

Benjamin Kalmõkov

JUHTTOE TEHNOLOOGIA VALIK

LÕPUTÖÖ

Tehnikainstituut
Õpperühm: ME 2019

Tallinn 2023

Autori deklaratsioon ja lihtlitsents

Mina/meie,

Benjamin Kalmõkov tõendan/tõendame, et lõputöö on minu/meie kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autori/te/le ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

Juhendaja (nimi) Marek Pakkin.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Benjamin Kalmõkov
(*autori nimi*)

sünnikuupäev: 20.06.1999

annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Juhttoe tehnoloogia valik

1. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
2. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

1. lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;
2. PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

Tallinnas, kuupäev digiallkirjas.

SISUKORD

1	SISSEJUHATUS.....	5
2	LÄHTEÜLESANNE.....	6
2.1	Toode.....	6
2.1.1	Toote osad	6
2.1.2	Materjali omadused	6
2.2	Toormaterjali valik	7
3	TEHNOLOOGILISE PROTSESSI VÄLJATÖÖTAMINE	8
3.1	Seadmed.....	8
3.1.1	Plasmapink	8
3.1.2	Keevitusseade.....	9
3.1.3	Lintsaag	10
3.1.4	Freepink	11
3.1.5	Treipink	12
3.2	Instrumentide valik	13
3.2.1	Freepink	13
3.2.2	Saelint.....	13
3.2.3	Sisetreimiseks vajalikud tööriistad.....	13
3.3	Lisatoed lintsaale	15
4	KOOSTAMISRAKISE PROJEKTEERIMINE	17
4.1	Rakis koostu 01.01.01.01 koostamiseks.....	17
4.2	Rakis koostu 01.01.01 koostamiseks	17
4.3	Rakis koostu 01.01 koostamiseks	18
5	TOOTE OMAHINNA ARVUTAMINE.....	19
5.1	Materjalikulu	19
5.1.1	Teraslehe S355 hind	19
5.1.2	Toormaterjali hind.....	19
5.1.3	Materjali kulu	20
5.2	Ajakulu	21
5.2.1	Plasmapink	21
5.2.2	Freepink	23
5.2.3	Treipink	24

5.2.4	Lintsaag	25
5.2.5	Keevitamine	26
5.2.6	Ajakulu kokku	27
5.3	Tööjõukulu.....	27
5.3.1	Tööliste palgad	27
5.3.2	Tööliste tööülesanded.....	28
5.4	Tükihind.....	28
6	KOKKUVÕTE.....	29
7	VIITED.....	30
	LISAD	33
	Lisa 1.Tabelid.....	34
	Lisa 1.1 Tükitabel.....	34
	Lisa 1.2 Tehnoloogiakaart.....	35
	Lisa 2. Joonised	37
	Lisa 2.1 Toote joonis	37
	Lisa 2.2 Rakised	40
	Lisa 2.3 Väljalõikekaardid	44
	Lisa 2.4 Alamkoostud ja koost.....	50
	Lisa 2.5 Detaili joonise.....	56

1 SISSEJUHATUS

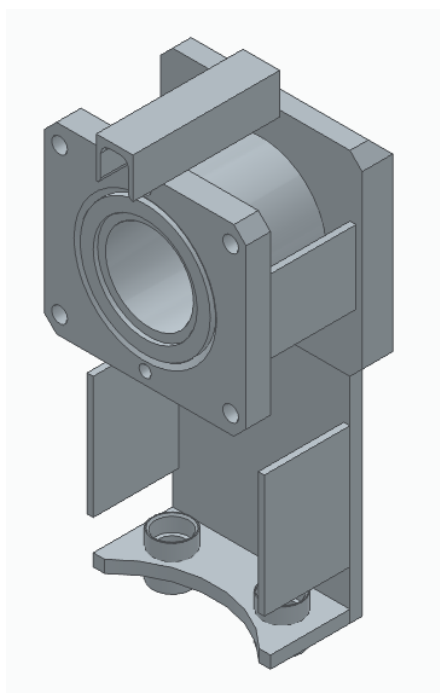
Käesoleva lõputöö lähteülesanne on antud Tehnikainstituudi poolt. Aluseks on metallkonstruktsiooni joonised. Käsitletavaks tooteks on koost nimetusega Juhttugi, tootmisprogrammiga 100 koostu aastas. Ülesandeks on tehnoloogia plaanimine, mis seisneb tootmisviiside ja -seadmete valikus, vajalike koostamisrakiste konstrueerimises ja toote omahinna arvutus. Koost ise koosneb erinevatest paksustes lehtmetallitest ja ühest pöördkehast, mis on valmistatud paksuseinalisest torust. Joonised, tabelmaterjal ja lahendused on lisatud seletuskirjale.

2 LÄHTEÜLESANNE

2.1 Toode

2.1.1 Toote osad

Toode koosneb mitmest erinevast lehtmetailist, ühest silindrilisest toorikust, kahest sisse ostetavast torukinnitist ja ühest UNP30 profiilist valmistatud detailist. Kõik detailid on samast materjalist - S335J2-st. Plaadid on 5mm kuni 25mm paksusest lehtmetailist. Kõige suuremate gabariitidega detail on 01.01.4 on pikkusega 145mm ja laiussega 175mm.



Joonis 1. Peakoost

2.1.2 Materjali omadused

S335J2 on konstruktsiooni teras, mille löögisitkus vastab suurusele 27J -20 °C juures. Selle materjali voolavuspiir on 355 Mpa, kõvadus 146 HB kuni 187 HB [1]. S335 tõmbetugevus on 470 ja 630N/mm² vahel. [2]

Tabel 1. Keemiline koostis

	C %	Si %	Mn %	P%	S%	Cu%
S355J2	0.2	0.55	1.6	0.025	0.025	0.55

2.2 Toormaterjali valik

Valitud on optimaalsete mõõtmetega toormaterjal tagamaks hea materjali kasutatavuse. Materjali valik on teostatud müügiettevõtete Exmet ja Metallikeskus [3] [4] pakkumiste alusel. Toormaterjali mõõtmed mõjutasid ka seadmete valikut.

Tabel 2. Toormaterjali kogus

Toorik	Materjal	Valmistatavad detailid	Kogus
3000x1500x5	S355J2	01.01.6 ja 01.01.01.01.7	1
3000x1500x10	S355J2	01.02.5 ja 01.01.4	2
3000x1500x20	S355J2	01.01.01.3	1
3000x1500x25	S355J2	01.01.01.01.1	1
110Øx6000	S355J2	01.01.01.01.2	3
UNP30x6000	S355J2	01.8	3
$\frac{3}{4}$ '' väliskeermega toru liitmik	S355J2	Ostutooted	200

3 TEHNOLOOGILISE PROTSESSI VÄLJATÖÖTAMINE

3.1 Seadmed

3.1.1 Plasmapink

Metall lehtede lõikamiseks on valitud SwiftCut Pro 3000 (Pro 510), kuna sellega on võimalik lõigata 25 mm paksusega teraslehte. See oli üks põhjustest, miks ei valitud laserpinki. Selle pingi lõikekiirus on 12 m/min [5]. Analoogselt on valitud ka muude operatsioonide teostamiseks lõikekiirused, mis on koondatud tabelisse 3.

Tabel 3. Standard parameetrid plasmalõikuseks [6]

Lehe paksus mm	Lõike kiirus m/min	Gaasikulu m ³ /h
5	2	0,6
10	0,95	1,2
20	0,45	1,2
25	0,35	1,5



Joonis 2. Plasmapink [5]

Tabel 4. Plasmapingi parameetrid [5].

Pingi mõõtmed, mm	3780x2115
Pingi mass, kg	1100

Pingi kõrgus, mm	1500
Tööpinna suurus, mm	3000x1500, Z= 110
Kandevõime, kg	885
Liikumise täpsus, mm/m	0,2
Korratavus, mm/m	0,4
Maksimaalne materjali paksus, mm	25
Kasti seksiooni suurim lõige, mm	100
Vaba liikumise kiirus, m/min	20
Lõikamise kiirus, m/min	12

3.1.2 Keevitusseade

Valitud on keevitusseade Stanley, 4000 W. Keevitusseadet kasutatakse alamkoostude ja koostu keevitamiseks. Tegemist on keevitusseadmega, millega saab ainult elektrodkeevitust teha



Joonis 3. Keevitusseade [7]

Tabel 5. Keevitusseadme parameetrid [7].

Seadme gabariidid, mm	340x135x200
Keevitus aparaadi tüüp	MMA
Töötüsikkel, %	60

Võimsus, W	4000
Pinge, V	240
Keevitusvool, A	160

3.1.3 Lintsaag

Saagimiseks on valitud veejahutusega lintsaag Femi N310DA DG võimsusega 1500W. [8] Selle masinaga lõigatakse profiilmaterjalist ja paksuseinalisest torust detailide 01.01.01.01.2L ja 01.8 toorikud.



Joonis 4. Lintsaag [8]

Tabel 6. Lintsae parameetrid [8]

Kaal, kg	344
Lindi pikkus, mm	2750
Hambaid tolli kohta (TPI)	6
Maksimaalne lõigatava toru läbimõõt, mm	250
Sisendvõimsus, W	1500
Töödetaili klamber	Reguleeritav nurk
Saelindi jahutus	Õli ja vesi
Maks. lindi laius, mm	70
Maks. lindi paksus, mm	0,9
Hind, eurot	7770,00

3.1.4 Freespink

Freesimiseks on valitud Haas Mini Milli. Freesitavad toorikud on mõõtmetega 150 kuni 175 mm ja paksusega 10 kuni 25 mm vahele. Töödeldakse keevitusõmbluste faasid detailidel 01.01.01.01.1A, 01.01.01.3A ja 01.01.4A.



Joonis 5. Freespink [9]

X telg, mm	406
Y telg, mm	305
Z telg, mm	254
Jahutus	Õhk
Lõike kiirus, m/min	12,7
Õhus liikumine, m/min	15,2
Max pöörlemis kiirus, p/min	6000
Max pöördemoment	45,0 Nm 1200 p/min juures.
Instrumentide arv magasinis	10
Hind, eurot	33995

3.1.5 Treipink

Puksi valmistamiseks paksuseinalisest toorikust on valitud treipink ST-15, mis võimaldab töödelda detaile läbimõõduga 173 mm. Töödeldakse nii välis-, ots- kui ka kooniline sisepind. (Tabel 7)



Joonis 6. Treipink [10]

Tabel 7. Treipingi parameetrid [10].

Maksimaalne lõike diameeter, mm	173
Maksimaalne lõike pikkus, mm	406
Mitu tööriista suudab hoida	12
Õhu surve nõue	113 l/min. 6.9 bar
Padruni ava diameeter, mm	64
Hind, eurot	51495

3.2 Instrumentide valik

3.2.1 Freespink

Äärte faasimiseks valisin 495-025A25-4509H; kuna selle lõikenurk on 45 kraadi ja lõike sügavus on 5.467mm (Tabel 8). See tähendab et ma saan kõik 3mm ja 5mm keevitus ääred lõigata ühe lõikega. Lõiketera maksab 366 eurot.

Tabel 8. Faasimise tera parameetrid [11]

Lõikenurk	45 kraadi
Lõikamise diameeter, mm	25.5
Terade arv	4
Maksimaalne Lõikesügavus, mm	5,467 mm
Jahutusvedeliku rõhk, bar	20
Hind, eurot	366

3.2.2 Saelint

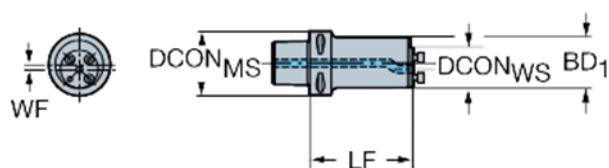
Valitud on hea soojusjuhtivusega saelint bi-metall 3800x34x0.90 8-12z/1" tajfun hssco8 fenessi.

Tabel 9. Lintsaetera parameetrid [12]

Lindi laius, mm	34
Saelindi pikkus, mm	3800
Lindi paksus, mm	0,9
Hammaste jagu, TPI	8/12
Hind, €	52,41

3.2.3 Sisetreimiseks vajalikud tööriistad

Tööriista adapteriks valisin C5-570-2C 50 098-40R, tööriistapea TR-SL-D13UCR-40HP32 ja tera valisin TR-DC1308-M 4425 [13] [14] [15]. Tänu adapteri pikkusele on võimalik kogu koonilise osa treida ühe paigaldusega.

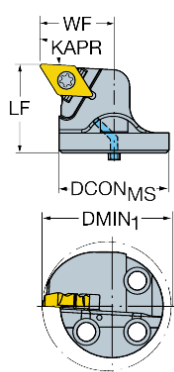


Joonis 7. Adapter [13]

Tabel 10. Treipingi adapteri parameetrid [13]

Funktsionaalne laius (WF), mm	5
Pingi ühendus koha diameeter ($DCON_{WS}$), mm	50
Pea ühendus koha diameeter ($DCON_{MS}$), mm	40
Funktsionaalne pikkus (LF), mm	98
Keha diameeter(BD_1)	50
Hind, eurot	457,00

Valisin selle tera kuna selle maksimaalne lõikenurk (ing: Maximum ramping angle) on 27 kraadi.



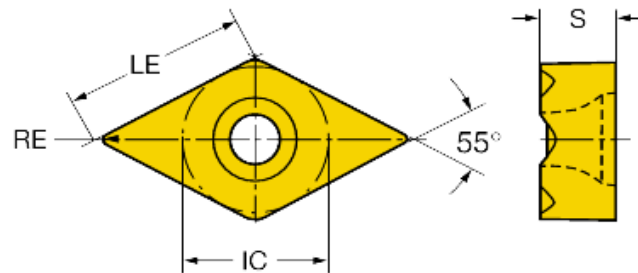
Joonis 8. Treipingi pea [14]

Tabel 11. Treipingi pea parameetrid. [14]

Funktsionaalne pikkus (LF), mm	38
Funktsionaalne laius (LW), mm	32
Pea ühendus koha diameeter ($DCON_{MS}$), mm	40

Sise lõike miinimum diameeter ($DMIN_1$), mm	54
Tera hoidja lõikenurk, kraadi	93
hind	383,00

Tera kuju võimaldab mul sellega teha nii koorivat, kui ka puhas töötlust.



Joonis 9. Trepingi tera [15]

Tabel 12. Treipingi tera parameetrid. [15]

Tera efektiivne pikkus (LE), mm	12,2
Nurga raadius (RE), mm	0,794
Tangent siseringi raadius (IC), mm	11
Tera paksus (S), mm	5,525
Hind, eurot	16,35

3.3 Lisatoed lintsaale

Kuna lõigatakse profiili ja toru pikkusega 6 m, siis on vajalik lisatugi, mis komplekteeritakse kahest reguleeritava kõrgusega rull-laagriga tugijalast. Femi 301. [16]



Joonis 10. Tugijalg [17]

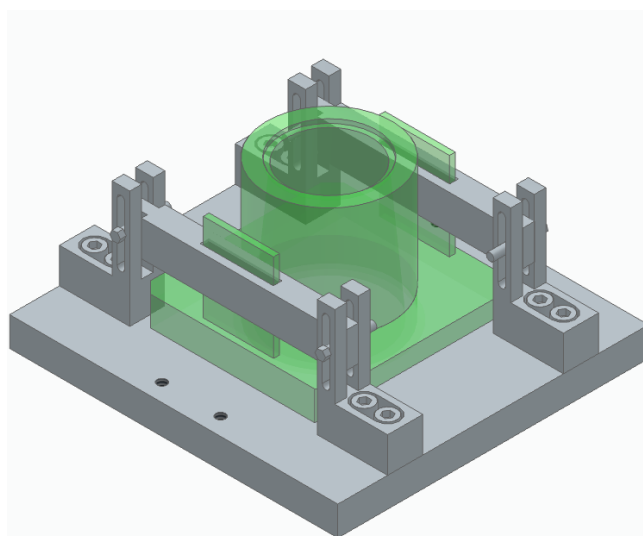
Tabel 13. Tugijala parameetrid [16]

Rulliku diameeter, mm	57
Tugijala laius, mm	400
Tööriista mass, kg	7,31
Hind, eurot	68,00
Tugijala mõõtmed, mm	530x530x700

4 KOOSTAMISRAKISE PROJEKTEERIMINE

4.1 Rakis koostu 01.01.01.01 koostamiseks

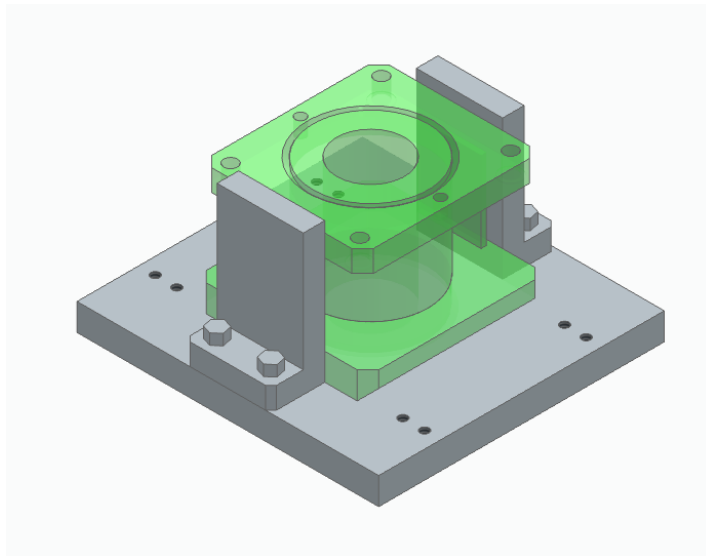
Rakis koosneb kolmest osast: alusplaadist, neljast toest ja kahest plaadi hoidjast. Toed on kinnitatud kaheksa poldiga M10 sisekuuskantpeaga. ja plaadi hoidjad nelja poldiga M6 sisekuuskantpeaga. (Lisa 2.2).



Joonis 11. Rakis 01

4.2 Rakis koostu 01.01.01 koostamiseks

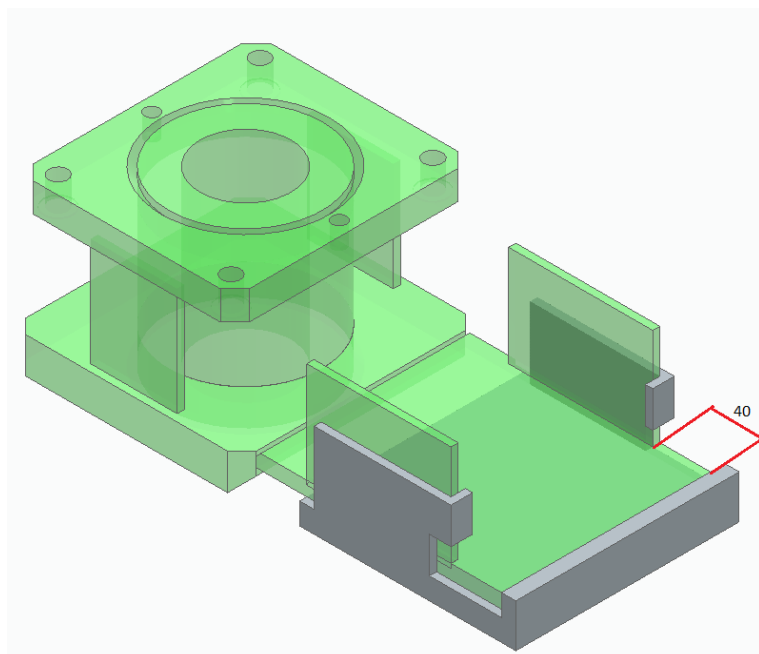
Rakis koosneb kahest osast: alusplaadist ja küljetugedest. Küljetoed on kinnitatud alusplaadi külge nelja poldiga. Alamakoost 01.01.01.01 asetatakse kahe küljetoe vahele ja PL20X150X165(A) asetatakse selle peale. (Lisa 2.2) Pärast seda keevitatakse PL20X150X165(A) pealt ära ja seejärel eemaldatakse detail rakisest. Ülejäänud keevisõmblused keevitatakse keevitaja töölaual.



Joonis 12. Rakis 02

4.3 Rakis koostu 01.01 koostamiseks

Rakis kujutab endast üht lehtmaterjalist painutatud detaili (Lisa 2.2). Detailid lükatakse vastu tugipindasid, kinnitatakse kiirkinnititega ja keevitatakse seestpoolt nurkõmblused. Seejärel keevitatakse nende külge alamkoost 01.01.01. Alamkoost 01.01 eemaldatakse rakisest, ja ülejäänud õmblused keevitatakse keevitaja töölaual.



Joonis 13. Rakis 03

5 TOOTE OMAHINNA ARVUTAMINE

5.1 Materjalikulu

5.1.1 Teraslehe S355 hind

Lähtutud on turul pakutavast keskmisest hinnast, mis on selgitatud konsulteerides erinevate spetsialistidega. Teraslehe 2000x6000x20mm hind on 3475 eurot. Detailide ja toorikute massi arvutamiseks on arvesse võetud terase tihedus on 7850 kg/m³ [18] [1].

Järgnevalt leian, kui palju üks metallplaat kaalub m (kg) valemiga (1) [19]:

$$m = V \times p, \quad (1)$$

kus V – ruumala, m³;

p – tihedus, m³/kg.

Lehe mass vastavalt valemile (1) on:

$$\frac{2000 \times 6000 \times 20}{1000000000} \times 7850 = 1884 \text{ kg}.$$

Vastavalt arvutustele on mul teada lehe mass. Selle abil arvutan välja kilohinna c (€) valemiga (2):

$$\frac{a}{b} = c, \quad (2)$$

kus a – lehe hind, euro.;

b – lehe mass, kg.

Kilohind vastavalt valemile (2) on:

$$3474,43 \div 1884 = 1,84 \text{ eurot}$$

Vastavalt arvutustele leidsin, et konstruktsiooniterase hind on 1,84 eurot/kg.

5.1.2 Toormaterjali hind

Tabel 14. Toormaterjali hind

Toorik	Materjal	Mass, kg	Hind, euro
3000x1500x5	S355J2	176,6	325,0
3000x1500x10	S355J2	353,3	650,0
3000x1500x20	S355J2	706,5	1300,0
3000x1500x25	S355J2	883,1	1625

110Øx6000	S355J2	447,6	823,6
UNP30x6000	S355J2	25,6	47,1
¾'' väliskeermega toru liitmik	S355J2		5

Teades toormaterjali kogust on mul võimalik välja arvutada koguhinna.(Tabel 2, Tabel 14)

$$324,99 + (649,98 \times 2) + 1299,96 + 1625 + (823,59 \times 3) + (5 \times 200) + (3 \times 47,14) = 8162,10 \text{ eurot}$$

5.1.3 Materjali kulu

Lehti ei kasutada täielikult ära. Osa jääkidest on võimalik taaskasutada, mittevajalikud jäägid realiseeritakse vanaraua näol.

Tabel 15. Taaskasutatava metalli ja vanaraua kogused

Algne materjal	Taaskasutatav metall, kg	Vanaraud, kg
3000x1500x5	57,109	35,241
3000x1500x10	0	125,665
3000x1500x10	291,431	47,193
3000x1500x20	121,283	339,64
3000x1500x25	151,603	392,17
110Øx6000	0	152,830
110Øx6000	0	152,830
110Øx6000	549,570	6,003
UNP30x6000	0	0,512
UNP30x6000	0	0,512
UNP30x6000	24,588	0,008
Kokku	1195,584	1252,604

Järgnevalt leitakse realiseeritavate jääkide hinna T (€):

$$(C \times c) + \left(\frac{D}{1000} \times d\right) = T \quad (3)$$

- kus c – taaskasutatava metalli hind, eurot/kg (2)
 d – vanaraua hind, 165 eurot/t [20]
 C – taaskasutatava metalli kogus, kg (Tabel 15);
 D – vanaraua kogus, kg (Tabel 15).

Seega materjalikulu väheneb arvestades realiseeritavat vanaraua vastavalt valemile (3)

$$(1195,584 \times 1,84) + \left(\frac{1252,604}{1000} \times 165 \right) = 2405,30\text{€}$$

Materjalikulu ühe toote kohta arvestades ülaltoodud metoodikat:

$$\frac{(8162,10 - 2405,30)}{100} = 57,57 \text{ eurot}$$

5.2 Ajakulu

Ajakulud arvutan pinkide kaupa ning lõpus liidan kõik kokku.

5.2.1 Plasmapink

Plasmapingi kiirus oleneb materjali paksusest. (Tabel 3).

Järgnevalt leian, kui palju aega läheb metallplaadi väljalõikamine p_n (min) valemiga (4):

$$p_n = \frac{((A \times a) + (b \times 3)) \times X}{C_1 + C_2 + C_n} + \left(\frac{(C_1 \times c_1) + (C_2 \times c_2) + (C_n \times c_n)}{C_1 + C_2 + C_n} \times Y \right) \quad (4)$$

- kus, A – rea või tulba arv, mida on vähem;
 a – rea või tulba pikkus, mida on vähem;
 b – rea või tulba pikkus, mida on rohkem;
 X – Positsioneerimise kiirus, m/min;
 Y – Lõikekiirus, m/min;
 C_n – Toodete arv. Mitu tükki tuleb ühest lehest;
 c_n – Toote ümbermõõt?, m;
 d – jääki lõike pikkus, m.

Lehe 3000x1500x5 p_1 väljalõikekiirus vastavalt valemile (4) on:

$$\left(\frac{(18 \times 1,9941) + (1,460 \times 3)}{200 + 200} \right) \div 20 + \frac{(200 \times 0,34) + (200 \times 0,27)}{(200 + 200)} \div 2 = 0,34 \text{ min}$$

Tehes niimoodi oli mul võimalik välja arvutada iga lehel oleva detaili keskmise löike kiiruse. All järgnevas tabelis T tähistab löike liikumise aega lehe kohta (min).

Tabel 16. Lehtede töötlemis ajad ja algne info

	3000x1500x5	3000x1500x10	3000x1500x10	3000x1500x20	3000x1500x25
A	18	16	3	13	13
a	1,9941	2,96	1,415	2,455	2,455
b	1,46	1,46	0,485	1,375	1,455
X	20	20	20	20	20
Y	2	0,95	0,95	0,45	0,35
C1	200	100			
c1	0,34	0,64			
C2	200	66	34	100	100
c2	0,27	0,52	0,52	0,94	0,961
p _n	0,340372	0,843232	1,077113	2,261131	2,90274
T	134,135	137,3895	36,33684	224,3111	288,460

Teades, kui kaua aega läheb ühe detaili välja lõikamine ühelt lehelt on mul võimalik leida ülesse, kui suur on ühe spetsiifilise detaili löikeaeg.

	Detail (min)	Kokku (min)
01.01.6	0,34	68,07
01.01.01.01.7	0,34	68,07
01.01.4	0,84	84,32
01.02.5	0,92	92,28
01.01.01.3	2,26	226,11
01.01.01.01.1	2,90	290,27
	Kokku	829,13

Iga lehe panek, valmis toote ära võtmine ja pingi seadistamine võtab 20 minutit. Plasmapingi paigaldamise aeg on 100 minutit. See tähendab, et kogu tööaeg on 929 minutit.

5.2.2 Freespink

Freespinki kasutatakse kolme detaili faasimiseks. Lõikekiirus on 12.7 m/min.

Tabel 17. Freespingis olevate detailide erinevad lõikepikkused

Detail	Lõikepikkus (mm)
01.01.4A	490
01.01.01.3A	334,41
01.01.01.01.1A	494,41
Kokku	1318,82

Järgnevalt leian pöörlemissageduse n , (mm/min) valemiga (5) [21] :

$$n = \frac{V_c}{\pi \times d} \quad (5)$$

kus V_c – lõikekiirus;

d – freesi läbimõõt, mm(Tabel 8).

Pöörlemissageduse leian vastavalt valemile (5) on:

$$\frac{12.7}{\pi \times 0.0255} = 158,53 \frac{1}{\text{min}}$$

Vastavalt arvutustele on leitud, et pöörlemissagedus on $158,53 \frac{1}{\text{min}}$. Järgnevalt leiti, hambaettenihe f , (mm/p) valemiga (6) [21]:

$$f_t = \frac{V_c}{p} \div N \quad (6)$$

kus V_c – lõikekiirus, mm;

p –Pöörlemissagedus, p/min;

N –Freesi hammaste arv.

Hambaettenihke kiirus vastavalt valemile (6) on:

$$\frac{12700}{6000} \div 4 = 0,53$$

Vastavalt arvutustele leidsin, et hambaettenihke kiirus f_t on 0,53mm/p.

Järgnevalt leian, ettenihkekiiruse V_f , (mm/min) valemiga [21](7):

$$V_f = n \times f_t \times N \quad (7)$$

kus n – pöörlemissagedus ($\frac{1}{\text{min}}$);
 f – ettenihe (mm/p);
 N – hammaste arv.

Ettenihke kiirus vastavalt valemile (1) on:

$$158,53 \times 0,53 \times 4 = 336,08 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

Vastavalt arvutustele leidsin, et ettenihkekiirus V_f on 336,08 (mm/min).

Järgnevalt leian, töötlus aja t_p , (min) valemiga [21]

$$t_p = \frac{L \times i}{V_f} \quad (8)$$

kus L – Lõikepikkus (mm);
 i – Läbimite arv
 V_f – Ettenihke kiirus

töötlus aeg vastavalt valemile on (8):

$$\frac{1318,82 \times 2}{336,08} = 7,8 \text{min}$$

Vastavalt arvutustele leidsin, et ühe toote töötlemisaeg on 7,8min. See teeb kogu tellimuse kohta 780 minutit. Detailide lõikeajad on lisatud lõikekaardile

Toote pinki asetamine võtab 1 minut. Uue programmi sisestamine võtab 0.5 minutit. See tähendab, et detaili paigaldamise aeg on 301,5 minutit. See tähendab, et kogu tööaeg freespingil on 1081,5 minutit.

5.2.3 Treipink

Treimises oleneb lõikekiirus operatsioonist ja materjalist.

Tabel 18. Treimise lõikekiirused [21]

Operatsioon	Ettenihe, mm/p	Lõikekiirus, m/min	Lõikesügavus, mm
Otspinnatreimine	0,15	50	0,4
Kooriv	0,3	40	0,7
Viimistlev	0,2	60	0,3

Järgnevalt leian, töötlus aja t_p , (min) valemiga (9):

$$t_p = \frac{\frac{L_1}{V_{c1}} + \frac{L_2}{V_{c2}} + \frac{L_3}{V_{c3}}}{100} \quad (9)$$

kus L_1 – Risttreimise pinna lõikepikkus

L_2 – kooriv pikitreimise pinna lõikepikkus

L_3 – viimistlev pikitreimise pinna lõikepikkus

V_{c1} – Risttreimise lõikekiirus

V_{c2} – kooriv pikitreimise lõikekiirus

V_{c3} – viimistlev pikitreimise lõikekiirus

Töötlushaeg vastavalt valemile (9) on:

$$\frac{\frac{80,5}{50} + \frac{3543,5}{40} + \frac{120}{60}}{100} = 0,95min$$

Vastavalt arvutustele leidsin, et ühe toote tegemine võtab 0,95 min treipingil aega. See teeb kogu tellimuse kohta 95 minutit.

Toorikute vahetus võtab 0.5 minutit, mis teeb kogu partii kohta 50 minutit. See tähendab, et kogu tööaeg treipingiga on 145 min.

5.2.4 Lintsaag

Võttes materjali omadused arvesse on valitud lõikekiirus 30 m/min. [22] Lintsaaga lõigatakse kahte detaili: paksuseinalist toru 110Øx6000 ja profiili UNP30x6000.

Järgnevalt leian töötlus aja t_p , (min) valemiga:

$$t_p = \frac{L}{V} \quad (10)$$

kus L – lõikepikkus, (mm);

V – lõikekiirus, (m/min).

töötusaeg vastavalt valemile (10) on:

$$\frac{110 + 33}{30} = 4,77(\text{min})$$

Vastavalt arvutustele leidsin, et lintsaie ajakulu ühele tootele on 4,77min. See teeb kogu tellimuse kohta 477 minutit. Eraldi arvutades saame teade, et toru lõikamine võtab 3,7 minutit lõike kohta ja UNP tala võtab 1,1 minutit.

Tooriku pinki asetamine võtab 5 min ja tooriku asendi seadistamine iga lõike jaoks võtab 0.5 minutit. Kogu paigaldamise aeg on 130 min. See tähendab, et kogu saagimise ajakulu on kokku 607 minutit.

5.2.5 Keevitamine

Võttes keevispinna arvesse saan arvutada keevitamise ajakulu. Järgnevalt leian, töötus- aja t_p (min) valemiga.

$$t_p = (V_1 \times L_1) + (V_2 \times L_2)$$

kus L_1 – Lõikepikkus, 3mm paksune keevitus (m);

V_1 – lõikekiirus, 3mm paksune keevitus (min/m); [21]

L_2 – Lõikepikkus 5mm paksune keevitus (m);

V_2 – lõikekiirus, 5mm paksune keevitus (min/m). [21]

töötusaeg vastavalt valemile on:

$$(1,4 \times 0,669) + (2,6 \times 1,860) = 5,773 (\text{min})$$

Vastavalt arvutustele leidsin, et ühele tootele on keevitusseadme ajakulu 5,773 min ehk kogu tellimuse kohta 577,3 minutit.

Rakise paigaldamine võtab 10 min ja toote vahetus võtab 1 minut. Erandiks on detail 01.01.01.01 mille vahetamise ajakulu on 4 minutit. See tähendab et kogu keevitusprotsessi ajakulu on kokku 1207,3 minutit.

5.2.6 Ajakulu kokku

Teades kui suur on iga pingi kasutus- ja seadistusaeg aeg, töötlemise aeg arvutatakse tükiaeg. Liites kokku tükiajad kokku ja jagades sajaga on võimalik leida summaarne ajakulu, mille suurus on 39,39 min.

Tabel 19. Ajakulud

	Töötlemise aeg 100 tk kohta, min	Seadistamise aeg 100 tk kohta, min
Plasmapink	829,13	100
Keevitamine	577,3	630
Lintsaag	477	130
Treipink	95	50
Freespink	780	301,5

5.3 Tööjõukulu

5.3.1 Tööliste palgad

Palgafondi arvutus on teostatud Valgamaal kehtivate ja autorile teadaolevate tariifide alusel. Ma valisin selle maakonna kuna seal olid palgad väiksed ja spetsialistidest puudust ei tekkinud. (Tabel 20). Kui mul on teada, kui suured bruto on brutopalgad saan välja arvutada Tööandja kulud. Tulevas tabelis on ette toodud Tööandja kulud. Ma võtsin arvesse, et kuus on keskmiselt 169 töötundi. [23] Kõik tundide arvud on ümardatud ülespoole. Palgafondi suuruse arvutasin välja, kuna see on reaalne suurus, kui palju raha läheb tööandjal.

(Tabel 20) Tööandja kulud projekti kohta.

Erialad	Bruto	Palgafond (kuu)	Palgafond (tund)	Tundide arv	Palgafond saja tüki kohta
Keevitaja	1316	1760.81	10.4	21	218,4
Pingi operaator	1115	1491.87	8,8	18	158,4
Lukksepp	1151	1540.04	9,1	29	263,9
Kokku	3582	4792,72		68	640,7

5.3.2 Tööliste tööülesanded

Keevitaja keevitab kasutades keevitusmasinat. Lukksepp lõikab tooteid lintsaga ja aitab plasmapingipeale toormaterjali panna. Kui pole midagi lintsaga lõigata hakkab ta tööpinke opereerima. Pingi Operaator seadistab pinke ja opereerib pinke. Selles olevas ülesandes läheb lukksepp freespinki opereerima, kui ta on saagimise lõpetanud.

5.4 Tükihind

Üldkulud on 200% tootmistööliste palgast ehk 1281,4 eurot. Tootmise omahind on kõikide kulude summa ehk 4327,4 eurot [21].

Tükihind on alljärgnevalt arvatud lihtsustatud metoodikaga eeldades kogemuslikult, et ettevõtte tootmise üldkulud moodustavad 200 % tootmistööliste töötasust. Materjalikulud ja tööjõukulud on eelpool leitud tootmisprogrammide suurusele 100 koostu/a.

Tabel 21. Oma hind

Materjalikulu	2405,30 eurot
Tööjõukulu	640,70 eurot
Tootmise üldkulud	1281,40 eurot
Kokku, tootmise omahind	4327,40

Siit ümardatuna ühe koostu omahind 44 eurot.

6 KOKKUVÕTE

Käesolevas töös on käsitletud massiga 13 kg ja mõõtmetega 165x145x376 mm metallkonstruktsiooni valmistamise tehnoloogiat. Toote tehnoloogia on koostatud eeldusel, et koost moodustatakse kolmest alamkoostust.

On välja töötatud tehnoloogia, valitud koostu valmistamiseks vajalikud seadmed ja instrumendid, määratud töötlemisrežiimid, arvutatud tükiavad ja toote omahind saritootmise tingimustes partii suuruse puhul 100 tk/a, projekteeritud on koostamis-keevutusrakised.

Proгноositavalt on rakendatava tehnoloogiaga saavutatav toote omahind 44 eurot konkurentsivõimeline.

7 VIITED

- [1] „meadinfo,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.meadinfo.org/2015/08/s355-steel-properties.html>. [Kasutatud 02 03 2023].
- [2] „alas-kuul.ee,“ alas-kuul, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.alas-kuul.ee/tig-vardad-ok-tigrod-12-60-1-6x1000mm-5kg-e-126016r150>. [Kasutatud 06 04 2023].
- [3] „exmet.ee,“ exmet OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: <https://exmet.ee/exmet/muud-tooted/>. [Kasutatud 17 04 2023].
- [4] „metallikeskus.ee,“ VMT Tehased AS, [Võrgumaterjal]. Available: <https://metallikeskus.ee/toode/unp-160-s355j2-30/>.
- [5] „swift-cut.com,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://swift-cut.com/brochures-tech-specs-2/>. [Kasutatud 15 04 2023].
- [6] R. Gomeringer, M. Heinzler, V. Menges, T. Rapp, A. Stenzel ja A. Stephan, Mehaanikainseneri käsiraamat, haan-gruiten, 2018, p. 396.
- [7] „k-rauta.ee,“ k-rauta, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.k-rauta.ee/p/keevitusaparaat-stanley-4000-w/cmox?cat=6d&index=1>. [Kasutatud 03 aprill 2023].
- [8] „verkker.ee,“ verkker, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.verkker.ee/metallitoomasinad/lintsaed/metalli-lintsaag-femi-n310da-dg.html>. [Kasutatud 16 04 2023].
- [9] „haascnc.com,“ Haas, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.haascnc.com/machines/vertical-mills/mini-mills/models/minimill.html>. [Kasutatud 17 04 2023].
- [10] „www.haascnc.com,“ Haas, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.haascnc.com/machines/lathes/st/models/standard/st-15.html>. [Kasutatud 16 04 2023].
- [11] „sandvik.coromant.com,“ sandvik.coromant, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/product-details?c=495-025A25-4509H>. [Kasutatud 09 04 2023].
- [12] „mkt.ee,“ M.K.T. AS, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.mkt.ee/saelint-bi-metall-3800x34x0-90-8-12z-1-tajfun-hssco8-fenes.html>. [Kasutatud 24 04 2023].

- [13] „sandvik.coromant.com,“ Sandvik Coromant, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/product-details?c=C5-570-2C%2050%20098-40R>. [Kasutatud 07 05 2023].
- [14] „sandvik.coromant.com,“ Sandvik Coromant, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/product-details?c=TR-SL-D13UCR-40HP32>. [Kasutatud 07 05 2023].
- [15] „sandvik.coromant.com,“ Sandvik Coromant, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/product-details?c=TR-DC1308-M%20%20%20%20%20%20%20%20%204425>. [Kasutatud 07 05 2023].
- [16] „verkker.ee,“ Verkker Eesti OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.verkker.ee/statiiv-femi-301.html>. [Kasutatud 17 04 2023].
- [17] „dinamitek.com,“ dinamitek srl, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.dinamitek.com/en/472-7133716-301-universal-single-roller-support-for-femi-saws-8025191801061>. [Kasutatud 17 04 2023].
- [18] „elmemetall.ee,“ Elmemetall, [Võrgumaterjal]. Available: <https://shop.elmemetall.ee/et/catalog/node/flat-products-sheets-plates?productListParentType=1§ionId=23&total=7&ExactTextSearch=False&UniqueNodeIdIdentifier=&ErpProductsOnly=False&listvalue=51&RelationType=4%20Virtual&a3=1544&a19=11979&attr=3%2C19&Selec>. [Kasutatud 16 04 2023].
- [19] „valem.ee,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.valem.ee/et/tihedus>. [Kasutatud 16 04 23].
- [20] „metanex.ee,“ Metanex OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.metanex.ee/vanametalli-hinnakiri/>. [Kasutatud 24 04 2023].
- [21] R. Gomeringer, M. Heinzler, V. Menges, T. Rapp, A. Stenzel ja A. Stephan, Mehaanikainseneri käsiraamat, haan-gruiten, 2018, p. 336.
- [22] R. Soots, Metallide lõiketöötlemine, Tallinn: Tallinna Tehnikakõrgkool, 2006.
- [23] „prowise.ee,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://prowise.ee/2022/09/14/2023-aastakalendaarne-tooajafond/>.
- [24] „round-bars,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.round-bars.com/products/s355j2g3-steel/>. [Kasutatud 02 03 23].

- [25] „k-rauta.ee,“ k-rauta , [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.k-rauta.ee/p/keevitusaparaat-stanley-1900-w/bqhl?cat=6d&index=2>. [Kasutatud 03 märts 23].
- [26] „k-rauta.ee,“ k-rauta, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.k-rauta.ee/p/keevitusaparaat-esab-rogue-es-180i-8700-w/hl4g?cat=6d&index=17>. [Kasutatud 04 04 2023].
- [27] „linde-gas,“ linde-gas.ee, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.linde-gas.ee/shop/et/ee-ig/s%C3%BCsihappegaas-1214>. [Kasutatud 04 04 2023].
- [28] „www.k-rauta.ee,“ .k-rauta, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.k-rauta.ee/p/elektrood-deca-konstruksiooniterasele-3-2-mm-4-98/989i?mtd=viewed&pos=product-bottom&src=bitrec&index=5&prev=628387>. [Kasutatud 04 04 2023].
- [29] „stokker.ee,“ stokker, [Võrgumaterjal]. Available: https://www.stokker.ee/keevitustraatus-plus-10mm-15kg-premium1-c-sg2_1.0mm_15kg-prem?searchId=17351879. [Kasutatud 05 04 2023].
- [30] „sandvik.coromant.com,“ sandvik.coromant, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/product-details?c=CXS-05TH050VM-5215R%201025>.
- [31] „fractory.com,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://fractory.com/et/terase-s235-s275-s355-s420-vahe-ja-nende-omadused/#S3551>. [Kasutatud 01 05 2023].
- [32] „stat.ee,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://palgad.stat.ee/#>.
- [33] „gasbox.ee,“ Elme Messer Gaas AS GasBox, [Võrgumaterjal]. Available: <https://gasbox.ee/et-ee/tehnilised-gaasid/argoon/variandid=12-12=50l%20balloonipaket/>. [Kasutatud 09 05 2023].
- [34] „www.osta.ee,“ Diginet OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.osta.ee/gaasiballoon-propaan-50l-tuhi-192713017.html>. [Kasutatud 09 05 2023].
- [35] „okidoki.ee,“ okidoki OÜ, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.okidoki.ee/item/gaasiballoon-50l-tuhi/7664500/>.

LISAD

LISA 1.Tabelid

Lisa 1.1 Tükitalbel

Lisa 1.2 Tehnoloogiakaart

LISA 2 Joonised

Lisa 2.1 Toote joonis

Lisa 2.2 Rakised

Lisa 2.3 Väljalõikekaardid

Lisa 2.4 Alamkoostud ja koost

Lisa 2.5 Detaili joonise

Lisa 1.Tabelid

Lisa 1.1 Tükitabel

Allpool toodud tabel selgitab alamkoostude struktuuri ja detailide kuuluvust neisse.

Alamkoostu tase						Materjal	Mis pingis tootetud	Tähis	Nimetus
1	2	3	4	5	6				
					X	S355J2	Plasmapink	01.01.01.01.1	(PL25X160X165)
				X		S355J2	Freespink	01.01.01.01.1A	(PL25X160X165(A))
					X	S355J2	Lintsaag	01.01.01.01.2L	
				X		S355J2	Treipink	01.01.01.01.2	pipe L=120
				X		S355J2	Plasmapink	01.01.01.01.7	(PL5X75X60)
			X			S355J2	Keevitus masin	01.01.01.01	
				X		S355J2	Plasmapink	01.01.01.3	(PL20X150X165)
			X			S355J2	Freespink	01.01.01.3A	(PL20X150X165(A))
		X				S355J2	Keevitus Masin	01.01.01	
			X			S355J2	Plasmapink	01.01.4	(PL10X145X175)
		X				S355J2	Freespink	01.01.4A	(PL10X145X175(A))
		X				S355J2	Plasmapink	01.01.6	(PL5X100X70)
	X					S355J2	Keevitus Masin	01.01	
		X				S355J2	Plasmapink	01.02.5	(PL10X65X145)
		X				S355J2	Sisse ost	01.02.9	(Socket weld)

	X				S355J2	Keevitus Masin	01.02	
	X				S355J2	Lint saag	01.8	(UNP30)
X					S355J2	Keevitus Masin	01	

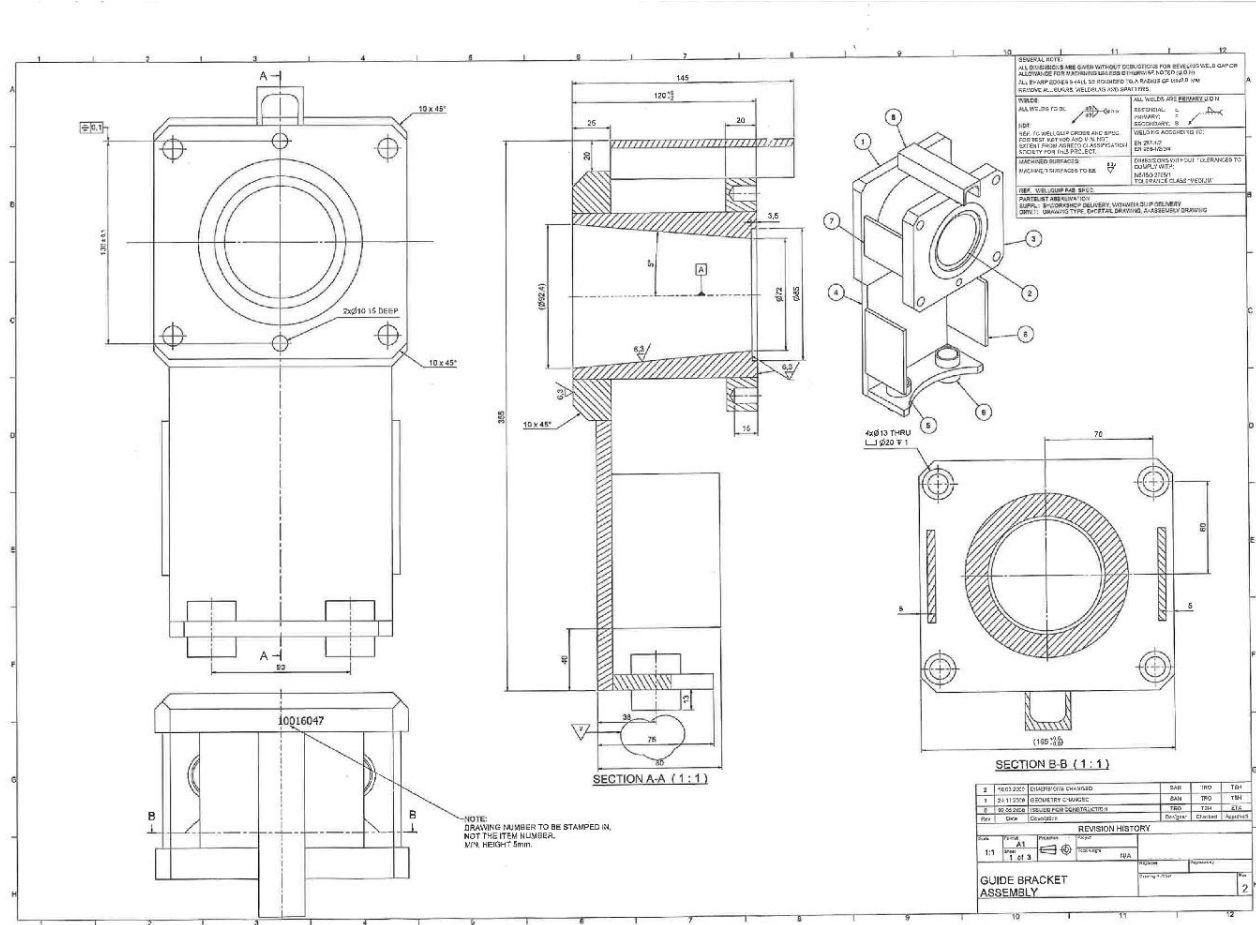
Lisa 1.2 Tehnoloogiakaart

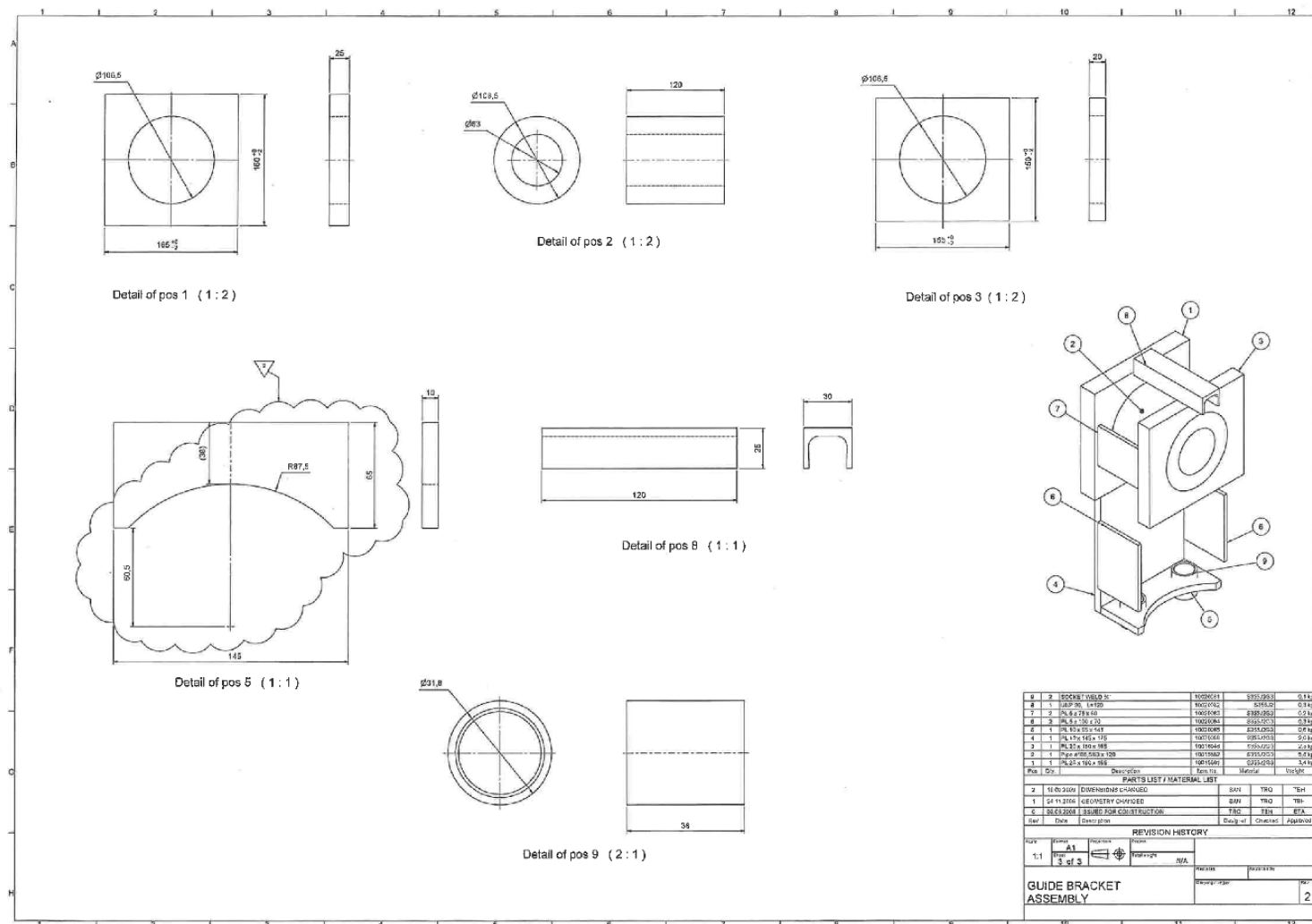
TEHNOLOOGIAKAART		Toote nimetus		Kogus, tk:100	Tükiaeg, min	Valmistamise tähtaeg
				Lehti		
Pos	Detaili nimetus ja tähistus	Koostu, alamkoostu tähistus	Detaili tooriku materjal	Operatsioon ja valitud seade		
1	Plaat (PL25X160X165(A))	01.01.01.01.1A	S335	Plasmalõikus Plasmalõikusseade, Pro 3000	Plasmalõikus 2,90 Faasimine 2,9	
				Faasimine Haas Minimill		
2	Toru 20	01.01.01.01.2	S335	Saagimine Femi N310DA DG	Saagimine 3,7 Treimine 0,95	
				Treimine ST-15		
3	(PL5X75X60)	01.01.01.01.7		Plasmalõikus Pro 3000	Plasmalõikus 0,34	
4	Alamkoost	01.01.01.01		Keevitamine Stanley, 4000 W	4 Rakise algne paigaldus võtab 10 min	Kasutusel Rakis 01
5	(PL20X150X165(A))	01.01.01.3A		Plasmalõikus	Plasmalõikus	

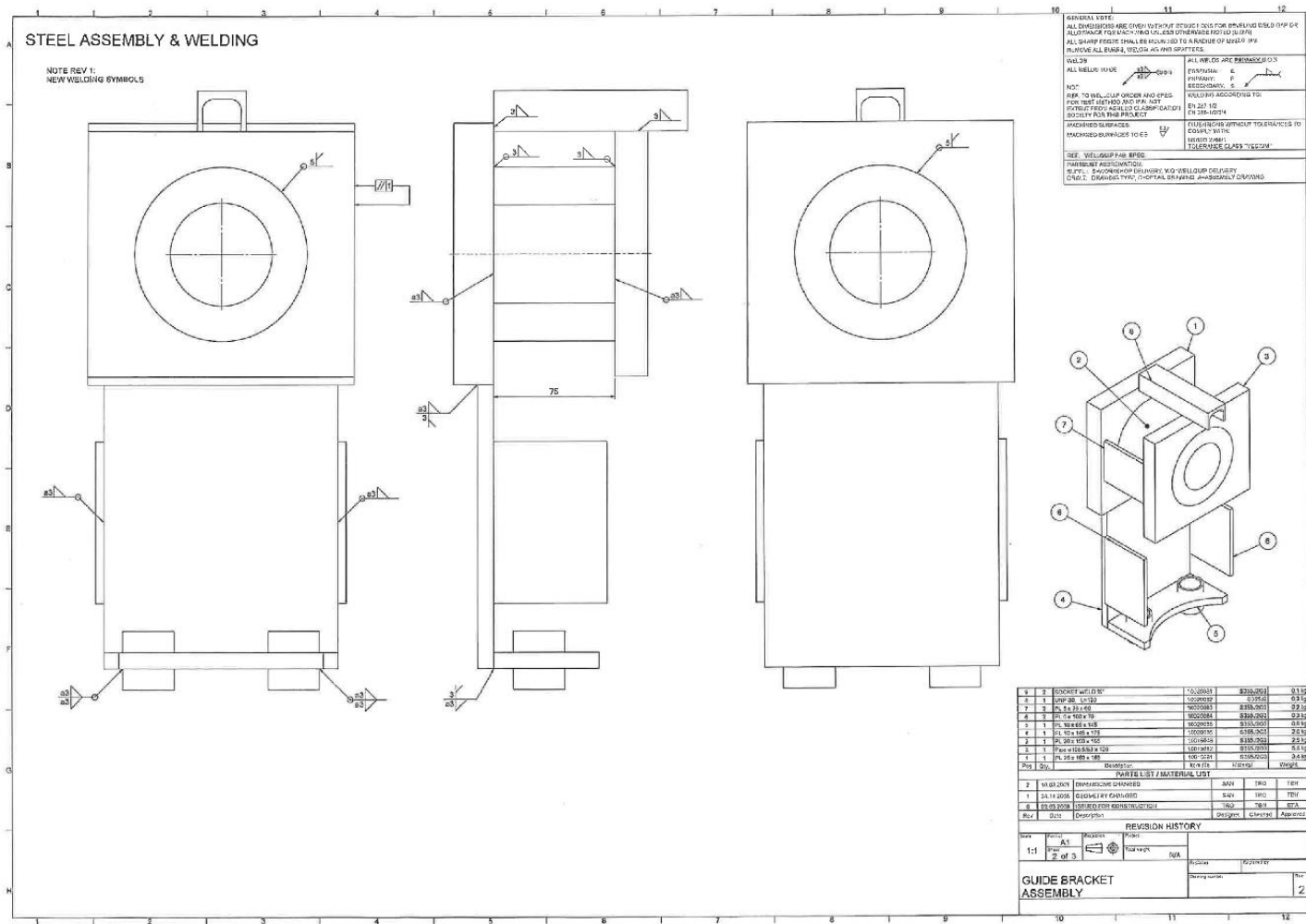
				Pro 3000 Faasimine ja avade tegemine Haas Minimill	2,26 Faasimine 3	
6	Alamkoost	01.01.01		Keevitamine Stanley, 4000 W	1	Kasutusel Rakis 02
7	(PL10X145X175(A))	01.01.4A		Plasmalõikus Pro 3000 Faasimine Haas Minimill	Plasmalõikus 0,92	
8	(PL5X100X70)	01.01.6		Plasmalõikus Pro 3000	0,34	
9	Alamkoost	01.01		Keevitamine Stanley, 4000 W	1 Rakise algne paigaldus võtab 10 min	Kasutusel Rakis 03
10	(PL10X65X145)	01.02.5		Plasmalõikus Pro 3000	0,92	
11	(Socket weld)	01.02.9		Sisseost		
12	Alamkoost	01.02		Keevitamine Stanley, 4000 W	1	
13	(UNP30)	01.8		Saagimine Femi N310DA DG	Saagimine 1,1	
14	Koost	01		Keevitamine Stanley, 4000 W	1 Rakise algne paigaldus võtab 10 min	

Lisa 2. Joonised

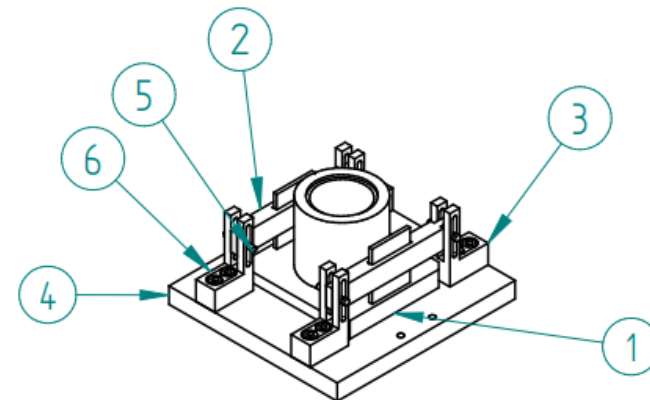
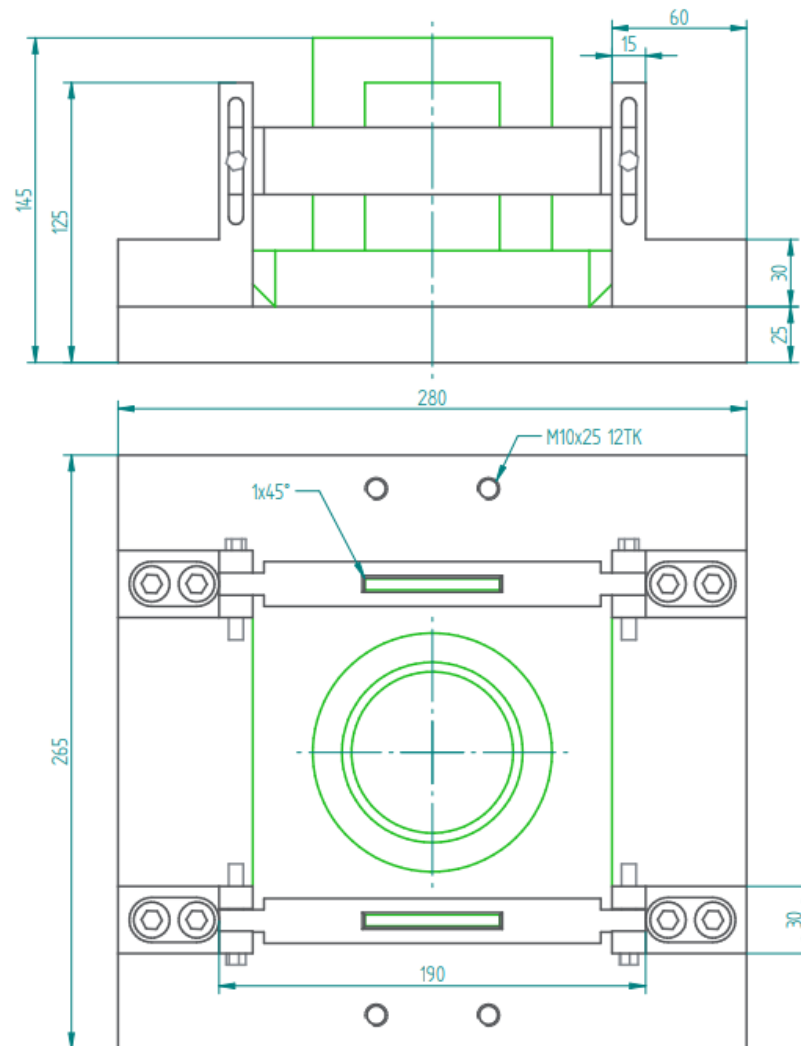
Lisa 2.1 Tootte joonis





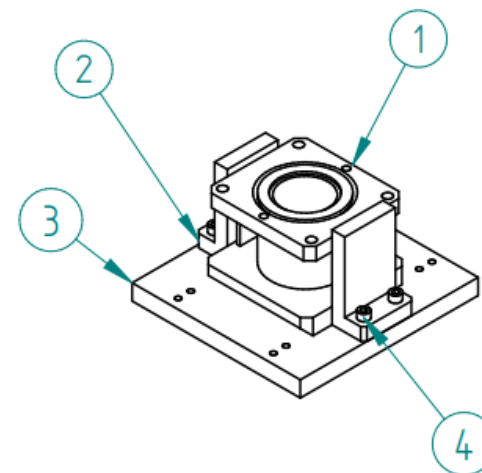
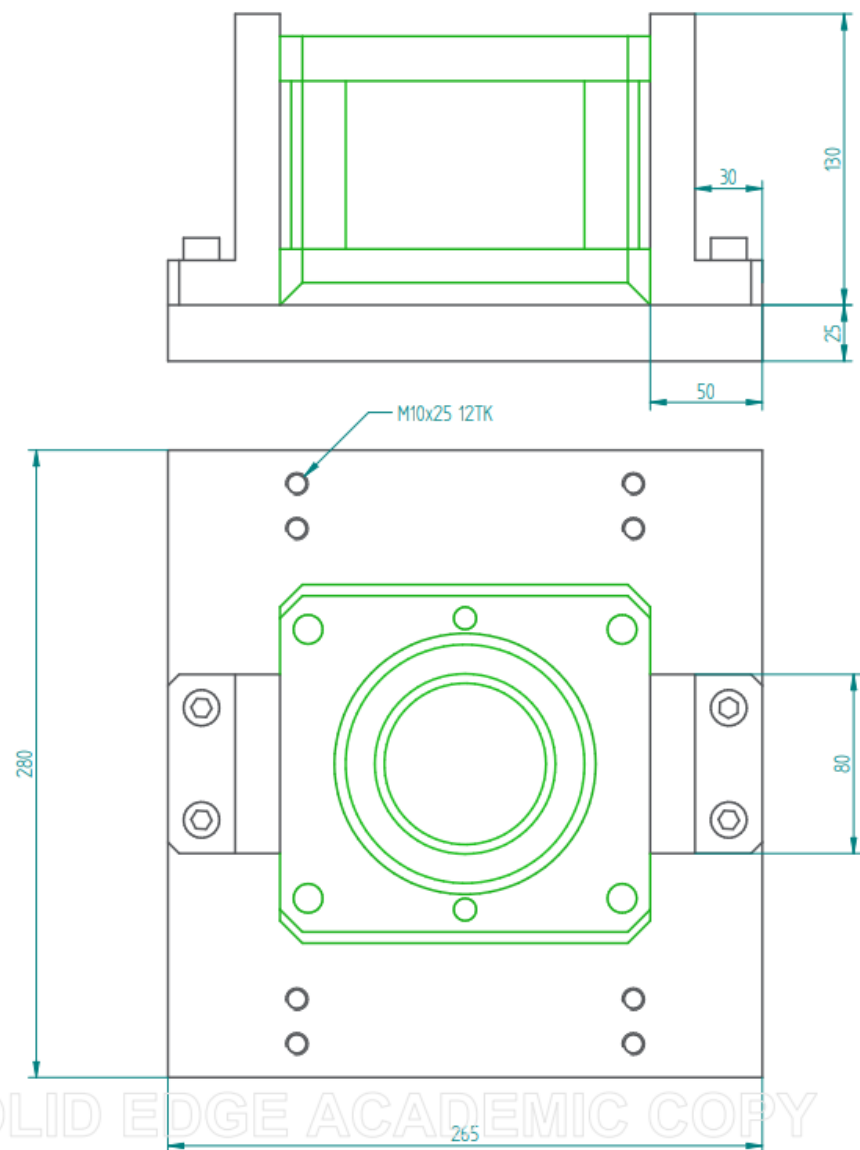


Lisa 2.2 Rakised



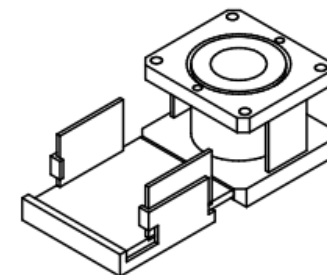
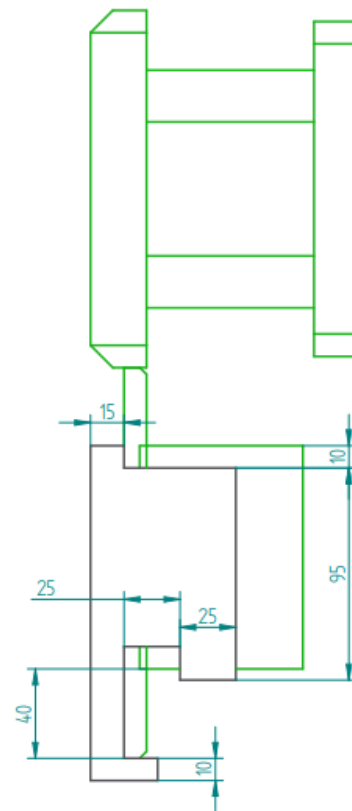
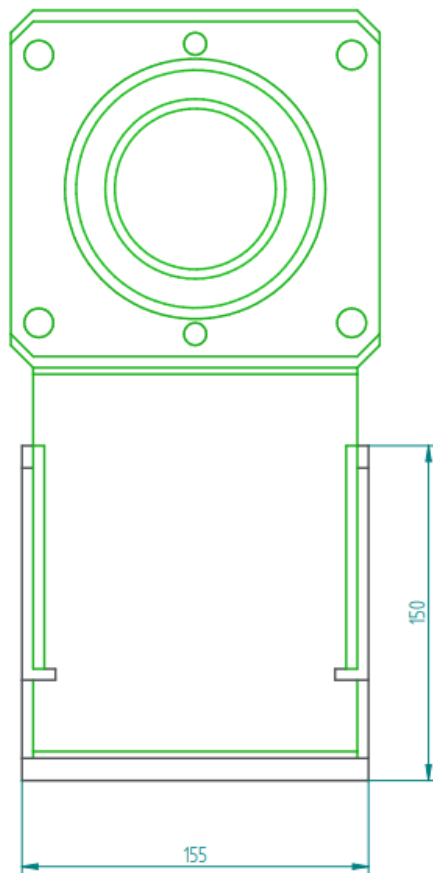
1	1	01.01.01.01	S355J2	
2	2	rakis 011	AISI 304	
3	4	rakis 012	AISI 304	
4	1	põhi	AISI 304	
5	4	6,5mm	AISI 304	
6	8	Jämekeermega kuuskantpesaga M10 bolt L_40	AISI 304	
Pos nr	Kogus/ ühik	Nimetus	Materjal	Märkmed
Materjal			Märkimata pinnalbed	Mass
			ISO 2768-mk	25 kg
				Moot
				1/2
01.01.01.01 rakis				
			Leht	Tahis
				Formaat
				A3

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



1	1	01.01.01	S355J2	
2	2	rakis 02.1	AISI 304	
3	1	põhi	AISI 304	
4	4	Jamekeermega kuuskantpesaga M10 bolt L_40	AISI 304	
Pos nr	Kogus/ ühik	File Name (no extension)	Materjal	Märkus
		Materjal	Märkimata pinnalised	Massi
			ISO 2768-mk	19 kg
		Teostas	Benjamin Kalandov	Nimetus
		Kontrollis		Rakis 02
		Kinnitas		
		ME 2019	Leht	Tahis
			1/1	
				Formaat
				A3

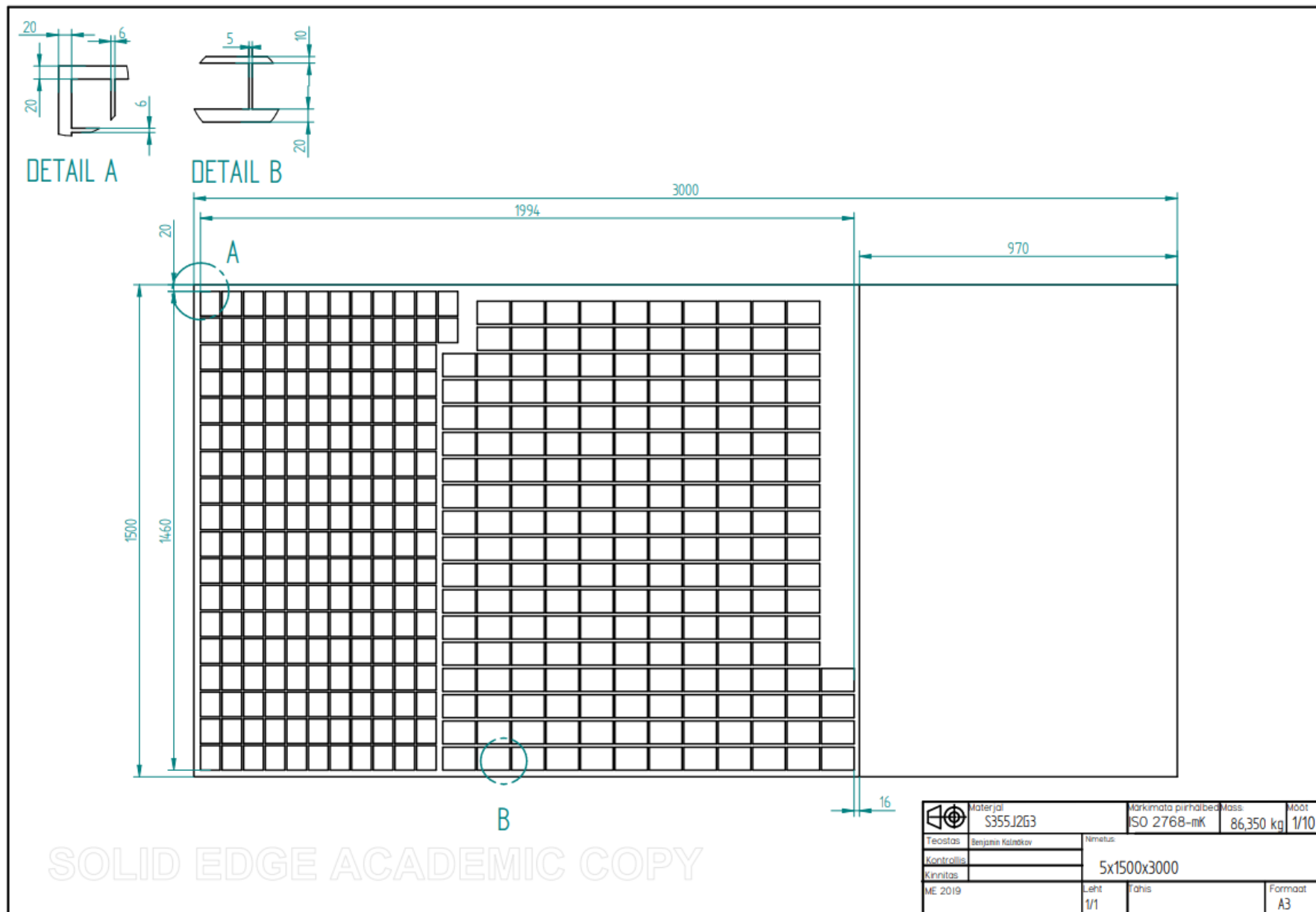
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

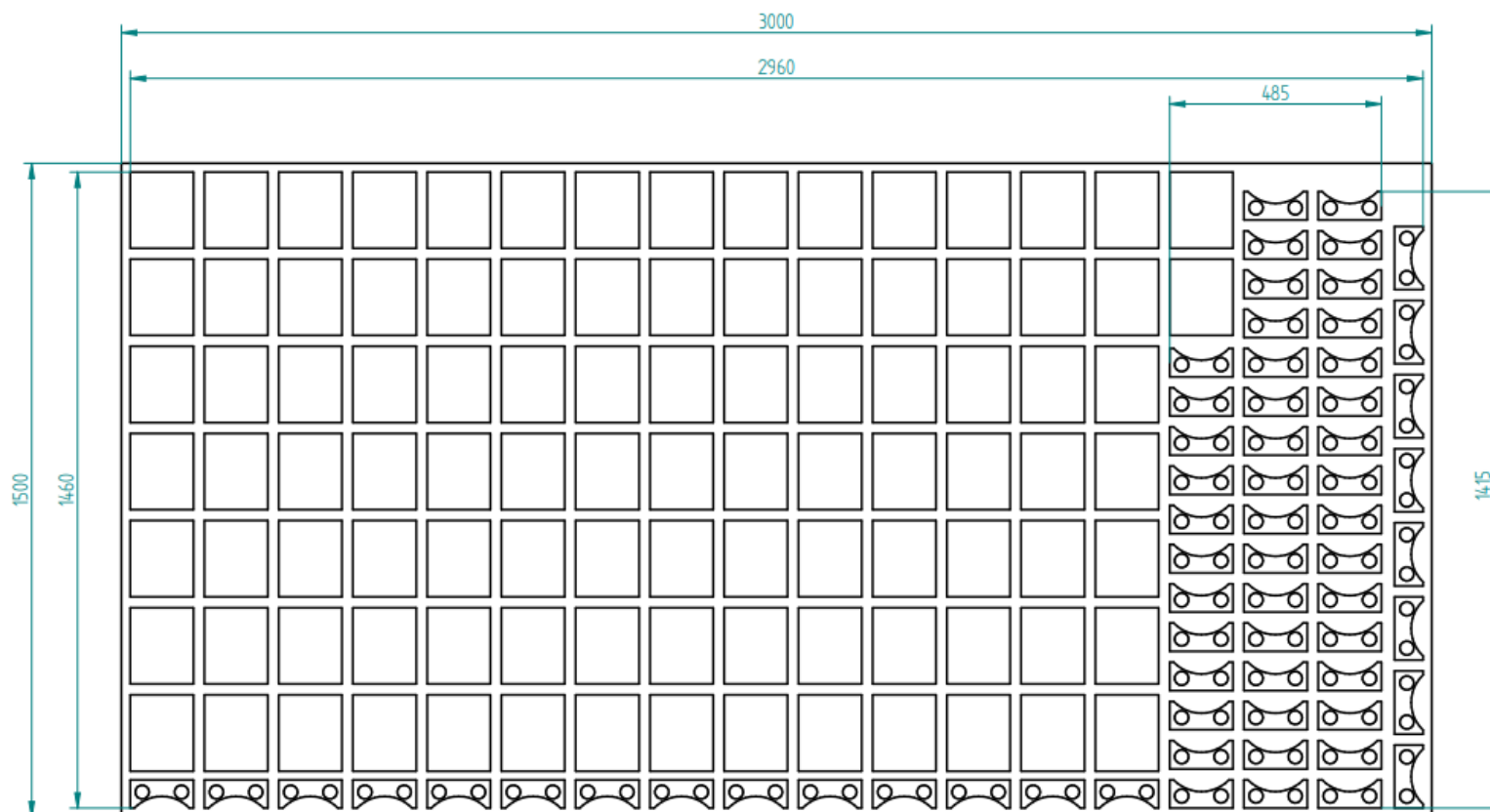


SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Materjal		Markimata pihaldus	Mass	Moot
	AISI 304		ISO 2768-mk	3 kg	1/2
	Teostas	Nimetus			
	Kontrollis	Rakis 03			
Kinnitas		Leht		Formaat	
ME 2019		1/1		A3	

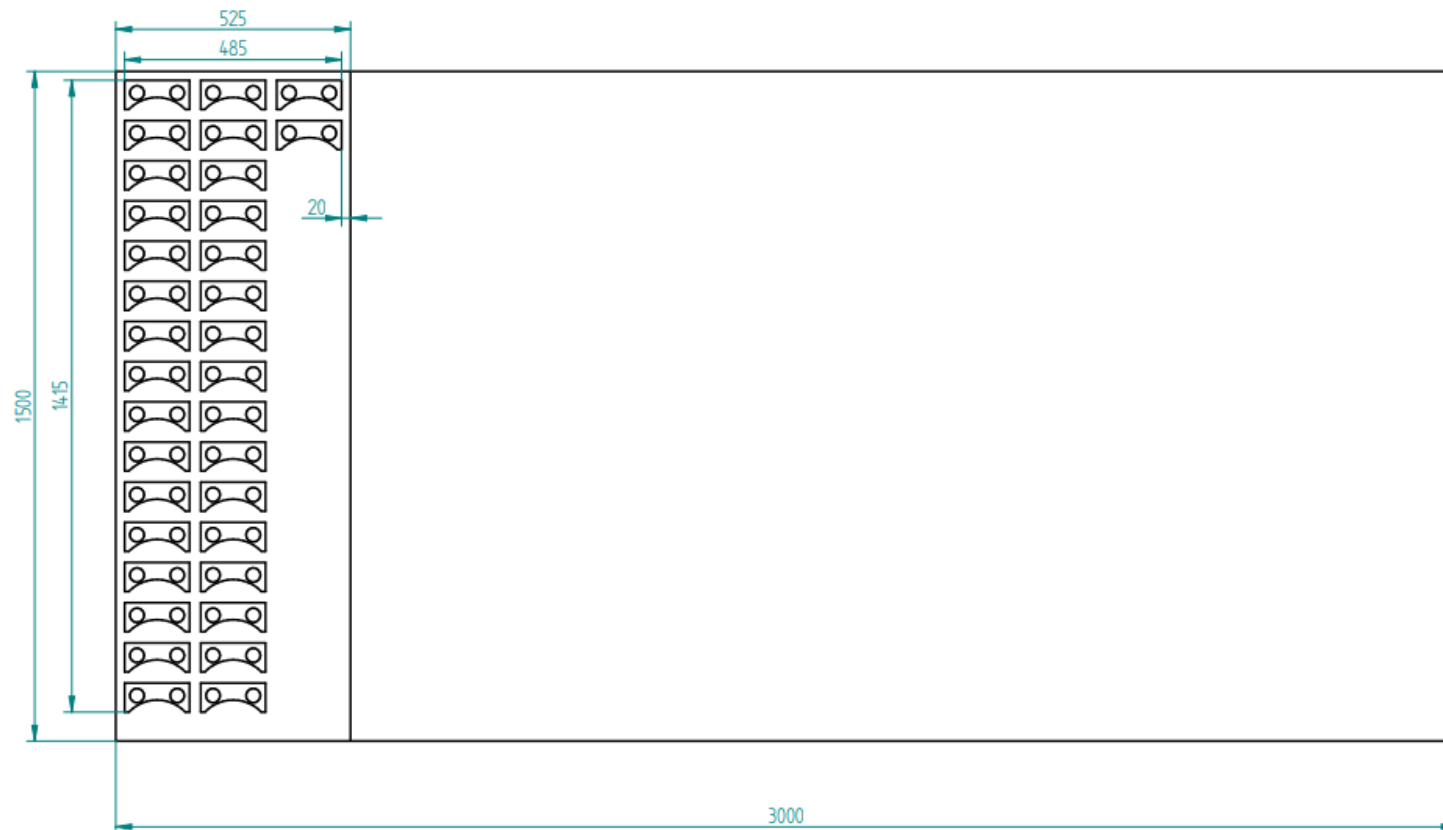
Lisa 2.3 Väljalõikekaardid





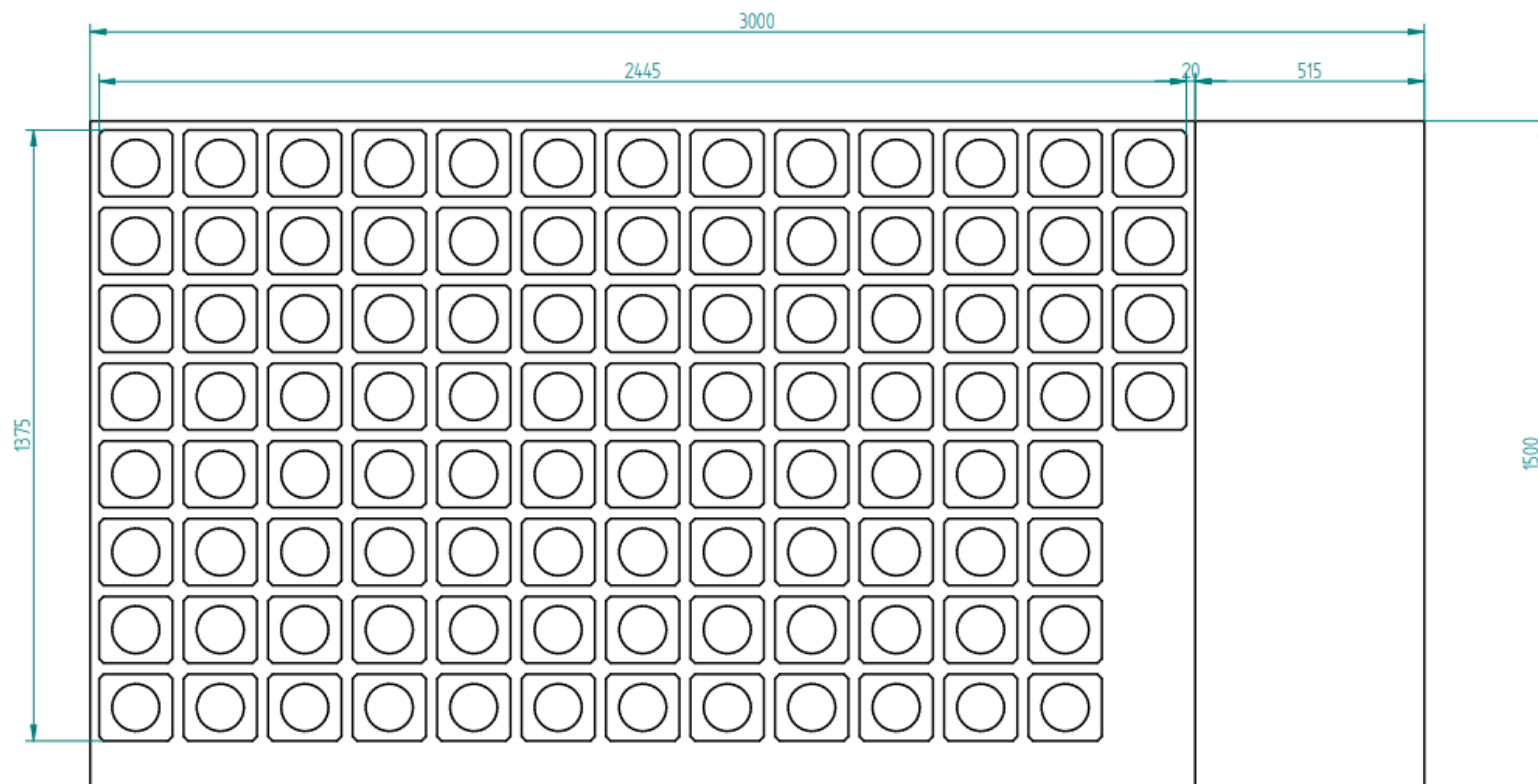
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Materjal		Märkimata pihaldus		Mass	Arvot
	S355J2G3		ISO 2768-mK		125,665 kg	1/10
	Teostas		Nimetus			
	Benjamin Kalinikov		10x1500x3000 (1)			
Kontrollis						
Kinnitas						
ME 2019		Leht	Fahis		Formaat	
		1/1			A3	



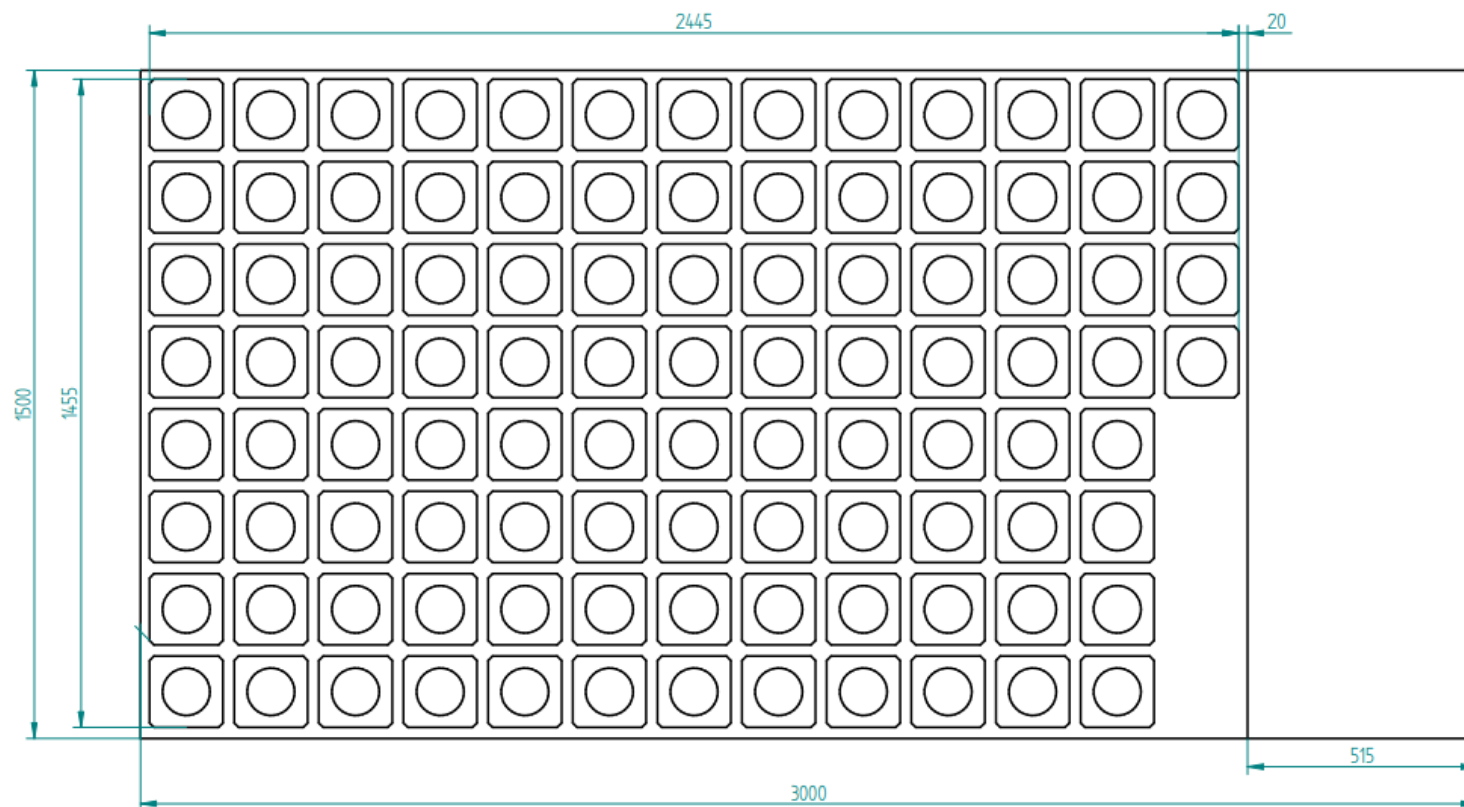
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Materjal S355J2G3	Märkimata pinnalbed ISO 2768-mK	Mass. 338,624 kg	Moot 1/10
Teeostas	Benjamin Kalendov	Nimetus		
Kontrollis		10x1500x3000 (2)		
Kinnitas				
ME 2019	Leht 1/1	Fahis	Formaat A3	



SOLID EDGE ACADEMIC COPY

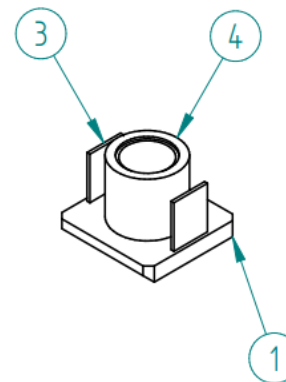
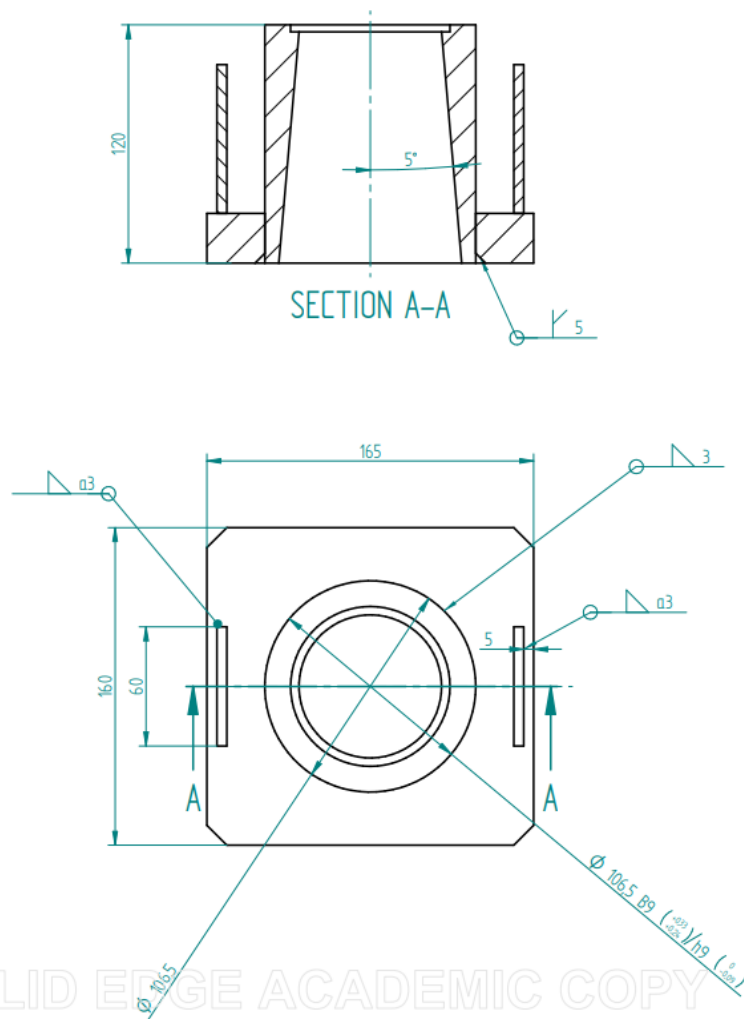
	Materjal		Mõõrimate pinnalaad	Mass	Moot
	S355J2G3		ISO 2768-mK	457,988 kg	1/10
	Teostas	Benjamin Kalndakov	Nimetus		
	Kontrollis		20x1500x3000		
Kinnitas					
ME 2019		Leht	Tahis	Formaat	
		1/1		A3	



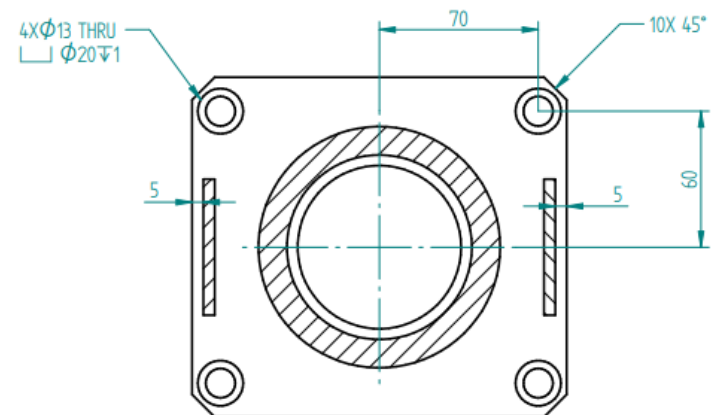
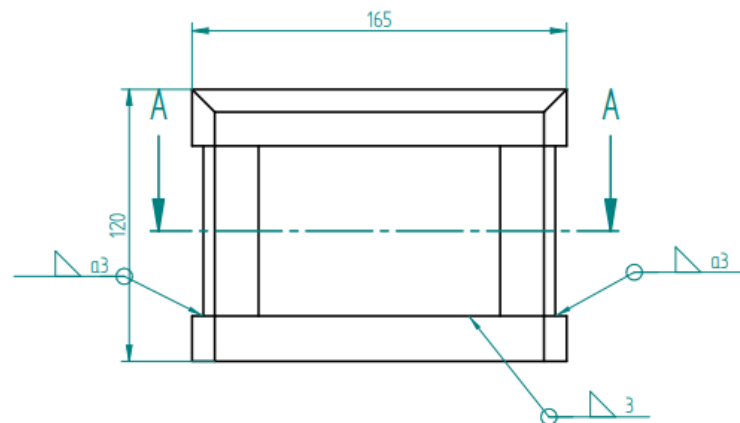
SOLID EDGE ACADEMIC COPY

	Materjal		Mõõtmata piirhälbed	Mass	Moot
	S355J2G3		ISO 2768-mK	543,773 kg	1/10
	Teostas	Benjamin Kaindov	Nimetus		
	Kontrollis		25x1500x3000		
Kinnitas				Leht	Formaat
ME 2019				1/1	A3

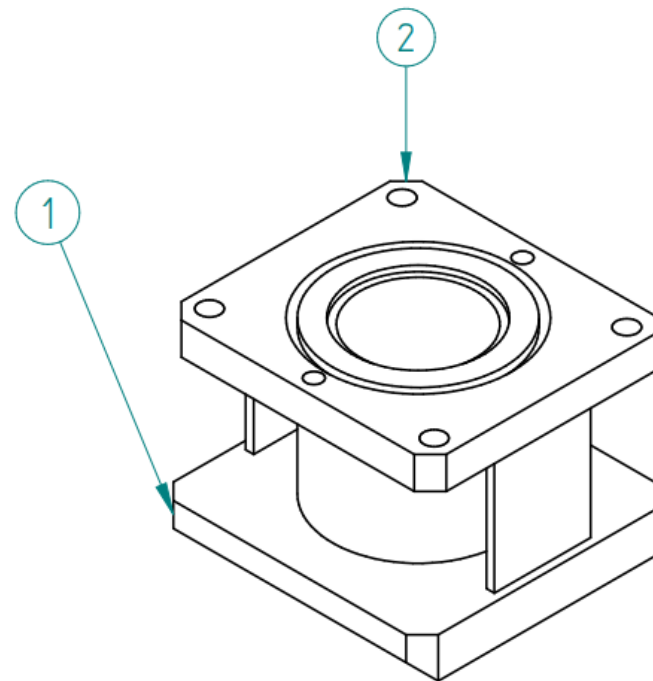
Lisa 2.4 Alamkoostud ja koost



1	1	PL25X160X165 (A)	S355J2G3	010101011
3	2	PL5X75X60	S355J2G3	010101017
4	1	Toru L=120	S355J2G3	010101012
Pos nr	Kogus/ühik	Nimetus	Material	Markmed
Material			Markimata piirihelbed ISO 2768-mK	Mass 9,108 kg
Teostas Benjamin Kalmokov			Nimetus 01010101	Moot 1/2
Kontrollis				
Kinnitas				
ME 2019			Leht 1/1	Formaat A3

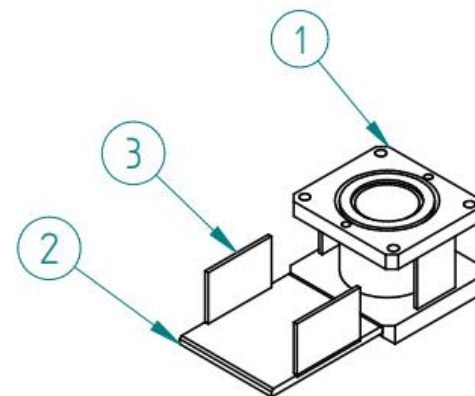
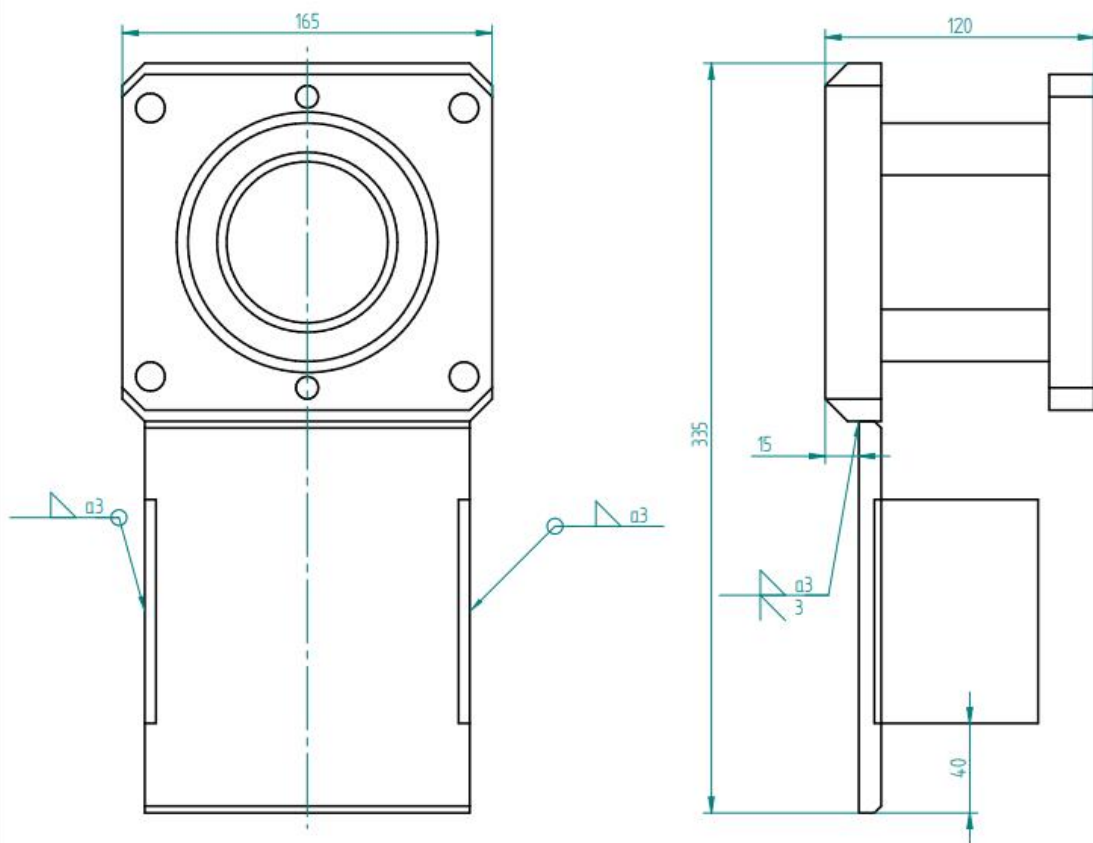


SECTION A-A



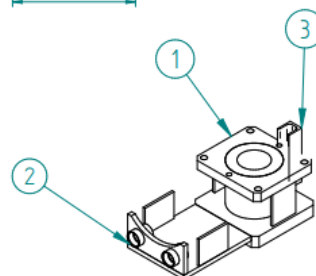
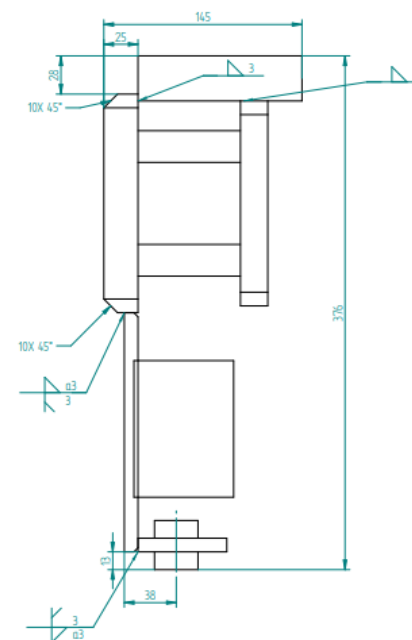
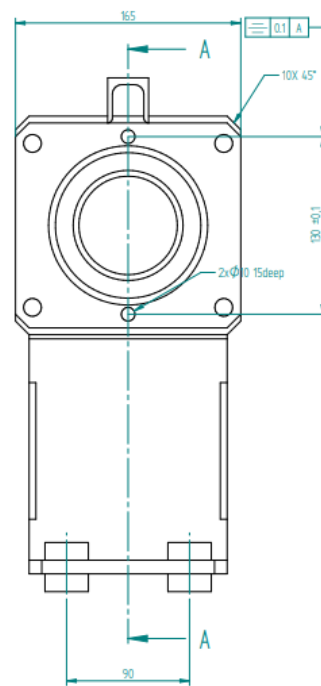
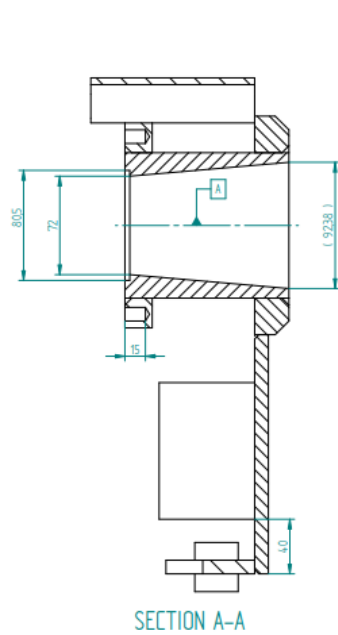
1	1	01.01.01.01		
2	1	PL20X150X165 (A)	S355J2G3	01.01.01.3A
Pos nr	Kogus/ühik	Nimetus	Material	Markmed
		Material	Markimata pinnalbed	Mass
			ISO 2768-mk	11,422 kg
				Moot
				1/2
Teostas		Benjamin Kalmõkov	Nimetus:	
Kontrollis			01.01.01	
Kinnitas				
ME 2019		Leht	Tahis	Formaat
		1/1		A3

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



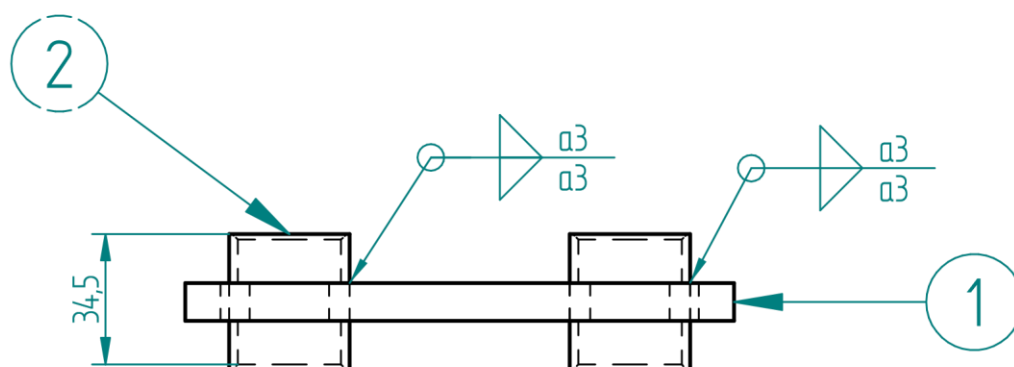
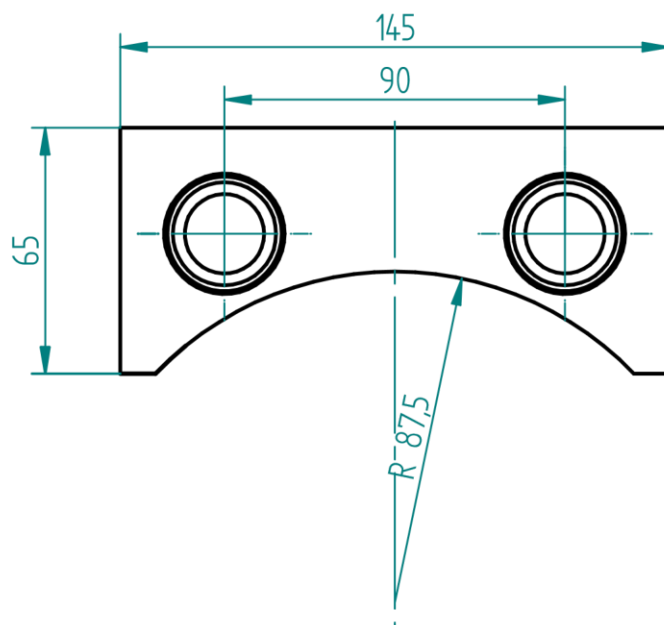
1	1	010101		010101
2	1	PL10X145X175 (A)	S355J2G3	01014
3	2	PL5X100X70	S355J2G3	01016
Pos nr	Kogus/ühik	Nimetus	Materjal	Markmed
		Materjal	Markmata pinnalbed ISO 2768-mk	Mass: 13,946 kg
Teostas Benjamin Kalmõkov		Nimetus	Moot 1/2	
Kontrollis		0101		
Kinnitas				
ME 2019		Leht 1/1	Tahis	Formaat A3

SOLID EDGE ACADEMIC COPY



1	1	0101			
2	1	0102			
3	1	UNP 30 L=120	S355J2G3	018	
Pos nr	Kapas/ uhuk	Nimetus	Materjal	Markmed	
Kontroll		Benjamin Kalemkoy		01	
Koristus					
M&E 2019		Date		Formaat	
		1/1		A2	

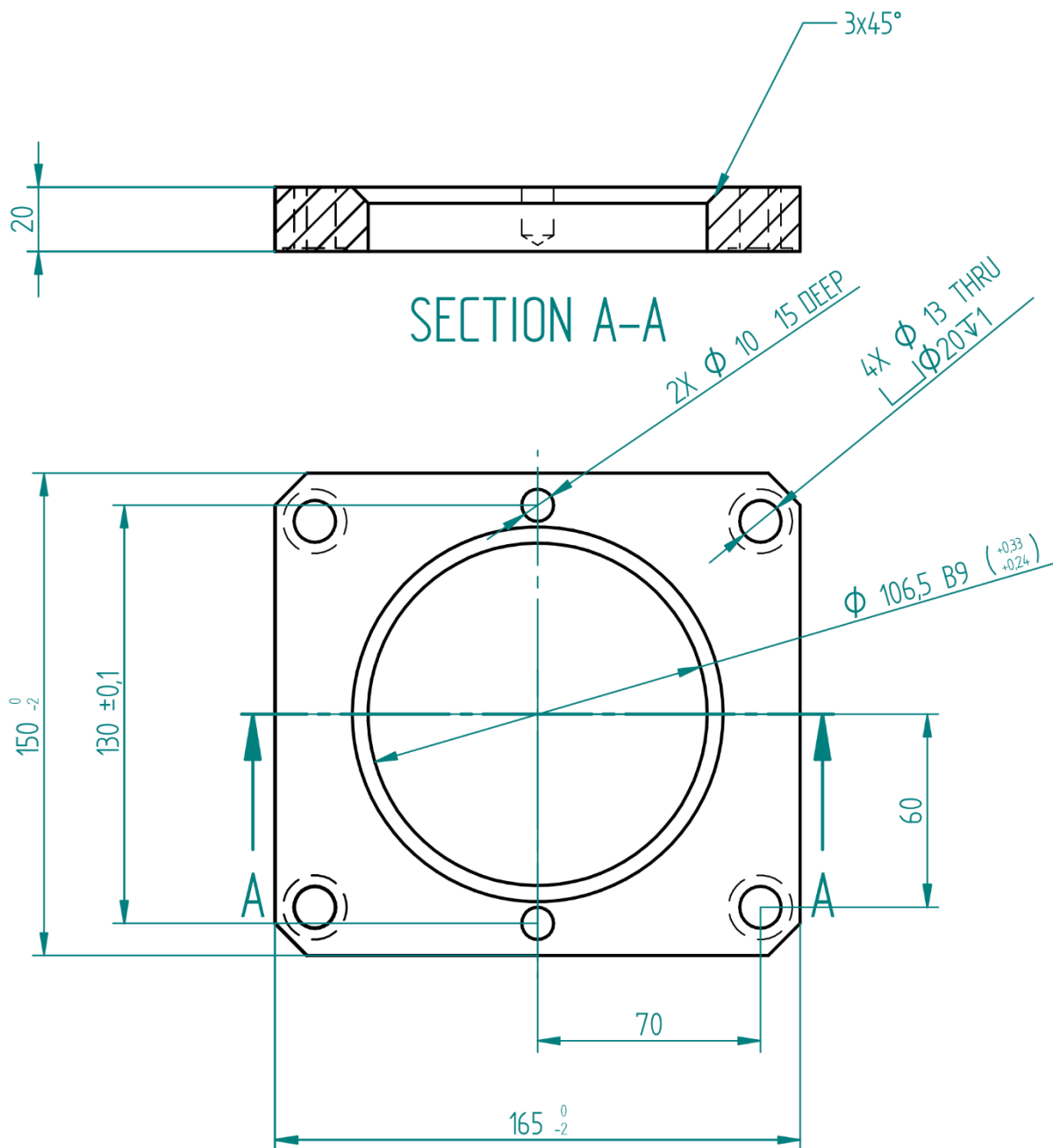
SOLID EDGE ACADEMIC COPY



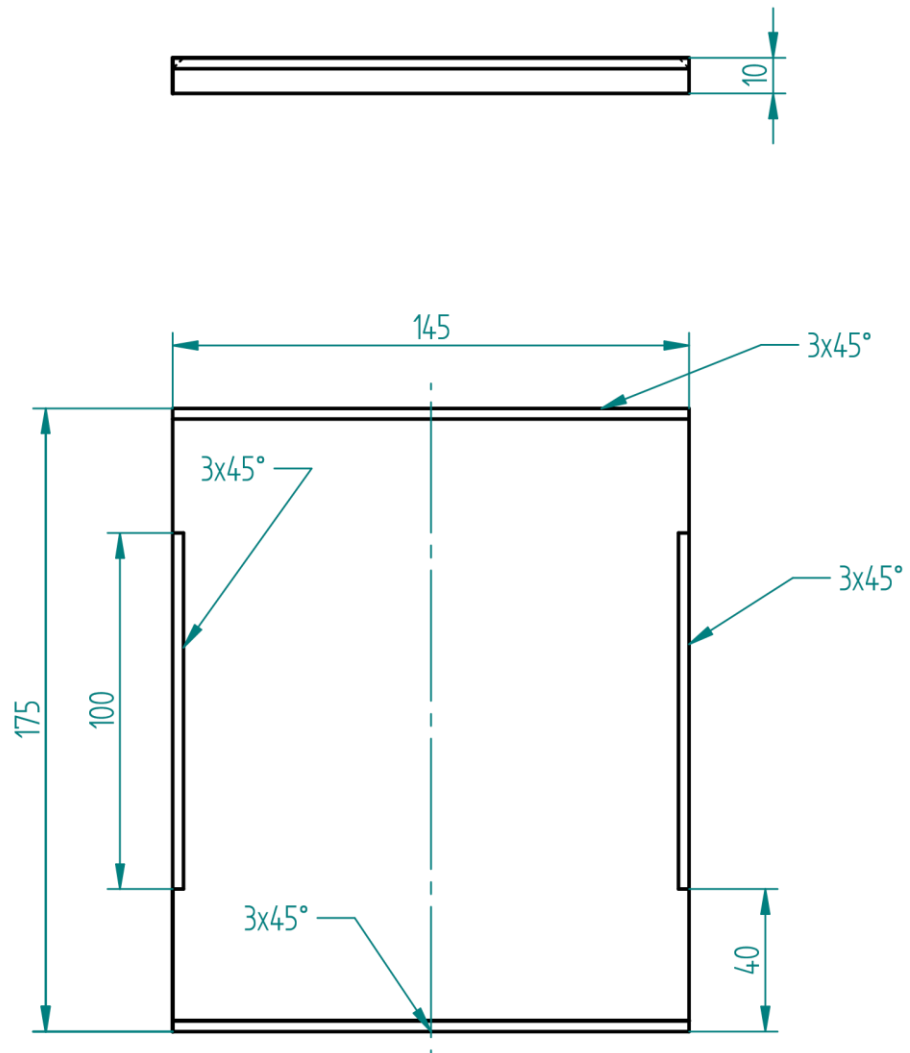
1	1	PL10X65X145	S355J2G3	
2	2	weld34	S355J2G3	
Pos nr	Kogus/ ühik	Nimetus	Materjal	Märkmed

	Materjal		Märkimata piirhälbed ISO 2768-mK		Mass:	Moot
					0,583 kg	1/2
Teostas	Benjamin Kalmõkov		Nimetus:			
Kontrollis			01.02			
Kinnitas						
ME 2019	Leht	Tähis			Formaat	
	1				A4	

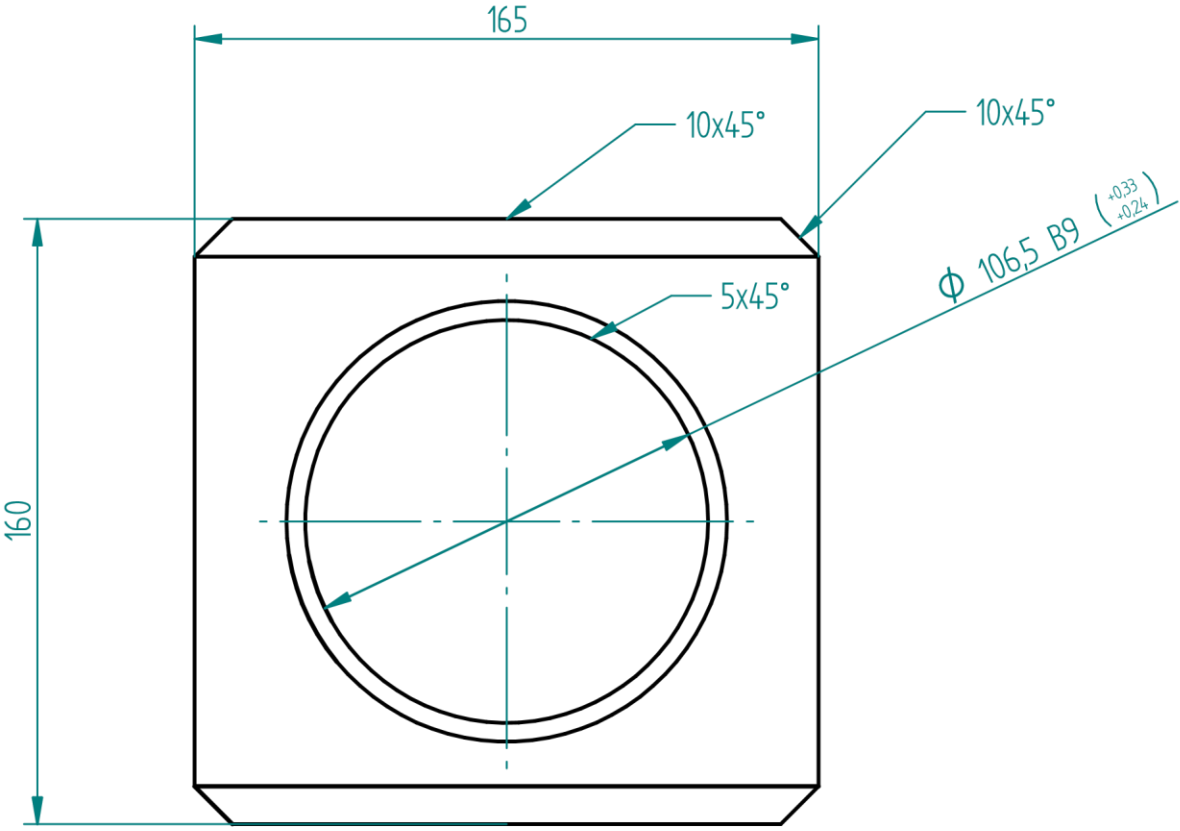
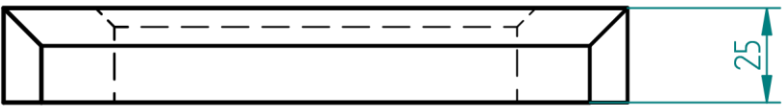
Lisa 2.5 Detaili joonise



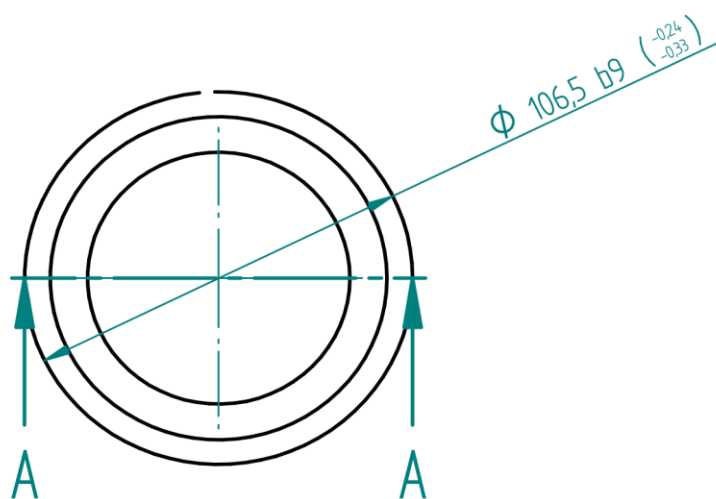
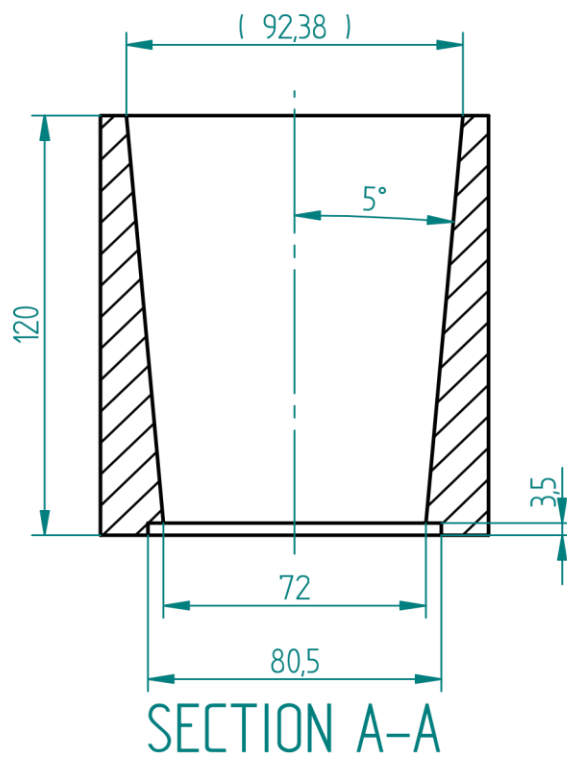
	Materjal S355J2G3	Märkimata piirhälbed ISO 2768-mK	Mass: 2,313 kg	Moot 1/1
Teostas	Benjamin Kalmõkov	Nimetus: PL20X150X165 (A)		
Kontrollis				
Kinnitas				
ME 2019	Leht 1/1	Tahis 01.01.013A	Formaat A4	



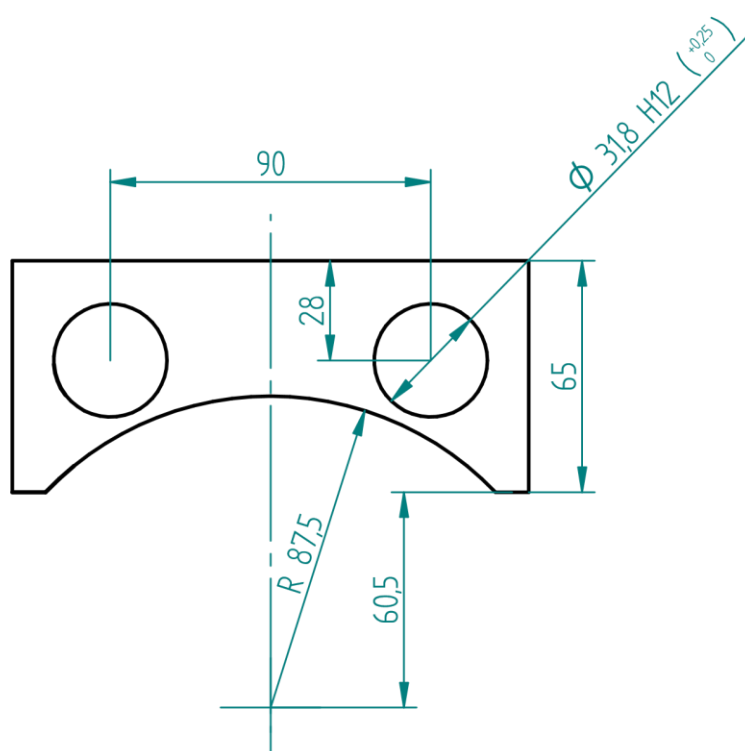
	Materjal S355J2G3	Märkimata piirhälbed ISO 2768-mk	Mass: 1,975 kg	Mööd 1/1
Teostas	Benjamin Kalmõkov	Nimetus: PL10X145X175 (A)		
Kontrollis				
Kinnitas				
ME 2019		Leht 1/1	Tahis 01.01.4A	Formaat 58 A4



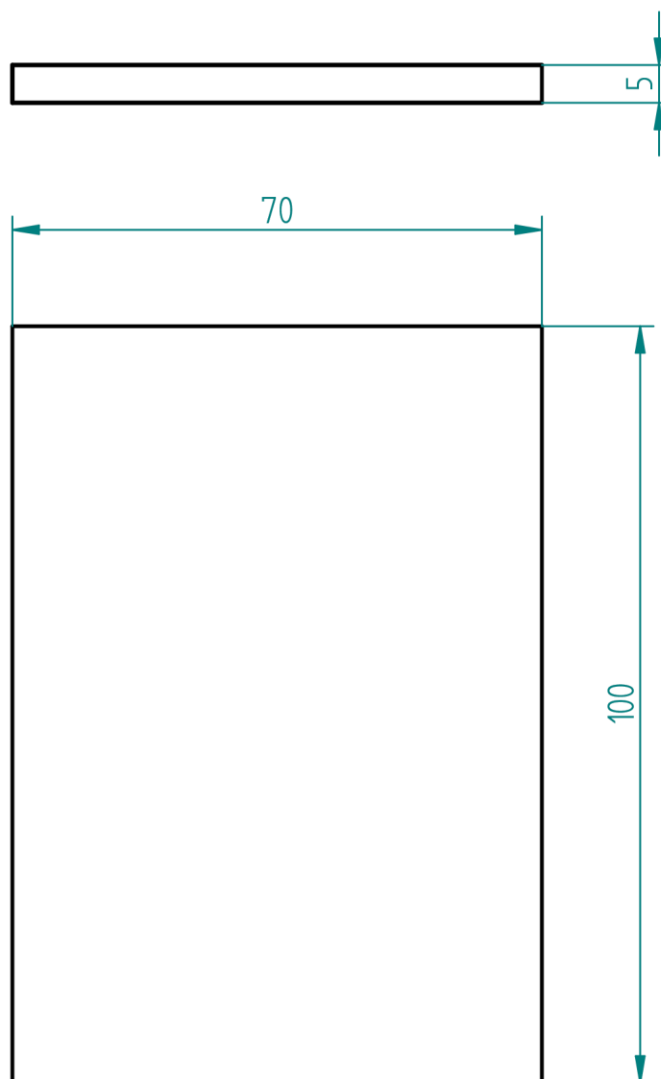
	Materjal S355J2G3	Märkimata piirhälbed ISO 2768-mk	Mass 3,241 kg	Mõõt 1/2
Teostas	Benjamin Kalmõkov	Nimetus: PL25X160X165 (A)		
Kontrollis				
Kinnitas				
ME 2019	Leht 1/1	Tähis 01.01.01.01.1A	Formaat A4	



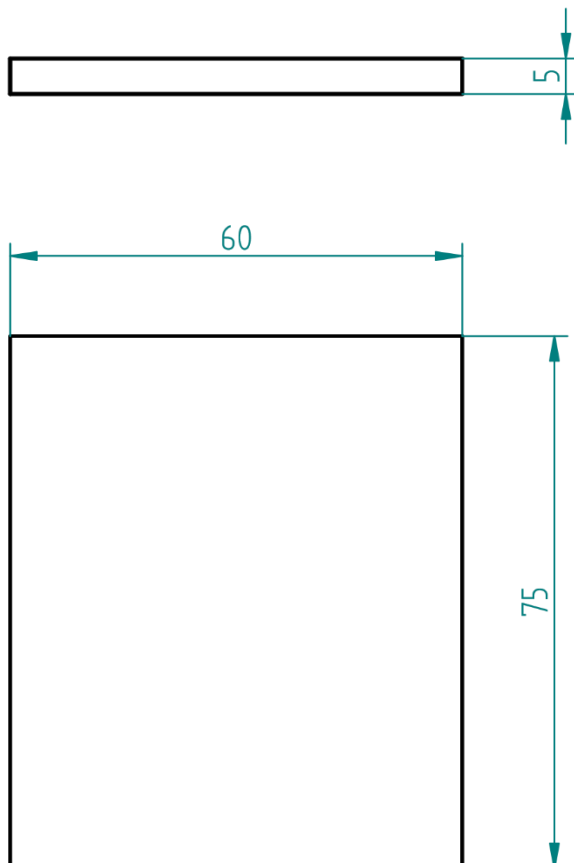
	Materjal S355J2G3	Märkimata piirhälbed ISO 2768-mk		Mass: 3,374 kg	Mõõt 1/2
Teostas	Benjamin Kalmõkov	Nimetus: Toru L=120			
Kontrollis					
Kinnitas					
ME 2019		Leht 1/1	Tahis 01.01.01.01.2	Formaat A4 60	



	Materjal S355J2G3	Märkimata piirhälbed ISO 2768-mK	Mass: 0,430 kg	Mööd 1 / 2
Teostas	Benjamin Kalmõkov	Nimetus: PL10X65X145		
Kontrollis				
Kinnitas				
ME 2019		Leht 1/1	Tahis 01.02.5	Formaat A4



	Materjal S355J2G3	Märkimata piirhälbed ISO 2768-mK	Mass: 0,275 kg	Mööd 1/1
Teostas	Benjamin Kalmõkov	Nimetus:		
Kontrollis		PL5X100X70		
Kinnitas		62		
ME 2019		Leht 1/1	Tähis 01.01.6	Formaat A4



	Materjal S355J2G3	Märkimata piirhälbed ISO 2768-mK	Mass: 0,177 kg	Moot 1 / 1
Teostas	Benjamin Kalmõkov	Nimetus: PL5X75X60		
Kontrollis				
Kinnitas				
ME 2019	Leht 1/1	Tähis 01.01.01.01.7	Formaat A4	