

Opinnäytetyö AMK

Kone-ja automaatiotekniikka

2019

Ossi Vihervirta

TATUOINTIKONESARJAN SUUNNITTELU JA VALMISTAMINEN



Ossi Vihervirta

TATUOINTIKONESARJAN SUUNNITTELU JA VALMISTAMINEN

Opinnäytetyö suoritettiin omana projektina. Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja valmistaa tatuointikonesarja, johon kuuluvat koneet soveltuvat yleisimpien tatuointitapojen kuten ääri viivojen, varjostusten ja värityksen tekemiseen. Tämän toiminnallisen opinnäytetyön keskiössä on koneen mekaaninen toiminta niin, että yhteen runkomalliin voidaan asettaa eri osakokoonpanoja riippuen halutun tatuointikonetypin käyttötarkoituksesta. Tavoitteena on myös luoda tatuointikoneista sellaiset, että ne täydentävät jo ennalta omistettujen tatuointikoneiden puutteita.

Tatuointikone on mekaaninen laite, johon kiinnitetyllä neulakonfiguraatiolla työnnetään tatuointimustetta ihoon orvaskeden alle verinahkaan.

Työn toteutus aloitettiin perehtymällä tatuointitekniikoihin, ihon anatomiaan, sähkömagneettisia keloja hyödyntävien tatuointikoneiden toimintaperiaatteisiin, rakenteeseen, mekaniikkaan, sähkötekniikkaan ja magnetismiin. Tatuointikoneen suunnittelussa ja valmistamisessa käytettävät työtavat perustuvat omaan kokemukseen konetekniikan menetelmien hyödyntämisessä sekä ennalta olleeseen tietotaitoon tatuointikoneiden käyttämisestä. Koska tatuointityöhön sisältyy hygieenisia riskejä, valmis tatuointikonemalli pitää olla helposti puhdistettavissa ja suojattavissa asiakasturvallisuuden ylläpitämiseksi.

Lopputuloksena saatiin tatuointikonesarja, joka täytti halutut vaatimukset. Samaan runkoon on mahdollista laittaa eri kokoisia käämirullia ja levyjousia joustavasti halutun konetyypin mukaan.

ASIASANAT:

Tatuointikone, valmistaminen, suunnittelu, sähkömagneettinen, koneistus

Ossi Vihervirta

DESIGNING AND MANUFACTURING OF A TATTOO MACHINE SERIES

The author of the thesis was commissioned by the author himself. The purpose of this thesis was to design and manufacture a series of tattoo machines that are suitable for the most common tattoo techniques such as linework, shading and colouring. At the heart of this functional thesis is the mechanical operation of the machine so that different subassemblies can be placed on the universal frame model depending on the intended use of the tattoo machines type. The goal was also to make the tattoo machines complement the shortcomings of pre-owned tattoo machines .

A tattoo machine is a mechanical device that uses an attached needle configuration to insert tattoo ink under the skin's epidermis into the dermis.

The work began by studying tattoo techniques, skin anatomy, principles of electromagnetic coil tattoo machines, structure and mechanics, and electrical engineering and magnetism. The working methods used in the design and construction of the tattoo machine were based on the author's own experience in using mechanical engineering techniques and prior knowledge of using tattoo machines. Because of the hygienic risks involved in tattoo work, the finished tattoo machine model must be easy to clean and protect to maintain customer safety.

The end result was a series of tattoo machines that met the desired requirements. Various sizes of coils and springs can be placed on the same frame according to the type of machine desired.

KEYWORDS:

Tattoo machine, manufacturing, design, electromagnetic, machining

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	TATUOINTI	2
2.1.	Historia	2
2.2.	Tatuointi nykypäivänä	3
2.3.	Ihon anatomia	4
3	TATUOINTIKONEEN RAKENTAMINEN	5
3.1.	Toiminta ja mekaniikka	5
3.2.	Suunnittelu	6
3.3.	Valmistus ja kokoonpano	8
4	TESTAUS JA TULOKSET	20
5	LOPPUPÄÄTELMÄT	25
	LÄHTEET	26

LIITTEET

Liite 1	CAD-piirustus. Rungon sivuosa	1
Liite 2	CAD-piirustus. Rungon alaosa	2
Liite 3	CAD-piirustus. Rungon takaosa	3
Liite 4	CAD-piirustus. Iskuvasara	4
Liite 5,	CAD-piirustus. Käämirullan kokoonpano	5
Liite 6	CAD-piirustus. Käämirullan aluslaatta	6
Liite 7	CAD-piirustus. Käämirullan sydän	7
Liite 8	CAD-piirustus. Takalevyjousi	8
Liite 9	CAD-piirustus. Etulevyjousi	9
Liite 10	CAD-piirustus. Etukiinnityspaikka	10
Liite 11	CAD-piirustus. Takakiinnityspaikka	11
Liite 12	CAD-piirustus. Eristysaluslaatta	12

KUVAT

Kuva 1. O'Reillyn tatuointikoneen patentti (Buzzworthy tattoo, 2015).....	2
Kuva 2. Käämikone: Dragonhawk Brass Liner & Shader, vuoden 2019 mallit (Ratchet Jaws, 2019)	3
Kuva 3. Rotary-kone: Cheyenne Hawk Pen (Cheyenne tattoo, 2018)	3
Kuva 4. Tatuointimuste työnnetään neuloilla dermikseen eli verinahkaan. (How To Tattoo Removal, 2013)	4
Kuva 5. Tatuointikoneen osat (Jason M Tattoos, 2017)	6
Kuva 6. Rungon suoruden havainnekuva.....	6
Kuva 7. Tatuointikoneen tärkeimmät mitat	7
Kuva 8. Tatuointikoneen osaluettelo	8
Kuva 9. Laserleikatut rungon sivuosat	9
Kuva 10. Rungon alaosan valmistus	9
Kuva 11. Rungon alaosat valmiina	10
Kuva 12. Iskuvasaroiden valmistaminen	10
Kuva 13. Runko jigissä ennen rungon takaosan hitsausta	11
Kuva 14. Jigiin kiinnitettiin rungon sivu-, ala-, ja takaosat.....	11
Kuva 15. Hitsattu runko ennen hiontaa	12
Kuva 16. Maalatut rungot.....	13
Kuva 17. Käämin sydäntapin sorvaus Nakamura TMC 20 –sorvilla	13
Kuva 18. Käämirullien aluslaattojen ja eristysaluslaattojen 3D-tulostus.....	14
Kuva 19. Käämirullien kokoonpanoon käytettiin kapton-teippiä	14
Kuva 20. Käämirullien kokoonpano ennen kuparilangan asennusta.....	15
Kuva 21. Ääriviivakoneen käämirullien ominaisuudet laskurissa (Daycounter, 2016) ..	15
Kuva 22. Kuparilangan asennus käämirullaan	16
Kuva 23. Valmiit käämirullat.....	16
Kuva 24. Clip cordin kiinnitys. (Fabio Mendez, 2014).....	17
Kuva 25. Tatuointikoneen sähkökytkentäkaavio.....	18
Kuva 26. Tatuointikone asennuksen jälkeen	18
Kuva 27. Levyjousen taivutuksen mittaus	19
Kuva 28. Tatuointikoneet valmiina: Liner, colour packer ja shader	19
Kuva 29. Hurricane HP-2 virtalähde LCD-näytöllä. (Tattoo U Supplies 2011)	20
Kuva 30. Tatuointikoneet ja siirtokuva ennen tatuointia.....	21
Kuva 31. Ääriviivakone eli liner	22
Kuva 32. Varjostuskone eli shader.....	22
Kuva 33. Värityskone eli colour packer ja valmis tatuointi	23
Kuva 34. Lähikuva, jossa värityskoneella tatuoidaan keltaista mustetta ihoon	23
Kuva 35. Tatuointi parantuneena	24

TAULUKOT

Taulukko 1. Tatuointikoneiden mekaaniset erot	19
Taulukko 2. Virtalähteen antamat työstöarvot	21

SANASTO

Armature bar	Iskuvasara
Back binding post	Takakiinnityspaikka, johon virtalähteen plus kiinnitetään
Clip cord	Klippijohto, joka kytketään virtalähteen ja tatuointikoneen välille
Coil machine	Käämitoiminen tatuointikone
Colour packer	Värityskone
Contact screw	Kontaktiruuvi
Duty cycle	Työjakso
Front binding post	Etukiinnityspaikka, johon kontaktiruuvi kiinnitetään
Front spring	Etulevyjousi
Grippi	Kädensija
Jigi	Apuväline, jolla koottava rakenne pysyy halutussa asennossa työskentelyn ajan
Neulakonfiguraatio	Varteen juotettujen neulojen asetelma. Asetelman muoto ja neulojen välinen etäisyys vaihtelevat tyypin mukaan
Liner	Ääriviivakone
Rear spring	Takalevyjousi
Siirtokuva	Ennen tatuointia laitettava mallikuva
Shader	Varjostuskone
Top hat grommet	Läpivientikumi/Neula

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella ja valmistaa tatuointikonesarja, johon kuuluvat koneet soveltuvat yleisimpien tatuointitapojen kuten ääriviivojen, varjostusten ja väritysten tekemiseen.

Tatuointikone on sähköllä toimiva mekaaninen laite, johon kiinnitetyllä neulakonfiguraatiolla työnnetään tatuointimustetta ihoon orvaskeden alle verinahkaan.

Työn toteutus aloitettiin perehtymällä tatuointitekniikoihin, ihon anatomiaan, sähkömagneettisia keloja hyödyntävien tatuointikoneiden toimintaperiaatteisiin, rakenteeseen, mekaniikkaan, sähkötekniikkaan ja magnetismiin. Tatuointikoneen suunnittelussa ja valmistamisessa käytettävät työtavat perustuvat omaan kokemukseen konetekniikan menetelmien hyödyntämisessä sekä ennalta olevaan tietotaitoon tatuointikoneiden käyttämisestä. Koska tatuointityöhön sisältyy hygieenisia riskejä, tatuointikoneen pitää olla helposti puhdistettavissa ja suojattavissa asiakasturvallisuuden ylläpitämiseksi.

Tämän toiminnallisen opinnäytetyön keskiössä on koneen mekaaninen toiminta niin, että yhteen runkomalliin voidaan asettaa eri osakokoonpanoja. Osat vaihtelevat tatuointikoneen tyypistä ja käyttötarkoituksesta riippuen.

2 TATUOINTI

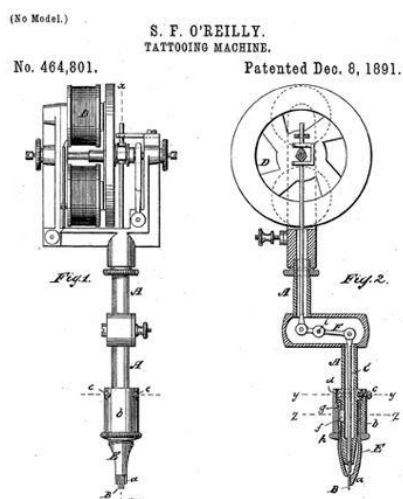
2.1. Historia

Japanilaiset tatuoinnit voidaan jäljittää aikaan 5000 eKr. Tältä ajalta on olemassa todisteita haudoista talteen otetuista savihahmoista, joiden kasvot on maalattu tai kaiverrettu. Nämä muotoilut edustavat tatuointeja, jotka merkitsivät sosiaalista asemaa tai puolustivat pahoilta hengiltä tai eläimiltä. (Irezumi Horimono Design 2014.)

Käsin tehty tatuointi, jonka tatuointitapa tunnetaan Japanissa nimellä irezumi, luodaan käyttämällä teräksestä tai bambusta valmistettua tatuointivälinettä. Tatuoiija upottaa bambuun kiinnitetyt neulankärjet musteeseen ja tökkii toistuvasti luodakseen kuvan. Nykyaikaisiin, nopeisiin tatuointikoneisiin verrattuna tämä tatuointitapa on iholle erittäin kivulias ja hidas. (Ratta Tattoo 2015.)

Varhaisimmat olemassa olevat tatuoinnit ovat jäämuumio Ötzilla, joka löytyi Alpeilta vuonna 1991. Ötztal on löydetty 61 tatuointia, jotka ovat 5300 vuoden takaa. Tatuoinnit oli tehty painelemalla pieniä reikiä ihon pintaan ja kohtia oli hierottu kovalla kivihiilellä. (Tiede 2015.)

Ensimmäisen sähköisen tatuointikoneen keksijä oli Samuel O'Reilly, joka patentoi koneen vuonna 1891 New Yorkissa. O'Reilly hyödynsi Thomas Edisonin 1876 patentoimaa sähkökäyttöistä stensiilikynää, johon hän lisäsi putken neulaa varten. Tämä kone mullisti tatuointitaiteen tuoden sen moderniin aikaan (Buzzworthy Tattoo 2015.)



Kuva 1. O'Reillyn tatuointikoneen patentti (Buzzworthy tattoo 2015)

2.2. Tatuointi nykypäivänä

Sähkökynän evoluution tuottama käämikone on jatkanut samoilla perusosilla useita vuosikymmeniä ja nykyisissä koneissa on edelleen samat osat: Kaksi kela, runko, iskuvasara, jouset ja säätöruuvi. (Medium.com 2016)



Kuva 2. Käämikoneet Dragonhawk Brass Liner & Shader, vuoden 2019 mallit (Ratchet Jaws, 2019)

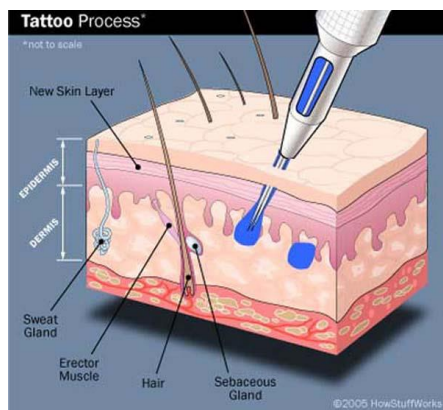
Kepillä käsin tatuointi eli irezumi on erikoisempaa ja käämikäyttöinen tatuointikone on edelleen suosituin tatuointiväline, mutta myös Manfred Kohrsin vuonna 1978 kehittämän sähkömoottorikäyttöisen tatuointikoneen eli Rotary-koneen nykyaikaiset mallit ovat tulleet suosituksi 2010-luvulla.



Kuva 3. Rotary-kone: Cheyenne Hawk Pen (Cheyenne tattoo 2018)

2.3. Ihon anatomia

Ihossa on yhteensä kolme kerrosta: Orvaskesi (joka koostuu viidestä alikerroksesta), verinahka ja ihonalainen kudος. Tatuointineulan tulisi tunkeutua verinahkaan eli dermikseen. Jos syvyys on liian vähäinen, se tunkeutuu vain orvaskeden alikerrokseen ja muste “vuotaa ulos” tatuoinnin parantuessa. Tämä johtuu siitä, että pinnan viisi alikerrosta uusiutuu jatkuvasti. Jos syvyys on liian syvä, se aiheuttaa tarpeetonta kipua asiakkaalle ja voi aiheuttaa tulehduksen. (Tattoo Machine Equipment 2010)



Kuva 4. Tatuointimuste työnnetään neuloilla dermikseen eli verinahkaan. (How To Tattoo Removal 2013)

3 TATUOINTIKONEEN RAKENTAMINEN

3.1. Toiminta ja mekaniikka

Tatuointikoneen suunnittelussa, materiaalinvalinnassa ja valmistuksessa hyödynnettiin YouTuben opetusvideoita, verkkolähteitä, foorumeita, kirjoja ja omaa kokemusta.

Magneettikelakone on klassinen kone, joka käyttää sähkömagneettista virtaa kulkemaan kelojen läpi ja kääntämään magneetteja päälle ja pois nopeasti peräkkäin. Kun jalkakytkimellä painetaan virta päälle, kela vetää jousikuormitteista iskuvasaraa alas, jolloin kontaktiruuvien ja etujousen välinen virtapiiri katkeaa. Takajousessa oleva jännitys palauttaa iskuvasaran ylös, jolloin virtapiiri palautuu ja käynnistää käämit uudestaan. Tämä luo ylös ja alaspäin suuntautuvan liikkeen, mikä johtaa siihen, että iskuvasaraan kiinnitetty neulapakka iskee ihoon. (Ink and water tattoo, 2017.)

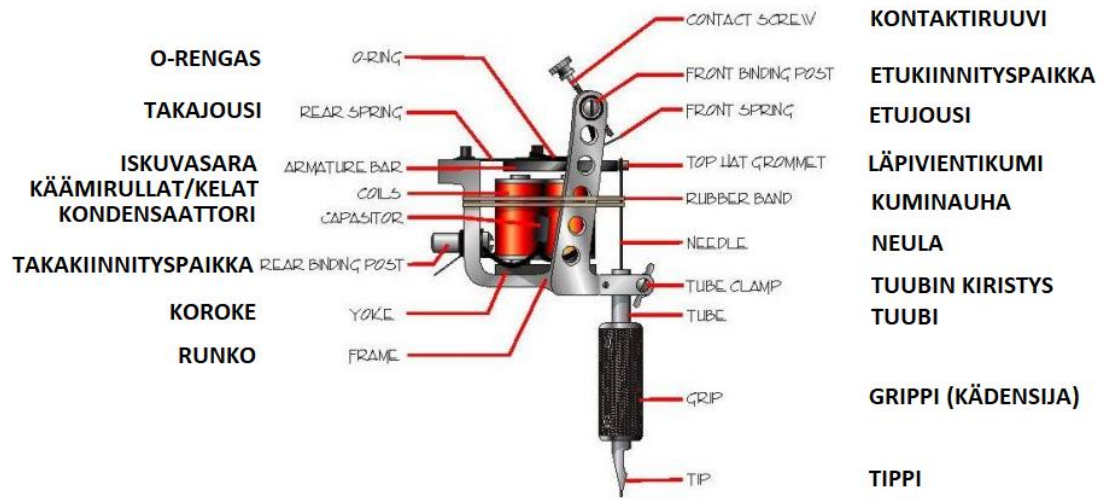
Tatuointikone voi iskeä monta tuhatta kertaa minuutissa. Nopeutta mitataan taajuuden ja työjakson (duty cycle) avulla. Taajuutta mitataan hertseinä ja se kuvaa koneen kierrosnopeutta tai iskuja minuutissa. Käämikoneen edestakaisen liikkeen vuoksi työjakson ideaaliarvo on 50 %. Todellisuudessa työjakson tavoitteena on 40-60 % sillä tatuointitavasta ja koneen tyypistä riippuen koneella voidaan tehdä tarkoituksella sakkaavaa tai ylilyövää liikettä.

Esimerkki: Ääriviivakoneen taajuuden ollessa 140 hertsiä ja työjakson ollessa 50 % saadaan:

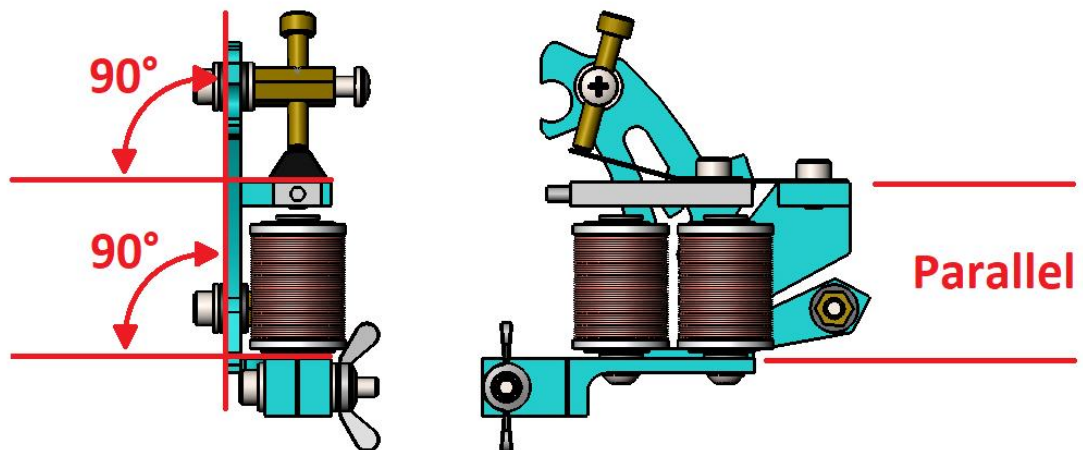
$$140 \frac{1}{s} * 0,5 * 60s = 4200$$

missä vastaus on annettu iskuina minuutissa. Todellisuudessa ihon tuoma vastus hidastaa nopeutta työstön aikana riippuen tatuointitavasta ja -syvyydestä.

Koska tatuointikone on nopea, iskun suoruuden ja halutun kovuuden varmistamiseksi tatuointikone vaatii haluttuun käyttötarkoitukseen soveltuvan rungon, iskuvasaran, käämirullat ja levyjouset.



Kuva 5. Tatuointikoneen osat (Jason M Tattoos 2017)

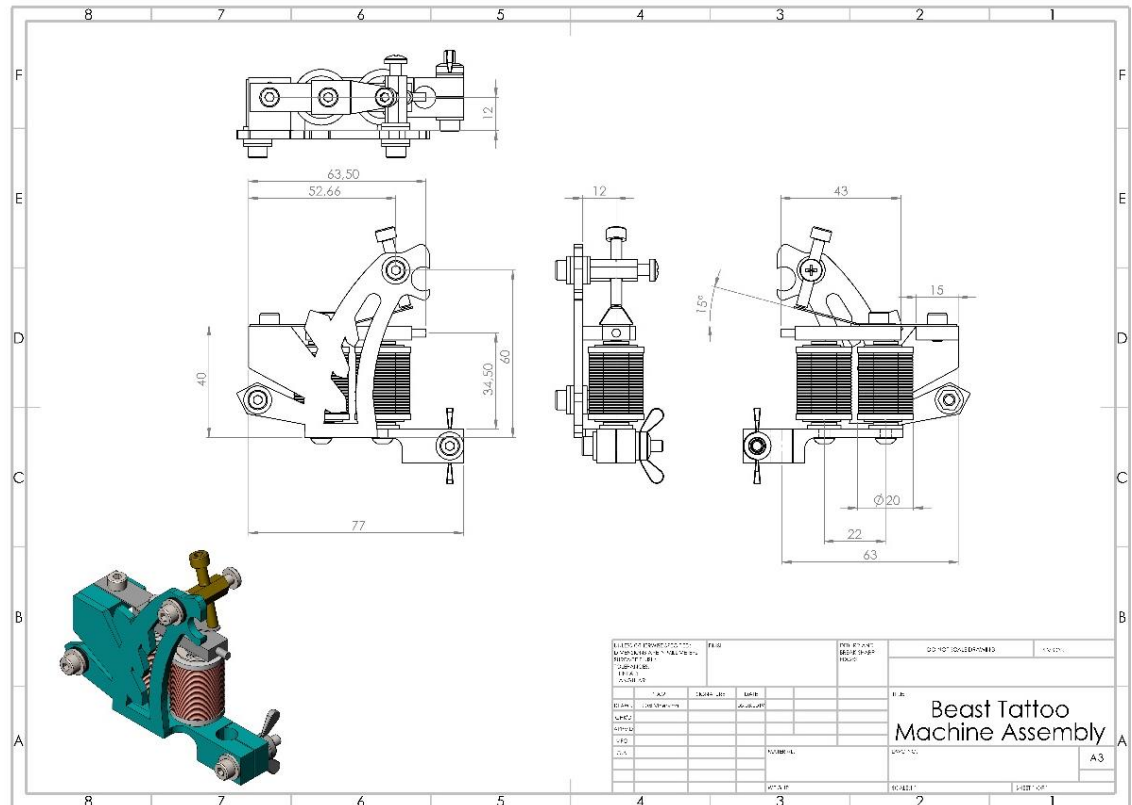


Kuva 6. Runnon suoruuden havainnekuva

3.2. Suunnittelu

Tatuointikoneen suunnittelu aloitettiin pohtimalla materiaaleja, valmistustekniikoita ja tärkeimpiä rakenteellisia mittoja. Tavoitteena oli luoda runko, johon voi kiinnittää erilaisia sisäisiä osia koneen halutun käyttötarkoituksen mukaan. Tatuointikoneesta tehtiin 3D-mallinnus SolidWorks 2016 -ohjelmaa käyttäen. Tatuointikoneen muotoilu ja design määritettiin tärkeimpien mittojen rajoitusten, käytettävyyden ja painon perusteella.

Suunnittelu aloitettiin teräsrungon mallintamisella, jonka jälkeen siitä tehtiin kokoonpano. Tällä tavalla saatiin mitoitettua muiden osien koot. Kokoonpanoon lisättiin valmistettavien osien lisäksi ruuvit ja aluslaatat. Valmistettujen osien 3D-mallinnoksista tehtiin kappalekohtaiset 3D-piirustukset (Liitteet 1-12).



Kuva 7. Tatuointikoneen tärkeimmät mitat

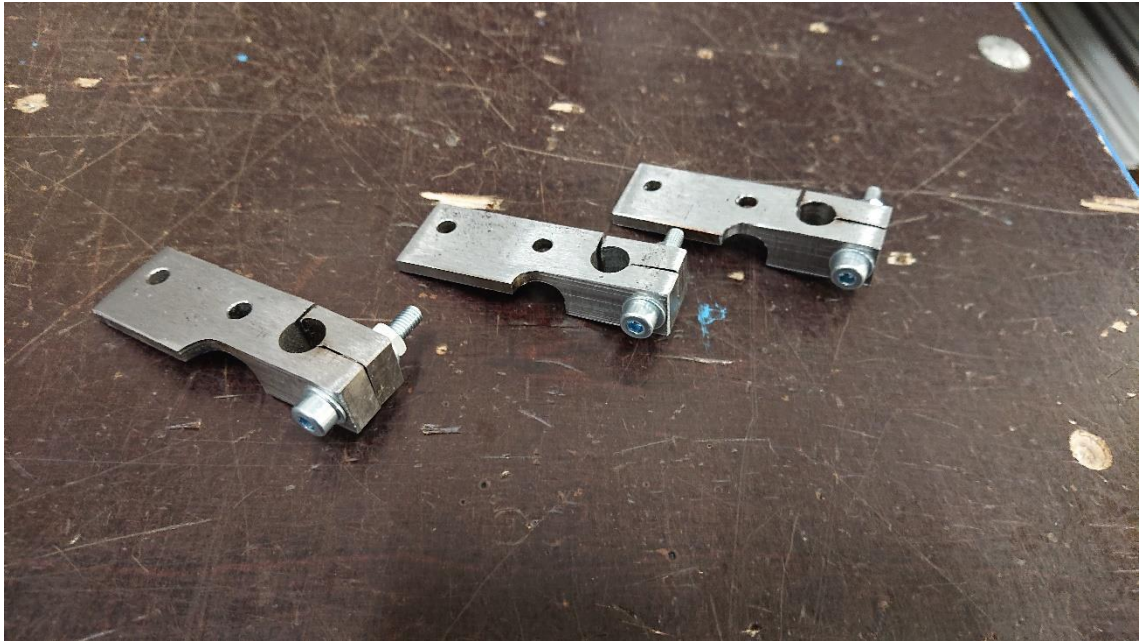


Kuva 9. Laserleikatut rungon sivuosat

Muut teräsosat valmistettiin kierrätysmateriaalina olevasta S235 -teräksestä ja sahattiin sopiviin paloihin työstöä varten. Rungon muiden osien valmistuksessa käytettiin menetelminä porausta, jyrsintää ja katkaisulaikkaa.



Kuva 10. Rungon alaosan valmistus



Kuva 11. Rungon alaosat valmiina

Iskuvasarat valmistettiin 4 mm paksuisesta levystä sahaamalla, jyrsimällä ja poraamalla. Iskuvasaran runkoon tehtiin M4-kierre levyjousien kiinnitystä varten. Päätyyn tehtiin M3-kierre ruuveja varten. Ruuvit katkaistiin ja hiottiin sopivaan mittaan.



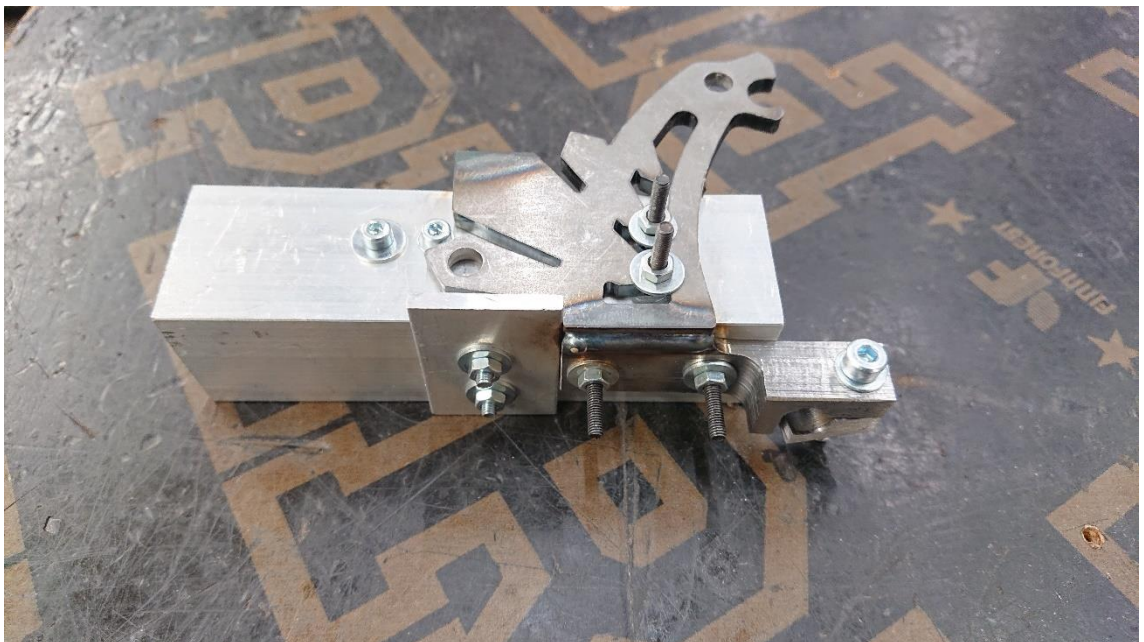
Kuva 12. Iskuvasaroiden valmistaminen

Samoilla materiaaleilla ja menetelmillä valmistettiin myös rungon takaosa.

Rungon teräsosien hitsausta varten rungolle rakennettiin jigi, jotta runko saatiin hitsattua suoraksi. Ossin tehtiin 2 mm:n viisteet hitsausta varten. Jigin valmistusmateriaalina käytettiin alumiinia, koska hitsauskertojen määrä oli vähäinen, hitsausprosessin kesto oli lyhyt, eikä liiallisen kuumenemisen pelkoa ollut.



Kuva 13. Runko jigissä ennen rungon takaosan hitsausta



Kuva 14. Jigiin kiinnitettiin rungon sivu-, ala-, ja takaosat

Osat hitsattiin toisiinsa MIG-hitsauksella käyttäen Froniuksen CMT-hitsaustekniikkaa (Cold Metal Transfer), sillä hitsausrailot ja niiden pituudet olivat liian pieniä tavallisen hitsauksen suorittamiseen luotettavasti. Hitsausseamat hiottiin tasaiseksi ja runko puhdistettiin maalausta varten.



Kuva 15. Hitsattu runko ennen hiontaa

Rungon osat maalattiin käyttäen Bilteman ja Mastonin spraymaaleja. Maalauksen tarkoituksena oli eristää rungon sähköjohtavuutta, helpottaa puhdistusta sekä luoda visuaalista ilmettä. Lisäksi tatuointikoneiden tyyppien erottaminen oli helpompaa värin avulla.



Kuva 16. Maalatut rungot

Käämirullan sydäntappi koneistettiin sorvissa vedetystä terästangosta. Työstössä käytettiin viimeistelyterää, katkaisuterää ja Ø 3,3 mm:n poranterää. M4-kierteet tehtiin käsin.



Kuva 17. Käämin sydäntapin sorvaus Nakamura TMC 20 -sorvilla

Käämirullat valmistettiin teräksisestä käämin sydäntapista, 3D-tulostetuista aluslaatoista sekä kuparisesta, pinnoitetusta käämilangasta. Sydäntappiin sorvattiin pienet urat, jotta aluslaattojen liikkuminen saadaan estettyä uraratsastajien avulla. Käämirullien aluslaatat tehtiin Markforged-3D-tulostimella. Käämien mahdollisen kuumenemisen vuoksi aluslaatat valmistettiin hiilikuituvahvennetusta Onyx-nylonista, jonka lämpötilan taipumankestävyys on 145 °C.



Kuva 18. Käämirullien aluslaattojen ja eristysaluslaattojen 3D-tulostus



Kuva 19. Käämirullien kokoonpanoon käytettiin kapton-teippiä

Sydäntappi eristettiin kapton-teipillä, jota laitettiin kolme kerrosta. Näin aluslaatat saatiin sovitettua tiiviisti sydäntapin ympärille. Aluslaattojen liike estettiin uraratsastajilla. Kapton-teipin materiaalina on polyimidi, lämmönkestoluokitus 260 °C ja paksuus 65 µm.

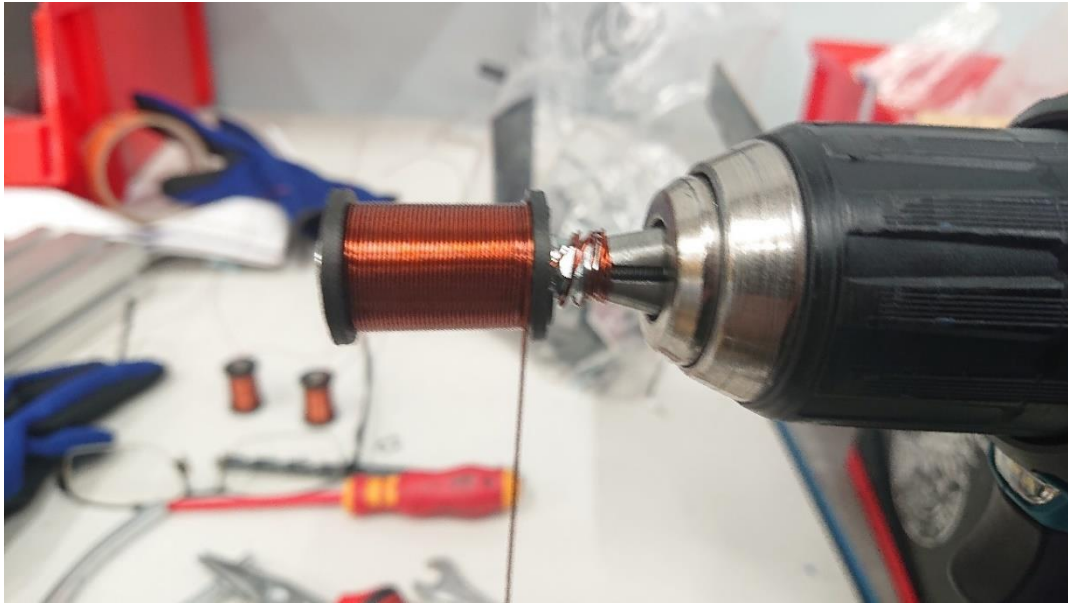


Kuva 20. Käämirullien kokoonpano ennen kuparilangan asennusta

Käämirullien sydämiin kierrettiin ruuvi, jotta se saatiin kiinnitettyä porakoneeseen. Käämirulliin kierrettiin 0,5 mm:n paksuista lakattua kuparilankaa tiukasti ja tasaisesti. Kerroksia laitettiin koneen halutun voimakkuuden mukaan eli ääriiivakoneen käämirulliin kymmenen kerrosta ja varjostus- sekä värityskoneiden käämirulliin kahdeksan kerrosta. Käämirullan fyysisten ominaisuuksien laskennassa käytettiin verkossa olevaa kaavalaskuria

Coil Parameters Calculator			
Wire Diameter	0.5	(mm)	(See Gauge Table)
Number Turns	440	(turns)	
Bobbin Length	22	(mm)	
Bobbin Diameter	9	(mm)	
Rated DC Current (Optional)	5.3	(A)	
Results			
Compute			
Turns/Winding	44.000	(Turns/Winding)	
Number of Windings	10.000	(Windings)	
Coil Diameter	19.000	(mm)	0.748 (in)
Cross sectional Area	153.938	(mm ²)	0.239 (in ²)
Total Length of Wire in Coil	19.352	(m)	
Resistance/meter	0.088	(ohms/m)	
Resistance	1.700	(ohms)	
Voltage at Rated Current	9.008	(V)	
Power at Rated Current	47.742	(W)	

Kuva 21. Ääriiivakoneen käämirullien ominaisuudet laskurissa (Daycounter 2016)



Kuva 22. Kuparilangan asennus käämirullaan

Käämilankojen päät hiottiin puhtaaksi lakkapinnasta ja päihin juotettiin juotoskahvat. Käämirullat viimeisteltiin kapton-teipillä, kutistesukalla sekä koristeteipillä.



Kuva 23. Valmiit käämirullat

Kondensaattoreihin juotettiin lisää kuparilankaa pituuden lisäämiseksi ja niihin kiinnitettiin juotoskahvat. Kondensaattorit olisi voinut kiinnittää suoraan käämirulliin, mutta niistä tehtiin erilliset osat testausta ja myöhempää vaihtoa varten.

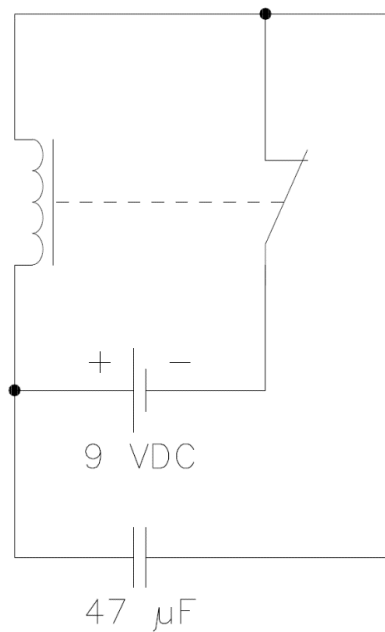
Levyjouset, messinkiset etu- ja takakiinnityspaikat sekä kontaktiruuvit tilattiin valmiina osina Eikonilta. Alkuperäisten eristysaluslaattojen sijaan käytettiin 3D-tulostettuja osia tatuointikoneen rungon paksuuden vuoksi. Vaikka levyjouset olisi ollut helppo valmistaa itse, olisi se vaatinut lukuisia eri paksuisia materiaaleja. Koska tatuointikoneet olivat mittatilaustyötä ja levyjousissa oli pituuksien, mallien, paksuuden sekä halutun taivutuksen kanssa paljon muuttujia, oli järkevämpää tilata ne valmiina.

Virtalähteeltä syötetään jalkapoljinta painamalla haluttua syöttöjännitettä, joka kulkee clip cordia pitkin tatuointikoneeseen. Tatuointikoneen positiivinen napa on takakiinnityspaikassa ja negatiivinen rungon takaosassa. Virta kulkee takakiinnityspaikasta käämirullien kautta kontaktiruuville, joka toimii normaalisti suljettuna kytkimenä. Virta kulkee sieltä levyjousia pitkin miinukseen.



Kuva 24. Clip cordin kiinnitys. (Fabio Mendez 2014)

Koneen sähkökytkentä on yksikertainen, sillä tatuointikone toimii samalla periaatteella kuin rele. Kondensaattorin tarkoituksena on säätää sähköän virtausta piirin läpi, jolloin kone on johdonmukaisempi.

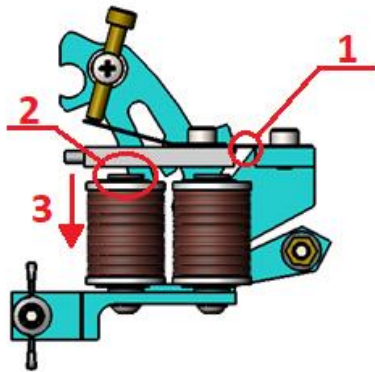


Kuva 25. Tatuointikoneen sähkökytkentäkaavio.



Kuva 26. Tatuointikone asennuksen jälkeen

Tatuointikoneiden osien asennuksessa kokeiltiin useita eri kondensaattoreita ja levyjousien yhdistelmiä. Takalevyjousia taivutettiin koneesta ylöspäin käsin, kunnes jännitys oli haluttu ja kone löi tasaisesti. Taivutuksen määrä mitattiin vetovaa'alla vetäen iskuvasaraa alaspäin, kunnes vasaran pohja kosketti etummaisen käämirullan sydäntä. Tämä grammamäärä muunnettiin newtoneiksi. Alla olevassa esimerkissä (kuva 27) on esitetty levyjousi (1), etummaisen käämirullan pinta (2) sekä vetosuunta (3).



Kuva 27. Levyjousen taivutuksen mittaus

Alla olevassa taulukossa on esitetty tatuointikoneiden tyyppikohtaiset erot.

Taulukko 1. Tatuointikoneiden mekaaniset erot

Tatuointikoneiden mekaaniset erot			
	Tatuointikoneen tyyppi:		
	Liner	Shader	Colour
Kondensaattori (μF)*	22	33	47
Kuparilankakerroksia käämirullassa	10	8	8
Iskuvasaran koko (mm)	10*5*43	10*5*43	8*5*43
Takalevyjousen paksuus (")	0,018	0,020	0,016
Etulevyjousen paksuus (")	0,020	0,018	0,018
Takalevyjousen jännitys (N)	4,41	4,12	3,82
*Kondensaattoreiden jännitekesto 35V.			



Kuva 28. Tatuointikoneet valmiina: Liner, colour packer ja shader

4 TESTAUS JA TULOKSET

Koneiden testaus tapahtui tekemällä asiakkaan valitsema tatuointi nilkkaan. Tatuointiprosessia ja koneiden toimintaa valokuvattiin ja videoitiin, sekä muuntajasta otettiin kyseisen tatuointisession arvot ylös. Virtalähteenä käytettiin Hurricane HP-2 muuntajaa, jonka näytöltä luettiin konekohtaisia arvoja tatuointikoneiden ollessa käynnissä. Virtalähteestä voidaan säätää manuaalisesti 0-18 voltin tasajännitettä 0,1 voltin tarkkuudella.



Kuva 29. Hurricane HP-2 virtalähde LCD-näytöllä. (Tattoo U Supplies 2011)

Tatuointikoneen jännitettä säädettiin työprosessin aikana monta kertaa, sillä jokaisen ihmisen iho on erilainen. Toinen suuresti vaikuttava tekijä on tatuoitava kohta, sillä ihon alla olevan kudoksen, rasvan, lihaksen ja luun määrä vaikuttaa ihon venyttämiseen ja siten koneen tarvittavaan tehoon.

Taulukko 2. Virtalähteen antamat työstöarvot

Tatuointikoneiden arvotaulukko*			
	Tatuointikoneen tyyppi:		
	Liner	Shader	Colour
Jännite (V)	8,6	7,3	6,7
Taajuus (Hz)	129	101	88
Työjakso (%)	52	45	46
*Tatuointikoneiden käytön aikaiset arvot: Arvot ovat työ- ja konekohtaisia. Säättöarvot voivat vaihdella tatuointityylin, syöttönopeuden, musteen, ihotyypin ja neulakonfiguraatioiden mukaan.			

Koneet suunniteltiin täydentämään jo ennalta omistamieni tatuointikoneiden puutteita. Alla olevissa kuvissa on näytetty tatuoinnin tekovaiheet sekä valmiiden tatuointikoneiden käyttötarkoitukset prosessin aikana.



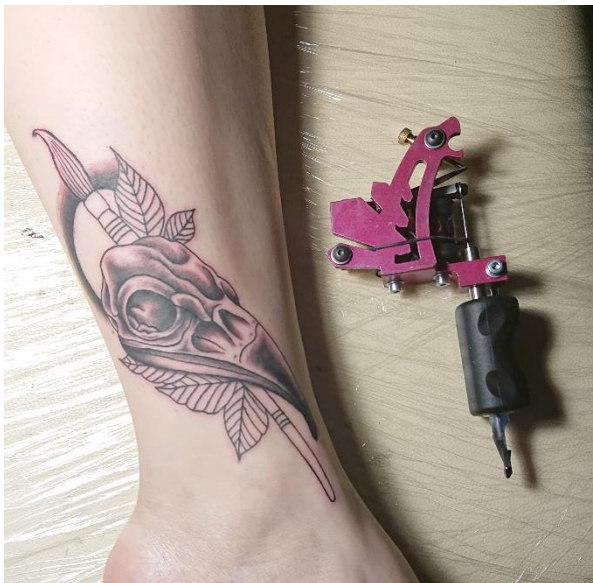
Kuva 30. Tatuointikoneet ja siirtokuva ennen tatuointia

Ääriviivakone suunniteltiin normaalia voimakkaammaksi, jotta isojen neulamäärien ja -kokojen käyttö onnistuisi helposti. Tässä työssä neulakonfiguraationa käytettiin yhdeksän neulan pyöreää ja tiukkaan pakattua asetelmaa (9RL).



Kuva 31. Ääriviivakone eli liner

Varjostuskone suunniteltiin normaalia voimakkaammaksi, jotta isojen neulamäärien ja -kokojen käyttö onnistuisi helposti. Tässä työssä neulakonfiguraationa käytettiin 13:n neulan leveää, kaksikerroksista ja löysästi pakattua asetelmaa (13RMB).

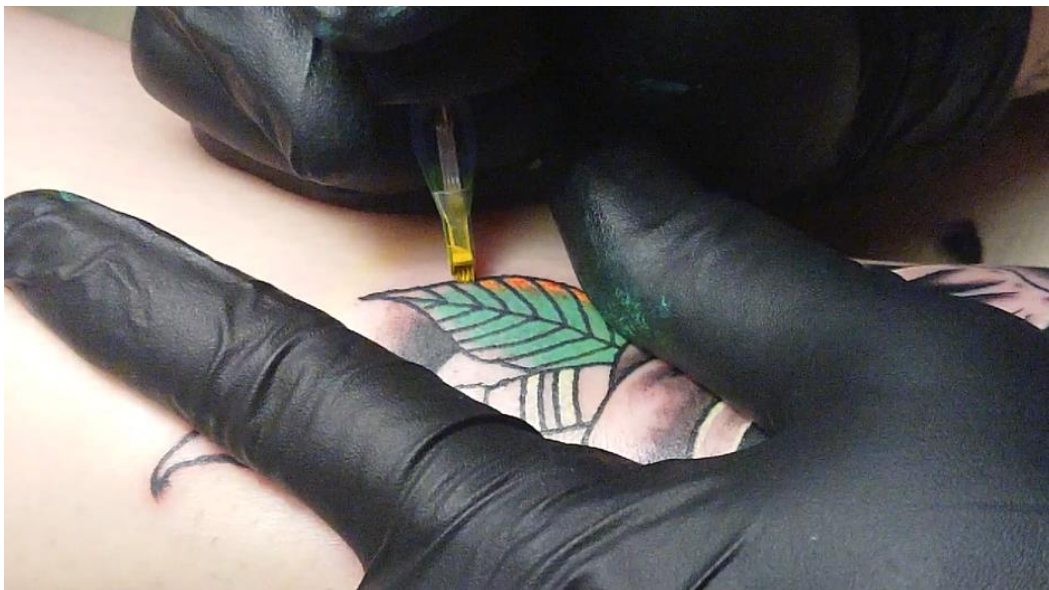


Kuva 32. Varjostuskone eli shader

Värityskone suunniteltiin lyömään normaalia kevyemmin, jotta pienten neulamäärien ja -kokojen käyttö onnistuisi helposti. Tässä työssä neulakonfiguraationa käytettiin yhdeksän neulan leveää, kaksikerroksista ja löysästi pakattua asetelmaa (9RMB).



Kuva 33. Värityskone eli colour packer ja valmis tatuointi



Kuva 34. Lähikuva, jossa värityskoneella tatuoidaan keltaista mustetta ihoon

Tatuoinnin jälkeen iho voi punertaa ja olla kuiva. Tatuointi on avohaava, joten asiakkaan tehtävänä on pitää sitä puhtaana. Tatuoinnin paranemisaikana ihon pintakerros hilseilee pois, jolloin pintaan jäänyt tatuointimuste katoaa ja todelliset värisävyt näkyvät selkeästi. Tatuoinnin paranemisaika on yleensä noin kaksi viikkoa hoitotavasta ja tatuoinnista riippuen.



Kuva 35. Tatuointi parantuneena

5 LOPPUPÄÄTELMÄT

Tatuointikonesarjan suunnittelu ja valmistus oli mielekäs mutta haastava projekti. Aiheesta löytyi vähän tietoa ja sen luotettavuus sekä materiaalin tekijänoikeudelliset haasteet toivat testauksesta olennaisen osan opinnäytetyötä. Tästä syystä oma kokemus ja ennalta hankittu tieto koneiden toiminnasta auttoi huomattavasti. 3D-suunnittelu ja visuaalisen designin hahmottaminen tuotteeseen onnistui hyvin. Etukiinnityspaikkaa olisi suunnitteluvaiheessa voinut laittaa hieman alemmas, jotta kontaktiruuvia ei tarvitsisi ruuvata niin pitkälle.

Opinnäytetyön valmistuksessa käytettiin saatavilla olevia valmistusmenetelmiä. Tatuointikoneen teollisen sarjatuotannon kannalta manuaalikoneistus ei ole taloudellisesti kannattavaa. CNC-koneistus, lasertekniikka ja mahdollisesti jopa mekaaninen kiinnitys olisivat olleet kustannustehokkaampia ja vähemmän aikaa vieviä valmistusmenetelmiä.

Koneiden painot asennuksen jälkeiset ilman neuloja ja griippiä vaihtelivat 230-235 gramman välillä. Alun perin sivurungon paksuuden piti olla 3 mm, mutta koska koneet valmistettiin kierrätysmateriaaleista, tuli paksuudeksi 4 mm. Alkuperäisellä paksuudella koneiden painoa olisi voinut pudottaa noin 15 grammaa. Painoero ei ollut itselleni merkittävä, koska vanhojen koneiden painot olivat samoissa lukemissa.

Opinnäytetyön tavoitteisiin päästiin ja konemallit täydentävät ennalta olleiden tatuointikoneiden puutteita. Koneita on testattu jälkikäteen useita kertoja, ja ne ovat jatkuvassa käytössä.

LÄHTEET

Buzzworthy tattoo 2015: Early Tinkerers of Electric Tattooing.

<http://www.buzzworthytattoo.com/tattoo-history-research-articles/early-tinkerers-of-electric-tattooing/> (Viitattu 09.06.2019).

Cheyenne tattoo 2018: Hawk Pen. <https://cheyennetattoo.com/de/tattoo-maschinen/hawk-pen> (Viitattu 08.08.2019).

Daycounter 2016: Coil Physical Properties Calculator.

<https://www.daycounter.com/Calculators/Coil-Physical-Properties-Calculator.phtml> (Viitattu 10.08.2019).

Fabio Mendez 2014: Machine polarity tutorial. <https://fabiomendez.com/machine-polarity-tutorial/> (Viitattu 08.08.2019).

How Tattoo Removal 2013: Does Tattoo Removal Cream Work?

<http://howtotattooremoval.com/does-tattoo-removal-cream-work/> (Viitattu 09.08.2019).

Ink and water tattoo 2017: How tattoo machines work. <https://www.inkandwatertattoo.ca/how-tattoo-machines-work> (Viitattu 09.06.2019).

Irezumi Horimono Design 2014: History of irezumi/horimono.

<https://irezumihorimondesign.weebly.com/history-of-irezumihorimono.html> (Viitattu 09.06.2019).

Jason M Tattoos 2017: Anatomy of a tattoo machine.

<https://jasonmtattoos.com/2017/11/26/anatomy-of-a-tattoo-machine/> (Viitattu 16.07.2019).

Ratchet Jaws 2019: 3 Best coil tattoo machines on the market that you'll love! (In 2019).

<https://ratchetjaws.com/best-coil-tattoo-machine/> (Viitattu 09.06.2019).

Ratta Tattoo 2015: Yakuza Tattoos: Japanese Gang Members wear the Culture of Crime.

<https://rattatattoo.com/yakuza-tattoos-japanese-gang-members-wear-the-culture-of-crime/> (Viitattu 09.06.2019).

Tattoo Machine Equipment 2010: Proper Tattoo Needle Depth.

<https://www.tattoomachineequipment.com/proper-tattoo-needle-depth> (Viitattu 10.08.2019).

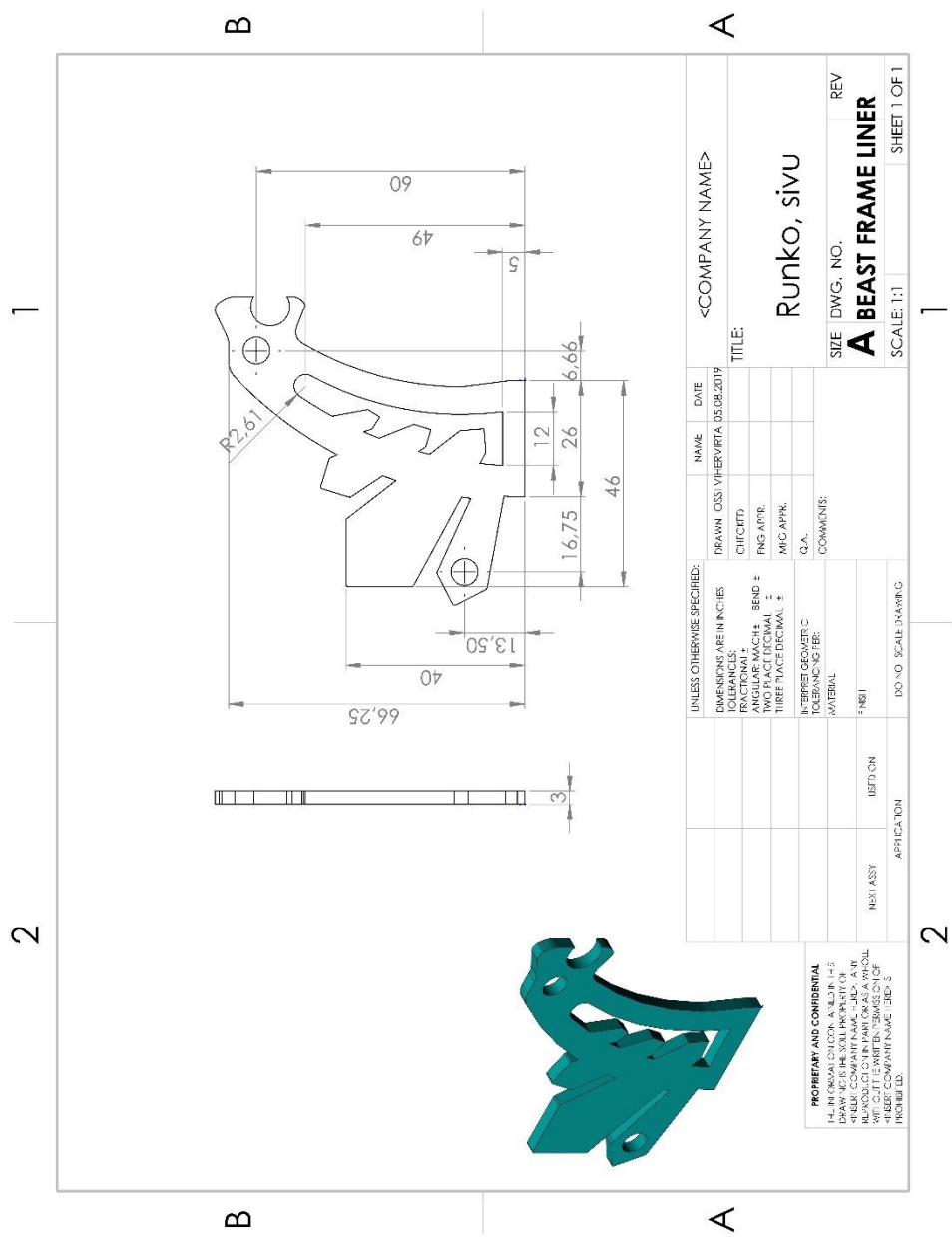
Tattoo U Supplies 2011: Hurricane HP-2 Digital Power Supply-Black.

http://www.tattoosupplies.com/Hurricane-HP-2-Digital-Power-Supply-Black_p_118953.html (Viitattu 08.08.2019).

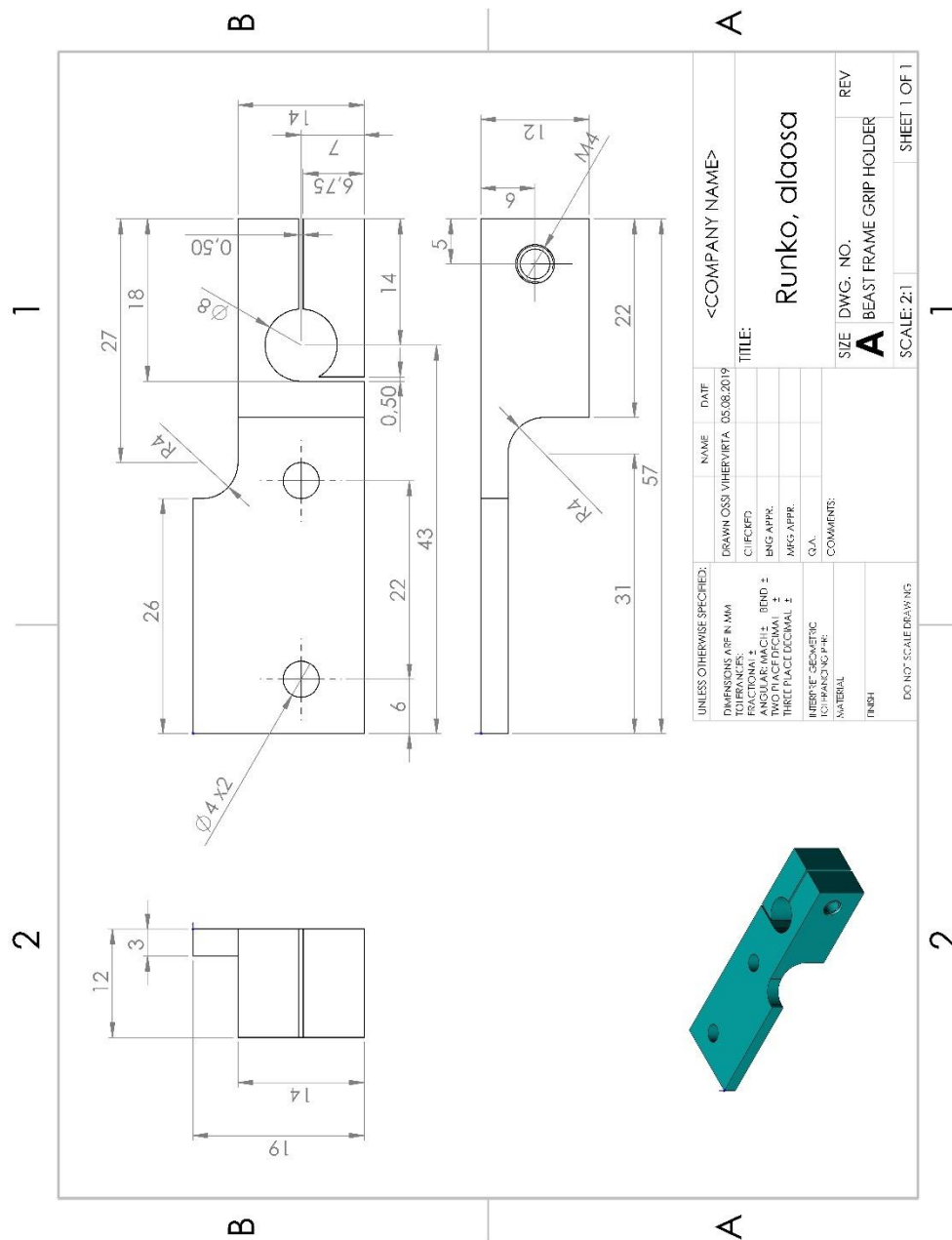
Tiede 2015: Jäämuumio Ötzin kaikki 61 tatuointia on paikannettu.

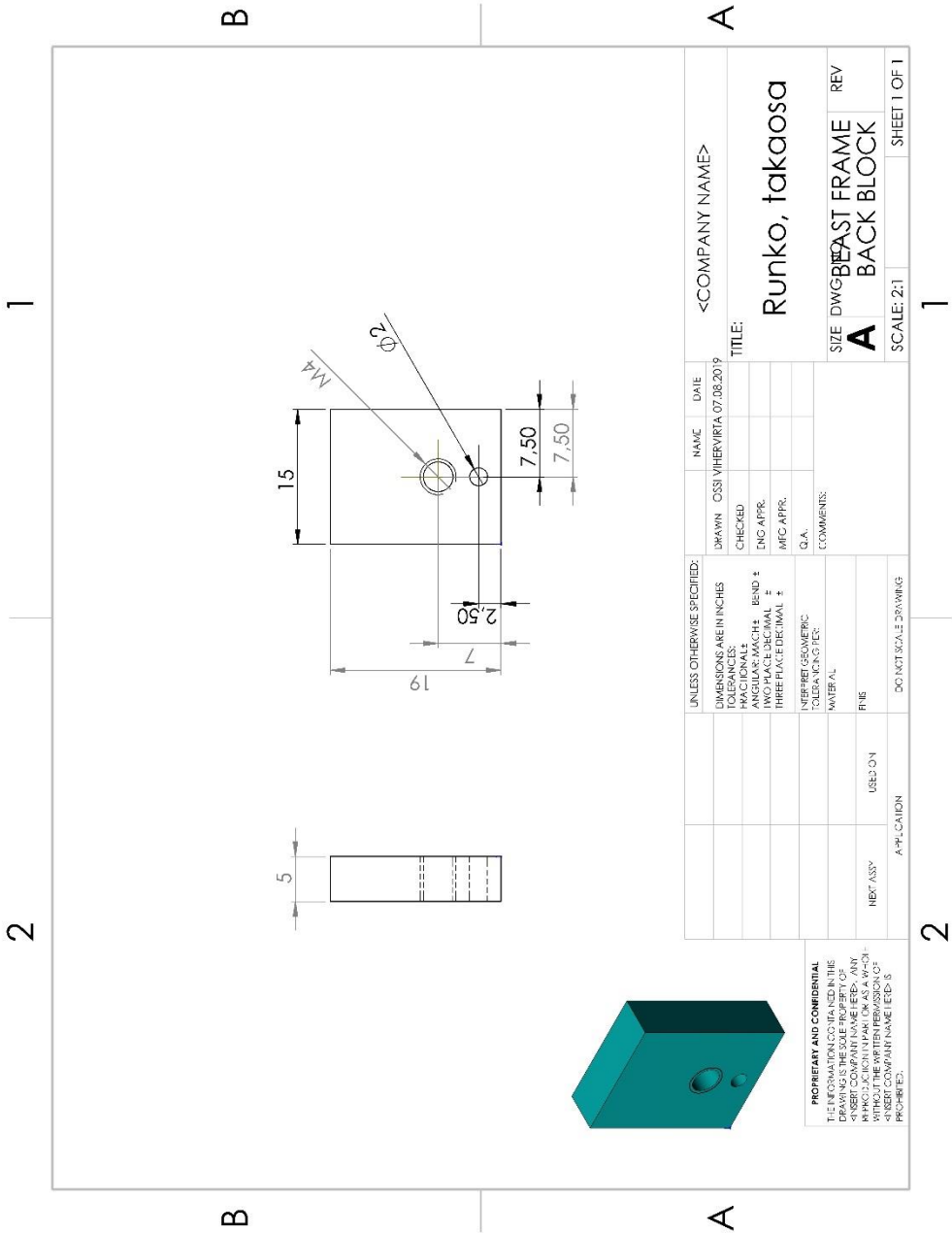
https://www.tiede.fi/artikkeli/uutiset/jaamies_otzin_kaikki_61_tatuointia_on_paikannettu (Viitattu 09.06.2019).

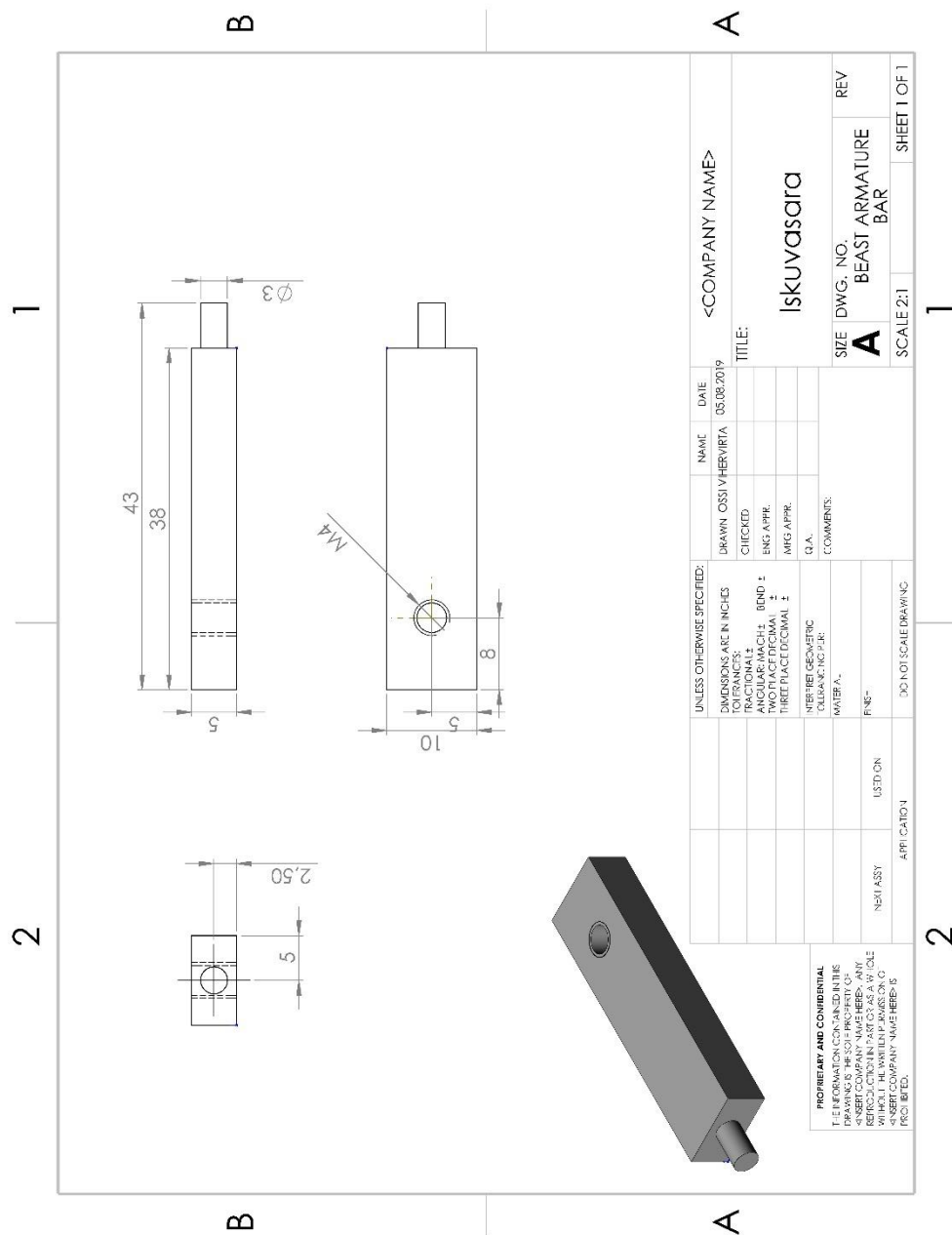
Liite 1 CAD-piirustus. Rungon sivuosa



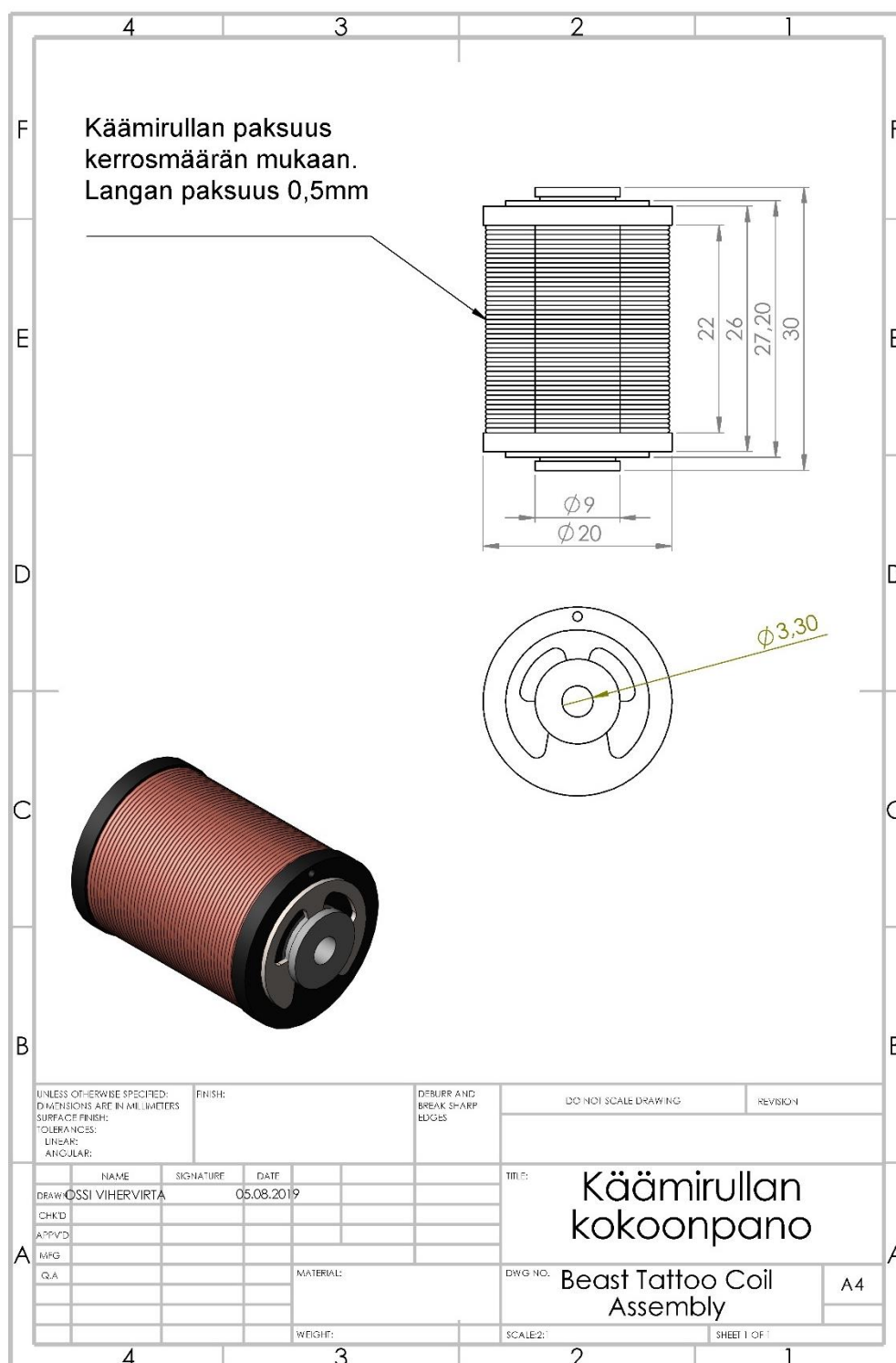
Liite 2 CAD-piirustus. Rungon alaosa



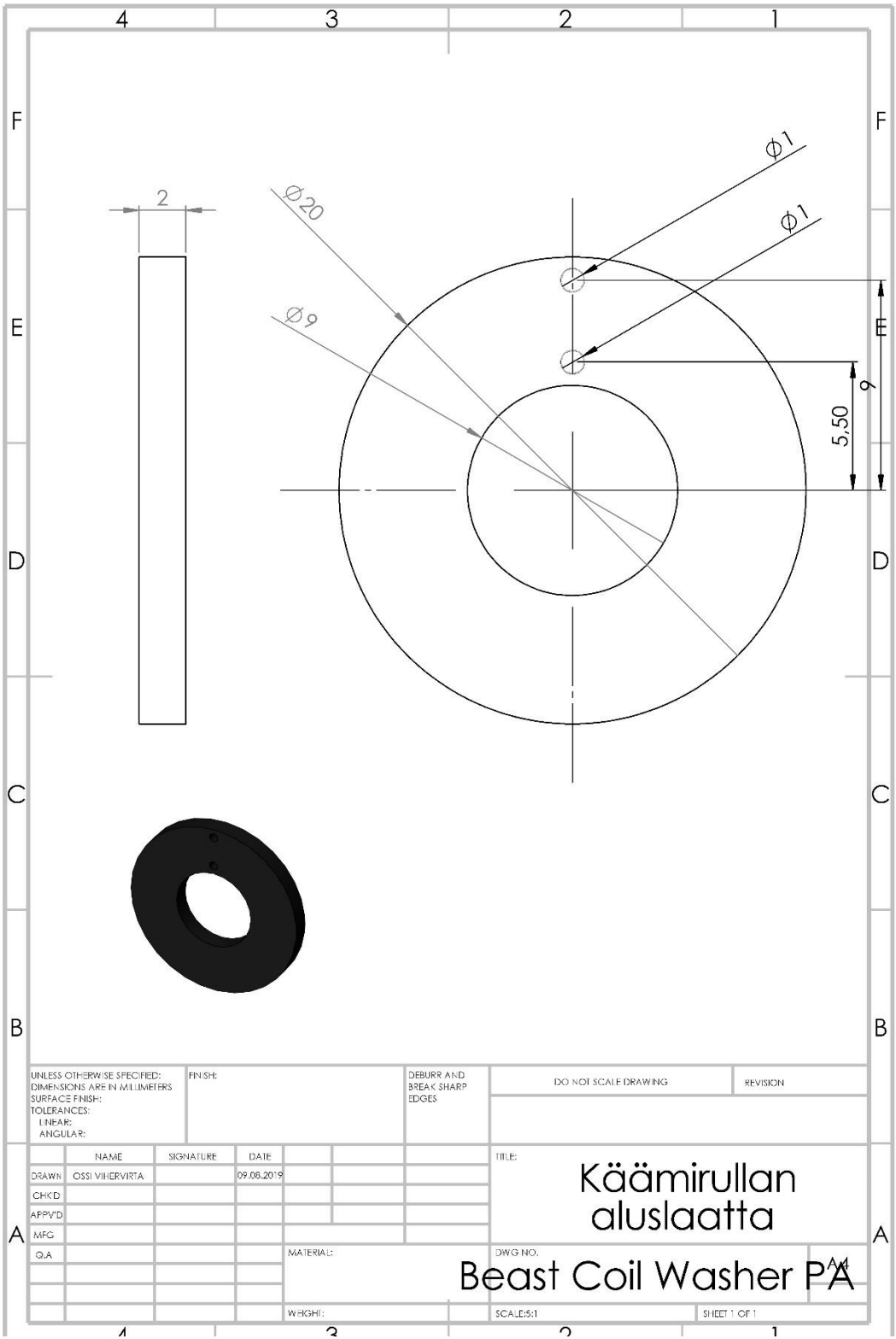




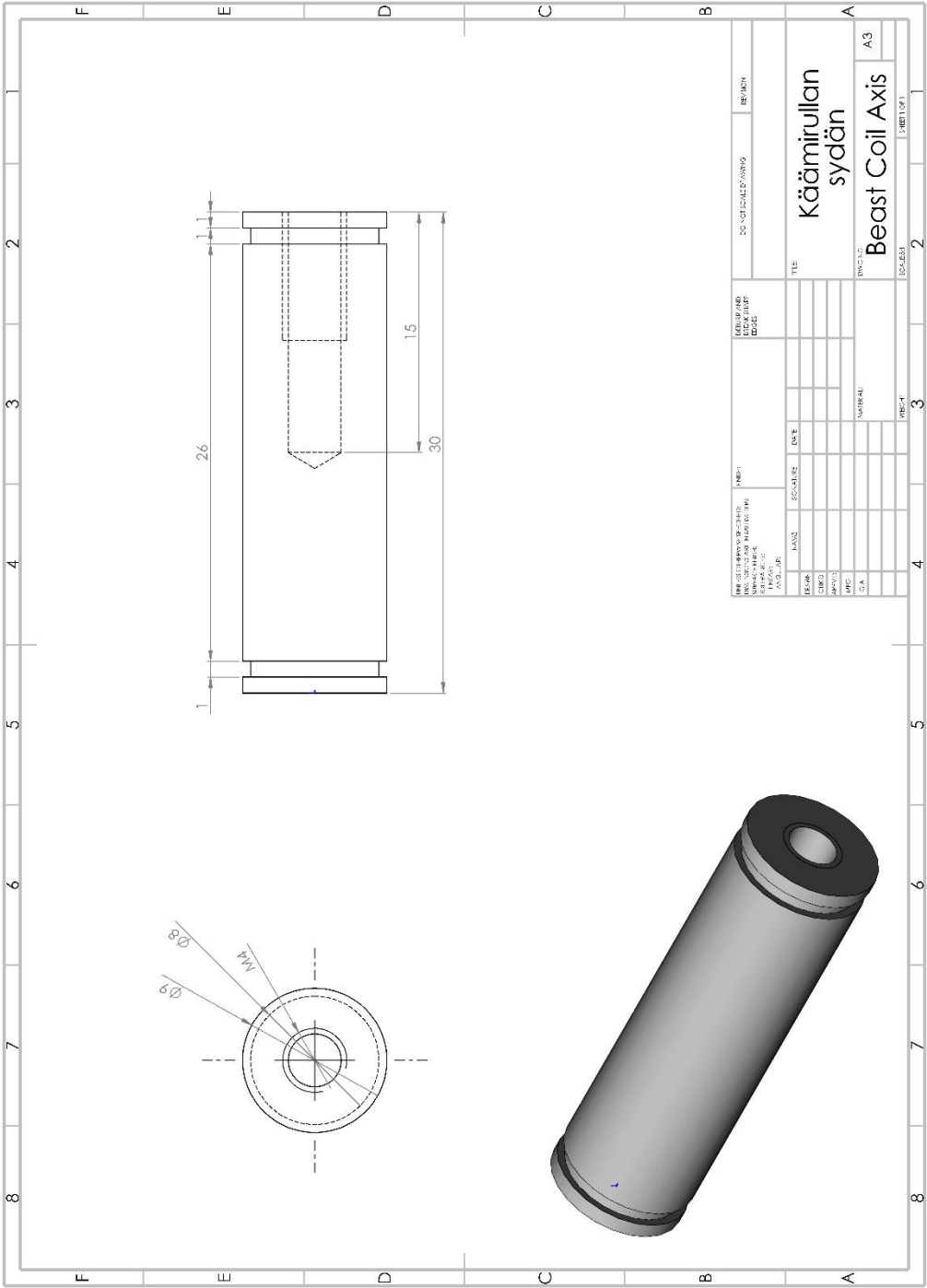
Liite 5, CAD-piirustus. Käämirullan kokoonpano



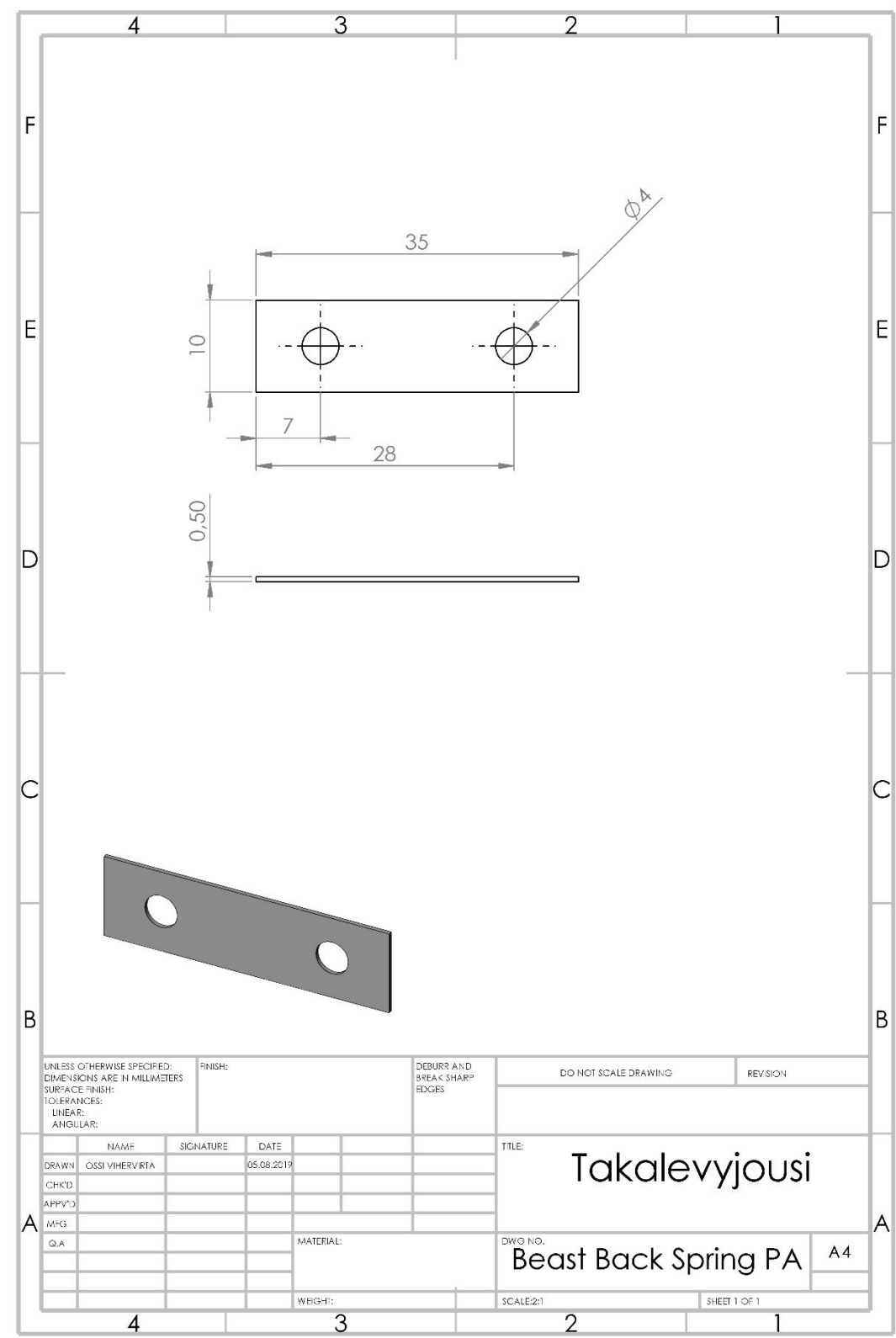
Liite 6 CAD-piirustus. Käämirullan aluslaatta



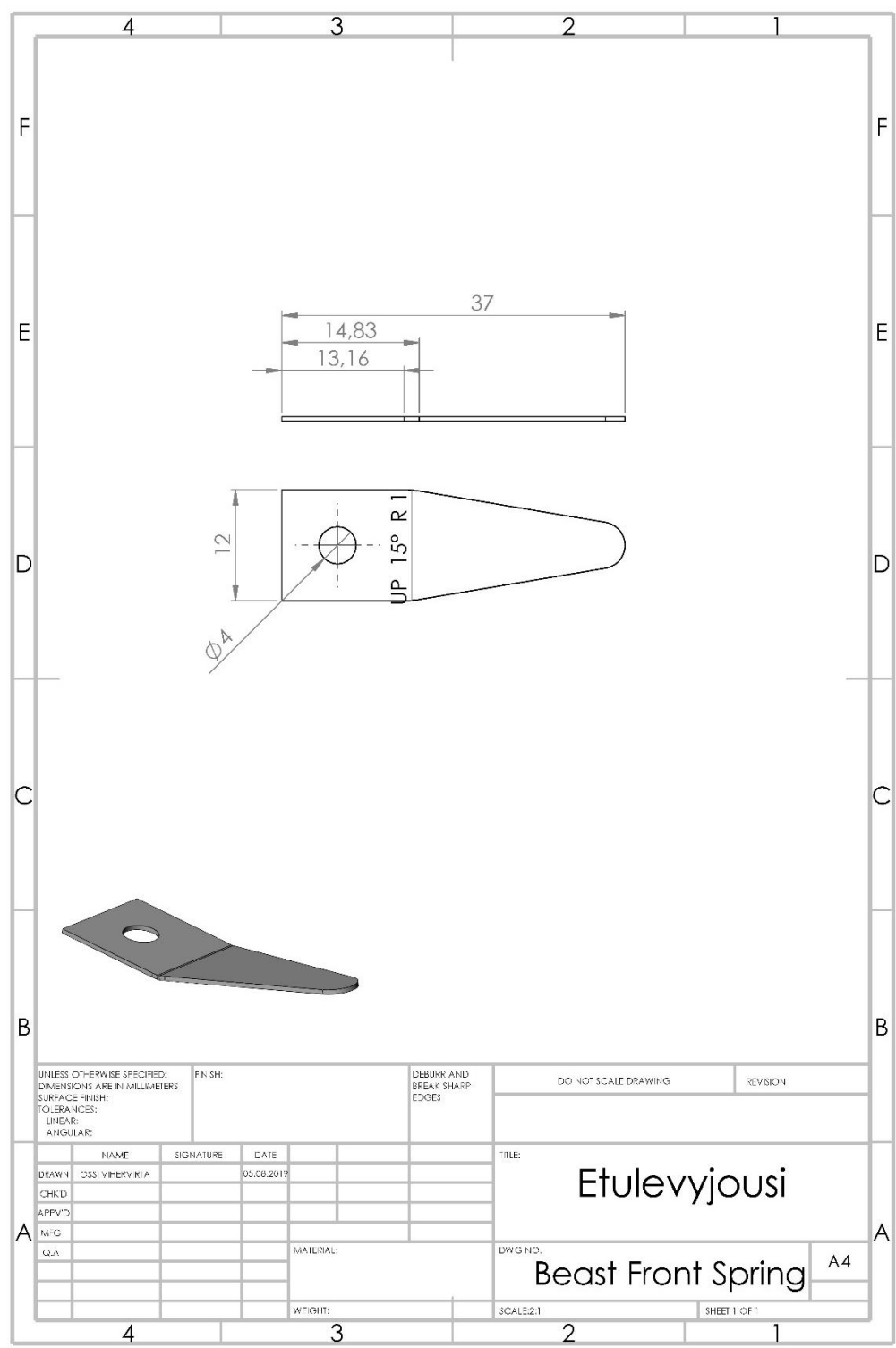
Liite 7 CAD-piirustus. Käämirullan sydän



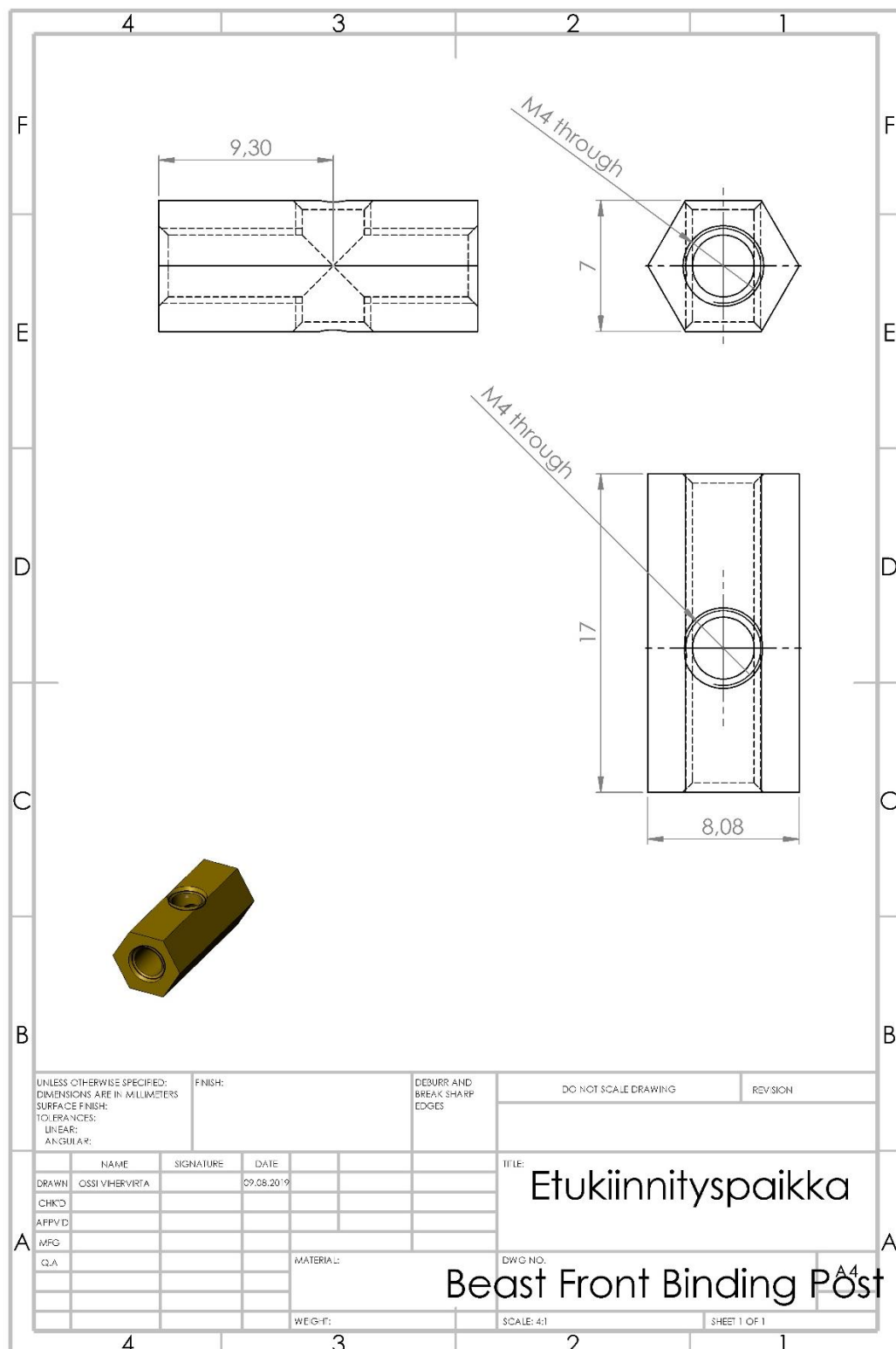
Liite 8 CAD-piirustus. Takalevyjousi



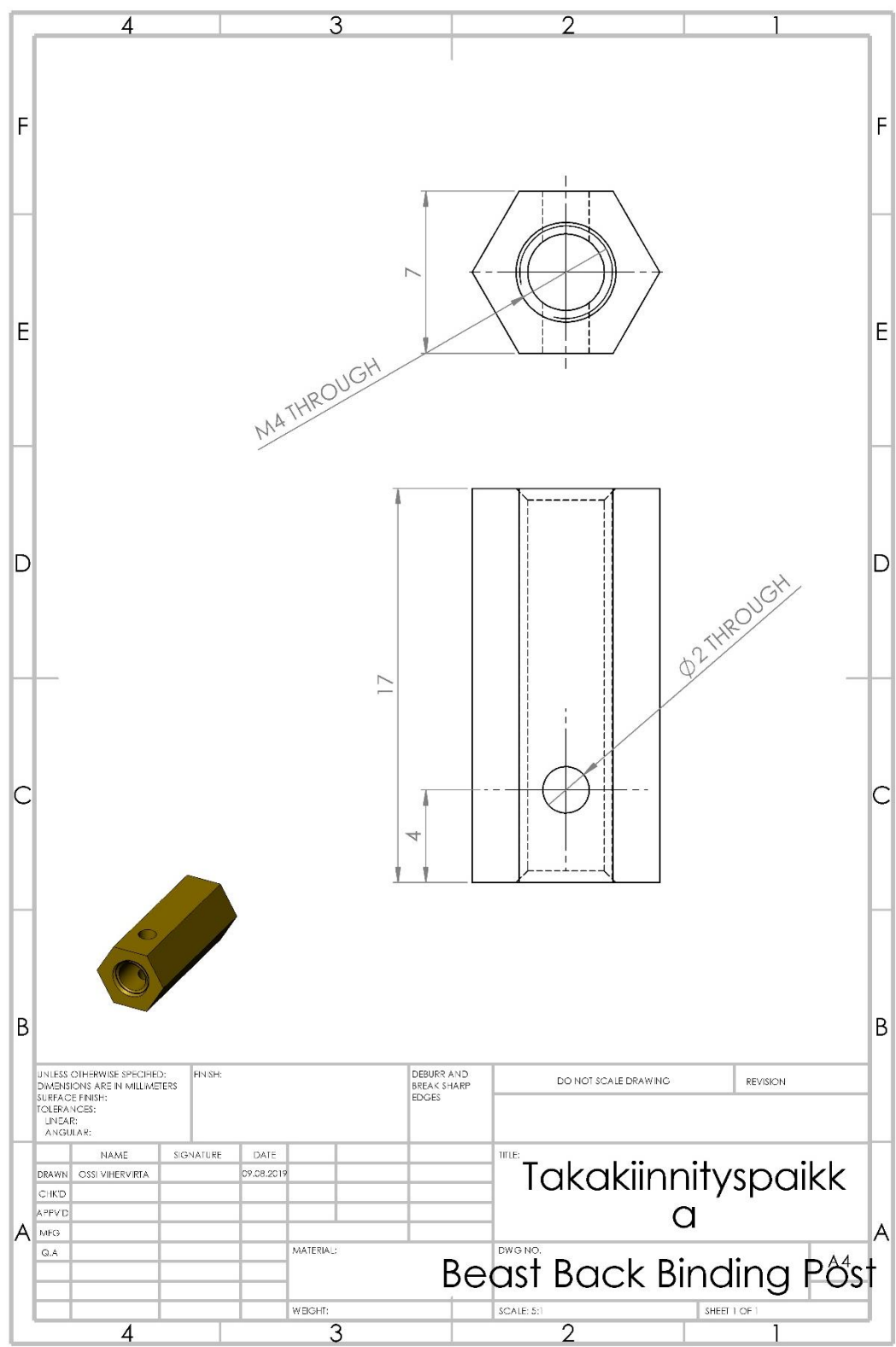
Liite 9 CAD-piirustus. Etulevyjousi



Liite 10 CAD-piirustus. Etukiinnityspaikka



Liite 11 CAD-piirustus. Takakiinnityspaikka



Liite 12 CAD-piirustus. Eristysaluslaatta

