

Heikki Reinikka

MEKANIKKASUUNNITTELUN TUOTE- TIEDON HALLINNAN KEHITTÄMINEN PROJEKTILIIKETOIMINNASSA

Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta
Diplomityö
Kesäkuu 2019

TIIVISTELMÄ

Heikki Reinikka: Mekaniikkasuunnittelun tuotetiedon hallinnan kehittäminen
projektiliiketoiminnassa

Diplomityö

Tampereen yliopisto

Konetekniikan diplomi-insinööri

Kesäkuu 2019

Tuotetiedon määrä on kasvanut räjähdysmäisesti viime vuosien aikana. Tässä diplomityössä kehitettiin valmistavan teollisuuden laitetoimittajan mekaniikkasuunnittelun tuotetiedon hallintaa. Kehitystarpeen taustalla oli ongelmat tuotetiedon hallinnassa sekä yrityksen kasvutavoitteet. Tavoitteena oli kehittää mekaniikkasuunnittelun tuotetiedon hallintaa, jonka avulla voidaan vähentää mekaniikkasuunnitteluun kuluva aikaa, välttää virheellisiä hankintoja ja tehostaa prosessin välistä tiedonsiirtoa. Työssä käsiteltiin erityisesti projektiliiketoiminnan tuomia haasteita mekaniikkasuunnitteluun ja siinä syntyvään tuotetietoon.

Työn teoriaosuudessa käsitellään tuotetiedon hallintaan liittyviä perusominaisuuksia, järjestelmäintegraatioita sekä projektituotteiden suunnitteluun liittyvää teoriaa. Työn aineisto on kerätty toiminta- ja haastattelututkimuksen avulla ja niihin liittyvä teoria on esitetty tutkimusmenetelmiä käsittelevässä kappaleessa. Nykytilanneanalyysin ja ongelmakohtien määrittelyssä kerrotaan miten kohdeyrityksessä hallitaan dokumentteja sekä millaiset suunnittelukäytännöt ovat keskittyneet erityisesti nimikkeiden hallintaan. Tässä vaiheessa on tehty myös katsaus tuotetiedon jakoon alihankkijoille sekä tietojärjestelmien integraation nykytilaan. Kun nykytilanne on saatu määriteltyä, on tehty analyysi ongelmakohtista sekä muodostettu yhteenveto ongelmien taustalta löytyvistä juurisyistä. Seuraavaksi annettiin kehitysehdotukset tuotetiedon hallintaan. Kehitysehdotukset annettiin ensin yleisessä muodossa ottamatta kantaa mahdolliseen tuotetiedon hallintajärjestelmään. Kehitysehdotuksia laadittaessa pidettiin kuitenkin tämä mielessä ja mietittiin ehdotuksia siltä kannalta että siirtymä uuteen järjestelmään olisi mahdollisimman sulava. Yleisten kehitysehdotuksien jälkeen arvioitiin mahdolliset järjestelmätoimittajat. Arviot perustuivat nykytilanteeseen sekä löytyneisiin ongelmakohtiin ja kuinka kukin järjestelmä pystyisi näitä ongelmia ratkaisemaan. Arvioinnin jälkeen tehtiin valinta, mikä järjestelmästä olisi paras kohdeyrityksen tarpeisiin. Valinnan jälkeen mietittiin vielä jatkokehitystä kohdeyrityksen tuotetiedon hallintaan. Kehityskohteet ovat sellaisia, joihin ei työn rajausten puitteissa otettu kantaa, mutta joissa huomattiin kehittämisen ja tutkimisen varaa työn aikana.

Työn tuloksena saatiin kehitysehdotukset kohdeyrityksen tuotetiedon hallintaan. Keskeisimpinä parannusehdotuksina nähtiin tuotealustojen käyttöönotto, vakioitujen nimikkeiden nimityksien ja hyväksymisprosessiin käyttöönotto, usein käytettyjen komponenttien mallien yhdistäminen ERP:n nimikkeisiin, suunnitteluohjeistuksen luominen sekä PDM-järjestelmän käyttöönotto. Näillä toimenpiteillä tuotetiedon hallintaa saataisiin parannettua kohdeyrityksessä.

Avainsanat: PDM, PLM, tuotetiedon hallinta, projekti, ETO, CTO

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ABSTRACT

Heikki Reinikka: Development of product data management of mechanical engineering in project based industry
Master's thesis
Tampere University
Mechanical Engineering, MSc
June 2019

The amount of product information has grown exponentially over the past years. In this master's thesis product data management of mechanical engineering in manufacturing industry was improved. The objective was to improve product data management of mechanical engineering in order to reduce the time spent in design and the amount of inaccurate product information and also to increase reuse of old and functional designs. In this thesis special attention was paid to challenges that project based industry brings to mechanical engineering and product information that is produced by it.

In the theory section of this thesis basic principles of product data management, system integrations and design of project based products are studied. Material for this thesis is collected by means of action and interview research and the theory behind them is introduced. The present situation and its problems in the target company are analyzed in terms of document management and design practices. The emphasis of the analysis was on item management. The present situation of the information system's integration is reviewed as well. When present situation is defined, the problems and root causes behind the problems are analyzed and summarized and development recommendations are given for the product data management based on that analysis. Recommendations are first given in generalized form without the assumption that the target company would invest in a new PDM system. However, the possible PDM system is kept in mind so that the transition to the new system would be as fluent as possible. After general recommendations, potential PDM system suppliers are evaluated. Evaluations are based on the present situation and problems found in it and how each system could solve these problems. After the evaluation, a selection was made for the most suitable system for the target company's requirements. After the selection further development ideas for product data management were discussed. Further development ideas were ideas that couldn't be dealt with in the context of the thesis, but during the execution of the thesis they were found to be in need of development and further research.

Results of this thesis were development ideas for product data management in the target company. Key recommendations were introduction of product platforms, introduction of standardized names for items and approval process, linking of frequently used models to ERP items, creating instructions for design and implementation of a PDM system. With these measures, product management can be improved in the target company.

Keywords: PDM, PLM, product data management, project, ETO, CTO

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö tehtiin valmistavan teollisuuden yritykselle Espoossa. Haluan kiittää kohdeyritystä mahdollisuudesta tehdä diplomityö sekä joustavuudesta työn suorittamisissa sekä kaikkia työhön osallistuneita työtovereitani. Tämän työn parissa pääsin kehittämään itseäni haluamaani ammatilliseen suuntaan.

Haluan kiittää työni tarkastajia Antti Pulkkista ja Tero Juutia. Neuvojenne avulla saatiin työ lopulta rutistettua kasaan. Lisäksi haluan kiittää Idaa tukemisesta työn aikana sekä kannustamisesta työn loppuun saattamisessa.

Tästä on hyvä siirtyä juhannuksen viettoon.

Espoossa 19.6.2019

Heikki Reinikka

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1 Kohdeyrityksen esittely	1
1.2 Diplomityön tavoitteet ja aiheen rajaus	2
1.3 Diplomityön rakenne	2
2. TUOTETIEDON HALLINTA	3
2.1 PLM, PDM ja EDM määritelmät.....	3
2.2 Tuotetiedon hallinnan pääkäsitteitä	5
2.2.1 Nimikkeiden hallinta	5
2.2.2 Dokumenttien hallinta	6
2.2.3 Tuoterakenteiden hallinta.....	8
2.2.4 Revisionhallinta ja työnkulku	9
2.3 PDM- ja tietojärjestelmien integraatio	9
2.4 Projektituotteiden suunnittelu	11
2.4.1 ETO ja CTO määritelmät.....	12
2.4.2 Tuotealustat	13
2.4.3 ETO to CTO.....	14
3. TUTKIMUSMENETELMÄT	17
3.1 Toimintatutkimus.....	18
3.2 Haastattelututkimus.....	18
4. NYKYTILANNEANALYYSI JA ONGELMAKOHDAT	21
4.1 Dokumenttien hallinta.....	21
4.2 Suunnittelukäytännöt.....	22
4.3 Tuotetiedon jako alihankkijoille.....	25
4.4 Tuotetieto sisäryityksessä	25
4.5 Tietojärjestelmien integraatiot	26
4.6 Yhteenveto.....	27
5. KEHITYSEHDOTUKSET TUOTETIEDON HALLINTAAN	29
5.1 Suunnittelukäytäntöihin ja tuotetiedon hallintaan liittyvät kehitysehdotukset.....	29
5.2 Järjestelmätöimittäjien arviointi	35
5.3 Järjestelmätöimittäjän valinta	39
5.4 Jatkokehitys	39
6. YHTEENVETO.....	41
LÄHTEET.....	43

KUVALUETTELO

<i>Kuva 1: Ajan käyttö tuotteen arvontuottoketjussa (mukaillen Ameri & Dutta 2005).....</i>	<i>4</i>
<i>Kuva 2: Yleisimpiä nimikkeitä (mukaillen Martio 2015).....</i>	<i>5</i>
<i>Kuva 3: Yleisimpiä dokumentteja (mukaillen Martio 2015)</i>	<i>7</i>
<i>Kuva 4: Siirtymä kohti tuotteiden projektikohtaista konfigurointia (Juuti, 2008).....</i>	<i>15</i>
<i>Kuva 5: Kohdeyrityksen projektien kansiorakenne.....</i>	<i>21</i>
<i>Kuva 6: Osien käsittely verkkolevyllä</i>	<i>24</i>
<i>Kuva 7: Järjestelmien välinen integraatio.....</i>	<i>26</i>
<i>Kuva 8: Tuotealustojen käyttöönotto.....</i>	<i>30</i>
<i>Kuva 9: Suunnittelun työkierto</i>	<i>32</i>
<i>Kuva 10: Ehdotettu siirtymä konfiguroitaviin tuoterakenteisiin.....</i>	<i>35</i>
<i>Kuva 11: SolidWorks PDM Professional SWOT-analyysi.....</i>	<i>37</i>
<i>Kuva 12: Aton/SolidPDM SWOT-analyysi.....</i>	<i>38</i>

LYHENTEET JA MERKINNÄT

API	Ohjelmointirajapinta (Application programmig interface)
BOM	Bill of Materials (Osaluettelo)
CTO	Tuotteen tilauskohtainen määrittely (Configure-to-order)
EBOM	Engineering Bill of Materials (Suunnittelurakenne)
ERP	Toiminnanohjausjärjestelmä (Enterprise resource planning)
ETO	Tuotteen tilauskohtainen suunnittelu (Engineer-to-order)
MBOM	Manufacturing Bill of Materials (Valmistusrakenne)
PDM	Product Data Management (Tuotetiedon hallinta)
PLM	Product Lifecycle Management (Tuotteen elinkaaren hallinta)

1. JOHDANTO

Tuotetiedon määrä on kasvanut räjähdysmäisesti viimeisten vuosien aikana. Sääksvuori and Immonen (2008) mukaan suuret yritykset käsittelevät huomattavia määriä tietoa eikä tästä tiedon määrästä voi selvitä ilman tehokasta tuotetiedon hallintaa. Esimerkiksi yksittäinen kokoonpano voi sisältää tuhansia osia. Tuotteen elinkaaren aikana syntyvän tiedon määrän kasvaessa täytyy olla selkeät prosessit ja työkalut, joilla tuotetietoa luodaan ja käsitellään. Laadukkaalla tuotetiedon hallinnalla voidaan saavuttaa merkittäviä säästöjä, esimerkiksi suunnitteluun kuluvan ajan vähenemisellä sekä tuotetiedon laadun parantamisella (Stark, 2015).

Kohdeyrityksessä on huomattu suurempien projektien yhteydessä puutteita tuotetiedon hallinnassa. Tämän seurauksena on ilmennyt muun muassa virheellisen tiedon sekä ns. ad hoc –tilausten määrän kasvua. Tällaisten projektien yhteydessä tiedon manuaalinen käsittely ja luonti on koettu suurimmaksi ongelmaksi. Koska suuremmista projekteista halutaan suoriutua paremmin, on tuotetiedon hallinnan kehitys kohonnut tärkeimmäksi kehityskohteeksi kohdeyrityksen mekaniikkasuunnittelussa.

1.1 Kohdeyrityksen esittely

Kohdeyritys on osa suomalaista 125 vuotta vanhaa konsernia, jossa toimii yhteensä viisi sisaryritystä. Kohdeyritys toimittaa asiakkailleen sisälogistiikan ratkaisuja ja teknisiä tuotteita. Kaikkiin yhtiön toimittamiin ratkaisuihin tarjotaan myös kattavat kunnossapito- ja huoltopalvelut. Kohdeyritys koostuu kolmesta erillisestä liiketoimintayksiköstä, jotka ovat projektiliiketoiminta, huolto ja tuotteet. Kohdeyrityksen ratkaisut sisältävät yhä enemmän automaatiota. Kohdeyritys onkin hiljattain hankkinut suomalaisen automaatio- ja robotiikkaratkaisuja tuottavan yrityksen vastaamaan kasvavaan automaatio-tarpeeseen.

Kohdeyritys toimittaa monia erilaisia sisälogistiikan järjestelmiä. Näihin järjestelmiin kuuluvat nosturit, kuljetinjärjestelmät ja robottisolut. Kohdeyrityksen ratkaisuihin voidaan myös liittää automaattivarastoratkaisuja, jotka toimitetaan yhteistyökumppanien toimesta. Kohdeyrityksen toimittamat järjestelmät perustuvat yleensä sen päämiesten komponentteihin, joita käyttämällä suunnitellaan asiakasräätälöityjä järjestelmiä. Kohdeyritys toimittaa myös päämiesten valikoimista vakiotuotteita. Usein nämä vakiotuot-

teetkin vaativat projektikohtaista suunnittelua. Esimerkiksi nosturitoimitukset voivat vaatia radan suunnittelua tai kuljetinjärjestelmät vaativat layout suunnittelua.

1.2 Diplomityön tavoitteet ja aiheen rajaus

Tämä työ tehdään projektiliiketoimintayksikköön ja jatkossa viitattaessa kohdeyritykseen tarkoitetaan projektiliiketoimintayksikköä. Diplomityön tavoitteena on kehittää kohdeyrityksen mekaniikkasuunnittelun tuotetiedon hallintaa, minkä avulla vähennetään sekä suunnitteluun kuluva aikaa että virheellisen tuotetiedon määrää ja lisäämään vanhan ja hyväksi havaitun suunnittelutyön hyödyntämistä. Kohdeyritys on myös hiljattain hankkinut toisen yrityksen, jonka projektikanta ollaan yhdistämässä kohdeyrityksen kanssa vuoden 2019 aikana. Tämän takia tehdään myös katsaus hankitun yrityksen tuotetiedon hallintaan ja kehitetään kummallekin sopiva, yhteinen strategia tuotetiedon hallintaan. Jatkossa hankittuun yritykseen viitataan sisaryrityksenä, koska toimintoja ei olla vielä täysin integroitu.

Diplomityön tavoitteet on muotoiltu kolmeksi tutkimuskysymykseksi, joihin tässä työssä pyritään vastaamaan:

1. Mitä kohdeyrityksen tuotetieto on?
2. Millaisia ongelmia on tällä hetkellä kohdeyrityksen mekaniikkasuunnittelussa syntyvässä tuotetiedossa?
3. Miten kohdeyrityksen mekaniikkasuunnittelun toimintaa voitaisiin kehittää tuotetiedon hallinnan keinoin?

1.3 Diplomityön rakenne

Tämä diplomityö koostuu kuudesta luvusta. Johdannossa esitellään kohdeyritys, työn tavoitteet ja aiheen rajaus sekä rakenne. Luvussa 2 esitellään tuotetiedon hallintaan liittyvää teoriaa. Teoriaosiossa on keskitytty esittelemään tämän työn suorittamisen kannalta relevanttia tietoa. Luvussa 3 esitellään tässä työssä käytetyt tutkimusmenetelmät. Luvussa 4 esitellään ja arvioidaan kohdeyrityksen tuotetiedon hallinnan nykyinen tila ja ongelmat. Luvussa 5 esitetään parannusehdotukset kohdeyrityksen tuotetiedon hallintaan perustuen luvussa 4 tehtyyn nykytilanneanalyysiin sekä arvioidaan miten eri järjestelmätoimittajien järjestelmät soveltuisivat kohdeyrityksen tuotetiedon hallintaan. Luvussa esitetään myös ehdotuksia jatkokehitykseen. Luvussa 6 luodaan yhteenveto tehdystä työstä sekä arvioidaan työn onnistumista.

2. TUOTETIEDON HALLINTA

Tässä kappaleessa esitellään tuotetiedon hallintaan liittyvää teoriaa. Erityisesti keskitytään työn suorituksen kannalta oleelliseen teoriaan. Työ suoritettiin teollisuudessa laitevalmistajan/-toimittajan perspektiivistä, joten teoriaosuuteen on kerätty aineistoa tästä näkökulmasta. Kappaleessa esitellään teorian kannalta tärkeimmät määritelmät sekä esitellään tuotetiedon hallinnan pääalueita sekä kerrotaan teoriaa järjestelmien integroimisen taustalla. Laitevalmistajan toimittavat tuotteet tarvitsevat lähes aina projekti-kohtaista suunnittelua, joten teoriaosuudessa käsitellään teoriaa projektikohtaisen suunnittelun taustalla.

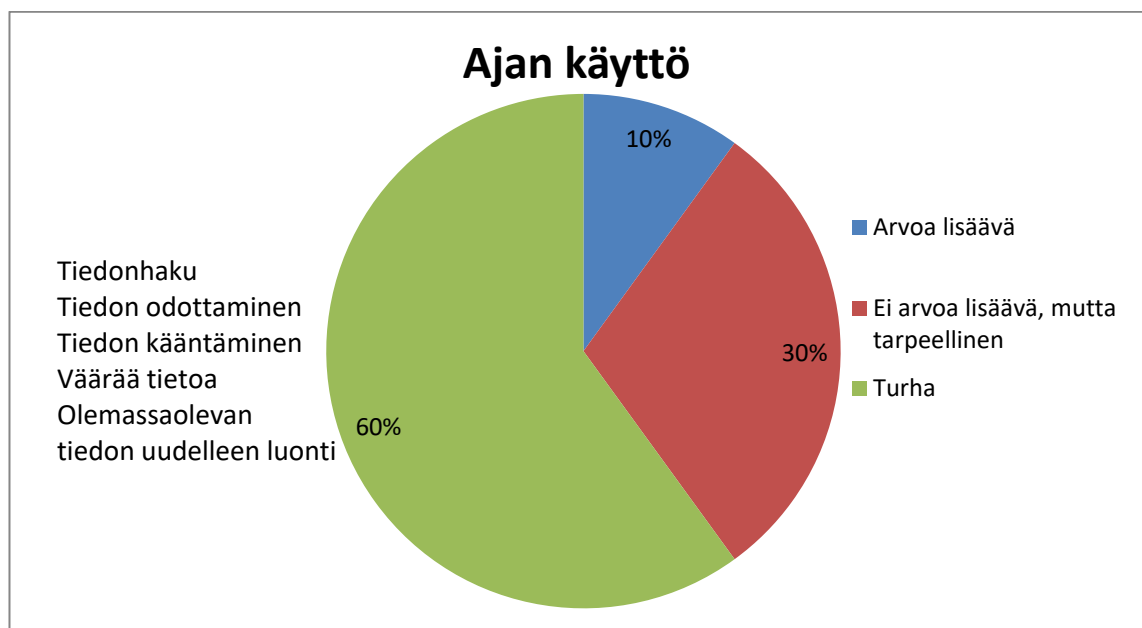
2.1 PLM, PDM ja EDM määritelmät

Maailmanlaajuinen konsultointiyhtiö CIMdata (2019) määrittelee tuotteen elinkaaren hallinnan eli PLM:n strategiseksi liiketoiminnan lähestymistavaksi, joka panee toimeen joukon yhdenmukaisia liiketoimintaratkaisuja, jotka tukevat tuotteen määrittävän tiedon yhtäaikaista luomista, hallinnointia, jakelua ja käyttöä. Näiden toimintojen avulla tuetaan yrityksen ulkoisia toimijoita ja yhdistetään ihmisiä, prosesseja, liiketoimintajärjestelmiä ja tietoa koko tuotteen elinkaaren ajan. Stark (2015) esittelee tuotteen elinkaarelle 5 eri vaihetta tuotteen valmistajan näkökulmasta. Nämä vaiheet ovat kuvittelu, määrittely, toteutus, tuki sekä hävittäminen. Hän toteaa myös, että tuotetieto on PLM:n pääkomponentti. Ameri & Dutta (2005) mukaan PLM:n tarkoitus on ulottaa tuotetiedon hallinta- eli PDM -järjestelmien käyttö suunnittelun ja valmistuksen lisäksi muillekin yrityksen osa-alueille kuten myyntiin ja markkinointiin. PDM -järjestelmien vastuuksi nähdään tiedon hallinnointi, kun taas PLM pyrkii kaventamaan tuotekehitysprosessin ja liiketoimintaprosessien välistä kuilua.

Vainio (2012) esittelee aihealueeseen myös kolmannen termin, suunnittelutiedon hallinnan (EDM), joka nähdään yhtäaikaisen suunnittelun tietovarastona sekä tietovarastona, jossa suunnittelutietoa säilytetään tuotekehitysprosessin ajan. Valmiin tuotteen tiedot siirtyvät eteenpäin PDM -järjestelmään. Tässä työssä EDM -järjestelmään viitataan puhuttaessa järjestelmästä, jonka avulla suoritetaan samanaikaista suunnittelua ja jossa säilytetään pääsääntöisesti suunnittelutietoa. PDM sisältää tämän työn puitteissa EDM -järjestelmän ominaisuudet sekä siellä säilytetään sekä muokataan kaikkea tuot-

teeseen liittyvää tuotetietoa tuotteen elinkaaren alun eli Stark (2015) määrittelemän kuvittelun, määrittelyn ja toteutuksen aikana. PLM käsittää edellä mainittujen ominaisuuksien lisäksi myös tuotteen elinkaaren keski- sekä loppuosan eli tuen ja hävittämisen (Stark, 2015).

Ameri & Dutta (2005) esittelee tuotteen elinkaaren hallinnalle sisäisiä tekijöitä. Sisäiset tekijät on jaettu innovaatiotarpeeseen, asiakasläheisyyteen sekä toiminnan laadukkuuteen. Näistä jokaista osa-aluetta voidaan kehittää parantamalla tuotteen elinkaaren hallintaa. Uusien innovaatioiden syntyä voidaan edistää luomalla yhteistyötä tukeva sekä avoin tietojärjestelmä, jossa tieto on kaikkien asianosaisten helposti saavutettavissa. Asiakasläheisyyttä voidaan lisätä luomalla järjestelmä, johon asiakkaiden tarpeet saadaan kirjattua ja saatettua ne tuotekehitysprosessin saavutettaviin. Operatiivisen toiminnan erinomaisuutta voidaan kuvata arvontuottoketjulla. Kuvassa 1 on esitetty operatiiviseen toiminnan ajankäyttöä, josta noin 60 % voidaan laskea johtuvan tehokkaan tiedonhallintajärjestelmän puutteesta.



Kuva 1: Ajan käyttö tuotteen arvontuottoketjussa (mukaillen Ameri & Dutta 2005)

Tämä työ keskittyy sisäisistä motivaattoreista operatiivisen toiminnan parantamiseen. Operatiivisessa toiminnassa keskitytään mekaniikkasuunnittelun tehokkuuden parantamiseen. Tarkoituksena on pienentää kuvassa 1 näkyvää turhaa osuutta sekä kasvat-
taa arvoa lisäävää osaa.

Tuotetiedon hallinta eli PDM on kehitetty vastaamaan lisääntyneeseen tuotetiedon määrään. PDM:n avulla pystytään hallitsemaan ja käsittelemään tietoa tuotteen tuoterakenteesta. (Sääksvuori & Immonen, 2008)

2.2 Tuotetiedon hallinnan pääkäsitteitä

Tarve tuotetiedon hallinnan kehittymiselle on lähtenyt liikkeelle halusta hajauttaa ja rinnakkaistaa tuotekehitystä yrityksen sisällä että ulkopuolella. Tähän sisältyy erilaisten tietojärjestelmien integraatio sekä pääsy tietojärjestelmiin webin/WWW:n kautta. Käytännössä kaiken tuotteeseen liittyvän tiedon pitäisi olla PDM -järjestelmässä, mutta yleisesti siellä varastoitava tieto on keskittynyt tuotesuunnitteluun ja tuoteyksilöihin liittyviin tietoihin. Osa tiedosta on tallennettuna tuotannonohjaus- eli ERP-järjestelmiin. PDM:n ja ERP:n välisestä integraatiosta kerrotaan tarkemmin luvussa 2.3. Tuotetiedon hallintaan kuuluu useita eri osa-alueita. Teoriaosuudessa käsiteltävät alueet ovat nimikkeiden hallinta, dokumenttien hallinta, tuoterakenteiden hallinta sekä muutosten hallinta. (Martio, 2015)

2.2.1 Nimikkeiden hallinta

Martio (2015) mukaan nimikkeiden hallinta on yksi yrityksen tärkeimmistä prosesseista. Kaikki sellaiset liiketoimintaan liittyvät elementit, joita käytetään toistuvasti tai joihin viitataan tuotteisiin liittyvissä prosesseissa, voidaan luokitella nimikkeiksi. Sääksvuori & Immonen (2008) mukaan nimike on systemaattinen ja standardoitu tapa tunnistaa, koodata ja nimetä tuote, tuotteen osa tai moduuli, komponentti, materiaali tai palvelu. Mitä nimikkeitä yritys tarvitsee, vaihtelee yrityksen toimialan mukaan. Kuvassa 2 on esitetty yleisimpiä nimikkeitä.

Fyysiset nimikkeet	Toimitusdokumentit	Valmistusdokumentit
<ul style="list-style-type: none"> • Järjestelmät, kokoonpanot, osat, komponentit, jne. • Perusmateriaali (esim. terästangot) • Ostetut komponentit (esim. ruuvit ja mikropiirit) • Valut ja takeet • Itse suunnitellut komponentit • Tuotannon lisätarvikkeet (esim. hitsauslanka, pakkaukset) • Varaosat • Asennustarvikkeet • Työkalut ja muotit 	<ul style="list-style-type: none"> • Asennuspiirustukset ja -ohjeet • Käyttöohjeet • Huolto -ja varaosaohjeet • Purkuohjeet 	<ul style="list-style-type: none"> • Piirustukset (mekaniikka, sähkö, elektroniikka) • 3D-mallit • Kokoonpano -ja testausohjeet • Pakkausohjeet • NC-ohjelmat

Kuva 2: Yleisimpiä nimikkeitä (mukaan Martio 2015)

Yleisesti ottaen yritykset tarvitsevat vain osan kuvassa 2 esitellyistä nimikkeistä. Näiden nimikkeiden määrittäminen on hyvin tärkeää. Luokitellaanko esimerkiksi liimat nimikkeiksi tai onko kahden eri toimittajan samanlainen tuote sama nimike. Tieto siitä että minkälaisia nimikkeitä PDM -järjestelmässä säilytetään, määrittelee pitkälti, minkä-

laista tietoa järjestelmässä voidaan säilyttää. Projektitoimitusten yhteydessä käytetään monesti yleisnimikkeitä. Yleisnimikettä voidaan käyttää eri spesifikaatiolla useaan eri tuotteeseen tai komponenttiin. Näitä käytettäessä kyse on monesti erikoiskomponentista, jolle ei nähdä käyttöä enää projektin jälkeen eikä näin ollen nähdä tarvetta perustaa nimikettä. (Martio, 2015)

Sääksvuori & Immonen (2008) mukaan tiedonhaku on yksi PDM –järjestelmien tärkeimmistä ominaisuuksista. Attribuuttitiedon lisääminen nimikkeille luovat pohjan tiedonhauille. Attribuuttien avulla kuvataan nimikkeitä sekä autetaan PDM –järjestelmää analysoimaan järjestelmän sisältämien nimikkeiden tietoja. Attribuuttien avulla pystytään tarkastelemaan samanlaisia nimikkeitä, vaikka niiden sisältämä tieto olisi hyvinkin erilaista. Samalla varmistetaan olemassa olevan tiedon maksimaalinen käyttö sekä vältetään turha uusien nimikkeiden luonti. Martio (2015) kutsuu nimikkeisiin liittyviä määramuotoisia tietoja eli attribuutteja myös metadataksi. PDM –järjestelmässä on aina joi-tain attribuutteja nimikkeille. Yleisimmin nämä ovat nimikkeen tunniste sekä kuvaus. Näiden lisäksi monissa järjestelmissä pystytään määrittelemään yrityskohtaisia nimiketyyppejä. Näin ollen kaikille nimikkeille muodostuu tietyt perustiedot sekä tyypistä joh-tuvia attribuutteja.

Pienelläkin yrityksellä saattaa olla PDM -järjestelmässään 1000 nimikettä, puhumatta-kaan suuryrityksistä, joilla nimikkeitä saattaa olla miljoonia. Jotta tällainen tietomäärä saataisiin käsiteltyä, tarvitaan tehokkaita tiedonhakuvälineitä. PDM -järjestelmät tarjoa-vat tähän yhden ratkaisun nimikeluokittelun muodossa. (Martio, 2015) Nimikeluokittelun avulla standardikomponentteja voidaan luokitella yhdenmukaisella tavalla. Näitä kom-ponentteja voidaan luokitella muun muassa toimittajan, toimittajan tuotenumeron, jul-kaisupäivän, revision tai materiaalin mukaan. Näiden luokittelujen avulla tuetaan kom-ponenttien uudelleenkäyttöä, sillä niitä on helpompi löytää järjestelmästä luokittelujen avulla. Uudelleenkäytön avulla pystytään saamaan tuotteet markkinoille nopeammin, saavutetaan suurempi tuotteistuksen aste sekä pienemmät kustannukset hankinnoissa ja valmistuksessa, vähennetään uudelleensuunnittelua ja varaston määrää. (Crnkovic et al., 2003)

2.2.2 Dokumenttien hallinta

Martio (2015) mukaan dokumentit ovat eräänlaisia nimikkeitä, joten niihin pätevät sa-mat säännöt kuin kappaleessa 2.2.1 mainittuihin nimikkeisiin. Dokumenttien erikois-ominaisuus on, että ne voivat olla piirustuksia, tekstidokumentteja, ohjelma-, kuva-, 3D-malli- tai videotiedostoja eli niihin liittyy attribuuttien lisäksi sisältö. Nykyään käytännös-sä kaikki dokumentit tuotetaan henkilökohtaisilla tietokoneilla ja näin ollen dokument-

tien muokkaaminen ja luominen on helppoa. Mikäli yhteinen dokumenttiarkisto puuttuu, on vaarana, ettei kukaan tiedä, mistä haluttu dokumentti löytyy, mitä versioita siitä on olemassa, mikä on sen viimeisin hyväksytty versio tai onko joku tekemässä siitä tällä hetkellä uutta versiota. PDM –järjestelmällä haetaan yleensä järjestystä tietokoneiden tuomaan vapauteen. Yrityksen on kuitenkin ensin tiedettävä mitä järjestelmällä halutaan tehdä, jotta PDM –järjestelmän avulla voidaan ratkaista näitä ongelmia. Crnkovic et al. (2003) toteaa että dokumenttien hallinta on tärkeä osa tuotekehitystä. Dokumenttien hallinnan tarkoituksena on luoda tiedostojen hallinnalle toiminnallisuus, jonka avulla käyttäjät voivat säilöä, hakea ja jakaa tiedostoja turvallisesti että versionhallinnan avulla.

Kuten edellä mainittiin, on järjestelmässä säilytettävät dokumentit mietittävä huolella. Tyypillisesti PDM –järjestelmässä säilytetään tuotteisiin liittyviä teknisiä piirustuksia. Toisaalta esimerkiksi markkinoinnin tekemät tuote-esitykset eikä yrityksen matkustusohjeet välttämättä tarvitse olla PDM –järjestelmässä vaan niiden omassa hallinnointijärjestelmässä. Dokumentteja ja muita nimikkeitä voidaan myös linkittää toisiinsa. On mahdollista, että sama dokumentti voidaan linkittää useampaan tuotteeseen, esimerkiksi yleinen asennusohje. Yhteen komponenttiin voidaan vastaavasti linkittää useampi dokumentti kuten valmistuspiirustus sekä huolto-ohje. Kuvassa 3 on esitetty yleisimpiä dokumenttien tyyppisiä. (Martio, 2015)

Toimitusdokumentit	Valmistusdokumentit
<ul style="list-style-type: none"> • Prosessikaaviot • Viranomaissertifikaati • Asennuspiirustukset ja -ohjeet • Käyttöohjeet • Huolto-ohjeet • Varaosaluettelot • Purku- ja kierrätysohjeet 	<ul style="list-style-type: none"> • Tulotarkastusohjeet • Piirustukset (mekaniikka, sähkö, elektroniikka) • Piirikaaviot • 3D-mallit • Kokoonpano-ohjeet • Testausohjeet • Työvaiheohjeet • Pakkausohjeet • Asennusohjeet • NC-ohjelmat

Kuva 3: Yleisimpiä dokumentteja (mukaillen Martio 2015)

PDM –järjestelmissä kaikki tuotetieto säilytetään tietoholveissa, joista kerrotaan lisää kappaleessa 2.3. PDM –järjestelmä pitää kirjaa siitä kuka muutti dokumenttia ja milloin sekä millaisia muutoksia siihen tehtiin. (Crnkovic et al., 2003) Jos käyttäjä haluaa muokata dokumenttia, hän kuittaa sen ulos järjestelmästä (check-out) ja dokumentin sisältö kopioidaan käyttäjän omaan paikalliseen hakemistoon. Niin kauan kuin dokumentti on kirjattu ulos, kukaan muu ei pysty tekemään siihen muutoksia eli dokumentti on lukittu. Kun dokumentin muokkaus on saatu tehtyä, kuitataan se takaisin järjestelmään (check-in), jolloin käyttäjän tiedosto kopioidaan järjestelmään dokumentin uudeksi sisällöksi. (Martio, 2015)

2.2.3 Tuoterakenteiden hallinta

Tuoterakenne kertoo, kuinka tuote koostuu osista, jotka koostuvat pienemmistä osista. Nämä osat ovat nimikkeitä ja niiden välisiä yhteyksiä. Nimikkeillä kuvataan osia, materiaaleja ja dokumentteja, jotka toimitetaan asiakkaalle. Yhdelle tuotteelle voidaan luoda useita tuoterakenteita. Ne voivat olla esimerkiksi valmistusrakenne tai suunnittelurakenne. (Martio, 2015) Tässä työssä keskitytään käsittelemään jälkimmäistä. Sääksvuori & Immonen (2008) mukaan tuoterakenteiden hallinta ja ylläpito on PDM -järjestelmien yksi tärkeimmistä ominaisuuksista. Se luo osaltaan pohjan muun muassa seuraavassa kappaleessa käsiteltävälle muutosten hallinnalle. Nykyaikaiset PDM -järjestelmät tukevat useita rinnakkaisia tuoterakenteita, mutta niiden ylläpito voi olla mahdotonta tuotteiden monimutkaisuuden vuoksi. Crnkovic et al. (2003) kuvaa tuoterakenteen osien hierarkkiseksi jaoksi kokoonpanoihin ja komponentteihin. Kokoonpano koostuu alikokoonpanoista ja/tai komponenteista. Komponentti on rakenteen alin osa.

Suunnittelurakenne on tuotteen tärkein rakenne. Tähän rakenteeseen on kerätty kaikki tuotekehityksen tai -suunnittelun määrittelemät tuotteen osat lopullisessa kokoonpanossa asiakkaan käytettävänä. Joitain osia voidaan myös poistaa ennen tuotteen käyttöönottoa. Tuoterakenteet esitellään osaluetteloiden (BOM) avulla. Rakenteiden jokainen taso sisältää tiedon mitä osia kyseinen taso sisältää ja jokaiseen pienemmistä osista koostuvaan komponenttiin liittyy osaluettelo, jossa kerrotaan mitä osia rakenteen seuraava taso sisältää. Osaluettelot muodostuvat riveistä, jotka sisältävät tiedot positiokoodista, joka on jokaiselle riville generoitu juokseva numero, komponentin tunnistuksesta, joka yksilöi komponentin, komponentin kuvauksesta ja spesifikaatiosta, mittayksiköstä ja määrästä sekä lisätiedoista, joihin voidaan muun muassa kirjata yleisnimikkeen tarkempi spesifikaatio. (Martio, 2015)

2.2.4 Revisionhallinta ja työnkulku

Nykypäivänä on tärkeää, että dokumenttien tuotantoon, käyttöön ja poistamiseen on selkeät säännöt, sillä niitä pystyy helposti jakamaan sähköpostien liitteinä tai tarvittaessa kopioimaan paperiseen muotoon. Tällaiseen ohjeistukseen täytyy aina sisältyä tieto siitä missä alkuperäinen tieto säilytetään ja että sitä käsitellään virallisten asiakirjojen hallintasäännösten mukaisesti. Joitakin dokumenttityyppejä, kuten ohjeistuksia, piirustuksia tai standardeja, joudutaan muokkaamaan niiden elinkaaren aikana. Jos näiden dokumenttien uusia revisioita ei hallita järjestelmällisesti, kuluu vähintäänkin uusimpien versioiden etsimiseen tai ennestään päivitetyn materiaalin uudelleen päivittämiseen turhaa aikaa. Kun dokumenteista joudutaan tekemään useita revisioita, tarvitaan järjestelmä, joka tukee muutosprosesseja sekä varmistaa että käyttäjät tietävät, mikä on uusin tieto ja minkä se korvaa. (Wiggins, 2012)

PDM -järjestelmässä kaikki nimikkeet ovat revisionhallinnan piirissä. Revisionhallinnassa nimikkeet jakautuvat revisioihin ja versioihin. Kun versio on jäädytetty, sitä ei voi muokata. Jotta sitä voidaan muokata, täytyy nimike kirjata ulos järjestelmästä, jolloin siitä luodaan uusi versio, jonka sisältö on sama ja johon voidaan tehdä tarvittavat muokkaukset. Muokkauksen loputtua käyttäjä kirjaa nimikkeen takaisin järjestelmään, jolloin sitä ei voi enää muokata muuttamatta versionumeroa. Revisiot talletetaan versioiden päälle. Revisiot tunnistetaan yleensä kirjaimella (A, B, C, D jne.). Revisioita voidaan revisioida, jolloin luodaan seuraava revisio ja annetaan sille seuraava revisiotunniste. (Crnkovic et al., 2003) Revisionhallinta liittyy oleellisesti työnkulkuun. Työnkululla kuvataan prosessia, jonka avulla saadaan esimerkiksi piirustusmuutos hyväksytyä. Suunnittelijan tehtyä muutoksen piirustukseen eli uuden revision, lähettää hän sen hyväksyttäväksi. Hyväksyjä joko hyväksyy dokumentin muutokset tai hylkää ne kommentoituna. Jos dokumentti hylätään, suunnittelija tekee tarvittavat muutokset ja lähettää dokumentin uudestaan hyväksyttäväksi. Kun dokumentti viimein hyväksytään, julkaistaan siitä uusi revisio uudella revisiotunnuksella. (Martio, 2015)

2.3 PDM- ja tietojärjestelmien integraatio

Tiedonhallinnasta on tullut tärkeä osa sekä johdolle että tuotekehitykselle verkostoituneissa yrityksissä. Tuotetieto saattaa olla hajautunut useaan eri järjestelmään kuten tuotetiedonhallintajärjestelmään (PDM), toiminnanohjausjärjestelmään (ERP) tai tuotannonohjausjärjestelmään (MES). Jokainen näistä tallettaa, käsittelee ja siirtää tietoa omalla tavallaan ja näissä prosesseissa saattaa tapahtua väärinkäsityksiä tai tietoa voi kadota. Tuotetiedon jako on edellytys yrityksen järjestelmien integraatiolle. Usein asi-

anosaiset ovat eri liiketoiminnan osa-alueilta, joten tiedon yhteensopivuus täytyy taata yhteistyön mahdollistamiseksi. (Panetto et al., 2012)

Myös tiedon laadusta täytyy huolehtia, koska tieto on organisaation tärkeä resurssi. Tiedon täytyy olla ajantasaista, jotta sen avulla voidaan tehdä oikeita päätöksiä. Mikäli käytetty tieto on vanhentunutta ja sen avulla tehdään päätöksiä saattaa siitä aiheutua paljonkin ylimääräisiä kuluja. Sama tilanne toteutuu myös jos tieto on puutteellista. Tiedon täytyy lisäksi olla yksiselitteisesti ymmärrettävissä sekä riittävän tarkasti esitettynä kuhunkin tarpeeseen. Mikäli tieto on esitetty liian tarkasti, saattaa se aiheuttaa väärinymmärryksiä tiedon käsittelyssä. Tieto täytyy olla saatavilla sillä hetkellä ja siellä missä sitä kulloinkin tarvitaan. Jos päätöksiä joudutaan tekemään nopeilla aikatauluilla, tarvitaan sitä tukeva tieto juuri sillä hetkellä. Myös datan laatu on tärkeä osa tiedon luonnissa. Mikäli data, josta tieto luodaan, on huonolaatuista johtaa myös siihen että tiedon laatu on heikkoa. Hyvälaatuinen data on tarkkaa, virheetöntä, yhdenmukaista, valmista ja ajan tasaista. (Gordon, 2013)

Monilla yrityksillä on ongelmia datan kanssa. Yleensä sama data saattaa esiintyä kahdessa eri järjestelmässä. Jos sama data löytyy kahdesta eri järjestelmästä, on mahdollista, että ne saattavat olla toisistaan eriäviä. Koska tietojärjestelmiä kehitetään usein osastokohtaisesti, ei oteta välttämättä huomioon, että sama data esiintyy jossain muussakin järjestelmässä. Vaikka kaksi tai useampi tietojärjestelmää saataisiinkin yhdistettyä, ei ole siltikään varmuutta datan oikeellisuudesta. Mikäli datalle ei ole yhdenmukaisia käsittelytapoja yrityksen sisällä, saatetaan data tulkita vastaanottavassa järjestelmässä eri tavalla kuin se on alkuperäisessä järjestelmässä tarkoitettu. Jotta tiedon laatua saataisiin parannettua, täytyy ymmärtää data, josta tieto saadaan, sekä dataan liittyvät ongelmat. (Gordon, 2013)

Tiedon hallinnan parantamisella tietojärjestelmiä integroimalla saavutetaan useita etuja. Aikaa kuluu vähemmän työn tekemiseen, sillä jo tehtyä työtä ei tarvitse syöttää uudestaan järjestelmään, asiakaspalvelu paranee sekä uusia tuotteita saadaan kehitettyä nopeammin. Turhan työn vähentyessä pienentyvät kustannuksetkin. Järjestelmähankinnat aiheuttavat kuitenkin kustannuksia, mutta niitä otettaessa käyttöön täytyy olla uskoa niiden takaisinmaksukykyyn. (Gordon, 2013) Myös Lee et al. (2010) toteaa, että PDM:n ja ERP:n yhteys on valmistavan teollisuuden alalla välttämättömyys ja näin ollen tärkein ongelma ratkaistavaksi. Jotta ERP:iä voitaisiin käyttää mahdollisimman tehokkaasti pitää sinne saada siirrettyä suunnittelun ja tuotekehityksen tuottamat osaluettelot (BOM). Osaluetteloita hallitaan yleensä tuotetiedon hallinta järjestelmissä (PDM). Osaluettelot täytyy myös siirtää oikeanlaisessa muodossa ERP:iin, sillä suunnittelussa

osaluettelot muodostetaan niin että ne tukevat suunnittelua (EBOM) ja ERP tarvitsee osaluettelot valmistusta ja hankintoja tukevassa muodossa (MBOM).

Crnkovic et al. (2003) esittelee PDM:n ja tietojärjestelmien integraatiolle kolme eri tasoa. Nämä tasot ovat ei integraatiota, väljä integraatio sekä täysi integraatio. Jos integraatiota ei ole eri järjestelmien välillä, on suuri riski että järjestelmiin ilmaantuu ristiriitaisuuksia. Koska työ on tällöin manuaalista, pitää tietojen päivitykseen olla selkeät ohjeet ja varmistukset että näitä ohjeita noudatetaan. Väljässä integraatiossa jokainen järjestelmä toimii itsenäisesti ja niillä on omat tietovarastonsa. Kunkin järjestelmän tietovarastoon pääsee käsiksi vain kyseisen järjestelmän kautta. Järjestelmät voivat vaihtaa tietoja esimerkiksi erillisten sovellusten tai niiden sisältämien rajapintojen kautta. Tämän mallin etuna on että ei tarvitse käyttää kaikille järjestelmille yhteistä informaatiomallia, joten olemassa olevia järjestelmiä voidaan edelleen käyttää. Huonona puolena tässä mallissa on että samaa tietoa saattaa olla esitettynä useassa eri järjestelmässä. Täydessä integraatiossa järjestelmät keskustelevat suoraan keskenään. Järjestelmät käyttävät yhteistä informaatiomallia sekä käyttöliittymää. Mallin etuna on että ajan tasainen tieto löytyy aina yhdestä järjestelmästä sekä sitä tarvitsee päivittää vain yhteen järjestelmään. Haittana tässä mallissa on että nykyään vaikea löytää järjestelmiä, joiden käyttämät informaatiomallit olisivat suoraan yhteensopivia. Mleczko (2015) laajentaa Crnkovic et al. (2003) mallin neljään eri tasoon. Hän esittelee integraatiolle manuaalisen, siirtotiedosto, API eli ohjelmointirajapinta sekä täyden integraation tason. Manuaalinen taso vastaa ei integraatio tasoa sekä täysi integraatio on sama kuin Crnkovic et al. (2003) esittelemä. Väljän integraation Mleczko (2015) jakaa siirtotiedosto- ja ohjelmointirajapinta- eli API-tasoihin. Siirtotiedostoja käytettäessä tiedot tuodaan toisesta järjestelmästä ERP:iin sellaisessa, ennalta määritetyssä, muodossa, jossa ERP sen voi käsitellä. Tämä tiedonsiirtotapa on joustava eikä siihen vaadita suurta tietämystä ohjelmoinnista. API-tasoa käytettäessä saadaan järjestelmät integroitua tiiviimmin toisiinsa. Toisaalta ohjelmointirajapinnat ovat tiukemmin sidottuja järjestelmien tiettyihin versioihin ja pienetkin muutokset tietorakenteissa saattavat johtaa rajapintojen päivityksiin.

2.4 Projektituotteiden suunnittelu

Jotta voitaisiin käsitellä projektituotteiden suunnittelua, täytyy ensin määritellä mikä on projektituote. Project Management Institute (2017) määrittelee projektin määräaikaiseksi yritykseksi ottaa vastuulleen ainutkertaisen tuotteen, palvelun tai lopputuloksen luonti. Projekteihin ryhdytään tavoitteiden täyttämiseksi, luomalla ainutkertaisia ja todennettavissa olevia tuotteita, joita tarvitaan prosessin, vaiheen tai projektin suorittamiseksi. Projekti voi tuottaa ainutkertaisen tuotteen, joka voi olla jonkin toisen tuotteen

komponentti, lisäys tai korjaus tuotteeseen tai uusi lopputuote. Se voi olla myös yhden tai useamman tuotteen yhdistelmä. Projekti voi sisältää toistuvia piirteitä, mutta projektin lopputulos on aina jollain tapaa ainutkertainen. Projekti on myös aina määräaikainen, mikä tarkoittaa, että sillä on aina määrätty alku- ja loppupiste. Projektin kestolle ei ole määritetty tarkkaa pituutta, joten ne voivat kestää hyvinkin pitkään. Vaikka projekti on saatu päätökseen, kun esimerkiksi sille määritellyt tavoitteet on saavutettu, voi projektin tuotos jatkaa toimintaansa sen jälkeenkin.

Projektituotteiden suunnittelusta käydään läpi kaksi työn kannalta tärkeää suunnitteluperiaatetta. Nämä periaatteet ovat engineer-to-order (ETO) eli tuotteiden tilauskohtainen suunnittelu sekä configure-to-order (CTO) eli tuotteiden tilauskohtainen konfigurointi. Tässä kappaleessa esitellään sekä teorioita ETO:n ja CTO:n taustalla että mitä hyötyjä on siirtymisestä ETO:sta CTO:hon. Lisäksi esitellään työn kannalta oleellinen termi tuotealusta ja miten se liittyy edellä mainittuihin suunnitteluperiaatteisiin. Aiemmissä kappaleissa todettiin, että tuotetiedon hallintajärjestelmillä pyritään säästämään suunnitteluun kuluvaan aikaan. Kratochvíl & Carson (2005) toteaa, että konfigurointia käytettäessä komponenttien ja konfigurointisääntöjen hallinnasta täytyy tulla tärkeä osa yrityksen tiedonhallintaa. Kun PDM:llä ja CAD:lla systemaattisesti hallitaan ja organisoidaan tuotetietoa, voidaan konfiguraattorien avulla tämä tuotetieto jalostaa asiakkaalle tuotettavaksi arvoksi. Yleensä konfiguraattoreista puhuttaessa tarkoitetaan siihen soveltuvaa erillistä ohjelmistoa. Tässä työssä konfiguraattorista puhuttaessa tarkoitetaan CAD-ohjelmistojen avulla suoritettavaa konfigurointia.

2.4.1 ETO ja CTO määritelmät

ETO:lle ei löydy yksiselitteistä määritelmää kirjallisuudesta. Jotkut määrittelevät ETO:n olevan täysin uuden tuotteen suunnittelua vastaamaan asiakkaan vaatimuksia, kun taas toiset määrittelevät sen tarkoittavan olemassa olevan tuotteen muokkaamista vastaamaan asiakasvaatimuksia. (Willner et al., 2016) Myös Kratochvíl & Carson (2005) esittelee samankaltaiset määritelmät. Heidän mukaansa tyypillisesti ETO tuotteet on lähdetty suunnittelemaan nolasta ja toimitettu tuote on täysimittaisen projektin tuotos. Toisaalta he sanovat, että ETO tuotekehitysprosessia yleensä pyritään muokkaamaan vakioidumpaan muotoon. Tämä tapahtuu käyttämällä muun muassa valmiiksi suunniteltuja CAD-malleja. Martio (2015) esittelee kirjassaan termit muunneltavat ja projektituotteet, jotka kuuluvat tässä työssä projektituotteiden määritelmään. Hänen mukaansa muunneltaviin tuotteisiin liittyy joidenkin asiakastarpeiden täyttämiseksi tilauskohtaista suunnittelua, vaikka projektin tuoterakenne perustuu aikaisemmin määriteltyyn ja sisältää standardikomponentteja. Projektituotteet puolestaan ovat yksittäiskappaleita, joiden

suunnittelu on lähtenyt täysin asiakastarpeista ja niissä käytetään hyödyksi vain aiempaa teknologiatietämystä.

CTO tuotteita suunnitellessa käytetään yleensä esikokoonpantuja komponentteja. Tuotteiden variaatiot on yleensä määritelty, kokoonpantu sekä toimitettu myyntiprosessi tuotoksena, mutta joskus variaatiot voivat syntyä projektin tuotoksena. Tuotteiden muokkaukset tehdään yleensä valmistus- ja käyttöönottoprosessin viimeisissä vaiheissa. (Kratochvíl & Carson, 2005) Martio (2015) mukaan konfiguroitavien tuotteiden kohdalla tilauskohtaista suunnittelua ei tarvita, vaan tarvittava suunnittelu on automatisoitu konfiguraattorin avulla. Konfiguroitavista tuotteista voidaan valmistaa asiakaskohtaisia variantteja ennalta määritettyjen sääntöjen perusteella.

Juuti (2008) esittelee väitöskirjassaan neljä erilaista tuoterakennetta, joiden mukaan ETO ja CTO tuotteetkin voivat rakentua. Nämä ovat ainutkertainen, standardi, konfiguroitava sekä osittain konfiguroitava tuoterakenne. Ainutkertainen tuoterakenne voi koostua ainutkertaisista osista ja standardiosista. Sen tavoitteena on muodostaa ainutkertainen synteesi, joka täyttää vaatimukset. Standardi tuoterakenne koostuu standardiosista. Sen tavoitteena on massatuotanto sekä tuotesynteesi. Konfiguroitava tuoterakenne koostuu sekä konfiguroitavista että standardiosista. Sen tavoitteena on vaihtelevuus konfiguroinnin avulla, yhtenevyys uudelleenikäytön avulla sekä tuotesynteesi. Osittain konfiguroitu tuoterakenne voi sisältää standardiosia, konfiguroitavia osia, ainutkertaisia osia tai osittain konfiguroitavia osia ja on näin ollen yhdistelmä kaikkia edellä mainittuja tuoterakenteita. Sen tavoitteena on tuotetason synteesi, yhtenevyys uudelleenikäytön avulla ja vaihtelevuus konfiguroinnin avulla.

2.4.2 Tuotealustat

Tämän työn kannalta yksi keskeinen termi on tuotealusta eli platformi. Kristjansson et al. (2004) määrittelee platformin ydinresurssien kokoelmana, joita käytetään uudestaan kilpailuedun saavuttamiseksi. Resursseilla hän viittaa komponentteihin, prosesseihin, tieto-taitoon sekä ihmisiin ja yhteyksiin. Ydinresurssilla puolestaan viitataan resurssiin, jonka avulla yritys uskoo saavansa kilpailuetua yritykselle. Ydinresurssit ovat usein yrityksen omistamia, organisaation jäsenien suunnittelun tuloksia. Tässä työssä tuotealustat liittyvät edellä mainittuihin komponentteihin, jotka pitävät sisällään muun muassa tuotteiden osat sekä niiden luontiin tarvittavat CAD-työkalut.

Kristjansson (2005) mukaan tuotealustojen avulla pystytään vähentämään sisäisiä kustannuksia käyttämällä skaalautuvuutta ja standardisointia samalla lisäten tuotevarianttien määrää sekä lyhentäen toimitusaikoja. Tuotealustoja käytettäessä on myös riskinä,

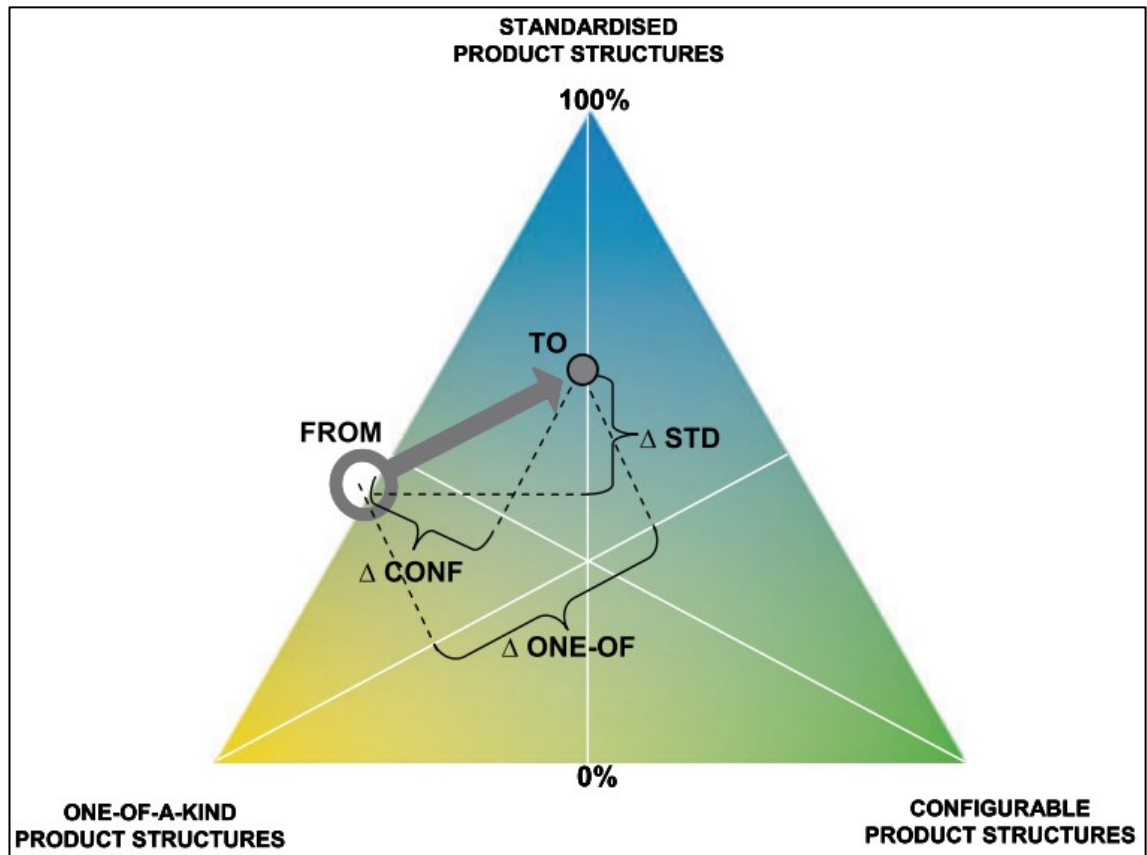
että tuotealustoista tulee liian dominoivat ja staattiset, jolloin innovaatiot kärsivät tai tuotteista saattaa tulla liian samanlaiset. Martio (2015) mukaan muunneltaville ja projektituotteille konfiguraattoria ei kannata kehittää. Hän kuitenkin esittää, että näitä ratkaisuja suunnitellessa olisi hyödyllistä käyttää vanhoja aikaisemmin toimitettujen projektien ratkaisuja, sillä näissä käytetään yleisesti toistuvia rakenteita. Yhtenä ratkaisuna hän esittelee tuotealustojen käytön. Tuotealustat ovat huolellisesti tarkastettuja ja ylläpidettäviä mallitoimituksia. Tuotealustojen käyttöönotolla uusien projektien pohjana käytettävien toimitusten määrää on rajoitettu suunnittelemalla erikoisesti tähän tarkoitukseen käytettävät rakenteet.

2.4.3 ETO to CTO

Willner et al. (2016) toteaa, että ETO tuotteita toimitettaessa suunnitteluun kuluva aika on huomattava osa tuotteen toimituksen kokonaisajasta. Tämä osuus voi olla jopa 50 %. Suunnitteluprosessia automatisoimalla sekä standardoimalla tuoterakenteita ja prosesseja voidaan saavuttaa suuriakin säästöjä. Näitä toimenpiteitä tehtäessä on tärkeä määritellä standardisoinnin sekä automaation aste. Haug et al. (2019) on myös tutkinut automatisoinnin ja standardoinnin kustannuksia sekä hyötyjä ETO yrityksissä tuotteiden konfiguraattoriprojektien näkökulmasta. Hän on tapaustutkimuksessaan todennut, että konfiguraattorien käyttöönotolla saadaan aikaiseksi säästöjä, vaikkakin alussa menot ylittävät tuotot. Tutkimuksesta nähdään myös, että kaikkein kompleksimpien projektien kohdalla konfiguraattorista saadut tuotot ylittävät menot nopeastikin. Toisaalta yksinkertaisemmissa projekteissa takaisinmaksuaika saattaa olla hyvinkin pitkä. Tässä työssä ei tarkastella erilaisia konfigurointiohjelmistoja, vaan se suoritettaisiin CAD-ohjelmistoon perustuen. Eli tutkimuksen tulokset eivät ole suoraan verrattavissa tähän työhön, mutta ne ovat sovellettavissa pienemmässä mittakaavassa tähänkin työhön. Lisäksi Pulkkinen (2007) on todennut konfiguroinnin hyödyt. Hänen mukaansa sen avulla pystytään vähentämään, ei ainoastaan suunnitteluun kuluvia kustannuksia, vaan myös epäsuoria kustannuksia liittyen hallinnollisiin tehtäviin. Konfiguroinnin avulla saavutetaan myös luotettavammalla hinta-arviot ja katteet verrattuna projektituotteiden suunnitteluun. Hän kuitenkin huomauttaa, että vaikka asiakaskohtaista suunnittelua lisättäessä tuotot kasvavat, samalla projektituotteen suunnitteluun liittyvät epävarmuudet kasvavat ja voivat muuttaa projektin tappiolliseksi.

Juuti (2008) esittelemiin tuoterakenteisiin viitaten, yrityksen siirtymä tuotteiden projektikohtaisesta suunnittelusta kohti tuotteiden projektikohtaista konfigurointia voidaan esittää kuvan 4 mukaisella kolmiolla. Kolmion jokainen kärki edustaa sitä, että yrityksen tuotteet koostuisivat 100 % kyseisistä tuoterakenteista. Kuvassa on siirrytty kohti pro-

jektikohtaista konfigurointia lisäämällä sekä standardeja että konfiguroitavia tuoterakenteita ja vähentämällä ainutkertaisten tuoterakenteiden määrää.



Kuva 4: Siirtymä kohti tuotteiden projektikohtaista konfigurointia (Juuti, 2008)

Pakkanen et al. (2016) on tutkinut, miten malleja voidaan käyttää uudelleen valmistavassa teollisuudessa. Hänen mukaansa pääkomponentit tuotteen uudelleen käytön takana ovat tuotteiden suunnittelu uudelleen käytettäviksi sekä operatiivisen toiminnan ja tukijärjestelmien kehittäminen, jotka mahdollistavat uudelleen käytettävien elementtien hyödyntämisen projekteissa. Pulkkinen et al. (2017) on selvittänyt tapaustutkimuksessaan millaisia tuotteen elinkaaren hallintaan liittyviä ominaisuuksia tarvitaan siirryttäessä tuotteiden projektikohtaisesta suunnittelusta tuotteiden projektikohtaiseen konfigurointiin. Hän toteaa tutkimuksessaan, että tuotteen elinkaaren hallintaan liittyvät ominaisuudet, joita yrityksissä on otettu käyttöön, ovat oleellisia siirryttäessä kokonaan tai osittain tuotteiden projektikohtaiseen konfigurointiin. Tiihonen (1999) on puolestaan käsitellyt työssään konfiguraattorin ja tietojärjestelmien liittämistä toisiinsa. Hänen mukaansa konfiguraattori ei saa muodostaa omaa saarekettan, vaan sen täytyy olla integroituna tarpeiden mukaan yrityksen muihinkin tietojärjestelmiin. Konfiguraattorin muodostamat tilaukset on ehdottoman tärkeä siirtää yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään. Toinen tärkeä integrointikohde on tuotetiedon hallintajärjestelmä, jonne pitäisi siirtää tieto siitä millaisia tuotteita konfiguraattorin avulla on myyty, jolloin pystytään hal-

litsemaan tuoteyksilöiden elinkaarta. Jos tuotetiedon hallintaan ei ole erillistä järjestelmään, pitäisi tiedot siirtää toimitettujen tuoteyksilöiden rekisteriin. Konfiguraattori sisältää myös tietoa, mitä muissa järjestelmissä ei ole välttämättä esitetty. Esimerkiksi vaihtoehtoisia komponentteja ei esitetä muualla kuin konfiguraattorissa. Muuten konfiguraattorin ja tietojärjestelmien integraatioon pätee luvussa 2.3 esitetyt asiat.

3.

3. TUTKIMUSMENETELMÄT

Tämä tutkimus on suoritettu laadullisena tutkimuksena. Laadullisen tutkimuksen tavoitteena on karakterisoida, luonnehtia tai kuvailla ilmiötä (Anttila, 1996). Tutkimus haluttiin toteuttaa laadullisena tutkimuksena, koska kohdeyrityksen tuotetiedon hallintaa ja sen ongelmia haluttiin ymmärtää syvällisemmin kuin määrälliset tutkimusmenetelmät olisivat mahdollistaneet. Koska työssä tarkoitus on kehittää kohdeyrityksen osaston toimintaa sekä työn tekijä toimii mekaniikkasuunnittelijana, on toimintatutkimus käytännölläheisyytensä vuoksi luonnollinen valinta tämän tutkimuksen menetelmäksi. Toimintatutkimuksen sijaan tutkimusmenetelmäksi harkittiin myös etnografista tutkimusta, jossa tavoitellaan ihmisten toiminnan kuvaamista heidän ympäristössään. Sitä ei kuitenkaan valittu, koska tutkimuksessa haluttiin antaa konkreettisia kehitysehdotuksia pelkän nykytilan kuvaamisen sijaan. Toimintatutkimuksen tueksi aineistoa kerättiin haastattelututkimuksen keinoin. Haastattelujen avulla pystyttiin keräämään spesifisempää dataa sekä pystyttiin paneutumaan aihealueen ongelmiin syvällisemmin kahdenkeskisten keskustelujen muodossa. Edellä mainituista syistä päädyttiin kyselyiden sijaan haastatteluihin, sillä kyselyiden tuottama aineisto olisi luultavasti jäänyt pinnalliseksi. (Koppa, 2015)

Työn aihealue ei ollut työn tekijälle ennestään tuttu muutamia käsitteitä ja teorioita lukuun ottamatta. Tämän takia työ aloitettiin tutkimalla intensiivisesti tuotetiedon hallintaan liittyviin käsitteitä sekä teorioita, jotta työhön vaadittava perustietämys saavutettaisiin. Työn aikana kirjallisuuteen perehtymistä jatkettiin tutustumalla aihealueen spesifimpiin piirteisiin liittyviin artikkeleihin. Tutkimuksesta saatua aineistoa analysoitiin vertaamalla sitä kirjallisuudesta löytyvään tutkimukseen ottaen huomioon kohdeyrityksen tuomat rajoitteet. PDM-järjestelmät on arvioitu SWOT-analyysin avulla. Järjestelmien ominaisuuksien numeerista arvioimista ja järjestelmän kokonaispisteystystä harkittiin, mutta siihen olisi tarvittu syvällisempää tietämystä kyseisistä järjestelmistä. Näin ollen todettiin, että SWOT-analyysillä saavutetaan tarpeisiin sopiva analyysi sekä tulokset saadaan tiivistettyä helposti luettavaan muotoon. Tarvittava aineisto on löydetty pääasiassa käyttäen hyväksi Tampereen Yliopiston tarjoamaa Andor -tietokantaa. Lisäksi apuna on käytetty Tampereen Yliopiston sekä Helmet -kirjaston tarjoamia aineistoja.

3.1 Toimintatutkimus

Toimintatutkimukselle ominaista on se että siinä on kaksi osapuolta, tutkija eli tässä työssä työn tekijä sekä käytännön toimija, jotka molemmat hyötyvät tutkimuksesta. Tutkija pääsee yhteistyöhön käytännön toimijan kanssa, jolloin hän saa teorian avuksi myös käytännön tietoa. Käytännön toimija saa tarvitsemaansa apua ongelmien ratkaisuun tutkijan teoreettisesta osaamisesta. Toimintatutkimuksen avulla pyritään yleensä kehittämään koko organisaation tai pienemmän yksikön toimintaa. Se toimii kun tutkimustietoa voidaan hyödyntää käytännön ongelman ratkaisemiseksi. Toimintatutkimus soveltuu opinnäytetöiden tekemiseen kehitysprojektina, jolloin yrityksen oma työntekijä suorittaa tutkimuksen. Tällöin opinnäytetyön ohjaajalta saadaan tukea tutkimuksen kannalta relevantin tiedon etsinnässä. (Tiainen et al., 2015)

Toimintatutkimuksessa aineistoa voi olla monenlaista. Projektien dokumentit ja muut organisaation asiakirjat kuten suunnitelmat ja viralliset dokumentit voivat toimia tutkimuksen aineistona. Haastattelut ja kyselyt toimivat melko hyvin aineiston keräämiseksi kun halutaan määrittää tutkimuksen alkutilanne. Tehdyt havainnot pitäisi myös kirjata ylös kun niitä tehdään. (Tiainen et al., 2015)

Tässä työssä nykytilanneanalyysi on suoritettu työn tekijän kokemuksen sekä haastatteluiden perusteella. Tässä työssä aineiston keruu on pääasiassa perustunut muiden mekaniikkasuunnittelijoiden haastatteluihin. Tässä vaiheessa työ oli jo rajattu koskemaan mekaniikkasuunnittelua, joten kaikki haastateltavat toimivat mekaniikkasuunnittelutehtävissä. Työn tekijä on toiminut kohdeyrityksessä 2 vuotta mekaniikkasuunnittelijana. Tänä aikana on käyty sekä virallisia että epävirallisia keskusteluja muiden työntekijöiden kanssa työn aiheeseen liittyen. Aineistoa on täydennetty työn tekijän havainnoinnin perusteella, joka pitää sisällään keskustelut mekaniikkasuunnittelijoiden kanssa sekä oman työn suorituksessa havaitut ongelmakohdat. Työn edetessä tutkimuksesta jouduttiin rajaamaan pois kehitysehdotuksien implementointi työn ulkopuolisten aikataulupaineiden vuoksi.

3.2 Haastattelututkimus

Haastattelutyypit voidaan jakaa kolmeen eri kategoriaan, jotka ovat strukturoitu, puolistrukturoitu ja strukturoimaton haastattelu. Strukturoituihin haastatteluihin voidaan viitata haastattelijan johtamana kyselylomakkeen täyttämisenä eli kaikki kysymykset on standardoitu sekä samat kysymykset esitetään jokaiselle haastateltavalle. Puolistrukturoiduissa haastatteluissa on käydään läpi ennalta määritetyt teemat ja kysymykset, mutta ne voivat vaihdella haastattelujen välillä riippuen haastattelun kontekstista. Jotta

tutkimuskysymyksen aihe saadaan käsiteltyä voi olla tarpeen esittää lisäkysymyksiä. Puolistrukturoidun haastattelun luonteen vuoksi haastattelu pitäisi nauhoittaa tai siitä pitäisi tehdä muistiinpanot. Strukturoimattomat haastattelut ovat luonteeltaan epävirallisia, eikä niissä ole ennalta määritettyjä kysymyksiä, mutta haastattelijalla täytyy olla selkeä mitä haastattelussa käydään läpi. Puolistrukturoidut ja strukturoimattomat ovat standardoimattomia haastatteluja eli laadullisia haastatteluja. (Saunders et al., 2009)

Tässä työssä on päädytty käyttämään puolistrukturoituja haastatteluja. Tämän haastattelutavan eduksi nähtiin se, että muutaman pääkysymyksen lisäksi pystyttiin esittämään tarkentavia kysymyksiä vapaammin kuin strukturoidussa haastattelussa. Tällöin pystyttiin haastattelukohtaisesti tarkentumaan kussakin haastattelussa ilmenneisiin ongelmakohtiin. Strukturoimatonta haastattelua ei valittu, koska se nähtiin liaksi vapaa-
muotoisena keskusteluna ja haastatteluille haluttiin määrittää kysymysten puolesta teema liittyen tuotetiedon hallintaan. Vapaa-
muotoisia keskusteluja käytiin muiden mekaniikkasuunnittelijoiden kanssa, mutta ei haastatteluympäristössä. Saunders et al. (2009) mukaan, kun halutaan ymmärtää tutkimukseen osallistuvien henkilöiden päätöksien taustalla olevat syyt tai ymmärtää syyt heidän asenteensa tai mielipiteidensä taustalla, on syytä suorittaa laadullista haastattelua.

Tämän työn aikana suoritettiin yhteensä 5 kappaletta mekaniikkasuunnittelijoiden haastatteluita. Yksi haastateltavista toimii kohdeyrityksessä mekaniikkasuunnittelupäällikkönä, 2 päämekaniikkasuunnittelijoina sekä 2 mekaniikkasuunnittelijoina. Keskusteluja käytiin kuitenkin myös sähkösuunnittelun kanssa, koska hekin käyttäisivät samaa järjestelmää. Haastattelut suoritettiin vuoden 2018 joulukuun sekä vuoden 2019 tammi-
kuun aikana. Kaikki haastattelut nauhoitettiin sekä niistä kirjoitettiin haastattelun aikana muistiinpanot, jotka kirjoitettiin puhtaaksi ja täydennettiin nauhoitusten perusteella haastattelijan jälkeen. Haastatteluiden teema muodostui seuraavien kysymysten ympärille:

1. Mitä kuuluu työnkuvaasi?
2. Mitä tietoa tarvitset mekaniikkasuunnitteluprosessissa?
3. Mistä saat tarvitsemaasi tietoa mekaniikkasuunnitteluprosessiin?
4. Mitä tietoa tuotat mekaniikkasuunnitteluprosessissa?
5. Onko mekaniikkasuunnitteluprosessissa tai käyttämissäsi järjestelmissä ongelmia ja jos on niin minkälaisia?
6. Mitä itse parantaisit yrityksen nykyisissä järjestelmissä tai mekaniikkasuunnitteluprosessissa?

Tämän haastattelurungon lisäksi haastattelujen aikana esitettiin tarkentavia kysymyksiä. Ongelmakohtia pyydettiin esittämään esimerkkien kautta sekä haastattelija pyrki omien kokemusten ja tutustumaansa teoriaansa perustuen ohjaamaan haastattelua juurisyiden löytämiseksi.

4. NYKYTILANNEANALYYSI JA ONGELMA-KOHDAT

Tässä kappaleessa kartoitetaan kohdeyrityksen mekaniikkasuunnittelun nykytila ja analysoidaan ongelmia tuotetiedon käsittelyssä, joka johtaa tuotetiedon laadun heikkenemiseen. Nykytilanneanalyysi on tehty työn tekijän kokemuksen sekä haastatteluissa ilmenneiden asioiden pohjalta. Ongelmakohtia on arvioitu aiheeseen liittyvän kirjallisuuden ja mekaniikkasuunnittelijoiden haastatteluiden perusteella.

4.1 Dokumenttien hallinta

Kohdeyrityksessä projekteihin liittyvää tuotetietoa säilytetään verkkolevyllä. Kun myyjä on tehnyt sopimuksen myymästään projektista, hän avaa projektin ja luo sille kuvan 5 mukaisen kansiorakenteen. Samalla myyjä siirtää kansion alle tarjousprosessissa syntyneet dokumentit, jotka sisältävät muun muassa sopimuksen, alustavat laskelmat ja mitoitukset ja myyntilayoutin. Mekaniikkasuunnittelijat alkavat sitten jalostamaan tätä dataa ja luovat pääasiassa tietoja kansioon ”05 Suunnittelu/Mekaniikka”. Mekaniikkasuunnittelussa käytettävät standardi- eli kirjastokomponentit sijaitsevat eri verkkolevyllä ja ne ovat käyttöjärjestelmän (MS Windows) resurssienhallinnan avulla asetettu vain luku -tilaan, jotta niitä ei pysty muokkaamaan.

01	tarjoukset asiakkaalle	File folder
02	Tilaus, speksit, laskelmat	File folder
03	Asiakkaan dokumentit	File folder
04	Aikataulu	File folder
05	Suunnittelu	File folder
06	Toimittajien tarjoukset ja tilaukset	File folder
07	Asennus	File folder
08	Palaverit	File folder
09	Projektikooste	File folder
10	Dokumentaatio	File folder
11	Hyväksynät ja sopimukset	File folder
12	Projektinpäätös	File folder
13	Talous	File folder
14	Projektioorganisaatio	File folder
	Lomakepohjat	File folder

Kuva 5: Kohdeyrityksen projektien kansiorakenne

Todellisuudessa tällainen käytäntö ei täysin toteudu. Jokaisella suunnittelijalla on omat käytäntönsä dokumenttien hallintaan. Tuotteita saatetaan suunnitella oman tietokoneen kovalevyllä, josta niitä työn valmistuessa siirretään verkkolevylle. Joskus kuitenkin suunnitellut komponentit jäävät suunnittelijan omalle kovalevylle. Tämä aiheuttaa harmia silloin kun joku toinen haluaisi käyttää kyseistä mallia omissa suunnitelmissaan tai joutuu tekemään muutoksia suunnitelmiin. Komponentit pitää tällöin pyytää suunnittelijalta, sillä niitä ei löydy verkkolevyltä hakemalla tai kansiota selaamalla. Tuotteita saatetaan myös suunnitella toisella verkkolevyltä kuin missä projektikansio sijaitsee. Tällöin esiintyy myös samanlaisia ongelmia kuin edellisessä tapauksessa. Tällaisten tapauksien kohdalla ei aina voi olla varma, että ajantasainen tieto löytyy aina verkkolevyltä projektikansiosta.

Myös kirjastokomponenttien käytössä löytyy ongelmia. Vaikka kirjastokomponentit on asetettu vain luku –tilaan, silti niiden tila on saattanut muuttua muokkauksen sallimaan tilaan. Tämä voi johtua muun muassa siitä, että suunnittelija on lisännyt konfiguraation johonkin olemassa olevaan malliin ja unohtanut vaihtaa tiedoston takaisin vain luku –tilaan. Näissä tapauksissa ongelmaksi muodostuu mahdollisuus muokata kirjastokomponenttien peruspiirteitä ja tällöin niiden mitat eivät välttämättä enää vastaa esimerkiksi standardin mukaista kiinnitystarviketta. Myös SolidWorks tukee tiedostojen kirjoitusoikeuksien hallintaa. Kaikilla suunnittelijoilla ei kuitenkaan ole tätä ominaisuutta päällä, sillä tällöin on vaarana, että jotkin muutokset saattavat jäädä tallentumatta, jos mallille ei ole haettuna kirjoitusoikeutta. SolidWorks antaa tehdä muutoksia malliin, johon ei ole kirjoitusoikeuksia, mutta se myös varoittaa, jos muutoksia yritetään tehdä osaan, johon ei ole kirjoitusoikeutta.

4.2 Suunnittelukäytännöt

Mekaniikkasuunnittelijat käyttävät lähtötietoinaan tarjousprosessissa syntyneitä tietoja. Myynnin aikana on syntynyt tarjouspiirustus, joka sisältää alustavan laitesijoittelun sekä teknisen erittely, joka sisältää tilaukseen liittyvät laitteet. Tätä seuraavassa suunnitteluvaiheessa määritetään tarkemmin projektin mukainen päämittapiirustus tai layout asiakkaan kanssa. Tässä vaiheessa käytetään mahdollisuuksien mukaan hyödyksi vanhojen projektien tuoterakenteita ja malleja eli tuotteet pyritään suunnittelemaan konfiguroinnin avulla (CTO). Ennen varsinaista detaljisuunnittelun alkua päämittapiirustus hyväksytetään asiakkaalla, jotta kaikki suunnittelun kannalta oleelliset mitat ja toiminnallisuudet on saatu kirjattua ylös.

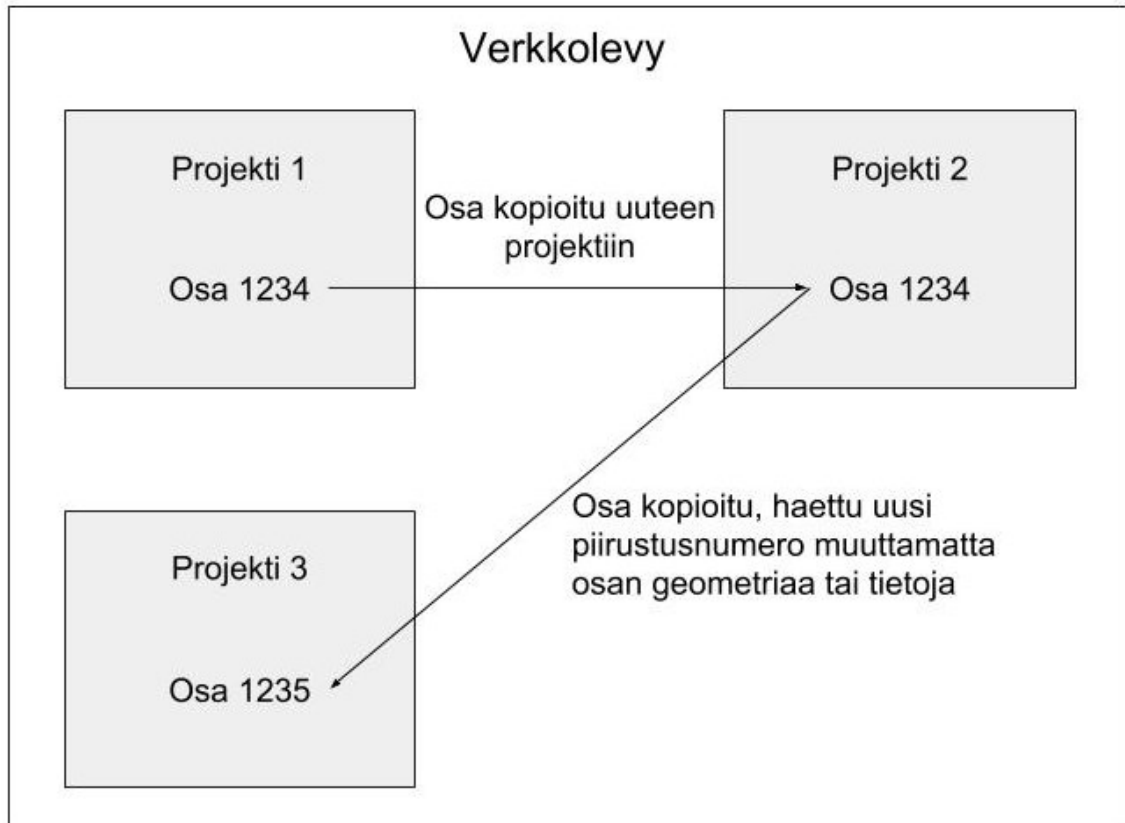
Detaljisuunnittelun aikana määritellään tarkemmin käytettävät komponentit ja suunnitelmaan tarpeiden vaatimat osat. Kun komponentteja saadaan suunniteltua ja mitoit-

tua, niistä luodaan tilausalustus ASW:hen eli kohdeyrityksen ERP:iin. Kohdeyrityksen ostaja ostaa sitten komponentit ja toimittaa ne haluttuun paikkaan. Riippuen komponenttien toimitusajoista niitä saatetaan tilata jo heti myynnin jälkeen. Kohdeyritys teettää kaikki metallirakenteet alihankintana tai joissain tapauksissa niitä tilataan valmiina komponenttisetteinä toimittajalta. Myös tuotteiden kokoonpano teetetään useimmiten alihankintana samalla alihankijalla, josta ne tilataankin. Pienemmät komponentit yleensä tilataan tarpeen mukaan kokoonpanopaikalle tai asennustyömaalle, silloin kun niitä tarvitaan. Tarpeen vaatiessa ja mahdollisuuksien mukaan kokoonpanoja suoritetaan kohdeyrityksen varastotiloissa. Komponentteja tilataan myös kohdeyrityksen varastoon tai toimistolle, josta ne lähetetään työmaalle tai kokoonpanopaikalle.

Kun piirustukset on saatu valmiiksi ja suunnittelupäällikkö on ne hyväksynyt, kysellään teräsrakenteille tarjoukset sopivilta konepajoilta. Kun tarjoukset on saatu, luovutetaan valmistuspiirustukset parhaan tarjouksen tehneelle konepajalle. Laittevalmistuksen aikana ilmeneviä puutteita ja virheitä korjataan piirustuksiin sitä mukaan, kun tieto niistä saapuu suunnittelijoille. Kaikki tieto ei välttämättä päädy suunnittelijalle asti, vaan niitä saatetaan ratkaista myös alihankkijan toimesta tai muutoksia tehdään keskustelujen perusteella ja ne saattavat jäädä dokumentoimatta. Kun laite on saatu valmistettua, kootaan laitteen piirustuksista dokumentaatio laiteasennusta varten, mikä tapahtuu asiakkaan tiloissa.

Todellisuudessa vanhoja tuoterakenteita sekä nimikkeitä käytetään melko pienellä prosentilla sekä projekteihin joudutaan tekemään asiakaskohtaista suunnittelua vaatimusten täyttämiseksi (ETO). Vanhojen tuoterakenteiden ja nimikkeiden haku verkkolevyllä on hankalaa ja hidasta. Ainoa työkalu niiden etsimiseen on Windowsin resurssienhallinnan hakutyökalu, jota varten pitäisi tietää joko tiedoston nimi tai osa siitä. Tätä hankaloittaa myös se, että kohdeyrityksessä ei ole käytössä vakionimityksiä nimikkeille. Jokainen suunnittelija tallentaa tiedot itse keksimillään nimillä, jotka saattavat erota huomattavasti toisistaan. Tällöin samantyyppisiä osia saattaa olla eri nimillä verkkolevyllä, jolloin suoraan tiedostonimestä ei voi päätellä minkälainen osa on kyseessä. Toinen vaihtoehto on kysyä toiselta suunnittelijalta muistaako hän, että missä projektissa olisi suunniteltu samanlainen osa. Tällaisessa toiminnassa on vaarana että on helpompi aloittaa uuden osan suunnittelu kuin odottaa ja kysyä kollegalta muistaako hän missä projektissa olisi suunniteltu samanlainen osa. Jos samanlainen osa sattuu jostain löytymään, niin senkin hakemiseen tuhlaantuu melko paljon aikaa saatuun hyötyyn nähden. Verkkolevyllä myös saattaa olla useampi samanniminen osa samalla piirustusnumerolla eri projektien alla. Näistäkään ei voi olla aina varma, että ne ovat säilyneet samana aina kun ne ovat kopioitu uuteen projektiin. Myös samoja osia saattaa

esiintyä eri piirustusnumeroilla verkkolevyllä. Kuvassa 6 on esitetty osien käsittelyä verkkolevyllä.



Kuva 6: Osien käsittely verkkolevyllä

Kohdeyrityksessä teetetään suunnittelua myös alihankintana. Jos suunnittelija tekee työt kohdeyrityksen toimistolle, saadaan hänelle käyttöoikeudet verkkolevyille ja näin ollen myös kirjastokomponentteihin, joita sijaitsee verkkolevyillä. Mikäli suunnittelija tekee työnsä muualla, annetaan hänelle kopio komponenttikirjastosta. Tällöin kyseinen suunnittelija tekee komponenteista lokaaleja kopioita. Kun työ on valmis, hän lähettää tiedostot suunnittelupäällikölle, joka siirtää ne verkkolevyille. Tällöin myös kirjastokomponentit siirtyvät projektikansion alle. Mikäli jollain suunnittelijalla on tällainen kokoonpano auki samalla kun hän aukaisee jonkin muun kokoonpanon, joka sisältää samanlaisia kirjastokomponentteja, korvautuvat nämä komponentit projektikansiossa sijaitsevilla komponenteilla. Näin ollen kyseinen malli ei enää käytä kirjastokomponentteja oikeasti sijainnista ja näiden käytössä olevia komponentteja pystyy muokkaamaan. Tämä aiheuttaa myös vaaran, että komponentteja pystyy muokkaamaan niin että ne eivät enää vastaa standardin mukaisia mittoja. Alihankintasuunnittelussa ongelmana on myös, että heillä on omat tapansa mallintaa. Tämä tapa ei välttämättä ole yhtenevä muiden kohdeyrityksen suunnittelijoiden kanssa, mikä aiheuttaa ongelmia, kun näitä malleja pitäisi muokata uuteen projektiin.

Kohdeyrityksessä tuotetieto jaetaan alihankkijoille sähköpostin ja Google Driven välityksellä. Piirustuksista tehdään zip-paketti, joka lähetetään alihankkijalle. Tämä paketti tallennetaan sitten projektikansioon hankinta-osion alle, jotta kaikilla olisi tieto mitä on lähetetty alihankintaan. Kaikki eivät näin toimi, vaan tilauksista saattaa jäädä tieto pelkästään suunnittelijan sähköpostiin. Tilausvahvistuksessa näkyy piirustusnumerot, jos tilataan yksittäisiä osia alihankkijalta, mutta jos tilataan isompi kokoonpano, on tilausvahvistuksessa vain ylimmän kokoonpanon nimi ja numero. Jos tällaisiin tilauksiin tulee lisää osia, tietoa siitä mitä osia alihankkijalle on lähetetty, ei välttämättä löydy muualta kuin suunnittelijan sähköpostista.

4.3 Tuotetieto sisaryrityksessä

Kohdeyrityksessä ja sen sisaryrityksessä tehtävä mekaniikkasuunnittelu eroavat toisistaan. Kohdeyrityksessä nimiketieto hallitaan SolidWorksin CustomWorks –lisäosalla, kun taas sisaryrityksessä tiedot syötetään suoraan SolidWorksin omasta käyttöliittymästä osan tietoihin. Sisaryrityksessä on myös käytössä erilainen piirustusnumerointi. Piirustusnumerointi on kolmiosainen sisältäen tiedon projektista, komponenttitasosta sekä osanumerosta. Tällaisen tavan avulla saadaan mallit helposti lajiteltua suoraan Windowsin resurssienhallinnassa mallin tyyppin mukaan siten että ylimpänä on aina mallin pääkokoonpano. Sisaryrityksessä ei ole perustettu omia nimikkeitä, vaan ostokomponentteja hankitaan valmistajan omien tuotenumeroiden tai tilauskoodien mukaan.

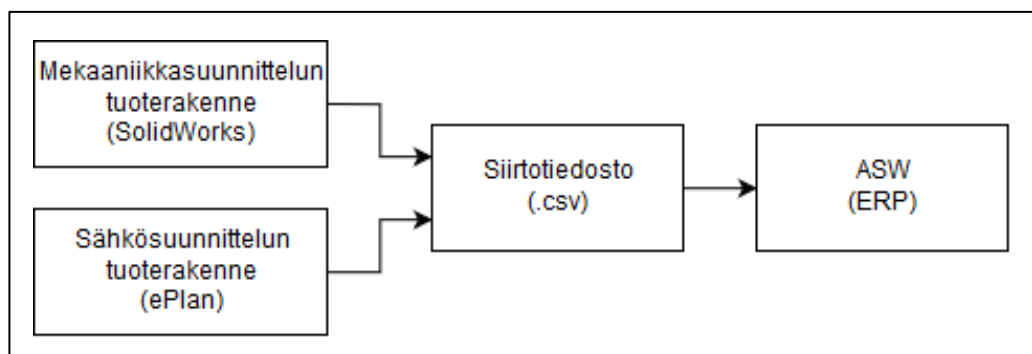
Dokumenttien hallinta toteutetaan sisaryrityksessä samankaltaisesti kuin kohdeyrityksessäkin. Projektien dokumentit on kerätty verkkolevylle projektikansion alle. Kansiota löytyy sitten alikansiot kaikille projektin tiedoille, kuten sopimuksille, sähkösuunnittelulle ja mekaniikkasuunnittelulle. Mekaniikkasuunnittelussa mallit on järjestetty laitekohtaisesti kansioihin, pääkokoonpanon ollessa ylin kokoonpano. Laitekohtaisten tietojen alla on tarvittavat valmistusdokumentit kerättyinä valmistustavan mukaisesti kansioihin eli laserosille on kerätty 2D-kuva ja DXF-tiedosto ja koneistettaville osille 2D-kuva ja STEP-tiedosto. Käytettäessä ostokomponenttien 3D-malleja, talletetaan tiedosto verkkolevylle projektikansioon. Jos 3D-malli tuodaan kokoonpanona ja talletetaan verkkolevylle, SolidWorks luo kokoonpanon osista tiedostot verkkolevylle. Kun näitä tiedostoja kertyy useista eri malleista, tulee kansiota hyvin sekainen. Sinne on tallennettuna paljon ylimääräisiä tiedostoja, joilla ei ole merkitystä suunnittelun kannalta.

Mekaniikkasuunnitteluprosessissa on yhteneväisyyksiä sisaryrityksen ja kohdeyrityksen välillä. Mekaniikkasuunnittelijat saavat lähtötietonsa myynnin tuottamista dokumenteista ja layout-piirustuksista. Yksi merkittävä ero on, että sisaryrityksen myyntiproses-

sin tuotoksena syntyy 3D-layout toimitettavasta järjestelmästä. Tämä helpottaa siirtymää myynnistä mekaniikkasuunnitteluun. Tällöin on mahdollista ruveta muokkaamaan suoraan samaa layoutia, jonka myyjä on jo tehnyt. Toinen merkittävä ero on että sisäryityksessä mekaniikkasuunnittelijat tekevät hankinnat itse eikä niitä hoideta keskitetysti ostajan kautta. Sisäryityksessä on käytössä jonkin verran valmiita tuotteita. Kuitenkin useimmiten nämä vakiotuotteetkin vaativat projektikohtaista suunnittelua ja muutoksia, jotta ne täyttävät asiakastarpeet.

4.4 Tietojärjestelmien integraatiot

Kohdeyrityksessä tuotetietoa säilytetään verkkolevyllä ja ERP:ssä. Tuotteiden mekaanisten osien tuoterakenne on SolidWorks –mallissa, joka sisältää tiedon kaikista osista, joita tuotteeseen kuuluu. Tällä hetkellä kohdeyrityksessä ei ole käytössä työkalua, jolla mallista saataisiin suoraan kaikki osto-osat tulostettua mallista. Tällä hetkellä osto-osista on lähetetty käsin tehtyjä listoja ostajalle, joka on tilannut pyydetyt osat. Kohdeyrityksessä on tullut voimaan sääntö, että kaikista osto-osista pitäisi tehdä tilausalustus ERP:iin. Tilausalustuksia voi tehdä täysin manuaalisesti syöttämällä kaikki tilauksen tiedot käsin tai jos osalle on luotu nimike järjestelmään, valitaan kyseinen nimike, sille tilausmäärä ja toimitusaika. Tilausalustuksia on myös mahdollista lisätä useampia kerralla siirtotiedoston avulla. Kohdeyrityksen nykyinen integraatiotaso on esitetty kuvassa 7. Mikäli jokaiselle osto-osalle on siirtotiedostossa nimike, täydentyy tiedot automaattisesti järjestelmästä. Harvemmin käytetyille tilauskomponenteille käytetään yleisnimikkeitä luokittelemaan ne jonkin kategorian alle. Yleisnimikkeitä käytettäessä täytyy komponenteille lisätä tarkat tiedot, jotta tilaus voidaan suorittaa onnistuneesti. Tämän jälkeen tilauksesta pitää vielä luoda hankinta ja käydä lisäämässä tilaukselle toimitusosoite ja muut mahdolliset lisätiedot kuten tarjous, jonka mukaan tilaus tehdään.



Kuva 7: Järjestelmien välinen integraatio

Tällä hetkellä kohdeyrityksessä tilausalustuksia tehdään vaihtelevasti, sillä käytössä oleva järjestelmä ei tue niiden tekemistä toivotulla tavalla. ERP:ssä olevia nimiketietoja ei ole myöskään lisätty kattavasti vastaavien 3D-mallien tietoihin eikä niitä ole merkitty

osto-osiksi. Tällöin ei ole täyttä varmuutta, että suoraan mallista haettuna saataisiin osto-osat suoraan eriytettyä muista komponenteista. Tässä kohtaa vastuu jää suunnittelijalle katsoa että listaukseen jää ainoastaan osto-osat ja että määrät ovat oikein. Tällöin vaaditaan myös enemmän tarkkuutta, että listan tiedot ovat oikein. Kun listaus on tehty, on ollut helpompaa lähettää se suoraan sähköpostilla ostajalle hankittavaksi, lisäten viestiin vain toimitusosoitteen ja ajan.

4.5 Yhteenveto

Edellisten kohtien perusteella selkeinä ongelmina voidaan nähdä toimintojen yhtenäisyyden puute ja että tehtäviä jää suunnittelijoiden huolellisuuden varaan. Etenkin kiiireen keskellä dokumenttien hallinta jää toissijaiseksi asiaksi projektin valmistumisen rinnalla. Kuvassa 5 esitetty kansiorakenne luo pohjan dokumenttien hallinnalle, mutta päätasojen jälkeen kansioita luodaan tarpeen mukaan ja niistä muodostuu hyvinkin paljon erilaisia. Jokainen suunnittelija tekee töitä omalla hyväksi havaitsemallaan tavalla. Projektin rakenteesta ja suunnittelijasta riippuen projektikansioiden suunnitteluosioista muodostuu melko erilaiset. Suuremmissa projekteissa on jo myyntivaiheessa luotu positorakenne, jonka mukaan kansiorakenne muodostuu mekaniikkasuunnitteluun luonnollisesti.

Nimikkeiden hallinnassa huomataan, että huolellisuus korostuu, sillä työ on hyvin manuaalista. Manuaalista työtä tehdessä joudutaan tarkistamaan useaan kertaan, onko tiedot oikein mallissa ja löytyykö vastaava nimike ERP:stä. Rakenteesta joudutaan myös hakemaan tiedot, muuttamaan ne oikeaan muotoon ja vielä syöttämään ne uudestaan ERP:iin tilausalustusta varten. Tämä manuaalisen työn määrä on iso ja ei lisää arvoa projektitoimitukseen, ainoastaan lisää kustannuksia projektille. Nimikkeiden hallinnassa myös nimikeluokittelu koettiin puutteelliseksi. Suunnittelua vaativat ja valmistettavat osat ovat jaettu pelkästään projektien mukaan, eikä kohdeyrityksessä muilla kuin projektiin osallistuvilla henkilöillä ole kunnollista käsitystä, mitä projekti kokonaisuudessaan sisältää. Tämä aiheuttaa ongelmia, jos näitä vanhoja elementtejä halutaan käyttää uudelleen.

Yhtenä ongelmana voidaan myös nähdä erilaiset suunnittelutavat. Kohdeyrityksen sisällä suunnittelutavat eivät merkittävästi eroa toisistaan. Erityisesti ulkoisten suunnittelijoiden kohdalla suunnittelutavat saattavat erota huomattavasti siitä, miten kohdeyrityksessä malleja suunnitellaan. Suunniteltaessa ei myöskään käytetä aikaa siihen, että mallit olisivat helposti muokattavissa jälkepäin. Mallinnus suoritetaan niin kuin se on helpoin ja nopein tehdä. Tämä johtaa helposti lisätöihin, kun halutaan muokata vanhoja

malleja uuteen projektiin ja mallin muokkaamiseen menee huomattavasti aikaa, vaikka se tehdään vanhaa pohjaa hyväksi käyttäen.

Työn teon aikana havaittiin myös selvänä ongelmana, että käytössä oleva järjestelmät (MS Windows, SolidWorks ja CustomWorks) eivät tue tuotetiedon hallintaa tarpeeksi. Vaikka kirjastokomponentit on asetettu käyttöjärjestelmän resurssienhallinnan avulla vain luku –tilaan, joitain kirjastokomponentteja voi silti muokata. Tämä voi johtua siitä, että suunnittelijan on pitänyt käydä lisäämässä komponenttiin uuden konfiguraation tai muokkaamassa komponentin mittoja vastaamaan todellisuutta ja epähuomiossaan on jättänyt komponentin muokkauksen mahdollistavaan tilaan. Myöskään SolidWorksin vain luku –tila aiheuttaa hankaluuksia suunnitteluun. Jos ominaisuus on käytössä, aukeavat kaikki mallit vain luku –tilassa. Tällöin pitää olla tarkkana, että ottaa malliin lukuoikeudet, jotta muutokset varmasti tallentuvat. Jos tuoterakenteen ylemmältä tasolta muokkaa sen sisältämää komponenttia, tehdyt muutokset eivät tallennu.

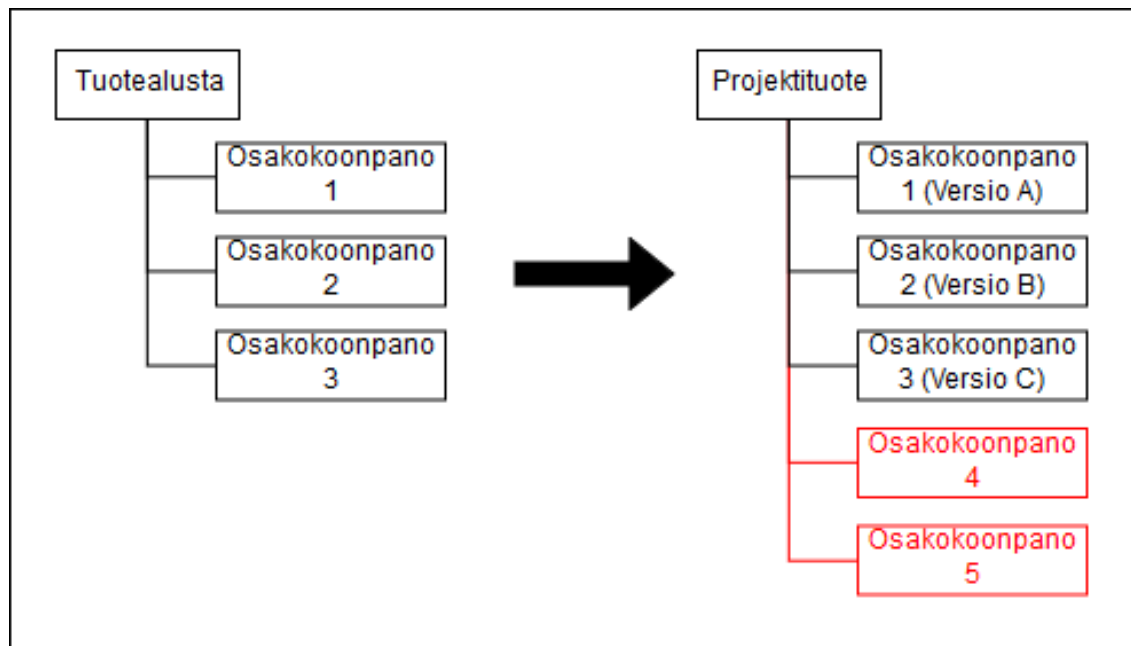
5. KEHITYSEHDOTUKSET TUOTETIEDON HALLINTAAN

Tässä luvussa käydään läpi kehitysehdotukset mekaniikkasuunnittelun tuotetiedon hallintaan. Kehitysehdotukset perustuvat kohdeyrityksen mekaniikkasuunnittelijoiden haastatteluihin, keskusteluihin heidän kanssa sekä järjestelmätoimittajien kanssa käytyihin keskusteluihin. Ensimmäisessä osiossa käsitellään suunnittelukäytäntöihin ja tuotetiedon hallintaan liittyvät kehitysehdotukset. Tässä kohtaa ei oteta vielä kantaa mahdolliseen tuotetiedonhallintajärjestelmään, mutta se oli yhtenä vaikuttavana tekijänä, sillä kehitysehdotuksia mietittiin siltä kannalta että siirtymä PDM-järjestelmään olisi mahdollisimman sujuva. Kehitysehdotukset esitellään kuitenkin yleisinä parannuksina suunnittelukäytäntöihin ja sen tuottaman tuotetiedon hallintaan. Toisessa osiossa tehdään arvio mahdollisista PDM-järjestelmätoimittajista. Arvioitavana on kaksi järjestelmää, joiden ominaisuuksia on arvioitu SWOT-analyysien avulla. Kolmannessa osiossa tehdään valinta järjestelmästä, jota suositellaan otettavaksi käyttöön kohdeyrityksen tuotetiedon hallintaan. Perustelut pohjautuvat kolmannessa osiossa esitettyihin analyysiin. Neljännessä ja viimeisessä osiossa pohditaan mitä työn suorittamisen jälkeen pitäisi vielä tehdä. Jatkokehitystoimenpiteet pohjautuvat asioihin, joita ei tämän työn puitteissa pystytty käsitellä syvällisemmin, mutta kaipaavat lisätutkimusta. Tärkeimpänä asiana kuitenkin mainitaan tässä työssä tehtyjen kehitysehdotuksien käyttöönotto sekä seuranta tulevien kuukausien aikana.

5.1 Suunnittelukäytäntöihin ja tuotetiedon hallintaan liittyvät kehitysehdotukset

Suunnittelukäytäntöjä ja tuotetiedon hallintaa voidaan kohdeyrityksessä kehittää monella tapaa. Yksi kehitysehdotuksista on ruveta käyttämään tuotealustoja, joiden pohjalta projektikohtaisia tuotteita pystyttäisiin konfiguroimaan. Kuvassa 8 on esitetty tuotealustojen käytön periaate. Tuotteet koostuisivat komponenteista, joita olisi helppo muokata tarvittavilla parametreilla. Esimerkkeinä voidaan mainita nosturin sekä rullakuljettimen tuoterakenteet. Nosturin tuoterakenteessa perusyksiköinä toimisivat silta ja vaunu. Vaunun koko ja pyörävälit määräytyvät sille asetetun nostokapasiteetin mukaan. Joissain tapauksissa vaunu sisältää pelkän nostimen, joka kiinnittyy suoraan sil-

tapalkkiin. Vaunun tarpeen mukaan sillassa on yksi tai kaksi siltapalkkia. Sillan komponentit riippuisivat nosturin kuormasta ja tietylle kuormalle ja jänneväliille olisi aina tietty komponenttisesti valmiina määriteltynä. Asiakkaan tarpeiden mukaan tähän pohjaan pystyttäisiin lisäämään varusteita kuten rajakytkimiä, apunostimia jne. Rullakuljettimien tuoterakenne koostuisi sivulevyistä, suojalevyistä, jaloista ja rullista. Levyjen koko riippuisi rullien lukumäärästä ja rullajaosta. Mahdollisten lisälaitteiden mallit pitäisi parametrisoida siten, että niitä saadaan helposti muokattua erilaisten laatikoiden ja tavaroiden käsittelyyn. Näiden toimenpiteiden tarkoituksena olisi lisätä tuotteiden projektikohtaista konfigurointia. Koska kohdeyritys tarjoaa erittäin asiakasräätälöityjä tuotteita, tällä hetkellä ei ole mahdollista siirtyä täysin tuotteiden projektikohtaiseen konfigurointiin. Kuitenkin mahdollisuuksia lisätä konfigurointia löytyy edellä mainituista kohteista, sillä niiden rakenteet ovat melko selkeät ja niille pystyttäisiin luomaan konfiguroitavat mallit CAD-perusteisesti.



Kuva 8: Tuotealustojen käyttöönotto

Mekaniikkasuunnittelussa pitäisi myös ottaa vakioidut nimikkeiden nimitykset käyttöön. Tämä tarkoittaisi, että nimikkeiden nimitykset pitäisi valita suoraan listasta, joka sisältäisi sallitut nimitykset. Tässä kohtaa siirryttäisiin käyttämään pelkästään englanninkielisiä nimityksiä. Kohdeyritys tekee suurimman osan projekteistaan kotimaahan, mutta asiakkaina on kansainvälisiä yrityksiä, jotka vaativat englanninkielisen dokumentaation. Tämän lisäksi kohdeyritys pyrkii kansainvälistymään, joten siirtyminen kokonaan englanninkieliseen dokumentointiin helpottaisi tässä tavoitteessa. Mahdollisia nimityksiä on esitetty taulukossa 1. Myös nimikkeiden tietoihin pitäisi aina olla täytettynä tietyt tiedot, jotka on esitetty taulukossa 2. Valmistettavilla osilla täytyy olla materiaali, piirustusnu-

mero, nimitys, suunnittelija sekä laitetyyppi. Näille osille piirustusnumero toimisi myös nimikekoodina. Osto-osille pitää olla täydennettynä valmistaja, nimikekoodi sekä merkintä siitä, että kyseinen osa on osto-osa. Jotta osto-osien siirto kohdeyrityksen ERP:iin onnistuisi mutkattomasti, nimikkeillä täytyy olla tilausmäärä ja nimikekoodi, jolloin ERP:iin täydentyy loput tiedot nimikkeestä. Vakioituilla nimityksillä ja laitetyyppin avulla pystytään tietoja hakemaan tehokkaammin ja mahdollistetaan nimikkeiden tehokkaampi uudelleenkäyttö.

Taulukko 1: Mahdollisia nimityksiä itse valmistetuille nimikkeille

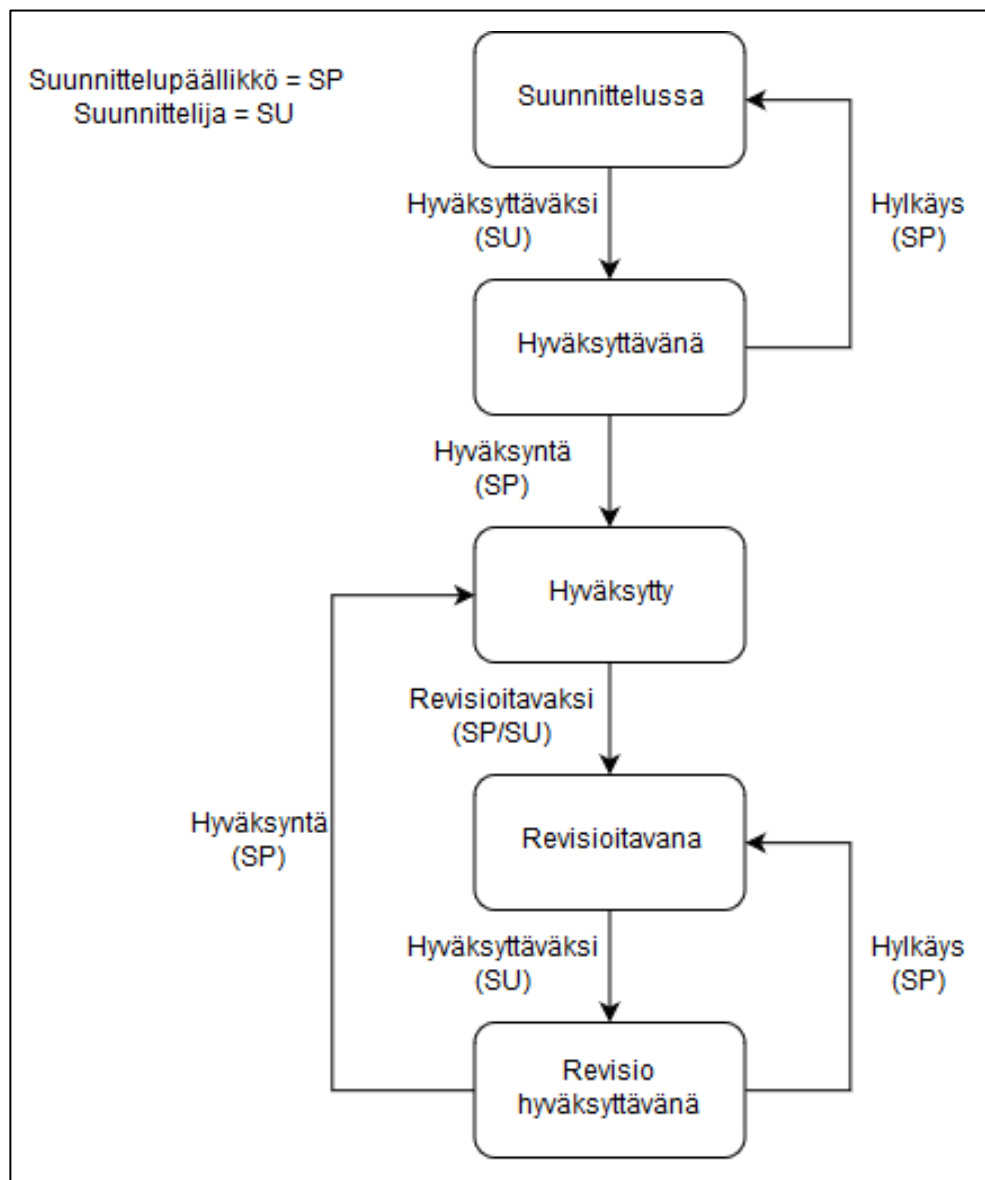
Plate	Beam	Bridge	End carriage
Trolley	Handrail	Tube	Base

Taulukko 2: Pakolliset tiedot nimikkeille

Tieto:	Muoto:
Nimitys	Teksti
Suunnittelija	Teksti
Nimikekoodi	Numero/Teksti
Materiaali	Teksti
Laitetyyppi	Teksti

Kohdeyrityksessä pitäisi myös ottaa käyttöön tarkemmat hyväksymiskäytännöt. Tähän asti yrityksessä on pidetty katselmointeja, joista on kirjoitettu raportti mahdollisten korjauskehotuksien kanssa. Korjauksien jälkeen piirustukset on katsottu hyväksytyksi ilman erillistä katselmointia. Vastaisuudessa pitäisi ruveta jokaiseen piirustukseen merkitsemään, koska ja kuka piirustuksen on hyväksynyt, kuvassa 9 esitetyn hyväksymiskierron mukaisesti. Näin saataisiin paremmin seurattua mitkä osat ovat hyväksytyt ja lähetty hankintaan. Tällainen käytäntö helpottaisi myös piirustusten muutosten hallintaa. Kun piirustuksessa selkeästi lukisi milloin ja kuka sen on hyväksynyt, voisi piirustuksen yksiselitteisesti revisioida kun siihen tehdään muutoksia. Heti kun järjestelmään luodaan uusi nimike se saa tilakseen ”suunnittelussa”, mikä tarkoittaa, että sitä ei ole aiemmin käytetty missään eikä sitä ole hyväksytty käyttöön. Kun suunnittelijan mielestä nimike on valmis lähettää hän sen suunnittelupäällikölle hyväksyttäväksi, jolloin nimikkeen tila on ”hyväksyttävänä”. Mikäli suunnittelupäällikkö hyväksyy nimikkeen, muuttuu sen tilaksi ”hyväksytty”. Jos suunnittelupäällikkö hylkää nimikkeen se palaa tilaan

”suunnittelussa” ja suunnittelija tekee sille tarvittavat muutokset hyväksyntää varten ja lähettää sen hyväksyttäväksi. Hyväksytyt nimikkeet lähetetään hankintaan ja niiden piirustuksiin merkitään hyväksynnän tekijä ja päivämäärä. Mikäli suunnittelija tai suunnittelupäällikkö saa tiedon, että nimikettä pitää muuttaa siirtää hän sen revisioitavaksi, jolloin sen tilaksi muuttuu ”revisioitavana”. Kun tarvittavat muutokset ovat tehty, lähetetään nimikkeen uusi revisio hyväksyttäväksi. Mikäli suunnittelupäällikkö hyväksyy revision, muutetaan sen revisiotunnusta yhden pykälän eteenpäin esimerkiksi A→B ja nimike palaa tilaan ”hyväksytty”. Tämä prosessi käy valmistettaville nimikkeille. Ostosille työkierto on yksinkertaisempi. Kun uusi osto-osa nimike lisätään järjestelmään, se on aluksi tilassa ”suunnittelussa”. Kun sille on lisätty tarvittavat tiedot, lähetetään se hyväksyttäväksi. Mikäli tiedot ovat oikein, nimike hyväksytään. Jos tiedoissa on puutteita, lähetetään se takaisin suunnitteluun.



Kuva 9: Suunnittelun työkierto

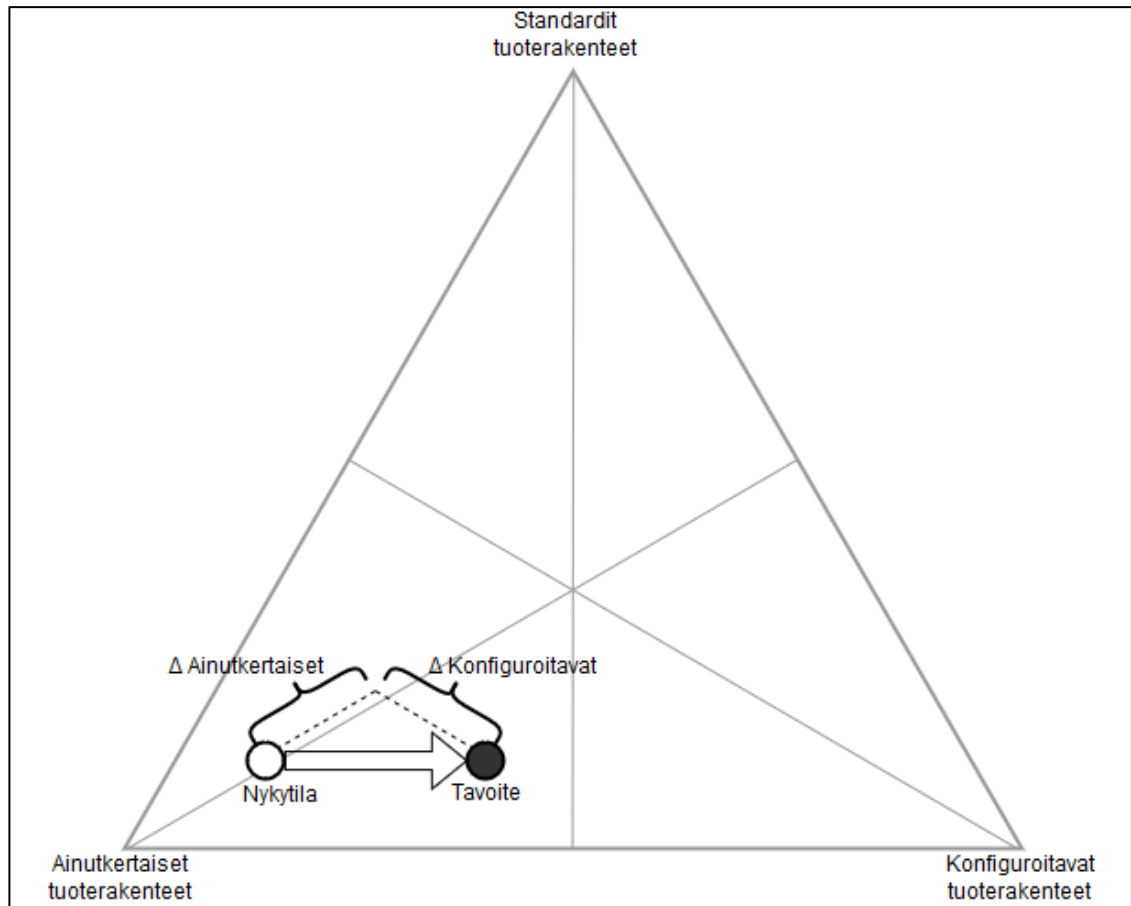
Kohdeyrityksen nimikeluokittelun tehostamiseksi sekä suunnittelua vaativat osat että kirjastokomponentit pitäisi luokitella kansiorakenteen avulla. Kansioita pitäisi luoda selkeistä kokonaisuuksista, joiden pitäisi tukea aiemmin mainittuja tuotealustoja. Komponenttien tyyppin lisäksi esimerkiksi nosturikomponenttien luokittelun pohjana pitäisi toimia nostokapasiteetti ja jänneväli ja kuljetinkomponenteissa rullaväli ja kuljettimen leveys. Tällä hetkellä kirjastokomponenteiksi luokiteltavia osia tallennetaan suoraan projektin alle verkkolevyille. Näitä osia tarvitaan ajoittain uusissakin projekteissa, jolloin ne kopioidaan uuden projektin projektikansioon. Vastedes nämä komponentit pitäisi siirtää kirjastokomponenttikansioon, kun niitä käytetään useammin kuin kerran, jolloin ne ovat siellä kaikkien käytettävissä ja helpommin löydettävissä. Kuten aiemmin mainittiin nimikkeiden nimityksistä, pitää samaa sääntöä soveltaa näihin. Nimikkeellä pitää olla myös vastaava nimikekoodi ERP:ssä, jotta tiedot ovat samat kummassakin järjestelmässä ja oikea nimike tilataan. Tätä varten pitäisikin pyrkiä varmistamaan, että ERP:ssä oleva nimiketieto on kohdennettu oikeaan malliin. Tällöin voitaisiin olla varmoja, että nimiketiedot ovat ajan tasalla ja samat kummassakin järjestelmässä, jolloin välttyttäisiin virheellisiltä hankinnoilta.

Kohdeyritykselle pitäisi luoda myös selkeä suunnitteluohjeistus. Suunnitteluohjeistus pitäisi sisällään ainakin taulukossa 3 esitetyt luvut. Tämän työn puitteissa ohjeistusta ei tehdä, sillä kohdeyrityksen mahdollinen PDM-järjestelmähankinta määrittää suurilta osin sen sisällön. Suunnitteluohje pitäisi sisällään ohjeistukset liittyen työssä mainittuihin ongelmiin sekä parannusehdotuksiin, joita tässä kappaleessa on esitetty. Kirjallisen suunnitteluohjeistuksen avulla pystytään varmistamaan, että suunnittelijat tietävät kuinka tuotetietoa pitäisi hallita sekä varmistetaan että tuotetieto pysyy laadukkaana. Suunnitteluohjeistus myös helpottaa uusien työntekijöiden ottamista yritykseen, sillä aluksi voidaan antaa ohjeistus tutustuttavaksi sen sijaan että jonkun täytyy jatkuvasti olla opastamassa kyseistä henkilöä. Suunnitteluohjeistuksen tarkoituksena on myös opastaa henkilöitä itsenäisempään toimintaan. Suunnitteluohjeistus tulisi sisältämään tiedot nimikkeiden hallinnasta eli kuinka niitä lisätään järjestelmään ja mitä tietoa niiden pitää sisältää. Dokumenttien hallinta-osiossa keskityttäisiin, missä kirjastokomponentit ja tuotealustat sijaitsevat, kuinka ne on kategorisoitu ja millä hakukriteereillä niitä pitäisi etsiä. Hyväksymiskierron esitellään prosessikuvaajat hyväksymiskiertojen toteutumiseen ja menettelyt miten kierron aikana toimitaan. Tässä yhteydessä käytäisiin läpi myös revisionhallintaan liittyvä prosessi, sillä se linkittyy vahvasti hyväksymiskierron yhteyteen.

Taulukko 3: Suunnitteluohjeen sisältö

<p>Nimikkeiden hallinta</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sallitut nimitykset - Pakolliset tiedot - Kategoriat - Uusien nimikkeiden luonti - Tallennussijainti
<p>Dokumenttien hallinta</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tiedostosijainnit - Projektikansion rakenne
<p>Hyväksymiskierto</p> <ul style="list-style-type: none"> - Milloin ja kuka hyväksyy kuvat - Revisionhallinnan ja hyväksymiskierron yhteys

Tässä kappaleessa esitetyillä kehitysehdotuksilla pyrittiin tuotetiedon hallinnan keinoin lisäämään komponenttien uudelleen käyttöä sekä konfigurointia. Tuotteita konfiguroidaan päämiesten valikoimista, mutta kohdeyrityksen itse suunnittelemissa tuotteissa konfigurointi ja suunnittelun uudelleen käyttö on hyvin vähäistä. Standardi tuoterakenteiden määrä ei lisääntynyt, sillä niiden määrän kasvattamiselle ei työn suorituksessa nähty mahdollisuuksia. Kuvassa 10 on arvioitu miten esitetyt ehdotukset siirtäisivät kohdeyrityksen tuoterakenteita kuvan 4 mukaisella mallilla. Kehitysehdotuksien avulla pystyttäisiin vähentämään ainutkertaisten tuoterakenteiden määrää sekä lisäämään konfiguroitavien tuoterakenteiden määrää.



Kuva 10: Ehdotettu siirtymä konfiguroitaviin tuoterakenteisiin

Edellä esitetyillä toimenpiteillä pystyttäisiin vähentämään mekaniikkasuunnitteluun kuluva aikaa sekä lisäämään vanhojen suunnitelmien uudelleen käyttöä. Järkevällä kansiorakenteella sekä suunnittelukäytäntöjen yhtenäistämällä saavutettaisiin etuja nykyiseen verrattuna. Näillä toimenpiteillä saavutettujen hyötyjen raja tulee kuitenkin nopeasti vastaan. On selvää, että mikäli toiminnan kehittämistä halutaan vielä jatkaa, tarvitaan tuotetiedon hallintaa parempia työkaluja. Näillä työkaluilla manuaalisen työn määrää saataisiin vähennettyä sekä tuotetiedon hallintaa järkevöitettyä. Tämä tarkoittaa käytännössä PDM-järjestelmän käyttöönottoa. PDM-järjestelmiä on arvioitu seuraavassa kappaleessa.

5.2 Järjestelmätoimittajien arviointi

Tässä diplomityössä arvioitaviksi järjestelmiksi on valikoitunut SolidWorks PDM Professional sekä Aton. Molemmat ovat valikoituneet arviointiin sen takia, että ne ovat Suomen suosituimpien PDM-järjestelmien joukossa (Valokynä, 2013). Tämä koettiin hyvänä viitteenä siitä, että järjestelmä on hyvä ja niiden käyttöön perehtyneitä työntekijöitä löytyy. Tällöin uusien tai ulkoisten suunnittelijoiden ei tarvitse omaksua niin paljon

uutta aloittaessaan työskentelyn. Järjestelmätoimittajat arvioitiin SWOT-analyysin avulla. Arviot perustuvat järjestelmätoimittajien kanssa käytyihin tapaamisiin, joissa paikalla oli työn tekijän lisäksi muita mekaniikkasuunnittelijoita. Arvioita on täydennetty kohdeyrityksessä suoritettujen haastatteluiden, työn tekijän kokemusten sekä järjestelmän tulevien käyttäjien mielipiteiden perusteella. Näistä lähteistä on koottu tiedot yllä oleviin taulukoihin.

Kuvassa 11 on esitetty SWOT-analyysi SolidWorks PDM Professional-ohjelmistosta. SolidWorks PDM:n vahvuuksia on olemassa oleva täysi integraatio SolidWorksiin, sillä ohjelmiston valmistaja on sama kuin 3D-suunnitteluohjelmistonkin. Lisäksi tällä järjestelmällä olisi sama järjestelmätoimittaja kuin SolidWorksillä ja CustomWorksillä, jolloin saavutettaisiin etua siitä että ohjelmistot ovat samalta toimittajalta ja tuki saataisiin samasta paikasta kaikkiin ongelmiin. SolidWorks PDM:n avulla saataisiin myös selkiytettyä nimikkeiden muutosten hallintaa järjestelmään rakennettujen työkiertojen muodossa. Järjestelmän avulla pystytään myös tehokkaammin hyödyntämään tuotteiden kategorisointia niiden metatietoihin perustuen. Tämän järjestelmän huonoihin puoliin kuuluu että se voidaan luokitella EDM:ksi. Se sopii hyvin suunnittelutiedon hallintaan, mutta muulle toiminnalle siitä ei välttämättä ole niin paljon hyötyä muussa muodossa kuin, että järjestelmästä saadaan ajantasainen tieto aina sitä haluavalle henkilölle sekä kaikkien asiakirjojen revisionhallinta. Myöskään tämän järjestelmän käyttöikä ei välttämättä ole kovin pitkä. Nykyään on yleistymässä tuotteen elinkaaren hallintaan liittyviä ominaisuuksia sisältävät PDM-järjestelmät, jotka sisältävät laajempia ominaisuuksia tavallisiin PDM-järjestelmiin verrattuna. Nykyajan tekniseen kehitykseen nähden järjestelmä olisi jo nyt hiukan jäljessä kehityksen kärkeä. Tämä aiheuttaa painetta vaihtaa järjestelmä tulevina vuosina. Vaikka kyseinen järjestelmä onkin täysin integroitavissa SolidWorksiin ja Windowsiin, aiheuttaa sen käyttöönotto muutosvastarintaa. Nykyiset käytännöt ovat osittain juurtuneet toimintaan ja näitä pitäisi pystyä muuttamaan järjestelmän käyttöönoton yhteydessä. Järjestelmän käyttöönotossa pitää myös ottaa tarkasti huomioon kettä tarvitsee pääsyn järjestelmään ja miten ja missä tietoja säilytetään. Pitää myös määrittellä säilytetäänkö kaikki mahdollinen tuotetieto järjestelmässä vai onko tietoa muualakin, sillä järjestelmän ensisijainen käyttökohde on suunnittelutiedon hallinta. SolidWorks PDM Professional ei myöskään tarjoa mukautuvuutta käyttäjämäärien muutokseen. Tällöin pitäisi kohdeyrityksellä olla aina ylimääräisiä lisenssejä, jos esimerkiksi tarvitaan ulkopuolisia suunnittelijoita.

SolidWorks PDM Professional	
<p>Vahvuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Yksi Suomen suosituimpia PDM-järjestelmiä - Täysi integraatio SolidWorksiin - Sama järjestelmätoimittaja kuin SolidWorksillä ja CustomWorksillä 	<p>Heikkoudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Soveltuu enimmäkseen suunnittelutiedon hallintaan, EDM - Lyhyt käyttöikä - Suunnittelijoilta ei löydy aiempaa kokemusta - Sähkösuunnitteluohjelmisto ePlan ei integroitavissa
<p>Mahdollisuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisiohallinnan ja työkiertojen selkeytys - Tuotteiden kategorisointi 	<p>Uhat</p> <ul style="list-style-type: none"> - Muutosvastarinta - Muiden kuin suunnittelijoiden pääsy järjestelmään - Ei mukaudu käyttäjämääriin

Kuva 11: SolidWorks PDM Professional SWOT-analyysi

Toiseksi arvioitavaksi järjestelmäksi on valikoitunut Aton-järjestelmä. Kuvassa 12 on esitetty Atonin SWOT-analyysi. Tarjottu versio oli Atonin SaaS-ratkaisu eli järjestelmän tietokanta toimisi Roiman tarjoamassa pilvessä. Aton on luokiteltu SolidWorksin puolesta Gold Certified-tuotteeksi, jonka vuoksi uskotaan, että ohjelmistot toimivat hyvin yhdessä sekä niiden väliseen täyteen integraation tehdään vastaisuudessakin parannuksia. Tällä hetkellä suunnittelijoiltakin löytyy kokemusta Atonin käytöstä, mikä nähdään sen vahvuutena. Myös sähkösuunnittelussa käytettävä ePlan-ohjelmisto on täysin integroitavissa järjestelmään. Useamman eri suunnitteluohjelmiston integroiminen samaan järjestelmään koetaan vahvuudeksi. Atonin mahdollisuudet ovat hyvin samankaltaiset kuin SolidWorks PDM:n. Järjestelmän avulla pystytään selkeyttämään työkiertoja ja revisiohallintaa sekä kategorisoimaan tuotteita. Näiden lisäksi Aton soveltuu laajempien ominaisuuksiensa ansiosta paremmin kaiken tuotetiedon hallintaan. Järjestelmätoimittajan tarjous sisälsi perusominaisuudet Atonista. Tarvittaessa järjestelmän ominaisuuksia voidaan laajentaa tuotteen elinkaaren hallintaan asti. Näiden tuotteen elinkaarenhallintaominaisuuksien ansiosta myös ohjelmiston käyttöikä on pidempi kuin tavallisen PDM-järjestelmän tai EDM-järjestelmän. Atonin SaaS-ratkaisussa uusien käyttäjien lisääminen on helppoa, sillä heille tarvitsee vain tehdä tunnukset järjestelmään ja käyttäjistä laskutetaan niiden määrän mukaan. Tällöin on myös helppo tehdä käyttäjätunnuksia alihankkijoille, jotka voivat järjestelmässä kuitata saamansa piirus-

tukset vastaanotetuiksi. Tällaisen toiminnon avulla helpotettaisiin huomattavasti projektien seurantaan. Myös mahdollisten ulkoisten suunnittelijoiden käytön yhteydessä voidaan heille luoda uudet käyttäjät ja tarpeen loppuessa heidän käyttäjänsä voidaan poistaa. Tällöin ei tarvitse maksaa kiinteää kustannusta lisenssistä sekä kuukausittaista maksua ylläpidosta lisenssille, joka on varalla. Atonin nimikepohjaisuus nähdään myös selkeänä etuna. Kohdeyrityksellä on valmiiksi nimikekantaa luotuna ERP:ssä, joten tätä nimikekantaa voitaisiin hyödyntää Atonissa. Toisaalta nämä ominaisuudet voidaan nähdä heikkoutena. Järjestelmässä saattaa olla liikaa ominaisuuksia joita ei hyödynnetä eikä käytetä, jolloin maksetaan turhasta. Kuten myös SolidWorks PDM:n kanssa, joudutaan Atoninkin kanssa kamppailemaan muutosvastarinnan kanssa sekä miettimään mitä kaikkea tietoa järjestelmään laitetaan. Atonin ominaisuudet tukisivat paremmin sitä, että siellä säilytettäisiin kaikkea mahdollista tuotetietoa. Atonin kohdalla myös jouduttaisiin ottamaan uusi järjestelmätoimittaja, joka tuo lisää muuttujia nykyiseen tilanteeseen nähden. Tämä aiheuttaa lisähankaluuksia ongelmatilanteissa, joissa ei ole varmaa tietoa onko ongelma 3D-suunnitteluohjelmassa vai tuotetiedon hallintaohjelmistossa. Toisaalta Atonin Gold Certification luo turvallisempaa kuvaa, että näistä tilanteista selvittää.

Aton	
<p>Vahvuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Yksi Suomen suosituimpia PDM-järjestelmiä - SolidWorksin Gold Certified -tuote, täysi integraatio - Suunnittelijoilta löytyy ennestään kokemusta - Sähkösuunnitteluohjelmisto ePlan täysin integroitavissa - Pitkä käyttöikä 	<p>Heikkoudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Liikaa ominaisuuksia tarpeisiin nähden - Uusi järjestelmätoimittaja
<p>Mahdollisuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> - Revisiohallinnan ja työkiertojen selkeytys - Tuotteiden kategorisointi - Voidaan käyttää kaiken tuotetiedon hallintaan - Nimikepohjaisuuden hyödyntäminen - Mukautuvuus käyttäjämääriin 	<p>Uhat</p> <ul style="list-style-type: none"> - Muutosvastarinta - Muiden kuin suunnittelijoiden pääsy järjestelmään

Kuva 12: Aton/SolidPDM SWOT-analyysi

5.3 Järjestelmätoimittajan valinta

Tässä työssä tavoitteena oli arvioida kohdeyrityksen mekaniikkasuunnittelun tuotetiedon hallinnan nykytila ja ongelmat sekä selvittää millaisilla toimenpiteillä kohdeyrityksen tuotetiedon laatua sekä tuotetiedon hallintaa pystyttäisiin parantamaan. Esille tulleet ongelmat muun muassa vanhojen mallien etsimisessä ja uudelleenkäyttämässä sekä versionhallinnassa ovat hyviä esimerkkejä siitä, että tuotetiedon hallintaan kaivattaisiin erillistä järjestelmää.

Kohdeyrityksen tapauksessa parhaiten vaatimuksiin vastaa Atonin SaaS-ratkaisu. Tässä ratkaisussa voidaan määrittellä järjestelmän ominaisuudet tarpeiden mukaan. Vastaavasti ominaisuuksia voidaan lisätä jatkossa, mikäli tarvetta lisäominaisuuksille ilmaantuu. Atonin käytöllä pystytään myös tehokkaammin käyttämään valmiita ERP:n nimikkeitä hyödyksi ja linkittämään niihin 3D-mallit sekä muut mekaniikkasuunnittelussa tuotettava tieto. Vaihtelevan kuormituksen myötä saavutetaan etua, kun käyttäjiä voidaan lisätä ja poistaa sen mukaan kuinka paljon suunnittelijoita kohdeyrityksessä työskentelee kullakin hetkellä. Kohdeyrityksessä tällainen ominaisuus korostuu, koska toiminta on projektiliiketoimintaa ja kuormitukset saattavat muuttua hyvinkin nopeasti, mikäli uusia projekteja myydään nopealla aikataululla.

5.4 Jatkokehitys

Tämän työn puitteissa esiteltiin tuotetiedon hallinnan nykytila, ongelmat ja esitettiin toimenpiteitä, joilla tuotetiedon laatua sekä tuotetiedon hallintaa voitaisiin parantaa. Työn tekemisen jälkeen tehdään päätös PDM:n järjestelmätoimittajasta ja otetaan järjestelmä käyttöön. Käyttöönoton yhteydessä tässä työssä esitetyjä parannusehdotuksia implementoidaan järjestelmään. Uuteen järjestelmään pitäisi syöttää nykyisestä ERP:stä nimiketiedot. Nimiketiedot pitäisi päivittää siten että vain aktiiviset nimikkeet siirrettäisiin uuteen PDM:ään. Työn aikana on tehty päätös, että olemassa olevaa suunnittelutietoa ei siirretä kokonaisuudessaan heti järjestelmään. Vanhasta järjestelmästä siirretään suunnittelutietoa uuteen järjestelmään, kun uusissa projekteissa ilmenee tarve vanhoille suunnitelmille. Samalla saadaan tarkastettua ja päivitettyä kunkin nimikkeen metatiedot vastamaan oikeata informaatiota.

Uuteen järjestelmään yhdistettäisiin myös kohdeyrityksen sähkösuunnitteluohjelma ePlan. Se tarvitsee lisäksi oman integraatioprosessinsa. Mikäli ePlan halutaan täysin integroida Atoniin, tarvitaan 5-10 päivän integraatiotyö. Sähkösuunnittelun tuoterakenteet voidaan tarvittaessa siirtää Atoniin manuaalisestikin. Uuden järjestelmän käyttöönoton myötä saadaan tieto sähkösuunnittelun, että mekaniikkasuunnittelun tuoteraken-

teesta samaan järjestelmään. Kun tieto on samassa järjestelmässä, saadaan koko rakenne siirrettyä tarvittavin osin sekä tarkemmin yksityiskohdin kohdeyrityksen ERP:iin.

Kun järjestelmä on saatu otettua käyttöön, aloitetaan tässäkin työssä esitettyjen kehitysehdotuksien sekä järjestelmän toiminnan seuranta. Käyttöönottoa seuraavien kuukausien aikana kerätään palautetta järjestelmän toiminnasta sekä kehitysehdotuksia järjestelmän käyttöä varten. Palautetta käydään läpi sisäisesti ja tehdään muutokset, jotka on mahdollista tehdä itse sekä tarvittaessa pyydetään järjestelmätoimittajalta apua ongelmien ratkaisemiseen.

Järjestelmän käytön yhteydessä pitää huolehtia tiedon ajantasaisuudesta. Alihankittavien komponenttien tietoja pitää tarkistaa ja päivittää tasaisin välein, jotta suunnittelussa on aina käytettävissä ajantasainen komponenttieto mallinnuksen yhteydessä. Tarvittavat dokumentit täytyy olla yhdistettynä oikeaan nimikkeeseen, jotta suunnittelussa ei kävisi virheitä.

Lisäksi pitäisi vielä tutkia tarkemmin miten pystyttäisiin lisäämään tuotteiden projekti-kohtaista konfigurointia, sillä kirjallisuustutkimuksessa ilmeni selkeitä hyötyjä siihen siirtäessä. Tässä työssä otettiin hiukan kantaa siihen että pitäisi ottaa valmiita tuotealustoja käyttöön sekä malleja suunnitellessa pitäisi tunnistaa niistä perusparametrit ja suorittaa mallinnus niihin pohjautuen. Tällöin mallia voitaisiin käyttää tuotealustana sekä konfigurointi seuraavaan projektiin olisi nopeampaa. Jatkossa pitäisi vielä pyrkiä tunnistamaan kaikki tuotteet, joista olisi kannattavaa luoda konfiguroitava malli. Tunnistamisen apuna pitäisi käyttää tietoa siitä että minkälaisia tuotteita kohdeyrityksessä eniten myydään. Tällöin pitäisi yhteistyössä myynnin kanssa tunnistaa nämä kohteet, luoda konfiguroitavat mallit ja ottaa ne käyttöön mahdollisuuksien mukaan jo myyntivaiheessa. Tässä apuna voisi käyttää kuvan 10 mukaista mallia, joka tämän työn puitteissa on vain arvio eikä näin ollen perustu määrälliseen dataan.

6. YHTEENVETO

Tässä diplomityössä tavoitteena oli selvittää kohdeyrityksen tuotetiedon hallinnan nykytila, mitä ongelmia tuotetiedon hallinnassa on sekä millaisilla toimenpiteillä tuotetiedon hallintaa saataisiin parannettua. Tätä tavoitetta varten muodostettiin kolme tutkimuskysymystä, joihin tässä työssä pyrittiin vastaamaan. Seuraavaksi esitellään tutkimuskysymykset sekä arvioidaan työn onnistumista niiden avulla.

Ensimmäisessä tutkimuskysymyksessä piti määrittää, mitä kohdeyrityksen tuotetieto on. Tähän kysymykseen on vastattu luvussa 4 Nykytilanneanalyysi ja ongelmakohtat. Nykytilanneanalyysi pohjautui pääasiassa kohdeyrityksen mekaniikkasuunnittelijoiden haastatteluihin. Analyysia täydennettiin työn tekijän havainnoinnin sekä omassa työkuvassa huomattuihin ongelmakohtiin perustuen. Nykytilanneanalyysi on jaettu dokumenttien hallintaan, suunnittelukäytäntöihin, tuotetietoon sisäryityksessä sekä tietojärjestelmien integraatioon.

Toisessa tutkimuskysymyksessä piti vastata kysymykseen, millaisia ongelmia on tällä hetkellä kohdeyrityksen mekaniikkasuunnittelussa syntyvässä tuotetiedossa. Tähän kysymykseen on myös vastattu luvussa 4 Nykytilanneanalyysi ja ongelmakohtat. Luvussa 4.5 on tehty yhteenveto havaituista ongelmista sekä etsitty juurisyitä näiden ongelmien taustalla. Ongelmakohtia on analysoitu peilaamalla nykytilannetta kirjallisuudesta löytyvään teoriaan ja tutkimuksiin aihealueesta. Kirjallisuustutkimuksen perusteella löydettiin piirteitä, joita vastaavia ongelmia myös kohdeyrityksestä löytyy.

Kolmannessa tutkimuskysymyksessä vastattiin kysymykseen, miten kohdeyrityksen mekaniikkasuunnittelun toimintaa voitaisiin kehittää tuotetiedon hallinnan keinoin. Kysymykseen on esitetty vastaukset luvussa 5. Kehitysehdotukset tuotetiedon hallintaan. Luku jakautui suunnittelukäytäntöihin ja tuotetiedon hallintaan liittyviin kehitysehdotuksiin, järjestelmätoimittajien arviointiin, järjestelmätoimittajan valintaa sekä jatkokehitykseen. Perustuen nykytilanneanalyysiin ja siinä havaittuihin ongelmakohtiin tehtiin tämän luvun ensimmäisessä osassa kehitysehdotukset ilman mahdollista PDM-järjestelmää. Toisessa ja kolmannessa osassa tehtiin arviointi järjestelmien sopivuudesta sekä valittiin paras järjestelmä kohdeyritykselle. Viimeisessä osiossa tehtiin katsaus jatkokehitykseen eli mitä tämän työn puitteissa ei pystytty selvittämään ja mitä kannattaisi tutkia vielä lisää.

Tämän työn avulla saatiin hyvin hahmotettua kohdeyrityksen tuotetiedon ja sen hallinnan nykytila, ongelmat sekä kehitystarpeet. Nykytilanteessa ja siitä johtuvien ongelmien analysoinnissa löydettiin selkeitä yhtymäkohtia alan kirjallisuuteen. Kohdeyrityksen ongelmat eivät yleisellä tasolla eroa muiden projektiliiketoimintaa suorittavien kasvuun pyrkivien yritysten joukossa. Toiminnan kasvaessa tarvitaan tehokkaampia työkaluja suunnitteluun sekä toimintojen yhtenäistämistä. Tässä työssä laaditut kehitysehdotukset liittyvät vahvasti PDM-järjestelmän käyttöönottoon. Työtä aloittaessakin se oli jo oletettavaa, sillä markkinoilla olevat järjestelmät ovat kehittäneet tuotetiedon hallintaan liittyviä prosessejaan pitkään. Työn aikana kuitenkin huomattiin, että tuotetiedon hallintaa on mahdollista tehostaa ilman PDM-järjestelmää. Tämä kuitenkin vaatii, että toimintoja varten on selkeät ohjeistukset, jotta lopputulos olisi yhdenmukainen ja yksiselitteinen. Johdannossa esiteltyjen tutkimuskysymysten avulla pystyttiin määrittämään hyvin kohdeyrityksen nykytila, ongelmat sekä kehitysehdotukset. Täten työtä voidaan pitää onnistuneena.

LÄHTEET

- Ameri, F. and Dutta, D. (2005), "Product Lifecycle Management: Closing the Knowledge Loops", *Computer-Aided Design & Applications*, Vol. 2 No. 5, pp. 577–590.
- Anttila, P. (1996), *Tutkimisen Taito Ja Tiedonhankinta : Taito-, Taide- Ja Muotoilualojen Tutkimuksen Työvälineet*, Akatiimi, Helsinki.
- CIMdata. (2019), "CIMdata", available at: <https://www.cimdata.com/en/resources/about-plm> (accessed 15 March 2019).
- Crnkovic, I., Asklund, U. and Dahlqvist, A.P. (2003), *Implementing and Integrating Product Data Management and Software Configuration Management*, Artech House, available at: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tampere/reader.action?docID=227646> (accessed 2 November 2018).
- Gordon, K. (2013), *Principles of Data Management : Facilitating Information Sharing*, BCS Learning & Development Limited, available at: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/tampere/reader.action?docID=1275337> (accessed 31 August 2018).
- Haug, A., Shafiee, S. and Hvam, L. (2019), "The costs and benefits of product configuration projects in engineer-to-order companies", *Computers in Industry*, Vol. 105, pp. 133–142.
- Juuti, T. (2008), *Design Management of Products with Variability and Commonality : Contribution to the Design Science by Elaborating the Fit Needed between Product Structure, Design Process, Design Goals and Design Organisation for Improved R&D Efficiency*, Tampere University of Technology.
- Koppa. (2015), "Menetelmäpolku — Jyväskylän yliopiston Koppa", available at: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku> (accessed 18 June 2019).
- Kratochvíl, M. and Carson, C. (2005), *Growing Modular: Mass Customization of Complex Products, Services and Software*, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, available at: <https://doi.org/10.1007/b139063>.
- Kristjansson, A.H. (2005), *Platform Assessment Matrix (PAMatrix): A Method to Support Decision Making on Product Platforms*, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim.
- Kristjansson, A.H., Jensen, T. and Hildre, H.P. (2004), "The term platform in the context of a product developing company", *Proceedings of International Design Conference – Design 2004*, Dubrovnik, Croatia, pp. 325–330.
- Lee, C., Leem, C.S. and Hwang, I. (2010), "PDM and ERP integration methodology using digital manufacturing to support global manufacturing", *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 53 No. 1–4, pp. 399–409.

- Martio, A. (2015), *Tuotekonfigurointi Ja Tuotetiedon Hallinta*, 1. painos., Amartekno.
- Mleczko, J. (2015), "Integration of CAD/PDM and ERP Systems in Practice", *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 791, pp. 26–33.
- Pakkanen, J., Huhtala, P., Juuti, T. and Lehtonen, T. (2016), "Achieving Benefits with Design Reuse in Manufacturing Industry", *Procedia CIRP*, Vol. 50, Elsevier B.V., pp. 8–13.
- Panetto, H., Dassisti, M. and Tursi, A. (2012), "ONTO-PDM: Product-driven ONTOlogy for Product Data Management interoperability within manufacturing process environment", *Advanced Engineering Informatics*, Elsevier, Vol. 26 No. 2, pp. 334–348.
- Project Management Institute. (2017), *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*, Sixth edit., Project Management Institute, Newtown Square, Pennsylvania, USA, available at: <https://library-books24x7-com.libproxy.tuni.fi/toc.aspx?bookid=132589> (accessed 7 June 2019).
- Pulkkinen, A. (2007), *Product Configuration in Projecting Company: The Meeting of Configurable Product Families and Sales-Delivery Process*, Tampere University of Technology, available at: [https://tutcris.tut.fi/portal/fi/publications/product-configuration-in-projecting-company-the-meeting-of-configurable-product-families-and-salesdelivery-process\(62a3c127-df0b-43d2-a1ba-bcf5e84cf4cf\).html](https://tutcris.tut.fi/portal/fi/publications/product-configuration-in-projecting-company-the-meeting-of-configurable-product-families-and-salesdelivery-process(62a3c127-df0b-43d2-a1ba-bcf5e84cf4cf).html) (accessed 17 May 2019).
- Pulkkinen, A., Leino, S.-P. and Papinniemi, J. (2017), "Transforming ETO Businesses with Enhanced PLM Capabilities", *Procedia Manufacturing*, Vol. 11, pp. 1642–1650.
- Sääksvuori, A. and Immonen, A. (2008), *Product Lifecycle Management, Springer Science & Business Media*, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, available at: <https://doi.org/10.1007/978-3-540-78172-1>.
- Saunders, M.N.K., Lewis, P. and Thornhill, A. (2009), *Research Methods for Business Students*, 5th ed., Prentice Hall, available at: <https://tut.finna.fi/Record/tutcat.193340> (accessed 23 September 2018).
- Stark, J. (2015), *Product Lifecycle Management (Volume 1), Decision Engineering*, Vol. 1, Springer International Publishing, Cham, available at: <https://doi.org/10.1007/b93672>.
- Tiainen, T., Aittoniemi, J., Haukijärvi, I. and Yli-Karhu, T. (2015), "Toimintatutkimus tietojenkäsittelytieteen tutkimuksessa", Tampereen yliopisto, available at: <https://trepo.tuni.fi/handle/10024/97044> (accessed 8 June 2019).
- Tiihonen, J. (1999), *Kansallinen Konfigurointikartoitus –Asiakaskohtainen Muuntelu Suomalaisessa Teollisuudessa*, Teknillinen korkeakoulu.
- Vainio, V. (2012), *Comparative Research of PLM Usage and Architecture*, Tampere University of Technology.
- Valokynä. (2013), "Valokynä 2/13", *Valokynä*, No. 2.
- Wiggins, B. (2012), *Effective Document and Data Management: Unlocking Corporate Content*, Gower, available at:

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/tampere/reader.action?docID=922442>
(accessed 31 August 2018).

Willner, O., Powell, D., Gerschberger, M. and Schönsleben, P. (2016), *Exploring the Archetypes of Engineer-to-Order: An Empirical Analysis*, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 36, available at: <https://doi.org/10.1108/IJOPM-07-2014-0339>.