



samk

Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Satakunta University of Applied Sciences

NELLI ELSILÄ

# **SUUNNITTELUOHJELMIEN CAD- MATIC JA SOLIDWORKS KÄYTET- TÄVYYDEN VERTAILU LAIVASUUN- NITTELUSSA**

KONETEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA  
2021

Tekijä(t) Elsilä, Nelli	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä toukokuu 2021
	Sivumäärä 31	Julkaisun kieli Suomi
<p>Julkaisun nimi  <b>Suunnitteluohjelmien CadMatic ja SolidWorks käytettävyyden vertailu laivasuunnittelussa</b></p>		
<p>Tutkinto-ohjelma  Konetekniikan koulutusohjelma</p>		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla kahden suunnitteluohjelman käytettävyyttä laivanrakennussuunnittelussa. Vertailtavat suunnitteluohjelmat olivat CadMatic ja SolidWorks. Vertailun tarkoituksena oli nähdä voiko SolidWorks ohjelman käyttöä lisätä yrityksen suunnittelutyössä ja helpottaa tai vähentääkö sen käyttö työvaiheita.</p> <p>Työssä tarkastellaan SolidWorks ohjelman työvaiheita, ja vertaillaan niitä CadMatic ohjelman työvaiheisiin. Opinnäytetyö on toteutettu pitämällä yrityksen henkilöstön kanssa palavereja ja kokemuksiin perustuvia haastatteluja koskien CadMaticin käyttöä sekä mallintamalla SolidWorks ohjelmalla kappaleet, jotka olivat valmiiksi mallinnettu jo CadMatic ohjelmalla.</p> <p>Tuloksena toteutui SolidWorksilla mallinnetut kappaleet, joita vertailtiin CadMatic ohjelmalla mallinnettuihin kappaleisiin. Kappaleiden työvaiheita ja niihin kuluva aikaa vertailtiin keskenään. Tuloksena saatiin tiivis raportti arvioinneista, joista käy ilmi, että SolidWorksin käytön lisääminen yrityksessä olisi mahdollista sekä kannattavaa sillä se helpottaa tietyissä tilanteissa mallintamista.</p>		
<p><u>Asiasanat</u>  3D-mallinnus, tietokoneavusteinen suunnittelu, SolidWorks, CadMatic</p>		

Author(s) Elsilä, Nelli	Type of Publication Bachelor's thesis	Date May 2021
	Number of pages 31	Language of publication: English
Title of publication <b>Comparison of the usability of design programs CadMatic and SolidWorks in ship-building</b>		
Degree program Mechanical Engineering		
<p>The purpose of this thesis was to compare the usability of two design programs in ship-building design. The design programs to be compared were CadMatic and SolidWorks. The purpose of the comparison was to see if SolidWorks could be used to increase the use of the program in the company's design work and whether its use facilitates or reduces work steps.</p> <p>The thesis examines the work steps of SolidWorks program and compares them with the steps of the CadMatic program. The thesis has been carried out by holding meetings with the company's personnel and interviews based on experience regarding the use of CadMatic and modelling pieces that were already modelled with CadMatic software with SolidWorks.</p> <p>The result was SolidWorks modelled pieces, which were compared to pieces modelled on CadMatic. The work phases of the paragraphs and the time it takes to do so were compared. The result was a concise report of evaluations showing that increasing the use of SolidWorks in the company would be possible and profitable as it facilitates modelling in certain situations.</p>		
<u>Key words</u> 3D-modelling, SolidWorks, CadMatic		

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO.....	5
2 TOIMEKSIANTAJA.....	6
2.1 Technology Design and Engineering ENGnD Oy.....	6
2.2 Meyer Turku.....	6
3 OPINNÄYTETYÖN TUTKIMUSMENETELMÄ.....	8
3.1 Opinnäytetyön menetelmän valinta ja kuvaus.....	8
4 SUUNNITTELUOHJELMAT .....	9
4.1 SolidWorks .....	9
4.2 CadMatic Marine .....	9
5 PROSESSIN ETENEMINEN .....	10
5.1 Tiedonkeräys.....	10
5.2 Työvaiheet .....	10
6 MALLINNETUT KAPPALEET JA TYÖVAIHEET SOLIDWORKSILLA .....	11
6.1 Kaide 1.....	11
6.1.1 Kokoonpano.....	13
6.2 Kaide 2.....	16
6.2.1 Kokoonpano.....	17
6.3 Kaide 3.....	18
6.3.1 Kokoonpano.....	18
6.4 Kaiteiden piirustus .....	20
6.5 Kevennysaukollisen levyn mallinnus.....	20
7 MALLINNETUT KAPPALEET JA TYÖVAIHEET CADMATICILLA.....	23
7.1 Kaiteiden mallinnus.....	23
7.2 Kaiteiden piirustus .....	25
7.3 Kevennysaukollisen levyn mallinnus.....	26
8 SAAVUTETUN VERTAILUN TULOKSET.....	27
9 SAAVUTETTUIJEN TULOSTEN ARVIOINTI.....	29
10 YHTEENVETO.....	30

LÄHTEET

LIITTEET

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaaja oli Technology Design and Engineering ENGnD niminen yritys. Opinnäytetyön tarkoituksena oli vertailla tilaajan pyynnöstä kahta eri suunnitteluohjelmaa ja niiden käytettävyyttä laivanrakennussuunnittelussa. Vertailtavat suunnitteluohjelmat ovat CadMatic ja SolidWorks. Yrityksessä, johon opinnäytetyö tehtiin, on pääsääntöisesti käytössä CadMatic Marine ohjelmisto, jonka takia suunnitteluohjelmien vertailun tavoitteena oli mahdollisesti lisätä SolidWorksin käyttöä yrityksessä sekä mahdollisesti vähentää tämän ohjelman avulla työvaiheita ja helpottaa suunnittelutyötä sekä mallintamista.

Opinnäytetyössä mallinnettiin SolidWorksilla neljä kappaletta erilaisia, hieman toisistaan poikkeavia laivan kaiteita sekä kevennysaukollinen levy. Tarkoituksena oli vertailla SolidWorksilla mallinnettujen kappaleiden työvaiheita CadMaticilla mallinnettujen kappaleiden työvaiheisiin. Opinnäytetyössä keskitytään lähinnä tutkimaan pystyisikö SolidWorksin käyttöä lisäämään yrityksessä siten, että se ei lisäisi työvaiheita entuudestaan tai mallintamiseen kuluvaan aikaa. Työssä käytettiin hyödyksi ENGnD'n omia jo valmiiksi olemassa olevia piirustuksia sekä toimihenkilöiden kokemuksiin perustuvia haastatteluja koskien CadMaticin käyttöä.

## 2 TOIMEKSIANTAJA

### 2.1 Technology Design and Engineering ENGnD Oy

Technology Design and Engineerin ENGnD on Meyer Turun kokonaan omistama tytäryhtiö, jonka toimisto sijaitsee Raumalla. ENGnD perustettiin vuonna 2009 Meyer Turun yritysoston yhteydessä, mutta yritys on toiminut alalla eri nimillä vuodesta 1982 lähtien. (ENGnD www-sivut, 2021.)

Yrityksen liikevaihto oli vuonna 2019 7 miljoonaa euroa ja yritys työllisti 70 henkilöä. Liikevaihto nousi 40,5 %. (Asiakastieto www-sivut 2021.)

Suurin osa ENGnD:n meritehtävistä tulee risteilijöistä, lautoista ja laivaprojekteista. Laivanrakennus- ja offshore-teollisuuden palveluvalikoima koostuu perus- ja yksityiskohtasuunnittelusta, mekaanisesta valmistumisesta ja projektinhallinnasta. Yrityksellä on pitkä historia laivanrakennus-, offshore- ja prosessiteollisuuden suunnittelu- ja suunnittelupalveluissa. (ENGnD www-sivut, 2021.)

### 2.2 Meyer Turku

Meyer Turku Oy, jonka Meyerin perhe omistaa, on yksi Euroopan johtavista laivanrakennusyrityksistä. Yhtiö tarjoaa huipputeknologisia ratkaisuja sekä pitkälle kehitettyjä rakennusprosesseja. Meyer Turku on erikoistunut rakentamaan risteilyaluksia, matkustaja-autolauttoja sekä erikoisaluksia. Vuosien varrella telakka on rakentanut yli 1300 uutta alusta asiakkaille ympäri maailmaa. (Meyer Turku www-sivut, 2021.)

Meyer Turku Oy liikevaihto oli 1 miljardia euroa vuonna 2020 ja yritys työllisti 2067 henkilöä. Liikevaihto laski 9,2 %. (Asiakastieto www-sivut 2021.)

Meyerin tytäryrityksiin kuuluvat Piikkiössä sijaitseva hyttitehdas Piikkio Works Oy, Shipbuilding Completion Oy, joka tarjoaa ratkaisuja laivojen yleisiin tiloihin avaimet

käteen -periaatteella sekä laivanrakennus- ja offshore-alan suunnitteluyritys ENG´nD Oy. (Meyer Turku www-sivut, 2021.)

## 3 OPINNÄYTETYÖN TUTKIMUSMENETELMÄ

### 3.1 Opinnäytetyön menetelmän valinta ja kuvaus

Opinnäytetyö on menetelmältään konstruktiiivinen ja se kuvastaa eniten vertailevaa konstruktio tutkimusta, koska vertailevassa tutkimuksessa tarkastellaan samaan käyttötarkoitukseen tehtyjen artefaktien toimivuutta ja tarkoituksenmukaisuutta. (Perkiö & Laine, 2014, s 24.)

Konstruktiiivinen tutkimus tarkoittaa suunnittelua, käsitteellistä mallintamista, mallien toteutusta ja testaamista. Konstruktiiivinen tutkimus muistuttaa paljon innovaatioiden tuottamista ja palvelumuotoilua, ja se soveltuu konkreettisiin tuotoksiin kuten mittareiden, mallin tai suunnitelman tekoon. (Oppariapu [www-sivut](#), 2021.)

Tässä opinnäytetyössä artefakteina toimivat suunnitteluohjelmistot. Opinnäytetyön tarkoituksena on vertailla kahta suunnitteluohjelmaa keskenään. Yrityksessä käytetään tällä hetkellä pääsääntöisesti CadMatic suunnitteluohjelmaa, mutta halutaan nähdä, pystyisikö jotkin moduulit tai alueet laivalta mallintamaan helpommin SolidWorks ohjelmistolla ja kuinka tämä toimii käytännössä. Tällaiset ovat esimerkiksi pyöreät muodot, kuten kaiteet tai paljon yksityiskohtia sisältävät kappaleet kuten kevennysaukolinen levy. Vertailun tavoitteena on nähdä, pystyykö SolidWorksin käyttöä lisäämään yrityksen suunnittelutyössä.



## 4 SUUNNITTELUOHJELMAT

### 4.1 SolidWorks

SolidWorks on Dassault Systemes'n parametrinen suunnitteluohjelmisto. Dassault Systèmes SolidWorks Corp tarjoaa täyden valikoiman 3D-työkaluja, joiden avulla voi luoda, simuloida, julkaista ja hallita tietoja. SolidWorksin tuotteet toimivat saumattomasti yhdessä, joten se tekee suunnittelutyöstä entistäkin helpompaa, nopeampaa ja edullisempaa. SolidWorks panostaa tuotteidensa helppokäyttöisyyteen, jotta insinöörit, suunnittelijat ja muut alan asiantuntijat voivat luoda aiempaa parempia tuotteita 3D-ominaisuuksia tehokkaasti hyödyntäen. (Dassault systemes www-sivut, 2021.)

### 4.2 CadMatic Marine

CadMatic Marine on suunnitteluohjelmisto, joka säästää aikaa suunnittelussa ja tuotannossa. Korkealaatuinen ja tarkka tuotetieto mahdollistaa lohkojen tehokkaamman esivalmistuksen ja -varustelun, joten kokoonpano ja rakentaminen nopeutuvat. CadMaticin älykkäät 3D-suunnittelu- ja information management -järjestelmät soveltuvat kaikenlaisiin laivanrakennus- ja offshore-projekteihin. Suunnittelutyökalut säästävät aikaa runko- ja varustesuunnittelussa sekä rakentamisessa. CadMaticin joustavat suunnitteluratkaisut ja hajautetut ryhmätyömenetelmät sopivat myös kaikkein haastavimpien projektien läpivientiin. CadMatic-ohjelmistot voidaan sovittaa osaksi asiakkaan suunnitteluprosessia, jolloin niiden mukautuvuus, laatu ja tuotantotietojen käsittely täyttävät kovimmatkin vaatimukset. Monet laivanrakennus- ja offshore-teollisuudessa aktiivisesti toimivat telakat, suunnittelutoimistot ja alihankkijat käyttävät CadMatic Marine Design -ohjelmistoja. (CADMATIC www-sivut, 2021.)

## 5 PROSESSIN ETENEMINEN

### 5.1 Tiedonkeräys

Tiedonkeräys oli pääsääntöisesti haastattelu pohjaista, jossa henkilökohtaisesti haastateltiin eri toimihenkilöitä yrityksestä. Mitä enemmän haastateltavia oli, niin sitä enemmän saatiin näkökulmia sekä laajempaa näkemystä, kun tulokset eivät perustu ainoastaan yhden henkilön mielipiteeseen tai kokemukseen.

### 5.2 Työvaiheet

Työvaiheet olivat alusta asti selkeät. Ensimmäiseksi mallinnettiin kaikki tarvittavat kappaleet SolidWorksilla ja sen jälkeen vasta perehdyttiin työvaiheisiin CadMaticissa. Suunnitteluohjelmien vertailu tulisi tapahtumaan vasta aivan viimeisimmässä vaiheessa. Ennen mallintamisen aloittamista oli ensimmäinen tapaaminen, josta saatiin tarvittavat tiedot ja materiaalit työn aloittamista varten. Haastattelut koskien CadMatic'n kappaleiden työvaiheita tulivatkin ajoittumaan siten, että kun SolidWorksilla oli saatu kappale mallinnettua niin silloin perehdyttiin samaan kappaleeseen, mutta vain eri ohjelmalla. Kun molempien ohjelmien kappaleiden työvaiheet olivat selvillä, perehdyttiin ohjelmien vertailuun.

## 6 MALLINNETUT KAPPALEET JA TYÖVAIHEET SOLIDWORKSILLA

SolidWorksilla mallinnukseen kuuluu yleensä kolme erilaista mallityyppiä: osa, kokoonpano ja piirustus. Osa kuvaa fyysisen kohteen yksittäistä osaa, joka voi olla valmistettava osa tai standardikomponentti. Kokoonpano on muodostettu osista ja osakokoonpanoista liittämällä ne yhteen. Piirustuksessa esitetään tarpeellinen määrä projektioita ja yksityiskohtia osista ja kokoonpanoista. Parametrisuus näkyy myös osien, kokoonpanojen ja piirustusten välillä siten, että yhteen kohteeseen tehdyt muutokset päivittyvät kaikkiin muihin kohteisiin automaattisesti. (Hietikko, 2014, s 27.)

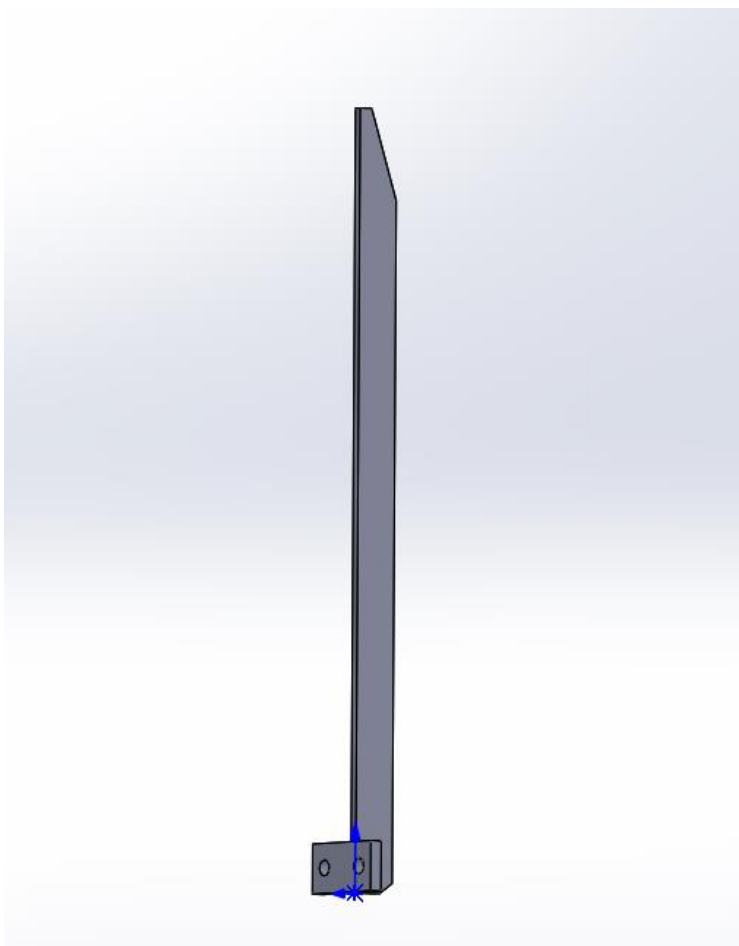
### 6.1 Kaide 1

SolidWorksilla mallintaessa lähdetään liikkeelle siten, että malliksi valitaan part (osa), jolloin sovellusikkunaan avautuu uusi dokumentti. Mallintamista varten on siirryttävä ensin ns. sketsaustilaan. Sketsaustilassa luodaan kaikki mallintamiseen tarvittava graafinen informaatio eli luodaan piirteen muoto. (Hietikko, 2014, s 42.)

SolidWorks pyytää valitsemaan jonkun mallissa mukana olevista aputasoista Front Plane, Right Plane tai Top Plane, koska sketsiin liittyy aina taso ja piirtää voidaan ainoastaan vain tasolle. (Hietikko, 2014, s 42.)

Ensimmäiseksi lähdetään mallintamaan lattatanko. Lattatankoa mallintaessa valitaan Front Plane, koska kappaletta kuvataan edestäpäin. Muodon luonti aloitetaan piirtämällä planelle (taso) suora viiva, joka mitoitetaan tarvittavaan pituuteen. SolidWorksin komentopaneeleista löytyy weldments osio, josta löytyy esimerkiksi paljon erilaisia profiileja sekä putkipalkkeja. Profiilien valikosta valikoidaan lattatanko ja tälle vaadittava koko. Aikaisemmin mallinnettu suora viiva saadaan muutettua lattatangoksi valitsemalla viiva ja tämän jälkeen hyväksymällä. Koska kyseessä on 90° kulmassa oleva kaide, tarvitaan kaiteen pohjalle kaksi lattatankoa. Kaiteessa olevat lattatangot ovat hieman eri pituisia ja tästä syystä ei voida hyödyntää jo olemassa olevaa tankoa uudestaan vaan täytyy mallintaa toinen tanko uusilla mitoilla. Mallinnetut tangot nimettiin; lattatanko1 ja lattatanko2.

Seuraavaksi lähdetään mallintamaan kaiteessa olevia pystyolppia, sillä SolidWorksin weldments kansioista ei löytynyt tähän tarkoitukseen sopivia profiileja, joita pystyisi hyödyntämään. Aloitus tapahtuu samanlaisella tavalla kuin aikaisemmissa lattatanko parteissa, mutta suoran viivan sijaan piirretään Corcor Rectangle komennolla suorakaiteen muotoinen osa, josta Trim Entities komennolla viistetään molemmista päistä kulmat pois. Komennolla Extruded Boss/Base pursotetaan kappale halutun paksuiseksi. Pystyolpat tarvitsevat ”kiinnikkeet”, jotta ne saadaan kiinnitettyä lattatankoihin. Pystyolppien alareunan kanssa samaan tasoon mallinnetaan suorakaiteen muotoinen kappaleen, johon Extruded Cut komennolla leikataan kaksi saman kokoista esireikää kiinnittämistä varten.

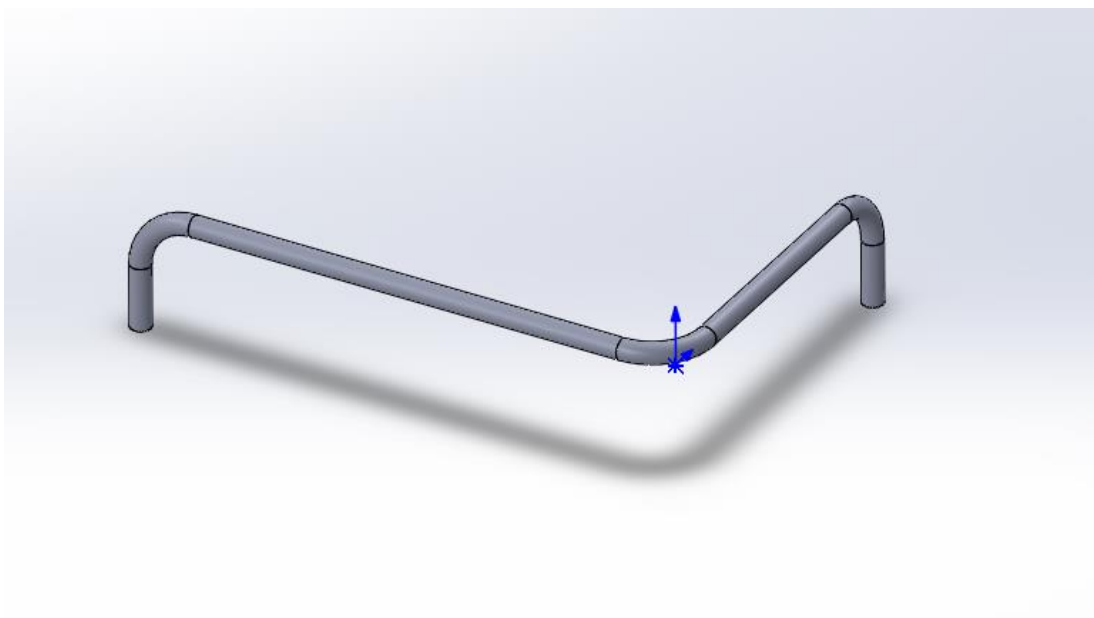


Kuva 1. Pystyolppa valmiina.

Kaiteeseen kuuluu myös alakaide, joka tehdään samalla tekniikalla kuin lattatangotkin. Sketsin luominen aloitetaan Top Planella, jolle piirretään kaksi viivaa, jotka muodostavat 90° kulman. Kulma pyöristetään Sketch Fillet toiminnolla, jotta alakaide saisi

kulmaan pyöreän muodon. Weldments komentopaneelistä valitaan profiilien sijasta putkipalkki valikko, jolloin saadaan alakaide muutettua suorasta viivasta putkipalkiksi.

Käsijohde mallinnetaan 3D sketsillä, jotta pystytään poistumaan kaksiulotteisesta koordinaatistosta, sillä käsijohteessa olevat muodot ja kohdat poistuvat osittain valitulta planelta. 3D sketsillä voidaan mallintaa XY, YZ ja ZX tasolle. Käsijohde tehdään muuten samalla tekniikalla kuin alakaide, mutta kaiteen päässä olevat pyöritykset jatkavat hetken matkaa suuntaansa kohti alaspäin ja juuri tämän kohdan takia käsijohde tuli tehdä 3D sketsillä. Kaikkiin kulmiin tehdään myös 90° pyöritykset jotta käsijohde saa pyöreän muodon. (Kuva 2.)



Kuva 2. Havainnekuva käsijohteen kulmien pyörityksistä.

### 6.1.1 Kokoonpano

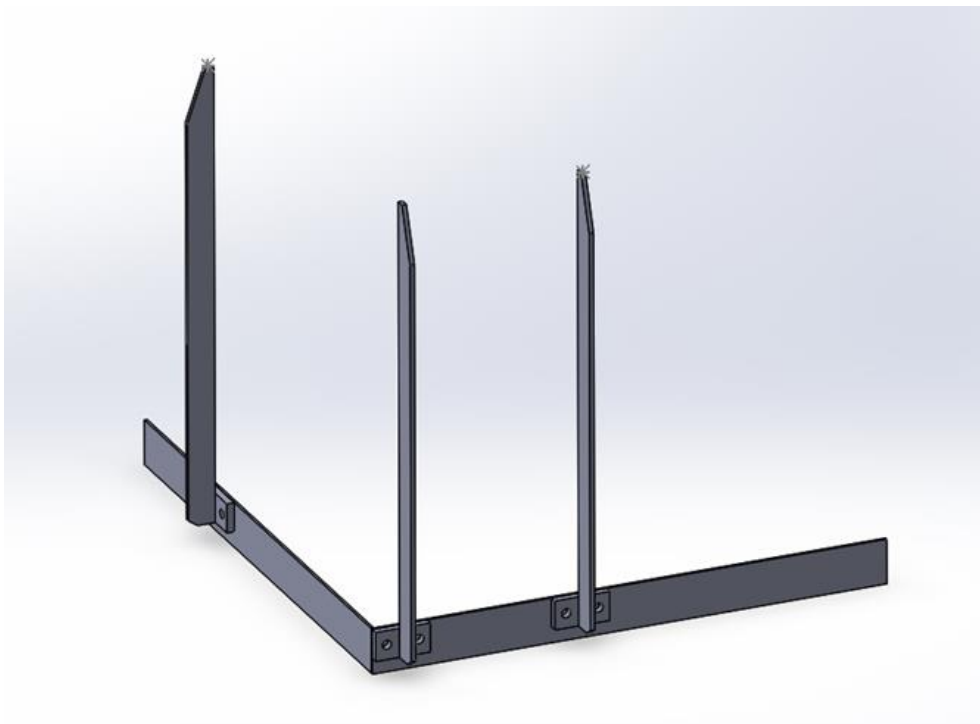
Kokoonpano voidaan muodostaa kolmella erilaisella tavalla, mutta tässä tapauksessa on käytetty Bottom-Up'ia. Bottom up tarkoittaa sitä, että etukäteen mallinnetut osat sijoitetaan paikoilleen kokoonpanoon. Osat on siis mallinnettu ennen kokoonpanovaihetta. Tämä sopii tilanteisiin, joissa kokoonpanossa käytetään yksinomaan standardioisia tai kun kokoonpanon suunnittelu tapahtuu tiimityönä. (Hietikko, 2014, s 139.)

Uuden kokoonpanon luominen aloitettiin lattatanko1 partista, jolloin se tulee kokoonpanon perusosaksi. Perusosa asemoitiin kokoonpanon origon suhteen ja tämän ympärille lähdettiin rakentamaan kokoonpanoa muista parteista. Kokoonpanoon tuotiin yksitellen jokainen partti ja ensimmäiseksi tuotiin lattatanko2, sillä se on kokoonpanon toinen olennainen perusosa.

Osat kytketään toisiinsa ns. ehtojen avulla. Ehtona voi olla esimerkiksi coincident, parallel tai perpendicular.

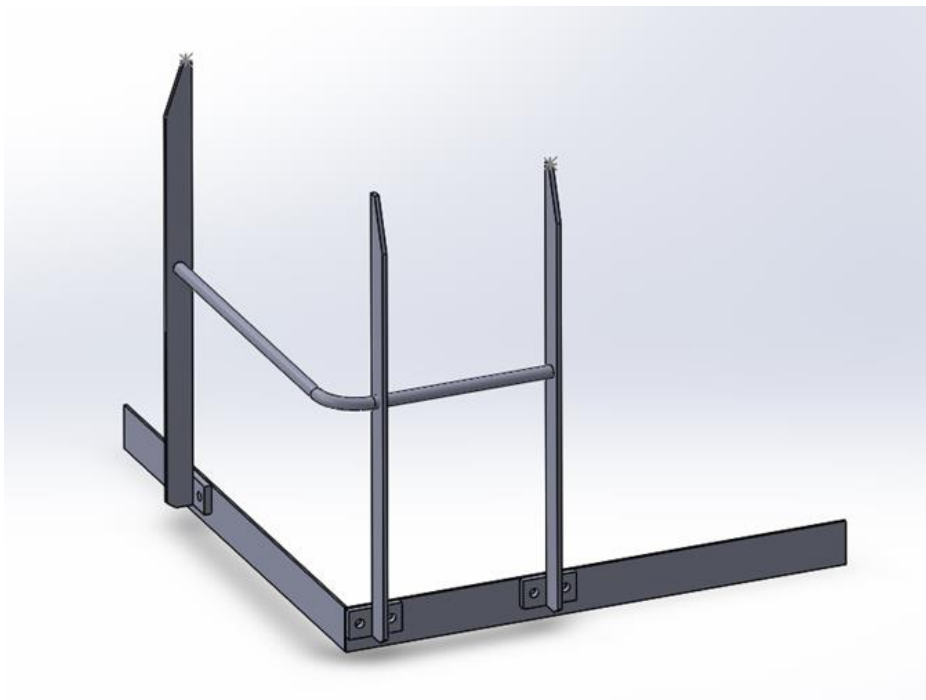
- Coincident – sijoittaa kaksi pintaa, reunaa tai pistettä yhteen siten, että näiden normaalivektorit osoittavat vastakkaisiin suuntiin.
- Parallel – asettaa kaksi pintaa tai reunaa samansuuntaisiksi siten, että niiden välinen etäisyys säilyy.
- Perpendicular – asettaa kaksi pintaa tai reunaa kohtisuoraan toisiaan vastaan. (Hietikko, 2014, s 139–140.)

Lattatangot kytkettiin yhteen käyttäen coincident ehtoa, jolloin ne muodostivat 90° kulman. Seuraavaksi kokoonpanoon tuotiin pystytolpat, sillä näiden jälkeen alakaide ja käsijohde on helpompi asettaa kokoonpanoon paikoilleen. Kokoonpanoon piti tuoda kolme kappaletta pystytolppia ja ne kytkettiin yksitellen käyttäen useampaa ehtoa. Useampaa ehtoa piti käyttää siksi koska muuten kappaleet asemoituisivat ainoastaan yhteen suuntaan ja niitä pystyisi tällöin liikuttamaan vielä muihin suuntiin. Tämän takia on käytettävä toista asemointikomentoa eli ehtoa, jotta kappaleet saataisiin lopullisesti paikoilleen. Kun ehtoihin lisää mitan, pystytään vaikuttamaan mihin kohtaan kappale asemoituu. Esimerkiksi pystytolpissa käytettiin ehdoissa mittoja, jotta ne saataisiin sijoittumaan oikeille kohdille lattatankoon ja sopivan etäisyyden päähän toisistaan.



Kuva 3. Havainnekuva kokoonpanon työvaiheesta.

Seuraavaksi kokoonpanoon tuodaan alakaide, joka kytkettiin käyttäen hieman erilaisempia ehtoja kuin aikaisemmin. Aikaisemmissa tapauksissa käytettiin standard ehtoja ja tässä tapauksessa käytetään advanced ehdoista width kytkentää. Width kytkennällä asetetaan kappale kahden valitun pinnan väliin. Tässä tapauksessa pintoina toimi kaikean uloimmat pystytolpat. Alakaide saadaan asemoitua oikealle korkeudelle antamalla sille kytkennän yhteydessä mitta lattatangon alareunasta.



Kuva 4. Havainnekuva kokoonpanon työvaiheesta.

Viimeiseksi kokoonpanoon lisätään käsijohde. Käsijohdetta lähdetään kytkemään reunoissa oleviin pystytolpissa sijaitseviin keskipisteisiin coincident ehdolla. (Kuvassa 4. tolppien päässä olevat pisteet.) Käsijohde saadaan asemoitua oikealle korkeudelle kytkennässä samoin kuten alakaide.

## 6.2 Kaide 2

Kaide 2 mallintamine alkaa siten, että valitaan plane eli tässä tapauksessa taas Front Plane. Planelle lähdetään luomaan suoraa viivaa, josta on tarkoitus tehdä lattatanko kaiteen pohjalle. Kaide 2:ssa on samanlaiset pystytolpat kuin aiemmassakin kaiteessa, jonka takia kyseisiä pystytolppia ei tarvinnut lähteä mallintamaan uudestaan. Valmiiksi olemassa olevat pystytolpat pystytään hyödyntämään sitten kun lähdetään koamaan kokoonpanoa.

Alakaide sekä käsijohde mallinnetaan samalla tavalla. Planelle lähdetään luomaan halutun mittaista suoraa viivaa, joka muutetaan weldments komentopaneelista putkipalkiksi. Käsijohteen päädyissä on pyöristykset alaspäin, joten niihin on tehtävä myös 90° pyöristykset.



### 6.2.1 Kokoonpano

Kaide 2 kokoonpanon perusosaksi valikoitui lattatanko, sillä se on kaiteen perusta. Perusosan jälkeen kokoonpanoon tuodaan ensimmäistä kaidetta varten mallinnetut pystytolpat koska valmiiksi mallinnettuja pystytolppia hyödynnetään tässä kokoonpanossa. Näin säästetään työvaiheissa aikaa, kun ei mallinneta samoja kappaleita uudelleen. Pystytolpat kytketään ennen käsijohdetta ja alakaidetta sillä niiden aseointi myöhemmin on helpompaa, kun pystytolpat ovat paikoillaan. Pystytolpat kytketään lattatankoon käyttämällä useampaa ehtoa, jotta ne asemoituvat joka suuntaan paikalleen eikä näin liikkuisi vahingossa muihin suuntiin.

Alakaidetta kytkettäessä käytetään advanced ehdoista width kytkentää, jolloin kaiteen saa asemoitua helposti pystytolppien väliin. Tällä kytkennällä saa alakaiteen asemoitua oikealle korkeudelle, kun kytkennän yhteyteen merkitsee korkeuden mitan. Käsijohhteessa käytetään myös useampaa ehtoa, jotta se saadaan asemoitua oikein. Ensimmäiseksi käytetään coincident kytkentää ja sen jälkeen tangent. Tangent kytkennässä saadaan kytkettyä pyöreä muoto kiinni tasaiselle pinnalle.



Kuva 5. Kaide 2 valmis kokoonpano.

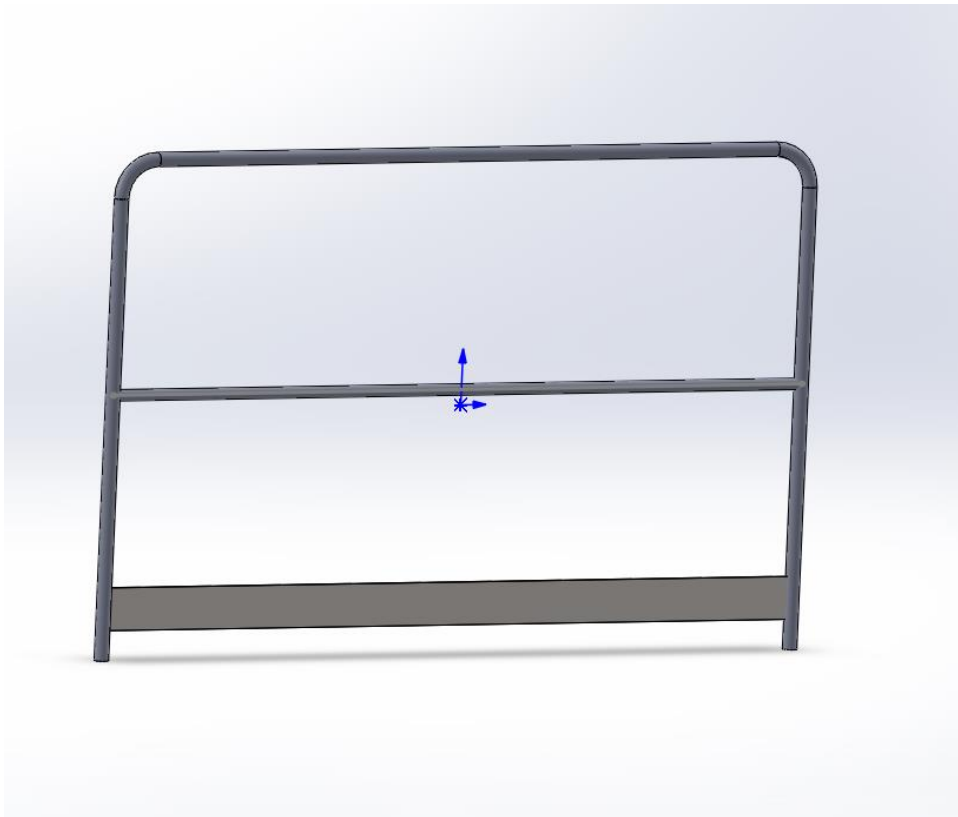
### 6.3 Kaide 3

Kaksi viimeisintä mallinnettavaa kaidetta olivat samanlaiset, mutta eri mittaisia. Eli, kaiteilla on täysin samanlaiset työvaiheet. Tällaisissa tilanteissa voisi hyvin myös ottaa käyttöön konfiguraation. Konfiguraatio tarkoittaa sitä, että yhdestä osasta tehdään monta eri ”versiota”. Tässä tapauksessa esimerkiksi lyhyemmästä kaiteesta voisi tehdä toisen version eli konfiguraation. Kaiteen toisessa versiossa olisi sama kaide, mutta kaiteen mittoja olisi muutettu, jolloin siitä tulisi toinen pidempi kaide.

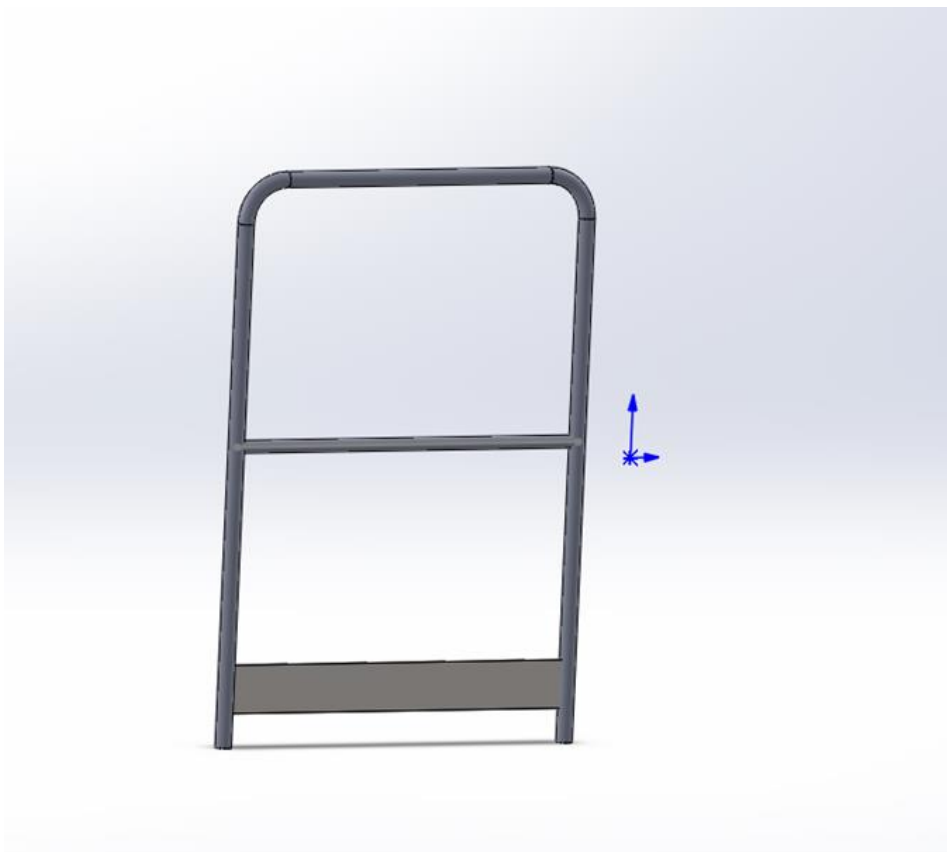
Mallinnettuihin kaiteisiin tulee samanlaiset lattatanko ja alakaitteet kuin muihinkin mallinnettuihin kaiteisiin ja ne mallinnetaan myös samalla tekniikalla. Käsijohde poikkeaa hieman aikaisemmista mallinnetuista käsijohteista, koska pystytolpat ovat samaa putkipalkkia käsijohteen kanssa. Tässä kaiteessa ei siis hyödynnetä samoja pystytolpia kuin aikaisemmissa malleissa. Kaiteiden mallinnus alkaa valitsemalla Front Plane jolle lähdetään luomaan muotoa. Sketsillä piirretään U-muotoinen kuvio, jonka kulmat pyöristetään 90° ja weldments komentopaneelistä kuvio muunnetaan halutun kokoiseksi putkipalkiksi.

#### 6.3.1 Kokoonpano

Kokoonpanon perusosaksi muodostui jälleen lattatanko ja sen ympärille lähdetään koamaan kokoonpanoa. Lattatangon jälkeen kokoonpanoon tuodaan käsijohde, sillä käsijohteeseen kuuluu samaan myös pystytolpat. Tämä kytketään lattatankoon käyttämällä advanced ehdoista width kytkentää, jossa valitaan molemmat pystytolpat sekä lattatangon sivujen pinnat. Kun käsijohde ja siihen kuuluvat pystytolpat on asemoitu paikoilleen, on helppoa tuoda enää puuttuva alakaide kokoonpanoon. Alakaide kytketään käyttämällä samaa width kytkentää, jolloin valitaan molemmat pystytolpat sekä alakaiteen palkin päät. Kytketään kun laittaa mitan lattatangon alareunasta, saadaan asemoitua alakaide oikealle korkeudelle.



Kuva 6. Pidemmän kaiteen kokoonpanokuva.



Kuva 7. Lyhyemmän kaiteen kokoonpanokuva.

## 6.4 Kaiteiden piirustus

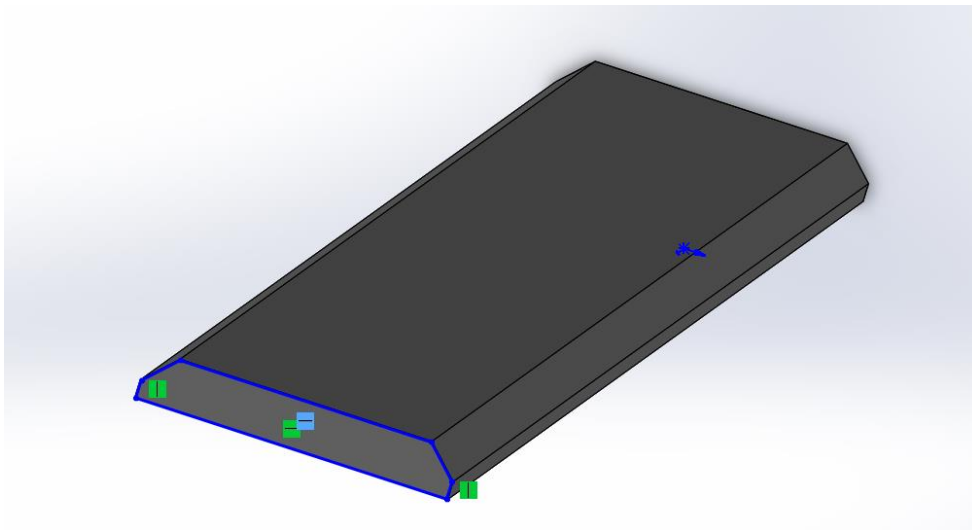
Piirustus luodaan valitsemalla ensin sopiva piirustus pohja ja sijoittamalla sille sen jälkeen tarpeellinen määrä kolmiulotteisesta mallista muodostettuja projektioita, kohtakuvia, leikkauksia jne. Parametrisen piirremallinnuksen yhteydessä projektiot ja muut malliin sidoksissa olevat piirustuksen osat voidaan kuvitella ikkunoiksi, joiden kautta mallia katsellaan. Jos mallissa tapahtuu muutos, se päivittyy myös piirustukseen. (Hietikko, 2014, s 167.)

Projektioita voidaan ryhtyä tekemään valitsemalla haluttu malli, josta piirustus tehdään. SolidWorks näyttää mallin osoittamisen jälkeen ominaisuuspaneelissa siihen liittyvät projektivaihtoehdot kuten esimerkiksi pääprojektiio suoraan edestä katsottuna tai pääprojektiosta kohtisuora projektiio pääprojektion oikealle puolelle. Pääprojektion avulla voidaan generoida useita erilaisia apuprojektioita. Esimerkiksi leikkausprojektiio tehdään piirtämällä leikkausviiva keskiviivana ja valitsemalla sen jälkeen Section View Drawings-paneelistä. (Hietikko, 2014, s 170.)

Piirustuksiin voidaan liittää myös taulukoita, joista selviää materiaalit, kappale määrät, osanumerot sekä mittoja. Näitä kutsutaan osaluetteloksi. Osaluettelot saa luotua automaattisilla taulukoilla. Taulukossa osaa vastaava numero voidaan osoittaa piirustuksessa osanumeropallolla ja näin tiedetään mikä osa on kyseessä.

## 6.5 Kevennysaukollisen levyn mallinnus

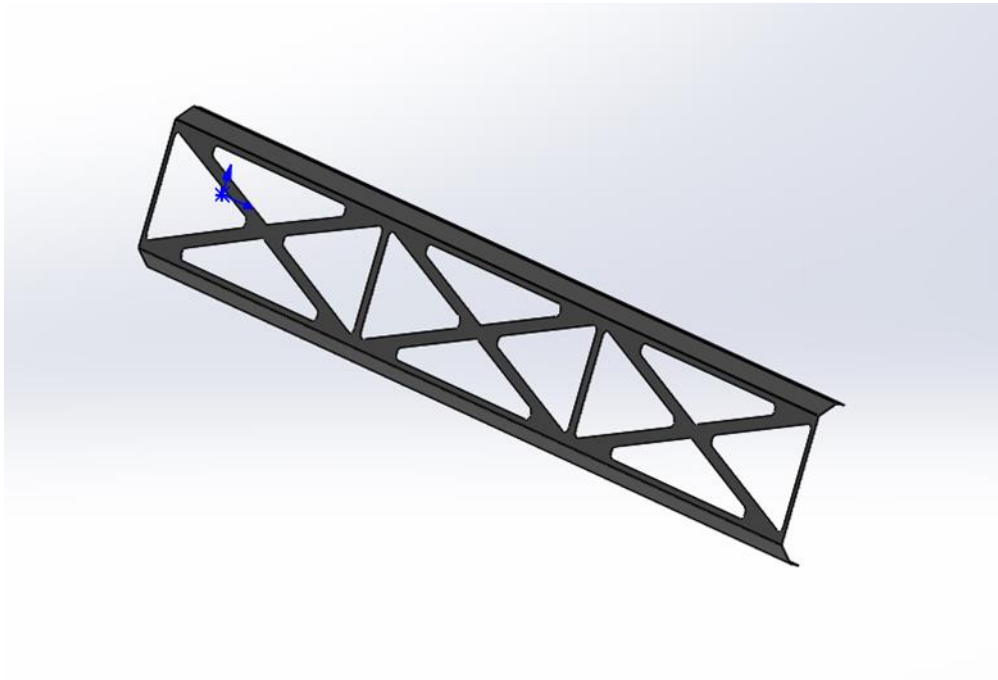
SolidWorksilla mallinnetaan myös kevennysaukollinen levy. Kevennysaukollisen levyn mallintaminen alkaa luomalla panelle kuusiokulmainen partti, joka pursotetaan Extruded Boss/Base komennolla tarvittavan mittaiseksi. Kappaleen päähän piirretään saman muotoinen kappale, joka on hieman pienempi kuin edellinen.



Kuva 8. Kappale ennen Extruded Cut komentoa.

Extruded Cut toiminnolla leikataan kuva 8. sinisellä ympyröity alue koko kappaleen mitalta, jolloin kappaleesta tulee ohut levy. Kappaleen pinnalle mallinnetaan neljä kolmiota, joihin käytetään myös Extruded Cut toimintoa. Tämä vaihe toistetaan vielä kaksi kertaa, jolloin levyn pinnalle tulee yhteensä 12 kolmion muotoista aukkoa. Levyn reunat viimeistellään vielä viimeiseksi Fillet toiminnolla, jotta reunoihin saadaan viimeistellyn näköiset pyöritykset. Fillet toimintoa käytetään myös levyssä oleviin kolmion muotoisiin aukkoihin, jotta niiden kulmat eivät olisi teräviä vaan saavat myös viimeistellymmän ulkonäön.

Kevennysaukollisen levyn ja kuilumoduulien kokoonpanokuvaan muodostui monta välilehteä, sillä kokoonpanoissa on niin paljon yksityiskohtia ja mittoja, jotka tulee huomioida. Kuvien tulee olla sellaiset, että asentaja osaa ne kuvista katsomalla itsenäisesti tehdä.



Kuva 9. Kevennysaukollinen levy.

## 7 MALLINNETUT KAPPALEET JA TYÖVAIHEET CADMATI- CILLA

Avoimilla, joustavilla, muokattavilla ja käyttäjäystävällisillä ominaisuuksilla CadMatic varmistaa, että yksityiskohtien suunnitteluvaihe valmistuu mahdollisimman lyhyessä ajassa laadukkaille malleille. Älykkäät ja intuitiiviset toiminnot varmistavat, että mallit suunnitellaan ja toteutetaan tarkasti ja tehokkaasti. Topologiset tiedot koostuvat osien välisistä suhteista, mikä tarkoittaa, että jos osaa muutetaan, myös niihin liittyvät osat muuttuvat. Tämä mahdollistaa muutosten helppouden ja säästää paljon aikaa muutosten aikana. (CadMatic [www-sivut](http://www.cadmatic.com), 2021.)

### 7.1 Kaiteiden mallinnus

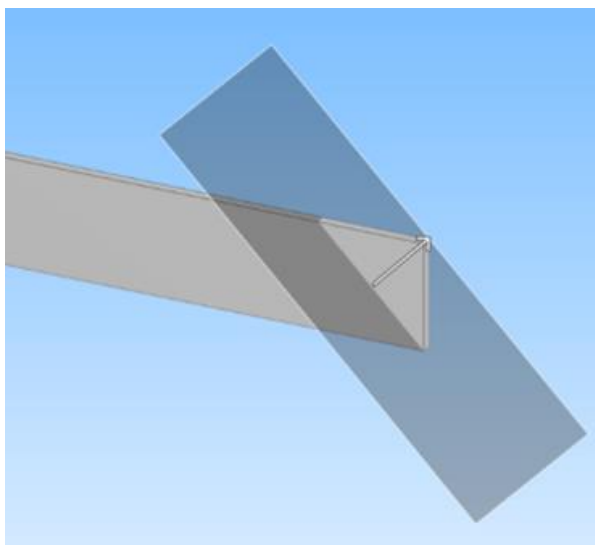
Meyer on laatinut erilaisia standardeja ja työtapaohjeita täsmentämään mitä suunnitellaan ja miten. Tämä pätee osittain myös kaiteisiin ja niistä on laadittu erilaisiin tiloihin sopivia ohjeita. Niiden perusteella mallinnetaan CadMatic malliin tarvittavat teräsprofiilit ja käsijohteet kaiteille. Kaiteiden työvaiheisiin kuuluu käytännössä mallinnus, attribuuttien antaminen, esivalmisteryhmään liittäminen sekä piirustuksen laatiminen. (Paavola henkilökohtainen tiedonanto 22.03.2021)

CadMaticilla kaiteiden mallintaminen alkaa sillä, että tarkistetaan AutoCAD'ista ensimmäiseksi millainen kaide on tulossa. Kun on tiedossa mitä mallinnetaan, avataan CadMatic ja mennään mallista haluttuun kohtaan kuten esimerkiksi laivan keulaan. Lattatankojen sekä muiden erilaisten profiilien mallintaminen alkaa Beam Tool komennolla. Beam Tool'n on määritetty kaikki telakalla käytettävissä olevat materiaalit. Profiilille on seuraavaksi määritettävä alku- ja päätepisteet sekä profiilin rotaatio. Profiilien sijaintia ja asentoa voi joutua useimmiten vielä muokkaamaan, jotta se saataisiin oikealle paikalleen.

Kaiteisiin tulevat pystytolpat mallinnetaan samanlaisella tavalla kuin vaaka-asennossa olevat lattatangot, mutta koska pystyssä olevat lattatangot eivät ole täysin suorakaiteen muotoisia täytyy profiileihin mallintamisen jälkeen lisätä niihin viisteet. Viisteet

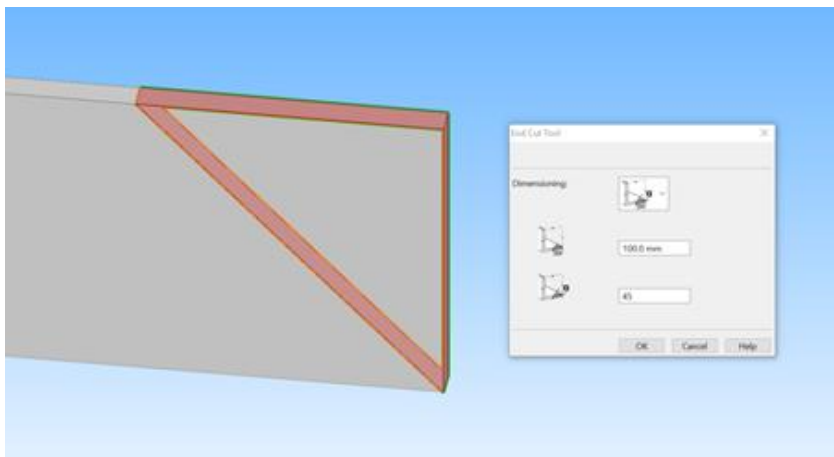
lisätään Beam Tool'n End Cut toiminnolla. End Cutin tekemiseen on useampi erilainen tapa kuten Add using 3D- ja Add Usign Tool-toiminto

- Add using 3D työkalun kanssa viisteen leikkaus määritetään valitsemalla mallista profiili ja sitten määrittämällä leikkaustaso.



Kuva 10. ”Add using 3D” toiminnon työtapa

- Add Usign Tool työkalun kanssa puolestaan valitaan profiilista särmä, josta lähdetään leikkaamaan ja sitten määritetään viisteen aste ja pituus.



Kuva 11. ”Add using tool” toiminnon työtapa

(Paavola henkilökohtainen tiedonanto 22.03.2021)

Näitä kyseisiä pystytolppia tarvitsee kaiteeseen useamman, joten pystytään välttymään toistuvilta työvaihteilta, kun kopioidaan valmis profiili ja asetetaan se oikealle paikalleen. Kopioimalla valmis profiili, pystytään välttämään toistuvia turhia työvaiheita



aina kun tarvitsisi mallintaa useampi samanlainen profiili. Profiilien sijoittelussa voidaan noudattaa valmiita standardissa annettuja mittoja.

Alakaide sekä käsijohde tehdään samalla tekniikalla ja näitä mallintaessa käytetään Route Pipe komentoa. Ensimmäiseksi käsijohteelle määritetään sopiva systeemi ja tarvittava putkimateriaali. Käsijohteelle on muistettava määrittää myös alkupiste, suunta sekä päätepiste ennen mallintamista.

Kaiteelle on annettava attribuutit, kun se on valmis, joihin kuuluu työvaiheiden määrittäminen sekä esivalmistenumeroitten määrittäminen kaikille esivalmisteen osille. Kun attribuutit ovat annettu liitetään osat seuraavaksi esivalmisteryhmään.

## 7.2 Kaiteiden piirustus

Piirustus luodaan CadMaticilla samanlaisella tavalla kuin SolidWorksissäkin. Ensiksi valitaan piirustuksen koko sekä täydennetään otsikkotaulut. Sen jälkeen etsitään aluksesta kohta ja objekti, josta piirustus halutaan luoda. Objektista, joka halutaan piirustuksessa esittää, luodaan näkymä eli ns. kuva. Jos piirustukseen halutaan useampi projektio kappaleesta eri suunnissa, on joka suunnasta otettava erikseen uusi näkymä.

Näkymät määritetään ”laatikoina”, jolloin näkymässä näkyy kaikki, mitä mallissa on olemassa. Jotta kuvasta saadaan poissuljettua kaikki ylimääräinen pois, näkymille määritetään filteri. Filterin avulla määritetään tiettyjen ehtojen perusteella mitä laitekon sisältä visualisoidaan. Tässä tapauksessa käytettäisiin filterissä esivalmisteryhmää, jolloin näkymästä poistuu vieressä olevat objektit, kuten kansivarustelut, laitteet sekä rungon osat. Filtereiden avulla saadaan suljettua kuvasta pois kaikki ”ylimääräinen” joka taustalla voisi näkyä. (Paavola henkilökohtainen tiedonanto 22.03.2021)

Piirustuksiin lisätään tarvittavat annotaatiot, kuten osanumeromerkinnät ja mitat. Osaluettelotaulukot luodaan automaattisella Generate BOM komennolla. Osaluettelo sekä esivalmisteluettelo viedään sen jälkeen Generate MARS datakomennolla yrityksen

käytössä olevaan MARS-ERP järjestelmään. (Paavola henkilökohtainen tiedonanto 22.03.2021)

### 7.3 Kevennysaukollisen levyn mallinnus

CadMaticilla levy mallinnetaan niin, että laivaan mallinnetaan vain pitkä ohutlevy. Kyseisessä levyssä ei ole kevennysaukkoja kuten SolidWorksilla mallinnetussa levyssä on. Kevennysaukot saa kyllä tehtyä CadMaticilla, mutta se veisi todella paljon aikaa ja tässä tapauksessa niitä ei ollut kyseisellä ohjelmalla tehty.

Levyn piirustukset valmistettaisiin samanlaisella tavalla kuin muutkin CadMaticin piirustukset, mutta koska levy ei ole täysin oikeanlainen CadMaticissa niin siitä ei myöskään lähdetä tekemään kokoonpanopiirustuksia tällä ohjelmalla. CadMaticilla tehdään ainoastaan kuilun asennuspiirustus laivaan.

## 8 SAAVUTETUN VERTAILUN TULOKSET

SolidWorks suunnitteluohjelmalla mallintaminen sisältää paljon enemmän erilaisia työvaiheita kuin CadMaticilla mallintaminen. SolidWorksilla kun lähdetään mallintamaan kappaletta, tarvitsee jokainen kappaleeseen kuuluva osa mallintaa erikseen. Kun kaikki tarvittavat osat on mallinnettu, lähdetään niistä kokoamaan yhtä kappaletta eli kokoonpanoa. Kokoonpanoon tuodaan jokainen osa yksitellen ja ne asemoidaan paikalleen niin, että valmiina ne muodostavat yhden kappaleen. CadMaticilla taas mallinnus tehtiin kerralla yhteen ja samaan paikkaan, tässä tapauksessa suoraan alukseen omalle paikalleen.

Haastattelujen perusteella selvisi, että SolidWorksilla mallinnetun kappaleen pystyy viemään CadMatic ohjelmaan, mutta aluksi ongelmaksi muodostui se, että niiden skaalaukset eivät kohtaa. Asiaa tutkittiin yrityksessä enemmän ja kävi ilmi, että kokoluokat saadaan sopimaan yhteen loppujen lopuksi. CadMaticiin kun viedään SolidWorksin tiedostoja täytyy SolidWorksin kappaleet olla hieman pelkistetyimmät, jotta tiedostot eivät olisi niin suuria tai raskaita. SolidWorksin tiedostot ovat sitä suurempia ja raskaampia mitä yksityiskohtaisempi kappale on. CadMaticiin vietynä niiden tarvitsisi olla mahdollisimman pieniä tiedostoja, ettei se kuormittaisi CadMaticia liikaa. Ongelman tuottaa myös se, että CadMatic laskee automaattisesti sinne mallinnettujen kappaleiden painon ja lisää sen laivan kokonaispainoon. SolidWorksista tuotu kappale voi näin sekoittaa laskentaa tai kokonaispainoa, sillä SolidWorksin kappaleille painoa ei tule automaattisesti CadMaticiin vietäessä. Ja koska SolidWorksilla mallinnetun kappaleen pystyy tuomaan CadMaticiin on kannattavampaa tässä tilanteessa mallintaa kevennysaukollinen levy SolidWorksilla, jotta levyn ja moduulien kokoonpano piirustukset olisivat näin oikeamman näköiset, koska CadMaticilla mallinnetussa levyssä ei esimerkiksi ole kevennysaukkoja ja on levy muutenkin pelkistetympi.

SolidWorksin piirustuksen laatiminen on yllättävän helppoa, kun taas CadMaticilla se on työläämpää. SolidWorksilla laatiessa piirustusta, avautuu sovellusikkunan reunaan lista projektiovaihtoehdoista, josta voi valita halutun perusprojektion. Jos piirustukseen haluaa useamman projektion, pystyy kyseisestä listasta helposti lisäämään kuvan useamman projektion eri kulmasta- tai suunnasta katsottuna. CadMaticilla

projektioiden tuonti kuvaan on työläämpää, sillä aluksesta on ensiksi haettava haluttu objekti, josta halutaan projektiio. Tämän jälkeen näkymille joista projektiot tehdään, on määritettävä filterit, jotta kuvasta saadaan rajattua ”ylimääräiset” objektit pois, kuten kansivarustelut, laitteet sekä rungon osat. Vaikka piirustukseen tulee sama objekti, mutta eri suunnasta- tai kulmasta katsottuna, täytyy ne hakea laivasta yksitellen ja jokaiselle määrittää erikseen filterit. Haastattelujen perusteella on myös todettu, että oikean osan tuominen CadMaticin piirustukseen saattaa olla haastavaa.

SolidWorksilla kun muuttaa osaa, päivittyy se automaattisesti myös kokoonpanoon sekä piirustukseen. Esimerkiksi kun osasta muuttaa mittaa, päivittyy se myös piirustuksen mitoituksiin. SolidWorksin osien mittoja pystyy myös linkittämään siten, että toista osaa muutettaessa muut kappaleet seuraavat muutetun kappaleen mittoja. CadMaticilla mitat täytyy käydä korjaamassa ja päivittämässä piirustuksessa itse muokkauksen jälkeen.

## 9 SAAVUTETTUIJEN TULOSTEN ARVIOINTI

Opinnäytetyössä ei ollut nimettyä ongelmaa, joka olisi pitänyt ratkaista. Työssä vertailtiin kahta suunnitteluohjelmaa sillä perusteella, että saadaan tietoa siitä päästäänkö ohjelmalla, jota yrityksessä ei tällä hetkellä käytetä samoihin tuloksiin mitä ohjelmalla, jota yrityksessä käytetään ja yhtä helposti, ellei jopa helpommin. Tuloksissa paljastui, että SolidWorks ohjelman käyttö yrityksessä olisi jollain tasolla järkevää ja kannattavaa sillä se helpottaisi huomattavasti joitain vastaan tulevia työvaiheita. Kokonaan ei yrityksen kuitenkaan kannata siirtää suunnittelutyötä SolidWorks ohjelman puolelle sillä se ei palvele niin täydellisesti yritystä kuin CadMatic palvelee. SolidWorksilla on helppo mallintaa yksittäisiä kappaleita, kun taas CadMaticilla mallinnetaan koko kokonaisuus. On kuitenkin yrityksen oma asia ottavatko he SolidWorks ohjelman käyttöön suunnittelutyössä tämän työn tehdyin perusteella millään tasolla.

Opinnäytetyö on ollut haasteellinen siinä mielessä, että vertailtavista suunnitteluohjelmista ei ollut samanlaista tuntemusta. Toinen suunnitteluohjelmista oli täysin tuntematon ja uusi minulle. Yrityksen resurssien takia minua ei lähdetty perehdyttämään CadMatic ohjelman käyttöä varten, vaan oppimiseni ja tietoni pohjautuivat ainoastaan haastattelu- ja netistä löytyvien kirjallisuuksien pohjalle. Itse en päässyt käyttämään tai mallintamaan kyseisellä ohjelmalla ja tästä syystä vertailun tulokset voivat olla vähän yksipuoleiset sekä ei kovin luotettavia koska minulla ei ollut samanlaista tuntemusta molemmista vertailtavista ohjelmista.

## 10 YHTEENVETO

SolidWorksin käytön lisääminen yrityksessä on mahdollista sekä kannattavaa esimerkiksi kevennysaukollisen levyn kaltaisten kappaleiden suhteen. Kevennysaukollisen levyn mallintaminen SolidWorksilla on huomattavasti helpompaa ja kannattavampaa koska CadMaticilla mallintaessa aikaa kuluu paljon levyn aukkojen tekemiseen ja muotoiluun. Piirustuksista ja asennuskuvista saadaan realistisemmat, kun kappale on mallinnettu juuri sen näköiseksi, kun sen on tarkoitus ollakin. Piirustukset ja asennuskuvat eivät olisi tässä tapauksessa realistiset, jos ne tehtäisiin CadMaticilla koska levyssä, joka sinne mallinnettiin ei ole kevennysaukkoja. CadMaticilla on kuitenkin omat hyvät puolensa kuten se, että siellä näkyy koko alus ja aluksella pystyy siirtymään katselemaan sitä kohtaa mitä haluaa - eri kulmista. Voisi kuitenkin ajatella, että SolidWorks otettaisiin yrityksessä enemmän käyttöön sillä sen kanssa voi saada vähennettyä työvaiheita sekä mallintamiseen kuluvaan aikaan joitakin kappaleita mallintaessa, jotka eivät olekaan niin yksinkertaisia CadMaticilla.

Vaikka SolidWorksissa näyttäisi olevan paljon työvaiheita yhden kaiteen mallintamiseen, ei mallinnukseen kuitenkaan ajallisesti kauaa mene. Kun kerran on mallinnettu kaikki tarvittavat osat, voi valmiiksi olemassa olevia osia hyödyntää muitakin kokoonpanoja tehdessä. Kokoonpanoja tehdessä aikaa vie ainoastaan osien yhteen kytkeminen, mutta sitäkin kun on tehnyt useammin ei aikaa mene enää yhtään niin kauan, koska tiedetään jo valmiiksi, miten osat kannattaa toisiinsa kytkeä ja mitä ehtoja käyttää.

SolidWorksilla mallintaminen piirustusten kannalta on järkevämpää, sillä piirustukset päivittyvät automaattisesti muutoksia tehdessä sekä niiden luonti on paljon nopeampaa. SolidWorksilla ja CadMaticilla molemmilla saadaan piirustuksiin samanlaiset osaluettelot, osanumeropallot sekä erilaisia apuprojektioita kuten leikkausprojektiio.

Käytön lisääminen esimerkiksi kaiteita mallintaessa olisi järkevää myös siltä kannalta, että kaiteiden mittojen muuttaminen on helpompaa ja pienet muutokset saadaan nopeasti tehtyä. Yhtä mittaa muuttaessa ei tarvitse käydä muuttamassa mittoja myös kokoonpanoihin tai piirustuksiin, vaan ne päivittyvät automaattisesti.

Opinnäytetyö lisäsi ammatillista osaamistani 3D-suunnitteluohjelmien ja mallintamisen suhteen. Opinnäytetyötä tehdessä ja SolidWorksilla mallintaessa kokeilin uusia toimintoja sekä komentoja, joita en ole aiemmin kyseisellä ohjelmalla käyttänyt. Tätä työtä tehdessä mallinnustaitoni paranivat huomattavasti. Perehdyin myös molempien suunnitteluohjelmien kirjallisuuteen, joka lisäsi omaa tietämystäni ohjelmista entuudestaan. Ajattelisin myös, että tulevaisuudessa tulen hyötymään siitä, että minulta löytyy hyvää tuntemusta CadMatic ohjelmasta, vaikka en olekaan kyseisellä ohjelmalla päässyt mallintamaan. Opin opinnäytetyötä tehdessä myös etsimään ja analysoimaan tietoa paremmin. Myös taito tuottaa asiallista tekstiä parani huomattavasti, josta on varmasti hyötyä tulevaisuudessa esimerkiksi asiakirjoja tai raportteja laatiessa.

## LÄHTEET

Asiakastieto www-sivut. Viitattu 04.05.2021. [Meyer Turku Oy - Taloustiedot | Suomen Asiakastieto Oy](#)

Asiakastieto www-sivut. Viitattu 04.05.2021. [Technology Design and Engineering Eng'nD Oy - Taloustiedot | Suomen Asiakastieto Oy](#)

CadMatic www-sivut. Viitattu 21.01.2021. <https://www.cadmatic.com/fi/marine/marine-ohjelmistoratkaisut/>

CadMatic www-sivut. Viitattu 22.01.2021. <https://www.cadmatic.com/fi/marine/marine-ohjelmistoratkaisut/laivanrakennus-ja-suunnitteluohjelmistot/>

CadMatic www-sivut. Viitattu 01.03.2021. <https://www.cadmatic.com/en/marine/for-project-phases/detail-design-and-production-information/>

Dassault systemes www-sivut. Viitattu 21.01.2021. <https://www.solidworks.fi/>

ENGnD www-sivut. Viitattu 19.01.2021. <https://engnd.com/company>

Hietikko, E. 2014. SolidWorks tietokoneavusteinen suunnittelu. Helsinki: Books on Demand.

Meyer Turku www-sivut. Viitattu 19.01.2021. [https://www.meyerturku.fi/fi/meyerturku\\_com/shipyard/company/about\\_the\\_shipyard\\_1/about\\_the\\_shipyard.jsp](https://www.meyerturku.fi/fi/meyerturku_com/shipyard/company/about_the_shipyard_1/about_the_shipyard.jsp)

Oppariapu www-sivut. Viitattu 09.02.2021. <https://oppiapu.wordpress.com/konstruktiivinen-tutkimus/>

Perkiö & Laine (2014). Tutkimusviestintä. [https://moodle3.samk.fi/pluginfile.php/121126/mod\\_resource/content/2/Tutkimusviestint%C3%A4%20moniste%20osa%20I%20-%20Menetelm%C3%A4t%20-%20Perki%C3%B6%20Laine.pdf](https://moodle3.samk.fi/pluginfile.php/121126/mod_resource/content/2/Tutkimusviestint%C3%A4%20moniste%20osa%20I%20-%20Menetelm%C3%A4t%20-%20Perki%C3%B6%20Laine.pdf)



Paavola, J. (22.03.2021). ENGnD yrityksen CadMatic-tuki Jussi Paavolan sähköposti.