

Opinnäytetyö (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Koneautomaatiotekniikka

2010

Marko Seppälä

NOLLAPISTEKIINNITTIMIEN KÄYTTÖ ROBOTTIHITSAUKSESSA

– sekä koneistuksessa samoilla kiinnikkeillä



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma | Koneautomaatiotekniikka

Kesäkuu 2010 | Sivumäärä 28

Ohjaaja Jan Jansson

Tekijä Marko Seppälä

NOLLAPISTEKIINNITTIMEN KÄYTTÖ ROBOTTIHITSAUKSESSA

-sekä koneistuksessa samoilla kiinnikkeillä

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin nollapistekiinnittimien soveltuvuutta robotisoituun kappaleen hitsaukseen sekä koneistukseen. Tarkoituksena oli selvittää onko mahdollista käyttää samaa kiinnikettä kappaletta irrottamatta työvaiheiden välissä. Hitsattava ja koneistettava kappale oli Pemamek Oy:n suunnittelema ja valmistuksesta vastasi Mesera Paimio Oy. Tutkimus oli osana Turun ammattikorkeakoulun organisoimaa Panoste-projektia.

Työssä esiteltiin myös nollapistekiinnittimien suoritusarvoja, toimintaa ja niiden erilaisia ominaisuuksia. Käytännön kokeiluja opinnäytetyön tekovaiheessa ei suoritettu.

ASIASANAT:

(Nollapistekiinnitin, Pemamek Oy, Mesera Paimio Oy)

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical Engineering | Machine Automation

June 2010 | Total number of pages 28

Instructor Jan Jansson

Author Marko Seppälä

THE USE OF ZERO POINT CLAMPING SYSTEM ON ROBOTIZED WELDING

-and machining with the same fasteners

The purpose of this graduation thesis was to explore possibility of using zero point clamping system on robotized workpiece welding and machining. The goal was to examine if it is possible to use the same fasteners without removing workpiece between stages. The workpiece was designed by Pemamek Oy and Mesera Paimio Oy was the manufacturer. This study was a part of Panoste project organized by Turku University of Applied Sciences.

This thesis also discusses the performance, function and different features of the zero point clamping system.

Practical tests were not performed during the making of this thesis.

KEYWORDS:

(zero point clamping system, Pemamek Oy, Mesera Paimio Oy)

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	1
2 PANOSTE-PROJEKTI	1
3 KOHDEYRITYKSET	2
3.1 Pemamek Oy	2
3.2 Mesera Paimio Oy	3
4 NOLLAPISTEKIINNITTIMET	4
4.1 Yleisesti	4
4.2 Ominaisuuksia	7
4.2.1 Pyörimisen esto	7
4.2.2 Puhdistus	7
4.2.3 Valvonta	8
5 ROBOTTIHITSAUSSOLU	9
6 HITSATTAVA JA KONEISTETTAVA KAPPALE	10
6.1 Yleisesti	11
6.2 Kappaleen silloitus	12
6.3 Kappaleen asemointi	12
6.4 Hitsaus	12
6.5 Koneistus	12
6.6 Kappaleen vapautus	12
7 KIINNITINADAPTERI	13
7.1 Yleisesti	13
7.2 Nollapistekiinnittimen kiinnitys robottiin	13
7.3 Nollapistetapin kiinnitys kappaleeseen	13
7.4 Kiinnittimin käyttö hitsauksessa ja koneistuksessa	14
7.5 Kiinnitinadapterin rakenne	15
8 NOLLAPISTEKIINNITTIMEN VALINTA	17
8.1 Yleisesti	17
8.2 Kriteerit ja valinta	18
9 YHTEENVETO	21
LÄHTEET	22

KUVAT

Kuva 1. Nollapistekiinnitin ja tappi.	4
Kuva 2. Asetustoleranssi.	5
Kuva 3. Uppoasennus ja pinta-asennus.	6
Kuva 4. Pikakiinnityslaippa.	6
Kuva 5. Kiinnittimen automaattinen puhdistus paineilmalla.	7
Kuva 6. Valvontapiirillä varustettu kiinnitin.	8
Kuva 7. Fastemss Fanuc M-10iA.	9
Kuva 8. Fastemss Fanuc M-900iA.	9
Kuva 9. Schunk SWS-L 510 laippa.	10
Kuva 10 Kääntyvärunko 1500 Ahma.	11
Kuva 11. Nollapistekiinnittimien kiinnitys.	13
Kuva 12. Ensimmäinen versio kiinnitinadapterista.	14
Kuva 13. Toinen versio kiinnitinadapterista.	15
Kuva 14. Kappaleen kiinnittimet .	16
Kuva 15. Kiinnittimet kiinnitettynä.	17
Kuva 16. Kiinnittimet ja työstettävä kappale kiinnitettynä.	17
Kuva 17. Nollapistekiinnitin Schunk NSE 138.	18

KUVIOT

Kuvio 1. Vapaakappalekuva.	19
----------------------------	----

LIITTEET

Liite 1. Kiinnitinadapteri (kokoontapanopiirustus).	
Liite 2. Kiinnitinadapterin etulevy (työpiirustus).	
Liite 3. Kiinnitinadapterin sivu (työpiirustus).	
Liite 4. Kiinnitinadapterin tuki (työpiirustus).	
Liite 5. Kiinnitinadapterin pohja (työpiirustus).	
Liite 6. Kiinnitin 1 kiristin (työpiirustus).	
Liite 7. Kiinnitin 1 vastake (työpiirustus).	
Liite 8. Kiinnitin 2 kiristin (työpiirustus).	
Liite 9. Kiinnitin 2 vastake (työpiirustus).	
Liite 10. Kiinnitin 3 kiristin (työpiirustus).	
Liite 11. Kiinnitin 3 vastake (työpiirustus).	
Liite 12. Nollapistekiinnittimien alusta ja laippa (kokoontapanopiirustus).	
Liite 13. Nollapistekiinnittimien alusta (työpiirustus).	

Liite 14. Laippa (työpiirustus).

Liite 15. Nollapistekiinnittimet ja niiden ominaisuudet (taulukko).

1 Johdanto

Turun ammattikorkeakoulun hallinnoimalle Panoste-projektille tekemässäni opinnäytetyössä pyrittiin selvittämään käsin hitsatun kappaleen kiinnitysmenetelmää robotisoituun hitsaukseen sekä koneistukseen. Kiinnityseriaatteena oli tarkoitus käyttää nollapistekiinnittimiä. Tällä kiinnitysmenetelmällä saavutettaisiin vaadittu tarkkuus ja kappaletta ei tarvitsisi manuaalisesti kiinnittää robottiin taikka koneistuspöytään. Näin säästyttäisiin usealta vaiheelta kappaleen valmistuksessa.

Hitsattava kappale oli Pemamek Oy:n pyörityspöydän osa, joka rakennettaisiin kokonaan Mesera Paimio Oy:ssä. Kyseisistä yrityksistä projektissa mukana oli Pemamek Oy:stä Mikko Savolainen ja Mesera Paimio Oy:stä Tommi Hauhia. Ohjaajana ja valvojana toimi Turun ammattikorkeakoulusta Jan Jansson.

2 Panoste-Projekti

Hankkeen peruspäykitys on tutkia nollapistekiinnityksen mahdollisuuksia eri aiheiden panostuksessa. Nollapisteteknologian hyvinä puolina on muun muassa kiinnitysvirheiden vähentyminen ja toistotarkkuuden paraneminen.

Rahoituksen hoitaa TEKES 60 %, AMK 25 % ja yritykset 15 %. Kokonaisbudjetti on 435 000 euroa. Panoste-projektiin on budjetoitu opiskelijoille projektimuotoisia opintojaksoja ja opinnäytetöitä.

Kyseisessä hankkeessa on mukana useita yrityksiä Varsinais-Suomesta ja Pirkanmaalta. Nollapisteteknologian lisäksi tutkimusaiheina ovat mittaus, merkkkaus ja jäysteenpoisto. Tämä projekti on ainoa, joka keskittyy nollapistekiinnityksen käyttöön hitsauksessa sekä koneistuksessa samalla kiinnityksellä. (Turun ammattikorkeakoulu 2009.)

3 Kohdeyritykset

3.1 Pemamek Oy

Pemamek Oy on Loimaalla sijaitseva 1970-luvulla perustettu yritys. Vuonna 2003 Pemamek Oy muutti uuteen tehtaaseen, jossa oli lattiapinta-alaa 7 500 m². Vuonna 2009 laajennettiin tehdas- ja toimitiloja yhteensä 4 000 m² verran. (Pemamek Oy 2010.)

Alkujaan liikeideana oli salaojitustoiminta. Talvikaudeksi tarvittiin muuta liiketoimintaa, joten yritys alkoi alihankkijana hitsata öljysäiliöitä. Kappaleen hankalan muodon vuoksi suunniteltiin kappaleen käsittelylaite helpottamaan käsittelyä. Tämän jälkeen huomattiin markkinarako työn tuottavuutta parantaville kappaleenkäsittelylaitteille. Jo vuonna 1971 ensimmäiset Pemamek Oy:n kappaleenkäsittelylaitteet saatiin markkinoille. Suurin pyörityspöytä 250 tonnia ja suurin rullasto 1200 tonnia. (Savolainen 11.11.2009.)

Nykyään Pemamek Oy tunnetaan ympäri maailmaa

- laivanrakennuksen terästuotantolinjoista
- voimalaitoskattiloiden putkipaneeleiden valmistusjärjestelmistä
- energiatuotannon
- tuulivoimalatornien tuotantolinjoista
- raskaan teollisuuden työkappaleiden käsittelylaitteista

Pemamek Oy työllisti vuonna 2009 noin 130 työntekijää, joista 50 oli suunnittelijaa ja insinööriä. Tästä johtuen sitä voidaan kutsua vahvaksi suunnitteluorganisaatioksi. Tämä asiantuntijaorganisaatio työllistää paljon alihankinnalla. Suuret osat hankitaan alihankinnalla, pienet valmistetaan itse. Kaikki on yhtä ja samaa. Partnereina on robottipuolella Motoman ja hitsauksesta huolehtii Lincoln Electric, aiempina vuosina hitsauksesta huolehti Esab. (Savolainen 11.11.2009.)

3.2 Mesera Paimio Oy

Mesera Paimio Oy on aloittanut toimintansa vuonna 1987. Se kuuluu Mesera-konserniin. Henkilökuntaan kuuluu noin 75 alan ammattilaista. Mesera Paimio Oy keskittää osaamisensa keskiraskaisiin hitsattuihin teräsrakenteisiin, näiden koneistukseen sekä osakokoonpanoon. Lisää osaamista tämä yritys saa sisaryrityksiltä CNC-sorvauksessa, hionnassa ja peittauksessa. (Mesera Paimio Oy 2010.)

Toimipisteitä Mesera Paimio Oy:n lisäksi ovat

- Mesera Karhula Oy, Kotka
- Mesera Salo Oy, Salo
- Salon Konepaja Oy, Salo
- Mesera Sorsakoski Oy, Pohjois-Savo
- Mesera Coatings, Turku ja Salo.

Asiakkaat koostuvat suomalaisista kansainvälisesti tunnetuista yrityksistä. Mesera Paimio Oy:n toiminta-ajatuksena on palvella suomalaista metalliteollisuutta asennusvalmiiden osien ja osakokoonpanojen sopimustoimittajana. Tätä tukevat avoin ja sitoutunut yhteistyö asiakaskunnan kanssa sekä korkea toiminnan ja tuotteiden laatu. (Mesera Paimio Oy 2010)

Mesera Paimio Oy:ssä ammattitaitoisen henkilökunnan apuna on C9000-toiminnanohjausjärjestelmä. Järjestelmä kattaa koko tilaus- ja toimitusprosessin sekä taloushallinnon. (Mesera Paimio Oy 2010.)

Jokapäiväinen toiminta on sertifioidun ISO 9001-laatu järjestelmän vaatimusten mukainen. Tämän lisäksi hitsausten laadunhallinta on sertifioitu ISO 3834-2 mukaan ja ympäristöasiat kehittyvät sekä rakennetaan ISO 14001 mukaan. (Mesera Paimio Oy 2010.)

4 Nollapistekiinnittimet

4.1 Yleisesti

Nollapistekiinnitin on uudehko kappaleen kiinnitysmenetelmä. Tästä menetelmästä ei paljoakaan ole tietoa maailmalla. Kyseisessä kiinnitysmenetelmässä asemoitavan kappaleen nollapiste säilyy jokaisella kiinnityskerralla samassa paikassa. Tässä kiinnitysmenetelmässä ei siis tarvitse erikseen määritellä nollapistettä kappaleen kiinnityksen yhteydessä. Näin ollen toistotarkkuus paranee osien valmistuksessa. Tästä on hyötyä etenkin valmistusmäärien ollessa suuria ja kun samaa kappaletta työstetään useammassa eri työpisteessä.

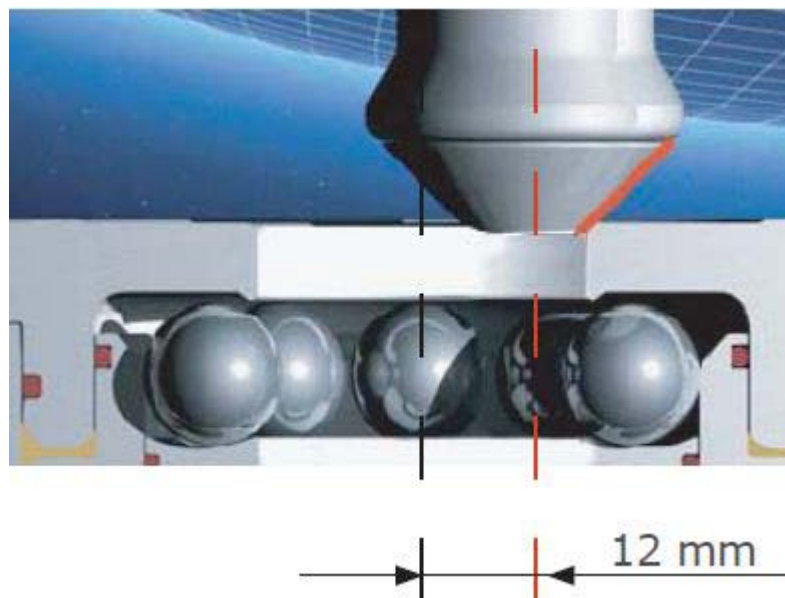


Kuva 1. Nollapistekiinnitin ja tappi (Zero Point Systems 2010).

Kokonaisuus koostuu kahdesta osasta (Kuva 1). Ensimmäinen osa "nollapistekiinnitin" asennetaan kiinteästi työpisteeseen. Toinen osa "nollapistetappi" kiinnitetään työstettävään kappaleeseen. Työstettävä kappale kohdistetaan nollapistetapit kiinnitettynä nollapistekiinnittimen yläpuolelle ja painetaan kiinni, jolloin kiinnittimen mekanismi lukitsee sen.

Kiinnittimen lukkiutuminen tapahtuu mekaanisesti tai hydraulisesti. Mekaanisesti tarkoittaa yleensä jousivoimaa, mutta myös ruuvattavia kiinnittimiä löytyy. Hydraulisessa lukituksessa erillisiin kammioihin johdetaan öljyä, joka siirtää lukitusmekanismin näin lukiten sen. Kiinnipitovoima vaihtelee 1,3–50 kilonewtoniin. Maksimipitovoima on 13–200 kilonewtonia. Kiinnipitovoimalla tarkoitetaan voimaa, jolla kappale pysyy kiinni säilyttäen nollapisteensä. Maksimipitovoimalla tarkoitetaan voimaa, jolla kiinnitin vielä pitää, mutta nollapiste on jo siirtynyt. Tämän voiman ylittyessä nollapistekiinnitin antaa periksi ja nollapistetappi pääsee irtoamaan.

Kappaleen vapautus tapahtuu mekaanisesti, hydraulisesti tai pneumaattisesti. Hydraulisesti vapautettavissa kiinnittimissä irrotuspaine on 30–180 baria ja pneumaattisissa 6–8 baria. Toistotarkkuudeksi valmistajat lupaavat <math><0,005\text{ mm}</math>.



Kuva 2. Asetustoleranssi (Zero Point Systems 2010).

Nollapistekiinnittimissä ilmoitettu asetustoleranssi tarkoittaa sitä, kuinka tarkasti ja suoraan tappi on asetettava kiinnittimeen. Tämä riippuu kiinnittimen rakenteesta ja toimintaperiaatteista. Yleisesti asetustoleranssi on 2,5–12 mm, kuten kuvassa (Kuva 2) on esitetty.



Kuva 3. Uppoasennus ja pinta-asennus (Zero Point Systems 2010).



Kuva 4. Pikakiinnityslaippa (Zero Point Systems 2010).

Kiinnittimiä on pinta- ja uppoasennuksella (Kuva 3). Uppoasennettavat kiinnittimet upotetaan esimerkiksi koneistuspöytään kiinteällä asennuksella. Pinta-asennettavat voidaan kiinnittää kuusiokoloruuveilla tai pikakiinnityksellä, jolloin ne voidaan helposti irrottaa ja kiinnittää uudelleen eri paikkaan. Pikakiinnityslaippa (Kuva 4) asennetaan nollapistekiinnittimen alareunassa sijaitsevaan uraan ja laippa kiinnitetään työpöytään pulteilla. Valinta näiden väliltä riippuu siitä, millaiseen käyttöön ja työpisteeseen kiinnitin tulee.

Nollapistetappeja on saatavilla kolme erilaista. On tappeja, jotka ovat tarkoilla toleransseilla ja määrittävät nollapisteen, yhden akselin suuntainen asemointi ja normaali ilman samoja tarkkuuksia.

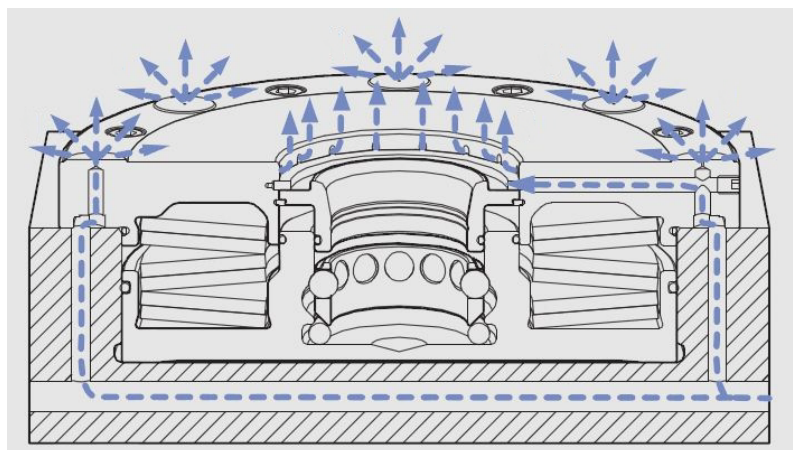
4.2 Ominaisuudet

Nollapistekiinnittimillä on monta eri valmistajaa, ja jokaisella valmistajalla vaihtelevin ominaisuuksin varustettuja kiinnittimiä. Tästä johtuen pitääkin kiinnittimen valinnassa ensin kartoittaa tarve, toisin sanoen, mitä ominaisuuksia tarvitaan ja vasta sitten, miltä valmistajalta löytyy kyseisillä ominaisuuksilla varustettu tai varusteltava nollapistekiinnitin.

4.2.1 Pyörimisen esto

Kiinnittimiä on erimuotoisia riippuen käyttötarkoituksesta. Yleisin muoto on pyöreä, mutta myös neliön muotoisia löytyy. Neliön muotoiset ovat tarkoitettu estämään kappaleen pyöriminen. Joissakin kiinnittimissä on erikseen toteutettu kappaleen pyörimisen esto. Pyörimisen estolla varustettu nollapistekiinnitin tulee kysymykseen jos kyseessä on pienikokoinen kappale eikä ole mahdollista käyttää useampaa kiinnitintä. Jos pyörimisen estoa ei ole ja halutaan käyttää pyöreänmuotoista kiinnitintä, niin pyörimisen esto voidaan myös toteuttaa ohjaustappeja käyttäen, jotka samalla estävät pyörimisliikkeen. Pyörimisen esto voidaan myös toteuttaa asentamalla useampi kiinnitin.

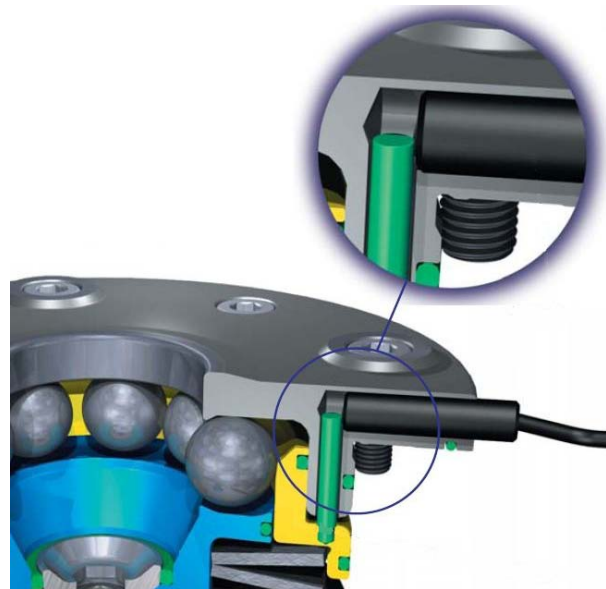
4.2.2 Puhdistus



Kuva 5. Kiinnittimen automaattinen puhdistus paineilmalla (Stark 2010).

Kappaleiden hitsauksessa, koneistuksessa ja muissa työstöissä esiintyy likaa ja työstöaineita. Jotta kiinnittimet pysyvät puhtaina ja toimivina, ne on syytä puhdistaa aika ajoin. Useimmat kiinnittimet ovat avattavia ja voidaan puhdistaa manuaalisesti, mutta myös automaattinen puhdistus on mahdollista. Tähän yksinkertaisena ratkaisuna kappaleen irrotuksen yhteydessä päästetään paineilmaa puhaltamaan kiinnittimen pinnat ja sisukset puhtaaksi roskista (Kuva 5).

4.2.3 Valvonta



Kuva 6. Valvontapiirillä varustettu kiinnitin (Zero Point Systems 2010).

Yhä useammin kappaleen valmistus pyritään automatisoimaan. Näissä tapauksissa pitää saada kiinnittimeltä tieto siitä, onko kappale lukittu vai irrotettu. Eräissä nollapistekiinnittimissä on integroitu valvontapiiri tai mekanismi. Sen avulla saadaan siis vaikka robotille varmistus tieto kiinnittimen tilasta. Kuvassa (Kuva 6) vihreä ylös nouseva tappi kertoo anturille kappaleen olevan lukittu.

5 Robottihitsaussolu



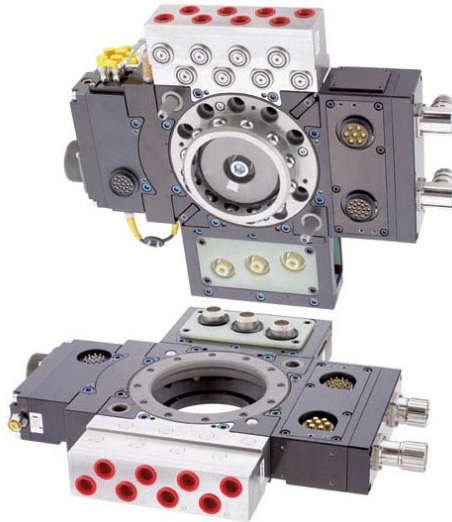
Kuva 7. M-10iA



Kuva 8. M-900iA/600

(Fanuc Robotics 2010) .

Mesera Paimio Oy:ssä sijaitsee kahden robotin hitsaussolu. Robottien valmistaja on Fanuc. Pienempi on M-10iA-sarjan robotti (Kuva 7), ja suurempi on M-900iA-sarjan robotti (Kuva 8). Kappaleen hitsaus tapahtuu näillä roboteilla. Pienempi robotti, johon on integroitu hitsauspistooli, toimii kappaleen hitsaajana. Suurempi hoitaa kappaleen käsittelyn, noudon ja palautuksen.



Kuva 9. SWS-L 510 laippa (Schunk 2010).

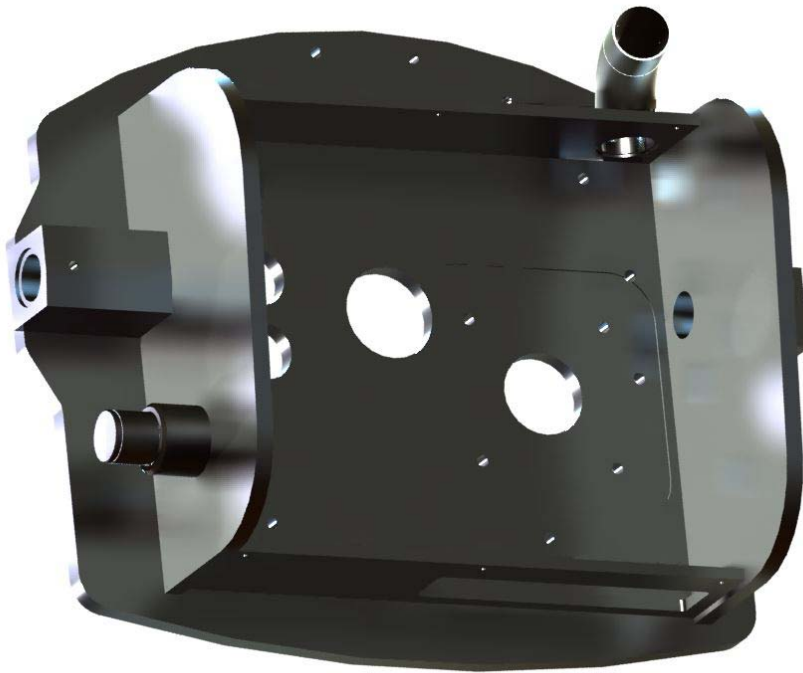
Suuremmissa robotissa on Schunkin valmistama SWS-L 510-laippa (Kuva 9) johon on tarkoitus kiinnittää nollapistekiinnittimet erillisen adapterin avulla. Laippaan on mahdollista saada neljä moduulia, esimerkiksi signaalin syöttö, valvonta, neste tai paineilman läpisyöttö ja hitsausvirtamoduuli. Kantokyky laipalla on 700 kilogrammaan asti ja maksimimomentti kuorma 4680 Nm. (Schunk 2010, SWS-L 510 tuote-esite.)

Hitsauspistooli on vesijäähdytetty ja laitteistona toimii Lincoln Electricin hitsausyksikkö.

6 Hitsattava kappale

6.1 Yleisesti

Työstettävä kappale on Pemamek Oy:n pyörityspöydän kääntövarunko (Kuva 10). Kappale muodostuu yhdeksästä polttoleikatusta osasta. Ensimmäiseksi osat hitsataan oikeille paikoille ja sen jälkeen koneistetaan oikeilla toleransseilla olevat reiät, kierteet ja upotukset.



Kuva 10. Kääntövärunko 1500 Ahma

6.2 Kappaleen silloitus

Kappaleen osat tulevat polttoleikattuna silloitukseen. Silloituksessa kappale kootaan heftaamalla ennen saumojen kokomittaista hitsausta. Eli hitsattavan kappaleen osat asetellaan mittojen mukaan oikeille paikoille ja hitsataan kiinni. Heftauksen paikat ovat ennalta määrättyjä ja mahdollisimman matalalla amitalalla, jotta nämä eivät häiritse lopullista hitsausprosessia.

Silloituksessa käytetään ns. jigiä. Tämä apuväline mahdollistaa kappaleen osien oikeat sijoituspaikat. Tässä vaiheessa kappaleen etulevy kiinnitetään nollapistekiinnittimin varustettuun kiinnittimeen. Kiinnitys tapahtuu hitsauksessa vain kolmesta pisteestä, jotta kappale voi elää hitsauksen aikana. Tämä on tärkeää siinä mielessä, että kappaleeseen kohdistuu mahdollisimman vähän tai ei ollenkaan jännitteitä hitsauksen jälkeen sen jäähtyttyä.

6.3 Kappaleen asemointi

Kappale tuodaan silloitettuna robotin läheisyyteen. Robotti pystyy erinäisillä mittapäillä paikantamaan kappaleen sijainnin ohjelmallisesti, näin määrittäen nollapistetappien sijainnin. Tästä robotti noutaa kappaleen ja aloittaa hitsauksen.

6.4 Hitsaus ja sen aiheuttamat muodonmuutokset kappaleessa

Hitsauksessa esiintyy yleensä muodonmuutoksia, jotka aiheuttaa hitsauksen tuoma lämpö. Nämä muodonmuutokset vaikuttavat kappaleen lopullisiin mittoihin sekä aiheuttaa jännityksiä. Näihin pystytään vaikuttamaan jo silloituksessa osien asettelussa sekä valitsemalla oikea hitsausjärjestys. Suurimmaksi ongelmaksi todettiin kappaleen eläminen hitsauksen aikana. Eli voidaanko kappale työstää ilman irrotusta kiinnittimestä vapauttamalla esiintyvät jännitykset. Kiinnitin siis piti suunnitella siten että se pystyy elämään kiinnittimessä. Näin ollen kappaleeseen kohdistuvia jännityksiä pyritään minimoimaan ja se voidaan koneistaa ilman irrotusta.

6.5 Koneistus

Hitsauksen jälkeen kappale viedään koneistettavaksi. Koneistuksessa kappaleeseen tehdään reikiä, kierteitä sekä pintajyrsintää. Kappaleen tärkeimpiä osia mitoituksen suhteen ovat tappi, holkit, kääntökehä, hiilien ja pyörittäjän moottorin reikä.

6.7 Kappaleen vapautus

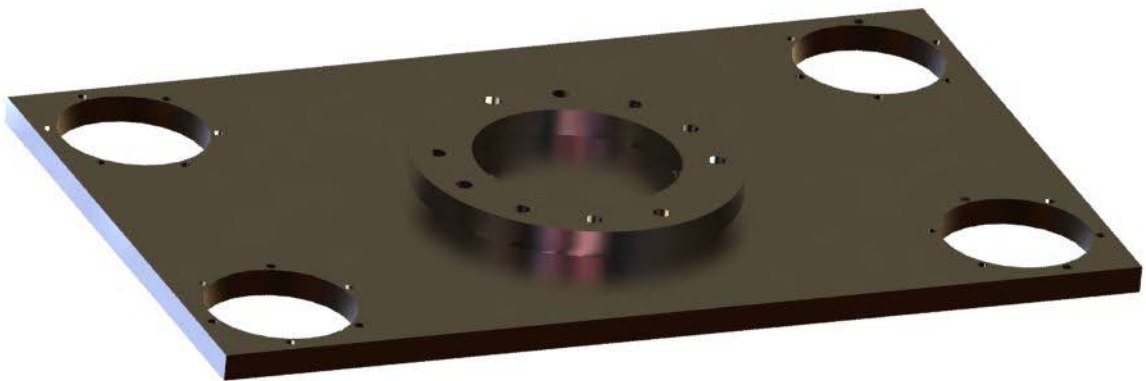
Hitsaussolussa ei ole käytössä hydraulikkaa, joten vapautus tapahtuu pneumatiikan avulla. Kappale asetetaan lavan päälle josta se voidaan helposti siirtää seuraavaan työvaiheeseen.

7 Kiinnitinadapteri ja nollapistekiinnittimen kiinnitykset

7.1 Yleisesti

Kiinnitinadapteri kiinnitetään itse kappaleeseen ja tähän adapteriin kiinnitetään nollapistekiinnittimen tapit. Tämän adapterin avulla siis on mahdollista hitsata ja työstää kappaletta useasta eri suunnasta.

7.2 Nollapistekiinnittimen kiinnitys robottiin



Kuva 11. Nollapistekiinnittimien kiinnitys.

Robotissa on käytössä Schunkin SWS-L 510 laippa. Tähän laipan vastakappaleeseen kiinnitetään erillinen levy (Kuva 11), johon kiinnitetään nollapistekiinnittimet. Työstettävänä olevan kappaleen leveydestä, syvyydestä ja korkeudesta johtuen voidaan tässä vaiheessa olettaa nollapistekiinnittimiä tarvittavan 4 kappaletta

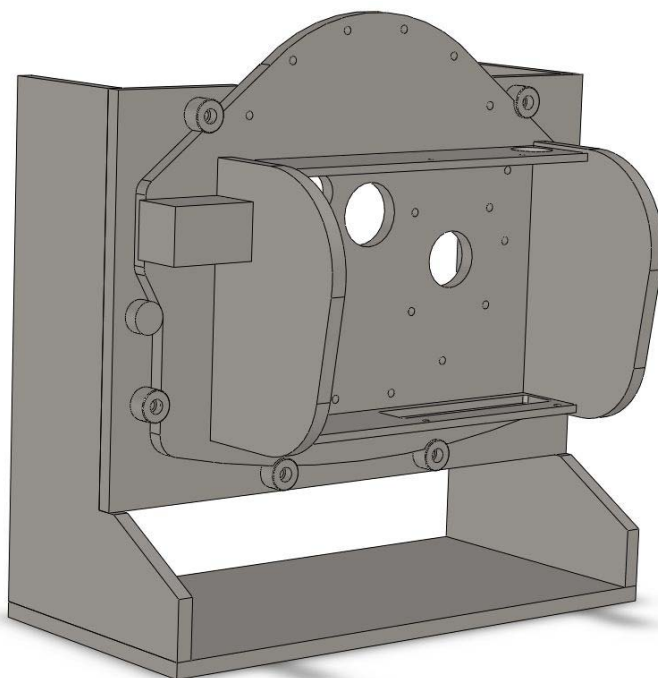
7.3 Nollapistetapin kiinnitys kappaleeseen

Nollapistetappien kiinnittäminen tapahtuu usein kuusiokoloruuvilla. Joko niin että pinnassa johon se kiinnitetään on reikä tai kierre. Koska kappaletta on pystyttävä hitsaamaan ja koneistamaan neljästä eri suunnasta itse kappaleeseen ei voida suoraan kiinnittää tappeja. Tapit on siis kiinnitettävä erilliseen adapteriin joka on kiinni työstettävässä kappaleessa.

7.4 Nollapistekiinnittimien käyttö hitsaukseen ja koneistukseen

Työn alussa epäiltiin, että onko mahdollista hitsata ja koneistaa yhdellä ja samalla kiinnitinadapterilla. Useita eri vaihtoehtoja pyöriteltiin kunnes viimeisin ratkaisu tuli esille. Pääajatuksena oli että käyttämällä samaa kiinnitinadapteria säästytään ylimääräisiltä kiinnitysvaiheilta. Tämä vaatii kiinnittimiltä suuremman kiinnipitovoiman, koska painopiste siirtyy kauemmas. Kiinnittimien asennuspaikka pitää olla riittävän etäällä, jotta koneistukselle on tilaa riittävästi. Koneistuksia tulee etulevyn molemmin puolin sekä molemmille sivuille. Eli kappaleeseen on päästävä koneistamaan neljästä suunnasta. Ylä- ja alapuolelle ei tule koneistuksia, mutta hitsauksia tulee.

Suunnittelujen jälkeen päätettiin valita tämä ratkaisu ja alkaa kehittämään kiinnitinadapteria. Ensimmäinen versio oli suuntaa-antava.

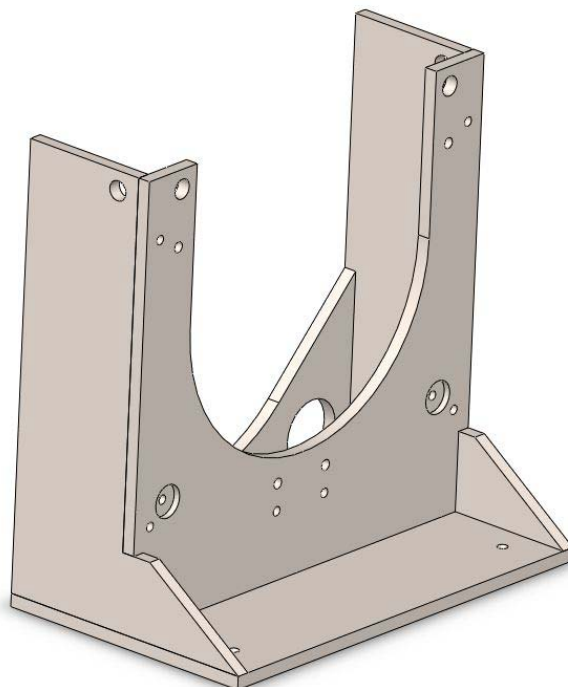


Kuva 12. Ensimmäinen versio kiinnitinadapterista.

Kiinnitinadapterissa otettiin huomioon hitsauksen ja koneistuksen vaatiman tilan. Tämä versio sai jokaisen osapuolen hyväksynnän. Tietenkin epäilyjä ja ajatuksia tähänkin löytyi, mutta niitä on vaikea selvittää ilman kokeiluja. Kuvassa (Kuva 12) oleva työstökappale on vanha malli.

7.5 Kiinnitinadapterin rakenne

Kiinnitinadapterin rakenteen on kestettävä koneistuksen aiheuttamat voimat sekä resonoinnit. Tätä varten piti suunnitella kappaleen kiinnitin riittävän paksuisesta materiaalista sekä riittävillä tukirakenteilla ilman kasvattamatta kiinnittimen painoa. Työstettävänä oleva kappale painaa noin 80 kg ja ensimmäinen versio kiinnitinadapterista noin 120 kg. Kiinnittimeen on lisättävä tukirakenteita joten painon voidaan olettaa kasvavan 20-40 kg. Lopullisessa ratkaisussa on päätetty toteuttaa työkappaleen kiinnitys hitsauksen ajaksi kolmesta pisteestä. Tämä mahdollistaa kappaleen elämisen hitsauksen aikana ilman että syntyy jännityksiä. Kappaleen jäähtyttyä säätöpultit kierretään kappaleen pintaan ja lisätään kiristimet. Näiden lisäkiinnikkeiden avulla kiinnitin pystyy pitämään kappaletta paikoillaan ja kestää siihen kohdistuvat koneistusvoimat.

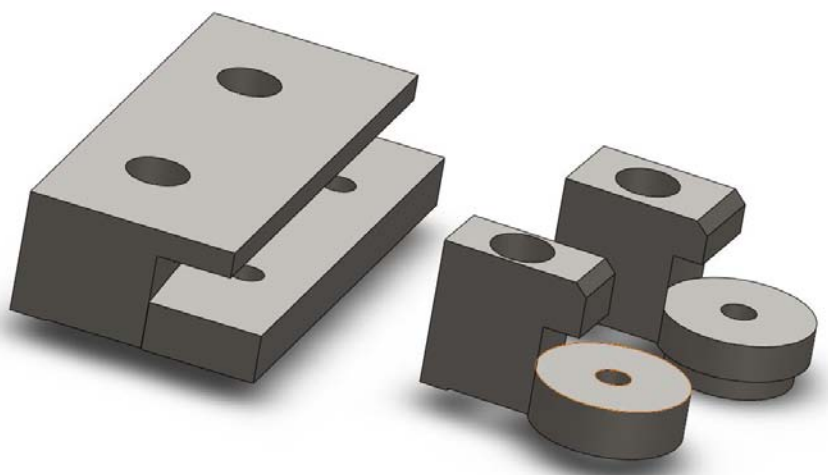


Kuva 13. Toinen versio kiinnitinadapterista

Toisessa versiossa (Kuva 13) etulevy on jatkettu alas asti ja taakse lisätty kaareva tuki. Nämä muutokset tukevat sivusuunnassa, mutta ei ole koneistuksen tai hitsauksen esteenä. Keskellä alhaalla ja ylhäällä sivuilla

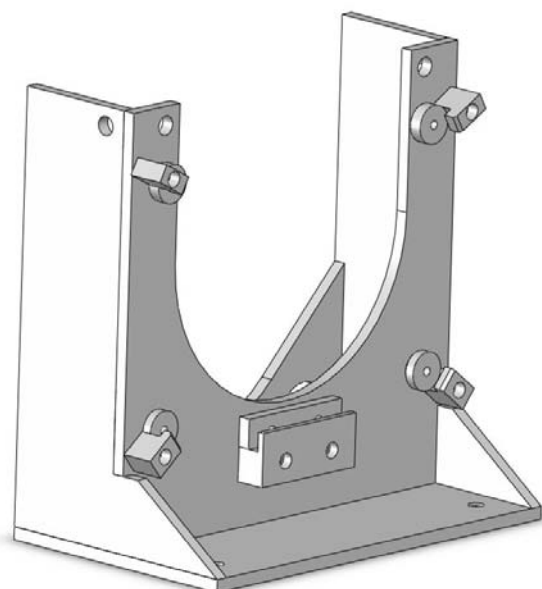
näkyvät reiät on tarkoitettu kiinnittimille, joilla työstettävä kappale hitsataan. Alhaalla sivuilla olevat reiät ovat koneistukseen lisättävät kiinnittimet. Upotukset ovat tarkoitettu säätöpultteja varten.

Kiinnitinadapterin yläreunassa olevat reiät on tarkoitettu nostamista varten. Ne ovat keskitetty niin että sijaitsevat pystysuorassa massakeskipisteeseen nähden. Tämä mahdollistaa kappaleen nostamisen ilman että se kallistuu sivusuunnassa. Edessä olevat reiät kun työstettävä kappale on kiinnitettynä ja takimmaiseta tyhjänä.

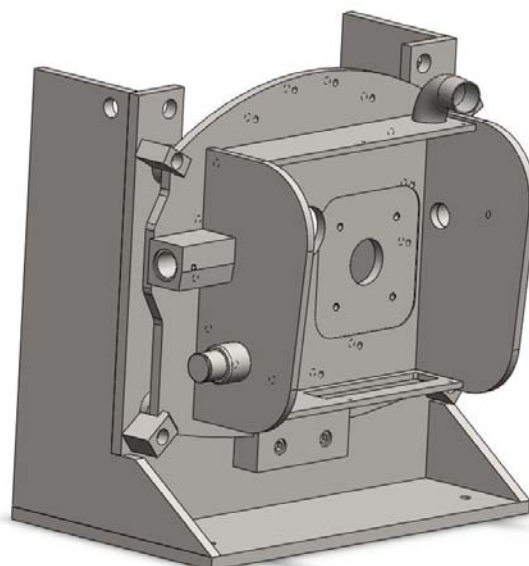


Kuva 14. Kappaleen kiinnittimet

Työstettävä kappale kiinnitetään kuvassa (Kuva 14) esiintyvillä kiinnittimillä. Ympyrän muotoiset vastakkeet ovat kiinni kiinnitinadapterissa. Toinen kiinteästi asennettava ja toinen säädettävä. Ajatuksena näissä kiinnittimissä on se että ne toimivat samalla kappaleen keskittiminä.



Kuva 15. Kiinnittimet kiinnitettynä



Kuva 16. Kiinnittimet ja työstettävä kappale kiinnitettynä

Hitsausvaiheessa kiinnitetään leveä alakiinnike ja ylemmät kiinnikkeet. Koneistus vaiheeseen kiinnitetään alemmat kiinnikkeet alas sivuille (Kuva 15). Vastakkeet tulevat kiinni takapuolelta ja kiristimet etupuolelta. Kuvassa (Kuva 16) työstettävä kappale kiinnitettynä.

8 Nollapistekiinnittimen valinta

8.1 Yleisesti

Nollapistekiinnittimen valintaa tehdessä otetaan huomioon useita asioita. Aikaisemmin mainitut ominaisuudet, sekä työpisteessä vaikuttavat tekijät. Kappaleen paino, jos kappaletta joudutaan kääntämään. Tärkein tieto on kuinka suurella voimalla nollapistekiinnittimiä rasitetaan. Voima ei missään tilanteessa saa ylittää valmistajan ilmoittamaa kiinnipitovoimaa. Jos näin käy niin silloin nollapiste siirtyy ja kappaleeseen tehdyt koneistukset yms. eivät ole toleranssien mukaisia.

8.2 Kriteerit ja valinta

Useista valmistajista rajattiin tutkittavaksi neljä nollapistekiinnitin valmistajaa. Schunk, System 3R Delphin, Stark ja Zero Point System AG.

Ensimmäisenä kriteerinä vapautusmenetelmä sekä muut yksittäiset ominaisuudet. Koska käytössä on pelkästään pneumaattikkaa niin automaattisesti voimme poislukea kaikki nollapistekiinnittimet jotka käyttävät vapautukseen tai kiinnitykseen hydraulikkaa. Jäljelle jää pneumaattiset kiinnittimet. Pyörimisen estoa ei tarvita, koska kiinnittimiä tulee neljä kappaletta. Usean nollapistekiinnitin valmistajan tuotteissa puhdistus ja valvonta ovat valinnaisia sekä ne ovat mahdollista rakentaa erikseen. Tämän perusteella kaikilta valmistajilta löytyi työhön sopiva malli (Liite 15).

Toisena kriteerinä käytössä olevat voimat, eli itse kappaleesta aiheutuvat voimat (painovoima) ja koneistuksessa syntyvät voimat. Voimien laskemisessa tarvittavien muuttujien suuren määrän vuoksi valitsen yhden nollapistekiinnittimen, joka kattaa muut kriteerit. Nollapistekiinnitin löytyi valmistajalta Schunk.

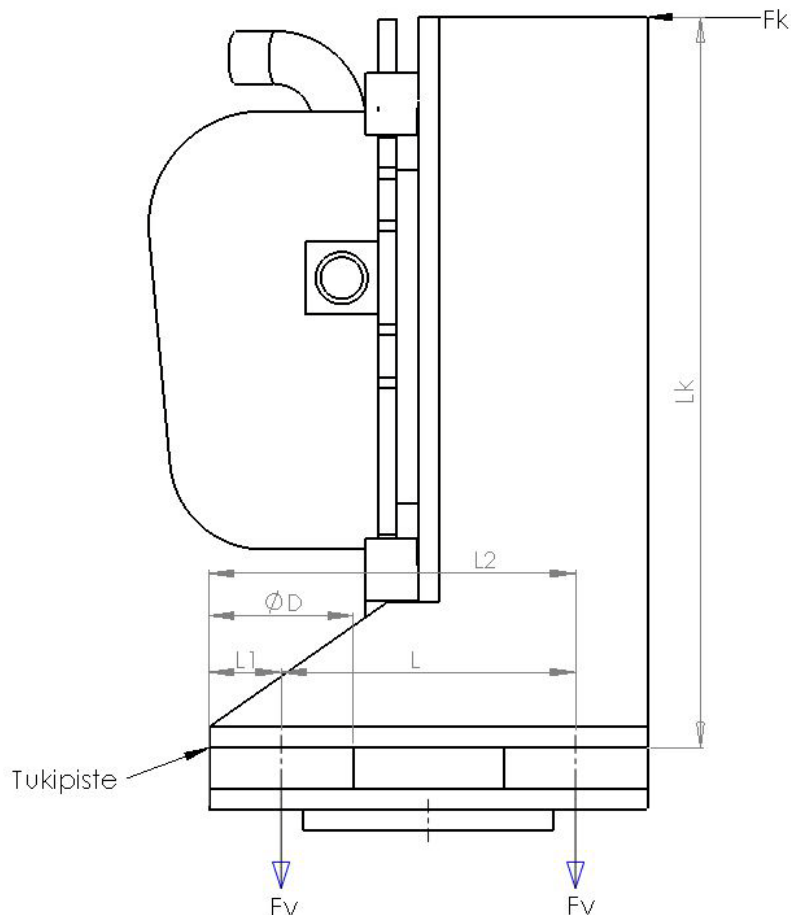


Kuva 17. Nollapistekiinnitin Schunk NSE 138 (Schunk 2010)

Malliksi valitsin NSE 138 (Kuva 17). Tämän nollapistekiinnittimen kiinnipitovoima on 5 kilonewtonia ja maksimipitovoima riippuen nollapistetapin kiinnityspultista 35 - 75 kilonewtonia. Irrotuspaine 6 baria ja toistotarkkuus <math><0,005</math>. Nollapistekiinnittimen halkaisija on 138 mm ja korkeus 54,7 mm. (Schunk 2010, NSE 138 tuote-esite.)

Hitsauksen aikana nollapistekiinnittimiin kohdistuu vain kiinnitinadapterin ja työstettävän kappaleen painovoima. Jos painoa kertyy yhteensä 250 kg ja käännetään robotilla kappaleet ylösalaisin niin yhteen nollapistekiinnittimeen kohdistuu n.625 N voima. Tämän perusteella kiinnipitovoima kaikissa on riittävä. Jos kiinnitinadapterin ja kappaleen paino tulee ongelmaksi on adapteria mahdollista myös keventää.

Riittääkö kiinnipitovoima koneistuksessa? Koneistuksessa kappaleeseen kohdistuvat voimat vaihtelevat. Kiinnipitovoima laskussa (Stark Zero Point Clamping System 2010) lasketaan riittääkö kiinnipitovoima pitämään kappale paikoillaan menettämättä nollapistettä. Varmuusluvuksi valitsin 2. Laskin myös eri asteisilla voimilla varmuuskertoimen ja tulokset löytyvät kaaviosta (liite 16.).



Kuvio 1. Vapaakappalekuva

$$M_V < 2 \times M_K ?$$

M_K = Koneistuksesta aiheutuva momentti

M_V = Kiinnipitovoimasta aiheutuva momentti

F_K = Koneistus voima = 3000N

F_V = Kiinnipitovoima = 5000N

L_K = Koneistus etäisyys = 700mm = 0,7m

$\phi D_{(0\text{-pistekiinnittimen ulkohalkaisija})}$ = 138mm = 0,138m

$L = 0$ – Pistekiinnittimien etäisyys = 282mm = 0,282m

$L_1 = \phi D / 2$

$L_2 = \phi D / 2 + L$

$$M_K = F_K * L_K$$

$$M_K = 2100 Nm$$

$$M_V = 2 * (F_V * L_1) + 2 * (F_V * L_2)$$

$$M_V = 2 * F_V * (L_1 + L_2)$$

$$M_V = 4200 Nm$$

$$M_K / M_V < 2 ?$$

$$M_K / M_V = Nm / Nm$$

$$M_K / M_V \approx 2 = 2$$

Laskuissa käytetyt arvot ovat etäisyyksiltään maksimiarvoja. Esimerkiksi koneistusetäisyys on maksimi koneistusetäisyys L_K (Kuvio 1). Näillä arvoilla laskettuna saadaan varmuusluvuksi 2. Tämän perusteella 3000 N on suurin voima jolla kiinnittimiä voidaan rasittaa varmuusluvun rajoissa.

Jos koneistuksessa käytettävät voimat ovat suurempia kuin laskettu, niin voimia voidaan koittaa vähentää polttoleikkaamalla koneistettavat reiät. Polttoleikataan reiät ennen hitsausta oikeaa toleranssia pienemmäksi ja koneistuksessa määrätyllä toleranssilla. Näin toimien myöskään hitsauksessa syntyvät muodonmuutokset eivät vaikuta lopullisiin toleransseihin.

9 Yhteenveto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia onko mahdollista käyttää nollapistekiinnittämiä robotisoidussa kappaleen hitsauksessa sekä koneistuksessa, käyttäen samaa kiinnikettä. Menetelmän käyttöönotosta ei lopputyön tekohetkellä ollut varmuutta. Suurimmaksi kysymykseksi tuli kappaleen eläminen hitsauksen aikana. Teoriapohjalla kuitenkin harkitsemisen arvoinen. Etenkin taloudellista kannattavuutta korostaisi se, jos samoilla nollapistekiinnittimillä olisi mahdollista työstää suuria kappalemääriä myös muita työkappaleita.

LÄHTEET

Fanuc Robotics 2010. M-10iA. Viitattu 23.5.2010

http://www.fanucrobotics.co.uk/en/Products/A_Industrial-Robots/M-10iA/M-10iA.aspx

Fanuc Robotics 2010. M-900iA/600. Viitattu 23.5.2010

http://www.fanucrobotics.co.uk/en/Products/A_Industrial-Robots/M-900iA/M-900iA%20600.aspx

Mesera Paimio Oy. Yrityksen kotisivut. Viitattu 20.2.2010 www.mesera.fi

Pemamek Oy. Yrityksen kotisivut. Viitattu 11.2.2010 www.pemamek.fi

Schunk 2010. Nollapistekiinnitin Schunk NSE 138. Viitattu 22.5.2010

http://www.schunk.com/schunk_files/attachments/SCHUNK_UNILOCK_NSE_138_DE_EN.pdf

Schunk 2010. NSE 138 tuote-esite. Viitattu 22.5.2010

http://www.schunk.com/schunk_files/attachments/SCHUNK_UNILOCK_NSE_138_DE_EN.pdf

Schunk 2010. SWS-L 510 tuote-esite. Viitattu 11.3.2010

http://www.schunk.com/schunk_files/attachments/SWS-L_510_EN.pdf

Schunk 2010. SWS-L 510 Laippa. Viitattu 10.3.2010

http://217.5.167.5/schunk_files/images/au_rz_SWS-L.jpg

Stark 2010. Kiinnittimen automaattinen puhdistus paineilmalla Viitattu 10.3.2010

http://www.stark-inc.com/pdf/pdf_2008/WM-020-278-00-en.pdf

Stark 2010. Tekniset tiedot - Vääntömomentin lasku esimerkki. Viitattu 1.1.2010

<http://www.stark-inc.com/pdf/pdf092009/SPEEDY%20Airtec%201/WM-020-289-00-en.pdf>

Zero Point Systems 2010. Asetustoleranssi. Viitattu 10.3.2010

<http://www.zeropointsystems.at/upload/prj1/pdf/zps4en200710.pdf>

Zero Point Systems 2010. Nollapistekiinnitin ja tappi. Viitattu 10.3.2010

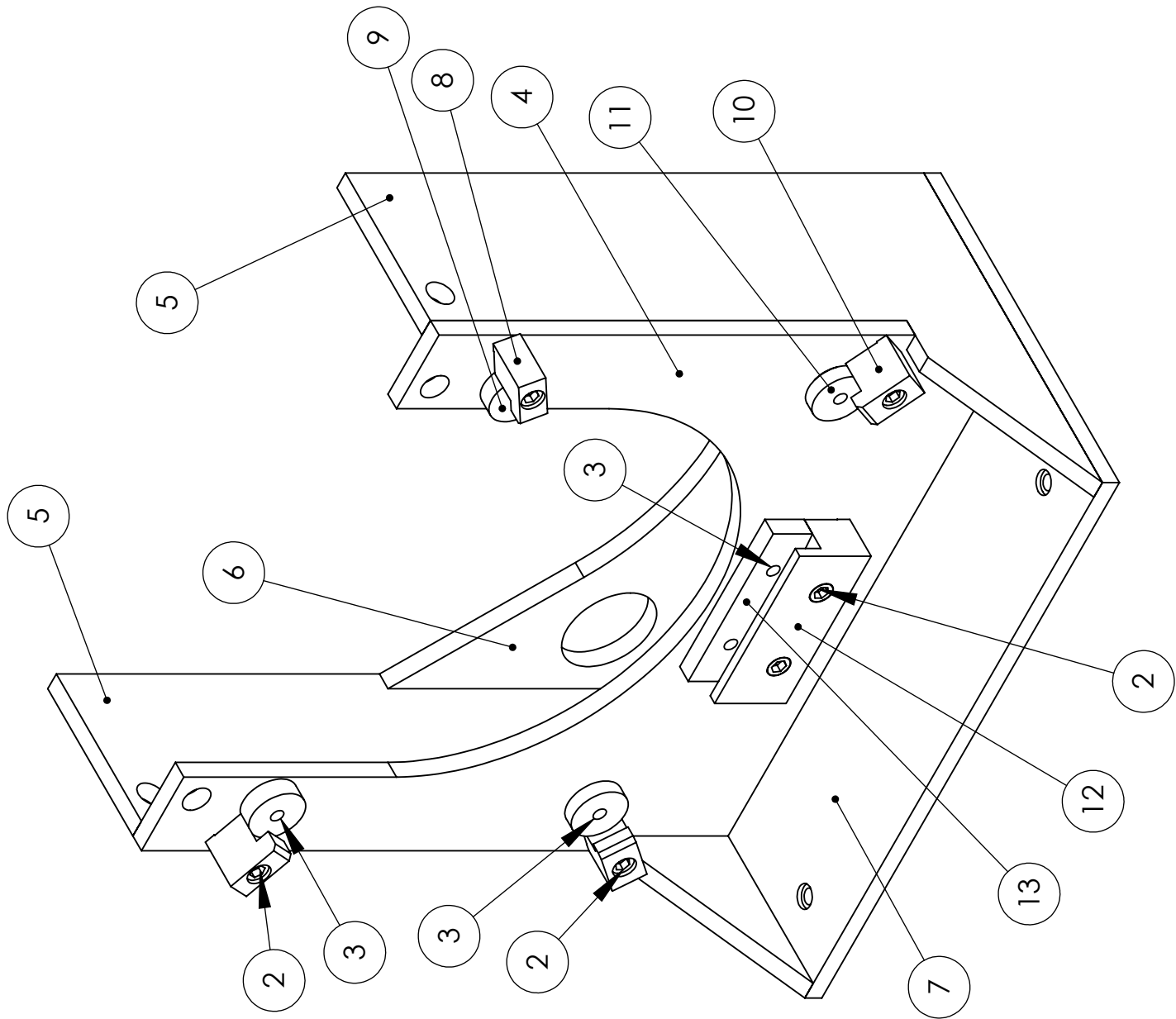
<http://www.zeropointsystems.at/upload/prj1/pdf/zps4en200710.pdf>

Zero Point Systems 2010. Pikakiinnityslaippa. Viitattu 10.3.2010

<http://www.zeropointsystems.at/upload/prj1/pdf/zps4en200710.pdf>

Zero Point Systems 2010. Uppoasennus ja pinta-asennus. Viitattu 10.3.2010

<http://www.zeropointsystems.at/upload/prj1/pdf/zps4en200710.pdf>



Nro	Määrä	Osa
1	2	Kuusiokoloruuvi Din912 M16x45 12.9
2	6	Kuusiokoloruuvi Din912 M16x55 12.9
3	4	Kuusiokoloruuvi Din912 M16x40 12.9
4	1	Kiinnitin_etulevy
5	2	Kiinnitin_sivu
6	1	Kiinnitin_tuki
7	1	Kiinnitin_pohja
8	2	Kiinnitin_I.1_kiiristin
9	2	Kiinnitin_I_vastake
10	2	Kiinnitin_I.2_kiiristin
11	2	Kiinnitin_I_vastake2
12	1	Kiinnitin_II_kiiristin
13	1	Kiinnitin_II_vastake

Ainevahvuus

Suunnittelija MS
Suun. pvm 9.5.2010

Osan nimi

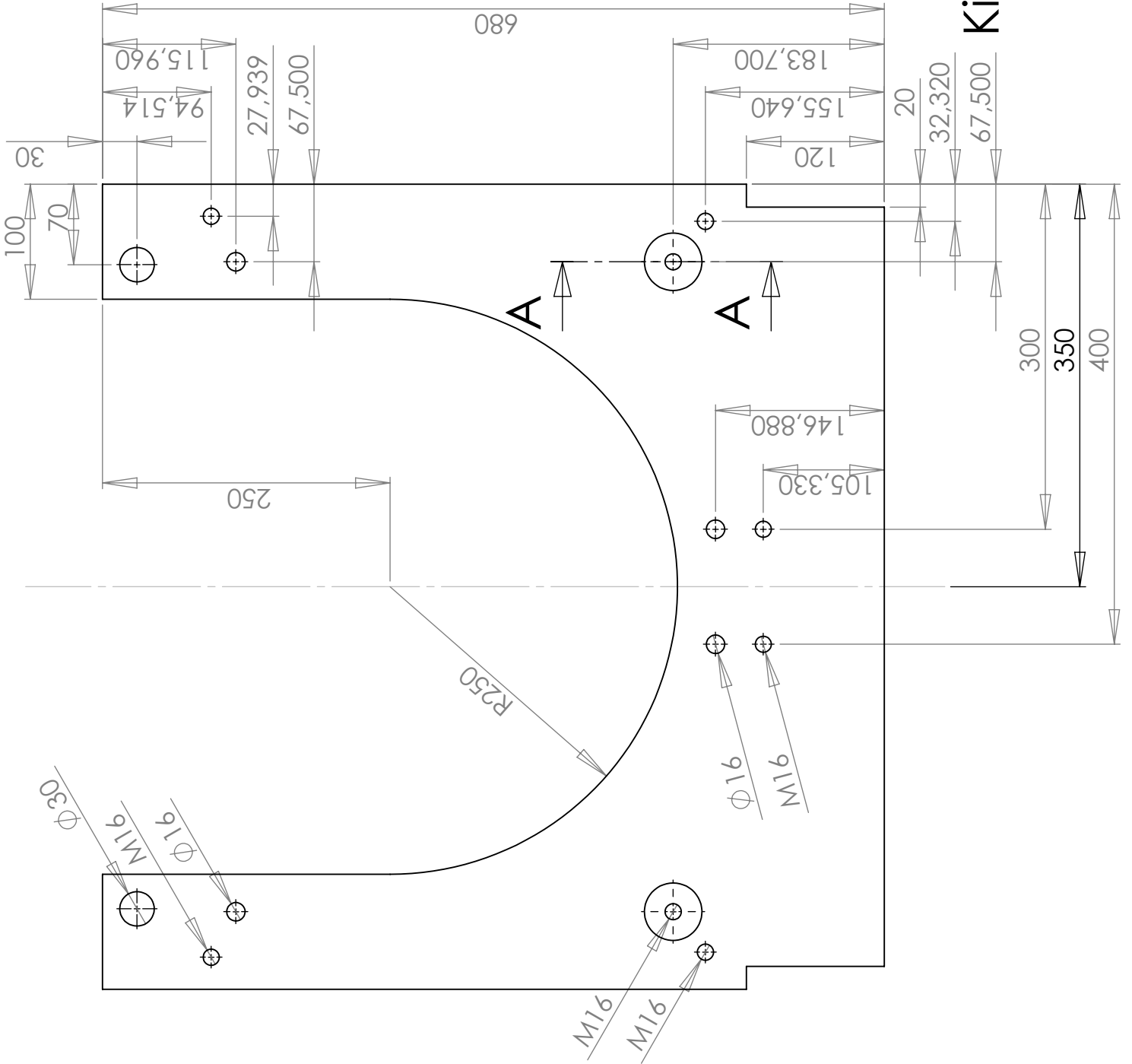
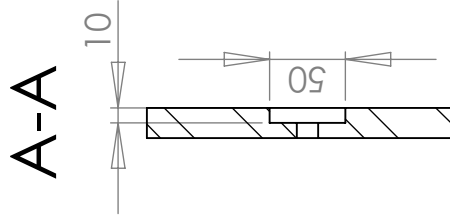
Kiinnitin adapteri

Materiaali

A4

SCALE: 1: 5

WEIGHT:



Ainevahvuus 20mm

Suunnittelija MS

Suun. pvm 9.5.2010

Osan nimi

Kiinnitin adapterin etulevy

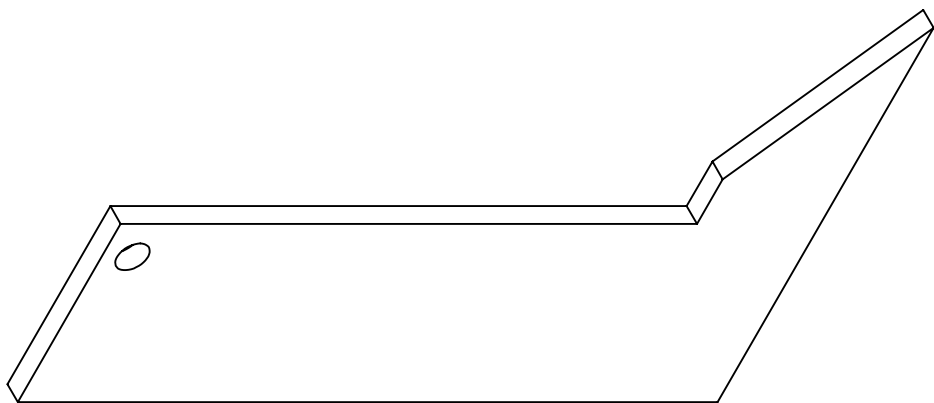
Materiaali

A4

SCALE: 1: 5

WEIGHT: 38,10 kg

LIITE 3



Ainevahvuus 20mm

Suunnittelija MS
Suun. pvm 9.5.2010

Osan nimi

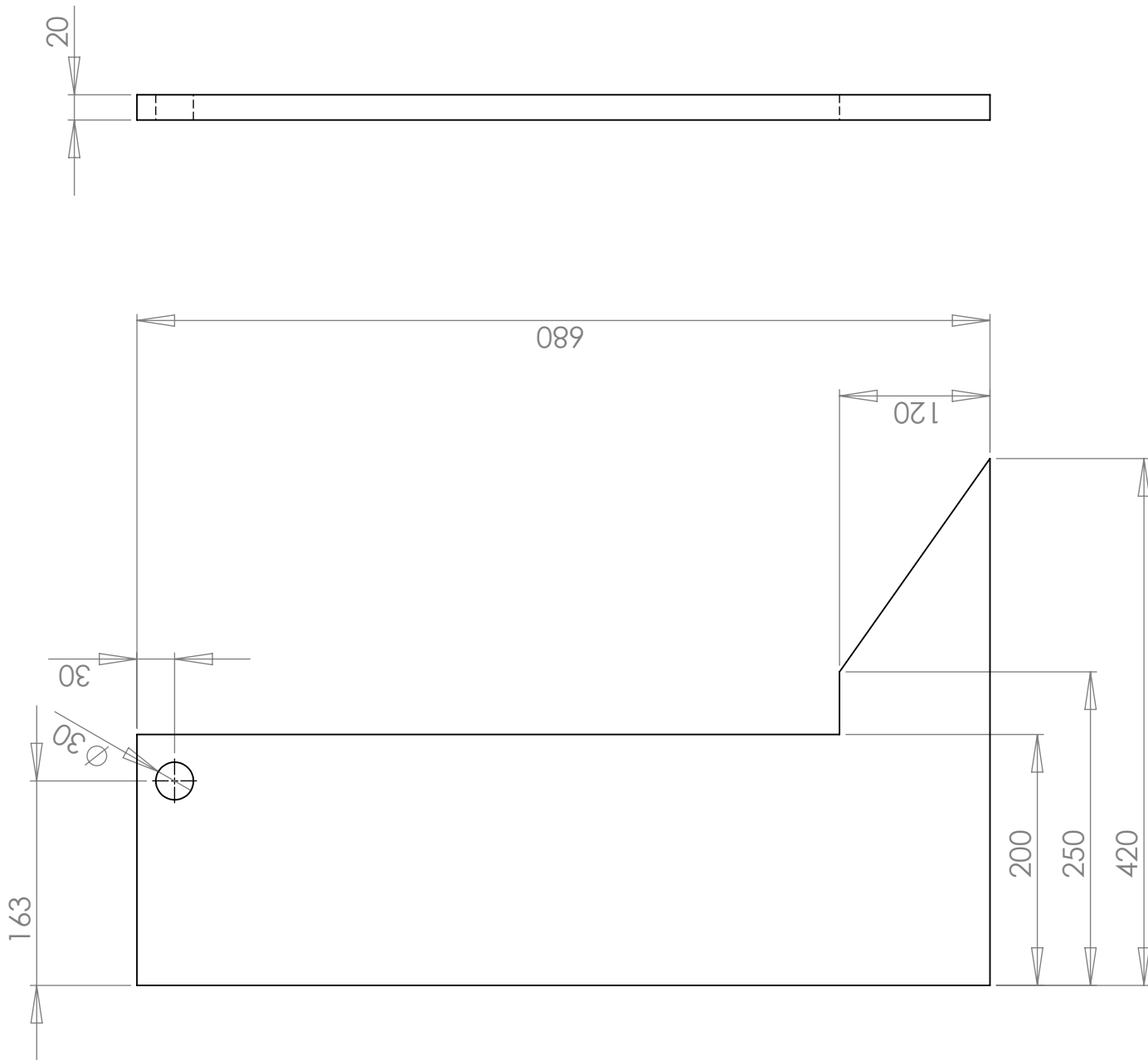
Kiinnitin adapterin sivu

Materiaali

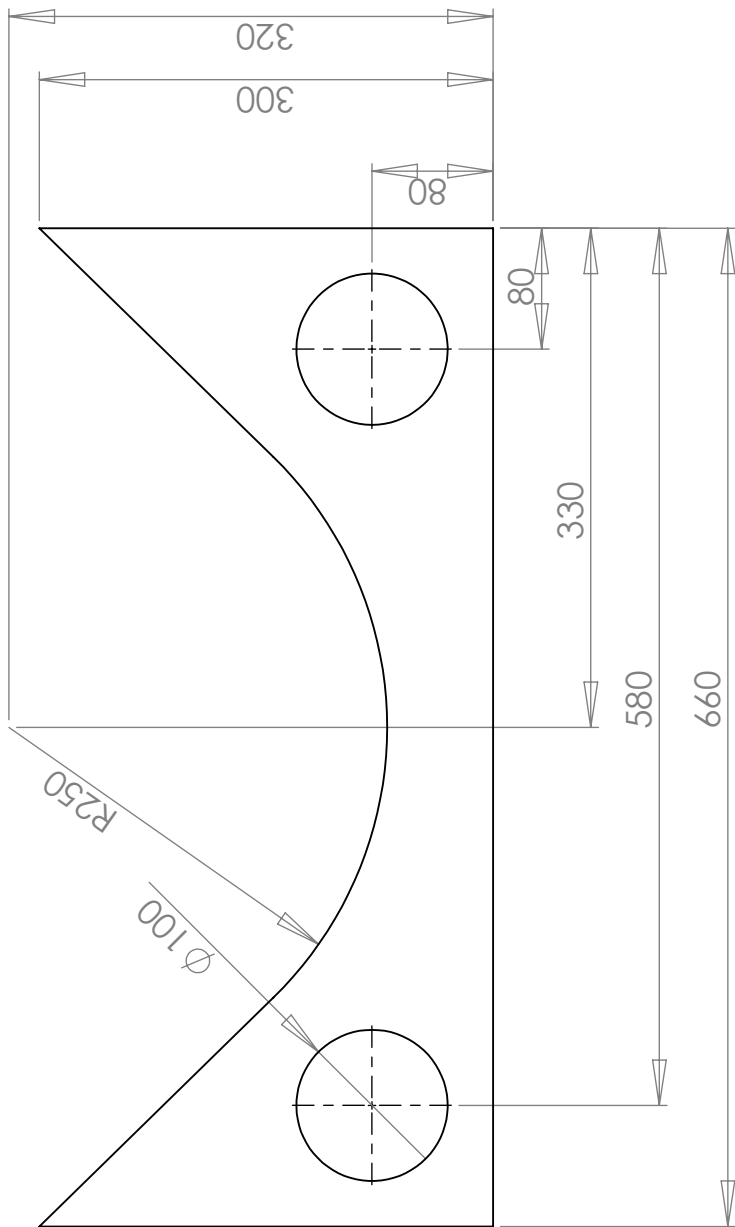
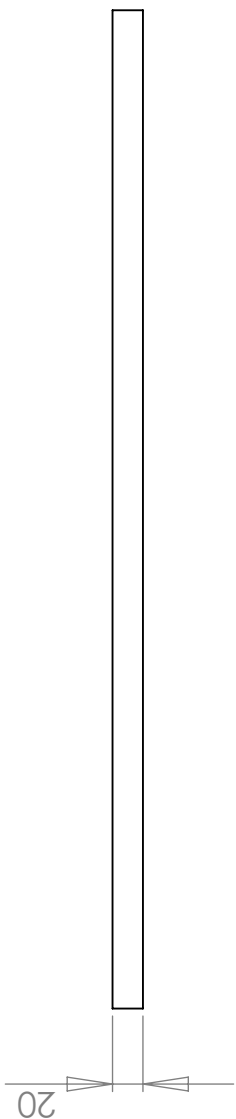
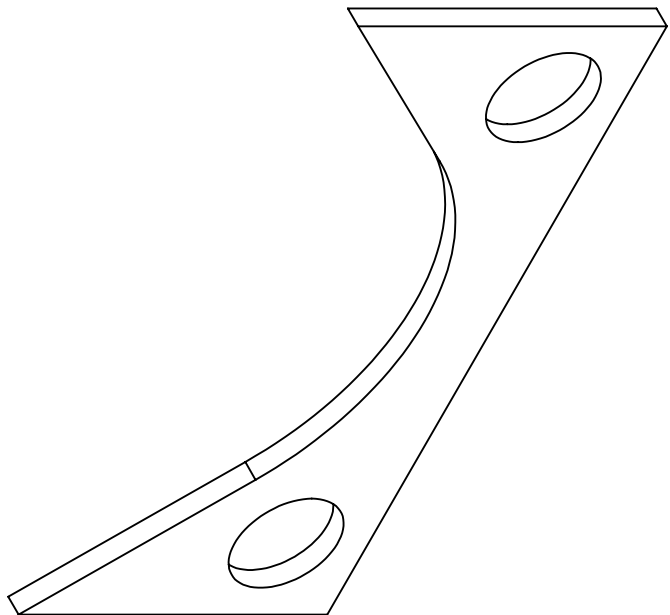
A4

SCALE: 1 : 5

WEIGHT: 23,78 kg



LIITE 4



Ainevahvuus 20mm

Suunnittelija MS
Suun. pvm 9.5.2010

Osan nimi

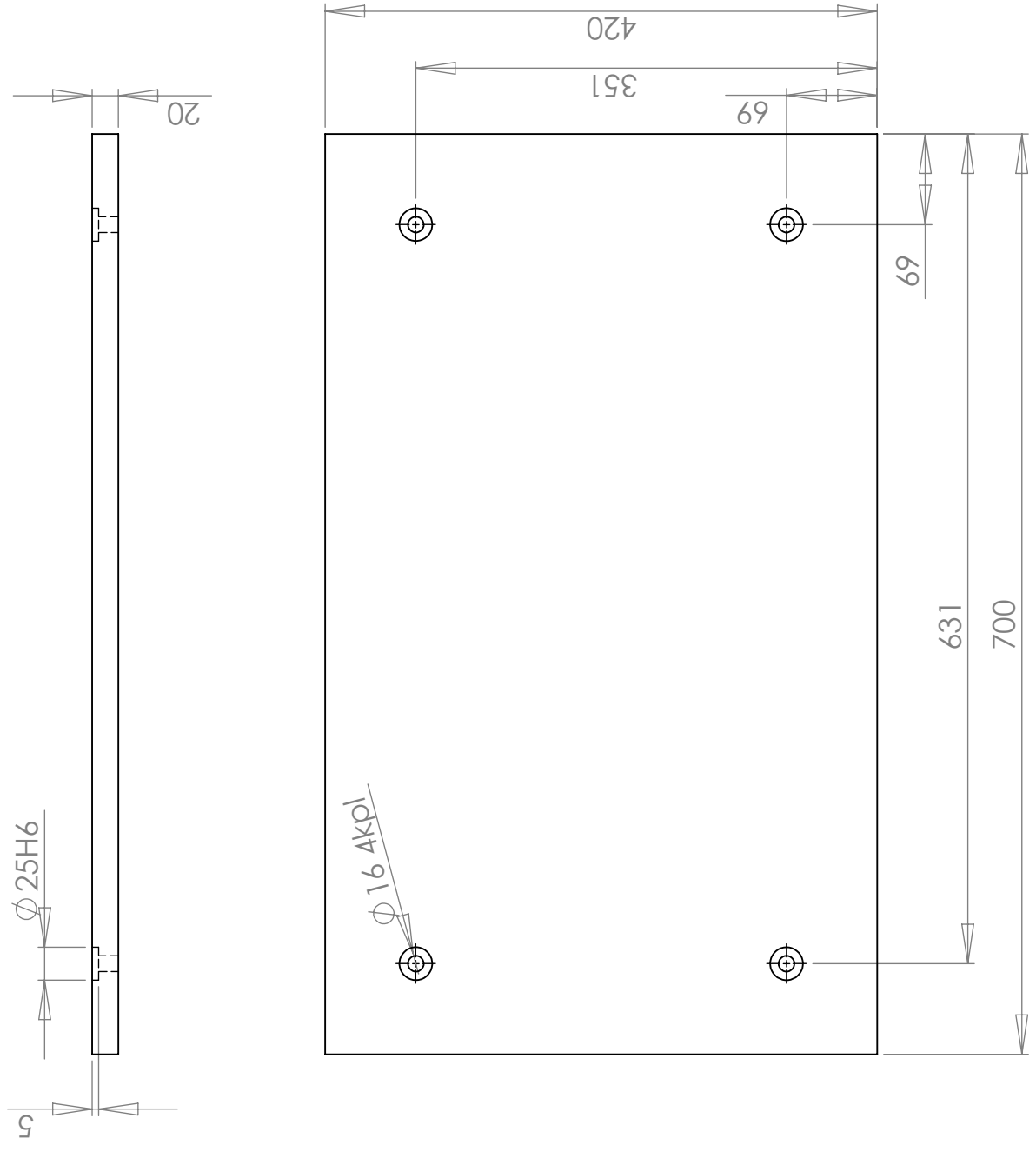
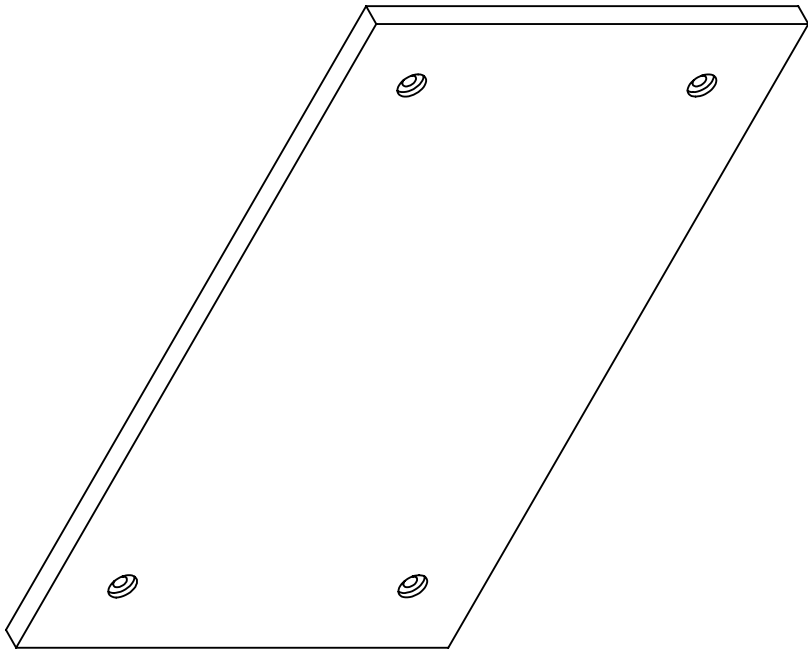
Kiinnitin adapterin tuki

Materiaali

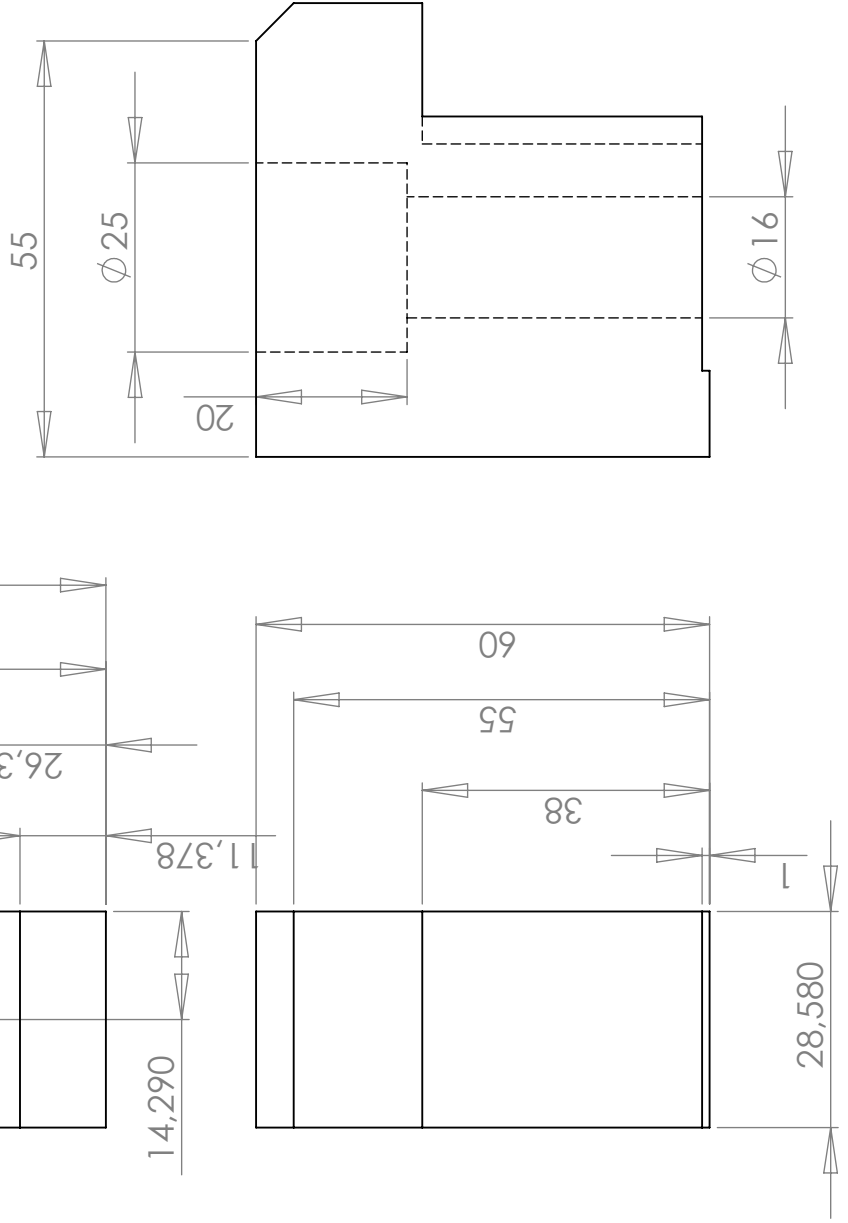
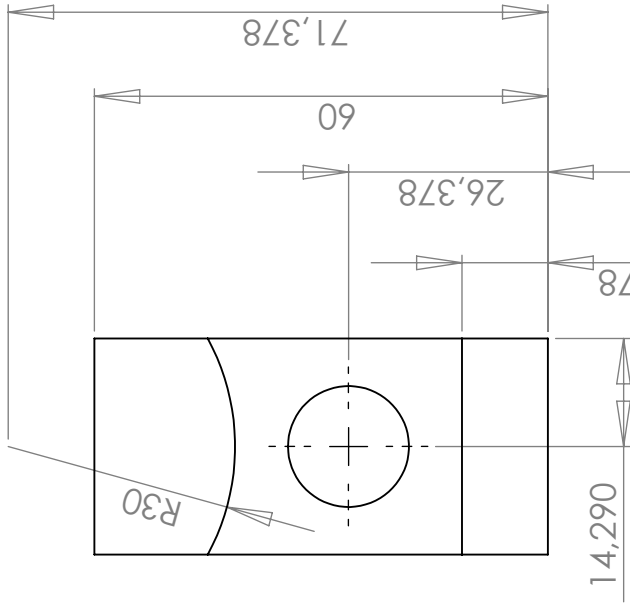
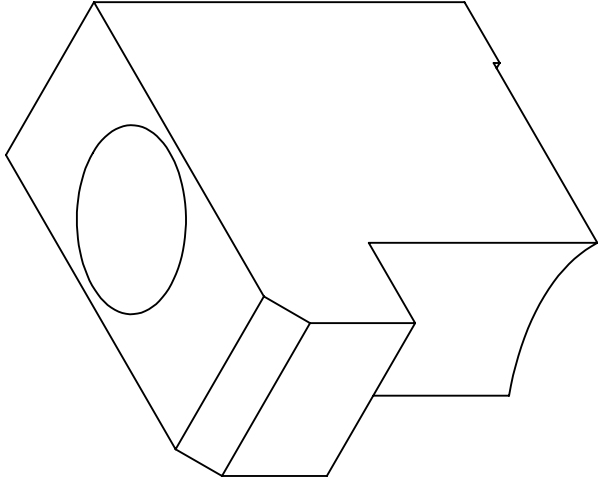
A4

SCALE: 1 : 5

WEIGHT: 13,35kg



Ainevahvuus	20mm	Suunnittelija	MS
		Suun. pvm	9.5.2010
Osan nimi		Kiinnitin adapterin pohja	
Materiaali		A4	
SCALE: 1: 5	WEIGHT:	46,03 kg	



Ainevahvuus

Suunnittelija MS

Suun. pvm 9.5.2010

Osan nimi

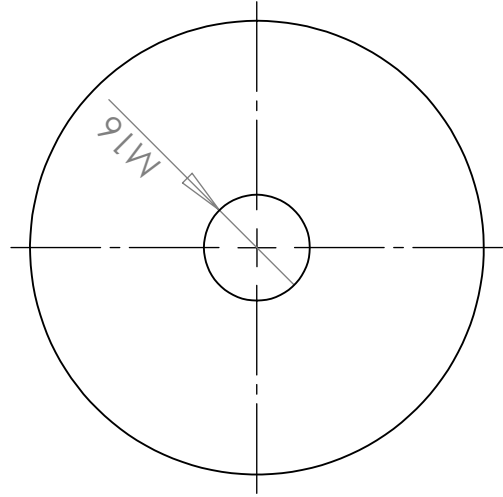
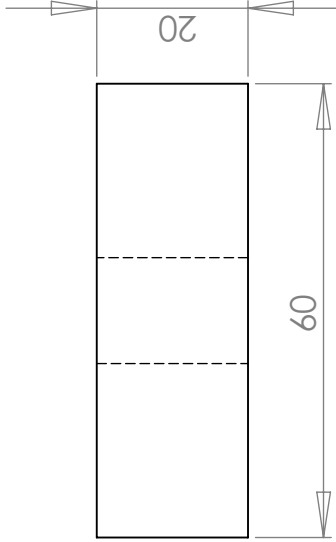
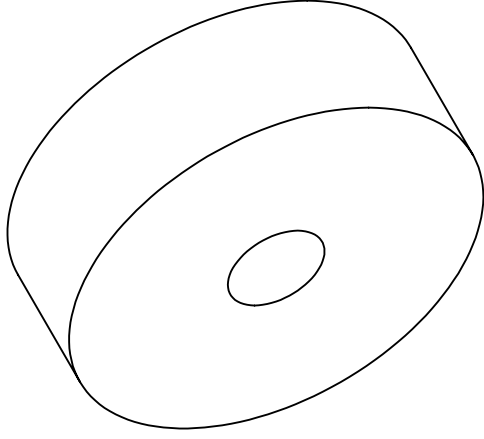
Kiinnitin 1 kiristin

Materiaali

A4

SCALE: 1: 1

WEIGHT: 0,510 kg



Ainevahvuus

Suunnittelija MS

Suun. pvm 9.5.2010

Osan nimi

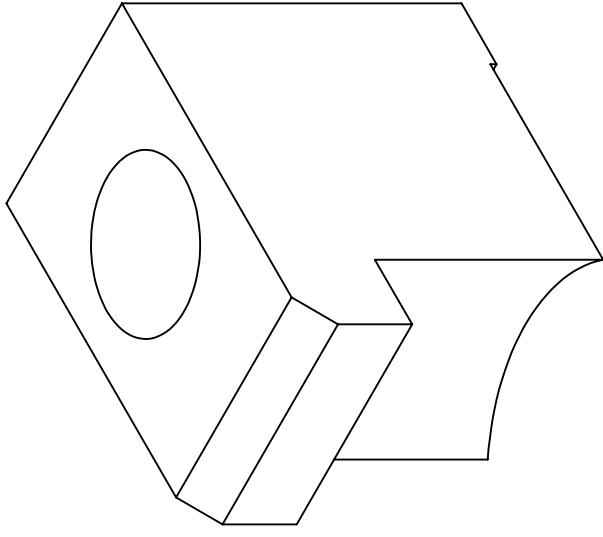
Kiinnitin 1 vastake

Materiaali

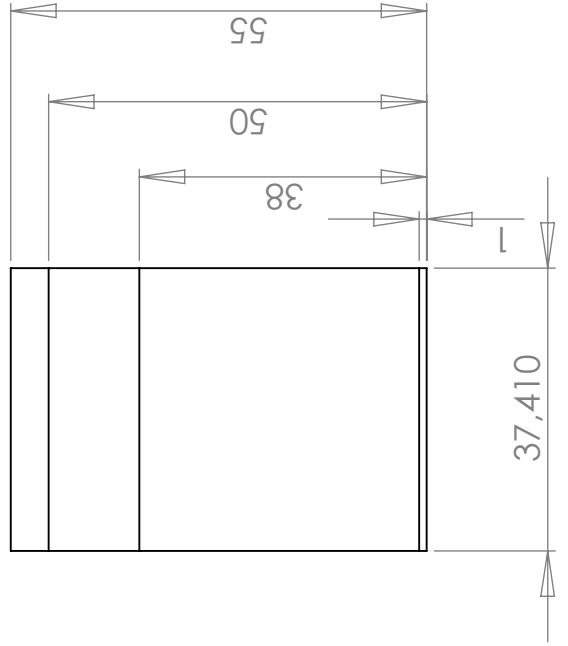
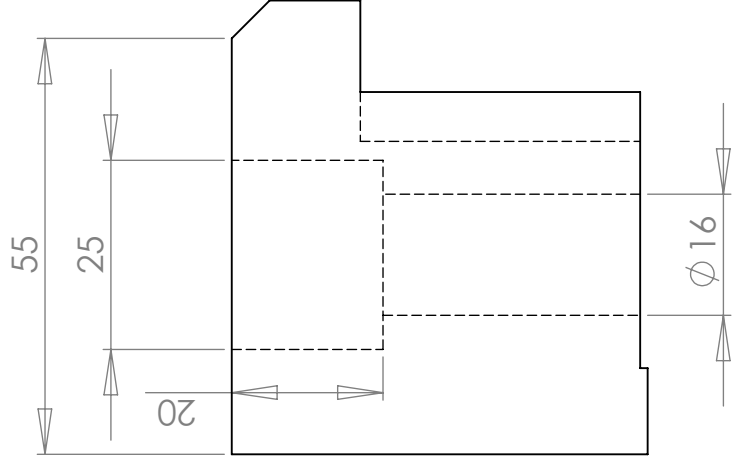
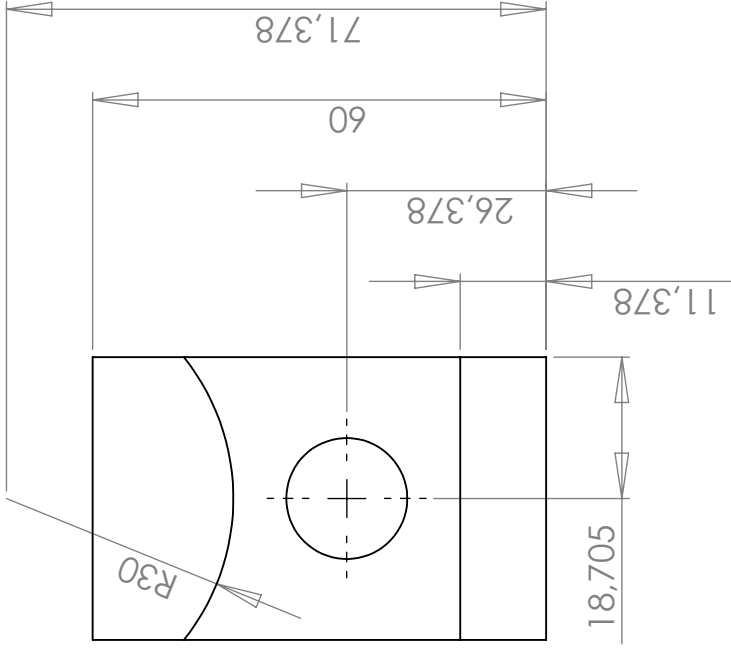
A4

SCALE: 1 : 1

WEIGHT: 0,42 kg



LIITE 8



Ainevahvuus

Suunnittelija MS

Suun. pvm 9.5.2010

Osan nimi

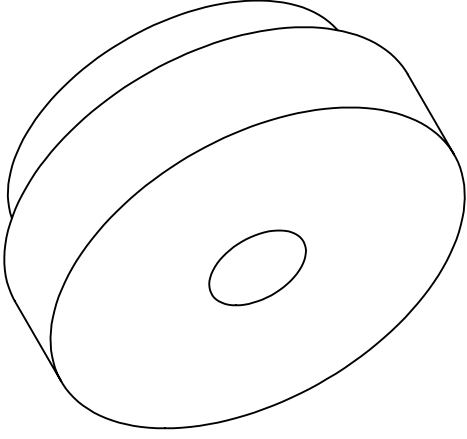
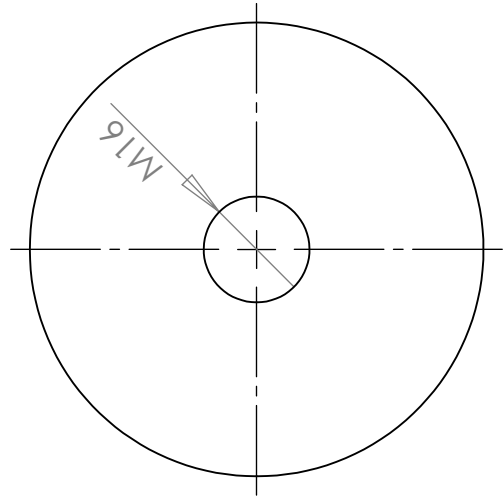
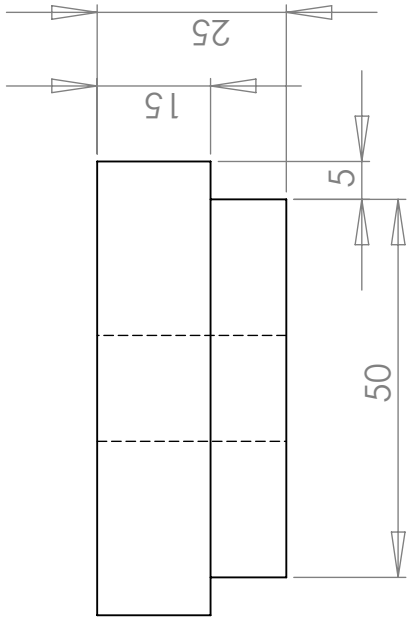
Kiinnitin 2 kiristin

Materiaali

A4

SCALE: 1: 1

WEIGHT: 0,64 kg



LIITE 9

Ainevahvuus

Suunnittelija MS

Suun. pvm 9.5.2010

Osan nimi

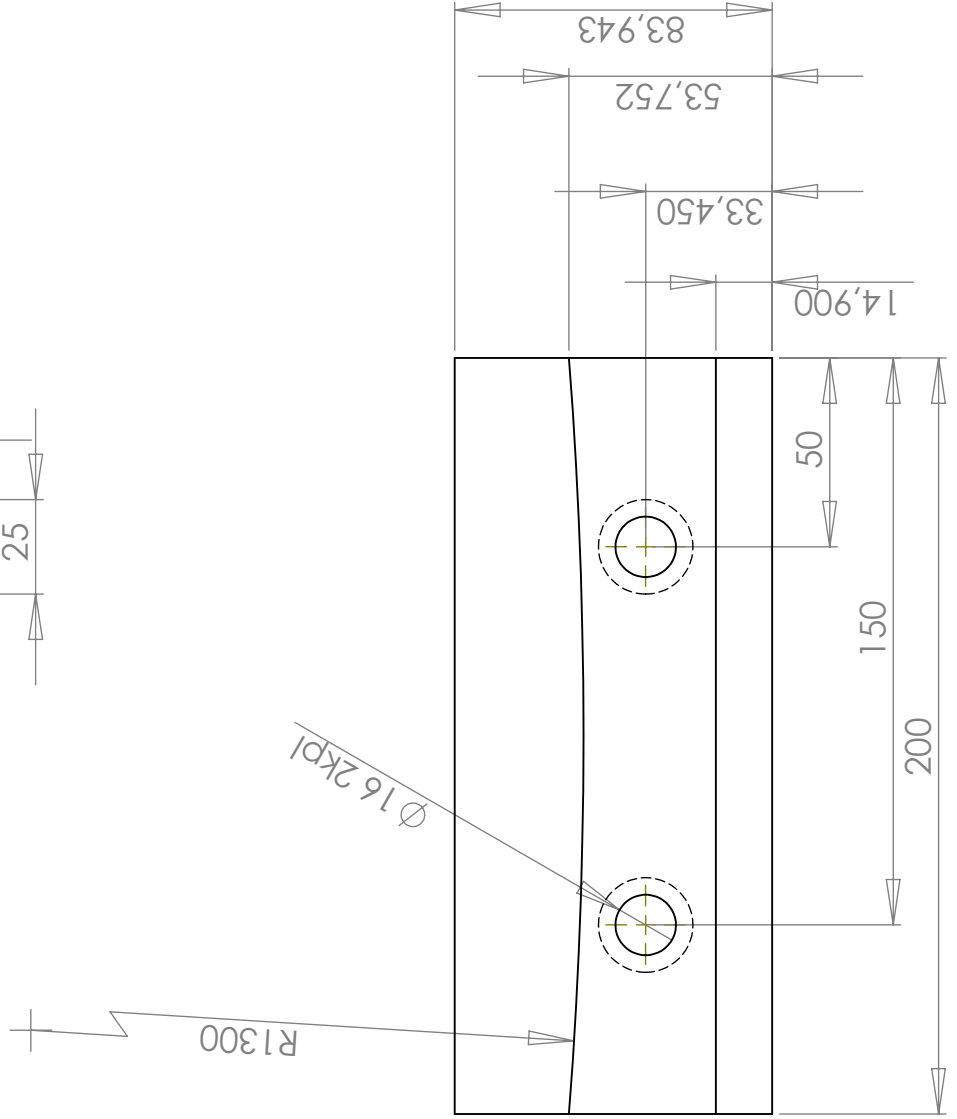
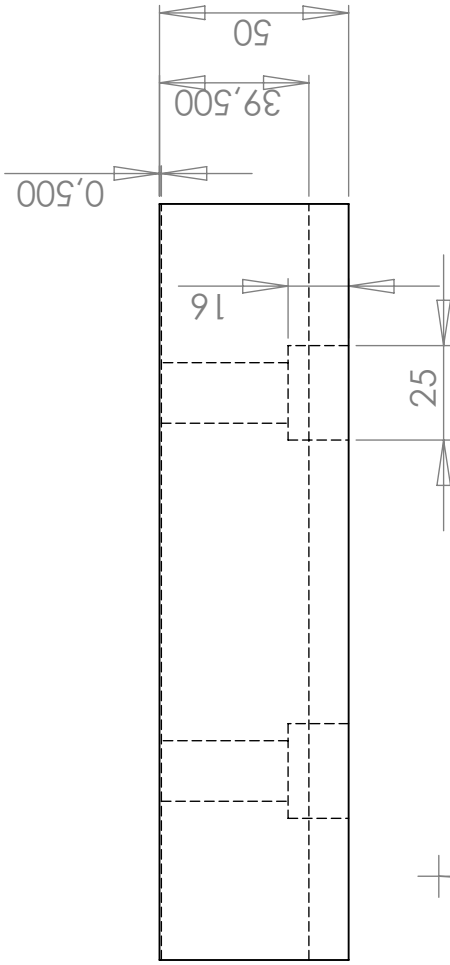
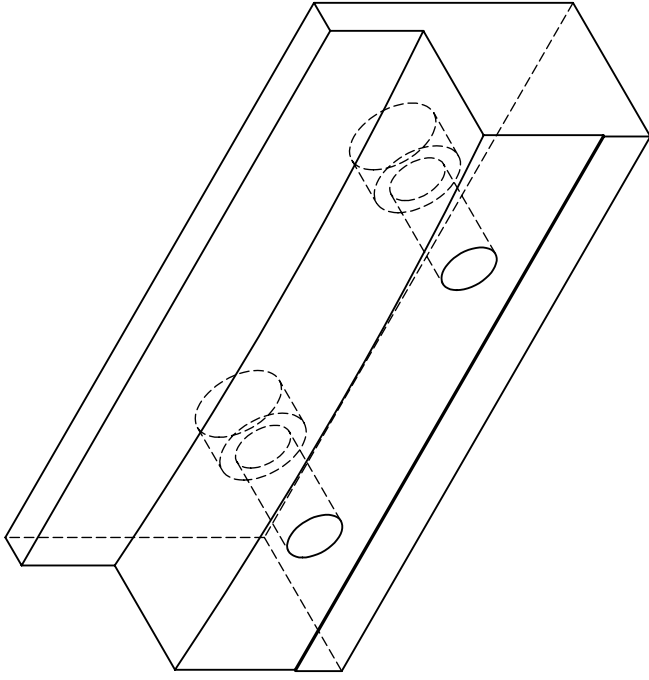
Kiinnitin 2 vastake

Materiaali

A4

SCALE: 1 : 1

WEIGHT: 0,457 kg



Ainevahvuus

Suunnittelija MS

Suun. pvm 9.5.2010

Osan nimi

Kiinnitin 3 kiristin

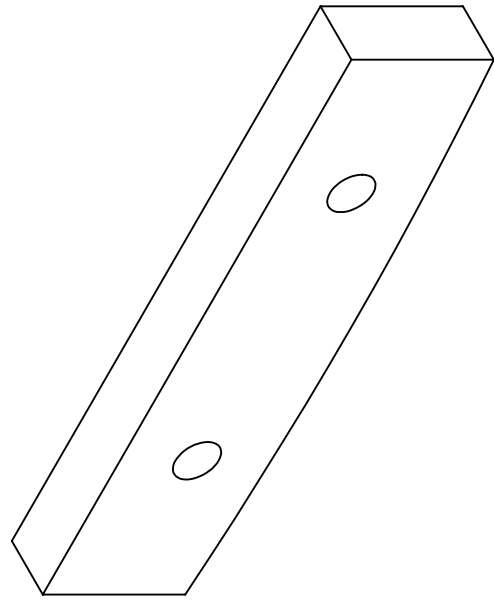
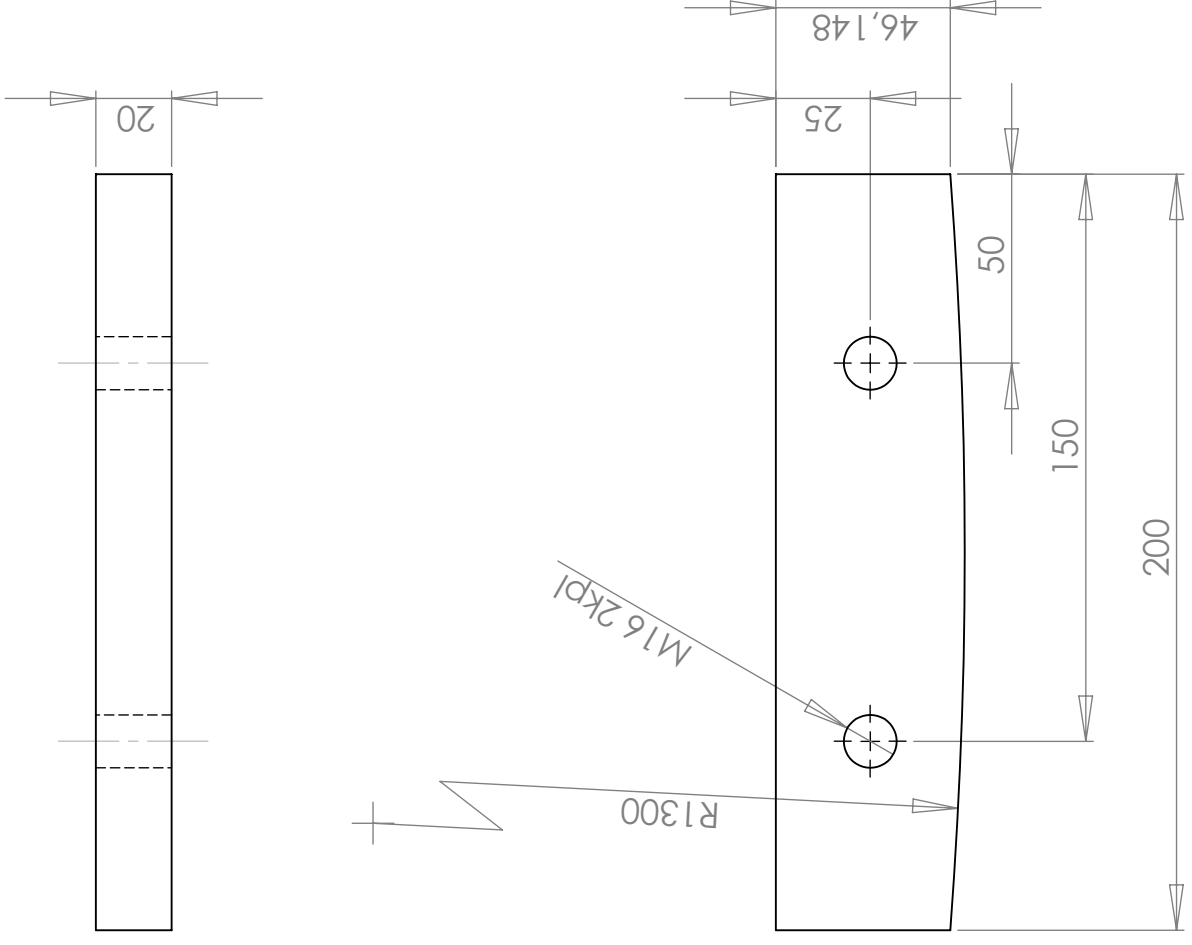
Materiaali

A4

SCALE: 1:2

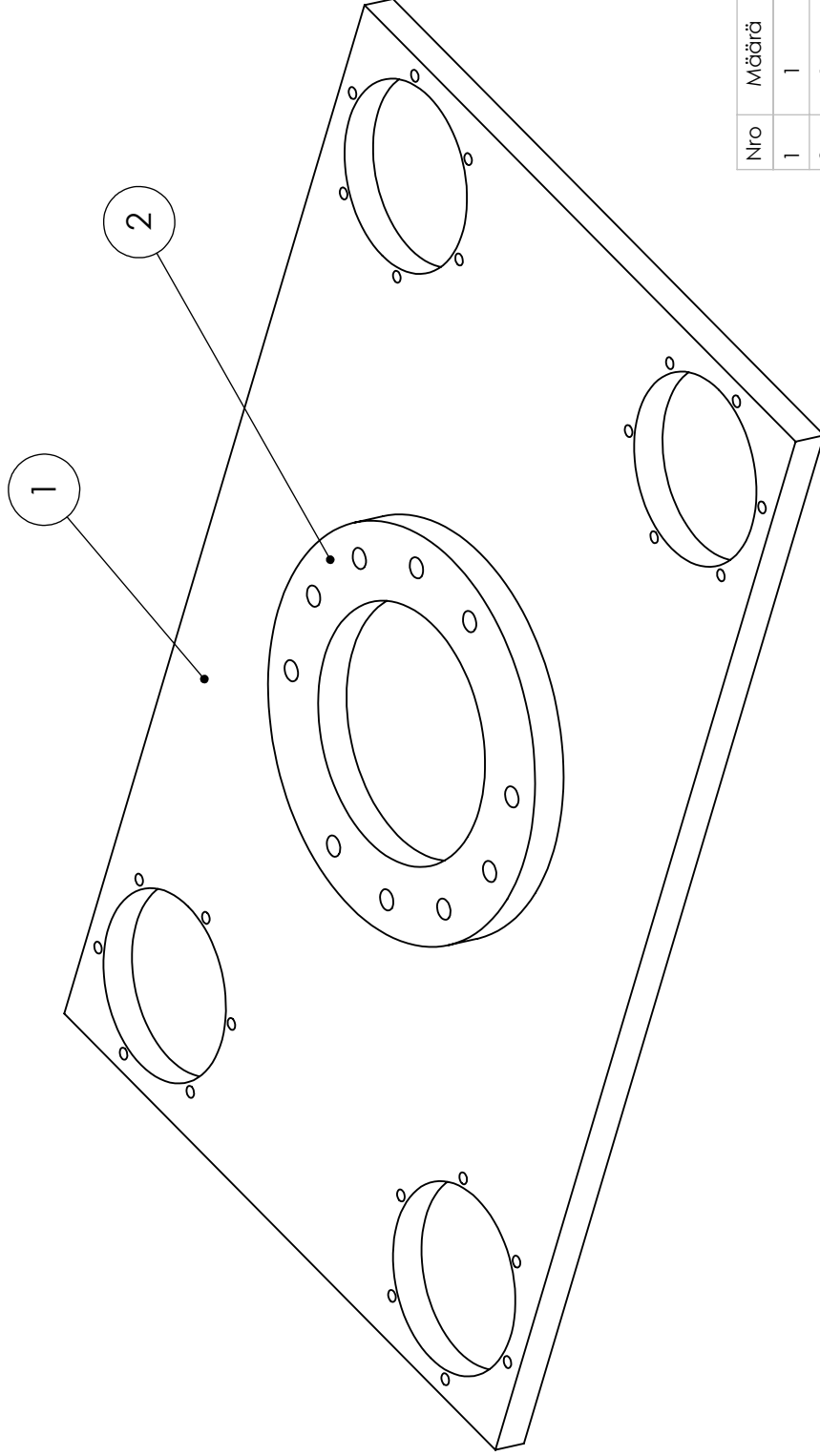
WEIGHT:

3,9 kg



LIITE 11

Ainevahvuus	20mm	Suunnittelija	MS
		Suun. pvm	9.5.2010
Osan nimi			
Kiinnitin 3 vastake			
Materiaali		A4	
SCALE: 1:2	WEIGHT:	1,5 kg	



Nro	Määrä	Osa
1	1	Robotin tarffuja_0-pistekiinnittimien alusta
2	1	Robotin tarffuja_Schunkin laippaan

Ainevahvuus

Suunnittelija MS

Suun. pvm 9.5.2010

Osan nimi

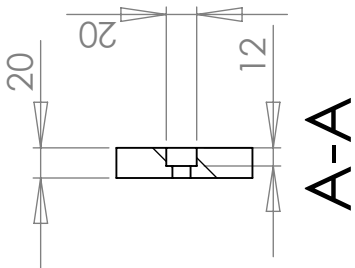
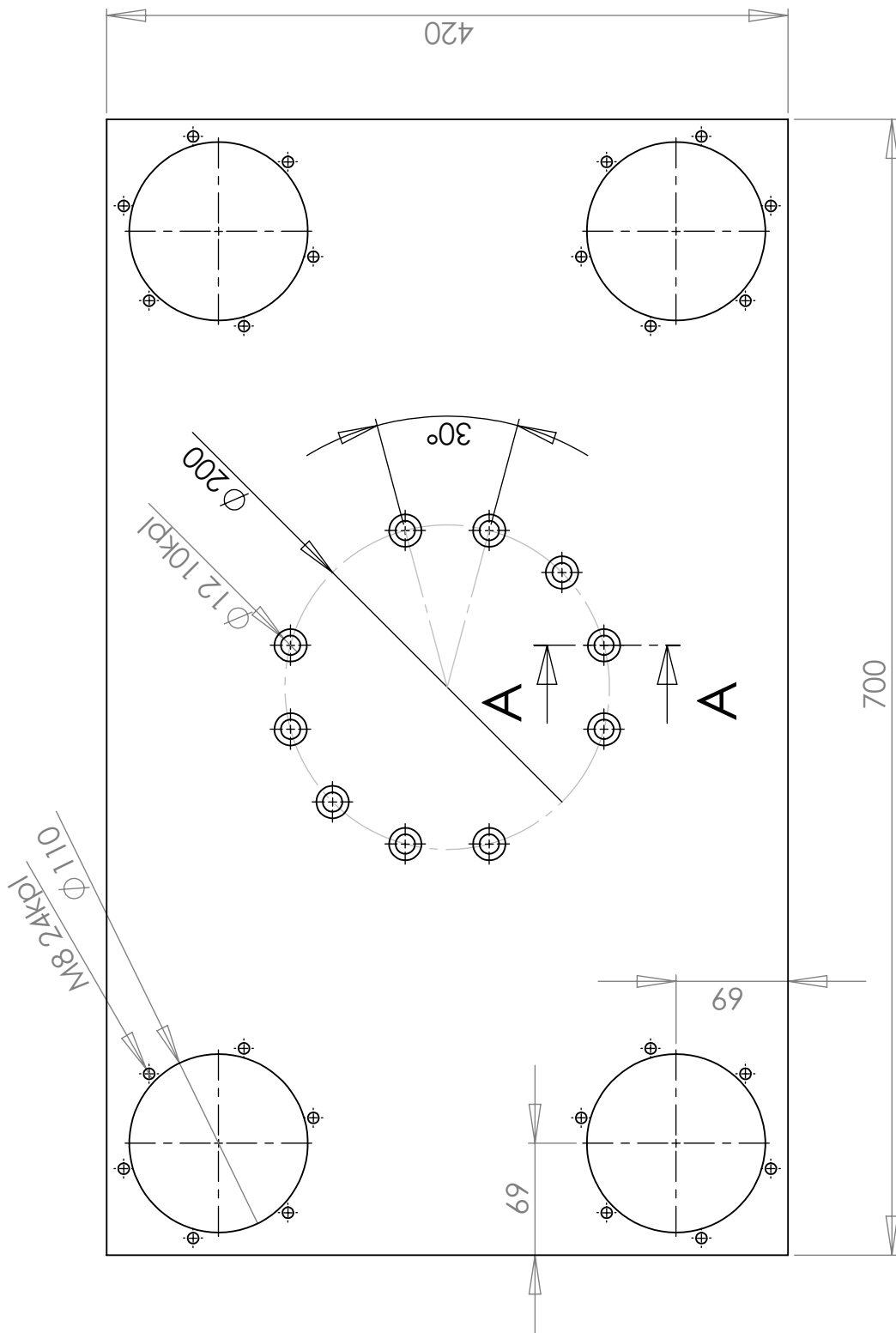
0-Pistekiinnittimien alusta ja laippa

Materiaali

A4

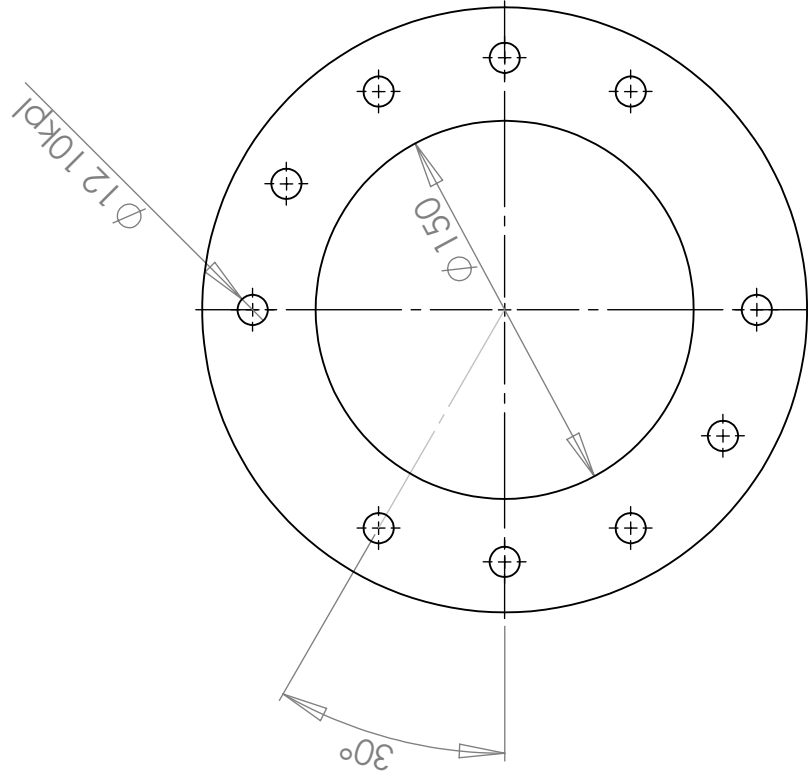
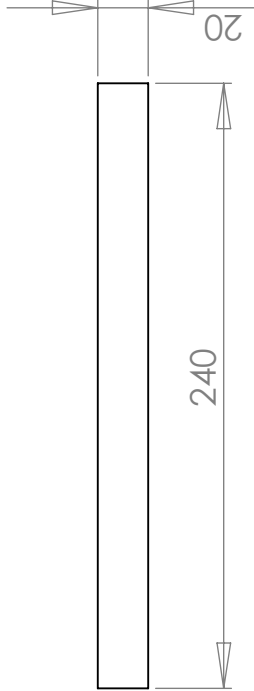
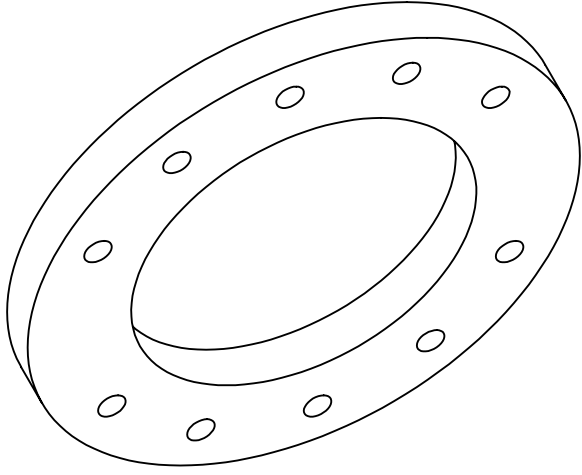
SCALE: 1: 5

WEIGHT:



Ainevahvuus	20mm
Suunnittelija	MS
Suun. pvm	9.5.2010
Osan nimi	
O-Pistekiinnittimien alusta	
Materiaali	A4
SCALE: 1: 5	WEIGHT: 39,7 kg

LIITE 14



Ainevahvuus

Suunnittelija MS

Suun. pvm 9.5.2010

Osan nimi

Laippa

Materiaali

A4

SCALE: 1:3

WEIGHT: 4,15 kg

Valmistaja	Malli	Uppo asennus	Pinta-asennus	Ominaisuudet	lukitus	kiinnipito voima (kN)	maksimivoima (kN)	irroituspaine (bar)	asetustoleranssi (mm)	korkeus (mm)
Schunk	NSE 90	X	X		Mek.	5	35	6		60
	NSE 120	X	X		mek.	3,5	35/50 *	6		56
	NSE 138	X	X		mek.	5	35/50/75 *	6		54,7
	NSE 138-P	X	X		mek.	5	35/50/75/75 *	6		54,7
	NSE 176	X	X		mek.	25	35/55/75/75 *	6		59,8
	NSE 176-V	X	X	Pyörimisen esto	mek.	25	35/55/75/75 *	6		59,8
	NSE 196	X	X		Mek.	10	35/75/75 *	6		60
System 3R	PHP	X		Puhdistus, valvonta	jousi	13	60	6		51
Delphin	PHP		X	Puhdistus, valvonta	jousi	13	60	6		54
STARK	Standard 80	X		5 000 201	jousi	20	55	5-6 (max 10)	± 2	10/35 ***
Speedy Airtec 1	Standard 100	X		5 000 101	jousi	20	55	5-6 (max 10)	± 2	10/40 ***
Zero point mounting	Standard 100	X		5 000 104	jousi	20	55	5-6 (max 10)	± 2	10/35 ***
system 5000	Standard 155	X	X**	5 000 001	jousi	20	55	5-6 (max 10)	± 2	12/38 ***
Zero Point	K5 pyöreä	X		Valinnaisia:	jousi	1,5	13	6-12	4	5,8/14 ***
Systems AG	K5 pyöreä	X	X	Paineilma kanavat	jousi	1,5	13	6-12	4	26
hemo	K10 pyöreä/neliö	X		Valvonta	jousi	8,5	25	6-12	6,5	7/23 ***
	K10 pyöreä/neliö		X	Puhdistus	jousi	8,5	25	6-12	6,5	30
	K20 pyöreä/neliö	X			jousi	17	55	6-12	12	10/34 ***
	K20 pyöreä/neliö		X		jousi	17	55	6-12	12	50
	K40 pyöreä/neliö	X			jousi	30	105	6-12	12	15/42 **
	K40 pyöreä/neliö		X		jousi	30	105	6-12	12	62
	UNITOOL pyöreä/neliö	X		Tappi käy (NSE 138)	jousi	30	55	6-12	4,8	57

* Maksimivoima riippuu käytettävästä kuusiokoloruuvista – DIN 912/12.9 (M10/M12/M16/M20)

**build-up erillinen moduli

*** Pinnalle jäävä korkeus / Uputuksen syvyys

