

Opinnäytetyö (AMK)

Konetekniikan insinööri

2023

Ville Ekholm

# Mallipohjaisen tuotemäärittelyn nykytila yrityksissä



Opinnäytetyö (AMK) | tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Konetekniikan insinööri

2023 | 30 sivua

Ville Ekholm

## Mallipohjaisen tuotemäärittelyn nykytila yrityksissä

Opinnäytetyö käsittelee mallipohjaista tuotemäärittelyä (MBD) ja sen pyrkimyksenä oli kehittää Creo Center Oy:n tarjoamaa MBD-koulutusta. Opinnäytetyön tarkoituksena oli lisäksi selvittää, millainen tietämys Creo Centerin asiakkailta on mallipohjaisesta tuotemäärittelystä (MBD). Opinnäytetyötä varten luotiin kyselylomake, jonka avulla selvitettiin asiakkaiden tietämystä MBD:stä sekä tarvetta koulutukselle MBD:hen liittyen. Lisäksi opinnäytetyötä varten luotiin case-esimerkki 3D-mallintamisesta, jossa hyödynnettiin MBD:tä. Case-esimerkissä käytettiin PTC Creo-ohjelmistoa. Esimerkkityön tarkoituksena oli opastaa kuinka Creolla luodaan mitat ja merkinnät MBD:n avulla sekä, miten tiedosto tallennetaan 3D PDF-tiedostomuotoon.

Opinnäytetyön rakenne on seuraavanlainen. Työn alussa kerrottiin 3D-mallintamisesta sekä sen historiasta. Tämän jälkeen perehdyttiin mallipohjaiseen tuotemäärittelyyn ja avattiin, mitä mallipohjaisella tuotemäärittelyllä tarkoitetaan ja mihin sitä käytetään. Lisäksi perehdyttiin mallipohjaisen tuotemäärittelyn yleisimpiin hyötyihin ja haittoihin. Työn lopussa esiteltiin case-esimerkki sekä asiakaskyselyn tulokset.

Asiakkaille suunnatulla kyselyllä selvitettiin heidän tietämystensä mallipohjaisesta tuotemäärittelystä sekä onko heillä kyseinen työkalu yrityksessä käytössä. Lisäksi selvitettiin, mitkä asiat mahdollisesti mietityttävät MBD:n käyttöönotossa ja olisiko heidän yrityksellensä kiinnostusta koulutukselle tähän aiheeseen liittyen. Kyselyn tuloksista selvisi, että MBD on suurimmalle osalle osittain tuttu, mutta se ei ole vielä käytössä heidän yrityksessään. Tästä huolimatta kukaan ei kokenut, että juuri nyt heillä olisi tarvetta koulutukselle aiheeseen liittyen.

Asiasanat:

3D-mallinnus, malliperustainen tuotemäärittely, MBD, PTC Creo Parametric

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Mechanical Engineering

2023 | 30 pages

Ville Ekholm

## The current state of MBD in companies

The thesis deals with model-based definition (MBD) and the aim was to develop the MBD training offered by Creo Center Oy. The purpose of the thesis was to find out what kind of knowledge Creo Center's customers have about model-based definition (MBD). A questionnaire was created for the thesis, which was used to find out the customers' knowledge of MBD and the need for training related to MBD. In addition, a case example of 3D modeling using MBD was created for the thesis. The case example used PTC Creo software. The purpose of the example work was to show how Creo creates dimensions and markings using MBD and how to save the file in 3D PDF file format.

Firstly, 3D modeling, and its history are discussed. After this, model-based definition was familiarized and opened what is meant by model-based definition and what it is used for. In addition, the most common advantages and disadvantages of model-based definition were also familiarized. Lastly, a case example and the results of the customer survey were presented.

A survey aimed at customers was used to find out their knowledge of model-based definition and whether they have the relevant tool in use in the company. In addition, it was found out which issues might be considered in the implementation of MBD and whether their company would be interested in training related to this topic. The results of the survey revealed that MBD is partially familiar to the majority, but it is not yet in use in their company. Despite this, no one felt that they needed training right now related to the topic.

Keywords:

3D-modeling, model-based definition, MBD, PTC Creo Parametric

# Sisältö

<b>Käytetyt lyhenteet ja sanasto</b>	<b>6</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>7</b>
<b>2 Creo Center Oy</b>	<b>8</b>
<b>3 Kolmiulotteinen mallinnus</b>	<b>9</b>
3.1 Yleistä	9
3.2 Historia	10
<b>4 Mallipohjainen tuotemäärittely</b>	<b>11</b>
4.1 Standardit	11
4.2 Hyödyt	12
4.3 Ongelmat	12
4.4 Muuta huomioitavaa	13
<b>5 Case-esimerkki</b>	<b>14</b>
5.1 Merkinnät ja mitat	14
5.2 Tiedonsiirto 3D PDF formaattiin	22
<b>6 Kyselytutkimus</b>	<b>26</b>
6.1 Tutkimuksen tekeminen ja toteuttaminen	26
6.2 Tulosten analysointi	26
<b>7 Pohdinta</b>	<b>27</b>
<b>Lähteet</b>	<b>28</b>

## Liitteet

Liite 1. Kyselytutkimus.

## Kuvat

Kuva 1. 3D-mallinnettu kappale.	9
Kuva 2. Toleroitu MBD-tuotemalli (Rapinoja 2016, 14).	11
Kuva 3. Creolla mallinnettu case-esimerkin mallikappale.	14
Kuva 4. View Manager-painike pikatyökalurivissä.	14
Kuva 5. Creon yleisnäkyvä.	15
Kuva 6. View Manager-valikko.	15
Kuva 7. Prepare-valikko.	16
Kuva 8. Model Properties-valikko.	16
Kuva 9. Show Annotations- ja Dimensions-painikkeet.	17
Kuva 10. Show Annotations-valikko.	17
Kuva 11. Model Tree-ikkunassa näkyvä Revolve-piirre ja Show Annotations-valikosta valitut mitat.	18
Kuva 12. Työkalurivin Display Annotations-painike.	18
Kuva 13. Mittojen ja merkintöjen muokkaus.	19
Kuva 14. Annotate välilehdeltä löytyvä Datum Feature Symbol-painike.	19
Kuva 15. Section-A näkymään lisätty pinnankarheus.	20
Kuva 16. Geometric Tolerance-painike.	20
Kuva 17. Geometric Characteristic-valikko.	21
Kuva 18. Dimension-välilehti.	21
Kuva 19. Isometric-näkymä.	22
Kuva 20. Save a Copy-toiminto.	22
Kuva 21. Type-alasvetovalikko.	23
Kuva 22. General-välilehden näkymä.	23
Kuva 23. Content-välilehden näkymä.	24
Kuva 24. 3D PDF-tiedosto.	25

## Käytetyt lyhenteet ja sanasto

2D	<i>Two Dimensional</i> , kaksiulotteinen
3D	<i>Three Dimensional</i> , kolmiulotteinen
CAD	<i>Computer Aided Design</i> , tietokoneavusteinen suunnittelu
ISO	<i>International Organization for Standardization</i> , kansainvälinen standardisoimisjärjestö
MBD	<i>Model Based Definition</i> , mallipohjainen tuotemäärittely
PDM	<i>Product Data Management</i> , tuotetiedon hallinta
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry

# 1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena on selvittää Creo Center Oy:n asiakkaiden tietämystä mallipohjaisesta tuotemäärittelystä (MBD) ja samalla kartoittaa löytyykö heillä mahdollisesti tarvetta koulutukselle aiheeseen liittyen. Opinnäytetyössä tehdään myös Case-esimerkki 3D-mallintamisesta MBD:tä hyödyntäen. Näiden tarkoituksena on tukea tulevaisuudessa Creo Centerin tarjoamia MBD-koulutuksia.

Suunnittelua ja tuotemallinnusta on tehty jo vuosikymmeniä 3D-ohjelmistoja hyödyntäen, mutta vielä tänä päivänäkin 3D-mallin rinnalle tehdään 2D-piirustukset valmistamista varten. Nämä fyysiset piirustukset usein pitävät sisällään tuotteen tarkat mitat sekä muut tärkeät tiedot tuotteen oikeanlaista valmistamista varten. (PTC, webinaari 25.8.2022.)

Suurin hyöty mallipohjaisessa tuotemäärittelyssä onkin suunnittelijan ajansäästö. MBD:n avulla kaikki tuotemäärittelytieto voidaan sisällyttää 3D-malliin eikä fyysisiä piirustuksia enää tarvita. Tämän lisäksi myös tiedonhallinta on helpompaa, sillä samaa 3D-mallia käytetään niin suunnittelussa ja tuotannossa, kuin kokoonpanossa ja myynnissä. Jos malliin tehdään muutoksia eli revisioita, näkyvät nämä muutokset myös muille käyttäjille. Näin ollen vältetään esimerkiksi riskiltä, että konepaja valmistaa tuotetta vanhentuneen piirustuksen perusteella. (PTC, webinaari 25.8.2022.)

Vie varmasti aikaa, että Suomessa luovuttaisiin 2D-piirustuksista, sillä ne ovat olleet pitkään osana suomalaista konepajateollisuutta ja hyväksi todetun tavan muuttaminen voi tuntua turhalta. Uusia toiminta- tai työtapoja otetaankin yleensä käyttöön vasta sitten, kun se tuottaa yritykselle lisäarvoa. Tämän takia on kiinnostavaa tutkia mikä Creo Centerin asiakkaiden tämänhetkinen suhtautuminen on MBD:hen liittyen.

## 2 Creo Center Oy

Creo Center Oy on Turussa, Espoossa sekä Tampereella toimiva muotoilu- ja tuotekehitystalo, joka on perustettu vuonna 2009. Yritys työllistää reilut 100 työntekijää ja sen liikevaihto oli vuonna 2022 8 miljoonaa euroa. Creo Center toteuttaa noin 160 projektia vuodessa. Creo Center on nopeasti kasvava konsultointi- ja suunnitteluyritys, joka keskittyy vahvasti tuotekehitykseen ja on erittäin kiinnostunut uusista tekniikoista ja innovatiivisista ratkaisuista. Yrityksen tuotekehittäjille on ominaista monien vuosien kokemus ja heidän teknologiasitoutumisensa on vahvaa – erityisesti mekaniikka-alalla. (Creo Center Oy 2023a.)

Creo Center tarjoaa laajan skaalan erilaisia palveluita hankesuunnitteluprojekteja varten niin tuotekehityksen huippuorganisaatioille kuin hyvän tuoteidean omistaville startupeille. Lisäksi yritys tarjoaa resurssipalveluja eli suunnitteluapua eri toimijoille tarpeen mukaan. Creo Center tarjoaa myös ohjelmisto- ja järjestelmäkoulutuksia tuotekehityksen osaajille. Nämä koulutukset täydentävät Creo Centerin ohjelmisto- ja järjestelmätoimituksia. Creo Center on erikoistunut Creo Parametrics CAD-ohjelmiston käyttökoulutukseen, Windchill PLM järjestelmän käyttäjäkoulutuksiin sekä Keyshot ohjelmistokoulutukseen. Opinnäytetyössä on tarkoitus kehittää Creo Centerin tarjoamaa Creo Parametric MBD-kurssia. (Creo Center Oy 2023b.)

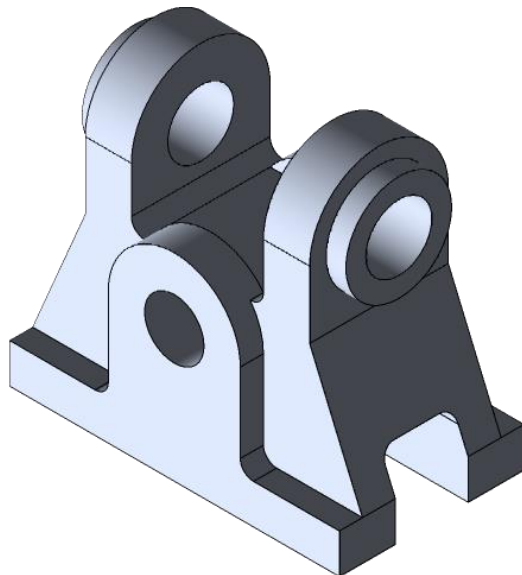
Creo Center korostaa osaamista sekä työntekijäkeskeistä muotoilua ja tuotekehitystä. Yrityksen vahvuuksia ovat uusien tuotteiden kehittäminen ja uudistaminen sekä versiosuunnittelu. Vahvuutena on myös mainittu erityisesti monialainen osaamisryhmä, jolla on vankka kokemusta. Creo Centerin asiakaskunta onkin kertonut arvostavansa yrityksessä erityisesti laajaa osaamis pohjaa, joustavuutta, ongelmanratkaisutaitoa sekä työnlaadun ammattimaisuutta. Lisäksi Creo Centerin asiakkaat ovat antaneet kiitosta yrityksen kyvystä huomioida asiakkaidensa tarpeet ja resurssit. (Creo Center Oy 2023c.)

## 3 Kolmiulotteinen mallinnus

### 3.1 Yleistä

Kolmiulotteinen mallinnus eli 3D-mallinnus, on prosessi, jossa luodaan tietokoneavusteisesti digitaalinen esitys kolmiulotteisesta kohteesta X-, Y- ja Z-akselien suhteen. Kolmiulotteisia mallinnuksia voidaan käyttää moniin eri tarkoituksiin, kuten taideteosten, rakennusten, laitteiden ja niiden osien valmistukseen sekä esimerkiksi videopelien luomiseen. (POF Visuals 2019.)

3D-mallintamiseen löytyy lukuisia kaupallisia sekä ei-kaupallisia ohjelmistoja, joiden avulla voidaan toteuttaa 3D-mallinnusta ja suunnittelua. Ohjelmistoilla on myös alakohtaisia erityissoveltuvuuksia esimerkiksi mekaniikka-, talo- tai sisustussuunnitteluun. (POF Visuals 2019.) Kuvassa 1 on esitetty esimerkki kolmiulotteisesti mallinnetusta kappaleesta.



Kuva 1. 3D-mallinnettu kappale.

Selkein 3D-mallintamisen etu on sen realistisuus ja havainnollistavuus. 3D-mallia voidaan tarkastella useista eri kuvakulmista ja näkymistä sekä sen muokkaaminen ja päivittäminen on erittäin helppoa. Sähköisessä muodossa malli on myös helposti jaettavissa ja säilytettävissä, niin tietokoneella kuin vaikka jopa puhelimella. (POF Visuals 2019.)

3D-mallinnuksella on myös mahdollista katsoa niin sanottua ”valmista” mallia ennen tuotantoa. Tällöin mahdollisten muutostarpeiden ja ongelmakohtien löytäminen tapahtuu hyvissä ajoin. 3D-mallinnuksen käyttö on mullistanut monia toimialoja, mikä mahdollistaa nopeamman ja tarkemman suunnittelun ja prototyyppien valmistuksen

sekä mukaansatempaavamman visuaalisen kokemuksen kuluttajille. (POF Visuals 2019.)

### 3.2 Historia

3D-mallinnus on kehittynyt vuosikymmenten aikana paljon. Se sai alkunsa 1960- ja 1970-luvulla, kun tutkijat alkoivat kehittää 3D-grafiikkaohjelmistoja datan visualisoimiseksi ja käsittelemiseksi tieteellisissä sekä teknisissä sovelluksissa. 1980-luvulle siirryttäessä 3D-mallinnusohjelmistot alkoivat tulla kaupallisesti saataville. Tällöin suunnittelijat ja animaattorit pystyivät alkamaan luomaan monimutkaisempia ja yksityiskohtaisempia grafiikoita. Yksi varhaisimmista 3D-mallinnusohjelmista oli AutoCAD, jonka Autodesk kehitti ja julkaisi vuonna 1982. 1990-luvulle tultaessa 3D-mallinnusohjelmistoja alettiin käyttää laajemmin eri aloilla, kuten arkkitehtuurin, tuotesuunnittelun sekä viihteen parissa. Yritykset, kuten Pixar ja Industrial Light & Magic, alkoivat käyttää 3D-mallinnusohjelmistoja luodakseen muun muassa urauurtavia visuaalisia tehosteita elokuvaan. (Ekaran 2021.)

2000-luvun alussa 3D-mallinnusohjelmistot alkoivat tulla helpommin yksittäisten käyttäjien saataville. Tähän vaikutti osaltaan internetin kasvu sekä halpojen tai ilmaisten ohjelmistojen, kuten Blenderin ja SketchUpin saapuminen markkinoille. Nykyään 3D-mallinnusohjelmistoja käytetään useilla eri aloilla niin pelaamisesta ja animaatiosta tekniikkaan ja lääketieteeseen. Tekniikan nopea kehittyminen, virtuaalitodellisuus sekä 3D-tulostus ovat myös laajentaneet 3D-mallinnuksen sovelluksia. (Ekaran 2021.)



olennaisesti geometrisiin toleransseihin, jolloin standardi SFS-EN ISO 5459 pitää ottaa huomioon (Rapinoja 2016, 17–18.)

#### 4.2 Hyödyt

Mallipohjainen tuotemäärittely parantaa eri toimijoiden välistä yhteistyötä ja viestintää. MBD poistaa tarpeen 2D-piirustuksille, mitkä voivat olla vaikeasti tulkittavia ja johtaa virheisiin ja väärintulkintoihin. Käyttämällä 3D-malleja tuotteiden ominaisuuksien ja teknisten tietojen määrittämiseen, MBD tarjoaa selkeämmän ja intuitiivisemmän esityksen tuotesuunnittelusta, mikä voi parantaa viestintää ja yhteistyötä suunnittelu- ja valmistustiimien välillä. Myös tuotekehityksestä tulee nopeampaa ja tehokkaampaa. MBD:n avulla tuotesuunnittelua ja -kehitystä voidaan virtaviivaistaa ja nopeuttaa, koska ei tarvitse luoda 2D-piirustuksia tai vaihtaa eri tiedostomuotojen välillä. Tämä voi johtaa muun muassa nopeampaan markkinoille tuloon ja aleneviin kehityskustannuksiin. Myös asiakkaiden vaatimusten ja markkinoiden tarpeiden muutoksiin vastaaminen on sulavampaa. (PTC, webinaari 25.8.2022.)

Mallipohjaisella tuotemäärittelyllä syntyy vähemmän virheitä ja muokkausta. Tallentamalla kaikki tuotetiedot suoraan 3D-malliin, MBD vähentää virheiden tai väärintulkintojen riskiä suunnittelussa, mikä voi johtaa kalliisiin korjauksiin tai valmistusvirheisiin. Tämä parantaa tuotteiden laatua ja vähentää asiakkaiden valitusten todennäköisyyttä. Myös laadunvalvonta paranee, sillä MBD tarjoaa kattavamman ja tarkemman esityksen tuotesuunnittelusta. Tämä voi parantaa laadunvalvonta- ja tarkastusprosesseja ja johtaa parempaan johdonmukaisuuteen ja tarkkuuteen valmistuksessa sekä parempaan säädösten ja alan standardien noudattamiseen. (PTC, webinaari 25.8.2022.)

#### 4.3 Ongelmat

Mallipohjaisella tuotemäärittelyllä on toistaiseksi rajoitettu käyttö teollisuudessa. Vaikka MBD:llä on monia etuja, se on vielä suhteellisen uusi lähestymistapa, eikä sitä ole vielä otettu laajalti käyttöön kaikilla toimialoilla. Tämä voi vaikeuttaa MBD:tä tuntevien toimittajien tai kumppaneiden löytämistä ja voi johtaa korkeampiin kustannuksiin tai pidempiin kehitysaikoihin yritysten sopeutuessa uusiin työnkulkuihin ja prosesseihin. Myös lisääntyvä riippuvuus teknologiasta saattaa muodostua haasteeksi. MBD on vahvasti riippuvainen tietokoneavusteisen suunnittelun (CAD) ohjelmistoista ja muista digitaalisista työkaluista, jotka voivat olla monimutkaisia ja vaativat huomattavaa koulutusta toimiakseen tehokkaasti. Tämä voi tuoda oman haasteensa suunnittelijoille ja valmistajille, jotka eivät vielä tunne näitä työkaluja. (PTC, webinaari 25.8.2022.)

MBD:ssä piilee myös tietojen katoamisen tai vioittumisen mahdollisuus. Koska MBD tallentaa kaikki tuotetiedot suoraan 3D-malliin, on olemassa tietojen menetyksen tai vioittumisen riski, mikäli mallia ei varmuuskopioida tai hallita oikein. Tämä voi johtaa viivästyksiin tai virheisiin tuotekehityksessä ja voi aiheuttaa lisäkustannuksia tai korjauksia kadonneiden tietojen palauttamiseksi. Lisäksi MBD voi olla monimutkaisempi kuin perinteiset 2D-piirustusmenetelmät, koska se vaatii

suunnittelijoilta ja valmistajilta ajattelua kolmiulotteisesti sekä laajemman valikoiman tuoteominaisuuksia ja teknisiä tietoja. Tämä voi vaikeuttaa suunnitteluaikeiden viestimistä tai muutosten tekemistä suunnitteluun myöhemmin kehitysprosessin aikana. (PTC, webinaari 25.8.2022.)

#### 4.4 Muuta huomioitavaa

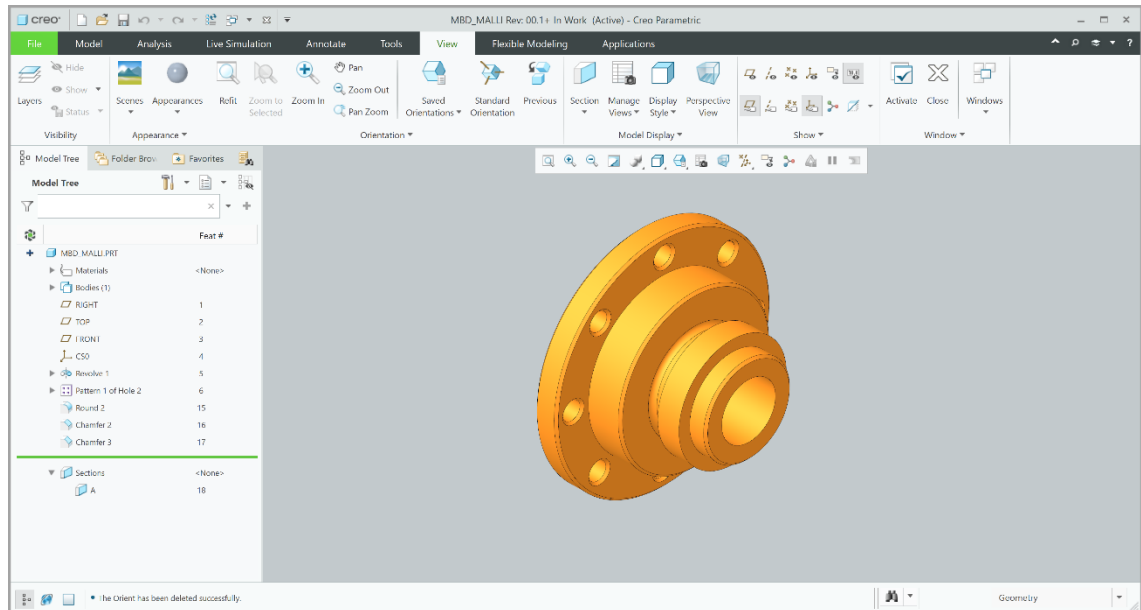
Mallipohjainen tuotemäärittely ei aina ole oikea ratkaisu. Vaikka MBD voi tarjota monia etuja, se ei välttämättä ole paras lähestymistapa jokaiselle tuotteelle tai jokaiselle yritykselle. Sellaiset tekijät kuten tuotesuunnittelun monimutkaisuus, suunnittelu- ja valmistustiimien taitotaso sekä tukiteknologian ja infrastruktuurin saatavuus voivat kaikki vaikuttaa MBD:n toteutettavuuteen ja tehokkuuteen. (PTC, webinaari 25.8.2022.)

MBD edellyttää jokaiselta myös erilaista ajattelutapaa. Se vaatii suunnittelijoilta ja valmistajilta erilaista ajattelua tuotesuunnittelusta ja -kehityksestä sekä prosessia pitää lähestyä kokonaisvaltaisemmin. Tämä voi edellyttää ajattelutavan ja kulttuurin muutosta sekä koulutusta ja tukea sen varmistamiseksi, että tiimeillä on taidot ja tiedot, joita he tarvitsevat menestyäkseen. (PTC, webinaari 25.8.2022.)

MBD:tä voidaan käyttää yhdessä muiden aloitteiden, kuten digitaalisten kaksosten tai teollisuus 4.0:n, kanssa tehokkuuden, joustavuuden ja innovaatioiden tukemiseksi tuotesuunnittelussa ja -kehityksessä. Hyödyntämällä digitaalisia työkaluja ja teknologiaa yritykset voivat luoda tarkempia ja yksityiskohtaisempia esityksiä tuotteistaan, mikä voi auttaa lisäämään tehokkuutta, laatua ja ketteryyttä arvoketjussa. (PTC, webinaari 25.8.2022.)

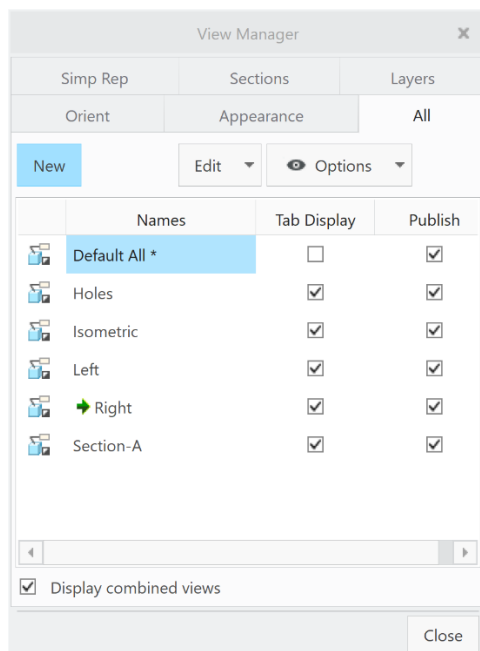
Kuten mikä tahansa uusi teknologia tai lähestymistapa, MBD kehittyy ja muuttuu edelleen ajan myötä. MBD:tä omaksuvien yritysten on pysyttävä ajan tasalla viimeisimmistä trendeistä ja kehityksestä sekä oltava valmiita mukautumaan ja muuttumaan alan kehittyessä. Tämä saattaa edellyttää jatkuvia investointeja koulutukseen, teknologiaan ja infrastruktuuriin sekä halukkuutta kokeilla ja ottaa riskejä pyrkiessään lisäämään innovaatioita ja tehokkuutta.





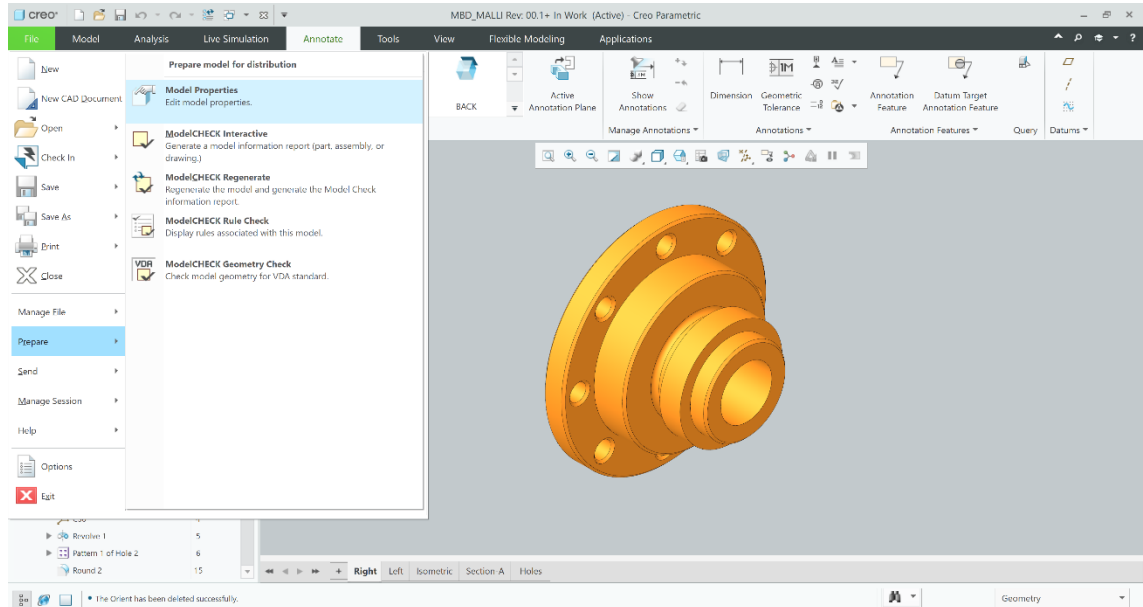
Kuva 5. Creon yleisnäkymä.

View Manager-valikosta valitaan All-välilehti, mistä New-painikkeella luodaan halutut näkymät kappaleelle. Tähän kappaleeseen luotiin näkymät Holes, Isometric, Left, Right ja Section-A. Kuvassa 6 on lisätty Tab Displayn kohdalle rasti uusille näkymille sekä poistettiin alkuperäisestä näkymästä. Tämä selkeyttää jatkossa alarivin näkymävalikkoa. Uudet näkymät löytyvät nyt kuvan 7 alareunasta.



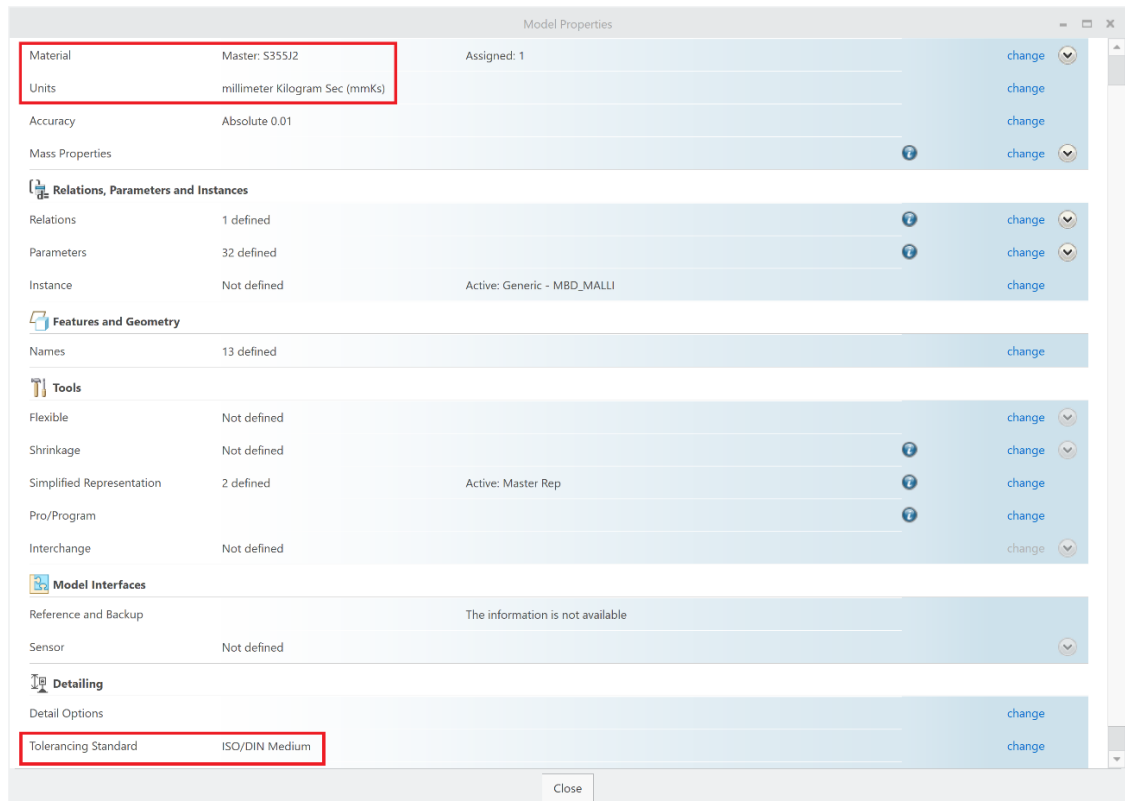
Kuva 6. View Manager-valikko.

Uusien näkymien luomisen jälkeen kannattaa muutama asetus katsoa läpi. File-alasvetovalikosta valitaan Prepare ja sieltä taas Model Properties, kuva 7.



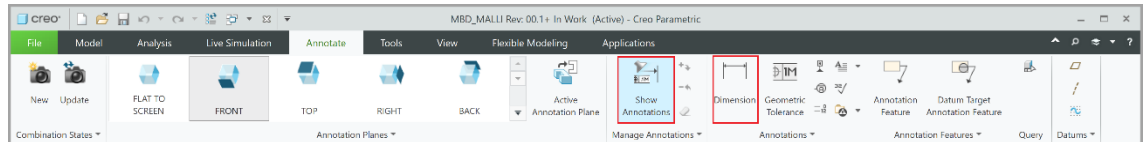
Kuva 7. Prepare-valikko.

Kuvassa 17 näkyy Model Propertie-valikko. Kolme asetusta, jotka sieltä olisi hyvä käydä läpi, ovat materiaali, yksiköt ja toleranssi.

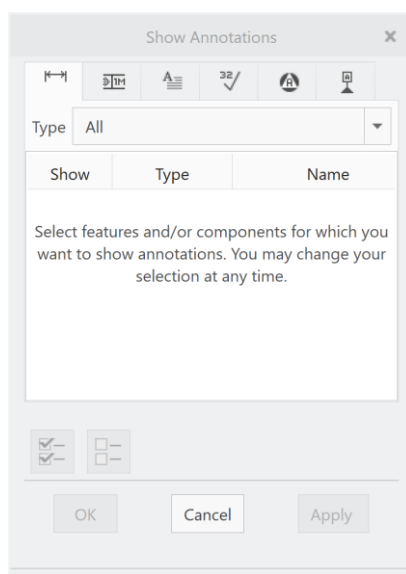


Kuva 8. Model Properties-valikko.

Kun asetukset ovat halutunlaiset, aletaan lisäämään merkintöjä ja mitoituksia eri näkymiin. Ensin valitaan haluttu näkymä aktiiviseksi mikä oli tässä tapauksessa Right-näkymä. Annotate-välilehdeltä löytyvällä Dimensions-painikkeella kuva 9, voidaan määrittää haluttu mitta kappaleeseen. Show Annotations-painikkeella kuva 9, saadaan halutut mitat esille kappaleen eri kohdista. Show Annotations-painiketta painettaessa avautuu kuvan 10 ikkuna.

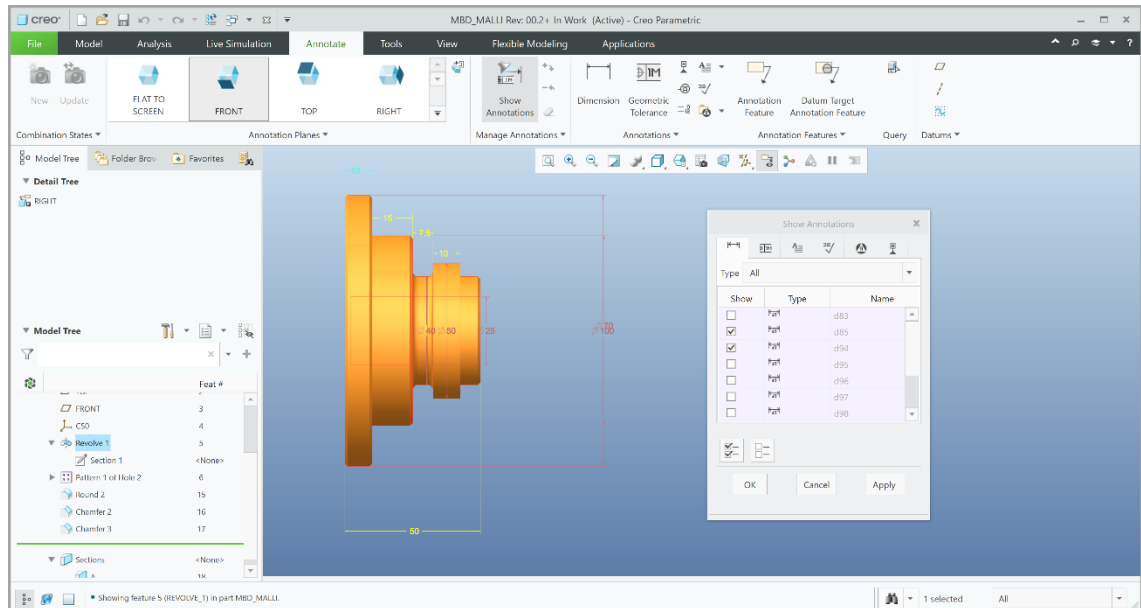


Kuva 9. Show Annotations- ja Dimensions-painikkeet.



Kuva 10. Show Annotations-valikko.

Jotta valikkoon saadaan näkymään esimerkiksi mittoja, Model Tree-ikkunasta tulee valita se piirre, jonka mittoja halutaan lisätä. Kuvassa 11 on valittu Revolve-piirre, jolloin tähän liittyvät mitat tulevat nähtäville. Näistä sitten valitaan rastilla ne mitat, mitkä halutaan näkyviin kyseiseen näkymään. Jotta mitat ja merkinnät tulevat nähtäville näkyviin, pitää työkalurivin Annotation Display-painike olla aktiivisena, kuva 12. Mittoja ja merkintöjä pystyy hiiren avulla siirtämään haluttuun paikkaan.

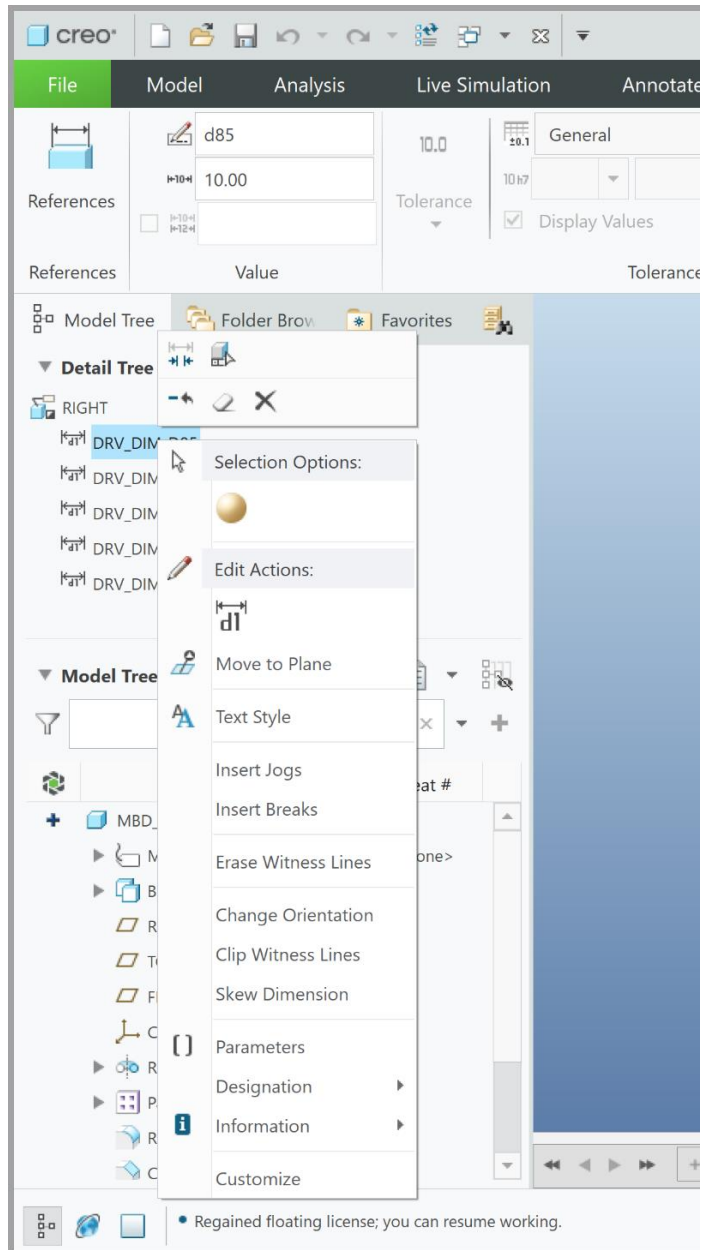


Kuva 11. Model Tree-ikkunassa näkyvä Revolve-piirre ja Show Annotations-valikosta valitut mitat.



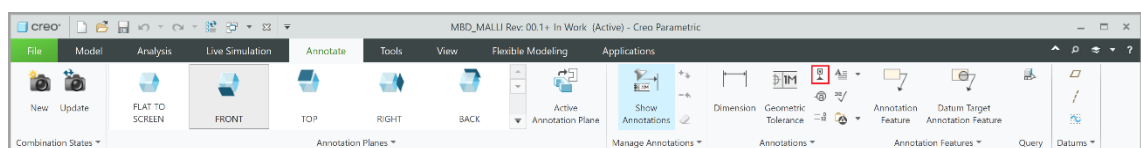
Kuva 12. Työkalurivin Display Annotations-painike.

Mittoja ja merkintöjä on mahdollista muokata Detail Tree-ikkunan kautta. Halutun mitan tai merkinnän päällä painetaan hiiren oikea näppäin pohjaan, jolloin avautuu kuvassa 13 näkyvä valikko. Sieltä pystyy muun muassa vaihtamaan tekstityyliä tai siirtämään mitta tasolta toiselle. Monesti esimerkiksi eri mittoja ja merkintöjä pitää käännettä ja siirtää tasolta toisella luettavuuden parantamiseksi.



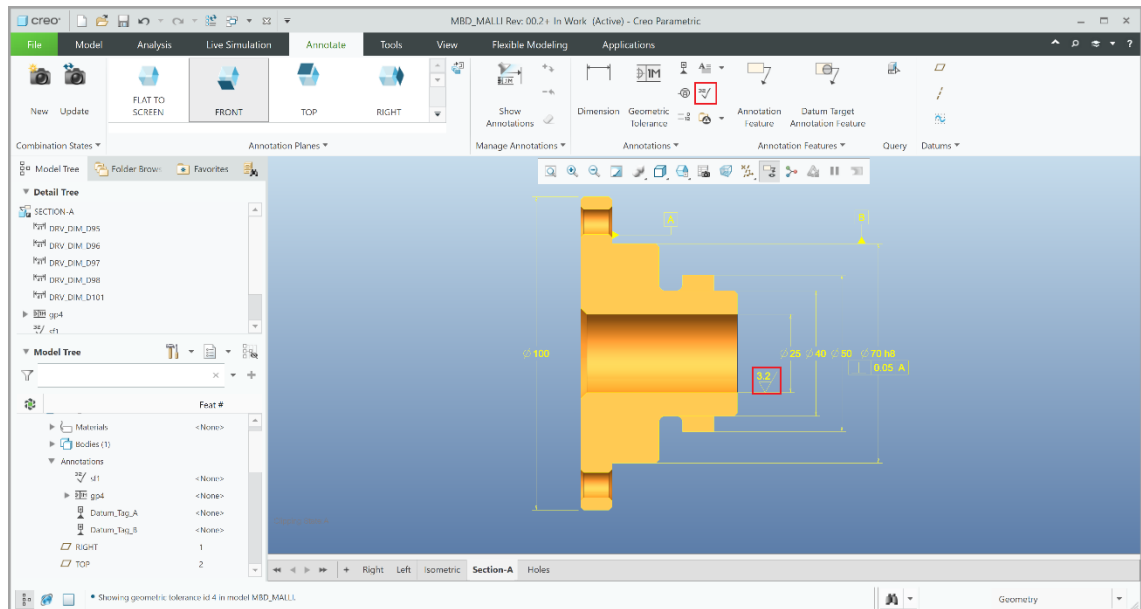
Kuva 13. Mittojen ja merkintöjen muokkaus.

Kappaleeseen halutut peruselementit lisätään Annotate-välilehden Datum Feature Symbol-painikkeella, kuva 14. Painikkeella valitaan mihin kappaleen kohtaan tai mittaan halutaan kyseinen peruselementti. Kuvassa 15 peruselementti A on määritelty laipan tasopintaan. Peruselementti B on määritelty halkaisijamittaan 70 millimetriä.



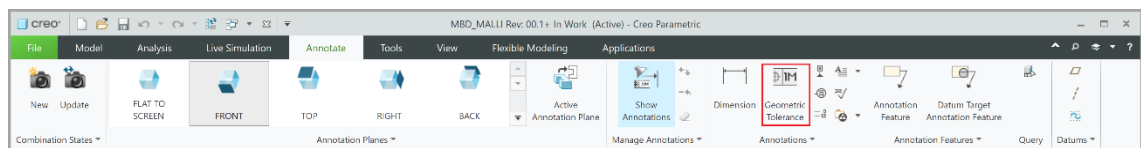
Kuva 14. Annotate välilehdeeltä löytyvä Datum Feature Symbol-painike.

Alapuolella olevassa kuvassa 15 on kappaleen oikeanpuolinen näkymä leikattuna. Näkymään on merkitty halutut mitat toleransseineen, geometriset toleranssit sekä pinnankarheus. Pinnankarheuden merkintä tapahtuu Annotate-välilehden Surface Finish-painikkeella. Kappaleen läpi menevän reiän pinnankarheudeksi on merkitty Ra 3,2. Kuvaan on merkitty sisäpuolisen poteron pinnankarheudeksi Ra 3,2.



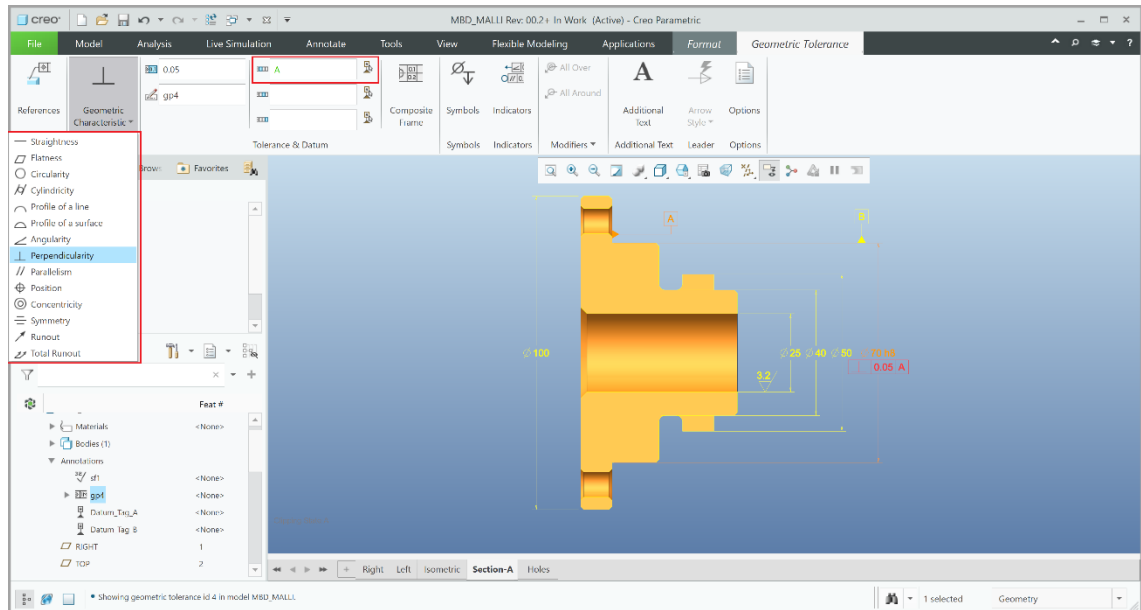
Kuva 15. Section-A näkymään lisätty pinnankarheus.

Geometrisiä toleransseja pystytään lisäämään Geometric Tolerance-painikkeella, kuva 16. Tämän jälkeen kappaleesta valitaan se ominaisuus tai mitta, johon tämä haluttu geometrinen toleranssi kohdistuu. Kuvassa 15 halkaisijamitalle 70 millimetriä on annettu h8 toleranssi sekä geometrinen kohtisuoruustoleranssi 0,05 millimetrin suhteessa A:han.

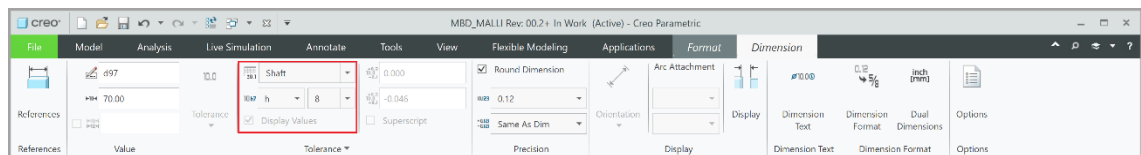


Kuva 16. Geometric Tolerance-painike.

Geometric Characteristic-painikkeesta avautuu valikko, josta Geometrinen kohtisuoruustoleranssi saadaan lisättyä, kuva 17. Halutut toleranssit mitoille saadaan painamalla hiiren vasenta painiketta kyseisen mitan kohdalla. Tämän jälkeen aukeaa Dimension-välilehti, josta voidaan valita haluttu toleranssi, kuva 18. Haluttu toleranssityyppi voidaan määrittää Tolerance-valikosta ja sieltä voidaan valita niin ISO-toleranssit kuin yleistoleranssit.

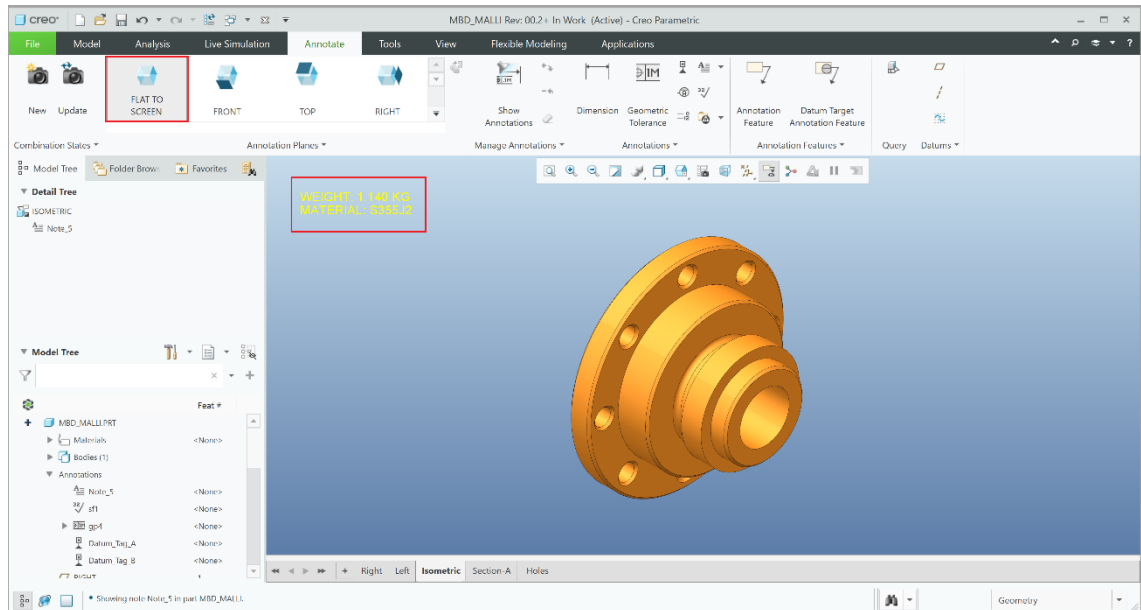


Kuva 17. Geometric Characteristic-valikko.



Kuva 18. Dimension-välilehti.

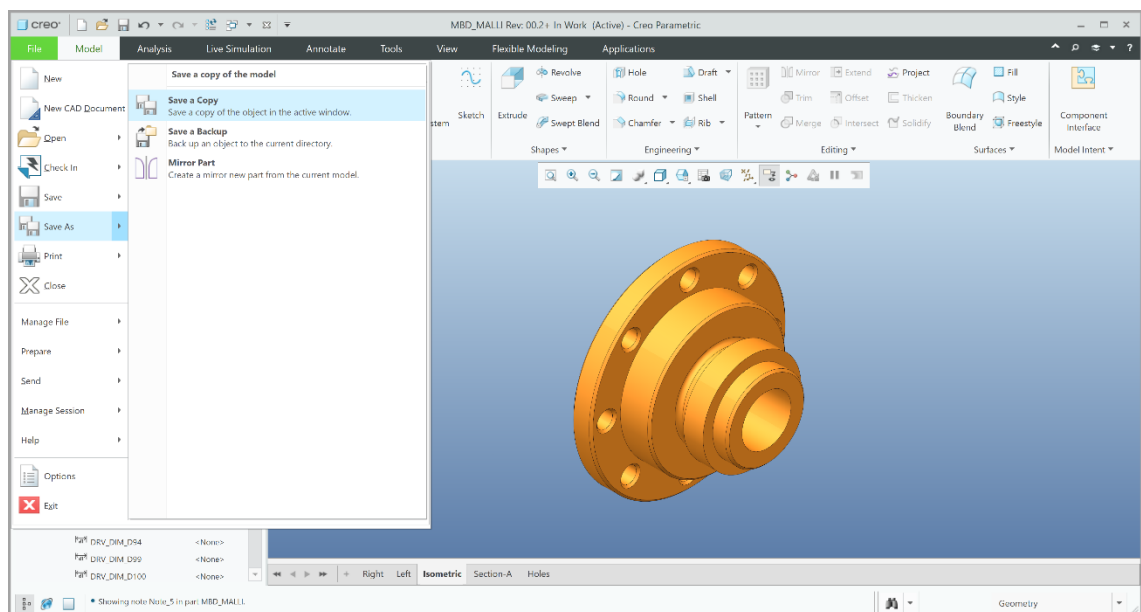
Isometric-näkymän vasempaan yläkulmaan lisättiin kappaleen kokonaispaino sekä kappaleen materiaali, kuva 19. Annotate-välilehdeltä painettiin aktiiviseksi FLAT TO SCREEN-taso. Tällä tasolla kaikki mitat ja merkinnät näkyvät kohtisuoraan näyttöön nähden, vaikka kappaletta liikuttelisi. Massa saadaan tulostetuksi ruudulle komennolla &PRO\_MP\_MASS ja taas materiaali komennolla &PTC\_MATERIAL\_NAME.



Kuva 19. Isometric-näkymä.

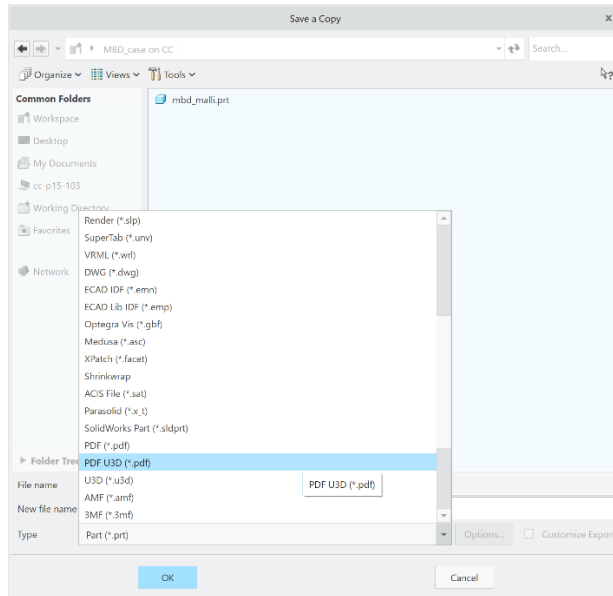
## 5.2 Tiedonsiirto 3D PDF formaattiin

Mallipohjaisen tuotemäärittelyn tiedot pitää toisinaan saada siirrettyä muihin ohjelmistoihin ja järjestelmiin luettavaksi. Tästä syystä on olemassa eri tiedostoformaatteja, kuten STEP-tiedosto ja 3D PDF-tiedosto. Seuraavaksi selvitetään tarkemmin jälkimmäiseen tiedostoformaattiin tallentamista sekä tiedoston avaamista Adobe Acrobat Readerissa.



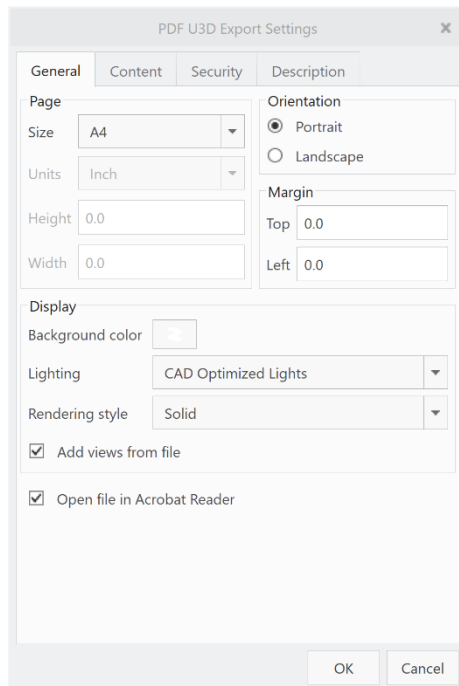
Kuva 20. Save a Copy-toiminto.

Kappaleen ollessa täysin määritelty tietojen osalta, tallennetaan tiedosto 3D PDF-muotoon. File-valikosta valitaan Save As ja sieltä kohta Save a Copy, kuva 20. Tämän jälkeen aukeaa kuvan 21 mukainen Save a Copy-ikkuna, josta tiedostotyyppiä Type-alasvetovalikosta valitaan PDF U3D (\*.pdf). File Name kohtaan annetaan haluttu nimi tiedostolle.



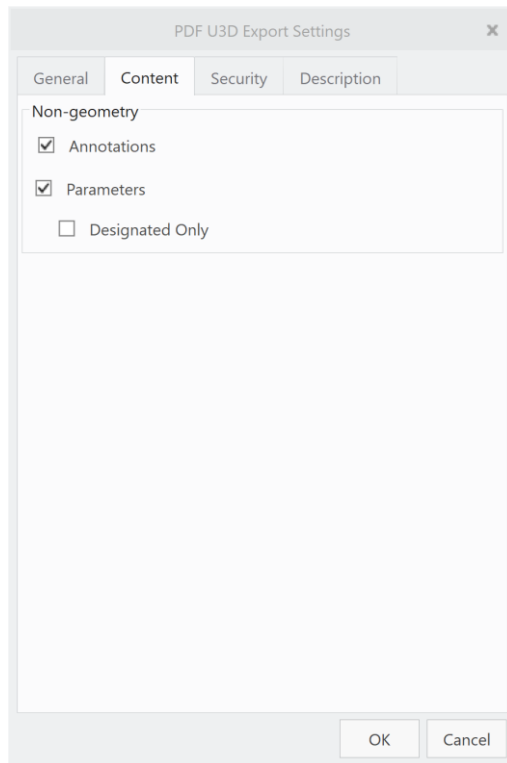
Kuva 21. Type-alasvetovalikko.

Tämän jälkeen aukeaa kuvan 22 näköinen PDF U3D Export Settings-ikkuna. General-välilehdeltä voidaan valita yleisasetuksia, kuten sivun ja suunta sekä muita asetuksia.



Kuva 22. General-välilehden näkymä.

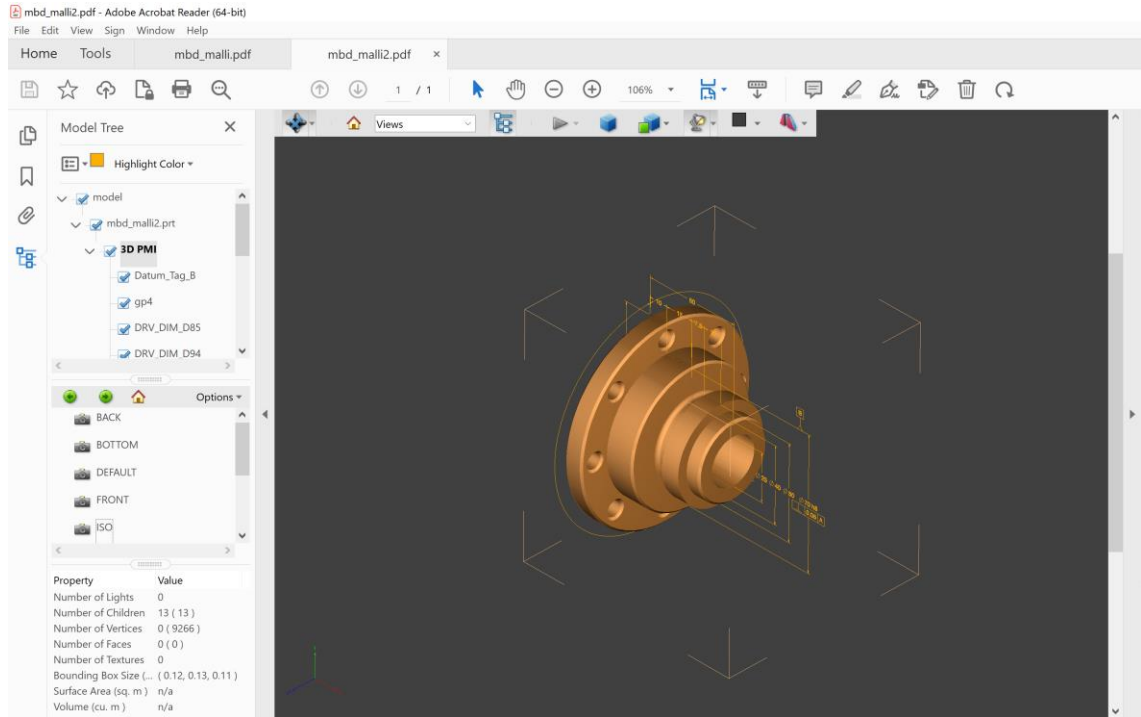
Seuraavalta Content-välilehdeeltä pitää olla rastitettuna Annotations- ja Parameters-ikkunat. Tällöin mitat ja merkinnät siirtyvät 3D PDF-tiedostoon.



Kuva 23. Content-välilehden näkymä.

OK-nappia painamalla 3D PDF-tiedosto avautuu automaattisesti Adobe Acrobat Readerissa. Jostain syystä omat luomani näkymät sekä niihin lisäämäni mitat ja merkinnät eivät siirtyneet uuteen tiedostoon. Kokeilun vuoksi tein kopion mallista ja siirsin mitat ja merkinnät Creon perusnäkyymiin. Kun tästä kopiosta loi 3D PDF:n, toimivat mitat ja merkinnät normaalisti, kuva 24.

Syytä sille, miksi omat näkymät eivät siirtyneet 3D PDF-tiedostoon, ei löytynyt. Tämän työn puitteissa sitä ei sen suuremmin selvitetty, mutta varmasti jatkossa tämä on sellainen asia, johon täytyy löytää ratkaisu.



Kuva 24. 3D PDF-tiedosto.

## 6 Kyselytutkimus

### 6.1 Tutkimuksen tekeminen ja toteuttaminen

Tutkimus toteutettiin kvantitatiivisesti eli määrällisesti. Ennen tutkimusaineiston keräämistä luotiin kyselylomake Microsoft Forms-kyselyn avulla. Kyselylomakkeella selvitettiin yritysten tämänhetkistä tietämystä mallipohjaisesta tuotemäärittelystä. Lisäksi sen avulla tiedusteltiin, onko yrityksillä kyseinen toiminto käytössä tai onko heillä aikeissa ottaa se tulevaisuudessa käyttöön. Lopuksi kartoitettiin vielä yritysten halukkuutta koulutukselle liittyen mallipohjaiseen tuotemäärittelyyn sekä mahdollista konsultaatioavun tarvetta. Kyselylomake lähetettiin sähköpostitse kahdeksaan eri yritykseen. Kyselyyn vastattiin anonyymisti. Mikäli yritys koki tarvitsevansa konsultaatioapua tai heillä oli kiinnostusta koulutukselle mallipohjaiseen tuotemäärittelyyn liittyen, olisivat he voineet jättää kyselyn loppuun omat yhteystietonsa.

### 6.2 Tulosten analysointi

Kyselyyn vastattiin ainoastaan neljän eri henkilön toimesta eli vastauksia saatiin melko niukasti. Vastaajista 50 % tiesi täysin, mitä mallipohjaisella tuotemäärittelyllä tarkoitetaan ja 50 % tiesi osittain. Voidaan siis todeta, että tietämys mallipohjaisesta tuotemäärittelystä on hyvällä tasolla. 25 %:lla yrityksistä oli mallipohjainen tuotemäärittely käytössä omassa yrityksessään ja 75 % yrityksistä kertoi ottavansa sen käyttöön mahdollisesti tulevaisuudessa. Kyselylomakkeella tiedusteltiin, mikä mallipohjaisen tuotemäärittelyn käyttöönotossa mietityttää yrityksiä. Osa kertoi mekaniikan olevan vain pieni osa yrityksen kokonaisuutta ja heillä tuotteiden määrittely toteutetaan ”old school” tyylillä 2D piirustuksia hyödyntäen. Toiset taas pohtivat ihmisten laitostumista ja muutosvastarintaa. Joissain yrityksissä saatetaan ajatella, että ilman mallipohjaista tuotemäärittelyä on pärjätty aiemminkin, niin miksi sellaista tarvittaisiin jatkossa. Mallipohjainen tuotemäärittely vaatii lisäksi 3D ohjelman käyttöä, joka ei ole mahdollista kaikilla tuotemäärittelyyn osallistuvilla sidostyypeillä.

Vastaajista 25 % ei kokenut tarvetta koulutukselle liittyen mallipohjaiseen tuotemäärittelyyn ja 75 % vastaajista ei osannut puolestaan sanoa tarvitseeko heidän yrityksensä koulutusta. 75 % yrityksistä ei myöskään kokenut tarvitsevansa asiaan liittyen konsultaatioapua ja 25 % ei puolestaan osannut sanoa, olisiko heidän yrityksellään tähän tarvetta. Voidaan siis todeta, että tämän hyvin pienen aineiston vastaajista suurin osa tietää, mitä mallipohjaisella tuotemäärittelyllä tarkoitetaan eivätkä he koe koulutuksille tai konsultaatioavulle tarvetta.

## 7 Pohdinta

Tutkimukseen saatiin vastauksia loppujen lopuksi todella vähän, jonka vuoksi ei voida luoda varsinaisia luotettavia johtopäätöksiä mallipohjaisen tuotemäärityksen nykytilasta eri yrityksissä. Voidaan kuitenkin olettaa, että vastaukset olisivat olleet hyvin samankaltaisia, jos tutkimukseen olisi osallistunut enemmän yrityksiä.

Tietämys mallipohjaisesta tuotemäärityksestä on oletettavasti melko hyvällä tasolla eri yrityksillä, mutta sen käyttöönotto vaatisi kuitenkin lisää toimia. Innostus mallipohjaista tuotemääritystä kohtaan tulisi luoda suuremmaksi, jotta sitä alettaisiin hyödyntämään yrityksissä enemmän. Osassa yrityksiä saattaa olla jämähtänyt ajatusmaailma eikä uudet innovaatiot synnytä mielenkiintoa. Uuden opettelu vie paljon aikaa ja resursseja, jonka vuoksi mallipohjaisen tuotemäärityksen hyötyjä tulisi markkinoida yrityksille paremmin. Tämä voisi tapahtua juuri erilaisten koulutusten tai yrityspäivien avulla.

Yrityksiin voisi palkata lisäksi enemmän vastavalmistuneita työntekijöitä, jotka saapuvat työelämään täynnä intoa sekä uusia ideoita ja oppeja. Nuoret insinöörit pitävät mallipohjaisesta tuotemäärityksestä ja heille 2D mallinnuksien teko voisi tuntua jopa paluulta ajassa taaksepäin. Jatkossa olisikin tärkeää pohtia, miten mallipohjaista tuotemääritystä saataisiin markkinoitua yrityksille niin, että se jäisi pysyvästi yritysten toimintaan mukaan. Voisiko yrityksissä olla MBD-vastaava, joka ottaa enemmän vastuuta ohjelman käytöstä ja työntekijöiden konsultoinnista. Aluksi mallipohjaisen tuotemäärityksen käyttöönotto vaatii väistämättä enemmän työtä ja aikaa suunnittelijoilta ja ohjelmiston sekä toiminnan muutos voi olla vaikea oppia. Hyvällä ja ammattimaisella johtajuudella onkin tässä muutostyössä merkittävä ja suuri rooli.

## Lähteet

Creo Center Oy 2023b. Viitattu 20.3.2023. <https://www.creocenter.fi/palvelut/>

Creo Center Oy 2023a. Viitattu 20.3.2023. <https://www.creocenter.fi/>

Creo Center Oy 2023c. Viitattu 20.3.2023. <https://www.creocenter.fi/palvelut/creo-service/>

Ekaran, S. 2021. When did 3D modeling start? A brief history. SelfCAD -blogi 31.5.2021. Viitattu 12.4.2023. <https://www.selfcad.com/blog/when-did-3d-modeling-start-a-brief-history>

POF Visuals / 3D-mallinnus näkyy jo kaikkialla 16.1.2019. Viitattu 3.4.2023. <https://pofvisuals.fi/3d-mallinnus-nakyy-jo-kaikkialla/>

Rapinoja, J-P. 2016. Malliperusteisen tuotemäärittelyn (MBD) mahdollisuudet. Viittaus 28.4.2023. <https://metsta.fi/wp-content/uploads/2020/08/MBD-raportti-2016.pdf>

PTC. 2022. Webinaari. Why You Need Model-Based Definition Now. PTC järjesti ilmaisen webinaarin MBD:hen liittyen 25.8.2022.

# Kyselylomake

## Malliperusteinen tuotemäärittely yrityksessä

4  
Vastaukset

03:31  
Keskimääräinen vastaamisaika

Aktiivinen  
Tila

1. Tiedätkö mitä malliperusteisella tuotemäärittelyllä (MBD) tarkoitetaan?



2. Oletteko aikeissa ottaa kyseisen ominaisuuden käyttöön yrityksessänne?



3. Mitkä asiat mietityttävät ennen MBD:n käyttöönottoa?

3  
Vastaukset

Uusimmat vastaukset

"MBD vaatinee 3D ohjelman käyttöä mikä ei ole mahdollista ...

"Ihmisten laistuminen/muutosvastarinta - "ei tätä ole enne...

4. Onko yrityksenne kiinnostunut koulutuksesta MBD:hen liittyen?



5. Koetteko tarvitsevanne asian selvitystyöhön konsultaatio apua?



6. Mikäli olette kiinnostuneita koulutuksesta tai tarvitsette konsultaatio apua, voitte halutessanne ilmoittaa alle yhteystietonne. Näitä tietoja ei kuitenkaan jaeta opinnäytetyössä.

0  
Vastaukset

Uusimmat vastaukset

