

EESTI MAAÜLIKOOL
Tehnikainstituut



Jan Järvala

**AUTO LISAVARUSTUSE
KATSESTENDI PROJEKT**

Car accessories test stand project

Bakalaureusetöö
tootmistehnika erialal

Tartu 2014

ABSTRACT

Järvala J. Car accessories test stand project. – Tartu: EMÜ, 2014. 35 pages, 6 figures, 18 drawings, format A4. In Estonian language.

The project is based on the need of OÜ Tarmetec, to test their products ability to withstand vibration. OÜ Tarmetec is Estonian mechanical engineering and metalworking company, founded in 1992. They produce stainless steel car accessories for road vehicles, such as front bars and lamp holders. These products, in their natural usage, are subjects to vibration, caused by the vibration of vehicle engine and rough road condition. The aim for the project was to draw and calculate a test stand that simulates this vibration. During this project, a test stand was created and the proper working parameters were calculated.

Keywords: vibration, test stand, car accessories, eccentric mass, spring, acceleration, technical drawings.

SISUKORD

TÄHISED JA LÜHENDID	4
SISSEJUHATUS	5
1. TÖÖ EESMÄRK	6
2. ÜLESANDED	6
3. KONSTRUKTSIOONI VALIK	6
4. TÖÖPARAMEETRITE MÄÄRAMINE	7
4.1 Resonantssageduse ja vedrude jäikusteguri määramine.....	8
4.2 Mootori valimine.....	9
4.3 Ekstsentriskuse parameetrite määramine	10
4.4 Katsesendi maksimaalse kiirenduse määramine	12
KOKKUVÕTE	15
KIRJANDUS	16
LISAD (tootejoonised)	17

TÄHISED JA LÜHENDID

m_s – katsestendi kaal kg

k - vedrude jäikustegur kg/mm

p – resonantssagedus p/min

m – katsestendi mass kg·m/s²

k_l – ühe vedru jäikustegur kg/mm

ω – pöörlemissagedus p/min

m_e – ekstsentriku kaal

m_l – ekstsentriku mass kg·m/s²

X_m – võnkeamplituud mm

P_m – tsentrifugaaljõud kg

r - ekstsentrilise massikeskme kaugus pöörlemistsentrist mm

φ – pöördenurk rad

Y_a – y koordinaadi kaugus punktist A mm

v_{Ay} – punkti A kiirus m/s

a_{Ay} – punkti A kiirendus m/s²

$a_{Ay}(90^\circ)$ – punkti A kiirendus 90 kraadise pöördenurga korral m/s²

SISSEJUHATUS

Käesoleva lõputöö teema valik lähtub OÜ Tarmetec vajadusest katsetada oma toodangu vastupidavust vibratsioonile.

OÜ Tarmetec on 1992. aastal asutatud masinaehitus ja metallitööstusettevõtte. Nende arendusosakond ja tootmishooned asuvad Tartus. OÜ Tarmetec projekteerib ja valmistab roostevabast terasest lisavarustust erinevatele sõidukitele (maasturid, kaubikud, veoautod). Nende toodangu hulka kuuluvad roostevabast torust kaitserauad, laternakandurid, esitõkked, küljetorud jms. OÜ Tarmetec ekspordib ca 95% oma toodangust välisriikidele.

Kõik need tooted alluvad oma kasutuskeskkonnas sõiduki mootori ja teekonaruste poolt põhjustatud vibratsioonile.

Eriti oluline on vibratsiooni mõju sellistele toodetele, mille eesmärgiks on sõidukile lisalaternate paigaldamise võimalus (laternakandurid ja esirauad). Kuna osadel turgudel (nt. Skandinaaviamaades) on populaarne paigaldada nii maasturitele kui ka veoautodele maksimaalselt palju lisalaternaid, siis satuvad need tooted suure koormuse alla. Ülioluline on nende toodete konstruktsioon ja kinnituselemendid peaksid vastu tavakasutuses esinevale vibratsioonile.

Ajalugu on näidanud, et alati ei piisa toodetele arvutiga teostatavast tugevusarvutusest, kuna vibratsiooni mõju konstruktsioonile on arvutis keeruline simuleerida. Sellest on tingitud ka vajadus nende toodete füüsiliseks katsetamiseks vibrostendis.

Sellest lähtuvalt, peab projekteeritav vibrostend vastama oma mõõtudel ja katsetusparameetritel just OÜ Tarmetec'i esiraudade ja laternakandurite katsetamise vajadusele.

Projekt koosneb konstruktsiooni detaili- ja koostejoonistest ning stendi katsetusparameetrite matemaatilistest arvutustest.

1. TÖÖ EESMÄRK

Eesmärgiks on projekteerida ja valmistada katsestend, mis võimaldab katsetada OÜ Tarmetec'i toodetavaid sõidukite esiraudade ja laternakandurite vastupidavust vibratsioonile. Stendi katsetusparameetrid peavad vastama tingimustele, milles need tooted oma kasutusajal viibivad.

2. ÜLESANDED

- 1) Vaja on leida stendi optimaalsed mõõtmed ja konstruktsioon. Katsestend peab olema piisavalt universaalne, et sobida erinevate toodete katsetamiseks.
- 2) Vaja on leida stendi sobivad tööparameetrid. Need parameetrid peavad võimaldama jäljendada toodete reaalseid kasutustingimusi.

3. KONSTRUKTSIOONI VALIK

Katsestendi mõõtmed peavad sobima toodetega, mida soovitakse katsetada. Lähtuvalt katsetatavate esiraudade ja laternakandurite kasutusotstarbele on nende mõõdud alati vastavad sõiduki esiosale, millele need paigaldatakse. Sellest tulenevalt jäävad nende toodete laiused vahemikku 900...2500 mm. Kõrgused vahemikku 500...1000 mm. Ning sügavused vahemikku 200... 800 mm.

Sellest lähtuvalt on valitud stendi välisgabariitideks 1300x1300 mm. Selleks, et stendile oleks mugav ja ergonoomiline katseobjekti üles seadistada ning stendi alla jääks piisavalt ruumi mootori paigaldamiseks, siis on stendi kõrguseks valitud ca. 1100 mm.

Stendi materjali valimisel on lähtutud ettevõttes kasutusel olevatest materjalidest, mis võimaldaks võimalikult lihtsalt ja universaalselt stendi külge paigaldada erinevaid katseobjekte. Samuti on tähtis, et stendi konstruktsioon oleks võimalikult jäik, kuna lisaks sellele, et stend ise peab vastu pidama pikaajalistele katsetele, on oluline ka stendi parameetrite arvutamisel võimalikult palju välistada stendi enda elastsust ja arvestada

ainult vibratsiooni kompenseerivate elementide jäikusega. Valitud materjaliks on S235 nelikanttoru, mõõtudega 40x40x4 mm.

Selleks, et vibratsiooniallika poolt tekitatud jõud jaotuks stendile ühtlaselt, on tema asukohaks valitud stendi tšenter, ning täpsem asukoht hiljem viidud võimalikult lähedale konstruktsiooni massikeskmele.

Erinevate katseobjektide kinnitamiseks stendi külge on vajalik universaalne klamberkinnitus. Selleks on lehtmaterjalist painutatud klamber, mis kinnitub poltliitega nelikanttoru külge ja fikseerib ristipidi tema alt läbi minevat teist nelikanttoru. See võimaldab katseobjekti kinnitamiseks mõeldud nelikanttorusid iga telje suhtes astmevabalt liigutada (joonis VS027)

Ajamiks on valitud elektrimootor ja tema otsa kinnitatud ekstsentriline raskus, mis pöörlemisel tekitab vajalikku vibratsiooni. Selleks, et stendi tööparameetrid oleksid muudetavad, on ekstsentrilisele raskusele tehtud võimalus paigaldada ta mootori pöörlemisest erinevatele kaugustele. Selleks on ekstsentrilises raskuses olevad erinevad kinnitusavad kindla sammu kaugusel ekstsentriku massikeskmest (joonis VS026). Samuti oleks võimalik muuta elektrimootori pöörlemissagedust, kui võtta kasutusele sagedusmuundur. Antud projektis siiski sagedusmuunduriga arvestatud ei ole ja arvutuste aluseks on võetud elektrimootori nimipöörlemissagedus.

Stendi vibreerimist kompenseerivate elementidena on mõistlik kasutada keerdvedrusid. Neid on võimalik kataloogist valida sobivate parameetrite järgi ja juhul, kui neid mitte üle koormata, siis nad säilitavad töö käigus suhteliselt hästi oma mehhaanikalised omadused.

Stendi lõplik konstruktsioon on näha koostejoonisel VS100 (vt. LISAD)

4. TÖÖPARAMEETRITE MÄÄRAMINE

Põhiliseks parameetriks, mida katsestend peab jäljendama, on vibreerimisel katseobjektile mõjuv kiirendus. See peab vastama reaalses kasutuskeskkonnas esinevale maksimaalsele kiirendusele. Kuigi kasutusajal tootele mõjuv kiirendus on ajas suuresti muutuv, on toote konstruktsiooni vastupidavusele tähtis just tavakasutuses aeg ajalt esinev maksimaalne kiirendus. Seda kiirendust on võimalik katsestendis esile kutsuda

palju kiirema sagedusega, kui see tavakasutuses esineb. Tänu sellele on vajalik katsetusperiood oluliselt lühem, kui tavakasutuses oleva toote reaalne eluiga.

OÜ Tarmetec'i poolt läbi viidud mitteametlikud katsetused näitasid, et sõites liikluseeskirjadele vastava kiirusega mööda suhteliselt ebatasast kruusateed, vibreeris katseobjekt maksimaalselt kiirendusega 44m/s^2 . Seda mõõdeti sõiduki esiraua kinnituselemendi külge paigaldatud kiirendusanduriga. Stendi projekteerimisel ongi see suurus aluseks võetud.

4.1 Resonantssageduse ja vedrude jäikusteguri määramine

Pärast esialgset konstruktsioonilahenduse väljatöötamist selgus, et stendi kaaluks (m_s), koos katsekehaga tuleb ~130 kg. Sealjuures on arvestatud keskmise katsekehade kaaluga, milleks kujunes OÜ Tarmetec'i katsetamist vajavate toodete analüüsimisel ~10 kg. Seda arvesse võttes on vaja leida stendile sobiv vedrude jäikus ja resonantssagedusest erinev mootori pöörlemissagedus. Vedrude jäikust iseloomustav jäikustegur, (k) kujutab endast arvvaartust, mis võrdub jõuga, mida tuleb vedru otsale rakendada, et deformeerida teda pikkusühiku võrra [1, lk.33]. Sundvõnkumiste amplituudi sõltuvus sundiva jõu sagedusest tingib olukorra, kus sageduse teatud väärtuste juures antud süsteemi võnkeamplituud saavutab maksimumi. Seda nähtust nimetatakse resonantsiks, ning vastavat sagedust resonantssageduseks [2, lk.198]. Selleks, et süsteem töötaks stabiilselt, tuleb vältida olukorda, kus sundiva jõu sagedus on võrdne omavõnkesagedusega.

Vastavalt valemile [3, lk.970] võrdub resonantssagedus:

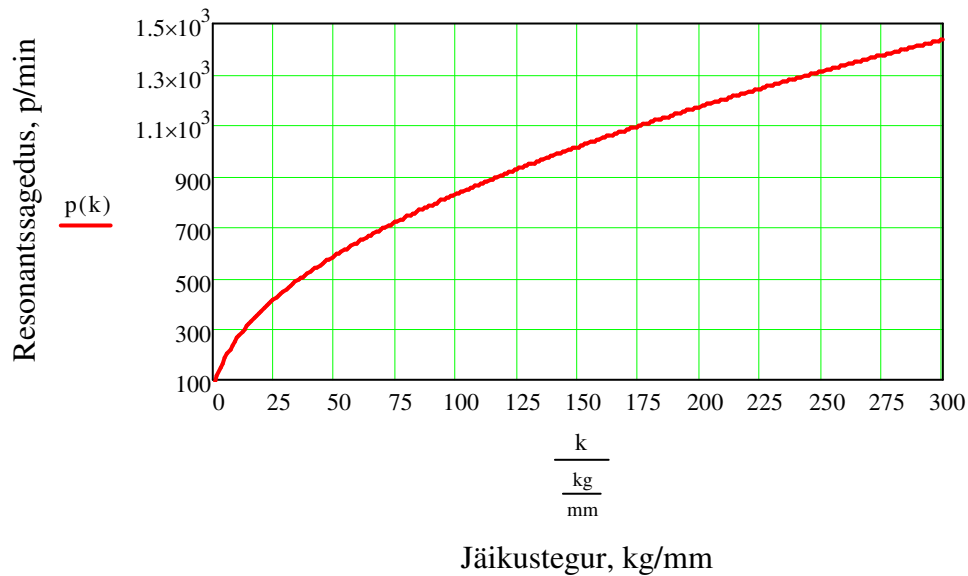
$$p = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (4.1)$$

Kus katsestendi mass:

$$m = \frac{m_s}{g} = \frac{130 \text{ kg}}{9,81 \text{ m/s}^2} = 13,25 \frac{\text{kg}\cdot\text{s}^2}{\text{m}} \quad (4.2)$$

Sobiva vedru jäikusteguri leidmiseks on ette valitud väärtused vahemikus $k = 0 \dots 300 \frac{\text{kg}}{\text{mm}}$, ning resonantssageduse sõltuvuse jäikustegurist, alusel on koostatud graafik:

$$p(k) := \frac{\sqrt{\frac{k}{m}}}{2\pi \cdot \text{rad}} \cdot 60s \quad (4.3)$$



Joonis 4.1 Resonantssageduse, p sõltuvus jäikustegurist, k .

Graafiku alusel on vedrude jäikusteguriks valitud $k=7,34$ kg/mm, ehk 72 N/mm. Kuna antud projektis on kokku 4 vedru, siis ühe vedru jäikusteguriks on:

$$k_1 = \frac{72 \text{ N/mm}}{4} = 18 \text{ N/mm} \quad (4.4)$$

Konstruksiooniga sobivaks survevedruks on valitud Lesjöfors'i survevedrude kataloogist [4, lk.41] vedru koodiga 6265. Stendi resonantssageduseks jääb sellisel juhul:

$$p = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{7,32 \text{ kg/mm}}{13,25 \text{ kg}\cdot\text{s}^2/\text{m}}} = 23,53 \frac{\text{rad}}{\text{s}}, \text{ ehk } 224,7 \text{ p/min} \quad (4.5)$$

4.2 Mootori valimine

Lähtudes resonantssagedusest, on sobivaks mootori pöörlemissageduseks ~ 1500 p/min. Felandia OÜ elektrimootorite kataloogist [5, lk.2] on välja valitud ühefaasiline, alumiiniumkorpusega elektrimootor ML 90L-4, võimsusega 1,5 kW, mille nimipöörlemissagedus, $\omega = 1420$ p/min ehk 148,7 rad/s

4.3 Ekstsentriskuse parameetrite määramine

Arvestades stendi mõõtmeid, on esialgne ekstsentriskus projekteeritud diameetriga 210 mm. ja lähtuvalt OÜ Tarmetec'is kasutatavatele materjalidele on ekstsentriku paksuseks 12 mm. Arvestades ekstsentriku sees olevaid, massikeskmest erineval kaugusel olevaid kinnitusavasid, tuleb ekstsentriku kaaluks, $m_e = 2,8$ kg. Lähtudes valemist [3, lk.970], võrdub stendi võnkeamplituud:

$$X_m := \frac{\frac{P_m}{k}}{1 - \left(\frac{\omega}{p}\right)^2} \quad (4.6)$$

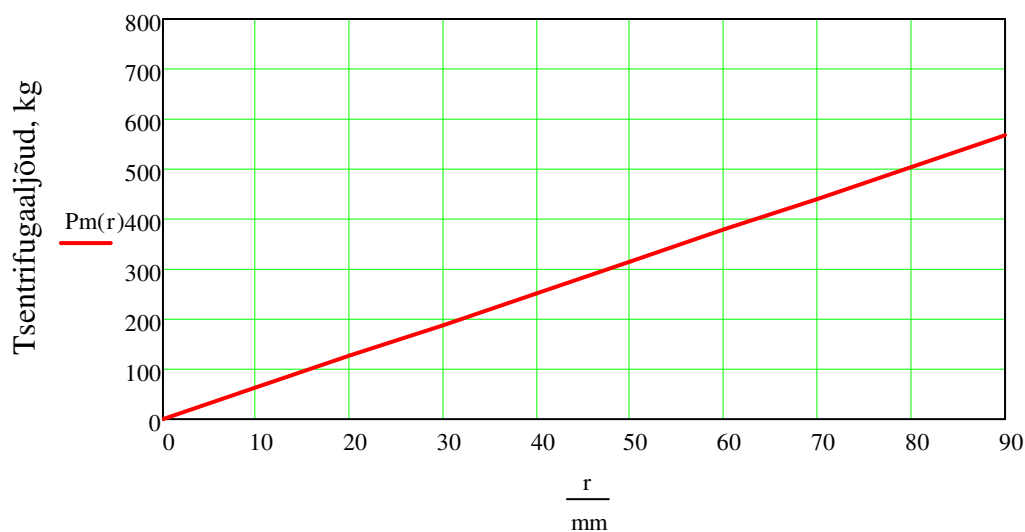
kus, P_m on ekstsentriku põhjustatud tsentrifugaaljõud (kg), mis lähtub valemist [3, lk.970]

$$P_m = m_1 \cdot r \cdot \omega^2 \quad (4.7)$$

Siin on, r - ekstsentrilise massikeskme kaugus pöörlemistsentrist (mm), ning m_1 - ekstsentriku mass, mis võrdub [3, lk.970]:

$$m_1 = \frac{m_e}{g} = \frac{2,8 \text{ kg}}{9,81 \text{ m/s}^2} = 0,286 \frac{\text{kg} \cdot \text{s}^2}{\text{m}} \quad (4.8)$$

Kuna projekteeritud ekstsentriku massikeskme võimalikud kaugused on 10...90 mm, 10 mm sammuga, siis on koostatud graafik, mis näitab tekkiva tsentrifugaaljõu sõltuvust ekstsentriku massikeskme kauguse pöörlemisteljest: $P_{m(r)} = m_1 \cdot r \cdot \omega^2$ (4.9)

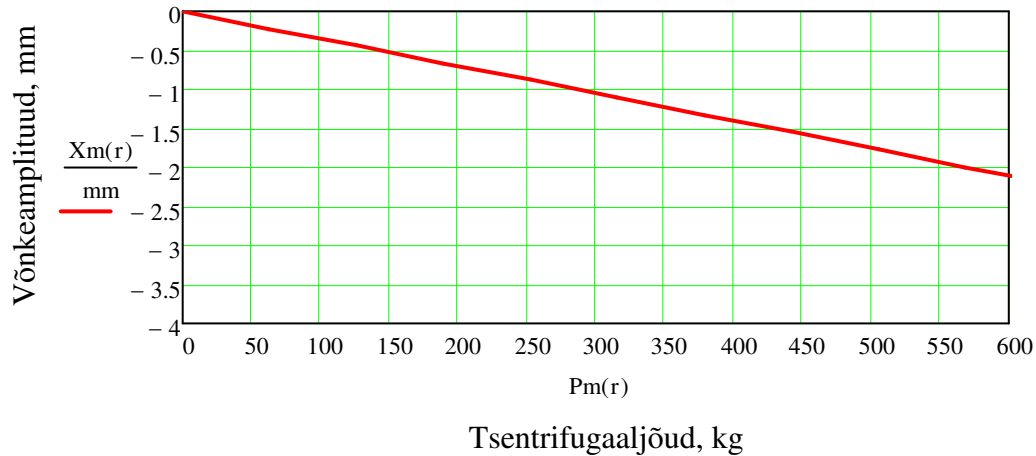


Eksentrilise massi kaugus tsentrist, mm

Joonis 4.2 Tsentrifugaaljõu, P_m sõltuvus ekstsentrilise massi kaugusest tsentrist, r .

Edasi on koostatud omakorda stendi võnkeamplituudi sõltuvusgraafik tsentrifugaaljõust.

$$X_m(r) = \frac{\frac{P_m(r)}{k}}{1 - \left(\frac{\omega}{p}\right)^2} \quad (4.10)$$



Joonis 4.3 Võnkeamplituudi, X_m sõltuvus tsentrifugaaljõust, P_m

Seega avaldub katsestendi maksimaalne võnkeamplituud, maksimaalse tsentrifugaaljõu ja maksimaalse ekstsentrilisuse juures, ehk $r = 90$ mm juures. Ehk kasutades valemit 4.7:

$$P_m = m_1 \cdot r \cdot \omega^2 = 0,286 \frac{\text{kg} \cdot \text{s}^2}{\text{m}} \cdot 0,09\text{m} \cdot 148,7 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 568,2\text{kg} \quad (4.7)$$

Ning kasutades valemit 4.6, on leitud maksimaalne võnkeamplituud:

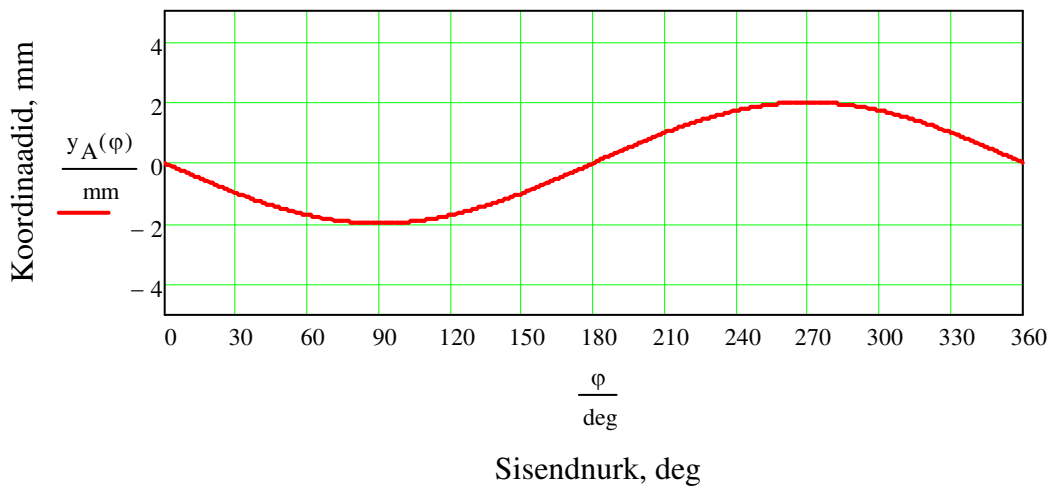
$$X_m = \frac{\frac{P_m}{k}}{1 - \left(\frac{\omega}{p}\right)^2} = \frac{\frac{568.2 \cdot \text{kg}}{7.32 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{mm}}}}{1 - \left(\frac{148.7 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}{23.53 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}\right)^2} = -1,99 \text{ mm} \quad (4.6)$$

4.4 Katsestendi maksimaalse kiirenduse määramine

Olles varasemalt leidnud katsestendi maksimaalse võnkeamplituudi ja teades mootori pöörlemissagedust, on võimalik määrata stendi liikumine ajas. Kuna $\omega > p$, siis liigub stend ekstsentrilise massikeskmele vastupidises suunas [3, lk.970], ehk kui massikeske liigub üles, siis stend liigub alla ja vastupidi. Tähistades stendil ära mootori pöörlemistsentri punktiga A ja tähistades ära nurga φ , mis tekib horisontaaltasandi ning sirglõigu vahel, mis läbib punkti A ning ekstsentriku massikeset, siis kuna stendi liikumine on piiratud ainult ühele teljele (y), avaldub stendi liikumine järgmise funktsioonina [6, lk. 4]:

$$Y_A(\varphi) = X_m \cdot \sin(\varphi) \quad (4.11)$$

Võttes vaatluse alla ühe täispöörde, ehk $\varphi = 0 \dots 2\pi$ rad., on saadud punkti A y-koordinaadi muutumise graafik, ühe täispöörde jooksul:

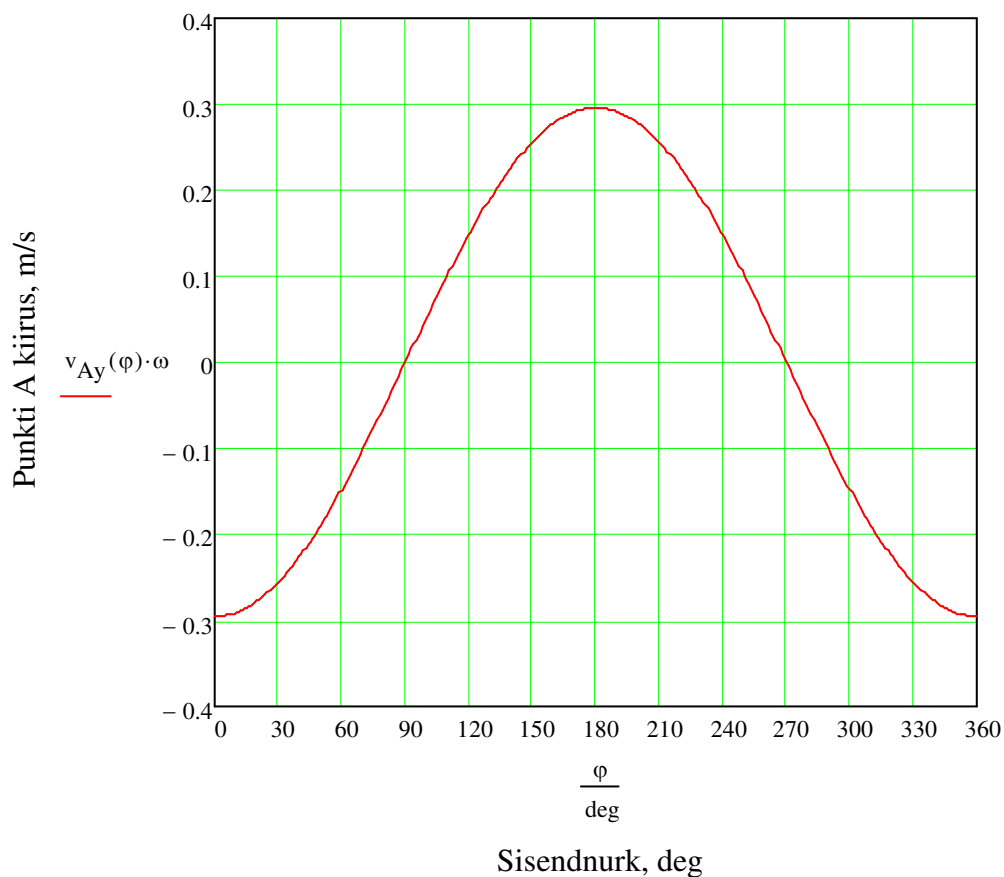


Joonis 4.4 Punkti A y-koordinaadi muutumine ühe täispöörde jooksul

Kuna mingi punkti liikumise kiirus on selle punkti siirdefunktsiooni tuletis aja järgi [7], siis järgnevalt ongi võetud koordinaadi A tuletis aja järgi:

$$v_{Ay}(\varphi) := \frac{d}{d\varphi} y_A(\varphi) \quad (4.12)$$

Ning korrutades selle läbi mootori pöörlemise nurkkiirusega, ongi saadud graafik, kus on näha punkti A kiirus ühe täispöörde jooksul [7]:

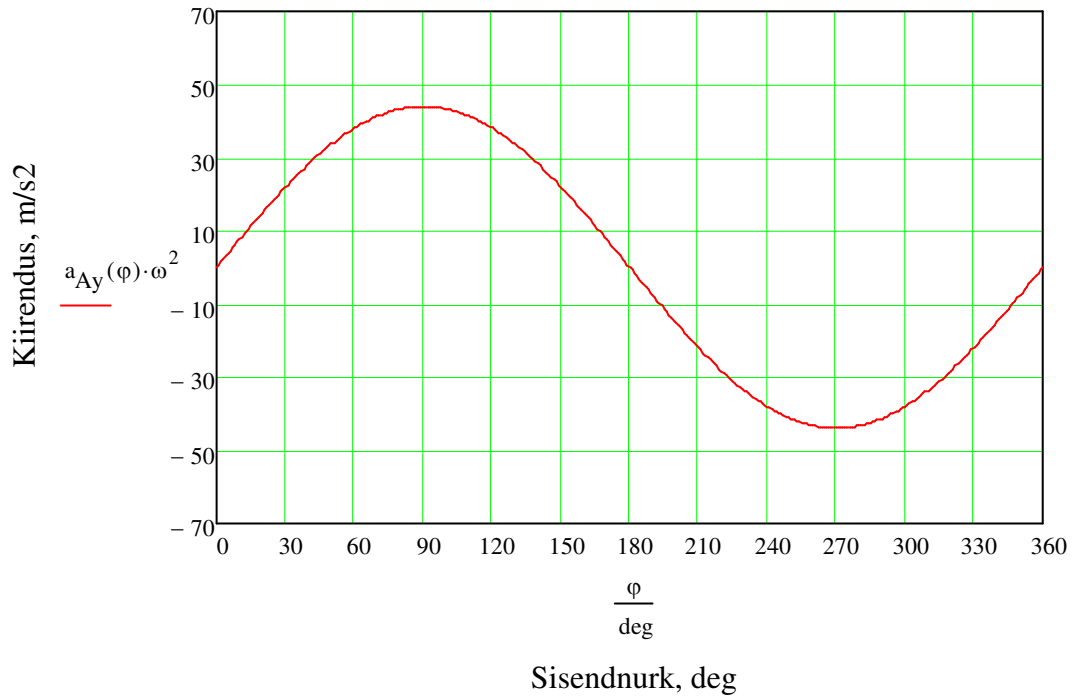


Joonis 4.5 Punkti A kiirus ühe täispöörde jooksul

Edasi, on leitud punkti A kiirendus a_{Ay} , mis on siirdefunktsiooni teine tuletis aja järgi [7]:

$$a_{Ay}(\varphi) := \frac{d^2}{d\varphi^2} y_A(\varphi) \quad (4.13)$$

Ning korrutades selle läbi mootori pöörlemise nurkkiiruse ruuduga, ongi saadud graafik, kus on näha punkti A kiirendus ühe täispöörde jooksul [7]:



Joonis 4.6 Punkti A kiirendus ühe täispöörde jooksul

Jooniselt 1.6 on näha, et kiirendus omandab suurima väärtuse sisendnurga $\varphi = 90^\circ$ juures, milleks on $a_{Ay}(90^\circ) = 43,97 \text{ m/s}^2$, ehk $\sim 44 \text{ m/s}^2$.

Seega vastab projekteeritud katsestendi maksimaalne kiirendus eesmärgiks seatud suurusele.

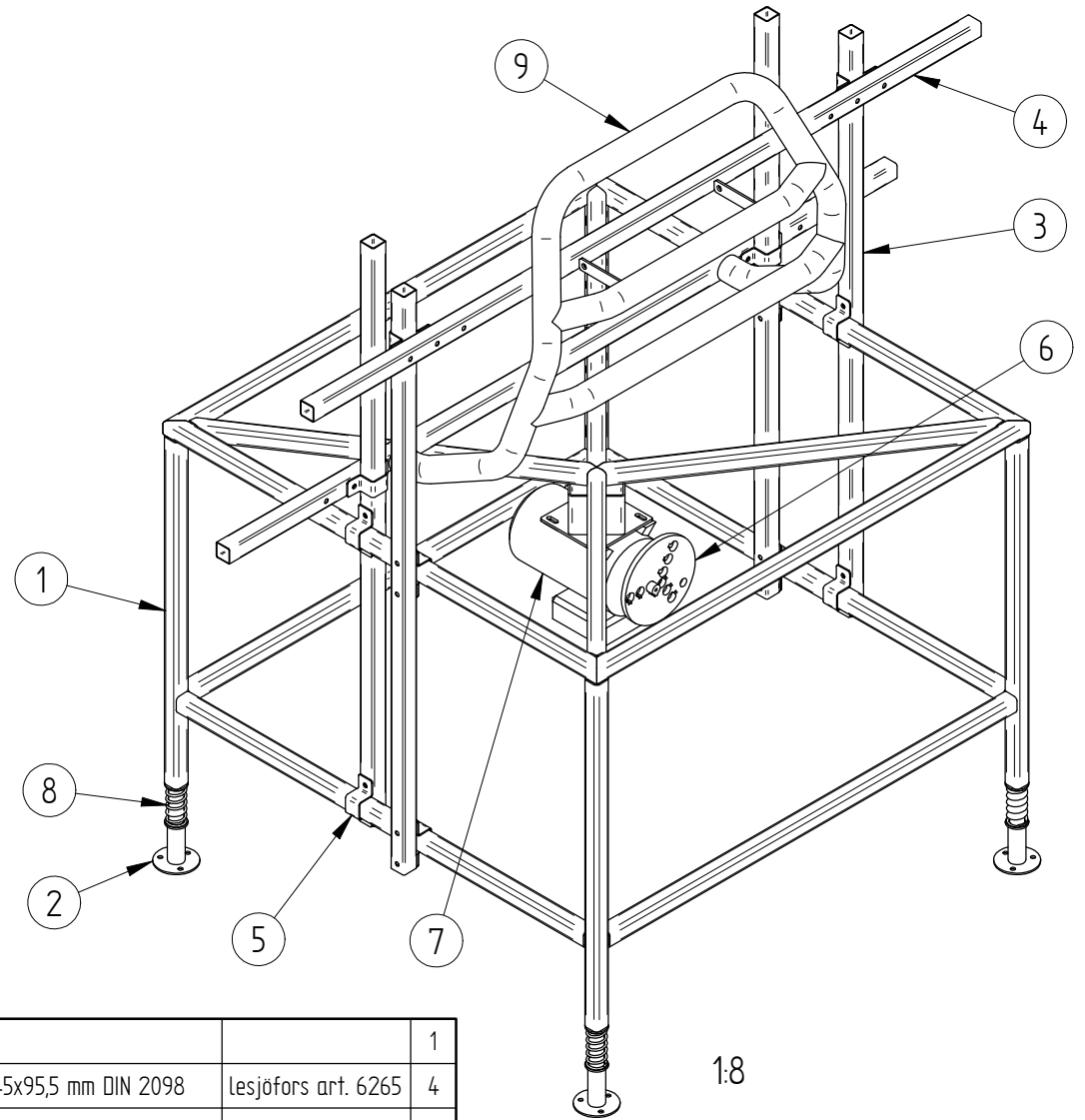
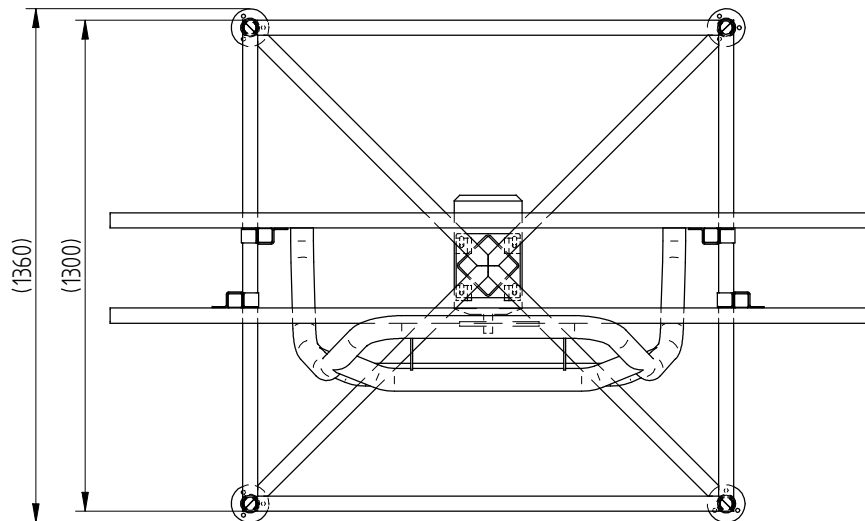
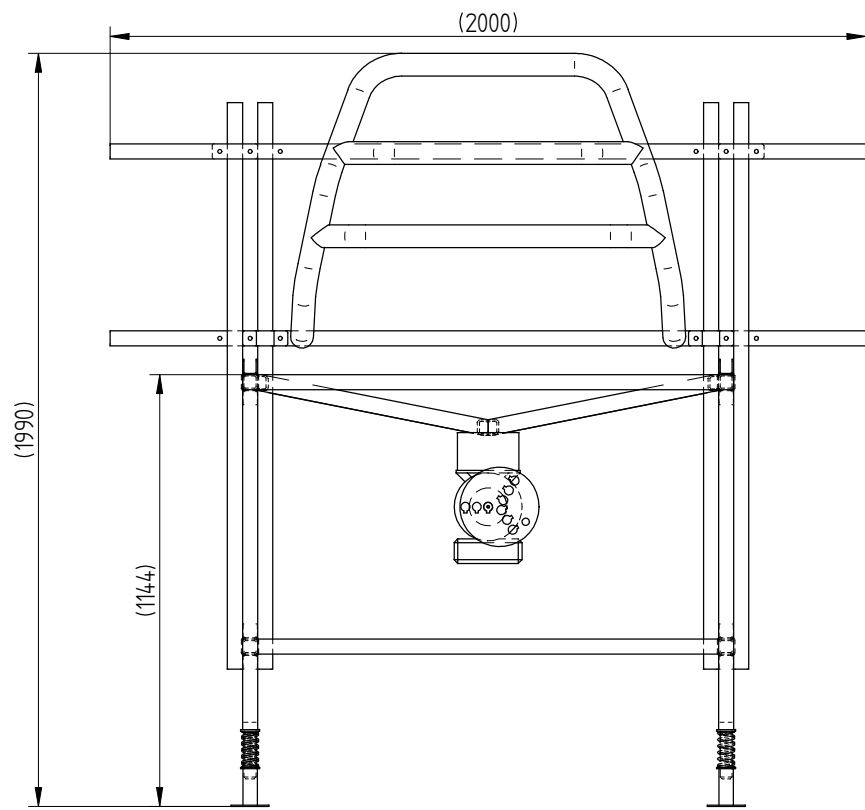
KOKKUVÕTE

Kuna eesmärgiks oli projekteerida katsestend, millega saaks simuleerida 44 m/s^2 suuruse kiirendusega vibratsiooni mõju katseobjektile, siis jooniselt 1.6 selgub, et eesmärk sai täidetud 100 protsendiliselt. See suurus on stendi põhiliseks tööparameetriks. Nagu eelnevalt kirjeldatud, on võimalik seda suurust muuta väiksemaks, kui valida ekstsentriskuse mõni teine kaugus pöörlemisestrist või kui lisada mootorile sagedusmuundur ja muuta mootori pöörlemiskiirust. Mootori pöörlemiskiiruse muutmisel peaks aga arvestama stendi resonantssagedusega, millega ühtimise korral võib tekkida olukord, kus stendi võnkeamplituud kasvab üle stendi võimete ja stend võib puruneda. Sellist olukorda tuleb kindlasti vältida.

KIRJANDUS

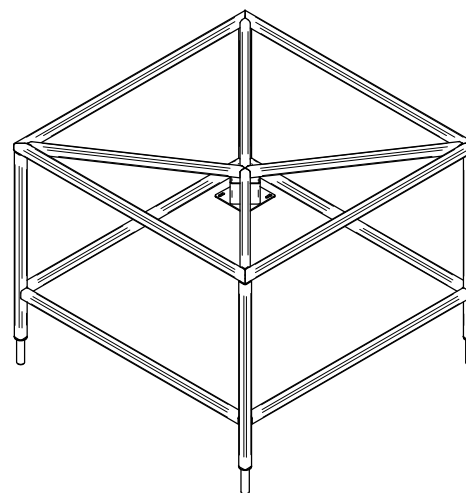
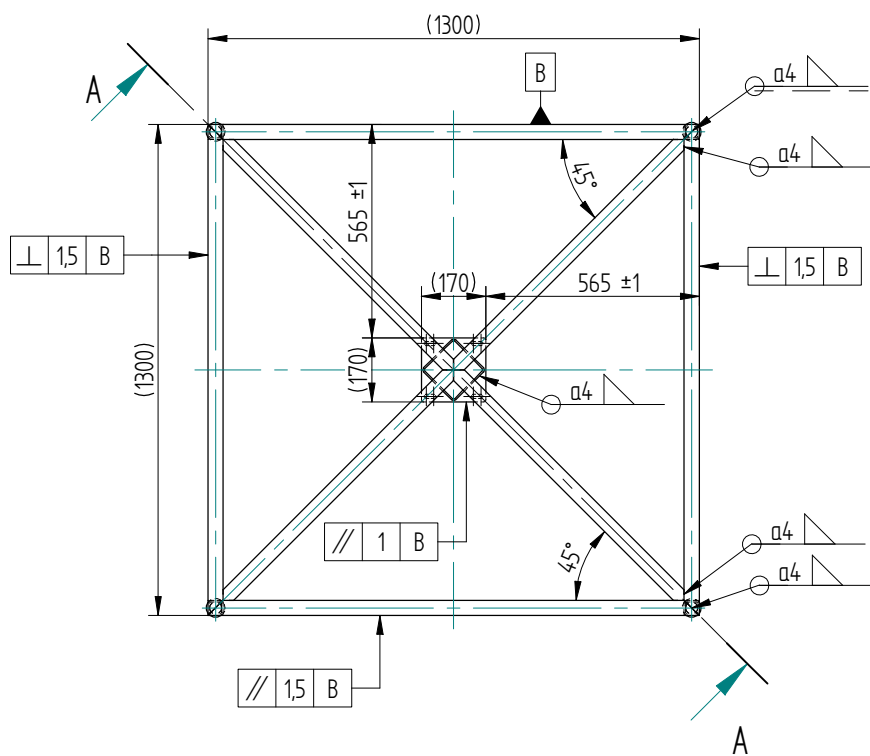
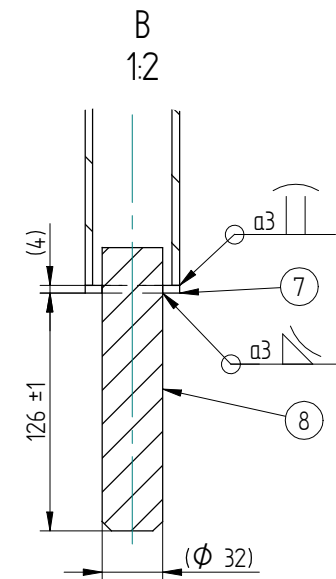
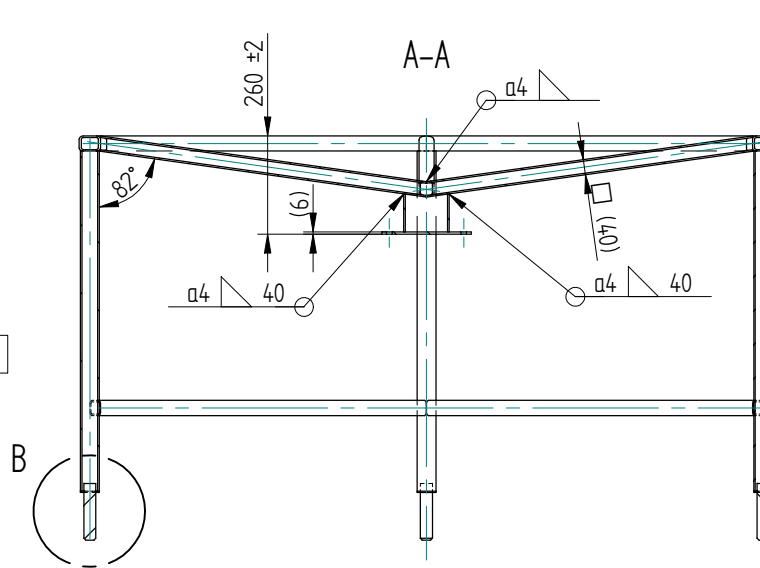
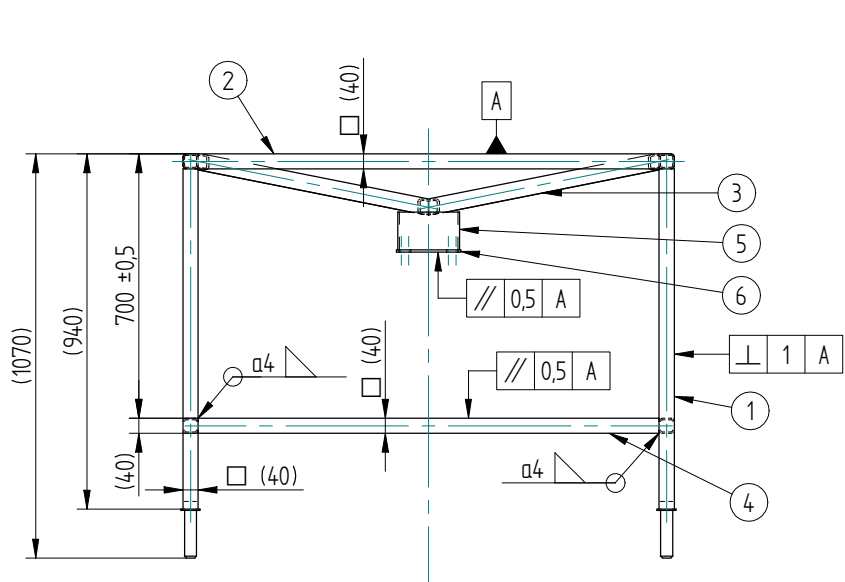
1. Butenin, N., Lunts, J., Merkin, D. Teoreetiline Mehaanika. Dünaamika. Tallinn: Valgus, 1986. - 552 lk.
2. Saveljev, I. Füüsika üldkursus. Tallinn: Valgus, 1978. - 398 lk.
3. Beer, F.P., Johnston, E.R.Jr. Vector Mechanics for Engineers. Dynamics. Fifth Edition. U.S.A: McGraw-Hill, Inc., 1988. - 1050 lk.
4. Compression springs according to DIN 2098. Veebikataloog. Kättesaadav: http://catalog.lesjoforsab.com/pdf/en/chapters/35-42_EN.pdf
5. Ühefaasilised alumiiniumkorpusega elektrimootorid. ML- seeria. Veebikataloog. Kättesaadav: <http://www.elektrimootorid.com/public/files/ML-Seeria.pdf>
6. Aarend, E., Heinloo, M., Teoreetiline mehaanika inseneridele II. Kinemaatika. Tartu: EPMÜ kirjastus, 1995. - 60 lk.
7. Aan, A. 2 Kinemaatiline analüüs Mathcadis. Loengukonspekt õppeaines Masinamehaanika TE.0391 . EMÜ.

LISAD (tootejoonised)



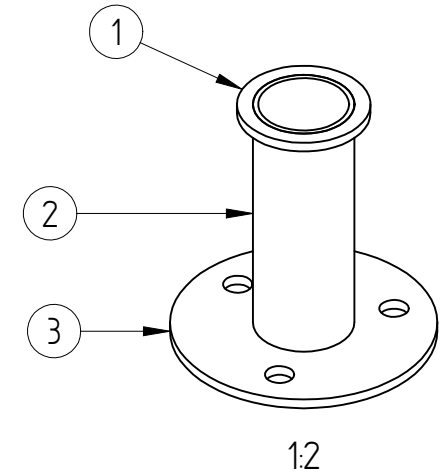
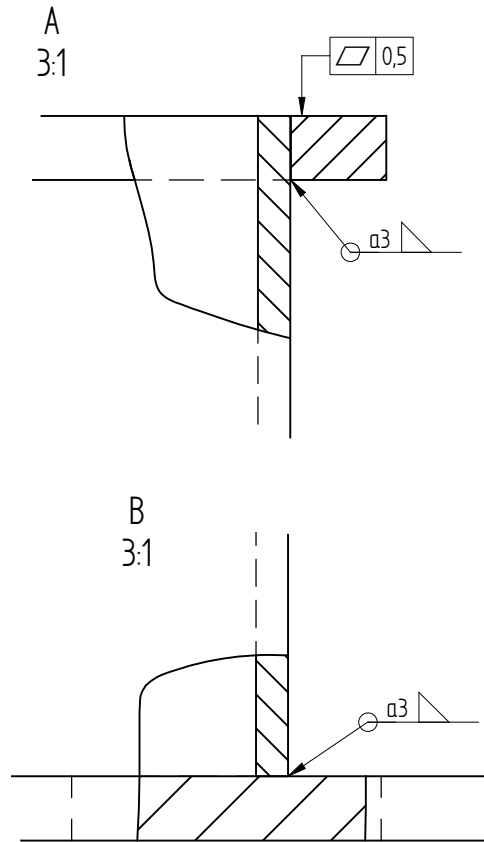
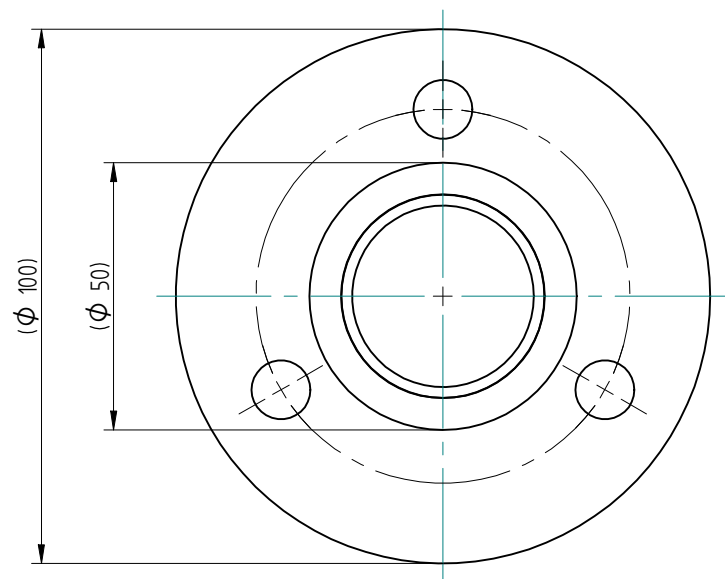
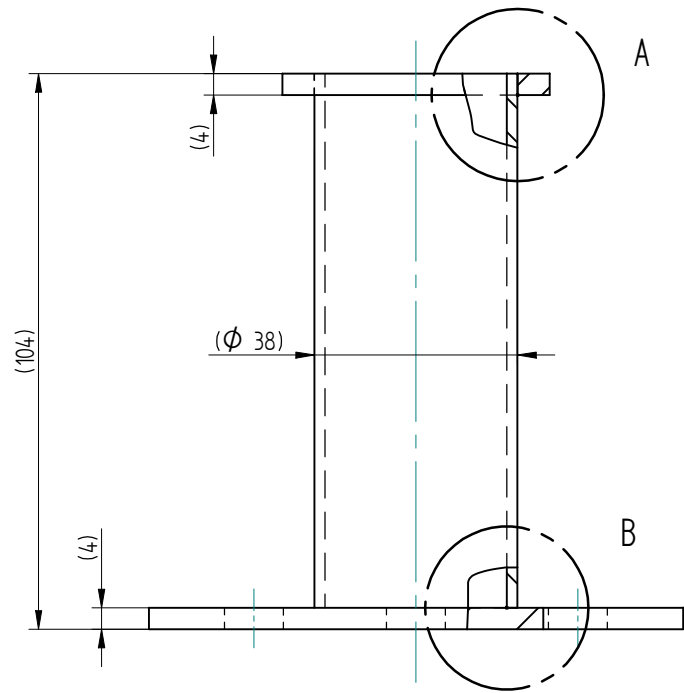
9	Katseobjekt		1
8	Survededru 5x45x95,5 mm DIN 2098	lesjõfors art. 6265	4
7	Elektrimootor 1,5 kW; 1420 p/min	Felandia ML 90L-4	1
6	Eksentrik	VS026	1
5	Klamber	VS027	12
4	Toru	VS007	2
3	Toru	VS006	4
2	Jalg	VS102	4
1	Stend	VS101	1
Nr.	Nimetus	Tähis	Arv

Materjal Material	Mass Weight	130 kg	Mõõt Scale	1:10
Pinnakaredus Surface Roughness	Üldine tolerants General Tolerance	ISO 2768-cL		
Pinnavimistlus Surface Treatment	Pinnakõvadus Surface hardness	Muud. nr.		
Teostas Design	20/08/14 Jan Järvala	Nimetus Part Name	<h1>Vibrostend</h1>	
Kontrollis Design checked				
Kinnitas Approved			Joon. nr. Draw. No.	VS100
		Leht 1 / 1		A2

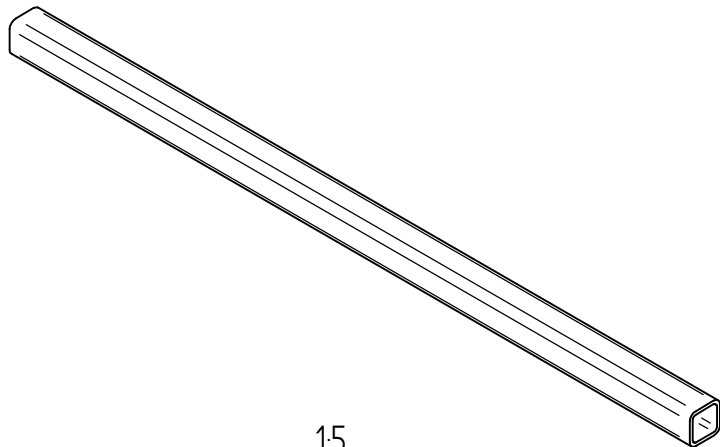
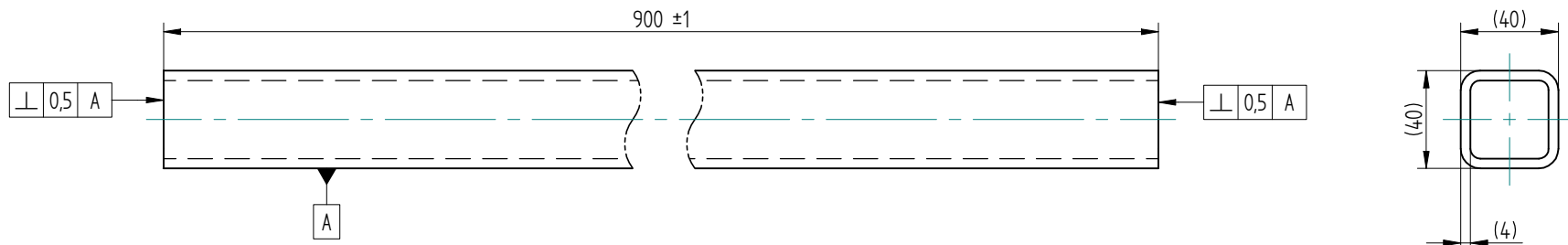


1:15




8	Sõrm	VS022	4
7	Rõngas	VS021	4
6	Plaat	VS020	1
5	Toru	VS005	1
4	Toru	VS004	4
3	Toru	VS003	4
2	Toru	VS002	4
1	Toru	VS001	4
Nr.	Nimetus	Tähis	Arv
Materjal Material	S235	Mass Weight	77,4 kg
Pinnakaredus Surface Roughness	Üldine tolerants General Tolerance	ISO 2768-cL	Mõõt Scale
Pinnavimistlus Surface Treatment	Pinnakõvadus Surface hardness	Muud. nr.	Mõõdet Dimension
Teostas Design	20/08/14 Jan Järvala	Nimetus Part Name	Stend
Kontrollis Design checked			
Kinnitas Approved			
	Joon. nr. Draw. No.	VS101	Leht 1 / 1
METEC			A2

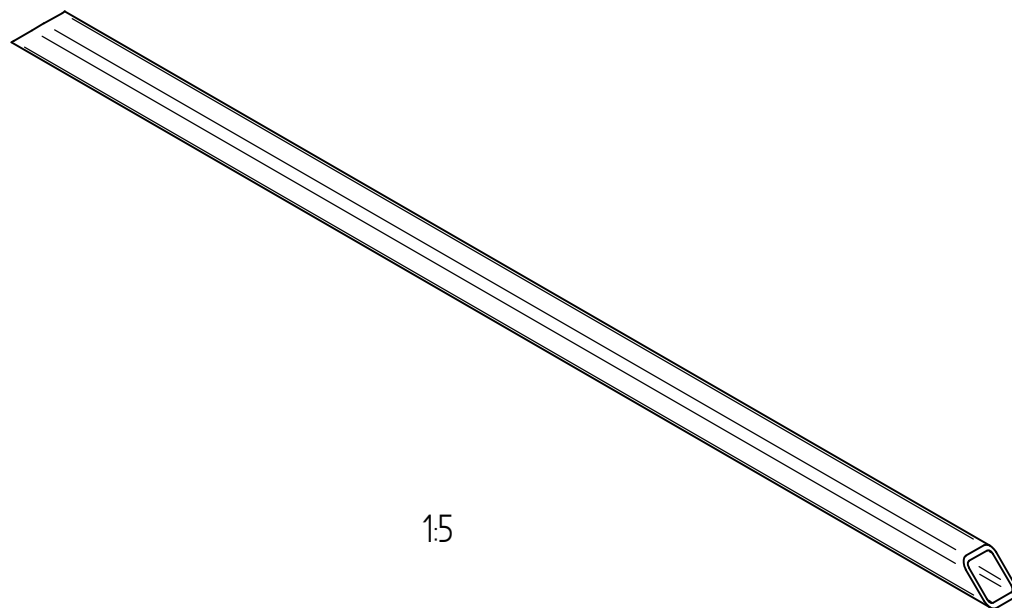
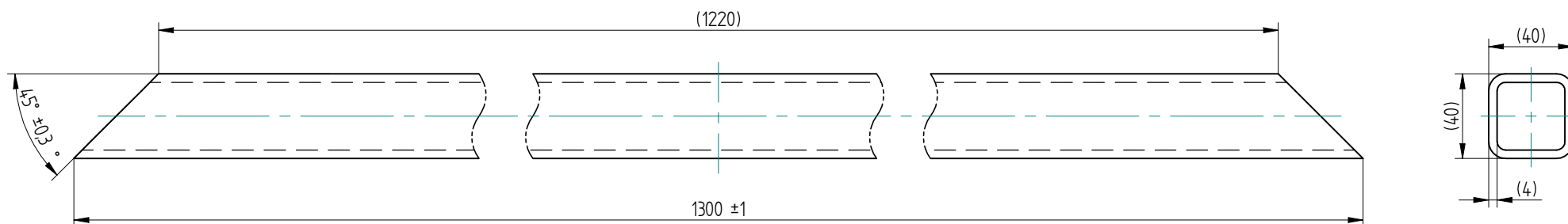


3	Ketas	VS025	1
2	Hülss	VS024	1
1	Rõngas	VS023	1
Nr	Nimetus	Tähis	Arv
Materjal Material		Mass Weight 0,44 kg	Mööd Scale 1:1
Pinnakaredus Surface Roughness		Üldine tolerants General Tolerance ISO 2768-cL	
Pinna viimistlus Surface Treatment		Pinnakõvadus Surface hardness	Muud. nr. Mõõmed Dimension mm
Teostas Design	20/08/14 Jan Järvala	Nimetus Part Name	
Kontrollis Design checked		Jalg	
Kinnitas Approved			
		Joon. nr. Draw. No. VS102	Leht 1 / 1 A3



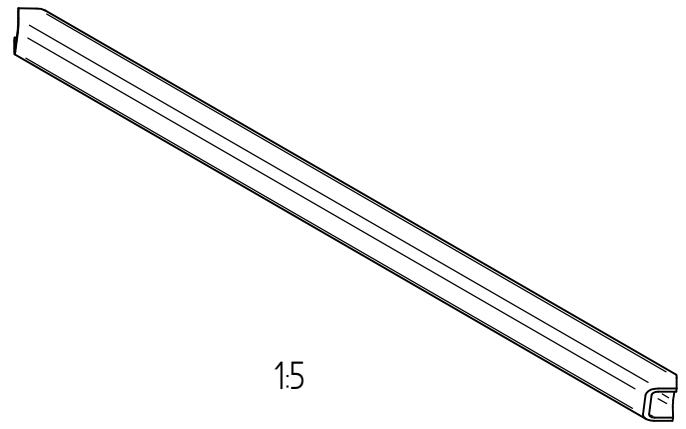
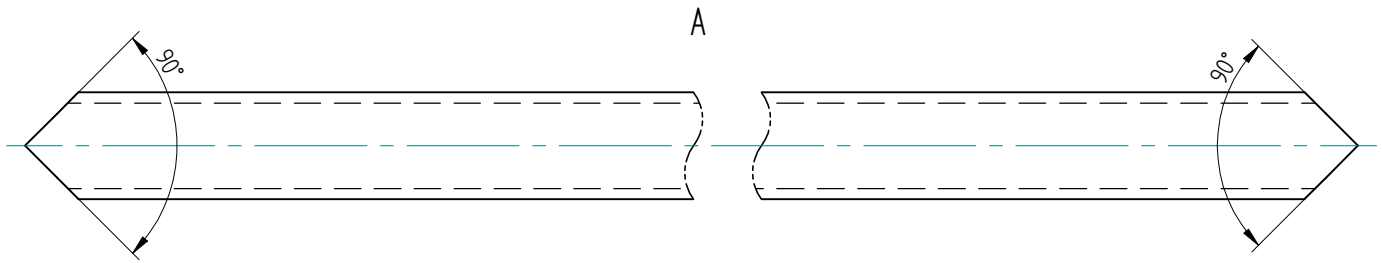
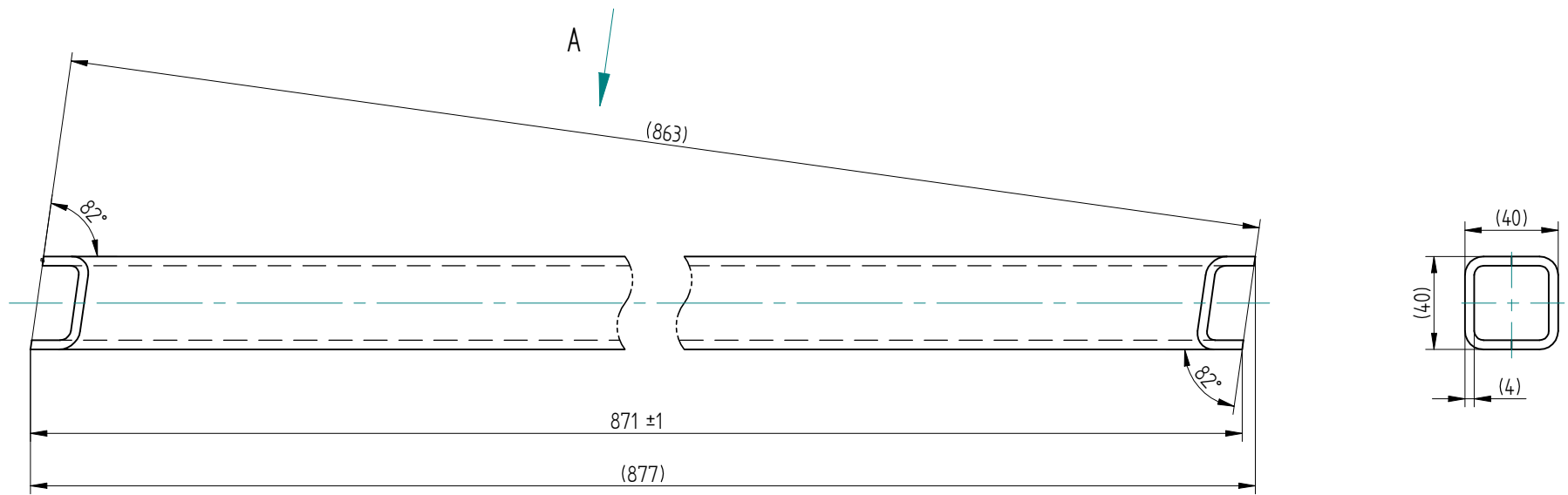
1:5

Material Material		S235; nelikanttoru 40x40x4 mm		Mass Weight	3,77 kg	Mõõt Scale	1:2
Pinnakaredus Surface Roughness		Üldine tolerants General Tolerance		ISO 2768-cL		 	
Pinna viimistlus Surface Treatment		Pinnakõvadus Surface hardness		Muud. nr.	Mõõmed Dimension mm		
Teostas Design	19/08/14	Jan Järvala		Nimetus Part Name Toru			
Kontrollis Design checked							
Kinnitas Approved							
				Joon. nr. Draw. No.	VS001	Leht 1 / 1	A3

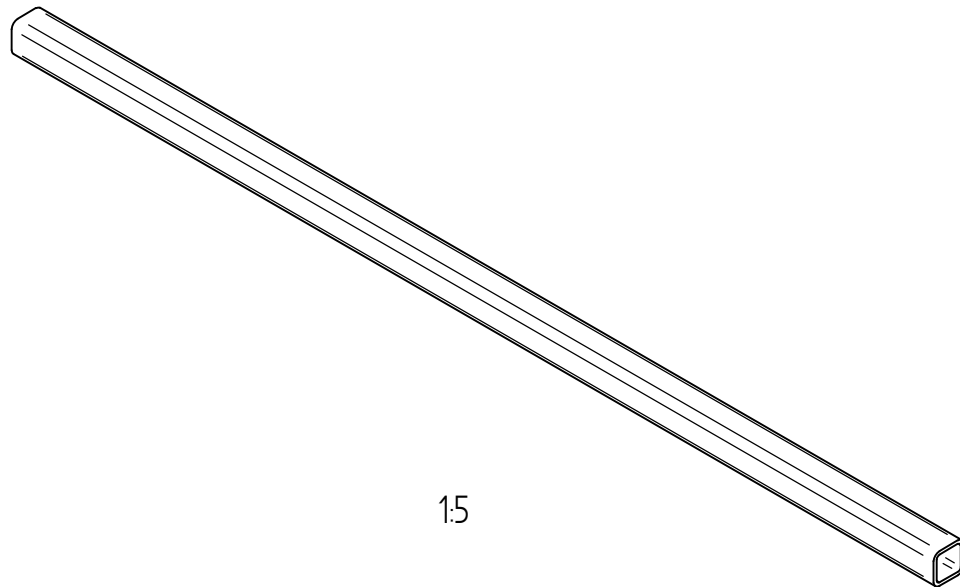
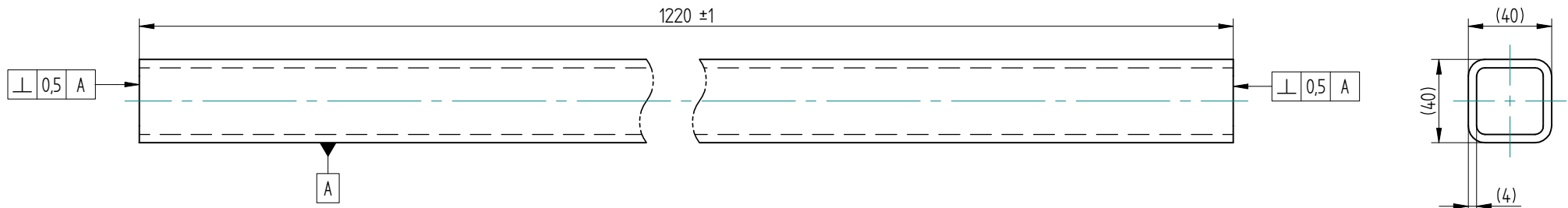


1:5

Material Material		S235; nelikanntoru 40x40x4 mm		Pinnalaotus Blank	
Pinnakaredus Surface Roughness		Üldine tolerants General Tolerance		Mass Weight	Mööt Scale
Pinna viimistlus Surface Treatment		Pinnakõvadus Surface hardness		Muud. nr.	Mõõmed Dimension
Teostas Design	19/08/14 Jan Järvala	Nimetus Part Name			
Kontrollis Design checked		Toru			
Kinnitas Approved					
METEC		Joon. nr. Draw. No.	VS002	Leht 1 / 1	A3

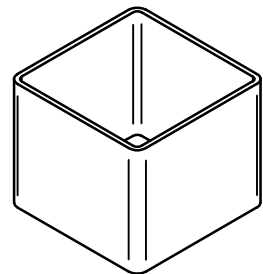
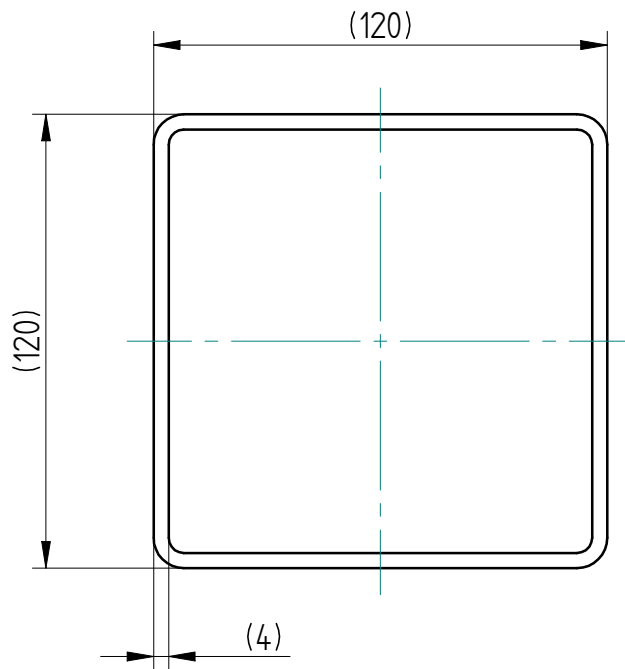
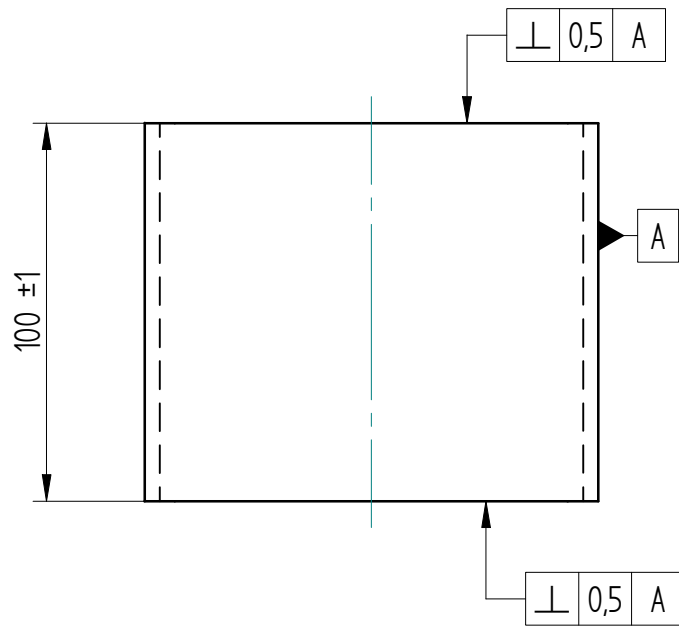


Material		S235; nelikanttoru 40x40x4 mm		Pinnalaotus Blank	
Material				Mass Weight	3,54 kg
				Möötl Scale	1:2
Pinnakaredus Surface Roughness		Üldine tolerants General Tolerance		ISO 2768-cL	
Pinna viimistlus Surface Treatment		Pinnakõvadus Surface hardness		Muud. nr.	Mõõtmel Dimension mm
Teostas Design	19/08/14	Jan Järvala		Nimetus Part Name	
Kontrollis Design checked				Toru	
Kinnitas Approved					
		Joon. nr. Draw. No.		VS003	Leht 1 / 1
		METEC		A3	



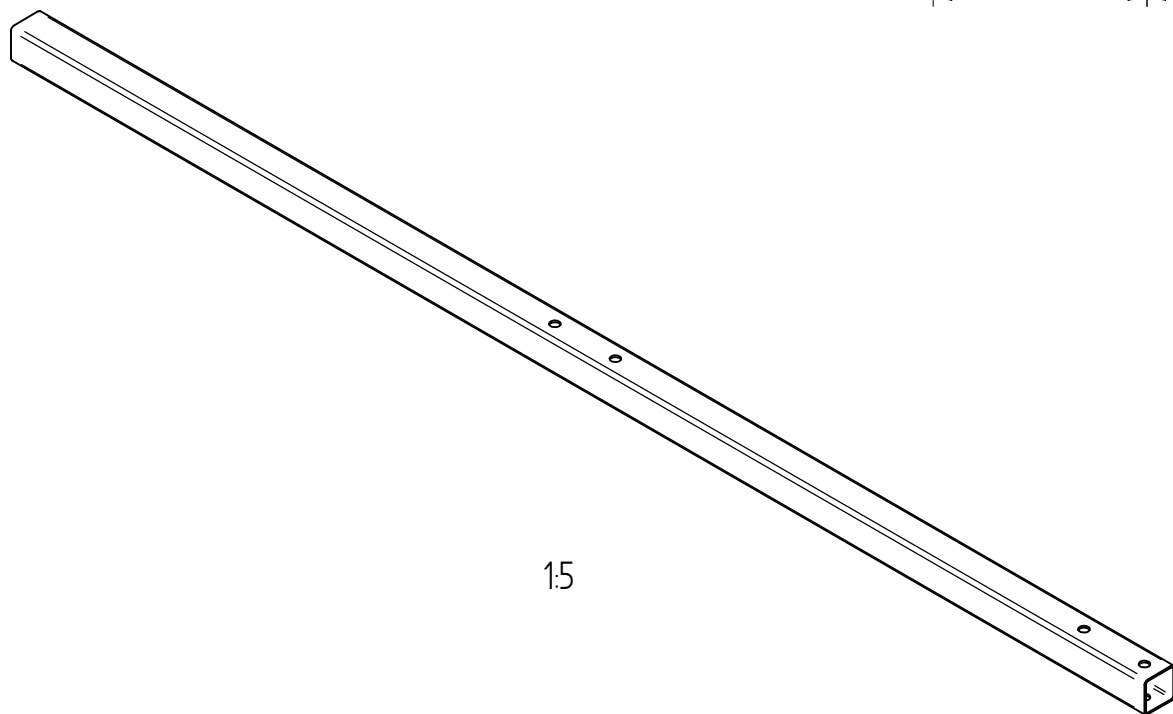
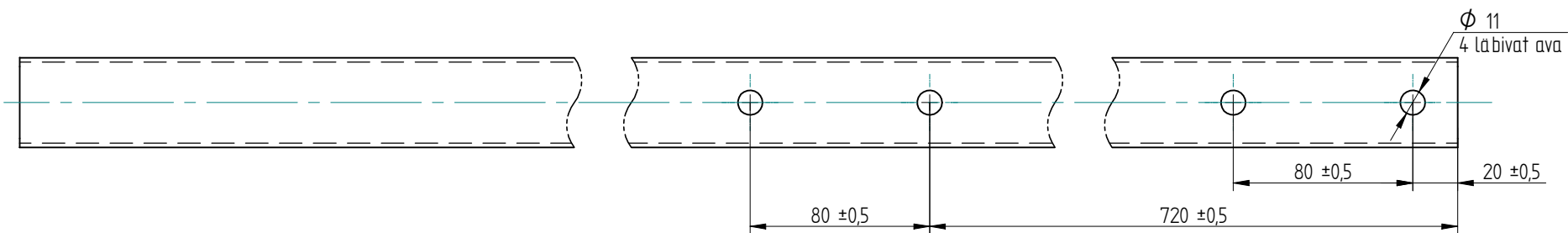
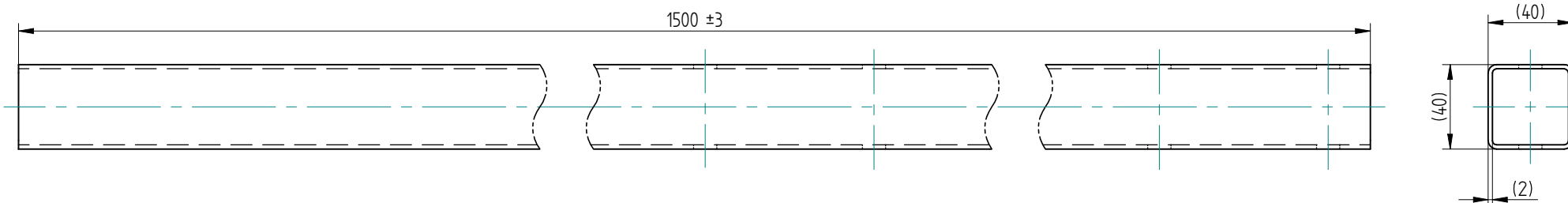
1:5

Material S235; nelikanttoru 40x40x4 mm		Mass Weight 5,11 kg	Mõõt Scale 1:2
Pinnakaredus Surface Roughness		Üldine tolerants General Tolerance ISO 2768-cL	
Pinna viimistlus Surface Treatment		Pinnakõvadus Surface hardness	
Teostas Design	19/08/14 Jan Järvala	Nimetus Part Name	
Kontrollis Design checked		Toru	
Kinnitas Approved			
		Joon. nr. Draw. No. VS004	Leht 1 / 1
			A3

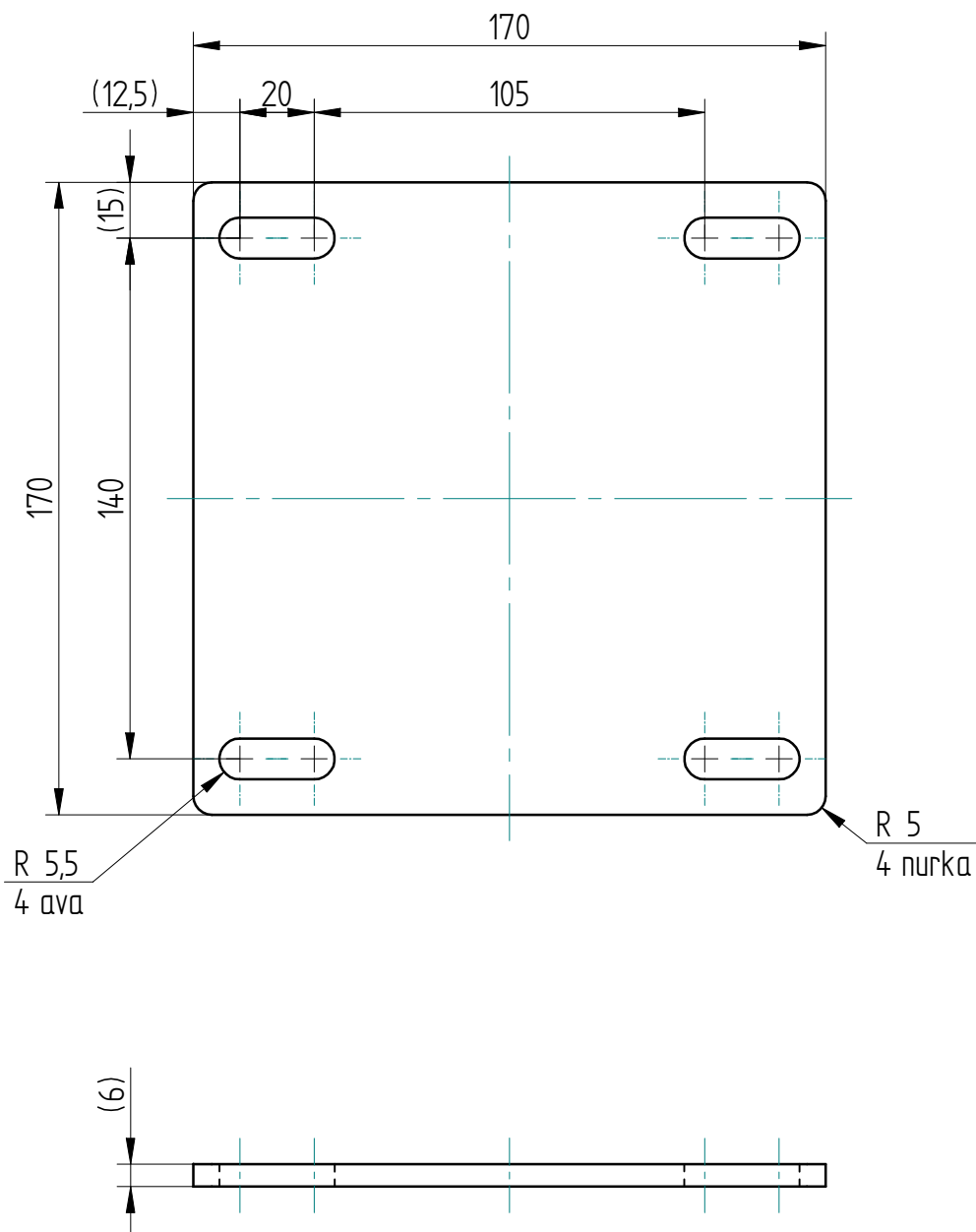



1:5

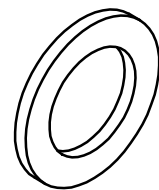
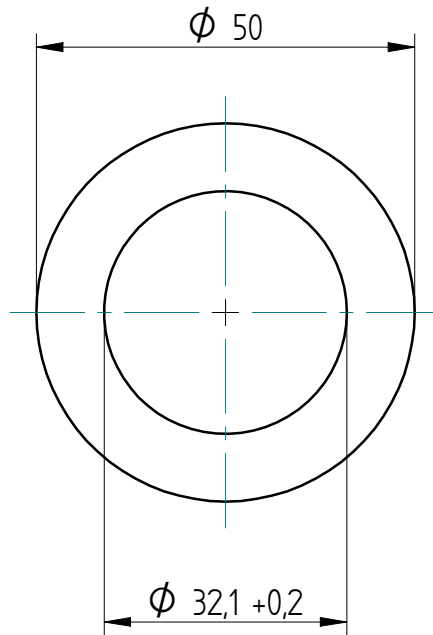
Materjal Material		S235; nelikanttoru 120x120x4 mm		Mass Weight	1,42 kg	Mõõt Scale	1:2
Pinnakaredus Surface Roughness		Üldine tolerants General Tolerance		ISO 2768-cL			
Pinnaviimistlus Surface Treatment		Pinnakõvadus Surface hardness		Muud. nr.	Mõõtmed Dimension mm		
Teostas Design	19/08/14 Jan Järvala		Nimetus Part Name				
Kontrollis Design checked			<h1>Toru</h1>				
Kinnitas Approved							
			Joon. nr. Draw. No.	VS005		Leht 1 / 1	A4




Material		S235; nelikanttoru 40x40x2 mm		Pinnalaotus Blank	
Pinnakaredus Surface Roughness		Üldine tolerants General Tolerance		Mass Weight	Mööõt Scale
Pinna viimistlus Surface Treatment		Pinnakõvadus Surface hardness		Muud. nr.	Mõõtmel Dimension
Teostas Design	19/08/14 Jan Järvala	Nimetus Part Name			
Kontrollis Design checked		Toru			
Kinnitas Approved					
METEC		Joon. nr. Draw. No.	VS006	Leht 1 / 1	A3

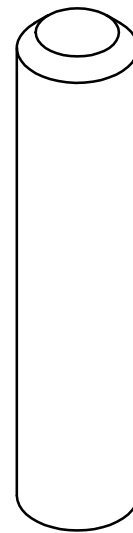
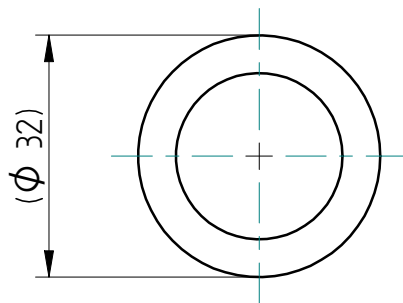
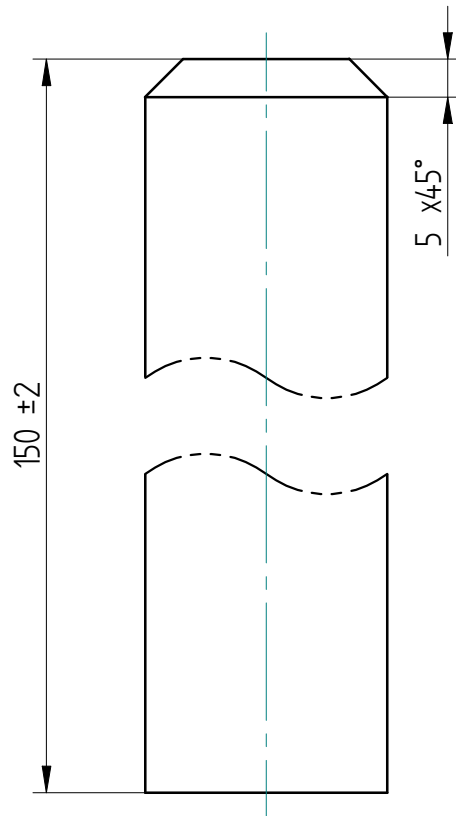


Material Material S235; leht s=6 mm		Mass Weight 1,30 kg	Mõõt Scale 1:2
Pinnakaredus Surface Roughness		Üldine tolerants General Tolerance ISO 2768-mK	
Pinnaviimistlus Surface Treatment		Pinnakõvadus Surface hardness	Muud. nr.
Teostas Design 19/08/14 Jan Järvala		Nimetus Part Name	
Kontrollis Design checked		<h1>Plaat</h1>	
Kinnitas Approved			
		Joon. nr. Draw. No. VS020	Leht 1 / 1
			A4



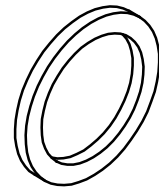
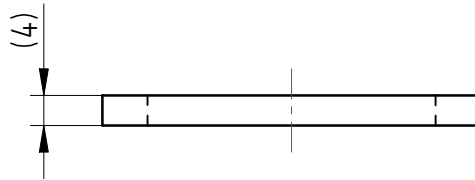
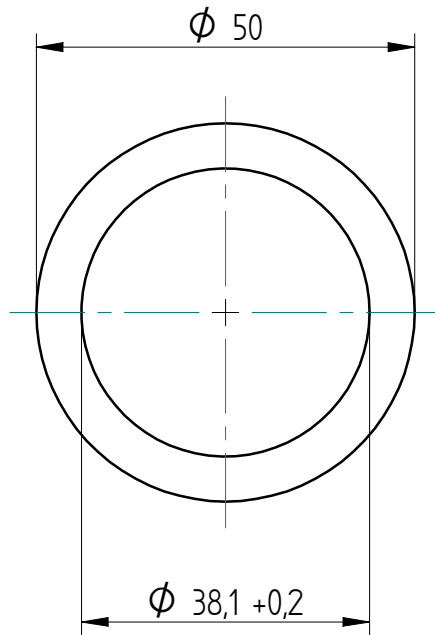
1:2

Material Material S235; leht s=4 mm		Mass Weight 0,04 kg	Mõõt Scale 1:1
Pinnakaredus Surface Roughness		Üldine tolerants General Tolerance ISO 2768-mK	
Pinnaviimistlus Surface Treatment		Pinnakõvadus Surface hardness	Muud. nr.
Teostas Design 19/08/14 Jan Järvala		Nimetus Part Name <h1 style="text-align: center;">Rõngas</h1>	
Kontrollis Design checked			
Kinnitas Approved			
		Joon. nr. Draw. No. VS021	Leht 1 / 1
			A4




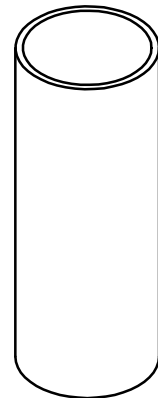
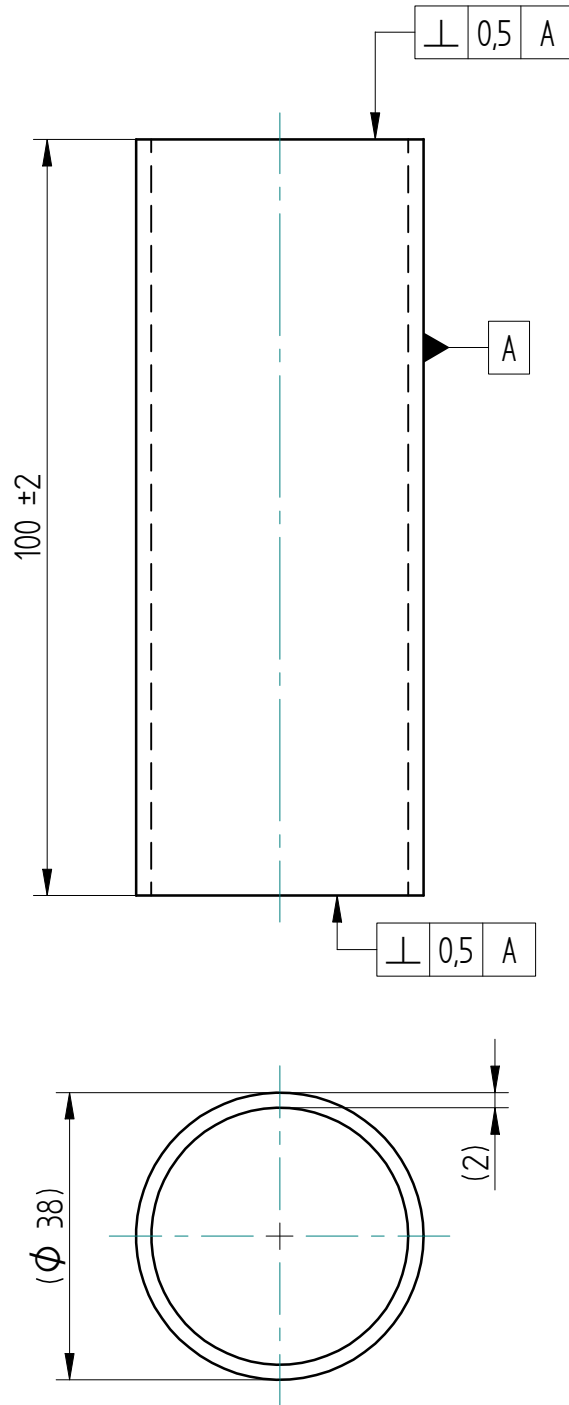
1:2

Materjal Material		S235; ümar d=32 mm		Mass Weight	0,94 kg	Mõõt Scale	1:1
Pinnakaredus Surface Roughness		Üldine tolerants General Tolerance		ISO 2768-cL			
Pinnaviimistlus Surface Treatment		Pinnakõvadus Surface hardness		Muud. nr.	Mõõtmed Dimension mm		
Teostas Design	19/08/14 Jan Järvala		Nimetus Part Name				
Kontrollis Design checked			<h1>Sõrm</h1>				
Kinnitas Approved							
			Joon. nr. Draw. No.	VS022		Leht 1 / 1	A4



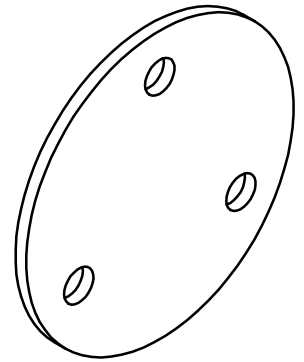
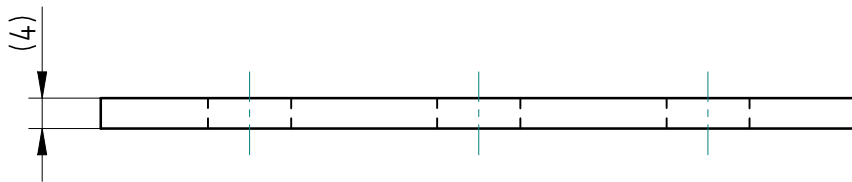
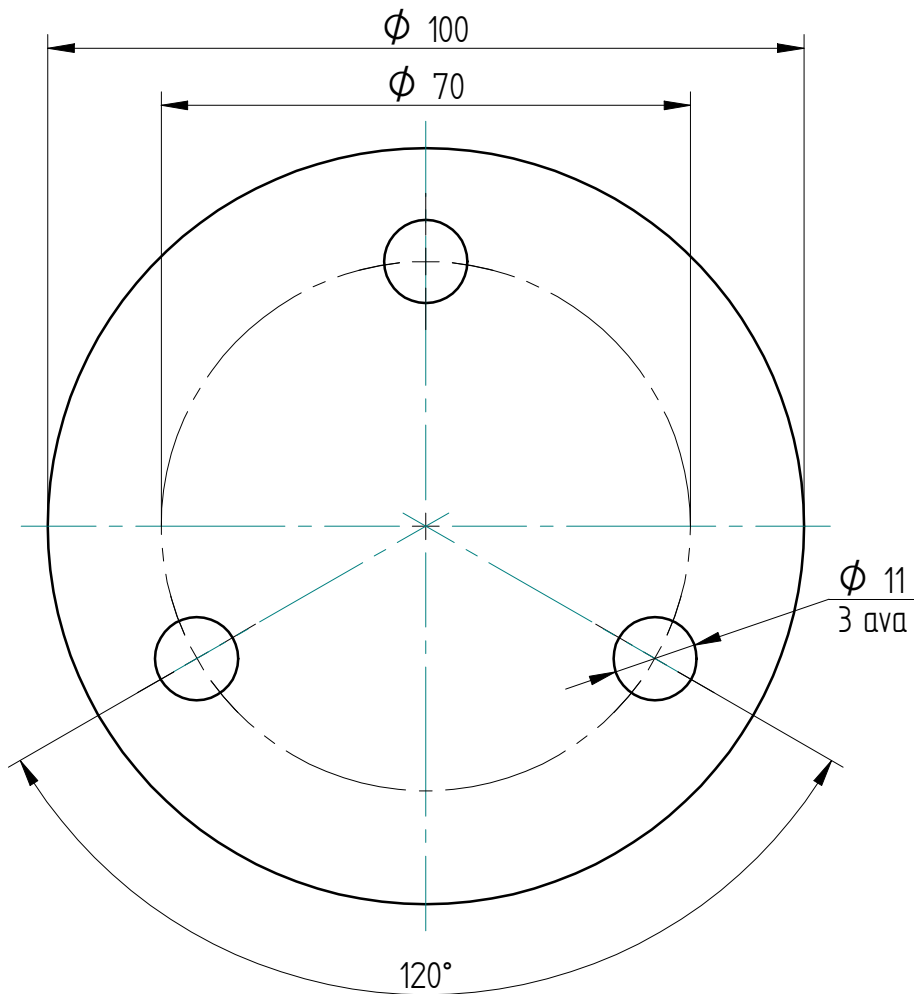
1:2

Material Material S235; leht s=4 mm		Mass Weight 0,03 kg	Mõõt Scale 1:1
Pinnakaredus Surface Roughness		Üldine tolerants General Tolerance ISO 2768-mK	
Pinnaviimistlus Surface Treatment		Pinnakõvadus Surface hardness	Muud. nr.
Teostas Design 19/08/14 Jan Järvala		Nimetus Part Name <h1 style="text-align: center;">Rõngas</h1>	
Kontrollis Design checked			
Kinnitas Approved			
		Joon. nr. Draw. No. VS023	Leht 1 / 1
			A4



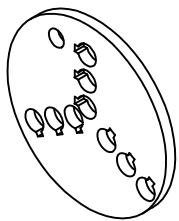
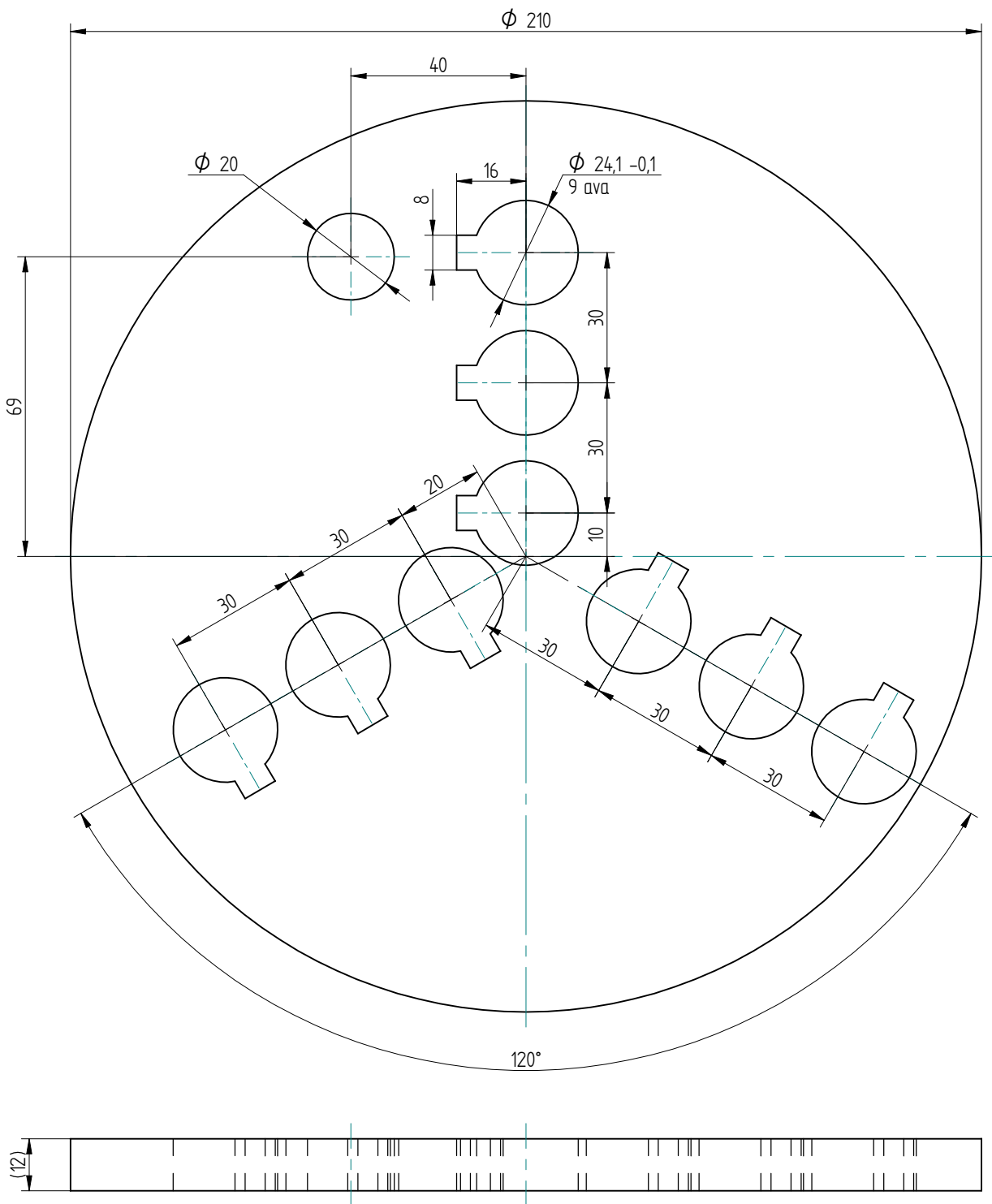
1:2

Materjal Material		S235; toru d=38x2 mm		Mass Weight	0,18 kg	Mõõt Scale	1:1
Pinnakaredus Surface Roughness		Üldine tolerants General Tolerance		ISO 2768-cL			
Pinnaviimistlus Surface Treatment		Pinnakõvadus Surface hardness		Muud. nr.	Mõõtmed Dimension mm		
Teostas Design	19/08/14 Jan Järvala		Nimetus Part Name				
Kontrollis Design checked			<h1>Hülss</h1>				
Kinnitas Approved							
			Joon. nr. Draw. No.	VS024		Leht 1 / 1	A4



1:2

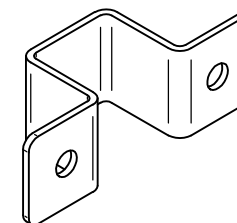
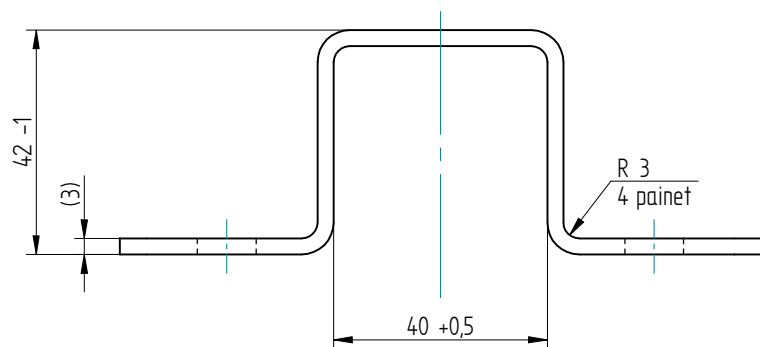
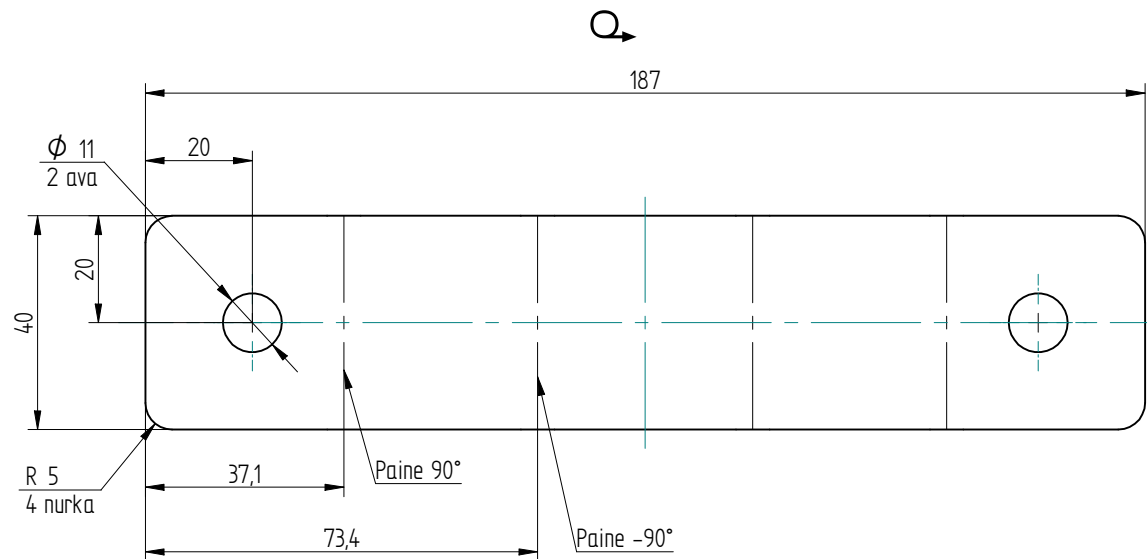
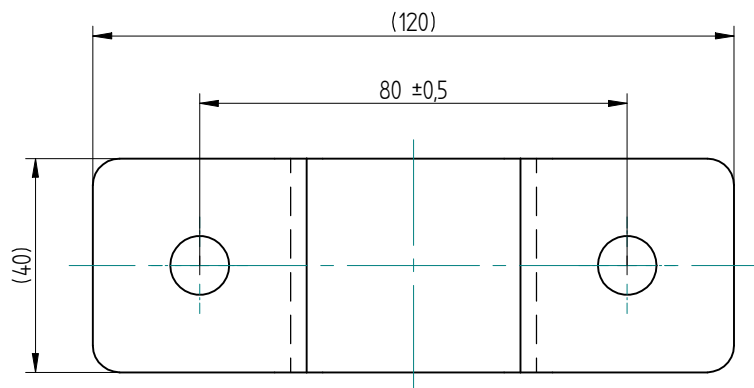
Materjal Material		S235; leht s=4 mm		Mass Weight	0,24 kg	Mõõt Scale	1:1
Pinnakaredus Surface Roughness		Üldine tolerants General Tolerance		ISO 2768-mK			
Pinnaviimistlus Surface Treatment		Pinnakõvadus Surface hardness		Muud. nr.	Mõõtmed Dimension mm		
Teostas Design	19/08/14 Jan Järvala		Nimetus Part Name				
Kontrollis Design checked			<h1>Ketas</h1>				
Kinnitas Approved							
			Joon. nr. Draw. No.	VS025		Leht 1 / 1	A4



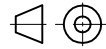

1:5

Materjal Material		S235; leht s=10 mm		Pinnalaotus Blank	
Pinnakaredus Surface Roughness		Üldine tolerants General Tolerance		Mass Weight	Mööd Scale
Pinna viimistlus Surface Treatment		Pinnakõvadus Surface hardness		Muud. nr.	Mõõd Dimension
Teostas Design	20/08/14 Jan Järvala	Nimetus Part Name			
Kontrollis Design checked		Eksentrik			
Kinnitas Approved					
Joon. nr. Draw. No.		VS026		Leht 1 / 1	A3





1:2

Materjal Material		S235; leht s=3 mm		Mass Weight	0,17 kg	Mõõt Scale	1:1
Pinnakaredus Surface Roughness		Üldine tolerants General Tolerance		ISO 2768-mK			
Pinna viimistlus Surface Treatment		Pinnakõvadus Surface hardness		Muud. nr.	Mõõmed Dimension mm		
Teostas Design	19/08/14	Jan Järvala		Nimetus Part Name Klamber			
Kontrollis Design checked							
Kinnitas Approved							
				Joon. nr. Draw. No.	VS027	Leht 1 / 1	A3