

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikka

Salo

2011

Tuukka Huhtala

RUUVAUSAUTOMAATIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

Turun ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikka | Konetekniikka

Kesäkuu 2011 | 29 sivua, 74 liitettä

Ohjaaja: Rabbe Storgårds

Tuukka Huhtala

RUUVAUSAUTOMAATIN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja valmistaa ruuvausautomaatti Masamuovi Oy:lle. Masamuovi Oy on muovialan kokonaistoimittaja Salossa, joka on perehtynyt erityisesti ruiskuvalumuotteihin ja -kappaleisiin. Tuote, jolle automaattia lähdettiin suunnittelemaan, oli Boxel-kojerasia. Tuote oli Masamuoville uusi, ja sen valmistuksen yksi työvaihe oli kahden kiinnitysruuvien ruuvaus kojerasiaan. Tämä työvaihe haluttiin automatisoida.

Automaatin suunnitteleminen aloitettiin periaatekuvasta, jota työn edetessä muutettiin melko paljon. Suunnittelussa käytettiin SolidWorks 2009 3D-mallinnusohjelmaa. Automaatin suunnitteleminen 3D:nä oli hyödyksi osien muutosten yhteydessä. Osien sopivuus oli helppo tarkistaa jo ennen valmistusta.

Kaikki automaattiin suunnitellut osat valmistettiin Masamuovin muottivalmistuksen omalla konekannalla. Komponenteissa hyödynnettiin yrityksen omaa varastoa. Työn tuloksena valmistui ruuvausautomaatti, jota on mahdollista hyödyntää tulevaisuudessa myös muissa vastaavissa tuotteissa.

ASIASANAT:

koneensuunnittelu, mallintaminen, automaatio, koneenpiirustus

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering | Mechanical Engineering

June 2011 | 29 pages, 74 appendices

Instructor: Rabbe Storgårds

Tuukka Huhtala

DESIGN AND MANUFACTURE OF AUTOMATIC SCREWING MACHINE

The objective of this thesis was to design and manufacture an automatic screwing machine for Masamuovi Oy. Masamuovi Oy is a global supplier of plastic industry in Salo. The company is specialized in injection moulds and moulding. Company's new product for which the machine was intended is a Boxel mounting box. One manufacturing step of the product was screwing two mounting screws to the box and this step needed automation.

The designing of a screwing machine began from the principle image of the machine. The modelling software used in this project was SolidWorks 2009. Machine modeling was made in 3D because it is useful to check that components fit in place after changes in plans.

All designed components to the automaton were manufactured in Masamuovi mold manufacturing. Most of the small components needed in the machine were found in the company's own stock. The final practical result of this project was a screwing machine which can be utilized in the future in other similar products.

KEYWORDS:

mechanical engineering, modeling, automation, CAD design

ALKUSANAT

Kiitokset opinnäytetyön ohjaajalleni Rabbe Storgårdsille, sekä Tomi Heinoselle suuresta avusta projektin aikana. Lisäksi kiitokset Masamuovi Oy:n muottivalmistuksen vahvalle nelikolle: Kristianille, Jannelle, Aarolle ja Timolle.

SISÄLTÖ

ALKUSANAT	4
1 JOHDANTO	9
1.1 Työn tavoite	9
1.2 Yritys	7
2 KÄYTETTÄVISSÄ OLEVAT KONEET	7
2.1 Ruiskupuristus eli ruiskuvalukone	7
2.2 Robotti	10
2.3 Kuljetin	11
3 RUUVAUSAUTOMAATIN SUUNNITTELU	12
3.1 Vaatimukset	12
3.2 Komponenttien piirtäminen	12
4 AUTOMAATIN PÄÄOSAT	13
4.1 Runko	13
4.2 Malja	15
4.3 Lineaarijohde	16
4.4 Revolveri	17
4.5 Tarttuja, nosto sekä kääntö	18
4.6 Jigi	19
4.7 Ruuvinvääntimien lineaariliike	20
4.8 Ruuvinvääntimet	21
4.9 Ruuvauksen tarkistus	21
4.10 Robotin tarttuja	22
5 AUTOMAATIN OHJAUS	23
5.1 Ohjauskomponentit	24
5.1.1 Logiikka	24
5.1.2 Releet	24
5.1.3 Pneumatiikkaventtiilit	25
5.1.4 Sylintereiden raja-anturit	26
5.2 Ohjelmat	26
5.2.1 Automaatin ohjelma	26
5.2.2 Robotin ohjelma	27

6 TESTAUS	28
7 YHTEENVETO	29
LÄHTEET	30

LIITTEET

- Liite 1. Automaatin kuva yläviistosta
- Liite 2. Automaatti sivulta ja malja
- Liite 3. Ohjainyksikkö
- Liite 4. Automaatin runko
- Liite 5. Maljan apurunko
- Liite 6. Pohja 1
- Liite 7. Pohja 2
- Liite 8. Pohja 3
- Liite 9. Kiinnitysrauta
- Liite 10. Kiinnityspelti
- Liite 11. Lineaarijohde
- Liite 12. Kisko
- Liite 13. Johde 1
- Liite 14. Johde 2
- Liite 15. Puhallus 1
- Liite 16. Puhallus 2
- Liite 17. Revolveri
- Liite 18. Jalka 1
- Liite 19. Jalka 2
- Liite 20. Revolverin kulho
- Liite 21. Revolverin rulla
- Liite 22. Revolverin akseli
- Liite 23. Prikka
- Liite 24. Revolverin aluslevy
- Liite 25. Revolverin apukisko
- Liite 26. Sokka
- Liite 27. Revolverin vipu
- Liite 28. Sylinterin pidike
- Liite 29. Suoja
- Liite 30. Kääntö ja tarttuja
- Liite 31. Tarttuja 1
- Liite 32. Tarttuja 2
- Liite 33. Tarttuja 1 osa B
- Liite 34. Tarttuja 2 osa B
- Liite 35. Kääntövarsi
- Liite 36. Nosto
- Liite 37. Nosto 1
- Liite 38. Nosto 2
- Liite 39. Nosto 3
- Liite 40. Nosto 4
- Liite 41. Jigi
- Liite 42. Jigi osa 1
- Liite 43. Jigi osa 2
- Liite 44. Jigi osa 3

Liite 45. Jigi osa 4
Liite 46. Jigi osa 5
Liite 47. Jigi kiinnitys 1
Liite 48. Jigi kiinnitys 2
Liite 49. Ruuvarien lineaariliike
Liite 50. Moottoripidike 1
Liite 51. Moottoripidike 2
Liite 52. Moottoripidike 3
Liite 53. Rajoitin 1
Liite 54. Rajoitin 2
Liite 55. Robotin tarttuja
Liite 56. Kämpälä 1
Liite 57. Kämpälä 2
Liite 58. Väliprikka
Liite 59. Anturijalka
Liite 60. Ruuvierotin
Liite 61. RK. Pidike
Liite 62. M. Anturijalka
Liite 63. Puhallusblokki
Liite 64. Sähkökaapin asennusrauta
Liite 65. Kiinnitys lattiaan
Liite 66. Noston suojus
Liite 67. Noston suoja
Liite 68. Suojan kiinnike 1
Liite 69. Suojan kiinnike 2
Liite 70. Sähkökuva
Liite 71. Logiikan ohjelma osa 1
Liite 72. Logiikan ohjelma osa 2
Liite 73. Logiikan ohjelma osa 3
Liite 74. Sähkökaappi Fibox CAB P 302017

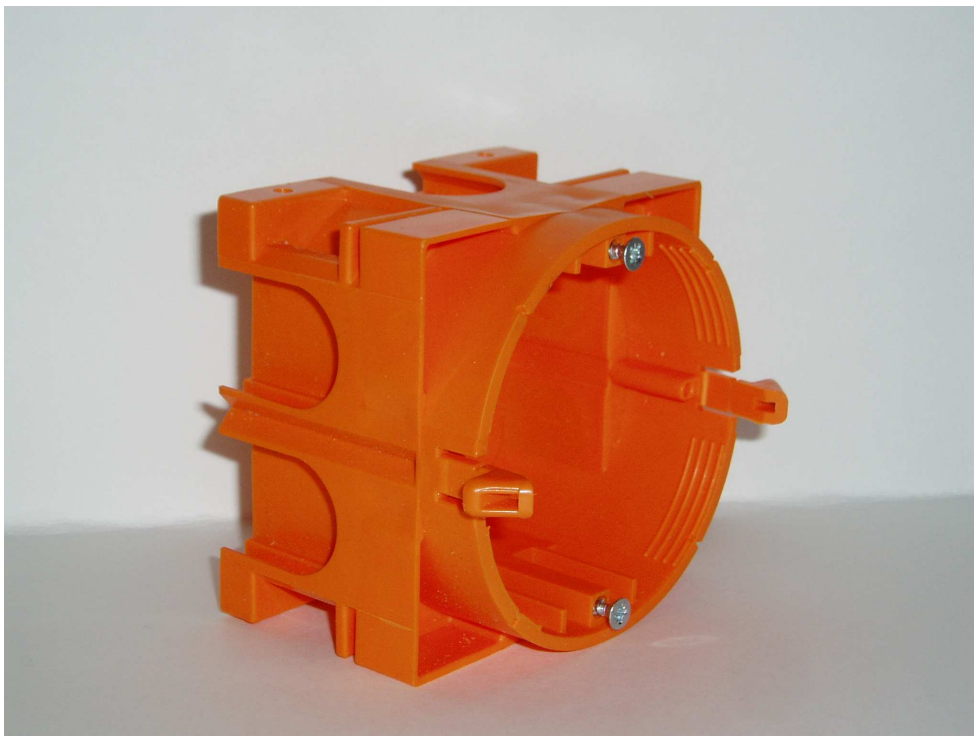
KUVAT

Kuva 1. Boxel-kojerasia.	6
Kuva 2. Raaka-aineen syöttö.	8
Kuva 3. Ruiskutus.	8
Kuva 4. Jäähdytys.	9
Kuva 5. Ulostyöntö.	10
Kuva 6. ERC-robotti.	11
Kuva 7. 45x45 F -profiili.	14
Kuva 8. Power-Lock	14
Kuva 9. Maljan anturi.	15
Kuva 10. Tärymalja.	16
Kuva 11. Johde.	17
Kuva 12. Puhalluksien jako.	17
Kuva 13. Revolveri.	18
Kuva 14. Nosto, kääntö ja tarttuja.	19
Kuva 15. Jigi.	20
Kuva 16. Ruuvinvääntimen lineaariliike.	21
Kuva 17. Ruuvauksen tarkistusanturit.	22
Kuva 18. Robotin tarttuja.	23
Kuva 19. Logiikka sekä I/O-kortti.	24
Kuva 20. Omron rele	25
Kuva 21. Paineilmaventtiilit.	26
Kuva 22. Robotin ohjelman toimintaperiaate.	27
Kuva 23. Ruuvisuoja.	28

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoite

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella sekä toteuttaa ruuvausautomaatti Masamuovi Oy:n valmistamalle kojerasialle. Kojerasia on Revolten Boxel-uutuustuote [kuva 1], jonka valmistus oli vasta aluillaan Masamuovissa. Rasiaan ruuvataan kaksi kiinnitysruuvia, joilla koje kiinnitetään rasiaan. Ruuvit näkyvät kuvassa, rasiaan ylä- sekä alareunassa. Ruuvaukseen halutaan automaatti poistamaan puuduttava työvaihe työntekijöiltä, koska kojerasioita tullaan tekemään tulevaisuudessa paljon.



Kuva 1. Boxel-kojerasia.

1.2 Yritys

Masamuovi Oy on Salon Perttelissä sijaitseva sopimusvalmistaja, joka on perehtynyt erityisesti ruiskuvalumuotteihin ja -kappaleisiin. Vuonna 2012 yritys täyttää 40 vuotta. Yrityksessä on oma muotin suunnittelu, muottivalmistus sekä -huolto. Ruiskuvalukonekanta kattaa sulkuvoimaltaan 20–650 tonnia. Valmistettavien tuotteiden painot vaihtelevat alle grammasta aina 2,5 kiloon asti. Konekantaan kuuluu myös ekstruusiokone erilaisten suulakepuristettujen tuotteiden valmistukseen. Masamuovi tarjoaa myös kokoonpanon, testauksen sekä pakkauksen, joten asiakkaan on mahdollista saada täysin valmis kokonaisuus. Yrityksessä työskentelee nykyään noin 40 henkeä, joista kuusi toimihenkilöä. Töiden lisääntymisen johdosta uusia työntekijöitä on jouduttu palkkaamaan. Vuonna 2009 yrityksen liikevaihto oli 3 380 000 euroa. [1]

Muottivalmistuksen konekantaan kuuluvat kolme CNC-jyrsintä sekä manuaalijyrsin, kipinätyöstökoneita, kuten lankasaha ja uppokipinäkone, säteisporakone ja metallisorvi. Jotka oli hyödynnettävissä projektin aikana.

2 KÄYTETTÄVISSÄ OLEVAT KONEET

Tuotantosolussa, jossa Boxel-kojerasia valmistetaan, ovat seuraavat koneet käytössä.

2.1 Ruiskupuristus eli ruiskuvalukone

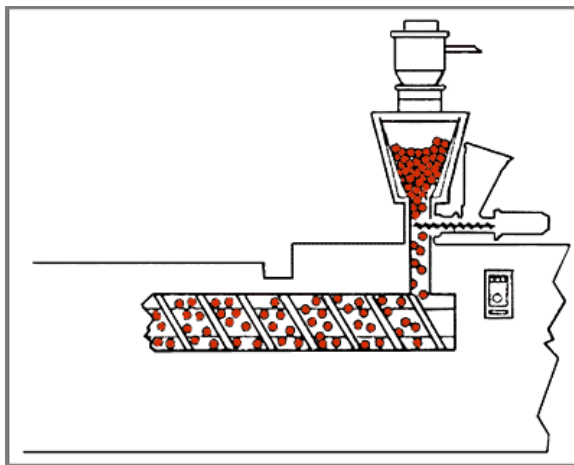
Engel ES 330/70 HL -ruiskuvalukone, jolla varsinainen kojerasia valmistetaan. Lyhyesti määriteltynä ruiskuvalu on valmistusmenetelmä, jossa täysin automaattisilla tietokoneohjatuilla koneilla ja oheislaitteilla valmistetaan erilaisia kestumuovisia kappaleita [2, s. 72].

Ruiskuvalukoneen tehtävänä on muotin avaus sekä sulkuliikkeiden suorittaminen, tarvittavan sulkuvoiman muodostaminen, raaka-aineen annostelu sekä plastisoiminen ja raaka-aineen ruiskuttaminen muottiin. Ruiskuvalukoneita on mekaanisina, hydraulisina, sähköhydraulisina sekä sähkökoneina [3].

Masamuovilla on pääasiassa hydraulisia, mutta myös yksi sähköhydraulinen ruiskuvalukone.

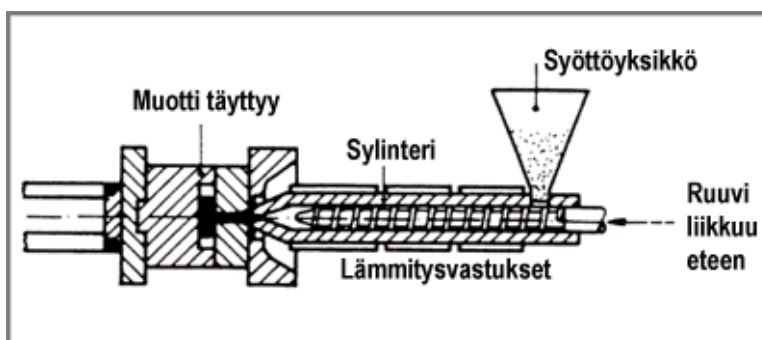
Ruiskuvaluprosessi koostuu seuraavista vaiheista:

- Plastisointi, jossa raaka-aine plastisoidaan lämmön ja ruuvin aiheuttaman mekaanisen energian avulla ruiskuvalukoneen sylinterissä [kuva 2]. Raaka-aineen joukkoon voidaan lisätä väriä tai muita lisäaineita, kuten palonestoainetta tai UV-suojaa. Raaka-aineesta riippuen voidaan sitä joutua myös kuivaamaan tai lämmittämään [4].



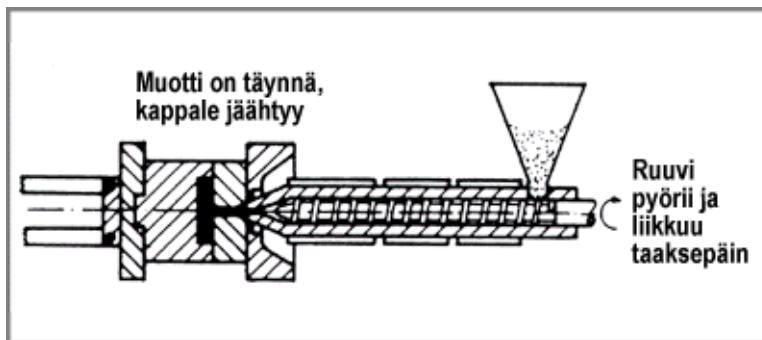
Kuva 2. Raaka-aineen syöttö.

- Ruiskutuksessa plastisoitu raaka-aine ruiskutetaan suuttimen läpi muottipesään [kuva 3]. Ruiskutuksen aikana muotti pidetään kiinni sekä sylinterin suutin painettuna vasten muotin suutinta. Ruiskutusvaihe päättyy, kun ruiskuvalukone kytkeytyy jälkipaineelle.



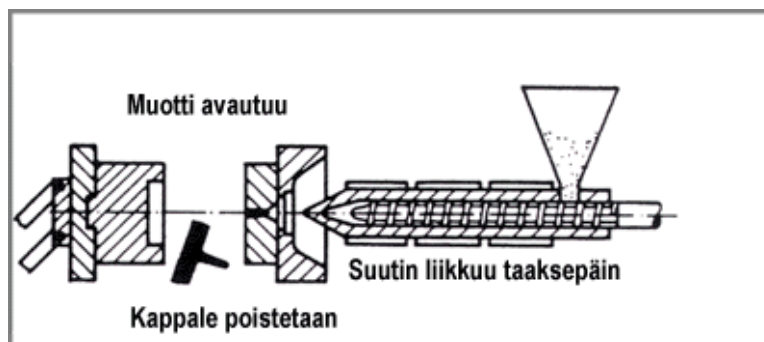
Kuva 3. Ruiskutus.

- Ruiskutuksen jälkeen, ruiskutettu massa alkaa kutistumaan. Jälkipaineella syötetään muottiin sulaa massaa korvaamaan kutistuma, sekä täyttämään viimeisetkin yksityiskohdat. Jälkipaineessa käytettävää sulaa massaa kutsutaan tyynyksi, joka on ruiskutuksen jälkeen ruuvien eteen jätettyä massaa [5].
- Muottipesässä olevan materiaalin jäädyttäminen. Jäähdytys on yleensä ajallisesti työkierron pisin vaihe. Jäähdytysaika riippuu käytetystä materiaalista, kappaleen seinämäpaksuudesta sekä muotin lämmönjohtokyvystä. Jähmettymisen tulisi tapahtua tasaisesti, jotta vältettäisiin huokosten sekä kappaleen jännitteiden muodostuminen. Kuvassa 4 on kappale jäähtymässä, sekä ruuvi keräämässä uutta annosta raaka-ainetta ruuvien kärkeen [2, s. 81].



Kuva 4. Jäähdytys.

- Valmiin kappaleen ulostyöntö muotista, tapahtuu ulostyöntötapeilla. Kappaleen ulostyöntö voi tapahtua jo muotin avauksen aikana tai heti kun kappale on jäähtynyt riittävästi [kuva 5].



Kuva 5. Ulostyöntö.

Ruiskuvalu on eniten käytetty muovituotteiden valmistusmenetelmä. Sillä tehdään erilaisia tuotteita kojelaudoista kodinkoneisiin ja purkeista pelivälineisiin. Menetelmä soveltuu erityisesti suurien sarjojen valmistukseen.

2.2 Robotti

Engel ERC 33/1-C on suorakulmainen robotti, jossa on kolme servo-ohjattua vapausastetta. Kyseinen robotti näkyy kuvassa 6. Robotti noutaa kappaleen muotista ja vie sen kuljettimelle, tai tässä tapauksessa ruuvattavaksi. Robotin akseleista Y on pystysuora, X on koneen suuntainen ja Z on suorassa kulmassa koneeseen nähden. Näiden kolmen akselin lisäksi robotin ranteessa on 90°:een kääntö koneen suuntaisesti.



Kuva 6. ERC robotti.

Robottia hallitaan ruiskuvalukoneen ohjainyksiköltä [liite 3] tai erillisellä ohjaimella. Robotin tarttujan suunnittelussa täytyy ottaa huomioon ohjelmoitavissa olevat kaksi imupiiriä sekä kaksi sylinteriliitaintä. Imuissa voidaan käyttää erilaisia imukuppeja, ja sylintereinä voidaan käyttää yksitoimisia tai kaksitoimisia paineilmasylintereitä. Sylinteriliitaintään kytketään esimerkiksi paineilmatarttuja, jolla voidaan tarttua kappaleeseen.

2.3 Kuljetin

Kuljettimena toimii Crizaf model L, joka on sileällä PVC-hihnalla varustettu mattokuljetin. Kuljettimen nopeutta on mahdollista säätää portaattomasti taajuusmuuntimella.

3 RUUVAUSAUTOMAATIN SUUNNITTELU

3.1 Vaatimukset

Automaatin tarkoituksena on ruuvata kaksi ruuvia kojerasiaan. Kojerasian ruiskupuristus kestää noin 30 sekuntia, joten automaatin pitää ruuvata ruuvit rasiaan tätä nopeammin. Automaatin vaadittiin myös keskustelevan ruiskuvalukoneen sekä robotin kanssa, jotta robotti tietää esimerkiksi, milloin ruuvaus on valmis. Robotille pitää myös kertoa, onko ruuvaus onnistunut, eli rakentaa tarkistus, ovatko molemmat ruuvit paikallaan. Ruuvattava ruuvi on pituudeltaan 20 mm ja siinä on PZ1-kanta. Automaatin toiminnassa tapahtuva häiriö ei myöskään saisi keskeyttää rasioiden valmistumista ruiskupuristuskoneesta.

3.2 Komponenttien piirtäminen

Automaatin suunnitteluun ja osien piirtämiseen valittiin SolidWorks 2009 -mallinnusohjelma. Ohjelman etuina ovat kolmiulotteinen mallinnus, josta nähdään heti lopullinen kappale, sekä mahdollisuus testata sen sopivuutta kokonaisuuteen. Ohjelmassa on myös helppo luoda kolmiulotteisesta osasta perinteiset kaksiulotteiset kuvat.

Pneumatiikkakomponentit saatiin valmiiksi mallinnettuna, valmistajien SMC sekä Festo tuotesivuilta. Sivustot olivat selkeät, eikä kuvien lataamiseen vaadittu muuta kuin rekisteröityminen sivustoille. SMC ja Festo ovat kilpailevat pneumatiikkakomponenttien kansainväliset valmistajat, joita molempia hyödynnettiin työn vaatimien komponenttien hankinnassa.

Ruuvausautomaatin suunnittelu aloitettiin karkeasta periaatemallista, jonka pohjalta alettiin suunnitella varsinaista kokonaisuutta. Laitteen suunnittelun edetessä ja eteen tulleiden ongelmien seurauksena, suunnitelma muuttui koko ajan, ja monia osia jouduttiin piirtämään uusiksi. Kolmiulotteisuus mallinnusohjelmassa oli suureksi hyödyksi, aina kun jotakin osaa jouduttiin muokkaamaan, pystyttiin tarkistamaan sen sopivuus muihin komponentteihin

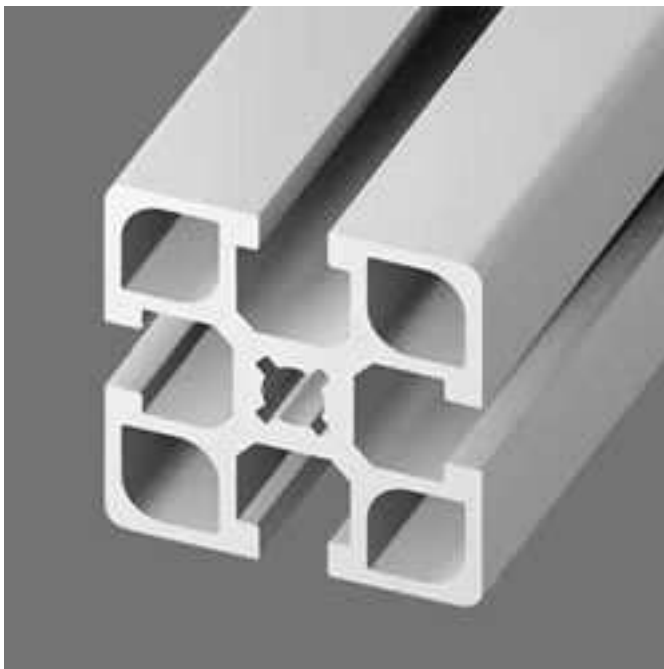
nähdän. Muutamissa laitteen toimintaan liittyvissä ratkaisuissa, jouduttiin ensimmäinen versio jopa hylkäämään ja suunnittelemaan kokonaan uusiksi. Suunnittelu oli haastavaa mutta mielenkiintoista.

4 AUTOMAATIN PÄÄOSAT

Automaatin pääraaka-aineeksi valittiin alumiini sen helpon työstettävyyden sekä keveyden takia. Painolla ei olisi muuten ollut vaikutusta, mutta laitteen mahdollisen siirtämisen takia olisi ylimääräinen paino ollut haitaksi. Rautaa käytettiin pääasiassa vain tärymaljan ja -johteen yhteisessä kiinnityslevyssä. Kiinnityslevyn valmistamisella raudasta, pyrittiin vaimentamaan resonanssia näiden kahden välillä. Myös muutama pienempi kiinnitysosa valmistettiin raudasta. Automaatin runko oli aluksi tarkoitus tehdä neliöputkesta hitsaamalla, mutta lopulta päädyttiin alumiiniprofiiliin.

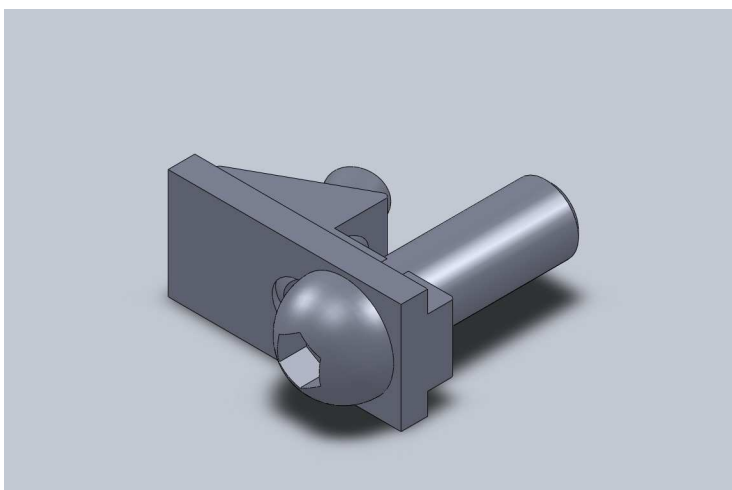
4.1 Runko

Runkoon valittiin MiniTecin profiilijärjestelmästä, 45x45 F -profiili. Profiilin poikkileikkaus näkyy kuvassa 7. Rungosta piti saada tukeva estämään värähtelyä, sekä minimoimaan jigien liikkeitä käytön aikana. Perusrungon neljän jalan varassa ovat maljan sekä lineaarijohteen apurunko. Jigi on omien jalkojen varassa jotka ovat tuettu perusrunkoon. Näin automaatin paino jakaantuu kuudelle jalalle. Rungon rakenne näkyy liitteessä 4. Automaatti sijoitetaan tasaiselle alustalle, mutta jos tarvetta ilmenee on alumiiniprofiiliin helppo kierteyttää säätöjalat.



Kuva 7. 45x45 F -profili [6].

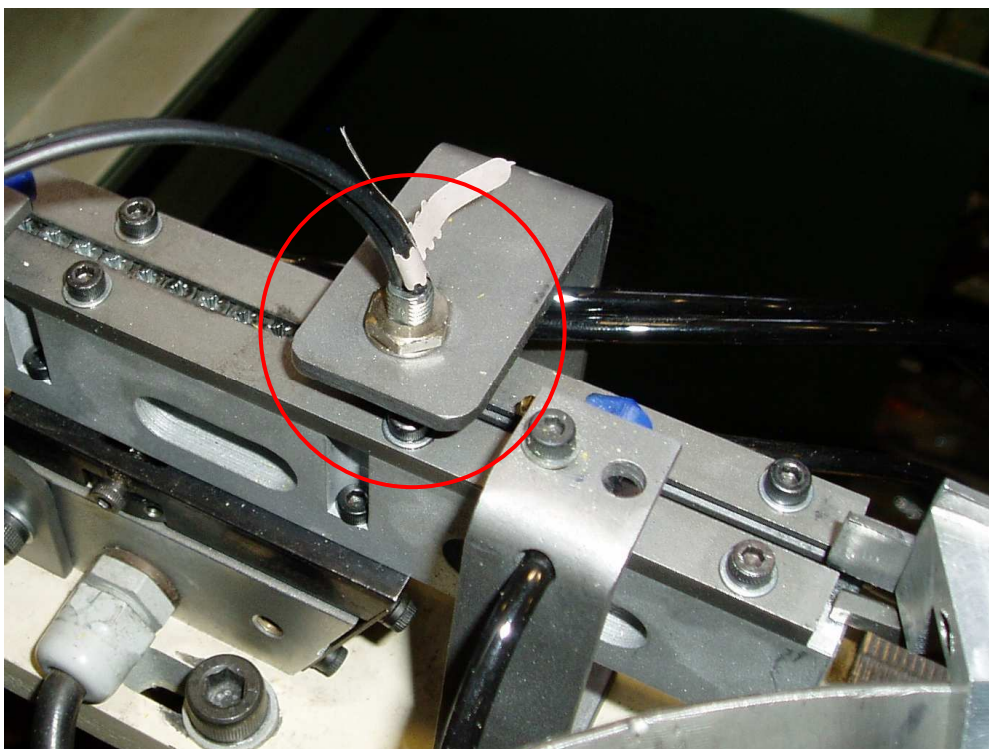
Rungon kasauksessa päätettiin käyttää Power-Lock -kiinnikkeitä. Power-Lockin etuna on helppo ja nopea kiinnitys ilman ylimääräisten reikien poraamista [2], sekä kiinnityskohtien siirrettävyys. Esimerkki Power-Lock -kiinnikkeestä on kuvassa 8.



Kuva 8. Power-Lock.

4.2 Malja

Ruuvien järjestämiseen valittiin RNA-maljatärytin SRC-N 200-2L ja sille RNA-säädin ESK-N 80. Maljan käymistä hallitaan optisella anturilla, joka kertoo maljan säätimelle, milloin lineaarijohde on täynnä. Tällä estetään maljan turha käyminen. Anturi näkyy kuvasta 9.



Kuva 9. Maljan anturi.

Varsinainen maljan kulho toteutettiin ahiota muokkaamalla. Aihioon hitsattiin hyllyt, joissa täryn vaikutuksesta ruuvit liikkuvat, sekä luovutuspää, josta järjestyksessä olevat ruuvit siirtyvät täryjohteelle. Apukiskolle tehtiin kiinnitysjalat alumiinista. Kulhon toimivan muodon hakeminen oli pitkälti käsityötä.

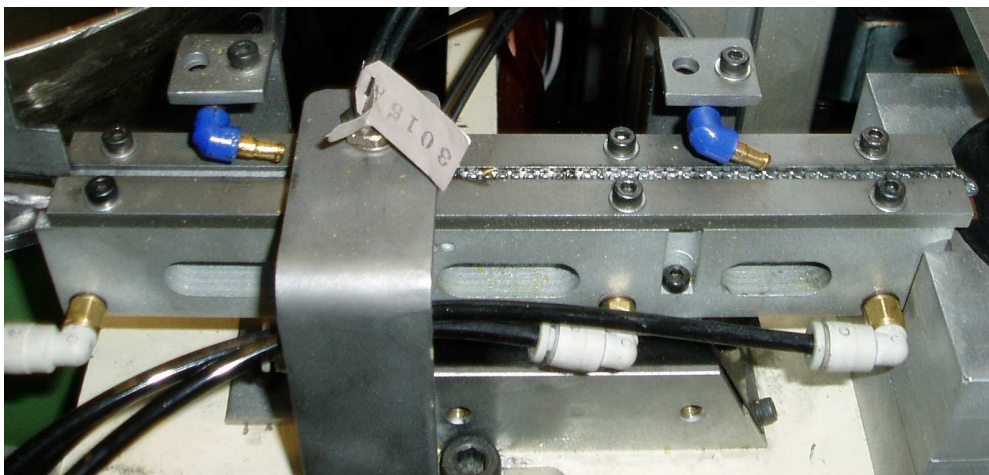


Kuva 10. Tärymalja.

Maljan apurunko valmistettiin 14 mm:n teräslevystä hitsaamalla rungon osat yhteen. Linearijohteen taso kiinnitettiin ruuvikiinnityksellä, johteen pitkittäissuuntaisen paikan säädön mahdollistamiseksi.

4.3 Linearijohde

Ruuvien kuljettamiseen maljalta revolverille valittiin RNA-lineaaritäry ja sille RNA-säädin ESK-N 80. Ruuvijohteen runko valmistettiin alumiinista jyrsimällä, ja kiskot lankasahattiin teräksestä paremman kulutuskestävyyden saavuttamiseksi [kuva 11]. Kiskoihin tehtiin pieni säätövara kiskon uran leveydelle, ruuvien mahdollisten mittaheittojen takia. Ruuvien kulun helpottamiseksi johteen runkoon porattiin neljä puhalluskanavaa puhaltamaan ilmaa altpäin ruuvien menosuuntaan sekä kaksi puhallusta päälle.



Kuva 11. Johde.

Puhalluksille tehtiin alumiinista paineilman jakotukki, josta jokaista puhallusta voidaan yksittäin säätää [kuva 12].



Kuva 12. Puhalluksien jako.

4.4 Revolveri

Revolverin tehtävänä on jakaa lineaarijohteelta tulevat ruuvit vaaditulle 60 mm:n etäisyydelle toisistaan. Revolverin runko työstettiin alumiinista, ja revolverin rulla sorvattiin nylon-tangosta. Lineaarijohteelta tulevat ruuvit siirtyvät rullassa olevissa urissa, revolverin vastakkaisreunoihin. Reunassa olevassa upotuksessa on neodyymi-magneetti pitämässä ruuvia tiukasti paikallaan tarttujaa varten. Rullan urien kulutuskestävyyttä lisättiin kuparisilla

kulutuspaloilla, mutta lopullinen kesto nähdään vasta pidemmän testauksen perusteella. Turvallisuuden takia suojattiin rullaa kääntävän sylinterin (SMC CDJPB10-30D) liikkuva mäntä sekä työntövarsi [kuva 13].



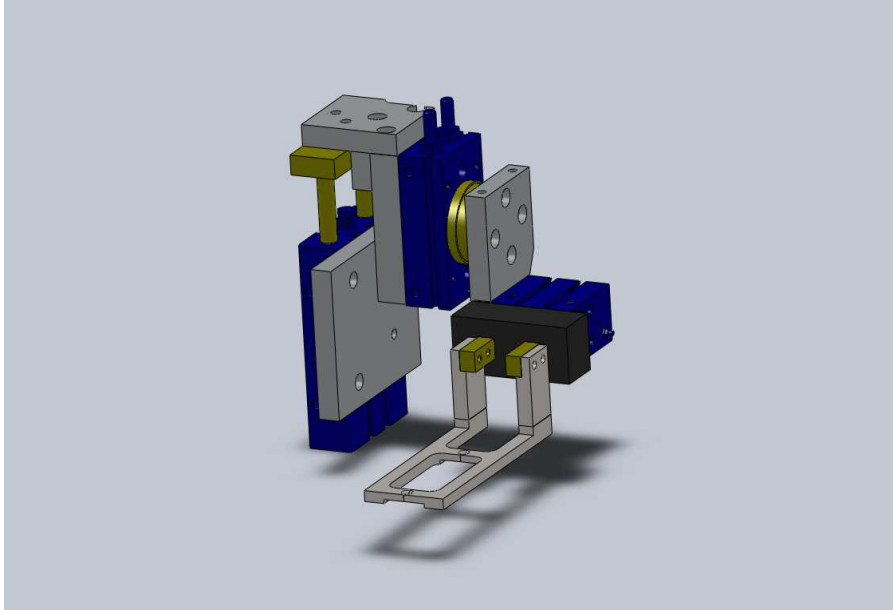
Kuva 13. Revolveri.

4.5 Tarttuja, nosto sekä kääntö

Tarttujana on SMC:n MHK2-20D-M9B, johon on kiinnitetty leuat, joilla saadaan nostettua 60 mm:n etäisyydellä olevat ruuvit. Tarttujan leuat ovat kuluttavassa käytössä, joten niiden aihiot lankasahattiin 10 mm paksusta teräslevystä. Leuan ruuveihin tarttuvien kynsien lopullinen muoto sovitettiin kojerasiaan valittujen ruuvien kantoihin.

Nostosylinteriksi valittiin Feston DPZ-16-25-P-A, jonka tehtävänä on nostaa tarttuja ruuveineen pois revolverista. Ruuvit on nostettava pois revolverin urista, jotta tarttujan kääntö on mahdollista.

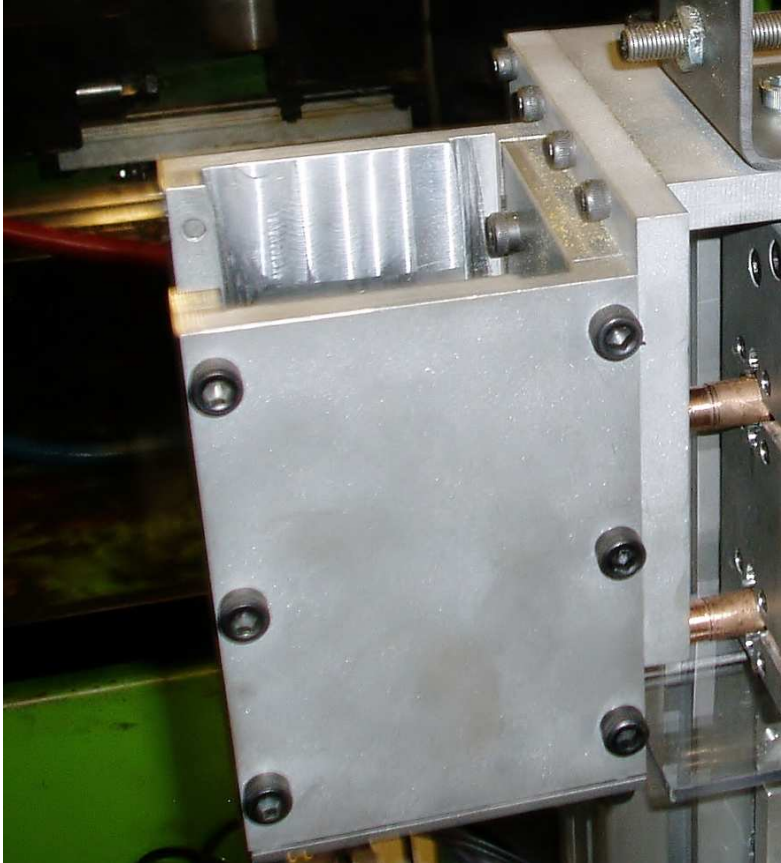
Kääntö toteutettiin SMC:n MSQB7A-M9BV kääntösylinterillä. Sylinteri kääntää tarttumat 90° ylös vasten ruuvinvääntimiä. Kääntökuuma oli helposti säädettävissä sylinterin säätöruuveista. [Kuva 14.]



Kuva 14. Nosto, kääntö ja tarttuja.

4.6 Jigi

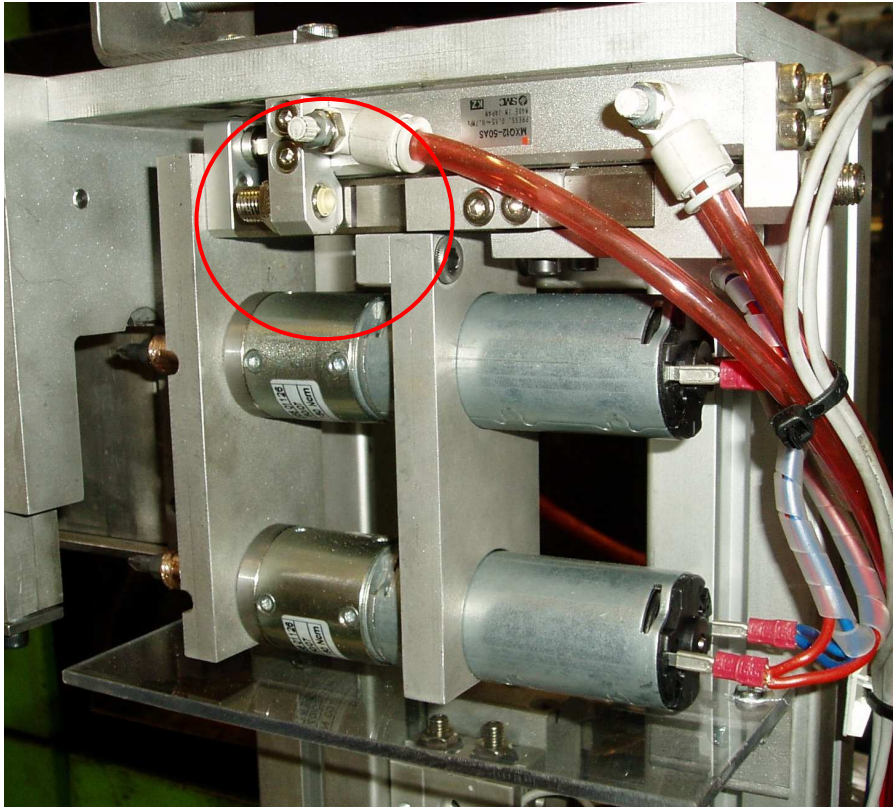
Boxel-kojerasialle tehtiin jigi, johon muovikoneen robotti tuo kojerasian muotista. Jigin tarkoituksena on pitää kojerasiaa ruuvauksen ajan paikallaan. Jigi tehtiin 10 mm paksusta alumiinilevystä muodonmuutosten välttämiseksi, sekä siihen jyrsittiin pienet haut helpottamaan kappaleen kohdistumista jigiin. Jigistä tehtiin myös helposti irrotettava mahdollisten muutosten takia [kuva 15].



Kuva 15. Jigi.

4.7 Ruuvinvääntimien lineaariliike

Liike toteutettiin SMC:n MXQ12-50A-M9BM johdesylinterillä, johon kiinnitettiin moottorit kahden kiinnityslaipan avulla. Suunnitelmien muutosten seurauksena liikeradan rajoitukseen jouduttiin tekemään uudet rajakappaleet. Ruuvien syvyyttä rasiassa voidaan helposti säätää sylinterin säätöruuvista, joka on ympäröity kuvassa 16.



Kuva 16. Ruuvinvääntimien lineaariliike.

4.8 Ruuvinvääntimet

Ruuvareina toimivat kaksi Dunkermotoren valmistamaa G30.0 sähkömoottoria, jotka on varustettu PLG32-planeettavaihteistoilla suuremman vääntömomentin aikaansaamiseksi. Jotta moottoreiden akseleihin saatiin kiinnitettyä PZ1-ruuvikärjet, niille täytyi valmistaa pidikkeet. Pidike tehtiin moldmax beryllium/kupari -seoksesta, sen suuren lujuuden sekä hyvän kulumiskestävyuden takia. Pidike valmistettiin kipinätyöstöllä. Ensiksi grafiitista jyrsityllä elektrodilla tehtiin ruuvikärjen kuusikulmainen kanta, sekä akselin upotus ja lopuksi pidike lankasahattiin irti ahiosta. Pitimeen istutettiin neodyymi-magneetti pitämään ruuvia ruuvauskärjessä ruuvauksen aikana.

4.9 Ruuvauksen tarkistus

Tarkistus toteutettiin yksinkertaisesti kahdella induktiivisella Balluff 0231HU113645 -anturilla, jotka kiinnitettiin 60 mm:n etäisyydelle toisistaan.

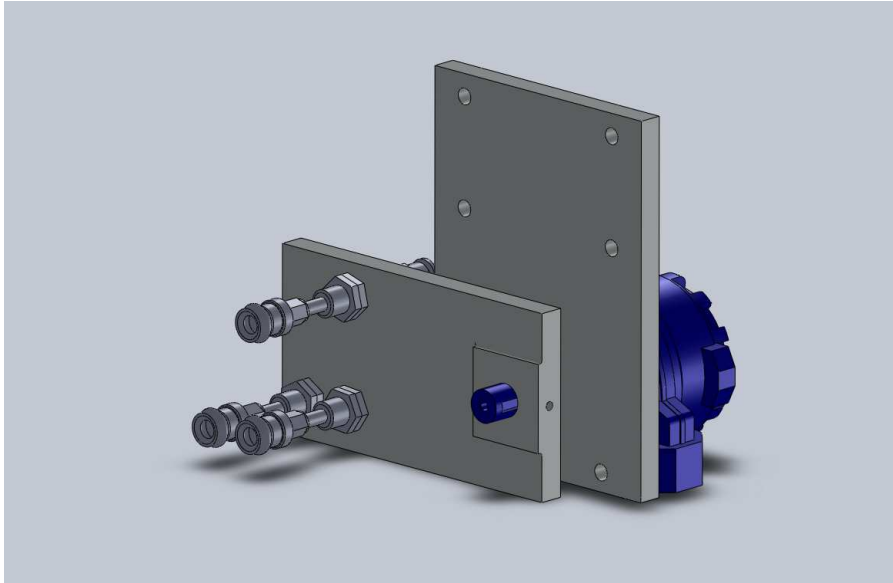
Induktiivinen anturi havaitsee anturia lähellä olevan metalliesineen, tässä tapauksessa ruuvinkannan. Kiinnityspaikaksi valittiin koneen päällinen, mahdollisimman lyhyen robotin työliikkeen saavuttamiseksi. Anturien kiinnitys näkyy kuvassa 17. Kiinnitysrudasta ei haluttu liian tukevaa, mahdollisen robotin törmäyksen sattuessa.



Kuva 17. Ruuvauksen tarkistusanturit.

4.10 Robotin tarttuja

Tarttujan runko valmistettiin alumiinista, pääasiassa painon takia. Ja toisena syynä oli muotin turvallisuus. Raudasta valmistettu tarttuja aiheuttaisi muottiin osuessaan huomattavasti enemmän vahinkoa kuin alumiininen. Tarttujaan rakennettiin 90°:een kääntö Feston DSR-25-180-P -kääntösylinterillä, jotta kojerasia saatiin käännettyä oikeaan asentoon ruuvausautomaatin jigille. Kojerasiaan tartunta toteutettiin kolmella jousitetulla imukupitarttujalla [kuva 18].



Kuva 18. Robotin tarttuja.

5 AUTOMAATIN OHJAUS

Automaatin rakenteen selvittyä aloitettiin sähkösuunnittelu; joista vastasi Tomi Heinonen. Ensimmäiseksi piirrettiin sähkökaavio [liite 10], jonka perusteella hankittiin tarvittavat komponentit, sekä niille sopivan kokoinen kaappi. Kaappiin asennettiin kaikki ohjauksen komponentit paitsi paineilmaventtiilit, jotka asennettiin kaapin takaseinään ulkopuolelle. Sähköosien tukeva kiinnitys kaapin sisälle toteutettiin DIN-kiskolla. Kaapilta johdettiin 16-napainen kaapeli robotin keskukselle, jossa kulkee automaatin sähkönsyöttö sekä tietoa robotille ja robotilta.

Automaatin ohjaaminen toteutettiin ohjelmoitavalla logiikalla. Logiikka ohjaa ruuvausautomaatin kaikkia muita toimintoja, paitsi tärymaljaa ja tärykuljetinta. Ruuvauksen onnistumisen tarkistusanturit kytkettiin suoraan robotille.

5.1 Ohjauskomponentit

5.1.1 Logiikka

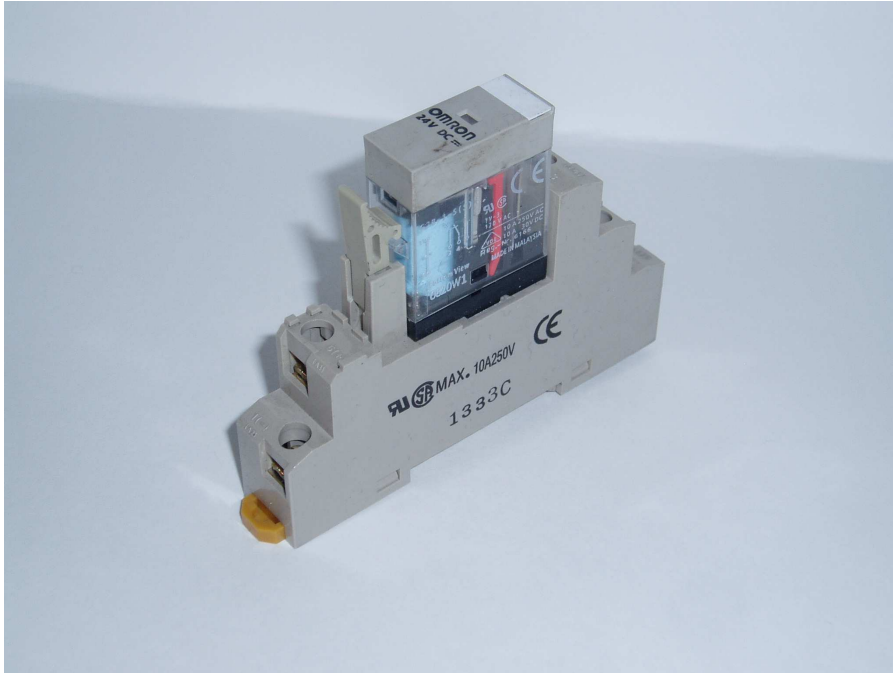
Logiikaksi valittiin Siemensin LOGO! sen automaattiin riittävien ominaisuuksien puolesta. Logiikan lisäksi tarvittiin virtalähde sekä I/O-laajennuskortti [kuva 19]. LOGO! on peruslogiikka, jossa kuitenkin riittää ominaisuuksia melko vaativankin laitteen ohjaukseen. LOGO!:n integroidusta näytöstä on mahdollista muuttaa esimerkiksi ajastimien aikoja ohjelmassa.



Kuva 19. Logiikka sekä I/O-kortti.

5.1.2 Releet

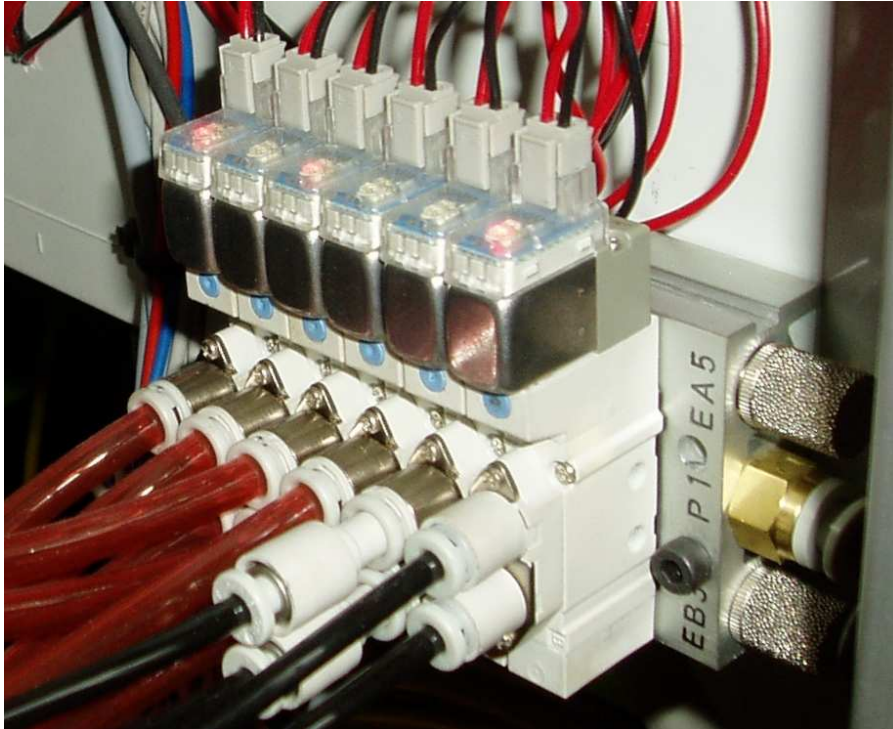
Yhdellä releillä hallitaan ruuvausmoottoreita, ja kaksi muuta ovat robotin tilatietojen käytössä. Käytetyt releet olivat tyypiltään Omron G2R, joissa on P2RF-05-E-jalusta.



Kuva 20. Omron rele.

5.1.3 Pneumatiikkaventtiilit

Sähköisesti ohjattavat paineilmaventtiilit hankittiin SMC:ltä. Viisi SY3120-5LOU-C6-Q 5/2-venttiiliä ohjaavat sylintereitä, sekä yksi SY313-5LOU-C6-Q 3/2-venttiili ohjaa puhalluksia. Venttiilit asennettiin paineenjakolaattaan helpottamaan paineilmaliitäntöjä. Venttiilit kuvassa 21.



Kuva 21. Paineilmaventtiilit.

5.1.4 Sylintereiden raja-anturit

Sylintereiden raja-anturit tilattiin sylinterivalmistajalta. Anturit olivat kaksi johtimisia reed-toimisia antureita. Niiden toiminta perustuu anturin sisällä olevaan magneetille arkaan koskettimeen, joka kytkeytyy sylinterin männässä olevan magneetin voimasta. Anturit kertovat logiikalle, onko sylinteri saavuttanut halutun aseman. Sylintereissä käytettiin SMC D-A93 -antureita, jotka kiinnitetään sylinterin kyljessä olevaan uraan.

5.2 Ohjelmat

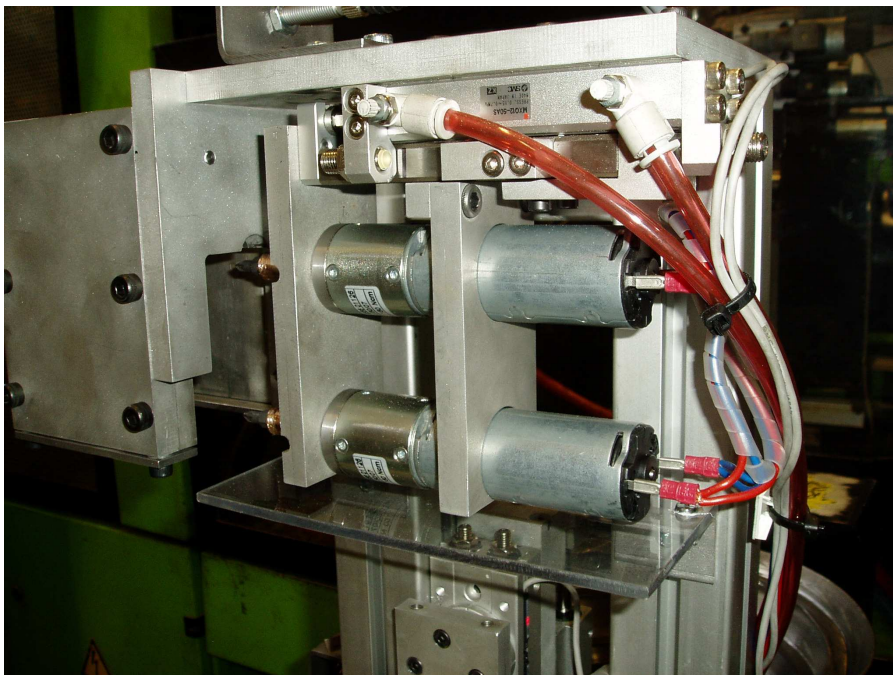
5.2.1 Automaatin ohjelma

Logiikan ohjelma tehtiin Siemensin omalla LOGO!Soft Comfort V6.1 -ohjelmalla. Ohjelmointikielenä käytettiin LD- (Ladder-) eli relekaavio-ohjelmointia sen

6 TESTAUS

Automaattia päästiin testaamaan lopulta ruiskuvalukoneen huollon jälkeen. Automaattia varten porattiin lattiaan kiinnitysreijät estämään laitteen liikkuminen käytön aikana. Testisarjan ajo tapahtui sekä päivä- että iltavuorossa, testauksen aikana koneenkäyttäjät kirjoittivat palautelomakkeeseen sattuneista virheistä yksityiskohtia. Itse ruuvauksen todettiin toimivan odotetulla tavalla, mutta lineaaritäryn toiminnassa havaittiin häiriöitä. Yksittäinen ruuvi jäi satunnaisesti kiinni johteeseen, jonka seurauksena revolverille ei enää kulkeutunut ruuveja. Tähän auttoi alustavasti kiskon sekä puhallusten säätäminen, sekä tulevaisuudessa pienemmällä toleranssilla olevien ruuvien tilaaminen.

Toinen mikä aiheutti muutaman virheen, oli ruuvien päätyminen väärin paikkoihin. Kun ruuvauksessa tapahtui jokin virhe, tippui irtonainen ruuvi sattumalta nostosylinterin väliin. Tämä estettiin rakentamalla nostolle suoja ruuvinvääntimien alle, joka näkyy kuvassa 23.



Kuva 23. Ruuvisuoja.

Ensimmäisten testausten aikana havaittiin myös ruuvimaljan altistumista muovitomulle, jonka minimoimiseksi voidaan malja koteloida. Tulevien

pidempien ajojen aikana voi mahdollisesti selvittää ongelmakohtia, joita nyt ei huomattu.

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ruuvausautomaatti sekä toteuttaa se. Työssä käsitellään automaatin eri osakokonaisuudet, niiden suunnittelu, valmistus sekä toiminta. Jokaisesta osakokonaisuudesta on oman otsakkeensa alla selventäviä kuvia, sekä työn lopussa liitteenä osien mittakuvat ja logiikan ohjelma.

Työn alussa käsiteltiin ruiskuvalun toimintaperiaatetta sekä ruiskuvalukoneen toimintaa, koska työhön liittyvä kojerasia on ruiskuvalettu kappale. Ruiskuvalusta minulla oli ennakkoon tiedossa vain koulussa opitut perusteet. Automaatin suunnitteluun meni paljon aikaa: joskus jo valmiiksi tehty osa tai toiminto ei toiminutkaan halutulla tavalla ja jouduttiin asian ratkaisemiseksi suunnittelemaan uudestaan. Tämä toi projektiin haasteita ja opetti, ettei aina teoriassa toimiva ratkaisu, olekaan paras käytännössä. Osien piirtäminen vei myös yllättävän paljon aikaa. Aina kun jotakin osaa muutti, piti muutokset päivittää myös muihin osiin.

Osien valmistuksen yhteydessä huomasin, että koneistuskokemuksesta olisi ollut huomattavaa hyötyä. Sekä manuaali- että NC-työstökoneista olisi kaivannut lisää opetusta. Varsinkin terätyyppejä ja työstönopeuksia olisi pitänyt opettaa tarkemmin, jotta hahmottaisi paremmin, mitä työstökoneella on mahdollista tehdä ja mitä ei. Koulussa olevat kurssit painottuvat liikaa teoriaan.

Tilatuista valmiista osista tai komponenteista ei erillisiä kuvia ole. Valmiina tilattiin vain ohjauselektronikan sekä pneumatiikan komponentit. Osien tilauksessa Tomi Heinosen kokemus oli suureksi avuksi, toimittajien ja jälleenmyyjien selvitys olisi muuten ollut huomattavasti hankalampaa.

Tulevaisuudessa automaattia pyritään hyödyntämään muihin vastaaviin töihin, erilaisten vaihdettavien jigien avulla, sekä muokkaamalla automaatin ohjelmaa.

Käyttömahdollisuudet lisääntyisivät myös, jos ruuvimaljan soveltuvuutta erikokoisille ruuveille kehitettäisiin.

LÄHTEET

[1] Masamuovi Oy -esite. Tomi Heinonen

[2] Kurri, Veijo 1999. Muovitekniikan perusteet. Hakapaino Oy

[3] [www-dokumentti]. Viitattu 16.4.2011

<http://www.tut.fi/plastics/tyreschool/tuula/Ruiskuvalu/suomi/ruiskuvalukone/index.html>

[4] [www-dokumentti]. Viitattu 16.4.2011

<http://www.tut.fi/plastics/tyreschool/tuula/Ruiskuvalu/suomi/prosessi/1/index.html>

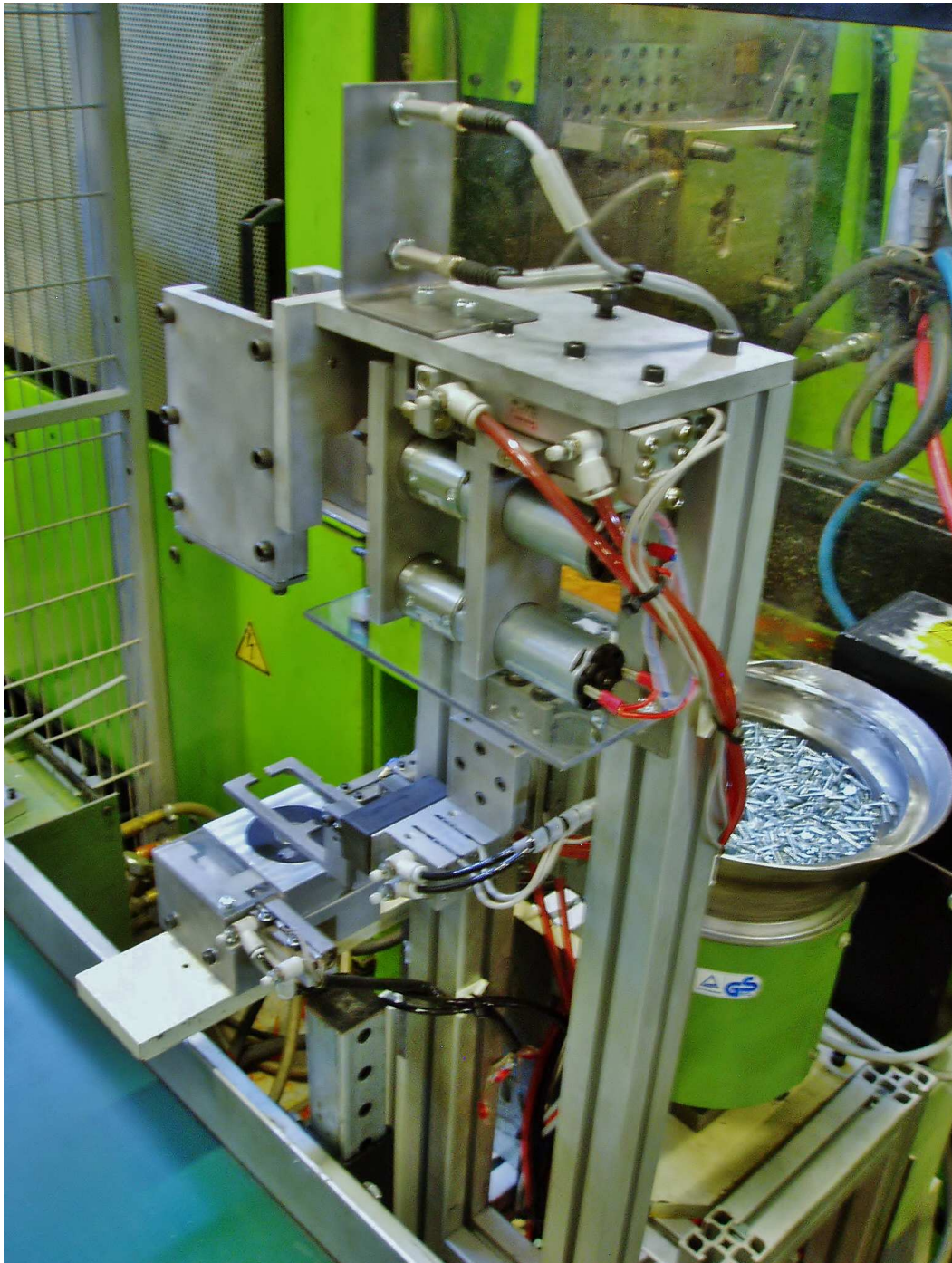
[5] [www-dokumentti]. Viitattu 17.4.2011

<http://www.tut.fi/plastics/tyreschool/tuula/Ruiskuvalu/suomi/prosessi/3/index.html>

[6] [www-dokumentti]. Boxel-kojerasia. Viitattu 19.4.2011

http://www.minitcframing.com/Products/Aluminum_Profiles/Aluminum_Profile_Catalog_Pages/20.1033_Aluminum_Profile_45x45F.html

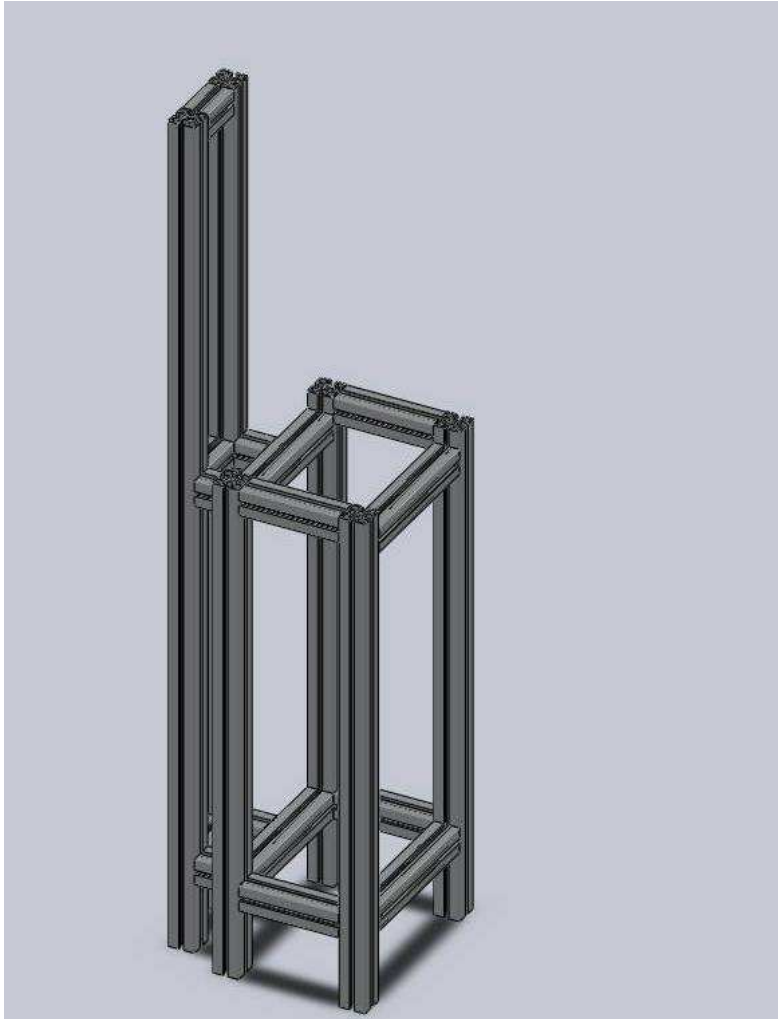
Automaatin kuva yläviistosta.



Automaatti sivulta ja malja

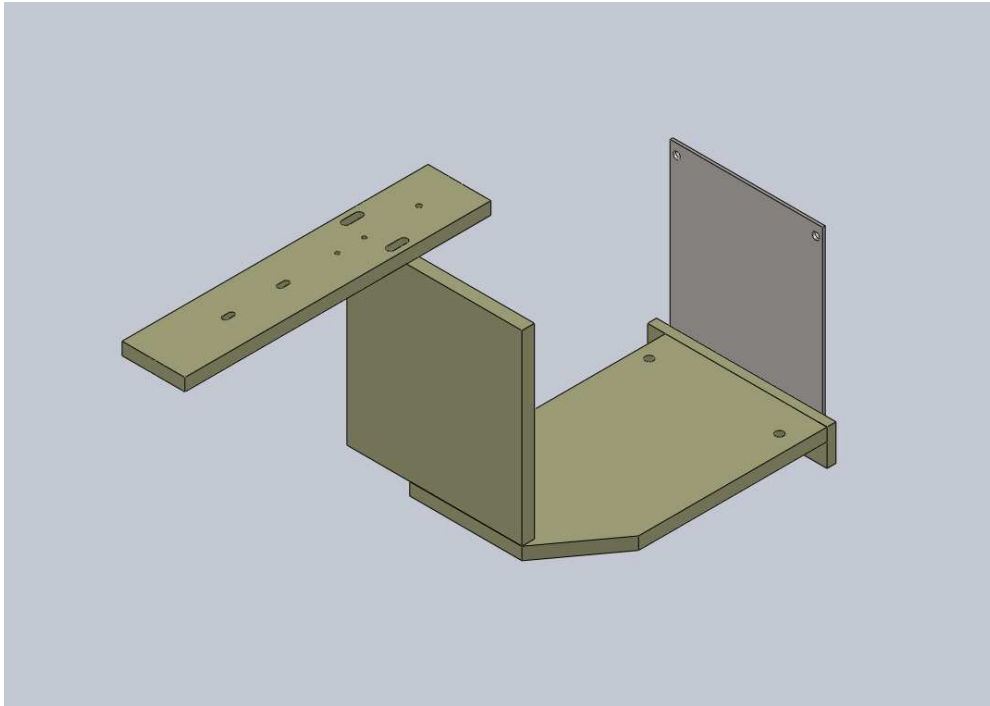


Automaatin runko



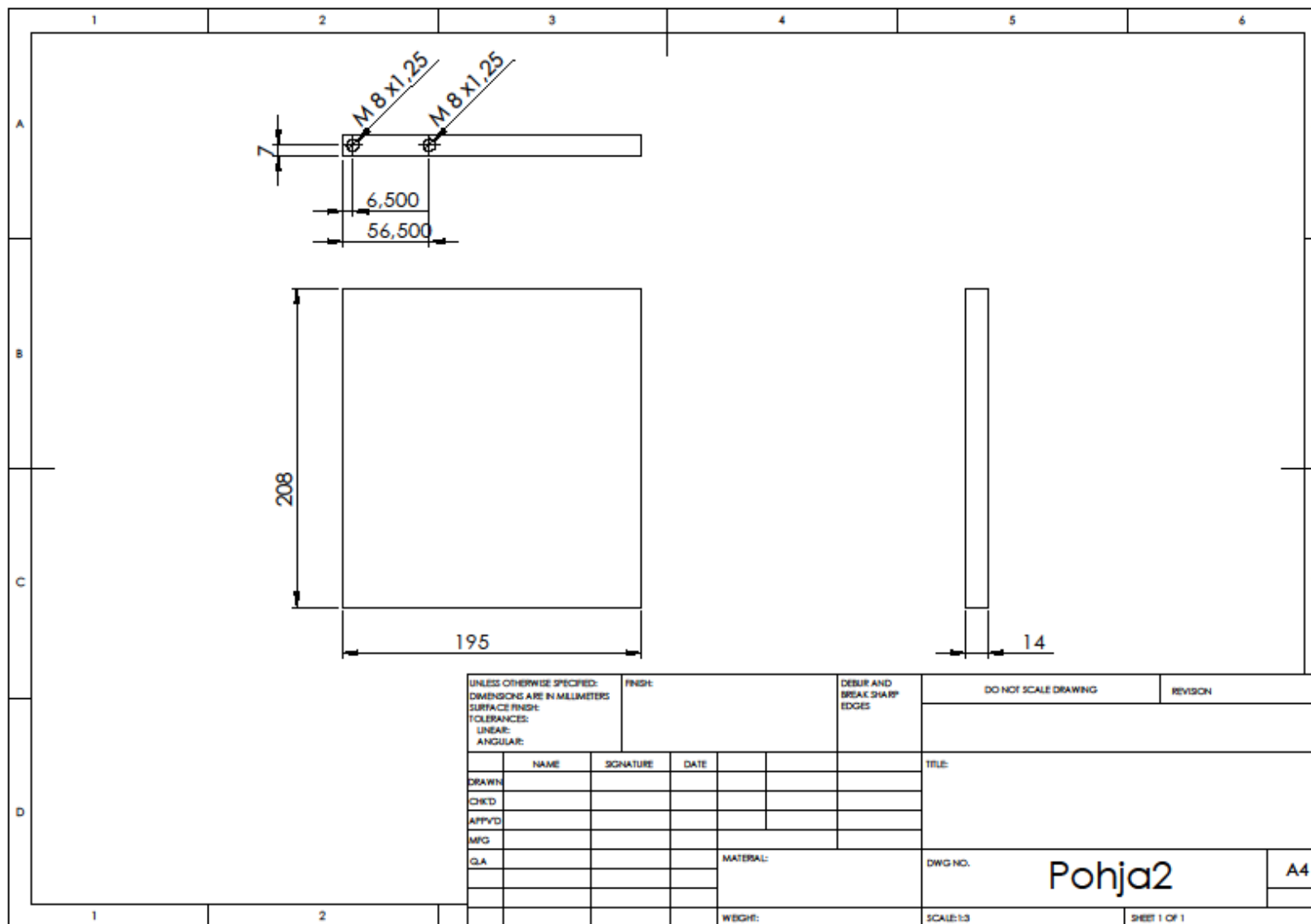
Tuote/osa	Koko/malli	Määrä	Huom.
Alumiiniprofiili	45x45 F		MiniTec
Pituus (mm):	260		4
	170		4
	860		4
	50		4
	83		3
	1450		2
PowerLock			30

Maljan apurunko

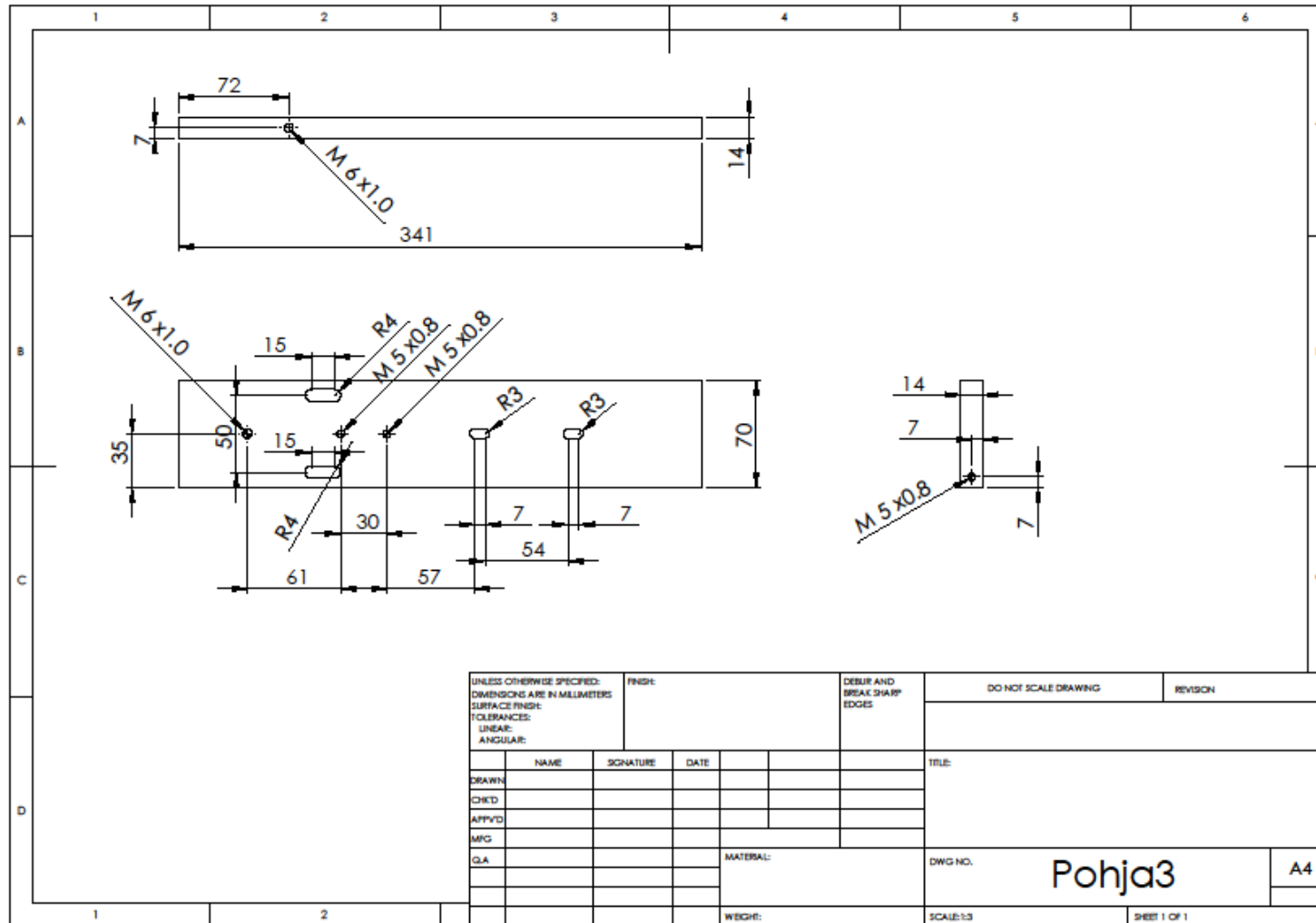


Tuote/osa	Koko/malli	Määrä	Huom.
Teräslevy S355	14x400x600		
Osat: Pohja 1			1
Pohja 2			1
Pohja 3			1
Kiinnitysrauta			1
Teräslevy S355	3x170x220		
Kiinnityspelti			1

Pohja 2

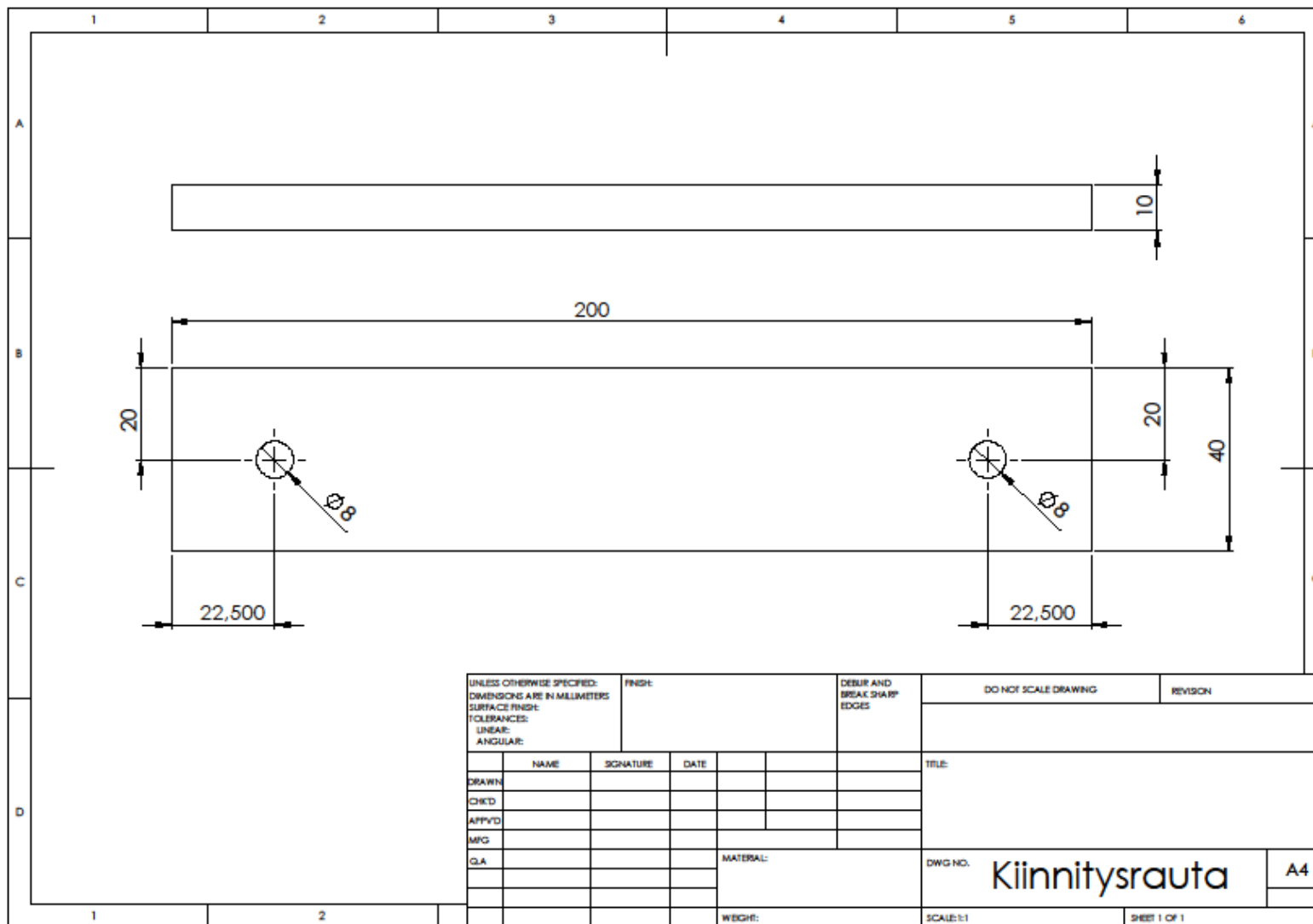


Pohja 3

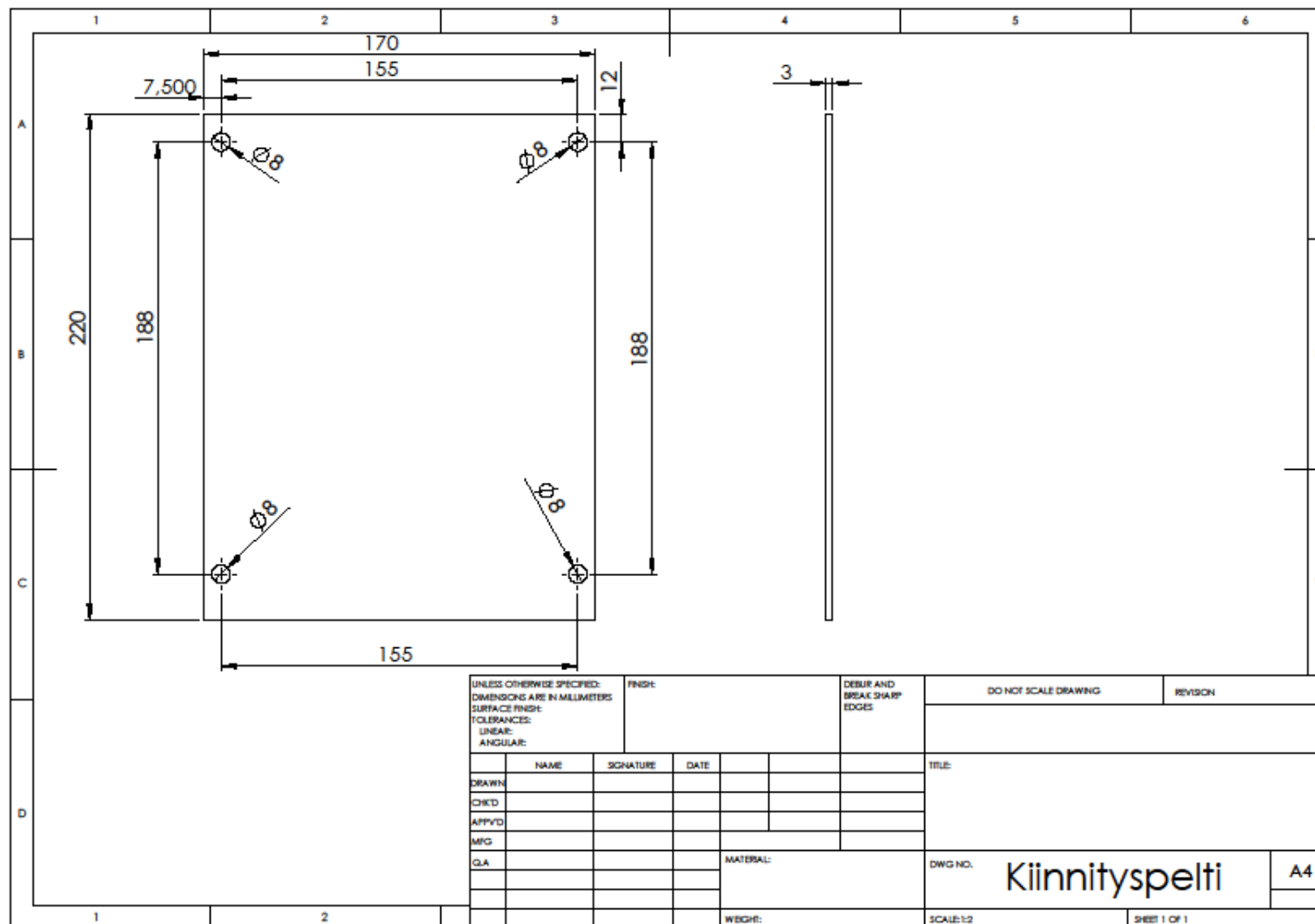


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
DRAWN				NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE
CHKD							
APPVD							
MFG							
QA				MATERIAL:		DWG NO.	A4
				WEIGHT:		SCALE:1:3	SHEET 1 OF 1

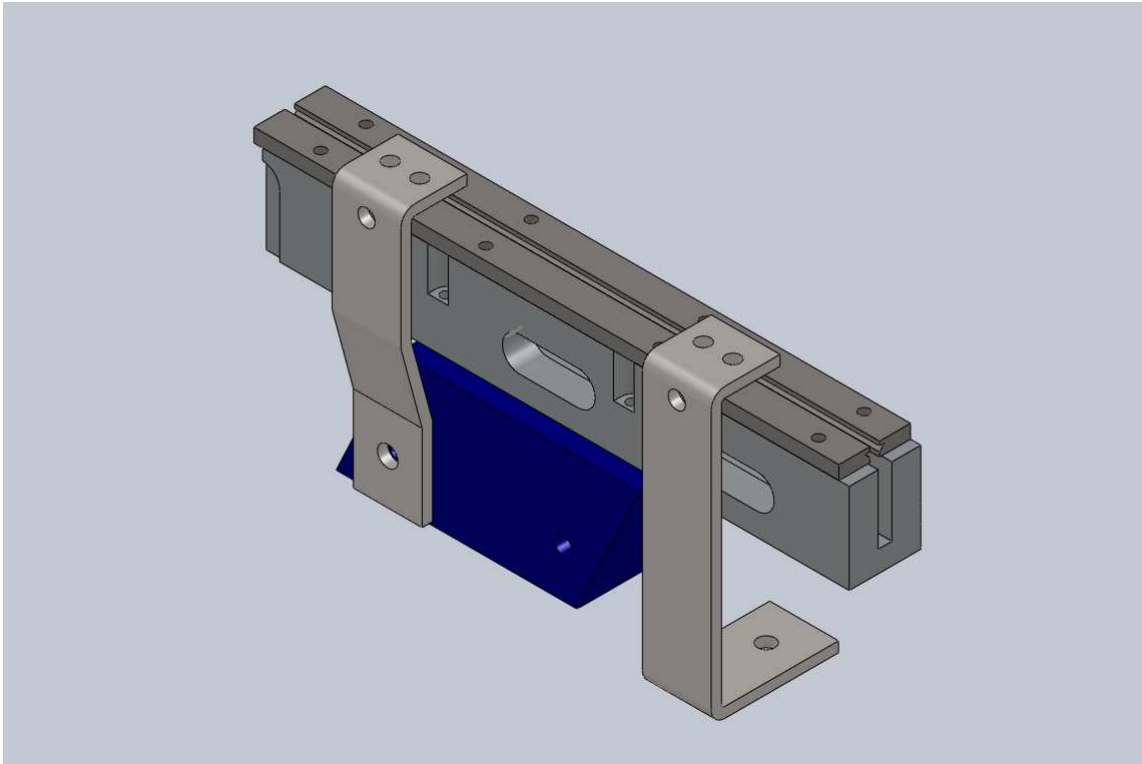
Kiinnitysrauta



Kiinnityspeltti

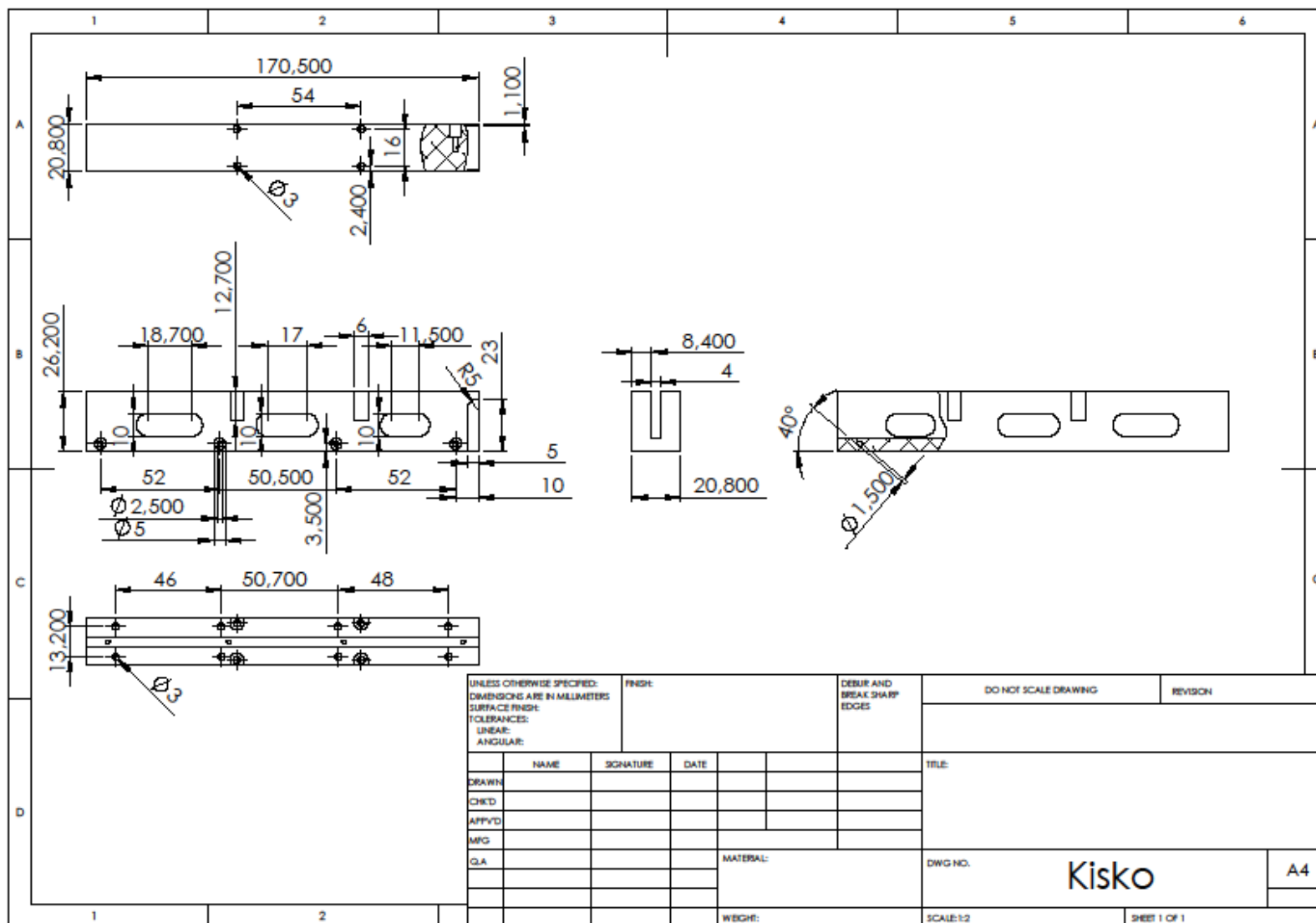


Linearijohde

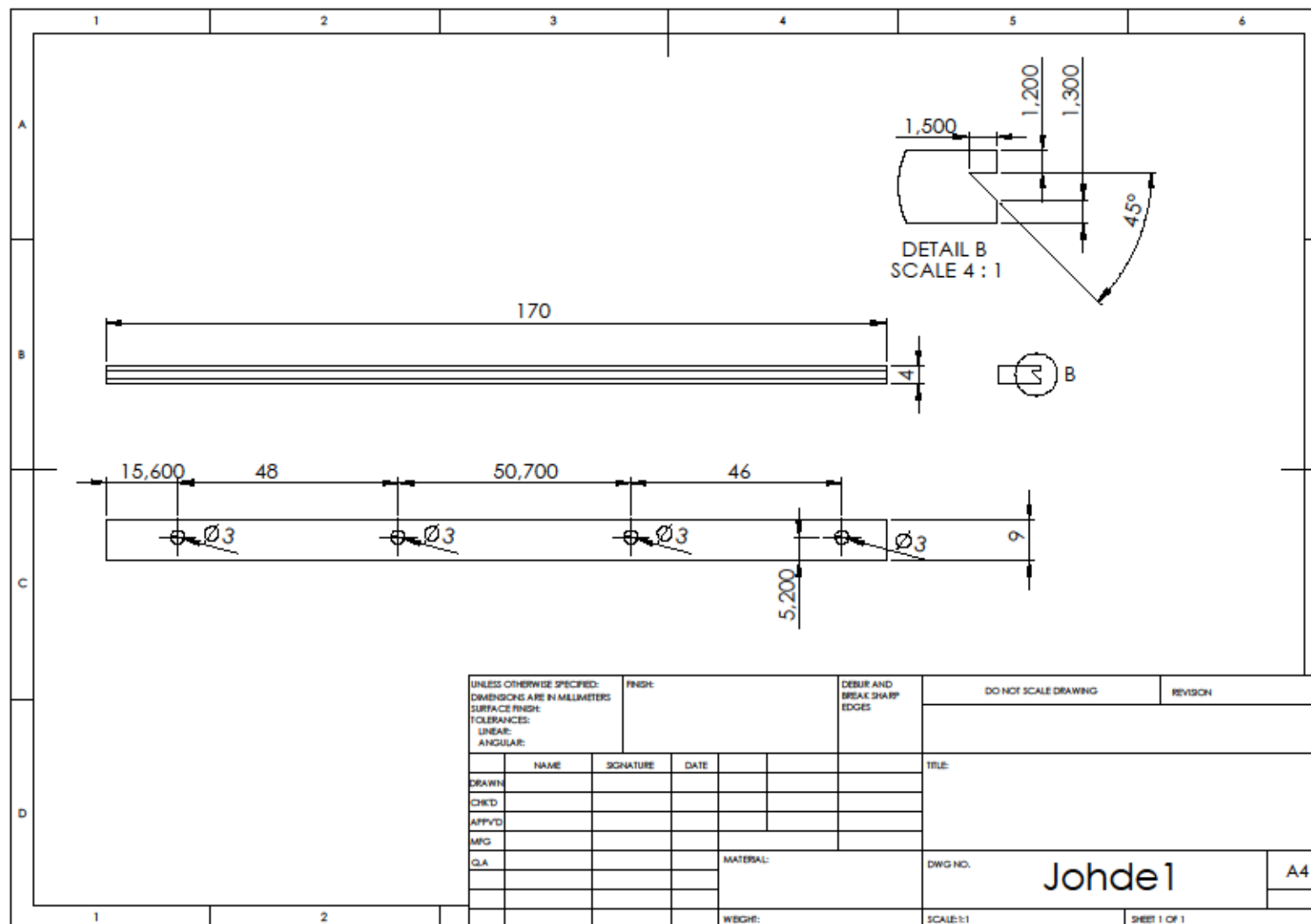


Tuote/osa	Koko/malli	Määrä	Huom.
Lineaaritäry RNA			1
Kisko			1 Alum.
Johde 1			1 Teräs
Johde 2			1 Teräs
Puhallus 1			1 Teräs
Puhallus 2			1 Teräs

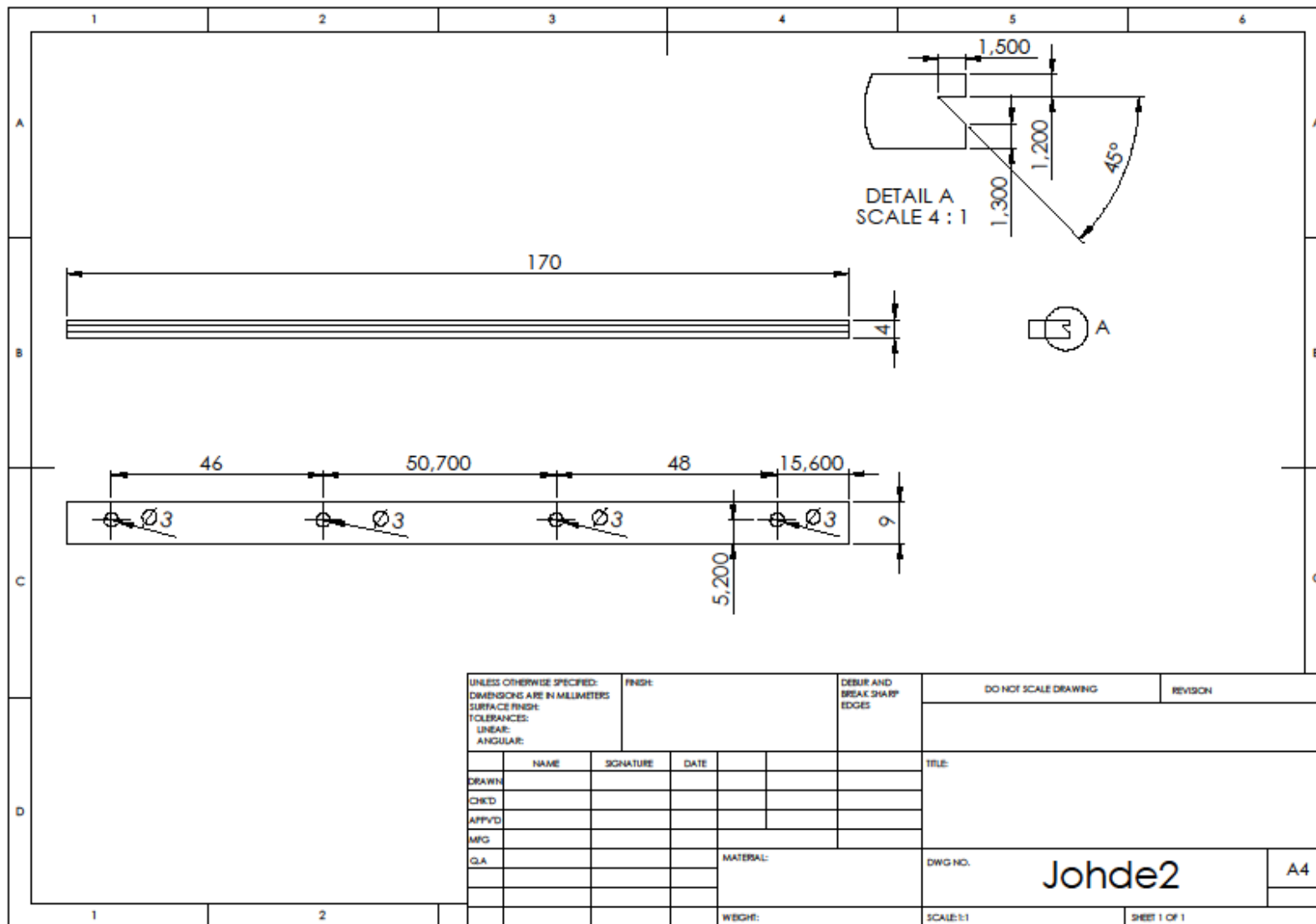
Kisko



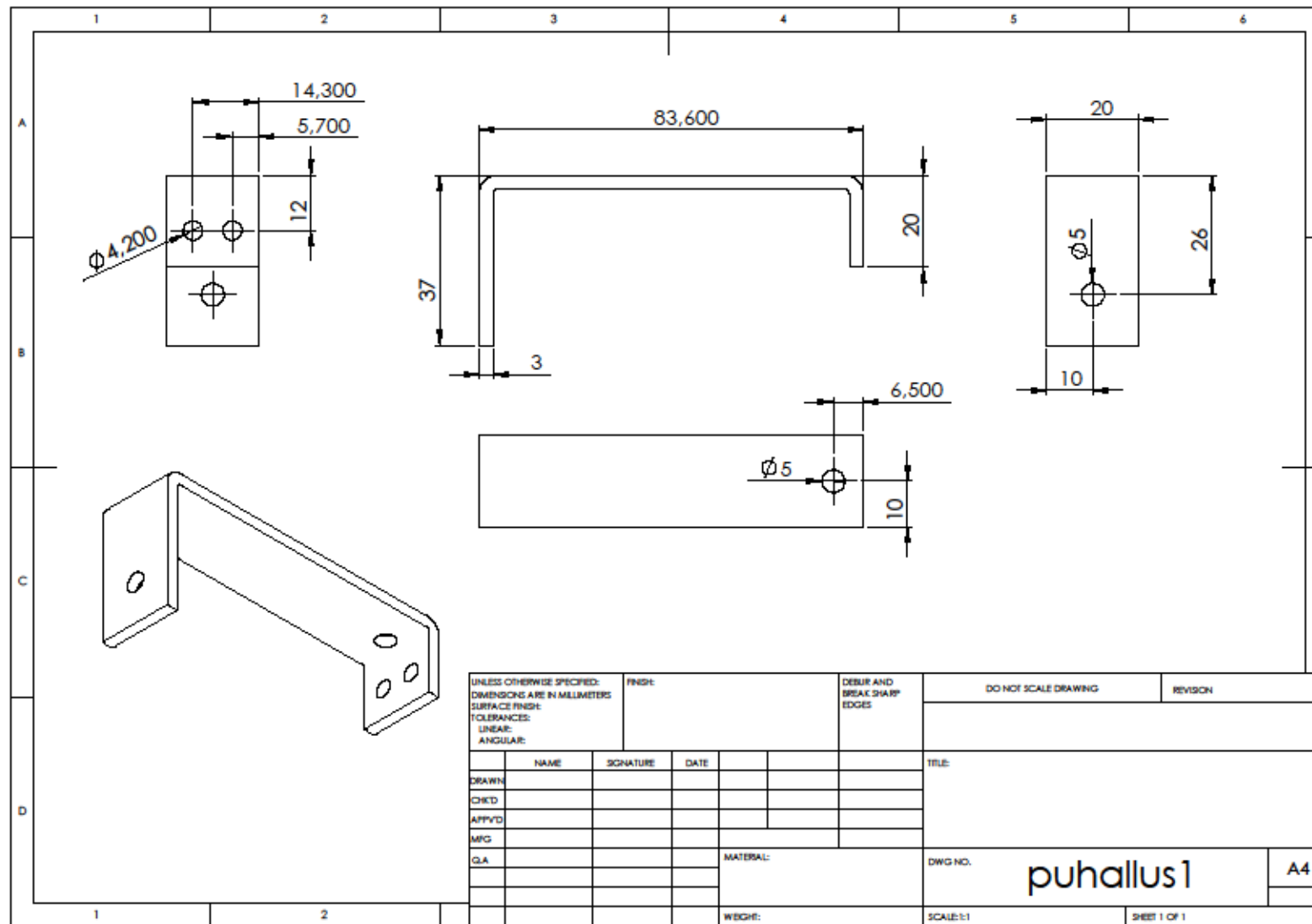
Johde 1



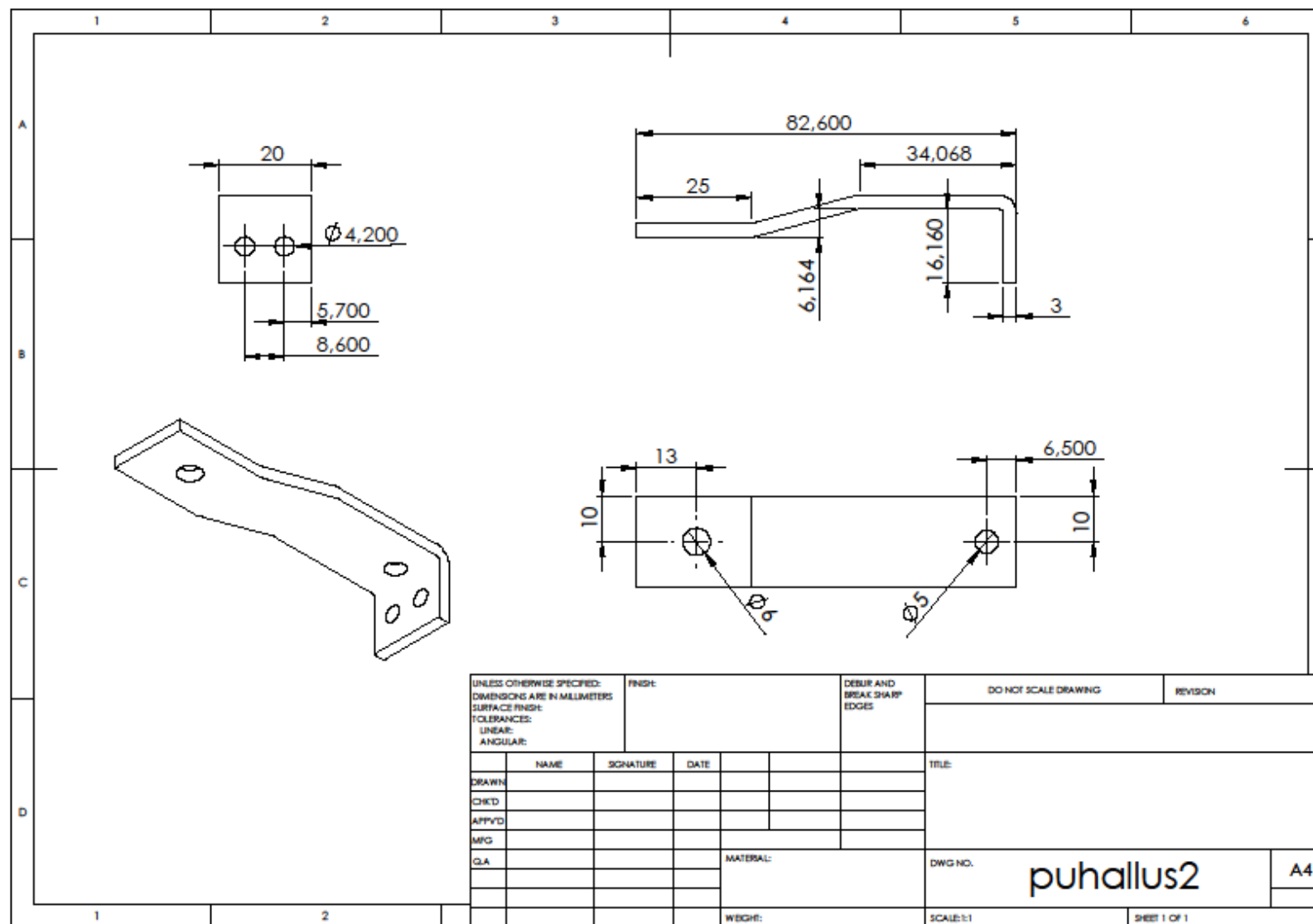
Johde 2



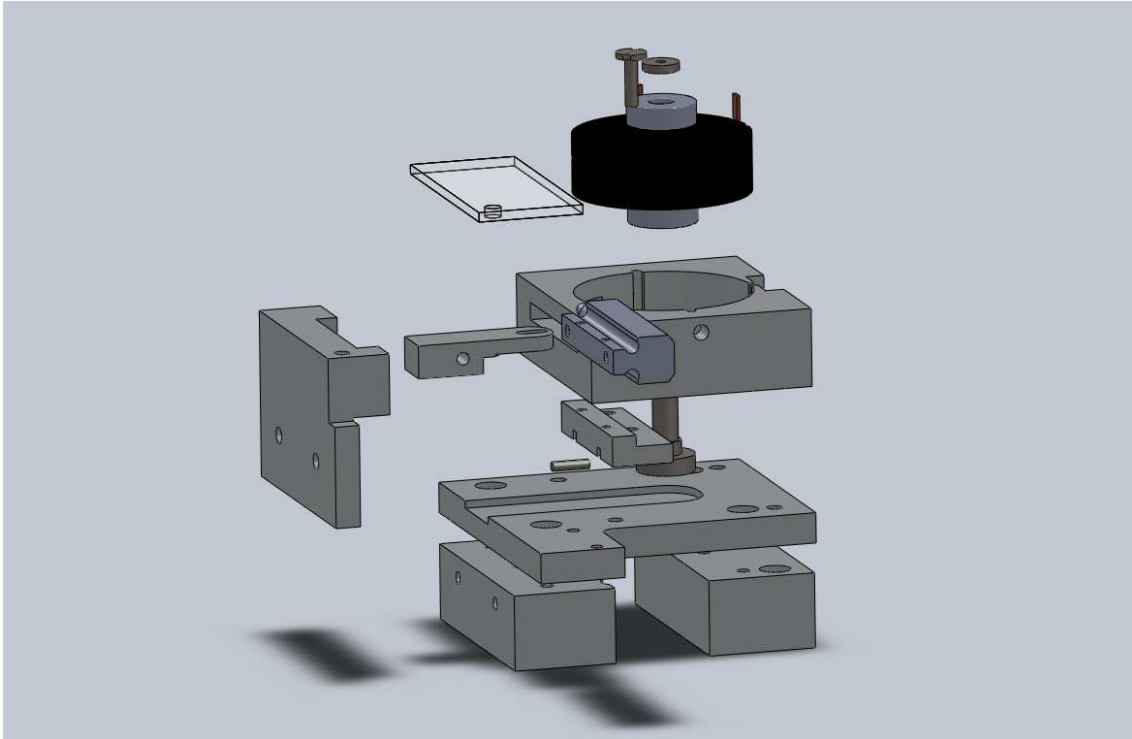
Puhallus 1



Puhallus 2

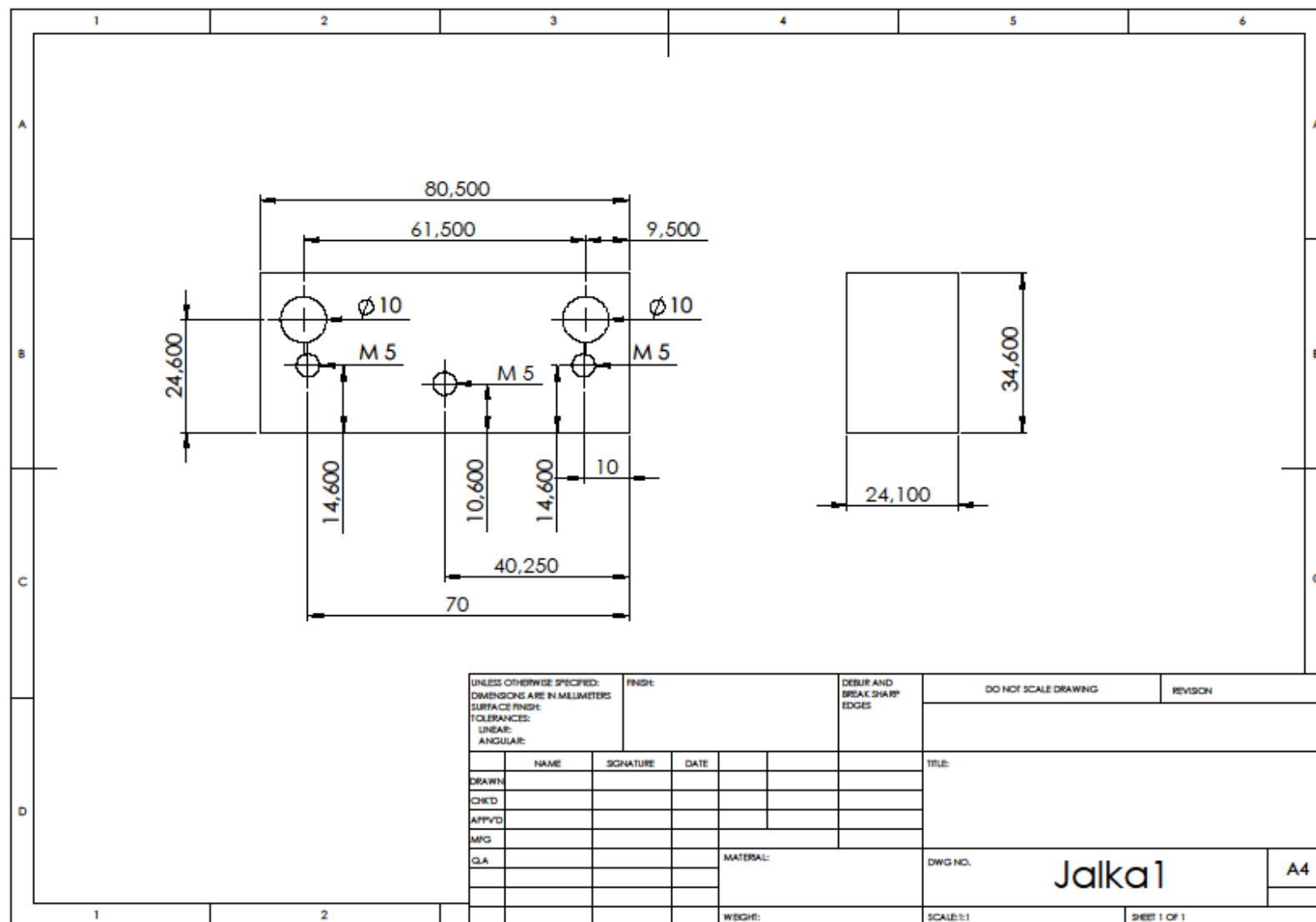


Revolveri

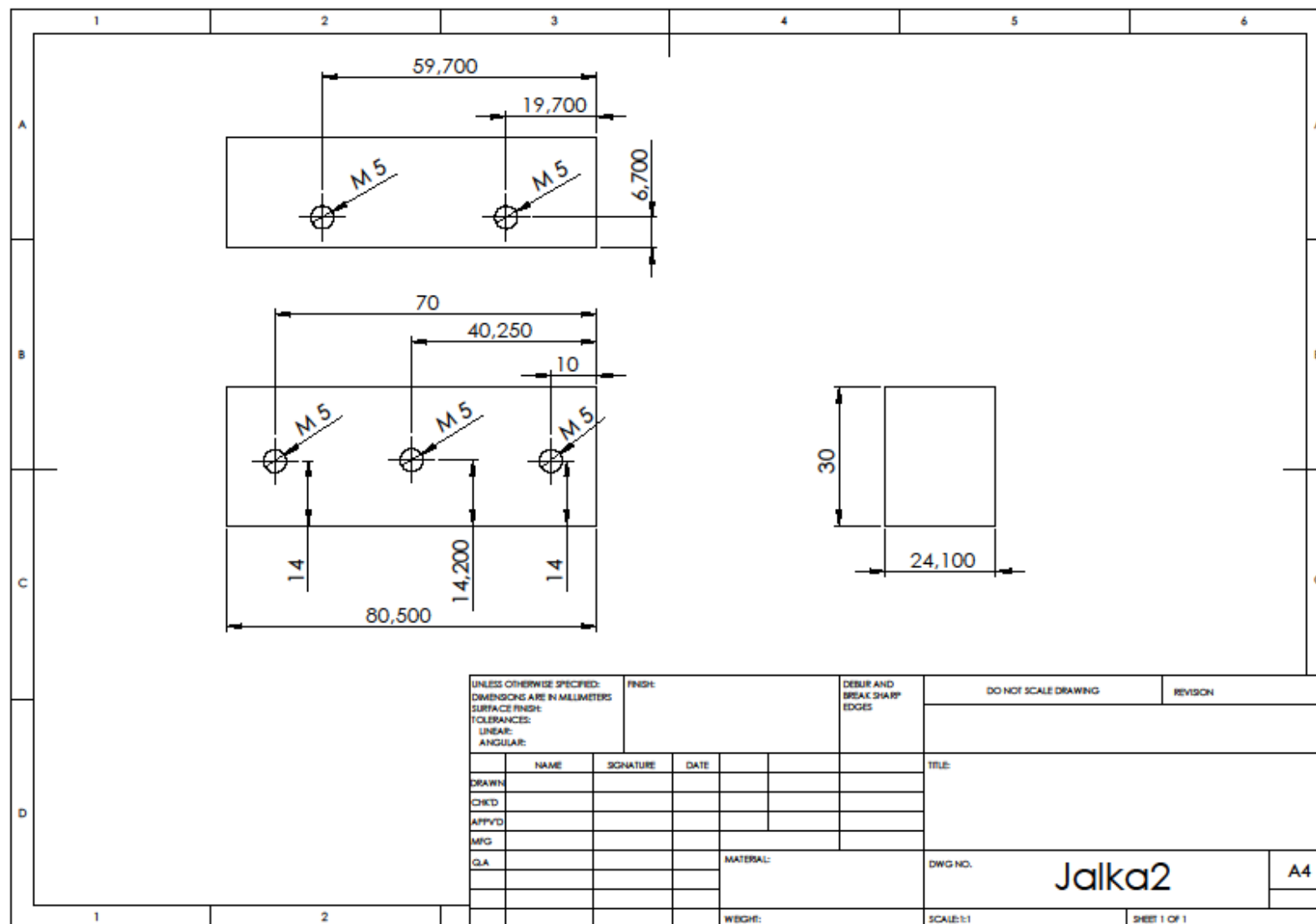


Tuote/osa	Koko/malli	Määrä	Huom.
Sylinteri	CDJPB10-30D		1 SMC
Jalka 1			1 Alum.
Jalka 2			1 Alum.
Rev.kulho			1 Alum.
Laakeri	608ZZ		2
Rev.rulla			1 Nylon
Rev.akseli			1 Teräs
Akselin sokkatappi	Ø3mmx12mm		Teräs
Prikka			1 Teräs
Kulutuspala	1x4x8mm		2 Kupari
Rev.aluslevy			1 Teräs
Rev.apukisko			1 Alum.
Sokka			1 Teräs
Rev.vipu			1 Alum.
Sylint.pidike			1 Alum.
Suoja			1 Akryyli

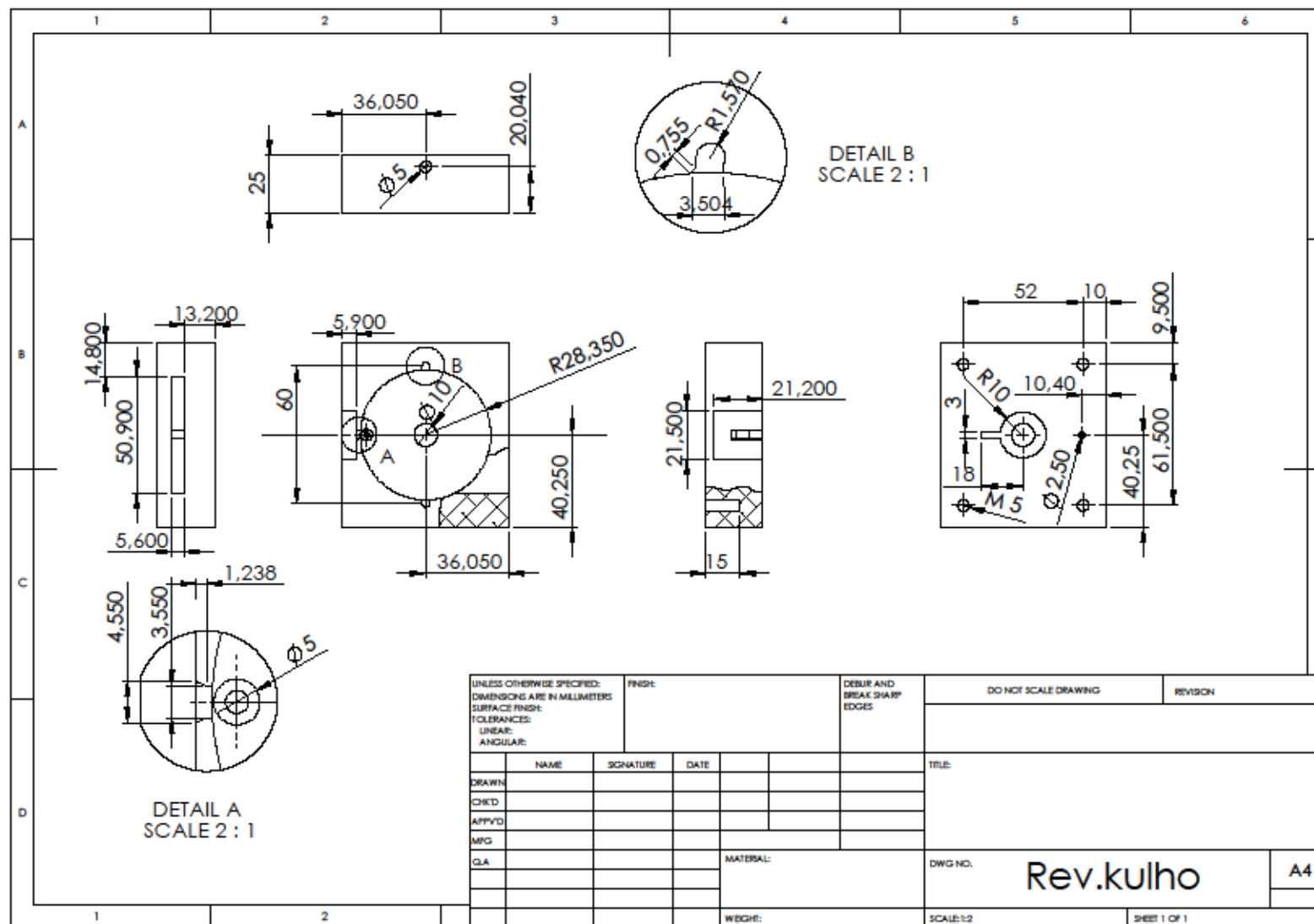
Jalka 1



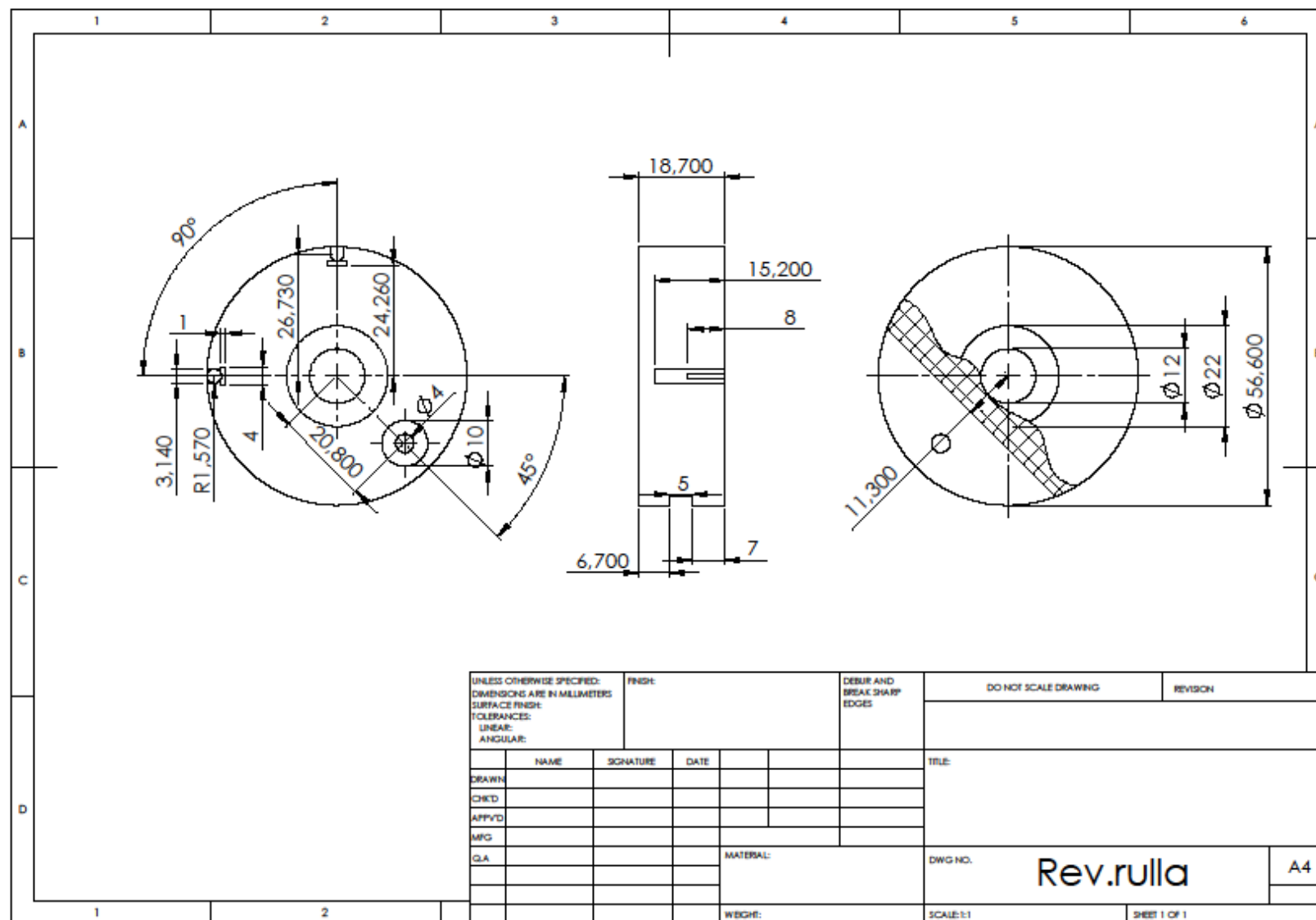
Jalka 2



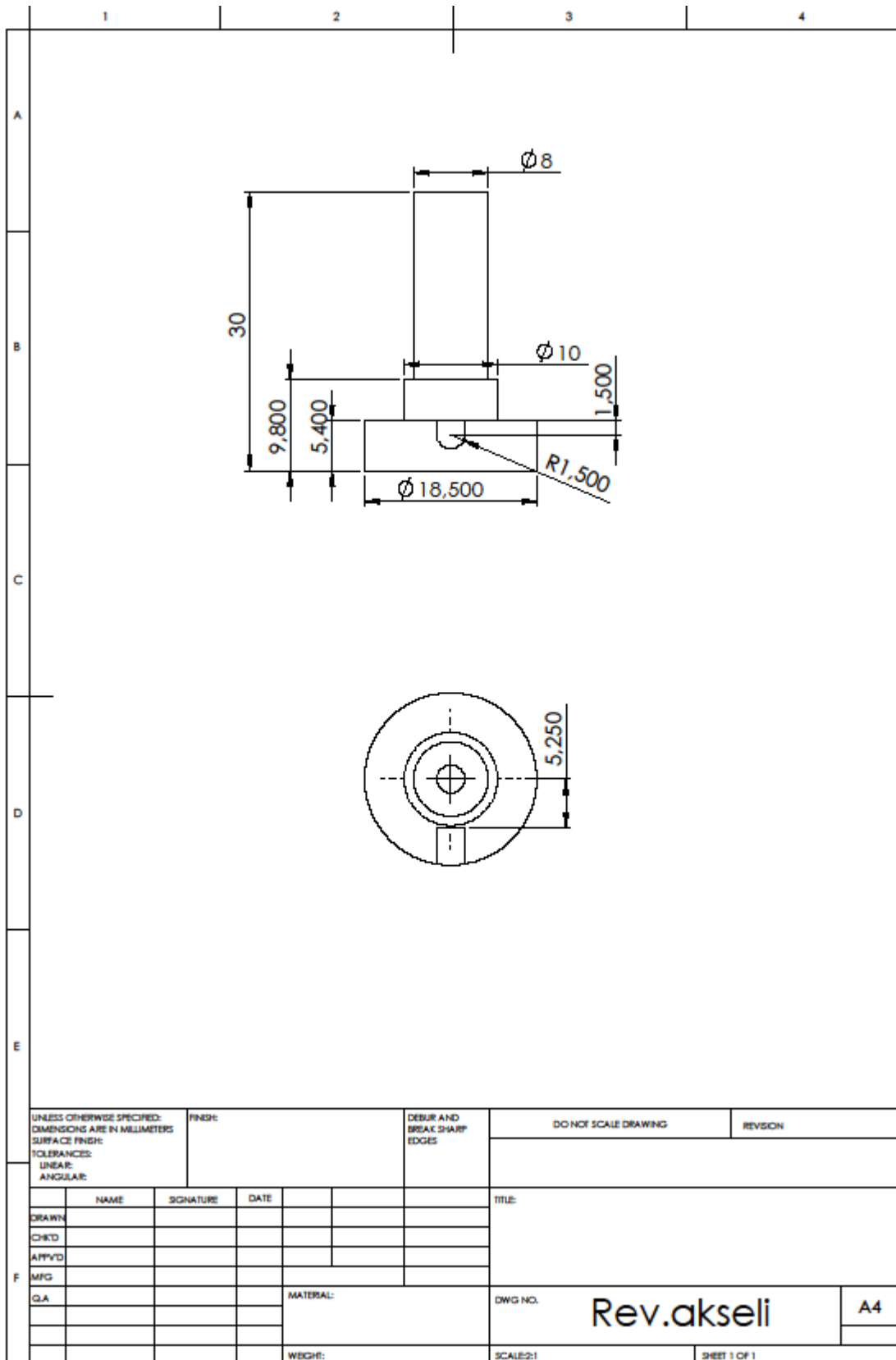
Revolverin kulho



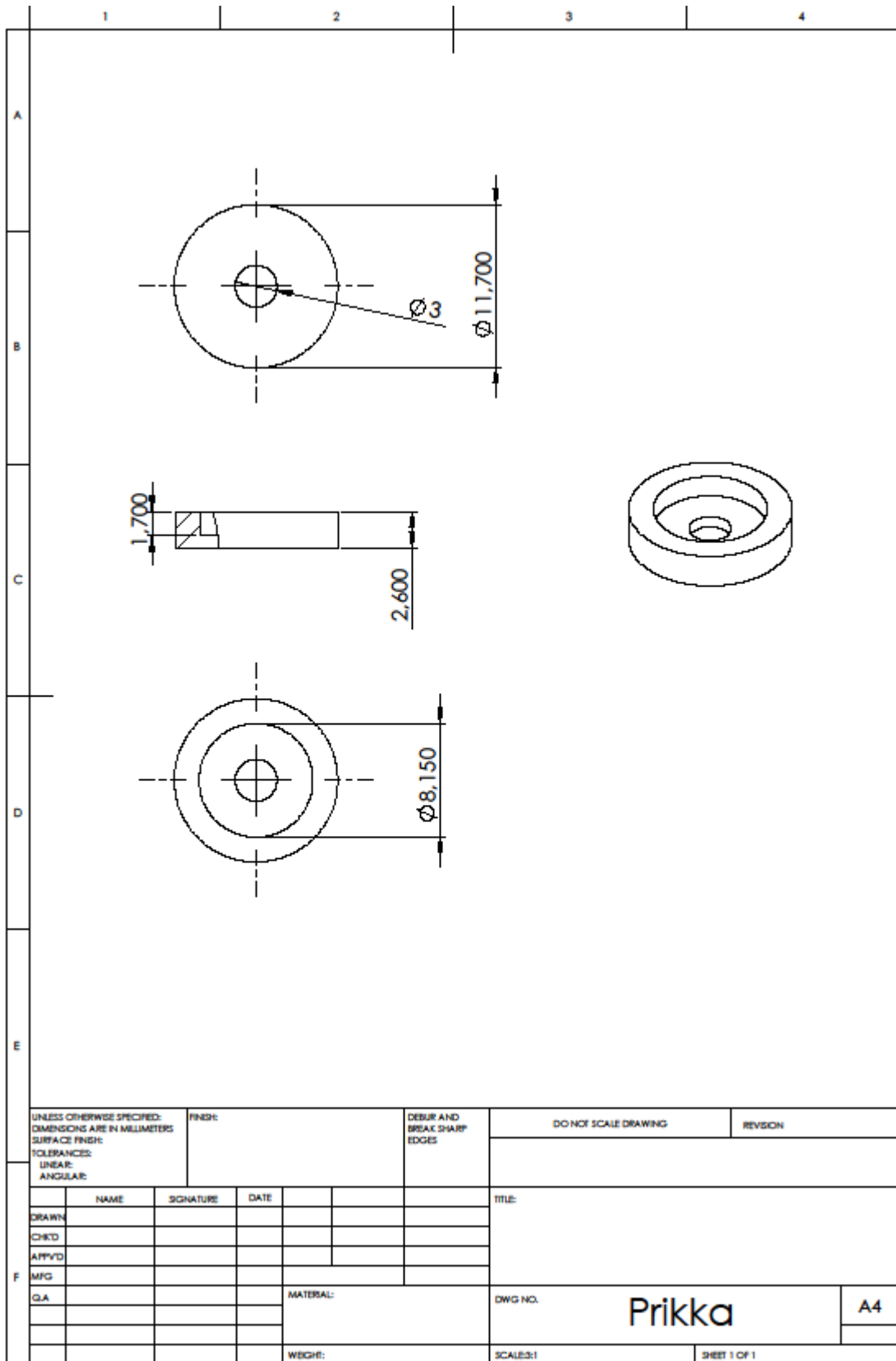
Revolverin rulla



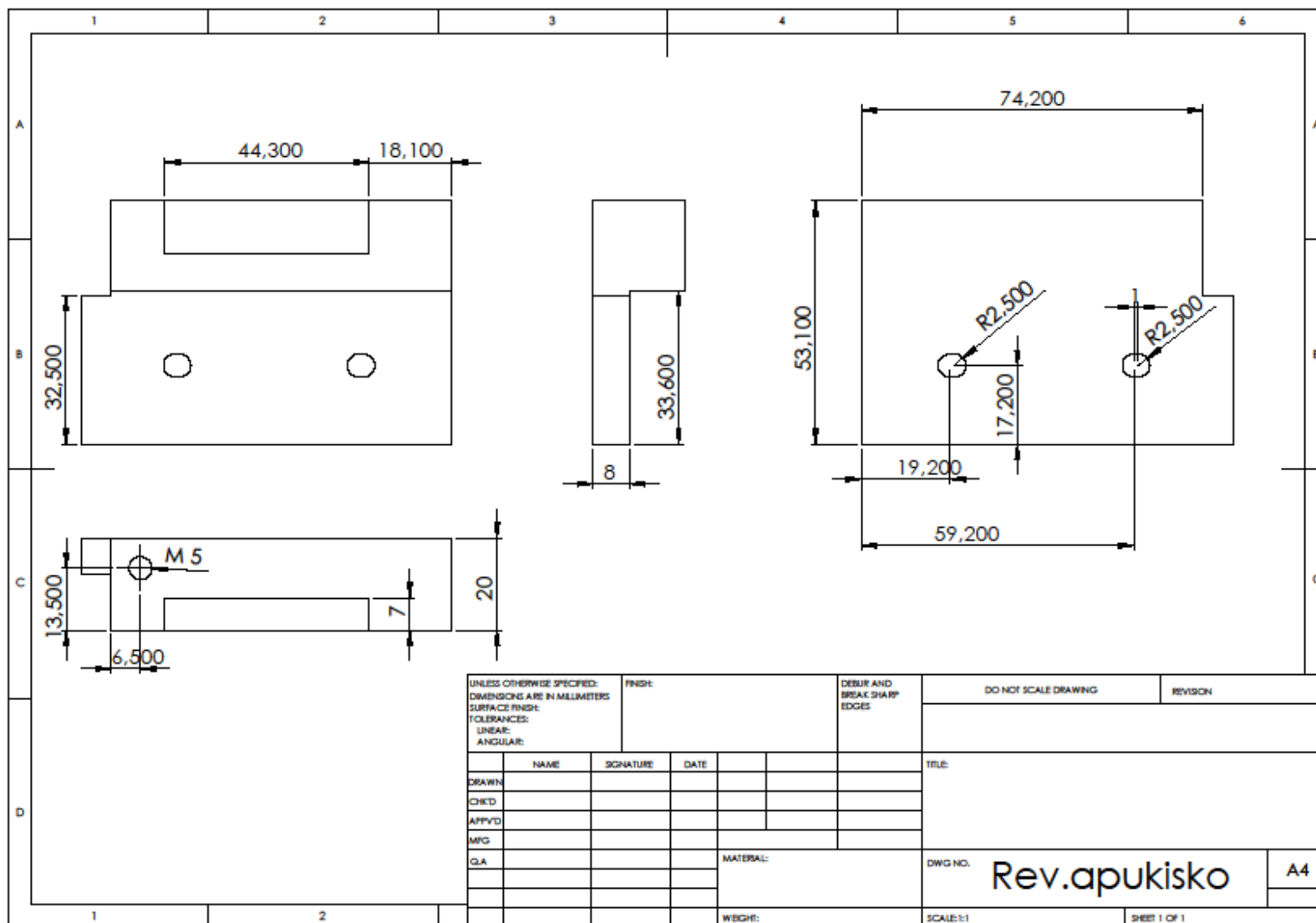
Revolverin akseli



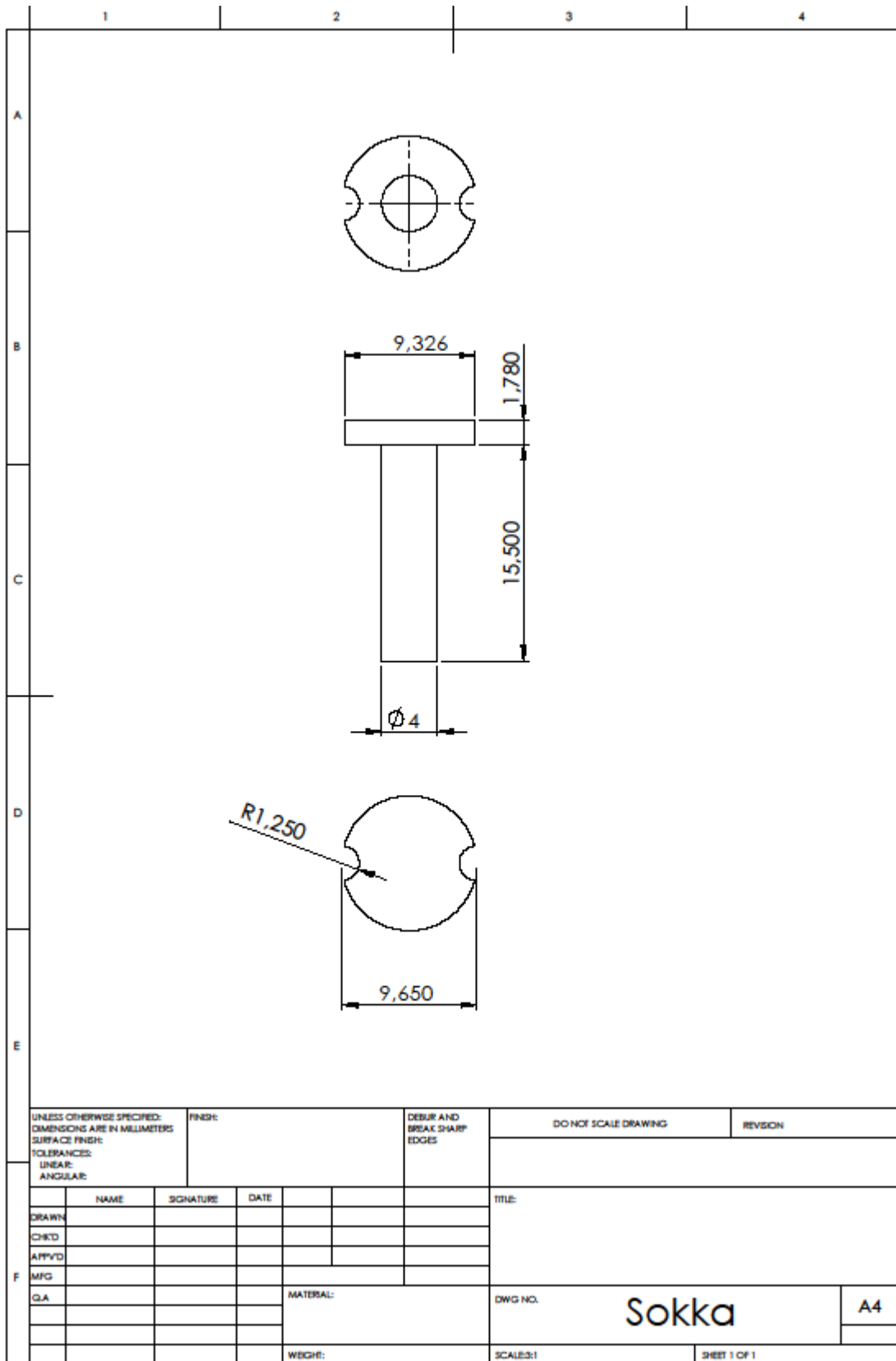
Prikka



Revolverin apukisko

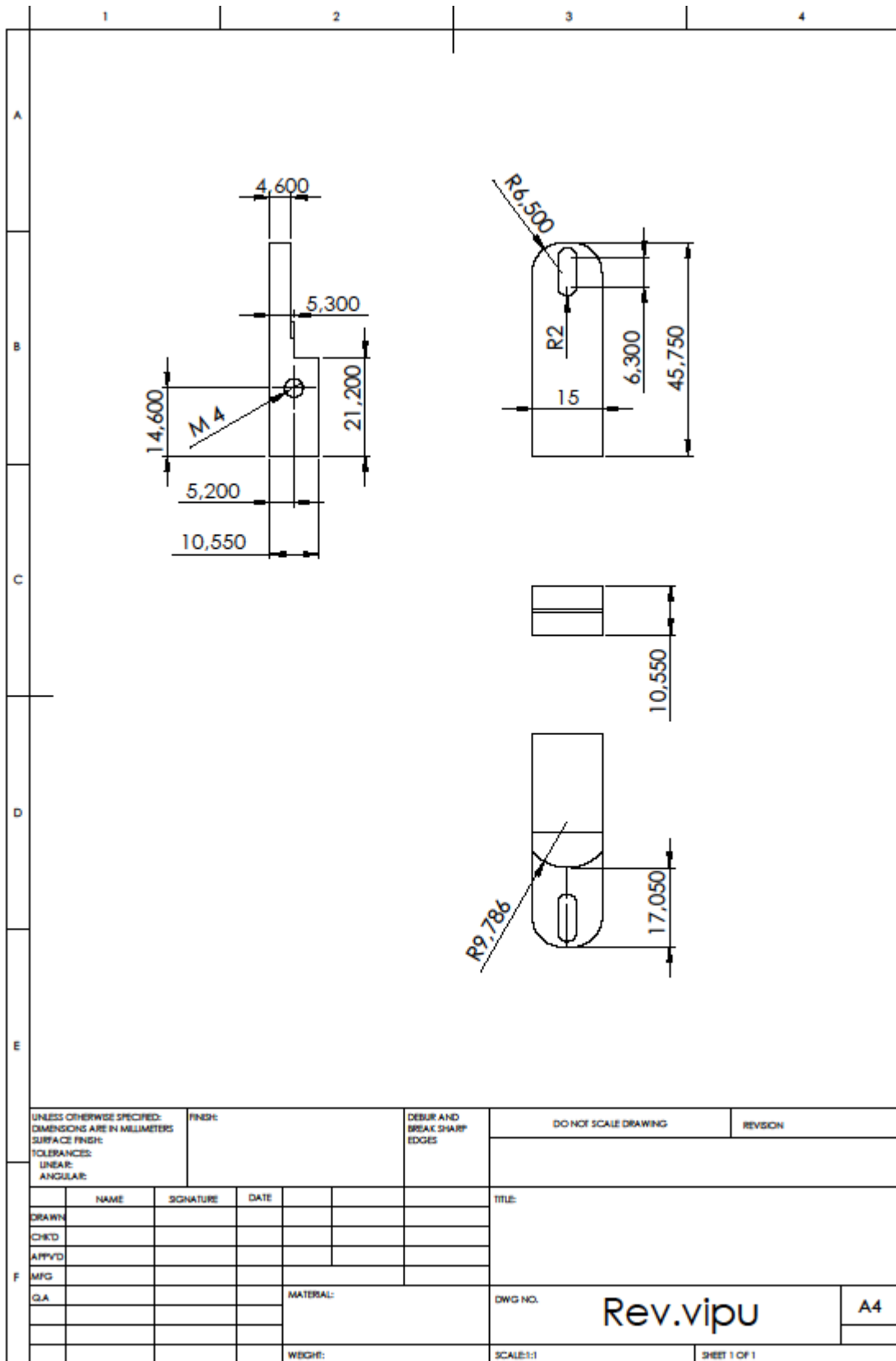


Sokka

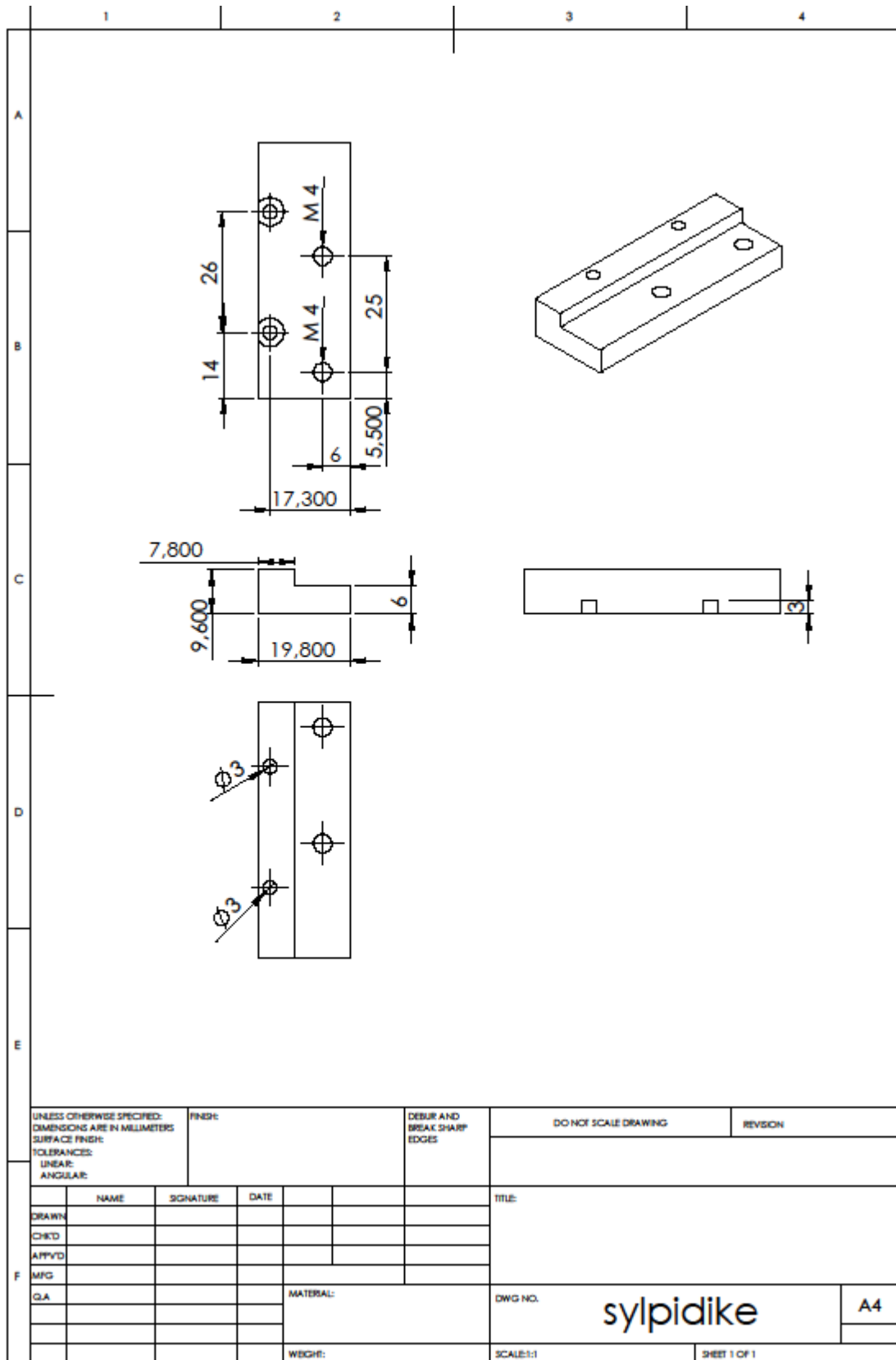


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
		NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:	
DRAWN									
CHK'D									
APP'VD									
MFG									
QA						MATERIAL:		DWG NO. Sokka	
								A4	
						WEIGHT:		SCALE: 1:1	
								SHEET 1 OF 1	

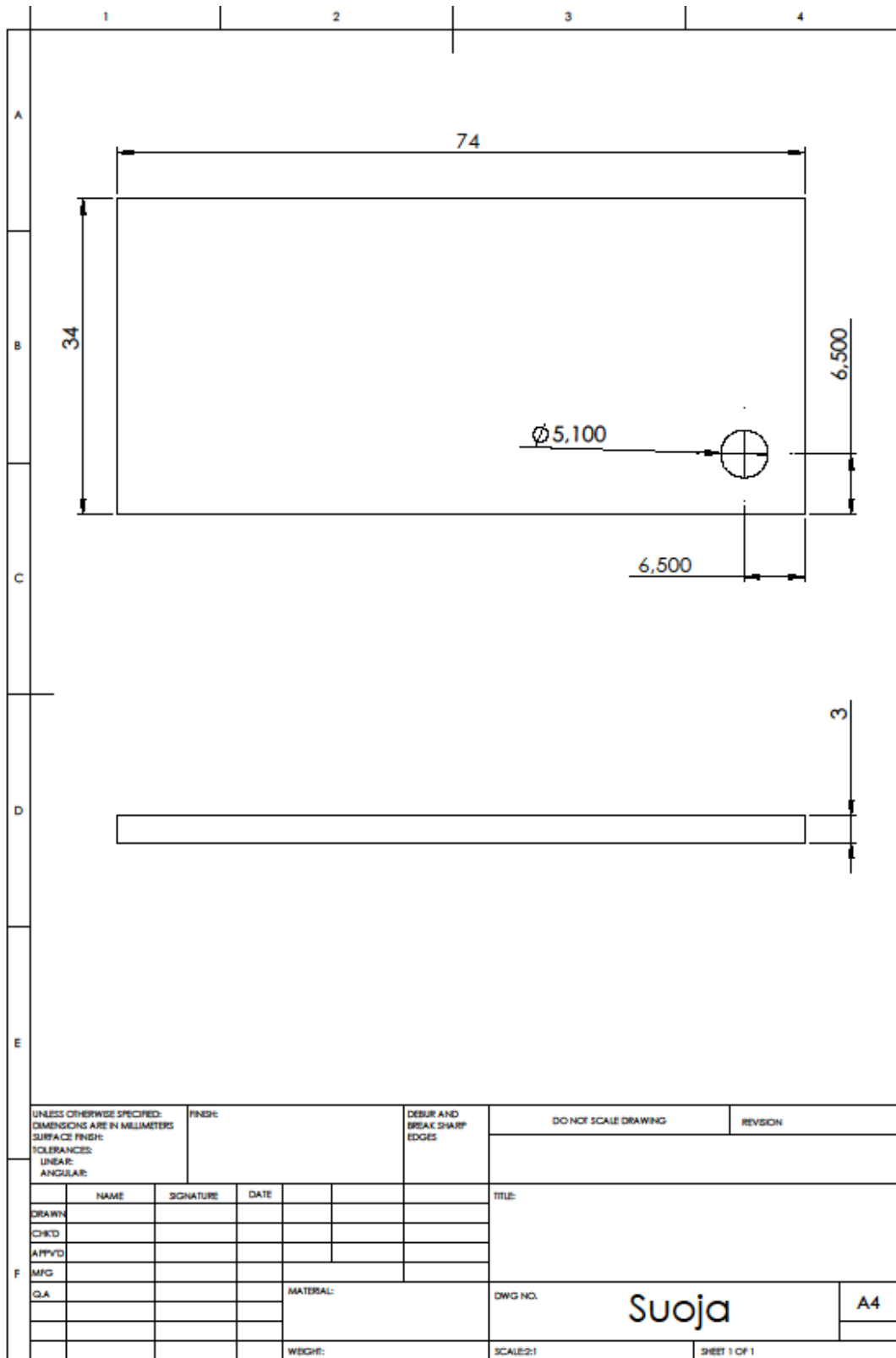
Revolverin vipu



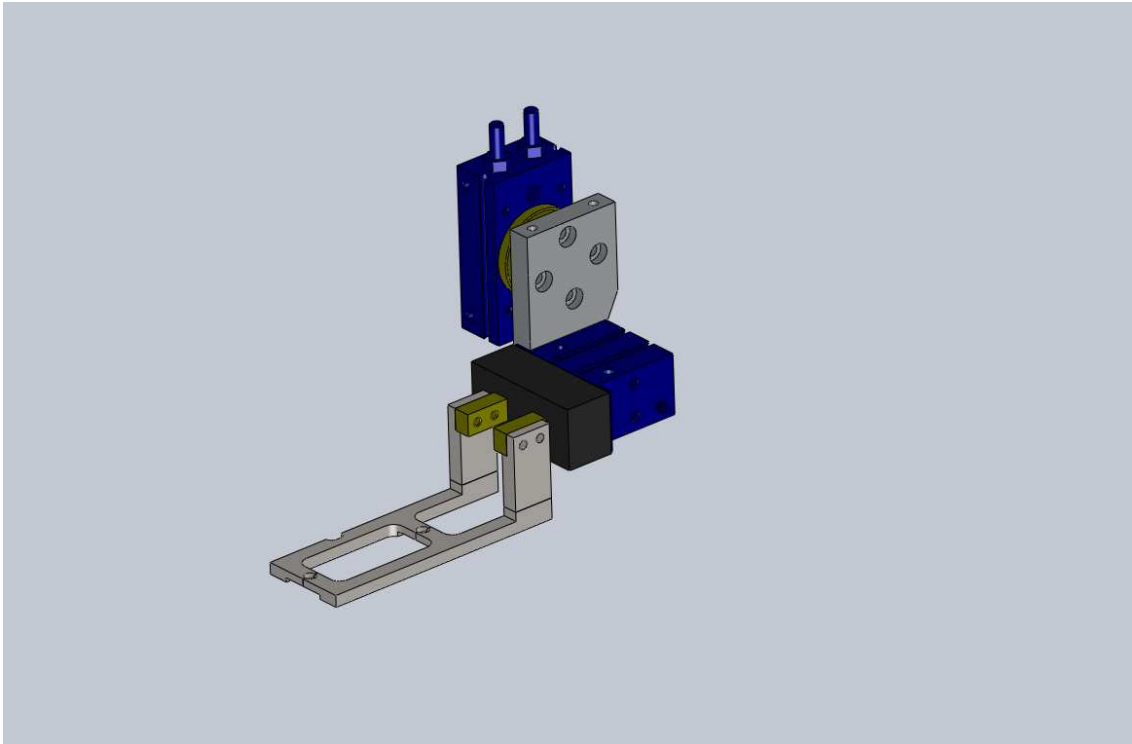
Sylinterin pidike



Suoja

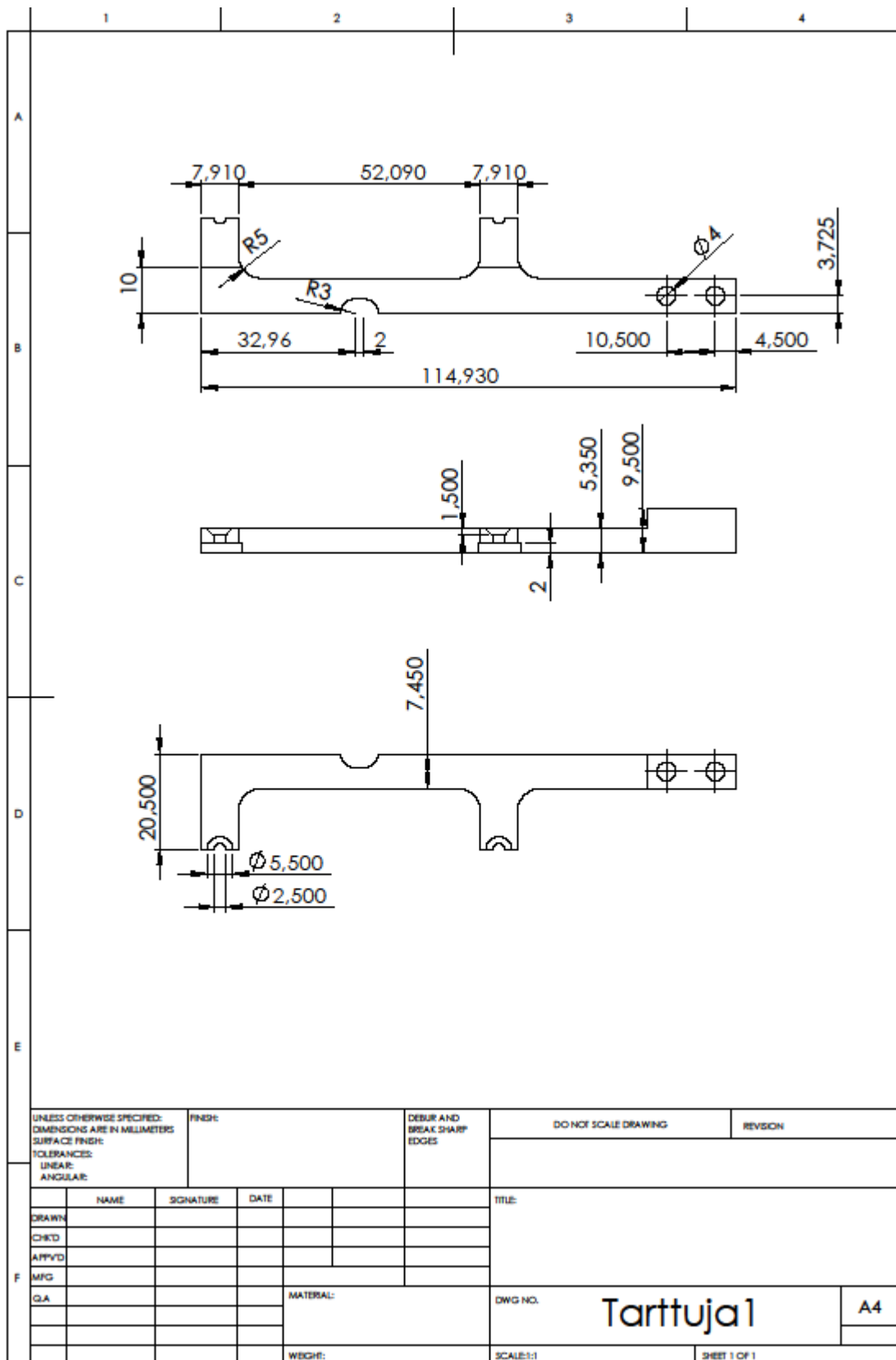


Kääntö ja tarttuja

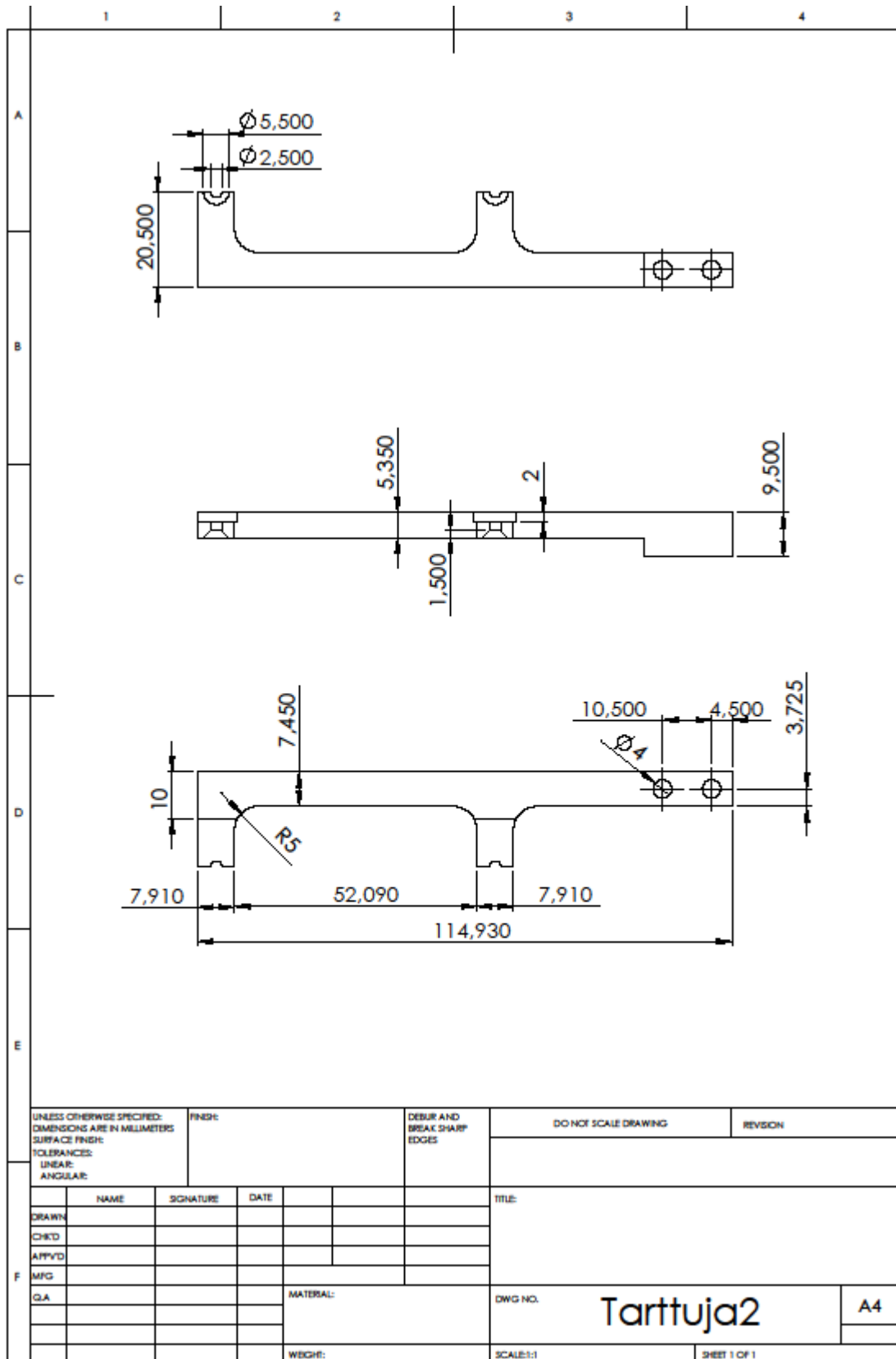


Tuote/osa	Koko/malli	Määrä	Huom.
Tarttuja1			1 Teräs
Tarttuja2			1 Teräs
Tarttuja1osaB			1 Teräs
Tarttuja2osaB			1 Teräs
Kääntövarsi			1 Alum.
Tartuntasylinteri	MHK2-20D-M9B		1 SMC
Kääntösylinteri	MSQB7A-M9BV		1 SMC

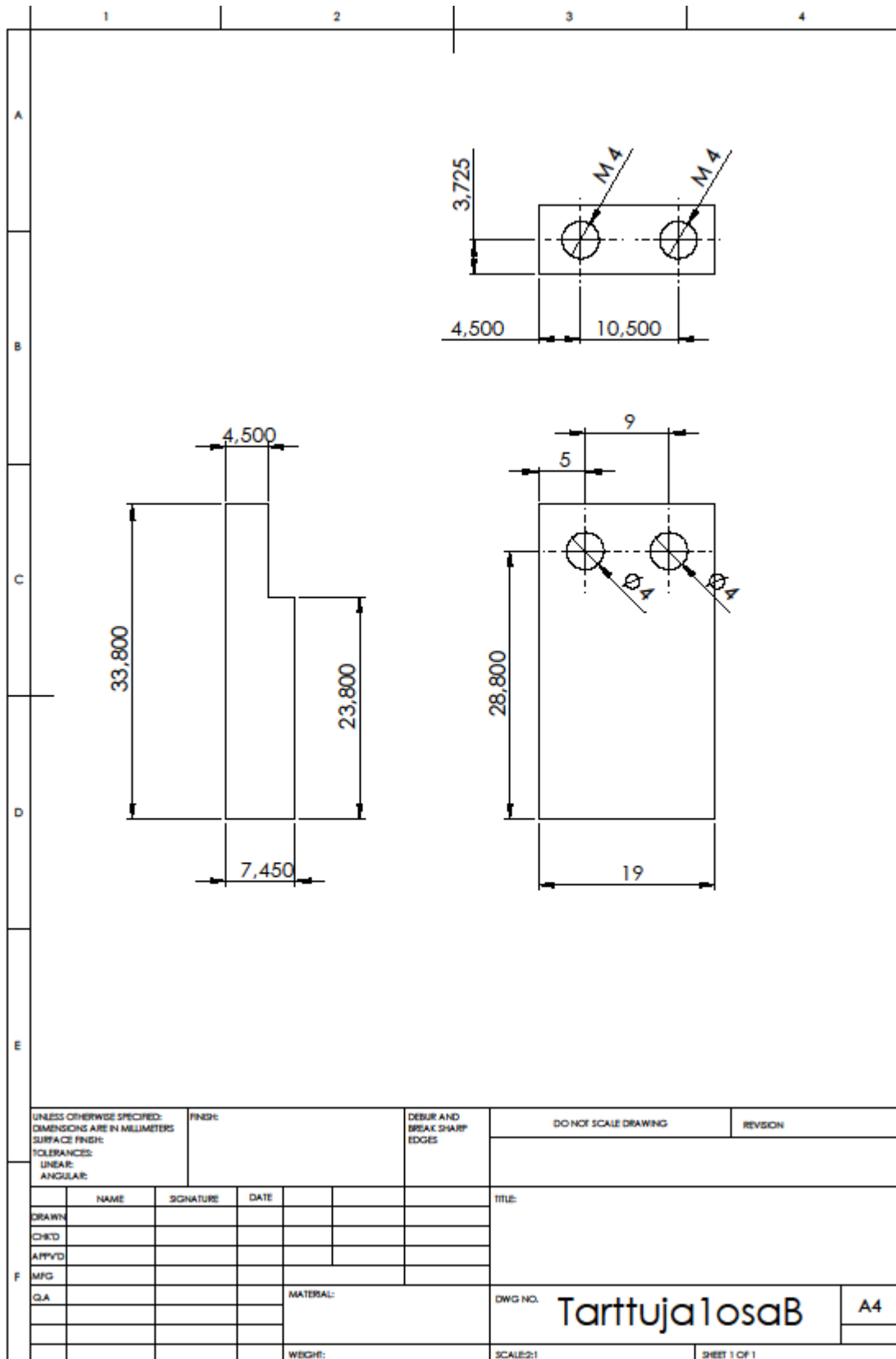
Tarttuja 1



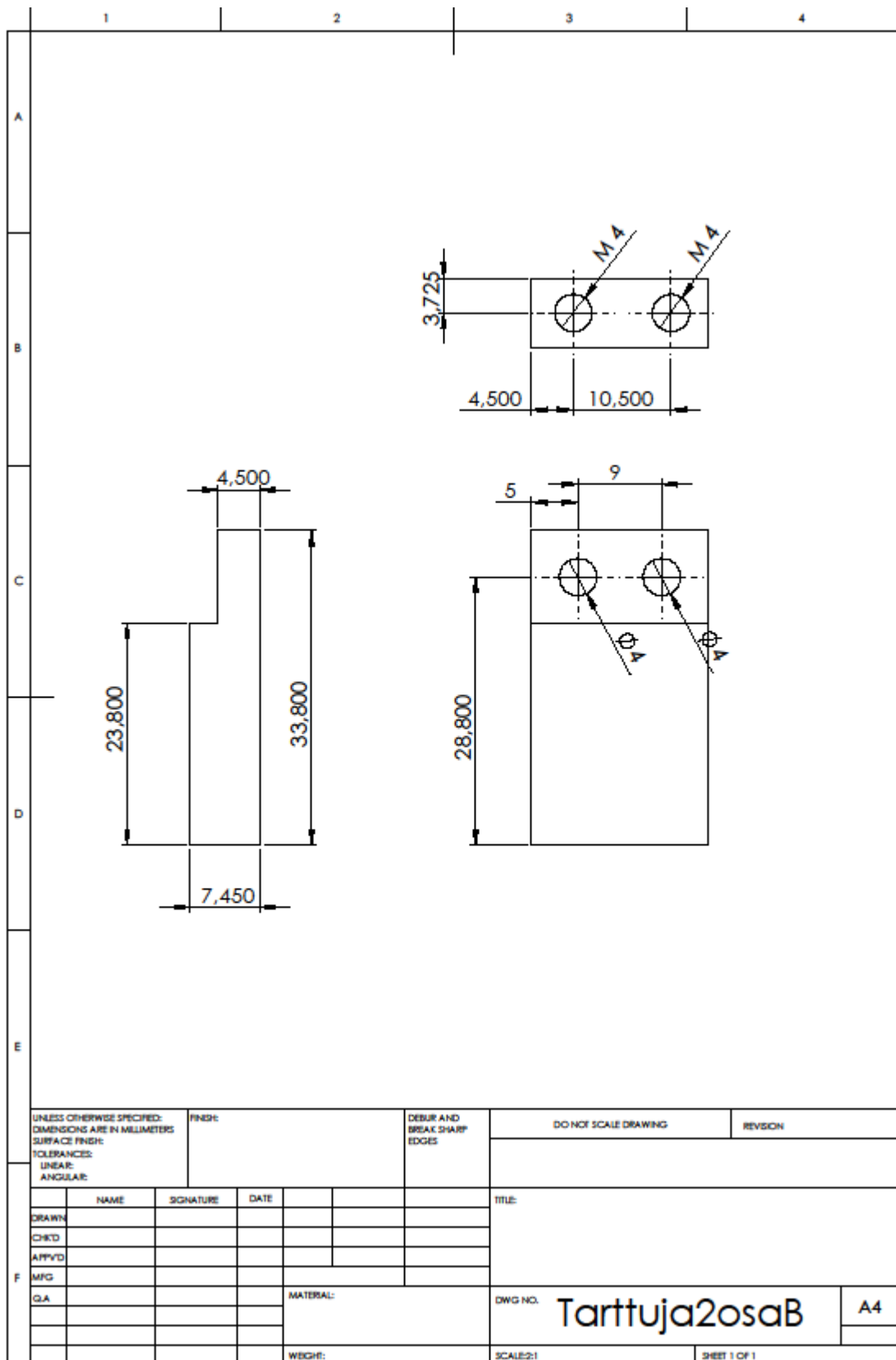
Tarttuja 2



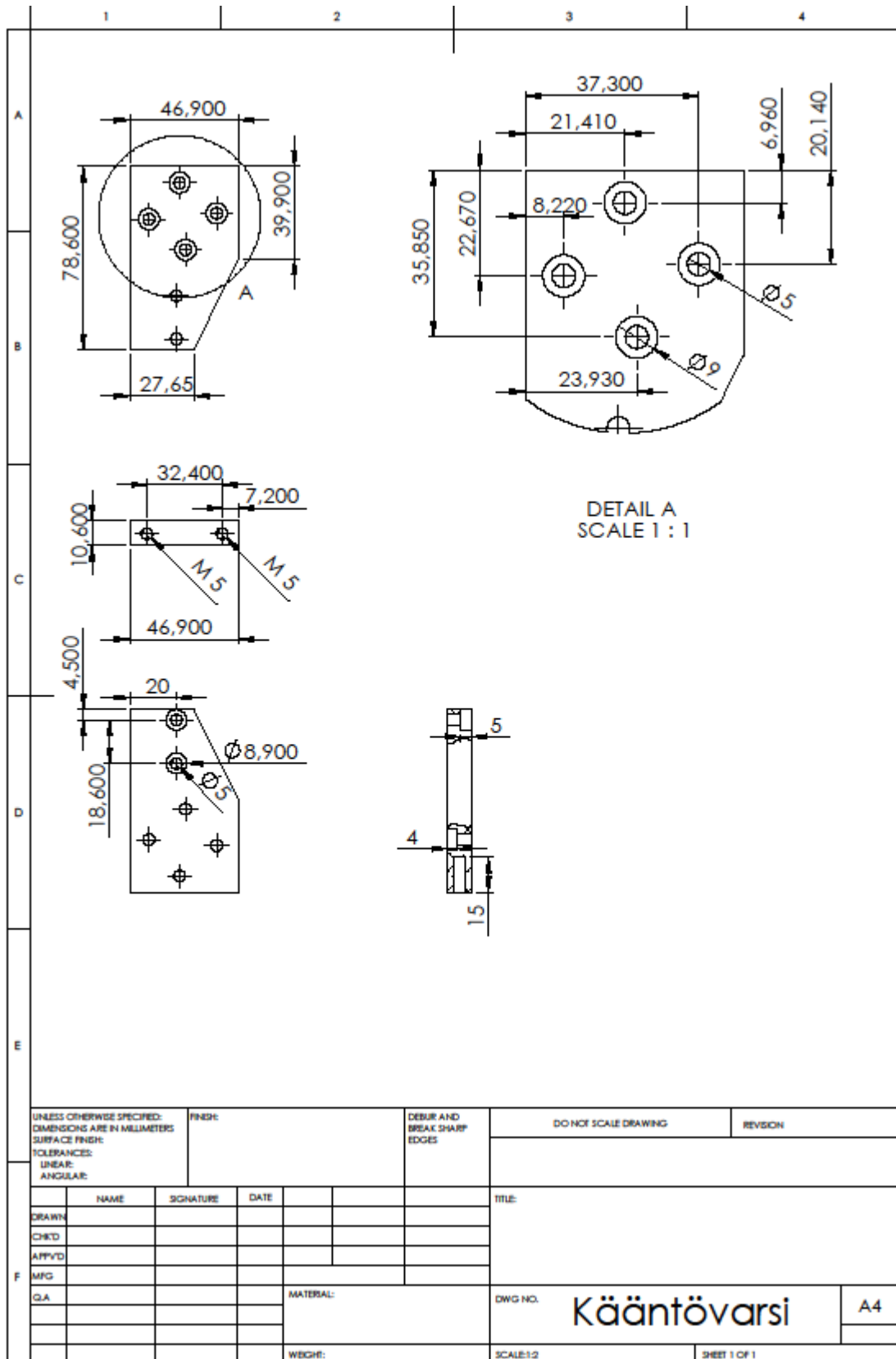
Tarttuja 1 osa B



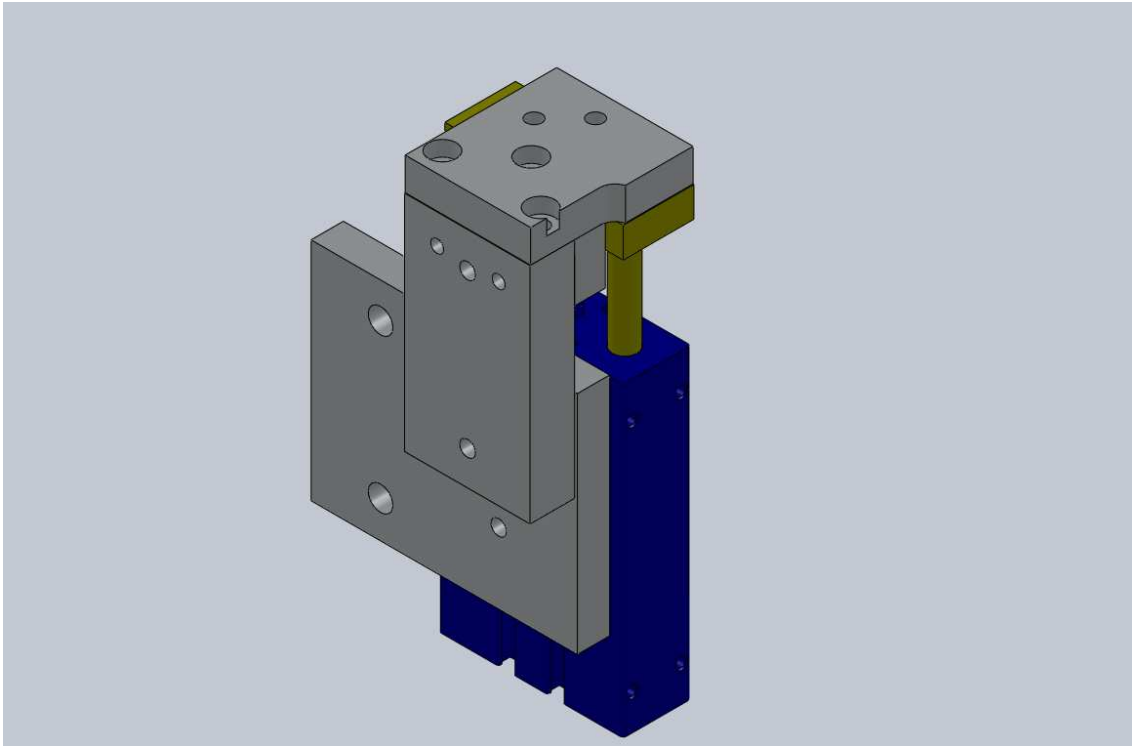
Tarttuja 2 osa B



Kääntövarsi

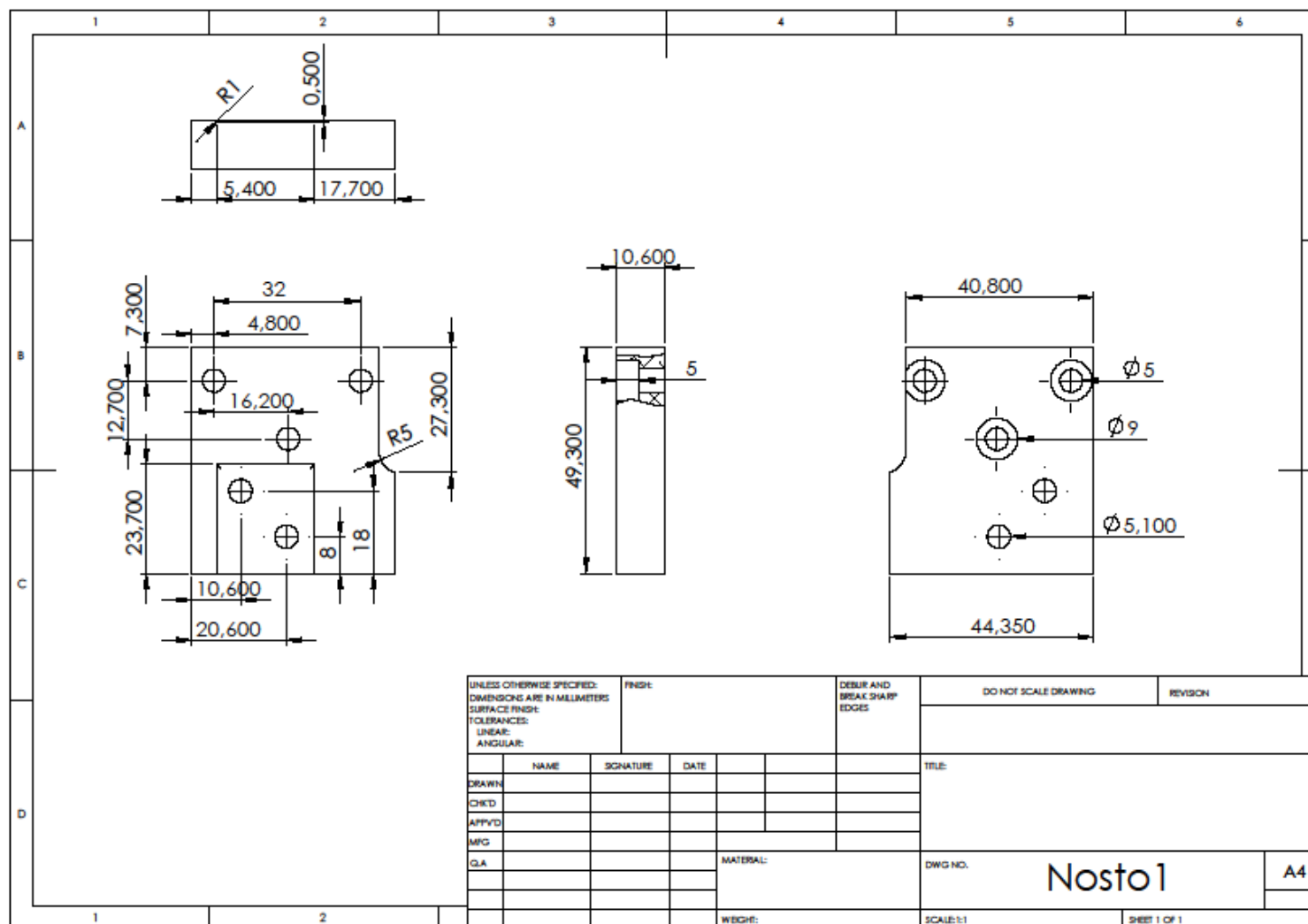


Nosto

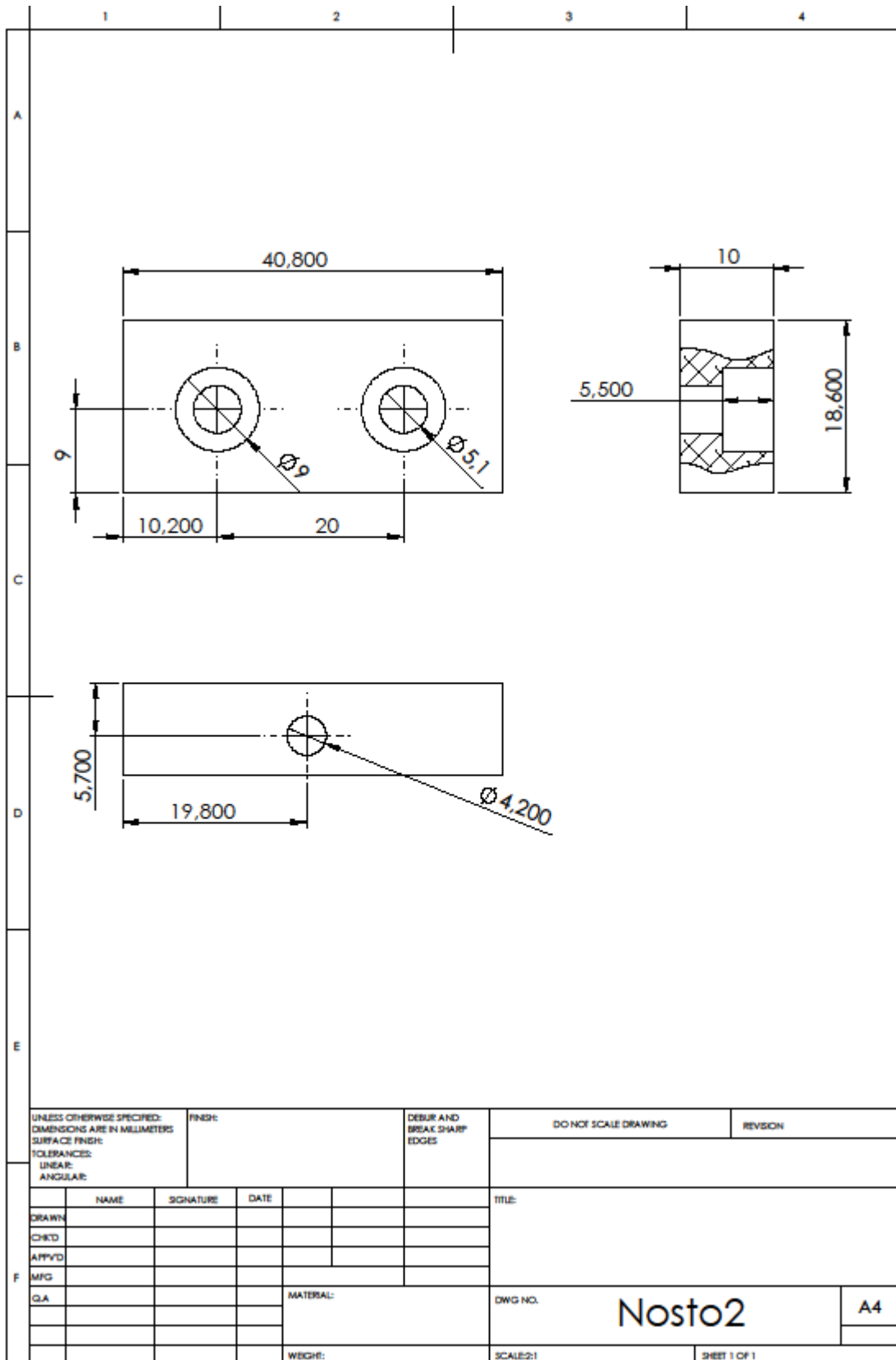


Tuote/osa	Koko/malli	Määrä	Huom.
Nostosylinteri	DPZ-16-25-P-A		1 Festo
Nosto1			1 Alum.
Nosto2			1 Alum.
Nosto3			1 Alum.
Nosto4			1 Alum.

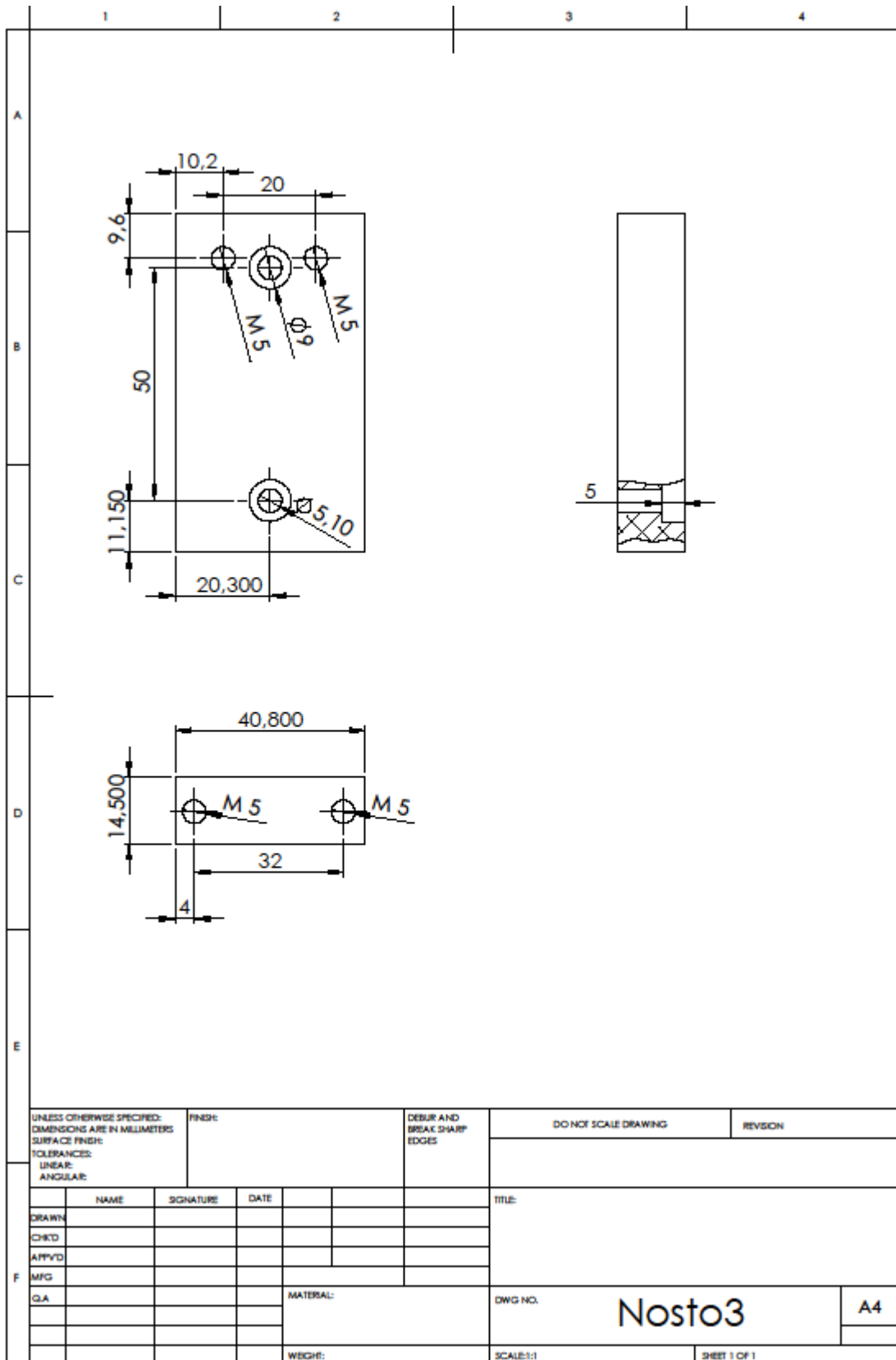
Nosto 1



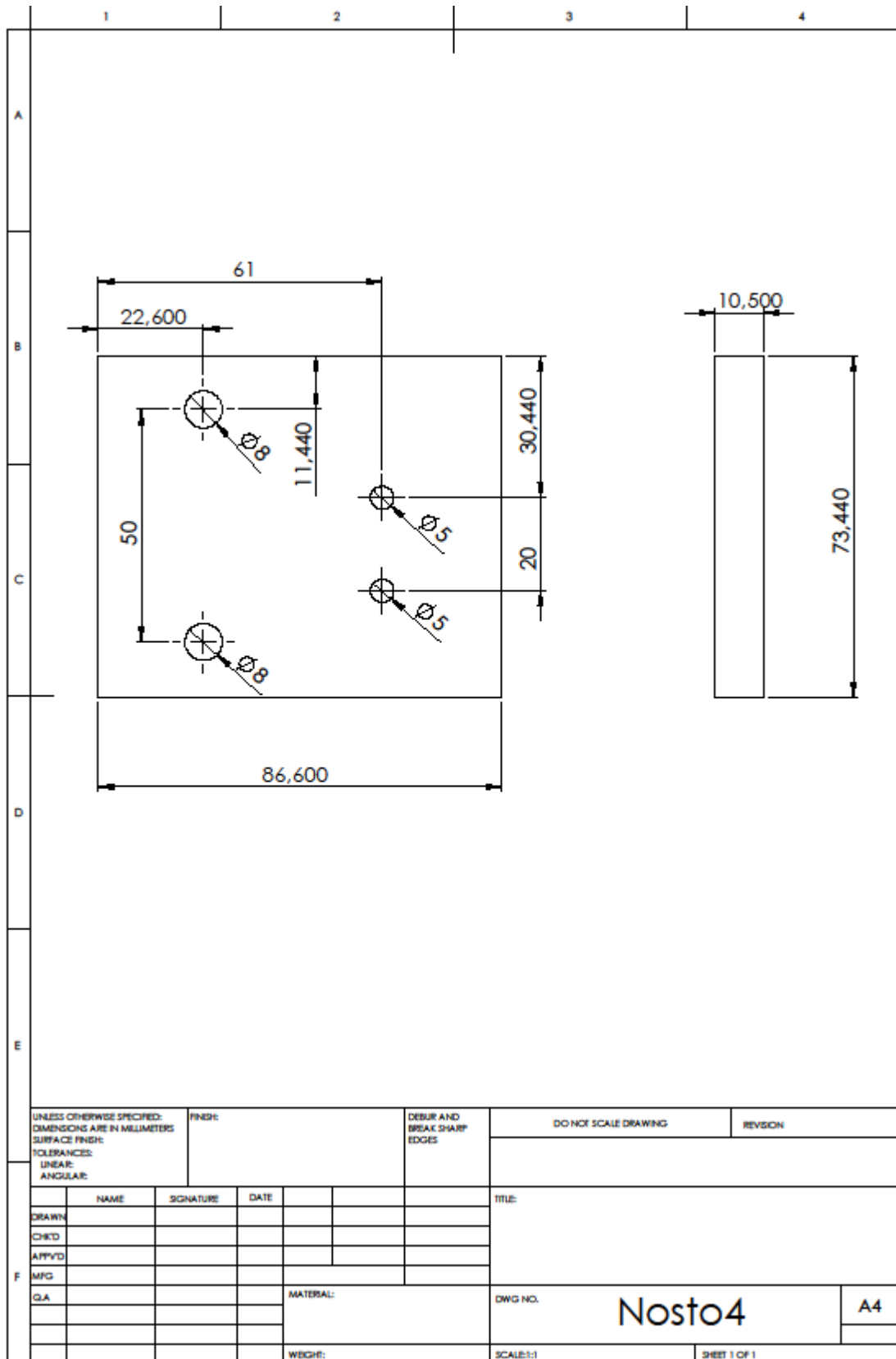
Nosto 2



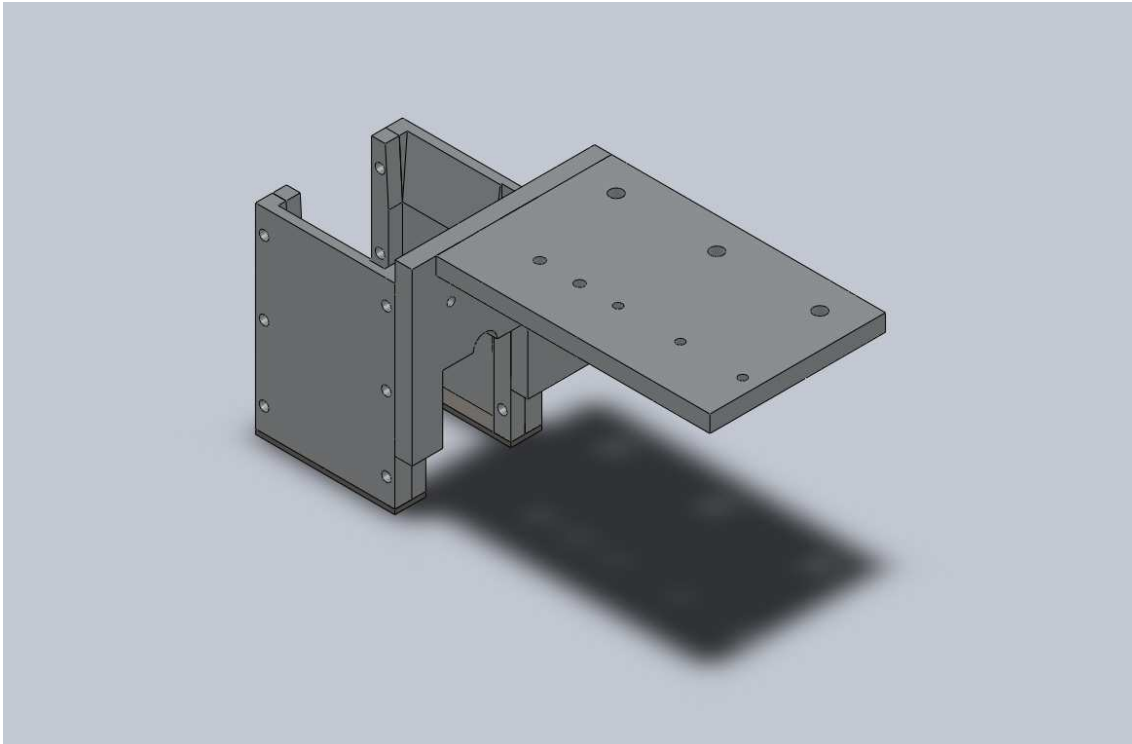
Nosto 3



Nosto 4

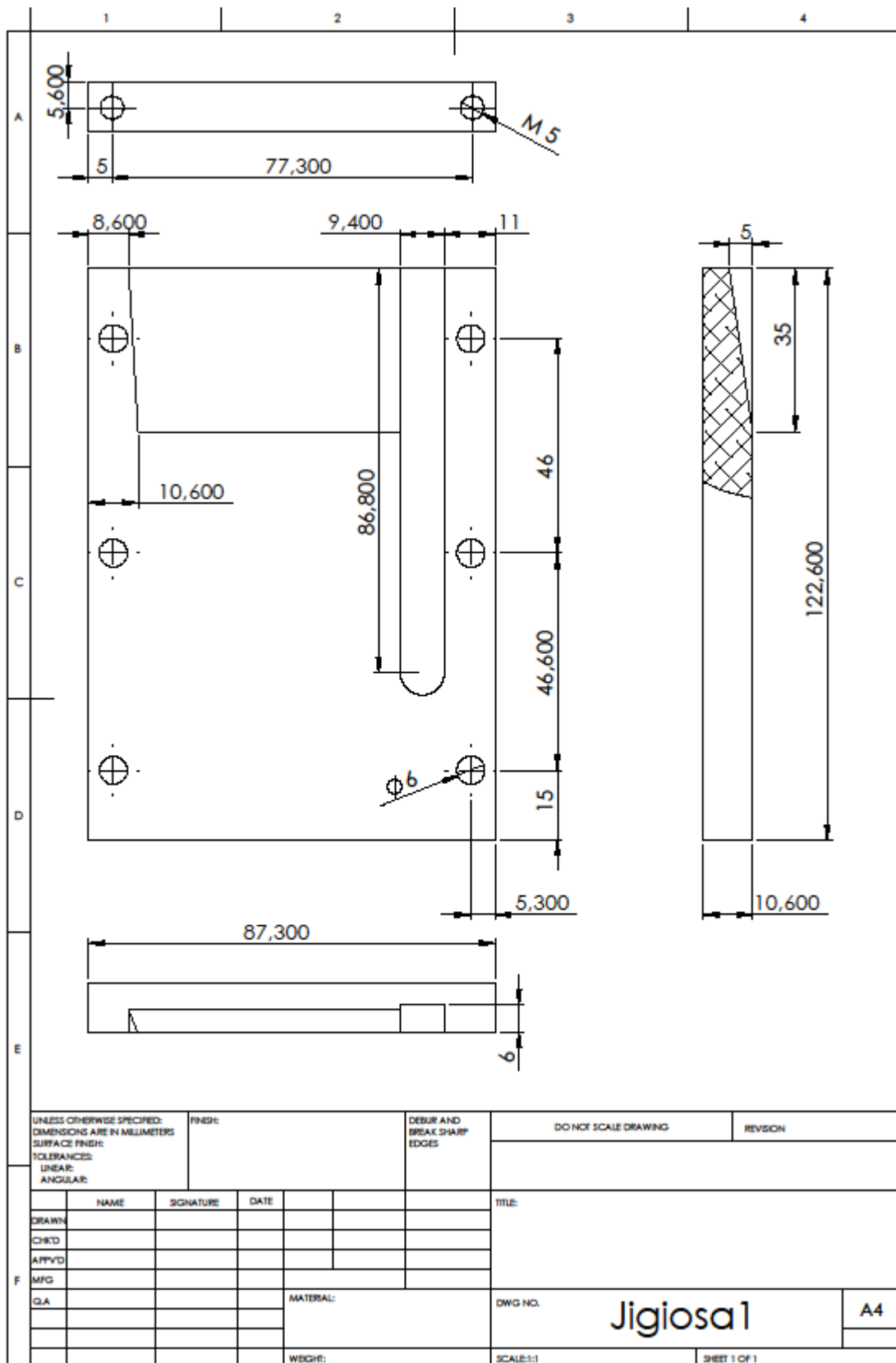


Jigi

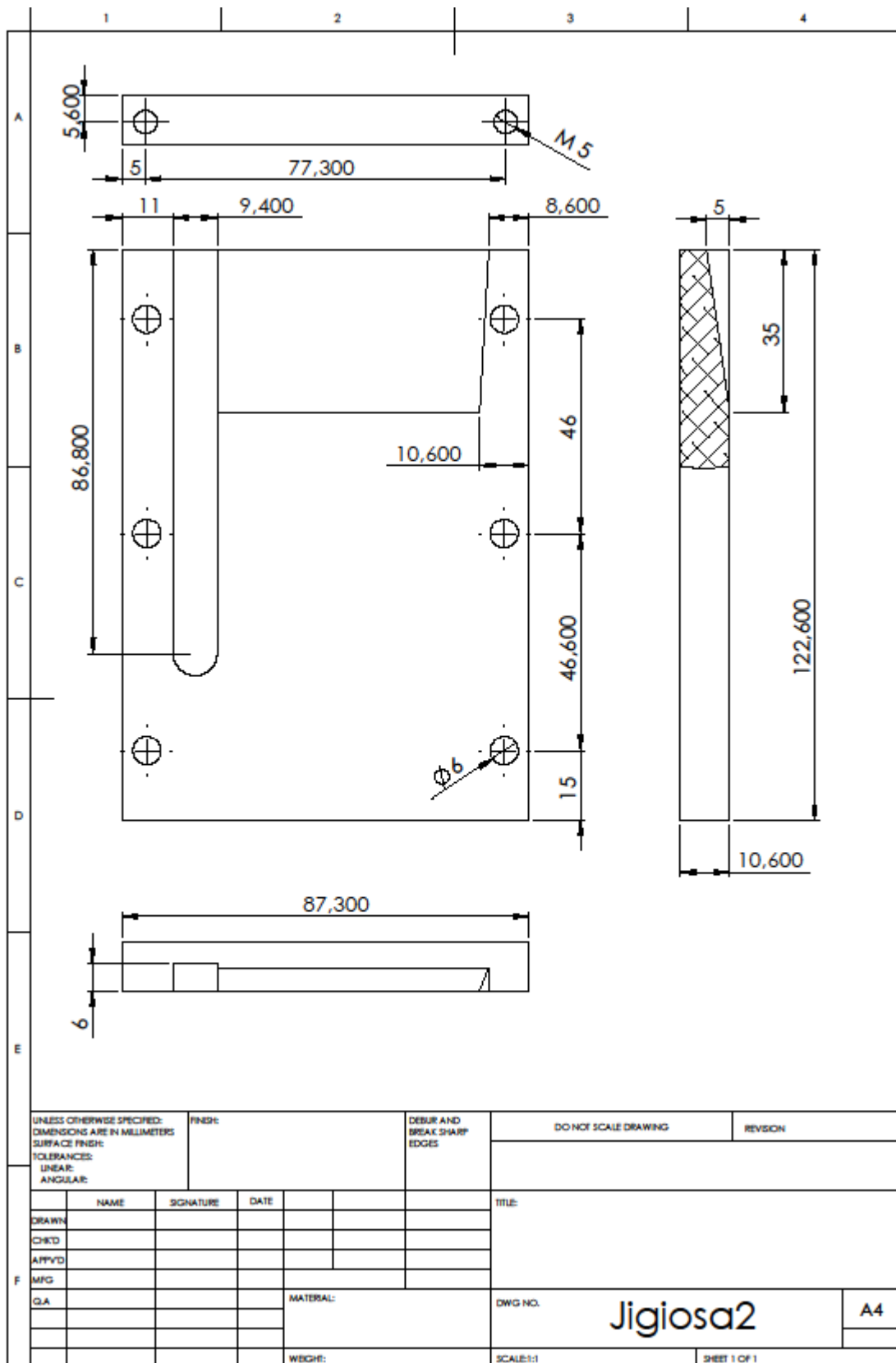


Tuote/osa	Koko/malli	Määrä	Huom.
Alumiinilevy	10x600x1000		1
Osat:	Jigi osa1		1 Alum.
	Jigi osa2		1 Alum.
	Jigi osa3		1 Alum.
	Jigi osa4		2 Alum.
	Jigi osa5		2 Teräs
	Jigi kiinnitys1		1 Alum.
	Jigi kiinnitys2		1 Alum.

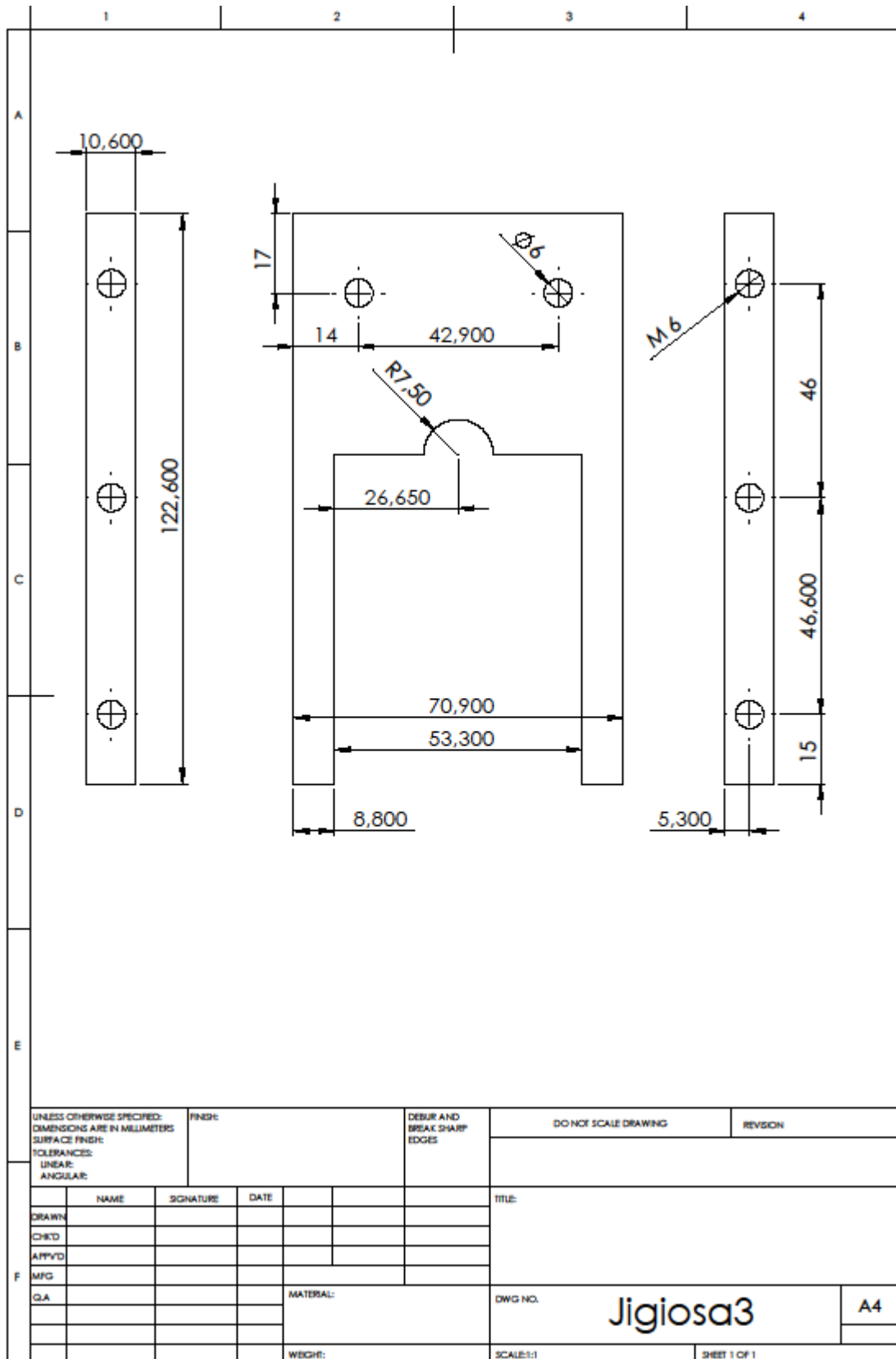
Jigi osa 1



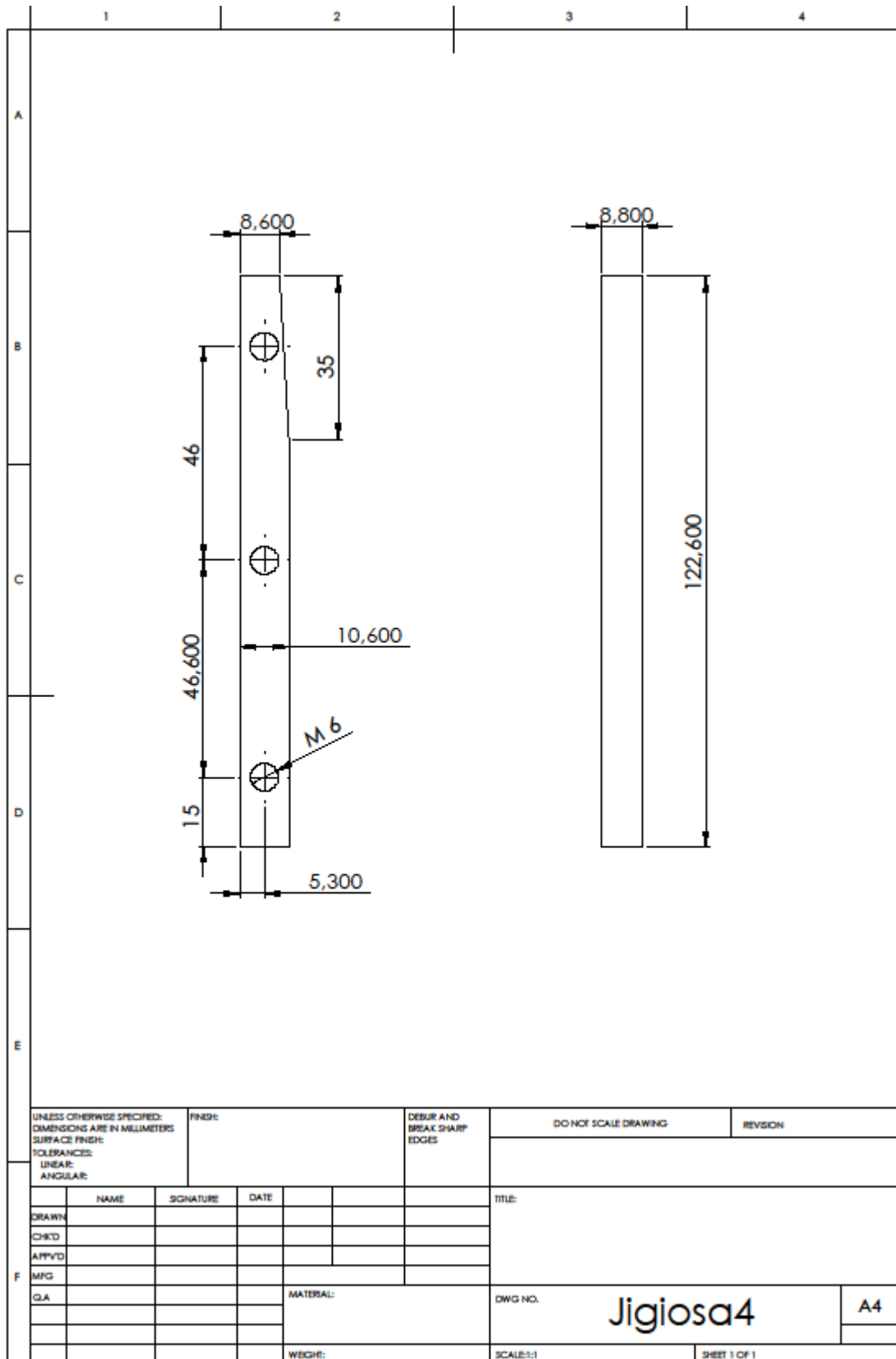
Jigi osa 2



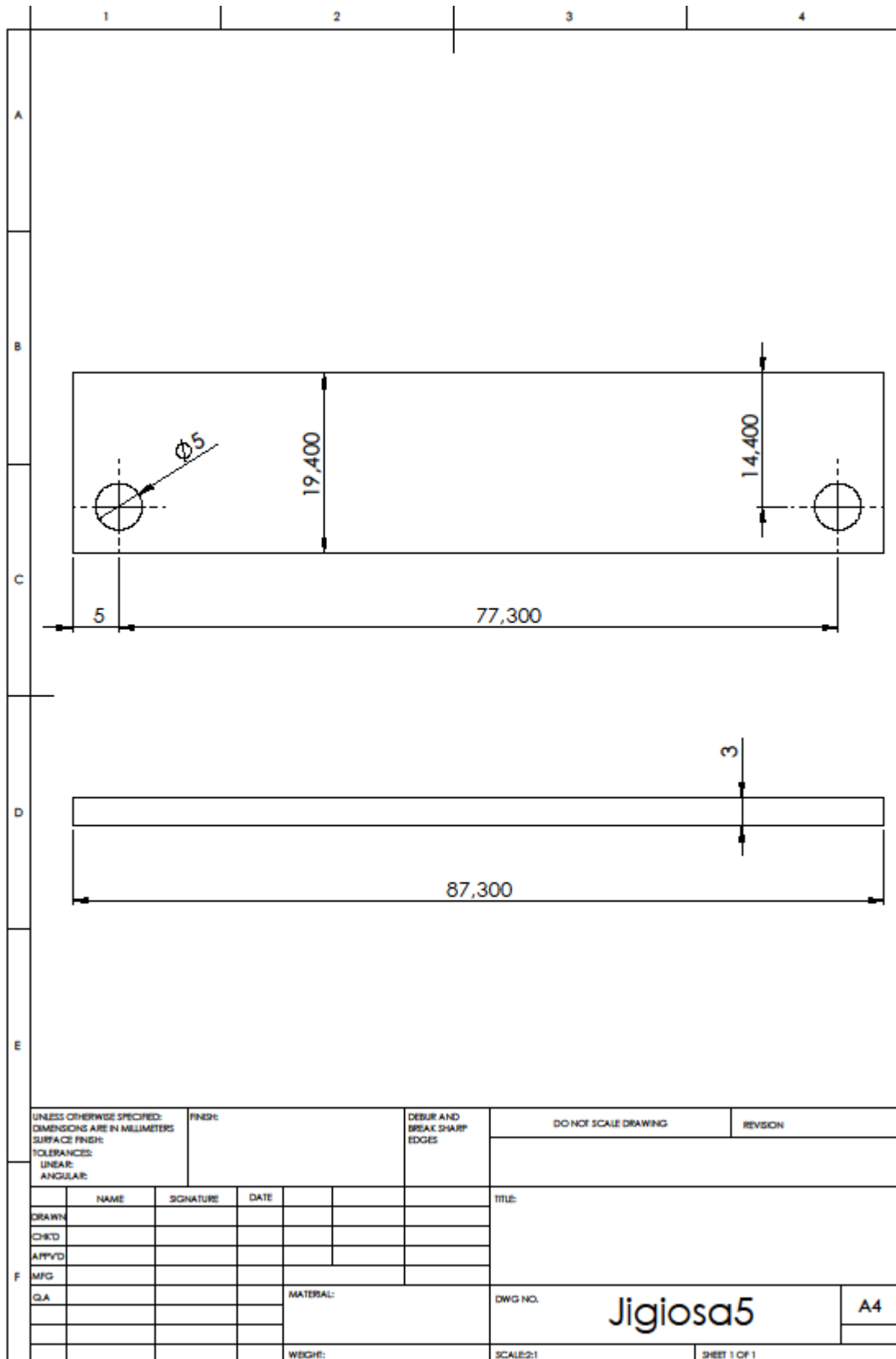
Jigi osa 3



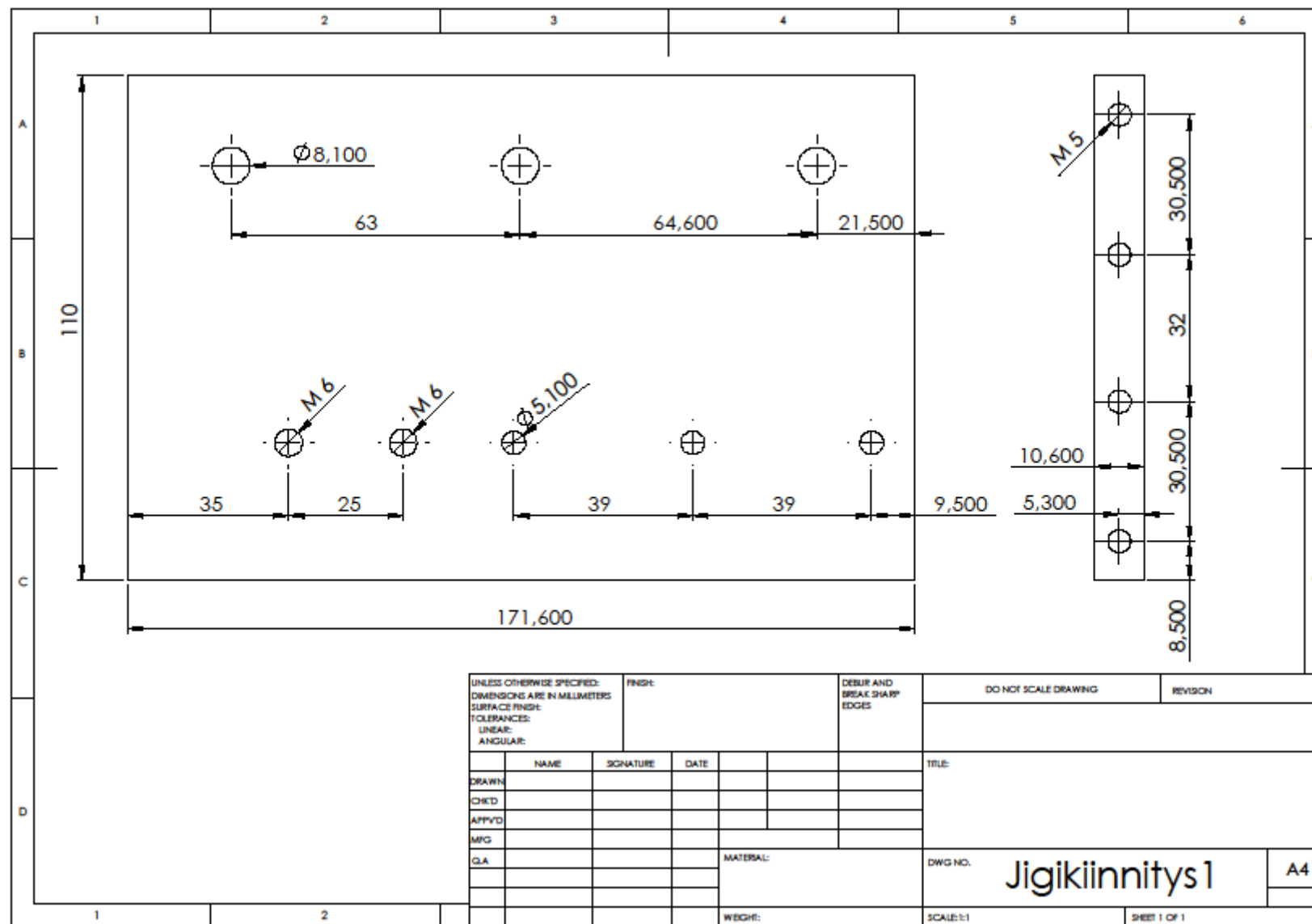
Jigi osa 4



Jigi osa 5

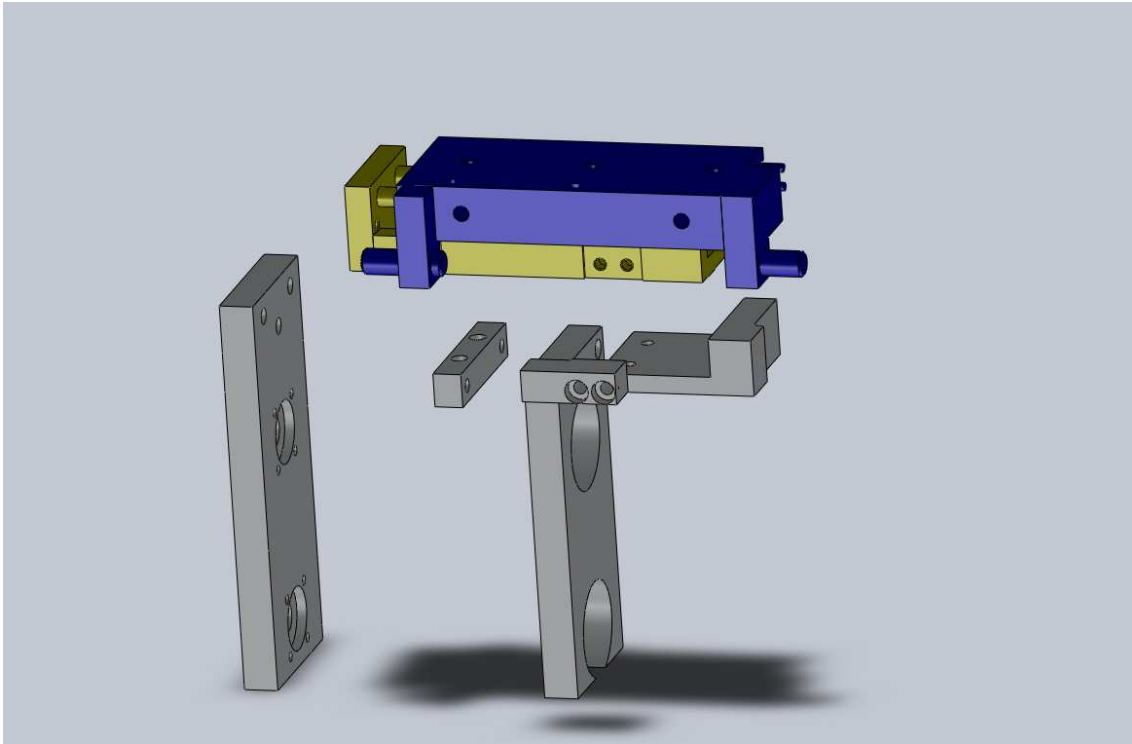


Jigi kiinnitys 1



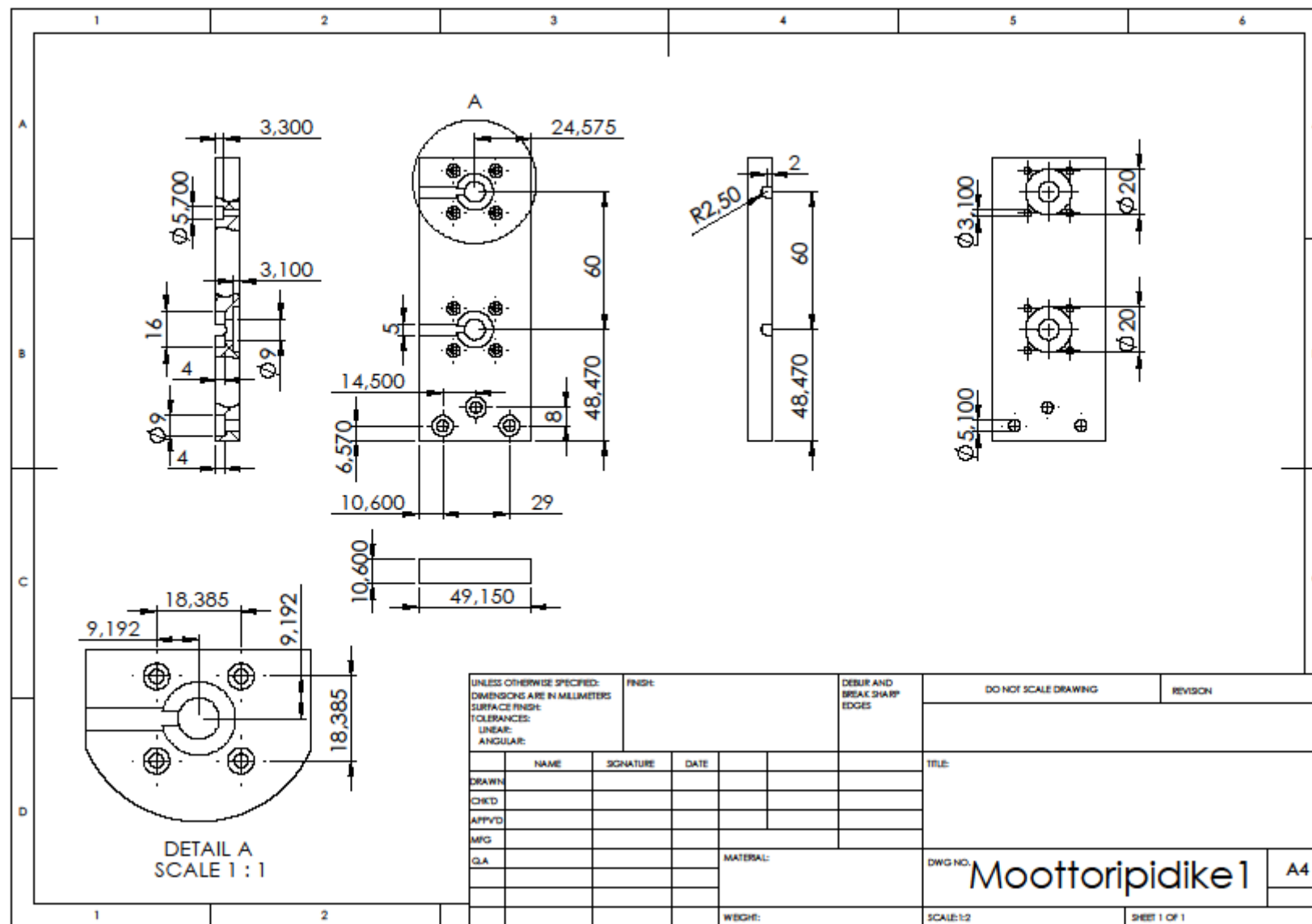
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN		SIGNATURE		DATE		TITLE:			
CHKD									
APPVD									
MFG									
QA						MATERIAL:		DWG NO. Jigikiinnitys 1	
								A4	
						WEIGHT:		SCALE: 1:1	
								SHEET 1 OF 1	

Ruuvarien lineaariliike

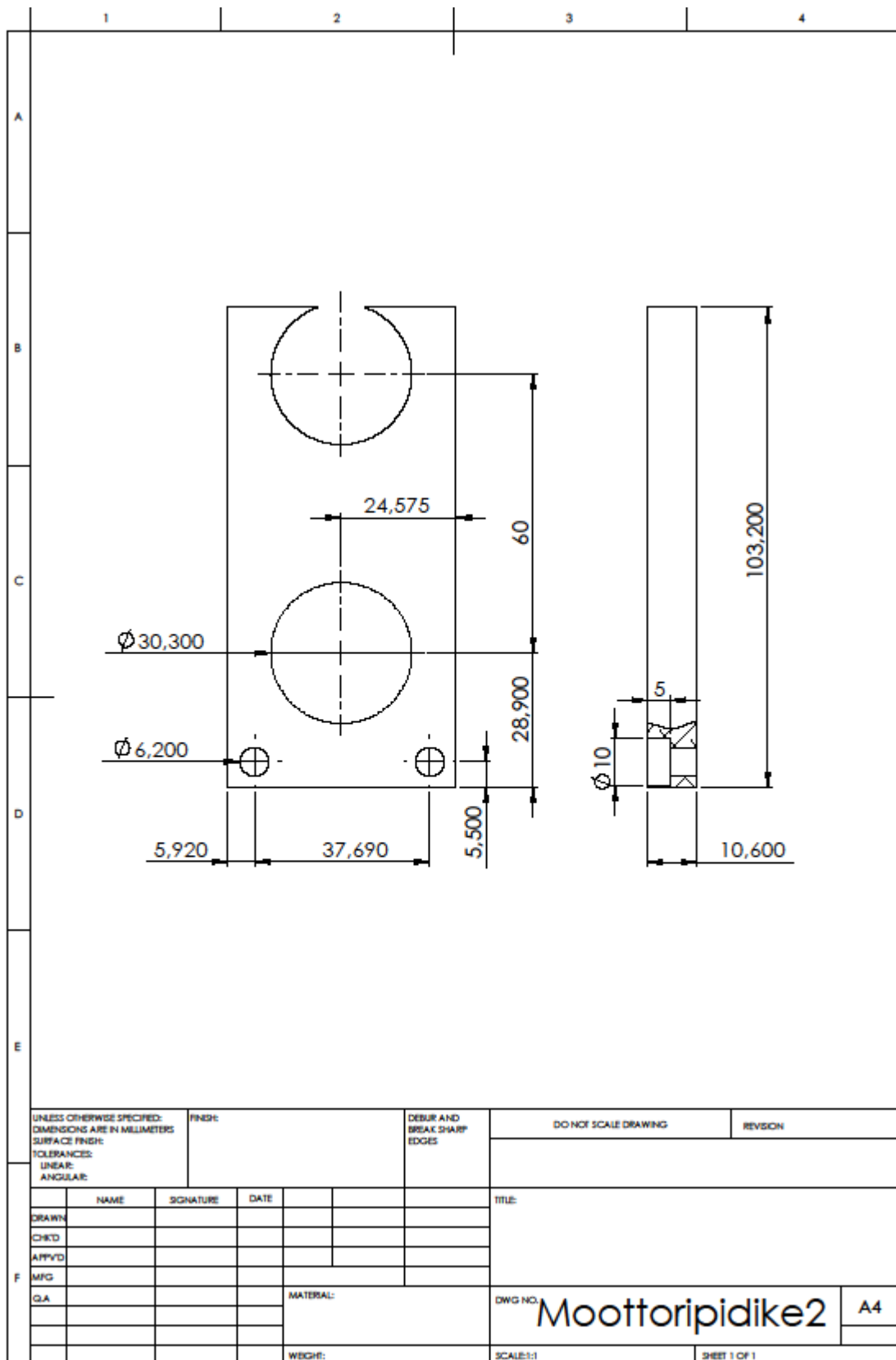


Tuote/osa	Koko/malli	Määrä	Huom.
Johdesylinteri	MXQ12-50A-M9BM		1 SMC
Moottoripidike1			1 Alum.
Moottoripidike2			1 Alum.
Moottoripidike3			1 Alum.
Rajoitin1			1 Alum.
Rajoitin2			1 Alum.

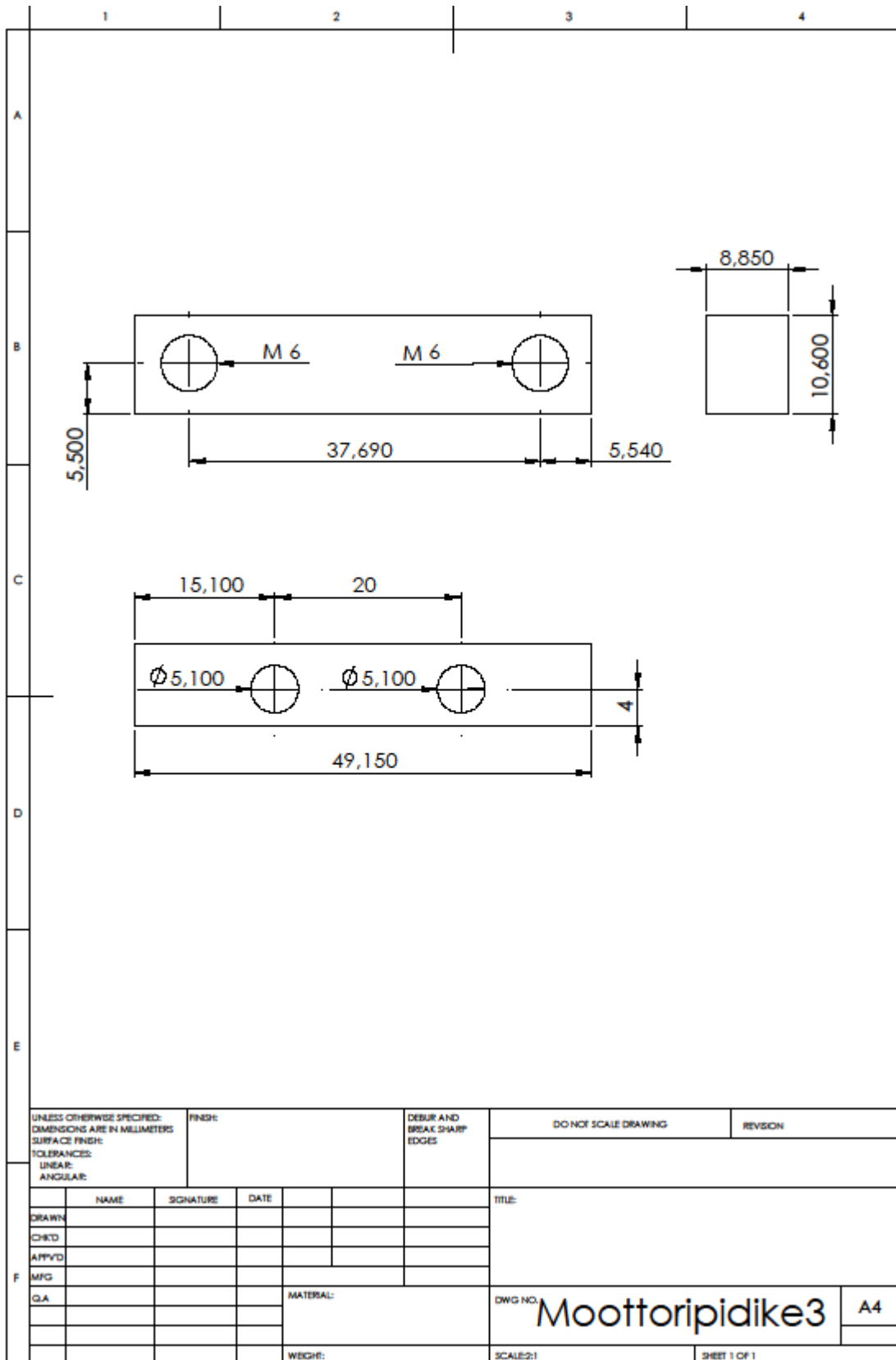
Moottoripidike 1



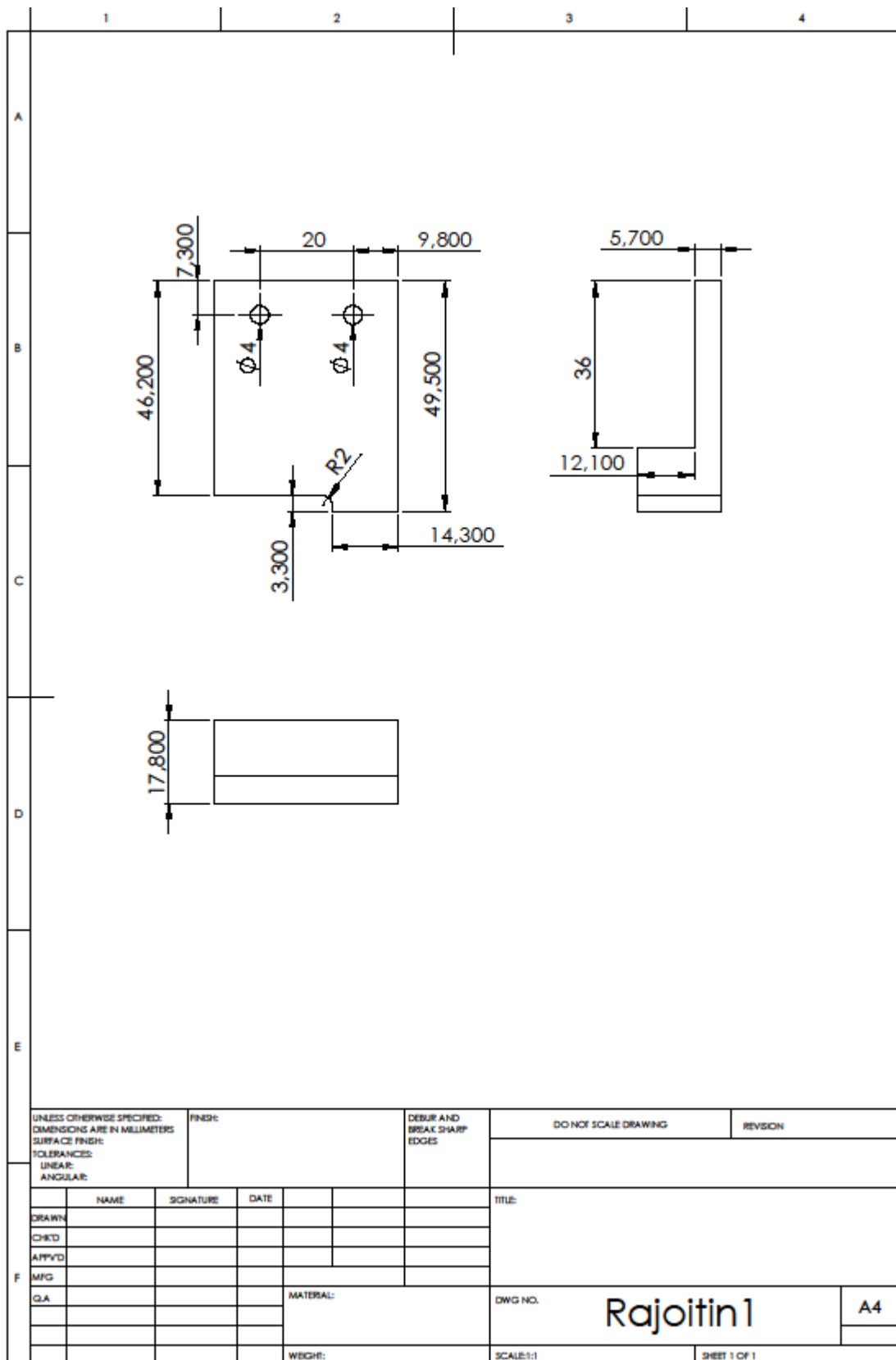
Moottoripidike 2



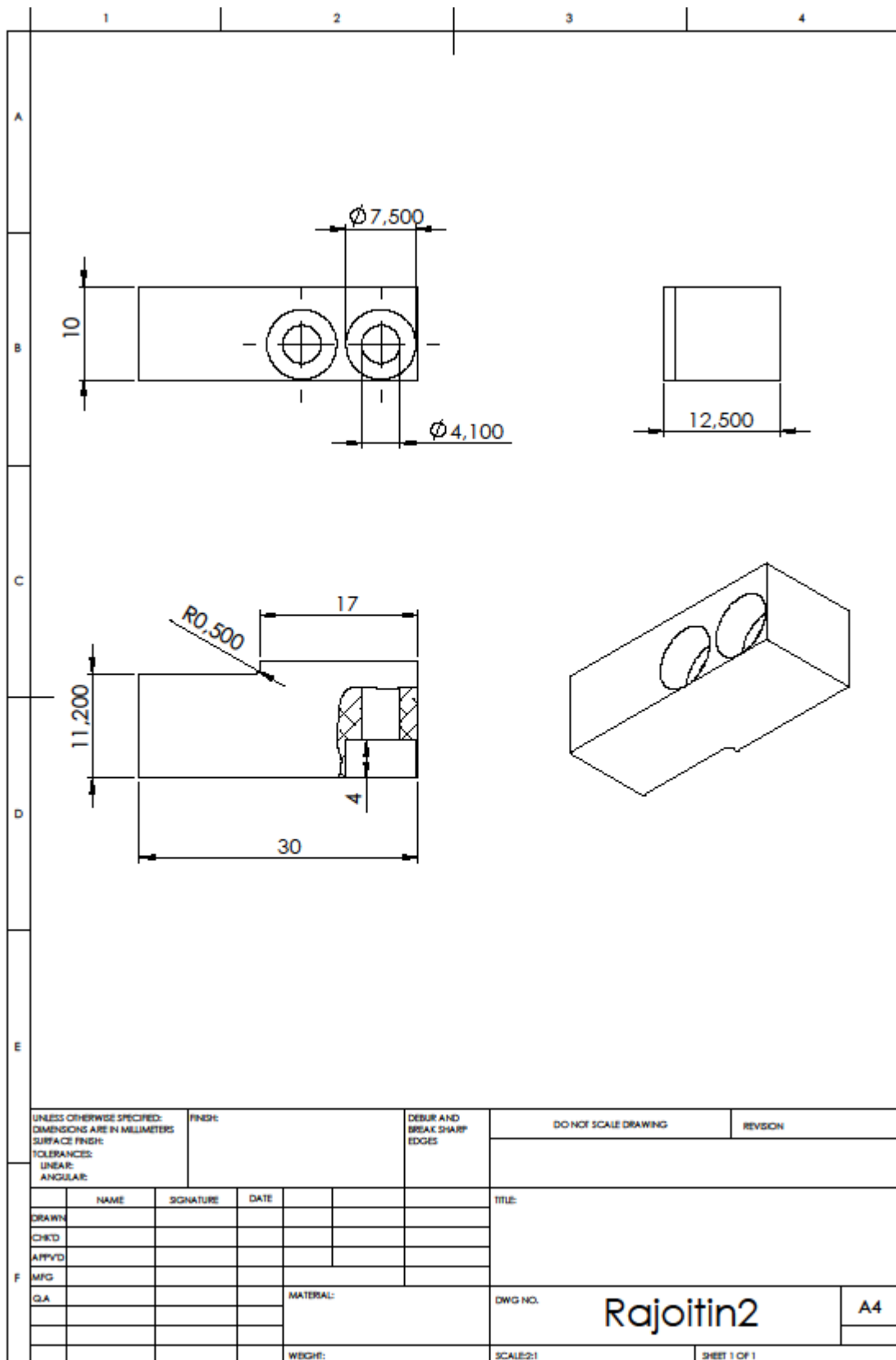
Moottoripidike 3



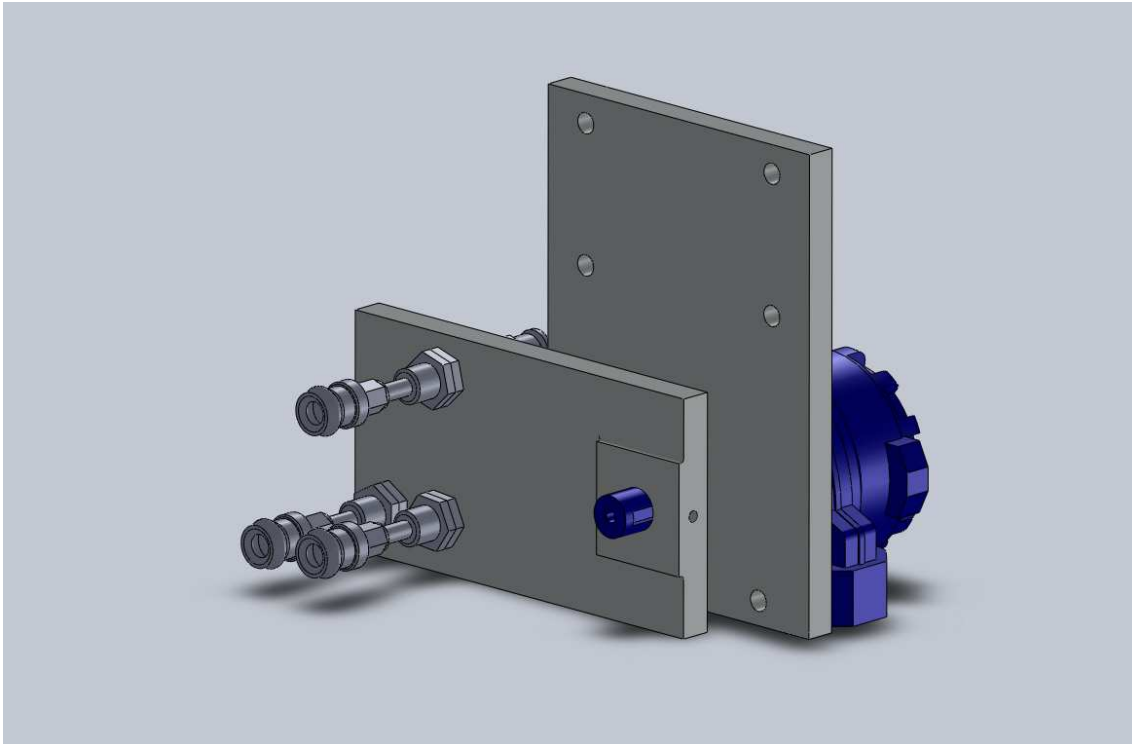
Rajoitin 1



Rajoitin 2

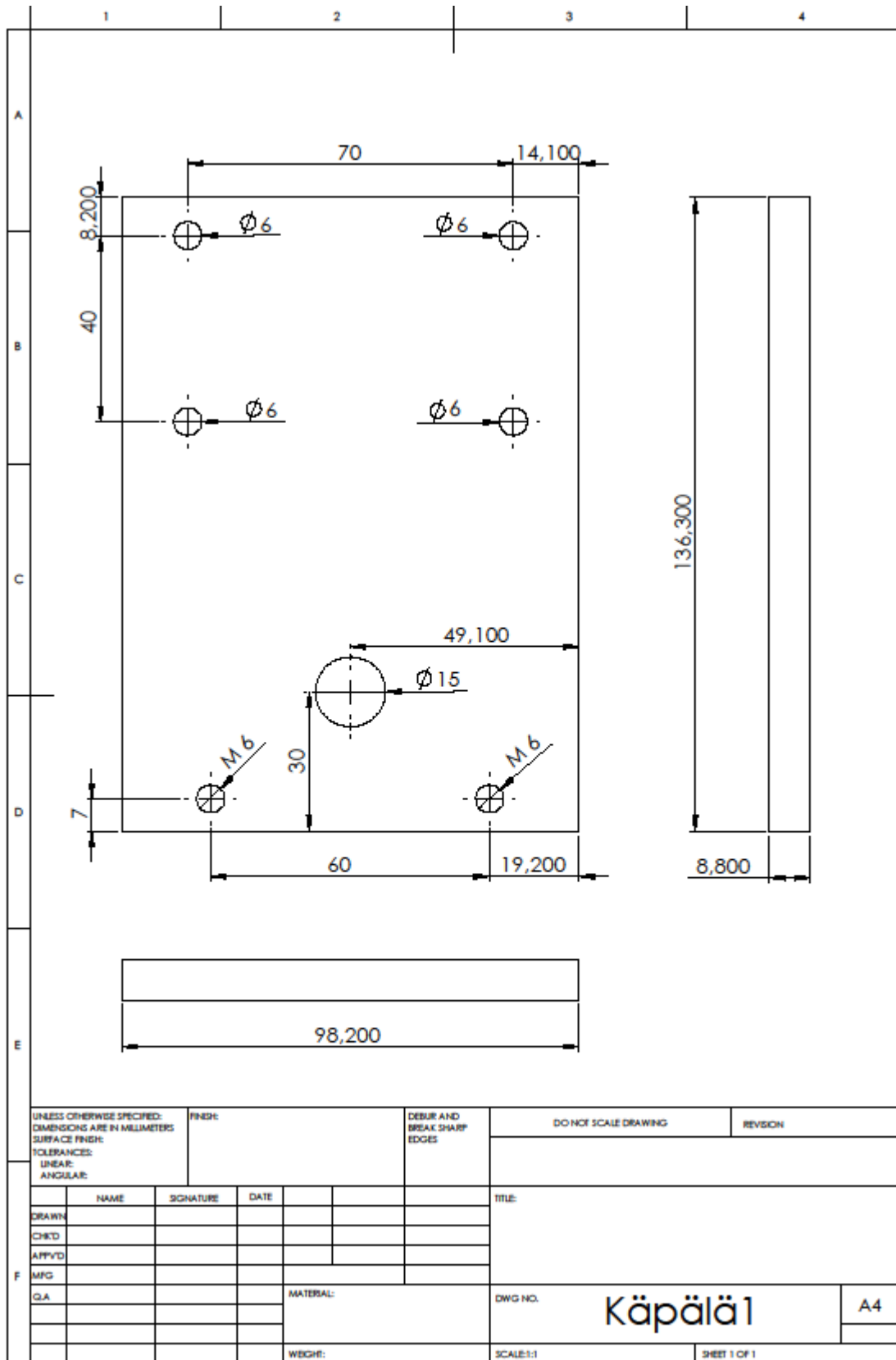


Robotin tarttuja

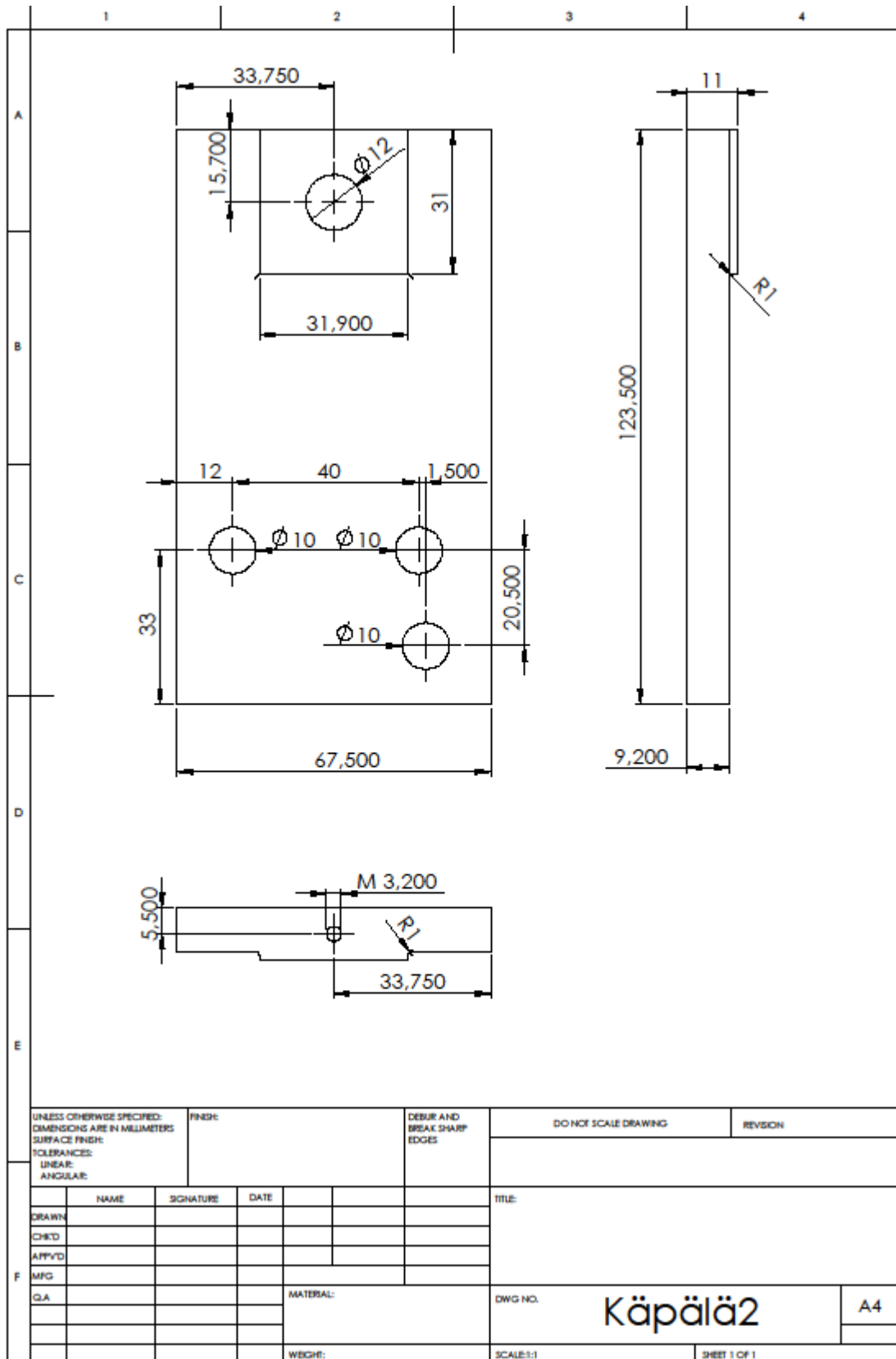


Tuote/osa	Koko/malli	Määrä	Huom.
Kääntösylinteri	DPZ-16-25-P-A		1 Festo
Käpälä1			1 Alum.
Käpälä2			1 Alum.
Väliprikka			1 Teräs
Imukupitarttuja	ZPT10BFK10		3

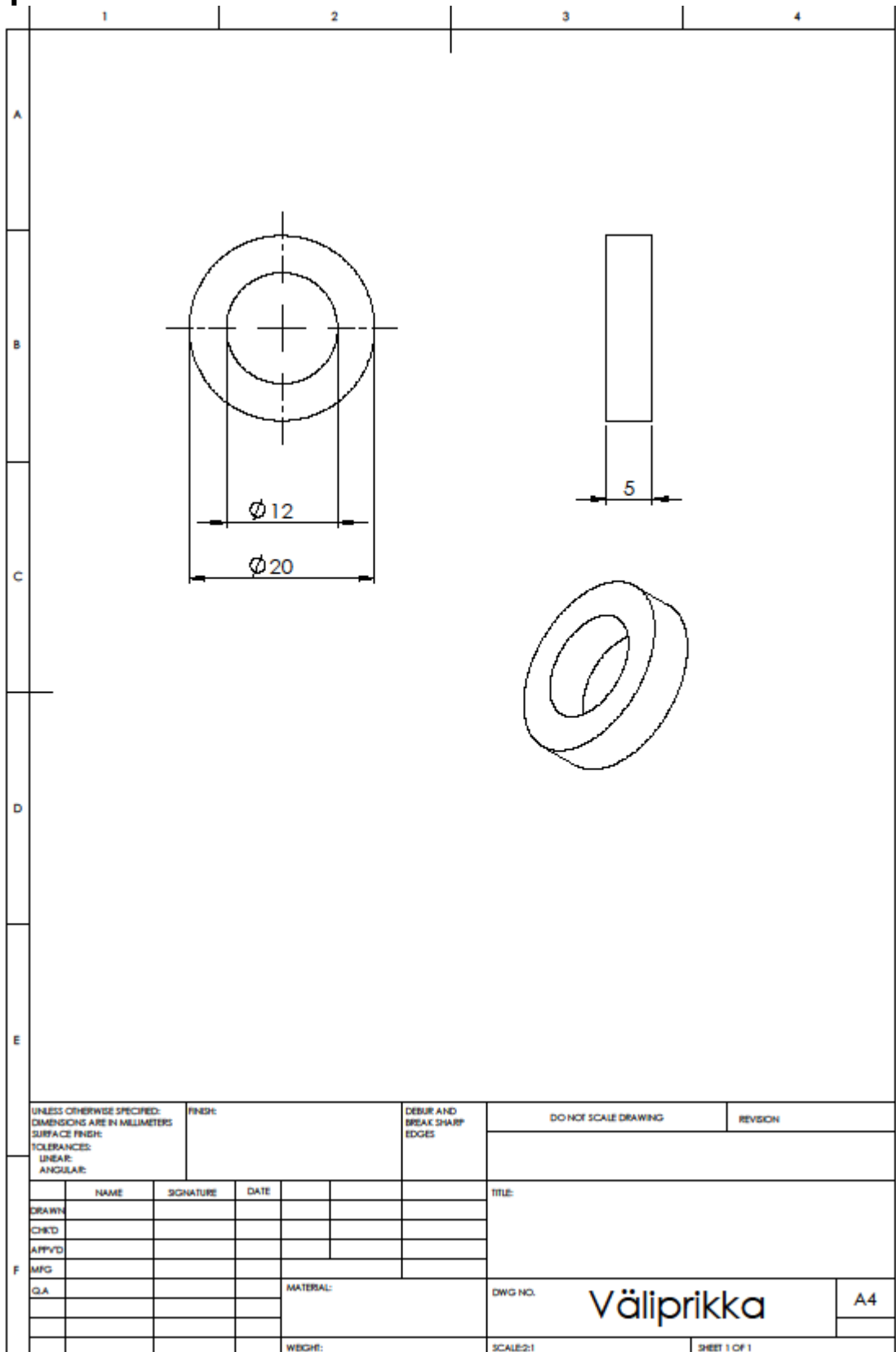
Käpälä 1



Käpälä 2

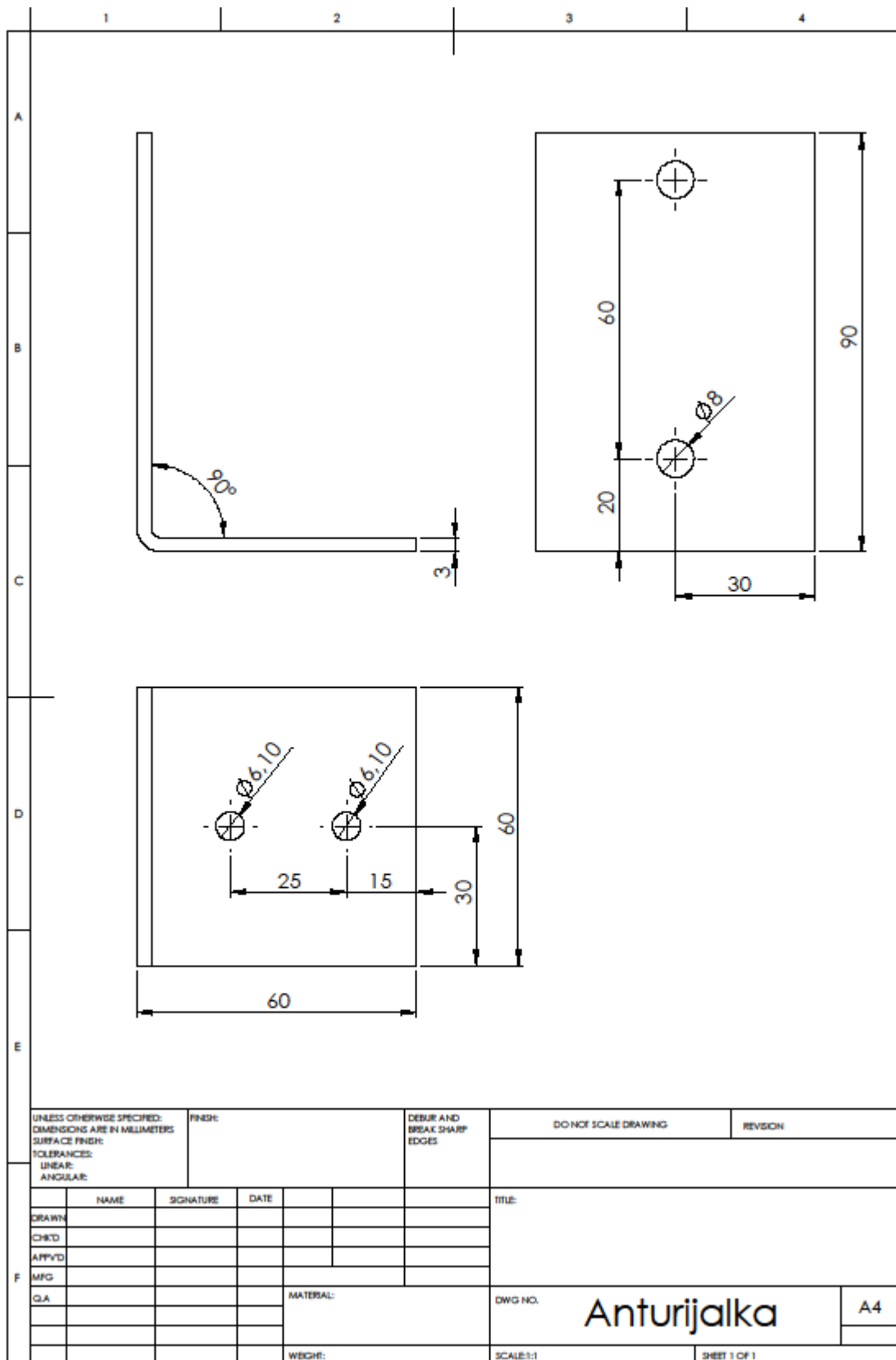


Väliprikka

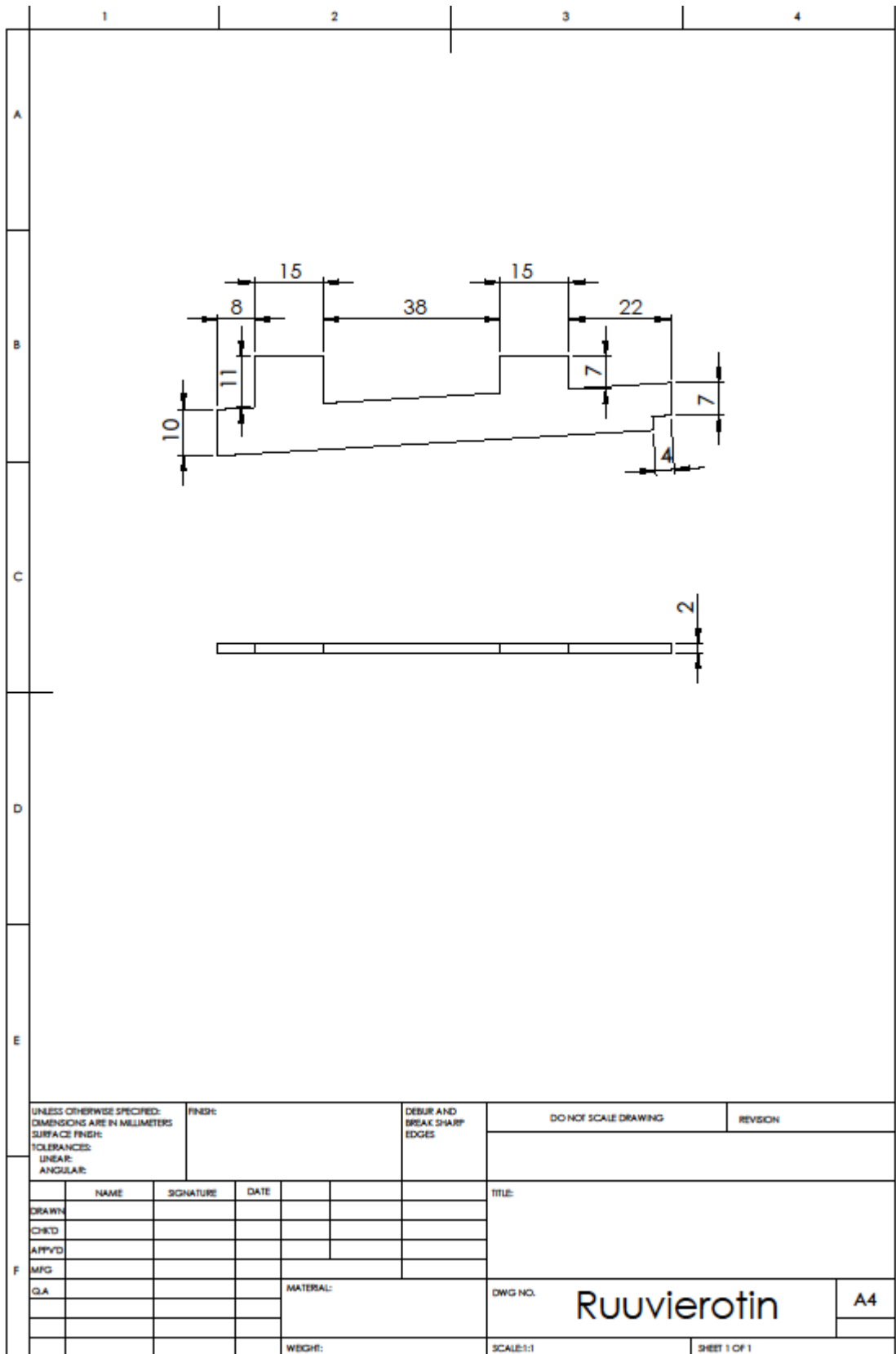


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:			
DRAWN									
CHECK									
APPROV									
MFG									
QA					MATERIAL:	DWG NO.		Väliprikka	
								A4	
					WEIGHT:	SCALE:2:1		SHEET 1 OF 1	

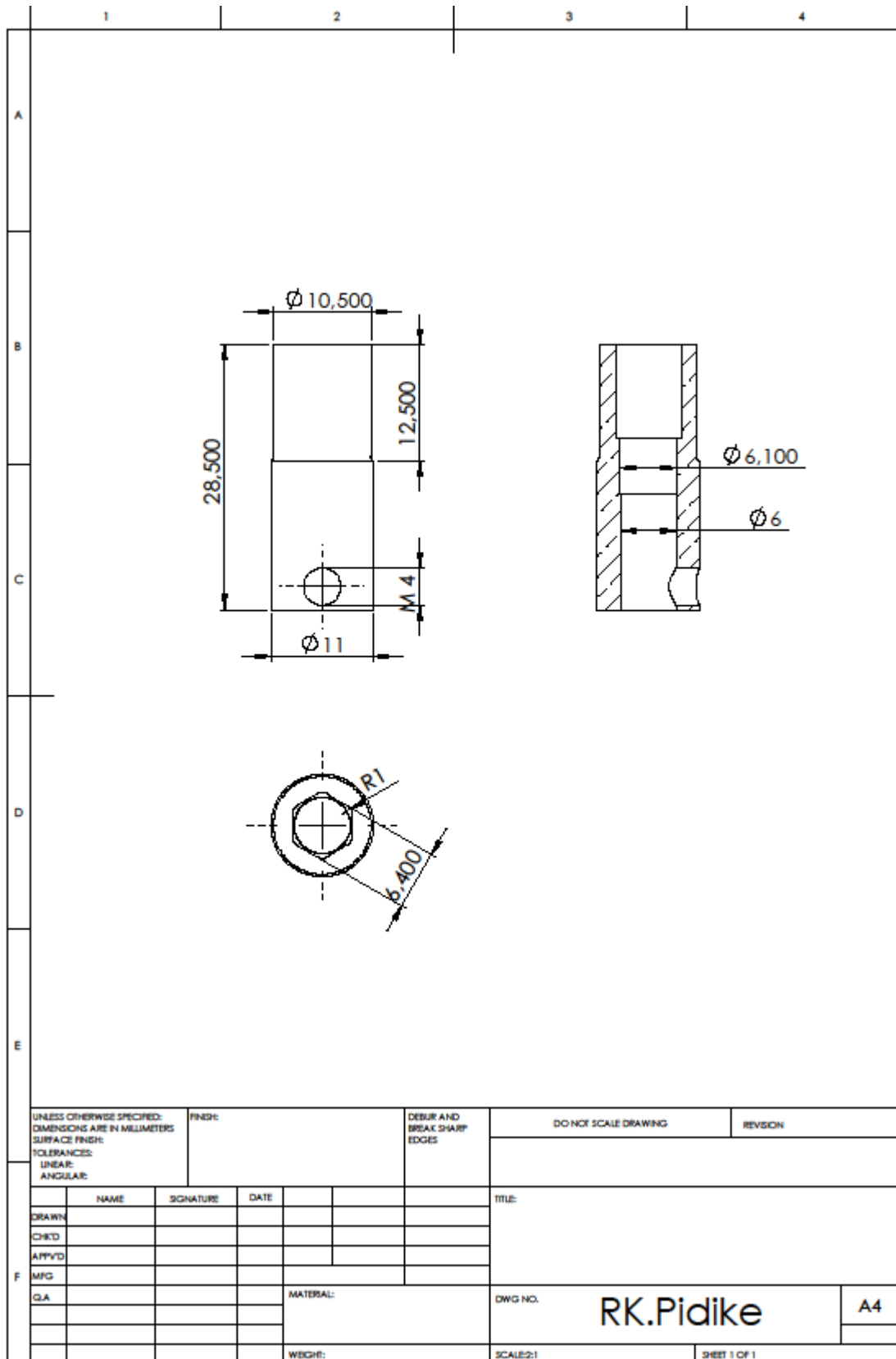
Anturijalka



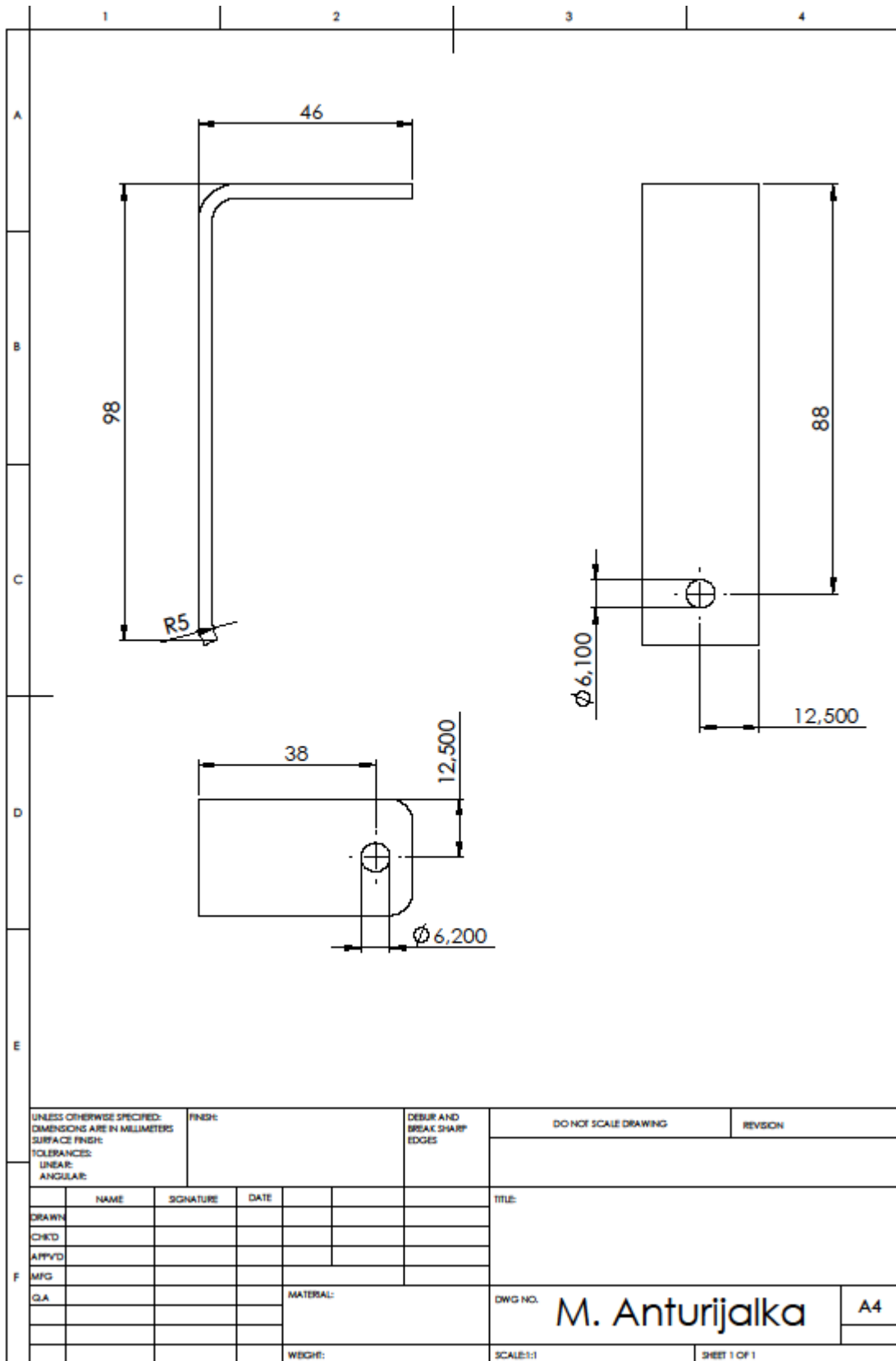
Ruuvierotin



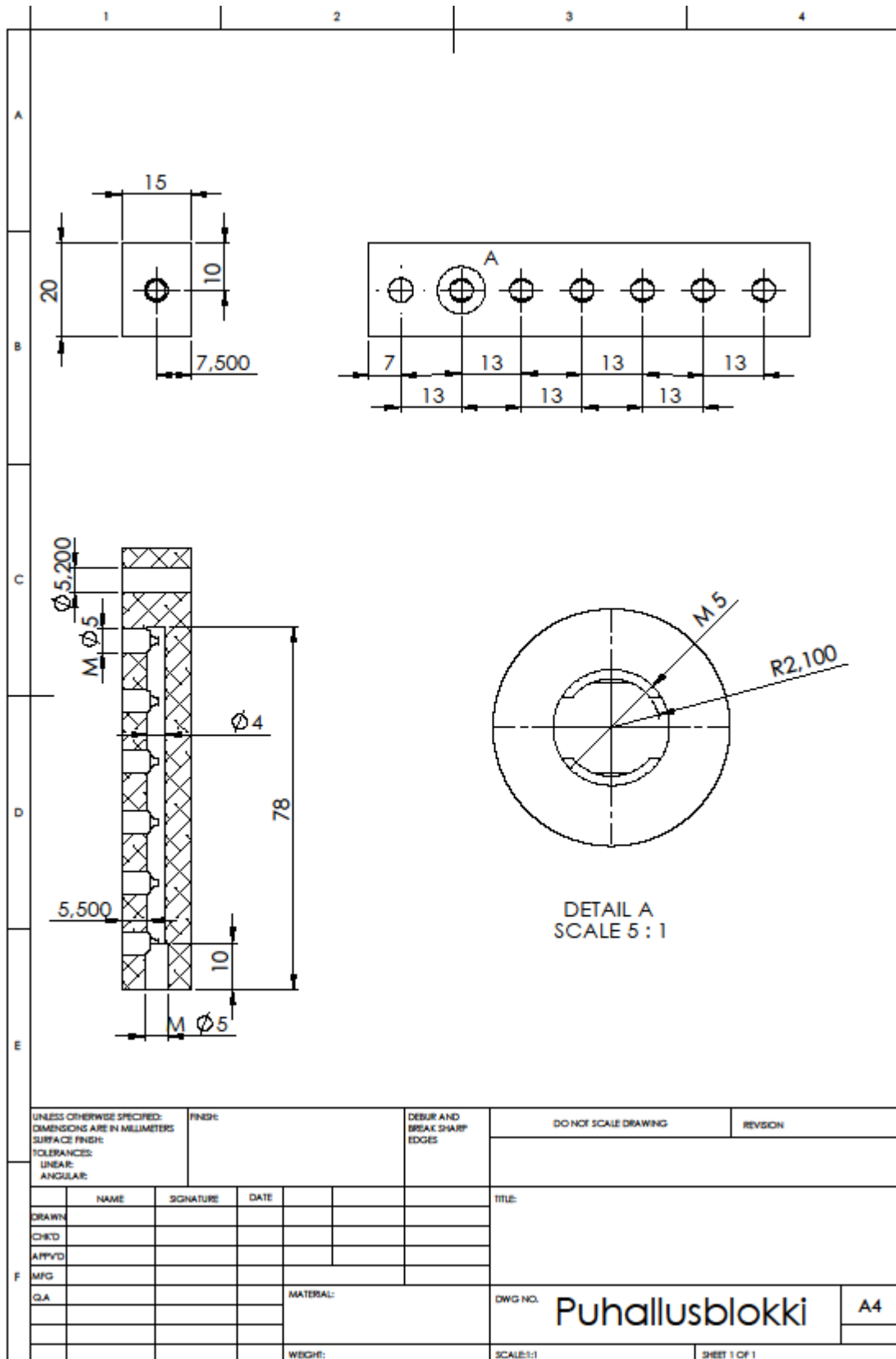
RK. Pidike



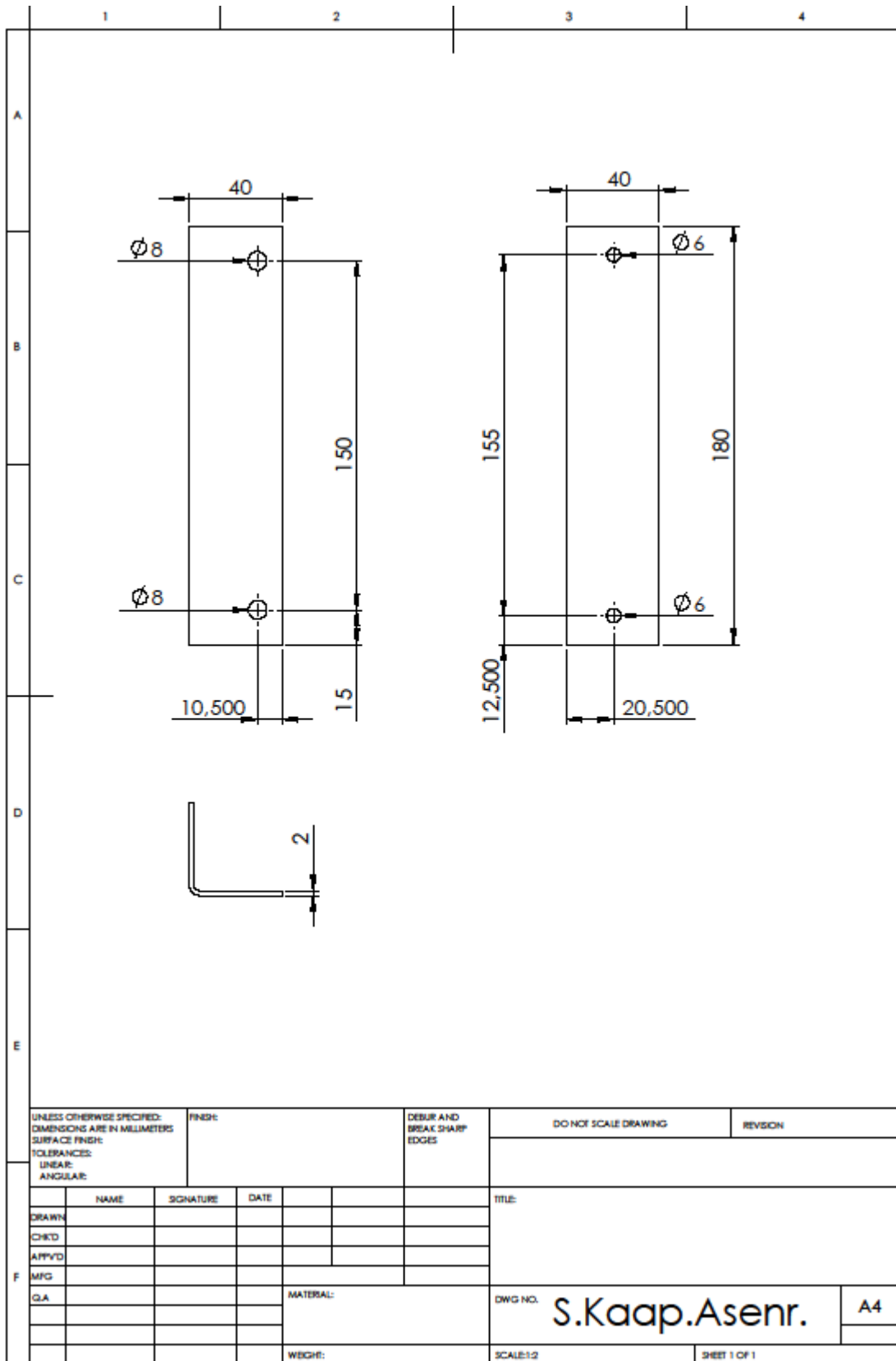
M. Anturijalka



Puhallusblokki

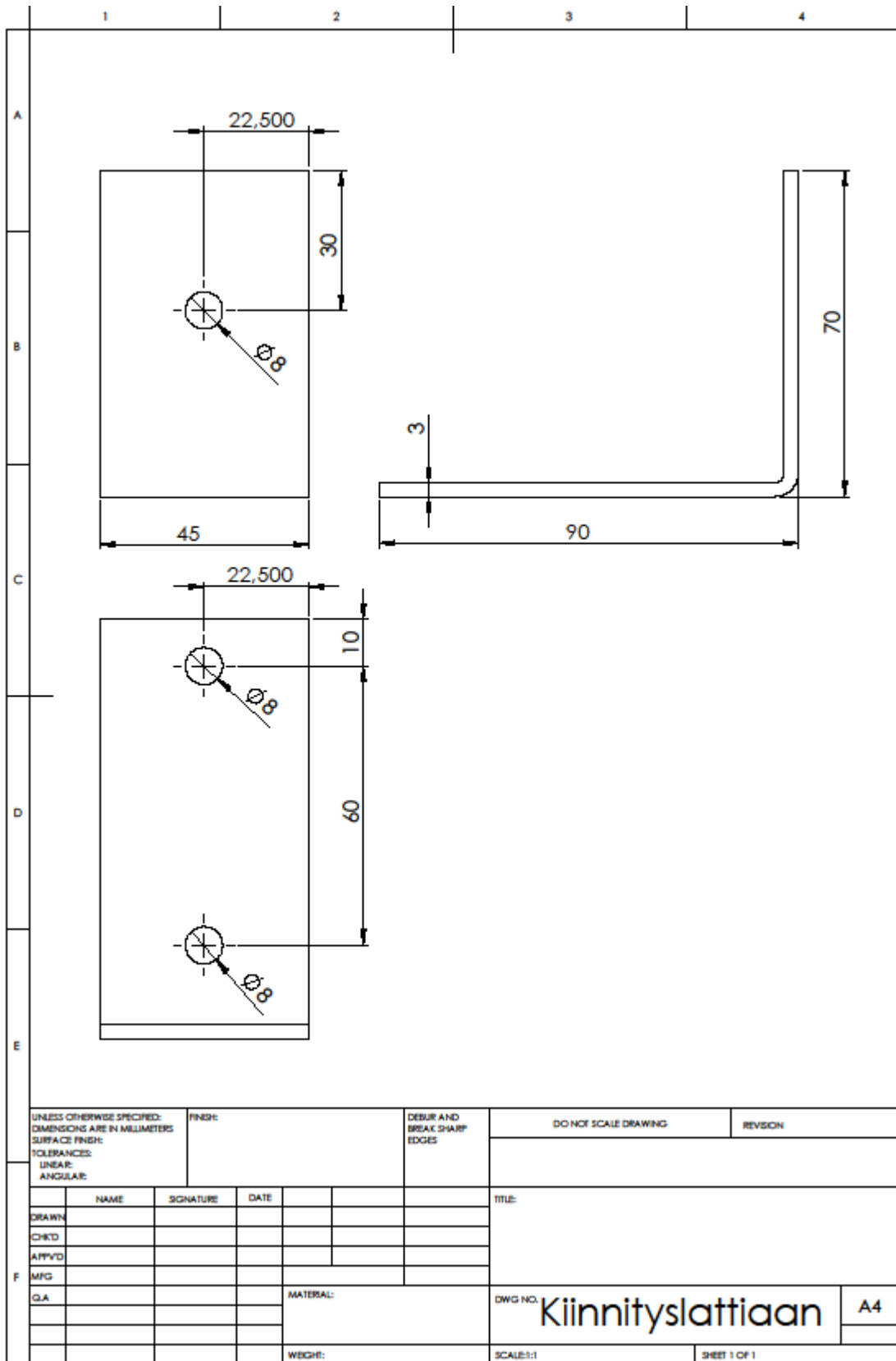


Sähkökaapin Asennusrauta

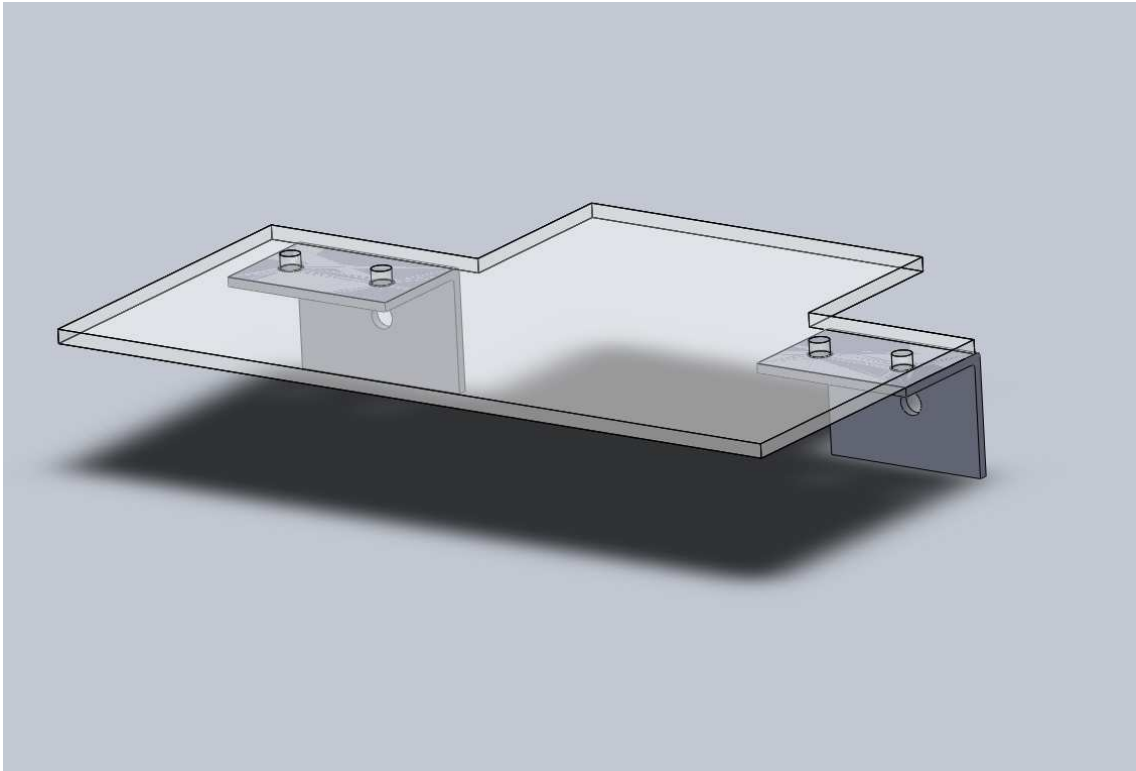


UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
DRAWN		NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:				
CHECK									
APPROV									
MFG									
QA					MATERIAL:		DWG NO. S.Kaap.Asenr.		A4
							SCALE:1:2		SHEET 1 OF 1
					WEIGHT:				

Kiinnitys lattiaan

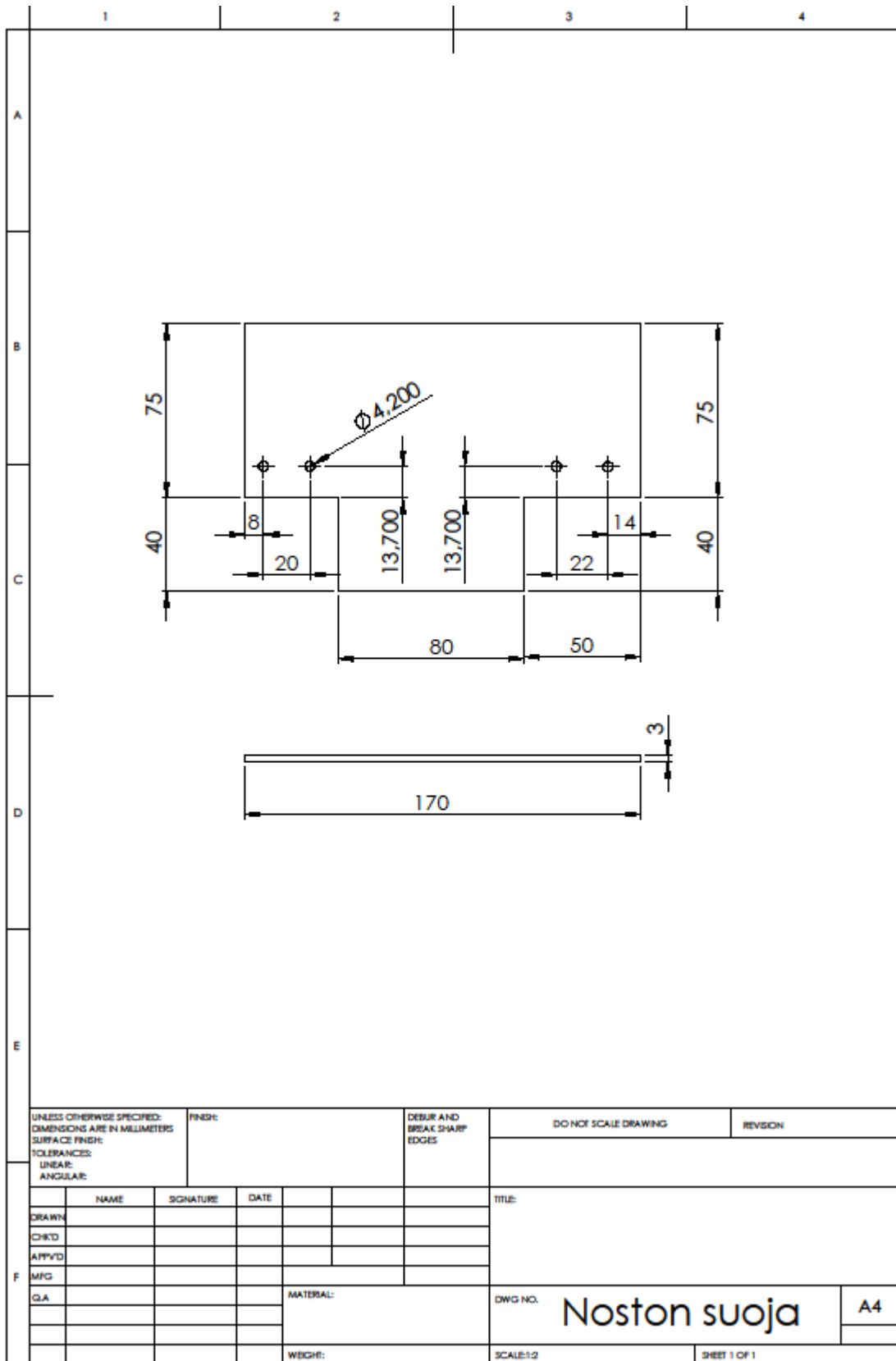


Noston suojus

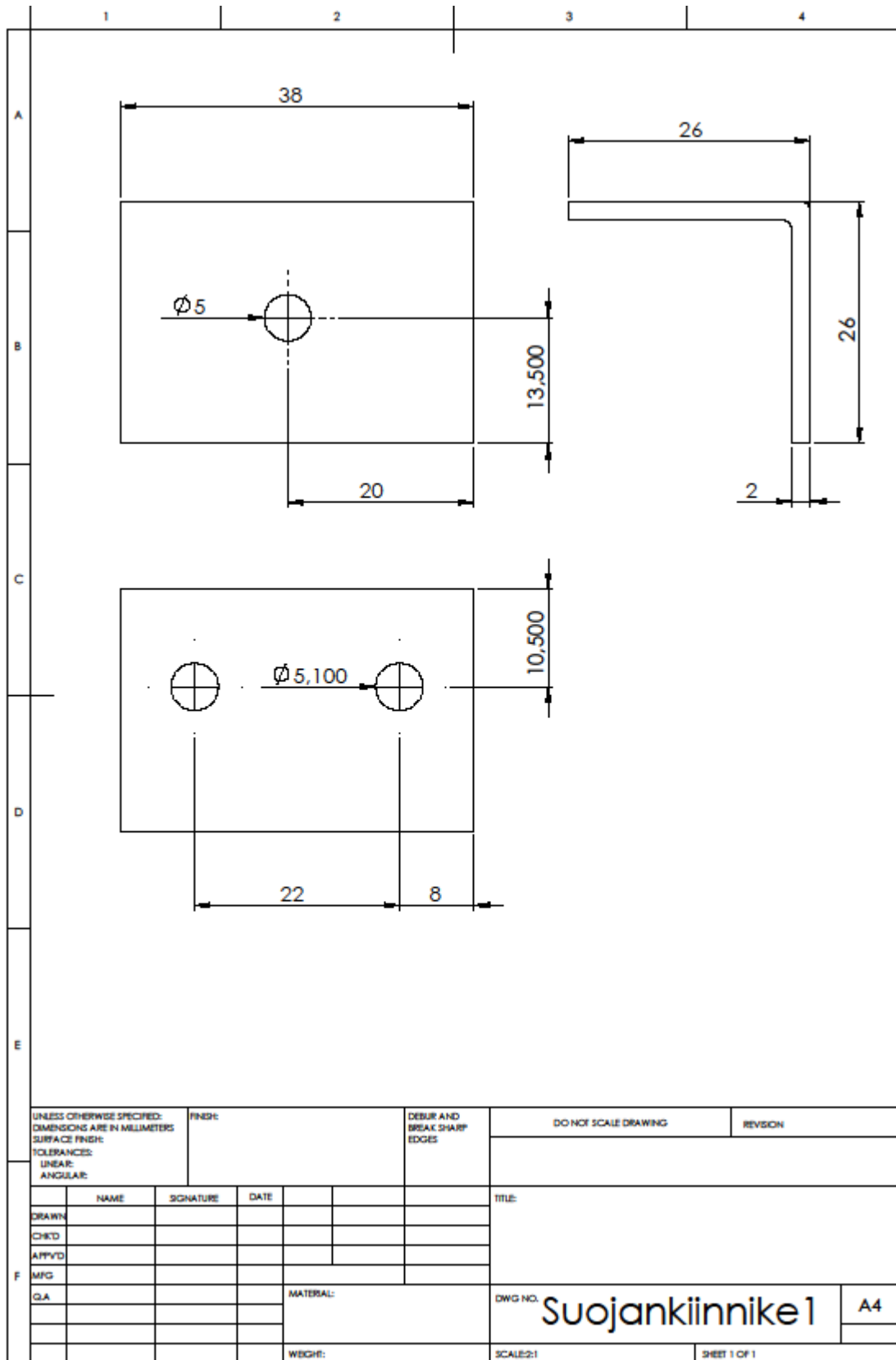


Tuote/osa	Koko/malli	Määrä	Huom.
Nostonsuoja			1 Akryyli
Suojankiinnike 1			1 Teräs
Suojankiinnike 2			1 Teräs

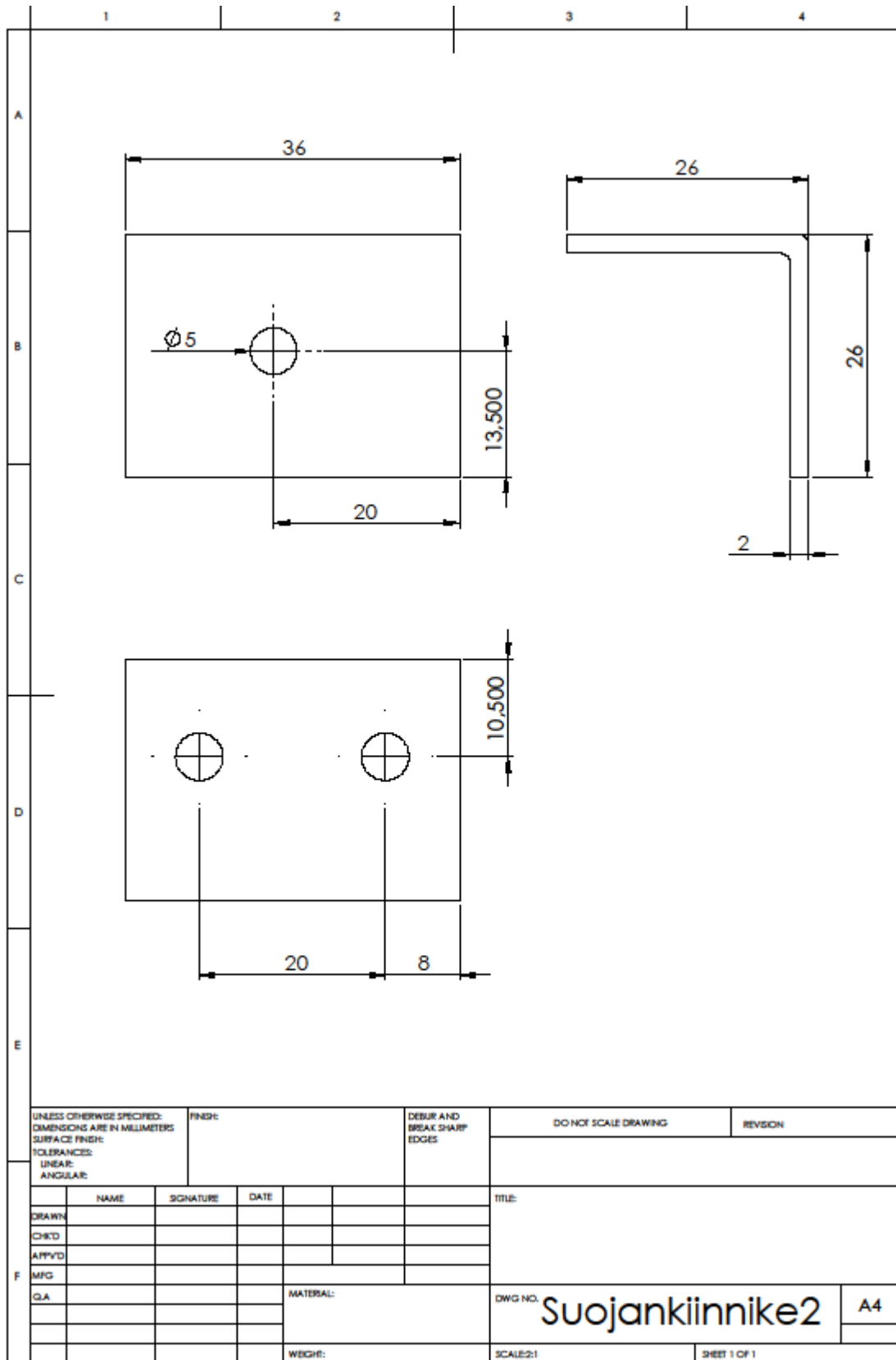
Noston suoja



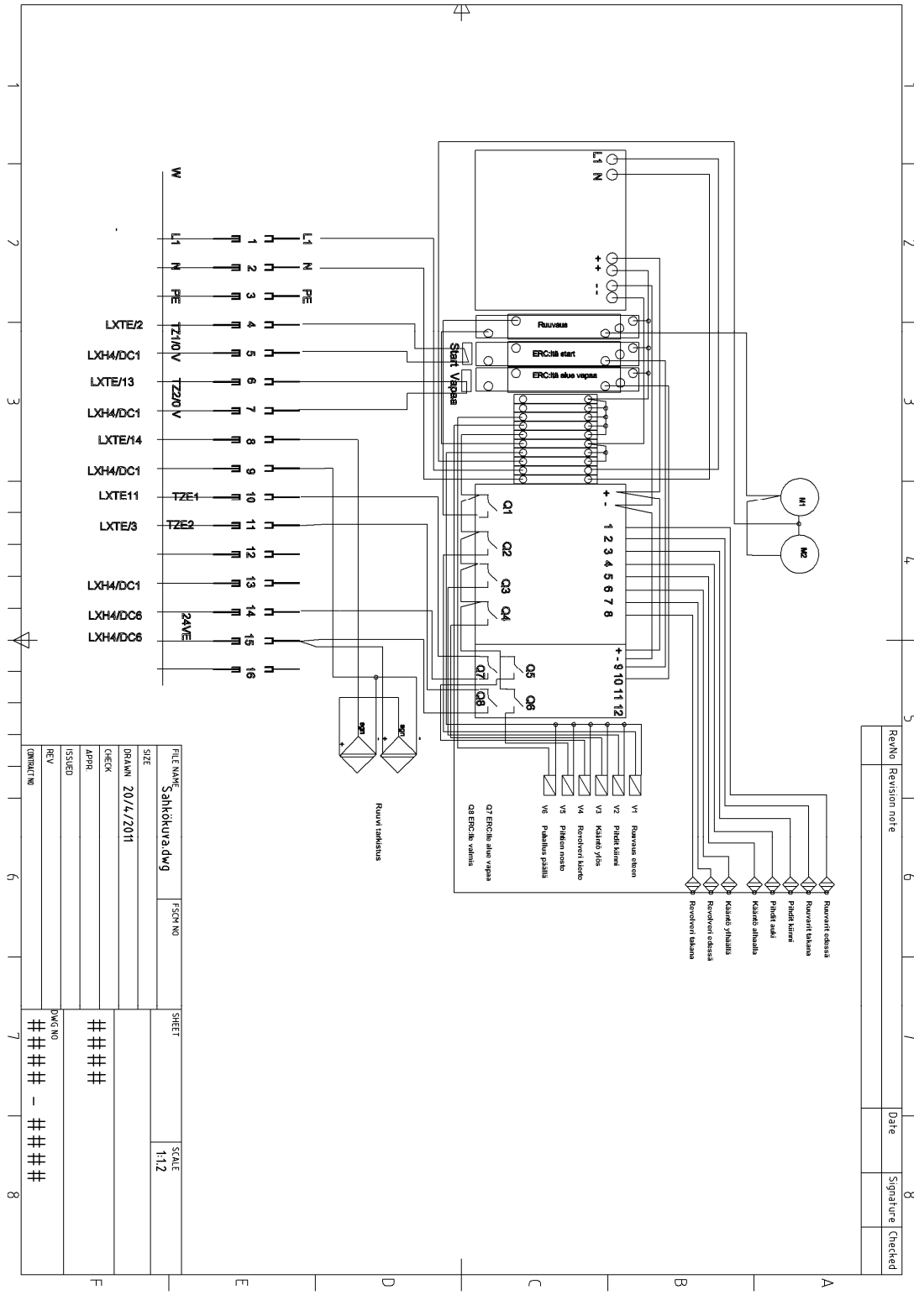
Suojankiinnike 1



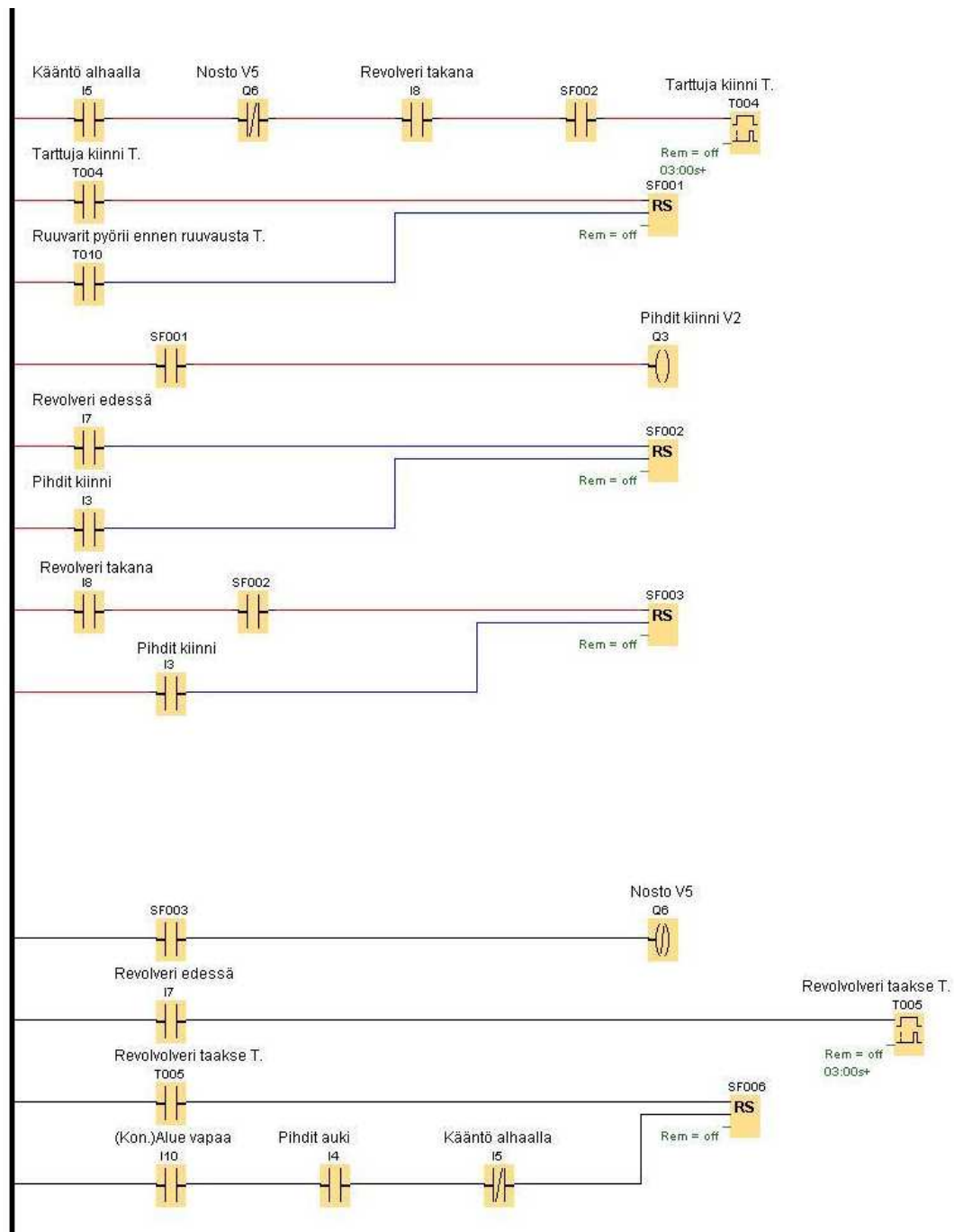
Suojankiinnike 2



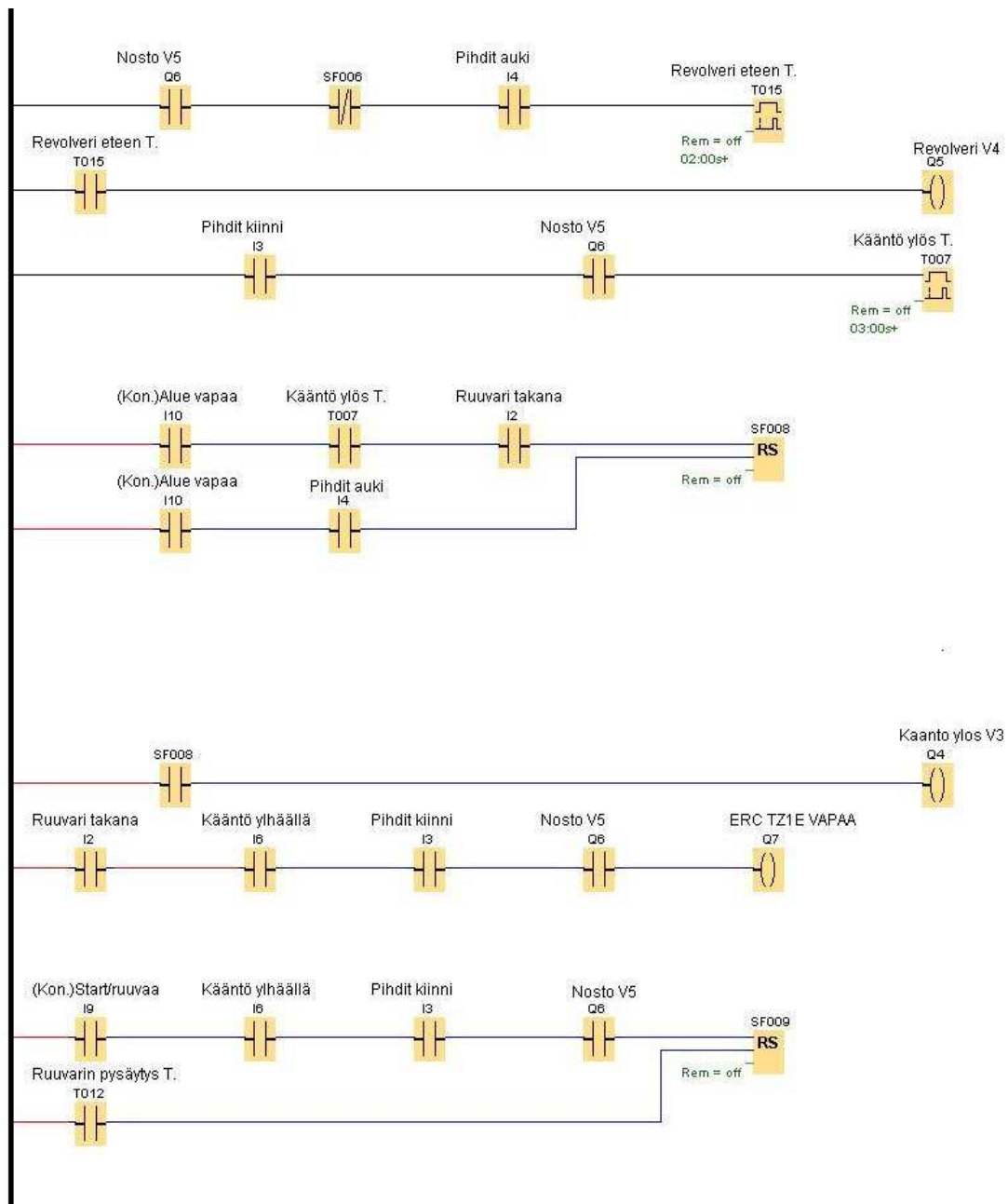
Sähkökuva.



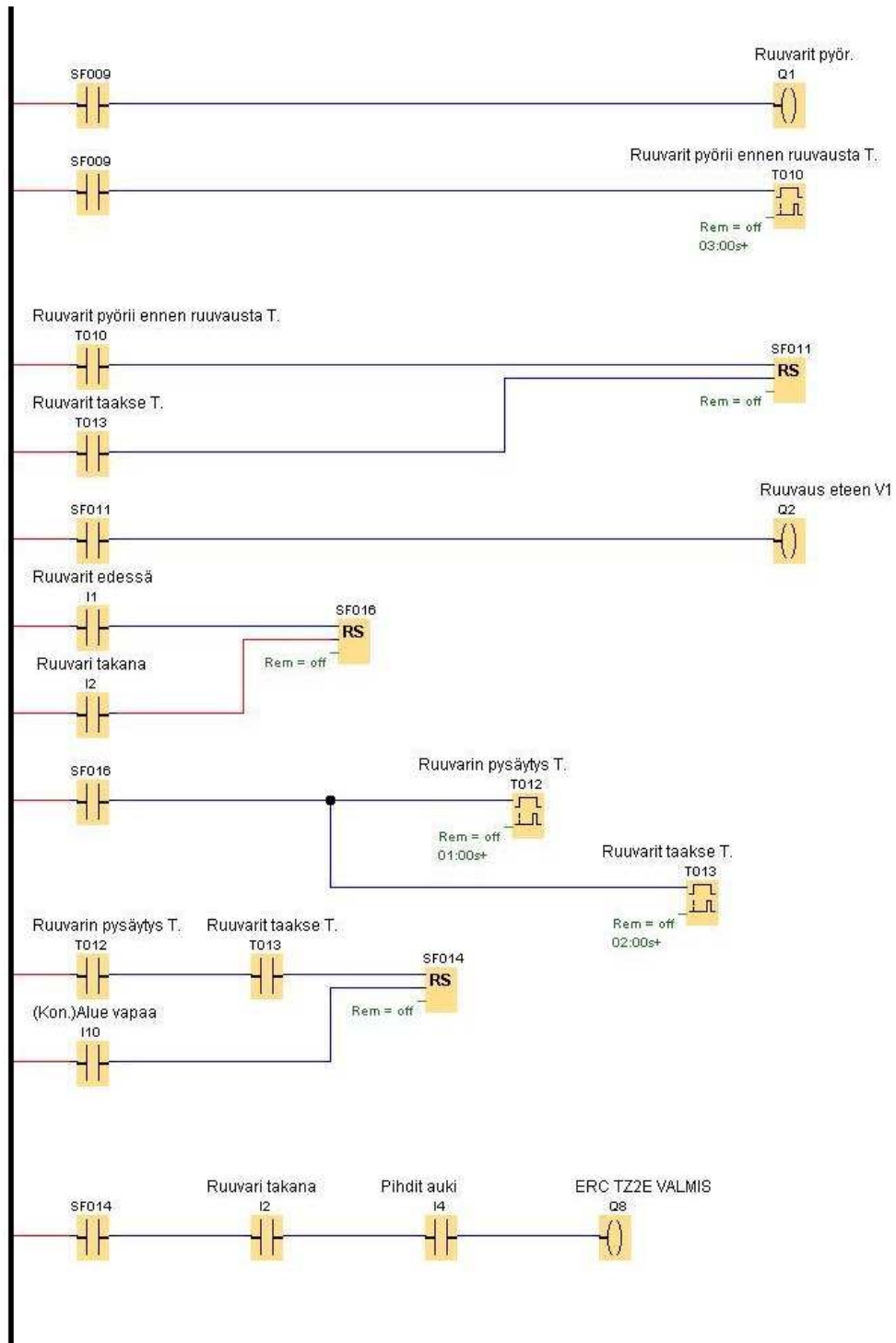
Logiikan ohjelma osa 1



Logiikan ohjelma osa 2



Logiikan ohjelma osa 3



Sähkökaappi Fibox CAB P 302017

