

Jaakko Nieminen

VETOPENKIN OHJAUSTYÖKALUJEN KEHITTÄMINEN

Kone- ja Tuotantotekniikan koulutusohjelma

2017

VETOPENKIN OHJAUSTYÖKALUJEN KEHITTÄMINEN

Nieminen, Jaakko
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja Tuotantotekniikan koulutusohjelma
Huhtikuu 2017
Ohjaaja: Teinilä, Teuvo
Sivumäärä: 24
Liitteitä: 17

Asiasanat: kupari, kylmäveto, konstruktiosuunnittelu

Opinnäytetyön aiheena oli kehittää kuparin vetopenkin ohjaustyökaluja. Tarkoituksena oli parantaa kuparituotteiden vetoprosessia.

Opinnäytetyön edetessä saatiin käsitys aputyökaluja vaativista tuotteista ja alettiin kehittää laitetta ohuille kuparituotteille johtuen niiden suuresta menekistä. Profiileille sekä ohuille tuotteille suunniteltiin konstruktiot, joista jälkimmäinen siirtyi valmistukseen saakka.

Laitteesta tehtiin kokoonpano- sekä osapiirustukset.

DRAWING BENCH GUIDANCE TOOL DEVELOPMENT

Nieminen, Jaakko

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

April 2017

Supervisor: Teinilä, Teuvo

Number of pages: 24

Appendices: 17

Keywords: copper, cold drawing, construction planning

Subject of this bachelor's thesis was to develop guidance tools for copper drawing bench. The purpose was to improve drawing process of copper products.

The overview of products needing guidance tools was got thesis progresses and development of a device for thin copper products was started due to big volume of these products. Constructions were designed for profiles and thin products, of which latter moved to manufacturing.

Part and assembly drawings were made of the device.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Toimeksiantajan esittely	5
1.2	Työn rajaus.....	5
1.3	Lähtökohta	6
2	VETOPROSESSI	7
2.1	Kupari	7
2.2	Puriste	7
2.3	Vetäminen.....	8
2.4	Vetotyökalut.....	9
3	TANKOPENKIN TOIMINTA.....	10
4	OHJAINTYÖKALUJEN KEHITYS	12
4.1	Kartoitus.....	12
4.2	Suunnittelu	14
4.3	Suunnitelman valmistuminen.....	16
4.4	Lujuuslaskenta	17
5	LOPPUTULOKSET.....	20
5.1	Ohjaimen koeajo	20
5.2	Muut kehitysideat.....	22
6	YHTEENVETO	23
6.1	Pohdinta	23
6.2	Kiitokset.....	23
	LÄHTEET.....	24
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

1.1 Toimeksiantajan esittely

Työn toimeksiantajana toimi Luvata Pori Oy. Luvata koostuu nykyään kahdesta erilisestä divisioonasta: Erikoistuotteet (SP) sekä Putket (Tubes). Vuonna 2016 Modine Manufacturing Company osti lämmönvaihdindivisioonan (HTS). Mitsubishi Materials Corporation taas osti Luvatan erikoistuotedivisioonan, aiempi omistaja oli pääomasijoitusyhtiö Nordic Capital.

Tällä hetkellä Luvata toimii 12 eri maassa, ja sen pääkonttori sijaitsee Lontoossa. Yrityksellä on 16 tuotantolaitosta, jotka työllistävät n. 2600 henkilöä. (Luvatan www-sivut 2017.) Vuonna 2015 Luvatan liikevaihto oli 1,57 miljardia euroa (Nordic Capitalin www-sivut 2017).

Luvata Pori Oy on osa erikoistuotedivisioonaa, jonka tuotteisiin kuuluu mm. erilaiset virtakiskot, hitsauselektroduotteet, suprajohteet, anodit sekä aurinkopaneelien virrankeräysnauhat (Luvatan www-sivut 2017). Opinnäytetyö tehtiin vetämön tuotantotiloissa, jonka tuotteet pääsääntöisesti kylmämuokataan loppumittaan vetämällä vetorenkaiden läpi. Vetämössä valmistetaan tuotteita kuten putkia, nauhoja, profiileita sekä tankoja.

1.2 Työn rajaus

Työ rajattiin käsittämään Luvata Pori Oy:n Vetämön tankopenkkiä, koneen tunnus 1110. Työssä keskitytään vedettävän kelan ja vetorenkkaan väliselle matkalle. Tarkoituksena on kehittää aputyökaluja tiettyjen kuparituotteiden ohjautumiseksi vetorenkkaalle. Työn tuloksia voitaisiin mahdollisesti hyödyntää myöhemmin myös muilla vetämön vetokoneilla.

1.3 Lähtökohta

Koneella on jo työtä aloitettaessa käytössä ohjureita tuotteille, jotka niitä vaativat. Kaikki tuotteet eivät vaadi ohjureita, mutta tietyillä profiileilla sekä ohuilla latoilla niitä käytetään. Ohjureilla halutaan varmistaa, että tuote ohjautuu vetotyökalulle oikeassa asennossa. Tällöin vetoprosessi on paremmin hallittavissa ja vedettyjen tuotteiden suoruutta pystytään kontrolloimaan.

Suurin osa nykyisistä ohjureista on valmistettu kudosbakeliitista. Mitoiltaan ne eivät kuitenkaan ole tarkkoja, vaan lähinnä käsin työstettyjä. Bakeliitti myös kuluu käytössä, kun tuotetta vedetään ohjurin läpi. Muutama ohjuri on valmistettu teräksestä, mutta joidenkin niiden käyttö on vaikeaa, sillä tuote pitäisi ohjata ohjurin läpi heti työn alitusvaiheessa. Tällöin tuote ei kuitenkaan luista ohjurin läpi, sillä vetorullat eivät pysty liikuttamaan tuotetta tarvittavalla voimalla. Koneen operaattorit toivovatkin, että tällaisille tuotteille ohjurit olisivat kaksiosaisia, jotta ne voidaan asentaa paikalleen jälkikäteen.



Kuva 1. Nykyinen ohjaustyökalu ohuille latoille.

2 VETOPROSESSI

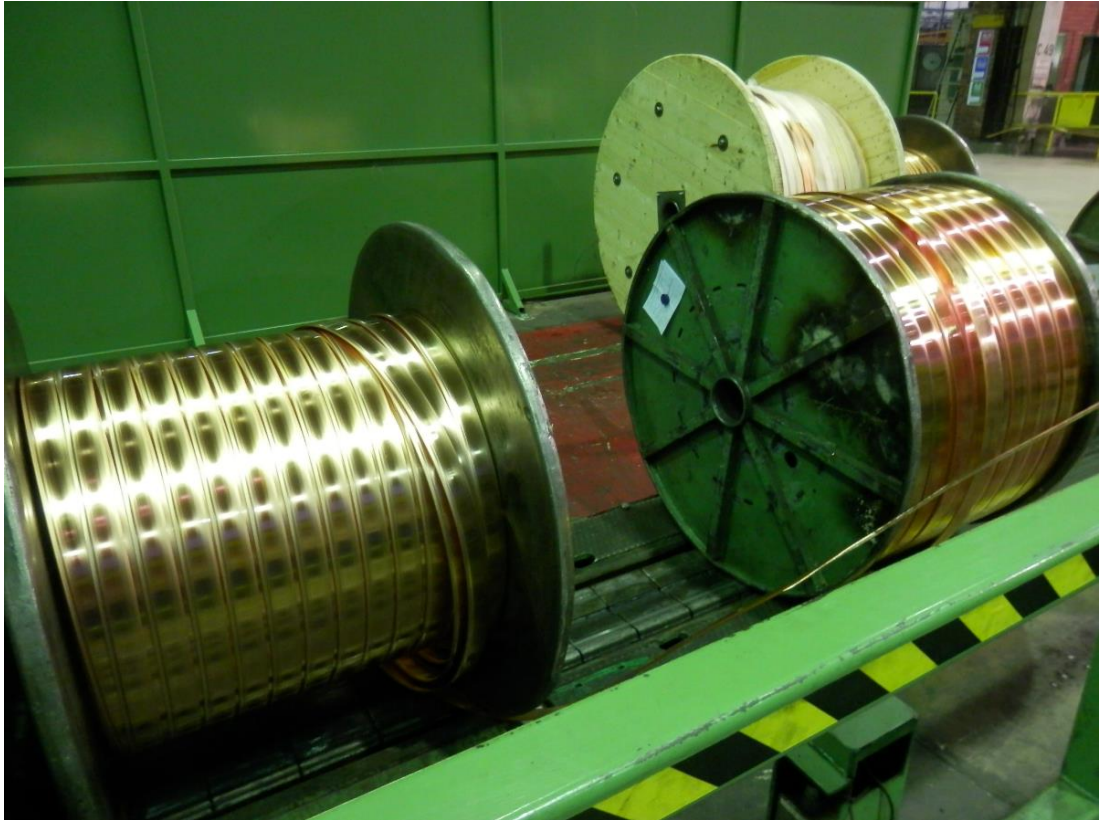
2.1 Kupari

Suurin osa vetokoneelle tulevasta kuparista on hapetonta OF-OK – kuparia. Pieni osa on erilaisia seoskupareita, joiden seosaineena käytetään muun muassa hopeaa. Seosaineilla voidaan vaikuttaa kuparin lämmönkestävyyteen sekä sähkön- ja lämmönjohtavuuteen. (Luvatan www-sivut 2017).

”OF-OK kupari on yksi puhtaimmista kaupallisista kuparilaaduista, jonka sähkönjohtavuus on vähintään 100 % IACS. Sen maksimi happipitoisuus 10 ppm (0,001 %) ja kuparipitoisuus vähintään 99,95 % takaavat, että materiaali on immuuni vetysairaudelle. OF-OK:n puhtaus antaa korkean lämmön- ja sähkönjohtavuuden lisäksi erinomaisen muokattavuuden ja tuotteissa on erinomainen pinnanlaatu. Lisäksi se on hyvin tasalaatuista toimituserästä toiseen mikä vähentää asetusaikoja ja mahdollistaa koneille korkean käyttösuhteen.” (Luvatan www-sivut 2017.)

2.2 Puriste

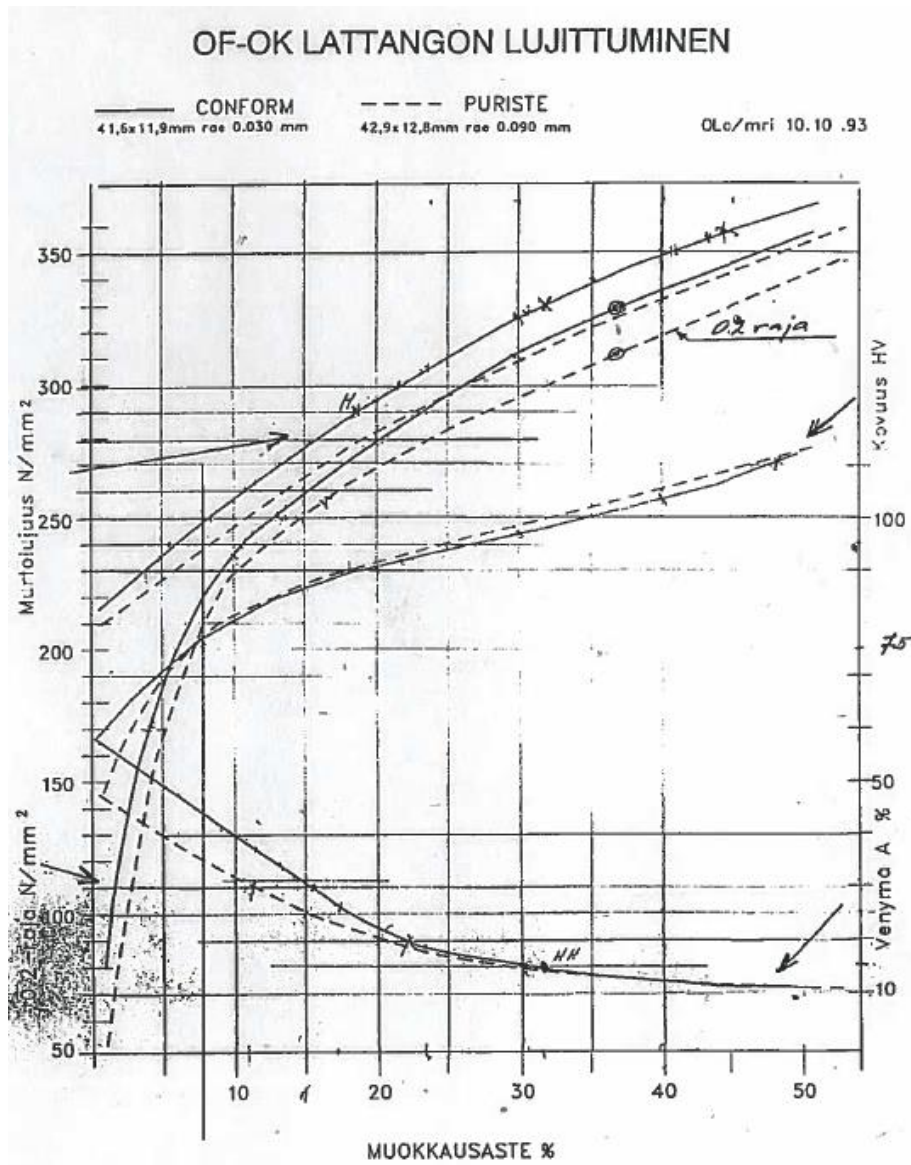
Tankopenkin tuotteet tulevat pääasiassa kahdelta Rodex-koneelta, jotka puristavat valulangasta tuotetta keloille. Yhdelle kelalle mahtuu tuotteesta riippuen jopa 3500 kg kuparia. Osa tuotteista tulee kuumapuristimen kautta kieppeinä, mutta kehitettävät ohjurit eivät koske niitä. Ennen vetoa tuotteelle tehdään vetopää, jotta tuote saadaan pujotettua vetorenkaan läpi. Vetopää tehdään valssin ja sahan avulla. Puristeen mitat ovat halutussa suhteessa suuremmat verrattuna valmiin tuotteen mittoihin. Puristeella on merkittävä vaikutus vedetyn tuotteen suoruuteen.



Kuva 2. Kuparipuristeita keloilla.

2.3 Vetäminen

Vedossa kuparipuriste vedetään puristeen poikkipinnan mittoja pienemmän vetotyökalun läpi, joka muokkaa tuotteen halutunlaiseksi. Kuparin vetäminen on kylmämuokkausta, eli se tapahtuu rekristalisaatiolämpötilaa alemmassa lämpötilassa (Leppola & Makkonen 2009, 290). Vedettäessä kuparin rearakenne hienonee ja kovuus sekä murtolujuus kasvavat. Uutta tuotetta kehitettäessä puristeen mitat valitaan sellaiseksi, että muokkausaste ja sitä kautta valmiin tuotteen kovuus saadaan halutuiksi. Muokkausasteen on oltava riittävän suuri, että vedetyn tuotteen suoruutta ja mittatarkkuutta voidaan paremmin hallita. Esimerkiksi Rodex-puristeen kovuuden ollessa noin 60 HV, saadaan sille 90 HV kovuus 20 % muokkausasteella. Kylmämuokkausaste eli reduktio vertaa puristeen ja valmiin tuotteen poikkipinta-alojen muutosta.



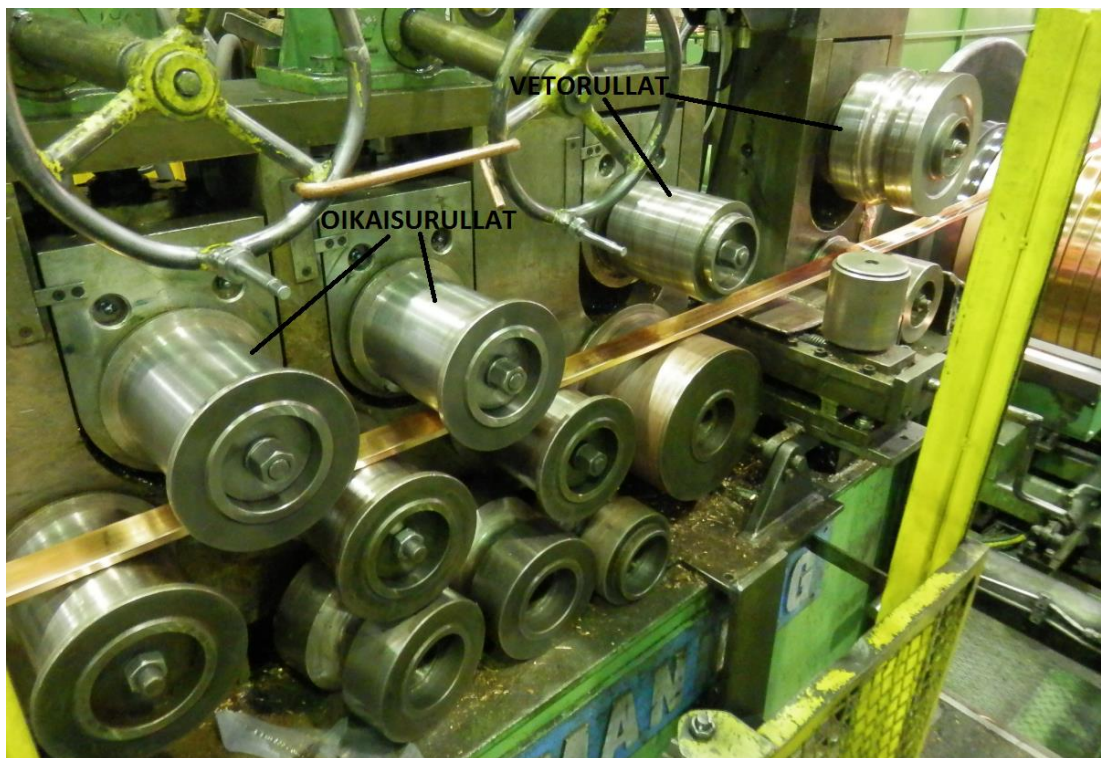
Kuva 3. OF-OK – kuparitangon lujittuminen. (Riihimäki sähköposti 31.1.2017)

2.4 Vetotyökalut

Työkalu on se osa vetokoneesta, jossa tuotteen muodonmuutos tapahtuu. Vetotyökaluilta vaaditaan hyvää kulumiskestävyyttä sekä hyvälaatuista pintaa. (Teräskirja 1994, 47.) Työkaluja on sekä kiinteitä että koottavia. Koottavissa työkaluissa on kaksisaiset vetopalat. Työkalujen materiaaleina käytetään muun muassa työkaluterästä, kovametallia sekä timanttia.

3 TANKOPENKIN TOIMINTA

Uuden työn alkaessa kela ladataan automaattisesti pinoleihin. Operaattori ohjaa tuotteen pään hydraulisten vetorullien väliin ja ajaa oikaisurullien läpi vetorenkaalle. Kun vetopää on saatu renkaan läpi, voidaan tuotetta alkaa vetää kelkan avulla. Vedon alkaessa kelan edessä oleva kamera havaitsee tuotteen ja kela liikkuu niin, että tuote purkautuu mahdollisimman suorassa. Käsinsäädettävät pysty- ja vaakasuuntaiset rullat suoristavat suurimmat mutkat tuotteesta. Rullilla ei kuitenkaan voida painaa kaikkia profiileita, etteivät puristeen särmit kärsi.

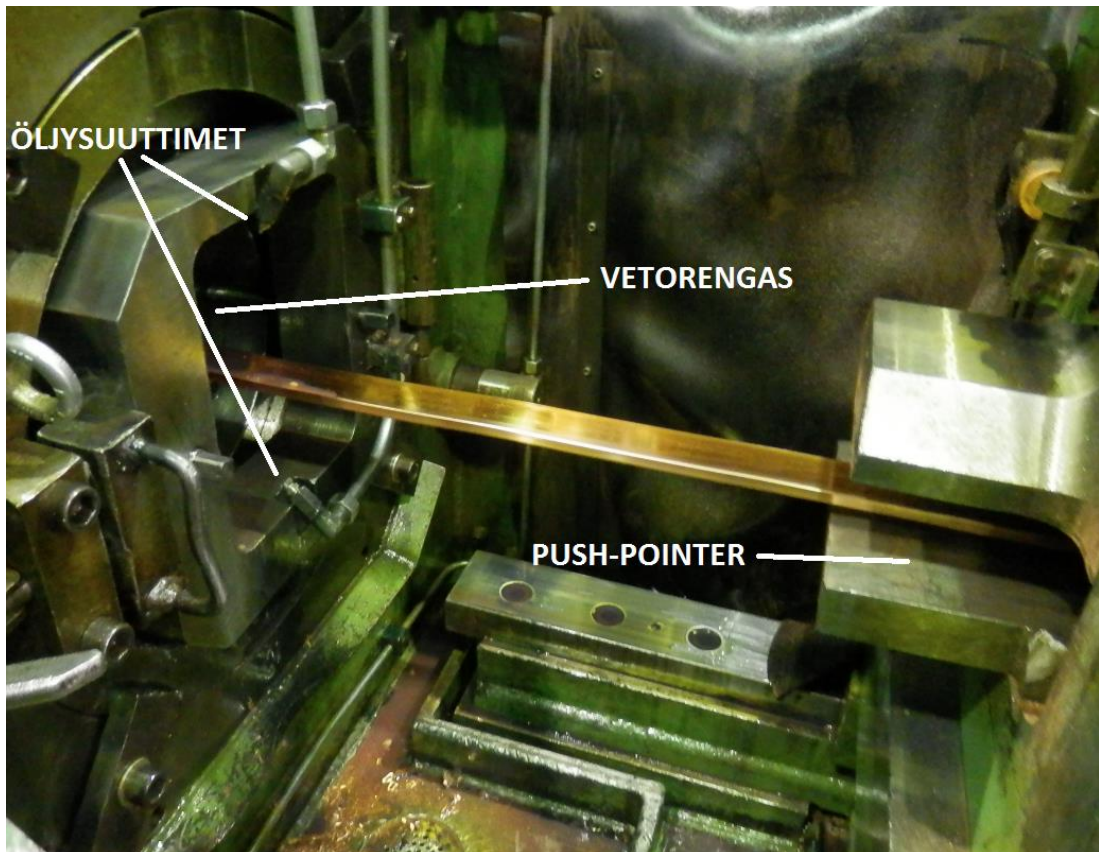


Kuva 4. Veto- ja oikaisurullat.

Operaattori voi vetorenkaan asennon säädöillä vaikuttaa vedettyjen pätkien suoruu-teen. Kun säädöt on saatu kohdilleen, kone toimii automaattisesti. Aluksi kelkka tarttuu kiinni tuotteen päästä ja alkaa vetää. Samalla vetoöljypumppu käynnistyy ja voi-telee tuotetta vähentäen muodostuvaa kitkaa. Saavutettuaan asetetun pituuden kelkka pysähtyy. Tämän jälkeen vetorenkaan takaa työntyy esiin venytysleuka, joka tarttuu tuotteeseen. Koneelle on asetettu venytys- ja palautusmatka, esim. 20 mm ja 14 mm.

Venytyksellä vaikutetaan vedetyn tuotteen suoruuteen. Venytyksen jälkeen venytysleuka palaa asemaansa, kelkka päästää irti ja leikkuri työntyy esiin leikaten tuotteen. Vedetty tuote lasketaan keventimillä matoille, jotka kuljettavat sen sahalle. Samalla kelkka lähtee vetämään uutta vetoa.

Vedettävien pätkien pituus vaihtelee tilausten mukaan. Hyvin yleinen pituus on 4000+100-0mm. Tällöin koneella on mahdollista vetää kolme 4000mm pätkää kerralla. Vetopituuteen lisätään sahausvara, jotta kelkan leukojen jättämä karkea jälki sekä leikkurin leikkaama pää saadaan pois. Sahalta tuotteet kulkevat mattojen avulla vaa`alle ja sieltä eteenpäin pakattavaksi tai mahdollisesti muuhun jatkokäsittelyyn.

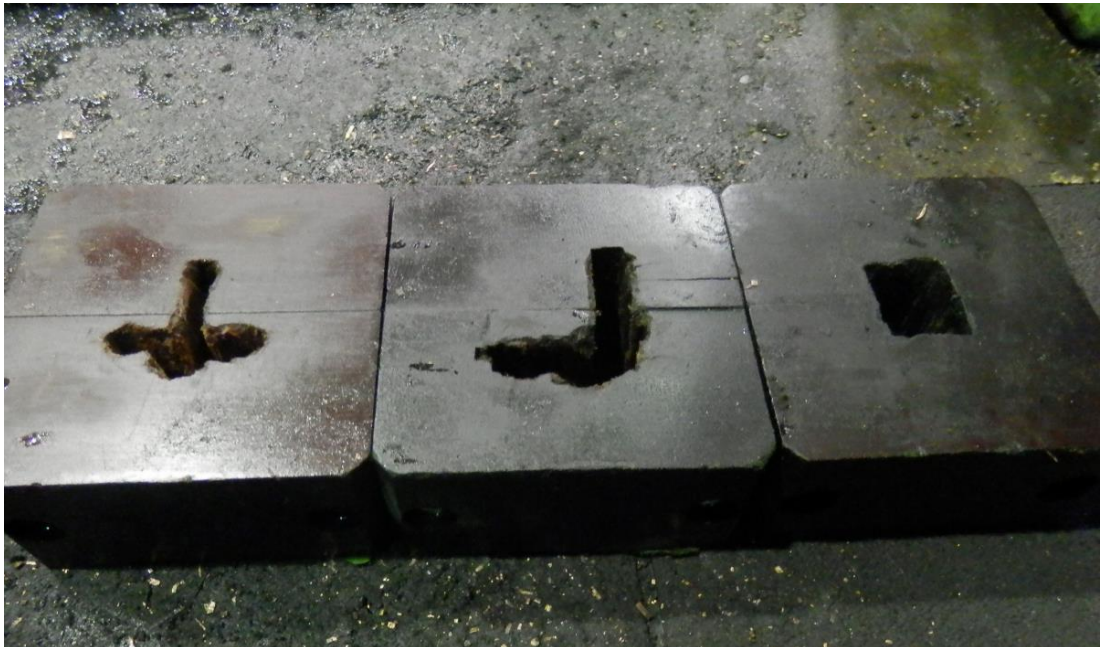


Kuva 5. Vetorenkaan etupuoli. Push-pointerin avulla tuote saadaan vetorenkaaseen ja sieltä pois.

4 OHJAINTYÖKALUJEN KEHITYS

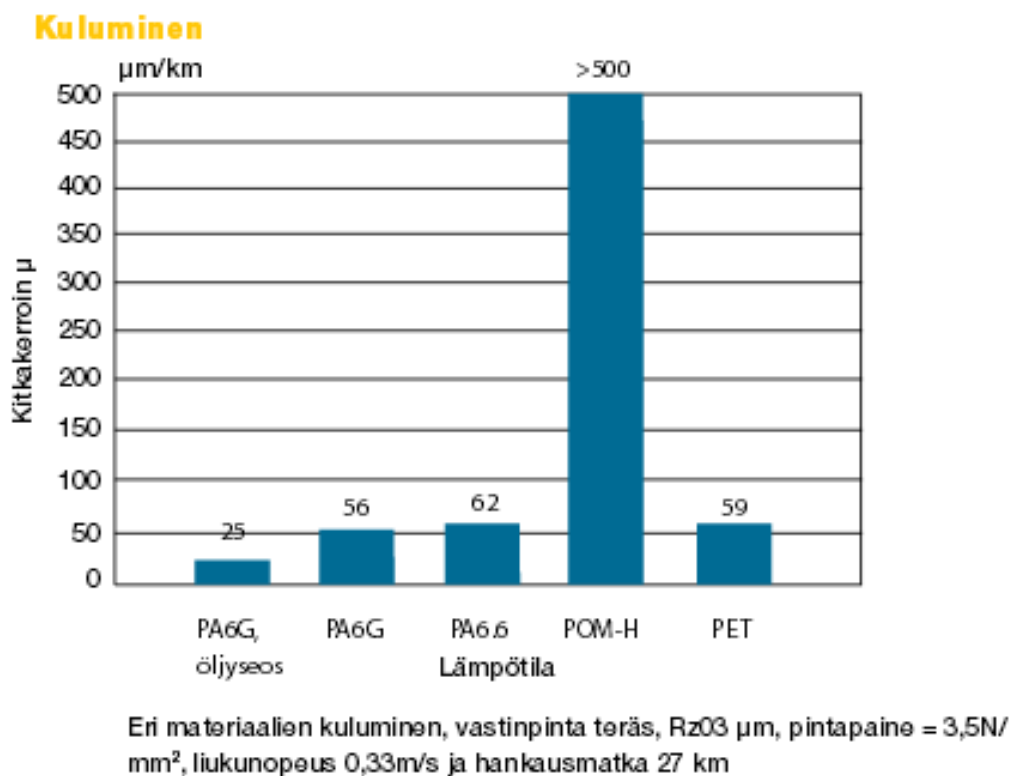
4.1 Kartoitus

Työn alkuvaiheessa kartoitettiin nykyiset ohjurit sekä niiden käyttö. Kävi ilmi, että tällä hetkellä tuotannossa ei juuri ole profiileita, jotka vaativat aputyökaluja. Profiilien muodoista johtuen on erittäin haasteellista kehittää laitetta, joka sopisi usealle erimuotoiselle tuotteelle. Yksilölliset muotoreiät ovat toimivia, ja niiden tarpeen vähäisyydestä johtuen niitä voidaan valmistaa jatkossakin.



Kuva 6. Esimerkkejä profiilien ohjureista.

Muodosta riippuen tällaisia ohjureita voitaisiin valmistaa myös jyrsimällä. Vaihtoehtoisena materiaalina kuitubakeliitin rinnalla ovat erilaiset muovit. Etuna on halpa hinta ja työstettävyys verrattuna teräksisiin kappaleisiin. Materiaalin on myös hyvä olla sellainen, ettei se muokkaa tuotetta ennen vetoa, mutta kulutuksenkestävyyden tulisi myös olla hyvä. Esimerkiksi öljyseosteinen polyamidi voisi olla sopiva materiaali hyvän kulutuksenkestävyytensä vuoksi.



Kuva 7. Vertailu erilaisten muovien kulutuskestävyydestä. (Vink [www-sivut 2017](#))

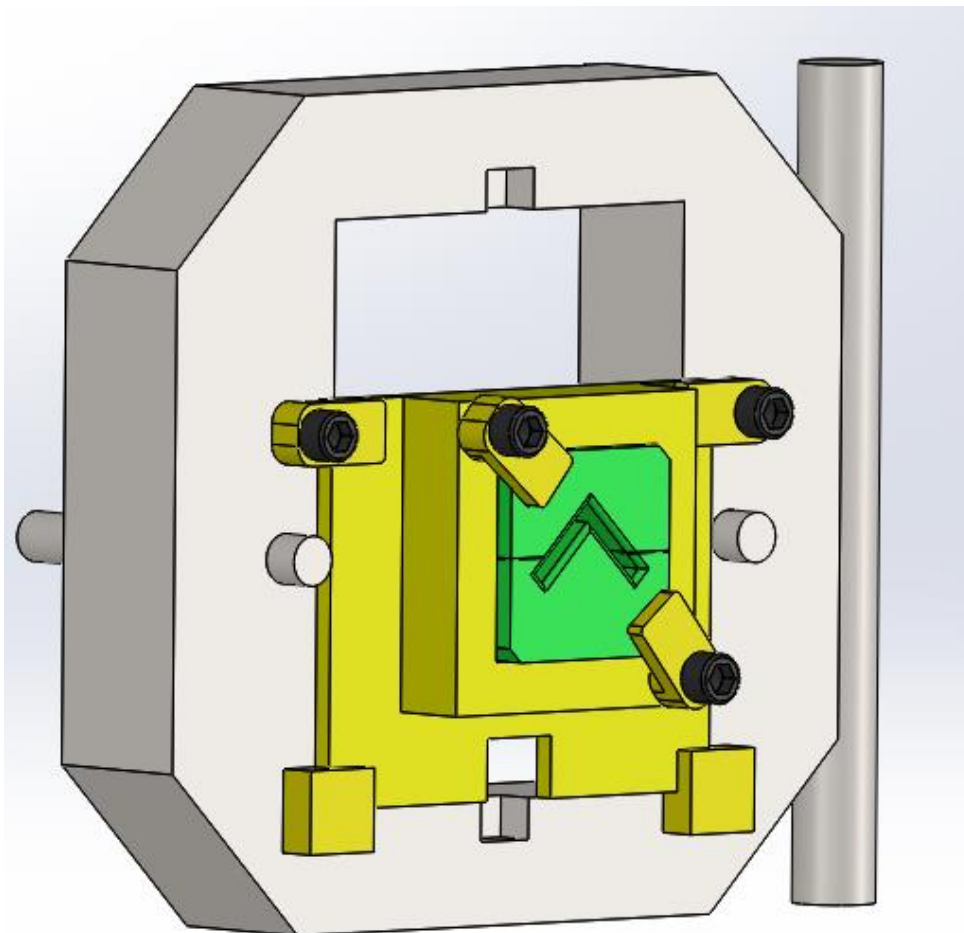
Muita tuotteita, jotka vaativat ohjaintyökalua, ovat ohuet ja leveät lattatangot. Valmiiden tuotteiden leveydet ovat välillä 60-95 mm ja paksuudet 2-3 mm. Puristeen toleranssit ovat melko pienet verrattuna paksumpiin tankoihin. Pienetkin poikkeamat puristeessa vaikuttavat vedetyn tuotteen suoruuteen, sillä leveyden suhde paksuuteen on suuri. Sen vuoksi on hyvä pystyä ohjaamaan tuote oikeassa asennossa vetorenkaalle. Näin pystyttäisiin eliminoimaan haittoja, jotka vaikuttavat vedon epäonnistumiseen.

Näiden ohuiden tuotteiden suoruuspoikkeama saa olla enintään 1mm/m. Tietyillä mitoilla on pieniä ongelmia pysyä poikkeaman sallituissa rajoissa. Lisäksi tällaisia tuotteita valmistetaan huomattavan paljon, joten on hyvä kehittää niiden vetoprosessia. Tämän vuoksi päädyttiin keskittymään tällaisten tuotteiden aputyökalun suunnitteluun.

4.2 Suunnittelu

Suunnittelussa käytettiin SolidWorks 3D-suunnitteluohjelmaa. Vetorenkkaan etupuolen osat mitattiin ja mallinnettiin, jotta saatiin käsitys millainen suunniteltava aputyökalu voi olla mitoiltaan. Kävi ilmi, että tilaa on melko vähän, mikä osaltaan asetti haasteita suunnittelutyölle.

Kupariprofiilien vetoon suunniteltiin aputyökalun runko, johon on mahdollista vaihtaa erilaisia ohjurikappaleita. Kappaleista on mahdollista tehdä kaksiosaisia, jotta ne voidaan asentaa paikoilleen sen jälkeen, kun tuotteen pää on ohjattu vetorenkkaalle. Tämä suunnitelma ei kuitenkaan tämän työn aikana päätynyt valmistukseen saakka ajan vähyden vuoksi. Suunnitelma on vain suuntaa antava, mutta toteutus on mahdollinen tarkemman suunnittelun jälkeen. Vastaava profiiliaputyökalu voidaan sijoittaa myös muualle vetorenkkaan ja kelan väliselle matkalle.



Kuva 8. Mallinnettu luukku sekä profiiliaputyökalu kiinnikkeineen.

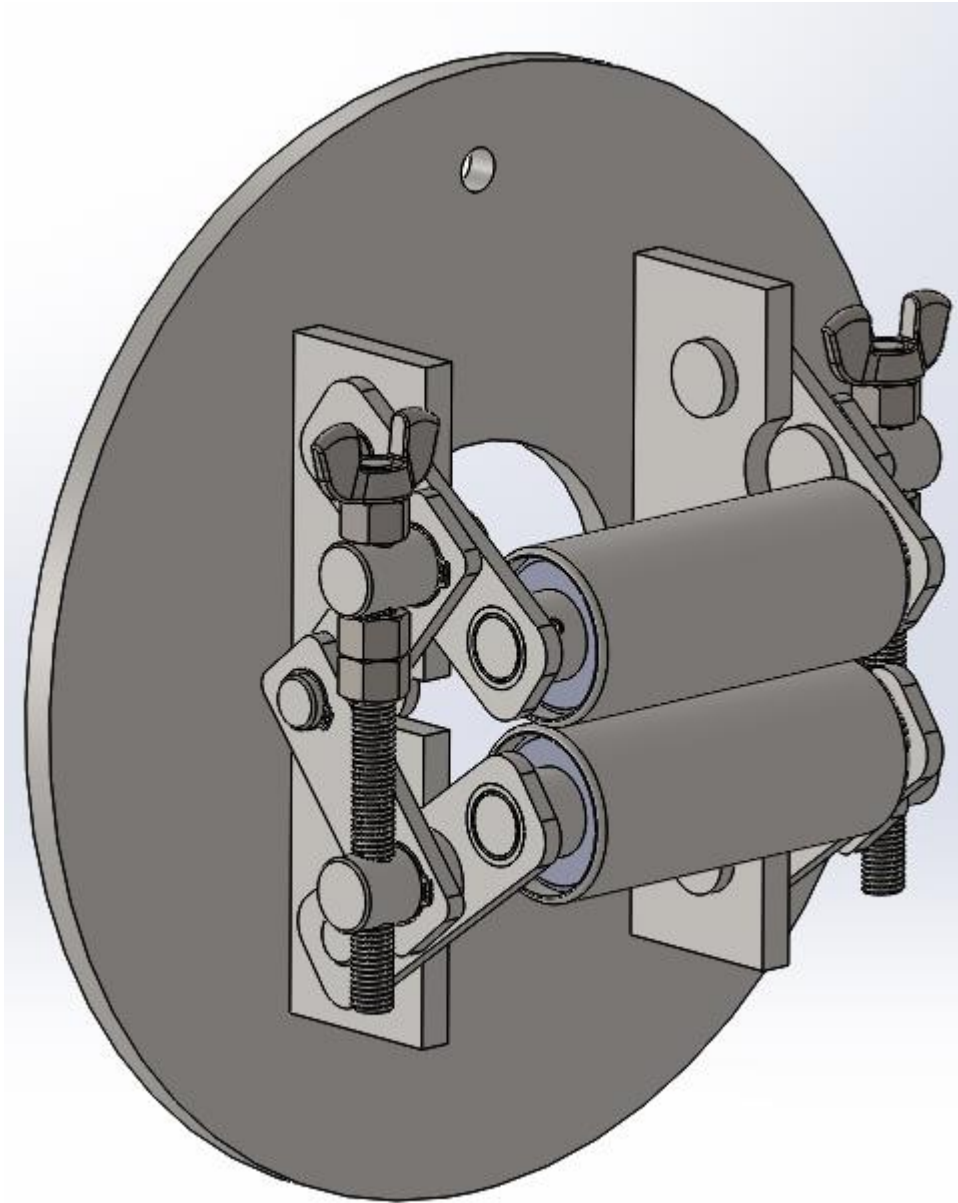
Ohuiden kuparituotteiden vetoon suunniteltiin vetorenkaan eteen asennettava aputyökalu. Laitteen tuli olla helppokäyttöinen ja siirrettävissä. Kiinteästi asennettavia rakenteita oli vaikea hyödyntää muun muassa sen takia, että push-pointer – laitetta on voitava käyttää. Suunnitelmaa alettiin rakentaa säädettävien rullien ympärille, jotta laite sopisi usealle tuotteelle ja käsityön määrä ei nousisi kohtuuttomaksi. Rullat voidaan säätää kulkemaan tuotteen pinnalla, joten ohjautuvuuden pitäisi olla hyvä verrattuna väliin muotoaukkoihin. Mitoiltaan rullien tuli olla sellaiset, että samaa laitetta voidaan käyttää leveimmillekin ohjausta vaativille tuotteille. Koska tuotteet ovat eri paksuisia, mutta niiden keskikohta kulkee vedettäessä aina samalla korkeudella, on ohjausrullien auettava samanaikaisesti. Alun perin suunnitteilla oli jousikuormitteinen rullakokonaisuus, mutta käytettävyydeltään se olisi ollut hankala, sillä rullia olisi pidettävä auki tuotteen päätä syötettäessä.

Työturvallisuutta huomioidessa päätettiin, että aputyökalu vaatii kiinnitysruuvien, jotta sen paikalleen asennus olisi turvallista. Rakenteen etupainoisuuden ja työskentelykohteen ahtauden vuoksi laitteen käytön turvallisuus on hyvä huomioida jo suunnitteluvaiheessa.

Aputyökalun sijoittamista renkaan eteen päädyttiin kokeilemaan osittain johtuen siitä, että nykyinenkin ohjuri sijaitsee samassa paikassa. Lisäksi vetorenkaan etäisyys ohjurista ei saisi olla liian suuri, sillä etäämpänä siitä ei olisi niin suurta hyötyä. Operaattorien kokemukset paljastavat myöhemmässä vaiheessa, voidaanko apulaitetta käyttää halutulla tavalla, vai hankaloittaako tilan ahtaus käyttöä liikaa.

4.3 Suunnitelman valmistuminen

Suunnittelun aikana laitteen konstruktio muuttui osittain, mutta perusrunko ja toimintaperiaate säilyivät. Laitteen rakenne esiteltiin koneen operaattoreille sekä kehitysinööri Mikko Riihimäelle. Päätettiin, että laitteen valmistuksesta pyydetään tarjous.



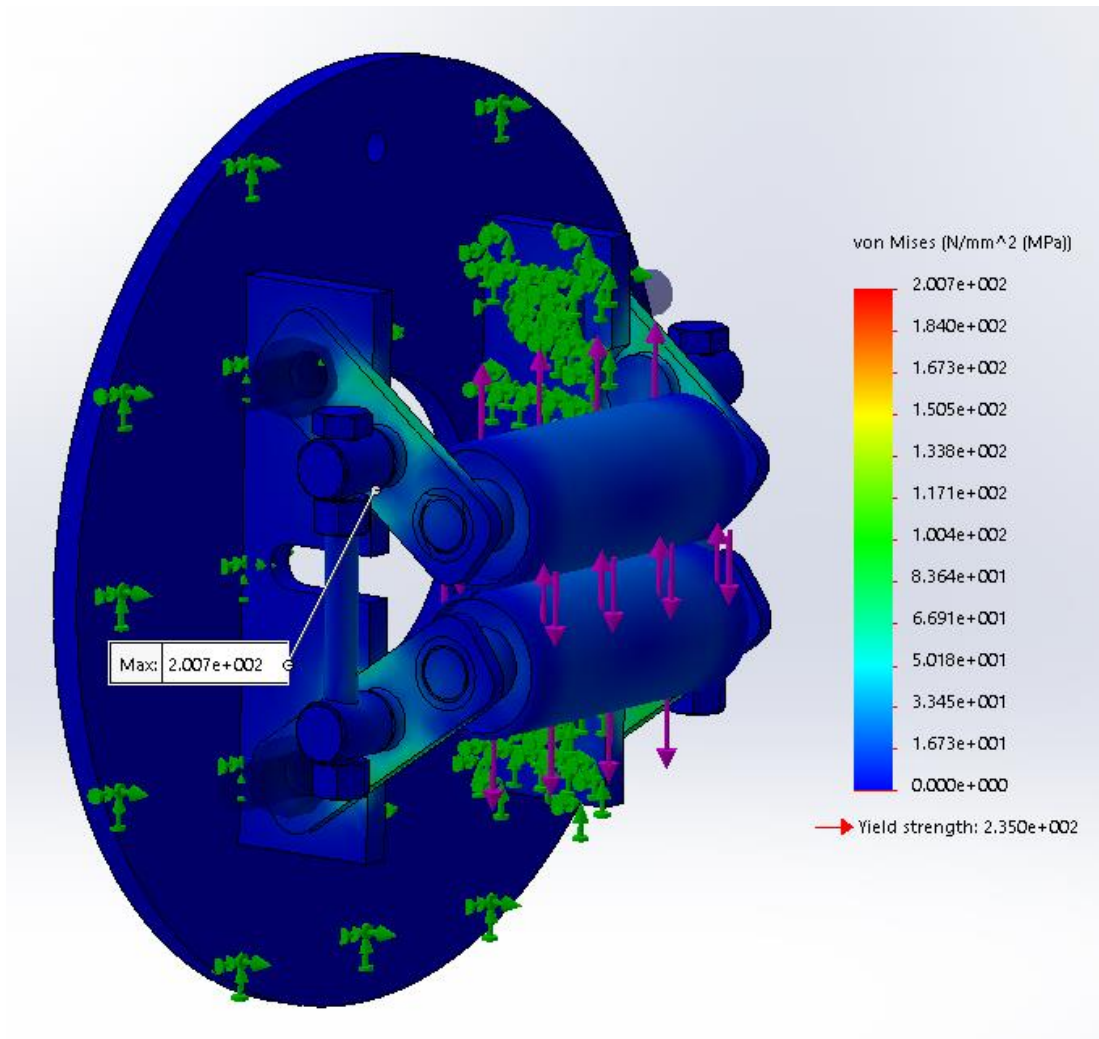
Kuva 9. Suunniteltu aputyökalu.

T:mi Koneistus Kivisen tarjous hyväksyttiin, minkä jälkeen valmistus alkoi toimitettujen osapiirrosten pohjalta. Materiaaleina päädyttiin käyttämään tavallisia rakenneteräksiä niiden edullisuuden vuoksi. Laitteen toimivuutta ja käytön helppoutta on myös vaikea etukäteen tietää, joten tällaisen prototyypin luominen on ainoa tapa kehittää uusi aputyökalu.

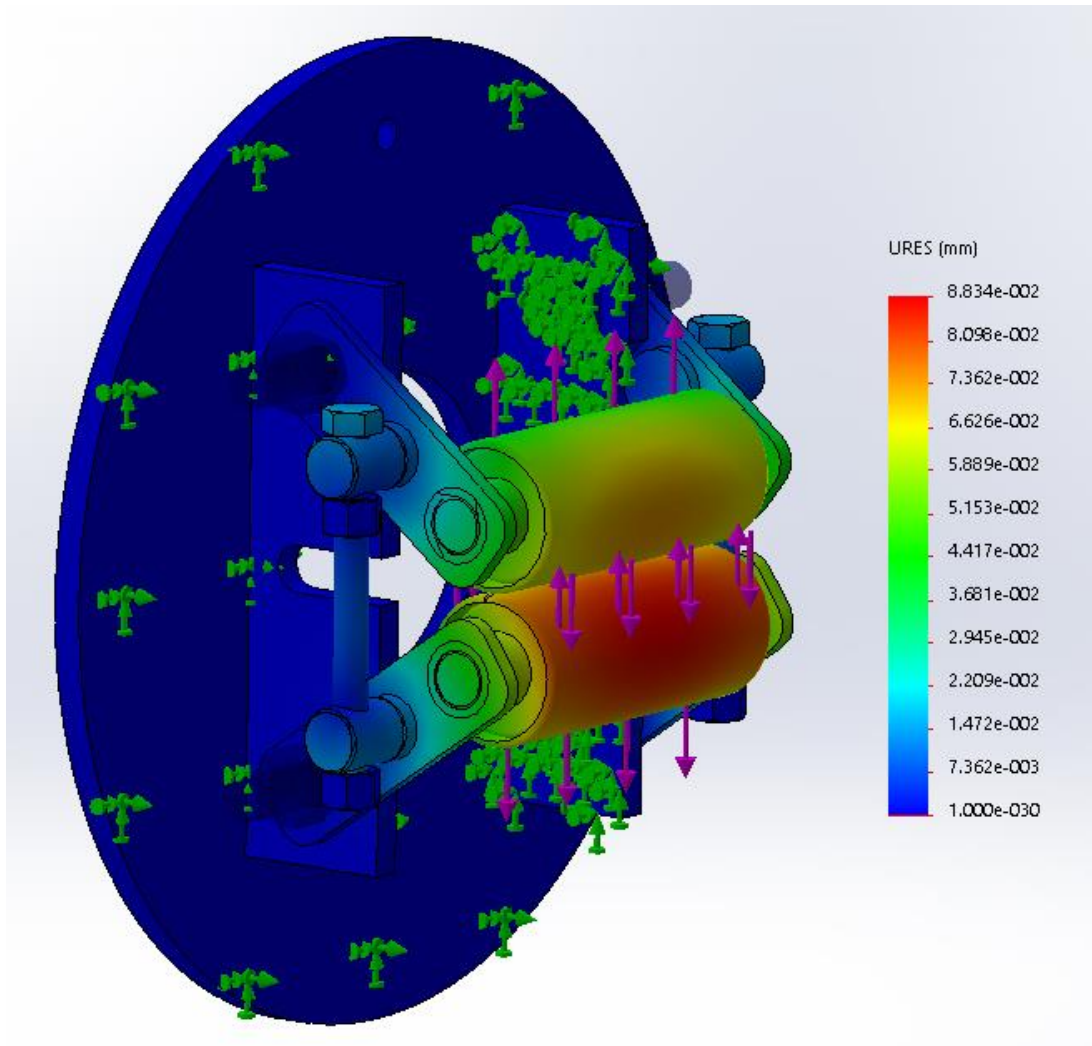
Ohjainrullien pinta päätettiin kromata, jotta se pysyisi hyvänä eikä pääsisi kulumaan. Muussa tapauksessa kulunut pinta alkaisi tehdä jälkeä kuparin pintaan. Kovakromattuun pintaan ei pääse tarttumaan epäpuhtauksia kuten hiekkaa. Rullien kromauksen teki Oy Kromatek Ab.

4.4 Lujuuslaskenta

Laitteelle tehtiin FEM-analyysi (fine element method). Analyysiä varten kokoonpanoa muutettiin yksinkertaisemmaksi. Teräsmateriaalien myötölujuus 235 N/mm ei ylity, kun molempiin rulliin kohdistetaan 7 kN pystysuora voima. Käytössä laitteen ei pitäisi kohdistua suuria voimia. Puristeen paksuusmitta voi kuitenkin vaihdella, vaihtelun suuruus on noin $\pm 0,1$ mm. Lujuuslaskennan mukaan rullien siirtymät ovat sen suuruiset, että tällaiset vaihtelut eivät ole ongelma.



Kuva 10. FEM-analyysin kuormitustulos.



Kuva 11. FEM-analyysin siirtymätulos.

5 LOPPUTULOKSET

5.1 Ohjaimen koeajo

Uuden ohjaimen koeajo suoritettiin tuotteen kelanvaihdon jälkeen. Mahdollista apukiinnitystä työkaluun ei ehditty tekemään, sillä se vaatisi työkalujen runkojen koneistusta. Ohjain saatiin asennettua paikoilleen, mutta käytön helpottamiseksi täytyy tehdä kehitystoimenpiteitä. Ohjaimen säätäminen onnistui, mutta tilan vähyyden vuoksi se on hieman haasteellista.

Vetoöljyn riittävä kulkeutuminen työkalulle oli asia, joka nousi esille jo suunnittelu- vaiheessa. Koeajo osoitti, että säätämällä rullat aivan kuparin pintaan suurin osa vetoöljystä valuu takaisin kiertoon ja vain osa kulkeutuu työkalulle saakka. Oli tiedossa, että näin saattaa käydä, mutta öljysuuttimien muokkaaminen säädettäviksi ei ole suuri toimenpide.

Koeajossa tuotteena oli 80x2 mm kuparia. Tuotetta voitiin vetää säätämällä rullia auki sen verran, että riittävä voitelu saavutettiin. Kyseinen tuote ei värissyt kuten vastaavat tuotteet saattavat tehdä. Joskus tuotteen pintaan ilmestyy vedossa tasaisesti kuvioita, joka saattaa johtua tuotteen värinästä. Tämä ei vaikuta tuotteen mittoihin vaan visuaaliseen laatuun. Vielä ei kuitenkaan saatu varmuutta siitä, estääkö uusi aputyökalu ei-haluttuja resonointeja, mutta laitteen käyttö jatkossa osoittaa sen. Oletuksena kuitenkin on, että uusi ohjuri pitää tuotetta paremmin asennossa kuin vanha.

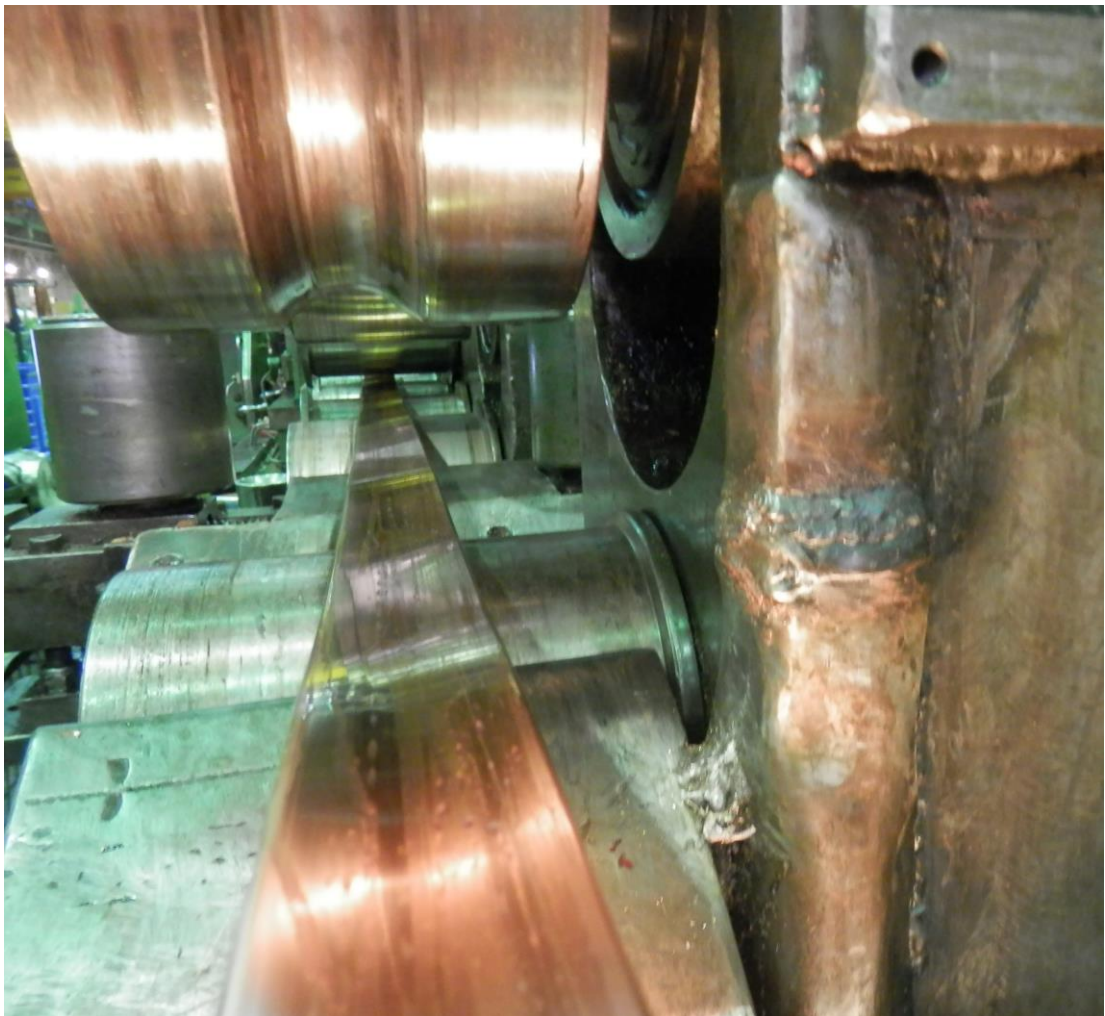


Kuva 12. Ohjain asennettuna paikoilleen.

5.2 Muut kehitysideat

Työn alkuvaiheessa kävi ilmi, että koneen vetorullien etupää vaatii pientä parannusta. Kelaa jakava kamera ei aina saa pidettyä tuotetta keskellä, vaan se pääsee kulkeutumaan reunaan. Ongelma tulee ilmi kaikkein leveimpien tuotteiden kohdalla, muun muassa 150 mm leveällä latalla. Sivuuun ajaututtuaan teräksinen kulma repii tuotteen kyljen. Operaattori ei välttämättä heti huomaa tätä, ja huonolaatuinen tuote saattaa päästä kulkeutumaan eteenpäin.

Parannuksena kulmasta voidaan poistaa turhaa levyä ja palkkiin asentaa rulla, joka tarvittaessa estää tuotteen ajautumisen sivuun. Asiasta kerrotaan eteenpäin kunnossapidolle, joka voi toteuttaa idean.



Kuva 13. Vetorullia edeltävä kulma.

6 YHTEENVETO

6.1 Pohdinta

Työssä oli tavoitteena kehittää vetokoneen ohjaintyökaluja. Työn edetessä saatiin käsitys niitä vaativien tuotteiden määrästä. Suunnittelussa pyrittiin kehittämään aputyökaluja, jotka sopivat usealle tuotteelle, ja joita operaattorin on helppo käyttää.

Suunnittelussa tuli esiin asioita, jotka rajoittivat uusien aputyökalujen luomista. Suurimpina rajoitteina olivat koneen ahtaat tilat, sekä erilaiset toiminnot, joista ei haluttu tinkiä. Viimekesäinen kesätyö koneen operaattorina oli lähes ehdoton edellytys tämän työn tekemiseksi. Pelkän opinnäytetyön tekemisen aikana olisi ollut haastavaa saada käsitys tuotteiden skaalasta sekä koneen toiminnoista erilaisissa tilanteissa.

Työssä saatiin suunniteltua sekä toteutettua aputyökalu, joka sopii usealle eri tuotteelle. Profiilien vetoon sopivista aputyökaluista saatiin tehtyä karkea suunnitelma, jonka jalostus jää työn tilaajalle.

6.2 Kiitokset

Haluan kiittää kaikkia, jotka ovat opinnäytetyöni aikana käyttäneet aikaansa työni eteen ja kertoneet mielipiteitään. Erityiskiitos kehitysinsinööri Mikko Riihimäelle, jolta työn alkuperäinen aihe tuli.

LÄHTEET

Luvatan www-sivut. 2017. Viitattu 16.1.2017. <http://www.luvata.com>

Nordic Capitalin www-sivut. 2017. Viitattu 16.1.2017.
<https://www.nordiccapital.com/portfolio-companies/current-holdings.aspx>

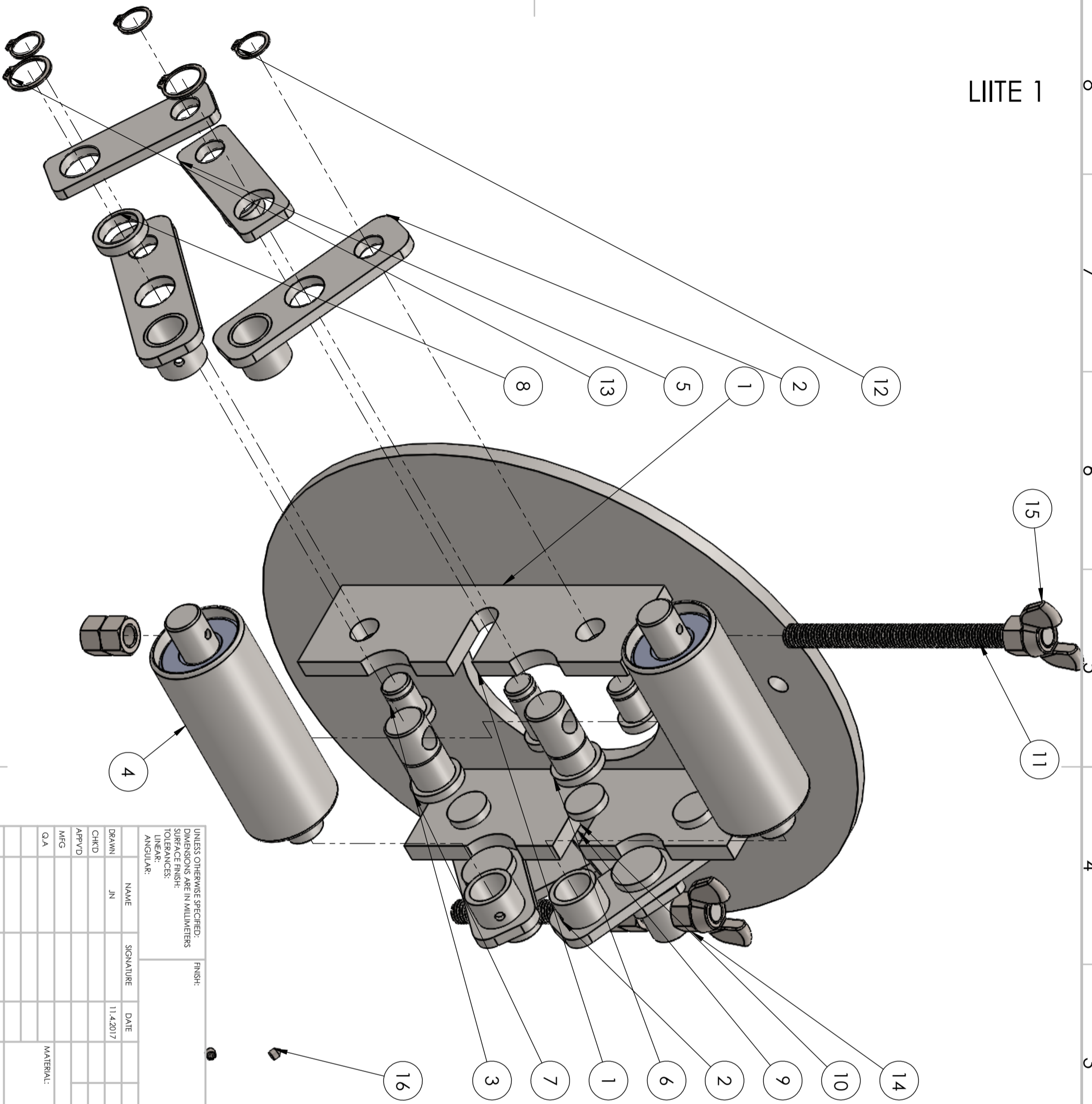
Lepola, P. & Makkonen, M. 2009. Materiaalit ja niiden käyttö. Helsinki: WSOYpro Oy.

Riihimäki, M. Vastaanottaja: Jaakko Nieminen. Lähetetty 31.1.2017 klo 10.27. Viitattu 31.1.2017.

Vink www-sivut. 2017. Viitattu 6.3.2017. <http://www.vink.fi>

Teräskirja. 1994. Helsinki: Erikoispaino Oy.

LIITE 1



ITEM NO.	PART NUMBER	QTY.
1	Hitsauskokooppaono1	1
2	Vipu kokooppaono	4
3	Poskitappi	4
4	Rulla kokooppaono	2
5	Pikkuvipu	4
6	Säätötappi	2
7	Säätötappi ala	2
8	Välilihkki	2
9	Pikkuvälilihkki	2
10	TappiD16	2
11	Kierretanko M12x160mm	2
12	Circlip DIN 471 - 16 x 1	6
13	Circlip DIN 471 - 21 x 1.2	4
14	Hexagon Nut ISO 4034 - M12 - N	6
15	IS 2636 B - M12-N	2
16	DIN 914 - M5 x 6-N	4

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH: DEBURR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:	
JN		11.4.2017		
CHKD				
APP/VD				
MFG				
Q.A				

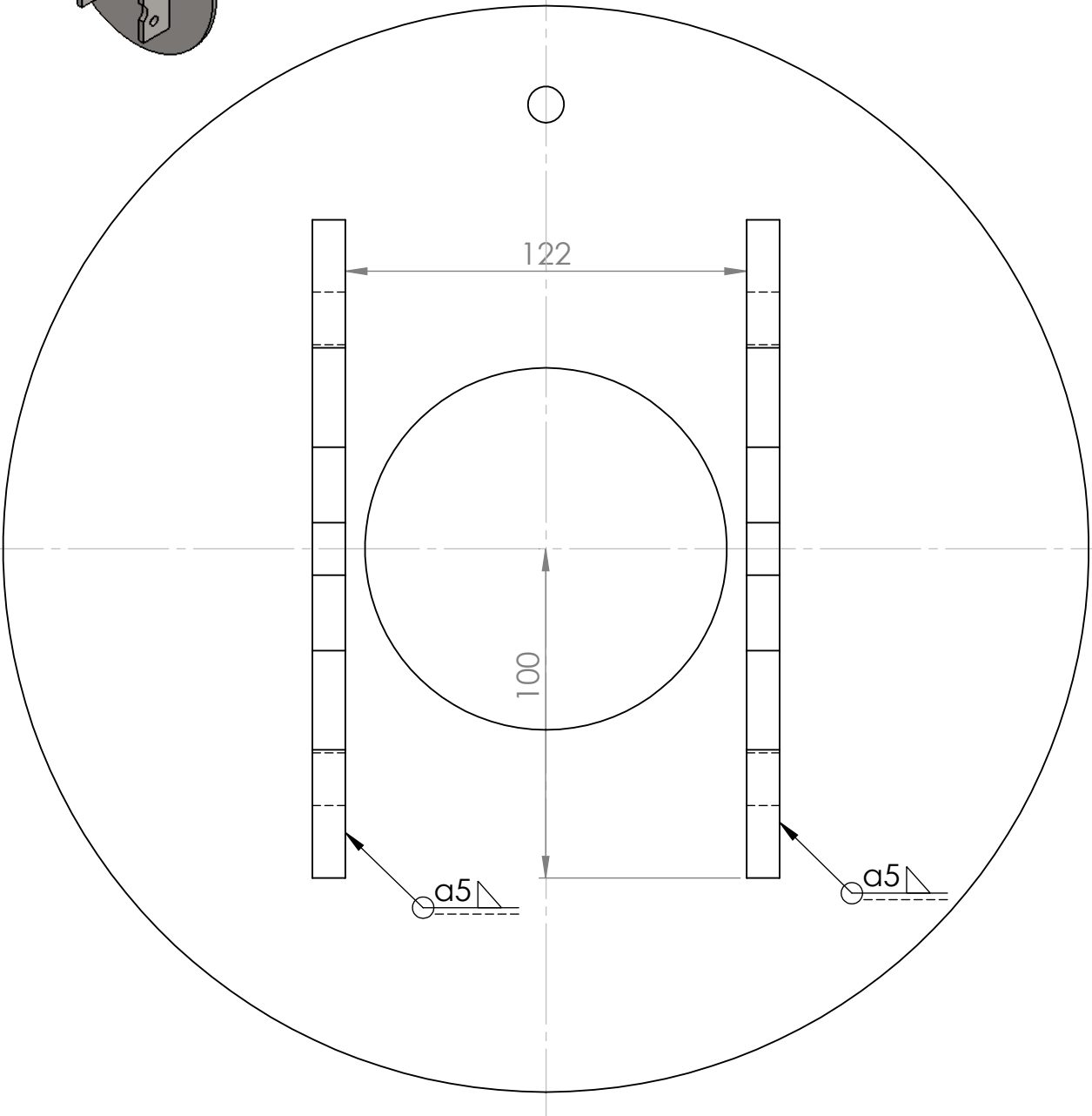
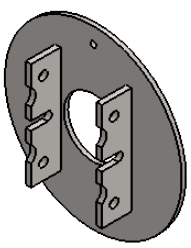
MATERIAL:		DWG NO.	1_Kokooppaono	A3
WEIGHT: 10,7 kg		SCALE: 1:5		
		SHEET 1 OF 1		

4 3 2 1

F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

LIITE 2



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	JN		7.4.2017
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

TITLE:

MATERIAL:

WEIGHT: 6.2 KG

DWG NO. 2_Hitsauskokoonpano

SCALE: 1:2

SHEET 1 OF 1

4 3 2 1

A

A

A4

4

3

2

1

F

LIITE 3

F

E

E

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Rulla		1
2	Laakeri 20x47x14		2
3	Akseli		1

D

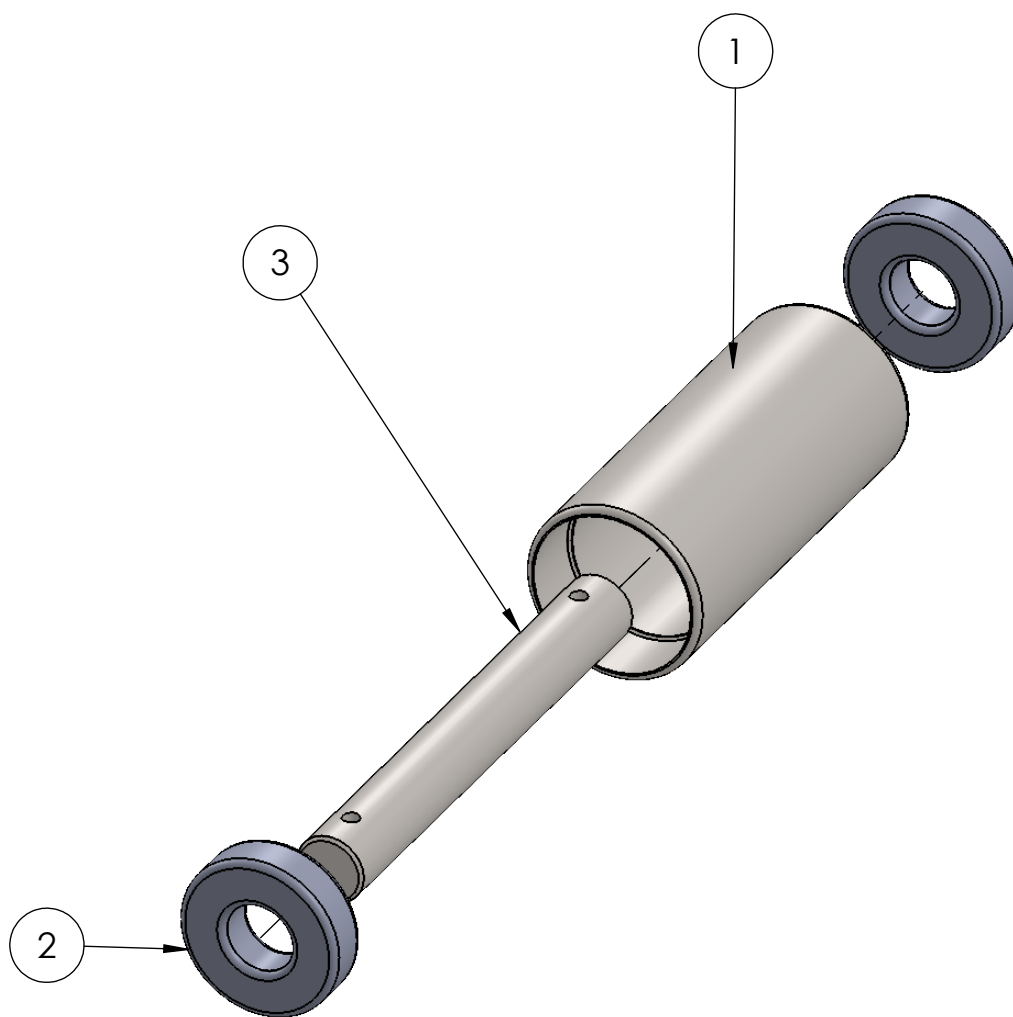
D

C

C

B

B



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

A

A

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	JN		4.4.2017		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					

TITLE:

MATERIAL:

DWG NO.

3_Rulla kokoonpano

A4

WEIGHT: 1030g

SCALE:1:2

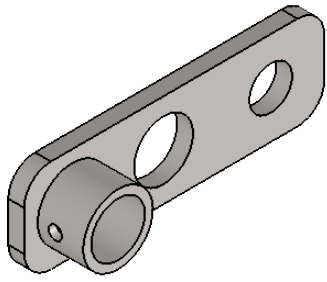
SHEET 1 OF 1

4

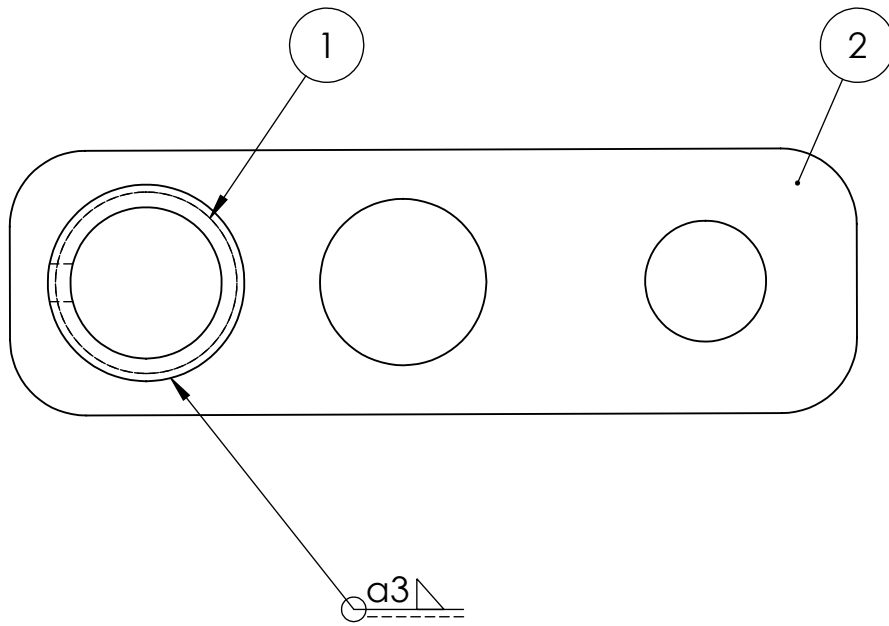
3

2

1



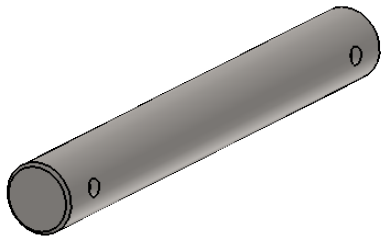
LIITE 4



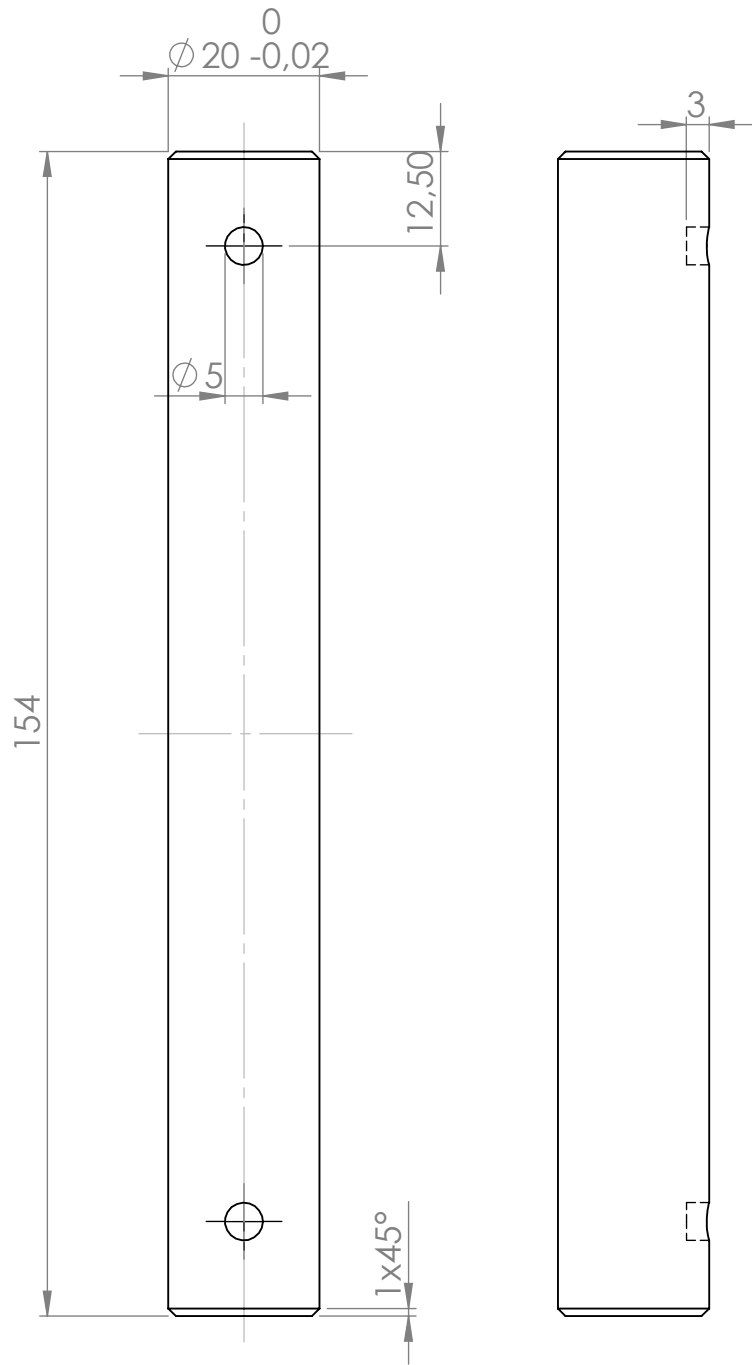
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	Holkki2		1
2	Vipu2		1

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:	FINISH:	DEBURR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION

NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:
DRAWN JN		11.3.2017	
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			
MATERIAL:		DWG NO.	
		4_Vipu kokoonpano	A4
WEIGHT: 166g		SCALE: 1:1	SHEET 1 OF 1



LIITE 5



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

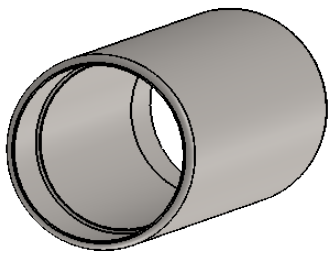
DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

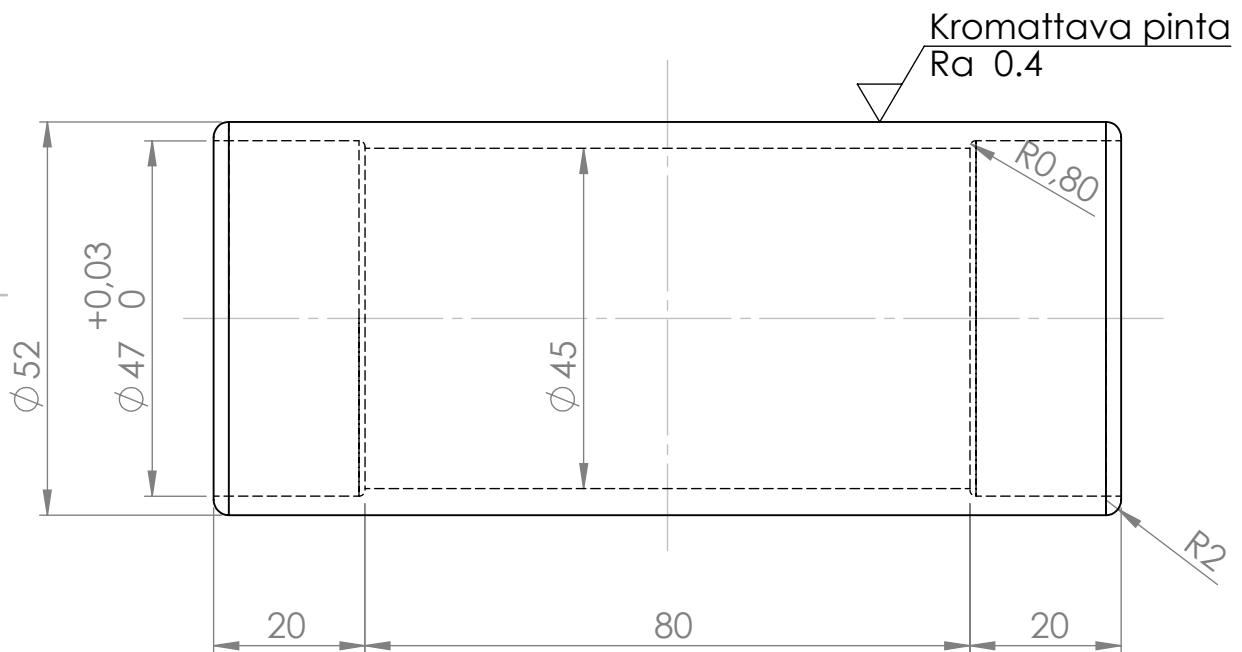
REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	JN		7.3.2017		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				S235	
				WEIGHT: 376g	

TITLE:		
DWG NO.	Akseli	
		A4
SCALE: 1:1	SHEET 1 OF 1	



LIITE 6



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

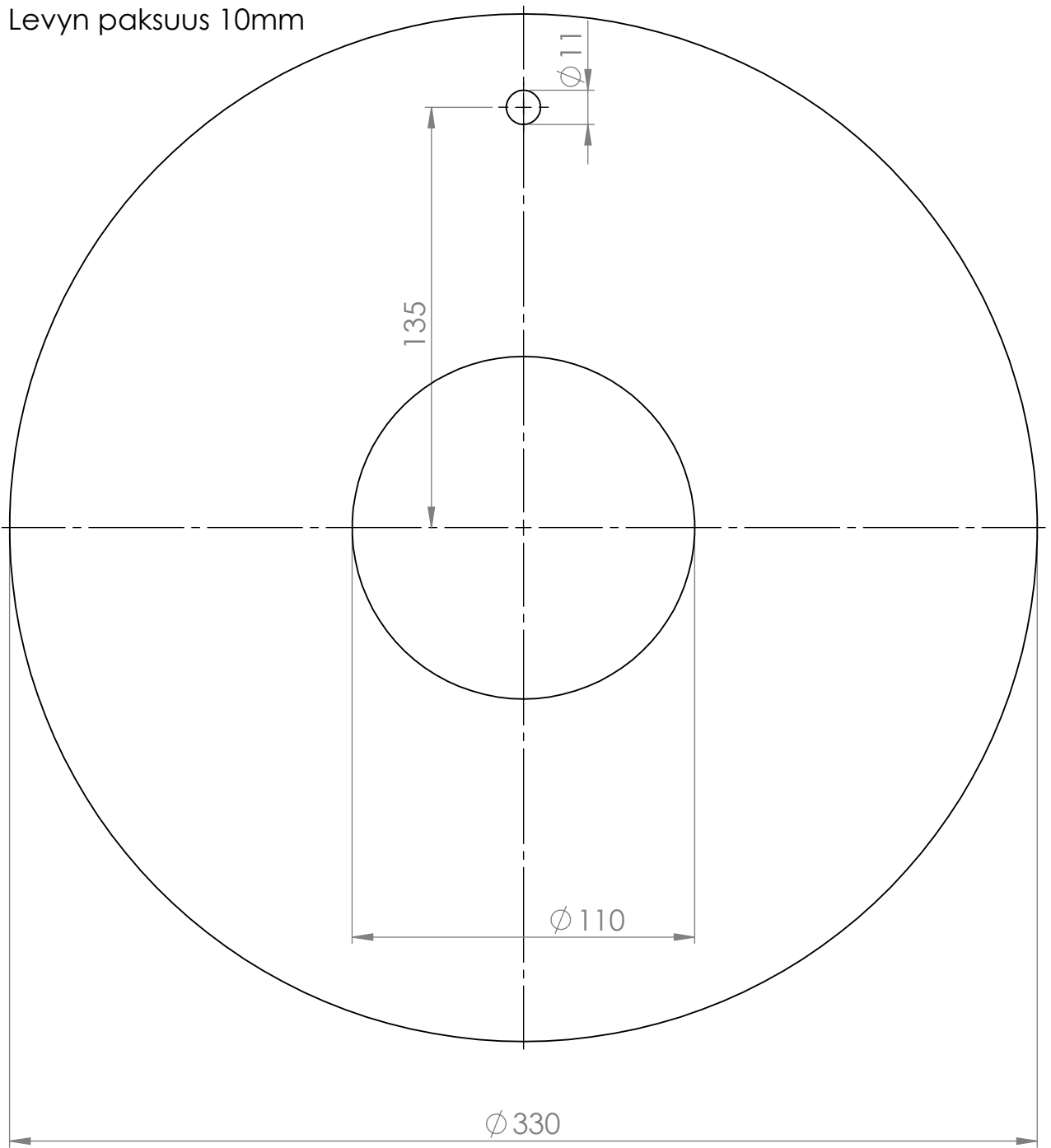
REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	JN		4.3.2017		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				S235	
				WEIGHT: 452g	

TITLE:	
DWG NO.	6_Rulla
SCALE: 1:1	SHEET 1 OF 1
	A4

Levyn paksuus 10mm

LIITE 7



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH: Ra 6,3
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

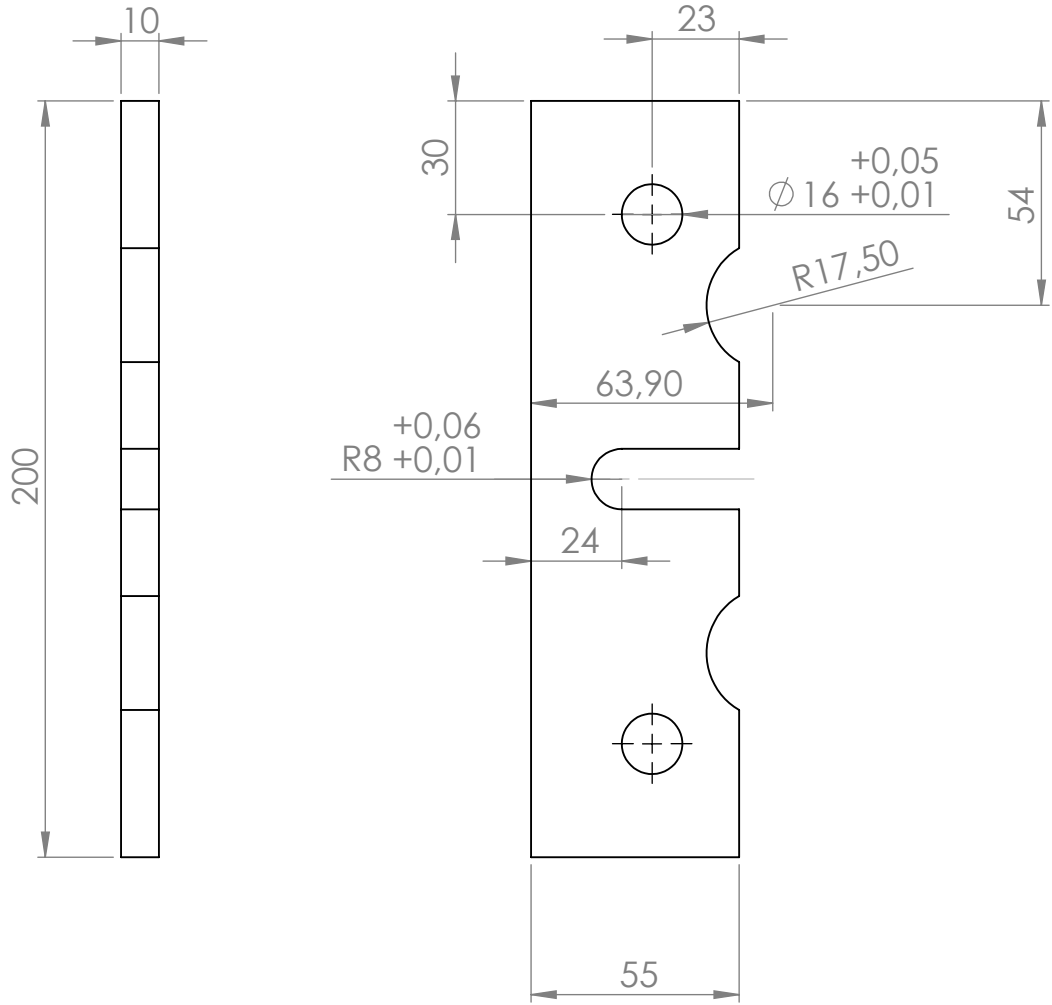
DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	JN		3.3.2017		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				S235	
				WEIGHT: 4,7 kg	

TITLE:		
DWG NO.	Peruslevy	A4
SCALE: 1:10	SHEET 1 OF 1	

LIITE 8



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH: Ra 6,3
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

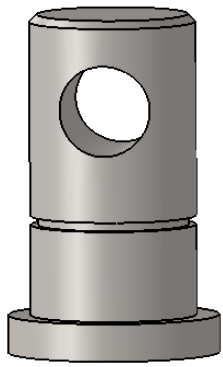
DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

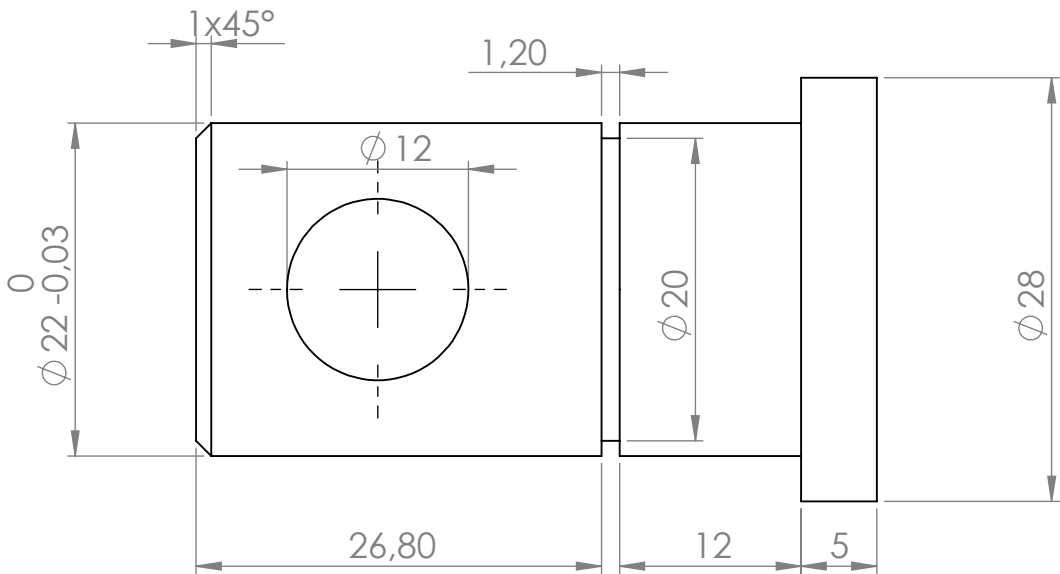
NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN JN		3.3.2017
CHK'D		
APPV'D		
MFG		
Q.A		

TITLE:	
MATERIAL:	S235
DWG NO.	8_Poski
WEIGHT:	751g
SCALE:	1:2
SHEET:	1 OF 1

A4



LIITE 9



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	JN		7.3.2017		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				S235	
				WEIGHT: 123g	

TITLE:

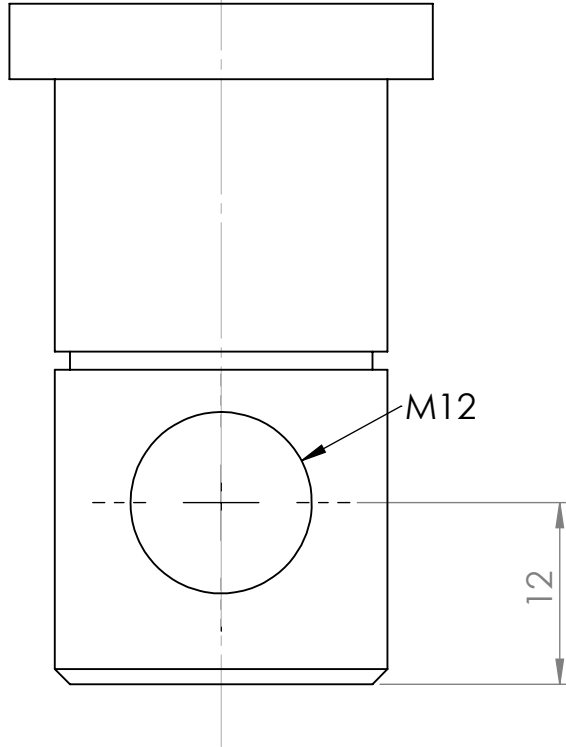
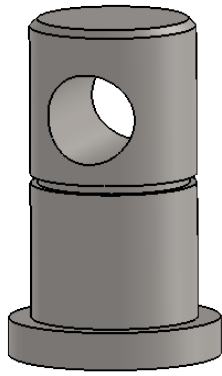
DWG NO.

9_Säätötappi

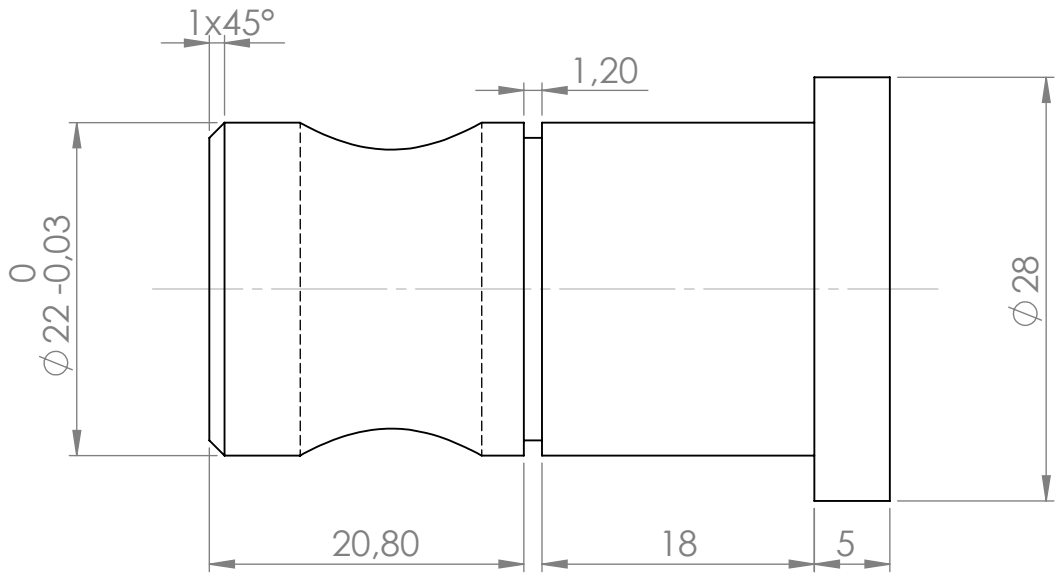
A4

SCALE:2:1

SHEET 1 OF 1



LIITE 10



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	JN		7.3.2017		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				S235	
				WEIGHT: 123g	

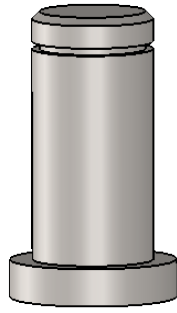
TITLE:

DWG NO.

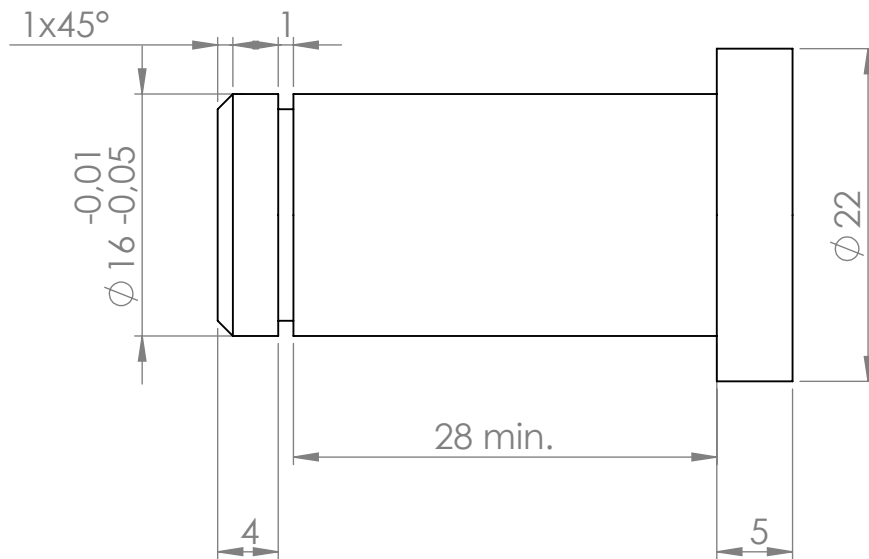
10_Säätötappi ala^{A4}

SCALE:2:1

SHEET 1 OF 1



LIITE 11



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	JN		7.4.2017		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				S235	
				WEIGHT: 66g	

TITLE:

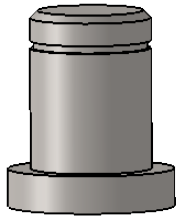
DWG NO.

11_TappiD16

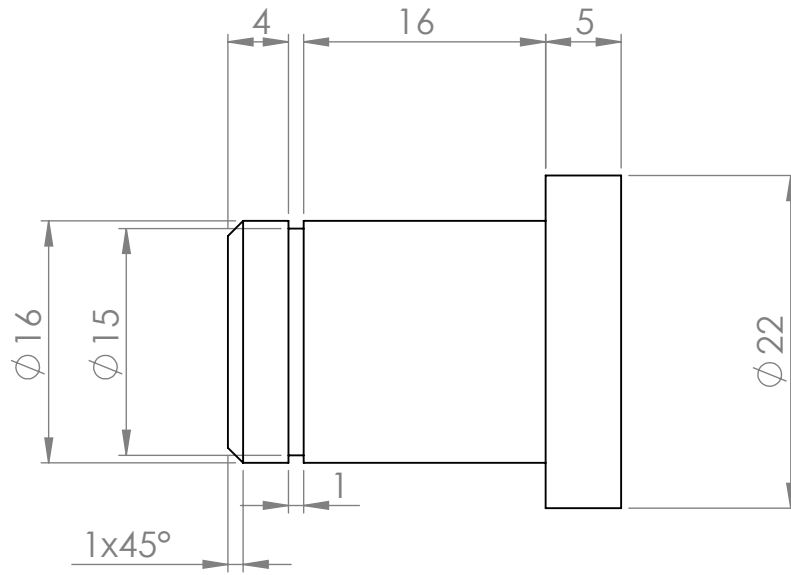
A4

SCALE:2:1

SHEET 1 OF 1



LIITE 12



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	JN		11.3.2017		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				S235	
				WEIGHT: 47g	

TITLE:

DWG NO.

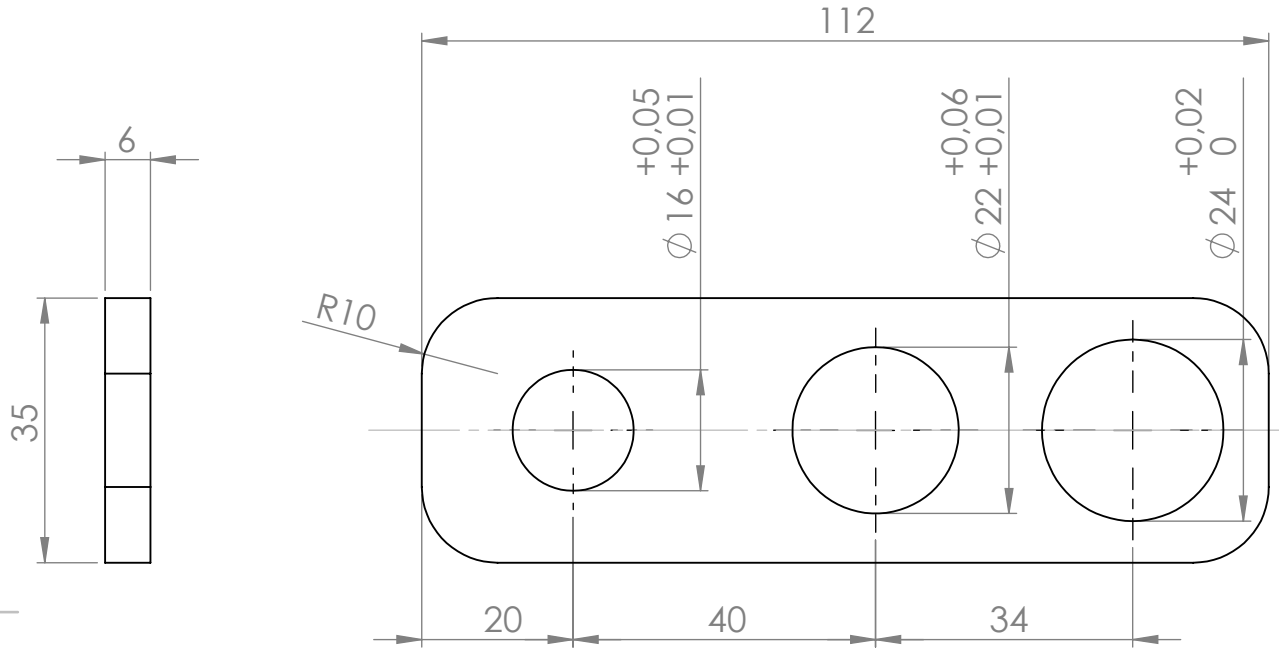
12_Poskitappi

A4

SCALE:2:1

SHEET 1 OF 1

LIITE 13



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH: Ra 6,3
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN JN		4.3.2017
CHK'D		
APPV'D		
MFG		
Q.A		

TITLE:	
MATERIAL:	S235
DWG NO.	13_Vipu
WEIGHT: 131g	SCALE: 1:1
	SHEET 1 OF 1

A4

4 3 2 1

F

LIITE 14

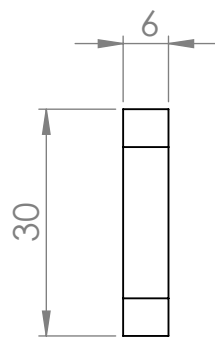
F

E

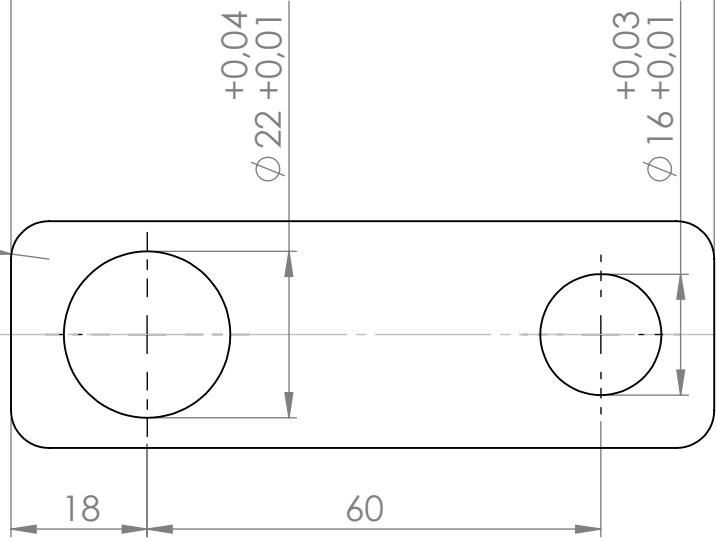
93

E

D



R5



D

C

C

B

B

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH: Ra 6,3
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

A

A

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	JN		4.3.2017
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			

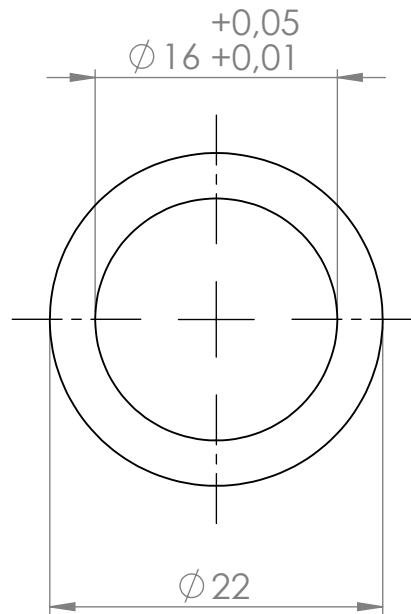
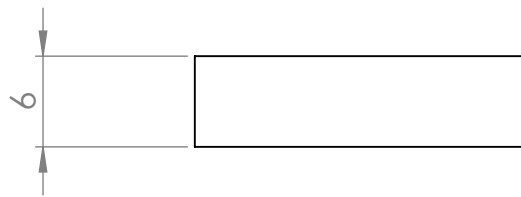
TITLE:	
MATERIAL:	S235
DWG NO.	14_Pikkuvipu
WEIGHT: 102g	SCALE: 1:1
	SHEET 1 OF 1

A4

4 3 2 1



LIITE 15



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	JN		7.4.2017		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					
				MATERIAL:	
				S235	
				WEIGHT: 8g	

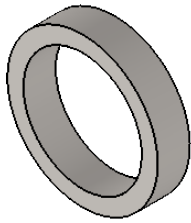
TITLE:

DWG NO.

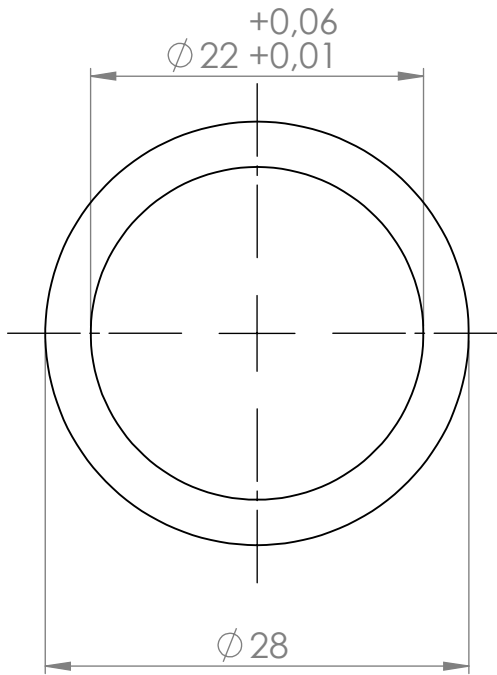
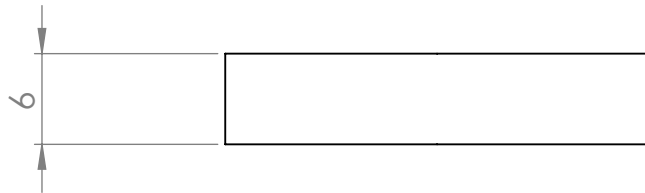
15_Pikkuväliholkki A4

SCALE:2:1

SHEET 1 OF 1



LIITE 16



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN	JN		7.4.2017
CHK'D			
APPV'D			
MFG			
Q.A			
		MATERIAL:	
		S235	
		WEIGHT: 11g	

TITLE:

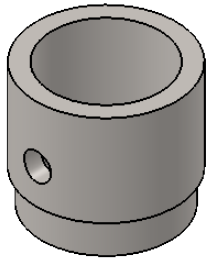
DWG NO.

16_Väliholkki

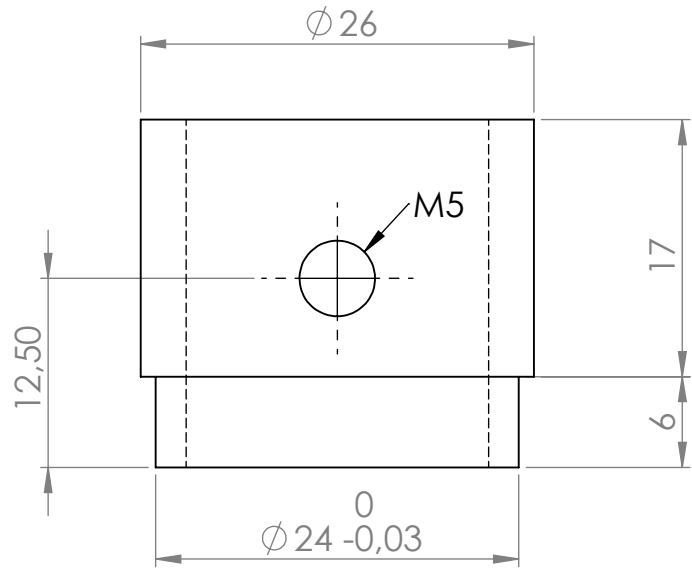
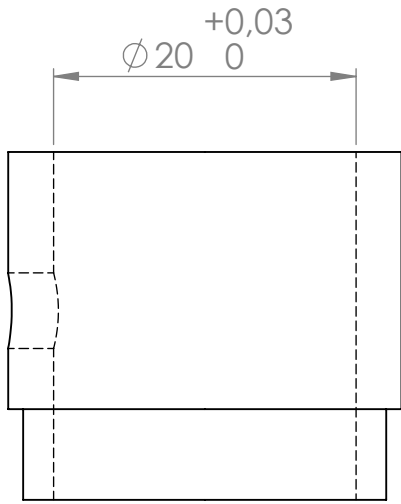
A4

SCALE:2:1

SHEET 1 OF 1



LIITE 17



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN JN		7.3.2017		
CHK'D				
APPV'D				
MFG				
Q.A				
MATERIAL:			S235	
WEIGHT: 35g				

TITLE:	
DWG NO.	17_Holkki
	A4
SCALE: 2:1	SHEET 1 OF 1