

TIETOKONEAVUSTEINEN MEKANIKKASUUNNITTELU

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Mekatronikka
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Pasi Lehtinen

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

LEHTINEN, PASI:

Tietokoneavusteinen
mekaniikkasuunnittelu

Mekatroniikan opinnäytetyö, 38 sivua

Kevät 2015

TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä käsitellään tietokoneavusteisen mekaniikkasuunnittelun toteutumista. Työssä käydään läpi mekaniikkasuunnittelua yleisesti ja tarkastellaan mekaniikkasuunnittelun jakautumista eri suunnittelulähtökohtiin. Työssä keskitytään esimerkkien avulla hyvään, yksiselitteiseen ja selkeään suunnitteluun. Työssä käydään läpi mekaniikkasuunnitteluprosessia toimeksiannosta valmiisiin valmistuskuviin saakka. Opinnäytetyön tavoitteena on esitellä eräs tapa lähestyä mekaniikkasuunnittelua.

Työtä varten kerättiin tietoa alan kirjallisuudesta, internetistä sekä omista kokemuksistani mekaniikkasuunnittelijana. Lopputuloksena valmistui yksi esimerkki toimivasta tavasta mekaniikkasuunnittelun toteuttamiselle.

Asiasanat: mekaniikkasuunnittelu, 3D-piirtäminen, SolidWorks

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

LEHTINEN, PASI:

Computer-aided mechanical design

Bachelor's Thesis in Mechatronics, 38 pages

Spring 2015

ABSTRACT

This thesis deals with the implementation of computer-aided mechanical design. This work presents mechanical design in general, and looks at the design process from different starting points. The work focused on examples of good, unambiguous and clear design. This work presents the mechanical design process from start to finish. The aim of this study was to present one approach to mechanical design.

Thesis information was collected from the literature, the Internet, as well as from my own experience as a mechanical designer. As a result, one example on how to use mechanical design was created.

Key words: Mechanical design, 3D drawing, SolidWorks

SISÄLLYS

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 5 |
| 2 | MEKANIKKASUUNNITTELU | 6 |
| 2.1 | Mekaniikkasuunnittelu nykypäivänä | 6 |
| 2.2 | Tietokoneavusteisen mekaniikkasuunnittelun ongelmat | 6 |
| 2.3 | Mekaniikkasuunnittelussa huomioitavaa | 7 |
| 2.4 | Mekaniikkasuunnittelun lähtökohdat | 8 |
| 2.5 | Mekaniikkasuunnittelun eteneminen | 9 |
| 3 | KOMPONENTIT | 11 |
| 3.1 | Komponenttien valintaan vaikuttavat tekijät | 11 |
| 3.2 | Mekaaniset komponentit | 12 |
| 3.2.1 | Lineaarijohteet | 12 |
| 3.2.2 | Liikeruuvit | 13 |
| 3.2.3 | Sylinterit | 14 |
| 3.2.4 | Moottorit | 15 |
| 3.2.5 | Vaihteet | 16 |
| 3.2.6 | Kuljettimet | 17 |
| 3.2.7 | Valmiit ratkaisut | 18 |
| 3.2.8 | Suojalaitteet | 19 |
| 3.2.9 | Voimansiirto | 20 |
| 4 | ESIMERKKEJÄ MEKANIKKASUUNNITTELUSTA SOLIDWORKS OHJELMALLA | 21 |
| 4.1 | Esimerkki 1: Pöytä | 21 |
| 4.1.1 | Pöytälevyn mallintaminen | 22 |
| 4.1.2 | Pöydän jalkojen mallintaminen | 25 |
| 4.1.3 | Tukilevyjen mallintaminen | 27 |
| 4.1.4 | Kiinnitystarvikkeiden mallintaminen | 29 |
| 4.1.5 | Pöydän kasaaminen | 30 |
| 4.2 | Esimerkki 2: Monimutkaisen kappaleen mittojen merkintä kuvaan | 33 |
| 4.3 | Esimerkki 3: Parametrinen malli. | 34 |
| 4.4 | Esimerkki 4: Asennelman hallittava kokoonpaneminen | 36 |
| 5 | YHTEENVETO | 37 |
| | LÄHTEET | 38 |

SANASTO

| | |
|--------------|---|
| CAD | Computer-aided design eli tietokoneavusteinen suunnittelu |
| MALLI | tässä työssä käytetty nimitys kaikille eri mallinnuksille |
| PIIRROSPOHJA | Standardeissa määritelty tietyn kokoinen pohja, johon piirustus tehdään |
| LAYOUT | Tasokuva. Esimerkiksi tehtaan pohjapiirros |
| SKETCH | Yleensä kaksiulotteinen ääriviivapiirros |

1 JOHDANTO

Mekaniikkasuunnittelun toteuttamiseen löytyy standardeja, jotka määrittelevät mekaniikkasuunnitteluun yleiset ohjeet.

Mekaniikkasuunnittelun yhdenmukaisella toteutuksella kaikkialla saavutettaisiin mahdollisuus tuottaa esimerkiksi osien valmistuskuvat kenen tahansa toimesta, ja näillä samoilla valmistuskuvilla saataisiin valmistettua täysin samanlaisia osia paikasta riippumatta. Kattavista standardeista huolimatta jo pelkästään Lahden alueella yritysten välillä ei ole yhtenevää tapaa toteuttaa mekaniikkasuunnittelua. Selvimmin eroavaisuudet ilmenevät kokoonpano- ja valmistuskuvista, jotka ovat jokaisella yrityksellä hieman toisistaan eroavia. Nämä eroavaisuudet hidastavat yhteistyötä yritysten välillä. (Pere 2012, 1-4.)

Opinnäytetyön tarkoituksena on ilmaista yksi näkökulma hyvään ja lopputulokseltaan yksiselitteiseen mekaniikkasuunnitteluun, jota kaikki mekaniikkasuunnittelijat ja yritykset voivat halutessaan käyttää.

Tässä työssä ei esitellä tarkasti eri standardien mukaisia ohjeistuksia, esimerkiksi sitä, millä viivanpaksuuksilla eri viivat tulisi tehdä piirustuksissa. Näihin ohjeistuksiin löytyy helposti kaikenkattavia ohjeita alan kirjallisuudesta ja internetistä, joten en näe mieleiseksi kopioida niitä työni jatkoksi.

2 MEKANIKKASUUNNITTELU

2.1 Mekaniikkasuunnittelu nykypäivänä

3D-mallinnus on yleistynyt merkittävästi joka tekniikan alalla, ja nykyään tuntuukin, ettei juurikaan kukaan halua katsella pelkästään 2D layout-kuvia koneista. 3D-kuva on niin paljon informatiivisempi, helpompi tulkita ja selkeämpi kuin pelkästään kaksiulotteisesti tehdyt piirustukset.

Laskentateholtaan suorituskykyiset tietokoneet mahdollistavat suurienkin ja monimutkaisten kokoonpanojen helpon 3D-mallintamisen. Tarkkaa standardien tuntemusta ei myöskään välttämättä tarvita, koska jokaisesta ohjelmasta löytyy nykyään vakiona oikean kokoiset piirustusohjelmat, oikeat viivojen paksuudet, hitausmerkit ja muut piirustuksissa käytettävät symbolit. Tosin kaikista uusimpien standardien mukaiset päivitykset ovat ohjelmiin yleensä maksullisia päivityspaketteja. Ohjelmiin saatavat erilliset laajennuskomponenttikirjastot ja internetistä ladattavat valmiit komponentit ja kokoonpanot myös helpottavat mekaniikkasuunnittelua, koska kaikkea ei tarvitse, eikä myöskään kannata mallintaa itse alusta alkaen.

2.2 Tietokoneavusteisen mekaniikkasuunnittelun ongelmat

Tietokoneella kaikenlaisia ja -muotoisia osia pystyy liittämään toisiinsa kiinni mistä kohdista tahansa todellisuudesta poikkeavilla tavoilla.

Tietokoneen ruudulta ei myöskään välttämättä huomaa, lävistävätkö osat toisiaan vai ei. Myöskin reikien ja akselien toleranssit voivat helposti jäädä huomioimatta, koska todellisuudessa mahdottomilla toleransseilla olevat kappaleet sujahtavat paikalleen tietokoneella liittäen. Näihin ongelmiin tosin löytyy apu 3D ohjelmissa normaalisti vakiona olevasta toiminnosta, joka ilmoittaa kappaleiden törmäyksen toisiinsa.

Ongelmia voi ilmetä myös valmiiden mallien kanssa, joita internetistä saa ladattua. Eri ohjelmilla tehdyissä malleissa esiintyy myös erilaisia virheitä avattaessa mallia toisen valmistajan ohjelmalla. Valmiit mallinnukset eivät

välttämättä ole mallinnettu 1:1 todellisuutta vastaaviksi. Usein yritysten jakamista malleista on myös häivytetty yksityiskohtia pois, joten esimerkiksi tarkkojen kiinnitysreikien paikannus valmiista mallista ei välttämättä onnistu tarkasti. Valmiista malleista puuttuu usein myös kappaleiden massa.

Nykyään tehtaista löytyy yleensä hyvät pohjapiirustukset sähköisessä muodossa, mutta nekin voivat olla usein epätarkkoja. Todellisuudessa koneiden paikat ja mitat voivat vaihdella merkittävästi, ja siksi olisi hyvä päästä käymään kohteessa ennen lopullista suunnittelua tai saada varmuus kuvien paikkaansapitävyydestä.

Tietokoneella suunnitellessa mittasuhteiden ja pituuksien hahmottaminen voi vaikeutua helposti. Usein näkeekin suunnittelijan työpöydällä fyysisen mitan, jonka avulla saadaan hahmotettua, kuinka pitkä jokin mitta todellisuudessa on.

2.3 Mekaniikkasuunnittelussa huomioitavaa

Usein oppaissa ja koulutusesimerkeissä esitettävät piirustukset on ahdettu täyteen tietoa. Mielestäni olisi selkeämpää käyttää muutamaa kuvantoa enemmän kuin yrittää ahtaa kaikki tieto vain pariin kuvantoon. Usein jätetään myös kolmiulotteinen kuvanto pois kuvista, mikä entisestään lisää mallin hahmottamisvaikeuksia. Valmistuskuvissa yhdelle sivulle tulee vain yhden tuotteen piirustus, joten järkevintä olisi käyttää koko sivun tila hyödyksi.

Yhtä tärkeää ellei jopa tärkeämpää hyvän, selvän ja yksiselitteisen piirustuksen laatimisen lisäksi on osata kertoa selkeästi eri piirustusrevisioiden muutokset. Usein törmää piirustukseen jota on muutettu, mutta tehdyt muutokset jätetty tarkemmin mainitsematta. Pelkästään päivitetty –sanalla revisioiden muutoksista on mahdotonta tietää mitään. Muutoksista täytyy kertoa selvästi ja merkata piirustukseen muutetut kohdat.

Valmistuskuvissa on tärkeää merkata kaikki kappaleen mitat näkyviin. Kuvantojen suhdekoot on myös todella tärkeä muistaa merkata piirustuksiin, koska siirrettäessä kuvantoja ohjelmien välillä saattaa välillä todellinen suhdekoko kadota. Tällöin toisella ohjelmalla mittoja tarkastellessa voi ohjelman näyttämät mitat olla todellisuudesta poikkeavia.

2.4 Mekaniikkasuunnittelun lähtökohdat

Mekaniikkasuunnittelun voidaan karkeasti ajatella koostuvan kolmesta erilaisesta lähtökohdasta suunnittelun aloittamisen suhteen.

Lähtökohdat:

- Suunnittellaan jotain täysin uutta mallia.
- Kehitetään jotain jo olemassa olevaa mallia.
- Suunnittellaan jo olemassa olevista komponenteista uusia malleja.

Näistä kolmesta haastavin lähtökohta on täysin uuden suunnittelu, koska kaikki yksityiskohdat eivät ole välttämättä heti selvillä, vaan ne tarkentuvat suunnittelun edetessä. Yleensä isoimmissa yrityksissä tämä toiminta on suunnattu tuotekehitysosaston tehtäväksi, koska tämäntyyppinen suunnittelu vie kaikista eniten aikaa ja resursseja.

Jo olemassa olevan kehittäminen ei yleensä ole niin työlästä, kuin kokonaan uuden suunnittelemisen, koska tässä yleisesti tiedetään, mitä ja mihin suuntaan jo olemassa olevaa muutetaan.

Valmiista komponenteista uusien kokoonpanojen suunnittelu on yleensä yleisintä ja helpointa suunnittelutyötä.

Tässä opinnäytetyössä keskitytään pääasiassa täysin uuden mallin suunnitteluun.

2.5 Mekaniikkasuunnittelun eteneminen

Suunnittelun etenemiseen löytyy monia erilaisia valmiita ohjeistuksia ja esimerkkejä, mutta ne ovat yleensä enemmän vain suuntaa antavia yleisohjeita. Mekaniikkasuunnittelu on niin monialaista ettei yhdellä ohjeella voida kattaa kaikkea. Usein yrityksissä yrityksen oma linja suunnittelun etenemiselle muodostuu hiljalleen.

Täysin uuden mallin suunnittelussa toimeksiantajalta tulee usein melko epämääräinen tieto, mitä tulisi suunnitella.

Selvitettävät asiat:

- Rajataan toteutuksen vaatimukset.
- Liikuteltavat massat: Määrittää käytettävien komponenttien suuruuden, nopeuden mihin on mahdollisuus päästä ja sen kuinka tärkeästi turvallisuusasiat täytyy ottaa huomioon.
- Tilan tarve: selvitetään kuinka paljon tilaa on käytettävissä ja kuinka paljon tilaa tarvitaan.
- Haluttu nopeus: tarkentaa komponenttien kokoluokkaa ja turvallisuusmääreitä.
- Liitettävyyys: Mihin kone tulee kiinni, tuleeko siitä robotin työkalu vai kokonainen manipulaattori isompaan linjastoon.
- Ympäristötekijät: Erilaiset ympäristöt vaativat osavalinnoilta tiettyjä yksityiskohtia. Kosteus, pöly, kuumuus ja muut vaatimukset täytyy tietää ja ottaa huomioon suunnittelussa.
- Budjetti: Lähes joka käyttöön löytyy valmiita kokonaisuuksia, mutta niiden hinnat ovat usein korkeita. Usein päästään halvemmalla, jos suunnitellaan juuri tiettyyn käyttökohteeseen sopiva malli itse.
- Turvallisuustekijät.

Tärkeimpien tietojen selvittyä päästään aloittamaan suunnittelutyö. Yleisesti suunnittelu etenee seuraavasti: Ensiksi tehdään luonnos mallista, joka esitellään toimeksiantajalle. Toimeksiantajan kanssa mietitään, onko luonnos sen mukainen kuin pitääkin. Luonnosta joko lähdetään toteuttamaan valmiiksi saakka tai sitten sitä jatkokehitetään lisää. Luonnoksen hyväksymisen jälkeen mallia simuloidaan varmistukseemme mallin kestävyden siihen vaikuttavien voimien puolesta ja mallin mahtumisen sille varattuun käyttökohteeseen. Mallinnuksen ja simuloinnin jälkeen mallista tehdään tarvittavat kokoonpano- ja valmistuskuvat, joiden avulla osat saadaan valmistettua. Malli kasataan ja testataan toimivaksi. Lopuksi mallia testataan vielä käyttökohteessa.

3 KOMPONENTIT

Mallit rakentuu monista erilaisista komponenteista käyttökohteiden ja vaatimusten mukaan. Oikean komponentin valinta oikeaan käyttökohteeseen saa koneen toimimaan paremmin, säästää rahaa ja helpottaa koneen huollettavuutta. Mekaniikkasuunnittelijan ei tarvitse tietää kaikkea eri komponenteista, esimerkiksi niiden historiaa tai mistä kaikista eri materiaaleista komponentti koostuu. Myöskään komponenttien mitoitusta ei tarvitse osata, koska komponentteja myyville yrityksiltä saa usein juuri tarvittuun tarkoitukseen riittävät komponentit. Suunnittelijan täytyy kuitenkin tietää suunnilleen, minkälainen komponentti soveltuu mihinkin kohteeseen.

3.1 Komponenttien valintaan vaikuttavat tekijät

Komponenttien valinta ei aina noudata samaa kaavaa, vaan voi vaihdella paljonkin eri tilanteissa.

Komponenttien valintaan vaikuttavia tekijöitä:

- Hinta-laatusuhde. Usein hinta on ensimmäinen asia, mihin keskitytään, ja sen takia komponenttien laadussa joudutaan tinkimään. Hinta-laatusuhdetta on vaikea ennalta tietää, jos ei ole aikaisemmin kokemuksia tietyn merkkisistä komponenteista. Kuitenkin isojen yritysten paljon myydyt tuotteet ovat yleensä keskiluokkaa paremmalla puolella hinta-laatusuhteeltaan.
- Toimitusaika. Kun mallilla on kiire, joudutaan usein tinkimään laadussa ja tilaamaan nopeasti saatavilla olevia komponentteja. Isoilla yrityksillä päätuotteiden toimitusajat ovat kuitenkin keskimäärin parista päivästä viikkoon.
- Taloudellisuus. Komponenttien hintaan tulee lisäksi vielä toimituskulut, joten isojen ja painavien komponenttien kohdalla täytyy ottaa huomioon komponentin hinnan lisäksi mahdolliset suuret toimituskulut.

- Ympäristövaatimukset: Eri ympäristövaatimukset määrittävät, minkälaiset pintakäsittelyt komponenteissa täytyy olla.
- Kestävyys: Eri tilanteissa komponenttien kestävyys täytyy erityisesti ottaa huomioon. Esimerkiksi isoja kappaleita käsitellessä ei tartuntasorkkien pidä olla ensimmäisenä pettävä osa mallissa.
- Yhteensopivuus: Osien täytyy sopia yhteen, muuten kokonaisuus ei toimi.
- Yhteistyökumppanuus: Tehdessä yhteistyötä jonkin yrityksen kanssa harvemmin osia tilataan tämän yhteistyökumppanin pahimmalta kilpailijalta, vaikka kilpailijan tuotteet saattaisivatkin olla halvempia, laadukkaampia tai muuten parempia.
- Asiakkaan halukkuus tilata tietyltä toimittajalta. Jos asiakkaalla on esimerkiksi kaikki paineilmasylinterit tietyn toimittajan merkkiä, niin usein malliin täytyy sovittaa sen toimittajan komponentit.

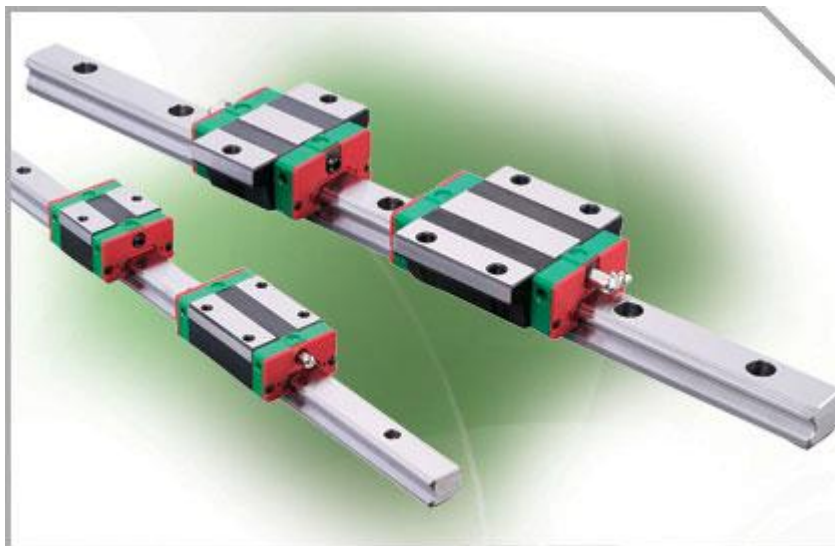
3.2 Mekaaniset komponentit

Koneenrakennuksessa yleisimmin käytetyt komponentit, sekä niiden käyttöominaisuuksia.

3.2.1 Lineaarijohteet

Lineaarijohde (kuvio 1) on yksi yleisimmin koneenrakennuksessa käytetyistä komponenteista. Lineaarijohteilla saadaan toteutettua helposti lineaarinen liike. Lineaarijohtimilla on suuri kuormankantokyky sekä johteen suuntaisesti suuren momenttikestävyys, mutta sivuttaissuuntaista momenttia lineaarijohteet kestävät heikosti. Käyttämällä johteita pareittain saadaan eliminoitua sivuttaissuuntainen momentti. Johteen koko pituus saadaan helposti hyödynnettyä, kunhan huolehditaan, etteivät kelkat törmää päätylevyihin taikka toisiinsa. Kelkkojen rasvausnipponen ulkonema täytyy myös huomioida suunnitteluvaiheessa. Johteiden asennuspinnat on hyvä yleisesti koneistaa tasaisiksi sekä samansuuntaisiksi. Pareittain

käytettäessä asennuspintojen epätasaisuus lisää kelkkojen liikkeiden mahdollista jumiumista. (Kettunen 2010.)



Kuvio 1. Hiwin kuulajohde. (Hiwin 2015.)

3.2.2 Liikeruuvit

Liikeruuveilla (kuvio 2) pyörivä liike muutetaan lineaariliikkeeksi tai päinvastoin. Yleisimmin käytetty komponentti, kun halutaan tarkkaa liikettä. Ruuvien pituus saadaan hyödynnettyä lähes kokonaan, vain ruuvien päätykiinnityskohdat sekä ruuvien päässä oleva liitântäkohda jää hyödyntämättä liike matkaksi.

Kuularuuveilla on mahdollisuus saada täysin välyksetön liike. Niiden maksimipyörimisnopeus on yleensä noin 6000 kierrosta minuutissa. Suuremmille kuormituksille valitaan yleensä rullaruuvi. Niissä on lähes kaksi kertaa suurempi kuormitettavuus sekä suuremmat nopeudet, jopa 10 000 kierrosta minuutissa. Myös rullaruuvissa aksiaalinen välys saadaan poistettua kokonaan. (Kettunen 2010.)



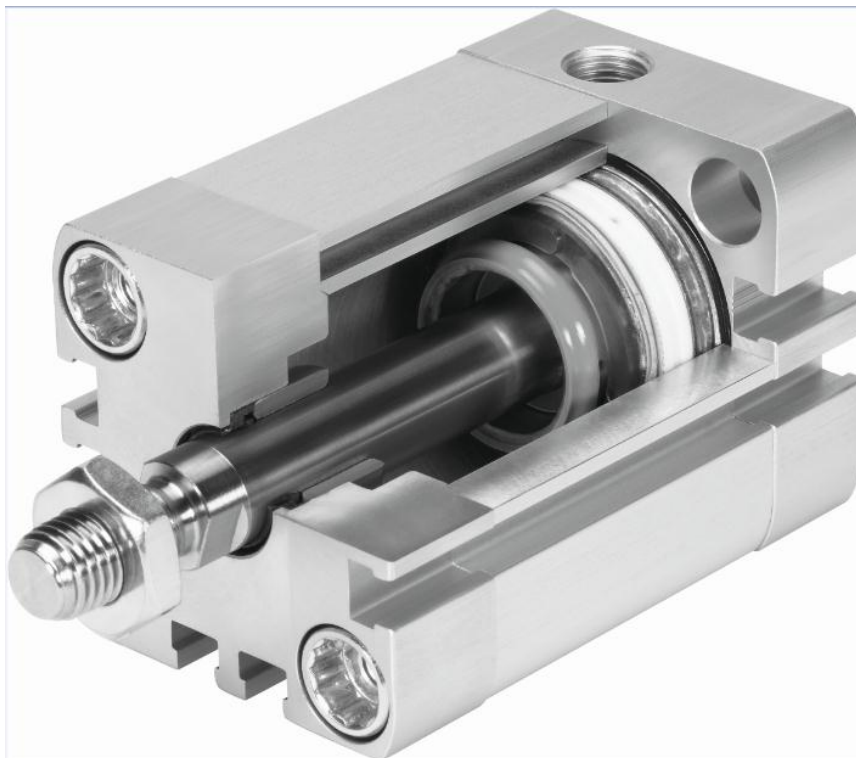
Kuvio 2. Hiwin kuularuuvi. (Hiwin 2015.)

3.2.3 Sylinterit

Paineilma- sekä hydraulikkasyylintereillä (kuvio 3) saadaan tuotettua helposti nopea edestakainen lineaariliike sekä suuria voimia. Sylinterit jaotellaan yksi- tai kaksitoimisiin sekä erikoissylintereihin.

Sylinterin niin sanottu nollamitta on iskunpituus + Xmm ja täysi pituus iskuvaiheessa $2 \cdot$ iskunpituus + Xmm. Haluttaessa käyttää kaksitoimista sylinteriä kahden kappaleen vetopuristukseen nollamitta, ja iskumitta täytyy ottaa huomioon, koska yhdellä sylinterillä eri mittaisten kappaleiden puristuksen toteuttaminen ei välttämättä ole mahdollista. Tällaisessa tapauksessa voidaan käyttää teleskooppisylinteriä, jossa männänvarret ovat sisäkkäin ja näin mahdollistavat pidemmän iskun.

Männänvarrettomassa sylinterissä yhdistyy kätevästi lineaarijohteen kelkan liikuteltavuus sekä paineilmalla tuotettu lineaarinen liike, kun kaikki liikkeen aikaan saamiseksi tarvittava on yhdessä kotelossa. Sylinterin päistä jää aina tietty matka, jota ei voida hyödyntää liikepituudeksi. Tämä voi joissain tapauksissa olla merkittävä huonous männänvarrettomissa sylintereissä.



Kuvio 3. Festo paineilmasylinteri. (Festo 2014.)

3.2.4 Moottorit

Moottoreita (kuvio 4) löytyy monilla eri toimintaperiaatteella. Kokoluokka on hyvin pienistä moottoreista aina isoihin lähes huoneen kokoiisiin moottoreihin. Yksi teollisuudessa yleisimmin käytetty moottorityyppi on sähkömoottorit.

Sähkömoottoreita käytetään teollisuudessa laajasti lähes kaikissa eri sovelluksissa. Sähkömoottorilla muutetaan sähköteho mekaaniseksi energiaksi. Sähkömoottoreilla saadaan tuotettua suuriakin voimia helposti. Moottorit tarvitsevat usein suurehkon tilan sekä tukevan pohjan, johon ne asennetaan. Sähkömoottorit voidaan jakaa toimintaperiaatteen mukaan tasasähkö- eli DC-moottoreiksi ja vaihtosähkö- eli AC-moottoreiksi. (Lahtinen 2012.)



Kuvio 4. ABB sähkömoottori. (ABB 2015.)

3.2.5 Vaihteet

Vaihteiston (kuvio 5) avulla saadaan siirrettyä tehoa, sekä muutetaan momentin ja pyörimisnopeuden suhdetta. Vaihteistolla saadaan määritettyä sisääntuloakselin ja ulostuloakselin välityssuhde. Vaihteiston avulla saadaan sisääntuloakselin suunta käännettyä haluttuun suuntaan. Erilaisia vaihteisto vaihtoehtoja löytyy jokaiseen tarpeeseen teollisuudessa.



Kuvio 5. Nabtesco tarkkuusvaihde. (Nabtesco 2015.)

3.2.6 Kuljettimet

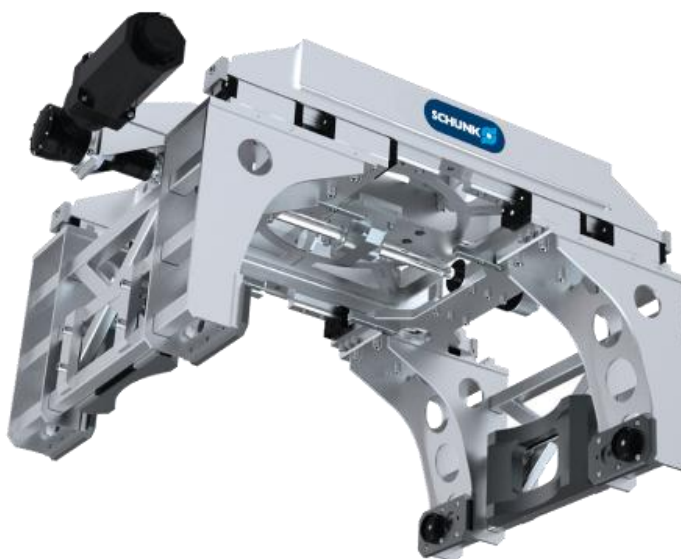
Kuljettimet (kuvio 6) ovat laitteita, jotka kuljettavat kappaleita työpisteiden välillä. Erilaisia kuljetin vaihtoehtoja löytyy jokaiseen tarvittavaan käyttökohteeseen hyvin pienien kappaleiden kuljettamisesta aina isojen ja painavien kappaleiden siirtämiseen. Kappalemääriltään isoissa tuotantolinjastoissa kuljettimien olemassa olo on välttämätöntä, koska niiden avulla saadaan siirrettyä valtavia määriä kappaleita helposti paikasta toiseen.



Kuvio 6. Ferroplan rullakuljettimesta. (Ferroplan 2015.)

3.2.7 Valmiit ratkaisut

Valmiita malleja (kuvio 7) löytyy eri valmistajilta todella laajalti eri käyttökohteisiin. Usein hiemankin erikoiseen toteutukseen ei löydy suoraan valmista ratkaisua, vaan valmista ratkaisua täytyy muokata sopivaksi. Osa yrityksistä muokkaa omia valmiita mallejaan asiakkaiden toiveiden mukaisesti, mutta valitettavasti näin ei aina ole. Usein yritykset tarjoavat sopivat komponentit, joista toimiva kokonaisuus on mahdollista toteuttaa, mutta toimivan kokonaisuuden toteuttaminen jää sitten muiden tehtäväksi.



Kuvio 7. Schunk SLG tarttuja. (Schunk 2015.)

3.2.8 Suojalaitteet

Turvallisuuteen panostetaan jatkuvasti enemmän ja enemmän. Usein suojalaitteet (kuvio 8) voivat vaikeuttaa laitteen totuttua käyttöä, joten suojalaitteiden suunnitteluun ja valintaan joudutaan panostamaan entistä enemmän laitteiden helpon käytettävyyden takaamiseksi. Kuviossa 8 on Repar2 sorviin tuleva suojus.



Kuvio 8. Repar2 sorvisuoja. (Repar2 2015.)

3.2.9 Voimansiirto

Voimansiirrolla saadaan voimaa tuottavalta laitteelta saatava voima siirrettyä helposti toimilaitteille. Esimerkiksi moottoria ei saada aina sijoitettua suoraan kuularuuvien perään, vaan moottori sijoitetaan vapaana olevaan tilaan ja voima siirretään ketjun välityksellä ruuviin. Voimansiirtoon löytyy monia erilaisia hihna- ja ketjutoteutuksia. (Kuvio 9).



Kuvio 9. Voimansiirtohihna. (teollisuusapu 2015.)

4 ESIMERKKEJÄ MEKANIKKASUUNNITTELUSTA SOLIDWORKS OHJELMALLA

Esittelen esimerkkien avulla SolidWorks ohjelman muutamia eri toimintoja. Esimerkkien pääpaino on hyvien ja yksiselitteisten kokoonpano- ja valmistuskuvien tuottaminen. Ohjelman toimintojen esittely taso on suunnattu jo SolidWorks ohjelmasta kokemusta omaavalle, joten aloittelijoiden täytynee ensin hakea opastusta jostain muusta lähteestä.

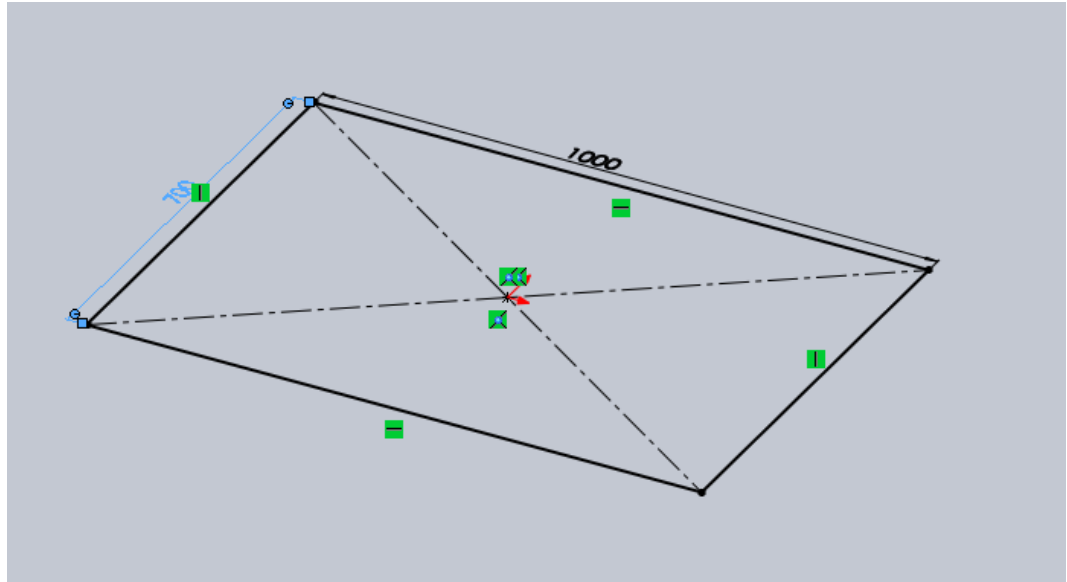
Mittasuhteiden käytössä sovellan standardien mukaisia ohjeita siten, että hyödynnän koko piirustusalueen hyödyksi. Piirustuksista rajaan nimiötaulukon kokonaan pois, koska sillä ei ole tässä kontekstissa merkitystä.

4.1 Esimerkki 1: Pöytä

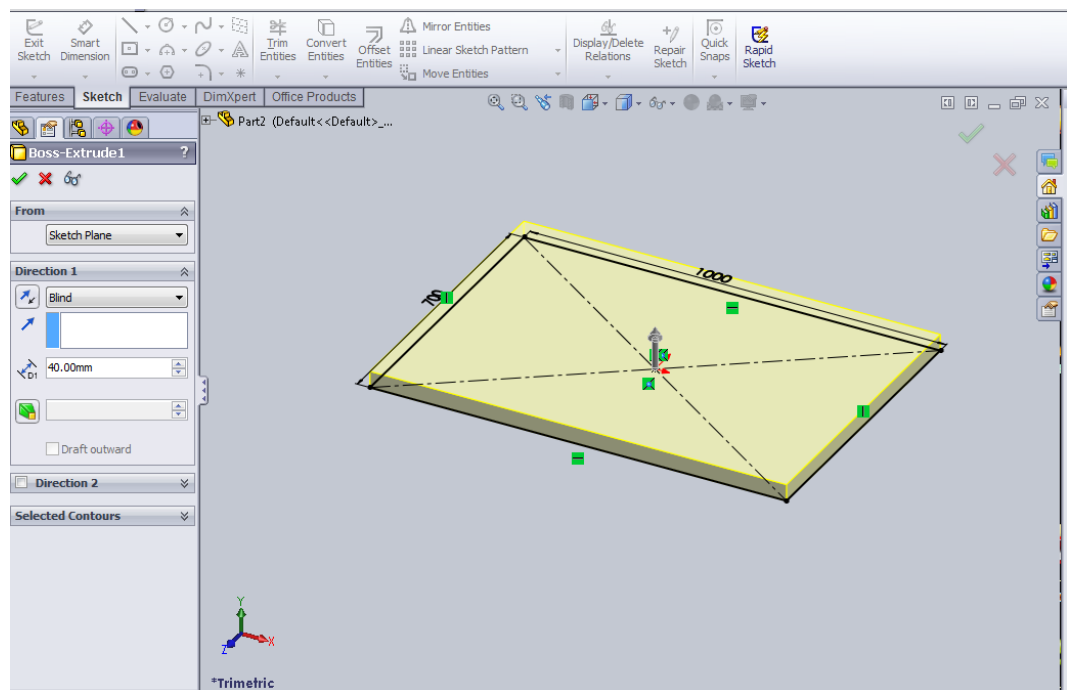
Aloitetaan yksinkertaisella ja helpolla esimerkillä. Ensiksi suunnitellaan ja mallinnetaan suorakulmainen pöytä neljällä jalalla ja tehdään pöytään tarvittavat osat, niille valmistuskuvat sekä pöydän kokoonpanokuva.

4.1.1 Pöytälevyn mallintaminen

Aloitetaan piirtämällä pöytälevyn sketch -piirros, joka pursotetaan sopivan paksuiseksi pöytälevyksi. (Kuviot 10 ja 11).

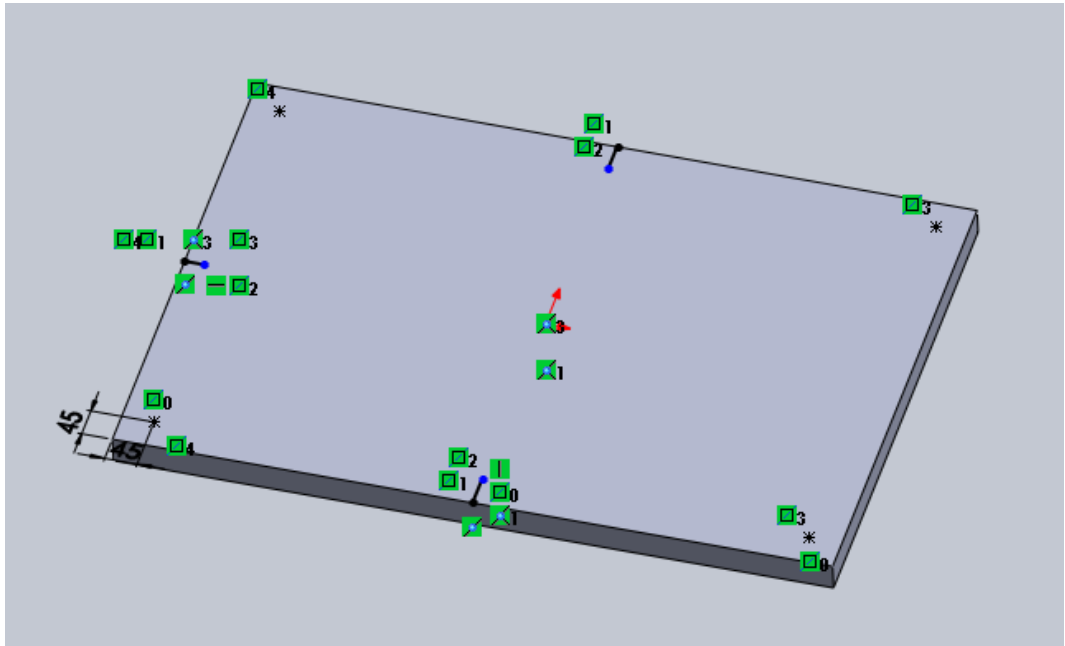


Kuvio 10. Pöytälevyn sketch eli ääriviivat.



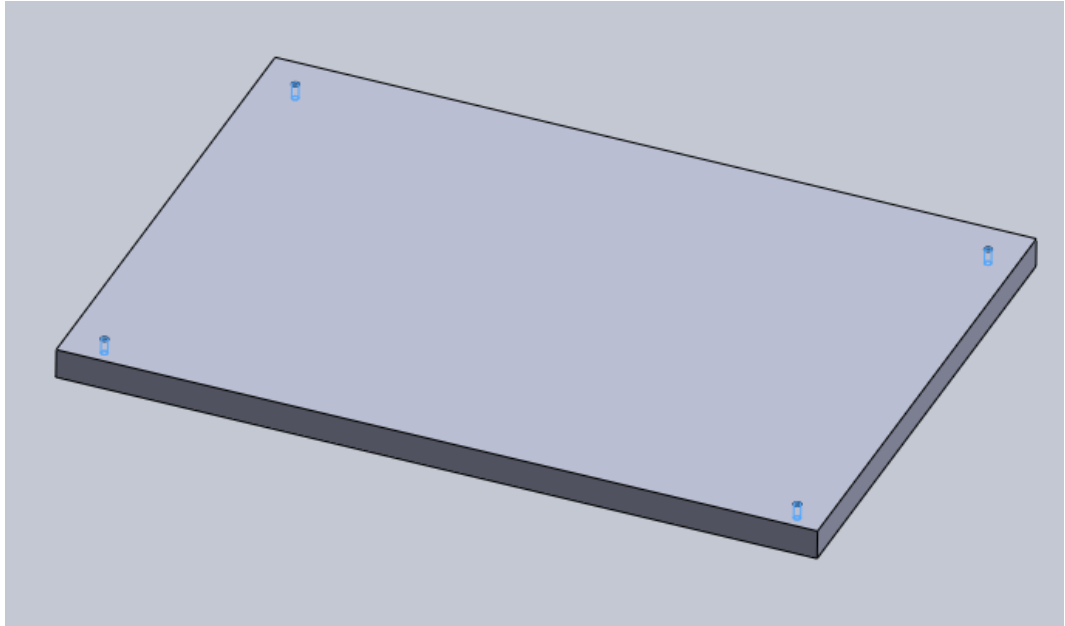
Kuvio 11. Pöytälevyn pursotus.

Kun pöytälevyn on muodossaan tehdään siihen reiät jalkojen kiinnitystä varten. Levyn pohjaan laitetaan piste 45mm:n etäisyydelle kummastakin reunasta. Reunojen keskelle tehdään pienet apuviivat, joiden avulla saadaan peilattua piste ensin toiselle puolelle levyn pohjaan ja lopuksi kaksi pistettä peilataan levyn vaakatason suunnassa. Näin saimme levyn pohjaan neljä pistettä symmetrisesti sijoitettua. (Kuvio 12).



Kuvio 12. Reikien paikat pöytälevyn pohjassa.

Pisteiden kohdille valitaan mieleisen kokoiset reiät Hole wizard -toiminnolla. (Kuvio 13).



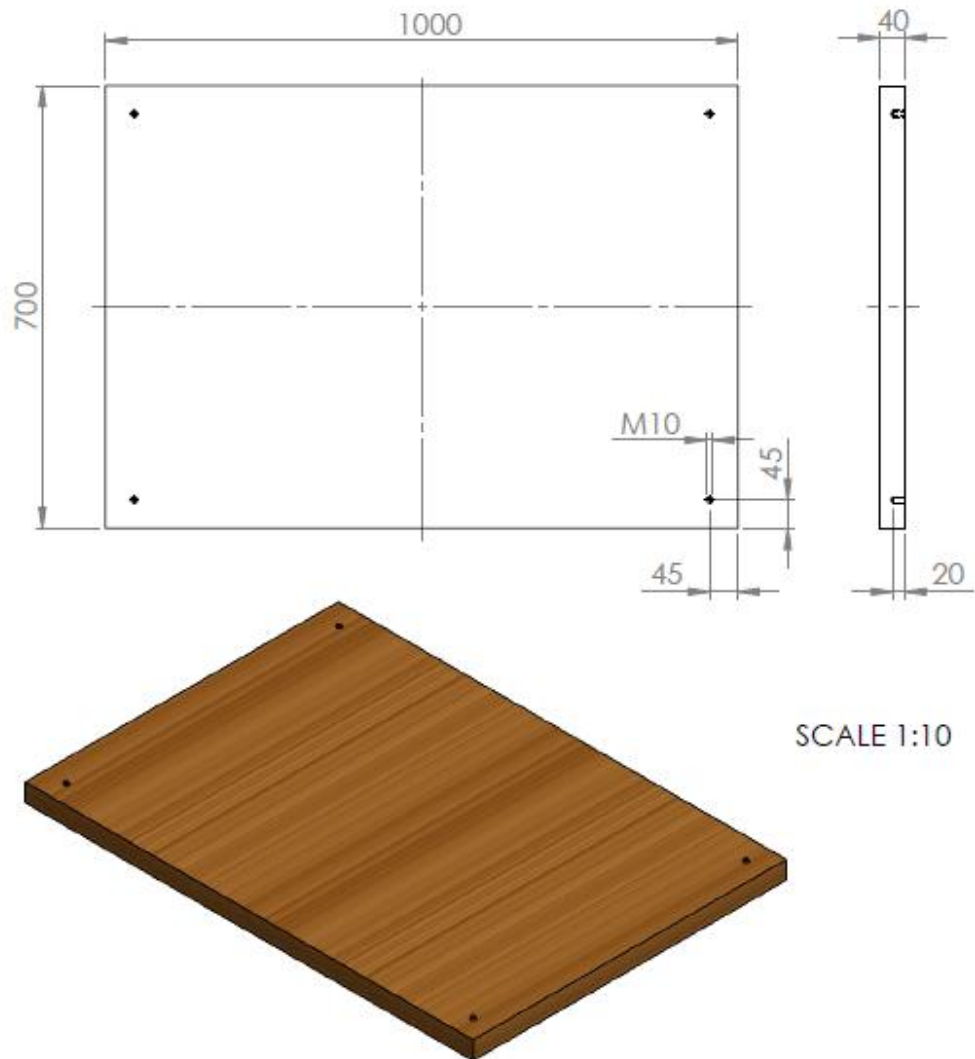
Kuvio 13. Reiät pöytälevyssä.

Pöytälevy viimeistellään aidomman näköiseksi valitsemalla siihen sopiva pinnanviimeistely ja samalla häivytetään sketch-viivapiirrokset näkyvistä. (Kuvio 14).



Kuvio 14. Valmis pöytälevy.

Pöytälevyn valmistuskuvassa (kuvio 15) on näkyvissä 3D–kuvanto pöytälevystä helpottaamaan mallin hahmotusta. Mitat on merkattu selkeästi ja yhtenvällä tavalla näkyviin. Mittaviivat eivät leikkaa toisiaan. Kun malli on symmetrinen käytetään symmetriaviivoja vähentämään tarvittavien mittojen määrää. Mittakaava on selvästi näkyvissä.

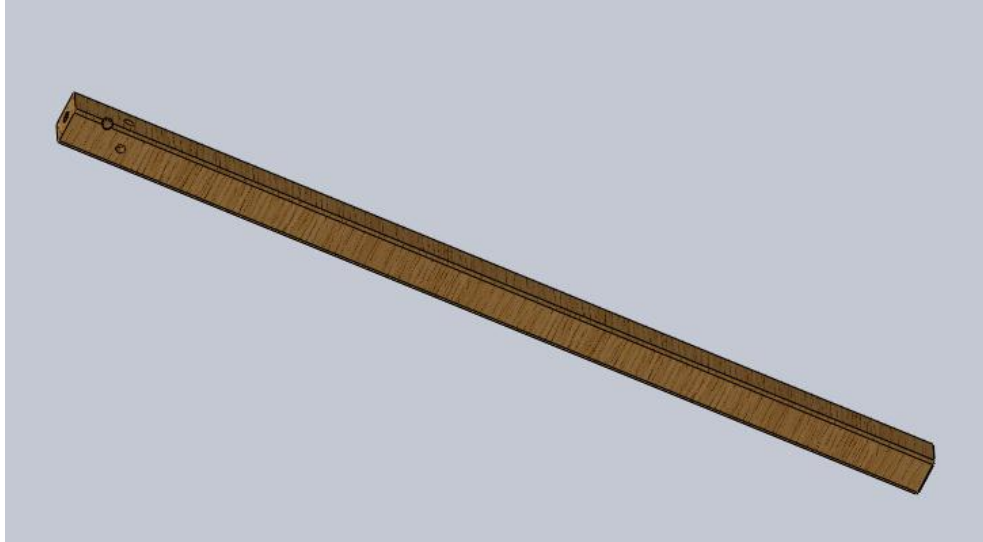


Kuvio 15. Pöytälevyn valmistuskuva.

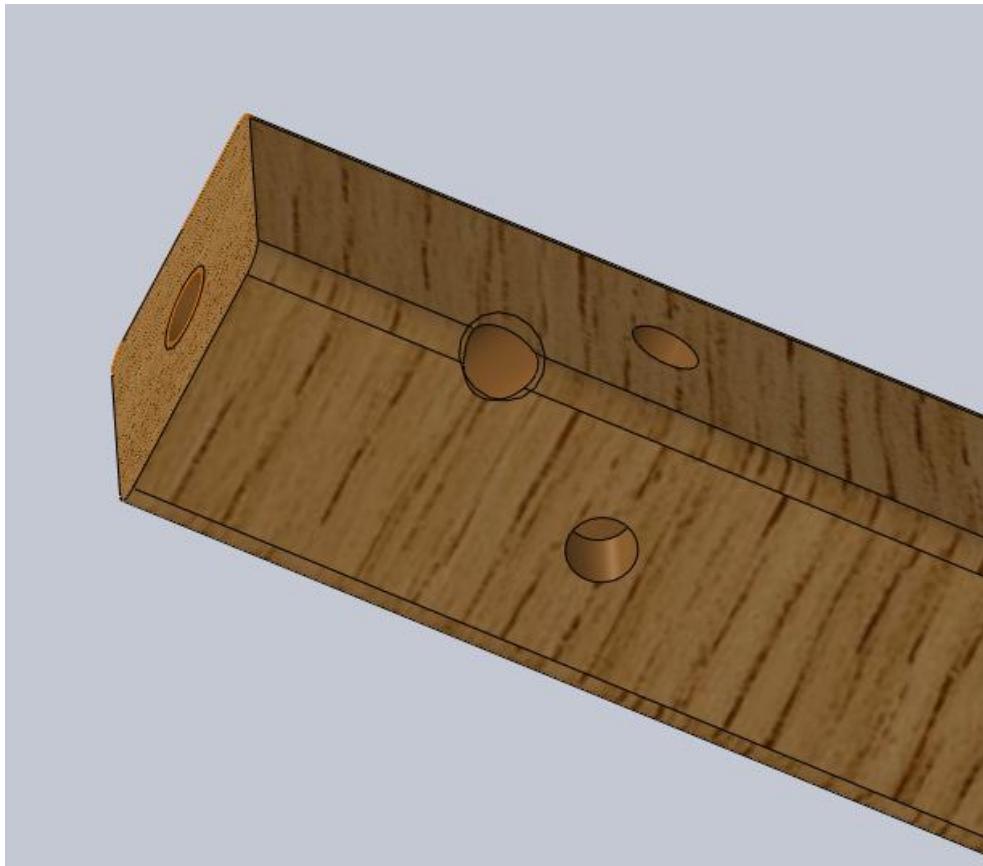
4.1.2 Pöydän jalkojen mallintaminen

Piirretään neliö, joka pursotetaan sopivan mittaiseksi. Pyöristetään pöydänjalan terävät pystyreunat sekä jalan pohjan reunat. Merkataan jalan ylätasoon piste keskelle, johon tehdään samankokoinen reikä kuin

pyötälevyissä. Poraus tehdään jalan pystyviisteeseen, johon tulee tukirauta kiinni lopulta. Tehdään reiät myös pöydänjalan sivuille tukilevyn kiinnittämistä varten. Viimeistellään pöydänjalan pinta halutulla viimeistelyllä. (Kuviot 16 ja 17).

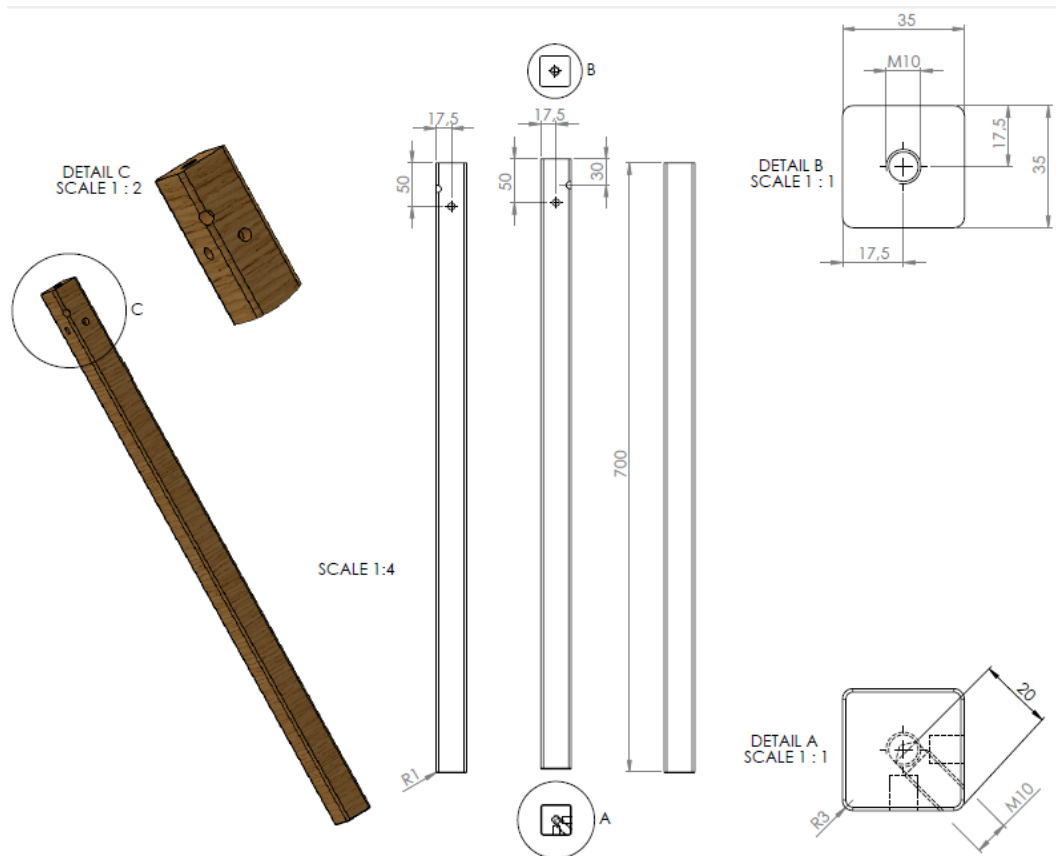


Kuvio 16. Pöydänjalka.



Kuvio 17. Pöydänjalan poraukset.

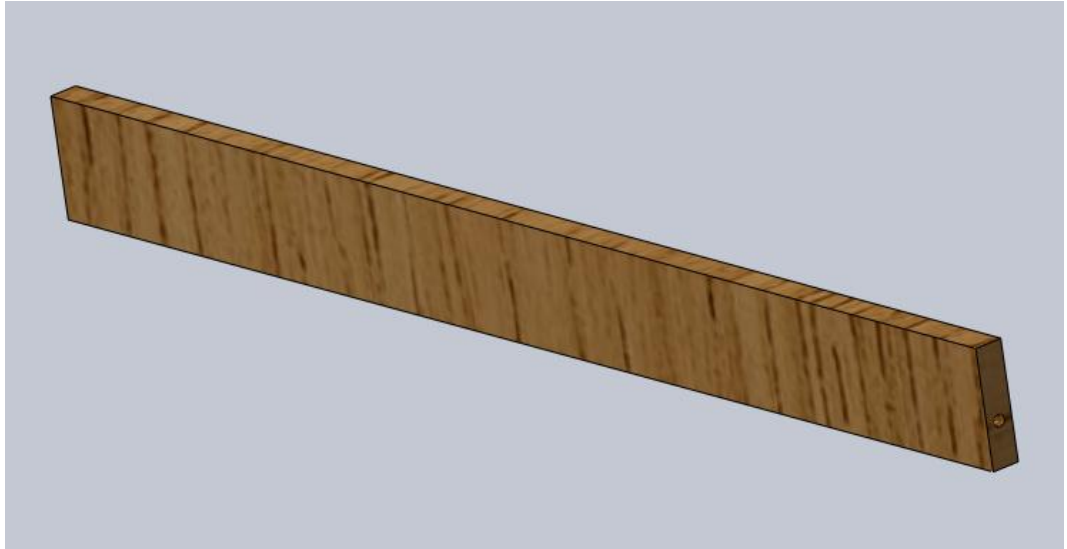
Pöytäjalan valmistuskuvassa (kuvio 18) on näkyvissä 3D-kuvanto ja osa suurennus tärkeistä yksityiskohdista helpottaamaan mallin hahmotusta. Mitat on merkattu selkeästi ja yhtenvälillä tavalla näkyviin. Mittaviivat eivät leikkaa toisiaan. Mittakaavat ovat selvästi näkyvissä.



Kuvio 18. Pöydänjalan valmistuskuva.

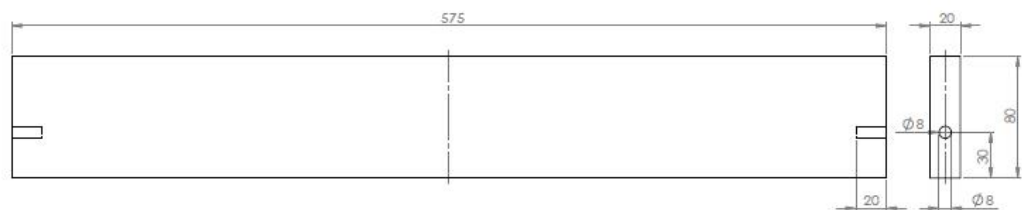
4.1.3 Tukilevyjen mallintaminen

Pöytään tehdään sopivan kokoiset tukilevyt (kuvio 19), jotka sijoitetaan pöytälevyn alle tukemaan jalkoja. Tukilevyihin tehdään samalle korkeudelle pöydänjalkojen reikien kanssa reiät, joihin tulee puutappikiinnikkeet osien liittämiseksi toisiinsa.



Kuvio 19. Tukilevy.

Tukilevyn valmistuskuvassa (kuvio 20) on näkyvissä 3D–kuvanto helpottaamaan mallin hahmotusta. Mitat on merkattu selkeästi ja yhtenvällä tavalla näkyviin. Mittaviivat eivät leikkaa toisiaan. Kun mallin on symmetrisiä käytetään symmetriaviivoja vähentämään tarvittavien mittojen määrää. Mittakaava on selvästi näkyvissä.



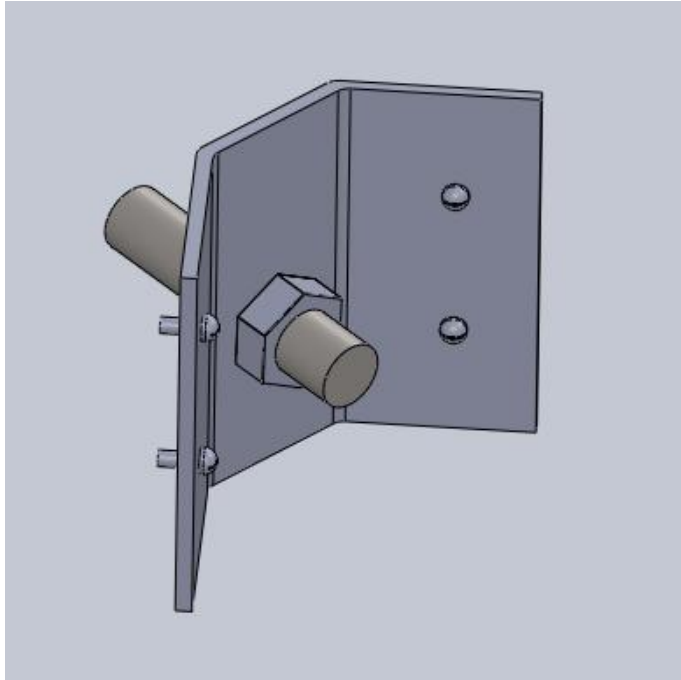
SCALE 1:2



Kuvio 20. Tukilevyn valmistuskuva.

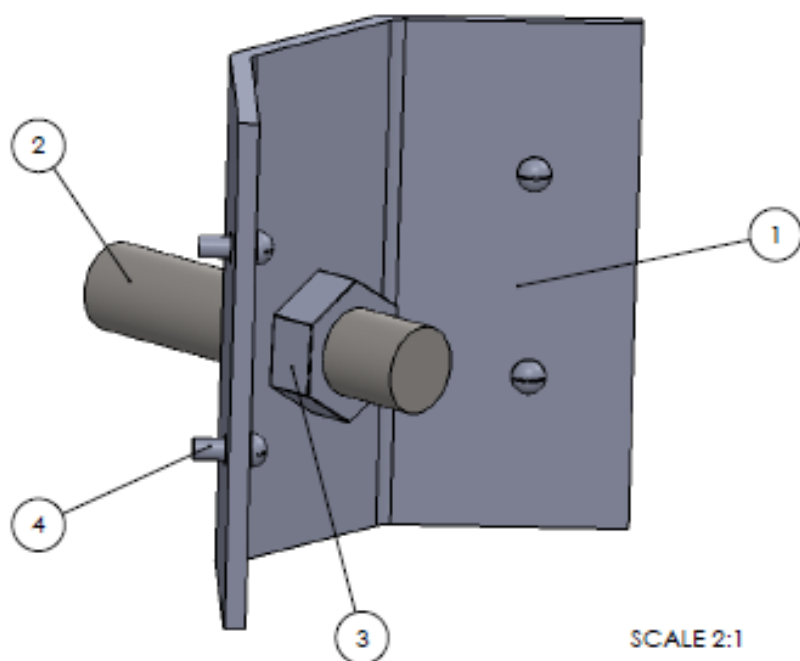
4.1.4 Kiinnitystarvikkeiden mallintaminen

Ennen pöydän kokoonpanoa mallinnetaan vielä tarvittavat kiinnitystarvikkeet ja tehdään niistä kokoonpanon kasausta helpottava alikokoonpano. (Kuvio 23).



Kuvio 23. Kiinnitysraudan alikokoonpano.

Kiinnitysrauta alikokoonpanokuvassa (kuvio 24) on selkeästi hahmotettava 3D-kuvanto kokoonpanosta, josta selviävät kaikki tarvittavat komponentit. Komponenteista on osaluettelo, ja kuvaan on merkitty osaluettelon mukaiset osanumerot.



| ITEM NO. | PART NUMBER | QTY. |
|----------|----------------|------|
| 1 | kiinnitysrauta | 1 |
| 2 | kiertotanko | 1 |
| 3 | mutteri | 1 |
| 4 | ruuvi | 4 |

Kuvio 24. Kiinnitysrauta alikokoonpanokuva.

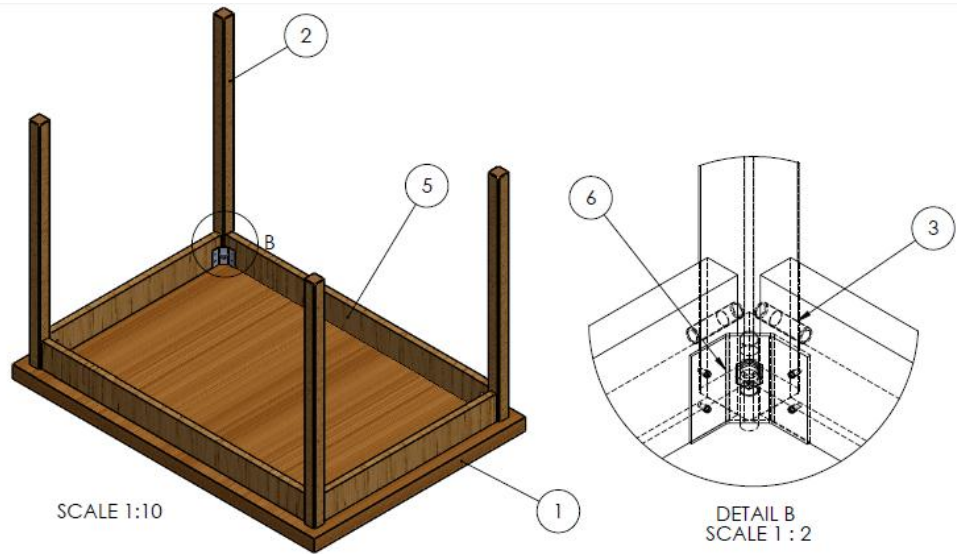
4.1.5 Pöydän kasaaminen

Pöydän osat liitetään toisiinsa. (Kuvio 25).



Kuvio 25. Pöytä kasattuna.

Pöydän kokoonpanokuvassa (kuvio 26) on selkeästi hahmotettava 3D-kuvanto kokoonpanosta, josta selviävät kaikki tarvittavat komponentit. Komponenteista on osaluettelo, ja kuvaan on merkitty osaluettelon mukaiset osanumerot. Kokoonpanosta on tehty osasuurennus helpottamaan komponenttien sijoittumisen merkintää. Kuviossa 27 on esitelty pöydän mittakuva.



| ITEM NO. | PART NUMBER | DESCRIPTION | QTY. |
|----------|-------------------|-------------|------|
| 1 | Poytalevy | | 1 |
| 2 | poydanjalka | | 4 |
| 3 | puutappi | | 8 |
| 4 | fukilevy_575 | | 2 |
| 5 | fukilevy_875 | | 2 |
| 6 | kiinnityskoonpano | | 4 |

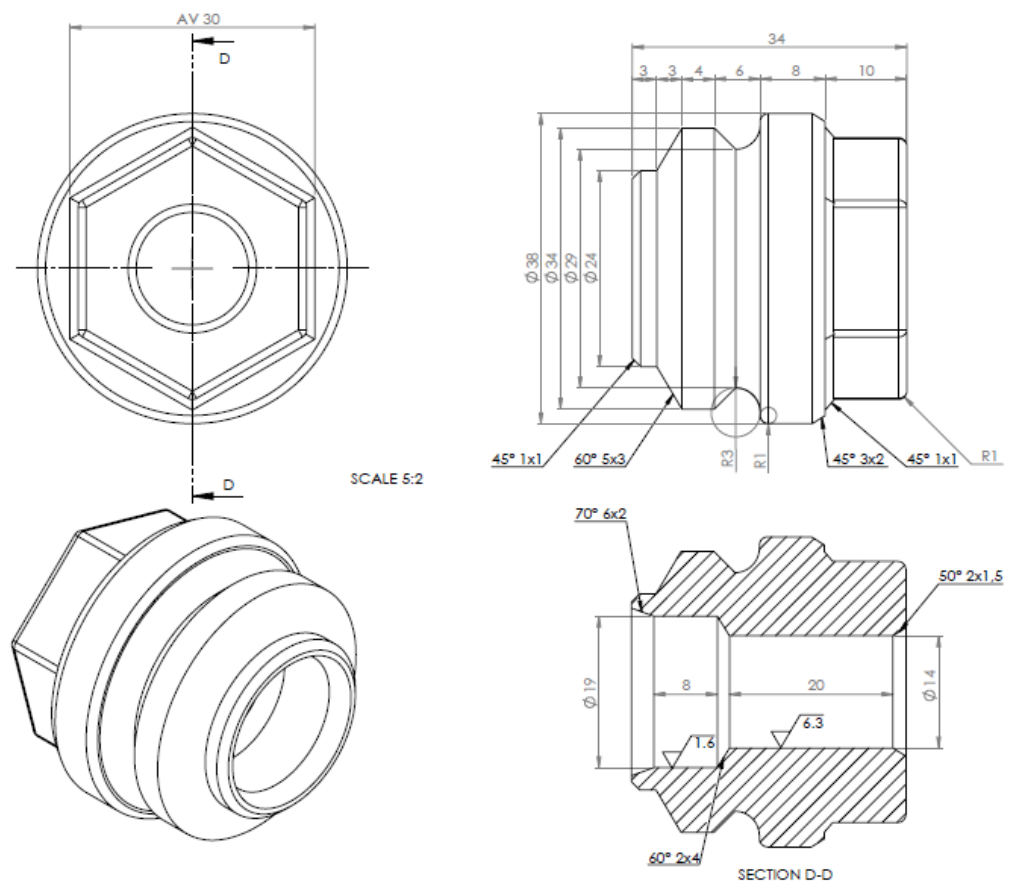
Kuvio 26. Pöydän kokoonpanokuva.



Kuvio 27. Pöydän mittakuva.

4.2 Esimerkki 2: Monimutkaisen kappaleen mittojen merkintä kuvaan

Seuraavaksi käydään läpi esimerkki monimutkaisesta kappaleesta (kuvio 28), jossa on paljon eri mittoja ja pintamerkintöjä. Tällaisissa osissa selkeän piirustuksen tekeminen vie yleensä paljon aikaa. Usein juuri tällaisten kappaleiden piirustuksissa on säästetty paperitilaa ja ehdattu kaikki mitat yhteen kuvantoon, jolloin piirustuksesta tulee todella epäselkeä ja vaikeasti luettava.



Kuvio 28. Monimutkaisen kappaleen mitoitus

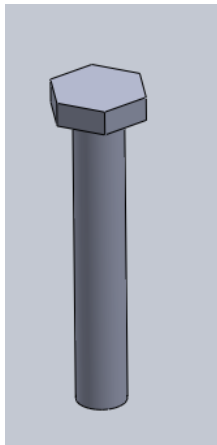
Yllä olevan kappaleen mitoituksessa on käytetty riittävän montaa kuvantoa, että mittojen merkkäamiselle saadaan mahdollisimman paljon tilaa. Piirustuksessa on selkeästi merkattu eri kappaleessa olevat mitat

tietylle puolelle mallia. Mallista on erikseen poikkileikkaus–kuvanto, johon merkattu kaikki sisäiset mitat ja merkinnät.

4.3 Esimerkki 3: Parametrinen malli.

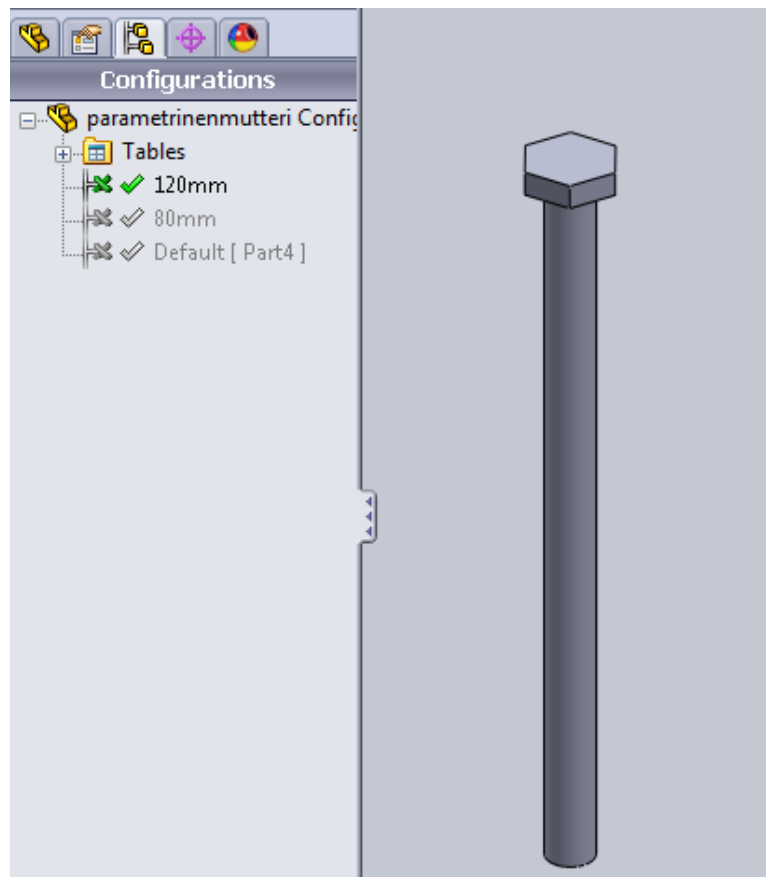
Tässä erimerkissä tehdään yksinkertaistetusta pulttimallista parametrinen mallinnus, eli yhdestä mallista saadaan valittua haluttu pultin pituus suoraan ennaltamäärätystä valikoimasta. Esimerkki on hyvin yksinkertaisesta muutoksesta, mutta samaa toimintoa voidaan käyttää myös todella monien mittojen ja muotomäärien hallintaan.

Ensiksi mallinnetaan pelkistetty malli pultista. (Kuvio 29).

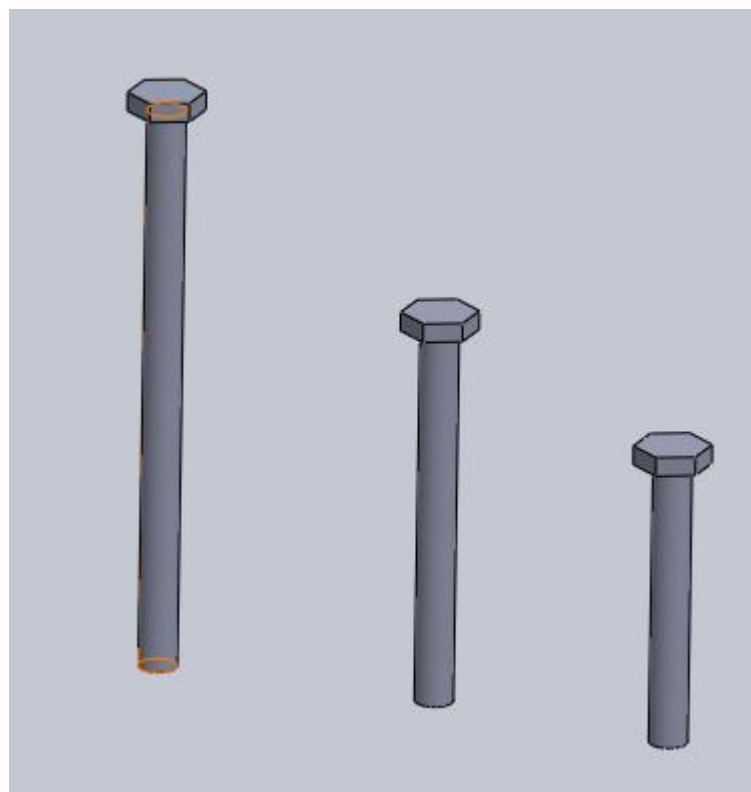


Kuvio 29. Pelkistetty malli pultista.

Seuraavaksi valitaan Design table –toiminto. Valitaan parametroitavat muuttujat ja lisätään halutut mitat taulukkoon. (Kuvio 30). Näin saadaan esimerkiksi yhdestä mallista kolmen erimittaisia pultteja. (Kuvio 31).



Kuvio 30. Pultin piteuden valinta eri vaihtoehtoista.

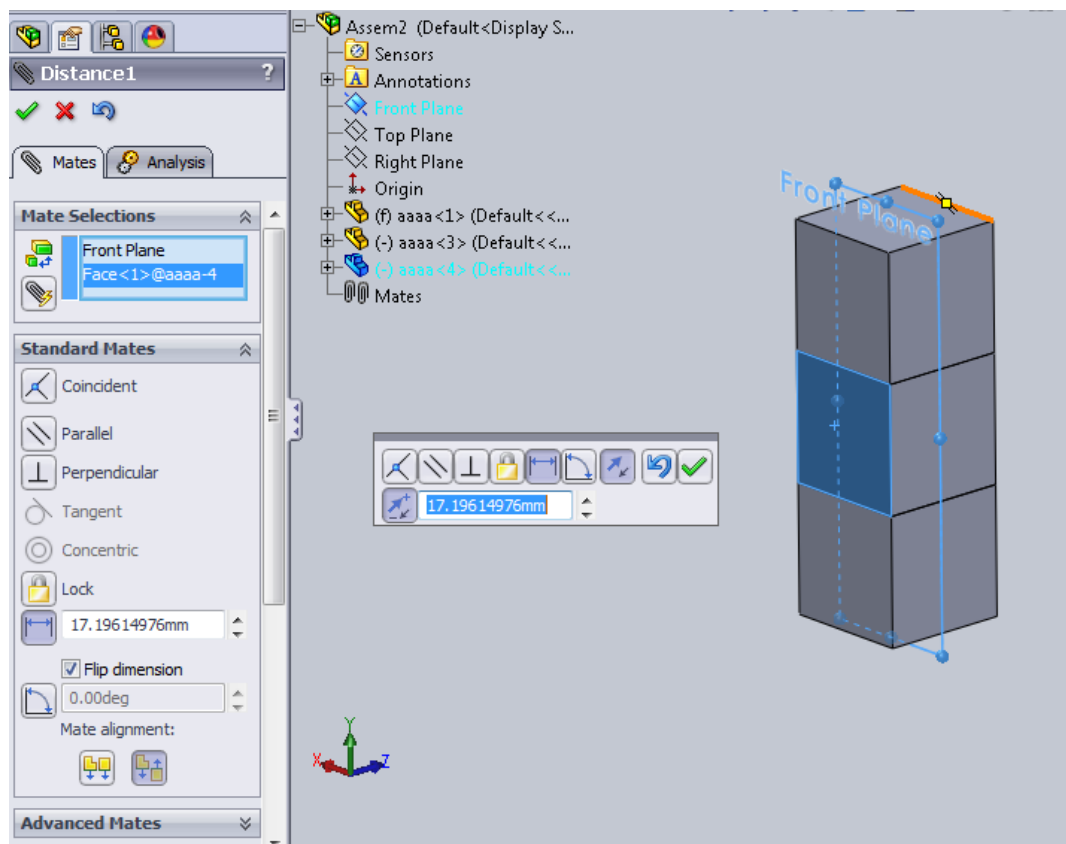


Kuvio 31. Yhdestä mallista saatavat kolme eri mittaista pulttia.

4.4 Esimerkki 4: Asennelman hallittava kokoonpaneminen

Tarkastellaan, millä eri tavoilla kokoonpanoja voidaan kasata. Onko järkeä kasata osat toinen toisiinsa kiinni pyramidityyppisesti vai jotenkin muuten. Pyramidityyppinen kasaus on yleensä nopein tapa, mutta kun poistetaan välistä osa, voi koko pyramidi murentua, eli malli niin sanotusti hajoaa. Tarkastellaan, miten tämä kokoonpanon räjähtämiseksikin kutsuttu ilmiö voidaan välttää. Esimerkissä käytetään yksinkertaisia kuutiota, joita liitetään toisiinsa.

Kaikista varmin, mutta samalla myös työläin tapa liittää ja paikoittaa kappaleet on liittää ne tasoihin kiinni. Ensiksi kokoonpanon voi kasata nopeasti liittämällä komponentit suoraan toisiinsa kiinni ja kokoonpanon valmistuttua vaihdetaan komponenttien liittännät tasoihin kiinni. (Kuvio 32).



Kuvio 32. Kappaleiden liittäminen tasoihin kiinni.

5 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä esiteltiin eräs tapa lähestyä ja toteuttaa mekaniikkasuunnittelua. Työssä perehdyttiin asioihin mekaniikkasuunnittelijan näkökulmasta hyvin pelkistetyksi ja lyhyesti. Työn aihe on niin laaja, että siitä olisi voinut tehdä todella laajan useiden satojen sivujen mittaisen. Mekaniikkasuunnittelu on niin laaja-alaista, että erilaisia esimerkkipiirustuksia olisi voinut esitellä useita kymmeniä, jopa satoja ja siltikään kaikkea huomioon otettavia seikkoja ei olisi saatu täydellisesti esiteltyä.

Tietoja kerätessä työn rajaus vaikeutui entisestään ja huomattiin, kuinka häilyvä raja mekaniikka- ja automaattiosuunnittelun välillä joissain tilanteissa on. Työssä pyrittiin rajaamaan mekaniikkasuunnittelijan vastuualue mahdollisimman selkeästi vain mekaniikkaan liittyviin komponentteihin.

Ongelmia tuotti esimerkkikuvien suuri tilan tarve, ja tilanpuutteen vuoksi osa esimerkkikuvissa olevista mitoista on vaikeasti luettavissa.

Henkilökohtaisesti työtä tehdessäni sain syvennettyä tietämystäni ja uusia ideoita mekaniikkasuunnitteluun liittyen. Työskentelen päivittäin tässä työssä esiteltyjen asioiden parissa ja tulen käyttämään tätä työtä apuna jokapäiväisessä työskentelyssäni.

LÄHTEET

Painetut lähteet:

Pere, A. 2012. Koneenpiirustus 1 & 2. Espoo: Kirpe Oy.

Sähköiset lähteet:

Kettunen, A. 2010. MEK11 tietoiskujen materiaalit. Reppu: Lahden ammattikorkeakoulun opiskelijoiden tiedotus- ja verkko-opetusympäristö. [viitattu 9.4.2015]. Saatavissa: <http://reppu.lamk.fi>

Lahtinen, T. 2012. MEK11 tietoiskujen materiaalit. Reppu: Lahden ammattikorkeakoulun opiskelijoiden tiedotus- ja verkko-opetusympäristö. [viitattu 9.4.2015]. Saatavissa: <http://reppu.lamk.fi>