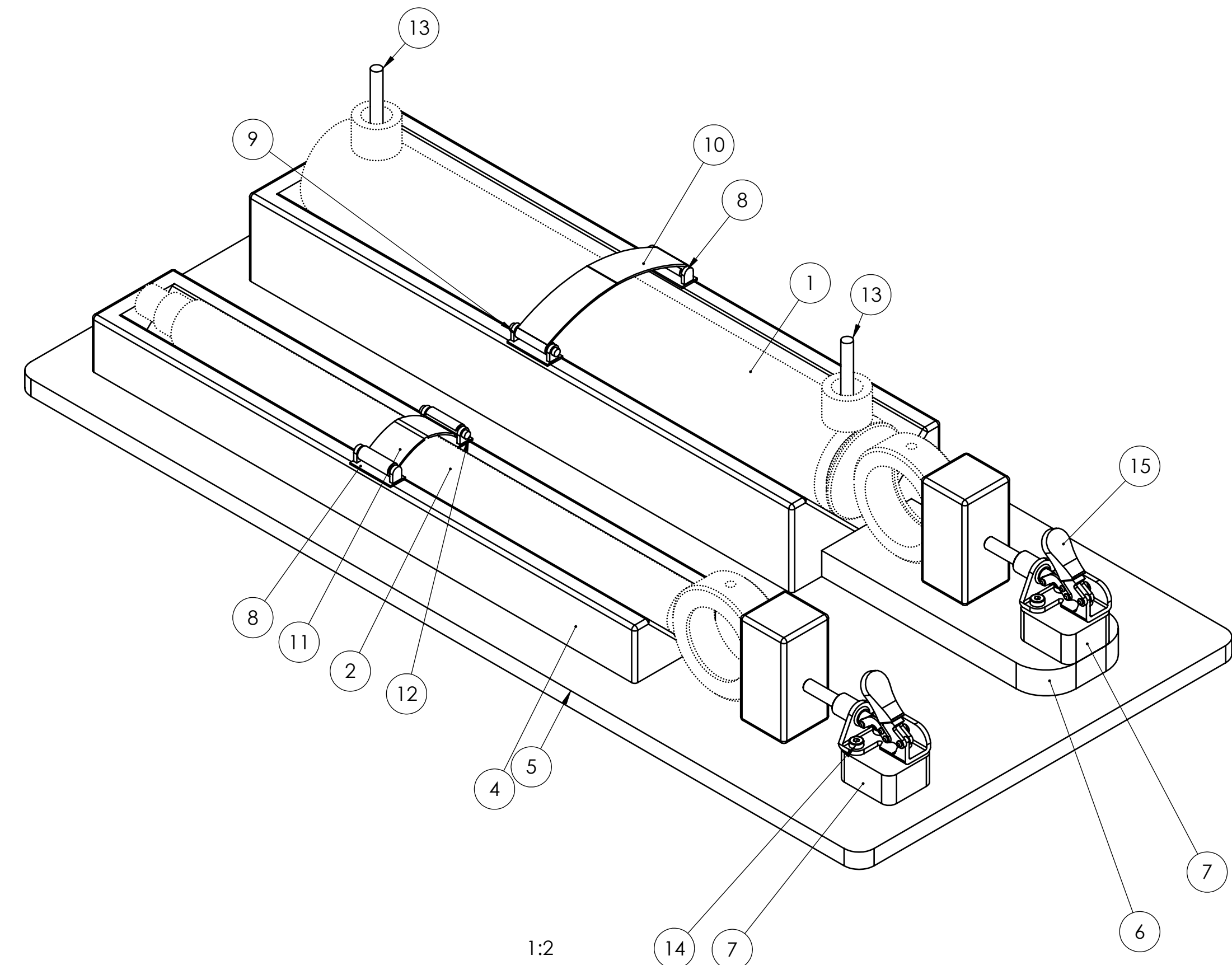
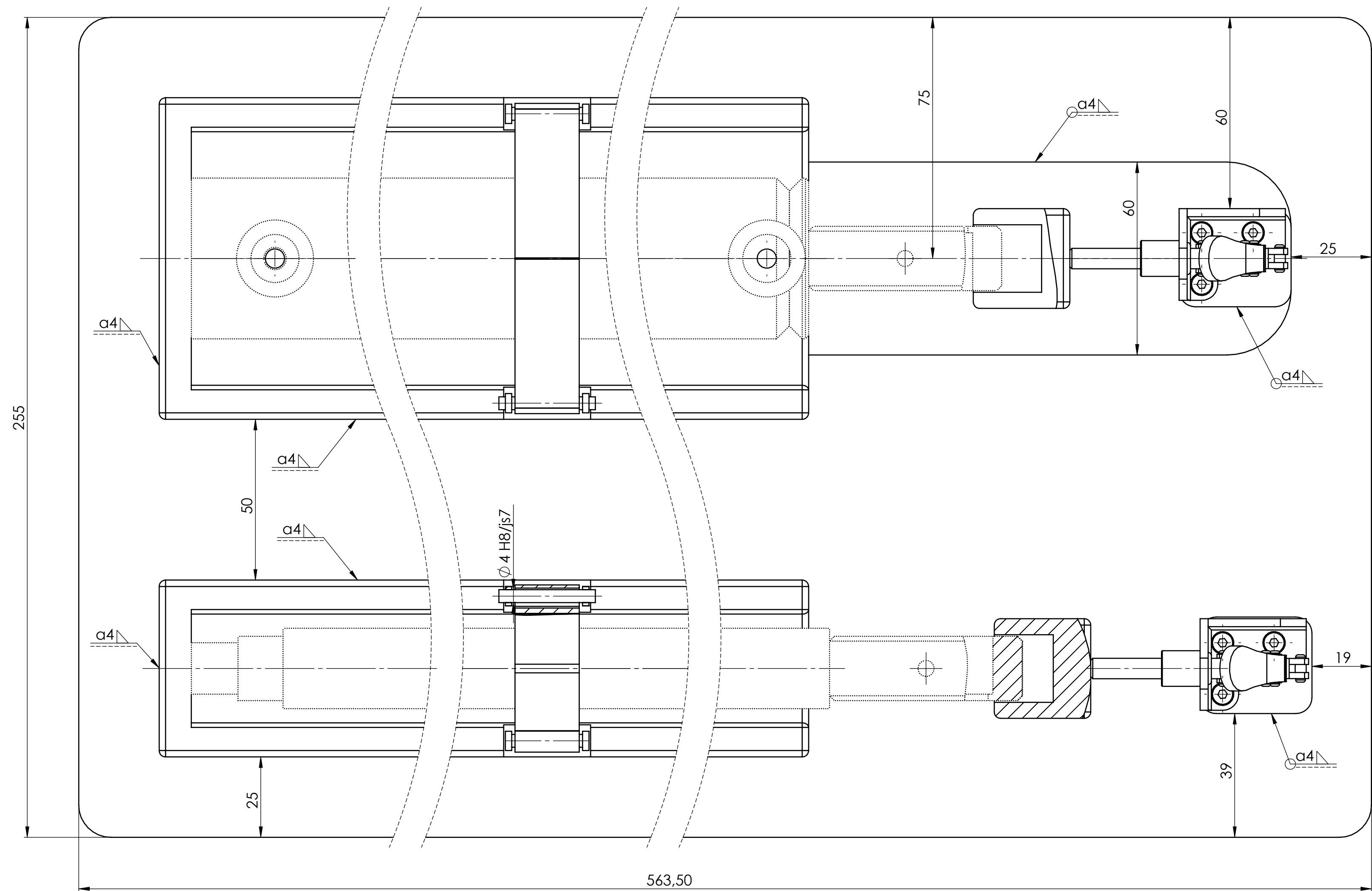
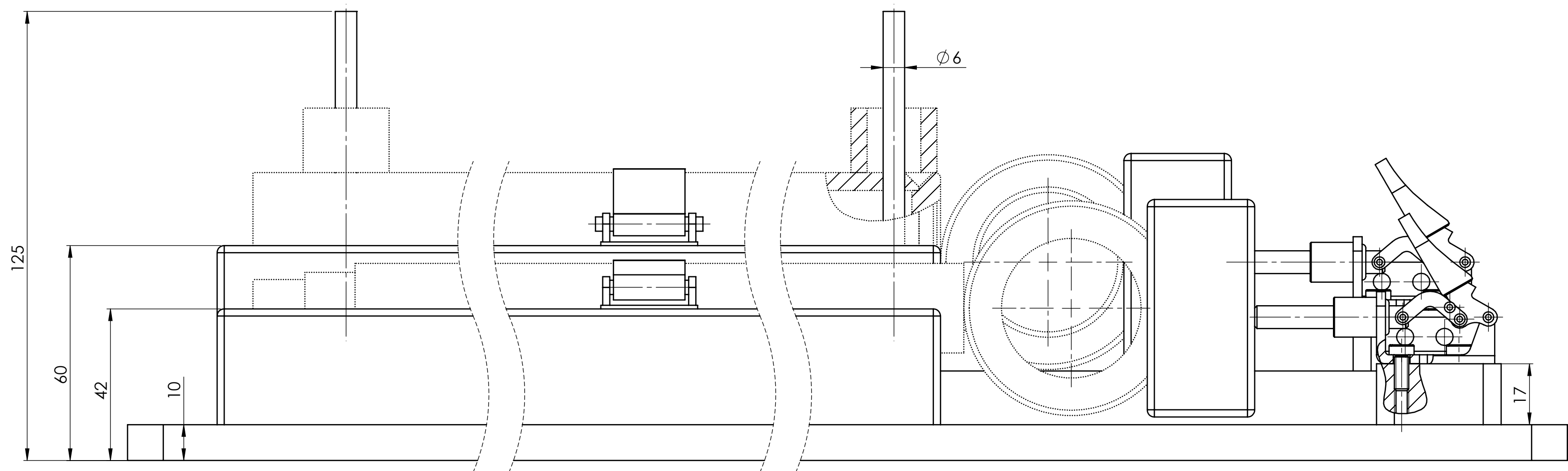
12	GE 25 sfääriline laager	Bearing-GE-25-ES	2	Varson
11	Määrdenippel M6x1 DIN71412	M6x1_DIN71412	2	Würth
10	Kolviühend	40-32-15,5	1	Simrit
9	O-rõngas	37,2x3	1	Simrit
8	Survetihned	25-35-10	1	Simrit
7	Varrepühkija	25-35-7_10	1	Simrit
6	Juhtpuks	25-28-18	1	Simrit
5	O-rõngas	20,2x3	1	Simrit
4	Otsmutter	000.000.014	1	PMT
3	Kolb	000.000.022	1	
2	Hülsi koost	000.000.010	1	
1	Varre koost	000.000.020	1	
Osa	Nimetus, materjal	Tähis	Kogus	Märkus
Materjal:		Märkimata piirhälbed:	Mass:	Mõõt:
			4.28	1:1
Teostas:		Nimetus:		Faali nimetus:
Kontrollis:		Silinder		000.000.000
Kinnitas:				
TTK MI-81		Leht:	Tähis:	Formaat:
		1	000.000.000	A1



4	Stuts 3/8"	000.000.015	2
3	Silm	000.000.013	1
2	Põhi	000.000.012	1
1	Hülss	000.000.011	1
Osa	Nimetus, materjal	Tähis	Kogus
	Materjal:	Märkimata piirhälbed:	Mass: 2.29
			Mõõt: 1:1
Teostas:	R.Sild	Nimetus:	Faili nimetus:
Kontrollis:	J.Särak	Hülssi koost	000.000.010
Kinnitas:	J.Piiritalo		
TTK MI-81		Leht: 1	Tähis: 000.000.010
			Formaat: A3

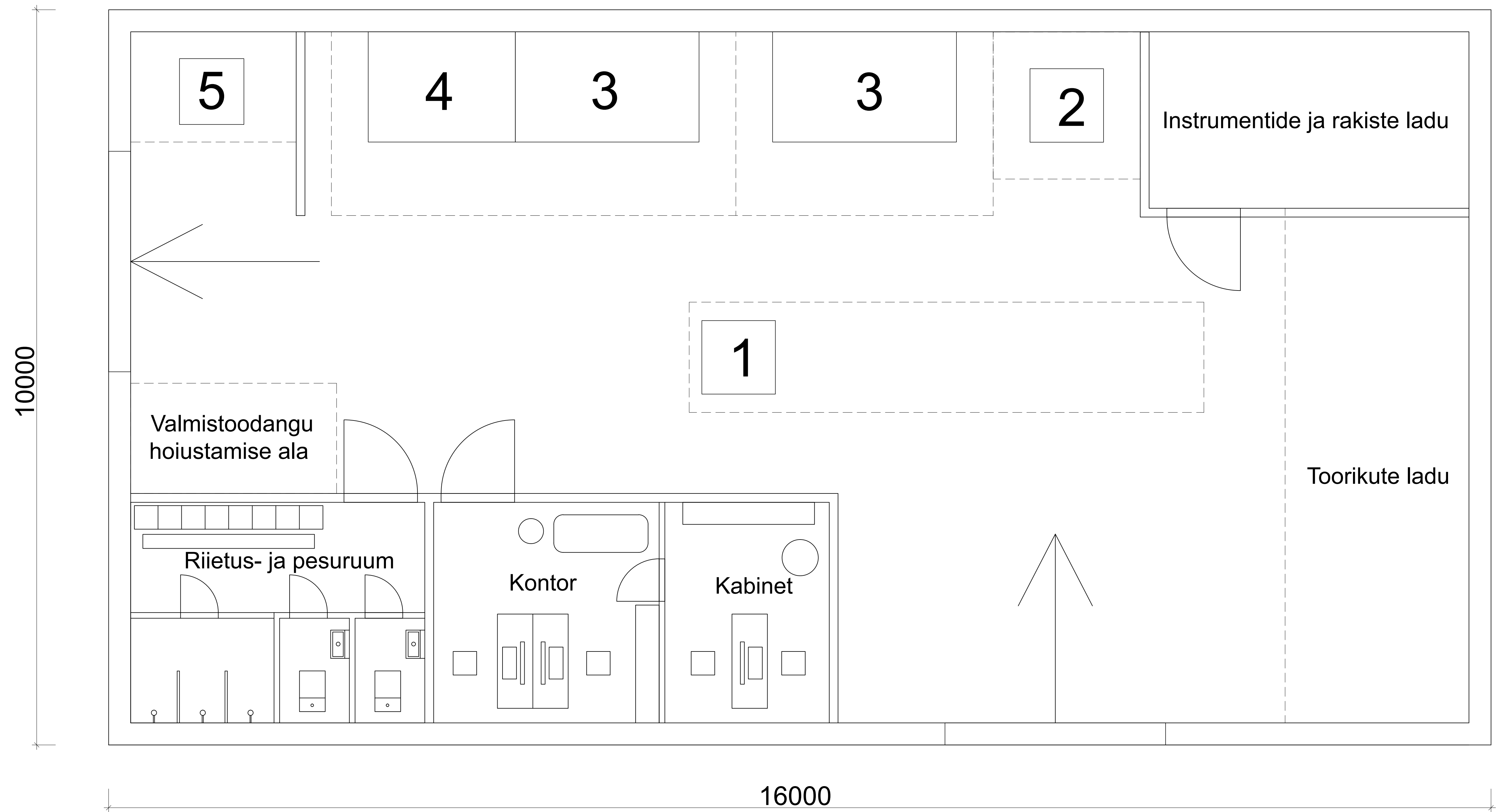


2	Silm	000.000.013	1
1	Varras	000.000.021	1
Osa	Nimetus, materjal	Tähis	Kogus
	Materjal:	Märkimata piirhälbed:	Mass: 1.56
Teostas:	R.Sild	Nimetus:	Mõõt: 1:1
Kontrollis:	J.Särak	Varre koost	Faili nimetus: 000.000.020
Kinnitas:	J.Piiritalo		
TTK MI-81		Leht: 1	Tähis: 000.000.020
			Formaat: A3



15	Klamber	000.000.050	2
14	Polt M4x10 DIN 7984	m4x10	6
13	D6 asendivarras	000.000.041	2
12	D4 tihv	000.000.040	2
11	Viis 2	000.000.039	1
10	Viis	000.000.038	1
9	Kinniti 2	000.000.037	2
8	Kinniti	000.000.036	2
7	Plaat 2	000.000.035	2
6	Plaat	000.000.034	1
5	Alusplaat	000.000.033	1
4	Pesa 2	000.000.032	1
3	Pesa	000.000.031	1
2	Varre koost	000.000.020	1
1	Hülsi koost	000.000.010	1
Osa	Nimetus, materjal	Tähis	Kogus
Materjal:		Märkimata piirhälbed:	Mass: 7.36
Teostas: R.Sild		Nimetus:	Mõõt: 1:1
Kontrollis: J.Särak		Faili nimetus: 000.000.030	
Kinnitas: J.Piiritalo			
TTK MI-81		Leht: 1	Formaat: A1

M 1:50



Jrk nr	Nimetus	Andmed
1	Saag: Jet 7" x 12" HVBS	võimsus 1,2 KW
2	Puur: Bernardo-B610 PRO	maksimaalne puurimissügavus 32 mm, võimsus 2,2 kW
3	Treipink: HAAS ST10	maksimaalne töödeldavläbimõõt 165 mm, võimsus 11,2 kw
4	HAAS BAR1006ST latisöötur	maks. läbimõõt 165 mm
5	Keevitus: ESAB Migmaster 215 PRO	võimsus 10,2 kW

← nooltega on näidatud toote liikumissuund alates toorikust kuni valmistoodanguni

----- punktiirjoonega on tähistatud vastavate tööalade ümber olevad liikumisalad

Tallinna Tehnikakõrgkool Mehaanikateaduskond		Töö nimetus: Lõputöö	Mõõt: 1:50
		Joonise nimetus: Tootmisjaoskonna plaan	Leht: A1
		Kuupäev: 07.05.2014	
Koostas:	Reijo Sild	Õppeaine:	Leht: 1/4
Juhendas:	Janis Piiritalo		