

Opinnäytetyö (AMK / TAMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

TUTES12

2017

Niko Pahalahti

PAINEILMAKÄYTTÖISEN VENTTIILIVÄÄNTIMEN 3D- MALLINNUS

Niko Pahalahti

PAINEILMAKÄYTTÖISEN VENTTIILIVÄÄNTIMEN 3D-MALLINNUS

Opinnäytetyö käsittelee paineilmakäyttöisen venttiilivääntimen 3D-mallinnusta Tapa-Mec Oy:lle. Työn tavoitteena oli mallintaa yritykselle venttiilivääntimen uusimman prototyypin komponentit Solidworksilla. Tämän myötä yritys olisi voinut alkaa massatuottaman valmiiksi testattua prototyyppiä ja tämän ansiosta myymään tuotetta yrityksille. Mallinnuksen ohella yhdessä tilaajan kanssa pyrimme kehittämään tuotetta pidemmälle sekä helpottamaan käyttökokemusta.

Työ aloitettiin kartoittamalla yrityksen tarpeet opinnäytetyötä varten. Kun tavoitteet oli päätetty, aloitettiin jo olemassa olevien piirustuksien läpikäynti. Kun arkistoista oli suodatettu vanhat kuvat pois, voitiin aloittaa komponenttien mitoittaminen joista ei löytynyt piirustuksia. Mitoittamisen jälkeen voitiin siirtyä itse mallintamiseen tietokoneelle. Kun komponentit oli mallinnettu luotiin osakokoonpanot ja lopullinen kokoonpano. Tämän jälkeen määritettiin vielä komponenttien materiaalit oikeiksi tulevaisuuden valmistuksen varalta.

Opinnäytetyön ansiosta Tapa-Mec Oy pystyi kartoittamaan tarkemmin komponenttien sekä osakokoonpanojen valmistuskustannuksia. Ja tämän myötä yrityksellä on mahdollisuus alkaa massatuottamaan sekä myymään eteenpäin venttiiliväännintä. Lisäksi muutosten sekä tuotteen kehittäminen onnistuu pienemmällä työllä kuin aiemmin. Muutamia komponentteja on alettu jo valmistamaan ja on todettu, että mitoitukset sekä materiaalit valinnat ovat olleet hyviä.

ASIASANAT:

3D-mallinnus, SolidWorks, venttiiliväännin.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Production engineering

2017 | 17 pages

Niko Pahalahti

PNEUMATIC VALVEGUN 3D-MODELLING

[Click here to enter text.](#)

The thesis deals with 3D modelling of a pneumatic valvegund for Tapa-Mec Oy. The goal of the thesis was to model the latest prototype components of the valvegund with SolidWorks. With this, the company could have started mass-produced pre-tested prototypes and this will enable it to sell the products to businesses. Along with modelling, we are working together with a subscriber to develop beyond the product and to facilitate the user experience.

The work was started by mapping the company's needs for the thesis. Once the goals had been decided, an examination of already existing drawings was started. When the old images were filtered out of the archives, dimensions of the components could not be started without any drawings. After designing, you could move yourself to modelling your computer. After the components had been modelled, the part assemblies and the final assembly were created. Subsequently, the materials of the components were further determined for future manufacture.

Thanks to the thesis project, Tapa-Mec Oy could identify the cost of manufacturing components and part assemblies more accurately. And with this, the company could start mass production and sell the valve gun. In addition, the development of the changes and the product succeeds with a smaller work than before. Some components have already begun to be manufactured and it has been found that the dimensions and materials choices have been good.

KEYWORDS:

3D-modelling, SolidWorks, valvegund

SISÄLTÖ

| | |
|---|-----------|
| 1 JOHDANTO | 1 |
| 2 PAINEILMAKÄYTTÖINEN VENTTIILIVÄÄNNIN | 2 |
| 3 YLEISTÄ 3D-MALLINNUKSESTA | 4 |
| 3.1 Miksi 3D-mallinnus? | 4 |
| 3.2 Piirremallinnus | 4 |
| 3.3 Kokoonpano | 5 |
| 3.4 SolidWorks | 5 |
| 3.5 Kokoonpanon luonti | 5 |
| 4 KAPPALEIDEN MALLINTAMINEN | 7 |
| 4.1 Venttiilivääntimen runko | 7 |
| 4.1.1 Vääntötappienrunko | 7 |
| 4.1.2 Runkosuoja | 7 |
| 4.1.3 Alalaakeripesä | 8 |
| 4.1.4 Ulkovaippa | 8 |
| 4.1.5 Ylälaakeripesä | 8 |
| 4.1.6 Kara-akseli | 8 |
| 4.2 Tartuntakynnet | 9 |
| 4.3 Paineilman säätö | 9 |
| 4.3.1 Paineilmaventtiilin telakka | 9 |
| 4.3.2 Paineilmaputkien urat | 10 |
| 4.3.3 Suojaputki | 10 |
| 4.3.4 Säätökahva | 10 |
| 4.4 Runko-osat | 10 |
| 4.5 Haarukka | 11 |
| 4.5.1 Haarukan kynnet | 11 |
| 4.5.2 Säätökahva | 11 |
| 4.5.3 Haarukan säätörattaat | 12 |
| 5 KOKOONPANOT | 13 |
| 5.1 Venttiilivääntimen runko | 13 |
| 5.2 Haarukka | 14 |

| | |
|---------------------|-----------|
| 5.3 Kokoonpano | 14 |
| 6 YHTEENVETO | 16 |
| LÄHTEET | 17 |

TAULUKOT

Taulukko 1. Suorituskykytaulukko

Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty.

1 JOHDANTO

Alussa kerrotaan lyhyesti yrityksestä ja venttiilivääntimen toimintaperiaatteesta. Lisäksi mallinnusohjelman toiminnoista ja 3D-mallinnuksen nykyajan käyttötarkoituksia nykyajan teollisuudessa. Sen jälkeen kerrotaan tarkemmin kappaleiden mallinnuksesta, niiden toiminnasta kokoonpanossa sekä kyseisen kappaleen kehitystyöstä.

Tepa-Mec Oy turkulainen yritys joka on voimansiirtolaitteiden ja vinssien valmistukseen ja myyntiin erikoistunut yritys. Päätuotteita ovat kaapeliveto- ja mastovinssit, paineellisen putkenporauslaitteet ja vääntimet, jotka ovat syntyneet oman tuotekehityksen tuloksena.

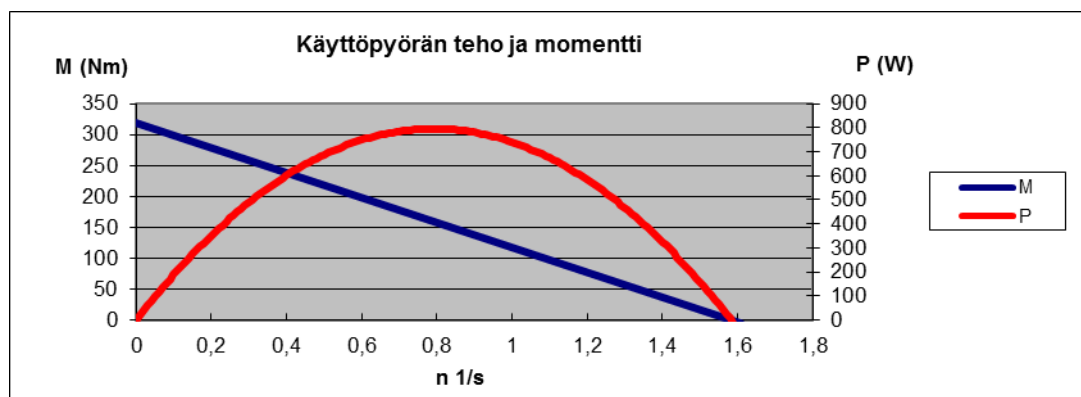
Työn tavoitteena on 3D-mallintaa yrityksen paineilmakäyttöinen venttiiliväännin. Opin- näytetyön toimeksiantajana toimii turkulainen yritys Tepa-Mec Oy. Yrityksellä oli venttiilivääntimestä vain yksi prototyyppi ja muutama piirustus sen osista. Jotta venttiiliväännintä pystyttäisiin myöhemmin markkinoimaan paremmin ja massatuottamaan tuotetta yrityksellä oli tarve saada 3D-mallinnetut kuvat siitä. Opinnäytetyön seurauksena yritys pystyy selvittämään tarkemmin eri komponenttien hinnat ja niiden kustannuksen sekä vääntimen jälleenmyynti arvon. Pohjana opinnäytetyölle yritykseltä löytyi vanhemman mallin 3D-mallinnuskuvia sekä muutamia käsin piirrettyjä kuvia. Mallinnusohjelmalla toimi Solidworks 2016.

2 PAINEILMAKÄYTTÖINEN VENTTIILIVÄÄNNIN

Venttiiliväännin on tarkoitettu käsiventtiilien operoinnin helpottamiseen ja nopeuttamiseen korvaamalla käsin tai mekaanisen venttiiliavaimen avulla tapahtuva käsipyörä käyttö. Laite soveltuu kiinnitettäväksi suoraan lähes kaiken mallisiin käsipyöriin, jotka ovat sen kiinnitysleukojen kehän halkaisijaa suurempia sekä käytettäväksi niin vaakakuin pystyasennossa olevien venttiilien kanssa. Paineilmakäytöstä johtuen laite soveltuu käytettäväksi ATEX-luokitelluilla alueilla.

Väännin on varustettu Atlas Copco -lamellimootorilla. Laitteen käyttöpyörän maksimivääntömomentti on 320 Nm, joka vastaa paineilmamootorin minimikierroksia. Tätä suuremmat vääntömomenttiarvot vastaavat pahasti jumiutuneita tai erittäin jäykkiä venttiilejä, jotka vaativat huoltoa, eikä laitetta tule yrittää käyttää niiden operointiin. Käytettäessä työkalua oikein kiinnitysleuat ja tukivarsi varmistavat, ettei laite pääse irtomaan käsipyörästä tai kääntymään reaktivoiman vaikutuksesta käytön aikana.

Paineilmamootorin ominaisuuksiin kuuluu, että vääntömomentin kasvaessa pyörimisnopeus laskee ja päinvastoin. Taulukossa 1 on esitetty laitteen suorituskykykäyrästä, joka vastaa kuristamatonta ilmavirtausta 6,3 bar ylipaineella. Siitä nähdään, että suurin pyörimisnopeus ilman vastusta on 1,6 kierrosta sekunnissa ja maksimivääntömomentti saavutetaan laitteen pysähtyessä. Teho ja hyötysuhde ovat suurimmillaan operointialueen puolivälissä.



Taulukko 1. Suorituskykytaulukko

Näistä ominaisuuksista seuraa joitain tärkeitä etuja. Pyörimisen aloittaminen on helppoa koska maksimimomentti on heti käytössä. Laitteella voidaan operoida vaivatta varsin raskaita venttiileitä ja toisaalta erittäin nopeasti kevyempiä.

Käytössä laitteen pyörimisnopeutta ja momenttia säädetään kuristamalla virtausta jolloin käyttöpaine laskee, ja käyrät siirtyvät alaspäin. Käytännössä mm. voitelu sekä liitäntäletkun pituus ja halkaisija vaikuttavat käyttöpaineeseen ja siten myös suorituskykyyn.

TEPA VALVE GUN @ 6,3 bar

| | |
|-----------------------|-------------|
| Maksimiteho: | 0,8 kW |
| Pysäytysmomentti: | 320 Nm |
| Vapaa pyörimisnopeus: | 1,6 r/s |
| Maksimi ilmankulutus: | 18 l/s |
| Massa: | 15 kg |
| Melutaso, 1 m: | 84 dB (A) |
| Käyttölämpötila: | -20..+60 °C |

3 YLEISTÄ 3D-MALLINNUKSESTA

3.1 Miksi 3D-mallinnus?

3D-mallinuksen avulla pystytään esittelemään tuotetta tai sen toimintaa, johon pelkätään piirustus tai video ei pysty. Tällä tavoin tuotteen visualisointi on huomattavasti helpompaa esimerkiksi yleisölle, jolla ei ole tuotteesta entuudestaan tarpeellista tietoa. 3D-mallinuksen avulla voidaan myös purkaa kokoonpano osiin, jonka myötä sen toimintaa on helpompi havainnollistaa esimerkiksi opetuskäytössä. Lisäksi prototyyppien muokkaaminen sekä tuotekehitys onnistuu helposti 3D-mallinuksen avulla.

3.2 Piirremallinnus

Piirremallinnus koostuu monesta piirteestä. Ensimmäinen piirre on niin sanottu aihio tulevalle kuvalle tai kokonaisuudelle. Piirustuksen edetessä aihioon lisätään, poistetaan tai muokkaamalla sen pintoja muodostuu haluttu kokonaisuus tai sen osa. Mallinuksen alkuvaiheessa kappale on melko karkea, joka tulevien prototyyppien sekä suunnitteluprosessin myötä muokkaantuu lopulliseen aihioon ja sitä myötä valmistukseen. (Hietikko 2012, 23.)

Piirteet ovat pohjia tuleville muodoille, joita halutaan luoda. SolidWorks sisältää neljä eri piirretyyppiä: sijoitettu piirre, sketsattu piirre, monistettu piirre sekä apupiirre. Sketsattuja piirretyyppejä ovat: pursotus (extrude), sweep, loft, coil, hole sekä pyörähdys eli revolve. Edellä mainittujen suorittamista varten tarvitaan peruspiirre. Sijoitettuihin piirteisiin ei vaadita erillistä peruspiirrettä vaan niitä ovat esimerkiksi chamfer sekä fillet, jotka muokkaavat muun muassa kappaleen kulmia. Monistetulla piirteellä tarkoitetaan peruspiirteen kopiointia, jonkin tietyn säännön avulla, näitä ovat circular pattern, linear pattern sekä mirror. Kyseisten sääntöjen avulla pystytään esimerkiksi monistaan peruspiirre jo olemassa olevan kappaleen kehälle. Apupiirteitä ovat plane sekä axis lane. Näiden avulla pystytään luomaan piirteitä paikkoihin, johon peruspiirteet eivät riitä, kuten piirretaso kappaleen tietyn pinnan tasolle. (Hietikko 2012, 71–72.)

3.3 Kokoonpano

Kokoonpano koostuu kahdesta tai useammasta mallinnetusta kappaleesta. Kun kappaleet on valittu, ne tuodaan kokoonpano ohjelmaan. Tämän jälkeen kappaleiden välille pystytään luomaan erilaisia yhteyksiä (mate), jotta ne asettuvat halutulla tavalla tosiinsa nähden, kuten tiettyjen sivujen olevan toisiaan vasten. Kokoonpano vaiheessa voidaan vielä luoda uusia apupiirteitä tai tasoja, joiden avulla voidaan luoda yhteyksiä kappaleiden välille. Kappaleet, joista kokoonpano on kasattu, kutsutaan komponenteiksi. Komponentit voivat olla jo itsessään kokoonpanoja, jolloin näitä kutsutaan osakokoonpanoiksi. Liikkuvat osat voidaan mallintaa liikkuvina kokoonpanoihin, jolloin ne säilyttävät kinematiikkansa, jonka myötä kokoonpanoa voidaan testata ilman fyysistä kokonaisuutta. (<https://savonia-solidworks.wikispaces.com/Kokoonpanot>)

3.4 SolidWorks

SolidWorks on parametrinen 3D-suunnitteluohjelma, joka sisältää pintamallinnus- sekä tilavuustyökaluja. Ohjelmistoa käytetään hyvin erilaisten yksittäisten kappaleiden, kuten koneiden ja työvälineiden suunnittelussa. (www.solidworks.fi)

3.5 Kokoonpanon luonti

Venttiilivääntimen mallinnuksen käytettiin SolidWorks 2016 -suunnitteluohjelmaa. Suurimmasta osasta kappaleista tuli ottaa manuaalisesti mitat, jonka jälkeen mallintaa ne SolidWorksilla. Venttiilivääntimen vanhemmasta mallista oli kuitenkin tehty jo 3D-mallit, jonka muutamaa komponenttia muokkaamalla oli mahdollista saada päivitetty versio niistä. Työskennellessä venttiilivääntimen parissa pyrimme myös kehittämään nykyistä versiota parempaan suuntaan, jonka myötä opinnäytetyöstä syntyvä versio ei täysin täsmää fyysistä kokoonpanoa.

Lähes kaikki komponentit luotiin käyttäen parametrista piirremallinnusta. Kokoonpano luotiin niin sanotulla Bottom-Up-periaatteella eli kaikki komponentin mallinnettiin ennen

kokoonpanon luontia. Komponenttien valmistuttua luotiin kolme pienempää osakokoonpanoa, josta kasattiin varsinainen kokoonpano. Lopullinen malli luotiin tekemällä komponenttien välille ehtoja siten, että niistä syntyi toimiva kokonaisuus, jota voidaan jälkikäteen tarkastella. (Hietikko 2012, 135.)

4 KAPPALEIDEN MALLINTAMINEN

4.1 Venttiilivääntimen runko

4.1.1 Vääntötappienrunko

Runkoon on asetettu 15 joustavaa tappia, joiden tarkoitus on luoda vääntö haluttuun venttiiliin. Jokainen tapeista joustaa suojaputken sisään, minkä myötä runko käy lähes jokaiseen venttiiliin. Tappien kehän suunnittelussa käytettiin jo olemassa olevaa piirustusta, jonka pohjalta luotiin poikkileikkaus kuva. Poikkileikkauksen valmistuttua käytettiin Solidworksin pyörähdystoimintoa. Tämä piirros muodostuu, kun sketsi pyörähtää akselinsa ympäri. Lopuksi tehtiin hole wizard -toiminnolla standardin mukaiset paikat M6 pulteille. Väännintapit ja niiden suojaputket luotiin pursotustoiminnolla. Tämän jälkeen luotiin ehdot osakokoonpanolle yhdelle tapille sekä sen suojaputkelle. Kun yksi osa oli saatu asetettua paikoilleen, kopioitiin toiminta circular pattern -käskyllä, jolloin väännintapit sekä niiden suojaputken asettuivat paikoilleen.

4.1.2 Runkosuoja

Runkosuojan on tarkoitus suojata vääntötappienrunkoa sekä itse vääntötappeja iskuilta. Kappale aloitettiin luomalla piirremallinnuksella kehän reunat, jonka jälkeen kappale pyöräytettiin origon ympäri revolve toiminnolla. Tämän jälkeen luotiin uusi plane kehän reunalle, jotta saadaan piirrettyä pulttien paikat. Yhden reiän paikat määritettyä käytettiin circular pattern -toiminta, jonka avulla saatiin kopioitua riittävä määrä pulttien paikkoja kehälle.

4.1.3 Alalaakeripesä

Laakeripesän tarkoitus on pitää vääntimen suojakuoren alareuna oikealla paikallaan. Kappaleesta tehtiin aluksi sen pohja pursotustoiminnolla. Tämän jälkeen käytettiin pyörähdystoimintoa, jonka avulla tehtiin laakeripesän keskiö. Kappale tuli tehdä kahdessa osassa, koska näin saatiin luotua suojakuorelle urapaikat. Lopuksi vielä tehtiin hole wizard -toiminnon avulla reiät pulteille kappaleeseen.

4.1.4 Ulkovaippa

Ulkovaipan tarkoitus on suojata venttiilivääntimen kara-akselia. Kappaleesta luotiin aluksi vaippa pursotustoiminnolla. Tähän jätettiin kuitenkin aukko, jotta siihen saadaan asennettua tulevaisuudessa kiinnityskohta lopulle kokonaisuudelle. Tämän jälkeen vaippaan luotiin ulokkeet pursotustoiminnolla, joista leikattiin vielä ylimääräiset palat pois, jotta vaippa saadaan asennettua ylä- sekä alalaakeripesään. Lopuksi tehtiin hole wizard -toiminnolla pulteille reiät, sekä pyöristettiin vaipan ja ulokkeiden reunat.

4.1.5 Ylälaakeripesä

Ylälaakeripesä luotiin samoilla toiminnoilla kuin alalaakeripesäkin. Pohja kappaleelle saatiin pursotustoiminnolla, jonka jälkeen tehtiin piirre keskiölle, jotta saadaan urat ulkovaipalle. Kappale viimeisteltiin hole wizard -toiminnolla, jolla paikannettiin pulttien paikat.

4.1.6 Kara-akseli

Kara-akseli on koko venttiilivääntimen keskiössä. Siihen kiinnittyy ja sen ympärille rakennetaan venttiilivääntimen komponentit. Kara-akselille luotiin piirremallinnuksella reunat sekä apuviiva pyörähdystoiminnolle. Tämän jälkeen akseli oli valmis pulttien reikiä lukuun ottamatta.

4.2 Tartuntakynnet

Tartuntakynsien tarkoitus on pitää vääntimen runko paikallaan sitä käytettäessä. Osakokoonpanon on toimintaperiaatteeltaan samantapainen kuin auton ikkunaveivi. Tartuntakynnet liikkuvat, kun osakokoonpanon ulointa kahvaa käännetään. Kahva on 3D-tulostettu, sekä sen kiinnitysalustana toimii auton ikkunaveivin varaosa. Tämä kokonaisuus kiinnittyy suojalevyyn, jonka taakse jää ikkunaveivin koneisto eli tartuntakynnet sekä niiden rattaat. Rattaiden taakse tulee pieni korotuspala, joka rajoittaa tartuntakynsien pyörimisen tietylle alueelle. Edellä mainitut osat kiinnittyvät polyasetaalista valmistettuun kiskoon, joka puolestaan kiinnitetään rungon suojan kehälle. Osakokoonpano viimeisteltiin ruuveilla sekä sokalla kahvaan ja sen alustaan.

4.3 Paineilman säätö

4.3.1 Paineilmaventtiilin telakka

Kappaleen mallintaminen oli yksi vaikeimmista tehdä, sillä siitä ei ollut valmiiksi mittoja, valmistajan sivuilta ei saanut niitä sekä kappale oli vaikean mallinen saada tarkkoja mittoja. Kappaleen mallintamien aloitettiin ottamalla käsin tärkeimmät mitat, joiden avulla saatiin aihio tulevalle kappaleelle. Tämän jälkeen pyrittiin tarkentamaan mittoja kokoonpanon muiden kappaleiden avulla, josta saatiin jo melko tarkka malli komponentille. Kappaleen mallintaminen aloitettiin luomalla levy, joka tulee venttiilivääntimeen kiinni. Kappale luotiin pursotustoiminnolla, jonka jälkeen siihen luotiin fillet-toiminnon avulla pyöreät reunat. Tämän jälkeen luotiin pursotustoiminnon avulla 15 mm ontto ympyrä. Ympyrään lisättiin yhtä suuri ympyrä, johon lisättiin vielä sivulle olakkeet, joihin saadaan ruuvit, joiden avulla saadaan paineilmaventtiilin putki kiristettyä. Lopuksi kappaleeseen lisättiin pyöristettyjä reunoja fillet-toiminnon avulla, jotta siitä saadaan mahdollisimman yhdenmukainen alkuperäisen kappaleen kanssa, sekä hole wizard -toiminnolla reikien paikan.

4.3.2 Paineilmaputkien urat

Komponentin tehtävä on ohjata paineilmaputket oikeille urille, sekä suojata putkia iskulta. Kappaleesta luotiin aluksi pyörähdystoiminnon avulla aihio paineilmaputkien urille. Tämän jälkeen luotiin reiät paineilme putkille sekä pienet olakkeet putken sivuille.

4.3.3 Suojaputki

Suojaputken tarkoitus on suojata venttiilivääntimen ilmasuuttimia. Kappaleesta ei ollut valmiina piirustuksia, joten ne tuli mitata käsin. Kappale oli varsin yksinkertainen mallintaa, sillä piirremallinnuksen avulla luotiin onton putken piirteet, jonka jälkeen käytettiin pursotustoimintoa. Lopuksi luotiin vielä osakokoonpano, johon lisättiin suojaputken palat, joiden avulla saadaan pulttien kanssa kiristettyä suojaputki venttiilivääntimen runkoon kiinni.

4.3.4 Säätokahva

Kahvan tehtävä on sulkea ja avata ilman virtaus venttiilivääntimeen. Kahvan toimintaperiaate on sama kuin kaasukahvalla, eli vääntämällä vasemmalle se avaa ilmanvirtauksen ja kun taas kahvan palauttaa alkuasentoon ilman virtaus lakkaa. Kahva luotiin pursotustoiminnon avulla jonka, jälkeen toiseen päähän luotiin pienet viisteet. Toisena palana osakokoonpanossa on metallinen pääty pala vahvikkeena, jonka tehtävä on rajoittaa kahvan liikesädettä. Kappale toteutettiin pursotustoiminnon avulla. Kokoonpanossa metallinen pääty pala suunnattiin kahvan leveämmän päädyn kanssa kohdakkain.

4.4 Runko-osat

Rungon tehtävä on yhdistää alahaarukka, joka estää koko laitteen pyörimisen paineilman seurauksena, sekä venttiilivääntimen runko. Runko koostuu seitsemästä erilaisesta

osasta. Ensimmäinen niistä yhdistää suojaputken alahaarukan säätökiskoon. Se luotiin pursotustoiminnon avulla, jonka jälkeen siitä tehtiin shell-toiminnon avulla ontto. Lopuksi tehtiin reiät säätökiskon säätöpainikkeelle ja reikä ruuvimeisselille säätökahvan irrottamista varten. Silta suojaputken ja säätökiskon välillä kiinnittyy, kiskon uralle. Kappaleen mallinnus tapahtui pursotustoiminnon avulla käsintehtyjien mittojen perusteella. Pursotuksen jälkeen tehtiin paikka säätökiskon painikkeelle. Jotta kiskon ura sekä säätökisko saadaan tiiviiksi, näiden väliin asennetaan polyasetaalista valmistetut lisäpalat.

Säätökiskon tehtävänä on asettaa haarukka sopivalle paikalle, jotta se saadaan asetettua venttiiliin kiinni. Kiskoon luotiin reilusti reikiä hyvien säätömahdollisuuksien takaamiseksi. Kiskon loppupäähän tehtiin vielä reiät ruuveille, sekä ontto keskiosa.

Kiskon säätämisen helpottamiseksi valmistettiin vetotappi kiskon toiseen päähän polyasetaalista. Vetotappi tehtiin pursotustoiminnolla Solidworksilla.

Haarukkaan kiinnittyvään päähän tehtiin kiinnityskappale. Kappaleesta tehtiin karkea malli aluksi pursotustoiminnolla, jonka jälkeen sen alareunaan luotiin viisteet sekä pyöristettiin yläreunat. Jotta kappale saatiin kiinnitettyä kiskoon kiinni, sen tasasivulle tehtiin olakkeet, sekä ruuvin reiät niihin. Kappale viimeisteltiin pienellä uralla, johon saadaan haarukan säätökahva kiinnitettyä.

4.5 Haarukka

4.5.1 Haarukan kynnet

Haarukan mallinnus aloitettiin sen kynsien luomisesta, koska se oli helpoin kappale kokoonpanossa. Kynsien mittoja ei entuudestaan löytynyt, joten niiden sisä- ja ulkohalkaisija sekä pituus tuli mitata ennen niiden mallintamista. Piirremallinuksessa luotiin sisä- ja ulkokehä, jonka jälkeen ne pursotettiin oikeaan pituuteen.

4.5.2 Säätökahva

Säätökahvan tehtävä on kääntää rattaita ja sen myötä haarukan kynsiä kiinni tai auki. Kappaleesta ei ollut mittoja valmiina, joten ne tuli tehdä mitata etukäteen. Piirremallinuksessa luotiin aluksi kahvan putki pursotustoiminnolla, jonka jälkeen luotiin sen nuppi.

Nuppi mallinettiin aluksi paksuimmasta kohtaa pursotustoiminolla, jonka jälkeen sen päihin lisättiin kaksi kapeampaa kerrosta pursotuksen avulla kuvan mukaisesti.

4.5.3 Haarukan säätörattaat

Haarukan säätörattaiden mallinnus lukeutui vaikeimpien kappaleiden listalle, sillä rattaiden suojakuorelle ei ollut piirustuksia valmiina, sekä niiden tarkkojen mittojen ottaminen oli hankalaa. Rattaisiin oli valmiiksi CAD-piirustukset, joten ne tuli vain muuttaa Solidworksille sopivaan muotoon. Rattaiden suojakuoren mallintaminen aloitettiin ottamalla mitat itse rattaista, jonka jälkeen aloitettiin mallintamaan karkeaa aihiota. Ensimmäisen mallituksen jälkeen kokeiltiin Solidworksin kokoonpano toiminnolla, miten rattaat sopivat suojakuoreen. Tämän jälkeen kyseinen toiminta toistettiin tarpeeksi monta kertaa, kunnes suojakuoresta saatiin mahdollisimman lähelle fyysistä kappaletta. Suojakuoren valmistuttua osakokoonpanoon lisättiin vuorotellen välikappale sekä ratas, kunnes rattaita oli neljä kappaletta. Kun osakokoonpano oli valmis, se kopioitiin. Kopiosta poistettiin turhat välikappaleet, jonka jälkeen kaksi osakokoonpanoa liitettiin yhteen ja rattaille luotiin ehdot, jotta ne pysyvät yhdessä.

5 KOKOONPANOT

5.1 Venttiilivääntimen runko

Rungon kokoonpano rakennettiin ensimmäisenä, koska se on kokoonpanon keskiössä. Kokoonpano aloitettiin lisäämällä vääntimen rungon kehälle sen suoja. Seuraavaksi kokoonpanoon tuotiin kara-akseli ja sen alareuna kohdistettiin vääntimen rungon alareunan kanssa sekä molempien komponenttien ruuvien reiät kohdistettiin keskenään. Lopuksi haettiin solidworksin työkalu ohjelmalla oikeat ruuvit ja asennettiin ne paikoilleen.

Kokoonpanoon tuotiin seuraavaksi alalaakeripesä. Sille oli luotu kara-akseliin levennys, johon se saatiin asetettua. Alalaakeripesän urille tuotiin ulkovaippa. Molempien komponenttien ulokkeet asetettiin kohdakkain mate komennolla sekä näiden päälle tuotiin vielä ylälaakeripesä samaan asentoon. Tämän jälkeen asetettiin pultit ylä- sekä alalaakeripesän reikiin paikoilleen.

Viimeisinä osina kappaleeseen lisättiin ylälaakeripesän sekä kara-akselin yläreunaan tiivisterengas sekä tähän käsisuoja. Tiivisterenkaan alapinta sekä ylälaakeripesän pinnat ja näiden reunat kohdistettiin toistensa kanssa, jonka myötä ne asettuivat paikoilleen. Käsisuojan pulttien reiät asetettiin tiivisterenkaan kanssa kohdakkain sekä ulkokehät toistensa kanssa. Osat viimeisteltiin pultein tiivisterenkaan reikiin.

Kokoonpano viimeisteltiin lisäämällä ulkovaipan sekä laakeripesien ulokkeeseen levy, johon saadaan paineilmaventtiilit kiinnitettyä. Levyssä asetettiin vastakkaiset pinnat kiinni toisiinsa sekä pulttien reiät kohdakkain. Lopuksi ulkovaippaan kiinnitettiin vielä kahva kantamista sekä käytön helpottamista varten.

Koko osakokoonpano viimeisteltiin lisäämällä puuttuvat pultit sekä mutterit ja asettamalla komponenttien materiaalit oikeiksi.

5.2 Haarukka

Haarukan tarkoituksena on estää venttiilivääntimen pyöriminen sitä käytettäessä. Haarukan kokoonpano koostuu kiinnityskahvasta, säätörattaista sekä itse haarukasta. Kokoonpanon luonnissa oli haastavinta rattaiden oikein asettuminen niiden suojakoteloon. Suojakotelosta ei ollut tarkkoja mittoja olemassa eikä myöskään valmistajan tietokannasta niitä löytynyt. Tämän vuoksi päätinkin tehdä suojakuoren ns. Top-Down-periaatteella, eli kappale luotiin suoraan kokoonpanoon. Tällöin pystyin piirtämään suojakuoren heti tarkemmin säätörattaiden mittoja hyväksi käyttäen. Tämän valmistuttua kokoonpanoon lisättiin toinen vastaavanlainen osakokoonpano. Tämän jälkeen molempiin lisättiin kolme ratasta sekä näiden väliin välikappaleet. Lopuksi luotiin ehdot rattaiden sekä välikappaleiden välille. Suojakuoren molempiin päihin liitettiin kiinnityspalat sekä toiseen päätyyn säätökahva. Lopuksi suojakuoreen lisättiin haarukan kynnet.

5.3 Kokoonpano

Venttiilivääntimen lopullinen kokoonpano luotiin, kun haarukka, rungon osat, suojaputki, tartuntakynnet sekä vääntimen runko liitettiin toisiinsa ja lisättiin tarvittavat mutterit ja pultit kokoonpanoon. Kokoonpanon kasaaminen aloitettiin rungosta sekä tartuntakynsistä. Tartuntakynsien ylä- ja alareuna sekä näiden välinen pinta liitettiin rungonsuoja kehän kanssa. Tämä tositettiin vielä kaksi kertaa, jotta saatiin riittävä määrä kynsiä rungolle.

Seuraavaksi runkoon lisättiin suojaputki sekä paineilman säätökahva. Suojaputki liitettiin sen kuuluvaan paikkaan sekä lisättiin mutterit niille tarkoitetuille rei'ille, jotta suojaputki kiristyy paineilman suutinta vasten. Tämän jälkeen liitettiin paineilmasuutin sekä sen säätökahva suojaputkeen kiinni. Lopuksi kokoonpanoon lisättiin vielä suojaputken ja säätökahvaan väliin mutterit sekä hitsaussauma.

Kokoonpanoon tuotiin seuraavaksi runko, joka kiinnitettiin suojaputken reunaan ja näiden liitekohtaan lisättiin hitsaussauma. Kokoonpanoa viimeisteltiin vielä hitsaussaumoilla rungon sekä säätökiskon välille ja ruuvien kanssa.

Viimeisenä kokoonpanoon tuotiin haarukka, joka kohdennettiin säätökiskon päätykappaleen reikien kanssa. Kokoonpanoon lisättiin vielä mutterin haarukkaan ja kiskon välille.

6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli mallintaa viimeisimmän prototyypin komponentit 3D-malleiksi, siten että niitä pystyisi tulevaisuudessa massatuottamaan ja jälleenmyymään toimivana kokonaisuutena. Yrityksellä oli osasta kuvista valmiiksi piirretyt paperiversiot sekä muutamasta kappaleesta löytyi 3d-mallinnetut kuvat. Osa kappaleista kuitenkin piirrettiin vasta ensimmäistä kertaa. Venttiilivääntimestä oli ollut muutamia versioita ja osista useita versioita, joten kuvien läpi käyminen vei jonkin verran aikaa. Sekaannuksiakin kuvista tapahtui ja muutamia kappaleita tuli mallinnettua turhaan, vaikkakin piirustukset oli arkistoitu hyvin.

Yrityksellä ei ollut uusimmasta versiosta 3D-mallinnettuja kuvia. Mallinnuksen myötä yritys pystyy nyt tarkastelemaan kappaletta sekä kokonaisuutta tietokoneella ilman kokoonpanon purkamista. Lisäksi protovaiheen suunnittelu oli osittain toteutettu tekemällä ja kokeilemalla, joten mallinnuksen myötä tuli myös käytyä läpi kaikki osat. Mallinnuksen myötä päästään myös kysymään tarjouksia osavalmistukselle ja samalla pyritään tuotantovalmiuteen.

Opinnäytetyön tekeminen oli opettavainen projekti, sillä pääsin niin kertaamaan jo opittuja asioita ja oppimaan myös paljon uutta. Varsinkin Solidworksilla kokoonpanojen tekeminen oli todennäköisesti opinnäytetyön vaikein ja myös opettavaisin vaihe. Tämä johtui siitä, että kokoonpanojen tekeminen oli jäänyt melko vähälle koulun kursseilla, kuin muutenkin. Eniten apua on ollut mallinnuksessa lukuisista tutorial-videoista sekä Esa Hietikon kirjoittamasta Solidworks 2012 -kirjasta.

LÄHTEET

<http://www.tepamec.com> Viitattu 23.4.2017

<https://savonia-solidworks.wikispaces.com/Kokoonpanot> Viitattu 26.4.2017

<http://www.solidworks.fi/> Viitattu 26.4.2017

Hietikko, Esa, 2012, Solidworks 2012, Savonia-ammattikorkeakoulu, 23

Hietikko, Esa, 2012, Solidworks 2012, Savonia-ammattikorkeakoulu, 71-72

Hietikko, Esa, 2012, Solidworks 2012, Savonia-ammattikorkeakoulu