

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Konetekniikan koulutus

Petri Turpeinen

Työpisteen layoutin suunnittelu ovensulkimen esikokoonpanoa varten

Huhtikuu 2019



**OPINNÄYTETYÖ**  
**Huhtikuu 2019**  
**Konetekniikan koulutus**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä(t)  
Petri Turpeinen

Nimeke  
Työpisteen layoutin suunnittelu ovensulkimen esikokoonpanoa varten

Toimeksiantaja  
Abloy Oy

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä oli tarkoituksena suunnitella ergonominen ja tehokas työpiste ovensulkimen esikokoonpanoa varten. Työpisteellä esikokoonpannaan cam-ovensuljin, jotta DCXXX-automaatiolinjalla voidaan tehdä loppukokoonpano. Työpisteen suunnittelussa on otettu huomioon ergonomia ja työntekijöiden erilaisuus. Suunnittelu toteutettiin Creo Parametric 3D -suunnitteluohjelmalla.

Opinnäytetyön teoriaosiossa käsitellään työpisteen suunnittelun teoriaa ja siihen erittäin vahvasti liittyvää ergonomiaa. Teoriaosiossa käytyjä asioita on pyritty ottamaan huomioon työpisteen suunnittelussa mahdollisimman hyvin.

Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin tekemällä kärryjen ja pöytien avulla väliaikainen työpiste, jolla kokeiltiin, millainen kokoonpanojärjestys ja osien sijoittelu olisi tehokkain ja käyttäjäystävällisin. Kokeilun perusteella tehtiin hahmotelma mahdollisesta työpisteestä, jonka jälkeen sitä alettiin mallintaa Creolla. Lopuksi työpisteen osatelineistä tehtiin valmistuspiirustukset. Ergonomia- ja tehokkuusvaatimukset toteutuivat työpisteen suunnittelussa hyvin.

Kieli  
suomi

Sivuja 33  
Liitteet 2  
Liitesivumäärä 14

Asiasanat

Työpiste, Ergonomia, Työturvallisuus, Tehokkuus



**THESIS**  
**April 2019**  
**Degree Programme in Mechanical Engineering**

Tikkarinne 9  
80200 JOENSUU  
FINLAND  
+ 358 13 260 600

Author (s)  
Petri Turpeinen

Title  
Designing a Place of Work for Preassembling Door Closers

Commissioned by  
Abloy Oy

Abstract

In this thesis the aim was to plan a place of work for the preassembling of door closers. At the place of work cam door closers are preassembled so that the final assembling can be done at the DCXXX automated production line. Ergonomics and the differences between employees have been taken into consideration in the design of the place of work. The designing was executed on the Creo Parametric 3D designing software.

In the theory section of the thesis, the focus is on the theory of designing the place of work and ergonomics that strongly relate to it. The matters discussed in the theory section have been taken into account in the designing of the place of work as effectively as possible.

The process of writing the thesis began by creating a temporary place of work using carts and tables, which were used for trying out which kind of assembly sequence and placing of the parts would be the most efficient and user-friendly. Based on this experiment the draft of the possible place of work was made, after which the modelling of the place of work began on Creo. Lastly, the manufacturing drawings of the part rack for the place of work were drawn. The requirements for efficiency and ergonomics were fulfilled well.

Language

Finnish

Pages 33

Appendices 2

Pages of Appendices 14

Keywords

place of work, ergonomics, safety at work, effectiveness

# Sisältö

1	Johdanto.....	5
1.1	Abloy Oy .....	5
1.2	Ovensuljintehdas .....	5
1.3	Työn tavoitteet.....	6
2	Työpisteen suunnittelu.....	7
2.1	Työpisteen mitoitus .....	7
2.2	Työasennon valinta.....	9
2.3	Työliikkeet.....	10
3	Ergonomia.....	12
4	Henkilökohtaiset suojavälineet.....	13
5	Valitut järjestelyt .....	14
5.1	Työtasot .....	14
5.2	Laatikoiden sijoittelu .....	15
5.3	Kokoonpanojärjestys .....	16
6	Pohdinta .....	17
	Lähteet .....	19

## Liitteet

Liite 1	Ovensulkimen esikokoonpanovaiheet
Liite 2	Osatelineiden valmistuspiirustukset

# 1 Johdanto

## 1.1 Abloy Oy

Abloyn tarinan alkuna pidetään sitä, kun Emil Henriksson keksi vuonna 1907, että silloisissa kassakoneissa käytettyjen haittalevyjen avulla tehtyä lukkoa olisi lähes mahdotonta tiirikoida (Abloy, 2018a). Haittalevyt mahdollistivat myös miljoonia sarjoitusmahdollisuuksia. Vuonna 1918 perustettiin Ab Låsfabriken – Lukkotehdas Oy ja vuoden lopulla toimitettiin ensimmäinen tusina Abloyn lukkoja jälleenmyyjälle. Tämän jälkeen vuonna 1919 Henriksson sai lukolleen patentin ja lukkojen tuotanto käynnistyi toden teolla. Joensuuhun Abloyn tehdas valmistui vuonna 1968. Vuonna 1994 Abloy ja ruotsalainen Securitas lock group yhdistyivät ja muodostavat Assa Abloy -konsernin. (Konttinen, 2008) Vuonna 2018 yhteistoimintaneuvotteluissa päätettiin keskittää kaikki tuotanto Suomessa Joensuun tehtaalle. Tämä johti tuotannon loppumiseen Björkbodan toimipaikassa. (Abloy, 2018b) Vuoden 2017 lopulla Abloy työllisti 768 henkilöä (Finder, 2019).

## 1.2 Ovensuljintehdas

Ovensulkimia on valmistettu Abloyn Joensuun tehtaalla aina vuodesta 1968 lähtien. Vuonna 1997 Joensuuhun valmistui kokonaan uusi ovensuljintehdas. Tehdas oli sen ajan modernein ovensuljintehdas maailmassa. Uuden tehtaan myötä Abloyn ovensuljintuotanto moninkertaistui. Sulkimia pystyttiin valmistamaan nyt 3000 kappaletta päivässä. Ovensuljintehdas työllisti 75 henkilöä, jonka lisäksi uusi ovensuljintehdas myös toi paljon alihankintatöitä muille yrityksille Pohjois-Karjalaan. Tehdas menestyi hyvin, jonka johdosta sitä laajennettiin jo vuonna 2001. Laajenuksessa saatiin työtilat uudelle oviautomaatiikkaan keskittyneelle yksikölle. Vuonna 2006 Abloy investoi noin 1,8 miljoonaa euroa uuteen työstökeskukseen ovensulkimien runkojen työstöä varten. Uusi työstökeskus mahdollisti valmistusmäärän lähes kaksinkertaistamisen noin 500 000 kappaleesta 800 000 kappaleeseen vuodessa. (Juvonen, 2007) Vuonna 2018 Abloy investoi kolmannen runkojen koneistuskeskukseen, joka tulee toimintaan vuoden 2019 aikana.

### 1.3 Työn tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää esikokoonpanotyöpiste Abloy Oy:n (myöhemmin Abloy) ovensuljintehtaan cam-ovensulkimen automaattikokoonpanolinjasta varten (kuvat 1a ja 1b). Linjastolla on aiemmin valmistettu ainoastaan hammasakselisulkimia, jotka kokoonpannaan täysin automatisoidusti. Cam-ovensulkimien kokoonpanoa ei voida kuitenkaan täysin automaattisesti toteuttaa nokka-akselin muodon ja kahden erilaisen männän sekä niiden kokoonpanon tarkkuuden takia. Tämän vuoksi linjastolle tarvittiin täysin uusi työpiste, jossa cam-ovensulkimen runkoon asetetaan etu- ja takamäntä, nokka-akseli, laakeripesät sekä jousi. Tämän jälkeen täytetty sulkimen runko asetetaan kuljettimelle, joka vie sen lopulliseen kokoonpanoon. Jaksonaikatavoitteeksi kokoonpanotyölle annettiin 45 sekuntia. Työpisteen tulisi siis olla ergonomisuudeltaan sellainen, että työtä pystytään tekemään 45 sekunnin jaksonajalla ilman, että siitä koituu työntekijälle terveydellistä haittaa. Työpiste sijoittuu runkojen kuljettimen läheisyyteen siten, että jigi kiinnitetään kuljettimen päähän ja osatelineet tulevat työntekijän molemmille puolille, sekä lijaston yläpuolelle työntekijän eteen.



Kuva 1a: DCXXX-kokoonpanolinjan kokoonpanosolu. Etualalla kuljetin, jonka eteen työpiste sijoitetaan. Osatelineet sijoittuvat keltaisella merkityille alueille.



Kuva 1b: DCXXX-automaattikokoonpanolinja. Taustalla linjan öljyntäyttösolu.

Työpiste on suunniteltu 3D-suunnitteluohjelmalla. Suunnittelu on toteutettu siten, että työpiste olisi mahdollisimman ergonominen kaikille työntekijöille. Jotta ergonomisuus toteutuisi, osatelineiden on oltava sekä korkeus- että syvyysuunnassa säädettäviä. Työpisteelle tarvitaan myös korkeussäädettävä istuin, koska itse kokoonpanojigin korkeutta ei voida säätää.

## 2 Työpisteen suunnittelu

### 2.1 Työpisteen mitoitus

Työpisteen ergonominen järjestely ja mitoitus vaikuttavat työn mukavuuteen sekä toiminnan sujuvuuteen ja tehokkuuteen ratkaisevasti. Se myös vähentää rasitusvammojen ja tapaturmien riskiä sekä ehkäisee väsymistä. Työpistettä mitoitettaessa analysoidaan toimintaa ja teknisiä puitteita sekä optimoidaan työntekijän liikkeet ja asennot kehonmitat huomioon ottaen. Työpisteen järjestely ja mitoitus ovat suoraan yhteydessä koko tilan järjestelemiseen ja kalusteiden valintaan. (Launis & Lehtelä, 2011)

Työpisteen mitoittaminen aloitetaan määrittämällä kaksi lähtökohtaa. Ensimmäisenä pyritään löytämään tehtävään sopivin asento, jossa tehtävässä tarvittavat toiminnot voidaan suorittaa tehokkaimmin ja helpoimmin. Toisena pitää ottaa huomioon käyttäjien kehonmitat ja niiden vaihtelu. Nämä lähtökohdat pystytään määrittämään, kun tiedetään toimintakokonaisuus, työtehtävät ja käyttäjäkunta. (Launis & Lehtelä, 2011)

Toimintakokonaisuudesta selvitetään työpistesuunnittelua varten muun muassa, mitä tehtäviä työpisteessä tehdään. Miten materiaalia käsitellään ja millaisia varastointi- ja puskurialueita tarvitaan? Millaisia laitteita, varusteita, välineitä tai tarvikkeita käytetään? Millaiset ovat huollon ja siivouksen vaatimukset työpisteessä? Millainen tila on käytettävissä työpistettä varten ja miten työpiste tulisi sijoittaa toiminnan ja valaistuksen kannalta esimerkiksi oviin, seiniin ja yleisvalaistukseen nähden? (Launis & Lehtelä, 2011)

Työtehtävistä tärkeimpiä suunnitteluun vaikuttavia asioita ovat käsiliikkeiden kohteet ja miten paljon liikkeitä esiintyy, sekä millaista voimankäyttöä, tarkkuutta ja liikeratojen laajuutta työ edellyttää. Myös katseen tarkkuusvaatimukset, kuinka pitkään kohteita katsotaan ja kuinka tiheästi katsetta on siirrettävä eri kohteiden välillä, joudutaan selvittämään. (Launis & Lehtelä, 2011)

Työpisteen käyttäjät vaikuttavat myös suunnitteluun. Pitää selvittää, onko työntekijöitä yksi vai useampia, ovatko he vain miehiä tai naisia vai kumpaakin sukupuolta ja onko heillä jotain erityisiä ominaisuuksia, kuten esimerkiksi ikänäköisyyttä, silmälaseja, erityisvaatetusta tai toimintarajoitteita. (Launis & Lehtelä, 2011)

Näiden asioiden pohjalta määritellään työpisteen layout, tehtävään sopiva perusasento, kalusteiden säätötarve ja tehtävän mitoitusperusteet. Työpisteen säädöt tulisi olla helposti toteutettavissa. Helpon säädettävyyden kriteereihin kuuluvat nopeus, pieni voimankäytön tarve ja säädön mahdollisuus normaalista työasennosta käsin. Lisäksi työntekijät tulee perehdyttää säätöjen merkityksestä ja teknisestä toteutuksesta. Säätölaitteet tulee olla sijoitettuna siten, että niihin on esteetön pääsy. Säätöjä suunniteltaessa on otettava huomioon myös mahdolliset tapaturmariskit kuten puristumisvaara. (Launis & Lehtelä, 2011)

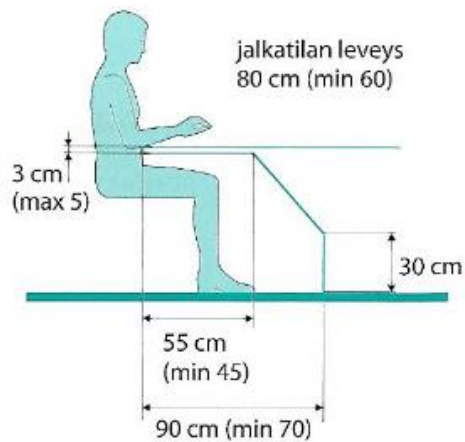


## 2.2 Työasennon valinta

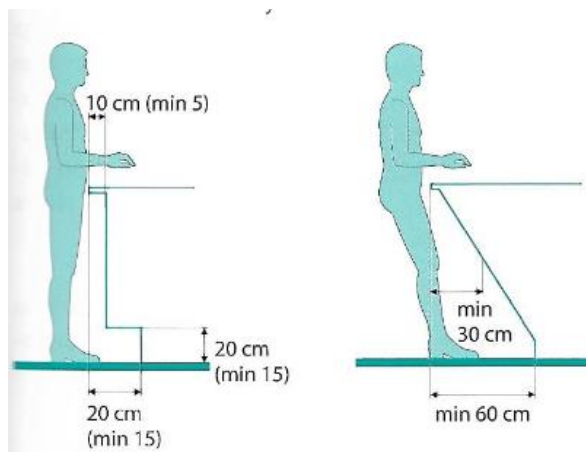
Seisominen sopii työasentona vain sellaisiin työpisteisiin, joissa työntekijä liikkuu paljon tai joissa tarvitaan huomattavaa voimankäyttöä. Liikkuminen ja jalkalihasten toiminta ehkäisevät tehokkaasti veren kerääntymistä jalkoihin. Voimaa vaativiin tehtäviin saadaan myös hyvä tuki jaloilta seisossa. Seisominen on kuitenkin pitkissä jaksoissa istumista selvästi raskaampaa ja se voi kuormittaa haitallisesti jalkojen verisuonistoa. (Launis & Lehtelä, 2011)

Istuminen on parempi vaihtoehto silloin, kun tehtävä työ vaatii tarkkoja käsien liikkeitä tai tarkkaa katselua. Istuen tehty työ on fyysisesti kevyttä, jos istuma-asento on hyvin tuettu. Tämä mahdollistaa pitkänkin lähes yhtäjaksoisen työskentelyn. Pitkäjaksoisen istumatyön haittapuolena on kuitenkin, että se voi johtaa liian vähäiseen fyysiseen toimintaan ja liiallisen paikallaan olon haittoihin. (Launis & Lehtelä, 2011)

Molempien työasentojen liian pitkäjaksoisen käytön takia esiintyvien haittojen vuoksi on suositeltavaa, että perustyöasento vaihtelisi, vaikka työtehtävät eivät sitä välttämättä vaatisi. Ihanneratkaisu olisi, että työtaso olisi helposti muutettavissa istumakorkeuden ja seisomakorkeuden välillä. Tämä voi useissa tapauksissa olla kuitenkin hankala tai kallis toteuttaa. Silloin voidaan käyttää esimerkiksi ratkaisuja, joissa työtaso on seisomakorkeudella ja istumatyötä tehdään välillä korkeajalkaiselta istuimelta käsin. Korkeissa istuimissa rennon työasennon löytäminen voi kuitenkin olla haasteellista. Korkea istuin vaatii myös hyvän jalkatuen ja kunnollisen jalkatilan. Jalkatilat tulee aina mitoittaa suurimpien käyttäjien mittojen mukaan. Jalkatilan tulee olla esteetön eikä siellä saa olla teräviä reunoja, jotka mahdollistaisivat jalkojen kolhiintumisen. Istumatyön jalkatilan vähimmäisvaatimukset näkyvät kuvassa 2. Seisomatyön vähimmäisjalkatilat puolestaan näkyvät kuvassa 3. Jos seisomatyöpisteessä käytetään istuimia, jalkatilan on vastattava suuruudeltaan istumatyön jalkatilavaatimuksia. (Launis & Lehtelä, 2011)



Kuva 2: Jalkatilan suositusarvot istuen työskennellessä. (Launis & Lehtelä, 2011)



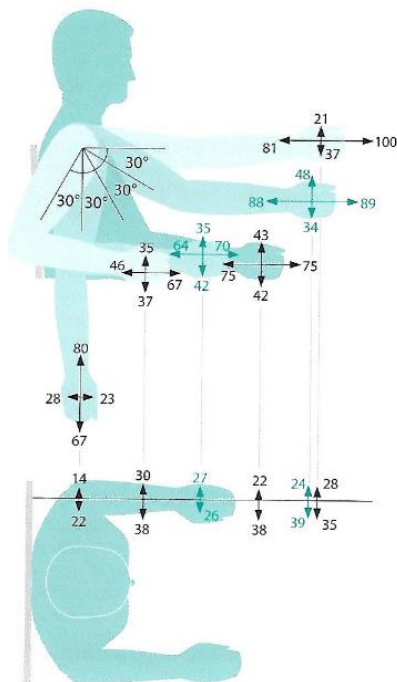
Kuva 3: Suositellut jalkatilat seisomatyössä sekä seisomatukea käyttäen työskennellessä. (Launis & Lehtelä, 2011)

### 2.3 Työliikkeet

Käsiliikkeitä suunniteltaessa tulee tunnistaa riskitekijät, joita esiintyy työtilanteessa. Tavallisesti käsivaivojen ja vaurioiden taustalta löytyvät kolme keskeistä riskitekijää: suuren voiman käyttäminen tai liian suuri staattinen kuormitus, liikkeiden toistuminen samanlaisina pitkään tai nivelten ääriasennot ja epäedulliset liikesuunnat. Suurimmillaan riski käsivammojen syntyyn on, kun nämä riskitekijät esiintyvät yhtäaikaaisesti. Riskiä saadaan vähennettyä esimerkiksi suunnittelemalla jatkuva toistotyö siten, että liikkeet

ovat mahdollisimman optimaalisia ja tarvittava voima mahdollisimman pieni. Optimaalisissa liikemalleissa vartalon ja raajojen asennot ja liikesuunnat tapahtuvat voimantuoton kannalta edullisimpaan suuntaan ja liikkeet ovat rentoja ja sujuvia. Käsien suositeltavat asennot ja nivelkulmien vaihtelualueet näkyvät kuvassa 4. Liikkeissä ja asennoissa tulisi olla mahdollisimman paljon vaihtelua, mutta tätä ei usein ole mahdollista toteuttaa varsinkaan kokoonpanotyössä. (Launis & Lehtelä, 2011)

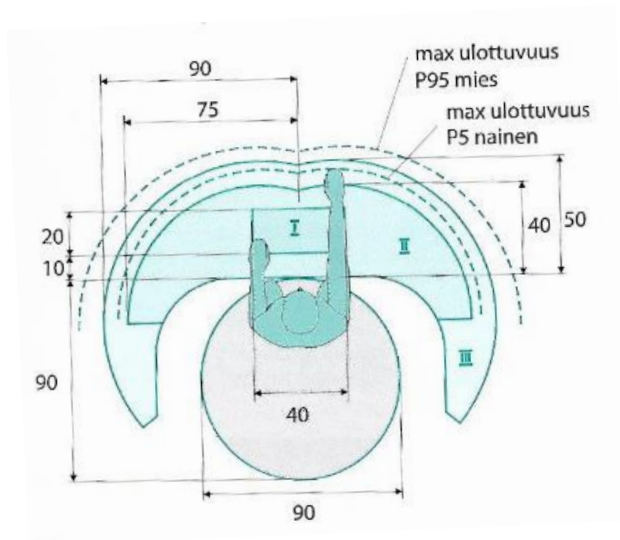
Voimaa vaativat työliikkeet tulisi suunnata mahdollisimman kohtisuoraan joko pois päin vartalosta tai vartaloa kohti. Tällöin työn tekevät raajojen suuret lihakset. Sivuille, ylös tai alas suuntautuvissa liikkeissä voiman tuotto on pienempi ja vaurioitumisriski suurenee (kuva 4). Kevyet liikkeet tulisi suunnitella raajan kannattelun kannalta edullisin liikkein. (Launis & Lehtelä, 2011)



Kuva 4: Voiman tuotto käden eri asennoissa verrattuna maksimaaliseen työntövoimaan käsi suorana (Launis & Lehtelä, 2011).

Pöytätason työskentelyalueet näkyvät kuvassa 5. Ensisijainen työskentelykohde tulisi olla sijoitettu alueelle yksi. Usein tarvittavat tarvikkeet ja apuvälineet, kuten kokoonpanon osat tulisi sijoittaa alueelle kaksi. Harvoin toistuvat toiminnot voidaan sijoittaa alueelle

kolme. Alueella kolme työskentely vaatii vartalon kiertymistä tai kumartumista. Alueita voidaan soveltaa lähes kaikenkokoisille työntekijöille. (Launis & Lehtelä, 2011)



Kuva 5: Käsien työskentelyalueet pöytätasossa. (Launis & Lehtelä, 2011)

Korkeussuunnassa tärkeimmän työkohteen tulisi olla sijoitettu siten, että työskentely tapahtuu olkavarren ollessa pystysuunnassa. Ilman käden tukea työskennellessä olkavarsi saisi poiketa enintään 20 astetta pystysuunnasta. Suositeltu työskentelyalue korkeussuunnassa ulottuu hartialinjasta istuimen korkeudelle. Tälle alueelle tulisi sijoittaa kaikki usein käytettävät hallintalaitteet sekä tärkeät hallintalaitteet, kuten esimerkiksi hätäseis-kytkin. (Launis & Lehtelä, 2011)

### 3 Ergonomia

Ergonomialla tarkoitetaan tieteenalaa, joka tutkii ja kehittää ihmisen ja toimintajärjestelmän vuorovaikutusta, parantaakseen toiminnan tuottavuutta, tehokkuutta ja hyvinvointia. Ergonomian avulla sopeutetaan työ, työvälineet, työympäristö ja muu toimintajärjestelmä

vastaamaan ihmisen tarpeita ja ominaisuuksia. Se johtaa ihmisen turvallisuuden, terveyden ja hyvinvoinnin, sekä järjestelmän tehokkuuden ja häiriöttömän toiminnan paranemiseen. Tarvitaan monipuolista ergonomiatietoa ja -osaamista, että tuottavuutta, työturvallisuutta ja työterveyttä voidaan kehittää. (Ergonomiayhdistys, 2018)

Ergonomia jakautuu kolmeen eri osa-alueeseen; fyysiseen ergonomiaan, kognitiiviseen ergonomiaan ja organisatoriseen ergonomiaan. Fyysinen ergonomia pyrkii sopeuttamaan fyysisen toiminnan ihmisen anatomisten ja fysiologisten ominaisuuksien mukaisiksi. Työpuiteiden, -välineiden, -ympäristön ja -menetelmien suunnittelussa käytetään fyysistä ergonomiaa. Kognitiivinen ergonomia puolestaan pyrkii sopeuttamaan järjestelmät ja niiden käyttöliittymät vastaamaan niitä piirteitä, jotka ovat ominaisia ihmisen tiedonkäsitelystä. Tiedon esittämistavat sekä järjestelmät ja niiden käyttöliittymät suunnitellaan kognitiivisen ergonomian kautta. Organisatorinen ergonomia keskittyy yhteensovittamaan tekninen järjestelmä sosiaalisen järjestelmän kanssa. Sitä käytetään muun muassa henkilöstön, työaikajärjestelyiden, työkokonaisuuksien ja työprosessien suunnittelussa. Organisatorinen ergonomia liittyy myös palveluiden ja tuotannon sekä henkilöstön yhteistyön kehittämiseen. (Ergonomiayhdistys, 2018)

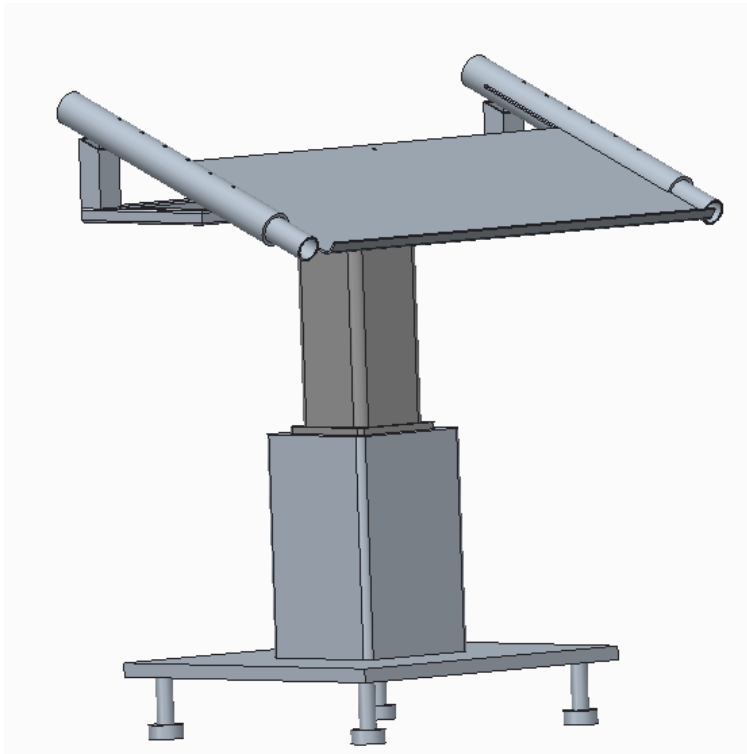
## **4 Henkilökohtaiset suojavälineet**

Työntekijöiden käyttämiä henkilökohtaisia suojavälineitä kutsutaan henkilönsuojaimiksi. Henkilönsuojaimet on suunniteltu suojaamaan työntekijöitä mahdollisilta tapaturmilta ja sairastumisen vaaralta työtä tehdessä. (Tehy, 2019) Työnantajan kuuluu tehdä kartoitus työpaikalla olevista tapaturma- ja sairastumisriskeistä sekä muista vaaroista. Jos kyseisiä riskejä ja vaaroja ei voida eliminoida itse työoloja muuttamalla, työnantajan on hankittava ja annettava työntekijöille henkilönsuojaimet. Hankituilla suojaimilla on oltava CE-hyväksyntä, joka osoittaa niiden olevan direktiivin mukaan valmistettuja. Suojainten tulee myös olla tarkoituksenmukaiset sen vaaran torjuntaan, johon ne on hankittu, ja niiden tulee soveltua käytettäväksi sellaisissa olosuhteissa, jotka työpaikalla vallitsevat. (TKK, 2011)

## 5 Valitut järjestelyt

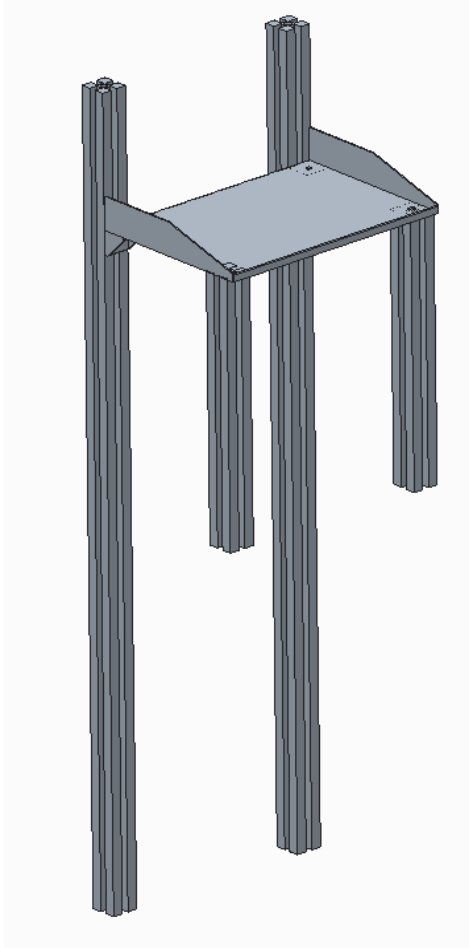
### 5.1 Työtasot

Suunnitteluvaiheessa oikean käden puolen osalaatikoiden sijoitustasoksi valikoitui kolmen millin paksuisesta teräslevystä valmistettu taso (kuva 6). Tasolle tuli työntekijöiden erikokoisuus huomioiden saada suunniteltua säätömahdollisuus sekä korkeus- että leveysuunnassa. Korkeussuunnan säätö toteutettiin Rose-Krieger Alpha Colonne medium-nostopylväällä, joka sijoitettiin lattiaan pultattavan jalustan päälle. Pylvään säätövara on 600 millimetriä, mikä mahdollistaa tason korkeussäädön hyvälle korkeudelle sekä istuma- että seisomatyössä kaikille työntekijöille.



Kuva 6: Työntekijän oikealle puolelle sijoitettava taso

Keskimmäiseksi osatelineeksi linjaston ja jigin yläpuolelle valittiin rakenne, joka koostui Boschin 40 mm X 40 mm alumiiniprofiilista (kuva 7). Myös itse linjaston kokoonpanossa on käytetty samaa profiilia, joten kiinnitys sekä syvyys- ja korkeussäätö tapahtuvat helposti Boschin omien liitoskappaleiden avulla.



Kuva 7: Työntekijän etupuolelle sijoitettava taso. Linjasto kulkee tason alta.

Työntekijän vasemmalle puolelle tulevat jouset sijoitetaan kallistettavalle pöydälle, jossa on korkeussäätö sekä pyörät liikuttelua varten. Runkolavan korkeutta ja sijaintia voidaan säätää Frendi-lavanostimella.

## 5.2 Laatikoiden sijoittelu

Laatikoiden sijoittelua suunniteltaessa keskityttiin siihen, että kaikki osat saadaan sijoitettua pöytätason työskentelyalueelle kaksi. Itse kokoonpanojigi sijoitetaan alueelle yksi, jossa tapahtuu eniten tarkkuutta vaativa kokoonpanotyö. Ongelmallisimmaksi osaksi sijoituksen kannalta osoittautuivat rungot. Rungot tulevat koneistuksesta EUR-lavalla, jonka koko on 800 mm X 1200 mm. Minne tahansa runkolavan työpisteellä sijoittaakin,

joutuu työntekijä kurottamaan todella epäergonomisiin asentoihin poimiessaan runkoja lavan eri puolilta.

Erilaisia laatikoiden sijoittelutapoja kokeillessa nopeimmaksi ja käyttäjäystävällisimmäksi ratkaisuksi valikoitui asetelma, jossa runkolava ja jousilaatikko sijoitetaan työntekijän vasemmalle puolelle. Työntekijän etupuolella olevalle tasolle sijoitetaan puolestaan laakeripesät sekä aluslevyt. Oikealle puolelle jäävät tällöin molemmat mäntälaatikot sekä nokka-akselit. Kaikki osat ovat sijoiteltu niin, että kokoonpanossa osaa ei tarvitse siirtää kädestä toiseen eri puolelle runkoa, vaan osa laitetaan rungon sisään samalta puolelta ja samalla kädellä kuin millä osa otetaan laatikosta.

### **5.3 Kokoonpanojärjestys**

Ensin runko asetetaan jigiiin etumännän puoli oikealle. Sitten pujotetaan takamäntä rungon sisään oikealla kädellä oikealta puolelta ja tunnustellaan sormilla laakeripesien reijistä, että takamännän kaulus on pystysuorassa. Männän suoruus on olennaista ovensuljimen toiminnan kannalta, että kauluksessa kiinni oleva rulla putoaa nätisti nokka-akselin uraan. Sen jälkeen otetaan nokka-akseli ja aluslevyt, ja pujotetaan aluslevyt akseliin, jonka jälkeen työnnetään nokka paikoilleen ison laakeripesän puolelta siten, että nokka osoittaa takamäntää kohti. Tämän jälkeen laakeripesät pujotetaan nokkaan ja puristetaan kevyesti paikoilleen, että ne eivät pääse putoamaan siirtymän aikana. Lopuksi työnnetään etumäntä ja jousi rungon sisään ja puristetaan kevyesti niitä toisiaan kohti, että etumäntä sijoittuu hyvin nokan uraan. Myös etumäntä on asetettava tarkasti pystysuoraan, että se asettuu nokan uraan ja ovensuljin toimii. Sitten runko nostetaan liukuhihnalle, joka kuljettaa sen eteenpäin kokoonpantavaksi. Kokoonpanon työvaiheet ovat esitettyinä kuvien liitteessä 1.

Kokoonpanojärjestys on suunniteltu siten, että siinä tulee tehtyä mahdollisimman vähän turhia liikkeitä. Kun runko asetetaan jigiiin poikittain, voidaan kaikki työvaiheet suorittaa rungon ollessa samassa asennossa. Jigiä voi hieman kallistaa kokoonpanon aikana, mikä helpottaa mäntien asennon määrittämistä laakeripesän rei'istä katsomalla. Tällä kokoonpanojärjestyksellä päästiin testikokoonpanoja tehdessä noin 30-45 sekunnin jaksonaikaan. Männän asettaminen rungon sisälle on erittäin tarkkuutta vaativa toimenpide ja



mäntä jää helposti vinoon ja sen myötä jumittuu rungon suulle. Tämä vaikutti suurempia sarjoja kokoonpantaessa jaksonaikaan huomattavasti. Kun satunnaisia ongelmia ei esiintynyt, päästiin kokoonpanon jaksonajassa jopa alle 30 sekunnin.

## **6 Pohdinta**

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella työpiste, jolla olisi mahdollista esikokoonpanna cam-ovensulkimia 45 sekunnin jaksonajalla ergonomisesti ja turvallisesti. Tavoitteena oli myös, että uusi kokoonpanotyöpiste olisi siirrettävissä, ettei se häiritsisi automaattilinjastolla jatkuvaa hammasakselisulkimien kokoonpanotyötä. Ergonomisuuteen liittyen keskityttiin tasojen säädettävyyteen ja hyvään sijoitteluun, jotta ne toimisivat tasapuolisesti kaikilla työntekijöillä. Materiaaleiksi pyrittiin valitsemaan standardisoituja ja helposti työstettäviä materiaaleja, jotta työpiste olisi helppo valmistaa.

Kokonaisuutena opinnäytetyössä päästiin tärkeimpiin tavoitteisiin hyvin. Jaksonaikataavoite täyttyi testikokoonpanoja tehdessä hyvinkin helposti. Nopeimmillaan kokoonpanoa pystyi suorittamaan jopa alle 30 sekunnin jaksonajalla, mutta erinäisten mahdollisten ongelmien esiintyessä keskimääräinen jaksonaika pitenee. Osatelineiden siirrettävyys ei toteutunut tavoitteiden mukaisesti. Työturvallisuuden kannalta oli paras vaihtoehto pultata raskas osateline lattiaan kiinni, ettei se pääse kaatumaan missään tilanteessa työntekijän päälle. Myös raskaan telineen liikuttelu olisi lisännyt tapaturmariskiä työpisteellä.

Ergonomisuustavoitteet eivät täysin täyttyneet, sillä linjasto, sekä siihen kiinnitettävä jigi, jolle sulkimet asetetaan, on kiinteällä korkeudella. Tämä ongelma helpottuu säädettävällä työtuolilla, mutta seisomatyöskentely on mahdotonta niille työntekijöille, joille linjasto ei ole sopivalla korkeudella seisoessa. Myös runkolavan koko aiheuttaa epäergonomiaa työpisteelle, mutta se ongelma on mahdollista korjata lastaamalla rungot koneistamisen jälkeen puolikkaan EUR-lavan kokoiselle lavalle. Tällöin työntekijän kurotustarve takaviistoon lavan pituussuunnassa puolittuu. Osatelineen korkeus- ja syvyys säädettävyys sen sijaan toteutui suunnittelussa hyvin.

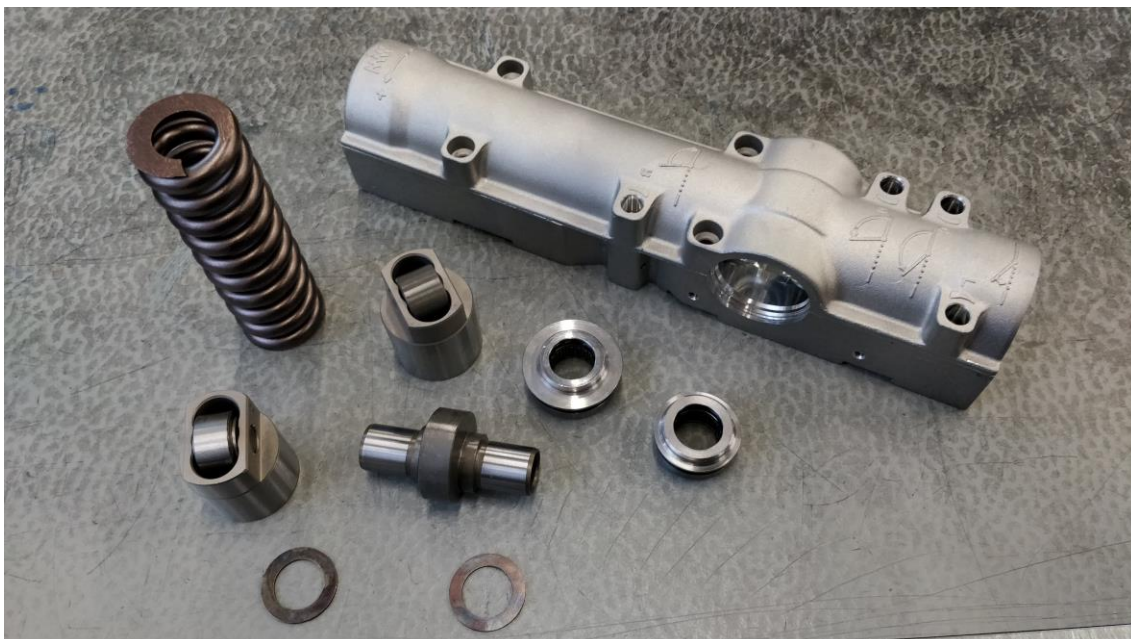
Työpisteen suunnittelussa käytettiin vain standardisoituja materiaaleja, jotka ovat helposti saatavilla valmistusta varten. Pääasiallisena materiaalina käytettiin S355 terästä, jota on helppo työstää ja joka kestää hyvin osalaatikoiden massan.

Opinnäytetyön aikana opin paljon tiedonhausta ja luotettavien lähteiden etsinnästä. Opin tarkastelemaan lähteitä kriittisesti ja kirjoittamaan niiden pohjalta asiasisältöistä tekstiä. Opin myös paljon siitä, mitä kaikkea työpistettä suunniteltaessa on otettava huomioon.

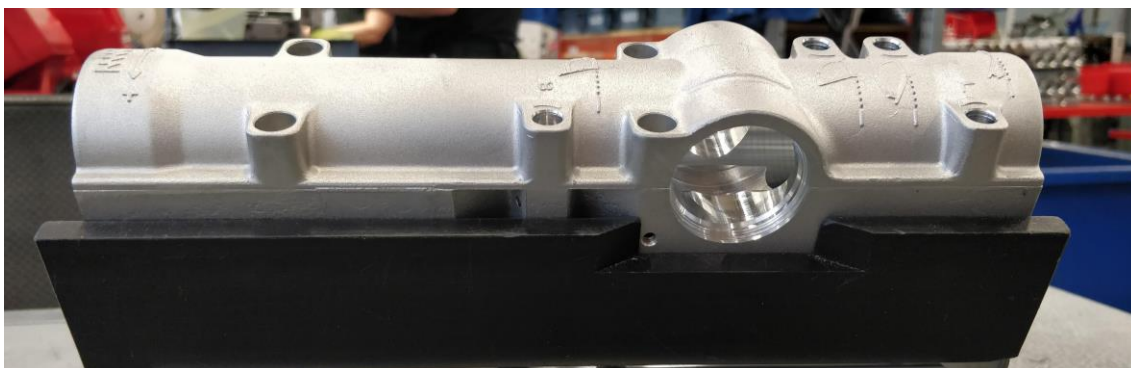
Opinnäytetyön suoritus onnistui omasta mielestäni hyvin. Työ oli haastava, koska helpokäyttöisten ja helposti valmistettavien ratkaisujen löytäminen säädettäviksi työtasoiksi oli haasteellista. Kokonaisuutena saatiin kuitenkin suunniteltua ovensulkimen kokoonpanoon soveltuva työpiste. Tulevaisuudessa työpisteen ergonomiaa voidaan kehittää entisestään kehittämällä ratkaisu, jolla linjaston korkeutta saataisi säädettyä. Tämä mahdollistaisi monipuolisemman työskentelyn seisoen ja istuen.

## Lähteet

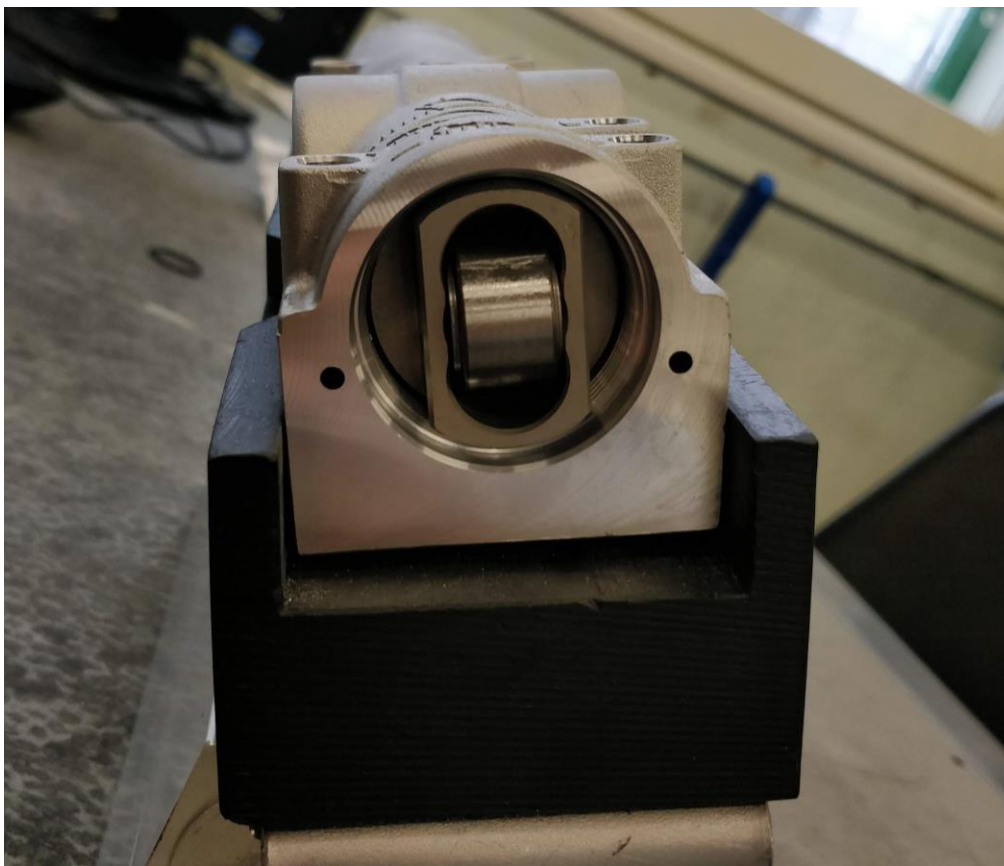
- Abloy Oy. 2018a. Yritys. <https://www.abloy.fi/fi/abloy/abloyfi/yritys/110-vuotiaan-abloyn-tarina/> 24.11.2018
- Abloy Oy. 2018b. Mediatiedotteet. <https://www.abloy.fi/fi/abloy/abloyfi/ajankoh-taista/tiedotteita/uutiset-2014-2015/uutiskategoria-2014-2015/abloyn-bjorkbodan-yt-neuvottelut-paatokseen/> 27.12.2018
- Ergonomiayhdistys. 2018. Mitä on ergonomia? <http://www.ergonomiayhdistys.fi/yhdis-tys/> 24.11.2018
- Finder. 2019. Yritys: Abloy Oy. <https://www.finder.fi/Metallituot-teet/Abloy+Oy/Joensuu/yhteystiedot/123894> 14.1.2019
- Juvonen J. 2007. Avaimen arvoinen: Abloy 100 vuotta. Jyväskylä: Gummerus Kirja-paino Oy
- Konttinen H. 2008. Abloy 1907-2007 Juhlakronikka. Hämeenlinna: Karisto Oy
- Launis M & Lehtelä J. 2011. Ergonomia. Tampere: Tammerprint Oy
- Tehy. 2019. Henkilönsuojaimet. <https://www.tehy.fi/fi/apua/tyosuojelu/henkilonsuojai-met> 14.1.2019
- TKK. 2011. Työturvallisuuskeskus. Työturvallisuus ja työterveys työpaikalla. Painojus-sit Oy



Kuva 1: Esikokoonpantavat ovensulkimen osat: runko, jousi, etu- sekä takamäntä, iso ja pieni laakeripesä, nokka-akseli sekä kaksi aluslevyä.



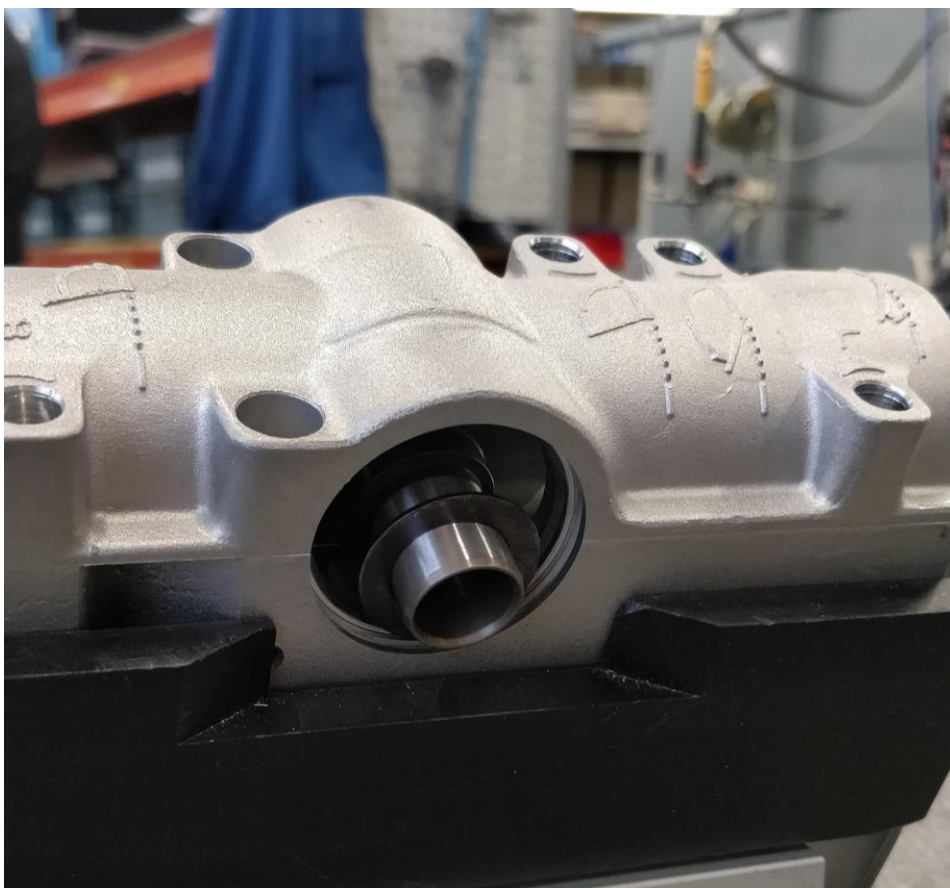
Kuva 2: Runko asetettuna kokoonpanojigiin.



Kuva 3: Takamäntä asetettuna rungon sisään. Männän asento on tärkeä ovensulkimen toiminnan kannalta. Jos mäntä jää vinoon, ei ovensuljin läpäise testausta.



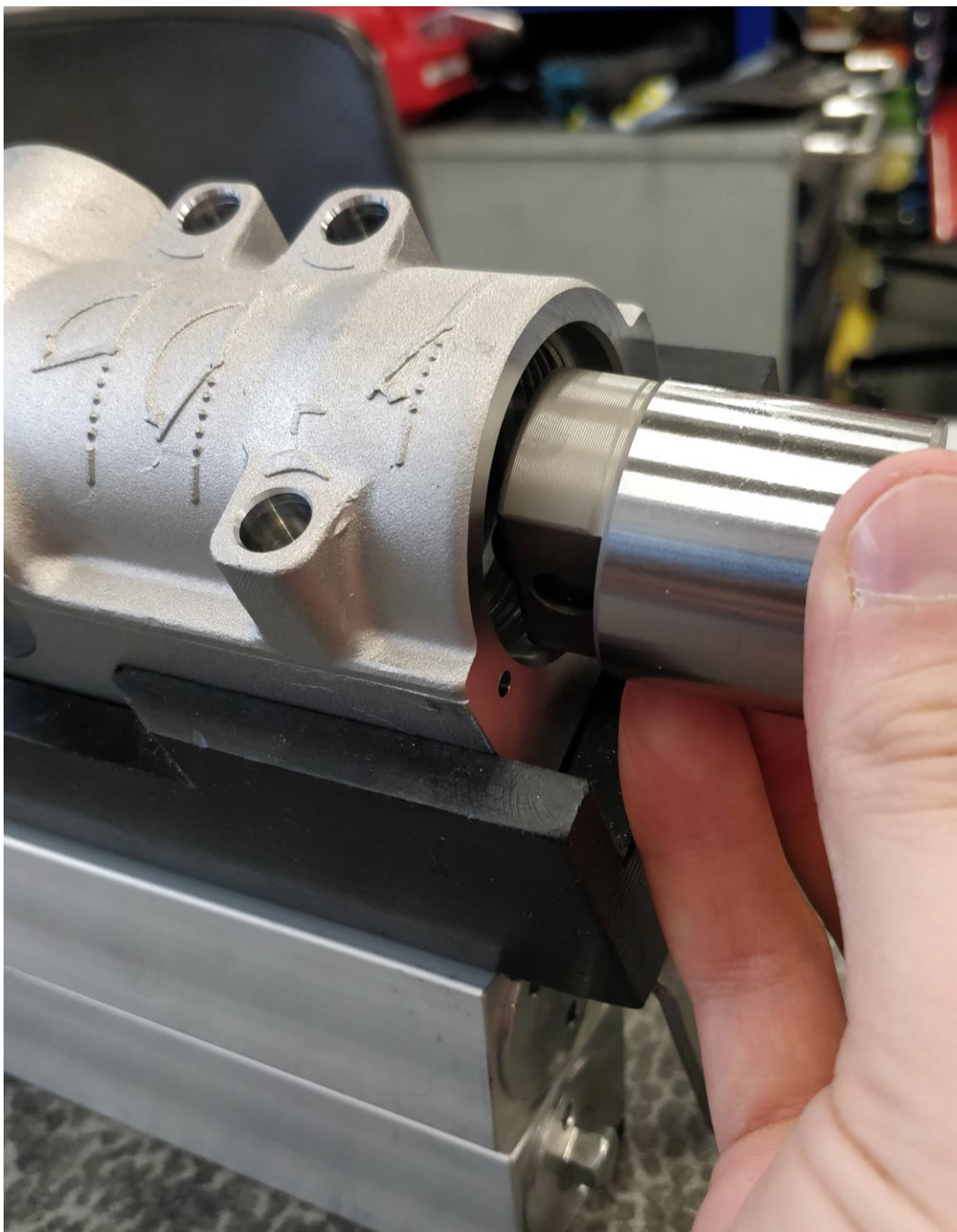
Kuva 4: Nokka-akseli johon on pujotettu aluslevyt.



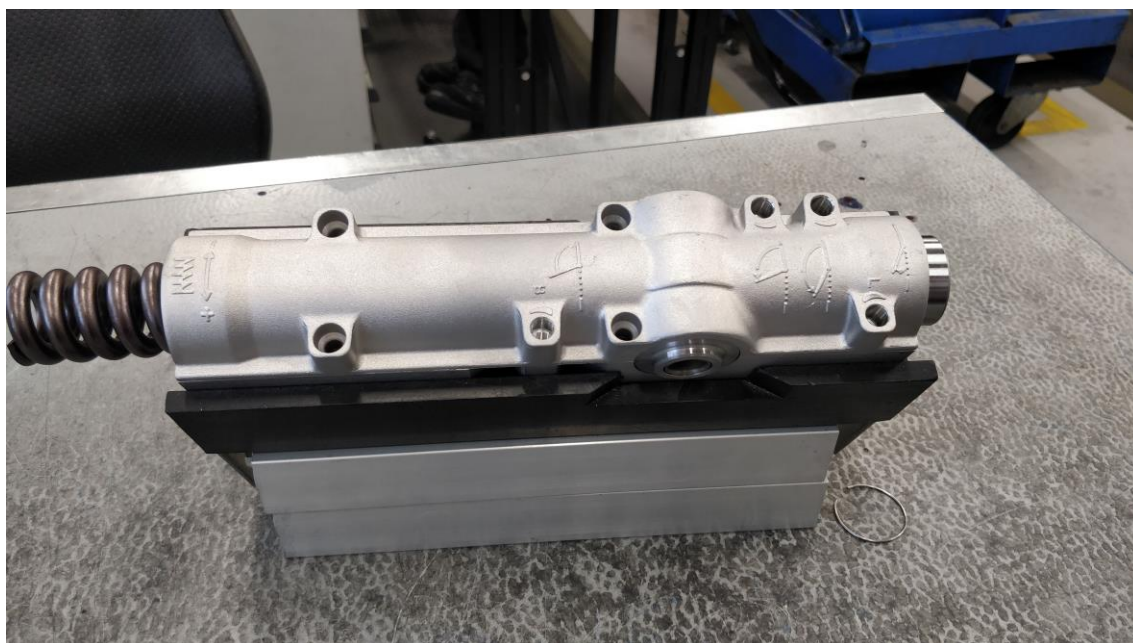
Kuva 5: Nokka-akseli pujotettuna paikoilleen rungon sisään.



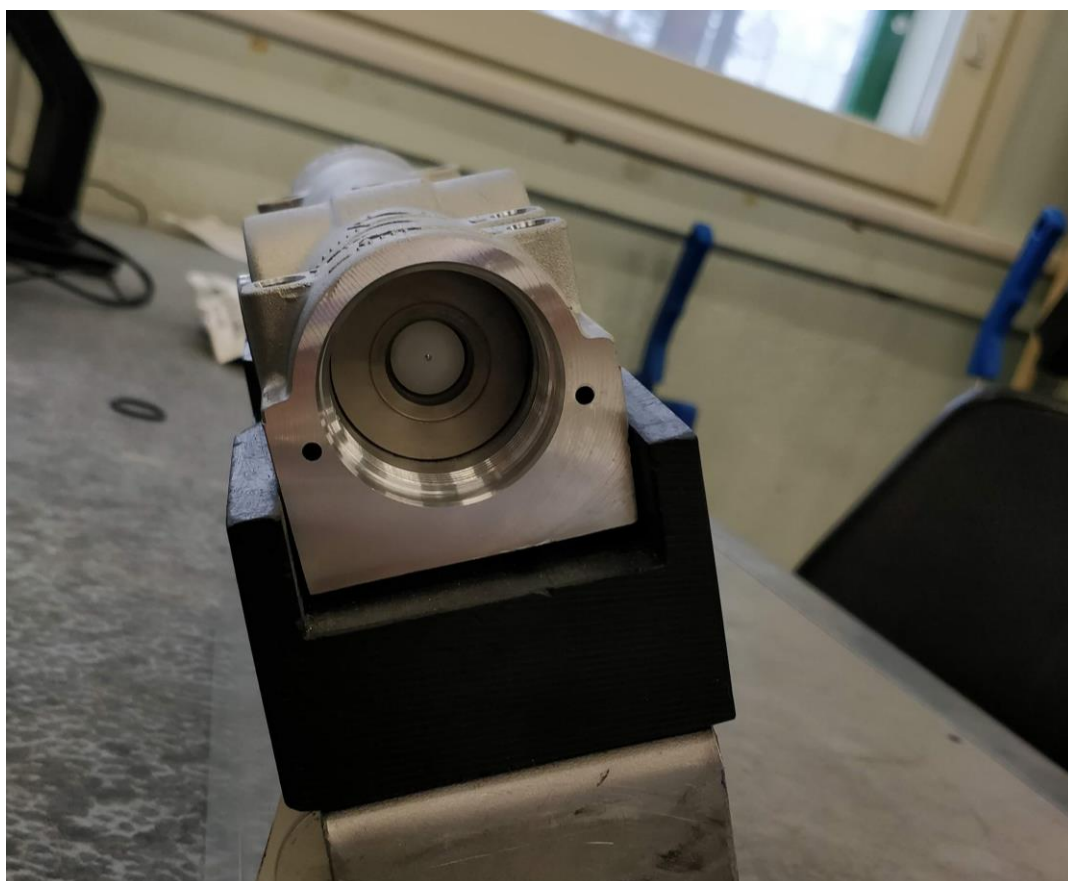
Kuva 6: Laakeripesät painettuna nokka-akselin ympärille runkoon.



Kuva 7: Etumäntä pujotetaan rungon sisään.



Kuva 8: Jousi työnnetään rungon sisään vasemmalta ja painetaan etumäntää ja jousia toisiaan vasten niin, että etumäntä sijoittuu nokan uraan.



Kuva 9: Etumäntä pohjaan painettuna



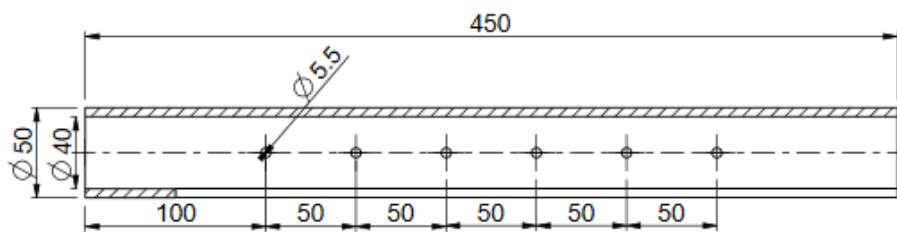
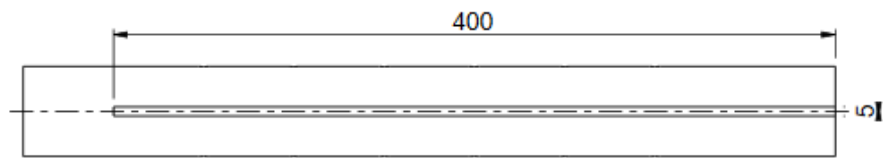



Kuva 10: Jousi pohjaan painettuna



Tämä dokumentti lakkaa sen osaa ei saa kopioida, uudelleenmyydä tai julkistaa osittain tai kokonaisuudessaan ilman kirjallista lupaa omistajalta, ilman kirjallista lupaa omistajalta, ilman kirjallista lupaa omistajalta.

Revision:	Kuvaus: / Description:	Pvm: / Date:	Muuttaja: / By:



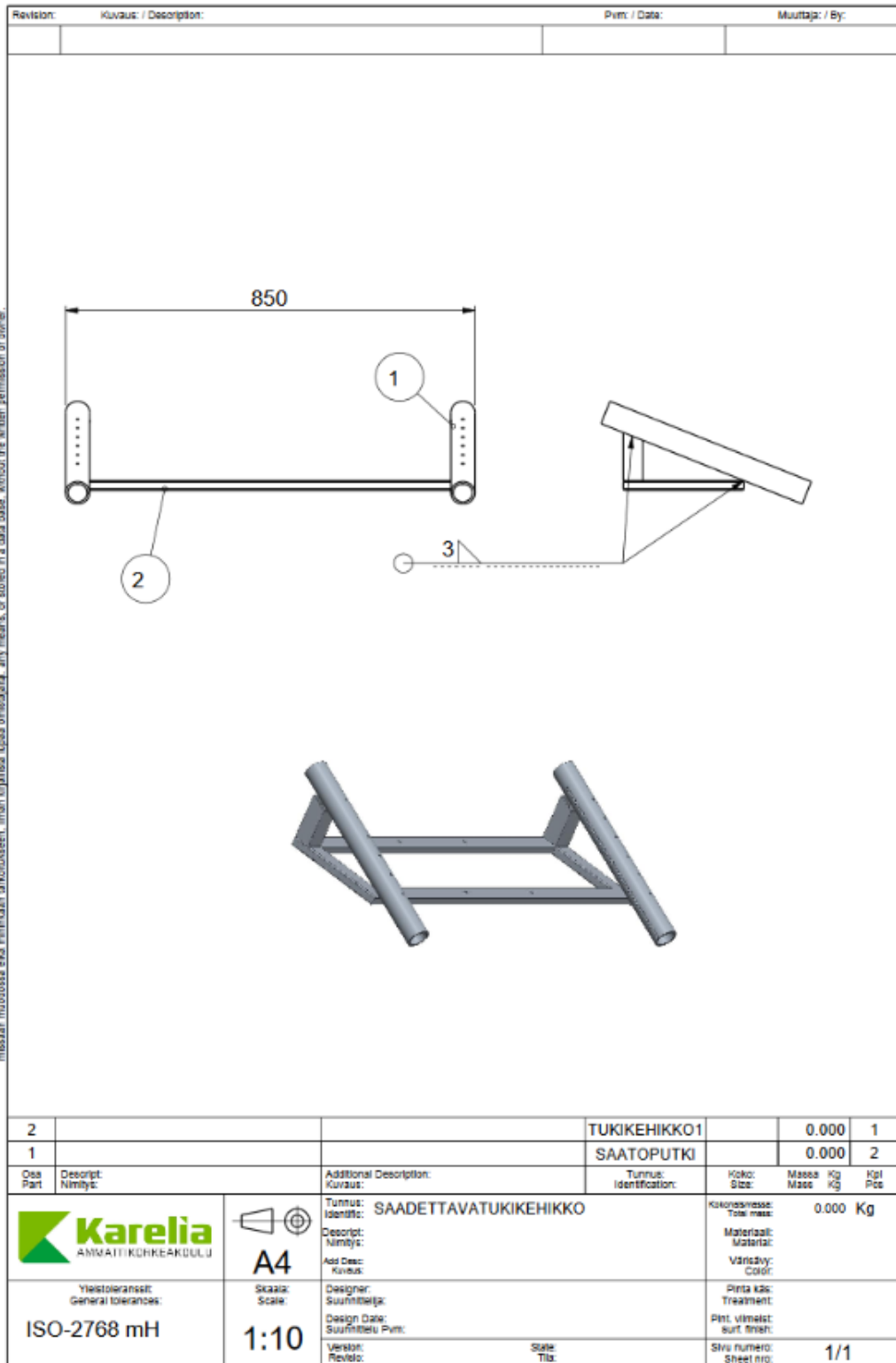
osa Part	Descript: Nimitys:	Additional Description: Kuvaus:	Tunnus: Identification:	Koko: Size:	Massa Mass	Kg Kg	Kpl Pcs
<b>Creo</b> Example format	 <b>A4</b>	Tunnus: Identif: Descript: Nimitys: Säätöputki Add Desc: Kuvaus:		Kokonaismassa: Total mass: 0.000 Kg Materiaali: Material: S355 Värisävy: Color:			
Yleistoleranssit: General tolerances: ISO-2768 mH	Skala: Scale: 1:3	Suunnittelija / Pvm: Designer / Date: - Hyväksytty / Pvm: Approved / Date: -		Pinta käs: Treatment: Pint. viimeist: surf. finish:			
Model filename: SAATOPUTKI		Tuote: Product:	Kuvaus: Replaces:	Sivu numero: Sheet no:			1/1

Model filename: SAATOPUTKI

Drawing filename: SAATOPUTKI

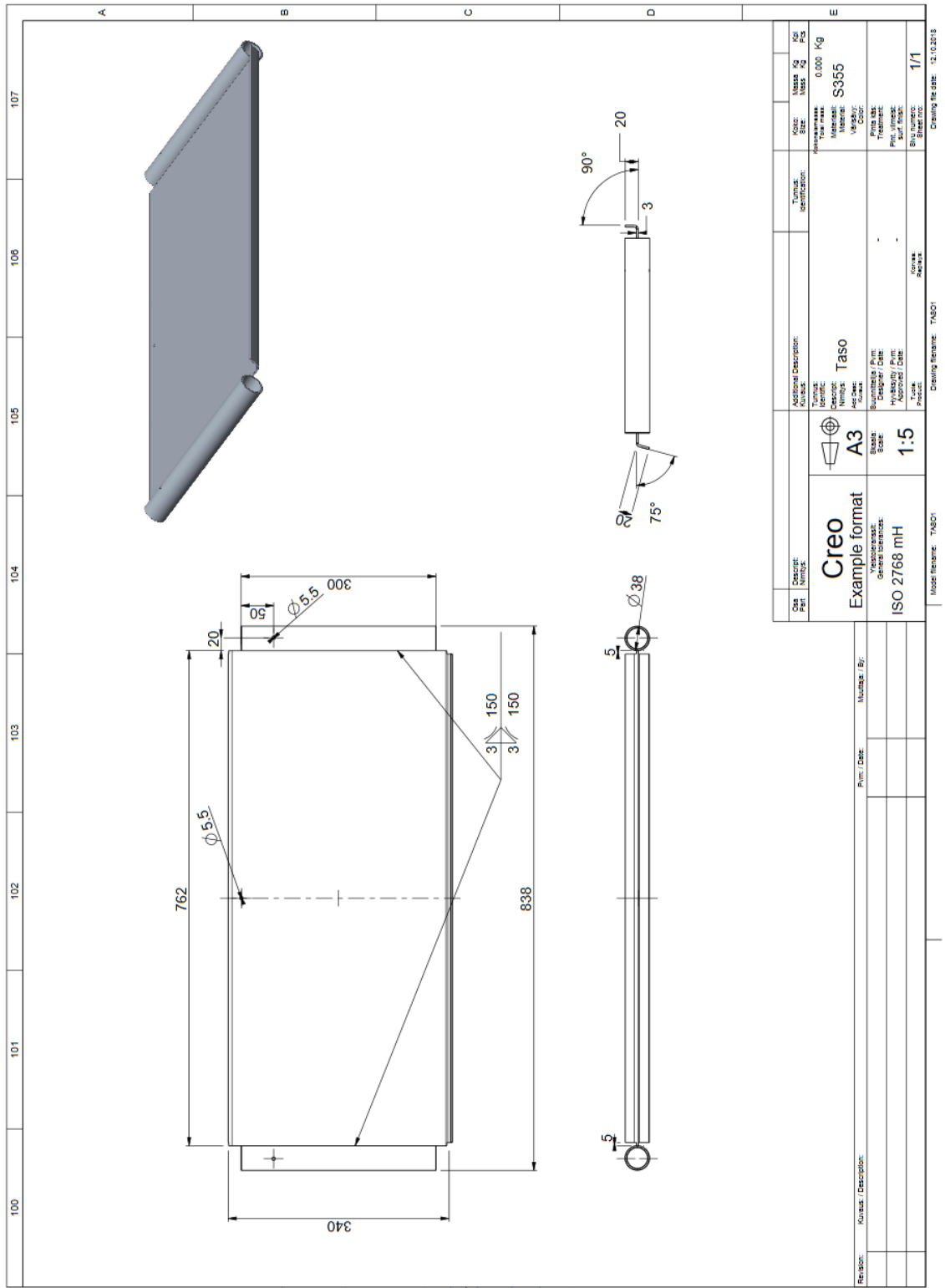
Drawing file date: 11.10.2018

Tämä dokumentti on osa KARELIA:n asiakas- ja tuotetietokantaa. Uudelleenmyyntiä tai kopiointia ilman KARELIA:n kirjallista lupaa ei sallita.



Drawing filename: SAADETUKKEHIKKO

Drawing file date: 05.02.2019

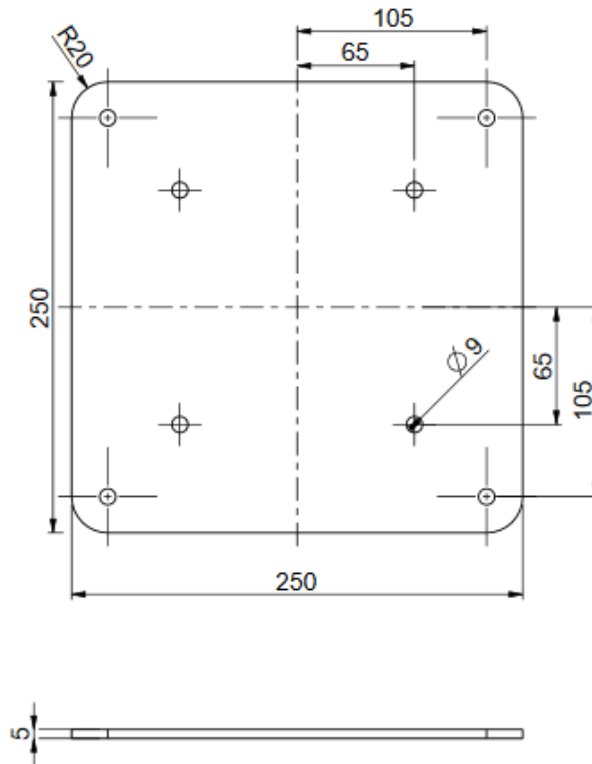



Tämä dokumentti on osa asiakkaan teknisen asiakirjan osaa. Sen sisältöä ei saa kopioida, jäljentää tai muokata ilman asiakkaan kirjallista lupaa. Kaikki oikeudet pidätetään. Tämä dokumentti on osa asiakkaan teknisen asiakirjan osaa. Sen sisältöä ei saa kopioida, jäljentää tai muokata ilman asiakkaan kirjallista lupaa. Kaikki oikeudet pidätetään.

100	101	102	103	104	105	106	107			
<table border="1"> <tr> <td>                 Example format                  Creo                  ISO 2768 mH                  General tolerances                  Scale: 1:5                  A3                  ISO 2768 mH                  General tolerances                  Scale: 1:5             </td> <td>                 Additional description:                  Turunda: Taso                  A3                  ISO 2768 mH                  General tolerances                  Scale: 1:5             </td> <td>                 Technical specification:                  Turunda: S355                  Mass: 0,000 Kg                  Size: 1/1             </td> </tr> </table>								Example format Creo ISO 2768 mH General tolerances Scale: 1:5 A3 ISO 2768 mH General tolerances Scale: 1:5	Additional description: Turunda: Taso A3 ISO 2768 mH General tolerances Scale: 1:5	Technical specification: Turunda: S355 Mass: 0,000 Kg Size: 1/1
Example format Creo ISO 2768 mH General tolerances Scale: 1:5 A3 ISO 2768 mH General tolerances Scale: 1:5	Additional description: Turunda: Taso A3 ISO 2768 mH General tolerances Scale: 1:5	Technical specification: Turunda: S355 Mass: 0,000 Kg Size: 1/1								
Revisio: _____ Kuvaus / Description: _____ Päätt. / Date: _____ Number: _____ By: _____	Model filename: TAB01 Drawing filename: TAB01 Drawing file size: 15,10,2018									

Tämä dokumentti lakkaa sen osaa ei saa kopioida, uudelleenjulkaisua tai jäljentämistä ilman kirjallista lupaa omistajalta, ilman kirjallista lupaa omistajalta, ilman kirjallista lupaa omistajalta.

Revision:	Kuvaus: / Description:	Pvm: / Date:	Muuttaja: / By:



Osia / Part	Descrpt: / Nimitys:	Additional Description: / Kuvaus:	Tunnus: / Identification:	Koko: / Size:	Massa / Mess: Kg	Kpl / Pcs
Creo Example format	 A4	Tunnus: Identif: Descrpt: Nimitys: <b>Kiinnityslevy</b> Add Desc: Kuvaus:		Kokonaismassa: Total mass: 0.000 Kg Materiaali: Material: S355 Väriävy: Color:		
Yleistoleranssit: / General tolerances: ISO-2768 mH	Skala: / Scale: 1:3	Suunnittelija / Pvm: / Designer / Date: - Hyväksytty / Pvm: / Approved / Date: -		Pinta käs: / Treatment: Pint. viimeist: / surf. finish:		Sivun numero: / Sheet no: 1/1

Model filename: KIINNITYSLEVY

Drawing filename: KIINNITYSLEVY

Drawing file date: 11.10.2018







