

Mikko Valo

TAIVUTUSKONEEN MODERNISOINTI

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
2019

TAIVUTUSKONEEN MODERNISOINTI

Valo, Mikko
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tammikuu 2019
Ohjaaja: Teinilä, Teuvo
Sivumäärä: 23
Liitteitä: 1

Asiasanat: Taivutuskone, tuotekehitys, koneet, koneensuunnittelu

Työn tarkoituksena oli modernisoida Aslemetalsin käyttämä taivutuskone. Koneella taivutetaan peltistä kaapelihyllyä laivojen paineastioiden kaapelivetojen kiinnityksiin. Kaapelihyllyjen taivutuksella välttää sen, että ei tarvitse tehdä ylimääräistä ruostesuojausta.

Työssä tarkasteltiin olemassa olevan taivutuskoneen ominaisuuksia ja vertailemalla niitä muiden taivutuskoneiden toimintaan. Niistä valittiin sopivalta vaikuttava taivutustapa jatkotarkasteluun. Koneen tuli olla helppo käyttää, turvallinen ja toimia eri levyisille kaapelihyllyille.

Taivutuskone suunniteltiin käyttämällä SolidWorks 2013 3D suunnittelu ohjelmalla. Ohjelmalla luotiin mallinnettu kone ja piirustukset, joiden pohjalta kone voidaan rakentaa. Myöhemmin koneesta on tarkoitus suunnitella ja rakentaa automatisoitu versio.

BENDING MACHINE MODERNIZATION

Valo, Mikko

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Machine and Production Engineering

January 2019

Supervisor: Teinilä, Teuvo

Number of pages:23

Appendices: 1

Keywords: Bending machine, product development, machines, machine design

The purpose of this thesis was to modernize a bending machine used in Aslemetals. Whit bending machine is bend metallic cable shelf. By bending metal shelf, there Is no need for extra corrosion protection.

Work was started by looking old machine functionality and comparing other machines bending methods, whits to choose for best fitting method for bending. Machine is supposed to be safe and easy to use and suitable for different sized cable shelves.

Machine was designed by using SolidWorks 2013 3D design software. Modelled machine and drawings were created whit the software. Those models are used to build the bending machine. Later, it is planned to design and build automated version of the machine.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
2	ASLEMETALS	6
3	KONEENSUUNNITTELU	7
3.1	Tietokoneavusteinen suunnittelu	7
3.2	Tuotekehitystoiminta	8
3.3	SolidWorks	9
3.4	Mallinnus SolidWorks ohjelmalla	10
3.5	Parametrinen piirremallinnus.....	10
4	LÄHTÖKOHTA	12
5	LAITTEEN SUUNNITTELU	16
6	TAIVUTUSKONEEN JATKOKEHITYS	21
7	YHTEENVETO	22
	LÄHTEET	23
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on modernisoida taivutuskone, jota tarvitaan ohutlevy-
pellistä valmistettuihin kaapelihyllyjen taivutukseen. Koneella saadaan taivutettua pel-
tisiä kaapelihyllyä, joiden leveydet ovat 75, 100 ja 150mm. Koneella tehdyllä taivu-
tuksella saadaan vähennettyä työvaiheita. Ilman taivutusta kaapelihyllyistä pitäisi lei-
kata pala pois tarvittavasta taivutuskohdasta ja kyseinen kohta pitäisi vielä hitsata ja
suojata ruosteelta. Nykyisin käytössä oleva taivutuskone on työn ohessa ylijäämä-
osista tehty. Lähtökohtana oli suunnitella taivutuskone, jonka käyttö nopeuttaisi tai-
vutusta ja koneen käyttö olisi helpompaa.

Taivutuskone on tarkoitus valmistaa mahdollisimman nopeasti suunnittelun valmistu-
misen jälkeen, jotta tuotantoa voitaisiin tehostaa edelleen. Myöhemmin mahdollisesti
laitetta voitaisiin myös myydä muille valmistajille, jos laite osoittautuu käytettävyy-
deltään riittävän tehokkaaksi ja valmistuskustannukset ovat sopivassa suhteessa mark-
kinahintaan.

Taivutuskoneen suunnittelussa käytetään SolidWorks 2013 3D-suunnitteluohjelmis-
toa. Tavoitteena on suunnitella toimiva ja käytännöllinen taivutuskone, josta luodaan
kokoonpano- työ- ja osapiirustukset taivutuskoneen rakentamiseen. Luodut piirustuk-
set sisällytetään opinnäytetyöhön.

2 ASLEMETALS

Aslemetals Oy on vuonna 1961 perustettu keskisuuri konepaja. Pienestä autotalliyri-tyksestä on vuosien saatossa kasvanut kansainvälisesti palveleva metallialan erikois-osaaja ja luotettava alihankintayritys, joka työllistää noin 100 ammattilaista.

Aslemetals Oy:n vahvuutena ja kilpailukyvyn avaintekijöinä ovat työn tehokkuus, korkea laatutaso, toiminnan jatkuva kehittäminen ja asiakkaiden tarpeiden ymmärtäminen. Aslemetals haluaa kehittää toimintaansa myös yhteistyössä asiakkaan kanssa ja vastata vaativan kilpailuympäristön haasteisiin.

Päätuotteita ovat putkisto-, moduuli-, teräs- ja levyrakenteet, betoniteollisuuden muo-
tistot sekä turvatekniset tuotteet.

Näiden ohella Aslemetalsilla on kattava kokemus erilaisten kokonaistoimitusten suo-
rittamisesta avaimet käteen –periaatteella asiakkaalle.

Aslemetals Oy palvelee muun muassa voimalaitos-, kemian-, laiva-, metalli- ja beto-
niteollisuuden tarpeita Suomessa sekä ympäri maailman.

(Aslemetals Oy:n WWW-sivut 2017).



Kuva 1. Aslemetals Oy Lapinjoentehdas (Aslemetals Oyn:n WWW-sivut 2017)

3 KONEENSUUNNITTELU

Koneensuunnittelu (konstruktointi, tuotekehitys) on lähtökohtaisesti melko yksinkertainen prosessi. Koneensuunnitteluun on kehitetty muutamia erityyppisiä menetelmiä, joiden avulla suunnittelu voidaan aloittaa ja saattaa aina valmiiseen tuotteeseen. Tarkastelen opinnäytetyössäni koneensuunnittelun eri vaihteita.

Tuotekehitystoiminnalla tarkoitetaan prosessia, jonka tavoitteena on uusi tuote tai tuoteparannus. Prosessin lopputulosta kutsutaan tuotteeksi, mutta nykyään yhä useammin myös innovaatioksi. Tuotekehitystoiminta on tapahtunut yleensä yritysten tarkoin varjelluissa suljetussa ympäristössä. Koveneva globaali kilpailu pakottaa yritykset jatkuvaan ja yhä nopeampaan tuotekehitykseen. Varsinkaan pienten yritysten omat voimavarat ja osaaminen eivät enää riitä tuottamaan tarvittavia innovaatioita.

(Hietikko 2013, 13).

Kun on olemassa ongelma tai tarve, joka on ratkaistava, kehittäjän on kyettävä kuvittelemaan tuotetta, joka parantaa tilanteen aiheuttamatta liikaa harmia muualla ja samalla pitämään kehittäjän kiinni bisneksessä. Kehittäjän on myös kyettävä hahmottamaan, kuinka tuote voidaan valmistaa. Sen jälkeen on vielä arvioitava potentiaalisia markkinoita siten, että tuotteen valmistaminen ei muutu kannattamattomaksi. On myös varmistettava, ettei missään ole olemassa tekijää, joka estäisi tuotteen myymisen (esim. turvallisuusmääräykset). (Hietikko 2008, 15).

3.1 Tietokoneavusteinen suunnittelu

Tietokoneavusteinen suunnittelu eli CAD (Computer-Aided Design) käyttää tietokoneen matemaattista tai graafista mallinnuskykyä suunnitteluprosessin toteuttamiseen. Suunnitteluprosessissa on osa-alueita, joissa tietokoneella saadaan useita perinteisiä työvaiheita korvattua yhdellä kolmiulotteisella mallintamisella, vaikka edelleen käytetään paljon pelkkien piirustusten laatimista. Kolmiulotteinen mallintaminen on kehittynyt vasta viimeisen vuosikymmenten aikana riittävälle tasolle useimpien tuotteiden suunnitteluun, aina yksittäisestä prikasta kokonaiseen tehtaaseen.

Tietokoneella mallintamiseen voidaan myös lisätä erilaisia analysointi ja simulointi menetelmiä. Tyypillisimpiä analyysimuotoja on FEM-laskenta, jolla mallinnettavalle kappaleelle asetetaan pienempiä kokonaisuuksia, eli elementtejä, jotka ovat helpompia analysoida, kuin kokonainen laite. Pienemmät analysoinnit on helpompi yhdistää kokonaiseen laitteeseen, jolloin saadaan yhdistettyä tulokset kokonaiseen laitteeseen. Työssä ei kuitenkaan ollut tarvetta suorittaa FEM laskentaa, koska taivutettavat kappaleet ovat melko ohuita ja kappaleihin kohdistuva rasitus on niin pientä.

3.2 Tuotekehitystoiminta

Tuotekehitystoimintaan kuuluu uusien tuotteiden ja laitteiden kehitys ja vanhojen laitteiden ja tuotteiden parantaminen ja edelleen kehittäminen. Tuotekehitys on yrityksille tärkeää, koska tuotteiden ja palveluiden elinkaari tulee päätökseen kuitenkin ennemmin tai myöhemmin. Yleensä kuluttajatuotteilla elinkaari on lyhyt, kun taas yritysten laite investointien elinkaari on huomattavasti pidempää käyttöä ajatellen. Tuotteen ja palvelun yhdistävä tuotekehitystoiminta on yleisesti ottaen tarpeellista, jotta tuotetta olisi helpompi kaupallistaa. Ongelman selvittyä ja mahdollisimman laajalta näkökulmalta kartoitettu, niin hyvään loppuratkaisuun pääsemiseen ei ole mikään ongelma.

Strategisessa mielessä tuotekehitys on jokaisen teollisuusyrityksen keskeisimpiä asioita. Yrityksellä on oltava omaa tuotekehitystä, olipa sillä omaa tuotantoa tai ei. Alihankkijan tuotteita ovat minimissäänkin palvelut, joilla se kilpailee muiden palveluita vastaan. Useimmiten myös alihankintaa harjoittavan yrityksen tulee kehittää omaa ydinosaamistaan tuotekehityksen muodossa. Verkostomaisen toiminnan tullessa yhä yleisemmäksi on tuotekehitys hajautettava verkostoon, jossa kukin vastaa prosessista oman ydinosaamisensa kautta. Tuotteessa näkyy varsinaisen idean eli keksinnön lisäksi yrityksen osaaminen eli kyky jalostaa idea asiakkaalle lisäarvoa tuottavaksi tuotteeksi, josta asiakas on halukas maksamaan halutun hinnan. (Hietikko, 2013, 11).

Tuote on sen prosessin tulos, jonka aikana asiakkaan tarpeen tyydyttämiseksi muodostettu idea muovautuu siksi konkreettiseksi tulokseksi, jota asiakas voi hyödyntää. Tuote ei ole vain pelkkä käsin kosketeltava esine tai palvelu, jonka asiakas kokee. Se

sisältää useita eri tasoja, jotka kaikki yhdessä vaikuttavat asiakkaan mielikuvaan tuotteesta. Tuotteen keskeisin osa eli ydin on asiakkaan tarpeen tyydyttävä toiminto. Ytimen ympärillä on käsinkosketeltava konkreettinen tuote ja sen ympärillä laajennettu tuote, joka sisältää mm. jakeluun ja huoltoon liittyviä toimintoja. (Hietikko, 2013, 11).

Uusille ja jatkuvasti parannelluille tuotteille on olemassa jatkuva tarve. Tuotteet ovat seppien ja käsityöläisten ajoista monimutkaistuneet niin paljon, että yhden henkilön kehityspanos ei enää riitä niiden kehittämiseen. Tarvitaan useista henkilöistä koostuva kehitystiimi.

Tuotekehitykseen käytetyllä ajalla on suuri merkitys nykyaikaisessa yhteiskunnassa. Kun kehitys laukkaa eteenpäin yhä kiihtyvää tahtia ja samalla ollaan siirtymässä standardituotteiden myynnistä asiakaskohtaisiin sovelluksiin, on kehitysaika saatava tiivistettyä mahdollisimman lyhyeksi.

3.3 SolidWorks

SolidWorks on parametrinen 3D-mekaniikkasuunnitteluohjelmisto, joka sisältää tilavuus- ja pintamallinnustyökalut. Ohjelmistoa käytetään hyvin erilaisten koneiden, laitteiden tai jonkin muun yksittäisen kappaleen suunnittelussa. (Wikipedia WWW-sivu 2017.)

SolidWorksiä käyttää tällä hetkellä yli 2miljoonaa suunnittelijaa ja insinööriä. Ohjelmisto sisältää työkalut mekaniikkasuunnitteluun, muotoiluun, rakennesuunnitteluun, liikeratojen mallintamiseen. Ohjelmalla voi myös simuloida, julkaista ja hallita tietoja. SolidWorks on laajennettavissa kolmannen osapuolen laajennoksilla, joissa on omia komponentti-, materiaali- ja versionhallintakirjastoja.

SolidWorksin valmistaja on Dassaut Systèmes Solidworks Corporation, jonka pääkonttori on USA:ssa. (Wikipedia WWW-sivu 2017).

3.4 Mallinnus SolidWorks ohjelmalla

SolidWorksissa käytetään oikeakätistä koordinaatistoa, y-akselin osoittaessa ylöspäin ja x-akseli oikealle, sekä z-akseli suoraan näytöstä kohti käyttäjää.

Kappaleen käsittely tapahtuu kolmiulotteisessa avaruudessa, jossa käyttäjä pystyy pyörittämään koordinaatistoa haluamaansa suuntaan. Kappaleen koordinaatiston origo eli nollapistettä voidaan myös tarvittaessa muuttaa paremmin soveltuvaan paikkaan. Ohjelmalla voidaan myös lisätä apukoordinaatistoja tarvittavien muokkausten tekemiseen, jolloin voidaan saada kuvien piirteisiin kaikki tarvittavat rakenteelliset ominaisuudet.

SolidWorksilla mallintaminen voidaan toteuttaa monella eri tavalla. Helpoin tapa aloittaa on piirtää 2D-luonnos, jossa määritellään joko piirrettävän kappaleen muoto tai osan rakenne. Luonnokseen määritellään myös mitat, joilla kappaleen koko saadaan määriteltä tarkasti. Luonnoksen perusteella pursotetaan muoto kappaleelle, jotta saadaan muodostumaan kolmiulotteinen malli. Luonnokseen voidaan myös määrittää riippuvuuksia, joita kappaleeseen tulee.

3.5 Parametrinen piirremallinnus

Parametrisuus tarkoittaa käytännössä sitä, että kohteeseen kytkettyjä mittoja voidaan muuttaa missä vaiheessa mallinnusta tahansa siten, että kohteen geometria muuttuu vastaavasti. Tämä helpottaa mallinnusta siinäkin mielessä, että suunnittelun alkuvaiheessa ei useinkaan tiedetä kaikkia suunniteltavan kohteen mittoja tarkasti, vaan ne tarkentuvat vasta suunnittelun edetessä. Kaikki erilliset piirteet tulevat näkyviin piirrepuuhun, josta on helppo nähdä mitä piirteitä on käytetty. Piirteitä on myöhemmin helppo muuttaa, poistaa tai piilottaa. Tämä helpottaa erilaisten osien suunnittelua, koska koko osaa ei aina tarvitse alusta asti tehdä uudelleen, eikä tarvita erillisiä tiedostoja vähän muuttuneelle osalle.

Parametrisessa mallinnuksessa osille voidaan myös määritellä relaatioita, jotta yhtä arvoa muuttamalla muut seuraavat. Mittoihin voidaan käyttää matemaattisia kaavoja, joilla saadaan muutettua monimutkaista laskentaa vaativia muotoja helposti, ilman että pitää jokainen mitta tai lasku käydä erikseen läpi.

Piirremallinnuksessa piirtäminen aloitetaan peruspiirteestä ja lisätään aina yksi piirre kerrallaan. Piirremallinnusta voi vaikka lähestyä metallin käsittelyn näkökulmassa niin, että on vain tietynkokoinen metallinpala ja siitä poistetaan ja lisätään metallia, jonka jälkeen päästään haluttuun malliin.

Parametrisessä mallinnuksessa voidaan mallin mittojen välille asettaa myös riippuvuuksia, jolloin tiettyjen mallinnettujen kappaleiden välillä on samat mitat tai mittojen välille muodostettu riippuvuus pitää kappaleen (Hietikko, 2013,23-25).

4 LÄHTÖKOHTA

Ensimmäisenä oli selvitettävä, onko vastaavia taivutuskoneita olemassa. Taivutuskoneen tarkoituksena on vähentää ylimääräistä hitsausta ja peltisen kaapelihyllyn leikkaamista, jotta ei tarvitse ruostesuojata hitsausseamaa tai leikattuja kohtia, vaan voidaan suoraan normaalin taivutuskoneen valmistus prosessin mukaan edetä. Taivutuskoneella saadaan huomattava aika säästö perinteisiin menetelmiin nähden. Taivutuskoneen käytettävyydessä on jonkin verran parannettavaa ja ulkonäköön ei ole kiinnitetty ollenkaan huomiota. Nykyisellään taivutuskone ajaa kyllä asiansa, mutta taivutuskoneen käytettävyyttä ja ulkonäköä pitäisi saada parannettua, jotta taivutuskonetta voisi saada kaupalliseen tuotantoon. Kuvassa 2 nykyinen taivutuskone taivuttamassa peltistä kaapelihyllyä.



Kuva 2. Nykyinen taivutuskone

Kuvissa 3-5 on erilevyiset taivutettavat kaapelihyllyt, joiden perusteella taivuttimeen pitää valita kohdat, joissa saadaan taivutus mahdollisimman pienessä tilassa. Koska hyllyjen leveydet, joita koneessa pääosin käytetään, ovat 75, 100 ja 150mm rullan leveys olisi näin ollen hyvä asettaa 150-200mm leveäksi. Kuvassa 6 SolidWorks malli taivutuksessa käytetystä kaapelihyllystä.

Kuvassa 7 nykyinen taivutuskone käytössä.



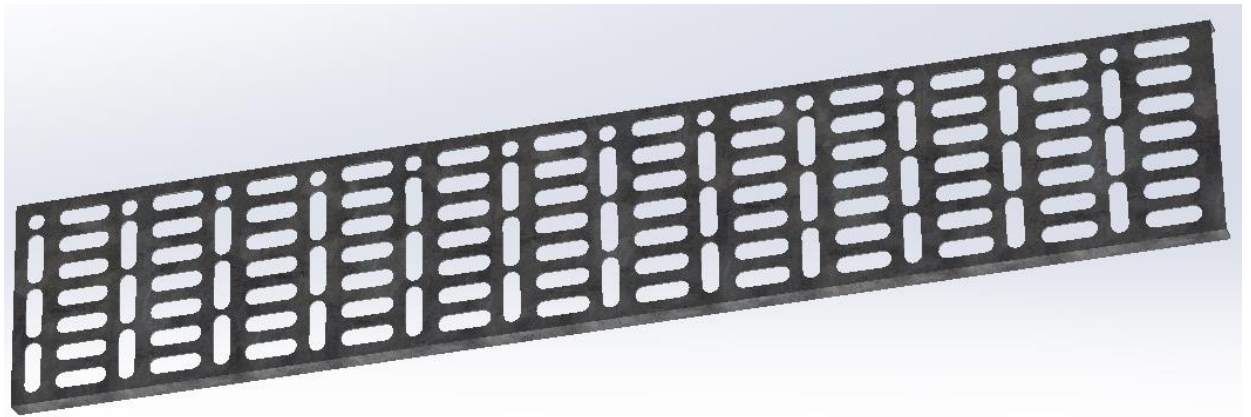
Kuva 3.



Kuva 4.



Kuva 5.



Kuva 6.



Kuva 7.

Taivutuskoneen vaatimusten määrittely:

Koneen tulee korvata nykyinen käsikäyttöinen taivutuskone.

Nykyinen kone toimii työtä nopeuttavana, mutta on turhan raskas kömpelö käyttää.

- Laitteen koko olisi hyvä pitää pienenä.
- Taivutus pitää pystyä tekemään molempiin suuntiin.
- Laite tulee ensi sijassa omaan käyttöön, mutta myös myynti ja valmistettavuus on otettava huomioon.
- Laitteen käyttö turvallisuus pitää olla vaatimusten mukainen.

5 LAITTEEN SUUNNITTELU

Ensimmäiseen version taivutuskoneesta haettiin mallia Instructables sivustolta, jossa oli ohjeet rullattavaan taivutuskoneeseen. Kyseisestä mallista muodostin ensimmäisen version taivutuskoneesta. Todettiin kuitenkin, että kyseisellä mallilla olisi vaikea saada taivutusta toteutumaan kahteen suuntaan ja liikerataa ei saisi tarpeeksi laajaksi alaspäin tapahtuvassa liikkeessä. Kuvassa 8. on Instructables sivuston mukainen taivutuskoneen malli.

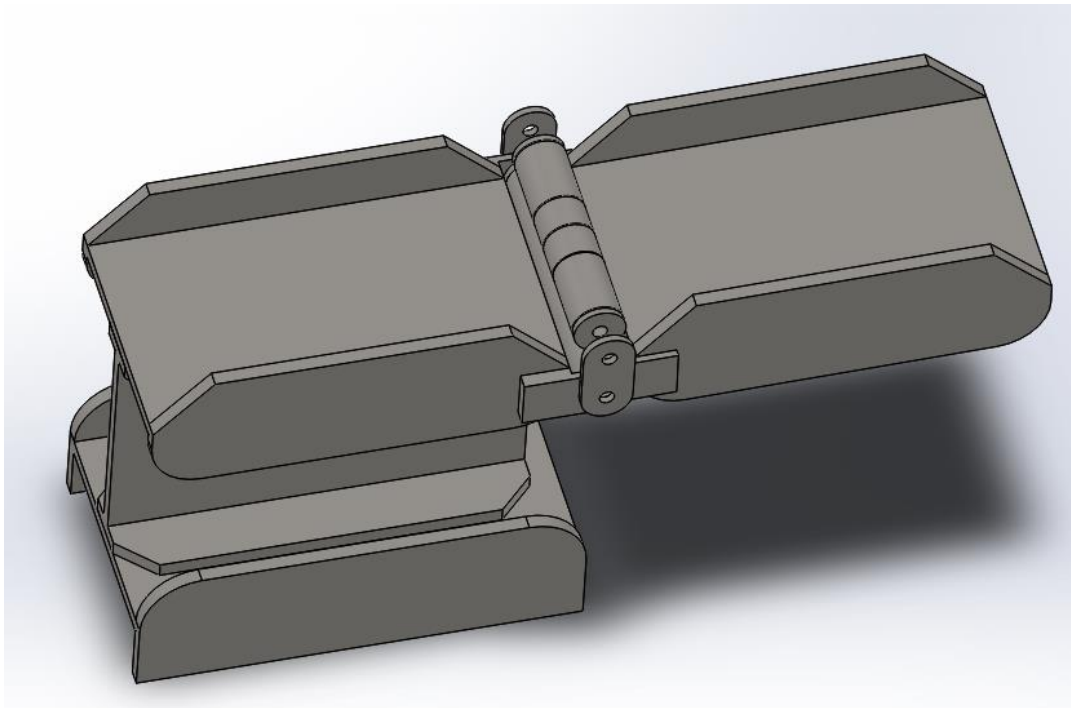
(Instructables WWW-sivut 2017).



Kuva 8.

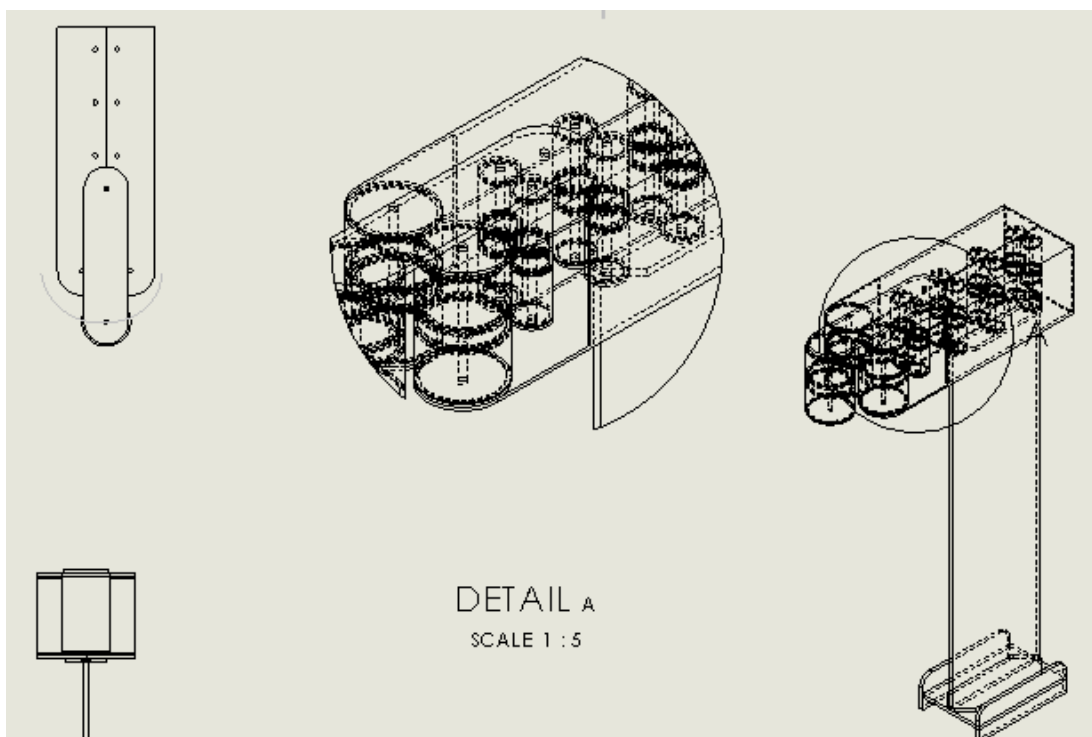
Seuraavaan versioon taivutuskoneesta mietin rakenteen uudelleen ja todettiin että taivutuskone tulisi olla pystysuunnassa, koska jos taivutettava kappale on pitkä niin silloin ei liikerata on helpompi toteuttaa molempiin suuntiin. SolidWorksilla mallinnettiin taivutuskoneesta kuvan 9. mukainen malli, mutta sen toiminta todettiin liian rajoitettu kyseiseen taivutuskäyttöön. Jos kappaletta olisi taivutettu alaspäin, niin liikerata olisi ollut maksimissaan 90-astetta, ja jos kaapelihihly olisi pitkä, laitteen pitäisi olla tarpeeksi korkealla lattiasta, jotta tarvittava taivutus olisi mahdollinen.

Mikäli on tarvetta yli 90-asteen taivutukselle, niin se ei onnistu kuin toiseen suuntaan taivuttamalla. Laitteen käytettävyys ei olisi kuitenkaan oleellisesti helpompaa kuin nykyisen laitteen käyttö, joten ryhdyin selvittämään, miten pääsisin helpompaan käytettävyyteen muuttamalla laitteen rakennetta.



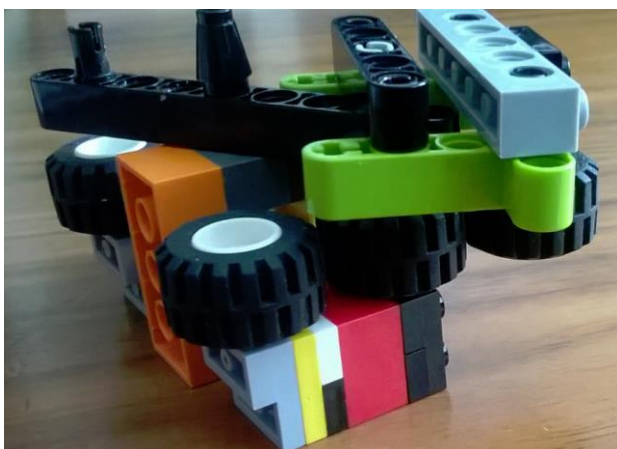
Kuva 9.

Seuraavaksi tarkastelin kuvan 10. mallisen rakenteen toimivuutta, jossa on pienillä rullilla tehty rata eri levyisille taivutettaville kappaleille. Laitteen päässä on varsi, jossa on isompi rulla, jonka avulla saadaan halutun muotoinen taivutettava kaari. Jos varsi on suora, niin silloin taivutuksen aiheuttama vääntö ei taivuttaisi peltiä kunnolla vaan saattaisi taipua huonosti. Tällöin taivutettua kappaletta voi joutua korjaamaan käsin myöhemmin. Tämän takia piti selvittää miten saisi taivutusrullan pysymään mahdollisimman hyvin kappaleen ja vasta rullan lähellä. Tässä vaiheessa havaittiin, että laitteella ei ole tarvetta kiinteään jalkaan, vaan laitteen voi kiinnittää pöytään tai erilliseen jalustaan tarpeen mukaan.

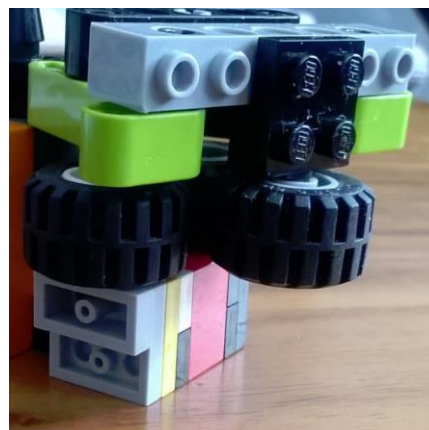


Kuva 10.

LEGO palikoiden avulla tutkittiin taivutuskoneen geometrian toimivuutta ja päädyttiin kuvissa 12. ja 13. näkyvään ratkaisuun, jossa on renkailla ja muutamalla eri muotoisella osalla tehty kaksinivelinen varsi. Kyseisellä mallilla saatiin hahmotettua liikerataa ja selvitettyä miten varsinaiseen laitteeseen pystyisi muodostamaan tarvittavan tyypisen liikeradan ja mitä sen rakenteelta vaaditaan. Liikeradan pitäisi pystyä mahdollisimman hyvin seurata kummallakin puolella olevaa taivutuksen tukena olevaa rullaa, jolloin taivutettavan kappaleen epäonnistuneen taivutuksen riski pienenee huomattavasti.

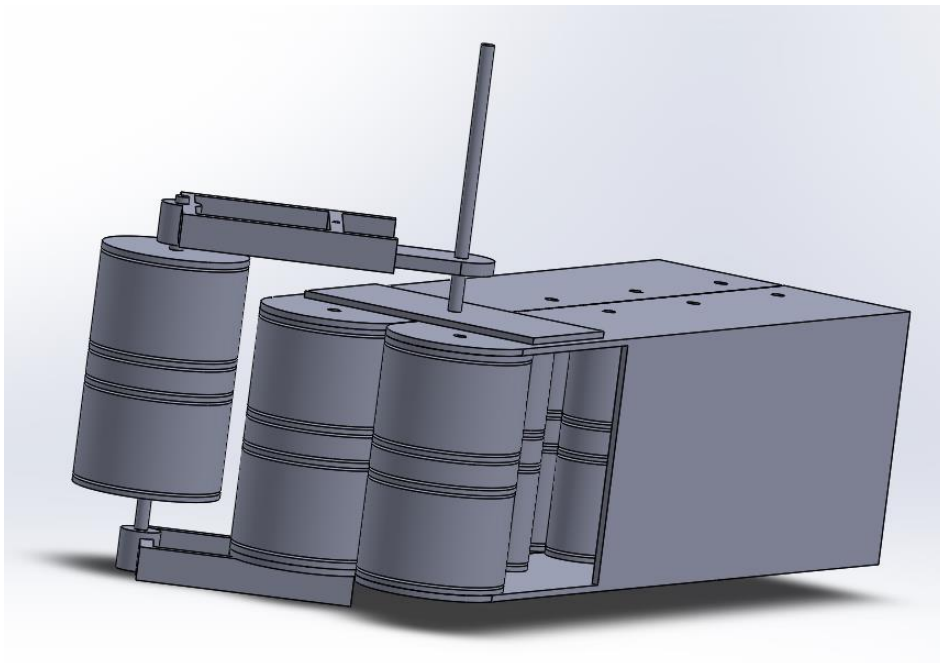


Kuva 12.



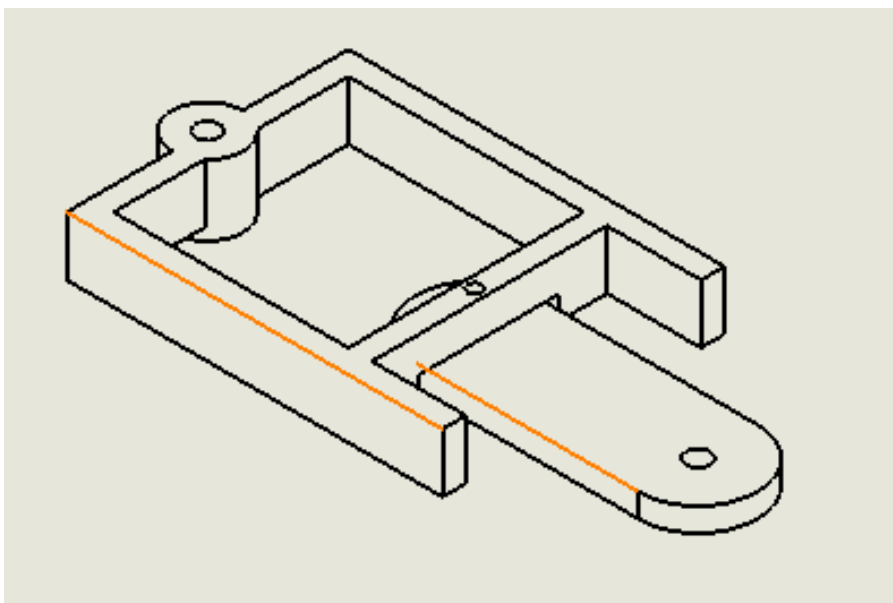
Kuva 13.

Taivutuskoneesta mallinnettu SolidWorks 3D malli kuvassa 14 Taivutuskoneen kokonaisuutta on SolidWorksin avulla on helpompi tarkastella. Taivutuskoneen kokonaisuuden kannalta valmis malli tarjoaa selkeän kuvan siitä, miten taivutuskone toimii ja onko se toteutettavissa. Taivutuskoneen rakenteen ulkonäköä pitää kuitenkin arvioida uudelleen vielä siinä vaiheessa, kun prototyyppi on rakenteilla.

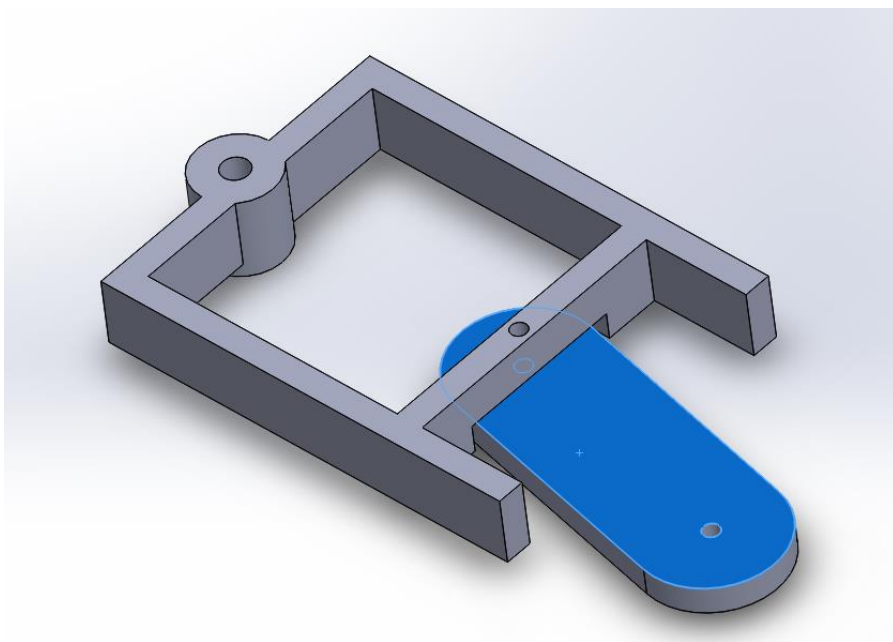


Kuva 14.

Kuvissa 15. ja 16. on kuvattu suunnittelemani saranarakenne. Rakenteen ansiosta liikeradasta saadaan epälineaarinen, jotta taivutus on mahdollisimman lähellä sylinterien pintaa. Näin taivutukseen ei jää suurempaa tyhjää väliä, jossa taivutuksen epäonnistuminen olisi todennäköisempää. Kyseiseen rakenteeseen pitää todennäköisesti lisätä vielä jousia, jotta taivutuksesta tulee vakaampi ja muita parannuksia rakenteeseen, jotta taivutuskoneen nivel rakenne olisi helpommin valmistettava. Nivelen rakenteen soveltuvuus tulee testata vielä tarkemmin, jolloin testaus vaiheessa selviää, miten nivelen rakenne soveltuu taivutukseen.



Kuva 15.



Kuva 16.

6 TAIVUTUSKONEEN JATKOKEHITYS

Taivutuskoneesta ei vielä ole saatu rakennettua prototyyppiä, mutta prototyyppi olisi tarkoitus saada vuoden 2019 aikana valmiiksi. Taivutuskoneesta on myös tarkoitus saada kehitettyä tulevaisuudessa automatisoitu laite. Automatisoidulla taivutuskoneella saataisiin muutamalla parametrilla asetettua koko kaapelihyllyn pituudella olevat taivutus kohdat oikeille paikoilleen, sekä tarvittavat taivutuskulmat.

Automatisoidussa taivutuskoneessa olisi mahdollisesti automaattinen syöttö, taivutus valmiiksi ohjelmoiduilla kappale malleilla. Kääntyvillä taivutus rullilla voisi tehdä kaartuvaa taivutusta, jolloin taivutettu kappale voisi kulkea kaartuvaa pintaa myötäillen ja näin saada hyllyn sivuttain kaartuvaa osaa, samalla kuitenkin mahdollistaen kulmien taivutukset.

Vasta ensimmäisen prototyypin valmistuttua voidaan sanoa, miten toimiva suunniteltu taivutuskone tulee olemaan, koska taivutuskoneen käytettävyys tulee olemaan kuitenkin ratkaisevasti määrittelemässä, onko jotakin kehitys tarvetta. Jos taivutuskoneesta saadaan sopivan kompakti, niin silloin taivutuskoneen käyttäminen muualla kuin tehdastiloissa olisi mahdollista. Taivutuskoneen automatisoinnissa on mahdollisuus myös koneen kaupallistamiseen.

7 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli suunnitella korvaava tuote nykyiselle taivutuskoneelle. Koska markkinoilta ei löytynyt valmista tuotetta, niin aloitettiin kokonaan uuden taivutuskoneen suunnittelu. Aivan ensimmäiset mallit perustuivat vanhan laitteen rakenteeseen ja toimintaan. Niiden avulla löydettiin tarvittavat mitoitus parametrit rakenteiden suhteiden määrittämiseen. Seuraavaksi sovellettiin Instructables sivustolla olevaa mallia, jossa oli pystysuuntainen taivutus. Kyseinen malli oli kuitenkin tähän tarkoitukseen liian pienen liikeradan laite. Laitteen toiminta periaatteesta kuitenkin selvisi miten laitetta kannattaisi kehittää eteenpäin. Seuraavassa vaiheessa käänsin laitteen kyljelleen, jotta taivutus onnistuu helpommin molempiin suuntiin ja ei ole niin rajoittunut 90asteen kulmaan. Tässä vaiheessa oli suora kiinteä taivutus varsi, josta kävi nopeasti ilmi, että keskikohdalla olevasta syöttö aukosta johtuen laitteen vaatima liikerata ei voinut olla aivan lineaarinen, joten piti miettiä miten liikeradasta saisi epälineaarisen, jolla voisi seurata molempiin suuntiin tapahtuvaa taivutusta mahdollisimman lähellä taivutus rullien pintaa. Taivutusgeometrian toimivuuden tarkastelussa käytettiin LEGO rakennuspalikoita. Näiden avulla rakennettiin taivutustyökalua vastaava nivel rakenne, jonka avulla oli helpompi kehittää soveltuva rakenne kahteen suuntaan tapahtuvaan taivutukseen.

Suunnittelu toteutettiin SolidWorks 2013 3D-suunnitteluohjelmistolla. Laitteesta luodun mallin pohjalta on tarkoitus valmistaa prototyyppi vuoden 2019 aikana, jonka pohjalta valmis päivitetty taivutuskone rakennetaan. Liitteenä taivutuskoneen kuvat. Valmistetun laitteen kokemusten pohjalta laaditaan jatkokehitys suunnitelma, jolla tarkistetaan laitteen käytettävyyden ja toiminnallisuuden mahdollisia puutteita tai muita mahdollisia kehitys kohteita.

LÄHTEET

Aimo Pere 2016, Koneenpiirustus 1 & 2, Kirpe Oy.

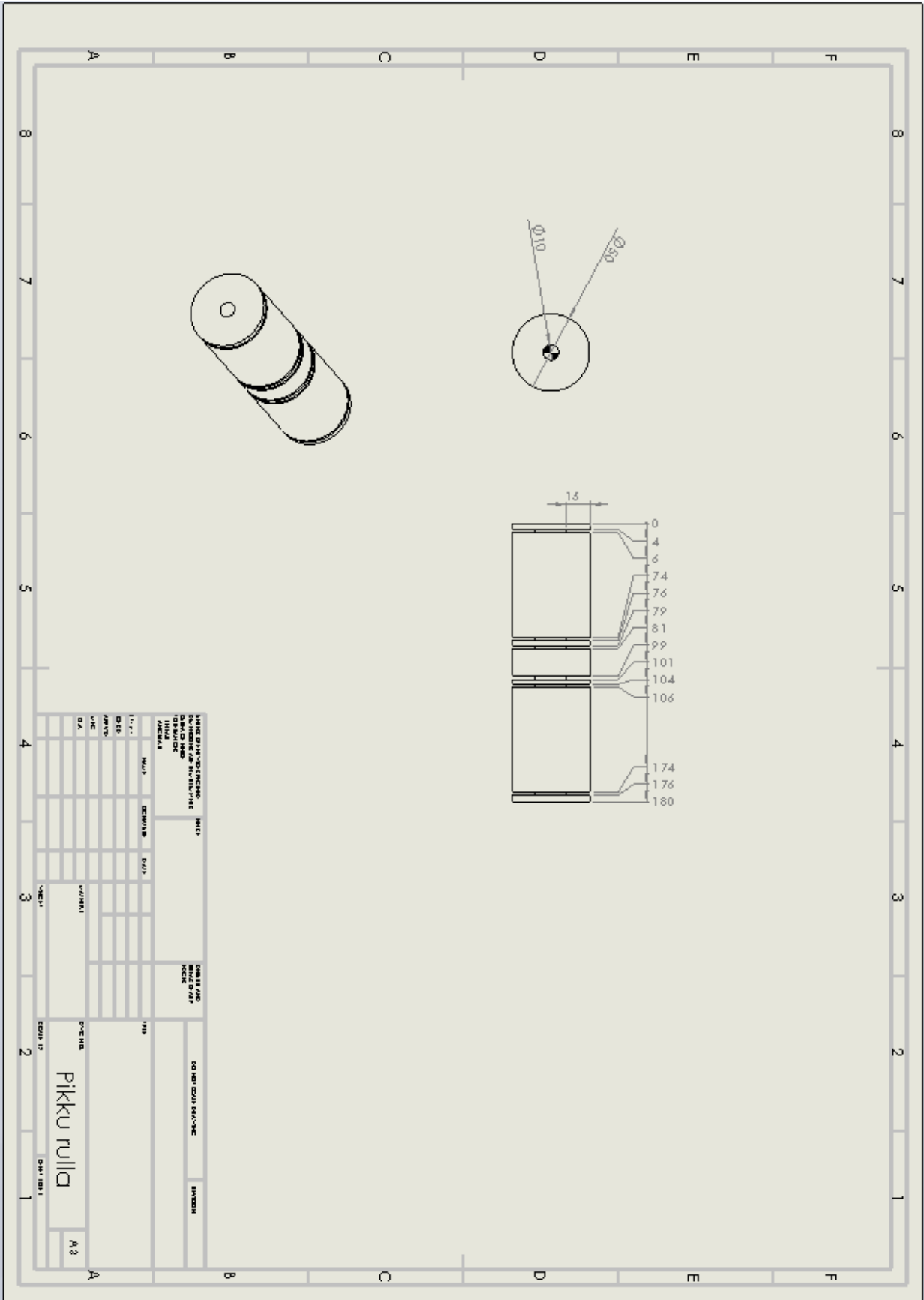
Aslemetals Oy WWW-sivu viitattu 18.5.2017 <http://www.aslemetals.fi/>

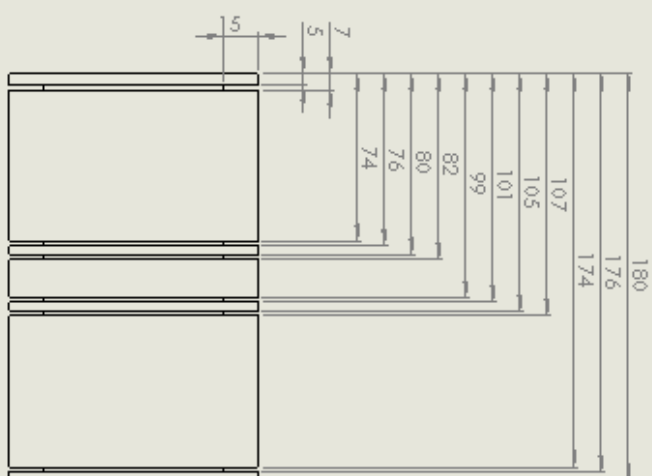
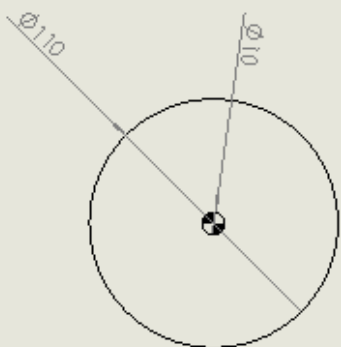
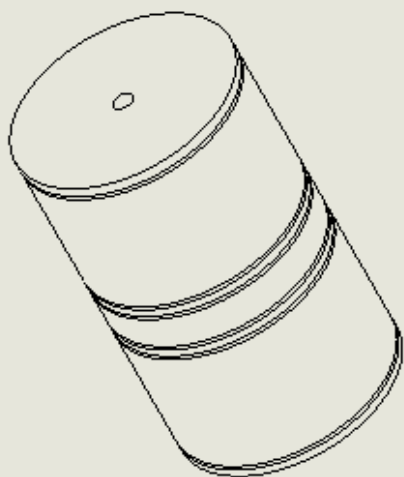
Esa Hietikko 2015, Tuotekehitystoiminta, Books on Demand

Esa Hietikko 2013, SolidWorks 2014 -Tietokoneavusteinen suunnittelu, Books on Demand

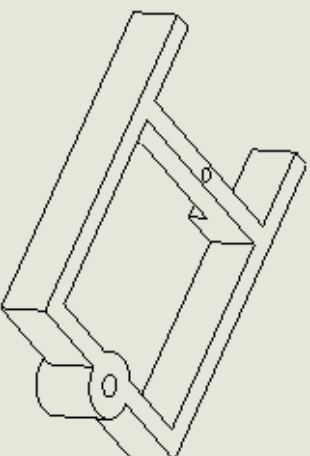
Instructables WWW-sivu viitattu 22.5.2017 <http://www.instructables.com/id/Home-made-Roller-Bender/>

Wikipedia WWW-sivu viitattu 8.11.2017 <https://fi.wikipedia.org/wiki/SolidWorks>

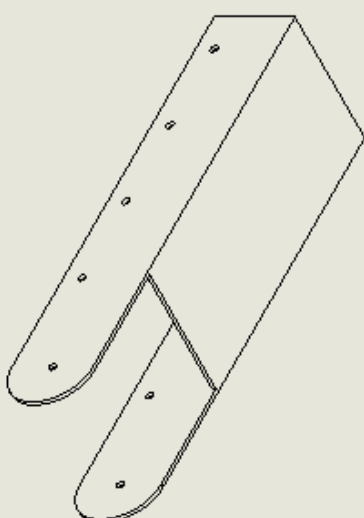
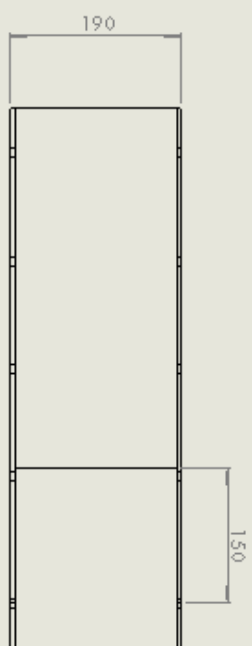
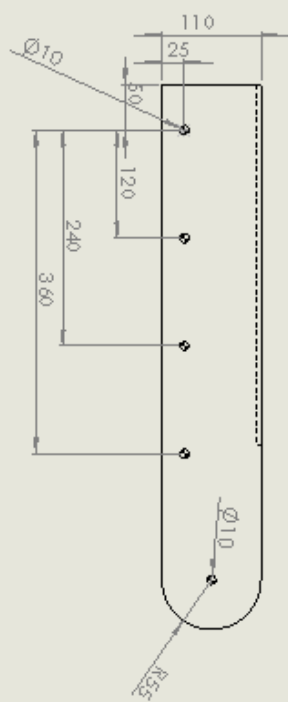


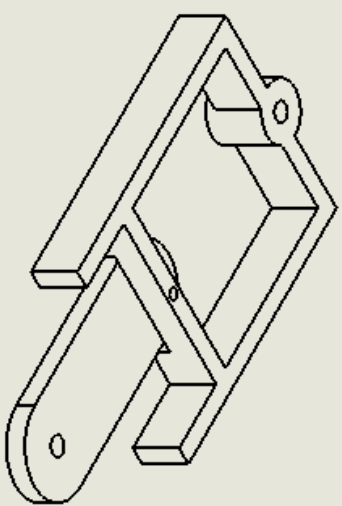
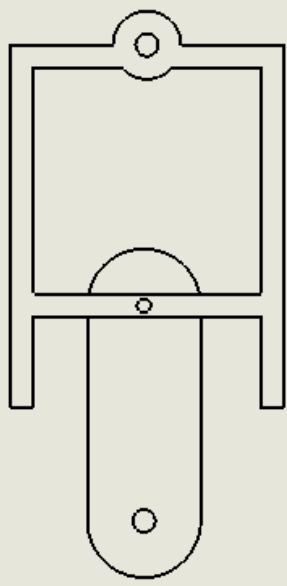


PERSONAL INFORMATION			CONTACT INFORMATION		EMPLOYMENT INFORMATION	
NAME	DATE OF BIRTH	SEX	PHONE NUMBER	EMAIL ADDRESS	EMPLOYER	POSITION
JOHN DOE	1985-03-15	M	555-123-4567	john.doe@example.com	ABC COMPANY	Software Engineer
JANE SMITH	1990-07-22	F	555-987-6543	jane.smith@example.com	XYZ CORPORATION	Marketing Specialist
BOB JONES	1978-11-05	M	555-234-5678	bob.jones@example.com	DEF ENTERPRISES	Project Manager
ALICE BROWN	1992-01-18	F	555-345-6789	alice.brown@example.com	GHI INDUSTRIES	Data Analyst
CHARLIE GREEN	1988-09-03	M	555-456-7890	charlie.green@example.com	JKL HOLDINGS	Operations Manager
DAVID WHITE	1980-06-12	M	555-567-8901	david.white@example.com	MNO VENTURES	Business Development
EVE BLACK	1995-04-27	F	555-678-9012	eve.black@example.com	PQR SOLUTIONS	Quality Assurance
FRANK GRAY	1975-12-01	M	555-789-0123	frank.gray@example.com	RST SYSTEMS	Systems Administrator
GRACE PINK	1982-08-14	F	555-890-1234	grace.pink@example.com	UVW TECHNOLOGIES	Product Designer
HEIDI BLUE	1998-02-29	F	555-901-2345	heidi.blue@example.com	XYZ INNOVATIONS	UX Researcher
IGOR BROWN	1970-10-10	M	555-012-3456	igor.brown@example.com	ABC DIGITAL	Web Developer
JACK WHITE	1985-05-08	M	555-123-4567	jack.white@example.com	DEF MEDIA	Content Writer
JILL GRAY	1993-03-20	F	555-234-5678	jill.gray@example.com	GHI COMMUNICATIONS	Public Relations
JOHN PINK	1972-11-25	M	555-345-6789	john.pink@example.com	JKL CONSULTING	Business Consultant
JANE BLUE	1988-07-07	F	555-456-7890	jane.blue@example.com	MNO SERVICES	Customer Support
BOB WHITE	1977-04-19	M	555-567-8901	bob.white@example.com	PQR LOGISTICS	Supply Chain Manager
ALICE GRAY	1991-09-02	F	555-678-9012	alice.gray@example.com	RST FINANCIAL	Investment Advisor
CHARLIE PINK	1983-06-24	M	555-789-0123	charlie.pink@example.com	UVW REAL ESTATE	Real Estate Agent
DAVID BLUE	1979-01-11	M	555-890-1234	david.blue@example.com	XYZ ENERGY	Renewable Energy Specialist
EVE WHITE	1996-08-04	F	555-901-2345	eve.white@example.com	ABC AEROSPACE	Aerospace Engineer
FRANK GRAY	1974-03-17	M	555-012-3456	frank.gray@example.com	DEF AUTOMOTIVE	Automotive Designer
GRACE PINK	1987-12-09	F	555-123-4567	grace.pink@example.com	GHI MARITIME	Maritime Logistics
HEIDI BLUE	1994-05-26	F	555-234-5678	heidi.blue@example.com	JKL AGRICULTURE	Agribusiness Analyst
IGOR BROWN	1971-10-13	M	555-345-6789	igor.brown@example.com	MNO MINING	Mineral Processing Engineer
JACK WHITE	1986-02-06	M	555-456-7890	jack.white@example.com	PQR OIL & GAS	Petroleum Engineer
JILL GRAY	1992-11-28	F	555-567-8901	jill.gray@example.com	RST CHEMICALS	Chemical Researcher
JOHN PINK	1973-07-15	M	555-678-9012	john.pink@example.com	UVW PHARMACEUTICALS	Pharmaceutical Scientist
JANE BLUE	1989-04-01	F	555-789-0123	jane.blue@example.com	XYZ BIOTECHNOLOGY	Biotechnology Specialist
BOB WHITE	1976-09-18	M	555-890-1234	bob.white@example.com	ABC FOOD & BEVERAGE	Food Safety Inspector
ALICE GRAY	1990-06-05	F	555-901-2345	alice.gray@example.com	DEF TEXTILES	Textile Engineer
CHARLIE PINK	1981-03-22	M	555-012-3456	charlie.pink@example.com	GHI PAPER & FORESTRY	Paper Mill Operator
DAVID BLUE	1978-12-10	M	555-123-4567	david.blue@example.com	JKL METALS	Metallurgical Engineer
EVE WHITE	1997-08-23	F	555-234-5678	eve.white@example.com	MNO ELECTRONICS	Electronics Technician
FRANK GRAY	1970-01-07	M	555-345-6789	frank.gray@example.com	PQR TELECOMMUNICATIONS	Telecommunications Engineer
GRACE PINK	1984-05-14	F	555-456-7890	grace.pink@example.com	UVW SOFTWARE	Software Tester
HEIDI BLUE	1993-10-02	F	555-567-8901	heidi.blue@example.com	XYZ GAMES	Game Designer
IGOR BROWN	1972-04-19	M	555-678-9012	igor.brown@example.com	ABC ENTERTAINMENT	Entertainment Producer
JACK WHITE	1987-11-06	M	555-789-0123	jack.white@example.com	DEF MUSIC	Music Producer
JILL GRAY	1991-07-24	F	555-890-1234	jill.gray@example.com	GHI FILM	Film Director
JOHN PINK	1975-02-11	M	555-901-2345	john.pink@example.com	JKL THEATRE	Theatre Actor
JANE BLUE	1989-09-28	F	555-012-3456	jane.blue@example.com	MNO DANCE	Dance Choreographer
BOB WHITE	1977-06-15	M	555-123-4567	bob.white@example.com	PQR ARTS	Visual Artist
ALICE GRAY	1990-03-03	F	555-234-5678	alice.gray@example.com	RST DESIGN	Graphic Designer
CHARLIE PINK	1982-12-20	M	555-345-6789	charlie.pink@example.com	UVW ARCHITECTURE	Architect
DAVID BLUE	1979-08-07	M	555-456-7890	david.blue@example.com	XYZ CIVIL ENGINEERING	Civil Engineer
EVE WHITE	1996-01-24	F	555-567-8901	eve.white@example.com	ABC MECHANICAL ENGINEERING	Mechanical Engineer
FRANK GRAY	1974-10-11	M	555-678-9012	frank.gray@example.com	DEF ELECTRICAL ENGINEERING	Electrical Engineer
GRACE PINK	1988-05-28	F	555-789-0123	grace.pink@example.com	GHI CHEMICAL ENGINEERING	Chemical Engineer
HEIDI BLUE	1994-02-14	F	555-890-1234	heidi.blue@example.com	JKL ENVIRONMENTAL ENGINEERING	Environmental Engineer
IGOR BROWN	1971-11-01	M	555-901-2345	igor.brown@example.com	MNO AEROSPACE ENGINEERING	Aerospace Engineer
JACK WHITE	1986-07-18	M	555-012-3456	jack.white@example.com	PQR MARINE ENGINEERING	Marine Engineer
JILL GRAY	1992-04-05	F	555-123-4567	jill.gray@example.com	RST AGRICULTURAL ENGINEERING	Agribusiness Engineer
JOHN PINK	1973-12-22	M	555-234-5678	john.pink@example.com	UVW MINING ENGINEERING	Mineral Processing Engineer
JANE BLUE	1989-09-09	F	555-345-6789	jane.blue@example.com	XYZ PETROLEUM ENGINEERING	Petroleum Engineer
BOB WHITE	1976-06-26	M	555-456-7890	bob.white@example.com	PQR CHEMICAL ENGINEERING	Chemical Engineer
ALICE GRAY	1990-03-13	F	555-567-8901	alice.gray@example.com	RST BIOTECHNOLOGY ENGINEERING	Biotechnology Specialist
CHARLIE PINK	1981-11-30	M	555-678-9012	charlie.pink@example.com	UVW FOOD & BEVERAGE ENGINEERING	Food Safety Inspector
DAVID BLUE	1978-08-17	M	555-789-0123	david.blue@example.com	JKL TEXTILE ENGINEERING	Textile Engineer
EVE WHITE	1997-05-04	F	555-890-1234	eve.white@example.com	MNO PAPER & FORESTRY ENGINEERING	Paper Mill Operator
FRANK GRAY	1970-02-21	M	555-901-2345	frank.gray@example.com	PQR METALS ENGINEERING	Metallurgical Engineer
GRACE PINK	1984-10-08	F	555-012-3456	grace.pink@example.com	UVW ELECTRONICS ENGINEERING	Electronics Technician
HEIDI BLUE	1993-07-25	F	555-123-4567	heidi.blue@example.com	XYZ TELECOMMUNICATIONS ENGINEERING	Telecommunications Engineer
IGOR BROWN	1972-04-12	M	555-234-5678	igor.brown@example.com	ABC SOFTWARE ENGINEERING	Software Tester
JACK WHITE	1987-12-29	M	555-345-6789	jack.white@example.com	DEF GAMES ENGINEERING	Game Designer
JILL GRAY	1991-09-16	F	555-456-7890	jill.gray@example.com	GHI ENTERTAINMENT ENGINEERING	Entertainment Producer
JOHN PINK	1975-06-03	M	555-567-8901	john.pink@example.com	JKL MUSIC ENGINEERING	Music Producer
JANE BLUE	1989-03-20	F	555-678-9012	jane.blue@example.com	MNO FILM ENGINEERING	Film Director
BOB WHITE	1977-11-07	M	555-789-0123	bob.white@example.com	PQR DANCE ENGINEERING	Dance Choreographer
ALICE GRAY	1990-08-24	F	555-890-1234	alice.gray@example.com	RST ARTS ENGINEERING	Visual Artist
CHARLIE PINK	1982-05-11	M	555-901-2345	charlie.pink@example.com	UVW DESIGN ENGINEERING	Graphic Designer
DAVID BLUE	1979-02-28	M	555-012-3456	david.blue@example.com	XYZ ARCHITECTURE ENGINEERING	Architect
EVE WHITE	1996-10-15	F	555-123-4567	eve.white@example.com	ABC CIVIL ENGINEERING	Civil Engineer
FRANK GRAY	1974-07-02	M	555-234-5678	frank.gray@example.com	DEF MECHANICAL ENGINEERING	Mechanical Engineer
GRACE PINK	1988-04-19	F	555-345-6789	grace.pink@example.com	GHI ELECTRICAL ENGINEERING	Electrical Engineer
HEIDI BLUE	1994-01-06	F	555-456-7890	heidi.blue@example.com	JKL CHEMICAL ENGINEERING	Chemical Engineer
IGOR BROWN	1971-11-23	M	555-567-8901	igor.brown@example.com	MNO ENVIRONMENTAL ENGINEERING	Environmental Engineer
JACK WHITE	1986-08-10	M	555-678-9012	jack.white@example.com	PQR AEROSPACE ENGINEERING	Aerospace Engineer
JILL GRAY	1992-05-27	F	555-789-0123	jill.gray@example.com	RST MARINE ENGINEERING	Marine Engineer
JOHN PINK	1973-02-14	M	555-890-1234	john.pink@example.com	UVW AGRICULTURAL ENGINEERING	Agribusiness Engineer
JANE BLUE	1989-10-01	F	555-901-2345	jane.blue@example.com	XYZ MINING ENGINEERING	Mineral Processing Engineer
BOB WHITE	1976-07-18	M	555-012-3456	bob.white@example.com	PQR PETROLEUM ENGINEERING	Petroleum Engineer
ALICE GRAY	1990-04-05	F	555-123-4567	alice.gray@example.com	RST CHEMICAL ENGINEERING	Chemical Engineer
CHARLIE PINK	1981-12-22	M	555-234-5678	charlie.pink@example.com	UVW BIOTECHNOLOGY ENGINEERING	Biotechnology Specialist
DAVID BLUE	1978-09-09	M	555-345-6789	david.blue@example.com	JKL FOOD & BEVERAGE ENGINEERING	Food Safety Inspector
EVE WHITE	1997-06-26	F	555-456-7890	eve.white@example.com	MNO TEXTILE ENGINEERING	Textile Engineer
FRANK GRAY	1970-03-13	M	555-567-8901	frank.gray@example.com	PQR PAPER & FORESTRY ENGINEERING	Paper Mill Operator
GRACE PINK	1984-11-30	F	555-678-9012	grace.pink@example.com	UVW METALS ENGINEERING	Metallurgical Engineer
HEIDI BLUE	1993-08-17	F	555-789-0123	heidi.blue@example.com	XYZ ELECTRONICS ENGINEERING	Electronics Technician
IGOR BROWN	1972-05-04	M	555-890-1234	igor.brown@example.com	ABC TELECOMMUNICATIONS ENGINEERING	Telecommunications Engineer
JACK WHITE	1987-02-21	M	555-901-2345	jack.white@example.com	DEF SOFTWARE ENGINEERING	Software Tester
JILL GRAY	1991-10-08	F	555-012-3456	jill.gray@example.com	GHI GAMES ENGINEERING	Game Designer
JOHN PINK	1975-07-25	M	555-123-4567	john.pink@example.com	JKL ENTERTAINMENT ENGINEERING	Entertainment Producer
JANE BLUE	1989-04-12	F	555-234-5678	jane.blue@example.com	MNO MUSIC ENGINEERING	Music Producer
BOB WHITE	1977-01-29	M	555-345-6789	bob.white@example.com	PQR FILM ENGINEERING	Film Director
ALICE GRAY	1990-11-16	F	555-456-7890	alice.gray@example.com	RST DANCE ENGINEERING	Dance Choreographer
CHARLIE PINK	1982-08-03	M	555-567-8901	charlie.pink@example.com	UVW ARTS ENGINEERING	Visual Artist
DAVID BLUE	1979-05-20	M	555-678-9012	david.blue@example.com	XYZ DESIGN ENGINEERING	Graphic Designer
EVE WHITE	1996-02-07	F	555-789-0123	eve.white@example.com	ABC ARCHITECTURE ENGINEERING	Architect
FRANK GRAY	1974-10-24	M	555-890-1234	frank.gray@example.com	DEF CIVIL ENGINEERING	Civil Engineer
GRACE PINK	1988-07-11	F	555-901-2345	grace.pink@example.com	GHI MECHANICAL ENGINEERING	Mechanical Engineer
HEIDI BLUE	1994-04-28	F	555-012-3456	heidi.blue@example.com	JKL ELECTRICAL ENGINEERING	Electrical Engineer
IGOR BROWN	1971-01-15	M	555-123-4567	igor.brown@example.com	MNO CHEMICAL ENGINEERING	Chemical Engineer
JACK WHITE	1986-11-02	M	555-234-5678	jack.white@example.com	PQR ENVIRONMENTAL ENGINEERING	Environmental Engineer
JILL GRAY	1992-08-19	F	555-345-6789	jill.gray@example.com	RST AEROSPACE ENGINEERING	Aerospace Engineer
JOHN PINK	1973-05-06	M	555-456-7890	john.pink@example.com	UVW MARINE ENGINEERING	Marine Engineer
JANE BLUE	1989-02-23	F	555-567-8901	jane.blue@example.com	XYZ AGRICULTURAL ENGINEERING	Agribusiness Engineer
BOB WHITE	1976-12-10	M	555-678-9012	bob.white@example.com	PQR MINING ENGINEERING	Mineral Processing Engineer
ALICE GRAY	1990-09-27	F	555-789-0123	alice.gray@example.com	RST PETROLEUM ENGINEERING	Petroleum Engineer
CHARLIE PINK	1981-06-14	M	555-890-1234	charlie.pink@example.com	UVW CHEMICAL ENGINEERING	Chemical Engineer
DAVID BLUE	1978-03-01	M	555-901-2345	david.blue@example.com	JKL BIOTECHNOLOGY ENGINEERING	Biotechnology Specialist
EVE WHITE	1997-12-18	F	555-012-3456	eve.white@example.com	MNO FOOD & BEVERAGE ENGINEERING	Food Safety Inspector
FRANK GRAY	1970-09-05	M	555-123-4567	frank.gray@example.com	PQR TEXTILE ENGINEERING	Textile Engineer
GRACE PINK	1984-06-22	F	555-234-5678	grace.pink@example.com	UVW PAPER & FORESTRY ENGINEERING	Paper Mill Operator
HEIDI BLUE	1993-03-09	F	555-345-6789	heidi.blue@example.com	XYZ METALS ENGINEERING	Metallurgical Engineer
IGOR BROWN	1972-12-26	M	555-456-7890	igor.brown@example.com	ABC ELECTRONICS ENGINEERING	Electronics Technician
JACK WHITE	1987-09-13	M	555-567-8901	jack.white@example.com	DEF TELECOMMUNICATIONS ENGINEERING	Telecommunications Engineer
JILL GRAY	1991-06-01	F	555-678-9012	jill.gray@example.com	GHI SOFTWARE ENGINEERING	Software Tester
JOHN PINK	1975-03-18	M	555-789-0123	john.pink@example.com	JKL GAMES ENGINEERING	Game Designer
JANE BLUE	1989-12-05	F	555-890-1234	jane.blue@example.com	MNO ENTERTAINMENT ENGINEERING	Entertainment Producer
BOB WHITE	1977-09-22	M	555-901-2345	bob.white@example.com	PQR MUSIC ENGINEERING	Music Producer
ALICE GRAY	1990-06-09	F	555-012-3456	alice.gray@example.com	RST FILM ENGINEERING	Film Director
CHARLIE PINK	1982-03-26	M	555-123-4567	charlie.pink@example.com	UVW DANCE ENGINEERING	Dance Choreographer
DAVID BLUE	1979-01-13	M	555-234-5678	david.blue@example.com	XYZ ARTS ENGINEERING	Visual Artist
EVE WHITE	1996-11-30	F	555-345-6789	eve.white@example.com	ABC DESIGN ENGINEERING	Graphic Designer
FRANK GRAY	1974-08-17	M	555-456-7890	frank.gray@example.com	DEF ARCHITECTURE ENGINEERING	Architect
GRACE PINK	1988-05-04	F	555-567-8901	grace.pink@example.com	GHI CIVIL ENGINEERING	Civil Engineer
HEIDI BLUE	1994-02-21	F	555-678-9012	heidi.blue@example.com	JKL MECHANICAL ENGINEERING	Mechanical Engineer
IGOR BROWN	1971-11-08	M	555-789-0123	igor.brown@example.com	MNO ELECTRICAL ENGINEERING	Electrical Engineer
JACK WHITE	1986-08-25	M	555-890-1234	jack.white@example.com	PQR CHEMICAL ENGINEERING	Chemical Engineer
JILL GRAY	1992-05-12	F	555-901-2345	jill.gray@example.com	RST ENVIRONMENTAL ENGINEERING	Environmental Engineer
JOHN PINK	1973-02-29	M	555-012-3456	john.pink@example.com	UVW AEROSPACE ENGINEERING	Aerospace Engineer
JANE BLUE	1989-12-16	F	555-123-4567	jane.blue@example.com	XYZ MARINE ENGINEERING	Marine Engineer
BOB WHITE	1976-09-03	M	555-234-5678	bob.white@example.com	PQR AGRICULTURAL ENGINEERING	Agribusiness Engineer
ALICE GRAY	1990-06-20	F	555-345-6789	alice.gray@example.com	RST MINING ENGINEERING	Mineral Processing Engineer
CHARLIE PINK	1981-03-07	M	555-456-7890	charlie.pink@example.com	UVW PETROLEUM ENGINEERING	Petroleum Engineer
DAVID BLUE	1978-12-24	M	555-567-8901	david.blue@example.com	JKL CHEMICAL ENGINEERING	Chemical Engineer
EVE WHITE	1997-09-11	F	555-678-9012	eve.white@example.com	MNO BIOTECHNOLOGY ENGINEERING	Biotechnology Specialist
FRANK GRAY	1970-06-28	M	555-789-0123	frank.gray@example.com	PQR FOOD & BEVERAGE ENGINEERING	Food Safety Inspector
GRACE PINK	1984-03-15	F	555-890-1234	grace.pink@example.com	UVW TEXTILE ENGINEERING	Textile Engineer
HEIDI BLUE	1993-01-02	F	555-901-2345	heidi.blue@example.com	XYZ PAPER & FORESTRY ENGINEERING	Paper Mill Operator
IGOR BROWN	1972-10-20	M	555-012-3456	igor.brown@example.com	ABC METALS ENGINEERING	Metallurgical Engineer
JACK WHITE	1987-07-07	M	555-123-4567	jack.white@example.com	DEF ELECTRONICS ENGINEERING	Electronics Technician
JILL GRAY	1991-04-24	F	555-234-5678	jill.gray@example.com	GHI TELECOMMUNICATIONS ENGINEERING	Telecommunications Engineer
JOHN PINK	1975-01-11	M	555-345-6789	john.pink@example.com	JKL SOFTWARE ENGINEERING	Software Tester
JANE BLUE	1989-11-28	F	555-456-7890	jane.blue@example.com	MNO GAMES ENGINEERING	Game Designer
BOB WHITE	1977-08-15	M	555-567-8901	bob.white@example.com	PQR ENTERTAINMENT ENGINEERING	Entertainment Producer
ALICE GRAY	1990-05-02	F	555-678-9012	alice.gray@example.com	RST MUSIC ENGINEERING	Music Producer
CHARLIE PINK	1982-02-19	M	555-789-0123	charlie.pink@example.com	UVW FILM ENGINEERING	Film Director
DAVID BLUE	1979-11-06	M	555-890-1234	david.blue@example.com	XYZ DANCE ENGINEERING	Dance Choreographer
EVE WHITE	1996-08-23	F	555-901-2345	eve.white@example.com	ABC ARTS ENGINEERING	Visual Artist
FRANK GRAY	1974-05-10	M	555-012-3456	frank.gray@example.com	DEF DESIGN ENGINEERING	Graphic Designer
GRACE PINK	1988-02-27	F	555-123-4567	grace.pink@example.com	GHI ARCHITECTURE ENGINEERING	Architect
HEIDI BLUE	1994-12-14	F	555-234-5678	heidi.blue@example.com	JKL CIVIL ENGINEERING	Civil Engineer
IGOR BROWN	1971-09-01	M	555-345-6789	igor.brown@example.com	MNO MECHANICAL ENGINEERING	Mechanical Engineer
JACK WHITE	1986-06-18	M	555-456-7890	jack.white@example.com	PQR ELECTRICAL ENGINEERING	Electrical Engineer
JILL GRAY	1992-03-05	F	555-567-8901	jill.gray@example.com	RST CHEMICAL ENGINEERING	Chemical Engineer
JOHN PINK	1973-12-22	M	555-678-9012	john.pink@example.com	UVW ENVIRONMENTAL ENGINEERING	Environmental Engineer
JANE BLUE	1989-09-09	F	555-789-0123	jane.blue@example.com	XYZ AEROSPACE ENGINEERING	Aerospace Engineer
BOB WHITE	1976-06-26	M	555-890-1234	bob.white@example.com	PQR MARINE ENGINEERING	Marine Engineer

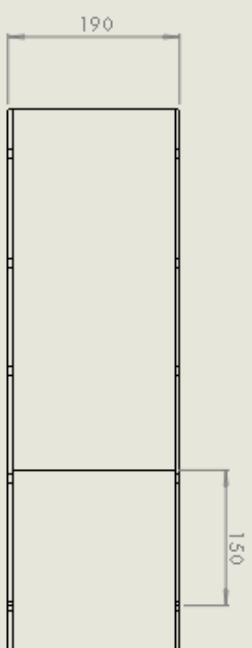
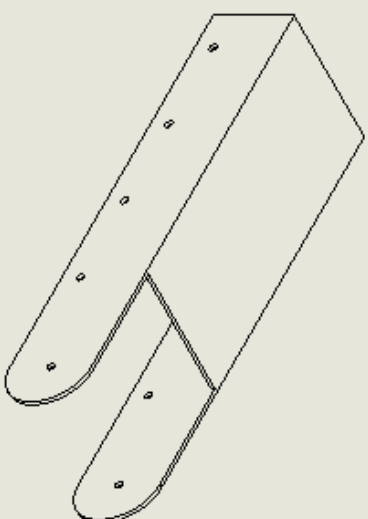
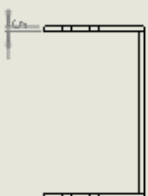
[illegible]

www.
Taiyut in kehikko

[illegible]

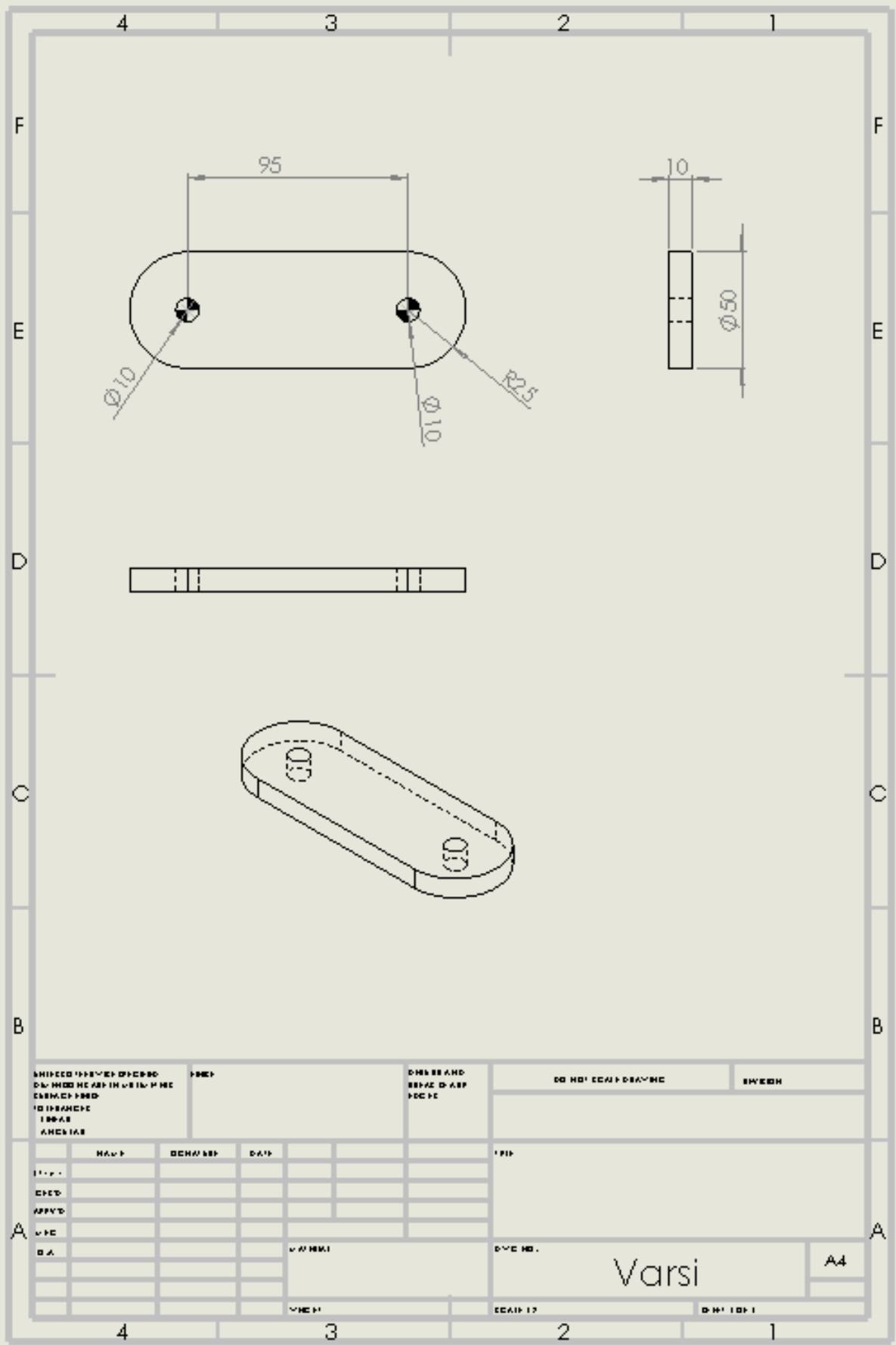


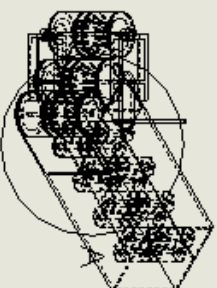
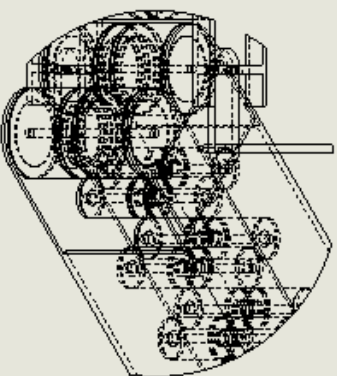
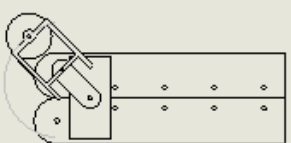
DRAFTS ON THIS SHEET:				DATE		BY	
DRAWING NO. 123456789				12/12/2023		J. Smith	
PROJECT NAME: MECHANICAL ASSEMBLY				12/12/2023		J. Smith	
REVISIONS:				12/12/2023		J. Smith	
APPROVAL:				12/12/2023		J. Smith	
11/11/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J. Smith	
12/12/23				12/12/2023		J	

[illegible]

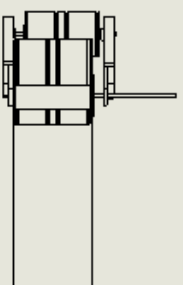
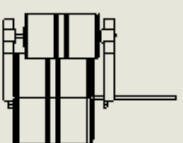
Taiyutustuki

3





DETAIL A
SCALE 1 : 5

[illegible]