



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

MEKAANISEN SUUNNITTELUN OHJE

Valmet Automotiven ME Body Shop -osastolle

TEKIJÄ/T: Jukka-Pekka Holm

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Jukka-Pekka Holm			
Työn nimi Mekaanisen suunnittelun ohje			
Päiväys	28.05.2020	Sivumäärä/Liitteet	28+51
Ohjaaja(t) Lehtori Mikko Nissinen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Valmet Automotive Oy			
Tiivistelmä Tämän opinnäytetyön tilaajana toimi Valmet Automotive Oy. Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda Valmet Automotiven Manufacturing Engineering Body Shop -osastolle uusi mekaanisen suunnittelun ohje. Tutkimuksien mukaan tällä hetkellä Suomessa yksi teollisuuden yritysten kehityskohteista on työn ohjeistus. Opinnäytetyön tuloksena saatavan kaksikielisen suunnitteluohjeen on tarkoitus toimia ohjenuorana korihitsaamon työkalujen mekaaniselle suunnittelulle tulevaisuissa projekteissa ja vähentää epäselvyyksiä sidosryhmien välillä sekä toimia yhtenä suunnittelun laatutyökaluna. Opinnäytetyö koostuu kahdesta kokonaisuudesta. Ensimmäinen on opinnäytetyön teoriaosuus, jossa esitellään toimeksiantava yritys ja kerrotaan suunnitteluohjeen taustatietoa kuten tietoutta korihitsaamon työkaluista sekä hyvän ohjeen ominaisuuksista. Teoriaosuuden avulla on tarkoitus tutustuttaa ja johdatella lukijaa lähemmäksi opinnäytetyön pääpainona olevaa mekaanisen suunnittelun ohjetta, joka on lisätty liitteeksi työn loppuun liitteiksi 1 ja 2. Opinnäytetyön tuloksena saatava ohje käsittelee pääasiassa autotehtaan korihitsaamossa käytettävien työkalujen mekaanista suunnittelua. Ohjeeseen on kerätty kaikki oleelliset ohjeistukset ja tietotaidot, jotka on edellisistä projekteista opittu ja hyväksi havaittu. Ohjeen sisältö pohjautuu suurelta osin Valmet Automotiven sisäisten sidosryhmien tietotaitoon, jota opinnäytetyön tekijä keräsi työn aikana lukuisten palaverien ja runsaan kommunikaation avulla.			
Avainsanat Suunnitteluohje, korihitsaamo, mekaaninen suunnittelu			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Jukka-Pekka Holm			
Title of Thesis Mechanical Design Guide			
Date	28 May 2020	Pages/Appendices	28+51
Supervisor(s) Mr. Mikko Nissinen			
Client Organisation /Partners Valmet Automotive Oy			
Abstract The client of this thesis was Valmet Automotive Inc. The purpose of the thesis was to create a new mechanical design guide for Valmet Automotive's Manufacturing Engineering Body Shop department. According to research, currently one of the development targets for industrial companies in Finland is work instructions. The result of the thesis is a bilingual design guide, which is intended to serve as a guideline for the mechanical design of body shop tools during future projects and to reduce ambiguities between stakeholders, as well as to act as one of the design quality tools. The thesis consists of two parts. The first is the theoretical part of the thesis, which introduces the client organisation and tells the background information of the design guide, such as information about the tools of the body shop and the features of a good guide. The aim of the theoretical part is to acquaint and introduce the reader with the mechanical design guide, which is the main focus of the thesis and has been added as an appendix to the end of the thesis as appendices 1 and 2. The instructions obtained as a result of the thesis mainly deal with the mechanical design of the tools used in the car factory's body shop. All the relevant guidelines and know-how that have been learned and found good from previous projects have been gathered in the guide. The content of the guide is largely based on the knowledge of Valmet Automotive's internal stakeholders, which the author of the thesis gathered during the work through numerous meetings and extensive communication.			
Keywords Design guide, body shop, mechanical design			

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	7
1.1	Tavoite.....	8
1.2	Rakenne.....	8
2	VALMET AUTOMOTIVE.....	10
2.1	Liiketoiminta-alueet.....	10
3	UUDENKAUPUNGIN AUTOTEHDAS.....	12
3.1	Historia ja nykyinen tuotanto	12
3.2	Korihitsaamo	14
3.2.1	Materiaalit ja liitosmenetelmät	16
3.2.2	Työkalut	18
4	MEKAANISEN SUUNNITTELUN OHJEISTUS	21
4.1	Mekaniikkasuunnittelu	21
4.2	Ohjeen ominaispiirteet ja hyödyt.....	22
5	YHTEENVETO.....	24
5.1	Työn taustatiedot.....	24
5.2	Työn eteneminen.....	24
5.3	Työn tulokset.....	25
5.4	Työn jatko ja kehittymismahdollisuudet.....	25
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	27
	LIITE 1: MEKAANISEN SUUNNITTELUN OHJE	29
	LIITE 2: NX MOTION-TYÖKALUN OHJE	71

KUVA 1. Ohjeiden merkitys laatutyökaluna ja poikkeamien minimoinnissa (pmarpl, 2020).....	7
KUVA 2. Yrityksien kehityskohteet (Haag, Salonen, Siltanen, Sääski, Järvinen, 2011).....	7
KUVA 3. Uudenkaupungin autotehdas (50 EST. 1968 Valmet Automotive, 2019)	12
KUVA 4. Vuosina 1969-2012 valmistetut autot (50 EST. 1968 Valmet Automotive, 2019)	13
KUVA 5. Valmistussopimukset tällä hetkellä, GLC- ja A -sarja (Valmet Automotive, 2020).....	13
KUVA 6. Valmistusmäärien kehitys Daimler-aikakaudella (Valmet Automotive, 2020)	14
KUVA 7. Korihitsaamon tuotantolinja, Mercedes-Benz GLC-sarja (Valmet Automotive, 2020)	15
KUVA 8. Havainnollistus GLC-sarjan korissa käytettävistä materiaaleista (Daimler AG, 2020).....	16
KUVA 9. Rivtac-naulauksen ja liimauksen hybridiliitos (Böllhoff, 2020)	17
KUVA 10. Robotin työkalut, pistehistauspihti (vasen) ja naulain (oikea) (Valmet Automotive, 2020)	18

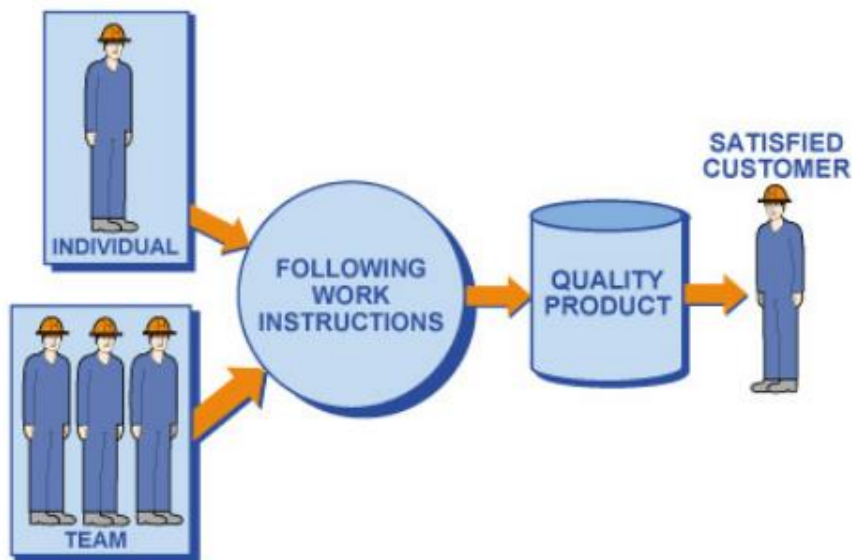
KUVA 11. Kylkipaneelin hitsausjigi (Valmet Automotive, 2020)	19
KUVA 12. Gripperi robottiin kytkettynä (Valmet Automotive, 2020)	20
KUVA 13. Työohjeeseen sijoitetun pääoman takaisinmaksu (Gluu, 2020)	23

KÄYTETYT TERMIT

VA	Valmet Automotive
ME	Manufacturing Engineering
Työkalu	Korihitsaamossa käytettävä työlaite
Gripperi	Robottiin kytkettävä tarttuja
Jigi	Hitsauskiinnitin
3D-mallinnus	Kolmiulotteinen suunnittelu
2D-piirustus	Kaksiulotteinen piirustus
CAD	Tietokoneavusteinen suunnittelu (Computer-aided Design)
FEM-laskenta	Elementtimenetelmä (Finite Element Method)
PDM	Tuotetiedon hallinta (Product Data Management)
MBD	Malliperustainen tuotemäärittely

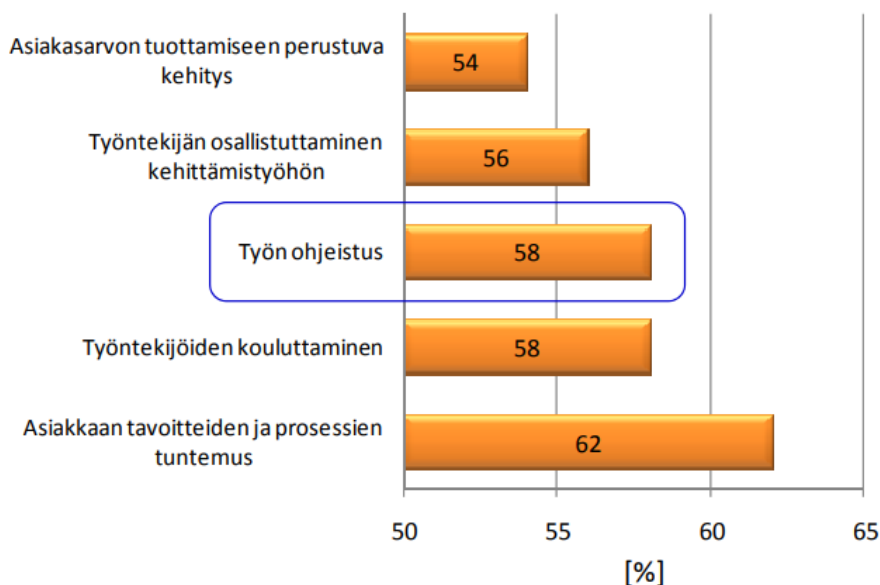
1 JOHDANTO

Työohjeet ovat tärkeä työkalu laadun ylläpitämisessä, koska ne varmistavat, että tehtävät suoritetaan samalla tavalla joka kerta ja täten kontrolloivat poikkeamia. (pmarpl, 2020)



KUVA 1. Ohjeiden merkitys laatutyökaluna ja poikkeamien minimoinnissa (pmarpl, 2020)

”Uuden valmistavan teollisuuden tutkimusagenda” -projektissa suoritettiin kyselytutkimus, johon osallistui suomalaisista yrityksistä 250 alan asiantuntijaa. Kyselytutkimuksen aiheena oli selvittää teollisuuden nykyiset ja tulevaisuuden kehitystarpeet. Tutkimukseen osallistuneista yrityksistä 85 prosenttia vastasi ydinliiketoiminnakseen valmistuksen tai kokoonpanon. Osallistuneiden yritysten mukaan yksi keskeisimmistä kehityskohteista ovat työohjeet. (Haag, Salonen, Siltanen, Sääski, Järvinen, 2011)



KUVA 2. Yritysten kehityskohteet (Haag, Salonen, Siltanen, Sääski, Järvinen, 2011)

1.1 Tavoite

Tämän opinnäytetyön asiakkaana toimii Valmet Automotive Oy ja työ tehdään Manufacturing Engineering Body Shop -osastolla. Toimeksiantona on luoda ohjeistus autotehtaan korihitsaamossa käytettävien työkalujen mekaaniseen suunnitteluun. Osastolla aiemmin käytössä ollut ohje on tehty 2D-suunnittelun tarpeisiin, ja näin ollen vanhentunut täysin vuosikymmenien saatossa 3D-suunnitteluohjelmistojen käyttöönoton myötä. Suunnitteluohje on suunnattu pääasiassa VA:n ME Body Shop -osaston sekä myös ulkoisten sidosryhmien käyttöön, joten tämän johdosta suunnitteluohje (liite 1) kirjoitetaan sekä Suomen että Englannin kielellä.

Opinnäytetyön tavoitteena on laatia selkeä ja johdonmukainen ohje, jonka sisältö pyritään pitämään mahdollisimman lyhyenä ja havainnollistamaan käsiteltävä asia kuvien avulla, pyrkien näin helppoluokaiseen ja tehokkaaseen ohjeeseen. Suunnitteluohjeen tavoite on vähentää epäselvyyksiä yrityksen sisäisten ja ulkoisten sidosryhmien välillä ja toimia tukena projektien suunnittelun läpiviennissä sekä opettaa Valmet Automotiven uusia työntekijöitä yrityksen sisäisiin ja työkalujen suunnitteluun liittyviin normeihin.

Valmet Automotive on myös tällä hetkellä ottamassa käyttöön Siemensin suunnittelu- ja tiedonhallintajärjestelmää Teamcenteriä, jonka tuomat muutokset tulee ottaa huomioon suunnitteluohjetta laatiessa. Uusi PDM-järjestelmä vaikuttaa monella tapaa suunnitteluun mallinnusohjelmien käytöstä tuotetiedon hallintaan.

1.2 Rakenne

Opinnäytetyön teoriaosuuden rakenne on luotu johdattamaan lukija kohti työn pääpainona olevaa mekaanisen suunnittelun ohjetta. Työn alussa kerrotaan kohdeyrityksestä ja sen liiketoiminta-alueista. Seuraavassa luvussa kerrotaan Uudenkaupungin autotehtaasta, jossa myös opinnäytetyön tekijä itse työskentelee tällä hetkellä ja lopuksi sisältö kohdentuu korihitsaamon työkaluihin, joita suunnitteluohje käsittelee. Seuraavissa luvuissa on myös selitetty hieman mekaanisesta suunnittelusta ja hyvän ohjeistuksen ominaispiirteistä sekä hyödyistä. Opinnäytetyön teoriaosuuden lopussa on analysointi työn suorituksesta ja tuloksista sekä jatkotoimenpiteistä. Työn keskeisin osuus eli korihitsaamon työkalujen mekaanisen suunnittelun ohje on liitetty työn loppuun liitteeksi (liite 1).

Opinnäytetyö aloitettiin suunnitteluohjeen sisällön kartoittamisella, joka suoritettiin Erikoistumisprojekti 2 -kurssin avulla. Kurssin aikana kerättiin lukuisten palaverien avulla näkemyksiä ja toiveita suunnitteluohjeen sisällöstä Valmet Automotiven sisäisiltä sidosryhmiltä. Kartoituksen tavoitteena ja tarkoituksena on ottaa huomioon kaikki työkalujen elinkaareen vaikuttavat sidosryhmät mahdollisimman huolellisesti jo mekaanisen suunnittelun aikana. Kyseisen kurssin tulosten ansiosta saatiin hyvä pohja lähteä laatimaan varsinaista sisältöä ohjeeseen. Kartoituksessa kerättiin lähtötietoja muun muassa seuraavilta VA:n osastoilta ja työntekijöiltä:

- Työkalu- ja mekaaninen suunnittelu

- Prosessisuunnittelu
- Automaatiosuunnittelu
- Simulointi
- PLC-suunnittelu
- Sähkösuunnittelu
- Kunnossapito

Ohjeen sisältö on pyritty pitämään mahdollisimman lyhyenä ja yksinkertaisena, jolla pyritään helppoon ja nopealukuiseen ohjeeseen. Jonkin asian vaatiessa detaljitason tai "step-by-step" -ohjeistusta, on näistä aiheista luotu erilliset ohjeet tai viitattu jo olemassa oleviin ohjeistuksiin. Kyseisiin dokumentteihin viitataan hyperlinkin avulla, josta painamalla avautuu kyseessä oleva dokumentti Teamcenterin kautta. Opinnäytetyön liite 2 kuvastaa yhtä tällaista "step-by-step" -ohjetta työkalun kinematiikan luomiseen, liitteenä ohjeen suomenkielinen versio. Kinematiikan lisääminen ja työkalun simulointi suoritetaan käyttäen Siemensin NX -suunnitteluohjelmistoa ja sen sisältämää Motion-työkalua. Motion-työkalun käyttöönotto vaatii erillisen lisenssin hankkimisen NX-ohjelmistoon. Kyseisen lisenssin ominaisuuksien ja siitä saatavien hyötyjen selvittäminen työkalusuunnittelussa oli yksi opinnäytetyön aikana tehdyistä isommista selvitystöistä.

2 VALMET AUTOMOTIVE

Valmet Automotive on yksi maailman johtavista ajoneuvojen sopimusvalmistajista, avoautojen kattojärjestelmien Tier 1 -tason toimittaja ja merkittävä kansainvälisen autoteollisuuden tuotekehityskumppani. Valmet Automotive on perustettu vuonna 1968 ja tähän mennessä se on valmistanut jo yli 1,5 miljoonaa autoa Uudenkaupungin autotehtaalla. Yrityksellä on toimipaikkoja Suomessa, Saksassa, Puolassa ja Espanjassa. Yrityksen toimipaikat ovat tiiviissä yhteistyössä keskenään, tarjoten asiakkailleen monipuolista osaamista räätälöitynä yksilöllisiin tarpeisiin. Konsernin suurimpiin osakkeenomistajiin kuuluu suomalaiset sijoitusyhtiöt Tesi sekä Pontos Group, kummankin omistusosuus on 38,46 prosenttia. Kiinalainen Contemporary Amperex Technology Limited (CATL), joka lukeutuu johtaviin sähköautojen akkujen ja akkukennojen valmistajiin, omistaa konsernista 23,08 prosenttia. (Valmet Automotive, 2020)

Valmet Automotive on perustamisestaan lähtien ollut kasvuyritys. Tällä hetkellä Uudenkaupungin autotehtaalla työskentelee yhteensä noin 4500 henkilöä. Konsernin kokonaishenkilöstömäärä on noin 6000, joista 1000 työskentelee insinööritehtävissä. (Valmet Automotive, 2020)

2.1 Liiketoiminta-alueet

Yrityksen toiminta jakautuu neljään päätoimialaan. Näistä ensimmäinen, yrityksen lähtökohta ja toimiala, jolla se tuli tunnetuksi on autojen sopimusvalmistus. Valmet Automotivelle jatkuva innovointi, laadunkehitys ja tuottavuuden parantaminen ovat autonvalmistuksessa keskeisimpiä menestyksen avaimia. Nämä yhdistettynä tehokkaaseen projektien johtamiseen ja Lean-filosofiaan perustuvaan toimintaan takaavat korkean laadun autonvalmistuksessa. Tästä osoituksena Daimler AG on palkinnut Valmet Automotiven parhaaksi yhteistyökumppanikseen kahdesti. (Valmet Automotive, 2020)

Nykypäivän autoteollisuuden digitalisaation, automaation ja innovatiivisten ajoneuvokonseptien tarpeisiin vastaten, toinen päätoimialoista on tarjota erilaisia suunnittelupalveluita teknologiateollisuuteen. Suunnittelupalveluita ovat ajoneuvojen suunnittelu ja integrointi, prototyytit ja piensarjavalmistus sekä tuotantotekniikka. Ajoneuvojen ja komponenttien suunnittelun lisäksi yrityksellä on Uudenkaupungin autotehtaan ansiosta kyky suunnitella ja toteuttaa räätälöityjä ajoneuvojen tuotantolinjoja. (Valmet Automotive, 2020)

Valmet Automotive aloitti sähköautojen valmistuksen vuonna 2009, jolloin mallina oli THINK City, aikansa myydyin täyssähköauto. Tämän myötä sähköinen liikenne onkin ollut Valmet Automotiven strategian kulmakivenä jo yli kymmenen vuotta ja nykypäivänä yrityksellä on kattavaa osaamista sähköajoneuvojen komponenttien valmistamisesta sekä akkujärjestelmien kehittämisestä ja integroinnista. Yritys käynnisti syksyllä 2019 autoteollisuuden käyttöön tarkoitettujen akkujen tuotannon Salon tehtaalla. (Valmet Automotive, 2020)

Neljäs toimiala ja erikoisosaaminen löytyy innovatiivisista kinematiikkaratkaisista. Valmet Automotive on yksi maailman johtavista avoautojen kattojärjestelmien sekä aktiivisten ilmanohjainten toimittajista ja näin ollen kinematiikkaratkaisut ovat tärkeä osa yrityksen liiketoimintaa. Valmet Automotive on toimittanut jo yli 1,2 miljoonaa kattojärjestelmää johtaville automerkeille kuten Audi, BMW, Porsche ja Bentley. (Valmet Automotive, 2020)

3 UUDENKAUPUNGIN AUTOTEHDAS

Uudenkaupungin autotehdas toimii Valmet Automotiven pääkonttorina, ajoneuvojen sopimusvalmistuksen ja 4500 työntekijän keskittymänä. Autotehdas on pinta-alaltaan 15 hehtaarin kokoinen ja näin ollen sekä pinta-alaltaan, että henkilöstömäärältään Suomen suurin teollinen tehdas. (Vakka-Suomen Sanomat, 2020)

Autotehtaan tuotantoprosessi muodostuu neljästä kokonaisuudesta, jotka ovat työkulun mukaisesti korihitsaamo, esikäsittelylaitos, maalaamo ja kokoonpano. Tuotantoprosessissa on huomioitu tarve valmistaa samaan aikaan tuotteita, joiden tuotantomäärät, rakenteet, materiaalit ja kokoluokka eroavat toisistaan.



KUVA 3. Uudenkaupungin autotehdas (50 EST. 1968 Valmet Automotive, 2019)

3.1 Historia ja nykyinen tuotanto

Uudenkaupungin tehtaalla on valmistunut autoja sporttisista roadstereista pohjoismaisiin perheauto-klassikoihin jo puolen vuosisadan ajan. Menestystarina sai alkunsa yli 50 vuotta sitten aikana, jolloin Suomessa oli enemmän hevosia kuin autoja. Valtiojohdon tavoitteena oli tuolloin luoda Suomeen uutta, tulevaisuuteen nojaavaa osaamista. Autoteollisuus edusti huipputekniikkaa, ja teollistuvalla ja vaurastumalla pyrkivälle Suomelle se oli avaus kohti uutta. Alun mahdollisti presidentti Urho Kekkosen hyvät suhteet Ruotsiin. Ensimmäinen Uudenkaupungin tehtaalta valmistunut auto, Saab 96, luovutettiinkin itseoikeutetusti Kekkoselle. Autotehtaan toiminta alkoi kokoonpanotyöstä, mutta halua ja kykyä löytyi paljon monipuolisempaan tarjontaan. Esiin nousi nopeasti suomalaisen insinöörin tarve parantaa ja suunnitella uutta. Ensin Saabeista ryhdyttiin kehittämään muunnoksia, kuten pidennetty Saab Finlandia sekä tietysti kansainvälisesti menestystä saaneet Saab-avoautot. Tältä pohjalta alettiin rakentaa autotehtaalle uudenlaista tulevaisuutta. Saabin rinnalle haettiin muita asiakkaita, ja

näistä merkittävimmäksi osoittautui pitkäaikainen yhteistyö Porschen kanssa. Se nosti Valmet Automotiven osaamisen ja laadun kaikkien keskeisten autoteollisuuden toimijoiden tietoisuuteen. (50 EST. 1968 Valmet Automotive, 2019, Autotehtaan sankarit, 2020)

Saab 95	1969-1975	2 833
Saab 96	1969-1980	65 887
Saab 99	1969-1984	191 049
Saab 90	1983-1987	25 380
Saab 9000	1986-1990	8 267
Saab 900	1978-1992	238 898
Saab-avautot	1986-2003	198 032
Saab 9-3 3D ja 5D	1999-2003	7 789
Saab yhteensä	1969-2003	738 135
Chrysler-Talbot	1979-1985	31 978
Opel Calibra	1991-1997	93 978
Euro-Samara	1996-1998	14 048
Porsche Boxster	1997-2010	168 477
Porsche Cayman	2005-2011	59 143
Porsche yhteensä	1997-2011	227 890
Think City	2009-2011	1 794
Garia-golfauto	2009-2011	2 192
Fisker Karma	2011-2012	2 178

KUVA 4. Vuosina 1969-2012 valmistetut autot (50 EST. 1968 Valmet Automotive, 2019)

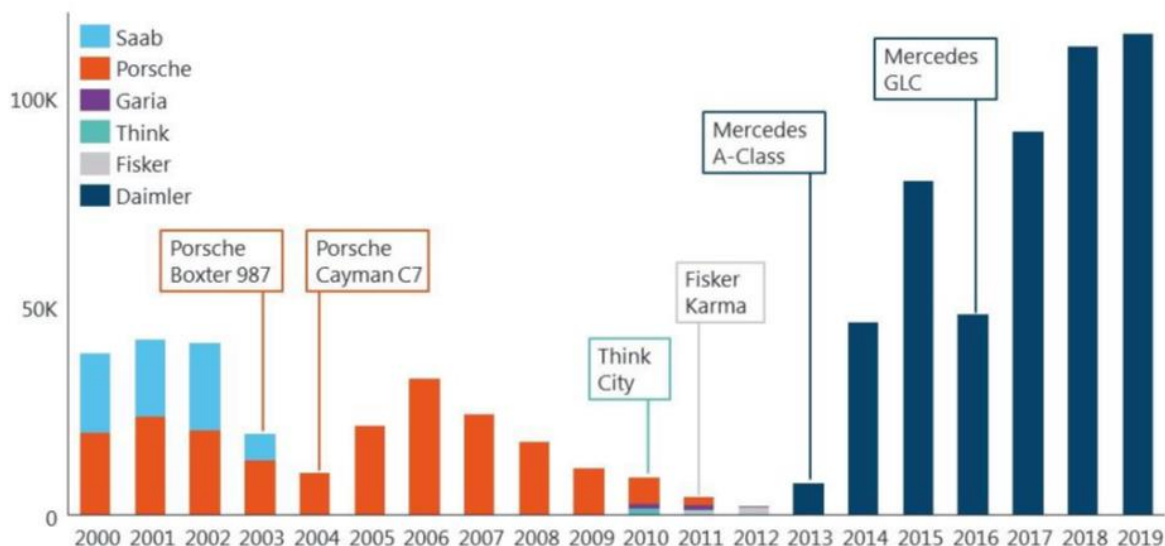
Menestyksekkäiden Saab- ja Porsche -vuosien jälkeen autotehtaalla alettiin kääntää katseita tulevaisuuden teknologiaan ja sähköiseen liikenteeseen. Vuodet 2009-2012 toivat toivat Valmet Automotivelle arvokasta osaamista ja kokemusta sähköautojen valmistuksesta. Think City oli aikansa johtava täyssähköauto ja erinomainen esimerkki autotehtaan joustavuudesta. Vuonna 2009 harvinaiselle täyssähköautolle valmistettiin oma korinvalmistus- ja kokoonpanolinja, ja piensarjavalmistus käynnistyi muutamassa kuukaudessa. (Valmet Automotive, 2020)

Valmet Automotivelle käännteentekevä vaihe oli yhteistyön aloittaminen Daimlerin kanssa. Yhteistyö alkoi kattoliiketoiminnasta vuonna 2010. Kun Mercedes-Benzin A-sarjan myyntiluvut ylittivät odotukset, lisää valmistuskapasiteettia hankittiin Valmet Automotivelta. A-sarjan 3. sukupolven autojen valmistus alkoi Uudessakaupungissa 2013. Suomessa on valmistettu GLC-katumaastureita vuodesta 2017 ja A-sarjan 4. sukupolven autoja vuodesta 2018 alkaen. (50 EST. 1968 Valmet Automotive, 2019)



KUVA 5. Valmistussopimukset tällä hetkellä, GLC- ja A -sarja (Valmet Automotive, 2020)

Daimlerin ja VA:n yhteistyö on laajentunut ja syventynyt vuosi vuodelta sekä vakiinnuttanut auto-
tehtaan liiketoiminnan. Sopimus uuden A-sarjan valmistamisesta oli ilouutinen koko Suomen talou-
delle, uusia työpaikkoja syntyi runsaasti, joka vaatikin Valmet Automotivelta massiivisia rekrytointeja
ympäri Suomea. Autojen nouseva tuotantomäärä on vaatinut myös jatkuvaa sopeutumista ja suuria
investointeja tuotantoon esimerkiksi tuotantolaitteistojen ja tehdaslaajennuksien osalta.



KUVA 6. Valmistusmäärien kehitys Daimler-aikakaudella (Valmet Automotive, 2020)

3.2 Korihitsaamo

Autotehtaalla on tällä hetkellä tuotannossa Mercedes-Benzin A-sarjalainen ja GLC-katumaasturi. Ky-
seisten mallien korin kokoonpano tapahtuu omissa korihitsaamoissa ja tuotantolinjoilla suurten tuo-
tantomäärien ja toivotun tehokkuuden tavoittamiseksi. Hitsaamoiden pinta-ala on yhteensä noin 30
000 neliömetriä, kummatkin jaettuna kolmeen alueeseen seuraavasti:

- Z1 = etuosa, takaosa, keskilattia ja alusta
- Z2 = sisäsivut, ulkosivut ja korilinja
- Z3 = ovet, luukut, lokasuojat, asennus- ja viimeistelylinja

Tuotantolinja layoutissa laitteistot ja koneet asetetaan valmistettavan tuotteen työnkulun mukaiseen
järjestykseen. Tuotantolinja perustetaan ja sen avulla erikoistutaan yleensä tiettyntyyppisten tuotteiden
valmistukseen. Tuotantolinjalla valmistus on automatisoitua, tehokasta ja työnkulku on selkeää.
Myös materiaalien käsittely ja siirtäminen toteutetaan automatisoidusti erilaisten mekaanisten kuljet-
timien välityksellä. Tuotantolinja tyylinen layout on yleinen esimerkiksi autoteollisuudessa. (Haverila
ym. 2005, s. 475)

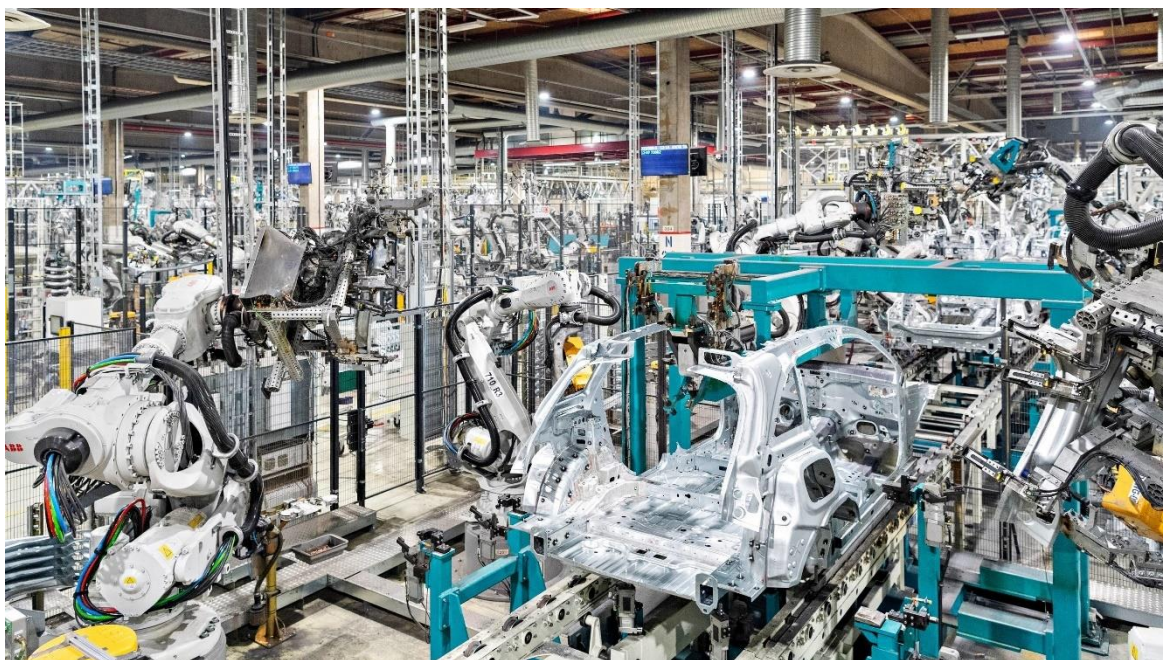
Tuotantolinjaston perustaminen edellyttää tuotteen suurta volyymia ja korkeaa kuormitusastetta.
Tuotantolinjaston suuret rakentamiskustannukset kompensoidaan suurilla valmistusmäärillä, jolloin
tuotteen yksikköhinta jää alhaiseksi. (Haverila ym., 2005, 475)

Korihitsaamoissa työskentelee yhteensä noin 600 ABB:n valmistamaa robottia suorittaen erinäisiä työtehtäviä. Kyseistä määrää voidaan pitää kohtuullisen suurena, koska Valmet Automotiven käytössä olevat robotit kattaa 10 prosenttia kaikista Suomessa olevista roboteista. Korihitsaamon suuren robottien määrän ansiosta Uudenkaupungin autotehdas onkin tällä hetkellä Suomen suurin teollisuusrobottien keskittymä. (Siemens, 2020)

Automaatio tarkoittaa yksinkertaisuudessaan kreikan kielen sanan "automatos" mukaisesti itsetoimivaa. Se puolestaan tarkoittaa sitä, että koneet ja laitteet toimivat ilman ihmisen suoranaista vaikutusta. Teollisuudesta puhuttaessa automatisointi on eräänlainen jatkovaihe mekanisoinnille. Kun mekanisoinnilla saadaan suoritettua työ koneellisia apuvälineitä käyttäen, automatisoinnilla saadaan koneet toimimaan ilman ihmisen apua. (Marttinen, 2018, s. 48)

Nykypäivänä korihitsaamossa työntekijöitä tarvitaan lähinnä prosessinhoitoon ja logistiikkaan liittyviin työtehtäviin. Näitä ovat esimerkiksi makasiinien ja jigien täyttäminen auton osilla sekä prosessin aikainen laaduntarkkailu ja mahdollinen kunnossapitotyö. Vähäisestä työntekijöiden tarpeesta kertoo korihitsaamoiden hyvin korkeat automaatioasteet, jotka ovat GLC-hitsaamossa 95 prosenttia ja A-hitsaamossa 90 prosenttia.

Automaatiolla saavutetaan toistettava ja tasalaatuinen prosessi. Tästä seuraa tavallisesti kasvanut tuotanto ja vähentynyt työvoiman tarve. Matalan automaatioasteen järjestelmissä ihmisen osuus on suurempi ja jotkut toiminnot ovat kokonaan ihmisen vastuulla. Korkean automaatioasteen järjestelmissä ihmisen rooli on valvonnassa ja kokonaisvaltaisemmissa ohjaustoiminnoissa. Silloin prosessi vaatii vähemmän ihmistyötä, mutta kolikon kääntöpuolena laitteistoa on enemmän ja se on kehittyneempää, mikä lisää suunnittelun ja ylläpidon tarvetta. Automaation paradoksi onkin, että mitä tehokkaampi automaatiojärjestelmä on, sitä tärkeämpi ihmisen rooli on sen toimivuudessa. (Marttinen, 2018, s. 48)



KUVA 7. Korihitsaamon tuotantolinja, Mercedes-Benz GLC-sarja (Valmet Automotive, 2020)

3.2.1 Materiaalit ja liitosmenetelmät

Lopputuotteiden korit, ovet sekä luukut liitetään autovalmistajalta saaduista valmiiksi prässätyistä osista ja osakokonaisuuksista rajatuissa soluissa, ohjelmoitujen robottien toimesta. Esimerkkinä useista sadoista osista koostuvan GLC-katumaasturin korin valmistuksessa käytetään seuraavia materiaaleja:

- Keski- ja korkealujuusteräket (59%),
- Ultralujat teräket (17%),
- Alumiinit (13%),
- Kuumamuovatus / Prässikarkaistut teräket (11%). (Daimler AG, 2020)



KUVA 8. Havainnollistus GLC-sarjan korissa käytettävistä materiaaleista (Daimler AG, 2020)

Useista materiaaleista koostuvan niin sanotun hybridikorin tavoitteena on saavuttaa mahdollisimman kevyt ja turvallinen konstruktio. Auton kevyt rakenne vaikuttaa polttoainetalouden myötä hiilidioksidipäästöihin, käyttökustannuksiin ja auton suorituskykyyn. Nykyaikaisilla materiaaleilla saadaan toteutettua kustannustehokkaasti sekä kevyt että kolariturvallinen kori, mutta usean rakenteeltaan ja ainevahvuudeltaan erilaisen materiaalin yhdistäminen vaatii käytettäväksi useita liitostekniikoita.

Hybridiliitos tarkoittaa liitosta, jossa on yhdistettynä liimaus sekä jokin epäjatkuva liitostekniikka esimerkiksi kahden ohutlevyn liittäminen rakenneliiman sekä naulauksen avulla.



KUVA 9. Rivtac-naulauksen ja liimauksen hybridiliitos (Böllhoff, 2020)

Hybridiliitoksia käytetään laajalti auto- ja lentoteollisuudessa, joissa rakenteen keveys ja kestävyys ovat tärkeimmät tekijät suunnittelussa. Erikoislujista teräksistä valmistetuissa ohutlevyissä käytetään liimaa lisäämään rakenteen maksimikuormaa kitkaan perustuvissa luistamattomissa pulttiliitoksissa. (Hitsaustekniikka, 2011)

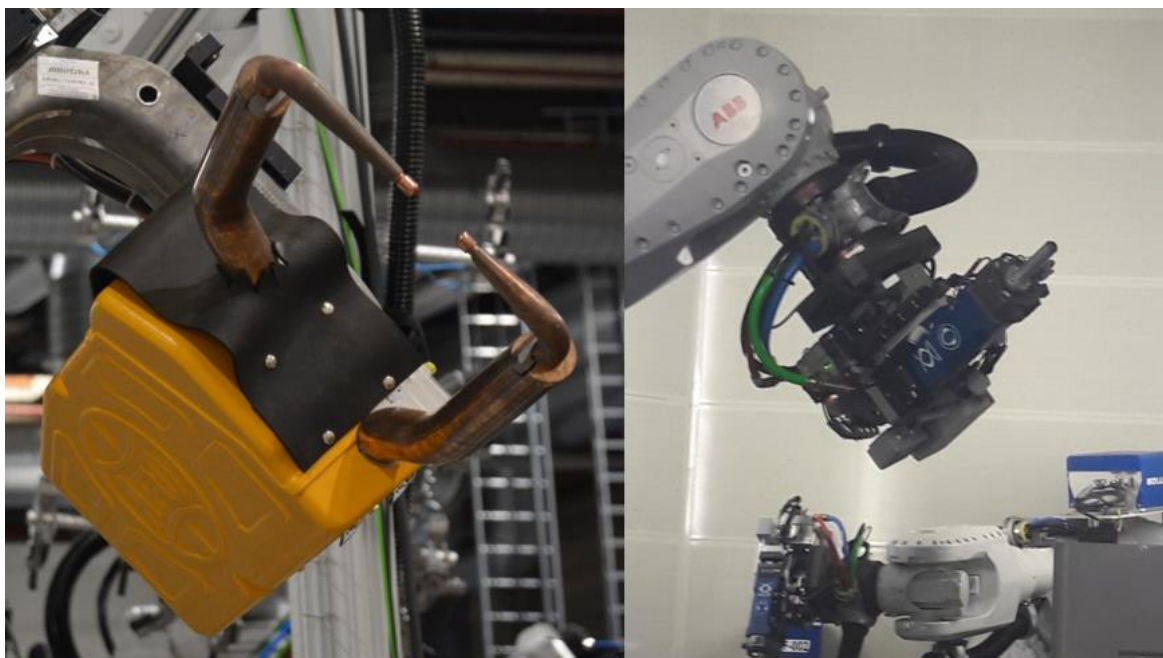
Yleisimmät Valmet Automotiven korihitsaamossa käytettävät liitöntämenetelmät ovat pistehitsaus ja liimaus. Rakenneliimaa käytetään muiden liitostekniikoiden tukena tuomaan liitokselle lisää lujuutta, mutta liimatekniikasta saadaan myös muita hyödyllisiä ominaisuuksia kuten melun ja resonanssin vaimennus, tiivistys ja korroosion esto (rako- ja sähkökemiallinen korroosio). Kaikki VA:n korihitsaamossa käytettävät liitöntämenetelmät ovat:

- | | |
|---|-----------------------------|
| • Vastuspistehitsaus | Spot welding |
| • Liimaus | Adhesive bonding |
| • Laserhitsaus -ja juotto | Laser welding and brazing |
| • Stanssiniittaus | Self piercing rivet |
| • Muotolukitus / niittaus ilman niittiä | Clinching |
| • Naulaus | Impact |
| • Ruuvaus | Flow drill screws |
| • Ruuvihitsaus | Stud welding |
| • Rullavalssaus | Roller hemming |
| • MIG/MAG hitsaus- ja juotto | MIG/MAG welding and brazing |
| • Käsnahtaus | Projection welding |

(Valmet Automotive, 2020)

3.2.2 Työkalut

Suurin osa Valmet Automotiven korihitsaamossa käytettävistä työkaluista ostetaan valmiina laitevalmistajilta haluttujen ja prosessien vaatimuksien mukaisesti. Työkaluilla tarkoitetaan robotin päähän kytkettäviä työlaiteita, joita hyödynnetään auton korin kokoonpanoprosessissa. Käsnaehitsausta vaille kaikki edellisessä luvussa mainitut liitäntämenetelmät suoritetaan kyseisten robottien työkalujen avulla.



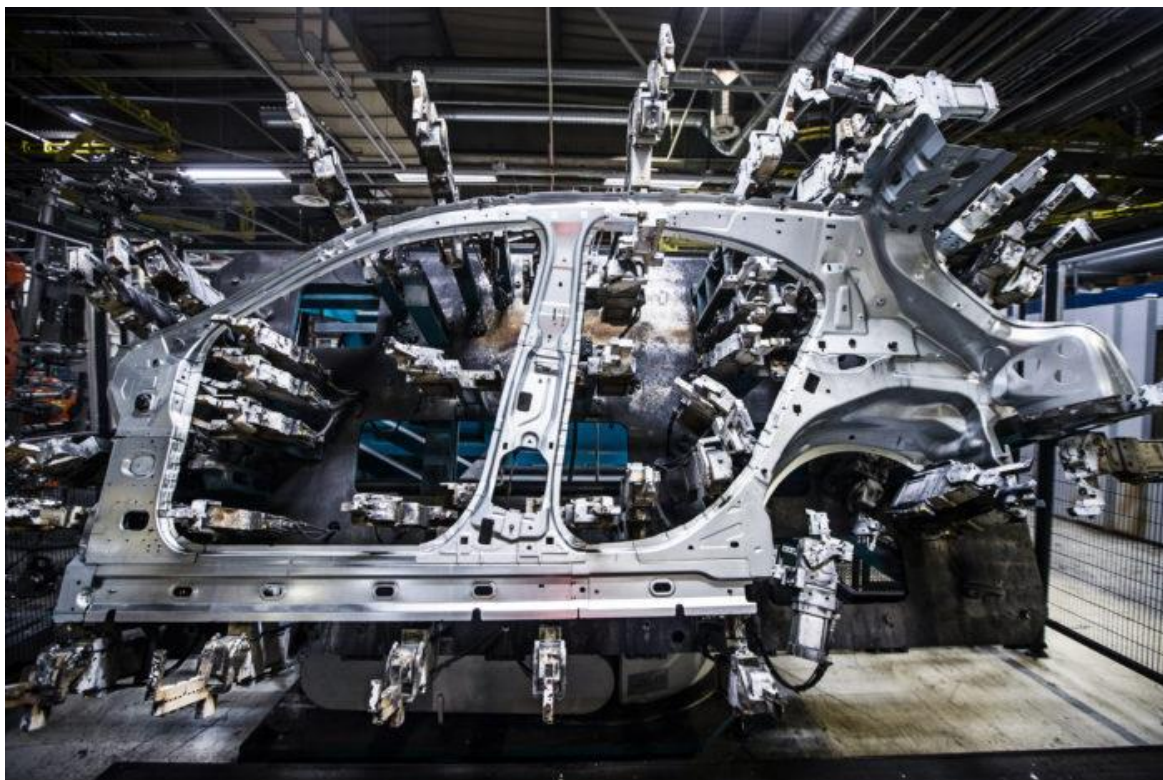
KUVA 10. Robotin työkalut, pistehitsauspihti (vasen) ja naulain (oikea) (Valmet Automotive, 2020)

Auton korin kokoonpanoprosessiin liittyy vahvasti myös kahden tyyppistä työlaitetta, jotka Valmet Automotive joutuu valmistuttamaan ja suunnittelemaan tapauskohtaisesti. Näitä ovat hitsauskiinnitin eli hitsausjigi sekä robottitarttuja eli gripperi. Hitsausjigejä korihitsaamoissa on yhteensä yli 300 kappaletta ja grippereitä sen sijaan yli 250 kappaletta. Kyseisten työkalujen toimintavarmuus on kriittisessä osassa tehokkaan tuotantolinjaston ylläpidon kannalta, joten näiden työkalujen suunnitteluun joudutaan kiinnittämään erityistä huomiota ja noudattamaan ennalta hyväksi opittuja normeja sekä kehittää suunnittelutoimintaa teknologian kehittyessä. Opinnäytetyön aiheena oleva mekaanisen suunnittelun ohje käsitteleeekin pääasiassa näiden kahden korihitsaamossa käytettävän työlaitteen suunnittelua.

Hitsauskiinnitin on yksi robottihitsauslaitteiston merkittävämmistä osista, jonka tehtävänä on kohdistaa ja pitää hitsattavat kappaleet oikeassa asemassa sekä toisiinsa että robottiin nähden. Hitsauskiinnittimen suunnitteluun ja valmistukseen on kiinnitettävä erityistä huomiota, jotta se täyttäisi odotukset. Suunnittelu ja valmistus lukeutuu kiinnittimen kiinteisiin kustannuksiin, jotka taas nostavat valmistuskustannuksia. Robotisoidun hitsausprosessin alkuvaiheessa tulee ottaa huomioon hitsauskiinnittimen suunnitteluun ja valmistukseen kuluva aika. (Suomen metalliteollisuuden keskusliitto, 1987, s. 3)

Jigin eli kiinnittimen suunnittelussa yksi tärkeä vaihe on varmistaa hitsauspolttimen liikeradat eli hitsauspolttimen mahtuminen ja ylettyminen jokaiseen hitsauskohteeseen. Hitsauskiinnitin pyritään suunnittelemaan niin, että tuote voidaan hitsata yhdellä kiinnityksellä, mutta aina tämä ei ole mahdollista, vaan kiinnitintä voidaan joutua avaamaan hitsauksen aikana. Tuotteen hitsaaminen yhdellä kiinnityksellä ja usealta eri puolelta vaatii usein suunnittelijalta erittäin luovaa suunnittelutyötä. (Aaltonen ym., 1997, s. 257)

Yleisesti suunnittelijalla on käytössään hyviä aputyökaluja hitsauskiinnittimen suunnitteluun kuten virtuaalinen kiinnitinsuunnittelu, joka lisää suunnittelutyön joustavuutta. Virtuaalisessa suunnittelussa kiinnitin voidaan simuloida hitsattavan kappaleen ja muiden laitteiden kanssa virtuaaliympäristössä. Simuloinnin avulla pyritään vähentämään suunnittelussa turhaa työtä ja täten myös kustannuksia. Suunnittelijan täytyy tuntea käytettävä hitsausprosessi, jotta kiinnittimen suunnittelu onnistuisi. Virtuaalisessa kiinnitinsuunnittelussa ei tarvitse lähteä suunnittelemaan ensimmäiseksi kiinnittimen runkoa, vaan ensimmäiseksi voidaan sijoittaa kiinnityskomponentit hitsattavan tuotteen ympärille ennen rungon suunnittelua, joka on yksi esimerkki virtuaalisen kiinnitinsuunnittelun joustavuudesta. (Korhonen & Neuvonen, 1999, s. 26)



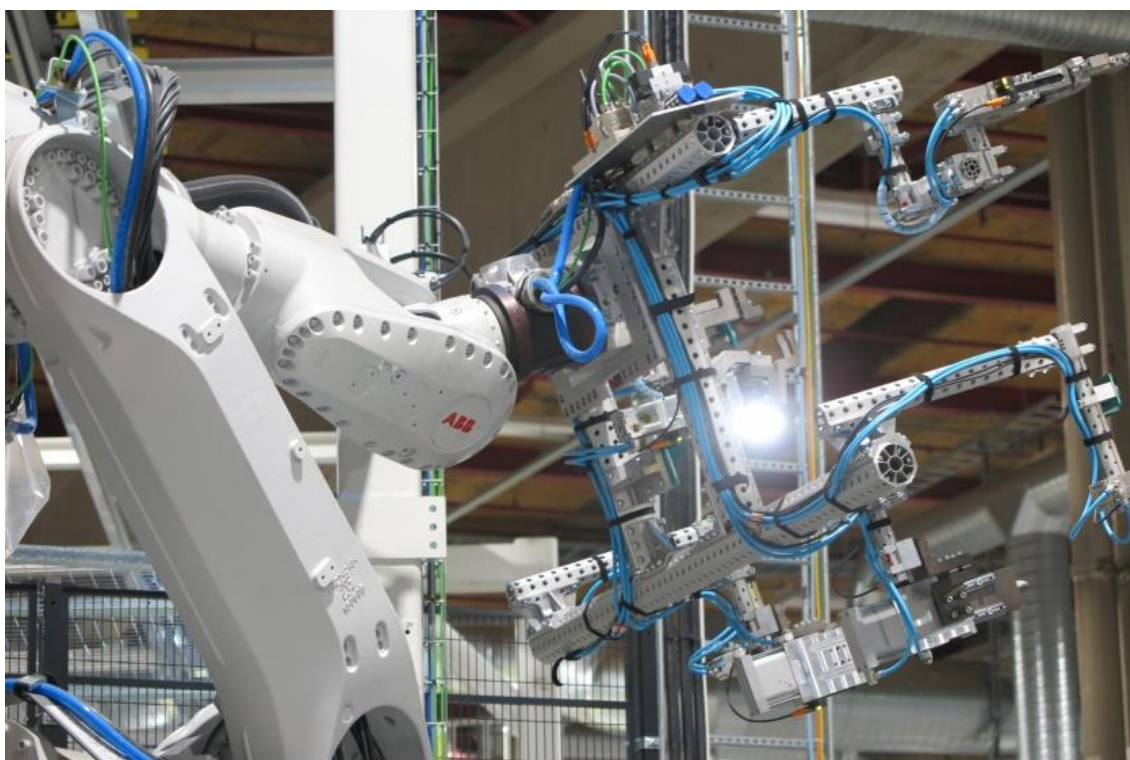
KUVA 11. Kylkipaneelin hitsausjigi (Valmet Automotive, 2020)

Tarttuja on robottiin kytketty työkalu, jonka avulla voidaan liikuttaa kappaleita, esimerkiksi auton korin osia, mutta se voi toimia myös kohdistavana jiginä prosessin aikana tai suorittaa muita prosessiin liittyviä tehtäviä. Valmet Automotivella käytössä olevat tarttujat ovat kukin uniikkeja, joka tarkoittaa, että ne ovat suunniteltu käytännössä aina operoitavan kappaleen mukaisesti ja suorittamaan yhtä tiettyä tehtävää. (Leino, 2017, s. 33)

Prosessiin liittyviä työtehtäviä suorittavat tarttumat syöttävät kappaleen esimerkiksi liimaus- tai pistehitsaustyökalulle, jonka jälkeen kyseiset työkalut voivat suorittaa työvaiheet. Geometrisen tarttuman tehtävänä on paikoittaa liitettävät kappaleet oikeaan paikkaan, jonka jälkeen ne voidaan liittää yhteen. Käytettävän energian eli sähkön ja paineilman sekä myös ohjauksen tarttuma saa tehdasautomaatiojärjestelmästä, siihen kytkeytyneen robotin välityksellä. Käsiteltävän kappaleen sijainnin tunnistaminen tapahtuu anturoinnin avulla. Kappaleen tartuntaan käytetään paineilmalla toimivia klamppisylintereitä. Toinen korihitsaamossa käytettävä tarttumismenetelmä on imukuppitarttuma, jota hyödynnetään esimerkiksi ulkopeltien liikutteluun. Tarttumat käytetään automaation avulla, mutta ne vaativat kuitenkin päivittäistä puhdistustyötä ja kuntotarkastusta. (Leino, 2017, s. 34)

Tarttumuksissa käytettävät menetelmät voidaan jakaa kolmeen ryhmään:

- Yksinkertaisin ja yleisin on mekaaninen tarttuma, jossa sormien liikettä ohjataan sähkön, hydraulikan tai pneumatiikan avulla. Erityisesti pneumatiikalla toimiviin tarttumiin on markkinoilla saatavilla runsaasti komponentteja edulliseen hintaan.
- Suhteellisen pienen rakenteen omaavaa sähkömagneettista tarttumaa voidaan hyödyntää vain magneettisten kappaleiden käsittelyyn. Sähkömagneettisesta tarttumasta saatava nostovoima riippuu paljon käsiteltävän kappaleen pinnanlaadusta ja muodoista.
- Kolmas tarttumismenetelmä on imu- ja tyhjiötarttuma, jossa kappaletta käsitellään imukupien avulla. Tätä menetelmää käytetään usein silloin, kun mekaanisen tarttuman käyttö ei ole mahdollista tai järkevää, esimerkiksi käsiteltävän kappaleen naarmuuntumisriskin vuoksi. Imukupitarttumat vaativat kuitenkin laadukkaan tarttumispinnan, joten huonon pinnanlaadun omaavien tai likaisten kappaleiden käsittelyyn imukupit eivät sovellu eikä käsiteltävään kappaleeseen saa kohdistua suuria sivuttaisvoimia. (Leino, 2017, s. 16)



KUVA 12. Gripperi robottiin kytkettynä (Valmet Automotive, 2020)

4 MEKAANISEN SUUNNITTELUN OHJEISTUS

4.1 Mekaniikkasuunnittelu

Englannin kielinen termi design on vaikeasti suomennettavissa. Siitä on suoran suomalaisen käännöksensä tapaan useita erilaisia määritelmiä. Design tarkoittaa kaikkea sitä toimintaa, jonka avulla asiakkaan tarpeen tyydyttämiseksi generoitu idea muutetaan konkreettiseksi tuotteeksi. (Hietikko, 2015, s. 136)

Mekaanisia tuotteita näkyy kaikkialla ja kaikki ne ovat pitkällisen suunnitteluprosessin tuloksia. Uusille tuotteille on olemassa jatkuva tarve. Tuotteet monimutkaistuvat, jolloin tarvitaan usein monesta henkilöstä koostuva tiimi suunnittelemaan niitä. Kun yksikertaisimmissa, 1800-luvun alussa kehittyissä tuotteissa oli 10 - 100 osaa, on nykyaikaisessa lentokoneessa osia jo reilu miljoona. (Hietikko, 2015, s. 136)

Mekaniikkasuunnittelulla voidaan vaikuttaa paljon tuotteen ominaisuuksiin kuten laatuun, hintaan, käytettävyyteen ja käyttökustannuksiin sekä turvallisuuteen. Suunnittelussa tulee ottaa huomioon laajasti tuotteen osa-alueita mitoituksista valmistukseen ja direktiivien vaatimusten täyttämiseen. Lopullisen tuotteen laatuun ja kustannuksiin vaikuttaa merkittävästi myös suunnittelun alussa tehtävät valinnat kuten materiaalin valinta. Kaikkien tuotteen vaatimuksien täyttämiseksi, mekaniikkasuunnittelua tulee tehdä tiiviissä yhteistyössä sidosryhmien kuten valmistajan ja asiakkaan kanssa. Suunnittelijan ammattitaito eli taito luoda 3D-malleja ja teknisiä piirustuksia sekä laskelmia ovat avainasemassa itse mekaniikkasuunnitteluun vaikuttaviin kustannuksiin. (Saofin, 2020)

Tietokoneavusteisessa suunnittelussa käytetään hyväksi tietokoneen matemaattista ja graafista mallinnuskykyä, jotka toimivat näin suunnittelijan työkaluina suunnitteluprosessin aikana. Suunnitteluun sisältyy useita toimintoja, joissa tietokonetta voidaan käyttää hyväksi, yhtenä esimerkkinä piirustusten luominen. 3D-mallinnuksen kehittyminen viimeisen vuosikymmenen aikana on mahdollistanut sen käytön yhä useimpien tuotteiden suunnittelussa. Yksi viimeisimpien vuosien uutuuksista on parametrinen piirremallinnus, joka on lisännyt entisestään 3D-mallinnuksen tehokkuutta. (Hietikko, 2015, s. 139)

Mallinnuksen ja piirtämisen lisäksi tietokoneen avulla voidaan myös tehdä tuotteelle erilaisia analyysejä ja simulointeja. FEM-laskenta on yksi yleisimmistä analyyseistä. Siinä käsiteltävä kappale jaetaan elementteihin eli pieniin osiin, jotka voidaan yksitellen analysoida paremmin kuin monimutkainen kappale. FEM-laskentaa käytetään esimerkiksi kun halutaan analysoida tuotteen lujuusominaisuuksia tai lämpötilan jakaumia. Toinen yleinen analyysimuoto on kinemaattinen analyysi, jossa voidaan simuloida ja tarkastella tuotteen osien käyttäytymistä ja liikeratoja. (Hietikko, 2015, s. 139)

4.2 Ohjeen ominaispiirteet ja hyödyt

Työohjeet kuvaavat toiminnan suorittamista joko tekstissä tai kuvien ja piktogrammien avulla. Uusille työntekijöille työohjeet ovat konkreettinen opas, joka opastaa heitä vaihe vaiheelta käsillä olevan tehtävän suorittamisessa. Kokeneille työntekijöille se toimii ensisijaisesti referenssinä, koska he ovat jo perehtyneet prosessin kulkuun. (Cioplenu, 2018)

Jokaisella työntekijällä on hiukan erilainen tapa tehdä asioita. Jokaisella on erilainen tausta, erilainen kokemus, erilainen taitotaso ja mahdollisesti hiukan erilainen työprosessi. Ja mitä suurempaa toiminta yrityksessä on, sitä enemmän variaatioita mahtuu mukaan. Työohjeiden suunnittelemisen ja luominen saattaa viedä paljon aikaa, mutta hyvät ohjeet hyödyttävät merkittävästi työskentelyä ja ovat polku asteittaiseen kehitykseen. (Dozuki, 2020)

Työohjeiden avulla työntekijälle pitäisi olla kristallinkirkasta, kuinka tehtävä tulisi suorittaa. Tulkinanvaralle ei saa jättää tilaa eikä työohje saa olla epämääräinen, jotta saataisiin minimoitua riski mahdollisuudelle, että työohje pikemminkin hämmäntäisi kuin selkeyttäisi työn suoritusta. Tämä tarkoittaa, että ohjeiden tulisi olla mahdollisimman lyhyitä ja yksinkertaisia. Seuraavassa 6 esimerkkiä hyvän työohjeen ominaispiirteistä:

1. Selkeys:
 - Ohjeiden tulee olla helposti ymmärrettävissä jokaiselle työntekijälle. Vältä monimutkaisia lauseita, slangia, lyhenteitä ja liian teknisiä termejä.
2. Saatavuus:
 - Hyvästään työohjeista ei ole hyötyä, jos ne eivät ole aina saatavilla. Ohjeiden tulee olla luettavissa, riippumatta työntekijän fyysisestä sijainnista.
3. Uskottavuus:
 - Työntekijöiden tulee nähdä ohjeet uskottavina, avuliaina ja tarkkoina. Ohjeen sisällön täytyy olla kirjoitettu tai ainakin hyväksytty asiasta kaikkein eniten tietävän työntekijän toimesta.
4. Johdonmukaisuus:
 - Työohjeiden tulee noudattaa yhtä tyyliä. Yhdenmukaisuus terminologian, asettelun, median ja menetelmien suhteen helpottaa ohjeen lukemista.
5. Lyhyt ja yksinkertainen:
 - Albert Einsteinin sanoin: ”Jos et osaa selittää sitä yksinkertaisesti, et ymmärrä siitä tarpeeksi”. Työohjeiden tarkoitus ei ole tuoda ilmi kirjoittajan älyllisyyttä, vaan ilmaista asia mahdollisimman lyhyenä ja yksinkertaisena.
6. Visuaalisuus:
 - Nykypäivän visuaalisen kulttuurin johdosta monet meistä saavat tiedon mieluiten visuaalisen median kautta, käytä siis mahdollisimman paljon kuvia, piirroksia ja videoita. (Gluu, 2020)

Prosessijohtamisen palveluita tarjoava yritys, Gluu kertoo nettisivuillaan hyvän työohjeen hyödyistä ja merkityksestä seuraavasti:

- Ne vähentävät haittavaikutuksia avainhenkilön poistuessa yrityksestä. Työohjeet luovat ja säilyttävät tietämyksen yrityksen sisällä. Kun tietoa ja ohjeistusta jaetaan suullisesti, on aina olemassa mahdollisuus tulkinnallisille sekä inhimillisille virheille. Ja tieto siitä, kuinka jokin työ tai asia tulisi tehdä oikein ja tehokkaasti, menetetään, kun kyseinen henkilö poistuu yrityksestä ja vie tietotaitonsa mukanaan. Hyvä työohje välttää kaiken tämän.
- Työohjeet vähentävät riskejä, koska turvallisin tapa tehdä työ on selkeä ja kaikkien tekijöiden tiedossa.
- Selkeyden avulla vältetään virheitä ja niin sanottua ”syyllisyyspeliä”. Kun asiat menevät pieleen, on ihmisellä luonnollinen taipumus syyttää tai pikemminkin siirtää virhe jonkin tietyn ihmisen vastuulle. Mutta jos näin tapahtuu usein, sillä voi olla vaikutusta henkilöstön moraaliin. Selkeiden työohjeiden avulla minimoidaan tämä ongelma.
- Työohjeiden avulla säästetään aikaa. Seuraava kaavio esittää Gluun oman tutkimuksen sijoitetun pääoman tuotosta työohjeita kirjoitettaessa. Tutkimuksen mukaan työohje maksaa alkuperäisen sijoitetun pääoman takaisin, kun ohjetta on käytetty vain kolme kertaa. Lean-periaatteen mukaisesti standardityöhön viitaten, tässä tutkimuksessa otettiin huomioon vain ajan säästäminen. Virheistä ja työn uudelleen tekemisestä sekä korjauksista koituvia menetyksiä ei tässä tutkimuksessa ole otettu huomioon. (Gluu, 2020)



KUVA 13. Työohjeeseen sijoitetun pääoman takaisinmaksu (Gluu, 2020)

5 YHTEENVETO

5.1 Työn taustatiedot

Tämä opinnäytetyö sai alkunsa VA:n ME Body Shop -osaston tarpeesta päivittää heidän mekaanisen suunnittelun ohjeensa nykypäivään. Suunnitteluohjeen tarkoitus on vähentää epäselvyyksiä Valmet Automotiven sidosryhmien välillä ja yhtenäistää työkalusuunnittelun säännöksiä sekä suunnittelijoiden toimintatapoja. Ohjeen tarkoituksena on myös toimia yhtenä laadunvarmistuksen työkaluna projektien läpiviennissä sekä myös turvana alihankkijoiden ja toimittajien virheellisen suunnittelu- tai valmistustavan varalle.

5.2 Työn eteneminen

Opinnäytetyön tekijä aloitti työskentelyn Valmet Automotivella päivämäärällä 7.1.2020. Opinnäytetyö on kytköksissä Erikoistumisprojekti 2 -kurssiin, joka suoritettiin työn alussa aikavälillä 8.1.2020 – 7.2.2020. Kyseinen kurssi toimi esiselvityksenä ja lähtötietojen kartoituksena opinnäytetyölle. Kurssin aikana pyrittiin määrittelemään opinnäytetyön aiheena olevan mekaanisen suunnittelun ohjeen sisältö mahdollisimman huolellisesti ja tarkasti. Kurssin aikana pohdittiin myös tulevan ohjeen visuaalista ilmettä ja tekstin jäsentelyä kaksikielisen sisällön takia, joka hieman lisäsi ohjeen pohjan luonnin haastavuutta.

Vaikka suunnitteluohje tehtiinkin korihitsaamon suunnittelijoiden käyttöön, on ohjeella kuitenkin suoria ja epäsuoria vaikutuksia muualle työkalujen elinkaaren aikana. Suoria vaikutuksia koituu esimerkiksi automaatiosuunnitteluun ja epäsuoran vaikutuksen alaisuudessa voisi olla esimerkiksi työkalun elinikä. Tämän johdosta työn suunnittelu ja Erikoistumisprojekti 2 -kurssin onnistuminen olikin tärkeässä roolissa suunnitteluohjeen lopputuloksen kannalta.

Alustavan sisällysluettelon laatimisen jälkeen alkoi aiheisiin syvällisempi perehtyminen Valmet Automotiven sisäisistä asiakirjoista ja ulkoisista tiedonlähteistä sekä työntekijöiden tietotaidon avulla. Suuri osa suunnitteluohjeen sisällöstä pohjautuikin juuri Valmet Automotiven eri osastojen työntekijöiden tietotaitoon sekä ennen kaikkea edellisistä projekteista hyväksi opittuihin toimintatapoihin. Opinnäytetyön tekijä työskenteli edellisenä kesänä 2019 korihitsaamon kunnossapidon suunnittelun osastolla ja omaa jo jonkin verran käytännön kokemusta mekaaniseen suunnitteluun liittyen, joten korihitsaamon työkaluun liittyvän tietotaidon kerryttäminen oli näin hiukan helpompaa aloittaa.

Ohjeen sisällön edetessä pidettiin lukuisia palavereita eri VA:n osastojen suunnittelijoiden kesken ja näin kerättiin ajatuksia yhteen. Suurin osa palavereista pidettiin korihitsaamon ja kokoonpano-osaston johtavien suunnittelijoiden kesken. Suunnitteluohjeen sisältö ja rakenne haki paikkaansa koko opinnäytetyön ajan ja uutta aihetta sekä sisältöä tuli työn edetessä. Yksi työn haastavimmaksi osuudeksi muodostuikin lukuisten erinäisten mielipiteiden ja näkemysten sekä työskentelytapojen yh-

teensovittaminen yhdeksi toimivaksi ratkaisuksi. Tämä kertoo kuitenkin vain suunnitteluohjeen tarpeellisuudesta, jonka avulla saadaan hallinnoitua nämä erinäiset suunnitteluun liittyvät variaatiot ja laadittua suunnitteluun yhtenäinen tapa toimia.

5.3 Työn tulokset

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda ohjeistus korihitsaamon työkalujen mekaaniseen suunnitteluun. Erikoistumisprojekti 2 -kurssin aikana laadittu suunnitteluohjeen sisällysluettelo haki muotoonsa työn edetessä ja työn aikana tehdyn eri osastojen välisen ajatustyön sekä kommunikaation johdosta. Työn loppupuolella suoritettiin suunnitteluohjeen oikolukuja osaston johtavien suunnittelijoiden ja projekti-insinöörien sekä osaston johtajan kesken. Oikolukujen ja aiheen kokonaisvaltaisen tarkastelun johdosta ohjeen sisältö paisui vähitellen suuremmaksi ja käsiteltäviä aihealueita tuli lisää. Työn aikana saatiin kuitenkin käsiteltyä ja laadittua ohjeistus kaikkiin haluttuihin aiheisiin ennalta sovitun aikataulun sisällä.

Työn toimeksiantava yritys oli työn suoritukseen ja siitä saataviin tuloksiin tyytyväinen. Työ oli laaja ja todella haastava osastolle uutena työntekijänä tulleelle opinnäytetyön tekijälle ja tämän myötä opettavainen. Työn aikana opinnäytetyön tekijä sai erittäin paljon uutta oppia osaston kokonaisvaltaiseen toimintaan liittyen, joka sisälsi perehtymistä mekaaniikkasuunnittelun lisäksi esimerkiksi automaatio- ja PLC -suunnitteluun, prosessin simulointiin ja projektisuunnitteluun sekä myöskin yleisesti työskentelyyn isossa autoteollisuuden yrityksessä. Opinnäytetyön tekijä kokee, että konetekniikan opinnoista Savonian ammattikorkeakoulussa oli paljon hyötyä työtä suoritettaessa ja niin sanotusti hyvä sekä vakaa pohja lähteä kartoittamaan syvempää ammatillista osaamista.

Todelliseen testiin työn tulos eli suunnitteluohje pääsee kuitenkin vasta seuraavan isomman suunnitteluprojektin myötä, jossa nähdään käytännössä ohjeistuksien toimivuus sekä mahdolliset parannettavat kohdat. Tällaista täysin uusiksi luotua suunnitteluohjetta voidaankin pitää alussa niin sanottuna ”elävänä” dokumenttina, joka hakee muotoonsa käytännön vaiheessa ja suunnitteluprosessien läpiviennin aikana sekä eri sidosryhmiltä saatavien palautteiden myötä.

5.4 Työn jatko ja kehitysmahdollisuudet

Opinnäytetyön tavoitteena oli päivittää osastolla aiemmin käytössä ollut työkalusuunnittelua käsittelevä ohjeistus. Kyseinen ohjeistus käsittelee kuitenkin työkalusuunnittelua 2D-suunnittelun näkökulmasta, joten ohjetta ei ole ollut enää pitkään aikaan aiheellista käyttää ja tämän johdosta ohjeistus meni täysin uusiksi. Ohjeen päivittämisestä nykypäivän 3D-suunnittelun käytäntöihin on suuri hyöty seuraavien projektien läpiviennissä.

Tällä hetkellä kun suunnitteluohje on saatu päivitettyä nykyaikaan, on kyseistä ohjetta helppoa päivittää tulevista suunnitteluprojekteista saatavien oppien ja palautteiden myötä. Nykypäivänä digitaalisatio ja teknologia kehittyy kuitenkin hurjaa vauhtia ja sen myötä vaikutukset 3D-suunnitteluun ovat väistämättömät. Työkalusuunnittelun ja sen myötä myöskin tämän opinnäytetyön tulevaisuutta

ja kehityksen osa-alueita ajatellen seuraava askel kehittyneempään, entistä tehokkaampaan ja taloudellisesti kannattavampaan suunnittelutyöhön voisi olla työpiirustukseton valmistaminen. Tämä mahdollistettaisiin malliperustaisen tuotemäärittelyn eli MBD:n (Model-based definition) avulla, jossa perinteisiä teknisiä piirustuksia ei tarvitsisi luoda lainkaan. Samalla tuotetiedon hallinta nopeutuisi ja helpottuisi sekä saataisiin karsittua suunnittelun riskitekijöitä pois, esimerkiksi vanhentuneen tuotetiedon kuten 2D-piirustuksien käsittely.

Nykypäivänä suunnitteluohjelmistoilla voidaan tuotemäärittelytieto sisällyttää suoraan 3D-mallin sisälle, jonka johdosta perinteisiä 2D-piirustuksia ei tarvitse luoda lainkaan, tätä kutsutaan malliperustaiseksi tuotemäärittelyksi (MBD). Malliperustaisen tuotemäärittelyn suurimpina etuina on muun muassa yksinkertaisempi tuotemäärittely ja nopeampi sekä tehokkaampi tuotetiedon käsittely esimerkiksi tuotannossa, mittauksessa tai tuotannonsuunnittelussa. (Rapinoja, 2016, s. 5)

Kaksiulotteista teknistä piirtämistä on tähän asti käytetty tuotetiedon siirtämiseen, säilytykseen ja dokumentointiin. Tuotteita on mallinnettu kolmiulotteisesti kuitenkin jo vuosikymmenien ajan. Miksi yhä nykypäivänä 3D-mallin rinnalle halutaan kaksiulotteisesti latistettu kuvaus? (Rapinoja, 2016, s. 5)

Tämän kysymys herättääkin varmasti paljon keskustelua Suomessa eri teollisuuden yrityksissä seuraavien vuosien aikana. Kyseistä kysymystä ja suunnitteluohjeen sekä samalla tämän opinnäytetyön tulevaisuutta ja kehitysaskeleita onkin aiheellista siirtyä miettimään seuraavaksi myös Valmet Automotivella.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Aaltonen, K. Andersson, P. Kauppinen, V. (1997). *Levytyö- ja työvälintekniikat*. Porvoo: WSOY.

Cioplenu. (19. 11. 2018). *Resources: Blog: What you should consider when creating a work instruction: Cioplenu*. (Valentin, markkinointipäällikkö) Haettu 20. 05. 2020 osoitteesta Cioplenu: <https://cioplenu.com/en/what-you-should-consider-when-creating-a-work-instruction/>

Daimler AG. (2020). *Brands & Products: Mercedes-Benz cars: Mercedes-Benz passenger cars: GLC SUV: 2015-2018: Technology*. Haettu 05. 05. 2020 osoitteesta Daimler: <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Technology.xhtml?oid=9267284>

Dozuki. (2020). *Resources: Resource library: Tech writing handbook: Appendix A: Deep dive; Work instructions*. Haettu 16. 05. 2020 osoitteesta Dozuki: https://www.dozuki.com/tech_writing/chapter-a

Gluu ApS. (2020). *Inspiration: How to write work instructions*. Haettu 16. 05. 2020 osoitteesta Gluu: <https://www.gluu.biz/how-to-write-work-instructions/>

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I., Miettinen, A. (2005). *Teollisuustalous*. Tampere: Infacs Oy.

Hietikko, E. (2015). *Tuotekehitystoiminta*. Helsinki: Books on Demand.

Korhonen, A & Neuvonen, S. (1999). *Kiinnittimen virtuaalisuunnittelu*. [Lehtiartikkeli] Hitsaustekniikka 6/1999. Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys r.y., Lahti 1999 ISSN.

Leino, L. (2017). *Robottitarttujen perehdytysmateriaalin laatiminen – Valmet Automotiven korihit-saamoon*. Turku AMK. Tuotantotalous. Opinnäytetyö. [Viitattu 2020-5-19.] Saatavissa: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:amk-2017062814040>

Marttinen, J. (2018). *Palvelukseen halutaan robotti*. Helsinki: Aula & Co.

Oil & Gas production training services. (2020). *Workplace procedures: Following work instructions*. Haettu 20. 05. 2020 osoitteesta pmarpl.com: <http://pmarpl.com.au/training/msap-msup100a/050100-following-work-instructions.htm>

Rapinoja, J-P. (2016). *Malliperustaisen tuotemäärittelyn (MBD) mahdollisuudet*. Haettu 22. 05. 2020, ladattavissa osoitteesta: <https://teknologiainfo.net/fi/content/malliperustaisen-tuotem%C3%A4%C3%A4rittelyn-mbd-mahdollisuudet>

Saofin Oy. (2020). *Mekaniikkasuunnittelu: Mitä on mekaniikkasuunnittelu*. Haettu 17. 05. 2020 osoitteesta Saofin: <https://www.saofin.fi/mekaniikkasuunnittelu/>

Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys ry. (2020). *SHY: Hitsaustekniikka-lehti: 3/2011*. Haettu 11. 05. 2020 osoitteesta shy.fi: http://shy.fi/portals/shy/iBooklet/2011/ht_3_11/files/assets/basic-html/page38.html

Suomen metalliteollisuuden keskusliitto. (1987). *Hitsauskiinnittimen suunnittelu*. Helsinki: Metalliteollisuuden kestannus Oy.

Siemens AG. (2020). *Company: Stories: Industry: Every tenth robot in Finland works in this factory*. Haettu 05. 04. 2020 osoitteesta Siemens: <https://new.siemens.com/global/en/company/stories/industry/robotics-robots-valmetautomotive.html>

Vakka-Suomen Sanomat. (2020). *Uutiset Uusikaupunki*. Haettu 30. 04. 2020 osoitteesta Vakka.fi: <https://www.vakka.fi/a/ns002418723>

Valmet Automotive Autotehtaan Sankarit. (2020). *Valmet Automotive*. Haettu 30. 04. 2020 osoitteesta Autotehtaan sankarit: <https://www.autotehtaansankarit.fi/valmet-automotive/>

Valmet Automotive Oy. (2020). *Media: Uutisarkisto: Valmet Automotiven vuosikatsaus 2019: Menestyksenkäs aloitus akkuliiketoiminnassa, Ebitda ja kassavirta parantuivat merkittävästi haastavasta liiketoimintaympäristöstä huolimatta*. Haettu 29. 04. 2020 osoitteesta Valmet Automotive: <https://www.valmet-automotive.com/fi/media/uutiset/valmet-automotiven-vuosikatsaus-2019-menestyksenkäs-aloitus-akkuliiketoiminnassa-ebitda-ja-kassavirta-parantuivat-merkittavasti-haastavasta-liiketoimintaymparistosta-huolimatta/>

Valmet Automotive Oy. (2020). *Kinematiikka*. Haettu 30. 04. 2020 osoitteesta Valmet Automotive: <https://www.valmet-automotive.com/fi/kattojarjestelmat/>

Valmet Automotive Oy. (2020). *Suunnittelu*. Haettu 30. 04. 2020 osoitteesta Valmet Automotive: <https://www.valmet-automotive.com/fi/suunnittelu/>

Valmet Automotive Oy. (2020). *Sähköautot*. Haettu 30. 04. 2020 osoitteesta Valmet Automotive: <https://www.valmet-automotive.com/fi/sahkoautot/>

Valmet Automotive Oy. (2020). *Valmistus*. Haettu 30. 04. 2020 osoitteesta Valmet Automotive: <https://www.valmet-automotive.com/fi/valmistus/>

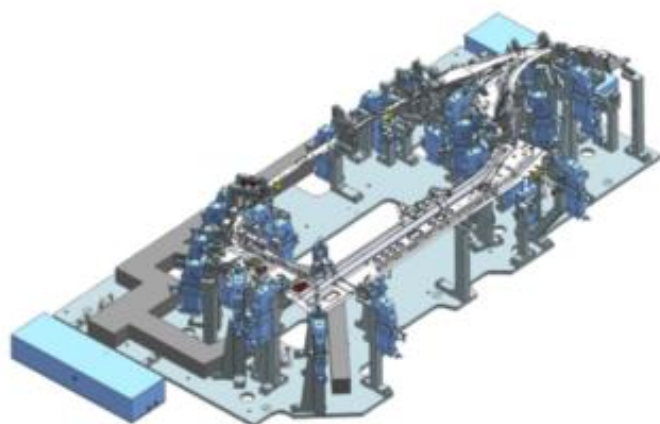
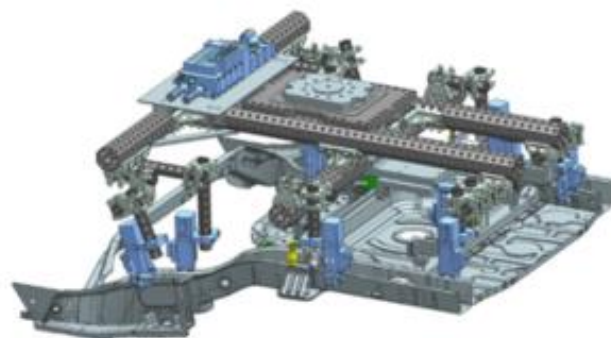
Valmet Automotive Inc. (2019). *50 EST. 1968 Valmet Automotive*. (Valmet Automotive Inc.) Uusi-kaupunki, Suomi.

Mekaanisen suunnittelun ohje

Mechanical design guide

Manufacturing Engineering Body Shop

28.5.2020



VALMET AUTOMOTIVE

Table of Contents

1. INTRODUCTION	3
2. FILE NAMING	4
3. DESIGN	7
3.1. Modelling	7
3.1.1. Software and version	7
3.1.2. Structure tree	8
3.1.3. Coordinate system	10
3.1.4. Symmetric and mirroring	11
3.1.5. Clamping plan	11
3.1.5.1 Locating principle 3-2-1	12
3.1.5.2 Referense points	13
3.1.6. Coloring	15
3.1.6.1. The color code of the parts	15
3.1.6.2. Color codes for assembly	16
3.1.7. Components	17
3.1.8. Control sheet	18
3.1.9. Kinematic	19
3.2. Product features	20
3.2.1. Measurement holes	20
3.2.2. TCP	21
3.2.2.1. TCP check	21
3.2.3. Attachments	22
3.2.4. Spacer and shims	23
3.2.5. File formats	24

4. DRAWINGS	25
4.1. Templates	26
4.2. Main assembly drawings	26
4.3. Sub assembly drawings	27
4.4. Part drawings	28
4.5. Cutting drawings	28
4.6. Title block	29
4.7. Bill of materials	31


VALMET AUTOMOTIVE

Suunnitteluohje / Design guide

28.5.2020

1/42

EXTRENAL

4.8. File formats	31
5. DIMENSIONS AND SYMBOLS	32
5.1. Tolerances	32
5.2. Surface symbols	33
5.3. Welding symbols	34
5.4. Standard parts	34
5.5. Guiding pin and measurement holes	35
5.6. Cylinders	35
6. GENERAL NOTICES	36
7. MATERIALS AND SURFACE TREATMENT	38
7.1. Materials	38
7.2. Surface treatment	39
8. COMPONENTS	40



Change control table

N:ro	Subject of change / comment	Author	Date
1	Document created	J-P Holm	28.5.2020
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			



1. JOHDANTO

Tässä suunnitteluohjeessa kerrotaan olennaisimmat asiat korihitsaamossa käytettävien työkalujen mekaaniseen suunnitteluun liittyen. Työkaluista puhuttaessa tarkoitetaan korihitsaamoon valmistettavia työkaluita kuten esimerkiksi jigit (hitsauskiinnitin) ja gripperit (robottitarttuja). Vastaavasti työkappaleesta puhuttaessa tarkoitetaan auton korin osia ja niistä koostuvia kokoonpanoja.

Ohjeen tarkoituksena on olla tukena ja vähentää epäselvyyksiä niin Valmet Automotiven työntekijöiden kuin ulkoisten toimijoiden keskuudessa suunnitteluprosessin aikana.

Suunnitteluohjeen sisältö on pyritty pitämään lyhyenä, pyrkien näin helppolukaiseen ja tehokkaaseen ohjeeseen, jossa käydään läpi niin sanottuja työkalusuunnittelun kultaisia sääntöjä. Vaatiessa detaljitason ohjeistusta, on kyseisestä aiheesta tehty erillinen ohje, johon ko. luvussa viitataan.



INTRODUCTION

This design guide explains the most important things regarding the mechanical design of the tools used in a body shop. When we talk about tools, we mean work equipment made for a body shop, such as fixtures and grippers. Similarly, when referring to a workpiece, we mean parts of the car body and their assemblies.

The purpose of the guide is to support and reduce obscurities among both Valmet Automotive employees and stakeholders during the design process.

The content of the design guide has been kept short, thus aiming at an easy-to-read and effective guide that goes through the so-called golden rules of tool design. When detailed level instructions are required, a separate instruction has been made on the topic in question, to which the chapter refers to.



2. TIEDOSTOJEN NIMEÄMINEN

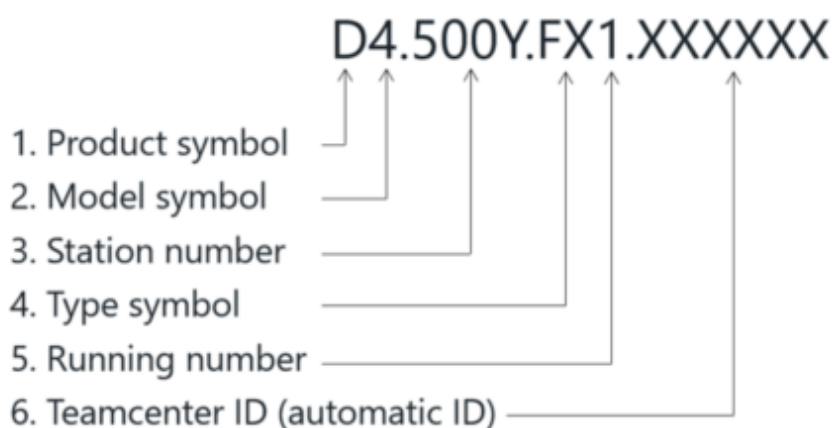
Kaikki projektin aikainen työkalusuunnittelu tulee suorittaa käyttäen Siemens Teamcenter PDM-järjestelmää. Suunnitellut tiedostot nimetään alla olevien esimerkkien mukaisesti:



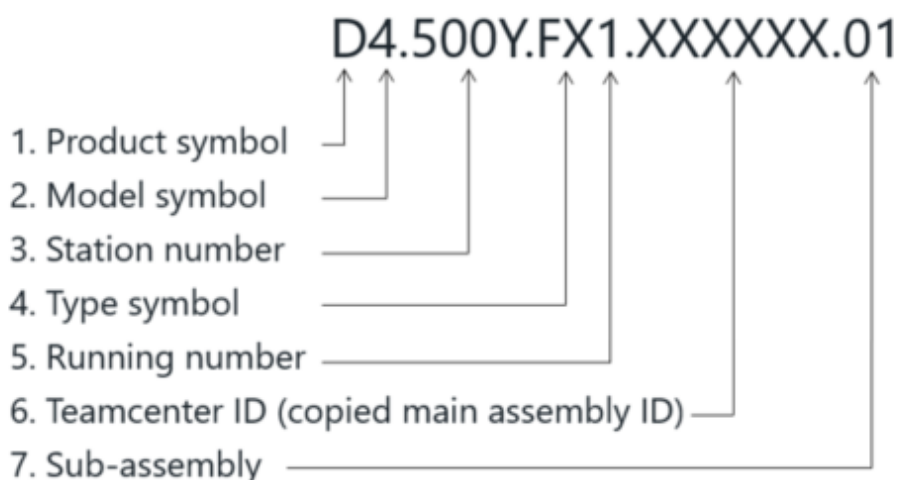
FILE NAMING

All tool design during the project must be done using the Siemens Teamcenter PDM system. The planned files are named according to the example below:

NAMING MAIN ASSEMBLY:



NAMING SUB-ASSEMBLY:





VALMET AUTOMOTIVE

Suunnitteluohje / Design guide

28.5.2020

5/42

EXTRENAL

NAMING PART:

D4.500Y.FX1.XXXXXX.01.001

1. Product symbol

2. Model symbol

3. Station number

4. Type symbol

5. Running number

6. Teamcenter ID (copied main assembly ID)

7. Sub-assembly

8. Part

Product	Model	Station number	Type symbol	Running number	Teamcenter ID	Sub assembly	Part
Will be specified by VA.	Will be specified by VA.	If no station number, number 000 will be used. See the station numbering table below.	LO = Layout drawings FX = Fixtures DP = Deposit FD = Foundations FR = Frame structures LT = Lifting tables TT = Turntables HT = Hand tools SS = Steel structures TS = Tool Stands WL = Working levels TR = Trolleys PS = Part Stands BR = Buffers MZ = Magazines GR = Robot grippers LA = Lifting accessories LI = Lift RC = Roller Conveyors CC = Chain Conveyors BC = Belt Conveyors HC = Hanging Conveyors MF = Measuring fixtures	Numbers 1, 2, 3,...	A six-digit random ID that Teamcenter assigns to the main assembly. The same ID must be manually copied to the related sub assemblies and parts.	Numbers 01-99.	Numbers 001-999.


VALMET AUTOMOTIVE

Suunnitteluohje / Design guide

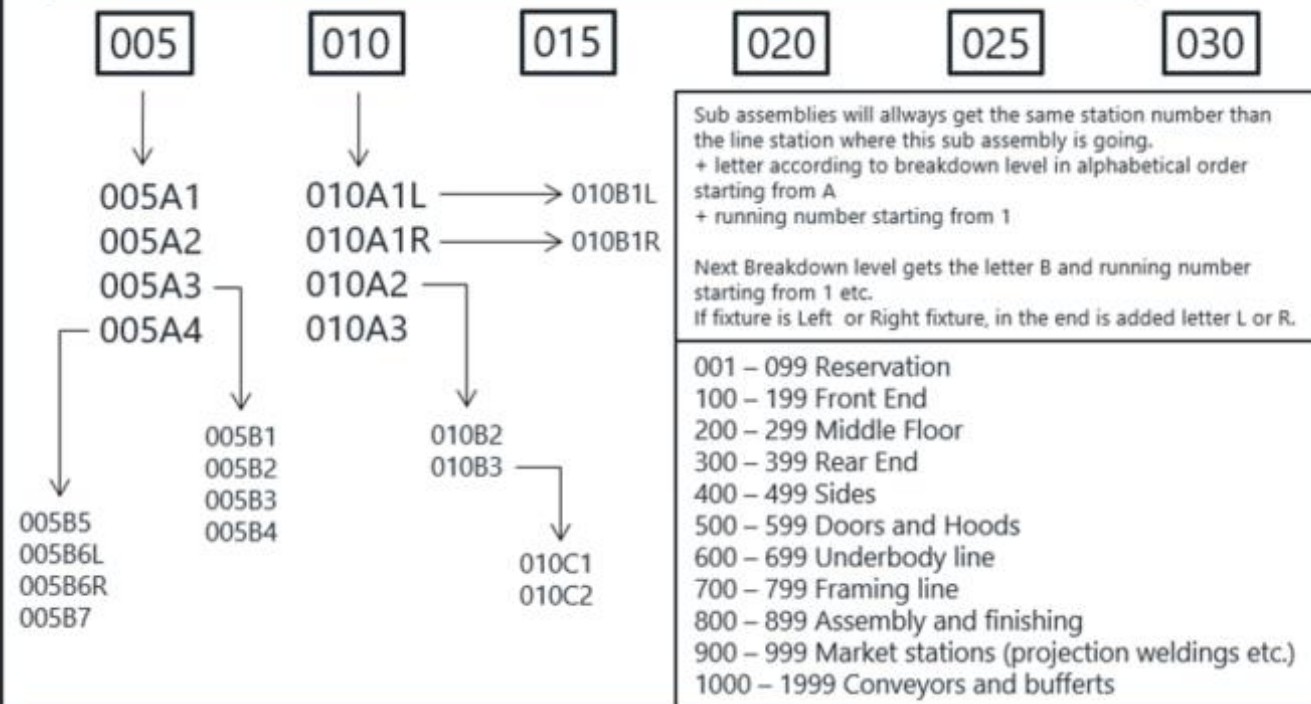
28.5.2020

6/42

EXTRENAL

Station numbering

Line stations will be numbered allways in 5 steps (other numbers will be reserved for later on changes in the line)





3. SUUNNITTELU

Tässä kappaleessa kerrotaan ja havainnollistetaan kuvilla Valmet Automotiven suunnitteluohjeen keskeisimmät asiat liittyen työkalujen suunnitteluun. Kappale on jaettu kahteen osioon, mallinnukseen ja tuoteominaisuuksiin.



3.1. Mallinnus

3.1.1. Ohjelmistot ja versio

Mallinnus suoritetaan ainoastaan seuraavilla Valmet Automotiven käytössä olevilla ohjelmistoilla:

- Siemens NX (Ensisijainen)
 - Versiot : 12.0 ja vanhemmat
- Catia V5
 - Versiot : R26 ja vanhemmat

Käytettävä ohjelma sovitaan työn alussa suunnittelusta vastaavan Valmet Automotiven henkilön kanssa.



DESIGN

This section explains and illustrates with pictures the most important things of Valmet Automotive's design guide related to tool design. The part is divided into two sections, modeling and product features.



Modelling

Software and version

Modeling should only be done with the following software used by Valmet Automotive:

- Siemens NX (Primary)
 - Versions: 12.0 and older
- Catia V5
 - Versions: R26 and older

The program to be used will be agreed at the beginning of the work with the person in charge of design at Valmet Automotive.



3.1.2. Rakennepuu

Pääkokoonpanon rakennepuu muodostetaan alla olevan esimerkin mukaisesti:

1. Pääkokoonpano
2. Kopioidut komponentit ja reunaehdot
 - Ylimmäisinä jokaisessa kokoonpanossa
3. Työkappale
 - Pääkokoonpanon alle ensimmäisenä komponenttina, reunaehtojen jälkeen
4. Alakokoonpano
5. Osakokoonpano
6. Kokoonpanon osat
7. Pienet komponentit
 - Alimmaisina jokaisessa ala- ja osakokoonpanossa seuraavassa järjestyksessä:
 - Säättölevy
 - Shimmit
 - Peitelevyt + tyypikilvet
 - Sokkatapit
 - Pultit
 - Mutterit
 - Prikat
 - Nostosilmukat
 - Muut komponentit



Structure tree

The structure tree of the assembly must be formed as in the example below:

1. Main assembly
2. Patterns and constraints
 - At the top of each assembly
3. Work piece
 - Below the main assembly as the first component, after the main assembly constraints
4. Sub assembly
5. Part assembly
6. Assembly's parts
7. Small components
 - At the bottom of each sub- and part-assembly in the following order:
 - Spacer
 - Shimms
 - Cover plates + type plates
 - Dowel pins
 - Bolts
 - Nuts
 - Washers
 - Eye bolts + swivels
 - Other components



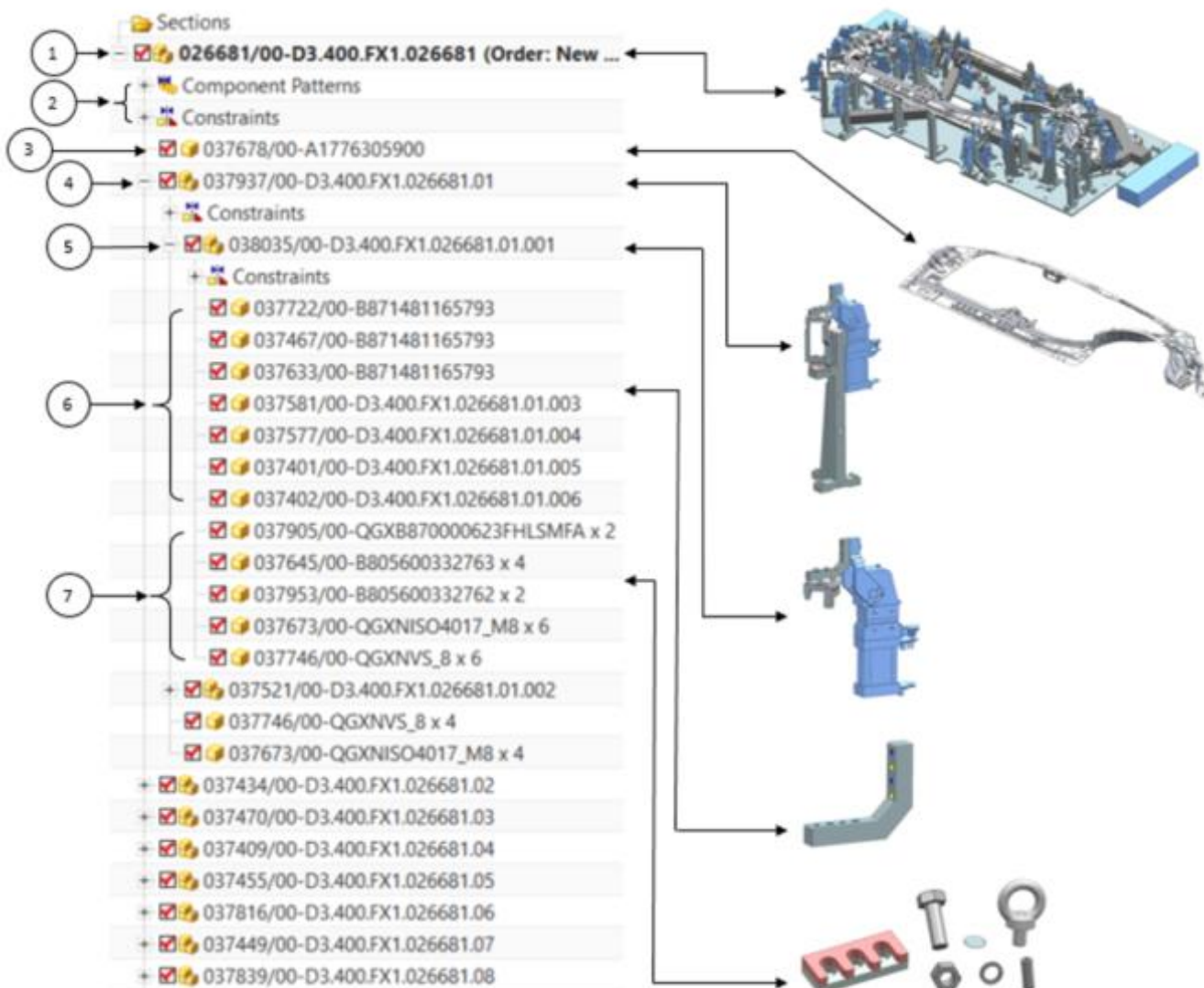
VALMET AUTOMOTIVE

Suunnitteluohje / Design guide

28.5.2020

9/42

EXTRENAL





VALMET AUTOMOTIVE

Suunnitteluohje / Design guide

28.5.2020

10/42

EXTRENAL



3.1.3. Koordinaatisto

Työkalut mallinnetaan auton koordinaatistoon. Koordinaattien suunta ja sijainti autoon nähden ilmenee alla olevasta kuvasta.

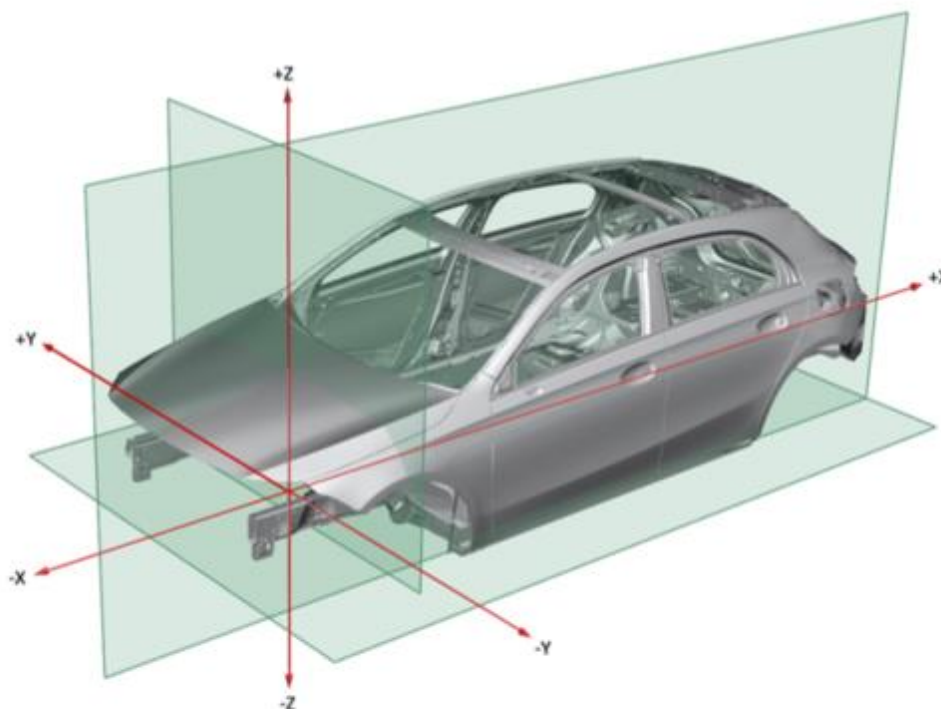
Huomautus: Koordinaatiston origon sijainti saattaa vaihdella autovalmistajittain!



Coordinate system

Tools will be modelled into coordinate system of the car. The direction and position of the coordinates relative to the car are shown below:

Note: The location of the origin of the coordinate system may change with different car manufacturers!



- Lähtökohtaisesti mallisidonnaiset työkalut suunnitellaan aina auton koordinaatistoon. Pääkokoonpanot ja osakokoonpanot luodaan aina todennukaiseen sijaintiin auton koordinaatistossa.
- Osien mallinnukset voidaan suorittaa mallinnusohjelman origoon, mikäli sama osa esiintyy useassa kokoonpanossa. Tässä tapauksessa osat siirretään auton koordinaatistoon vasta kokoonpanossa.
- In principle, model-specific tools are always designed in the car's coordinate system. The main and sub assemblies are always created in a realistic position in the coordinate system of the car.
- Part modeling can be done in the origin of the modeling program if the same part is used in multiple assemblies. In this case, the parts are moved to the car's coordinate system when creating the assembly.



3.1.4. Symmetria ja peilaus

Suunnitteluajan säästämiseksi vain auton vasen puoli mallinnetaan, jonka jälkeen työkalu peilataan oikealle puolelle ja muokataan tämän jälkeen mahdolliset eroavaisuudet.

Kultaiset säännöt:

- Peilattu oikea puoli täytyy aina tarkistaa ja varmistaa osien yhteensopivuus!
- Linkitys vasemman ja peilatus oikean puolen välillä täytyy katkaista kun tuote saadaan valmiiksi → Jälkimuutosten tekeminen selkeämpää ja vältetään tietämättä tehdyiltä muutoksilta, esim. jos halutaan tehdä muutos pelkästään oikean puolen työkaluun, mutta pitää vasen puoli ennallaan.



3.1.5. Klamppaussuunnitelma

Työkappaleiden klamppaussuunnitelma luodaan aina tuotteen referenssipistejärjestelmän mukaan uniikkina ja valitaan tapauskohtaisesti käytettävät referenssipisteet. Jokaisen työkalun klamppaussuunnitelma tulee hyväksyttävä ennen mallinnustyön aloittamista suunnittelusta vastaavalla Valmet Automotiven henkilöllä!

Referenssipistejärjestelmä on aina automallikohtainen ja saadaan kyseessä olevan automallin tuotesuunnittelusta.



Symmetric and mirroring

The left side of the car should be modelled and then mirrored to right side to reduce design time. Any necessary adjustments can then be made to account for differences between the two sides.

Golden rules:

- The mirrored right side must always be checked to ensure that the parts are compatible!
- Linkage between the left and mirrored right side need to break after the product is completed → This way the modification is clear and avoids unintentional changes, e.g. if you want to modify only the right side tool but keep the left side unchanged.



Clamping plan

The workpiece clamping plan is always created unique according to the product reference point system and the reference points to be used are selected on a case-by-case basis. The clamping plan for each tool must be approved by the Valmet Automotive person responsible for the design before starting modeling work!

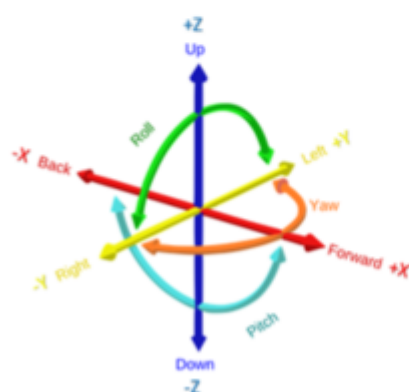
The reference point system is always car-specific and is obtained from the product design of the car in question.



3.1.5.1. Ohjausperiaate 3-2-1

Työkappale kohdistetaan työkaluun sitomalla sen kaikki kuusi vapausastetta tukien, ohjaintappien ja klamppien avulla. Tähän käytetään 3-2-1 sääntöä, jossa vapausasteet lukitaan referenssipisteiden avulla seuraavasti:

1. Valitaan vähintään kolme tukipistettä, joilla kappale:
 - o Tuetaan Z suunnassa (toinen Z suunta tuetaan klamppauksella).
 - o Estetään kappaleen pyörähtäminen X ja Y akselin ympäri.
2. Valitaan ohjausreikä, johon kappale kohdistetaan tarkasti, lukitaan kappale X ja Y suunnassa.
3. Valitaan toinen ohjausreikä, jolla kappaleen viimeinen vapausaste eli pyöriminen Z akselin ympäri lukitaan.
 - o Kappaletta ei saa kohdistaa kahdesta reiästä tarkasti, vaarana kappaleen yliohtautuminen! → Vältetään valitsemalla ovaalin muotoinen ohjausreikä tai pyöreän reiän tapauksessa käytetään salmiakin muotoista ohjaintappia.



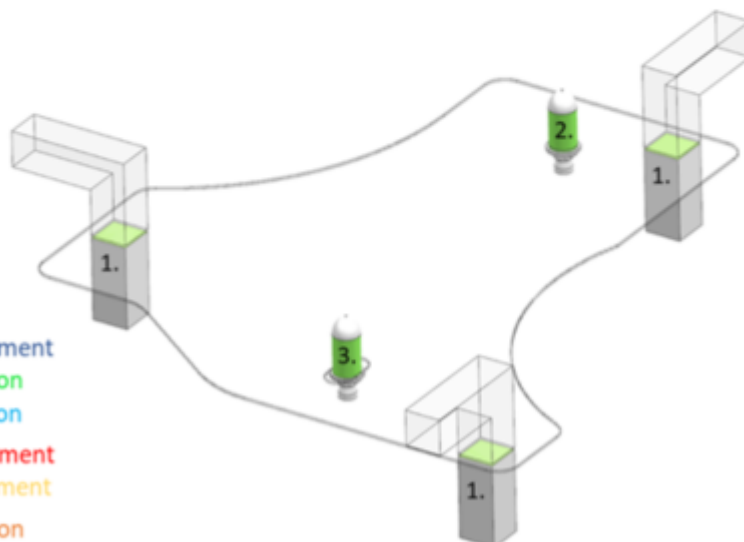
1. Z-movement
X-rotation
Y-rotation
2. X-movement
Y-movement
3. Z-rotation



Locating principle 3-2-1

The workpiece is aligned with the tool by locking all six degrees of freedom with supports, locating pins and clamps. Rule 3-2-1 can be used for this, where the degrees of freedom are locked by locating points as follows:

1. Select at least three locating points to:
 - o Support the workpiece in the Z direction (the second Z direction is supported by clamping).
 - o Prevent the workpiece from rotating about the X and Y axes.
2. Select the locating hole where the workpiece is precisely aligned and lock the workpiece in the X and Y directions.
3. Select a second locating hole to lock the last degree of freedom of the workpiece, i.e. rotation around the Z axis.
 - o The workpiece must not be aligned precisely through the two holes, risk of align the workpiece too precisely! → To avoid this, choose an oval locating hole or, in the case of a round hole, use a locating pin in the shape of a diamond.





3.1.5.2. Referenssipisteet

Työkappaleen kohdistukseen käytettävät suositellavat ohjausreiät ja tukipisteet voidaan lukea autonvalmistajan lähettämistä dokumenteista sekä työkappaleiden 3D-malleista. Referenssipisteiden merkintöjen selitteet ja kuvahavainnollistus referenssipaketin valitsemiseen näkyy alla:

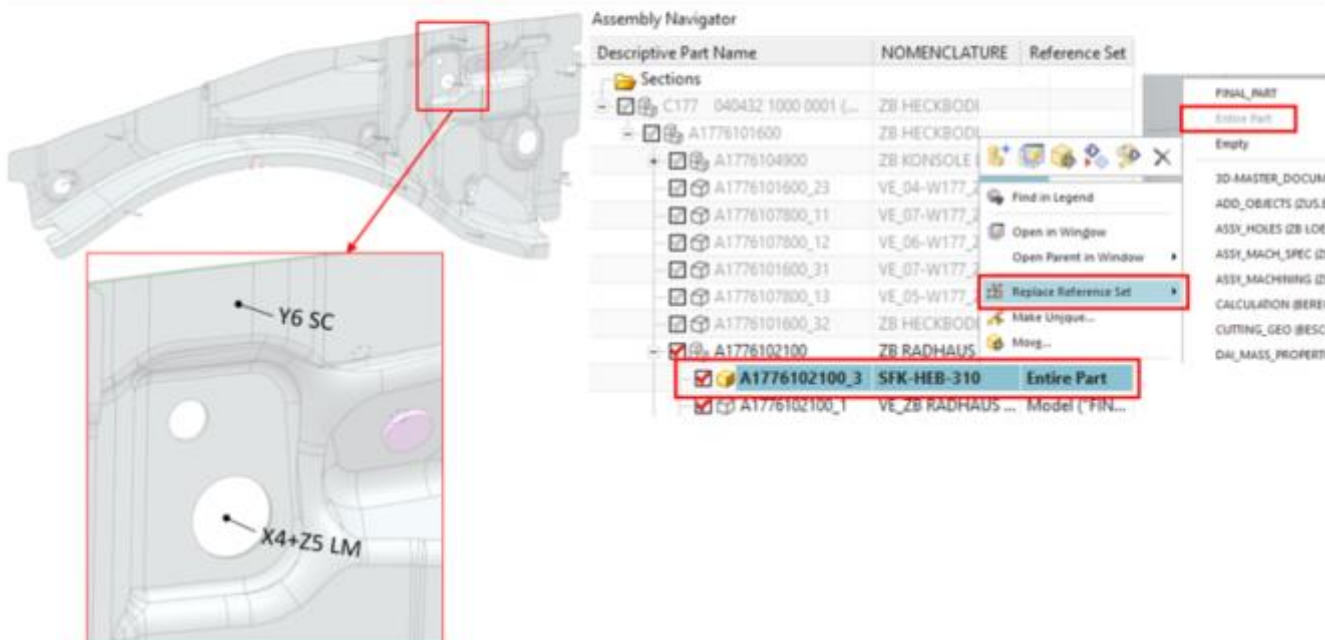
- SF = Tuenta
- SC = Tuenta ja klamppaus
- LM = Liikkuva ohjaintappi
- LF = Kiinteä ohjaintappi



Reference points

The recommended locating holes and points used to align the workpiece can be read from the documents sent by the car manufacturer as well as the 3D models of the workpieces. Explanations of reference point markings and an illustration of how to select a right reference package are shown below:

- SF = Support Fixed
- SC = Support with Clamping
- LM = Locator pin Movable
- LF = Locator pin Fixed



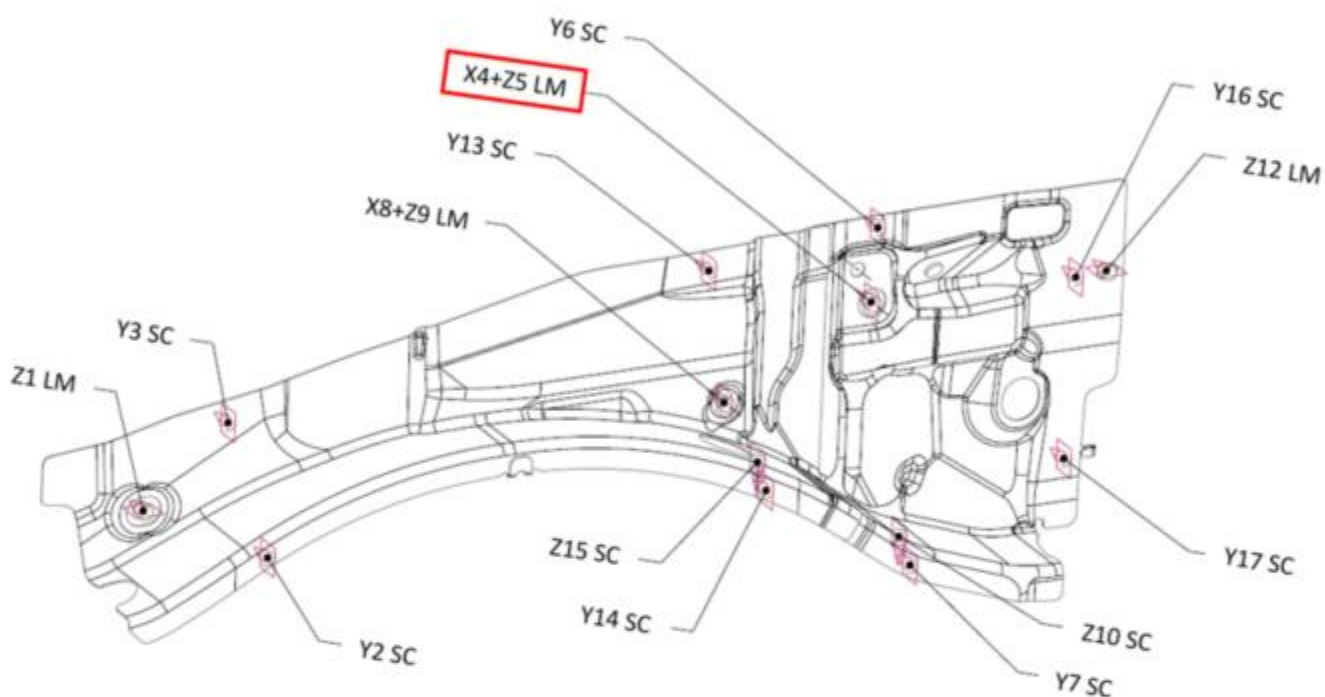


Esimerkkinä punaisella kehystetty referenssipiste:

X4 + Z5 LM → Alla kuvassa näkyvää työkappaletta voidaan ohjata kyseisestä referenssipisteestä X ja Z suunnassa käyttäen liikkuvaa ohjaintappia.

An example of a reference point framed in red:

X4 + Z5 LM → The workpiece shown in the figure below can be steered in the X and Z directions using a movable locating pin.





VALMET AUTOMOTIVE

Suunnitteluohje / Design guide

28.5.2020

15/42

EXTRENAL



3.1.6. Väritys

3.1.6.1. Osan värikoodit

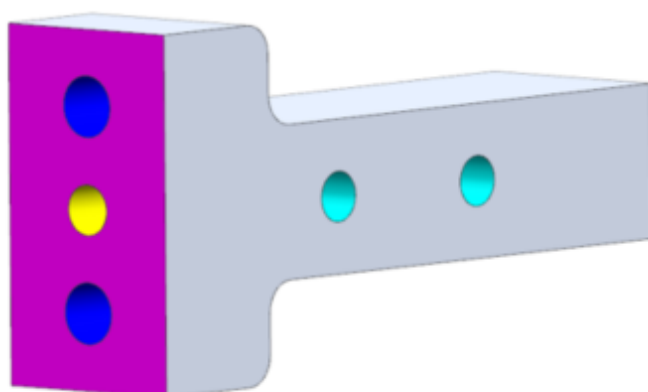
Valmistettavien osien piirteiden korostukseen käytetään taulukon mukaisia värikoodeja 3D-mallien luettavuuden selkeyttämiseksi. Standardipinnoille käytetään mallinnusohjelman oletusväriä.



Coloring

The color code of the parts

The following color codes are used to emphasize the features of the parts to be manufactured. The default color of the modeling program is used for standard surfaces.



Processing type	Color	ID in NX	RGB in Catia		
Guiding pin	Blue	ID 211	0	0	255
Threading	Yellow	ID 6	255	255	0
Standard drilling	Cyan	ID 31	0	175	175
Standard surface	Standard	Std.	Std.	Std.	Std.
Machined surface	Magenta	ID 181	255	0	255



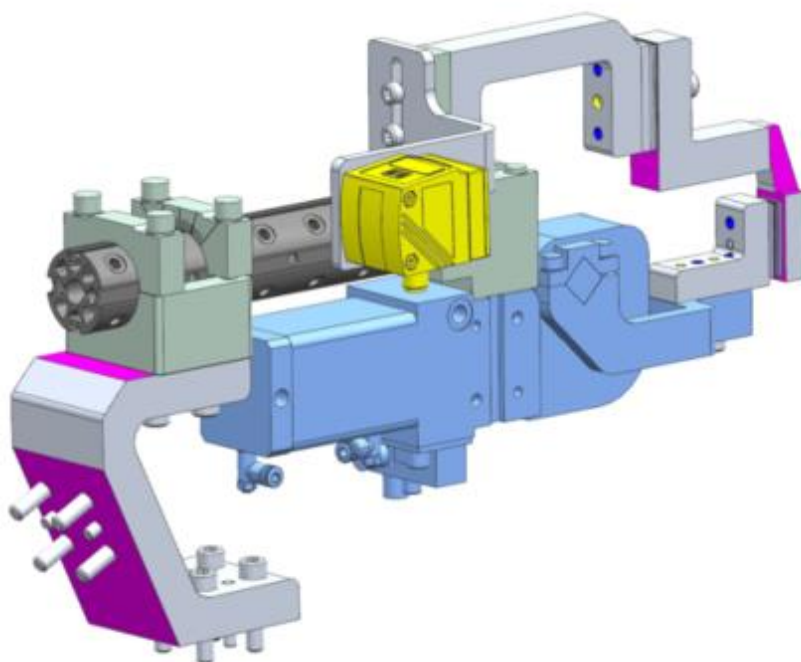
3.1.6.2. Kokoonpanon värikoodit

Kokoonpanon osien värytykseen käytetään alla olevan taulukon mukaisia värikoodoja. Standardiosiin väritys tulee tehdä perusmalliin, jotta värikoodi kopioituu kokoonpanoja luodessa. Suunniteltavissa osissa käytetään mallinnusohjelman oletusväriä mallintamisen selkeyttämiseksi.



Color codes for assembly

The color codes according to the table below are used to color the parts of the assembly. For standard parts, coloring should be done on the base model so that the color code is copied when creating assemblies. The parts to be designed are colored with the default color of the modeling program to clarify modelling.



Component	Color	ID in NX	RGB in Catia		
Pneumatic	Blue	ID 91	0	0	255
Electric	Yellow	ID 6	255	255	0
Manufactured	Standard	Std.	Std.	Std.	Std.
EGT connector	Green	ID 70	0	128	0
EGT profile	Gray	ID 159	118	118	118
Cable channel	Gray	ID 159	118	118	118



3.1.7. Komponentit

Työkalun kaikki komponentit kuten:

- Kiinnityskomponentit
- Sylinterien vastusvastaventtiilit
- Anturit kiinnikkeineen
- Mahdolliset karkeaohjaimet
- Venttiiliterminaalin tilavaraus
- Kaapelikourut kannattimiseen
- Energiansiirtoketjut kannattimiseen

täytyy mallintaa, jotta työkalun toiminallisten ominaisuuksien toimivuus voidaan varmistaa. Suunnittelussa huomioitava komponenttien huolettavuus ja luokse päästävyys sekä mahdollinen roiskesuojaus.

Kiinnitykseen käytetään SFS ja DIN standardin mukaisia komponentteja. Pääsääntöisesti käytetään kuusiokoloruuveja Schnorr- aluslevyillä varustettuna.



Components

All components of the tool such as:

- Mounting Components
- Cylinder check valves
- Sensors with brackets
- Possible coarse guides
- Valve terminal space reservation
- Cable channels with supports
- Energy chains with supports

need to be modeled to ensure the functional properties of the tool. During the design, the serviceability of the components and their accessibility as well as possible splash protection must be taken into account.

SFS and DIN standard components are used for fastening. In principle, hexagon socket screws with Schnorr washers are used.



3.1.8. Control sheet

Control sheetin tarkoitus on kerätä automaatio suunnittelua varten kaikki oleelliset tiedot samaan dokumenttiin. Control sheet sisältää:

- Klampit ja sylinterit tunnuksineen
- Anturit tunnuksineen
- Muut mahdolliset toimilaitteet tunnuksineen
- Venttiiliterminaali venttiileineen ja tunnuksineen
- Sekvenssien toiminnallinen kuvaus

Control sheet tehdään linkistä löytyvän esimerkin mukaisesti:

<http://ukisrv069.va.local:8080/tc/launchapp?-attach=true&-s=226TCSession&-o=BIX58gvLI311IB>



Control sheet

The purpose of the control sheet is to collect all relevant information for automation design in one document. The control sheet includes:

- Clamps and cylinders with symbols
- Sensors with symbols
- Other possible actuators with their symbols
- Valve terminal with valves and symbols
- Functional description of sequences

The control sheet is made according to the example found in the link:

<http://ukisrv069.va.local:8080/tc/launchapp?-attach=true&-s=226TCSession&-o=BIX58gvLI311IB>



3.1.9. Kinematiikka

Jokaiseen työkaluun tulee sisällyttää kinematiikka kun tuote saadaan mallinnettua valmiiksi. Tämän avulla voidaan varmistaa ja simuloida työkalun toimivuus työkappaleen kanssa todellisen sekvenssin aikana.

Työkappaleiden lataaminen ja valmiin työkappaleen poisottaminen työkalusta on varmistettava.

Hitsauspihtien, grippereiden ynnä muiden työkalujen luokse päästävyys on varmistettava.

Jotta kaikki mekanismin osat saadaan määriteltyä linkeiksi, tulee kinematiikan alaisten standardiosien 3D-mallit ladata aina kokoonpanoina natiiviformaatissa!

Kinematiikka mallinnetaan käyttäen NX Motion - työkalua. Ohjeet työkalun kinematiikan mallintamiseen löydät seuraavasta linkistä:

<http://ukisrv069.va.local:8080/tc/launchapp?-attach=true&-s=226TCSession&-o=BIX58gvLI310IB>



Kinematic

Kinematics should be included in each tool after the product has been modeled. This can be used to verify and simulate the functionality of the tool with the workpiece during the actual sequence.

It must be ensured that it is possible to load the workpieces and remove the finished workpiece from the tool.

Make sure that welding pliers, grippers, etc. do not obstruct access to the workpiece.

In order for all parts of the mechanism to be defined as links, the 3D models of the standard parts must always be downloaded as assemblies in native format!

Kinematics are modeled using the NX Motion tool. Instructions for modeling the tool kinematics can be found at the following link:

<http://ukisrv069.va.local:8080/tc/launchapp?-attach=true&-s=226TCSession&-o=BIX58gvLI310IB>



3.2. Tuoteominaisuudet

3.2.1. Mittareiat

Mittareikien tarkoitus on ilmaista jigin sijainti auton koordinaatistossa. Mittapisteitä käytetään:

- Jigin mittaukseen ja säätöön
- Jigin paikoitukseen tehtaalla
- Robottien Work Objectin luonnissa

Palkkirunkoisessa jigissä mittareiat suunnitellaan jigin rungon keskilinjalle ja pitkien palkkien päihin sekä puoliväliin. Levyrunkoisessa jigissä mittareiat suunnitellaan koneistetun runkolevyn reunamille. Tuotantolinjalle sijoitettavien jigien etu- ja takapään mittareiat suunnitellaan tuotantolinjaston keskilinjaa mukaisesti, jotta jigien linjaaminen helpottuu.

Mittareikien lukumäärä riippuu rungon koosta, kuitenkin vähintään 3 kpl. Mittapisteiden reikäväli saa olla enintään 2000mm. Mittareiksi pyritään valitsemaan tasalukuiset koordinaatit (desimaalien käyttöä pyritään välttämään).

Mittareiat tulee sijoittaa niin, ettei mittalaitteen luokse päästävyys esty. Simuloinnissa varmistettava, että Work Objectin opettaminen robotille mahdollista.

Mittareiat sijoitetaan jigin runkolevyn koneistetulle pinnalle tai putkipalkkirungon tapauksessa erilliselle 40x40mm hitsatulle lapulle, jonka pinta koneistetaan. Mittareiat suojataan standardin mukaisella suojalevyllä. Mallinnuksessa suojalevy esitetään auki asennossa. Mittareikien mitoitus on aina Ø8H7.



Product features

Measurement holes

The purpose of the measurement holes is to indicate the location of the fixture in the car's coordinate system. Measuring points are used:

- For fixture measurement and adjustment
- For fixture positioning at the factory
- Creating a Robot Work Object

In a beam-framed fixture, the measuring holes are designed for the centerline of the fixture body and for the ends and middle of the long beams. In a plate-framed fixture, the measuring holes are designed for the edges of the machined frame plate. For fixtures placed on the production line, the front and rear measurement holes are designed along the centerline of the production line to make it easier to align the fixtures.

The number of measuring holes depends on the size of the frame, however, at least 3. The hole spacing of the measuring points must not exceed 2000mm. The aim is to select even-numbered coordinates as the measurement hole (the use of decimals is avoided).

The measuring holes must be positioned so that access to the measuring device is not impeded. In the simulation, ensure that it is possible to teach the Work Object to the robot.

The measuring holes are placed on the machined surface of the fixture's body plate or, in the case of a tubular beam frame, on a separate 40x40mm welded plate, the surface of which is machined. The measuring holes are protected with a standard protective plate. In the modeling, the cover plate is shown in the open position. The dimensioning of the measuring holes is always Ø8H7.



3.2.2. Työkalupiste

Työkalupiste luodaan Process Simulatessa robottiohjelmointistandardin mukaisesti:

<http://ukisrv069.va.local:8080/tc/launchapp?-attach=true&-s=226TCSession&-o=BIX58gvLI512IB>



TCP

The tool point is created in Process Simulate according to the robot programming standard:

<http://ukisrv069.va.local:8080/tc/launchapp?-attach=true&-s=226TCSession&-o=BIX58gvLI512IB>



3.2.2.1. Työkalupisteen tarkistus

Tarkistusrauta ja sen sijainti määritellään Process Simulatessa ja dokumentoidaan WBS-dokumentaatioissa:

<http://ukisrv069.va.local:8080/tc/launchapp?-attach=true&-s=226TCSession&-o=BIX58gvLI882IB>



TCP check

The check pike and its location are defined in Process Simulate and documented in the WBS documentation:

<http://ukisrv069.va.local:8080/tc/launchapp?-attach=true&-s=226TCSession&-o=BIX58gvLI882IB>



3.2.3. Kiinnitykset

Jigit kiinnitetään tehtaan lattiaan erillisellä kiinnityslevyllä, jonka päällä jigi säädetään paikoilleen ja vaakaan sekä hitsataan reunalevyillä kiinni.

Työkalun tulee olla säädettävissä korkeussuunnassa $\pm 20\text{mm}$. Säättöruuvien lukumäärä riippuu työkalun koosta, kuitenkin vähintään yksi säättöruuvi työkalun jokaisella kulmalla.

Kiila-ankkureita käytetään kohteissa, joissa kiinnitettävä työkalu ei altistu robotin kontakteille. Liima-ankkureita käytetään kohteissa, joissa kiinnitettävä työkalu esimerkiksi työkaluteline altistuu robotin jatkuville kontakteille. Kiinnityslevyn vapaareiän suuruus tarkistettava käytettävän ankkurityypin tuotetiedoista. Ankkurit ilmoitetaan piirustuksen osaluettelossa.

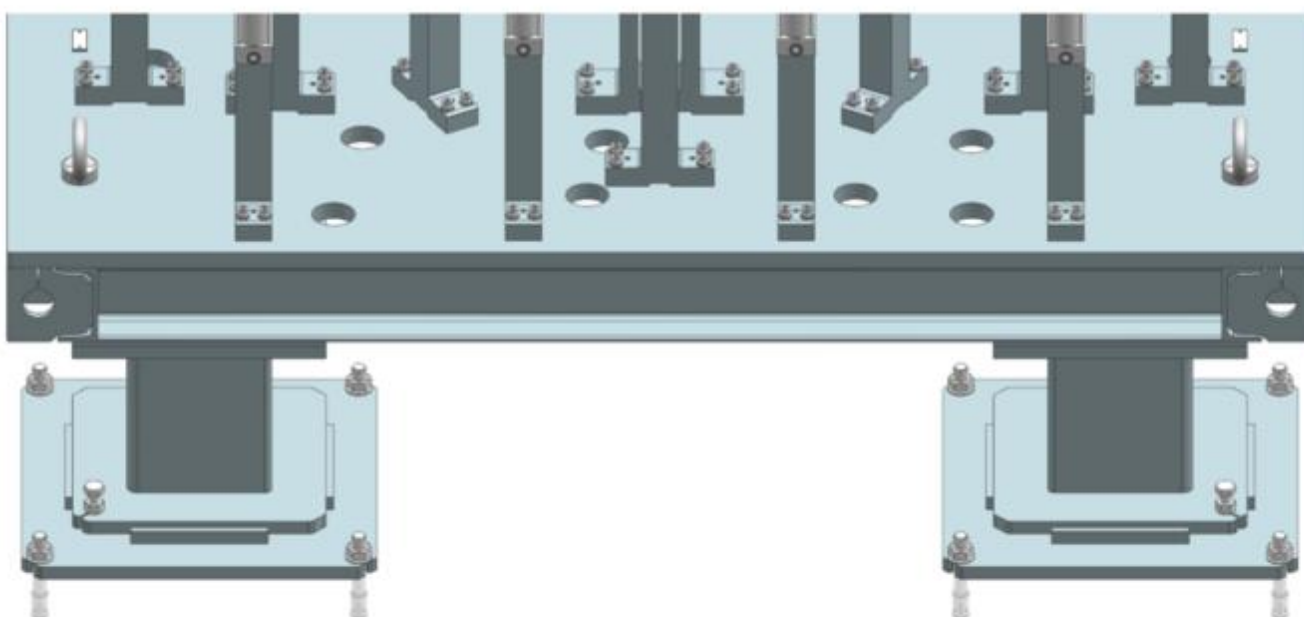


Attachments

The fixtures are fixed to the factory floor with a separate mounting plate, on top of which the fixture is adjusted in place and horizontally, and welded with edge plates.

The tool must be adjustable in height $\pm 20\text{mm}$. The number of adjusting screws depends on the size of the tool, however, at least one adjusting screw at each corner of the tool.

Anchor bolts are used in locations where the tool to be attached is not exposed to robot contacts. Glue anchor bolts are used in places where the tool to be attached, for example the tool holder, is exposed to the continuous contacts of the robot. Check the size of the free hole in the mounting plate from the product data of the anchor bolt type used. The anchor bolts are included in the parts list of the drawing.





3.2.4. Säättölevy ja shimmit

Shimmipaketti eli säättölevy ja shimmit täytyy olla jokaisen työkappaletta koskettavan jig'in osan sekä sen pitimen välissä.

Säättölevyn paksuus on 5mm, jota koneistamalla tai vaihtamalla työkalu säädetään valmistajalla nimellismittaan. Shimmit ovat kampamallin mukaisia ja paksuudeltaan 2mm + 1mm + 1mm + 0,5mm + 0,5mm. Shimmipaketti täytyy sijoittaa niin, että shimmit ovat helposti vaihdettavissa / helppo luokse päästävyys.

Jos työntöosalla tai tuella on monta merkittävää ohjaussuuntaa, täytyy sen olla säädettävissä kaikissa ohjaussuunnissa shimmipaketin avulla.

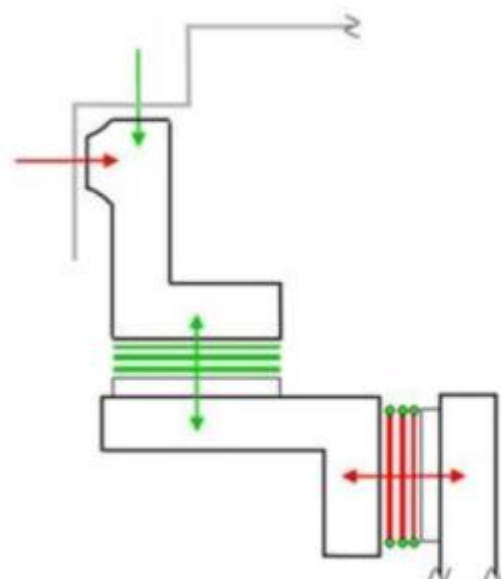
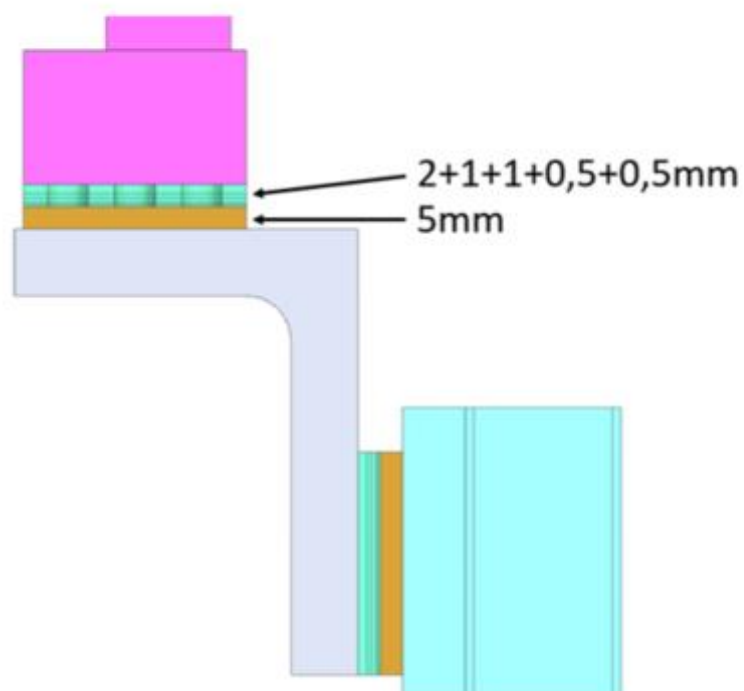


Spacer and shims

The spacer and shims must be between each fixture's part and body, which is in contact with a workpiece.

The thickness of the spacer is 5mm. By machining the spacer by the manufacturer, the tool is adjusted to the nominal size. The shims are comb-shaped and 2mm + 1mm + 1mm + 0,5mm + 0,5mm thick. The shim package must be positioned so that the shims are easily replaceable / easy to access.

If a thrust piece or a support has several effective directions, it must also be capable of being shimmed in every direction via shim packages.





3.2.5. Tiedostoformaattit

3D-mallit tallennetaan ja toimitetaan seuraavissa formaateissa:

- 3D-mallit:
 - Natiiviformaatti
 - JT malli (.jt)
 - 3dxml (.3dxml)
- Koneistettavat osat: STEP (.stp)
- Kinematiikka:
 - Simulation file (.sim) + referenssitiedostot
 - Kinematics dataset (.plmxml)



File formats

3D models are saved and delivered in the following formats:

- 3D models:
 - Native format
 - 3D model in JT format (.jt)
 - 3dxml (.3dxml)
- Machined parts: STEP (.stp)
- Kinematic:
 - Simulation file (.sim) + reference files
 - Kinematics dataset (.plmxml)



4. PIIRUSTUKSET

Piirustukset tehdään käyttäen Siemens NX (ensisijainen) tai Catia V5 ohjelmistoa.

Tässä kappaleessa kerrotaan ja havainnollistetaan kuvilla Valmet Automotive'n suunnitteluohjeen keskeisimmät asiat liittyen kokoonpano- ja osapiirustuksiin.

Suunnitteluajan säästämiseksi vain auton vasemman puolen osista ja kokoonpanoista tehdään piirustukset. Oikean puolen osat piirretään vain tapauksissa, joissa puolien välillä on eroavaisuuksia.

Peilatut oikean puolen osat tuodaan ilmi kokoonpanopiirustuksissa osaluettelossa luvun 3.7 mukaisesti. Piirustuksissa kyseisen osan tai kokoonpanon oikea puoli tuodaan ilmi alla olevan kuvan mukaisesti lisäämällä tiedostonimeen M-pääte:



DRAWINGS

Drawings are made using Siemens NX (primary) or Catia V5 software.

This section explains and illustrates with pictures the most important things of Valmet Automotive's design guide related to assembly and part drawings.

Only the parts and assemblies on the left side of the car is made the drawings to reduce design time. Right side parts is drawn only in cases where there are differences between the sides.

The mirrored right side parts are indicated in the part list of the assembly drawing according to chapter 3.7. In the drawings, the right-hand side of the part or assembly in question is shown in the figure below by adding an M-suffix to the file name:

QTY	PART / ASSEMBLY	DRAWING
1	D3.500.GR1.002739.01.012	As drawn
1	D3.500.GR1.002739.01.012-M	Mirrored



4.1. Pohjat

Piirustus pohjana käytetään Valmet Automotiven pohjaa. Arkkina käytetään sopivinta kokoa väliltä A0 – A3. Valitaan tarpeeksi iso arkki, jossa saadaan osa tai kokoonpano selkeästi kuvattua ja mitoitettua!



4.2. Pääkokoonpanokuvat

- Pääkokoonpanosta luodaan riittävästi kuvantoja ja leikkauksia luettavuuden selkeyttämiseksi
- Kuvat piirretään isoimmassa mahdollisessa mittasuhteessa välillä 1:1 – 1:10
- Kaikki mallinnetut osat sisällytetään piirustuksiin
 - Standardiosat piirretään yksinkertaistettuna luettavuuden selkeyttämiseksi
- Työkalun värikoodi ilmoitetaan osaluettelon yläpuolella (esim. maalaus RAL 1034)
 - Vältetään suurien koneistuspintojen paljaaksi jättämistä korroosioriskin takia
 - Värikoodi sovitaan suunnittelusta vastaavan henkilön kanssa. Linkki värikoodiluetteloon:
<http://ukisrv069.va.local:8080/tc/launchapp?attach=true&-s=226TCSession&-o=BIX58gvLI582IB>



Templates

Valmet Automotive's template is used as the drawing template. A suitable size from A0 to A3 is used as the sheet. Choose a sheet large enough to clearly describe and dimension the part or assembly!



Main assembly drawings

- Enough views and section views should be drawn from the main assembly for clear readability
- Drawings will be drawn in the largest possible scale from 1: 1 to 1:10
- All modeled parts must be included in the drawings
 - Standard parts are drawn in a simplified way for clarity
- The color code of the tool is indicated above the parts list (e.g. painting RAL 1034)
 - Avoid leaving large machining surfaces exposed due to the risk of corrosion
 - The color code must be agreed with the person responsible for the design. Link to color code list:
<http://ukisrv069.va.local:8080/tc/launchapp?attach=true&-s=226TCSession&-o=BIX58gvLI582IB>



4.3. Alakokoonpanokuvat

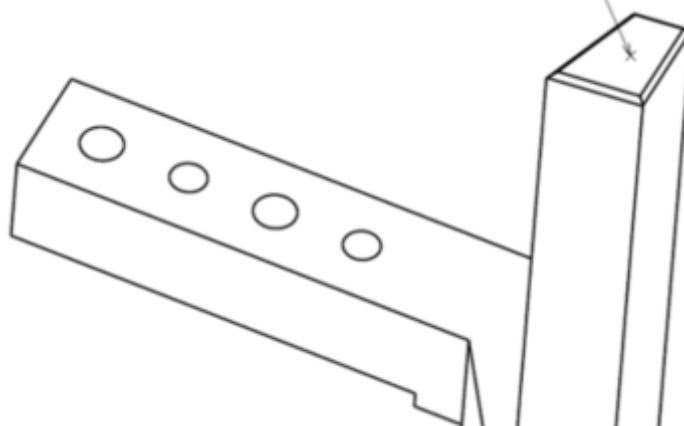
- Alakokoonpanosta piirretään riittävästi kuvantoja ja leikkauksia luettavuuden selkeyttämiseksi
- Kuvat piirretään mahdollisimman suuressa kuvasuhteessa (ensisijainen 1:1)
- Kaikki mallinnetut osat sisällytetään piirustuksiin
 - Standardiosat piirretään yksinkertaistettuna luettavuuden selkeyttämiseksi
- Ohjauspisteet merkitään kuviin attribuutilla Loc. Point ja kyseisen ohjauspisteen numero ja koordinaatit omassa taulukossaan alla olevan kuvan mukaisesti:



Sub assembly drawings

- Enough views and section views should be drawn from the sub assembly for clear readability
- Drawings will be drawn in the largest possible scale
- All modeled parts are included in the drawings.
 - Standard parts are drawn in a simplified way for clarity
- Location Points will be marked as Loc. Point and the number and coordinates of that location point on their own table to according as a below:

Ohj.piste Loc. Point	X	Y	Z	Ohjaus Control
Y-SC	20.38	±646.51	593.39	Y





4.4. Osakuvat

- Osakuvat piirretään ensisijaisesti kuvasuhteessa 1:1
- Hyvin pienien osien kohdalla voidaan käyttää myös suurempaa kuvasuhdetta
- Osat piirretään koneistusvaroineen



Part drawings

- Part drawings are primarily drawn in 1:1 scale
- For very small parts, a higher scale can also be used
- The parts are drawn with the machining allowance



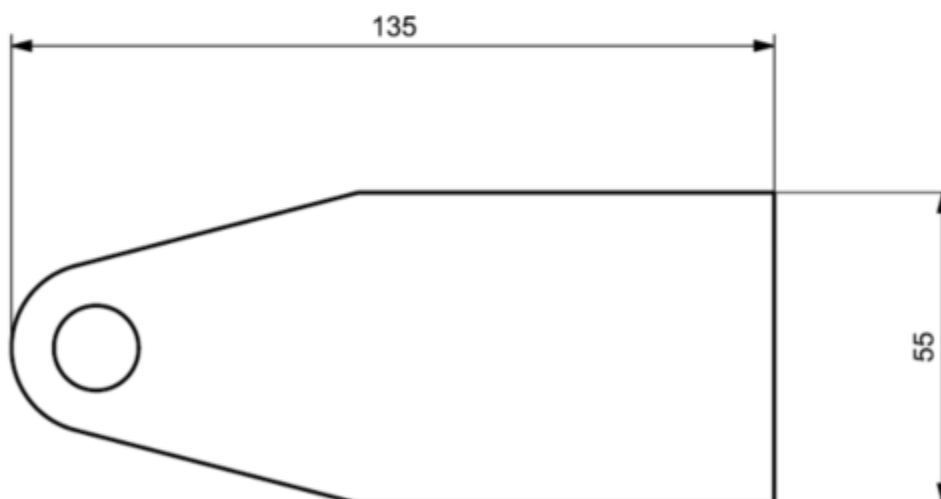
4.5. Leikekuvat

CNC-leikkauksella valmistettavat osat sijoitetaan omalle sivulleen, jossa esitetään leikattava osa ensisijaisesti 1:1 suhteessa päämittoineen sekä tarvittavat attribuutit alla olevan kuvan mukaisesti:



Cutting drawings

Parts made by CNC cutting are placed on their own page. The part to be cut is presented primarily in a 1:1 scale with its main dimensions and the necessary attributes as shown in the picture below:



DRAWING NO.	D3.500.FX1.002766.06.013
MATERIAL	S235JR SFS-EN 10025-2
THICKNESS	6 MM
QUANTITY	2x
CUTTING METHOD	FLAMECUT



4.6. Otsikkotaulu

Piirustuksen otsikkotaulu täytetään seuraavilla attribuuteilla:

1. Piirustusnumero
2. Kokoonpanon numero, johon kyseisen piirustuksen kuvat liittyvät
3. Työlaitteen nimi (esim. Underbody fixture)
4. Työlaitteen käyttötarkoitus (esim. Rear part mounting)
5. Revisio
6. Sivu / sivujen kokonaismäärä
7. Osan materiaali ja standardi
8. Osan tai kokoonpanon nettomitat
9. Huomautus
10. Piirustusarkin koko
11. Osan tai kokoonpanon paino
12. Piirustussuhde
13. Suunnitteluohjelmisto ja versio
14. Yleistoleranssi
15. Suunnittelijan nimikirjaimet
16. Suunnittelutoimiston nimi
17. Piirustuksen valmistuspäivämäärä
18. Suunnittelusta vastaavan Valmet Automotiven henkilön nimikirjaimet
19. Valmet Automotiven tunnus (VA)
20. Hyväksymispäivämäärä (täytetään Valmet Automotivella hyväksynnän yhteydessä)



Title block

Drawing title block will be written using the following attributes:

1. Drawing number
2. The number of assembly, which that drawing is connected to
3. The name of the device (e.g. Underbody fixture)
4. The purpose of the device (e.g. Rear part mounting)
5. Revision
6. Sheet / number of sheets
7. Part material and standard
8. Net dimensions of a part or assembly
9. Note
10. Drawing size
11. Weight of part or assembly
12. Drawing scale
13. CAD system and version
14. General tolerance
15. The initials of the designer
16. The name of the designing office
17. The finishing date of the drawing
18. The name of the Valmet Automotive person who is responsible for designing
19. Valmet Automotive shorthand (VA)
20. Approval date (will be filled in Valmet Automotive while approving)


VALMET AUTOMOTIVE

Suunnitteluohje / Design guide

28.5.2020

30/42

EXTRENAL

PART QTY		PART QTY		NAME		MATERIAL		NET DIMENSION		NOTE	
LEFT		RIGHT									
DIE / TOOL											
GENERAL TOLERANCES				CAD SYSTEM		SHARP EDGES MUST BE CHAMFERED.					
• ISO 2768-mK											
DESIGNED		APPROVED		SCALE		WEIGHT, kg		PAPER		PROJECTION	
FIRM		FIRM								BASIC DRAWING:	
DATE		DATE									
 VALMET AUTOMOTIVE						TITLE					
						TITLE					
THIS DRAWING IS OUR PROPERTY, WITHOUT OUR CONSENT IT MAY NOT BE USED, COPIED OR BE LEFT TO A THIRT PARTY.						DRAWING No.					
						SHEET					



VALMET AUTOMOTIVE

Suunnitteluohje / Design guide

28.5.2020

31/42

EXTRENAL



4.7. Osaluettelo

Kokoonpanon osalista sijoitetaan otsikkotaulun yläpuolelle ja täytetään seuraavilla attribuuteilla:

1. Vasemman puolen osan osanumero
2. Vasemman puolen osien määrä
3. Oikean puolen osan osanumero
4. Oikean puolen osien määrä
5. Osan nimi
6. Osan materiaali (tai esim. huomautus peilikuvasta)
7. Osan nettomitta
8. Huomautus



Bill of materials

The part list of the assembly is placed above the title block and filled with the following attributes:

1. Part number of the left side part
2. The amount of the left-side components
3. Part number of the right side part
4. The amount of the right-side components
5. Part name
6. Part material (or e.g. a note on a mirror image)
7. Net dimension of the part
8. Note

1	2	3	4	5	6	7	8
PART	QTY	PART	QTY	NAME	MATERIAL	NET DIMENSION	NOTE
LEFT		RIGHT					
DIE / TOOL							



4.8. Tiedostoformaatit

Piirustukset tallennetaan ja toimitetaan natiiviformaatin lisäksi PDF-tiedostoina ja leikeosat DXF-tiedostoina.



File formats

Drawings must be saved and delivered in native format and as well as in PDF files and parts to be cut as DXF files.



5. MITOITUS JA MERKINNÄT

Tässä kappaleessa kerrotaan ja havainnollistetaan kuvilla Valmet Automotive'n suunnitteluohjeen keskeisimmät asiat liittyen mitoitus- ja merkintöihin.

Piirustusmerkinnät ja mitoitus tehdään pääsääntöisesti ISO standardien mukaan.



DIMENSIONS AND SYMBOLS

This section explains and illustrates with pictures the most important things of Valmet Automotive's design guide related to dimensioning and symbols.

Drawing symbols and dimensioning are generally done according to ISO standards.



5.1. Toleranssit

Mitoituksessa käytetään seuraavanlaisia toleransseja:

- Samassa reikäkuviossa olevien sokkatapinreikien välinen etäisyys $\pm 0,02$ mm
- Eri reikäkuviossa olevien sokkatapinreikien välinen etäisyys $\pm 0,05$ mm
- Sokkatapin reiän ja koneistetun tasopinnan välinen etäisyys $\pm 0,05$ mm
- Koneistettujen tasopintojen välinen etäisyys $\pm 0,05$ mm

Ohjaintappien halkaisijat mitoitetaan aina reiän nimellismittaan mukaan esim. $\varnothing 20_{-0,2}^{-0,15}$



Tolerances

The following tolerances are used in the dimensioning:

- Between guiding pin holes in the same hole figure $\pm 0,02$ mm
- Between guiding pin holes in the different hole figures $\pm 0,05$ mm
- Between guiding pin hole and machined plane $\pm 0,05$ mm
- Between machined planes $\pm 0,05$ mm

The diameters of the guiding pins are always dimensioned to the basic size of the hole e.g. $\varnothing 20_{-0,2}^{-0,15}$



VALMET AUTOMOTIVE

Suunnitteluohje / Design guide

28.5.2020

33/42

EXTRENAL



5.2. Pintamerkinnot

Pinnakarheus tulee määritellä valmistuksellisesti kustannustehokkaimman tavan mukaan. Piirustuksissa tulee välttää turhien pintamerkkien käyttöä, vain välttämättömät pinnat koneistetaan. Pinnakarheus määritellään vain:

- Työkalun osien ja työkappaleen välisiin kontaktipintoihin
- Työkalun osien välisiin kontaktipintoihin
- Tai vaihtoehtoisesti koko tasopinnalle, jos se on kustannustehokkaampaa (esim. runkolevy). Runkolevyn lattian puoleista tasopintaa ei tule koneistaa!
- Lattiakiinnityslevyjä ei koneisteta lainkaan!

Yleisimpiä pinnakarheuksia:

1. Runkolevy Ra 6.3
2. Konsolit / kiinnikkeet Ra 6.3
3. Klampin varret Ra 6.3
4. Painimet Ra 6.3 – 3.2
5. Ohjaintapit Ra 3,2 – 1.6
6. Kontaktipinta työkappaleeseen Ra 3.2
7. Väistöt Ra 12,5



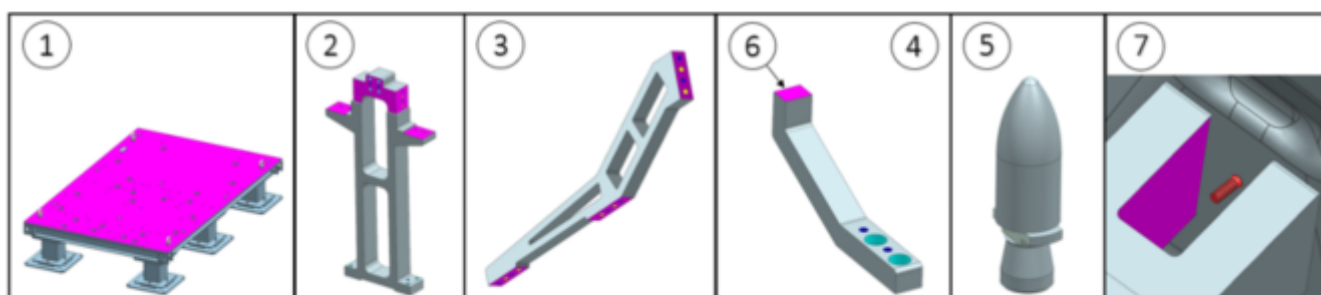
Surface symbols

Surface roughness should be determined according to the most cost-effective manufacturing method. Avoid using unnecessary surface symbols in the drawings, only the necessary surfaces will be machined. Surface roughness is defined only:

- For the contact surfaces between the tool parts and the workpiece
- Tool part's contact surfaces
- Or alternatively for the entire planar surface if it is more cost-effective (e.g. body plate). The floor-side surface of the frame base plate must not be machined!
- Floor mounting plates must not be machined!

The most common surface roughnesses:

1. Frame base plate Ra 6.3
2. Consoles / brackets Ra 6.3
3. Clamp arms Ra 6.3
4. NC-blocks Ra 6.3 - 3.2
5. Locating pin Ra 6.3 - 1.6
6. Contact surface to the workpiece Ra 3.2
7. Clearance machining Ra 12,5





5.3. Hitsausmerkinnät

Hitsaukset mitoitetaan ja merkitään vain tapauksissa, joissa se on lujuusvaatimusten kannalta välttämätöntä. Hitsaukset merkitään standardin SFS-EN ISO 2553 mukaan.

Jos hitsaussaumoja joudutaan koneistamaan, tulee suunnittelijan varmistaa riittävä hitsautumissyvyys ja merkitä se piirustukseen.



5.4. Standardiosat

Standardiosat kuten ruuvit, mutterit, sokkatapit yms. tulee esittää yksinkertaistettuna kokoonpanon luettavuuden selkeyttämiseksi.



Welding symbols

Welds are dimensioned and marked only in cases where it is necessary for strength requirements. Welds are marked according to the standard SFS-EN ISO 2553.

If welding seams have to be machined, the designer must ensure sufficient welding depth and mark it on the drawing.



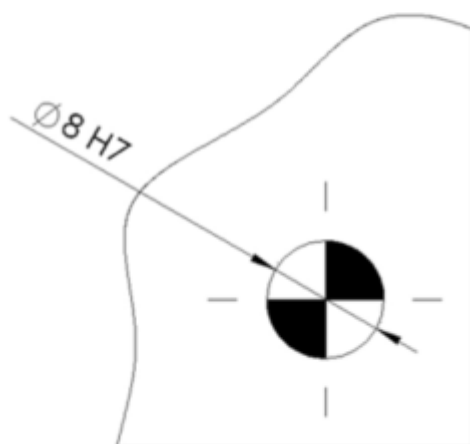
Standard parts

Standard parts such as screws, nuts, dowel pins, etc. should be shown simplified to clarify the readability of the assembly.



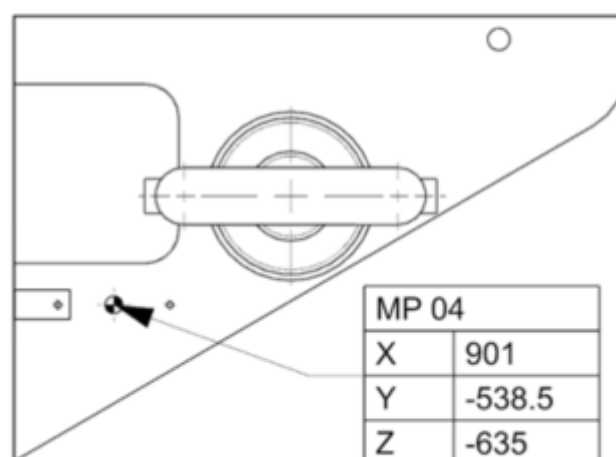
5.5. Sokkatappi- ja mittareiät

Mittareikien mitoitus on aina $\varnothing 8H7$. Mittareikien peitelevyt esitetään piirustuksissa auki asennossa. Mittareiät ja sokkatappin reiät sekä mittareikien koordinaatit merkitään alla olevan kuvan mukaisesti:



Guiding pin and measurement holes

The dimensioning of the measuring holes is always $\varnothing 8H7$. The measuring holes and the pin hole and the coordinates of the measuring holes should be marked as shown below:



5.6. Sylinterit

- Käytetään mahdollisimman vähän eri sylinterinimikkeitä
- Käytetään ensisijaisesti suositeltuja sylintereitä (Luvun 8 linkit)
- Sylinterien, klamppien ja swiveleiden kiinni- ja aukiliikkeen voimat tarkistettava, jotta sylinteri jaksaa liikuttaa käsiteltäviä massoja



Cylinders

- Use as few different cylinder as possible
- Primarily recommended cylinders are used (Chapter 8 links)
- The closing and opening forces of the cylinders, clamps and swivels must be checked so that the cylinder can move the masses to be processed



6. YLEISIÄ HUOMIOITA

Seuraavassa listaus asioista, joihin tulee kiinnittää huomiota työkalusuunnittelun aikana:

- Kaikkien työkalujen huollettavuus ja luokse päästävyys huomioitava
 - Esimerkiksi rappuset ja kaiteet, putoamissuojien kiinnityspisteet, laitekorkeus ym.
- Työkalujen käytön turvallisuus ja ergonomia (esim. käsin täytettävät jigit)
- Työkalujen vakaus/stabiilius huomioitava, esimerkiksi jigien/työkalutelineiden korkeus ja kiinnitys
- Ruuvihitsausjigeihin suunniteltava maadoituspisteet
- Työkalut suunniteltava Poka yoke-järjestelmän mukaisesti
- Piirustuksissa esitettävä työstettävän kappaleen aihion koko (koneistusvara)
- Standardikomponenttien 3D-mallit oltava mahdollisimman yksinkertaisia, esimerkiksi kiinnitys- tai muut pienet komponentit
 - Poislukien kinematiikan alaiset komponentit
- Grippereissä käytetään EGT-profiilin mukaisia komponentteja
- Kotelorakenteisiin tulee tehdä kaasunpoistoreiät. Kaasunpoistoreiät piirretään hitsauskuviin. Jos erillisiä hitsauskuvia ei tehdä, on kaasunpoistoreiät erikseen mainittava kuvissa viitenuolella ja tekstillä "kaasunpoisto-reikä". Kaasunpoistoreiän koko on $\varnothing 6$ mm.



GENERAL NOTICES

The following is a list of things to look out for during tool design:

- The serviceability and accessibility of all tools must be taken into account
 - For example, stairs and handrails, attachment points for fall protection devices, equipment height, etc.
- Safety and ergonomics in the use of tools (e.g. hand-filled fixtures)
- The stability of the tools must be taken into account, for example the height and attachment of the fixtures / tool holders
- Grounding points must be designed for screw welding fixtures
- Tools should be designed according to the Poka-yoke system
- The size of the workpiece blank must be shown in the drawings (machining allowance)
- 3D models of standard components should be as simple as possible, for example mounting or other small components
 - Excluding components included in kinematics
- Only EGT profile components are used for grippers
- Box type structures have to be drilled by gas holes. Gas holes are drawn into welding drawings. If there are no separate welding drawings, the gas holes must be mentioned in the drawings by leader and text "gas hole". The size of the gas hole is $\varnothing 6$ mm.



VALMET AUTOMOTIVE

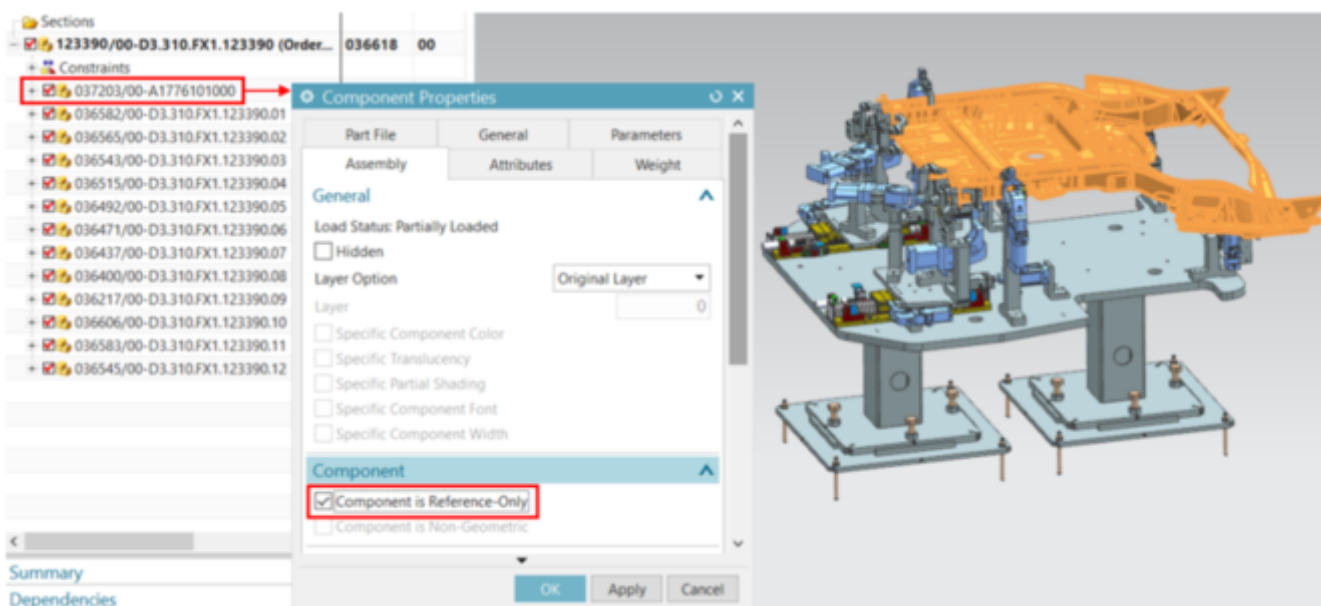
Suunnitteluohje / Design guide

28.5.2020

37/42

EXTRENAL

- Työkappaletta ei haluta sisällyttää osaluetteloon, joten tästä johdosta työkappale lisätään kokoonpanoon ainoastaan referenssinä. Työkappaleen referenssi merkitään alla olevan kuvan mukaisesti:
- The workpiece does not need to be included in the parts list, so the workpiece is only added to the assembly as a reference. The workpiece reference is marked as shown below:





7. MATERIAALIT JA PINTAKÄSITTELY

7.1. Materiaalit

Suurin osa työkalun valmistettavista osista suunnitellaan käyttäen yleisiä rakenneteräksiä. Poikkeuksena kohteet, jotka vaativat erityisiä ominaisuuksia kuten kulutuskestävyyttä tai keveyttä. Saatavuuden varmistamiseksi tulee suunnittelussa käyttää vain varastotuotteita eli materiaaleja ja profiileja, jotka ovat helposti saatavilla. Tuotteiden valintaan voi apuna käyttää esimerkiksi seuraavia teräsluetteloita:

<http://ukisrv069.va.local:8080/tc/launchapp?-attach=true&-s=226TCSession&-o=BIX58gvLI992IB>

<http://ukisrv069.va.local:8080/tc/launchapp?-attach=true&-s=226TCSession&-o=BIX58gvLI991IB>

Alla listaus yleisimmistä työkaluissa käytettävistä materiaaleista:

- Yleiset rakenneteräkset
 - S235JR | SFS-EN 10025-2
 - S355J0 | SFS-EN 10025-2
- Putkipalkit
 - S355J2H | SFS-EN 10219-2
- Kulutusta kestävät hitsattavat osat
 - S355J0 | SFS-EN 10025-2
- Kulutusta kestävät ei hitsattavat osat
 - C45 | DIN 1652 / 17100
- Ohjaustapit
 - 42CrMo4 | SFS-EN ISO 683-2
 - Ohjaintapit alumiiniosille:



MATERIALS AND SURFACE TREATMENT

Materials

Most of the tool parts to be manufactured are designed using common structural steels. Exceptions are items that require special features such as durability or lightness. Only inventory products, i.e. materials and profiles that are easily accessible, should be used in the design. The following steel lists can be used to help select products:

<http://ukisrv069.va.local:8080/tc/launchapp?-attach=true&-s=226TCSession&-o=BIX58gvLI992IB>

<http://ukisrv069.va.local:8080/tc/launchapp?-attach=true&-s=226TCSession&-o=BIX58gvLI991IB>

Below is a list of the most common materials used in tools:

- General structural steels
 - S235JR | SFS-EN 10025-2
 - S355J0 | SFS-EN 10025-2
- Beam tubes
 - S355J2H | SFS-EN 10219-2
- Wear-proof weldable parts
 - S355J0 | SFS-EN 10025-2
- Wear-proof non-weldable parts
 - C45 | DIN 1652 / 17100
- Locating pins
 - 42CrMo4 | SFS-EN ISO 683-2
 - Locating pins for aluminum parts:
 - DLC (Diamond Like Carbon)



- DLC (Diamond Like Carbon)
- Tungsten Carbide pinnoite
- Balinit pinnoite
- Lämpökäsiteltävät osat
 - 42CrMo4 | SFS-EN ISO 683-2
- Keveyttä vaativat alumiiniosat
 - EN AW-6082 (myös hitsattavat rakenteet)
 - EN AW-7075 (ei hitsattavat rakenteet)
- Muovit (muoto-ohjaimet, painimet yms.)
 - Polyasetaali
 - Polyamidi

- Tungsten Carbide coating
- Balinit coating
- Heat treatable parts
 - 42CrMo4 | SFS-EN ISO 683-2
- Lightweight aluminum parts
 - EN AW-6082 (also weldable structures)
 - EN AW-7075 (non-weldable structures)
- Plastics (templates, NC-blocks etc.)
 - Polyacetal
 - Polyamide



7.2. Pintakäsittely

Työkappaleen kanssa kontaktissa olevat osat kuten ohjaintapit, klampin painimet ja tukiosat tulee lämpökäsitellä.

Pienien koneistettujen osien pinnat käsitellään mustauksella.

Ohjaintapit tulee ensisijaisesti kaasunitrata. Ohjaintapeissa voidaan käyttää karkaisua, mikäli halkaisija ylittää 16mm.



Surface treatment

Parts in contact with the workpiece, such as locating pins, clamp blocks and support parts, must be heat treated.

Black oxide coating is used for small machined parts.

The locating pins should primarily be treated with gas nitriding. Hardening can be used on the locating pins if the diameter exceeds 16mm.



8. KOMPONENTIT

Alla olevien linkkien takaa löydät listaukset komponenteista, joita suunnittelijan tulisi ensisijaisesti käyttää korihitsaamon työkalujen suunnittelussa:

- Festo:
<http://ukisrv069.va.local:8080/tc/launchapp?-attach=true&-s=226TCSession&-o=BIX58gvLI791IB>
- Tünkers:
<http://ukisrv069.va.local:8080/tc/launchapp?-attach=true&-s=226TCSession&-o=BIX58gvLI790IB>

Muita komponentteja käytettäessä on aina keskusteltava ensin suunnittelusta vastaavan Valmet Automotiven henkilön kanssa.



COMPONENTS

Behind the links below you will find lists of components that the designer should primarily use when designing tools for a body shop:

- Festo:
<http://ukisrv069.va.local:8080/tc/launchapp?-attach=true&-s=226TCSession&-o=BIX58gvLI791IB>
- Tünkers:
<http://ukisrv069.va.local:8080/tc/launchapp?-attach=true&-s=226TCSession&-o=BIX58gvLI790IB>

When using other components, always discuss first with the Valmet Automotive person responsible for the design.

LIITE 2: NX MOTION-TYÖKALUN OHJE

NX MOTION OHJE

Kinematiikan lisäys työkalun 3D-malliin

14.4.2020 – Jukka-Pekka Holm

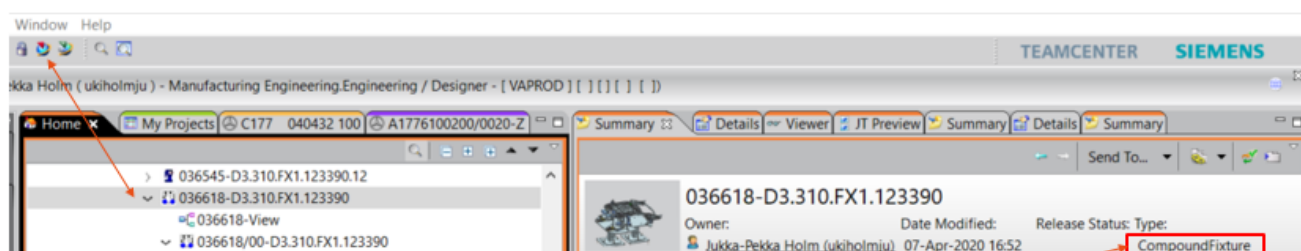


VALMET AUTOMOTIVE

1

1. 3D-MALLIN AVAAMINEN

TEAMCENTER



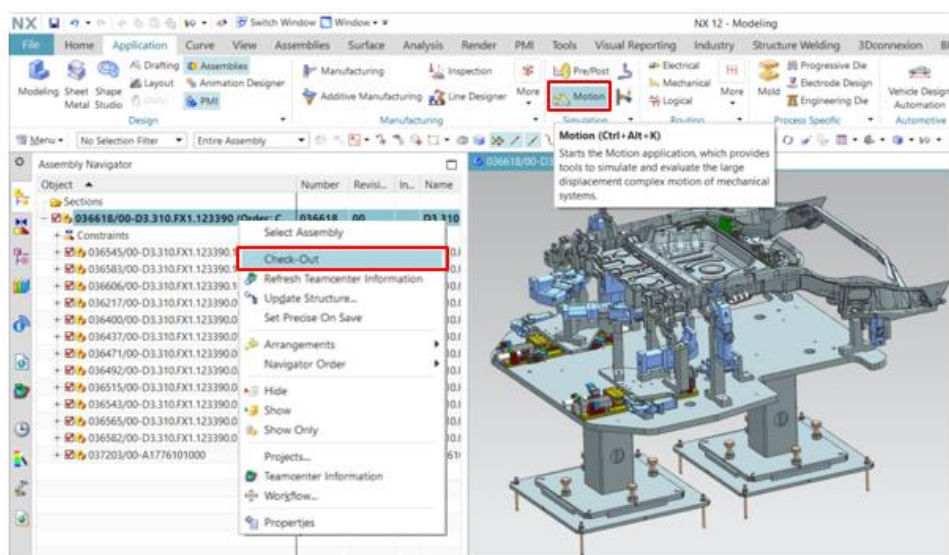
- Avaa työkalu Teamcenteristä käyttäen NX -ohjelmistoa.
- Simulointi tulee luoda työkalun pääkokoontaan.



2

2. MOTION CHECK-OUT

- Suorita pääkoonpanolle check-out
- Avaa Motion -työkalu Application välilehdestä

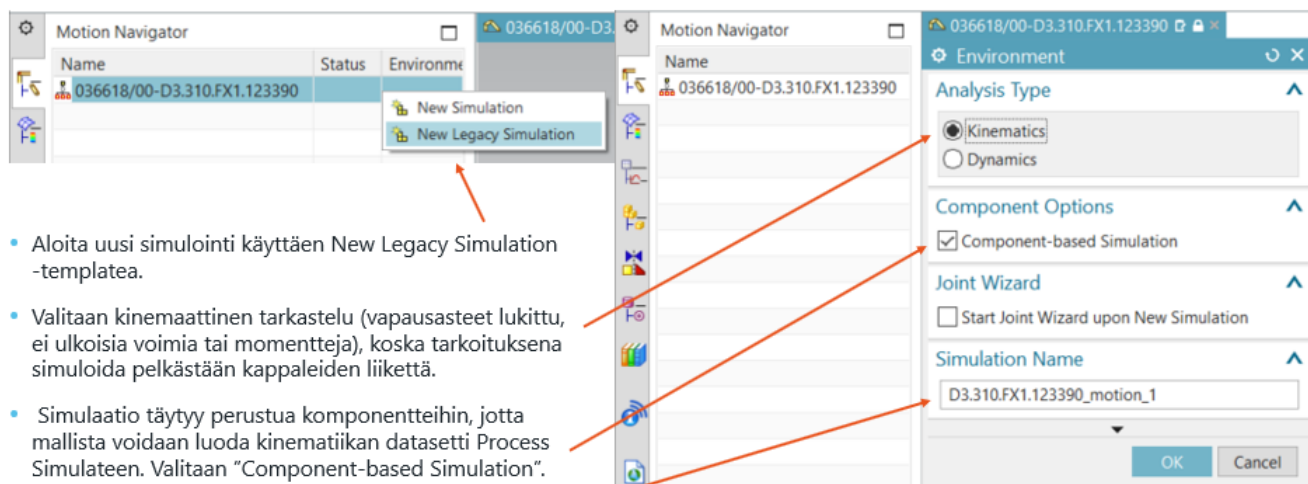


© Valmet Automotive



3

3. UUSI SIMULOINTI JA YMPÄRISTÖ SIMULATION



- Aloita uusi simulointi käyttäen New Legacy Simulation -templatea.
- Valitaan kinemaattinen tarkastelu (vapausasteet lukittu, ei ulkoisia voimia tai momentteja), koska tarkoituksena simuloida pelkästään kappaleiden liikettä.
- Simulaatio täytyy perustua komponentteihin, jotta mallista voidaan luoda kinematiikan datasetti Process Simulateen. Valitaan "Component-based Simulation".
- Nimetään simulaatio pääkoonpanon mukaisesti.

© Valmet Automotive

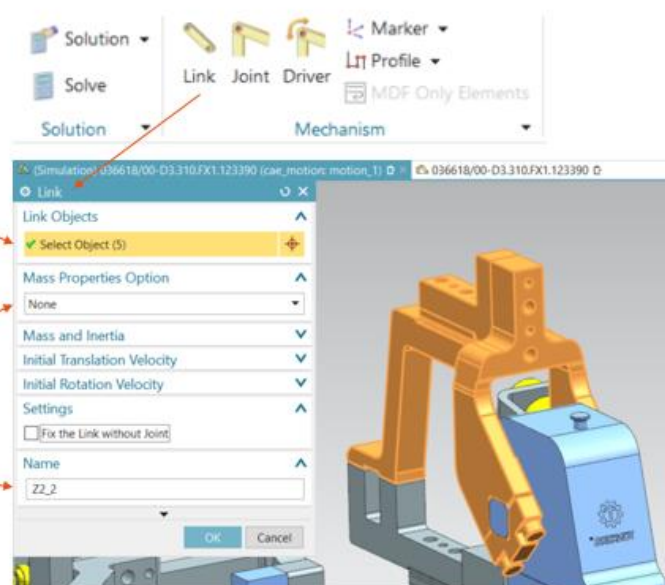


4

4. LINKIN MÄÄRITYS

LINK

- Linkkien avulla määritetään ne kokoonpanot osat, joita halutaan simulaatiossa liikuttaa.
- Jotta linkit saadaan määriteltyä erilleen muusta komponentista, täytyy mallin olla ladattu / mallinnettu kokoonpanona natiiviformaatissa.
- Linkkien massaominaisuuksien määrittämisen avulla voidaan tutkia mekanismin reaktiovoimia, valitaan massaominaisuudet pois päältä.
- Nimetään linkit Valmet Automotiven automaatiostandardin mukaisesti.



© Valmet Automotive

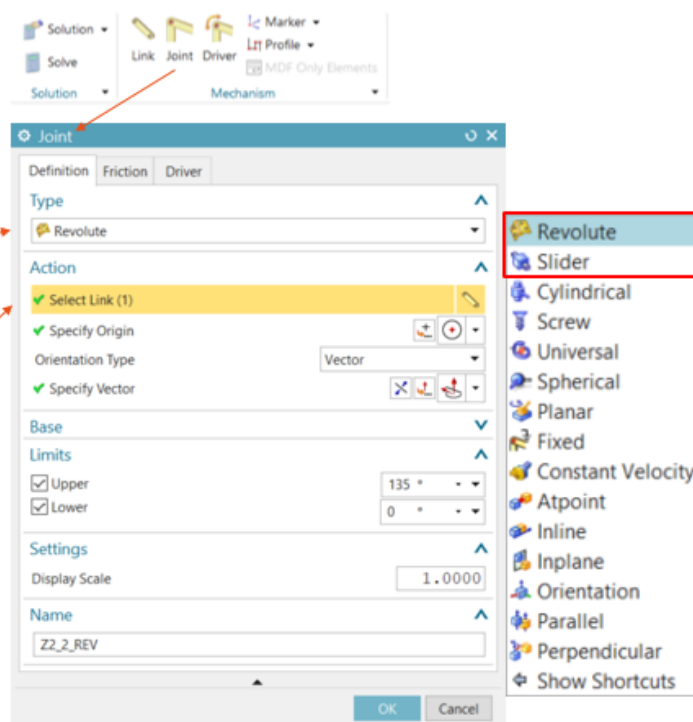


5

5. NIVELEN MÄÄRITYS

NIVELYYPPI

- Niveliä avulla määritetään liikeradat mekanismiin. Jokaisella linkillä on kuusi vapausastetta, jotka kaikki täytyy sitoa niveliä avulla. Eri tyyppien nivelet lukitsevat eri määrän vapausasteita, yleisimmin käytetyt tyypit ovat "Revolute" pyöriädyliikkeelle (esim. klamppisylinterit) ja "Slider" lineaariselle liikkeelle (esim. ohjaintapit tai lineaarijohteet), näistä molemmat lukitsee kuusi vapausastetta.
- Valitse linkki, johon haluat nivelen määrittää.



© Valmet Automotive

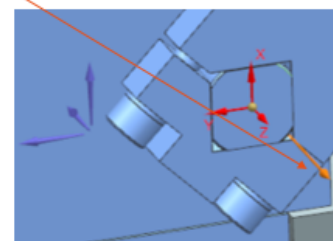
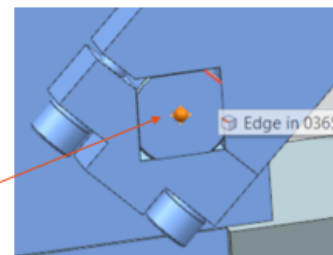
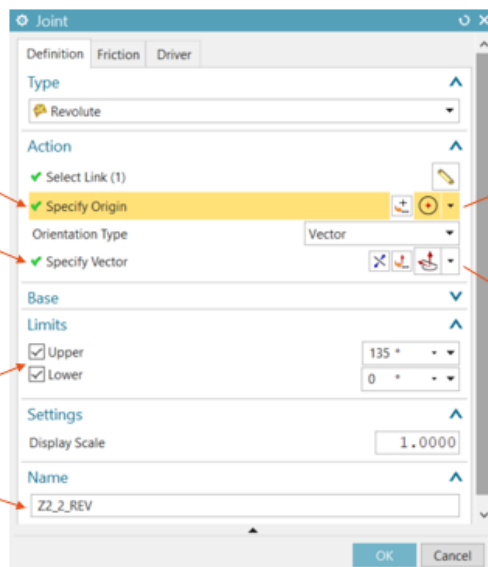


6

5. NIVELEN MÄÄRITYS

SUUNTAUS

- Määritä nivelen keskipiste.
- Määritä vektorin suuntaus, tässä tapauksessa pyörähdysakselin suuntaus. Käytä sinistä oletus koordinaatistoa vektorin suuntauksen määrittämiseen vain, jos olet täysin varma, että se on samansuuntainen halutun pyörähdysakselin kanssa. Varmin keino on valita kappaleesta jokin reunaviiva, jonka tietää olevan samansuuntainen pyörähdysakselin kanssa.
- Määritä nivelen liikerajat.
- Nimeä nivel viitaten käytettyyn linkkiin esim. link_joint type.



© Valmet Automotive

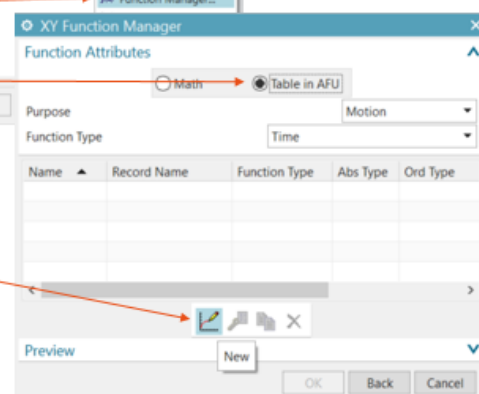
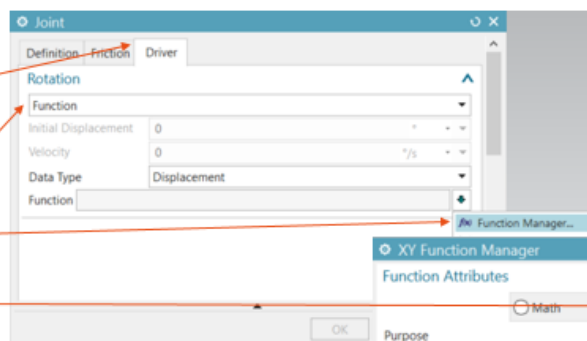


7

5. NIVELEN MÄÄRITYS

OHJAUS

- Valitse "Driver" -välilehti.
- Määritetään nivelen liike funktionaalisella ohjauksella.
- Aukaise "Function Manager" -työkalu.
- Valitse "Table in AFU". Nivelen XY funktion datasta exporttautuu erillinen tiedosto AFU -formaattissa.
- Luodaan uusi.



© Valmet Automotive

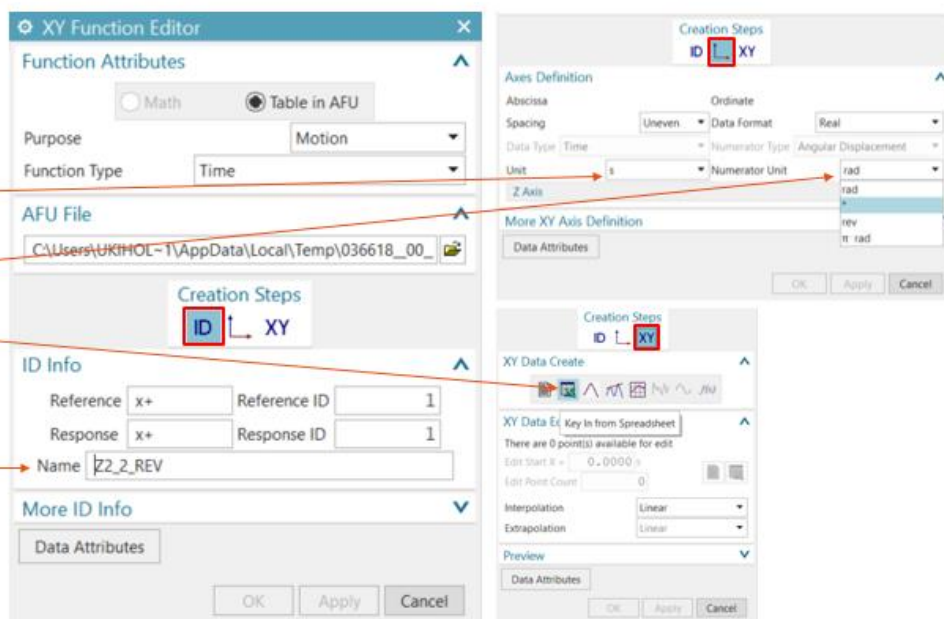


8

5. NIVELEN MÄÄRITYS

XY FUNCTION EDITOR

- Nimeä data nivelen mukaisesti.
- Valitse X –datan eli ajan yksikkö
- Valitse Y –datan eli liikkeen yksikkö.
- Aukaise "Function Manager" –työkalu.



© Valmet Automotive

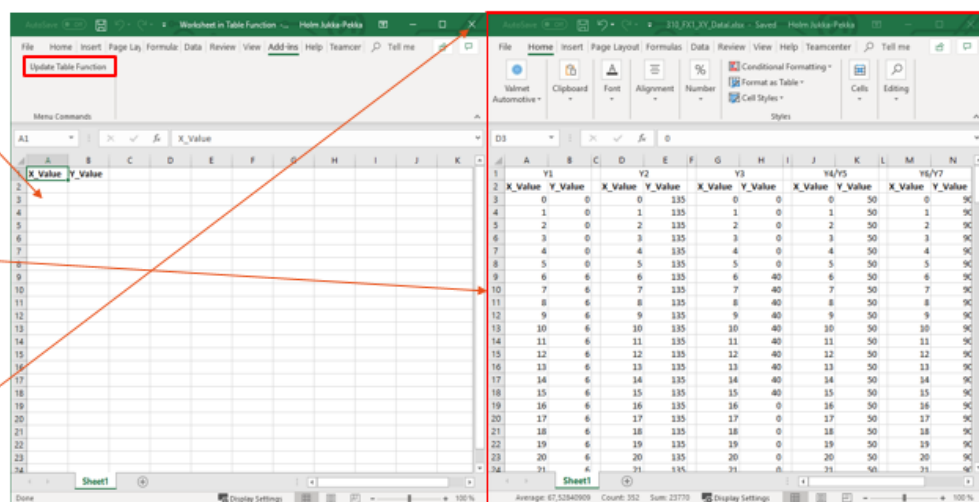


9

5. NIVELEN MÄÄRITYS

XY DATA TABLE

- Lue XY –data kyseisen työkalun control sheetistä ja syötä Exceliin.
- Jos saman venttiilin takana on useita toimilaitteita, on suositeltavaa käyttää rinnakkaistaulukkoa, josta XY –datan voi kopioida seuraaviin niveliin.
- Hyväksy data painamalla "Add-ins" –välilehdeltä "Update Table Function" komentoa.
- Sulje taulukko.



© Valmet Automotive

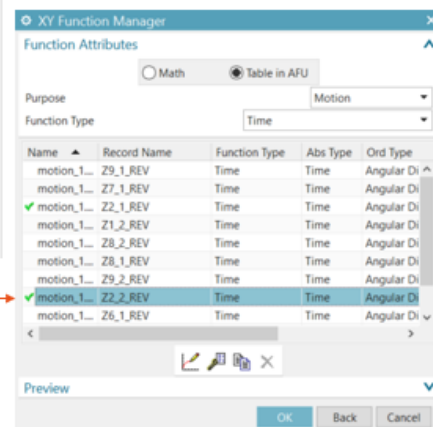
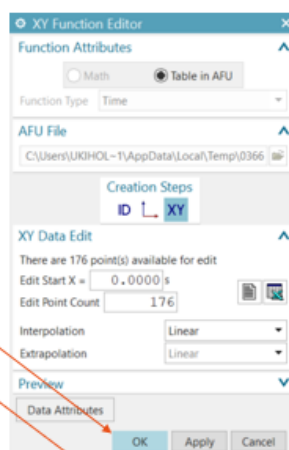


10

5. NIVELEN MÄÄRITYS

XY FUNCTION

- Sulje "XY Function Editor".
- Valitse määritelty nivelen funktio taulukosta ja hyväksy painamalla OK.



© Valmet Automotive



11

6. SIMULOINTI

VAPPAUSASTEET

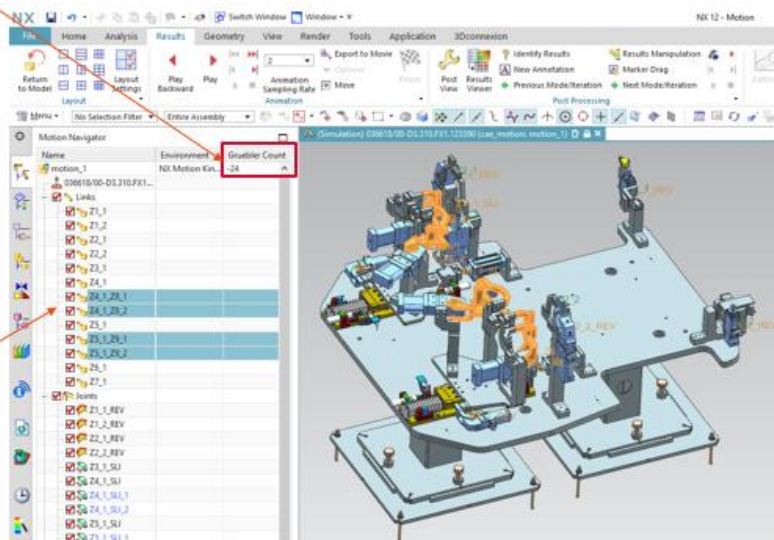
- Kun jokaiselle linkille on määritelty nivel, kuuluisi vapausasteiden on nolla.
- Joissain tapauksissa vapausasteet voivat mennä myös miinuksien puolelle. Tämä osoittaa, että mekanismi on yllirajoitettu:

$G < 0$: over-constrained mechanism – kinematic analysis

$G = 0$: well-constrained mechanism – kinematic analysis

$G > 0$: under-constrained mechanism – dynamic analysis

- Esimerkin tapauksessa neljä linkkiä on määritelty niveliksi kaksi kertaa käyttäen "revolute" ja "slider" niveliä, jotka kummatkin sitovat 6 vapausastetta ja tästä johdosta linkit ovat yllirajoitettuja.
- Saman linkin pyörähdys- ja lineaarinen liike voidaan toteuttaa myös käyttämällä niveltyypppejä, jotka sitovat vähemmän vapausasteita.
- TAI suoraviivaisemmin →



© Valmet Automotive

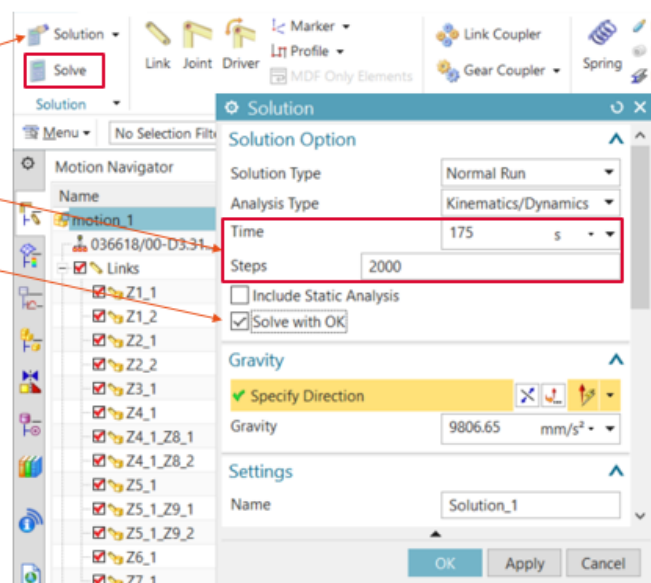


12

6. SIMULOINTI

RATKAISIJA

- Ratkaisijassa on myös toiminto, joka poistaa ylimääräiset rajoitukset automaattisesti, tehdään uusi ratkaisu.
- Määritä simuloinnin (sekvenssin pituus) pituus ja haluttujen steppien määrä
- Ratkaise suoraan "OK" kuittauksella tai erikseen.



© Valmet Automotive

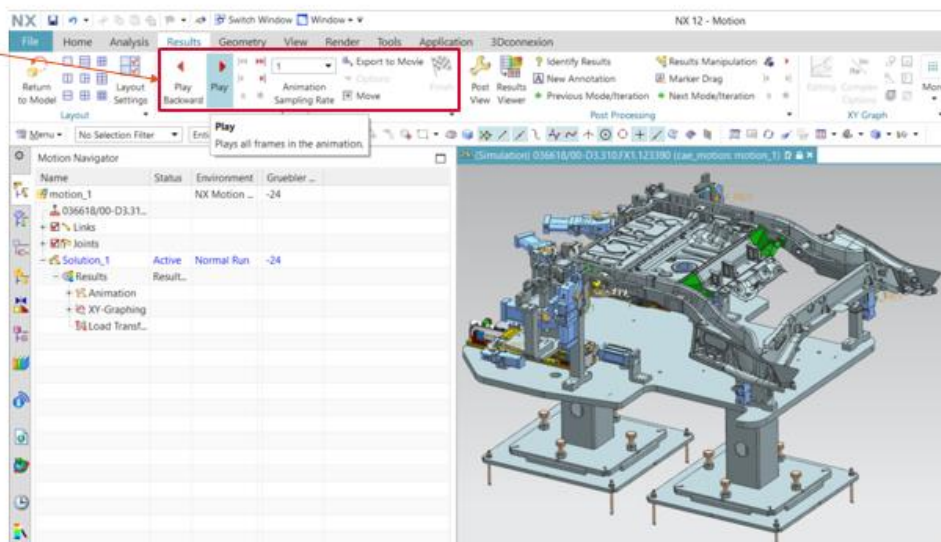


13

6. SIMULOINTI

RESULTS

- Onnistuneen ratkaisun jälkeen simulointi voidaan aloittaa.



© Valmet Automotive

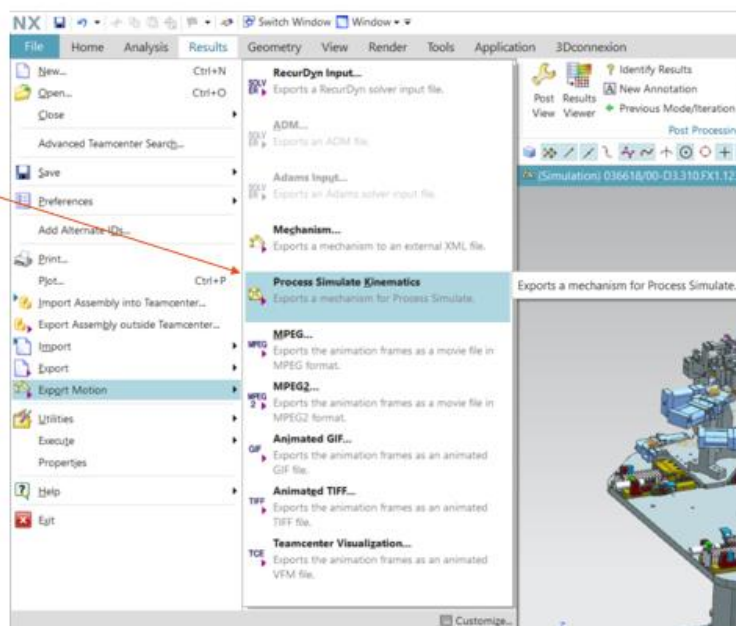


14

7. KINEMATICS DATASET

EXPORT MOTION

- Kinematikka voidaan viedä Process Simulateen exporttaamalla kinematiikan datasetti Teamcenteriin.



© Valmet Automotive

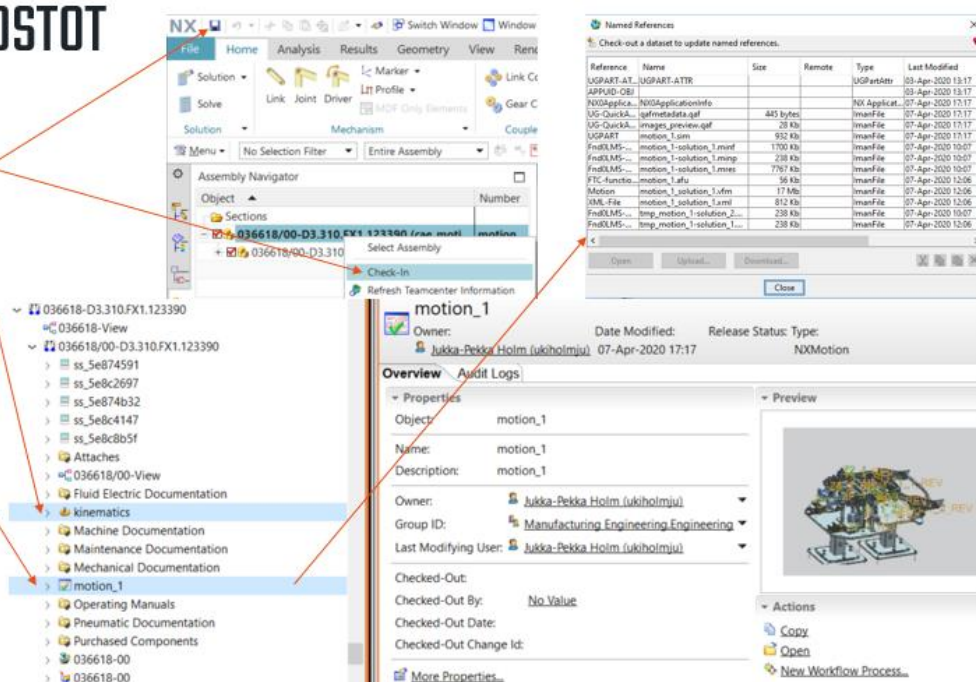


15

8. MOTION TIEDOSTOT

TEAMCENTER

- Tallenna ja suorita check-in.
- Teamcenteriin tallentuu kaksi tiedostoa:
 - Exportattu kinematics dataset, jota käytetään Process Simulateessa.
 - Motion -item, joka sisältää kaikki simulaation referenssitiedostot.



© Valmet Automotive



