



MOOTTORIPYÖRÄN RUNGON SUUNNITTELU

Opinnäytetyö

Raine Maarnela

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Kone- ja tuotesuunnittelu

Hyväksytty ____ . ____ . ____ _____

SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU TEKNIikka KUOPIO

Koulutusohjelma

Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä

Raine Maarnela

Työn nimi

Moottoripyörän rungon suunnittelu

Työn laji

Opinnäytetyö

Päiväys

2.5.2010

Sivumäärä

38 + 3

Työn valvoja

DI Anssi Suhonen

Yrityksen yhdyshenkilö

DI Tatu Westerholm

Yritys

Savonia- ammattikorkeakoulu konetekniikan yksikkö, tekniikka Kuopio

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön aiheena oli suunnitella moottoripyörän runko. Työ tehtiin SavoniaDrive – projektissa. SavoniaDrive on Savonia- ammattikorkeakoulun hanke, jossa konetekniikan, liiketalouden ja muotoiluakatemiaan opiskelijat opettajien avustuksella suunnittelevat ja rakentavat vuosikurssimoottoripyörän.

Rungon suunnittelun pohjana oli teollisen muotoilijan suunnittelema Street Bike- luonnos. Rungon materiaaliksi valittiin Ruukin Form 500 sen käyttöominaisuuksien vuoksi. Mallinnuksessa hyödynnettiin Solid Works 2009 – suunnitteluohjelmaa. Mitoituksessa käytettiin apuna jo olemassa olevaa Honda CBR 1000 RR runkoa. Emäputken dimensiot kopioitiin Hondan rungosta joka varmistaisi etuhaarukan sopivuuden.

Teollinen muotoilun opiskelija suunnitteli ulkomuodon ja linjat moottoripyörään. Tämä luonnos toimi perustana rungolle. Projektipalaverissa ideoitiin parannusehdotuksia visuaalisesta, toiminnallisesta ja tuotettavuuden näkökulmista. Rungon lopullinen muoto hahmottui ajan myötä. Moottoripyörän runko oli valmis viimeisteltäväksi ja rungon osat sovitettiin paikoilleen.

Moottoripyörän rungosta valmistettiin osa-, kokoonpano- ja hitsauspiirustukset. Osat hitsataan yhteen, minkä jälkeen rungolle tehdään lämpökäsittely ja pintakäsittely. Lopuksi runko testataan FEM- analyysillä.

Avainsanat

moottoripyörä, runko, tuotekehitys, suunnittelu

Luottamuksellisuus

julkinen

SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme

Mechanical Engineering

Author

Raine Maarnela

Title of Project

Motorcycle Frame Modelling

Type of Project

Final Project

Date

May 2, 2010

Pages

38 + 3

Academic Supervisor

MR Anssi Suhonen, M.Sc.

Company Supervisor

MR Tatu Westerholm, M.Sc.

Company

Savonia University of Applied Sciences

Abstract

The aim of this project was to design a motorcycle frame. The work was done in the project SavoniaDrive. SavoniaDrive is a project of Savonia University of Applied Sciences, in which mechanical engineering, business and design college students with the guidance of teachers design, plan and build a Street Bike motorcycle.

The frame design was based on a Street Bike sketch, designed by the design college student. Ruukki Form 500 was selected a frame material for its properties. Solid Works 2009 - design program was used in modelling an existing Honda CBR 1000 RR frame was used to help in dimensioning. The dimensions of the old main tube were used when designing the main tube to help to ensure the suitability of front suspension.

The design process of the motorcycle frame sketch was based on a Street Bike sketch of the designer. In project meetings the project group members came up with suggestions for improvement. Ideas were made by visual, functional and reproducibility point of views. The final shape of the frame took form along with the design process and project meetings. The finally motorcycle frame was ready for finishing and the body parts were fitted.

The part, assembly and welding drawings from the motorcycle frame were made. The parts will be joined by welding, after which heat treatment and surface treatment will be made to the frame. Finally, the frame will be tested by FEM analysis.

Keywords

motorcycle, frame, design, product development

Confidentiality

public

ALKUSANAT

Haluan kiittää Savonia-ammattikorkeakoulua mahdollisuudesta osallistua Savonia Drive -projektiin. Kiitoksen ansaitsevat ohjaavat opettajat DI Anssi Suhonen ja DI Tatu Westerholm. Kiitän neuvoista ja yhteistyöstä laboratoriomestari Juhani Mikkosta ja koneteknikko Reijo Keinästä.

Kuopiossa 31.3.2011

Raine Maarnela

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	7
2 SAVONIADRIVE	8
3 TUOTEKEHITYS.....	9
3.1 Tuotekehitys.....	9
3.2 Tuotekehityksen työnkulku.....	9
3.3 Tehtävänasettelun selvitys.....	10
3.4 Luonnostelu.....	11
3.5 Kehittely	12
3.6 Viimeistely.....	13
3.7 Markkinointi ja tuotteen elinkaari	14
3.8 Tuotekehitysprojektin hallinnointi.....	14
4 SAVONIA STREET BIKE	16
5 LÄHTÖARVOJEN MÄÄRITTELY	17
5.1 Materiaalin valinta	17
5.2 Paikoitukset.....	18
5.3 Rungon suunnittelurajoitukset	19
6 SUUNNITTELU	21
6.1 Mallinnusohjelma.....	21
6.2 Emäputken suunnittelu.....	21
6.3 Ensimmäinen versio	22
6.4 Korjaukset	26
6.5 Suunnitelman vertailu muotoilijan malliin.....	27
6.6 Uudet runkokulmat	28
6.7 Katselmus	29

6.8 Takatuen muutokset	30
6.9 Viimeistely.....	31
7 VALMISTUS	35
7.1 Osapiirustukset	35
7.2 Kokoonpanopiirustukset	35
7.3 Hitsauspiirustukset.....	36
7.4 Liitokset ja lämpökäsittely.....	36
7.5 Rungon testaus.....	36
8 Yhteenveto.....	37
8.1 Työn tulokset.....	37
8.2 Pohdintaa	37
9 LÄHTEET	38
LIITE 1: Emäputki.....	39
LIITE 2: Kokoonpanopiirustus.....	40
LIITE 3: Hitsauspiirustus	41

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on suunnitella Savonia Drive 2010 vuosikurssipyörän runko. Moottoripyörän teemana oli Street Bike, mihin asennetaan tehokas nelitahtinen moottori. Moottorin ominaisuuksien vuoksi rungon pitää kestää suuria rasituksia ja ehkäistä siirtymiä, jotta ajodynamiikka ei kärsisi ajon aikana. Rungon rajapintana toimii vuoden 2008 Honda CBR 1000 RR:n kiinnityskohdat. Rakennettuun moottoripyörään asennetaan myös muita Hondan osia, kuten jousitus, sähkölaitteet, jarrut sekä pakoputkisto tiukkojen päästörajoitusten vuoksi.

Teollisenmuotoilun opiskelija suunnitteli moottoripyörän päälinjat. Päälinjojen suunnittelun jälkeen valittiin sopiva materiaali. Moottoripyörän runko suunniteltiin Solid Works 3D -ohjelmalla. Hondan runko skannattiin 3D -skannerilla, millä saatiin moottorin sekä takahaarukan kiinnityskohdat. Rungon viisi kiinnityskohdtaa täytyi mallintaa ohjelman koordinaatistoon tarkasti, jotta moottori ja takahaarukka saataisiin kiinnitettyä myös uuteen runkoon.

Valmiista 3D-mallista tehdään FEM-analyysi. Savonia Street Bike -rungon jännitykset ja siirtymät eivät saa olla Hondan runkoa suurempia. Rungosta valmistetaan valmistuspiirustukset koneistajalle sekä hitsaajalle.

2 SAVONIADRIIVE

Savonia Drive on Savonia-projekti, joka on pääosin suunnattu konetekniikan opetukseen. Projektiin osallistuu myös liiketalouden yksikkö sekä muotoiluakatemia. Projektin tavoitteena on sisällyttää teoreettinen opetus moottoripyörähankkeen avulla opetukseen ja tehdä oppimisesta motivoivaa ja tavoitteellista. Tavoitteena on myös oppia ymmärtämään moottoripyörän tekniikkaa ja valmistamaan moottoripyörän osia. Osista testataan jännityksiä ja näin taataan moottoripyörän kestävyys päivittäisessä käytössä.

SavoniaDrive -projektin pääpaino on moottoripyörän suunnittelussa, mutta projektissa otetaan kantaa myös muotoiluun, markkinointiin, moottoripyörien tuotantoon ja sen ohjaukseen, myyntiin, huoltoon, ylläpitoon sekä ympäristöasioihin liittyviin kysymyksiin. SavoniaDrive kehittää yhteistyötä konetekniikan, liiketalouden sekä muotoilun välillä. Jokaisen vuosikurssin tarkoitus on valmistaa vuosikurssipyörä, joka sisältää tietyn teeman. Moottoripyöriä valmistetaan yksittäiskappaleita tai pientuotantomääriä. Vuonna 2010 projektin teemana oli Street Bike.

3 TUOTEKEHITYS

3.1 *Tuotekehitys*

Tuotekehitys on toiminnallinen prosessi, jossa pyritään kehittämään ja parantamaan tuotetta. Siinä erilaisten testien ja tutkimustulosten avulla saatua tietoa käytetään menetelmien ja järjestelmien parantamiseksi. Tuotekehitysprosessin tarkoitus on saada aikaan myytävä tuote, missä huomioidaan markkinatarpeet sekä tekniset tiedot. /1/

Tuotekehitys on usein kohdistettu tuotteeseen, mutta nykyisin tuotekehitystä käytetään esineiden lisäksi ohjelmien sekä palveluiden kehittämiseen. Tuotekehityksen tavoitteena on saada taloudellisesti ja nopeasti kilpailukykyisiä sekä asiakastarpeita tyydyttäviä tuotteita, missä on otettu huomioon markkinatilanteet. /1/

Tuotekehityksessä huomioidaan teknisen tuotteen tai palvelun lisäksi

- tuotepaketti
- tuotetuki
- tuotteen elinkaarikustannukset. /1/

3.2 *Tuotekehityksen työnkulku*

Tuotekehityksestä on suunniteltu etenemiskaava jossa kuvataan kehityksen työaskeleet. Kun nämä työaskeleet yhdistetään tarvittaviin päätösaskelin ja huomioidaan luonnostelun, kehittelyn ja viimeistelyn vaiheet, saadaan aluksi karkea jako päävaiheineen:

- tehtävän selvittely
- luonnostelu

- kehittäly
- viimeistely. /1/

Hienomman jaottelun kulkukaaviossa esitellään tarkemmin yksittäiset työ- ja päätösaskeleet etenemisen mukaisessa järjestyksessä. Jokaista päätösaskelta seuraa joko kaavionmukainen eteneminen tai työvaiheen uudelleen läpikäynti, mikäli työn lopputulos ei ole tyydyttävä. Joka tapauksessa on vältettävä läpikulua, missä paha virhe tai puutteellisuus todetaan vasta lopussa. /1/

Joskus on mahdollisesti tehtävä päätös kehittelyn lopettamiseksi, jos kehittäly ei osoittaudu kannattavaksi, vaikkei sitä ole esitetty selvästi kulkukaavion yksittäisissä vaiheissa. Kehittelyn lopettamista pitäisi kuitenkin harkita, sillä ajoissa ja johdonmukaisesti tehty lopettamispäätös toivottomalta näyttävissä tilanteissa säästää suurilta pettymyksiltä ja kustannuksilta. Ongelmatilanteissa kulkukaaviota on sovellettava jatkuvasti. /1/

3.3 Tehtävänasettelun selvitys

Tehtävänasettelun selvitys tarkoittaa tiedon hankintaa ja ratkaisulle asetuiissa vaatimuksissa pysymistä. Tehtävänasettelun selvitys johtaa vaatimuslistan laatimiseen, jossa huomioidaan kehittämisen tarve ja sen mukaisesti suunniteltavat seuraavat työaskeleet. /1/

Asiakirja pidetään aina ajan tasalla kaaviossa olevien informaatiovirtojen kanssa kuvaavilla nuolilla, mikä on pohjana luonnostelulle ja siitä seuraaville työvaiheille. Tehtävänasettelun selvityksen tuloksena on tiedon määrittäminen vaatimuslistan muodossa. /1/

3.4 Luonnostelu

Luonnostelu on osa toimintaa, missä tehtävän selvittelyn jälkeen määritetään ratkaisuperiaate. Oleellisten ongelmien toimintarakenteiden sekä vaikutusperiaatteiden yhdistelyn avulla muodostetaan vaikutusrakenne. Luonnostelu on ratkaisun periaatteen vahvistamista. /1/

Monissa tapauksissa vaikutusrakennetta voidaan kuitenkin arvostella vasta sen jälkeen, kun se saa havainnollistettavan muodon. Tämä edellyttää täsmällisempää kuvaa tarvittavista työtiedoista, kuten alustavaa peruspiirustusta ja teknisten mahdollisuuksien huomioimista. Vasta näin saadaan arvosteltavaksi kelpaava ratkaisuperiaate, jossa on otettu huomioon tavoitteen asettelu ja rajoittavat ehdot. Useammatkin periaatteelliset ratkaisumuunnelmät ovat mahdollisia. /1/

Ratkaisuperiaate voidaan esittää monella tavalla. Esitystapoja ovat toimintarakenteen lohkokaavio, kytkentäkaava tai kulkukaavio. Joissakin tapauksissa riittää pelkkä vapaamuotoinen luonnos tai karkeamittakaavainen piirustus. /1/

Luonnosteluvaihe jaetaan useampaan työaskeleeseen. Nämä askeleet pitää käydä läpi, jotta voitaisiin ennalta varmistaa parhaaksi osoittautuvan ratkaisun ottaminen kehittelyyn. Tämä parantaa kehittelyn ja viimeistelyn tehokkuutta, sillä näiden vaiheiden aikana on vaikea poistaa luonnoksesta perustavaa laatua olevia heikkouksia. /1/

Kestävä ja menestyksellinen ratkaisu syntyy vain tarkoituksenmukaisimman periaatteen valinnan avulla. Työstetyt luonnosmuunnelmät pitää arvioida. Muunnelmät, jotka eivät toteuta vaatimuslistan vaatimuksia hylätään. Hyväksytyt luonnokset arvostellaan sovitun menetelmän mukaisesti. Tässä vaiheessa muunnelmät arvostellaan lähinnä teknisten näkökohtien mukaan, joiden lisäksi taloudellisetkin näkökohdat otetaan jo alustavaksi huomioon. Arvostelun perusteella ratkaistaan, mitä ratkaisuluonnosta ryhdytään toteuttamaan. /1/

Usein monet ratkaisuluonnokset saattavat näyttää lähes samanarvoisilta. Lopullinen ratkaisu on mahdollinen vasta pidemmälle viedyn kehityksen jälkeen. Myös tietyn ratkaisuperiaatteen toteuttamiseksi voi olla tarjolla useita rakennemuunnelmia. /1/

3.5 Kehittely

Kehittely on se tuotekehitysprosessin osa, jossa vaikutusrakenteesta tai periaatteellisesta ratkaisusta lähtien suunnitellaan teknisen tuotteen kokoonpanorakenne yksiselitteisesti. Tähän otetaan huomioon tekninen ja taloudellinen näkökohta. Kehittely on ratkaisun rakennemuodon vahvistamista. Monessa tapauksessa joudutaan tekemään rinnakkain tai peräkkäin useita mittakaavaisia alustavia ehdotuksia, minkä avulla todetaan eri muunnelmien edut sekä haitat. /1/

Kehittelyvaiheen asianmukaisen läpikäymisen jälkeen tuotekehitysprosessi arvostellaan teknisesti sekä taloudellisesti. Usein arvostelun jälkeen jokin muunnelmä näyttää selvästi edullisimmalta, mutta sitä voidaan vielä kuitenkin parantaa huonoimmilta vaikuttavien ehdotusten osaratkaisujen ideoilla. Ratkaisuja sekä yhdistelmiä soveltamalla ja arvostelujen paljastamien heikkouksien poistamisella voidaan päästä lopulliseen ratkaisuun. Näin voidaan tehdä päätös lopullisen kokonaiskehittelyn rakennemuotoilusta. /1/

Lopullisessa kokonaiskehittelyssä on tarkistettu toiminnot, kestävyys ja tilankäytön sopivuus. Näiden ohessa on viimeistään tässä yhteydessä osoitettava, että kustannuksia koskevat vaatimukset voidaan täyttää. Vasta tämän jälkeen voidaan siirtyä viimeistelyyn. /1/

3.6 Viimeistely

Viimeistelyssä teknisen rakennelman kokoonpanorakennetta täydennetään lopullisilla muotoa ja kaikkien yksittäisosien mitoitus, pinnanlaatua koskevilla määräyksillä, työainesten määrityksillä sekä valmistusmahdollisuuksien ja lopullisten kustannuksien tarkistuksilla. Viimeistelyvaiheessa laaditaan sitovat piirustukset ja asiakirjat suunnitelman aineellista toteuttamista varten. /1/

Viimeistelyvaiheen lopputulos on tuotteen valmistustekninen määrittäminen. Prosessi vaatii kehittelyä johtavan suunnitteluinsinöörin tarkkaavaisuutta, jotta alkuperäinen tuotesuunnitelma ei tuotekehityksen aikana muutu. Detaljien määrittäminen on tärkeää tuotantoaikataulun kannalta, sillä tuotekehityksen vaikeudet usein piilevät detaljeissa. Viimeistelyvaiheissa korjataan mahdollisesti ilmenneet virheet, käymällä uudelleen läpi tuotekehityksen työaskeleet. /1/

Kulkukaaviossa korostuvat painoalueet ovat;

- periaatteen optimointi
- rakennemuotoilun optimointi
- valmistuksen optimointi. /1/

Painoalueet ovat vuorovaikutuksissa toisiinsa nähden. Esityskaavassa monet työvaihetapahtumat usein leikkaavat toisiaan. On luonnollista, että tärkeät valmistusnäkökohdat voivat jo periaatteen määrittelyssä esittää ratkaisevaa osaa. Samoin rakennemuotoilun liittyvät tunnusmerkit, kuten työaineksen asettamat rajoitukset tai ratkaisuperiaatteen edellyttämä tilankäyttö, vaikuttavat päätöksentekoon tietyn ratkaisuperiaatteen puolesta. Kuitenkin rakennemuoto ja valmistustekninen optimointi ovat myöhemmissä työvaiheissa tärkeämpiä. /1/

Kehittelyn päävaiheita ei voida aina tarkasti rajata. Kehittelyvaiheen alussa voidaan hahmotella karkeasti tuotesuunnitelma vasta alustavien, mittakaavaan piirrettävien luonnostelujen jälkeen. Optimoinnit, jotka rajoittuvat yksittäisiin osa-

alueisiin, eivätkä aiheuta laajemmalti palautevaikutuksia, voidaan siirtää kehitysvaiheesta viimeistelyvaiheeseen. Poikkeamat ovat tehtävänasettelusta ja tuotelijasta riippuen hyvin mahdollisia ilman ristiriitaa esitetyn yleisen menettelytavan kanssa. /1/

Prototyyppien valmistuksessa on kysymys tiedonhankinnasta, joka käynnistetään silloin kun se nähdään tarpeelliseksi. Monessa tapauksessa joudutaan tekemään malleja ja prototyyppkejä jo luonnosteluvaiheessa, varsinkin silloin kun on selvitettävä perustavaa laatua olevia valmistusteknisiä ongelmia. Prototyyppien valmistusta noudatetaan hienomekaniikassa, elektroniikassa ja suursarjoja valmistavissa yrityksissä. Raskaiden koneiden prototyyppien rakentamiseen tarvitaan usein täydellisiä viimeistelyvaiheesta saatavia tietoja ennen prototyypin rakentamista ja testausta. /1/

3.7 Markkinointi ja tuotteen elinkaari

Tuotteen vienti markkinoille päättää tuotekehitysvaiheen. Uuden tuotteen markkinointi aloitetaan prototyypin valmistuttua, aikatauluvahvistuksen saavuttua. Tuotteen valmistuttua tuotteeseen voidaan tehdä vielä muutoksia sen elinkaaren aikana, komponenttien laadun heikkouden tai loppumisen vuoksi. On tärkeää huomioida tuotteen elinkaaren vaiheet tuottolaskelmissa ja varmistaa tuotteen laatu, tuotettavuus sekä kestävyys koko elinkaaren ajan. /1/

3.8 Tuotekehitysprojektin hallinnointi

Tuotekehitystä kuvataan usein jatkuvina peräkkäisinä prosesseina, mikä harvoin toteutuu. Tuotekehitysprosessin päävaiheiden välissä on katselmuksia, joissa päätetään prosessin jatkumisesta. Näin varmistetaan, että tuote täyttää asetetut

vaatimukset. Suunnitteluvaiheita pyritään nopeuttamaan, jotta tuote saadaan nopeasti markkinoille. Tuotekehitysvaihe sitoo ainoastaan rahaa ja markkinoilta myöhästymisen takia asiakkaat voivat vähentyä. Toisaalta huonosti suunniteltu, tuotettu ja viallinen tuote vähentää myös asiakkaita. Tämän vuoksi kehitystyö täytyy tehdä nopeasti sekä laadusta tinkimättä. /1/

4 SAVONIA STREET BIKE

Savonia Street Bike on yksi Savonia Drive -projekteista. Pää tavoitteena on valmistaa vuosikurssipyörä, jonka teemana on katumoottoripyörä. Hankkeeseen osallistuu opiskelijoita konetekniikan, liiketalouden sekä muotoilun puolelta. Teollisen muotoilun opiskelijat suunnittelivat moottoripyörän ulkomuodon. Kone-tekniikan opiskelijat valmistavat ja sovittavat osat sekä kokoavat moottoripyörän. Liiketalouden opiskelijoiden tehtävänä on moottoripyörän markkinointi ja sponsoreiden hankkiminen.

Komponentteja - kuten moottori, jarrut, sähkölaitteet, jousitus ja pakoputki - saatiin vuoden 2008 Honda CBR 1000 RR moottoripyörästä. Päästöjen vuoksi pakoputkistoa ei pystytty muokkaamaan ilman uusia päästömittauksia. Jarruja ei saanut muuttaa turvallisuussyistä ja valojen täytyi olla tyyppihyväksytyt.

5 LÄHTÖARVOJEN MÄÄRITTELY

5.1 Materiaalin valinta

Moottoripyörän päälinjojen veto alkoi muotoilijan näkemyksestä. Muotoilijan valmistamassa kuvassa oli esitetty, miltä moottoripyörä näyttäisi valmiina (kuva1). Tähän näkemykseen täytyi sisällyttää rungon muoto. Materiaalin profiili valittiin sen mukaan, mikä sopisi muotoilijan näkemykseen.



Kuva 1. Muotoilijan suunnitelma.

Hondan runko oli alumiiniseosta, ja siksi hyvin kevyt. Hondan oman suunnittelun, tuotekehityksen ja testauksen vuoksi runko on myös hyvin kestävä. Runko oli valmistettu valutekniikalla alumiinista ja siten siihen oli saatu pyöreitä muotoja, jotka vahvistivat sitä entisestään.

Uuden rungon materiaali tulisi olemaan ohutseinämäputkea tai suorakaideprofiilia. Sopivia materiaaleja etsittiin ja lopulta päädyttiin Ruukin Form 500 -sarjaan. Ruukin Form 500 -sarjan metallilla saatiin riittävä lujuus ja keveys. Hitsattavuus oli Form 500:n erinomainen, sillä sen sisältämä hiilipitoisuus on alle 0,2 %. Profiiliksi valittiin H60/ B40, t 2,5.

Emäputken materiaaliksi valittiin S355-terästä. Tähän päädyttiin koska Savonia Chopper -moottoripyörässä käytettiin emäputkessa samaa materiaalia sen koneistettavuuden takia. Kyseinen teräs on myös riittävän lujaa ja sitkeää, joten se soveltuu hyvin emäputkeksi.

5.2 Paikoitukset

Hondan rungosta täytyi saada kiinnityskohtien tarkat mitat, jotta moottori ja takahaarukka voitaisiin kiinnittää uuteen runkoon. Jos kiinnityskohdat muuttuvat, moottori ei sovi uuteen runkoon, mistä syystä takahaarukan jousitus ei ole samanlainen ja ajodynamiikka kärsii. Hondan runko skannattiin 3D-skannerilla (kuva 2), josta saatiin millimetrin tarkka kuva tietokoneelle (kuva 3).



Kuva 2. 3D-skanneri.

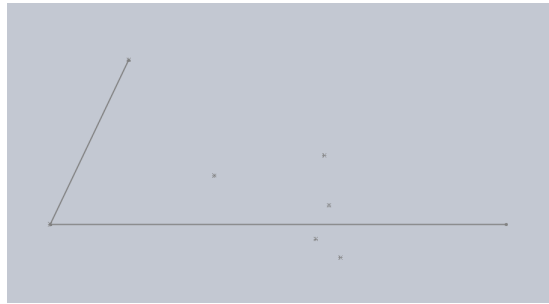


Kuva 3. Skannattu runko.

Kun kuva oli saatu siirrettyä tietokoneelle, siitä voitiin ottaa mittoja, jotka toimivat paikoituksina. Nämä paikoituskohdat ovat rajoituksia uuden rungon suunnittelussa ja muu suunnittelu täytyy toteuttaa niiden mukaisesti. Nyt uuden rungon mallinnus voitiin aloittaa.

5.3 Rungon suunnittelurajoitukset

Kun kiinnityskohdat saatiin selville, ne siirrettiin mallinnusohjelmaan. Mallinnusohjelmana käytettiin SolidWorks 3D -mallinnusohjelmaa. Pisteet siirrettiin X-, Y- ja Z-koordinaatistoon. Kiinnityskohtia oli yhteensä viisi, joista kolme oli moottorin ja kaksi takahaarukan kiinnityspisteitä. Tämän jälkeen pisteet lukittiin, jotta niitä ei voisi myöhemmin siirtää vahingossa (kuva 4).



Kuva 4. Kiinnityspisteet, emäputken kulma sekä akseleiden etäisyydet.

Koordinaatistoon lisättiin emäputken kulma. Kulman ansiosta moottoripyörän jättö ei muuttuisi ja ajo-ominaisuudet sekä ajodynamiikka pysyisivät samana.

Kiinnityspisteiden ollessa valmiina koordinaatistoon lisättiin muotoilijan 2D-suunnitelma (kuva 5), joka helpottaa moottoripyörän sivuprofiilin seuraamista. Kuva skaalattiin oikeaan mittasuhteeseen, joka saatiin Hondan tiedoista.



Kuva 5. Rajoitukset sekä muotoilijan suunnitelma.

6 SUUNNITTELU

6.1 Mallinnusohjelma

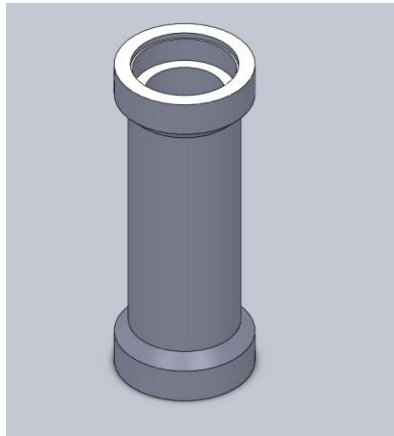
Mallinnusohjelmana hyödynnettiin SolidWorks 3D, joka on parametrinen mekaaninen sovellusohjelmisto. Ohjelman tarkoitusperiaate on tuottaa 3D-malli ja valmistaa siitä 2D-valmistuspiirros. Mallin valmistus alkoi sketchaamalla mallin muoto X- ja Y-koordinaatistoon. Tämän jälkeen mallille annettiin syvyys pursottamalla sitä Z-suuntaan tai pyöräyttämällä, jolloin kappaleesta tulee pyörähdyskappale.

Ohjelman etuna on, että jo suunnitteluvaiheessa tiedetään, millainen valmis malli tulee olemaan. Virheisiin pystytään tällöin vaikuttamaan suunnitteluvaiheessa, jolloin valmistukseen lähetetään enemmän toimivia tuotteita ja valmistustehokkuus paranee.

Ohjelman periaate on valmistaa yksi tai useampi osa. Osasta tehdään valmistuspiirustus, jonka ohjeiden mukaisesti tuote valmistetaan. Jos tarkoituksena on valmistaa useampi osa, jotka liitetään toisiinsa, tarvitaan kokoonpanopiirustus, jossa on kokoonpano-ohjeet. Kokoonpano-ohjeisiin voidaan myös lisätä erilliset hitsausohjeet.

6.2 Emäputken suunnittelu

Emäputken suunnittelussa (kuva 6) mallina käytettiin Hondan omaa etuhaarukkaa. Koska etuhaarukka jousituksineen sijoitetaan uuteen runkoon, ne määräävät uuden emäputken pituuden. Uuteen emäputkeen sijoitetaan vanhat ohjauslaakerit, joten sen halkaisija ei voi muuttua. Uuden emäputken suunnittelu ei ollut tarpeellista.



Kuva 6. Mallinnettu emäputki.

Emäputken materiaali vaihtui alumiinista S355:en, seinämänpaksuus pyrittiin pitämään samana. Ainut rakenteellinen muutos oli emäputkeen valmistettu tiivistyksen uusi paikka, mikä estäisi vettä pääsemästä laakereille. Tämän seurauksena uusi tiiviste täytyi vaihtaa vanhan tilalle. Tiivisteeksi valittiin O-rengastiivistin.

Emäputki valmistetaan sorvaamalla pyörötangosta CNC -sorvilla. Laakereita varten emäputken upotuksiin täytyisi tehdä molempiin päihin toleranssireiät. Toleranssiksi valittiin J7, joka olisi helppo koneistaa ja riittävän tiukka laakereille.

6.3 Ensimmäinen versio

Ensimmäistä hahmotelmaa suunniteltaessa tiedettiin kiinnityspisteet, emäputken paikoitus, emäputken kulma sekä akseliväli. Alustavasti oli tiedettävä kuinka paljon moottori vaatisi tilaa myös leveysuunnassa. Moottoria ei skannattu aika-aulullisista syistä. Moottorin koko mitattiin käsin. Kun mittaustoimenpiteet oli suoritettu, aloitettiin mallinnus.

Mallintaminen toteutettiin piirtämällä toinen puoli rungosta, minkä jälkeen toinen puoli kopioitiin, näin rungosta tuli pelikuva. Ensin mallinnettiin emäputki. Mitat siirrettiin mallinnusohjelmaan ja epäputki valmistettiin pyöräyttämällä.

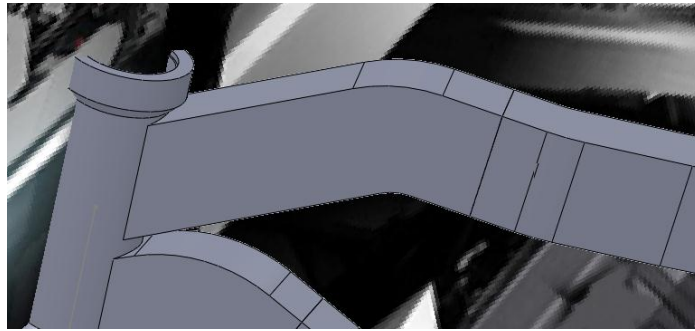
Emäputken mallinnuksen jälkeen emäputki siirrettiin samaan koordinaatistoon kuin kiinnityspisteet sekä muotoilija valmistama kuva. Emäputken ollessa koordinaatissa se täytyi liittää kuvaan oikeaan paikkaan ja kulmaan.

Runko mallinnettiin emäputkesta 2D-piirroksen päälinjaa huomioiden (kuva 7). Oli otettava huomioon moottorin vaatima tilan tarve, mikä oli mitattu aikaisemmin. Mallintaminen jatkui osamallinnuksella, joka liitettiin emäputkeen kiinni. Osaan mallinnettiin kohta, mikä sopi emäputken kanssa yhteen ilman suurempia ongelmia.



Kuva 7. Mallinnus päälinjoja mukaillen.

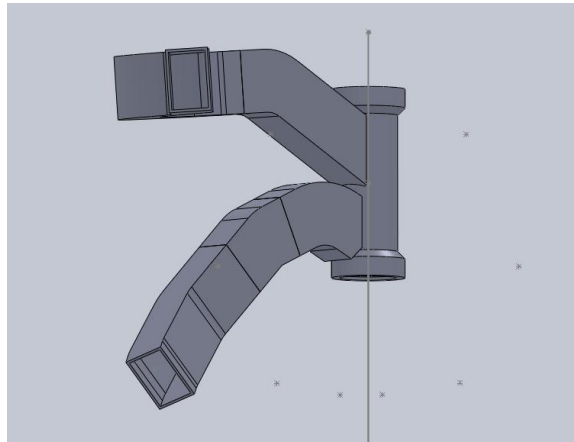
Ilmansuodattimen koko oli huomioitava sen sijoittamisessa. Ilmansuodatinta ei saanut muuttaa päästörajoitusten takia. Keskilinjan kulman oli oltava riittävä tilavuuden saamiseksi. Keskilinjan kulman ollessa oikea 2D-kuvan linja kääntyi vaakatasosta alaviistoon. Suorakaideprofiiliin täytyi valmistaa taivutus, joka tehtiin taivutuskoneella. Taivuttaminen kahteen eri suuntaan on vaikeaa, joten taivutukset piti jakaa useaan kohtaan, jolloin hitsausseam sijoittuisi kohtien väliin (kuva 8).



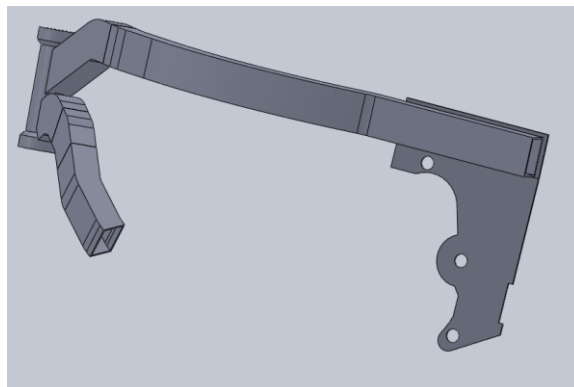
Kuva 8. Hitsausauma taivutusten välissä.

Rungon pitkän sivulinjan vetoon valmistettiin monikaareva muoto, johon tuli useita eri kaarevuussäteitä. Näin saatiin lisää tilaa moottorille, ilmansuodattimelle ja muille sähköosille. Moottorin etukiinnityksessä käytettiin samanlaista menetelmää. Mallinnus aloitettiin emäputkesta kulmia ja pituuksia säätelemällä, jotta kiinnitys osui kohdalleen.

Rungon linjavetojen jälkeen suunniteltiin takaosan kiinnitykset myös takahaarukalle ja moottorin kahdelle kiinnityspisteelle. Geometrian takia suorakaideprofiili ei ollut täysin suorassa vaan muodosti kulman (kuva 9). Profiilin taakse asennettiin levy takahaarukan kiinnityskohdaksi ja tukemaan rungon rakennetta (kuva 10). Takalevy leikattiin plasmaleikkurilla, minkä jälkeen siihen prässättiin kulma, jotta se voitiin hitsata tukemaan takalinjan rakennetta. Levyn materiaaliksi valittiin S355.



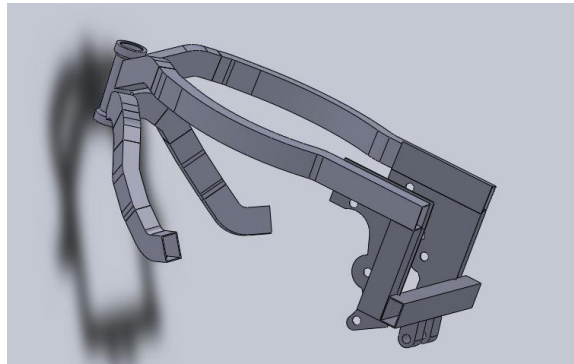
Kuva 9. Geometriasta aiheutuvat kulmat.



Kuva 10. Tukilevy.

Sivulinjaan ja -levyyn liitettiin suorakaide profiilin tueksi. Suorakaideprofiiliin tuli kiinnitys takahaarukalle. Päälinjan ollessa valmis moottorin kiinnitykset eivät olleet kohdillaan. Kulmia ja pituuksia jouduttiin muokkaamaan. Kiinnitysten osuessa oikeisiin kohtiin rungon vasen puoli oli valmis.

Lopuksi rungon vasen puoli kopioitiin peilikuvaksi oikealle puolelle (kuva 11).



Kuva 11. Valmis malli.

6.4 Korjaukset

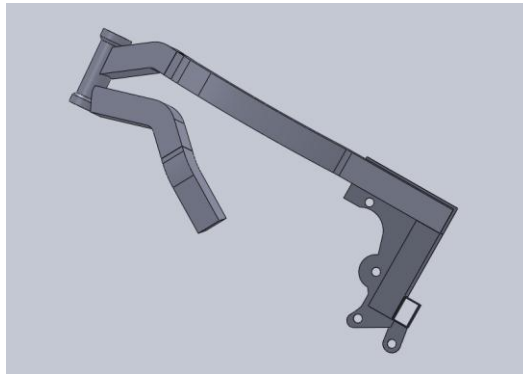
Rungon suunnittelupalaverissa rungon muoto ei ollut vielä valmis. Palaverissa keskusteltiin tuotannollisista ongelmista. Runkoon liittyvissä osissa tulisi olemaan valmistusongelmia johtuen valmistuslaitteistosta. Kehityskeskusteluiden ajatuksena oli parantaa rungon rakennetta ja miettiä eri parannusehdotuksia, joista valittiin paras vaihtoehto kehitettäväksi ja paranneltavaksi.

Runkoon tehtiin parannusehdotuksia, jotka tekivät rungosta kestävämmän, esteettisemmän ja ennen kaikkea helpomman valmistaa. Etummainen moottorinkiinnitys oli valmistuksen kannalta vaikeasti toteutettavissa johtuen useista pienistä taivutussäteistä. Tämä aiheuttaisi suuria kuroumia, jotka näyttäisivät lopputuloksessa rumilta. Etukiinnitys täytyi muokata uudelleen.

Rungon muutkin pyöreät osat aiheuttaisivat valmistusongelmia, sillä kyseessä olevan profiilin taivutus olisi haastavaa ja materiaaliin syntyisi todennäköisesti kuroutumia. Tämän seurauksena kulmista piti tehdä loivempia. Pyörän sivulinjan muoto oli sopiva 2D-mallia ajatellen.

Etukiinnityksen linja mallinnettiin toista reittiä pitkin. Aikaisemmin moottorin haluttiin olevan esillä, mutta uuden linjavedon vuoksi moottori jäi palkin taakse osittain piiloon. Vaikka muutos ei ollut moottorin näyttävyyskannalta optimaalinen, se oli välttämätön.

Uusi linja vähentäisi myös taivutusten määrää neljästä kahteen, mikä helpottaa valmistusta huomattavasti. Linjanveto alkaisi samalla tavalla kuin edellinenkin, mutta hieman loivemmassa kulmassa (kuva 12). Päälinjan mutkista tehtiin hieman loivempia, jolloin niiden taivutus olisi toteutettavissa.



Kuva 12. Paranneltu etukiinnitys.

6.5 Suunnitelman vertailu muotoilijan malliin

Toinen palaveri pidettiin yhdessä muotoilijan kanssa. 2D-kuvasta ei selvinnyt pyörän komiulotteinen rakenne, joten mallinnettu runko ei vastannut muotoilijan näkemyksen kanssa. Jokainen pyöreä kulma tuli vaihtaa terävään kulmaan. Lisäksi muotoilija esitti 2D-kuvan päälle suunnitellun runkopiirroksen. Piirroksessa näkyi runkolinjan reititys sekä siihen sopivat kulmat (kuva 13).



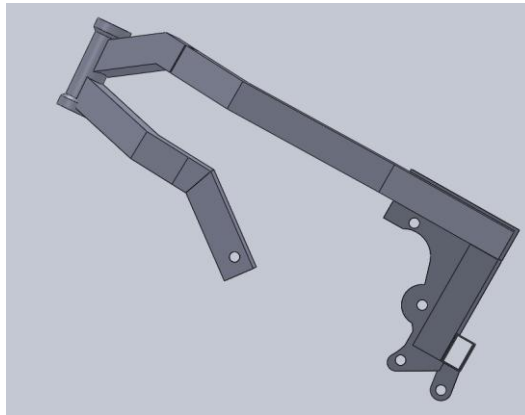
Kuva 13. Muotoilijan runkolinja.

6.6 Uudet runkokulmat

Kolmannessa luonnosvaiheessa moottoripyörän rungon muoto muuttui täysin. Uudesta kuvasta näkyy kaikki kulmat ja suunnitellut reititykset. Tämä helpotti valmistettavuutta, sillä uudet muodot sahattaisiin ja hitsattaisiin eikä taivutusta tarvittaisi.

Rungon muutostyöt alkoivat päälinjasta. Päälinjan pyöreät kohdat mallinnettiin kulmilla. Mallinnuksen vaikeus oli rungon leveyden määrittäminen, runko ei saisi levitä liikaa, mutta moottorille täytyisi jättää tilaa. Runkoa mallinnettaessa siitä täytyi ottaa mittoja. Moottori täytyi mitata sen sopivuuden varmistamiseksi.

Päälinjan ollessa valmis alakiinnitykset muutettiin samantyyllisiksi. Tärkeää oli kiinnityskohtien paikallaan pysyminen. Kiinnityskohtien siirryttyä ne täytyi saada alkuperäisille paikoille, jotta moottori saataisiin kiinni. Nämä kohdat saatiin paikoilleen muuttamalla profiilien pituuksia sekä emäputkesta lähtevää kulmaa. Tämän jälkeen rungon kolmas revisio oli valmis (kuva 14).

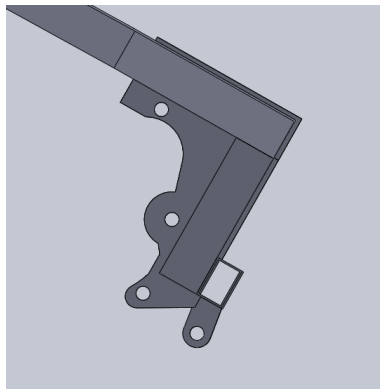


Kuva 14. Kolmas revisio.

6.7 Katselmus

Kolmannessa tarkistusvaiheessa huomattiin, ettei takakiinnitys mahtunut liikkumaan normaalisti. Takatukea oli siis muutettava ja samalla siitä oli saatava esteettisemmän näköinen. Tähän haettiin ratkaisua teräslevyn avulla, jonka materiaalina oli S355. Teräslevy korvasi suorakaideprofiilin.

Kolmannen tarkistuksen jälkeen muotoilija sovitti runkoa muihin osiin, vaikkei runko ollut valmis. Rungon muoto sopi hyvin kokonaisuuteen takatukea ja siihen liittyviä osia lukuun ottamatta (kuva 15).



Kuva 15. Takatuki.

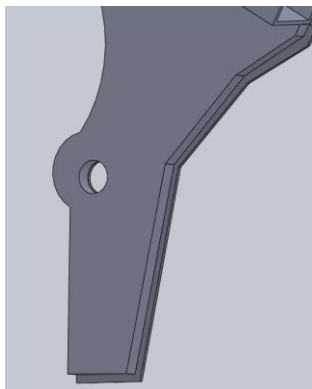
6.8 Takatuen muutokset

Neljännessä vaiheessa moottoripyörän runko alkoi saavuttaa lopullista muotoaan, ainoastaan takatukea piti muokata. Takatuki muutettaisiin teräslevyn avulla tukevaksi, jotta pitkittäistuki voitaisiin poistaa. Teräslevy hitsattaisiin takalevyyn kiinni tukemaan ja estämään siirtymiä ja nurjahduksia (kuva 16).



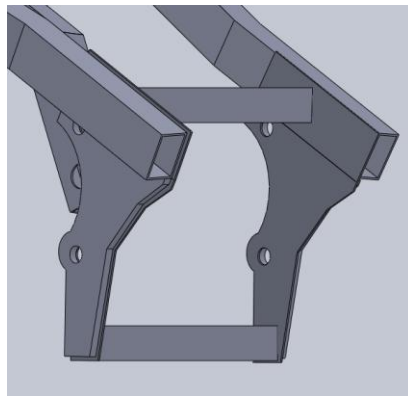
Kuva 16. Takatuki.

Tukilevy seuraisi takalevyn muotoja, mutta olisi hieman pienempi, jolloin väliin jäisi hitsausvaraa (kuva 17). Tukilevyyn täytyisi myös tehdä samat reiät kuin takalevyssä, joten sekin valmistettaisiin plasmaleikkurin avulla.



Kuva 17. Hitsaukselle jätetty hitsausvara.

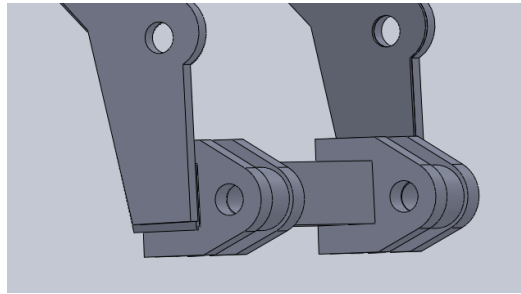
Rungon sisälle täytyi vielä mallintaa tuet. Ilman tukia moottorin ruuvien aiheuttaman voiman seurauksena moottorin runko painuisi kasaan. Tuet parantavat myös kaarreaajoa jäykistämällä runkoa ja estämällä siirtymiä. Sisätukiin saisi myöhemmin myös kiinnityskohtia, joten ne ovat hyvin tarpeellisia (kuva 18). Tuon materiaaliksi valittiin S355 40 x 40 t 3,0.



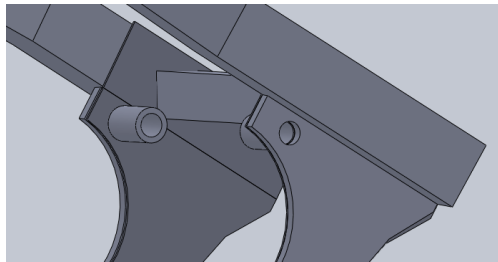
Kuva 18. Sisätuet.

6.9 Viimeistely

Lopulta rungon malli saatiin valmiiksi ja siirryttiin viimeistelyyn, jossa mallinnettiin kiinnitysosia sekä ulkonäköön vaikuttavia osia. Viimeistelyvaiheessa mallinnettiin osia, joilla kiinnitettiin takahaarukka ja moottori. Moottorin alakiinnitykseen leikataan plasmaleikkurilla teräslevystä osia. Näiden väliin laitetaan koneistetut holkit tueksi, jotka lopuksi hitsataan taka-alatukeen kiinni (kuva 19). Moottorin yläkiinnitykseen valmistetaan koneistamalla holkit, jotka hitsataan takalevyyn kiinni (kuva 20).

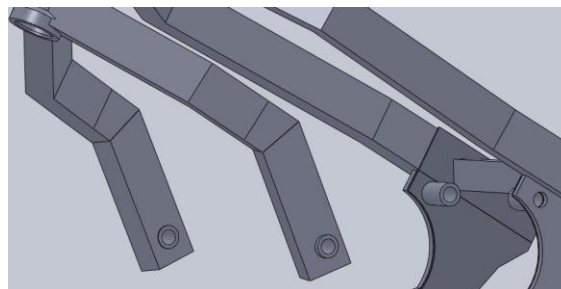


Kuva 19. Moottorin alakiinnitys.



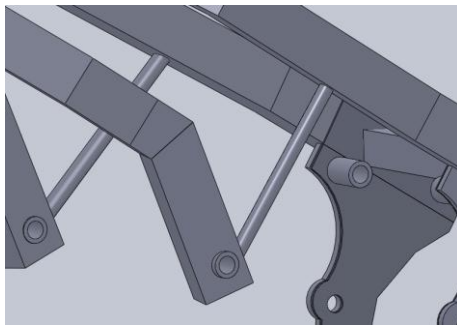
Kuva 20. Moottorin yläkiinnitys.

Moottorin etukiinnitykseen profiilipalkkiin täytyy porata reiät. Porausta vaikeuttaa profiilipalkin vinous sen geometrisen muodon vuoksi. Tästä syystä profiilipalkkiin täytyy porata reikä vinossa. Lopuksi reikään sijoitetaan myös koneistetut holkit (kuva 21) estämään profiilipalkkia menemästä lommoille ja tuomaan lisätukea.



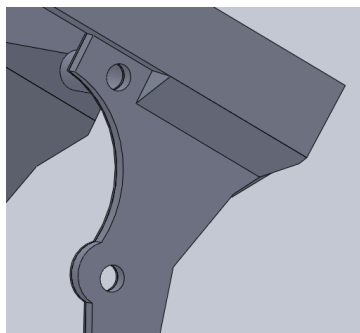
Kuva 21. Moottorin etukiinnitys.

Alakiinnityksen sekä päälinjan väliin täytyi mallintaa tuki (kuva 22), sillä moottori aiheuttaa dynaamista rasitusta. Tämä tuki pidentäisi kestoikää vähentämällä huomattavasti dynaamista kuormitusta, vaikka moottori on runkoa jäykistävä osa. Tuen tulisi olla mahdollisimman huomaamaton, joten sen paksuudeksi valittiin 20 mm.

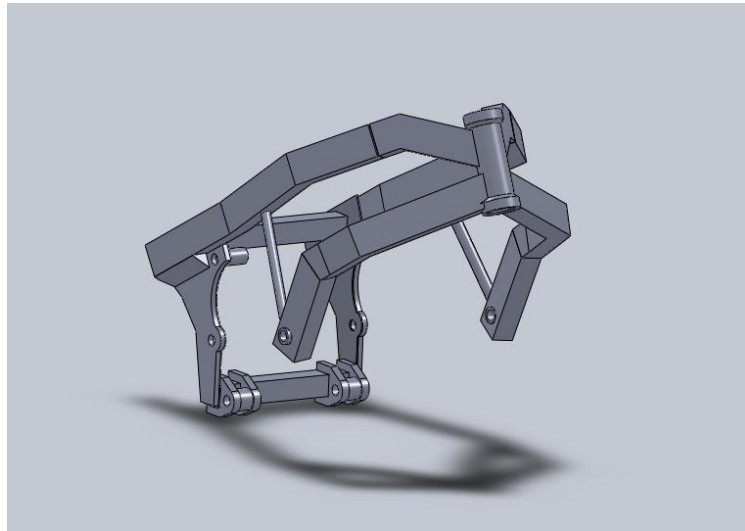


Kuva 22. Tuki joka liittää alakiinnityksen päälinjaan.

Lopuksi mallinnettiin viimeistelykappaleet, joilla saatiin päälinjan ja tukilevyn porrastusta pienemmäksi (kuva 23). Kaikkien vaiheiden jälkeen moottoripyörän runko on saanut lopullisen muotonsa (kuva 24).



Kuva 23. Päälinjan ja tukilevyn viimeistelyosa.



Kuva 24. Valmis malli.

7 VALMISTUS

7.1 Osapiirustukset

Moottoripyörän rungon osista tehtiin valmistuspiirustukset. Emäputkesta tehtiin osapiirustus, joka luovutettiin koneistajalle.

Teräslevyjen osapiirustukset annettiin leikkaajalle. Leikkaaja leikkaa teräslevyt aihioista plasmaleikkurin avulla. Osapiirustusten tarkoitus oli lähinnä varmistaa, että plasmaleikkuri leikkaisi ne virheettömästi vertaamalla osapiirustusta lopulliseen tuotteeseen leikkauksen jälkeen. Osaan leikatuista kappaleista tehdään vielä taivutus prässillä, jotta kappaleet sopisivat moottoripyörän runkoon.

Moottoripyörän rungon pääosien osapiirustuksien mukaisesti valmistetaan loput osat leikkaamalla vannesahalla. Osapiirustuksissa on ilmoitettu kappaleen pituus ja kulma yhteensopivuuden saavuttamiseksi.

7.2 Kokoonpanopiirustukset

Kokoonpanopiirustuksissa on kuvattu eri osien liitântä toisiinsa ja niiden lopullinen ulkomuoto. Kokoonpanopiirustuksista selviää myös komponentin vaatimalla tila ja siihen kuuluvat tarvikkeet. Moottoripyörän runko kasataan jigiiin, jossa saadaan kulmat sekä etäisyydet piirustusten mukaisiksi ja muuttumattomiksi hitsauksen ajaksi.

7.3 Hitsauspiirustukset

Hitsauspiirustuksissa on ohjeet hitsausmenetelmistä, hitsin pituus ja a-mitta, hitsin kohta, jaksotukset ja lisäaineet.

7.4 Liitokset ja lämpökäsittely

Liitokset valmistetaan hitsaamalla. Hitsausmuotona käytetään TIG-hitsausta. Liitokset hiotaan tasaiseksi ja runko lämpökäsitellään hitsausjännitysten poistamiseksi. Lopuksi runko pintakäsitellään korroosiota vastaan.

7.5 Rungon testaus

Runko testataan FEM-analyysillä. Hondan rungosta mitatusta mallista valmistetaan kuorielementti ja siihen lisätään vaikuttavat rasitukset. Näitä rasituksia ovat moottorin paino, kuljettajan paino sekä käytöstä syntyvät voimat. Käyttö voimat arvioidaan ja ne todetaan venymäliuskoilla. Ohjelma ilmoittaa suurimmat jännitykset ja siirtymät.

Samat toimenpiteet tehdään myös Hondan rungolle ja niitä verrataan suunnittelun rungon kanssa. Savonia Street Bike -rungon täytyy saada vähintään samat tai pienemmät arvot. Jos arvot ovat suuremmat, niin heikkoa kohtaa täytyy vahvistaa.

8 Yhteenveto

8.1 Työn tulokset

Työn tarkoituksena oli suunnitella moottoripyörän runko Savonia Street Bike moottoripyörään. Rungosta tehtiin valmistuspiirustukset, joiden avulla teollisen muotoilijan visuaalinen näkemys saadaan valmistettua toimivaksi tuotteeksi.

8.2 Pohdintaa

Projektin aikataulu oli kireä. Rungon suunnitteluun oli riittävästi aikaa, mutta valmistusteknillisistä ongelmista johtuen virtuaalinen ja todellinen runko eivät kohtaa. Valmistusvaiheessa ilmenneiden ongelmien ratkaisuun ei ole riittävästi aikaa. Viimeistelyongelmia joudutaan nyt ratkaisemaan tuotevalmistuksen tasolla. Henkilökohtaisista kiireistä johtuen projektiryhmän jäsenet eivät väliaikaisesti pystyneet osallistumaan moottoripyörän suunnitteluun.

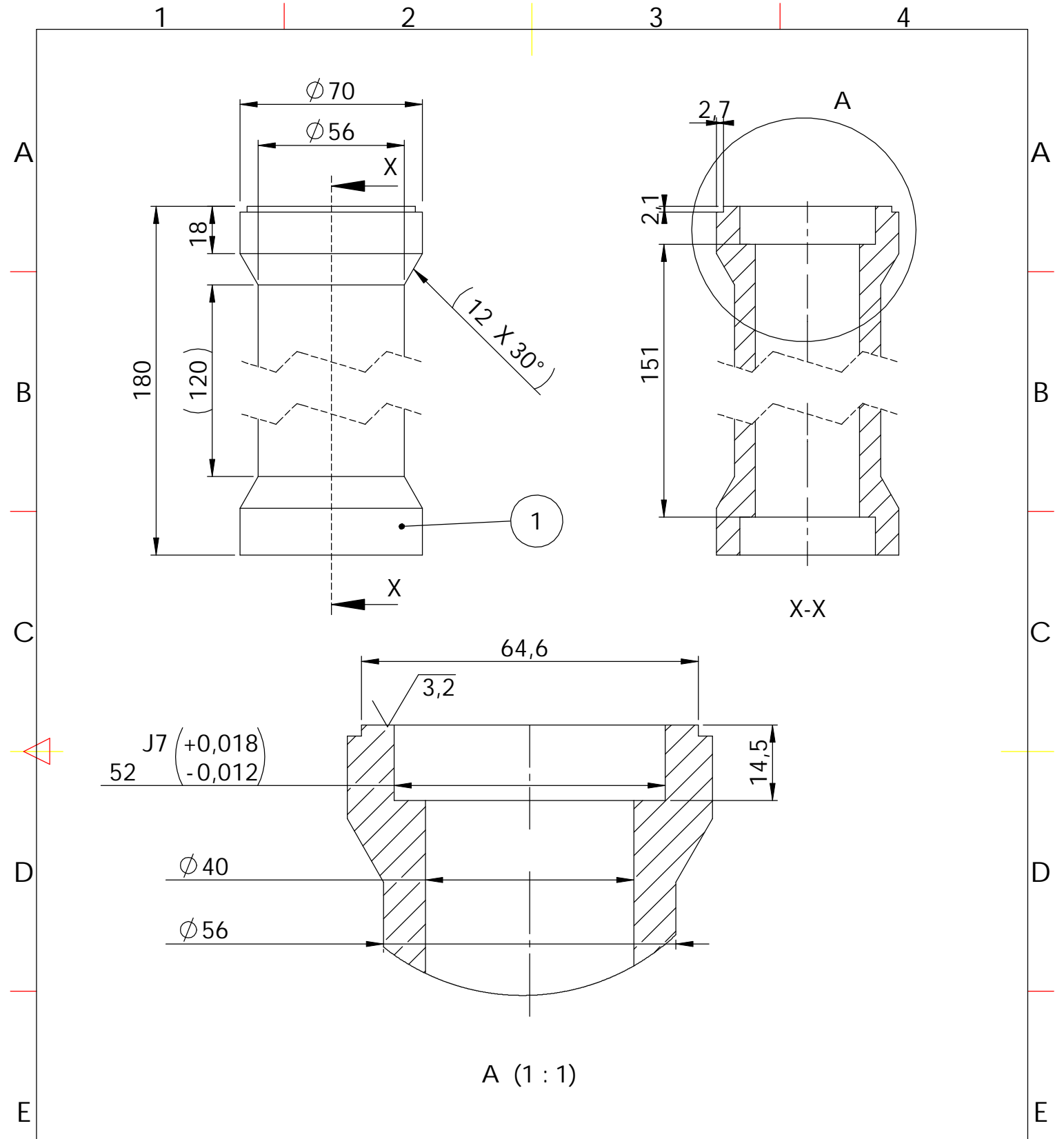
Suunnittelun alkuvaiheessa projektiryhmän välinen kommunikaatio oli puutteellista, koska tiedonsiirroissa oli ongelmia. Yhteisten palaverien edetessä kommunikaatiokin parani ja tuloksia saatiin aikaan.

Suurimmat ongelmat rungon suunnittelussa johtuvat mitoitus virheistä. Ongelmia olisi voitu välttää tarkemmilla mittauksilla ja mittalaitteistolla.

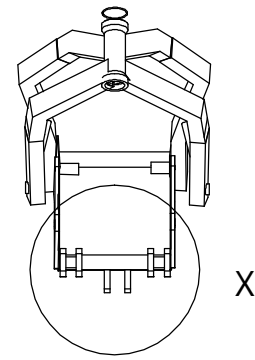
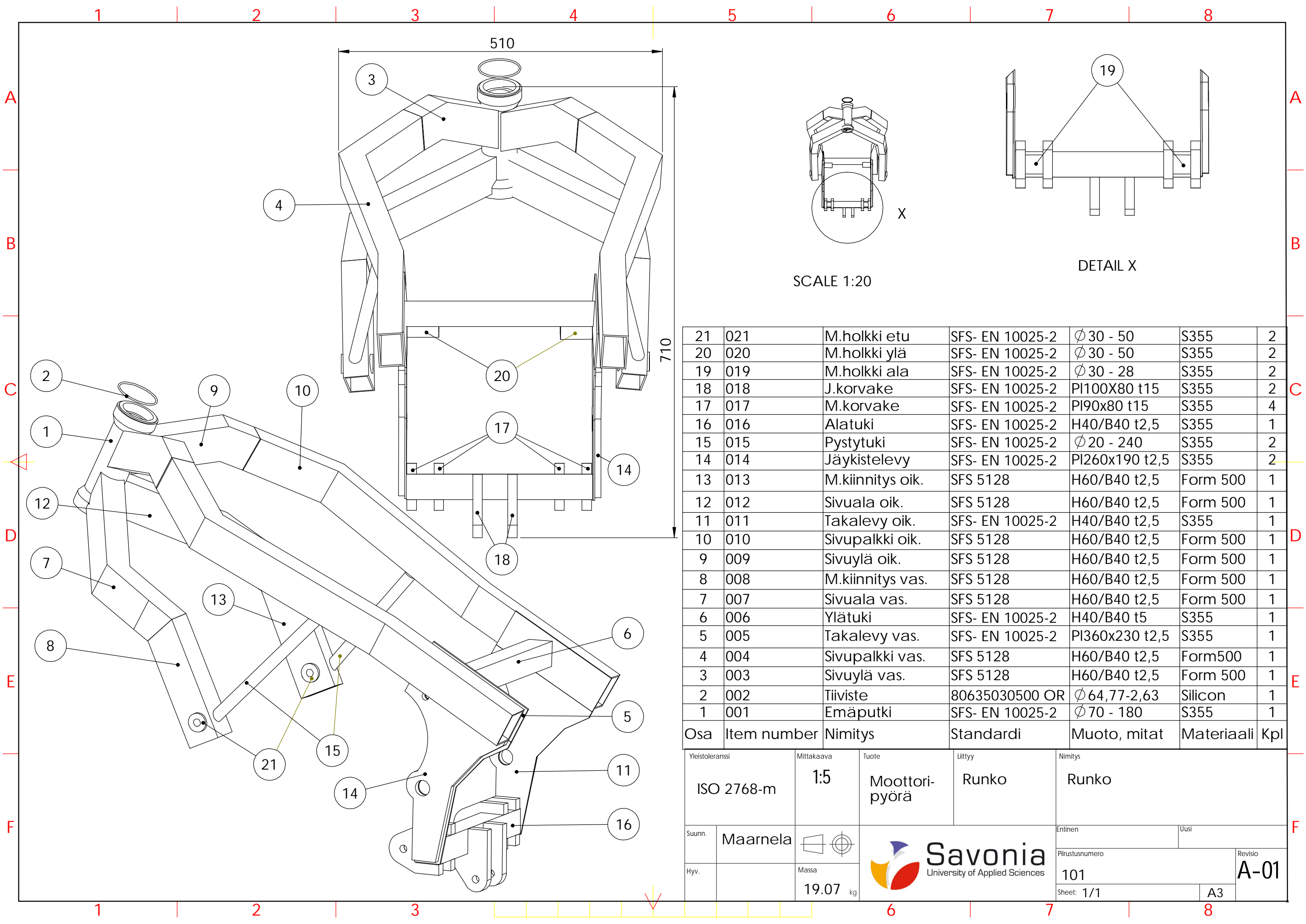
Rungon ensimmäinen versio ei toiminut johtuen T- kappaleiden osuessa runkoon ja ohjaukskulman jäädessä liian pieneksi. Tämä aiheutti sen, ettei tankoa voinut kääntää yli 25 astetta ja moottoripyörän hallinta olisi vaikeaa hitaissa nopeuksissa. Tämän seurauksena rungosta valmistetaan korjattu versio jossa kääntyvyyttä pyritään saamaan lisää.

9 LÄHTEET

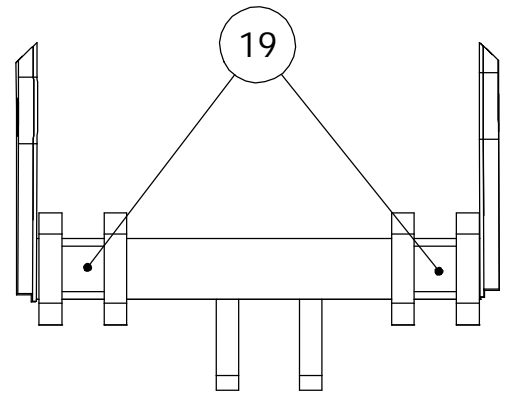
Gerhard Phal, Wolfgang Beitz. *Koneensuunnitteluoppi*. Porvoo: Metalliteollisuuden kustannus Oy, 1990.



1	001	Emäputki		SFS- EN 10025-2	Ø 70 - 180	S355	1
Osa	Item number	Nimitys		Standardi	Muoto, mitat	Materiaali	Kpl
Yleistoleranssi		Mittakaava	Tuote	Liittyy	Nimitys		
ISO 2768-m		1:2	Moottori- pyörä	Runko	Emäputki		
Suunn.	Maarnela			Entinen		Uusi	
Hyv.				Piiustusnumero		Revisio	
		Massa	001		A1		
		2.02 kg	Sheet: 1/1		A4		



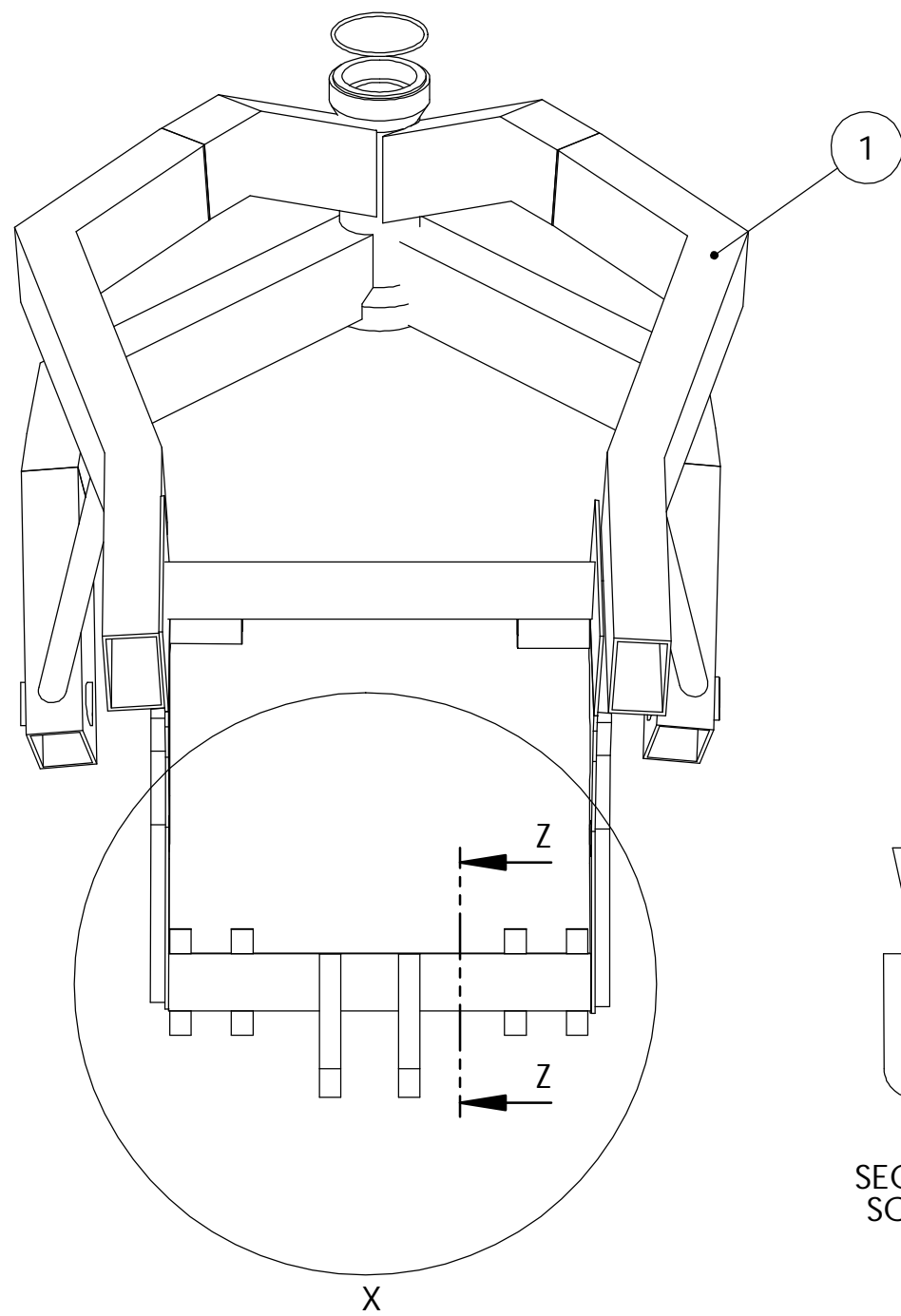
SCALE 1:20



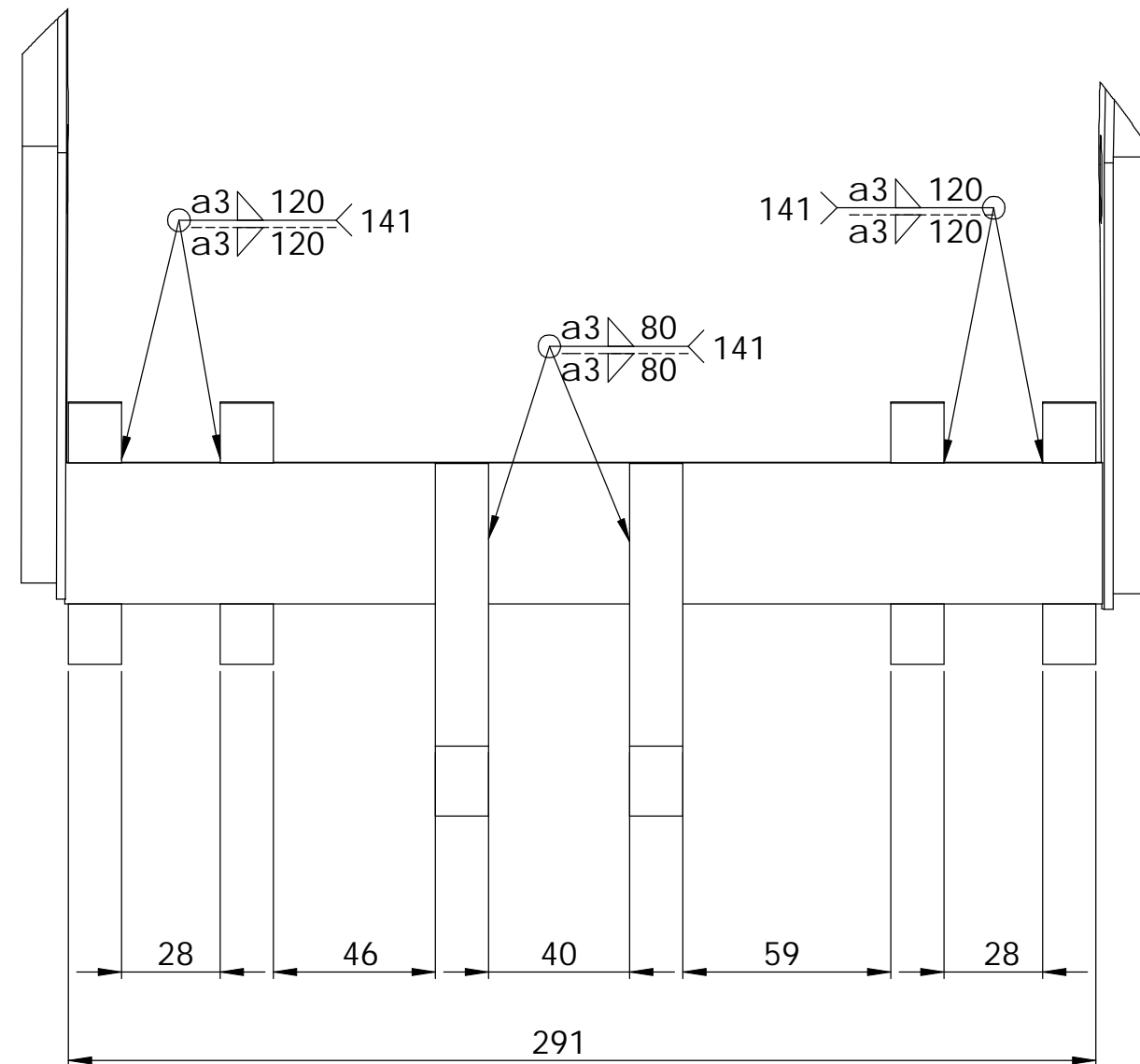
DETAIL X

21	021	M.holkki etu	SFS- EN 10025-2	Ø 30 - 50	S355	2
20	020	M.holkki ylä	SFS- EN 10025-2	Ø 30 - 50	S355	2
19	019	M.holkki ala	SFS- EN 10025-2	Ø 30 - 28	S355	2
18	018	J.korvake	SFS- EN 10025-2	PI100X80 t15	S355	2
17	017	M.korvake	SFS- EN 10025-2	PI90x80 t15	S355	4
16	016	Alatuki	SFS- EN 10025-2	H40/B40 t2,5	S355	1
15	015	Pystytuki	SFS- EN 10025-2	Ø 20 - 240	S355	2
14	014	Jäkistelevy	SFS- EN 10025-2	PI260x190 t2,5	S355	2
13	013	M.kiinnitys oik.	SFS 5128	H60/B40 t2,5	Form 500	1
12	012	Sivuala oik.	SFS 5128	H60/B40 t2,5	Form 500	1
11	011	Takalevy oik.	SFS- EN 10025-2	H40/B40 t2,5	S355	1
10	010	Sivupalkki oik.	SFS 5128	H60/B40 t2,5	Form 500	1
9	009	Sivuylä oik.	SFS 5128	H60/B40 t2,5	Form 500	1
8	008	M.kiinnitys vas.	SFS 5128	H60/B40 t2,5	Form 500	1
7	007	Sivuala vas.	SFS 5128	H60/B40 t2,5	Form 500	1
6	006	Ylätuki	SFS- EN 10025-2	H40/B40 t5	S355	1
5	005	Takalevy vas.	SFS- EN 10025-2	PI360x230 t2,5	S355	1
4	004	Sivupalkki vas.	SFS 5128	H60/B40 t2,5	Form500	1
3	003	Sivuylä vas.	SFS 5128	H60/B40 t2,5	Form 500	1
2	002	Tiiviste	80635030500 OR	Ø 64,77-2,63	Silicon	1
1	001	Emäputki	SFS- EN 10025-2	Ø 70 - 180	S355	1
Osa	Item number	Nimitys	Standardi	Muoto, mitat	Materiaali	Kpl


Yleistoleranssi		Mittakaava	Tuote	Liittyy	Nimitys	
ISO 2768-m		1:5	Moottori- pyörä	Runko	Runko	
Suunn.	Maarnela		Savonia		Entinen	Uusi
Hyv.		Massa	University of Applied Sciences		Piirustusnumero	Revisio
		19.07 kg			101	A-01
					Sheet: 1/1	A3



SECTION Z-Z
SCALE 1 : 5



DETAIL X
SCALE 1 : 2

1	901	Runko			1	
Osa	Item number	Nimitys	Standardi	Muoto, mitat	Materiaali	Kpl
Yleistoleranssi	Mittakaava	Tuote	Liitty	Nimitys		
ISO 2768-m	1:10	Moottori- pyörä	Runko	Korvakehitsi		
Suunn.	Maarnela	 Savonia University of Applied Sciences	Entinen		Uusi	
Hyv.	Massa		Piiustusnumero		Revisio	
		kg	901		A-01	
				Sheet: 1/1	A3	