

Opinnäytetyö (AMK)

Koneautomaatiotekniikka

2021

Albert Hämäläinen

ROBOTTITYÖKALUJEN KIRJASTOINTI
CLASSIFICATION LIBRARYYN



OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Koneautomaatiotekniikka

2021 | 43 sivua, 1 liite

Albert Hämäläinen

ROBOTTITYÖKALUJEN KIRJASTOINTI CLASSIFICATION LIBRARYYN

Opinnäytetyö annettiin Valmet Automotiven Manufacturing Engineering / Body-In-White -osastolta osana meneillään olevaa PLM-järjestelmän kehitysprojektia. Valmet Automotive käyttää PLM-ratkaisuna Siemensin TeamCenter-tuotetietojen ja prosessien hallintaa sekä Classification Library -toimintoa.

TeamCenter-ympäristö on jo aiemmin otettu käyttöön, mutta se on jäänyt robottityökalujen osalta vähäiselle käyttöasteelle. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää kirjastoinnin luokittelun hallintatoiminnallisuutta ja luoda metodologia luokiteltujen tietojen tietokantaan tuontiin.

Työssä keskeistä oli 3D-mallien tarkistaminen, kinematiikan mallinnus sekä tarvittavien lisäysten, kuten ToolCenterPointien luominen työkaluihin. Päivitetyt ja täydennetyt mallit kirjastoitiin ja yhdistettiin PLM-järjestelmässä valmiiksi tietokannaksi.

Lopputuloksena oli toimiva hakukoneisto, kirjastointi sekä standardi koko Valmet Automotiven käyttöön. Jatkossa työstä hyötyvät suunnittelijat, linjarakentajat sekä kunnossapito nopeuttamalla ja varmentamalla prosessin kulkua.

Asiasanat:

TeamCenter, robotin työkalu, kirjastointi, luokittelu, standardi, NX, PLM

BACHELOR'S | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical Engineering

2021 | 43 pages, 1 appendice

Albert Hämäläinen

STANDARDIZING CLASSIFICATION LIBRARY ENTRIES OF ROBOT TOOLS

The thesis was commissioned by Valmet Automotive's Manufacturing Engineering / Body-In-White department as part of an ongoing PLM system development project. As a PLM solution, VA uses Siemens Teamcenter to manage product data and processes, as well as the Classification Library function.

The Teamcenter environment has already been implemented, but has remained underused for robotic tools. The aim of this thesis is to develop the management functionality of library classes and to create a methodology for importing classified information into a database.

The main target was to investigate 3D models, to create kinematics datasets, and to add necessary attributes to the tools, such as ToolCenterPoints. The updated and supplemented models were published and merged into a ready-made database in the PLM system.

The result was a well-functioning search engine, a library and a standard for the entire Valmet Automotive. In the future, the work will benefit designers, line fields and the construction and certification of the process.

Keywords:

Teamcenter, robot tool, library, classification, standard, NX.

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	7
1 Johdanto	8
1.1 Työn tarkoitus	8
1.2 Aiheen rajaus	8
2 Valmet Automotive	10
2.1 Yritys	10
2.2 Body-In-White	10
3 Tuotetiedon Hallinta	11
3.1 PLM	11
3.2 PDM	11
4 TeamCenter kirjastointi	13
4.1 Siemens TeamCenter yleisesti	13
4.2 TeamCenter Valmet Automotivella	13
5 Classification library	15
5.1 Classification libraryn yleisperiaate	15
5.2 Classification Admin	16
5.3 Lean-ajattelu kirjastoinnin tehostamiseen	17
6 Classification libraryn käyttö	18
6.1 Classification library Valmet Automotivella	18
6.2 Aikataulu työkalukirjastoinnissa	19
7 Kirjastoinnin suorittaminen	20
7.1 Alkuvalmistelut sekä toimenpiteet	20
7.2 Tekniset tiedot	20
7.3 Työkaluun perehtyminen	22
7.4 Classification kirjastoinnin parametrien määrittely	25
7.5 Luokkamuuttujien määrittely	29
7.6 Ulkoasun määrittely Classification Libraryyn	29

7.7 Mallidatan siirtäminen oikeaan nimikkeeseen	31
8 Työkalupisteiden ja kiinnityspisteiden asettaminen	33
8.1 Työkalupiste simulaatioon määrittämisen apuna	33
8.2 Kiinnityspisteiden luominen ja merkitys	34
9 Kinematiikan määrittäminen ja luonti 3D-malleihin	36
9.1 Kinematiikka malleissa	36
9.2 Nopeuden ja ajan syöttäminen kinematiikkaan	37
10 Loppuyhteenveto	39
10.1 Työn eteneminen	39
10.2 Lopputulos	39
10.3 Päätelmät	40
10.4 Jatkoehdotukset	40
Lähteet	42
Liitteet	42

Kuvat

Kuva 1. PLM ja PDM visuaalinen esitys (Siemens 2021b).	12
Kuva 2 Tiedostorevisioiden standardin mukainen periaate(SFS Online 2021).	14
Kuva 3. Esimerkki TeamCenter käyttöliittymän ulkoasusta.	15
Kuva 4. Classification Admin puolen alkunäkymä, johon SPR luokka luotu.	17
Kuva 5. Osoite SPR-työkalun määrittelyiden muuttajista.	20
Kuva 6. JL1003 SPR työkalun piirros.	22
Kuva 7. JT tiedostoille Item pohjan luonti TeamCenteriin	24
Kuva 8. KeyLOV hakunimikkeiden tilanmäärittäminen	26
Kuva 9. Hakuehto tietyn työkaluryhmän löytämiseksi.	27
Kuva 10. Muuttajien määrittely KeyLOV riville.	28
Kuva 11. Hakumuuttajien asettelun määrittely.	29
Kuva 12. Hakuikkunan ulkoasu valmiina julkaisuna	30
Kuva 13. 3D-mallin Classifointi TeamCenter valikossa	32

Kuva 14. TCP koordinaatiston standardisuunta.	34
Kuva 15. Pikakiinnityskohtien määrittämyspisteet mallissa.	35
Kuva 16. Määritetään liikkuva osuus kinematiikkaan	37
Kuva 17. Kirjastoitavan työkalun datasheet Excel-muodossa.	44

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

SPR	Itselävistävä niitti (Self-Piercing Rivet)
VA	Valmet Automotive
PLM	Tuotteen elinkaaren hallinta (Product Lifecycle management)
PDM	Tuotetiedon hallinta (Product data management)
Revisio	Uudelleen muovailu
Workflow	Työnkulku
Bugi	Ohjelmointivirhe
Data sheet	Tietolomake
NX	Suunnitteluohjelma
OEM	Alkuperäisen valmistajan tuote (Original equipment manufacturer)
KeyLOV	Merkitsevä arvolista (List Of Values)
PRT	PART-tiedostoformaatti
Script	Kontrollikehoite ohjelmistossa
3D	Kolmiulotteinen (grafiikka)
Aplikaatio	Ohjelma, Sovellus

1 Johdanto

1.1 Työn tarkoitus

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on luoda tilaajalle, Valmet Automotivelle (jäljempänä VA), uusi standardoitu menetelmä viedä robottityökalut jo olemassa olevaan TeamCenter-kirjastoon. Työssä luodaan ajantasaiset 3D-mallit sekä kirjastoidaan työkaluun liittyvät tuotetiedot niin linjarakentajille, suunnittelijoille kuin kunnossapidon henkilöille Siemensin tarjoamaan TeamCenter PLM -ympäristöön.

Standardia tarvitaan, koska aiemmin kirjastoon lisääminen on pyritty hoitamaan soveltaen usean henkilön työpanosta ja kunkin omia näkemyksiä, jolloin on saatu yhteensopivuusesteitä ohjelmistojen välille. Lopputuloksena on ollut vajavainen sekä rikkonainen kirjasto ympäristö.

Opinnäytetyönä tehtävä kirjastointi käsitellään lopuksi sisäisten sidosryhmien kesken sekä päätetään, minkälainen ohjeistus standardista, luodaan sitä tarvitseville henkilöstön edustajille. Siten varmistetaan mallien päivittyminen niin, että on aina viimeisimmät mallit kaikkialla käytössä.

1.2 Aiheen rajaus

Opinnäytetyöhön on rajattu SPR(Self-Piercing rivet) -työkalu, jonka avulla selvitetään toimivin ratkaisu sekä tehdään prosessista standardi Valmet Automotivelle. Valmet Automotivella on käytössä monia muitakin robottityökaluja, mutta kyseisten työkalujen kirjastoinnissa saadaan laajimmin asia käsiteltyä. Työn teoria pohjautuu paljon Siemens PLM:n tarjoamaan tilauskoulutukseen sekä asiantuntijalausuntoihin. Osittaisesti kirjallista teoriaa on saatavilla tietokannan ylläpitoon, mutta käytännöt sekä ohjelmistot ovat uudehkoja Valmet Automotivelle, minkä vuoksi tämä kirjallinen tieto on rajallisesti hyödynnettävissä. Käytännön työosuus perustuu ongelmien selvittelyyn tutkimalla ja kokeilemalla. Tavoite on löytää käyttötarkoitukseen sopivin vaihtoehto. Työosuudessa on

käytetty kirjallisuuden lisäksi tietolähteenä Valmet Automotiven yhteistyökumppaneita sekä sisäisiä asiantuntijoita.

Työn rajaus perustellaan osaamisen sekä ajankäytön optimoinnilla. Olemassa olevan aikaraja saadaan siitä, milloin kirjastoituja työkaluja tarvitaan tuotannossa. Työvaiheessa on odotettavissa vastoinkäymisiä, joiden vuoksi joitain työosuuksia joudutaan tekemään kokonaan uusiksi, jotta toimintamenetelmä on luotettavasti käytettävissä, varmistettu eikä julkaistu millään osa-alueella keskeneräisenä.

Kuvia opinnäytetyössä käytetään runsaasti tuomaan niin visuaalista yhteneväisyyttä monipuolisiin käyttöliittymiin kuin selventämään, missä aliohjelmassa kulloinkin muutokset tapahtuvat. Kuvista on häivytetty henkilöitä ja työn sisältöön kuulumattomia tietoja on häivytetty.

2 Valmet Automotive

2.1 Yritys

Valmet Automotive on vuonna 1968 perustettu autoteollisuuden palveluntarjoaja. VA on valmistanut Uudessakaupungissa yli 1,7 miljoonaa autoa monelle alansa johtavalle alkuperäiselle laitevalmistajalle (OEM), kuten Mercedes-Benz, Saab ja Porsche. Keskeisimmiksi vahvuuksiksi VA toteaa olevan heidän toiminnassaan olevan joustavuus, laadukkuus sekä kustannustehokkuus ja tämän kantamana suunta on nousujohteinen vuosi vuodelta.

Valmet Automotive on tällä hetkellä Suomen suurin tehdas, ja sen henkilöstö koostuu yli 3 500:sta alansa ammattilaisesta. Työntekijät jakaantuvat Salon ja Uudenkaupungin toimipisteisiin. Toimihenkilöitä näistä on noin vajaa kolmannes.

Uusimpia aluevaltauksia on ollut sähköautojen valmistus 2009 vuodesta sekä akkutehtaiden avaaminen Uudessakaupungissa 2019 ja 2021 sekä Salossa 2019 ja 2020.

2.2 Body In White

Valmet Automotiven sisällä on eri osastoja, joiden nimi perustuu yleisesti jokaisen osaston toimenkuvaan. Opinnäytetyö suoritetaan Body In White -osastolla, ja sanaliitto on yleisesti käytössä autoteollisuuden termistössä. BIW käsitteenä tarkoittaa tilannetta, jolloin auton kori on valmistettu osista yhdeksi kokonaisuudeksi, mutta ei ole vielä edennyt maalin tai koriin lisättävien osien kiinnitykseen tuotannossa. Autoteollisuudessa tämä tarkoittaa korin kokoonpanolinjastoa, korihitsaamoa. (Pradeep 2017.)

3 Tuotetiedon hallinta

3.1 PLM

Keskeisenä kehiksenä tässä työssä on Product Lifecycle Management (PLM). Termi tarkoittaa sananmukaisesti tuotteen elinkaaren hallintaa. Nykyään tuotehallinta on koko ajan keskeisemmässä asemassa yrityksiä (ISO 11442:2006). Mitä helpommin tarvittavat tiedot tuotteista löytyvät, sitä enemmän aikaa ja resursseja pystytään siirtämään toisiin työtehtäviin. Valmet Automotivella PLM-järjestelmä on Siemens Groupin kehittämässä ympäristössä sijaitseva TeamCenter-tietokanta. Tuotteen elinkaari kattaa vaiheittain suunnittelun, valmistuksen, huollon sekä viimeisenä tuotteen käytöstä poiston. (Segal 2021.)

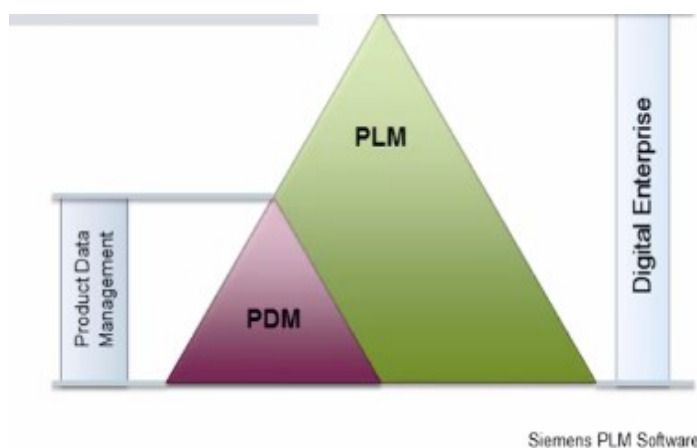
Valmet Automotiven kaltaisessa suuressa autotehtaassa tuotteen elinkaaren hallinta on kriittisen tärkeää usean työ- ja tuotantovaiheen mukanaan tuomien haasteiden vuoksi. Kaikki tarve lähtee suunnittelusta prototypointiin ja päättyy alihankkijoiden sekä oman tuotannon valmistamien osien yhteensovittamiseen lopulta valmiiksi tuotteeksi. Jokainen osakohtainen ongelma voi eskaloitua pahimmillaan tuotannon seisahtamiseen oli kyseessä varastosaldo tai yksittäisen osan suunnitteluvirhe. Siksi on tärkeää olla käytössä PLM-järjestelmä, jota pystytään tehokkaasti käyttämään kaikkien henkilöiden toimesta ja johon voi toiminnan käydessä luottaa täysin. (Marttila 2021.)

3.2 PDM

PDM eli tuotteen elinkaaren osa, (Product data management) käsittää tuotetiedon ja metadatan hallinnan. Tuotetiedolla voidaan tarkoittaa yleisesti tuotteisiin liittyviä tietoja kuten tuoterakenteita, 3D-malleja tai piirustuksia mutta se kattaa myös laajan kategorian muita määritteitä. Tavanomaisin tuotetieto on sellainen tekninen tiedosto, joka määrittelee tallennetun objektin jotain tiettyä osa-aluetta, kuten ulkomuotoa tai siihen liittyviä muutoksia eli revisioita. (Peltokoski ym. 2015.)

BodyInWhite-osastolla suunnittelijoille keskeisiä PDM-aiheen artikkeleita ovat työkalutiedot. Kyseessä voi olla niin robottien kuin muiden lisälaitteiden tiedot, joita suunnittelijat käyttävät päivittäisessä työssä. Näiden tietojen tulee olla varmistettavissa ajantasaisiksi sekä päteviksi. Käytetyt työkalut ja oheislaitteet päivittyvät myös ajan saatossa, jolloin järjestelmään päivitettyjen tietojen täytyy olla muutettavissa noudattaen voimassa olevia Valmet Automotiven standardeja.

Kuten kuvassa 1 esitetään, PLM sisältää alaosastona PDM:n eli datan käsittely on tuotteen elinkaaren yksi osa-alue. On yleistä, että näiden käsitteiden alueet ja rajat hälvenevät käytössä, mutta käytännön kannalta olisi tärkeää pystyä erottelemaan hierarkia oikeaoppisesti. Työnkulku on molempien parissa työskennellessä erilainen. (Peltokoski ym. 2015.)



Kuva 1. PLM:n ja PDM:n visuaalinen esitys (Siemens 2021b).

Valmet Automotivella on käytössä Siemensin tarjoama TeamCenter PDM -ohjelmisto, joka tukee niin Siemensin mallinnus- ja simulaatio-ohjelmistoja, mutta myös Catia-mallitiedostoja, joita on yhä aktiivisesti käytössä eri osastoilla. On keskeistä valita sellainen kirjastointityökalu, joka tukee käytettyjä tiedostomuotoja, jotta muotojen kääntäminen sopivampaan ei mahdollisesti hukkaisi dataa käännöksen aikana taikka veisi työntekijöiltä kohtuuttomasti aikaa.

4 TeamCenter-kirjastointi

4.1 Siemens TeamCenter yleisesti

Siemensin valmistaman TeamCenter ympäristön käyttö on yleistynyt viimeisen 10 vuoden aikana. Yksin Yhdysvalloissa sitä käyttää yli 3 500 keskisuurta tai suurta yritystä (TrustRadius 2021). Siemensin TeamCenter on yksi maailman johtavista PLM-ohjelmistoista ja runsaan käyttäjäarvostelumäärän mukaan saanut 8/10 arvosaaksi, miinuksina sen monipuolisuudesta johtuvat ohjelmointivirheet eli sekä vaikean peruskäyttö ohjelmiston monipuolisuuden vuoksi. (HG Insights 2021.)

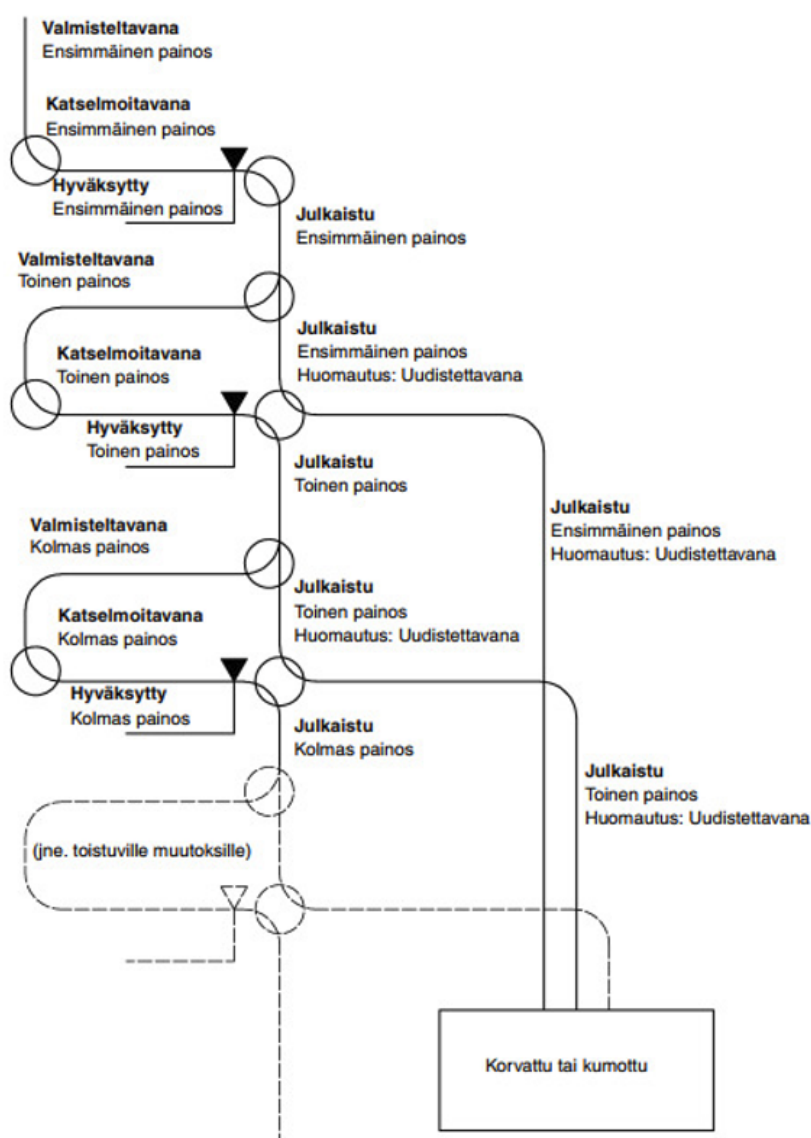
4.2 TeamCenter Valmet Automotivella

Käytännössä TeamCenter kirjasto VA:n tapauksessa ylläpitää kaiken datan palvelimella niin meneillään olevista kuin ylläpitovaiheeseen päätyneistä projekteista. Näihin kuuluvat esimerkiksi robottisolujen sisältö aina robottimäärästä tarkentuen lopulta hierarkiassa robotin käyttämän SPR-pihtien varaosiin ja tilausnumeroihin. Tiedostotyyppejä ei rajoiteta niihin, joita itse TeamCenter voi avata sisäisesti, vaan yhteensopivuus kattaa esimerkiksi solun käyttöönottoon liittyvät PowerPoint-esitykset.

Tietokannan datan selaaminen on tehty siis hyvin monipuolisesti toimivaksi. Näin suunnitteluosastolla nähdään, mitä robotteja on käytössä, kun osastolla tehdään muutoksia esimerkiksi tuotantoon, ja samanaikaisesti huoltohenkilöstö pystyy tilaamaan oikeat varaosat tarpeen tullen.

Tuotantoon liittyvä data on kaikille osastoille tärkeää, ja sen täytyy olla myös tehokkaasti sekä erehtymättömästi saatavilla. Sen on myös säilyttävä niin, ettei siihen voi vahingossa tehdä peruuttamattomia, tahattomia tai jäljittämättömiä muutoksia. Vahingotapauksien ehkäisyyn auttaa objektien revisiointi eli kappaleesta valmistetaan duplikaatti, joka saa uuden version sekä tunnusteen kirjaston sisällä. Näin alkuperäinen nimike pysyy samana. Revisioinnissa

nimikkeeseen, jota on muokattu, syntyy uusi tunnisteisuus, jolloin alkuperäiseen ei tehdä muutoksia. Julkaisun jälkeen nimikkeet lukittuvat ja niistä tehdään uusi revisio. Näin varmistutaan siitä, ettei alkuperäistä tai muuten väärää tiedostoa kyetä muuttamaan. Käytännössä kaikki artikkeliin tulevat muutokset vaikuttavat uusimpaan revisioon eikä aiempiin tallennu samoja muutoksia. Kuvassa 2 esitetään ISO-standardin mukainen workflow tiedoston revisioinnista (SFS Online 2021).



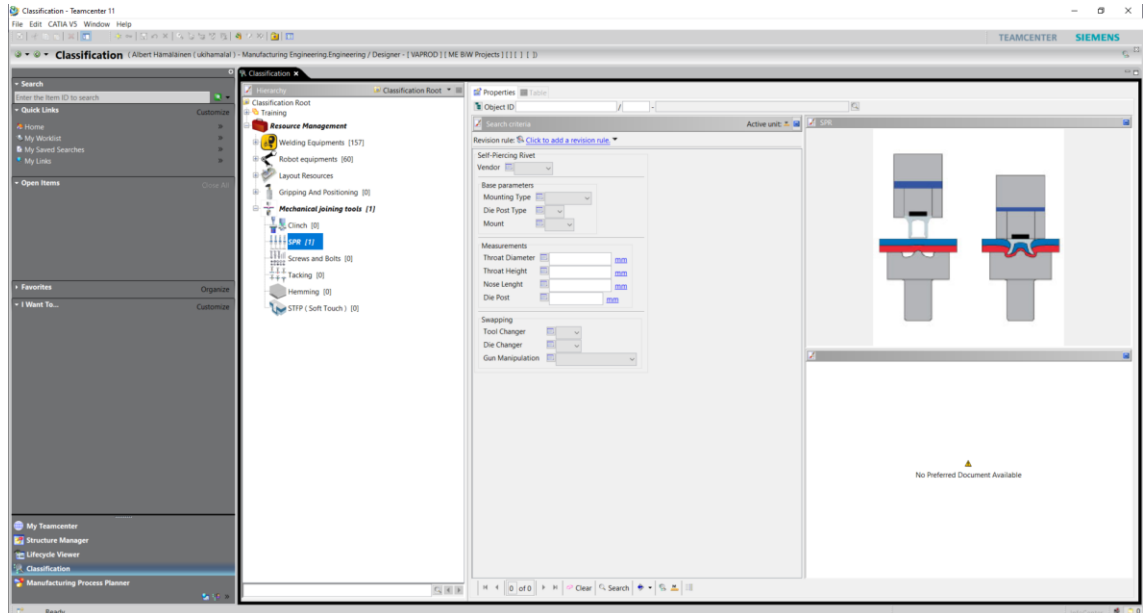
Kuva 2. Tiedostorevisioinnin standardinmukainen periaate (SFS Online 2021).

5 Classification library

5.1 Classification libraryn yleisperiaate

Työkaluja sekä muita tuotantoon liittyviä artikkeleja on paljon mutta ongelmana on, että usein monet tuotteet, joita suunnittelussa käytetään, ovat myös toistuvia. Yksi robottityyppi voi olla lukuisissa paikoissa käytössä ja jokaista paikkaa ei ole järkevää kirjastoida erikseen. Alkuun kirjastoidaan vain yksi robottimalli, jota myöhemmin käytetään referenssinä näissä paikoissa. Näin voidaan hallinnoida roboteille tapahtuvia päivityksiä ja muutokset voidaan automatisoida jokaiselle tätä robottityyppiä käyttävälle alikirjastoinnille. (Västinsalo 2021.)

Tällaiselle kirjastoinnille täytyy kuitenkin olla jonkinlainen hakujärjestelmä, josta kirjastoitua dataa voidaan selata. Siemensin luoman TeamCenter -ympäristössä toimivan ReUse Libraryn alle on mahdollista saattaa näitä luokiteltuja kirjastomääritteitä sekä hakea niitä luotujen hakuparametrien mukaan.



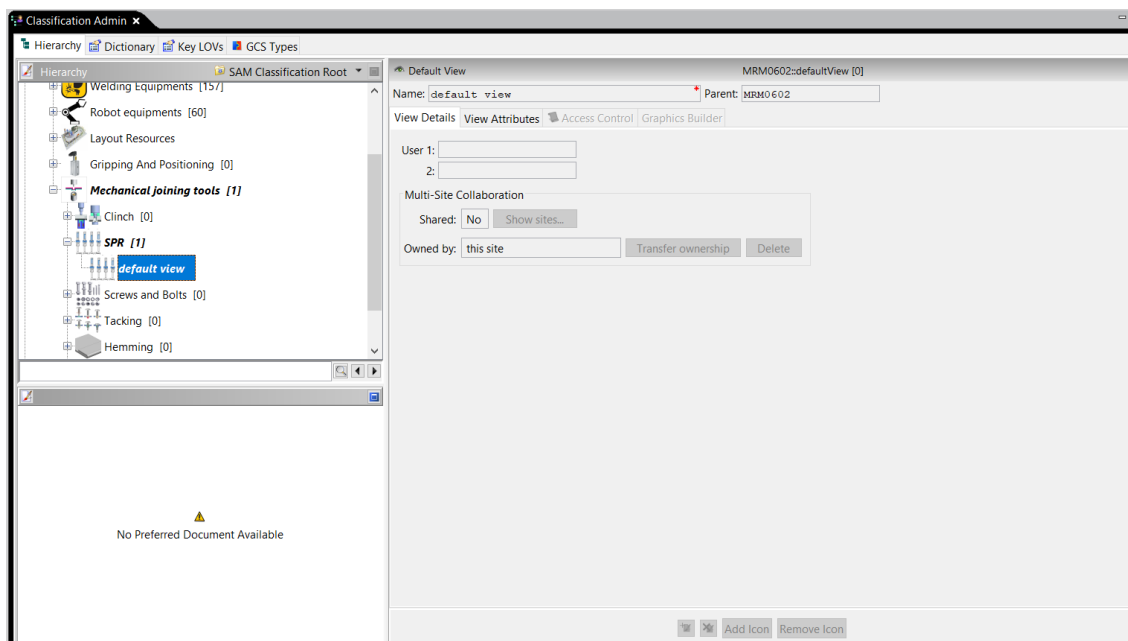
Kuva 3. Esimerkki TeamCenter-käyttöliittymän ulkoasusta.

Suunnittelija voikin keskittyä valitsemaan tarvitsemien määrittelyjensä mukaan robotin esimerkiksi nostokapasiteetin ja ulottuvuuden mukaan ensisijaisesti ja

saa eteensä listan mitä artikkeleita yrityksessä on valmiina näillä hakuehdoilla. Toinen tapa olisi selata laitelistat manuaalisesti läpikäyden, ilman PDM-järjestelmää. Tällöin työ olisi hitaampi ja tehottomampi, jolloin osa sopivista vaihtoehtoista voisi jäädä ottamatta huomioon. PDM:n käytöllä kasvatetaan helposti löydettävissä olevien artikkeleiden lukumäärää suuremmaksi. Näin kasvatetaan kaikkea päätuotteen tarvitsemaa oheistietoa, kuten varaosakirjaston, huolto-ohjeiden sekä ohjelmoinnin standardien kirjoja. Yrityksen sisällä pyritään määrittämään kirjastoiduilla tuotteilla, mitä artikkelit käytössä, mistä tulee valita ja miten pienillä kompromisseilla, niitä voisi käyttää.

5.2 Classification Admin

Classification-kirjastoon luodaan uudet datapaketit sekä tehdään muutokset erityisen Admin-työkalun puolelta. Admin-ympäristö toimii TeamCenterin sisällä mutta vaatii yrityksen TeamCenter-vastaavalta taholta pääsyn sekä avaamisen. Valmet Automotiven tapauksessa Admin-työkalun avaaminen käyttöön oli konsernitasolla tehtävä päätös, jotta pystytään hallinnoimaan tehtyjen muutoksien laajuutta ohjelmistossa, joka on käytössä laajemmin kuin yhdessä toimipisteessä.



Kuva 4. Classification Admin puolen alkunäkymä, johon SPR-luokka luotu.

5.3 Lean-ajattelu kirjastoinnin tehostamiseen

Ylimääräinen varastoitava työkalusto tuottaa tarpeettomia kustannuksia yritykselle. Valikoiman optimointi on yksi Lean-ideologian mukainen lähestymistapa tehostaa yrityksen toimintaa säästäten resursseja. Näihin erilaisiin resursseihin lukeutuu kaikki yrityksen pääomasta luonnonvaroihin. Kirjastointi on siis osa Lean-ajattelua, mutta myös ydinosa yritystoimintaa. Varaston optimointi vaikuttaa myös suoraan muihin tietokantoihin. Robottien kohdalla tarkka kirjastointi ehkäisee myös esimerkiksi vääränlaisen työkalupään tilaamiseen ennalta olemassa olevaan robottiin. Näin minimoidaan hukkaa niin ajallisesti kuin rahallisesti virheenmahdollisuuden pois eliminoidessa. (Crawford 2019.)

6 Classification libraryn käyttö

6.1 Classification library Valmet Automotivella

Valmet Automotiven aiemmin tilaamaan Classification-kirjastoon on ollut lisättyä muutamia kategorioita ennen opinnäytetyön aloittamista. Aiemmin kirjastosta löytyy VA:n käyttämät robotit, niiden jalustat ja ohjauskaapit sekä pistehitsauspihdit. Osa tästä on tehty ulkopuolisen toimeasta, jolloin kirjastointiprosessi on jäänyt yrityksen omilta toimihenkilöiltä oppimatta.

Työkaluja ja muuta kirjastoitavaa laitteistoa on kuitenkin isot määrät ja näille pitäisi kehittää kokeilun kautta toimiva sekä VA:lle sopiva menetelmä toteuttaa kirjastoinnit talon sisäisesti. Opinnäytetyön tekijä tavoittelee SPR-pihtien kirjastoinnilla helpottamaan tätä prosessia. Tarkoitus on käydä läpi työvaiheet sekä luoda niiden perusteella lopulta yksiselitteinen ohjeistus tai standardi. Tämän standardin mukaan eri osastojen vastaavat voisivat tehdä omien vastualueidensa kirjastoinnin yhteneväisellä tekotavalla.

Alkukartoituksessa on havaittu mahdollisia ongelmia kirjallisen ja muun tietotaidon saatavuuden vähyydestä asiaan valmiiksi saamiseen liittyen. Yleisesti on mahdollista saada ostettua toimihenkilöille koulutuksia Classification Libraryn, TeamCenter sekä Siemens NX:n käytöstä. Ongelma on näiden alustojen yhteiskäytön oppiminen sekä oikeaoppisen kirjastoinnin perusteet. Yrityksellä on tietyt tavoitteet, joita se haluaa saada kirjastoinnilta, ja tilatulla yrityksellä taas omat metodinsa toimittaa tuote. Näillä tuoteperheillä yhteinen tavoite ei useinkaan täsmää, joten tarvitaan talon sisäistä osaamista rakentamaan kyseiset tarvittavat kirjastot. Näin saadaan talon ideologia-lähtöisesti luotua toimiva ratkaisu ja samalla opittu tieto pysyy yrityksessä.

Ostetun kirjastoinnin ongelmat ovat olleet selkeästi nähtävissä yrityksen toiminnassa. Käytännössä solmukohdat kiteytyvät siihen, ettei jälkikäteen osata tehdä haluttuja muutoksia ja päivityksiä ilman, että ostetaan sekin valmiiksi tehtynä. Riskinä siinäkin on se, etteivät näkemykset välttämättä kohtaa tälläkään

tilauskerralla ja työkalukirjasto, joka normaalisti pitäisi tehostaa työtehtävien tekemistä, jääkin käyttämättä, vaikka siihen on investoitu.

6.2 Aikataulu työkalukirjastoinnissa

Aikataulun ja projektin tarpeellisuuden vuoksi SPR-työkalut priorisoitiin ohjeiston luontiin ensimmäisenä. Tässä työkalussa on mahdollista kokeilla kaikki tarvittavat luontivaiheet työkalupisteille, työkalunvaihtajalle, koordinaatiston sekä kinematiikan luontia Process Simulatea varten. Opinnäytetyön aikana on tarkoitus myös opettaa henkilöstöä jo onnistuneiksi todetuilla tavoilla luoda näitä määritysvaiheita kirjastoitaviin työkaluihin. Näin toimiessa olisi tavoite saada pidettyä aikataulua sellaisessa vauhdissa, jolla ehditään luomaan ajoissa kaikki SPR-työkalut toimivaksi kirjastoksi sekä nähdään mahdolliset ongelmatilanteet ja korjataan ne.

7 Kirjastoinnin suorittaminen

7.1 Alkuvalmistelut sekä toimenpiteet

Työ alkoi järjestämällä kokous asiasta vastaavien tahojen ja toimijoiden kanssa. Kokoukseen osallistui henkilöitä BiW-osastolta sekä IT-puolelta. Esihenkilöt olivat paikalla hallinnollisten palvelinkäyttölupien sekä käyttöoikeuksien vuoksi. Lisäksi aluksi oli kartoitettava, minne olisi haettava oikeudet, jotta saataisiin SPR-työkalujen data TeamCenteriä varten.

Työkalupisteiden sekä koordinaatistojen luomisesta opinnäytetyön tekijä on kouluttanut toimihenkilön sekä ohjeistanut tiivistetyn prosessin taltioinnin teon VA:n sisäiseen käyttöön. Tätä taltiointia voidaan käyttää myöhemmin ohjeena muiden työkalujen työkalu- ja koordinaatistopisteiden luomisessa.

7.2 Tekniset tiedot

Aloitusdataa auttoi kartoittamaan muutama osaston hyvin tunteva, VA:lla kauemmin työskennellyt osaston toimihenkilö, heidän asiantuntemuksensa vuoksi. Sopivien työkaluinformaatioiden jälkeen tarkistettiin niiden ajallinen paikkaansa pitävyys. Tässä käytettiin hyväksi tiedostojen päiväyksien sekä mallinumeroiden vertailua.

Liitostekniikoista vastaaville annettiin selvitykseen, mitkä muuttujat ovat tärkeimpiä poimittavia hakutekijöitä sekä käytön kannalta kaikkein merkittäviä tietoja kirjastointiin työkaluista.

Configuration reference - if known					
R	295	415	064	86	T
Robot/Ped	Throat D	Throat H	Die Post	Nose L	Mount

Kuva 5. Otos SPR-työkalun määrittelyiden muuttujista.

Self- Piercing Rivet -työkaluihin merkittäviä muuttujia listattiin kunkin vastaavan toimihenkilön toimesta kuvassa 5. kaikki attribuutit tärkeiksi sekä määrittäviksi. Eriteltynä listataan kuvan muuttujat, sulkuihin merkitty kyseisen työkalun viitearvo helpottamaan yhdistämistä.

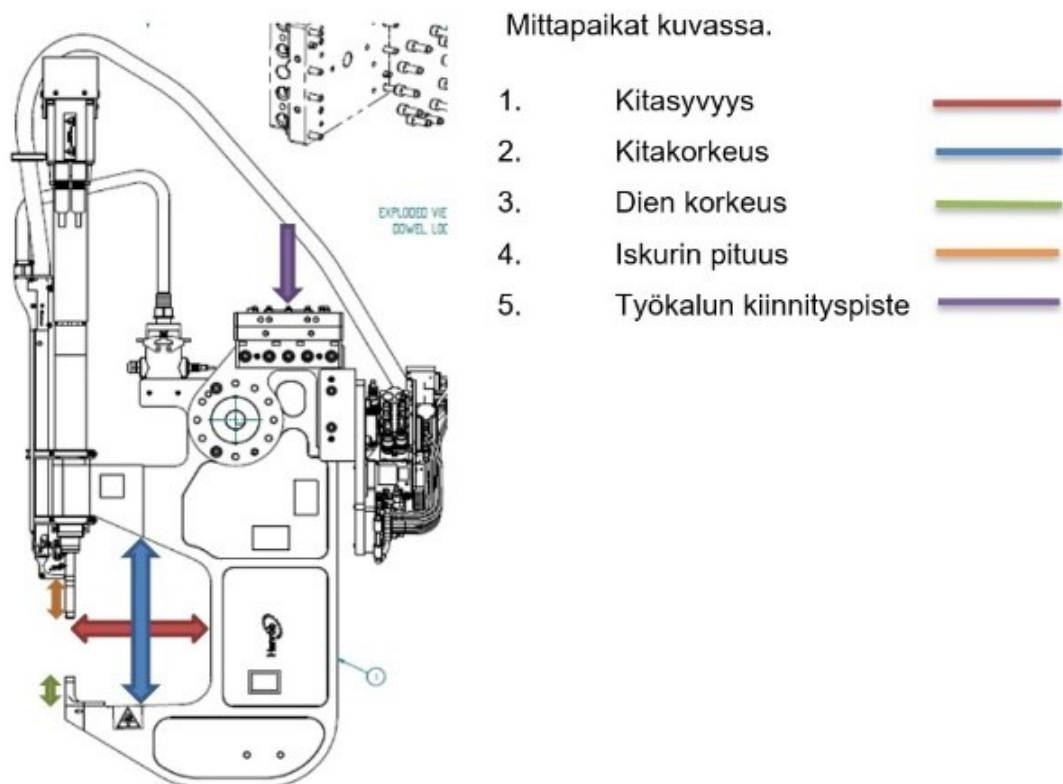
Valittuja muuttujia teknisestä lehtisestä:

- Onko työkalu kiinni robotissa vai omassa alustassaan paikoitettuna kyllä/ei(Robot)
- Kidan läpimitta millimetreissä (295 mm)
- Kidan korkeus millimetreissä (415 mm)
- Dien (alasintyynyn) korokepylvään korkeus millimetreissä (64 mm)
- Iskurin pituus asetinvarren kärjessä millimetreissä (86 mm)
- Työkalulaipan sijainti suhteessa alasintyynyn (Top)

Muita teknisestä lomakkeesta poimittuja määritteitä ovat valmistaja, työkalunvaihtaja ja Dien-vaihtaja.

7.3 Työkaluun perehtyminen

Jotta SPR-työkalut pystyttäisiin määrittelemään TeamCenteriin, oli otettava selvyyttä mekaanisesti ratkaisevista mitoista. Nämä mitat ovat samoja, joiden avulla työkalut merkitään kirjastoon ja luodaan ominaiset hakuehdot. Oli tärkeää tietää, mitä suunnittelijan tarvitsee valintaprosessissa saada määriteltyä hakuun ja mitkä muuttujat on luotu Classification-kirjastoon hakuparametreiksi. SPR-pihdin cad-malli kuvassa 6 on esitetty kaikki kirjastoinnin kannalta merkitsevät määriteltävät mittapaikat.



Kuva 6. JL1003 SPR -työkalun piirros.

Alkuperäiset mallitiedostot olivat Catia-tiedostoformaattissa sekä "skin only" -muodossa, jolloin 3D-mallit eivät olleet suoraan käyttökelpoisia työkalupisteiden luotettavaan luomiseen. Niiden paikoitus olisi ollut mahdollista kiinnittää virheellisesti suhteessa mallin pintaan, joko sivuun tai kokonaan irti pinnasta ilman, että virhettä olisi huomannut ennen käytännön toteutumista. Mallit olivat ulkonäöltään yksityiskohtaisia ja selkeitä mutta useassa työkalussa oli perusoletuksena työkaluvaihtaja paikoitettuna. Työkaluvaihtaja on tarkoitus

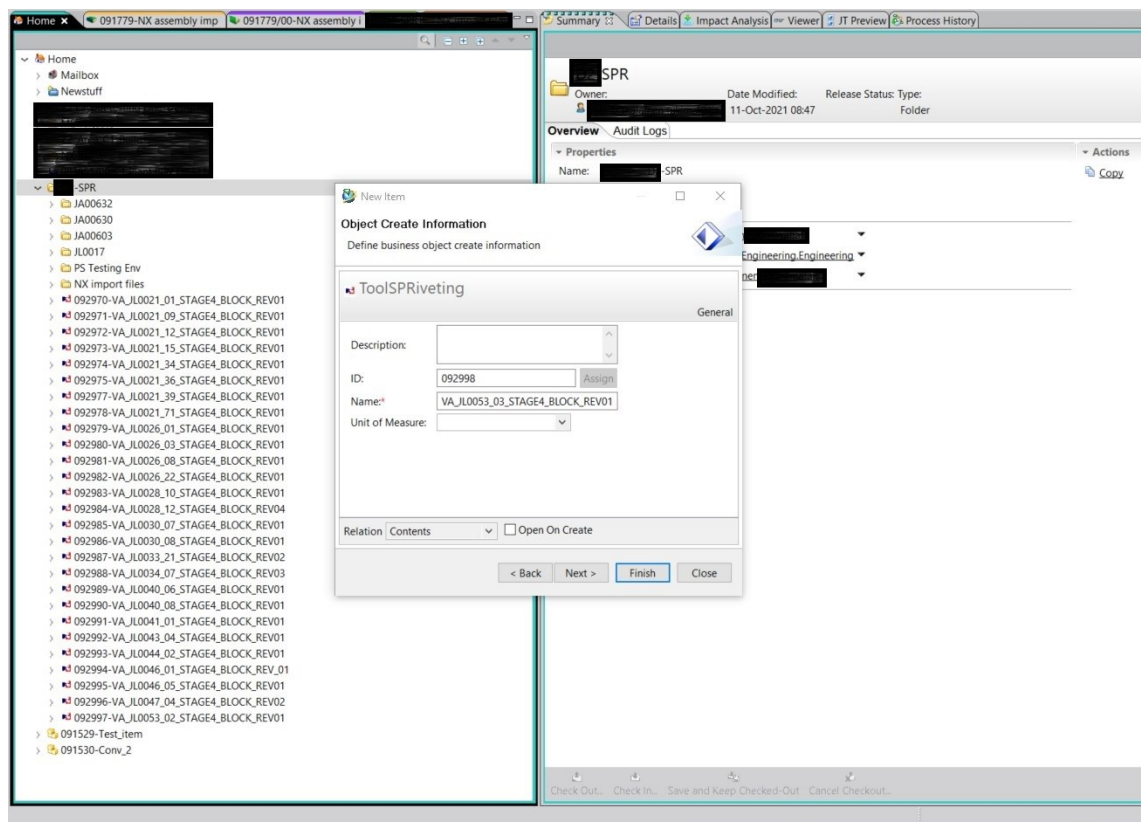
saada tuotua tarvittaessa kiinni SPR-työkaluihin. Jos vaihtajat ovat kiinni oletuksena, 3D-mallit täytyisi muokata. Alkuperäisten mallien kanssa osoittautui toinenkin ongelma. Kun malleista poistettiin vaihtaja, alle jäi tyhjä kolo skin only -ominaisuuden vuoksi. Täytyi siis saada uudet mallit, joissa näitä kahta ongelmaa ei olisi.

Seuraavat mallitiedostot Henrob laitevalmistaja toimitti STEP-muodossa, ja 3D-malleja oli yksinkertaistettu paljon. Tämä ei kuitenkaan ollut muuta kuin visuaalinen seikka. Mittatarkkuus oli oikea sekä mallit olivat muokattavissa olevia tyyppiä. Pintoihin pystyi luotettavasti tarttua NX Line Designerin työkaluilla ilman että mitoituksia joutui arvailemaan. Kun mallit oli varmistettu toimiviksi yhden koevedoksen avulla, siirryttiin viemään malleja TeamCenter-ympäristöön.

Mallitiedostot olivat STEP-muodossa, joten Siemensin PLM-ympäristö TeamCenter ei ymmärtäisi tätä tiedostomuotoa oikein. Oli tehtävä kaikkien tiedostojen konversio toiseen muotoon ilman, että 3D-mallit vahingoittuisivat tai menettäisivät dataa. Tiedostot piti tallentaa TeamCenteriin, Siemens NX:n PRT-tiedostomuodossa, jotta niitä voitiin käyttää kirjastossa. Kyseinen tiedostomuoto on oletuksena Siemens NX -tuoteperheen 3D-malleille. Tässä formaatissa kirjastoiminen on ollut aiemmin käytetty toimenpide sellaisten komponenttien kohdalla, joita tarvitsisi muokata myöhemmin, sillä PRT-tiedostona jokainen mallin osa on muokattavissa ilman pakkausta. Esimerkiksi pituuksia pystyisi mallinnusohjelmassa muokkaamaan vaivattomammin, jos nimikkeestä halutaan luoda uusi revisio.

SPR-pihtien kohdalla kyseessä on kuitenkin ostokomponentti, jota ei ole tarkoitus muokata talon sisäisesti. PRT tiedostomuotona vietyinä TeamCenteriin osoittautui myös verraten vaivalloiseksi sekä avasi suuremman mahdollisuuden virheille prosessin eri vaiheissa. Aiemmin osastolla TeamCenter-ympäristöä käyttänyt henkilö oli luonut noin 20-sivuisen yksityiskohtaisen PowerPoint-ohjeen PRT-tiedoston kirjastointiin. Verrokkitestistä tehdessä huomattiin, ettei tämänkaltainen kirjastointi olisi välttämättä käytännöllisin SPR-pihdeille. Ajallisesti kirjastoiminen olisi hidasta sekä työvaiheet monimutkaisia.

Päädyimme yksinkertaisempaan ja käytännöllisempään Monolithic JT -formaattiin, joka on hyvin yleisesti käytetty 3D-mallien formaatti niin ohjelmistojen tuen kuin käännettävyyden kannalta. Työvaiheet olivat paljon suoraviivaisempia sekä kirjastointi tapahtui nopeasti. Virheen mahdollisuudet vähenivät usean kymmenen työvaiheen poistamisen vuoksi minimaalisiksi. Monolithic JT:t ovat Siemens PLM:n oma luoma tiedostoformaatti. Ne ovat tarvittaessa muokattavia mutta oletusarvoltaan lukittuja, kompaktiksi pakattuja 3D-malleja.



Kuva 7. JT-tiedostoille Item-pohjan luonti TeamCenteriin

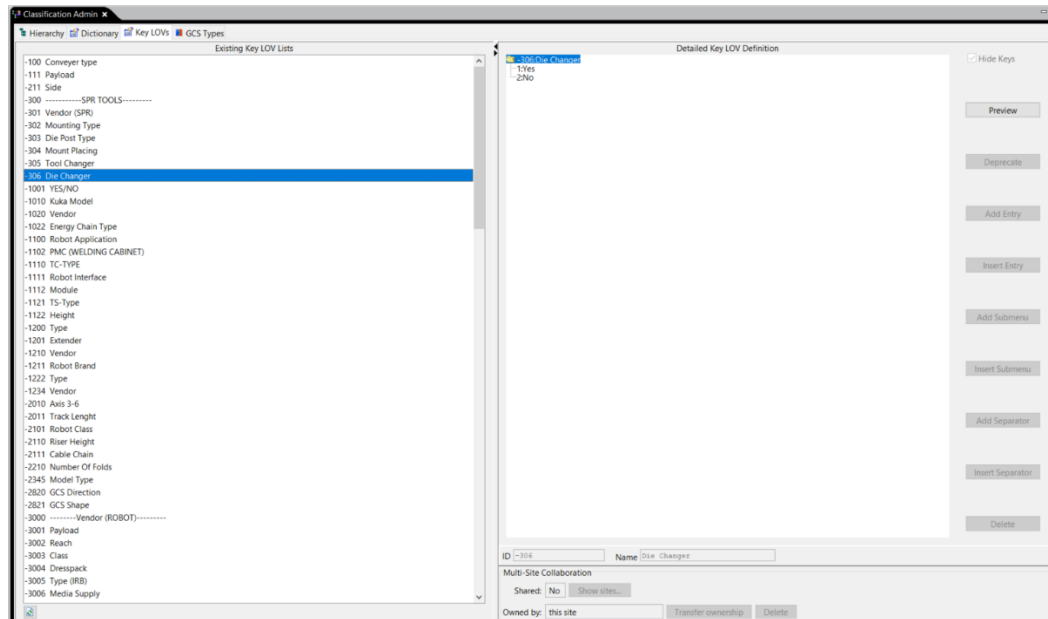
Kuvassa 7 on luotu jokaiselle JT-formaatissa olevalle SPR-työkalun 3D-mallille oma ToolSPRiveting Item sekä nimetty ne yhteneväisesti kutakin tarkoitettua työkalua varten. Kaikelle mitä TeamCenteriin viedään, on oltava ennalta määritelty Item-tyyppi luotuna. Tämä toimii eräänlaisena alustana, joka luo tiedostomalliin sopivat alikansiot ja määritteet tulevalle työkalulle. Tiedostomuotoja käännettäessä PRT- tai JT-muotoon on otettava huomioon se,

että objekti ei muutu missään vaiheessa LightWeight Body -muotoon. Tämä voidaan välttää testaamalla sopiva asetuspaketti yhdellä mallitiedostolla ja sen jälkeen tallentaa toimivan käännösparametrin myöhempää käyttöä varten.

Seuraavassa vaiheessa tiedostot siirretään kunkin oman nimisen Itemin päälle kansioistaan käyttäen TeamCenterin Drag and Drop -työkalua. Jokainen työkalu käydään huolellisesti lävitse, jotta työkalut menevät nimeään vastaavan Itemin alaisuuteen, sillä korjatakseen virheen, työvaiheet on käytävä uudestaan lävitse kyseisen virhesiirron osalta. Lopulta kun kaikki on siirretty, on tiedostot onnistuneesti siirretty yksittäiseltä koneelta kaikkien oikeuden saaneiden käyttöön palvelimelle. Jokaiselle työkalulle on generoitu oma yksilöllinen ID juoksevalla numeroinnilla, ja kukin työkalu on löydettävissä tällä tunnusnumerolla.

7.4 Classification kirjastoinnin parametrien määrittäminen

Jotta työkalut saataisiin helpommin haettaviksi kuin omien ID-numeroidensa avulla, määritetään niille hakunimikkeet Classification Admin -työkalulla. Kun TeamCenteriin siirretyille mallitiedostoille on luotu osuvat hakuparametrit, työkalua tarvitseva käyttäjä voi hakea järjestelmästä esimerkiksi työkalun yksilöllisen ominaisuuden, kuten kitasyvyyden tai kokonaispainon, avulla. Näin käyttäjän ei tarvitse tietää kuin loogisesti tarpeelliset määrittäimet työkalustaan mutta ei nimikenumeroita. Ensimmäinen työosuus on varata numeropaikka KeyLOV-valikon listasta, johon kunkin artikkelin tai työkalun määritemuuttajat listataan.

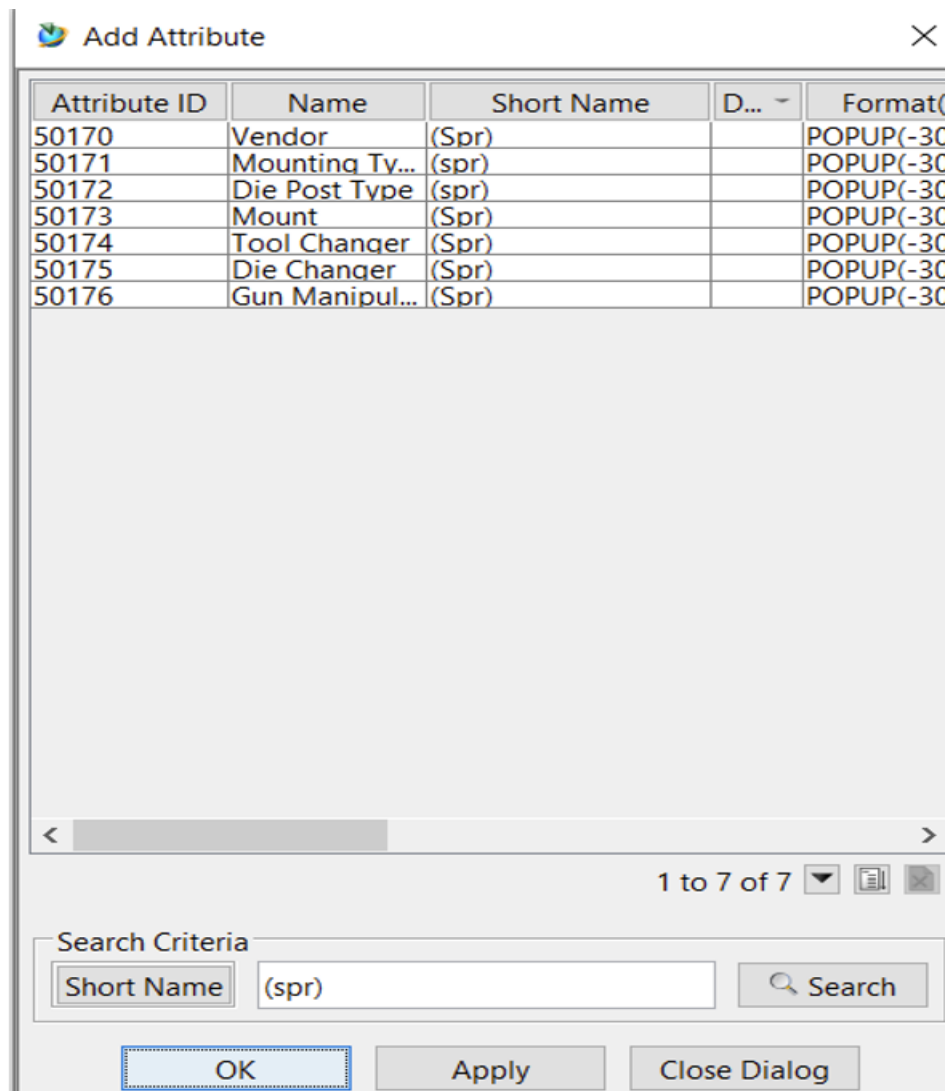


Kuva 8. KeyLOV-hakunimikkeiden tilanmääritys

KeyLOV-rivistöille luodaan tässä tapauksessa nimikkeet valmistajalle, kiinnitystyyppille, alasinkorokkeen tyyppille, kiinnityskohdasta, työkaluvaihtajasta sekä alasintyynyn vaihtajasta. Vaihtoehtoina voi olla useampi syöte kuin kyllä tai ei. Listaan annettiin kaikki valmiit mittatiedot, joita kirjastoitavissa työkaluissa ilmeni ja joista pystytään valikoida käyttötarkoitukseen sopivin hakuparametri. Vendor- eli toimittaja-kohtaan annettiin tässä tapauksessa vain yksi nimike Henrob, koska tällä hetkellä ei ole muita toimittajia. KeyLOV-rivi kuitenkin lisättiin ennakkoiden tulevaisuutta. Jos laitetoimittajia olisi useampia, niin riviä olisi yksinkertaisempi muokata lisäten uusia nimikkeitä sen sijaan, että luotaisiin kokonaan uusi KeyLOV-rivi.

Kun alkuun luodaan annettavat mittatiedot työkalujen listauksista, voidaan annettuja tietoja käyttää hyväksi kirjastointivaiheessa. Kirjastointitapahtumassa voidaan valita suoraan ennakkomitta ilman, että jokaista tarvitsee syöttää uudelleen kirjoittaen. Tämäkin vähentää riskiä siitä, että kirjoitusvirhe mahdollisesti pois sulkisi työkalun kelvollisista hakuehdokkaista väärän mittatiedon vuoksi. Tässäkin vaiheessa on siis mahdollista pienentää riskiä virheiden sattumiselle. Short Name -osioon ei ole välttämätöntä syöttää mitään,

mutta oli huomattaviss,a kuinka yksinkertaista oli etsiä vain tietyn työkalun nimikkeellä hakukoneella, jos tähän ikkunaan kirjoitti yksilöidyn SPR-nimikkeeseen. Hakukone listasi tämän jälkeen jokaisen vain tälle työkalulle kuuluvan muuttujan, ja seuraavassa työvaiheessa lista oli nopea kopioida kokonaisuudessaan luotaville luokkamuuttujille.



Kuva 9. Hakuehto tietyn työkaluryhmän löytämiseksi.

Kun KeyLOV-rivistöt on luotu oman nimiseen välilehteensä, siirrytään määrittämään jokaiselle oma käyttäjälle näkyvä nimike sekä dataformaatin määrittely. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi sitä, onko kirjoitettujen rivien tyyppi tekstiä vai numeroita sekä montako merkkiä pitkiä arvoja hakukenttä hyväksyy.

Samassa määritellään perusyksikkö, mitä hakuarvo on. SPR-työkaluissa arvot annettiin millimetreissä, joten valikosta valittiin ”pituus” mittayksikössä mm. Nyt jokainen annettu hakuarvo toteutuu millimetreinä ja käyttäjä näkee, mitä hakukenttä vaatii. Jos työkalun valmistajalla on mittatiedot tuumina, voidaan valita automaattinen käännös metrijärjestelmästä ei metriseen. Tämä nopeuttaa hakutoimenpidettä ja ehkäisee väärinkäsityksiä järjestelmän ilmoittaessa tuumaluvusta erikseen. Tässä tapauksessa tuumamittojen muuntoa ei tarvita, joten se jätetään määrittelemättä.

Description-kohtaan voidaan kuvailla tarkemmin käyttäjälle, mitä mittaa tai muuttujaa kyseinen valinta tarkoittaa. Tämä voi selkeyttää ratkaisevasti, jos esimerkiksi millimetrimittoja tarvitsee syöttää useita sekä nimikkeet muistuttavat erehdyttävästi toisiaan. Kommenttikenttään on järkevää lisätä kaikki tieto, mitä kyseisestä työkalusta voisi tarvita tietää tai mistä tarvittavaa lisätietoa voisi löytää. SPR-työkaluissa asetettiin viittaus kunkin omaan tekniseen liitteeseen, joista voidaan tarkistaa kaikki merkitsevät mittatiedot.

The screenshot shows the 'Classification Admin' application window. The 'Dictionary' tab is active, displaying the configuration for an attribute with ID '50167' and name 'Throat Height'. The configuration includes fields for 'Short Name', 'Default Annotation', 'Metric Unit' (set to 'mm'), 'Format' (set to 'INTEGER(S)'), and 'Unit' (set to 'Length (mm)'). There are also fields for 'Default Value', 'Minimum Value', and 'Maximum Value' for both metric and non-metric units. The 'Description' field contains the text 'SPR tools throat height value', and the 'Comments' field contains 'Check Excel Datasheet for value if needed'. The interface also shows a table with columns for 'Attribute ID', 'Name', 'Short Name', 'Default Ann...', 'Format(Met...', and 'Unit(Me...', and a search bar at the bottom right.

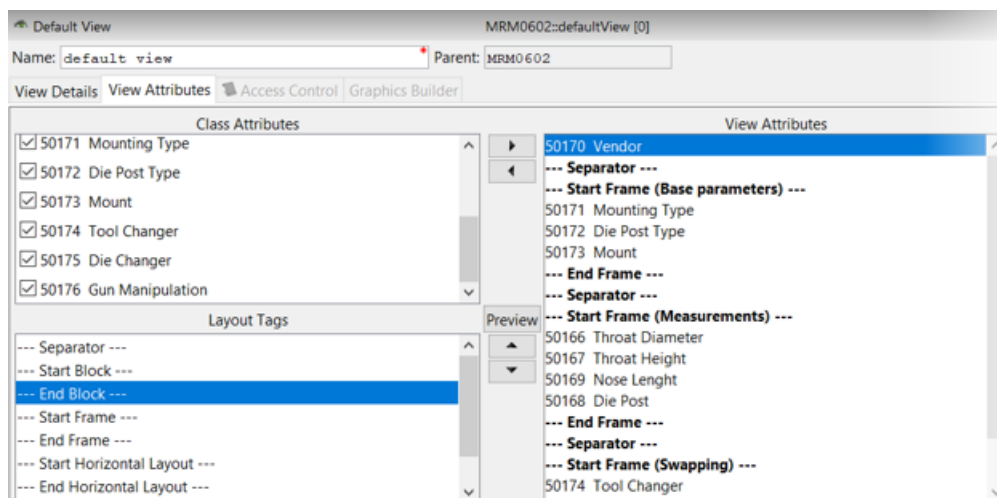
Kuva 10. Muuttujien määrittely KeyLOV-riville.

7.5 Luokkamuuttujien määrittely

Kirjastoidut artikkelit näkyvät ReUse libraryn alaisuudessa hierarkiapuussa siten, kuin ne on Classification Admin luonut. Niiden listaustyyli vaihtelee tekijän ja käyttötarkoituksen mukaan. Class Attributes -lista pitää sisällään jokaisen kirjastoidun nimikkeen. Numero tulee kasvavan numeron generaattorilta, joka on seuraavaksi vapaana, joten nimikkeitä luodessa on suotavaa luoda kaikki yhdellä kerralla, jotta saadaan peräkkäiset numeropaikat samalle työkalulle. Mitään ongelmia ei tule, vaikka numerot eivät olisi toisiaan seuraavia, mutta näillä pienillä asioilla saadaan luotua selkeämpää kirjastoa. Class Attributes ja KeyLovit lopulta yhdessä muodostavat työkalun kaikki tarvittavat hakuparametrit.

7.6 Ulkoasun määrittely Classification Libraryyn

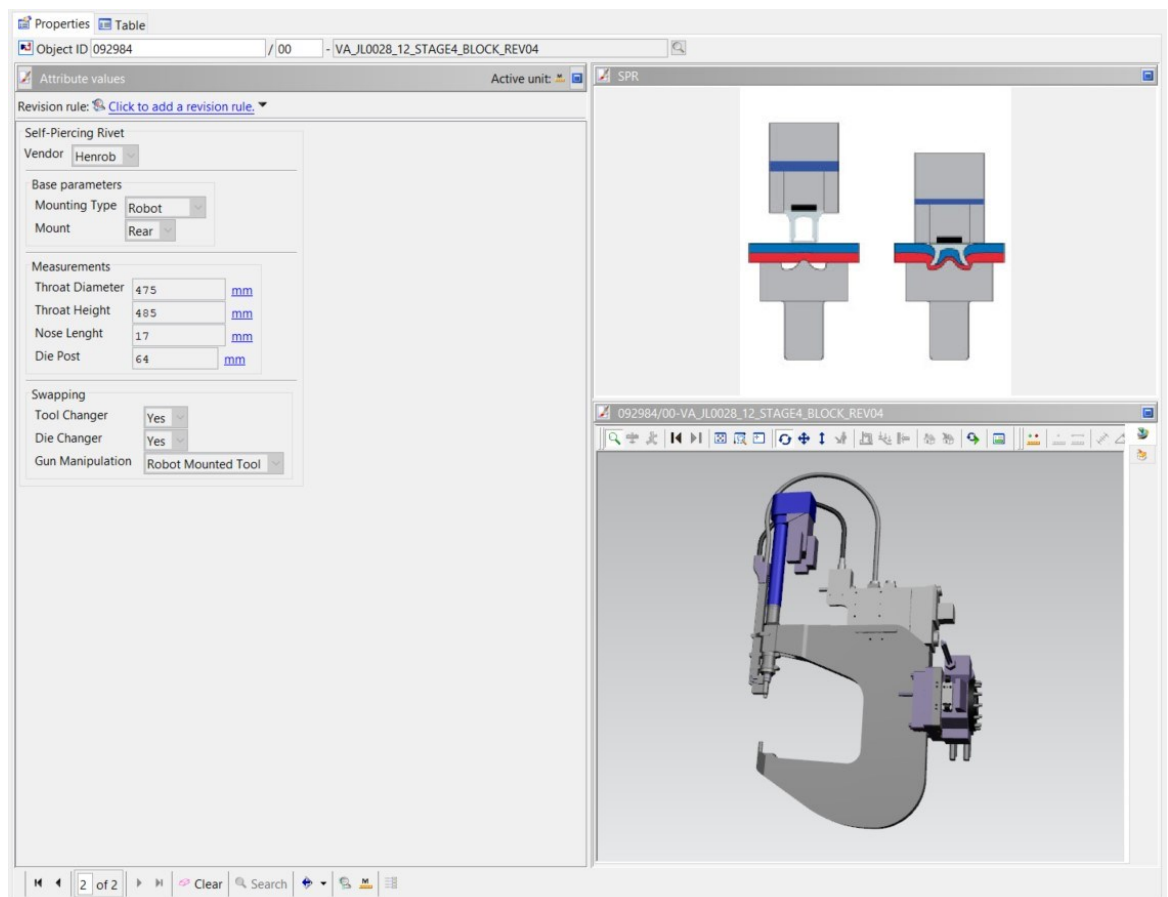
Nopeus ja helppous huomioiden on tärkeää luoda selkeä ja helposti käytettävä käyttöliittymä. Default viewiä määritellessä luokkamuuttujat (Class Attributes) valitaan View Attributes -listalle, joka tuo halutut hakuparametrit valittaviksi. Layout Tags -välilehdeltä saadaan yksinkertaisia erottimia ja rajauslaatikoita luotua hakumuuttujien välille. Asettelu ei ole tehty TeamCenterissä kovin yksinkertaisesti, mutta hetken kokeilulla ja esikatselun käytöllä, on mahdollista saada käytännöllinen ulkoasu luotua.



Kuva 11. Hakumuuttujien asettelun määrittely.

SPR-työkalun hakumuuttujia aseteltaessa priorisotiin ensimmäisiksi ne muuttujat, jotka vaikuttavat pihtien kiinnitykseen. Kiinnityksen ja alasintyyntyn tyyppi ratkaisevat millaiseen käyttökohteeseen pihtiä voi alkaa suunnitella asennettavaksi. Toisessa hakumuuttujasetissä asetettiin kitamittoja ja muita fyysisiä pituusominaisuuksia. Viimeiseksi ryhmäksi annettiin kaikki muuttujat, joissa oli joko vaihtaja tai muu työkalun asentomanipuloija. Lopulta kaikki ryhmät pyrittiin otsikoimaan suuntaa antavasti lyhyillä mielikuvan luovilla otsikoilla.

Kuvassa 12 vasemmalla puolella alasvetovalikot sekä täytettävät ikkunat metrisen hakumäärään syöttöpaikaksi. Oikealle puolelle asetettiin SPR- työkalun toimintatapaa havainnoiva kuva, jolla varmistetaan jälleen käyttäjän tietävän mitä työstötapaa kyseinen kirjasto tarkoittaa. Alanurkassa on esikatselukuva löytyneestä pihdistä liikuteltavana 3D-mallina.



Kuva 12. Hakuikkunan ulkoasu valmiina julkaisuna.

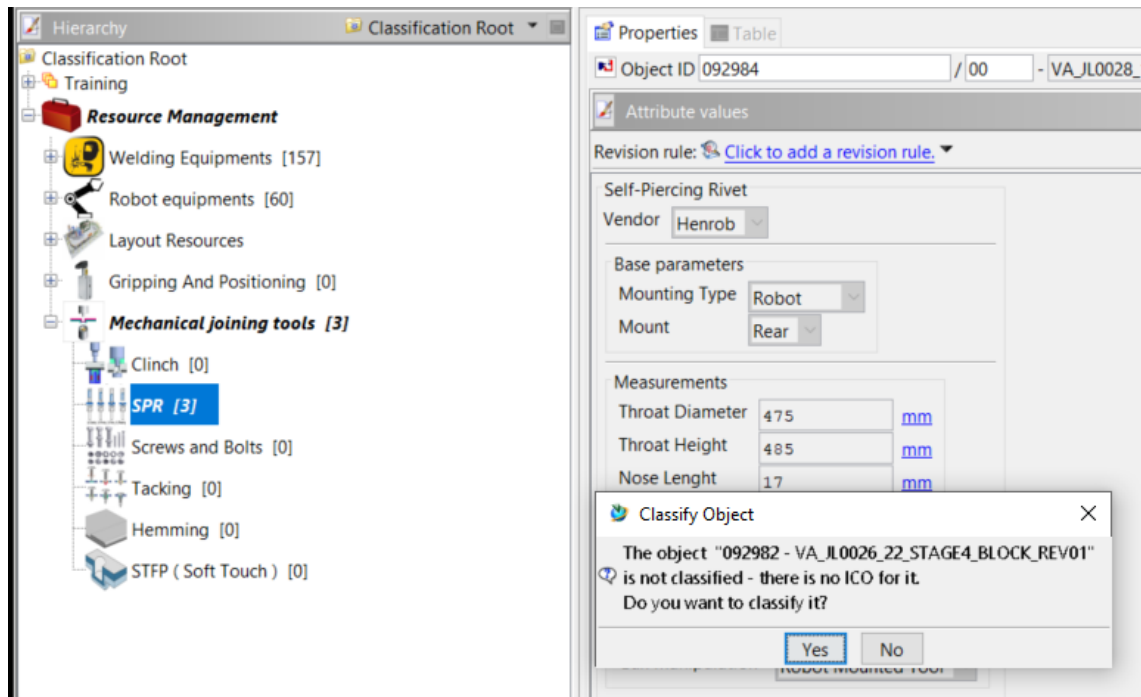
Hakuikkunassa pyritään merkitsemään vain oleelliset hakuehdot sekä poissulkemaan liian tarkat hakuarvojen syöttämiset järjestelmään. Liika määrittely estää vaihtoehtojen ehdottamisen järjestelmästä. Visuaalinen selkeys ja yksiselitteisyys suositeltavaa tarkistaa toiselta taholta jokaisessa työvaiheessa sillä jälkikäteen muokkaaminen on helposti aikaa vievää.

7.7 Mallidatan siirtäminen oikeaan nimikkeeseen

Viimeisimpiin osiin lukeutuvassa vaiheessa alkaa mallien yhdistäminen oikean tuotetiedon kohdalle TeamCenter kirjaston sisällä. Tässä vaiheessa esille tuli hankala ongelma. Yksikään kirjastoon listattu työkalu ei vastannut valmistajalta saatuihin mallinimikkeisiin. Ongelmana on, ettei malleihin pysty varmuudella liittämään oikeita arvoja, jos nimikkeestä on epäilyksiä. Tilanne on selvityksen perusteella syntynyt siitä, että Henrob on valmistanut SPR-pihtien rungot ja perustanut nimikoimisen rungon mukaan.

VA:lle tullessaan pihdeistä tehdään tarpeisiin mukautetut versiot ja laitteet nimetään yrityksen oman standardin mukaisesti. Seuraavassa vaiheessa varhaisia pohjamalleja revisioidaan ja luovutusvaiheessa pihdit nimetään vielä uudelleen kirjastonimikkeelle. Näitä kaikkia vaiheita ei ole säilynyt kuin kolmessa dokumentissa, joten ensi alkuun on mahdollista kirjastoida vain kolme varmaksi todistettua pihtimallia. Myöhemmin loput mallit siirretään seuraavaksi esitetyllä mallilla kuten ensimmäisetkin.

Kuten nimikkeet on listattu TeamCenteriin sopivaan kansioon, aletaan niitä siirtää sitä mukaa Classification puolelle, kun oikea kyseistä mallia vastaava datasheet on saatavilla (kuva 7). Tämän voi suorittaa yksinkertaisella vedä ja pudota- hiiren liikettä käyttämällä. Mallin siirtyessä Classification-välilehdelle TeamCenter varmistaa, haluaako käyttäjä varmasti luokitella kyseisen objektin. Kuvassa 13. tähän kohtaan valitaan ”kyllä” ja aloitetaan oikean työkaluvalikon etsintä.



Kuva 13. 3D-mallin classifointi TeamCenter-valikossa

Kohteeksi valitaan kuvassa 12. näkyvät syöttöikkunat. Näihin ikkunoihin syötetään kaikki 9 aiemmin määriteltyä muuttujaa samassa muodossa missä ne ovat. Osa muuttujista näkyy esimerkkinä kuvassa 4. vihreällä pohjalla annettuina millimetrielukuna. Tietoja syöttäessä olisi hyvä tarkistaa annetut arvot ennen tallentamista vaikkakin virheen sattuessa tietoja voi päivittää vapaasti. Vaaraksi muodostuu se, huomaako virheen tapahtuneen, ennen kuin laite otetaan käyttöön. (SPR työkalujen tietokanta 2021,)

Vaihe vaikuttaa ensiksi monimutkaiselta mutta osoittautuu nopeasti hyvin yksinkertaiseksi käytännöksi luokitella työkaluja. Jos työkalutiedot ovat helposti käytettävissä ja saatavilla valmiiksi, tämä työvaihe on nopea eikä vie huolellisesti tehtynäkään montaa minuuttia per työkalu. Näin voidaan luokitella huomattavan isoakin työkalumääriä ilman erillistä ryhmäajoa tietokantaan.

8 Työkalupisteiden ja kiinnityspisteiden asettaminen

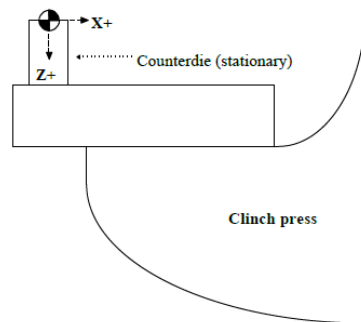
8.1 Työkalupiste simulaatioon määrittämisen apuna

Robotin asento ja sen liikkeet ovat aina suhteessa työkalun koordinaattijärjestelmään, eli TCP:hen ja työkalun suuntaamiseen eli orientaatioon. Optimaalisimman suorituskyvyn tavoittamiseen vaaditaan se, että työkalupiste on määriteltynä mahdollisimman tarkasti. Koordinaattijärjestelmä voidaan määritellä tarvittaessa manuaalisesti, mutta myös käyttämällä robottia mittausvälineenä. Jos työkaluun on tehty muutoksia tai pieniä korjauksia valmistamisen jälkeen, on suositeltua käyttää manuaalista määrittystä. Samoin voidaan toimia, jos käytettävissä on tarkkaa tietoa työkalun mitoista. (ABB IRC5 2019.)

Jokaiseen kirjastoitavaan malliin on tärkeää asettaa työkalupisteet. Robottityökalua on haasteellista käyttää ohjelmoinnissa ilman työkalupisteiden määrittämistä. Määrittelemällä työkalupiste saadaan robotiikassa käytettyyn ohjelmaan syötettyä se perustieto missä kulloinkin työkalun määritetty piste kulkee. (Marttila 2021.)

SPR työkalun tyynyn (Die) yläpinnalle sijoitetaan XYZ-koordinaatistoon perustuva piste, jota kutsutaan "Tool Center Point" -nimellä. Tämä piste määrittää sen, missä kyseisen työkalun nollakohta sijaitsee ja minkä mukaan liikutaan. Pelkän robotin nivelten pisteiden määrittely voisi pitää robotin erossa törmäyksistä mutta ohjelma työkalu olisi simulaatiossa olematon. Työkalua ei voisi siis käyttää millään lailla, ellei sille aseteta vähintään työkalupistettä.

Robotti niittauspistooli (pistooli kiinnitettyinä robottiin)		Robot Clinching gun (gun attached directly to robot)
X+	tyyny liikkuu kohti osaa	die moves to part.
Z+	tyyny liikkuu kohti osaa	die moves to part
Kiinteä niittauspihti		Stationary ("external") Clinching gun
X+	osa liikkuu kohti tyynyä	part moves to die
Z+	osa liikkuu kohti tyynyä	part moves to die



Kuva 14. TCP-koordinaatiston standardisuunta.

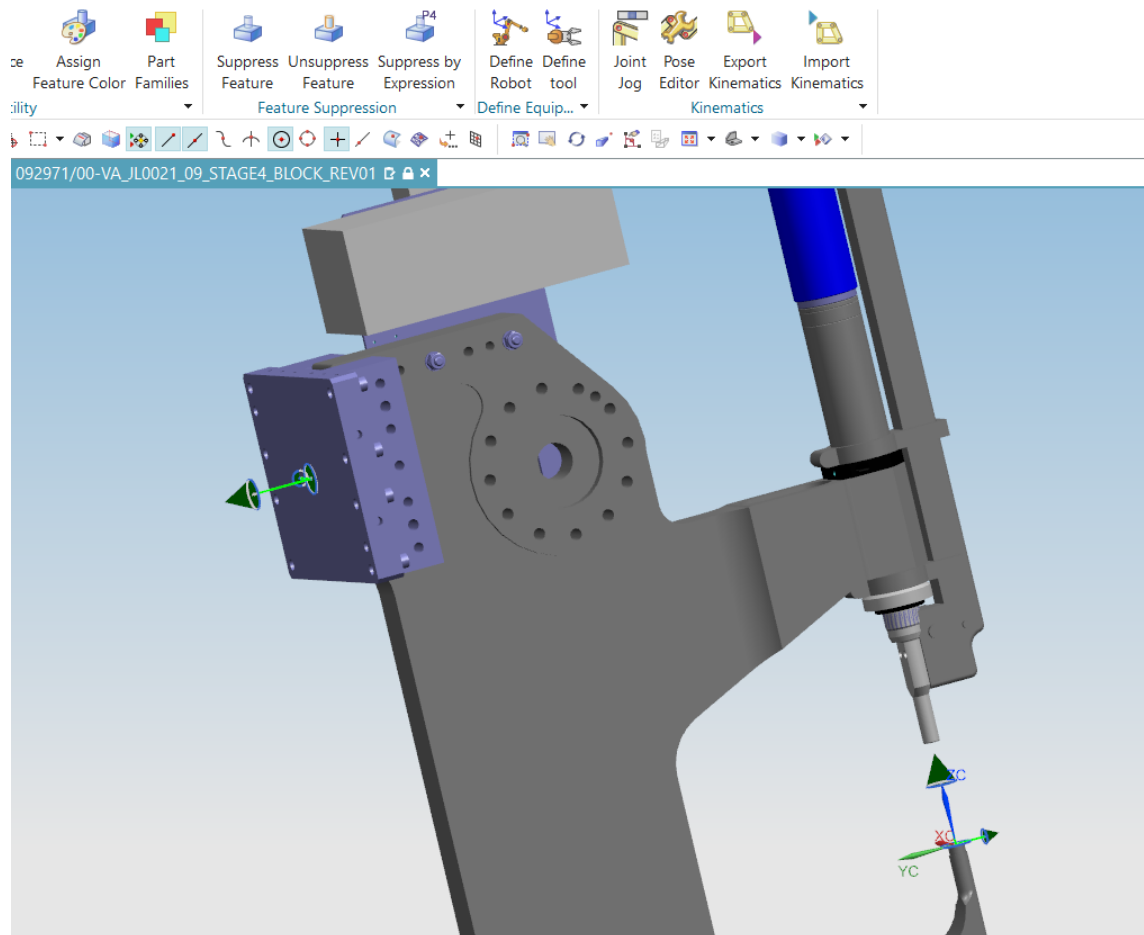
Kuvassa 14. esitetään Valmet Automotiven standardit määrittellä nollapistetyökaluy. Näin jokainen työkaluihin muokkauksia tekevä tai niitä käyttävä suunnittelija tietää, missä asennossa simulaatiossa niitä tulee hahmottaa sekä ohjelmoida. Robotiikassa on tiettyjä yleiskäytössä olevia standardimenettelytapoja mutta sekaantumisen ehkäisemiseksi VA:lle on valmistettu vuosien varrella päivittyvä ohjelmointipohja, jonka mukaan kaikki robotiikkaan liittyvä määräytyy.

8.2 Kiinnityspisteiden luominen ja merkitys

Työkalujen kiinnityspisteiden määrittely poikkeaa työkalupisteestä siten, että toista käytetään määrittämään työkalun koordinaatistoa simulointimaailmassa ja kiinnityspisteitä taas varmennettuina pikakiinnikkeinä ohjelmistoja käyttäessä. Kun kiinnityspisteet määritellään kerran ja tallennetaan Teamcenterin tietokannassa olevaan työkaluun, pystyy näitä määriteltyjä pikakiinnikekohtia hyödyntämään jatkossa useissa mallinnus ja simulointisovelluksissa. Tämä

säästää erikseen määrittelyyn verraten aikaa sekä vähentää jälleen mahdollisuutta virheellisen vahinkoluonnin mahdollisuutta.

Määrittys tapahtuu Siemens NX -ohjelmiston sisällä Line Designer -moduulin alaisuudessa.



Kuva 15. Pikakiinnityskohtien määrittyspisteet mallissa.

9 Kinematiikan määrittely ja luonti 3D-malleihin

9.1 Kinematiikka malleissa

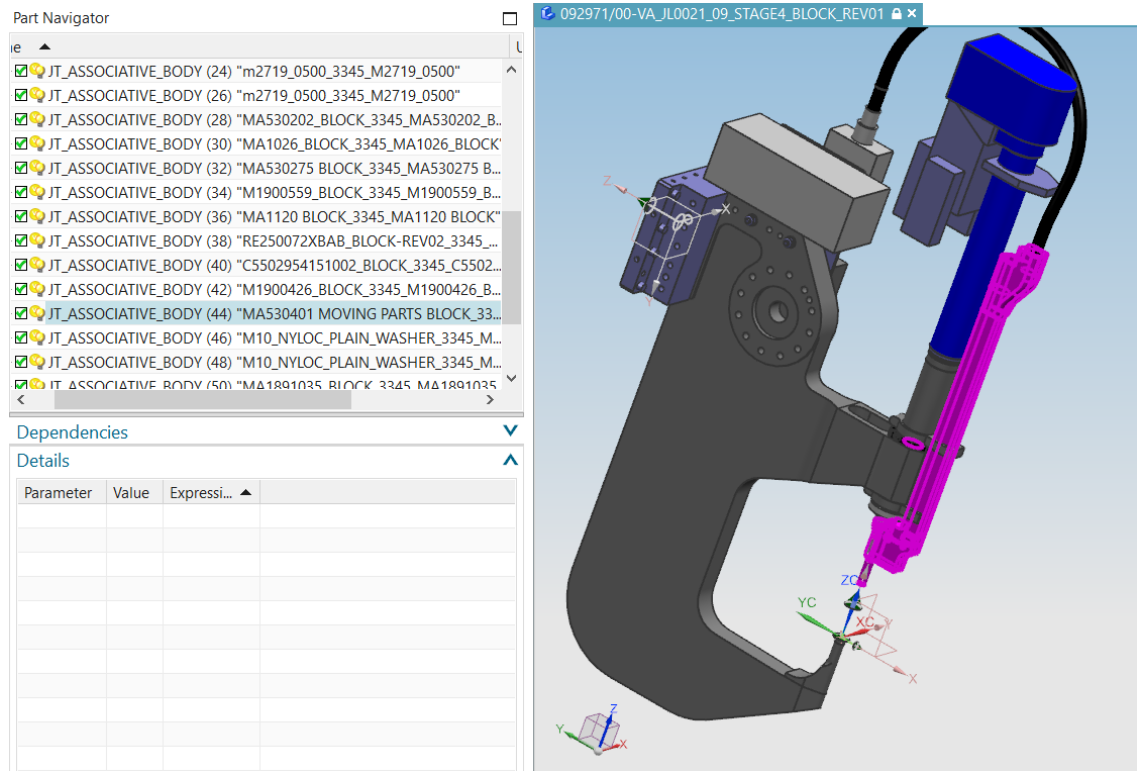
Kinematiikalla tarkoitetaan mekaniikassa geometristä liikeoppia, toisin sanoen tutkitaan jonkin kappaleen liikettä. Kinematiikkaa tarkastellessa ei kiinnitetä huomiota liikkeen voimiin, joista liike aiheutuu, tai syihin, mistä liike on lähtöisin. Siemens NX:n kinematiikkaohjelman työkalulla voidaan kuitenkin lisätä liikkuvalla kappaleelle nopeus ja voima. (Törnqvist 2021.)

Kinematiikan määrittely Teamcenterin Motion aplikaatio oli aiemmin tehty samalle osastolle Body In Whiten sisällä mutta eri työkaluryhmään. Näistä oli luotu toiseen työkaluun käyvä ohjeistus PowerPoint-esityksenä. Tämä ohjeistus auttoi saamaan käsityksen, kuinka kinematiikan luonti onnistuisi, mutta ohjeet eivät käyneet täysin SPR-pihteihin. Ohjeissa käytetyissä malleissa mukana tulleet tekniset merkinnät olivat eri formaatissa kuin SPR-pihtien mukana tulleet tiedot. Näin muuttujien informaatiohaku ei toiminut samalla tavalla scriptiä käyttäen.

Projektin tapauksessa kinematiikka oli luotava ensin vapaaksi liikkeeksi ilman ääriarajamääritteitä. Jotta liikkuva mekanismi pysyisi oikeassa kohdassa runkoon nähden, liike lukittiin yhteen lineaariseen suuntaan. Tässä projektissa suunta oli jokaisessa mallissa alasintyynyyn nähden kohtisuoraan kuten kuvassa 16. esitetään sinisellä nuolella, mallin Z-akselin suuntaisesti. Nyt iskurivarsi kykenee liikkumaan ylös ja alas, mutta Motion-ohjelma ei tässä vaiheessa tiedä, missä kohtaa sijaitsee kotipiste tai alasintyyny, johon liikkeen kuuluu rajoittua. (Törnqvist 2021).

Näiden rajoitteiden määritteet voidaan hakea teknisistä merkinnöistä tai mallin omasta 3D-informaatiosta mittaamalla. Oikean iskupituuden löydyttyä, iskurille asetetaan liikeradan pituudeksi kyseinen matka millimetreinä. Liikeradan pituuden määrittelyn jälkeen simulointi voidaan käynnistää ja tarkistaa mihin iskurin kärki pysähtyy. Kinematiikan määrittely on tehty oikein, mikäli iskurin kärki

sekä alasintyynyn yläpinta koskettavat, mutta eivät ylitä tai jää vajaaksi. (Törnqvist 2021).



Kuva 16. Määritetään liikkuva osuus kinematiikkaan.

9.2 Nopeuden ja ajan syöttäminen kinematiikkaan

Siemensin valmistamaa Process Simulate -ohjelmistoa käytetään digitaalisen valmistusratkaisun valmistusprosessin varmentamiseen 3D-ympäristössä. Ottaen huomioon kaiken mahdollisen suunnittelijan aikataulua koskevan, olisi ensisijaisen tärkeää saada kaikki PS-ohjelmassa käytettävät artikkelit mahdollisimman valmiiksi ja vähätöisiksi. Tämä tarkoittaa 3D-mallien valmistelemista niin pitkälle ominaisuuksiltaan kuin se on järkevää. Kaikkien ominaisuuksien lisääminen ei ole yhtä kannattavaa ja hyödyllistä, kuin kappaleessa 8. esitettyjen apupisteiden luomisen sekä kinematiikan viimeistelyn.

Kinematiikan viimeisteleminen voisi kuulua iskurin nopeuden ja ajan määrittäminen. Teknisessä esitteessä ei ole mainintaa iskuria käyttävän servon nopeuksista, joten ohjelmaan ei ole mahdollisuutta löytää tarvittavia kiihtyvyyksiä ja nopeuksia. Näin ollen tahtiaikaakaan ei pystytä suoraan kinematiikkaan syöttämään. Tämänhetkinen käytäntö on käyttää Process Simulatessa vakiotahiaikaa. Tarkemman iskuriliikkeen vaatiman ajan saa selville, kun ohjelma on käynnissä. Johtuen SPR-pihdin mekaanisesta luonteesta, ongelmaksi ei muodostu helposti se, määritelläänkö iskurin nopeus tarkasti. Näistä syistä suunnitellussa käytetään vakioaikaa Process Simulatessa, kullekin työkalutyypille erikseen. (Törnqvist 2021).

10 Loppuyhteenveto

10.1 Työn eteneminen

Aihe opinnäytetyöhön saatiin Valmet Automotivelta lyhyellä varoitusajalla. Aihe oli kuitenkin hyvin ajankohtainen ja tarpeellinen tulevaa projektia ajatellen. Aloituspalaverin aika sovittiin nopeasti ja työn alkuun pääsemiseksi vaadittava koulutus järjestettiin todella pikaisesti. Aikatauluttaminen oli hyvin teoreettista, koska opinnäytetyö tehtiin sellaisesta projektista, josta kenelläkään osaston henkilöstöstä ei ollut aiempaa kokemusta. Sen muodostaminen perustui siihen arviointiin, mitä yksittäiset työosuudet saattaisivat viedä aikaa, ja näiden alueiden yhteensovittamisista johtuvat viivästymiset olisivat hyvin vaikeasti arvioitavissa.

Työn eteneminen oli kuitenkin alusta loppuun sujuvaa, vaikka toimittajalta tuli yhteensä yli 4 viikon viivästys muun muassa mallien päivittämisiin sekä nimeämisiongelman selvittämiseen. Mallien käännosten ja Teamcenteriin tiedostojen ajamisessa jouduttiin tekemään muutama kokeilu, joiden teossa aikaa kului ennakoitua enemmän. Kuitenkin kun itse teoriaan pääsi ajatuksella sisään, työ alkoi sujua tehokkaasti ja aikataulua saatiin kiinni.

10.2 Lopputulos

Aihealueesta on saatavilla vain vähän materiaalia. Useimmat koulutukset ovat Siemensin tuottamia TeamCenter-ympäristön kursseja, ja niistä pidetään maksullisia opetuksia eri yhteistyökumppanien toimesta. Tästä syystä työ tapahtui yksi osa-alue kerrallaan askel askeleelta selvittäen ja rakentaen.

Kirjastointi saatiin valmiiksi päivitettyillä 3D-malleilla, joissa on muokattuna TCP sekä kiinnityspisteet simulaatiota varten. Aikataulu tasautui loppua kohden, ja työ valmistui 11 viikossa. Valmet Automotivelle luodaan sopivaan pohjaan standardi erillisenä tiedostona opinnäytetyön luovuttamisen jälkeen ja joidenkin työosuuksien sekä lopputulosten hienosäätöä jatketaan projektitapaamisessa. Käytännön oppi ja tekotapa on omaksuttu talon sisäiseen osaamiseen ja aihetta

voidaan aloittaa kehittämään eteenpäin. Suunnittelijoille tullaan ohjeistamaan näiden tapojen teko valmiiksi mallitiedostoihin, jotka sittemmin vasta kirjastoidaan. Näin suunnittelussa on käytössä kaikki määritelty valmiiksi. Tätä menetelmää voidaan soveltaa kaikissa vastaavissa työkaluissa, kuten hitsauspideissä ja grippereissä.

10.3 Päätelmät

Työn edetessä oli helppoa huomata miten paljon PLM-ohjelmiston kaltaiset työkalut voivat auttaa yrityksiä. Teamcenterin tehokkuus Valmet Automotivella on oleva esimerkillistä sekä yksi avainasia onnistuvaan suunnitteluun asiakkaan vakuuttavalla nopeudella. ReUse library takaa hyvän versiohallinnan, mikä edesauttaa kaikkien osastojen toimintaa, jolloin arvokasta aikaa säästetään ja asiakastyytyväisyys nousee.

TeamCenter-kirjastointi tulee olemaan jatkuvan kehityksen kohteena todennäköisesti niin kauan kuin järjestelmää käytetään mutta sen tehokkuus korvaa nähdyn vaivan. Opinnäytetyön aikana korostui yrityksen hyvät suhteet yhteistyökumppaneihin, joista pystyi saamaan tarvittavaa neuvoa ja koulutusta.

Siemens NX:n kautta artikkeleiden luokittelu soveltuu erinomaisesti Valmet Automotiven kaltaiselle suurelle yritykselle. 3D-malleihin sisältyvät muut tiedot, kuten kinematiikka, TCP ja snap-pointit tuovat täysin uuden hyödyn suunnitteluun.

10.4 Jatkoehdotukset

Kinematiikan luonti SPR-pihtien kaltaisiin työkaluihin helpottuu, jos mallin sisällä on selkeät osaryhmät. Kuitenkin kinematiikan vienti eteenpäin esimerkiksi Process Simulate -ohjelmaan ei onnistunut niin kuin yritettiin. Tämän asian ratkaiseminen, kuinka kinematiikka tehdään niin, että sen voi siirtää simulointiohjelmaan, olisi hyödyllistä ratkaista.

Vaikka kinematiikka toimii paremmin ilman, että sitä viedään muihin ohjelmiin, Siemensin oma Line Designer -ohjelma ei kinematiikkaa pysty hyödyntämään. Tästä huolimatta kinematiikan luomista malleihin ja sen kehittämistä suositellaan jatkettavaksi. Kinematiikkaa määrittelevässä työvaiheessa myös hyödyllinen ominaisuus olisi massakeskipisteiden määrittely, jotta nämä attribuutit olisi valmiina kirjastoiduissa artikkeleissa. Massakeskipisteiden määrittely on tärkeää robotiikan toiminnan kannalta, jotta kiihtyvyydet ja maksimikapasiteetit voidaan määritellä oikein.

Luonnollisena jatkumona tehdylle työlle, on alkaa kehittää classificationin määrittelyä muun muassa SPR-pihtien makasiinitäyttöihin ja muihin vastaavan tyyppisiin työkaluihin samalla aikaansaata kirjastointia hyväksikäyttäen. Tämä tehostaisi samalla tavalla suunnittelijoiden työtehtäviä. Opinnäytetyö on hyödyllinen usealle osa-alueelle Valmet Automotivella ja aikaansaadusta pohjatyöstä on hyvä jatkaa muihinkin projekteihin.

Lähteet

Crawford, M. 2016. Six Lean Principles for an Industry 4.0 World. Viitattu 4.10.2021. <https://www.asme.org/topics-resources/content/six-new-lean-principles-industry-40-world>

HG Insights 2021. Companies Currently Using Siemens. Viitattu 23.9.2021. <https://discovery.hgdata.com/product/siemenshttps://www.iso.org/standard/39380.html-teamcenter>

ISO 11442:2006 Standardi 2006. Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. SFS Online. Vaatii käyttöoikeiden. https://turkuamk.finna.fi/Record/turkuamk_electronic.993225827205970

Marttila, M. 2021. Haastattelu. Valmet Automotiven Lead Project Engineer Mika Marttilaa haastatteli 5.10.2021 Albert Hämäläinen.

Marttila, M. 2021. Programming specification Valmet Automotive V2.3. Sivut 61-62 TCP määrittely. Vaatii käyttöoikeuden.

Peltokoski, M.; Lohtander, M. & Varis, J. 2015. Product Data Management – Defining the Used Terms. 11th International Conference on Product Lifecycle Management. Japan: Yokohama.

Pradeep, Sai. 2017. Body in White. Viitattu 16.10.2021 <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/body-in-white>

Robottikoulutus aineisto IRC5 Ohjelmoinnin peruskurssi. 2020. Versio C. ABB Robotics. Viitattu 8.11.2021. Vaatii käyttöoikeuden.

Segal, T. 2021. Product Lifecycle Management (PLM). Viitattu 21.9.2021. <https://www.investopedia.com/terms/p/product-life-cycle-management.asp>

Siemens 2021a. Product Lifecycle Management (PLM) Software. Viitattu: 20.9.2021. <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/our-story/glossary/product-lifecycle-management-plm-software/12506>

Siemens 2021b. Xcelerator Academy (PLM). Vaatii käyttäjätunnuksen ja salasanan.

SPR työkalujen tietokanta. 2021. Valmet Automotiven intranet. Viitattu 15.9.2021. Vaatii käyttöoikeuden.

TrustRadius 2021. TeamCenter PLM Reviews. Viitattu 23.9.2021.
<https://www.trustradius.com/products/siemens-plm-teamcenter/reviews?q=product-usage>

Törnqvist, P. 2021. Haastattelu. Turun ammattikorkeakoulun laboratorioinsinööri Pekka Törnqvistiä haastatteli 10.9.2021 Albert Hämäläinen.

Västinsalo, V. 2012. Opinnäytetyö, ”Teamcenter Classification Koulutusohje”. Vaasan ammattikorkeakoulu.

Västinsalo, V. 2021. IDEAL GRP. Kouluttaja Ville Västinsaloa haastatteli 13-16.9.2021 Albert Hämäläinen.

SPR Tekninen tietoliite mallisivu

TD - Henrob Rivet Tool Datasheet		Customer to fill in all green boxes, please.		Revision 4		Design Factor: 0		
ONLY FILL IN THIS SHEET WHEN THE LIBRARY MODEL RECEIVED IS OK TO MANUFACTURE								
Henrob Ref No -	JA00600			(Valmet to use JA00600 to 650 from your matrix)				
Description -	[REDACTED]			Cust. Specific Number -	[REDACTED]			
Zone Number -	[REDACTED]			Customer/Vendor -	[REDACTED]			
Station Number -	[REDACTED]			Project -	[REDACTED]			
Robot Number -	R01			Process Leader -	[REDACTED]			
Gun Number -	1			Henrob Program Manager -	[REDACTED]			
Gun Manipulation -	Robot Mounted Tool			Feed System -	5mm Single Rivet Feed			
Configuration reference - if known								
R	295	415	064	86	T			
Robot/Ped	Throat D	Throat H	Die Post	Nose L	Mount			
Provisional Base Model Used								
VA-JL0021-39								
OR								
Library Model (JL) Used								
JL1003							Rev	a
i.e. - No other changes are required apart from the settings listed below...								
Robot Model ABB	IRB6700-2.7m-300kg			Toolchanger?	No			
				Diechanger?	No			
<i>Die changers only available on 40-130mm L-shaped posts only</i>								
Feeder	0	degs	Motor	-90	degs			
Toolchanger Dowel Posn	0degs							
Feeder and Motor Angle Description				Wrist or Toolchanger Dowel Position				
make sure there is >60degs between motor and feeder								
Revision History								
Revision	Comments/Details	Rev by	Date					
0	First Issue from Vendor.	[REDACTED]	24.2.16					
1	Motor was 270, now -90	SLP	25.2.16					
2	Config reference & Henrob Library tool number added	SLP	2.3.16					
3	Layout updated	SLP	9.3.16					
4	DESIGN CLARIFICATION : Factor 0	JPA	20.12.17					
				(Hereby approving manufacture of all components, by agreeing to customer and supplier MM1 conditions)				

Kuva 17. Kirjastoitavan työkalun datasheet Excel-muodossa.