



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

**OTTO BECKER**  
**HAJAUTETUN TUOTEKEHITYSPROJEKTIN**  
**TUOTETIEDONHALLINNAN KEHITTÄMINEN**  
Diplomityö

Tarkastaja: professori Asko Riitahuhta  
Tarkastaja ja aihe hyväksytty  
Automaatio-, kone- ja materiaalitekniikan  
tiedekuntaneuvoston kokouksessa  
02. kesäkuuta 2010

# TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Konetekniikan koulutusohjelma

**BECKER, OTTO:** Hajautetun tuotekehitysprojektin tuotetiedonhallinnan kehittäminen

Diplomityö, 45 sivua

Toukokuu 2010

Pääaine: Tuotekehitys

Tarkastaja: Professori Asko Riitahuhta

Avainsanat: Tuotetiedonhallinta (PDM), tuotteen elinkaaren hallinta (PLM), hajautettu tuotekehitysprojekti, SmarTeam

Monen muun tuotekehitystoimintaa harjoittavan kansainvälisen yrityksen tapaan Valmet Automotiven haasteena on rinnakkaissuunnittelun organisointi maantieteellisesti hajautetussa tuotantoverkostossa. Erityisiä rinnakkaissuunnittelun vaikeuttajia ovat tuotantoverkoston osapuolten erilaiset tietojärjestelmät ja toimintatavat, jotka haittaavat tuotetiedon keskitettyä hallintaa. Tämä puolestaan voi synnyttää rapistuvan tuotetiedon noidankehän kaltaisia lieveilmiöitä, joista on tärkeä päästä eroon, mikäli halutaan nopeuttaa esimerkiksi tuotekehitysprojektien onnistunutta läpivientiä ja parantaa toiminnan yleistä laatua.

Tutkimuksessa etsittiin kehitysehdotuksia tuotekehitysvaiheen tuotetiedonhallinnan tiedonsiirtoprosessiin. Painopisteenä kehitysehdotuksissa oli ohjelmistojen sekä toimintatapojen kehitys. Tavoitteena oli havaita ja korjata tuotetiedonhallintaan liittyviä virheitä sekä nopeuttaa projektin läpivientiä. Kehitysehdotusten kartoitus keskittyy yksittäiseen käynnissä olevaan tuotekehitysprojektiin, jossa päämies vastaa tuotesuunnittelusta ja Valmet Automotivella on tuotannonsuunnitteluvastuu.

Kaikkia kartoitettuja kehitysehdotuksia testattiin mahdollisimman todenmukaisissa tiedonsiirto- ja tiedonmuokkaustilanteissa. Lopulta varteenotettavimmista kehitysehdotuksista muodostettiin päivitetty järjestelmäarkkitehtuuri, jonka ytimessä on SmarTeam-järjestelmä, automatiikkaa tiedonsiirtoon tuova eräajopalvelin sekä SmarTeamin etäkäytön mahdollistava suunnitteluportaali. Tämä ohjelmistopohjaisten ratkaisujen yhdistelmä mahdollistaa laadukkaamman tuotetiedon ja nopeamman tiedonsiirtoprosessin ja takasi siten onnistuneen tutkimustuloksen.

# ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Program in Mechanical Engineering

**BECKER, OTTO:** Product Data Management Development Within a Distributed Product Development Project

Master of Science Thesis, 45 pages

May 2010

Major: Product Development

Examiners: Prof. Asko Riitahuhta

Keywords: Product Data Management (PDM), Product Lifecycle Management (PLM), distributed product development project, SmarTeam

Organizing concurrent engineering efforts within a geographically distributed product development project can be challenging. Valmet Automotive is among the many product development organizations operating globally, that suffer from these challenges. The main obstacles for more efficient concurrent engineering are heterogeneous product data management systems and the lack of business processes that support these systems. These obstacles can cause the quality of product data to deteriorate, which can ultimately slow the project down, leading to excess costs and loss of profit.

The purpose of this study was to identify chances for improvement regarding the product data management process within a specific product development project at Valmet Automotive. In this project the company is responsible for production planning. Identification efforts were concentrated on problems that either slowed down the project or contributed to the insufficient quality level of product data.

Software based solutions were created based on the identified problem areas. After empirically testing the viability of each solution, a new product data management architecture was formed. This new architecture revolves around a SmarTeam-system, which enables the centralized management of product data. A combination of a batch server and an engineering portal were also introduced to help integrate outside product data contributors to the data management process. Based on preliminary test results, the new system architecture enabled Valmet Automotive to quicken the product development project and lessen the amount of errors related to the management of product data.

## ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Valmet Automotive Oy:ssä syksyn 2009 ja kevään 2010 aikana. Työn ensisijainen tavoite oli löytää parannusehdotuksia käynnissä olevan tuotekehitysprojektin ongelmiin. Haasteiden näkyvyydestä ja ratkaistavan ongelman sopivasta laajuudesta johtuen aiheeksi valikoitui lopulta projektin tuotetiedonhallinnan kehittäminen.

Työn valvojana on toiminut professori Asko Riitahuhta Tampereen teknillisestä yliopistosta. Työn ohjauksesta on vastannut Tapio Levanen Valmet Automotive Oy:stä. Valvojalle ja ohjaajalle esitän kiitokset asiantuntevasta avusta työn aiheen valinnassa ja rajaamisessa. Lisäksi kiitän kaikkia niitä Valmet Automotiven työntekijöitä, jotka edistivät työn etenemistä muun muassa tarjoamalla neuvoja ja osallistumalla haastatteluihin.

Uudessakaupungissa 04.05.2010

Otto Becker



# SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto.....	1
1.1	Valmet Automotive Oy .....	1
1.2	Tutkimuksen taustaa.....	1
1.3	Tutkimusongelma.....	2
1.4	Aikaisemmat tutkimukset ja kehitystoimenpiteet .....	3
1.5	Tavoitteet ja rajaukset .....	5
1.6	Tutkimusmenetelmät ja aineisto .....	5
1.7	Tutkimuksen rakenne .....	6
2	Tuotetieto ja sen hallinta .....	7
2.1	Tuotetieto .....	7
2.2	Tuotetiedonhallinta .....	7
3	SmarTeam-Tuotetiedonhallintajärjestelmä .....	9
3.1	Nimike ja nimikkeistö .....	10
3.2	Tietomalli ja tuoterakenne.....	12
4	Projekti ja prosessi.....	14
4.1	Projekti- ja prosessiorganisaatio .....	14
4.2	Tiimi, omistaja ja roolipohjainen työnjako .....	15
5	Hajautettu tuotekehitysprojekti .....	17
5.1	Tuotesuunnitteluprosessi.....	19
5.2	Tuotannonsuunnitteluprosessi.....	20
5.3	Muutoshallintaprosessi.....	21
6	Tuotetiedon siirto ja käyttö.....	22
7	Tuotetiedonhallinnan kehitysehdotukset .....	25
7.1	SmarTeam .....	25
7.1.1	Nimikkeiden ja dokumenttien hallinta .....	25
7.1.2	Työnkulun hallinta .....	26
7.1.3	Tuoterakenteiden hallinta .....	28
7.1.4	Yhteenveto SmarTeamin potentiaalista.....	29
7.2	Replikointi SmarTeam järjestelmäintegraation apuna .....	29
7.3	Eräajopalvelin .....	31
7.4	Suunnitteluportaali .....	33
7.4.1	Suunnitteluportaalin toimintaperiaate .....	33
7.4.2	Suunnitteluportaalin hyödyt .....	34

7.5	Laajaverkkotiedonsiirron optimointi.....	36
7.5.1	Reptor-järjestelmäarkkitehtuuri.....	36
7.5.2	Reptor-optimointitekniikat .....	37
7.5.3	Reptor-ratkaisun käyttöönotto .....	38
8	Tutkimustulokset .....	40
8.1	Tuotetiedon hallinta uudessa järjestelmäarkkitehtuurissa.....	40
8.2	Tulosten arviointi .....	42
8.2.1	Tulosten tavoitteiden mukaisuus .....	42
8.2.2	Tulosten luotettavuus .....	42
9	Toimenpidesuosituksset.....	44
10	Yhteenvedo.....	45

## LYHENTEET JA MERKINNÄT

<b>Asennusjärjestys</b>	Valmistuksen tai kokoonpanon tuoterakenteen synonyymi.
<b>CIFS</b>	Common Internet File System. Microsoftin kehittämä tiedonsiirtoprotokolla. Käytetään muun muassa Windows-käyttöjärjestelmien väliseen verkkotiedonsiirtoon.
<b>Demilitarisoitu alue, DMZ</b>	Lähiverkon ja Internetin välissä oleva verkkoympäristö, joka on eristetty palomuurilla kumpaankin suuntaan. Sen avulla voidaan lisätä lähiverkon ja laajaverkon välisen tietoliikenteen turvallisuutta. DMZ on lyhenne englannin kielen sanoista ”demilitarized zone”.
<b>Elinkaaritieto</b>	Tuotteen tai sen komponentin julkaisuasteen ilmoittava tuotetiedon muoto.
<b>Hajautettu tuotekehitysprojekti</b>	Tuotekehitysprosessin kertaluonteinen ilmentymä, jossa joidenkin aliprosessien toteutuksesta vastaavat eri organisaatiot.
<b>Laajaverkko, WAN</b>	Tyypillisesti laajan alueen kattava tietoliikenneverkko, jossa useita lähiverkkoja on yhteydessä toisiinsa. WAN-lyhenne tulee englannin kielen sanoista ”Wide Area Network”. Esimerkkitapaus laajaverkosta on Internet.
<b>Luokka</b>	Luokka on idea, joka antaa mallin olion muodostamiselle määrittäen sen rakenteen ja käyttäytymisen.



<b>Lähiverkko, LAN</b>	Tavallisesti rajoitetun alueen kattava tietoliikenneverkko, jossa useita päätelaitteita, kuten tietokoneita on yhteydessä toisiinsa. Esimerkki lähiverkosta on yrityksen sisäinen verkko. LAN-lyhenne tulee englannin kielen sanoista ”Local Area Network”.
<b>Mallitieto</b>	Tietokonepohjaisista 3D-malleista koostuvaa tietoa, joka ilmoittaa tuotteen fyysisen olemuksen.
<b>Matriisiorganisaatio</b>	Usein projekteihin tai prosesseihin liittyvä organisaatorakenne, jossa funktionaalista osastoihin jakautunutta vertikaalista yritysrakennetta on täydennetty osastorajat ylittävällä horisontaalisella rakenteella.
<b>Metatieto</b>	Tietoa tiedosta. Metatiedon avulla tuotetiedon sisältöä voidaan kuvailla ulkoisesti. Se mahdollistaa muun muassa tuoterakenteiden luomisen.
<b>Muutoshallintaprosessi</b>	Kolmas ja viimeinen tuotekehitysprosessin aliprosessi, jossa syötteenä on tuotetiedon muutostarve ja suoritteena joko hylätty tai hyväksytty ja toimeenpantu muutos. Prosessin tarkoituksena on estää tuotetiedon laadukkuutta huonontavat hallitsemattomat tuotemuutokset.
<b>Määrittelytieto</b>	Tuotetiedon tyyppi, joka ilmoittaa tuotteen tai sisältämän komponentin luonteen ja fyysiset ominaisuudet.
<b>Nimike</b>	Tietyn luokan omaava olio ja SmarTeam:n tallennetun tuotetiedon kattoyksikkö. Käyttäytyy kuten Windows-käyttöjärjestelmän kansio. Voi sisältää relaatioita toisiin nimikkeisiin sekä yksittäisiin dokumentteihin.
<b>Nimikkeistö</b>	Kaikkien järjestelmässä olevien nimiketyyppien joukko.

<b>Näkymä</b>	Tuoterakenteen synonyymi.
<b>OEM</b>	Alkuperäisvalmistaja eli organisaatio, jonka nimissä lopputuotetta myydään. Lyhenne tulee englannin kielen sanoista ”Original Equipment Manufacturer”.
<b>Ohjelmointirajapinta</b>	Tietokoneohjelmiston käyttöliittymä, jonka avulla ohjelmisto voi keskustella ja vaihtaa tietoa toisen ohjelmiston kanssa.
<b>Olio</b>	Tiedon perusyksikkö olio-ohjelmoinnissa. Käytetään ilmaistaessa jonkin abstraktin tai fyysisen käsitteen ilmentymää järjestelmässä.
<b>Omistaja</b>	Henkilö joka vastaa projektin tai prosessin kustannuksista, tavoitteiden asettamisesta ja tehtävien toteutumisesta.
<b>Optio</b>	Lopputuotteen komponentin sallittu variaatio.
<b>PDM/PLM-järjestelmä</b>	Sarja ohjelmistopohjaisia työkaluja, joiden avulla tuotetietoa on tarkoitus hallita.
<b>PPPoE</b>	Suoran tietoliikenneyhteyden kahden osapuolen välille mahdollistava tietoliikenneprotokolla. Lyhenne tulee englannin kielen sanoista ”Point-to-Point Protocol over Ethernet”.
<b>Projekti</b>	Sarja resursseja hyödyntäviä toimenpiteitä, joiden avulla syötteestä saadaan suorite. Tavallisesti kertaluontoinen, ainutlaatuinen toteutus.
<b>Prosessi</b>	Sarja resursseja hyödyntäviä toimenpiteitä, joiden avulla syötteestä saadaan suorite. Voi toistua useita kertoja samanlaisena.
<b>Puhdas projektiorganisaatio</b>	Projektin ajaksi perustettava ja sen suorittamisesta vastaava organisaatio. Organisaatorakenne ei ole pysyvä.

<b>Puhdas prosessiorganisaatio</b>	Prosessin suorittamisesta vastaava organisaatio. Organisaatiorakenteen elinkaari on yhtenäinen prosessin elinkaaren kanssa.
<b>Rakennetieto</b>	Tietoa, joka ilmoittaa tuotteen komponenttien keskinäiset relaatiot. Tuoterakenteet ovat esimerkki rakennetiedosta.
<b>Rapistuvan tuotetiedon noidankehä</b>	Tuotetiedon laatua huonontava ilmiö, joka syntyy suunnittelijoiden luodessa omia, keskenään yhteen sopimattomia tiedon tallennuskäytäntöjä ja tiedon hallintakeinoja.
<b>Replikointi</b>	Tallennusmedian tietosisällön kahdentaminen toiselle tallennusmedialle. Tässä tutkimuksessa sillä viitataan erityisesti tiedon kopiointiin kahden kovalevyn välillä.
<b>Resurssi</b>	Työvoima, työkone, työtilat tai jokin muu voimavara, joka vaaditaan projektin tai prosessin sisältämän työvaiheen suorittamiseksi.
<b>Rinnakkaissuunnittelu</b>	Toimintatapa, jossa suunnittelutyön sisältämiä aktiviteetteja, jotka eivät riipu toisistaan pyritään tekemään rinta rinnan.
<b>Rooli</b>	Joukko muuttumattomia vastuualueita, joiden suorittajaksi valitaan henkilö projektin tai prosessiorganisaation sisällä.
<b>Semantiikka</b>	Tiedon looginen merkitys välittyy semantiikan avulla Esimerkiksi ohjelmisto ymmärtää vain semanttisesti yhteensopivia komentoja.
<b>STEP</b>	Standardi, jonka on määrä helpottaa tuotetiedonhallintajärjestelmien integraatiota. Lyhenne englannin kielisistä sanoista “Standard for The Exchange of Product Data”.

<b>Suorite</b>	Informaatio tai materiaali, joka on prosessin tai projektin lopputulos.
<b>Suunnittelun tuoterakenne, EBOM</b>	Tuotesuunnittelun näkymä tuotteen komponenttihierarkiasta. EBOM on lyhenne englannin kielen sanoista ”Engineering Bill Of Materials”.
<b>Syöte</b>	Informaatio tai materiaali, joka käynnistää prosessin tai projektin.
<b>TCP/IP</b>	Transmission Control Protocol / Internet Protocol. Internet-tietoliikenteessä käytetty tiedonsiirtoprotokolla.
<b>Tietomalli</b>	Määrittelee mitä metatietoa nimikkeisiin ja dokumentteihin on sallittua liittää.
<b>Tiimi</b>	Projekti- ja prosessiorganisaatiossa työryhmät muodostavat usein tiimejä, joilla ei ole sisäistä käskytyshierarkiaa.
<b>Tilaus-toimitusprosessi</b>	Toinen tuotantoverkostossa toimivan yrityksen ytimen muodostavista prosesseista. Siinä tuoteprosessissa ylläpidettyä tuotetietoa käytetään asiakastilausten täyttämässä.
<b>Toiminnanohjausjärjestelmä, ERP</b>	Tilaus-toimitusprosessin kattamaa liiketoimintapuolen operatiivisen toiminnan hallinnoinnissa käytettävä tietojärjestelmätyyppi. Lyhenne tulee englannin kielen sanoista ”Enterprise Resource Planning”.
<b>Tuotannosuunnitteluprosessi</b>	Toinen kolmesta tuotekehitysprosessin aliprosessista, jossa syötteenä on tuotteen malli- ja rakennetieto. Suoritteena on tuotteen tuotantoprosessin kuvaus ja siinä käytettyjen laitteiden tuotetieto.
<b>Tuotantoverkosto</b>	Joukko yrityksiä, jotka työskentelevät yhteistyössä tuotteen kehittämiseksi ja valmistamiseksi.

<b>Tuotejääditys</b>	Piste, jonka jälkeen tuotekehitysprojektin tuotemuutokset käyvät läpi muutoshallintaprosessin.
<b>Tuotekehitysprosessi</b>	Tuoteprosessin aliprosessi, jossa syötteenä on tuotteen tekninen määrittely ja suoritteena tuotetieto, joka mahdollistaa tuotantolinjan rakentamisen ja tuotteen valmistuksen aloittamisen.
<b>Tuotemallifilosofia</b>	Tuotetiedonhallintajärjestelmän toteutus-tapa, jossa keskitettyyn tietovarastoon eli tietoholviin tallennettua yhtenäistä tuotetietoa pidetään järjestyksessä metatietokannassa olevan metatiedon avulla.
<b>Tuoteprosessi</b>	Tuotantoverkostossa toimivan yrityksen toiminnan ytimen muodostava prosessi, jossa tehtävänä on pitää yllä tuotteen luomisen mahdollistavaa tietoa.
<b>Tuoterakenne</b>	Nimikerelaatioista muodostettu tuotteen komponenttien hierarkkinen listaus.
<b>Tuotesuunnitteluprosessi</b>	Yksi kolmesta tuotekehitysprosessin aliprosesseista, jossa syötteenä on tuotteen tekninen määrittely ja suoritteena tuotteen malli ja rakennetieto.
<b>Tuotetiedonhallinta, PDM</b>	Lyhenne tulee englannin kielen sanoista ”Product Data Management”. Yhdistelmä vakioituja toimintatapoja ja käytäntöjä, joiden avulla voidaan kontrolloida ja koordinoida tuotetiedon käyttöä ja muokkaamista.
<b>Tuotteen elinkaaren hallinta, PLM</b>	Lyhenne tulee englannin kielen sanoista ”Product Lifecycle Management”. Toimintaa, jossa tuotetiedon eheys ja saatavuus on taattu tuotteen konseptoinnista kierrätysvaiheeseen.

**Työnkulkukaavio**

SmarTeam:n tukemia, prosessikuvauksia noudattavia ketjutettuja työvaiheita, joiden avulla voidaan varmistaa työntekijöiden työskentely prosessikuvauksen mukaisesti. Niistä käytetään englanniksi nimitystä ”workflow”.

**Valmistuksen tuoterakenne, MBOM**

Valmistuksen tai kokoonpanon näkymä tuotteen komponenttihierarkiasta. MBOM on lyhenne englannin kielen sanoista ”Manufacturing Bill of Materials”.

**Variaatio**

Lopputuote, joka sisältää joitakin vaihtoehtoisia komponentteja. Auton tapauksessa esimerkkinä voi olla oikealle asennettava ohjauspyörä.

**VPN**

Virtual Private Network. Tapa yhdistää useampia lähiverkkoja julkisen laajaverkon yli. Mahdollisuus salattuun yhteyteen.

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Valmet Automotive Oy

Tämä tutkimus on tehty Valmet Automotive Oy:lle. Kyseinen yritys on suomalainen autoteollisuuden palveluiden tuottaja, jolla on vuosikymmenien kokemus korkealaatuisten erikoisautojen valmistuksesta. Valmet Automotive tarjoaa asiakkailleen valmistuksen, tuotekehityksen, tuotannollistamisen ja projektinhallinnan palveluja. Yrityksen Uudessakaupungissa sijaitseva tehdas koostuu kokoonpanosta, hitsaamosta, maalaamosta sekä tuotekehityskeskuksesta. (Valmet Automotive Oy - Autotehdas tänään)

Tutkimuksen kirjoitushetkellä Valmet Automotive toimii sopimusvalmistajana Porsche AG:n Boxster- ja Cayman-automalleille. Vuosien 2008 ja 2009 aikana Valmet Automotive on siirtynyt uusien tuotekehitys- ja tuotannollistamisprojektien kautta näkyvästi kohti sähköajoneuvomarkkinoita. Marraskuussa 2008 yritys allekirjoitti yhteistyösopimuksen yhdysvaltalaisen Fisker Automotiven kanssa. Valmet Automotive toimii Fisker Automotiven ensimmäisen automallin, Fisker Karman suunnittelukumppanina ja sopimusvalmistajana. Kyseessä on niin kutsuttu hybridauto, jonka voimanlähteenä toimii sekä polttomoottori, että sähkömoottori. Vuoden 2009 tammikuussa Valmet Automotive ja tanskalainen Garia A/S solmivat sopimuksen luksusluokan Garia-golfauton suunnittelusta ja valmistuksesta Uudessakaupungissa. Elokuussa 2009 julkistettiin yhteistyösopimus norjalaisen Thinkin ja Valmet Automotiven välillä koskien kaupunkikäyttöön tarkoitettua Think City -sähköauton valmistusta Suomessa. Elokuussa 2009 Valmet Automotive ilmoitti myös sähköautojen latausteknologiaan liittyvästä kehitysyhteistyöstä Fortum Oyj:n kanssa. (Valmet Automotive Oy - Autotehdas tänään)

## 1.2 Tutkimuksen taustaa

Eräs näkyvimpiä trendejä sekä suomalaisessa, että kansainvälisessä teollisuudessa on kansainvälistyminen, jossa organisaatiot ulkoistavat toimintojaan eri puolille maailmaa. Taustalla on monia tavoitteita, kuten halu kilpailla halvalla työvoimalla sekä pääsy fyysisesti lähemmäksi kohdemarkkinoita. Kansainvälistymistä on vauhdittanut myös informaatioteknologian yleistyminen ja tietoliikenneyhteyksien nopeutuminen, jotka ovat mahdollistaneet siirtymisen kohti hajautettuja tuotantoverkostoja, joissa yrityksen toiminnot ja yhteistyökumppanit saattavat sijaita toisella puolella maapalloa, ja kyetä silti tehokkaaseen yhteistyöhön. (Talousneuvoston sihteeristö, 2006, s. 55)

Kansainvälistymisen asettamat haasteet näkyvät erityisen hyvin tuotekehitystoiminnassa. Globaalissa toimintaympäristössä ei korkealaatuisten tuotteiden ja toimittaminen ajallaan ja markkinahintaan välttämättä enää riitä. Kilpailijoiden suuri määrä ja pienet keskinäiset erot tarkoittavat usein, että edellä esitetyt tunnuspiirteet ovat vain markki-

noilla pysymisen perusvaatimuksia. Kilpailukeinoina on yhä useammin toiminnan jatkuva kehittäminen, asiakaslähtöisyys, joustavuus ja kyky saada tuotteet ja palvelut muita nopeammin markkinoille. Tuotelanseerauksen myöhästyminen voi olla yhtä tuhoisaa kuin heikko laatu. (Tampereen teknillinen yliopisto, 2005)

Mitä nopeammin tuote saadaan markkinoille, sitä lyhyempi sen kehityskustannuksiin liittyvä takaisinmaksuaika tulee olemaan. Tästä syystä kyky tuotekehitysprojektien nopeaan läpivientiin on tärkeä kilpailuvaltti. Perinteisissä tuotekehitysprojekteissa tuote suunnitellaan ensin mahdollisimman pitkälle, jonka jälkeen se toimitetaan tuotannon suunnitteluun ja siitä edelleen valmistukseen. Perinteisen mallin ongelmana on sen vaiheittaisesta rakenteesta johtuva hitaus. Esimerkiksi tuotteen valmistettavuuteen liittyvät suunnitteluvirheet tulevat kyseisessä mallissa esille vasta myöhäisessä vaiheessa projektia, jolloin projektin myöhästymisriski sekä muutuskustannusten suuruus voi helposti kasvaa merkittäväksi. Tuotantoverkostoissa hajallaan oleva organisaatorakenne ja erot yritysten toimintatavoissa synnyttävät merkittäviä lisähaasteita tuotekehitysprojektien koordinoinnille, hidastaen projektien läpivientiä ja kasvattaen riskien toteutumismahdollisuuksia entisestään. Tilanteen korjaamiseksi monet tuotantoverkostojen osana toimivat yritykset panostavat vahvasti rinnakkaissuunnittelun (engl. Concurrent Engineering, CE) menetelmiin. Rinnakkaissuunnittelussa tavoitteena on, että tuotannon prosessi- ja laitesuunnittelu tapahtuvat varsinaisen tuotesuunnittelun kanssa niin samanaikaisesti, kuin mahdollista. (Tampereen teknillinen yliopisto, 2005)

### 1.3 Tutkimusongelma

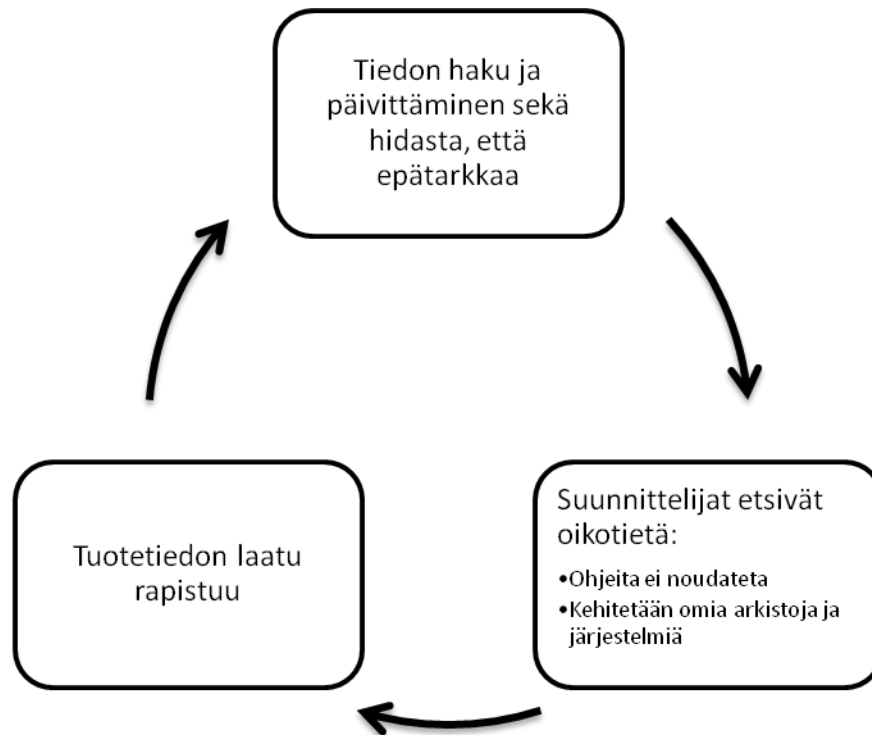
Onnistuneen rinnakkaissuunnitteluprojektin toteuttaminen ei ole ongelmatonta. Koska tuotantoverkoston sisällä tietoa prosessoidaan hajautetusti, voi tiedonhallinnan koordinoinnin ongelmista muodostua merkittävä pullonkaula projektin sujuvuudelle. Tilanne on haastava erityisesti Valmet Automotiven kaltaisen suunnittelutoimittajan ja sopimusvalmistajan näkökulmasta, joka on samanaikaisesti mukana usean eri tuotantoverkoston tuotekehitysprojektissa.

Tuotantoverkon yläpäässä olevan alkuperäisvalmistajan rooli projektien päätöksenteossa on ratkaiseva. Nämä yritykset sanelevat projekteissa käytettävät työkalut, ohjelmistot ja toimintatavat. Tehdessään kauppaa usean alkuperäisvalmistajan kanssa samanaikaisesti, on Valmet Automotiven toimintatapojen mukauduttava moniin keskenään erilaisiin toimintatapoihin ja tietojärjestelmiin. Mukautumisvaatimus jatkuu eteenpäin myös Valmet Automotiven omien alihankkijoiden suuntaan. Päämies määrää toimintatavat, joihin toimittajan on sopeuduttava. Tämän lähestymistavan ongelma on siinä, että se tekee keskitettyihin tiedonhallinnan työkaluihin panostamisesta hankalaa hidastaen yhtenäisten toimintatapojen määrittelyä ja haitaten siten koko tuotantoverkoston toimintaa.

Tiedonhallinnan työkalujen ja yhtenäisten toimintatapojen puutteesta johtuen tiedonsiirto ja sen muokkaus on usein heikosti koordinoitua ja turvautuu siten suurimmaksi osaksi manuaaliseen työhön. Tuotetiedon määrä on kuitenkin monessa Valmet Auto-



motiven tuotekehitysprojektissa niin suuri, että muutosten tekeminen käsivaralla on sekä virhealtista, että hidasta. Virheet aiheutuvat toteutuessaan usein inhimillisistä teki-  
jöistä, kuten unohduksista ja huolimattomuudesta. Virheet synnyttävät lisää työtä ja  
mikäli ne jäävät huomaamatta, saattaa lopputuotteen laatu tai projektin aikataulu kärsiä.  
Tämä kierre on tuttu monelle tuotetietoa käsittelevälle organisaatiolle. Sääksvuori ja  
Immonen (2002, s. 98) ovat nimenneet ilmiön rapistuvan tuotetiedon noidankehäksi.



*Kuva 1: Rapistuvan tuotetiedon noidankehä (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 98)*

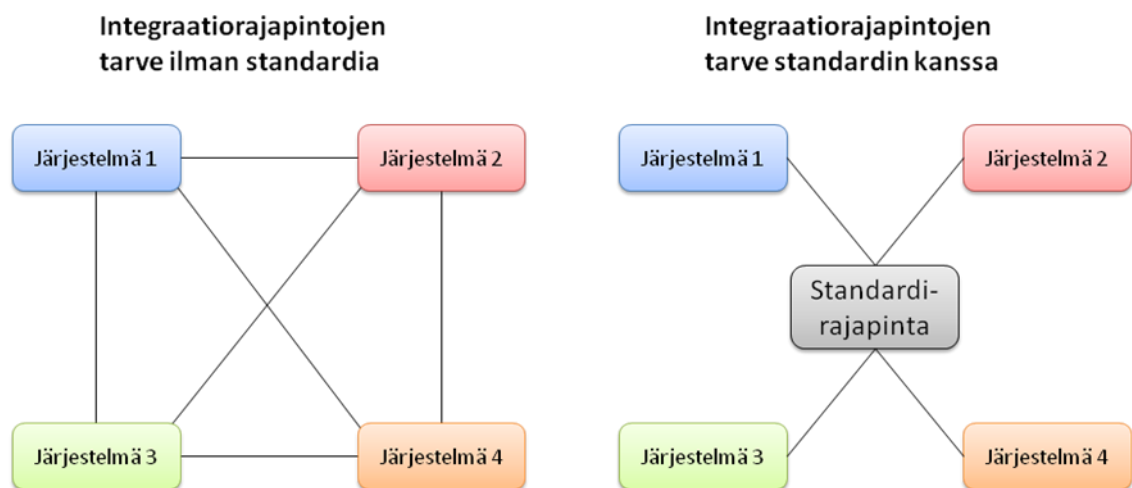
Valmet Automotiven keskeisenä strategisena tavoitteena on pitää yllä asemaansa asiakastarpeiden mukaan joustavana ja nopeisiin rinnakkaissuunnitteluprojekteihin kykenevänä autoteollisuuden palveluntarjoajana. Tavoitteen saavuttamiseksi yrityksen on kehitettävä kykyään integroitua nykyistä nopeammin uusiin tuotekehitysorganisaatioihin.

## 1.4 Aikaisemmat tutkimukset ja kehitystoimenpiteet

Tuotekehitystoiminnan tehokkaampi integraatio yhteistyökumppaneiden kanssa on Valmet Automotivelle jatkuva kehityskohde. Vuosien 2005 ja 2010 välillä yritys on teettänyt useita opinnäytetöitä ja tutkimuksia aiheeseen liittyen. Aberdeen Groupin (2007) tuottaman, kansainvälistä valmistavaa teollisuutta analysoineen selvityksen mukaan nykyaikaiset tuotetiedonhallinnan työkalut ja niitä tukevat toimintatavat ovat keskeisimpiä keinoja tehokkaan rinnakkaissuunnittelun ja nopeampien tuotekehitysprojektien mahdollistamiseksi. Erityisesti muutosten, nimikkeiden, tuoterakenteen ja dokumenttien keskitetyllä hallinnalla on selvityksen mukaan merkittävä positiivinen vaikutus organisaation kykyyn saattaa tuotekehitysprojektit päätökseen kilpailijoita nopeammin

ja laadukkaammin. Myös Valmet Automotivella on tiedostettu nykyaikaisten tuotetiedonhallinnan työkalujen sekä niitä tukevien toimintatapojen tarve. Yhtenäisten toimintatapojen määrittelyn haasteeseen on muun muassa vastattu luomalla laatustandardeihin perustuvia prosessimalleja (Salmi, 2009).

Monet rinnakkaissuunnittelupainotteiseen tuotekehitykseen keskittyvät yritykset hyödyntävät yhteistyökumppaneiden ja oman tuotetiedonhallinnan yhtenäistämässä standardeja. Myös Valmet Automotivella on tutkittu teknisen suunnittelutiedon siirtoon kehitettyjen standardien potentiaalia (Kotinurmi & Becker, 2006). Esimerkiksi ISO 10303-standardi eli STEP (engl. Standard for the Exchange of Product Data) on erityisesti autoteollisuuden tuotekehityksen tarpeisiin kehitetty tuotetiedonhallinnan ISO-standardi, jonka tarkoitus on toimia yhtenäisenä rajapintana useiden eri suunnitteluohjelmistojen käyttämien tiedostomuotojen välillä (Crnkovic et al. 2003, s. 296)>. Standardien kyky yhtenäistää organisaatioiden välistä tiedonhallintaa perustuu yhtenäiseen ohjelmointirajapintaan, jonka avulla järjestelmät kykenevät integroitumaan kaikkiin standardia tukeviin järjestelmiin. Kuvassa 2 on havainnollistettu, miten järjestelmäkohtaisten integraatorajapintojen lukumäärä vähenee standardin avulla kolmesta yhteen.



*Kuva 2: Standardien vaikutus järjestelmäkohtaisten integraatorajapintojen lukumäärään*

Järjestelmien välisen integraation edellytys on tiedon loogisen merkityksen eli semantiikan välittyminen järjestelmästä toiseen (SysCon Media, 2008). Standardit eivät aina ole optimaalinen ratkaisu integrointiongelmiiin, sillä semantiikan yhtenäisyydestä huolimatta, on tieto silti mahdollista tulkita eri tavoilla. Tämä on ongelma käytettäessä tietoa vaihtelevissa asiayhteyksissä, kuten osastojen sekä kokonaisten organisaatioiden välisessä tiedonhallinnassa. Toinen merkittävä haittapuoli standardeissa on lukuisten kilpailevien ja päällekkäisten standardien olemassaolo. Kilpailevat standardit eivät useinkaan ole keskenään yhteensopivia. Yksittäinen standardi kattaa harvoin kaikki tiedonhallinnan integrointitarpeet, jolloin organisaatio on usein pakotettu yhdistelemään olemassa olevia standardeja parhaaksi katsomallaan tavalla (SysCon Media, 2008). Usean tuotantoverkoston osana toimiessaan yritys voi kohdata paineita implementoida

keskenään yhteen sopimattomia standardeja, jolloin tiedonhallinnan integraatorajapintojen määrä kyllä vähenee, mutta todellinen integraatio on silti kaukana. Myös Kotinurmi ja Becker (2006) ovat tunnistaneeet standardien rajallisuuden sekä kilpailevien standardien olemassa olon ongelman. Näiden löydösten perusteella he ovatkin suositelleet Valmet Automotivelle niiden käyttöönoton lykkäämistä toistaiseksi.

Valmet Automotivella etsitään jatkuvasti uusia ratkaisuja tehokkaampaan rinnakkaissuunnitteluun, jossa tuotantoverkoston keskitetty tuotetiedonhallinta on avaintekijä. Seuraavana kehitysaskeleena yrityksessä nähdään SmarTeam-tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönotto. Järjestelmä on tarkoitettu tuotteen rakenne- ja mallitiedon keskitettyyn hallintaan ja ylläpitoon. Käsitys järjestelmän potentiaalista perustuu yrityksen alustaviin testeihin (Salmi, 2009), joiden mukaan se sisältää monia Aberdeen Groupin (2007) tunnistamia, rinnakkaissuunnitteluvalmiuksia edistäviä toiminnallisuuksia. Toinen merkittävä valintaperuste liittyy siihen, että yhdellä Valmet Automotiven keskeisimmistä yhteistyökumppaneista on kyseinen järjestelmä käytössä. Identtisiä tuotetiedonhallintajärjestelmiä hyödyntämällä kyetään tehostamaan yhteistyökumppaneiden järjestelmäintegraatiota.

## 1.5 Tavoitteet ja rajaukset

Tutkimuksen tarkoitus on löytää ratkaisuja, jotka nopeuttavat tuotekehitysprojektien läpivientiä ja parantavat tuotetiedon laatua. Kehitysehdotuksissa painotetaan nopeaa takaisinmaksuaikaa. Näin ollen painopiste on olemassa olevien työkalujen hyödyntämisessä sekä nykyisten toimintatapojen kehittämisessä. Vaikka SmarTeam:n uskotaankin olevan osa lopullista ratkaisua, mitään ennakkovaatimuksia sen hyödyntämiselle ei ole asetettu. Tutkimus voidaan katsoa onnistuneeksi, mikäli kaikkien siinä annettujen kehitysehdotusten toimivuus voidaan todistaa käytännössä. Koska tutkimuksen on määrä tarjota välittömiä ratkaisuja akuutteihin ongelmiin, tulee esitettyjen kehitysehdotusten olla implementoitavissa noin vuoden sisällä tutkimuksen julkaisuaikajankohdasta.

Valmet Automotiven tuotekehitysprojekteihin liittyvät kehityskohteet riippuvat projektin luonteesta ja yrityksen vastuualueesta kyseisessä projektissa. Tutkimus rajataan laajuussyistä tuotannosuunnitteluvastuun sisältävään tuotekehitysprojektiin ja sen tuotetiedonhallinnan kehitystarpeiden tunnistamiseen. Rajauksen peruste on kyseisen projektin keskeisyys Valmet Automotiven liiketoiminnan kannalta.

## 1.6 Tutkimusmenetelmät ja aineisto

Tutkimuksessa kartoitettiin tiedonsiirron toteutus eräässä käynnissä olevassa tuotekehitysprojektissa. Tiedonsiirron nykytilan kuvaus perustui epästrukturoituihin henkilöhaastatteluihin, prosessikuvauksiin sekä yrityksen sisäisessä käytössä olevien ohjelmistojen käyttöohjeisiin.

Nykytilan kuvauksen kautta esille tullessiin ongelmiin haettiin ohjelmistopohjaisia ratkaisukeinoja, joita oli mahdollista testata käytännössä. Ongelmakohtien tapaan myös

ratkaisuehdotusten kartoitus perustui epästrukturoituihin haastatteluihin. Kehitystoimiin varatun ajan rajallisuudesta sekä vapaiden henkilöstöresurssien puutteellisuudesta johtuen vaihtoehtojen kattavampaan analyysiin ei nähty tarvetta.

Ohjelmistopohjaisia ratkaisuehdotuksia testattiin irrallisissa skenaarioissa, jotka vastasivat nykytilan kuvausta. Testeistä valittiin jatkoon ne ohjelmistoratkaisut, joiden avulla kyettiin todistetusti joko parantamaan tuotetiedon laatua tai nopeuttamaan nykyistä tiedonsiirtoprosessia. Lopulta jatkoon valituista ohjelmistoratkaisuista muodostettiin päivitetty järjestelmäarkkitehtuuri ja uusi tuotetiedonhallinnan prosessikuvaus.

## 1.7 Tutkimuksen rakenne

Ensimmäinen pääluku toimii motivaationa tutkimuksen teolle. Lisäksi siinä kuvataan tutkimuksen tavoitteet sekä menetelmät, joiden avulla tavoite on määrä saavuttaa.

Toisessa pääluvussa esitellään tuotetiedonhallinta-käsitteen merkitys ja siihen liittyvä keskeinen terminologia yleisellä tasolla. Luku toimii teoreettisena pohjustuksena tuotetiedonhallinnan nykytilan ja sen kehityskohteiden hahmottamiselle.

Kolmannessa pääluvussa kartoitetaan SmarTeam-järjestelmän keskeisimmät toiminnallisuudet ja ominaisuudet, jotka pohjautuvat järjestelmän viralliseen dokumentaatioon (Dassault Systèmes, 2008). Samalla havainnollistetaan, miten tuotemallia noudattava tuotetiedonhallintajärjestelmä toimii.

Neljännessä pääluvussa selvitetään, mitä eroavaisuuksia ja yhtäläisyyksiä on projektilla ja prosessilla. Lisäksi käydään läpi käsitteisiin liittyvä keskeinen sanasto. Sanastoa hyödynnetään viidennessä pääluvussa, jossa mallinnetaan hajautettu tuotekehitysprojekti Valmet Automotiven näkökulmasta.

Kuudes pääluku on pintapuolinen kuvaus tutkimuksen kohteena olevan tuotekehitysprojektin tiedonsiirtoprosessista. Kartoitetuille kehitysehdotuksille luodut ratkaisumallit ja niihin liittyneiden testien tulokset on dokumentoitu seitsemännessä pääluvussa keskeisimmiltä osin. Suotuisimmiksi osoittautuneiden ratkaisumallien pohjalta luotu uusi järjestelmäarkkitehtuuri ja sen tukema tiedonsiirtoprosessi on kuvattu kahdeksannessa pääluvussa yhdessä lopputulosten arvioinnin kanssa.

Yhdeksäs pääluku pitää sisällään listan tutkimuksen aikana esille nousseista, suositeltavista jatkotoimenpiteistä. Kymmenes pääluku on yhteenveto siitä, mitkä olivat tutkimuksen lähtökohdat ja miten lopputulokseen päästiin.

## 2 TUOTETIETO JA SEN HALLINTA

### 2.1 Tuotetieto

Tuotetietoa on dokumentoitu yhtä kauan, kun on ollut olemassa vakioituja tuotteitakin. Alun perin tuotetieto muodostui pohjapiirroksista ja valmistusohjeista, jotka mahdollistivat keskenään samanlaisten tuotteiden tuotannon. Tänä päivänä tuotetiedon tarkoitus on pääpiirteittäin sama, mutta tallennusmuoto on vaihtunut digitaaliseksi. Digitalisoinnin myötä myös tuotetieto-käsitteen kattavuus on laajentunut. Tuotetiedon piiriin kuuluvaksi voidaan tänä päivänä laskea esimerkiksi valmistuskoneessa käytettävä ohjelmisto tai jokin ohjelmiston algoritmi. Tässä tutkimuksessa tuotetiedolla tarkoitetaan sen digitaalista olomuotoa.

Digitaalinen tuotetieto voidaan jakaa kolmeen kategoriaan: määrittelytietoon, elinkaaritietoon ja metatietoon (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 17). Ilman erillistä järjestelmää hallinnoitava tuotetieto koostuu usein pelkästä määrittelytiedosta. Siitä käyvät yksikäsitteisesti ilmi tuotteen luonne ja sen fyysiset ominaisuudet, kuten komponenttien mitat, muoto sekä materiaali. Osan 3D-malli on esimerkki Valmet Automotivella käytetystä määrittelytiedosta. Elinkaaritieto mahdollistaa tuotteen kehityskulun määrittelyn ja seurannan. Esimerkkejä elinkaaritiedosta ovat suunnittelussa olevan osan valmiusaste sekä viranomaishyväksynnän tila. Valmet Automotivella elinkaaritiedon avulla ilmaistaan esimerkiksi se, onko osa hyväksytty tuotantoon, vai onko se vielä suunnitteluasteella. Metatieto on tietoa tiedosta. Sen avulla voidaan kuvata datan tiedostomuotoa, sijaintia tietojärjestelmässä, kuka dataa on muokannut ja milloin ja niin edelleen. Metatiedon avulla mahdollistetaan muun muassa tuoterakenteiden muodostaminen ilmoittamalla, mihin muihin komponentteihin jokin komponentti liittyy ja millä tavoin.

### 2.2 Tuotetiedonhallinta

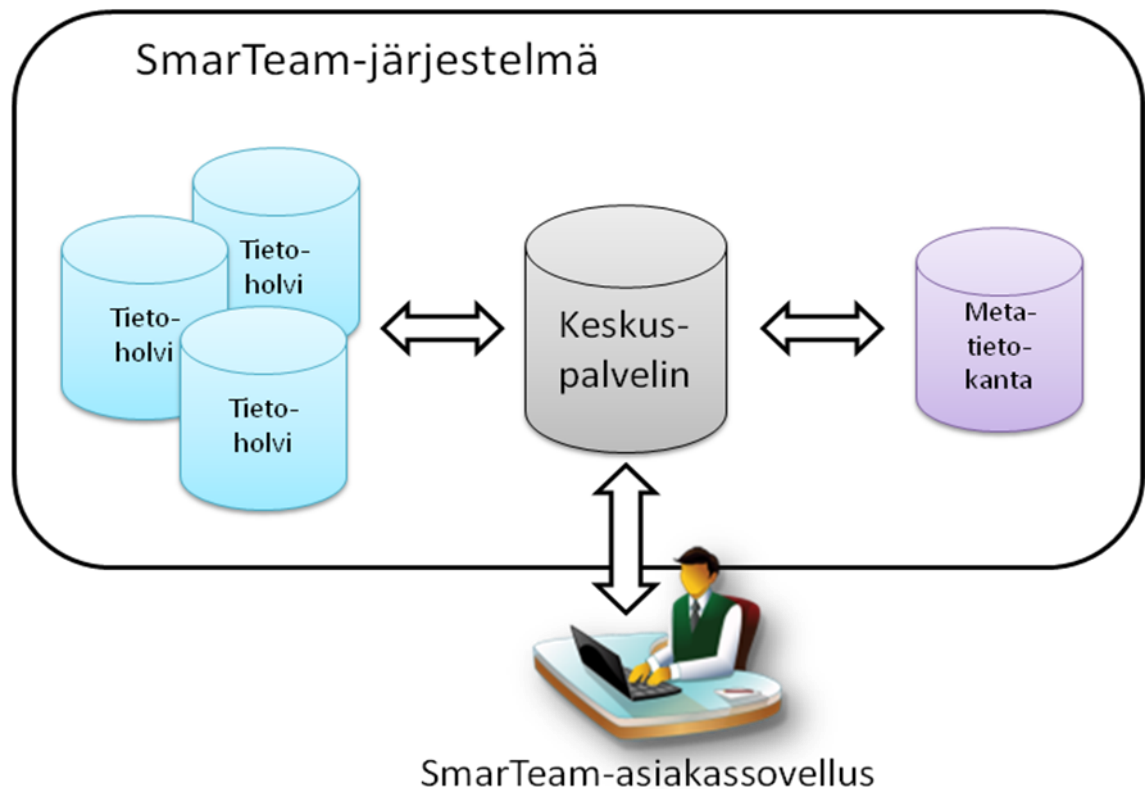
Keskitetyn hallinnoinnin puute synnyttää usein ongelmia tuotetietoa käyttävässä organisaatiossa etenkin silloin, kun tuotetietoa on paljon ja sitä tuotetaan tai käytetään myös organisaatorajojen ulkopuolella. Koordinaation puuttuessa suunnittelijat voivat esimerkiksi työskennellä jonkin 3D-mallin parissa samanaikaisesti, jolloin saatetaan tehdä turhaa työtä. Samalla tiedostosta luodaan kaksi eri versiota, jotka suunnittelijat saattavat tallentaa täysin mielivaltaiseen paikkaan. Mikäli tietoa käyttävän osapuolen kanssa ei ole sovittu tallennuskäytännöistä, on mahdollista, että turhaa työaikaa joudutaan käyttämään tiedon etsimiseen. Vaikka tieto löytyisikin, mallien versiot eroavat todennäköisesti ulkoasultaan toisistaan, jolloin käyttäjän tarvitsee myös selvittää, kumpi tiedosto on oikea.

Tuotetiedonhallinta (PDM, Product Data Management) on tapa tehostaa tuotetiedon laatua ja minimoida sen käsittelyssä ilmaantuvia virheitä. Se on Sääksvuoren ja Immonen mukaan toimintaa, jonka avulla mahdollistetaan tuotetiedon kollektiivinen ja koordinoitu käsittely silloin, kun tietoa käyttäviä ja muokkaavia tahoja on useita. Tuotetiedonhallinta on yksinkertaisimmillaan sarja vakioituja toimintatapoja ja käytäntöjä, joiden avulla voidaan kontrolloida ja koordinoida tuotetiedon käyttöä ja muokkaamista. Useimmiten tuotetiedonhallinnassa käytetään apuna toimintatapoja tukevia tietojärjestelmiä ja ohjelmistotyökaluja. (Sääksvuori & Immonen, 2002, ss. 18-19)

Tuotteen koko elinkaaren huomioivaa tuotetiedonhallintaa kutsutaan tuotteen elinkaaren hallinnaksi (PLM, Product Lifecycle Management). PDM keskittyy tehostamaan tuotetiedon koordinaatiota joko tuotekehityksen tai tuotannon aikana, kun taas PLM ottaa huomioon tuotetiedon merkityksen myös organisaation muiden prosessien kannalta. Tuotteen elinkaaren hallinnassa kaikki tuotetietoa tuottavat tai käyttävät prosessit pyritään integroimaan toisiinsa siten, että tuotetiedon saatavuus ja eheys tuotantoverkoston sisällä taataan koko tuotteen elinkaaren ajaksi. Tuotteen elinkaaren hallinnan avulla lukuisten eri lähteiden tuottama informaatio pyritään siis tuomaan yhteen paikkaan, jotta mahdollisimman suuri osa organisaatiosta voisi hyötyä siitä. Hallitsemalla sekä prosesseja, työnkulkua, että tuotetietoa keskitetysti, vältetään informaation etsinnältä ja hukumiselta edistään samalla organisaation ja sen kumppaneiden välistä yhteistyötä. Tuotetiedonhallinnan tavoin myös tuotteen elinkaaren hallinnassa käytetään nykyisin monessa tapauksessa apuna erilaisia tietojärjestelmiä ja ohjelmistotyökaluja. (CIMdata, Inc., 2009)

### 3 SMARTEAM- TUOTETIEDONHALLINTAJÄRJESTELMÄ

SmarTeam (ST) on Dassault Systèmesin valmistama ja tuotemallifilosofiaa noudattava PLM-järjestelmä, jonka pääasiainen tehtävä on tarjota alusta keskitetylle tuotetiedonhallinnalle. Tuotemallifilosofiolla tarkoitetaan järjestelmäarkkitehtuuria, jossa kaikki tuotteen elinkaaren kattava tieto, kuten 3D-mallit ja tekniset spesifikaatiot tallennetaan keskitettyyn tietovarastoon eli tietoholviin. Tietoholvin ei tarvitse sijaita samassa paikassa, vaan se voi tarpeen vaatiessa jakautua useampaan, toisistaan fyysisesti erillään sijaitsevaan palvelimeen. Tietoholviin tallennetun tiedon pitäminen järjestyksessä tapahtuu metatietokannan avulla, joka pitää nimensä mukaisesti sisällään metatietoa. Metatietokannan avulla voidaan muun muassa varmistaa, että tietoholvissa oleva tieto on ristiriidaton ja lisäksi suojattu asiattomalta käytöltä, tuhoutumiselta sekä häviämiseltä. Sekä tietoholvi, että metatietokanta ovat edelleen yhteydessä keskuspalvelimeen, joka yhdistää tietoholvin sisältämän datan metatietokantaan. Varsinainen tiedonhallinta tapahtuu käyttäjän koneelle asennettavan SmarTeam-asiakassovelluksen avulla, joka toimii käyttöliittymänä käyttäjän ja keskuspalvelimen välillä. Järjestelmäarkkitehtuuri on esitelty kuvassa 3 yleisellä tasolla. (Dassault Systèmes, 2008)



Kuva 3: Yleisen tason esimerkki SmarTeam-järjestelmäarkkitehtuurista

SmarTeam-järjestelmään tallennettu tieto kuvaa fyysisen tuotteen tietokoneen ymmärtämässä muodossa. Kuvaaminen tapahtuu olio-ohjelmoinnin periaatteiden mukaisesti luokkien ja olioiden avulla (Dassault Systèmes, 2008). Olio on tiedon perusyksikkö, jota käytetään ilmaisemaan minkä tahansa abstraktin tai fyysisen käsitteen ilmentymää järjestelmässä. Olioiden välille voidaan luoda yhteyksiä ja riippuvuussuhteita. Luokka on idea, joka antaa mallin olion muodostamiselle määrittäen sen rakenteen ja käyttäytymisen. Käsitteitä havainnollistava, autoon liittyvä esimerkki on laakeri. Valmis auto sisältää useita erilaisia laakereita, joita nimitetään laakereiksi niiden ominaisuuksien ja toiminnallisuuden ansiosta. Olio-ohjelmoinnin termein ilmaistuna auto-luokan oliossa on siis monta laakeri-luokan oliota.

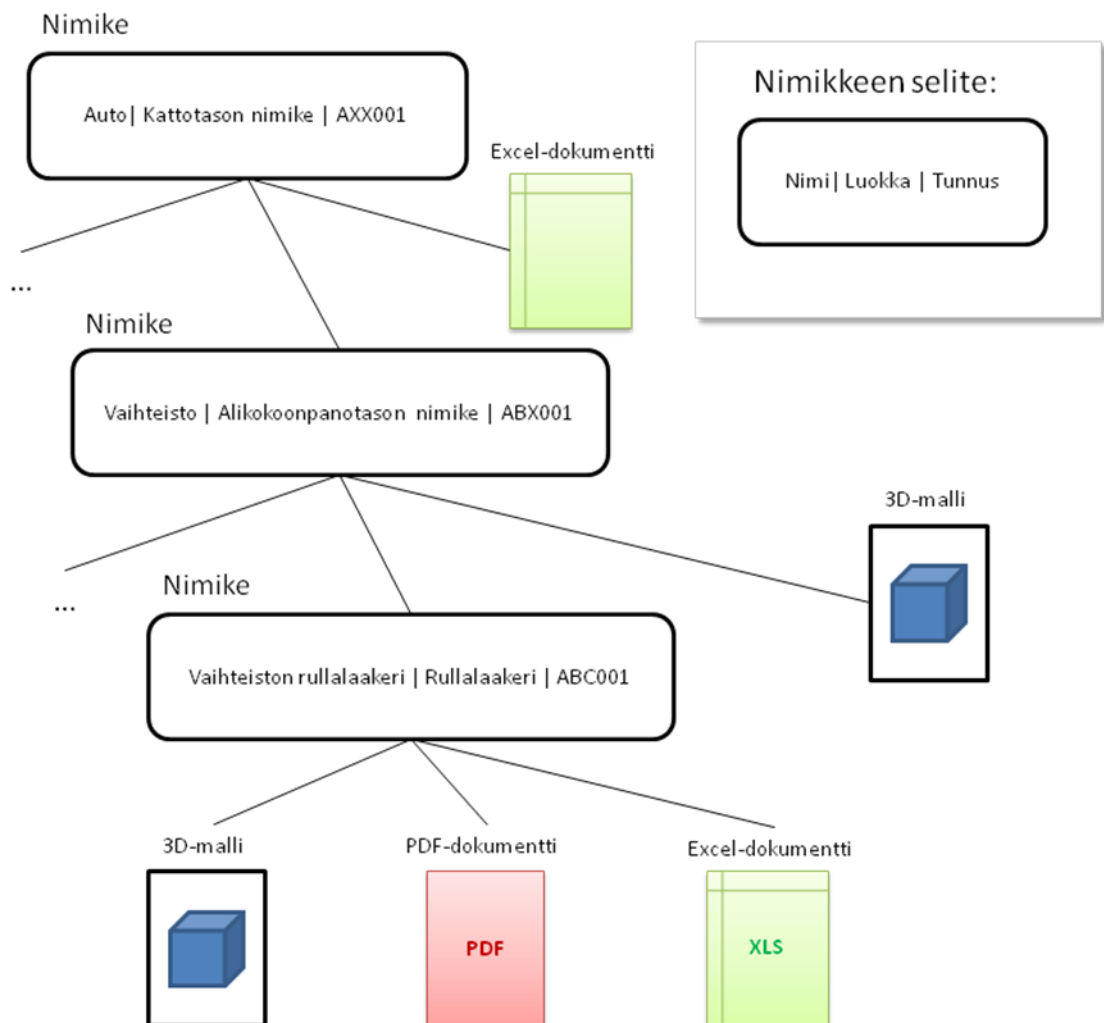
### 3.1 Nimike ja nimikkeistö

SmarTeamin tallennettu tieto on ilmaistu olioina, jotka voidaan luokitella joko dokumenteiksi tai nimikkeiksi (Dassault Systèmes, 2008). Kuten kuvasta 4 käy ilmi, nimike käyttäytyy pitkälti samalla tavoin, kuin Windows-käyttöjärjestelmän kansio. Nimikkeeseen voidaan liittää useita erilaisia relaatioita, kuten toisia nimikkeitä ja erilaisia dokumentteja. Tuotekehitysympäristössä nämä dokumentit saattavat olla esimerkiksi 3D-malleja, teknisiä spesifikaatiodokumentteja tai laskentakaavioita.

Olio-ohjelmoinnin periaatteiden mukaisesti jokaisella nimikkeellä ja dokumentilla on ainutlaatuinen tunnus, jonka avulla se voidaan yksilöidä (Dassault Systèmes, 2008).



Ylimmän tason nimike on lopputuote, joka voi sisältää alikokoonpanonimikkeitä, jotka puolestaan voivat edelleen koostua osanimikkeistä. Kaikki nimiketyypit muodostavat yhdessä nimikkeistön. Nimikkeistön kattavuus riippuu järjestelmään tallennettavan tiedon tyypistä ja käyttötarkoituksesta. Projekteissa, joissa yrityksen vastuulla on vain tuotteen loppukokoonpano, ei esimerkiksi osatason nimikkeiden tallentaminen SmarTeamin ole välttämättä kannattavaa. Mitä heikommalla tarkkuudella tieto on mallinnettu, sitä kevyempi siihen liittyviä 3D-malleja on käsitellä.



Kuva 4: Esimerkki SmarTeamin nimikerakenteesta

Jokainen järjestelmään tallennettu nimike ja dokumentti edustaa jotain ennalta määriteltyä luokkaa (Dassault Systèmes, 2008). Luokka voi olla tyypiltään joko pää- tai alaluokka. Laakeri-pääloukan alaluokkina voi esimerkiksi olla rulla- tai kuulalaakeri. Tällöin yksittäinen auton vaihteiston rullalaakeri edustaa laakeri-loukan rullalaakeri-alaluokkaa. Luokkaperustainen jako mahdollistaa nimikkeen tehokkaan yksilöinnin, sillä se rajaa siihen liitettävän tiedon tyypin ja siten estää käyttäjiä muokkaamasta tiettyyn luokkaan kuuluvan nimikkeen tuotetietoa käytännöistä poikkeavilla tavoilla. Esimerkiksi rullalaakeri-alaluokan nimikkeeseen liittyvä pakollinen materiaalikoodi voi-

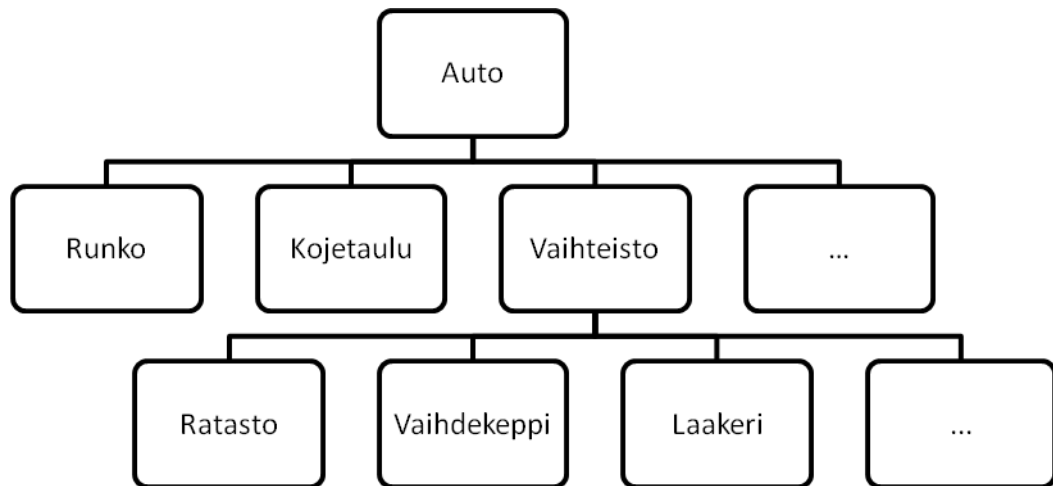
daan vaatia tiedon talletuksen yhteydessä, jolloin ei voi syntyä tilannetta, jossa järjestelmässä olisi rullalaakereita vailla materiaalikoodia. Tämä ei ole mahdollista ilman tarpeeksi yksityiskohtaista luokkajakoa. Liian yksityiskohtainen luokkajako voi kuitenkin olla haitallista. Sääksvuoren ja Immosen mukaan (2002, s. 19) se voi hankaloittaa toimintaa luomalla jähmeitä toimintamalleja lisäten siten tiedon ylläpidon tarvetta liiaksi.

### 3.2 Tietomalli ja tuoterakenne

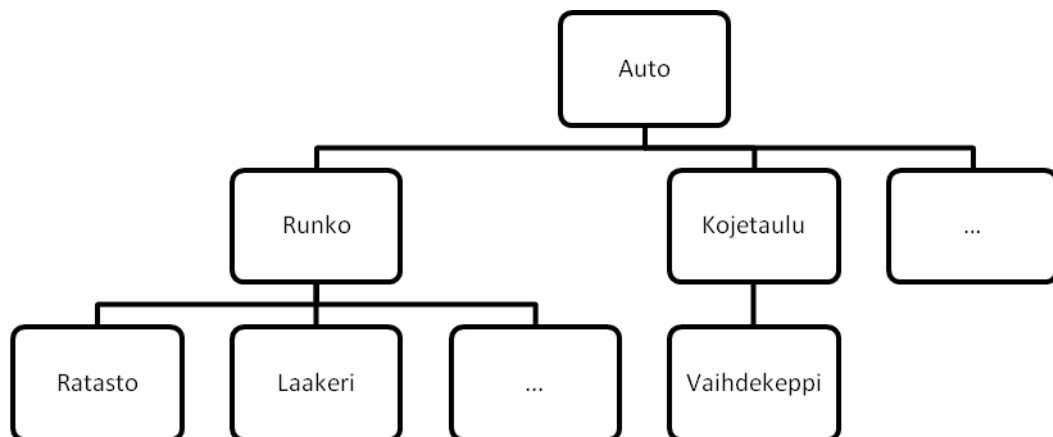
SmarTeam perustaa tuotteen sisältämien nimikkeiden väliset yhteydet tietomalliin, joka muodostaa reunaehdot kaikille valmistettavissa oleville tuotteille (Dassault Systèmes, 2008). Tietomalli koostuu luokista, joiden välille on määritelty yhteys metatiedon avulla. Näin voidaan esimerkiksi määrätä, että auto-luokan nimike sisältää tarkalleen neljä rengas-luokan nimikettä, yhden moottori-luokan nimikkeen ja niin edelleen.

Nimikkeiden välinen metatieto-yhteys ei ole fyysinen, vaan looginen, jonka ansiosta nimikkeiden välille voidaan määritellä useita erilaisia riippuvuussuhteita. Esimerkiksi alikokoonpano voi jonkin toisen kokoonpanon piirissä olla määritelty osaksi tai sijaita eri kohdassa tuotehierarkiaa. Tuoterakenteen sisältämien nimikkeiden vaihtelevia hierarkioita kutsutaan myös näkymiksi (Dassault Systèmes, 2008). Organisaation toiminnot ymmärtävät tuotteen komponenttien välisen hierarkian eri tavalla, mikä tekee useampien näkymien määrittelystä hyödyllistä. Tavallisesti ainakin suunnittelu ja valmistus tarvitsevat oman näkymänsä. Suunnittelun näkymää kutsutaan suunnittelun tuoterakenteeksi (EBOM, Engineering Bill Of Materials) (Dassault Systèmes, 2008). Valmistuksen näkymä on saman logiikan mukaisesti nimeltään valmistuksen tuoterakenne (MBOM, Manufacturing Bill Of Materials) (Dassault Systèmes, 2008). Valmet Automotivella MBOM-nimitystä käytetään kokoonpanon asennusjärjestyksestä.

Kuvissa 5 ja 6 on havainnollistettu suunnittelun ja kokoonpanon näkemyseroja kuvitteellisen autoesimerkin avulla. Kuvista voi huomata, millä tavoin suunnittelun komponenttien välisiin toiminnallisuuksiin perustuva näkymä voi erota kokoonpanotilanteen kannalta havainnollisesta näkymästä, jossa tuote on jaoteltu kokoonpanosolujen mukaisesti. Esimerkiksi vaihteisto on looginen kokonaisuus suunnittelun kannalta, mutta kokoonpanossa vaihdekepin asennus saattaa liittyä kojetaulun asennukseen.



Kuva 5: Suunnittelun tuoterakenne (EBOM)



Kuva 6: Kokoonpanon tuoterakenne (MBOM)

Kun nimikkeen yhteys muihin nimikkeisiin ovat tiedossa, voidaan nimikettä muuttaessa esimerkiksi hahmottaa muutoksen kokonaisvaikutus lopputuotteen kannalta. Tämä ominaisuus on kriittinen auton kaltaisten tuotteiden tapauksessa, jossa osien suuresta lukumäärästä johtuen myös nimikerelaatioiden lukumäärä kasvaa helposti vaikeasti hallittaviin mittoihin.

## 4 PROJEKTI JA PROSESSI

Käsiteltäessä hajautettuja tuotekehitysprojekteja on ensin opittava ymmärtämään siihen liittyvää termistöä. Tässä luvussa selvitetään projektin ja prosessin merkitys sekä niiden keskeiset erot. Lisäksi käydään läpi muutamia termejä, joita tullaan käyttämään myöhemmissä luvuissa.

Prosessi on Valmet Automotivella määritelty sarjaksi toimenpiteitä, joiden avulla syötteestä saadaan suorite. Prosessin syötteellä tarkoitetaan ensimmäisen työvaiheen käynnistävää informaatiota tai materiaalia. Syötteestä muodostuu suorite prosessin sisältämien työvaiheiden seurauksena. Tuotekehitysprosessissa syöte voi esimerkiksi olla asiakasvaatimukset puettuna teknisen määrittelydokumentin muotoon. Valmistusprosessin esimerkkisuoritteita ovat lopputuote ja tuotekehitysprosessissa valmis tuotemalli. Prosessin sisältämien työvaiheiden suorittamiseen tarvitaan resursseja, joilla tarkoitetaan tässä yhteydessä ihmisiä, työvälineitä, työtiloja, rahoitusta tai mitä tahansa muuta määriteltävissä olevaa, työn tekoon osallistuvaa kokonaisuutta.

Yritystoiminnan projekti- ja prosessinäkökulma perustuvat siihen tosiasiaan, että tuotteen markkinoille saattaminen on aina sarja yhteen liitettyjä työvaiheita. Yksittäisten toimenpiteiden optimoinnin sijaan tehokkaan toiminnan avaintekijä on toimenpideketjun kokonaisoptimointi, johon prosessijohtaminen tähtää. Optimoinnin edellytyksenä on, että yrityksessä noudatetaan määriteltyjä prosessikuvauksia. Tämän jälkeen on luotava mittarit, joiden avulla prosessin tehokkuutta, läpimenoaikaa ja muita laadun indikaattoreita kyetään mittaamaan. Mitattavuus on viime kädessä edellytys prosessin kehittämiselle, sillä jos kehitystyön hyötyä ei voida varmistaa, ei tiedetä kehittyikö prosessi todellisuudessa vai ei. (Laatuakatemia, 2008)

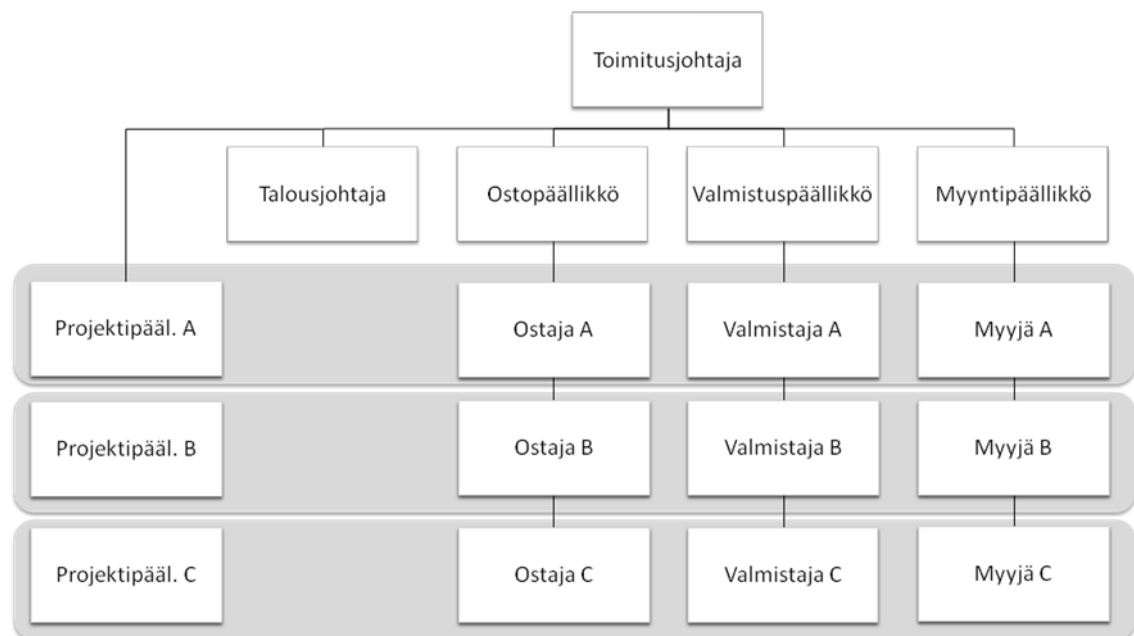
Prosessijohtamisen periaatteita noudatetaan myös Valmet Automotivella, jossa kaikki yrityksen toiminta on kuvattu prosesseina. Prosessi eroaa projektista siten, että projekti voidaan ymmärtää prosessimallin sisältämien tehtävien yksittäisenä läpivientinä (Valmet Automotive Oy, 2008). Esimerkiksi tuotekehitysprosessi on yleinen malli tuotekehitysvaiheen toimenpiteistä, kun taas tuotekehitysprojekti kattaa tietyn yksittäisen tuotteen kehitysvaiheen toimenpiteet.

### 4.1 Projekti- ja prosessiorganisaatio

Projektiorganisaatio voi Ruuskan (2005) mukaan tarkoittaa joko yksinomaan projektin ajaksi ryhmittyvää organisaatiota, tai vaihtoehtoisesti perusorganisaation toimintaa tukevaa järjestelmää. Ensin mainittua tapausta kutsutaan puhtaaksi projektiorganisaatioksi. Siinä koko organisaatio toimii erillisissä projektiryhmissä ilman pysyviä organisaatio-

tiorakenteita ja lakkaa olemasta projektin päätteeksi. Kuvatun kaltaisessa, kertakäyttöisessä projektiorganisaatiossa projektiryhmä jättää projektin lopputuloksen perusorganisaation vastuulle saatuaan sen päätökseen. Prosessiorganisaatio kuvaa projektiorganisaation yleisellä tasolla samalla tavalla, kuin prosessimalli kuvaa yksittäisen projektin.

Prosessinäkökulman mukaiseen toimintaan pyrkivät organisaatiot muodostavat useimmiten niin kutsuttuja matriisiorganisaatioita (kuva 7), joissa perinteistä pystysuuntaista, funktionaalista ja osastoihin jakautunutta organisaatorakennetta täydennetään osastorajat ylittävillä prosessiorganisaatioilla. Esimerkki matriisiorganisaatiosta on useiden eri osastojen työntekijöistä koostuva projektiryhmä, jonka jäsenet ovat sekä projektipäällikön, että oman osastonsa päällikön määräysvallan alla. Matriisiorganisaation etuina perinteiseen nähden pidetään vastuualueiden selkeyttä, joustavuutta sekä muutoskykyä. Monitahoisen johdon aiheuttamat epäselvyydet voidaan puolestaan nähdä ongelmallisena. (Laatuakatemia, 2008)



Kuva 7: Esimerkki matriisiorganisaation rakenteesta

Valmet Automotivella projektiorganisaatiot käyttäytyvät matriisiorganisaatioiden tavoin. Ne eivät kaikissa tapauksissa ole kuitenkaan pysyviä - varsinkin kertaluontoisten tuotekehitysprojektien yhteydessä niiden elinkaari muistuttaa Ruuskan (2005) esittelemää, kertakäyttöisen prosessiorganisaation mallia.

## 4.2 Tiimi, omistaja ja roolipohjainen työnjako

Projekti- ja prosessiorganisaatiossa työryhmät muodostavat usein itseohjautuvia asiantuntijatiimejä, joilla ei ole sisäistä hierarkiaa (Laatuakatemia, 2008). Kun kaikki tiimin työntekijät voivat ottaa työtovereiden tehtäviä tarvittaessa itselleen, voidaan myös työn kuormittavuutta hallita paremmin.

Projekteilla on aina omistaja, joka maksaa projektin kustannukset ja asettaa projektin tavoitteet. Ulkoinen omistaja voi olla tilaaja tai asiakas. Omistaja voi myös olla sisäinen sponsori. Prosessin omistaja vastaa viime kädessä siitä, että tehtävät tulevat tehtyä. Omistajan ja projektipäällikön ei tarvitse olla sama henkilö. (Laatuakatemia, 2008)

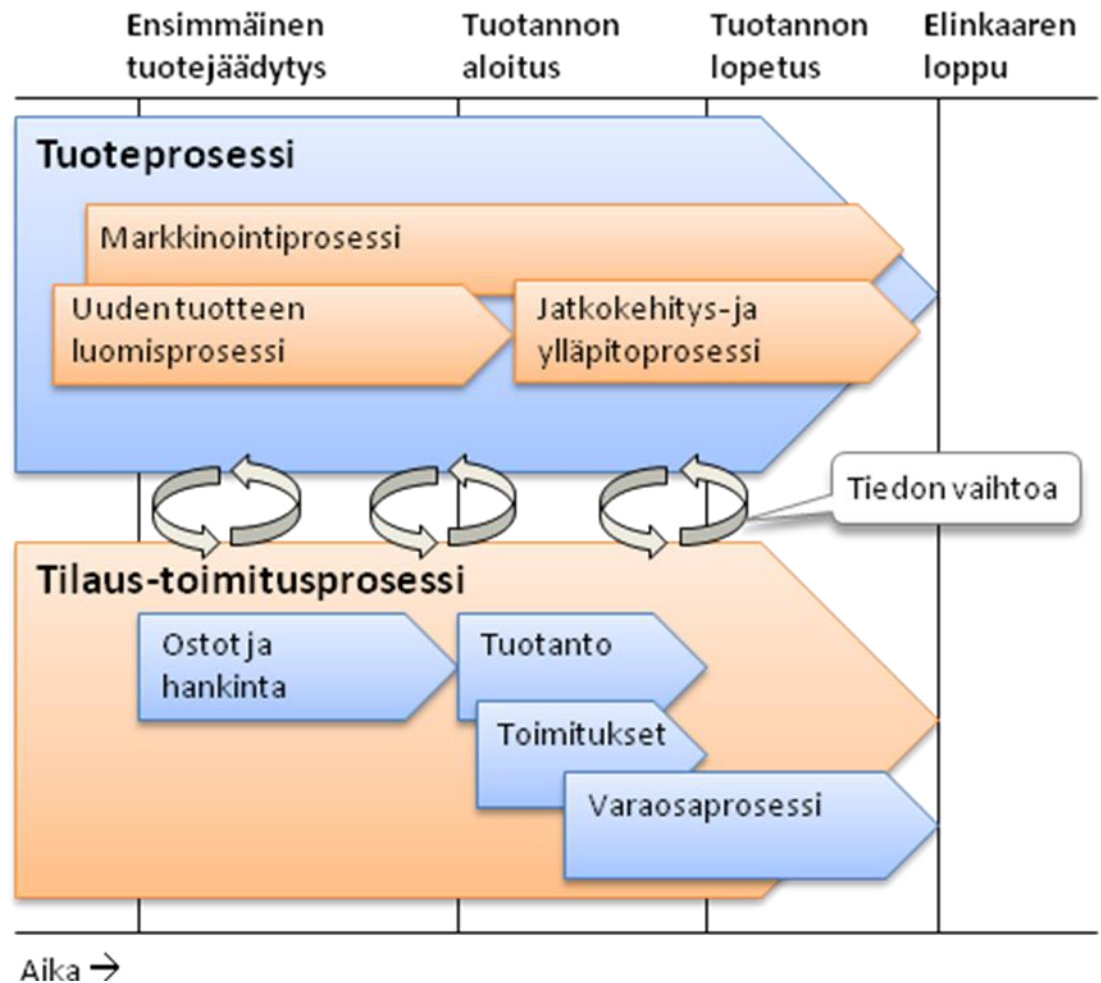
Prosessin joustavuuden lisäämiseksi työvaiheille määritellään useimmiten suorittajat henkilökohtaisen työn kohdistamisen sijaan roolipohjaisesti (Weske, 2007, s. 105). Tällöin esimerkiksi osan mallinnustehtävän suorittajana voi olla yleisesti ”suunnittelija” jonkin tietyn henkilön sijaan. Työn roolipohjaisella kohdistuksella prosessimallia ei tarvitse muuttaa esimerkiksi työntekijän siirtyessä projektista toiseen.

## 5 HAJAUTETTU TUOTEKEHITYSPROJEKTI

Tutkimuksen on tarkoitus kehittää hajautetun tuotekehitysprojektin tuotetiedonhallintaa. Tässä luvussa on kuvattu hajautettu tuotekehitysprojekti Valmet Automotiven näkökulmasta, jotta sen aikana tapahtuvan tuotetiedonhallinnan vastuualueita ja haasteita voitaisiin ymmärtää paremmin. Kuvaus perustuu käynnissä olevaan tuotekehitysprojektiin, johon termillä ”hajautettu tuotekehitysprojekti” tästä eteenpäin viitataan. Projektin asiakkaana ja omistajana toimivaan yritykseen viitataan alkuperäisvalmistajaa englanniksi tarkoittavalla kirjainyhdistelmällä ”OEM” (Original Equipment Manufacturer). Peitenimien käyttö johtuu salassapitosyistä.

Valmet Automotivella hajautetun tuotekehitysprojektin syötteenä toimii auton tekninen spesifikaatio. Tekninen spesifikaatio sisältää asiakasvaatimukset puettuna muotoon, jossa niitä voidaan käyttää suunnittelutiedon luomisessa. Projektin suoritteena on tuotantovalmis tuotetieto, joka mahdollistaa sekä tuotteen, että sen tuotantolinjaston rakentamisen. Tuotekehitysprojektin käsite pitää siis tässä tapauksessa hieman harhaanjohtavasti sisällään sekä tuotteen, että tuotannon suunnittelun.

Tässä luvussa kuvattu projekti noudattaa räätälöityä uuden tuotteen luomisprosessin mallia. Se on muiden Valmet Automotiven uusien tuotteiden luomisprosessien tapaan osa jatkuvaa tuoteprosessia, joka muodostaa tilaus-toimitusprosessin ohella yrityksen toiminnan selkärangan. Tuoteprosessissa luodaan ja pidetään yllä fyysisen tuotteen luomisen mahdollistavaa tietoa, eli tuotemallia ja sen sallittuja variaatioita. Tilaus-toimitusprosessissa käytetään tuoteprosessissa luotua tietoa asiakastilauksen täyttämiseksi. Tuoteprosessi ja tilaus-toimitusprosessi jakavat yrityksen toiminnan kahteen osaan paitsi prosessimielessä, myös tietojärjestelmien osalta. Tuoteprosessin tehtävissä hyödynnetään erilaisia tuotetiedonhallinnan työkaluja, jotka yhdessä muodostavat yrityksen PLM-järjestelmän. Tilaus-toimitusprosessin kattamaa liiketoimintapuolen operatiivista toimintaa hallinnoidaan puolestaan tuotannonohjauksen (engl. Enterprise Resource Planning, ERP) tietojärjestelmillä. Toimiva tiedonvaihto näiden järjestelmien ja prosessien välillä on kriittistä yritystoiminnan sujuvuuden kannalta. Ydinprosessien keskinäistä suhdetta on havainnollistettu kuvassa 8.



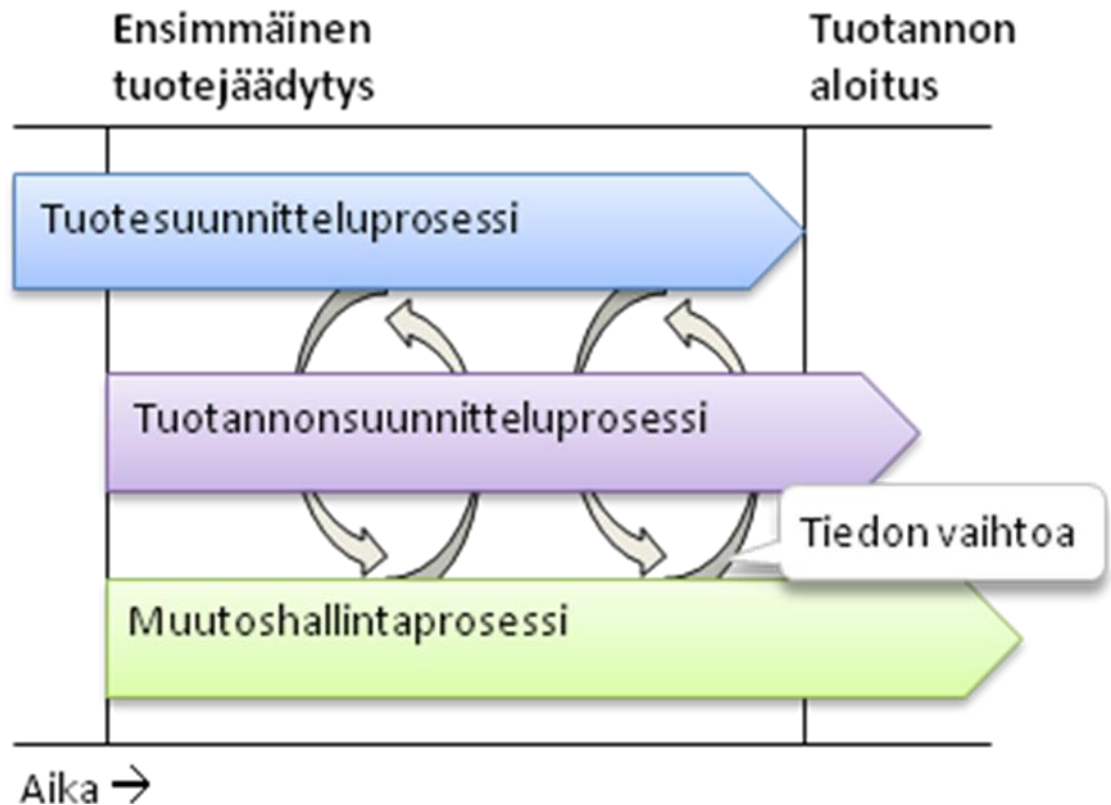
Kuva 8: Tuoteprosessin ja tilaus-toimitusprosessin suhde

Uuden tuotteen luomisprosessi koostuu kolmesta aliprosessista: tuotesuunnittelusta, tuotannosuunnittelusta sekä muutoshallinnasta. Kuva 9 havainnollistaa prosessien sijoittumista toisiinsa nähden. Tuotekehitystoiminta alkaa suunnittelutiedon luomisesta, joka on OEM:n hallinnoiman tuotesuunnitteluprosessin tuotoksia. OEM vastaa tuotesuunnittelun laadusta ja hyväksyy erikseen jokaisen tuotannosuunnitteluvaiheeseen siirrettävän nimikkeen. OEM:n hyväksymiä nimikkeitä tarvitaan tuotannosuunnitteluprosessissa, jossa suunnittelulähtöinen tieto muokataan valmistuksen ja kokoonpanon edellytysten mukaisiksi. Muutoshallintaprosessin käynnistyminen tapahtuu samaan aikaan tuotannosuunnittelun kanssa. Muutoshallinnan ja tuotannosuunnittelun aloituspistettä kutsutaan ensimmäiseksi tuotejäädetykseksi. Tuotejäädytys on kohta, jossa OEM:n hyväksymät nimikkeet jäädytetään siten, ettei niitä voida muuttaa ilman muutoshallintaprosessin läpikäymistä. Muutoshallinnan avulla tuotannosuunnittelu ja tuotesuunnittelu kykenevät tehokkaasti koordinoimaan toimintaansa rinnakkaissuunnittelun periaatteiden mukaisesti.

Tuotannon aloituksen jälkeen tuotteen ja tuotannon kehitystahti hiljenee, muttei kuitenkaan pysähdy. Tuotekehitysprojektin varsinainen päätepiste on muutama kuukausi



tuotannon aloituksen jälkeen. Tuotanto ajetaan ylös vähitellen tuotannosuunnittelun optimoidessa sitä tarvittaessa. Tuotekehitysprojektin jälkeen käynnistyy jatkokehitys- ja ylläpitoprosessi. Siinä kehitystoimenpiteet liittyvät auton uusiin vuosimalleihin, joiden yhteydessä päivitetään tavallisesti ainakin auton ulkoasua.



Kuva 9: Tuotekehitysprojektin aliprosessit

Tuotekehitysprojektin omistaja vastaa projektiorganisaation nimeämisestä ja sitä kautta aliprosessien toteutuksesta. Se voi pitää aliprosessien omistajuuden itsellään tai antaa sen eteenpäin jollekin toiselle organisaatiolle. Tämä vastuualueiden hajauttaminen voi jatkua siten, että aliprosessien omistaja ulkoistaa osan tehtävistä edelleen alihankkijoille. Osa prosesseista voi olla myös jaoteltu usean organisaation kesken. Projektin muutoshallintaorganisaatio koostuu usean eri yrityksen työntekijöistä. Prosessien omistajuuden jakaantuessa usean organisaation kesken, saa tuotekehitysprojekti hajautetun luonteen. Seuraavissa luvuissa on kuvattu uuden tuotteen luomisprosessin sisältämien aliprosessien tehtävlistaa hajautetun tuotekehitysprojektin osalta hieman tarkemmin.

## 5.1 Tuotesuunnitteluprosessi

Tuotesuunnitteluprosessin tärkeimpinä suoritteina ovat tuotteen malli- ja rakennetieto. Mallitieto kertoo tuotteen fyysisen olemuksen ja rakennetieto puolestaan auton osien sekä alikokoonpanojen liittymäpinnat. Mallitieto muodostuu tietokoneella suunnitelluista 3D-malleista. Rakennetieto ilmaistaan suunnittelun tuoterakenteen (EBOM) avulla.

Se on projektin alkuvaiheessa vielä muodoltaan Microsoft Excel- taulukkolaskentaohjelmiston tiedosto, johon on kirjattu käsin kaikki tuotteen sisältämät osat, niiden hyväksynnän tila sekä tilan mukaiset lisätiedot. Osien keskinäinen hierarkia käy ilmi suoraan osan nimikkeen tunnuksesta.

Tuotannonsuunnittelun läpi viemiseksi tarvitaan tieto siitä, millaisia autoja halutaan valmistaa. Tämä saadaan selville tuotteen malli- ja rakennetiedon lisäksi sallittujen osayhdistelmien, eli optioiden avulla. Optiot määrittelevät muun muassa sen, millaisia erikoisvarusteita autoon voidaan asentaa. Tilaus-toimitusprosessin syötteenä toimivan asiakastilauksen yhteydessä on ilmoitettava autosta haluttu variaatio, joten sallitut optiot on ilmoitettava hyvissä ajoin ennen aiottua tuotannon aloitusta.

OEM tekee osia ja alikokoonpanoja koskevat ostosopimukset, tekniset määrittelydokumentit, optiot ja tilaukset samalla, kun VA vastaa toimittajien tuottamasta laadusta. Valmet Automotive on suoraan yhteydessä OEM:n suunnittelukumppaneihin, jotka toimittavat tuotetiedon. Suurin osa toimittajista on niin kutsuttuja systeemitoimittajia, jotka suunnittelevat ja valmistavat jonkin autoon tulevien osien kombinaation kokonaisuudessaan.

## 5.2 Tuotannonsuunnitteluprosessi

Tuotannonsuunnitteluprosessilla tarkoitetaan hajautetun tuotekehitysprojektin yhteydessä tuotteen loppukokoonpanon prosessi- ja laitesuunnittelua. Tuotannonsuunnitteluprosessissa tarvitaan tuotesuunnitteluprosessissa luotua tuotetietoa. Tuotannonsuunnittelun ja tuotesuunnittelun näkemys tuotteen osien hierarkiasta eroaa toisistaan. Näkemyserojen vuoksi tuotannonsuunnittelussa on tarve muuttaa osien lajitteluperuste tukemaan kokoonpano-osastojen ja solujen välistä jakoa. Tätä jakoa kutsutaan asennusjärjestykseksi, joka ilmaistaan valmistuksen tuoterakenteen (MBOM) avulla. Siitä nähdään muun muassa suoraan, mitä alikokoonpanoja, osia ja työkaluja tietyissä kokoonpanosoluissa tarvitaan. Hajautetun tuotekehitysprojektin alkuvaiheilla myös asennusjärjestys on ilmaistu tuoterakenteen tapaan Microsoft Excel-taulukon muodossa.

Tiedon valmiusasteen hallinnointi on tärkeää, sillä keskeneräisen tiedon pohjalta on mahdotonta tehdä sitovia työkalutilauksia. Tuotannonsuunnittelun ja tuotesuunnittelun eteneminen rinnakkain on nopean tuotekehitysprojektin edellytys ja lisäksi tehokas keino havaita suunnitteluvirheet ajoissa. Rinnakkaissuunnittelun toimiessa osien kokoonpantavuus ja valmistettavuus tulee huomioitua jo aikaisessa vaiheessa tuotesuunnittelua, eikä jälkikäteen.

Valmet Automotive toimii tuotannonsuunnitteluprosessin omistajana ja loppukokoonpanon prosessisuunnittelijana. Tuotannon laitesuunnittelu tapahtuu ulkopuolisten suunnittelutoimittajien toimesta, jotka toimivat Valmet Automotiven projektipäälliköiden ohjauksen alla. Rinnakkaissuunnittelu on toteutettu siten, että Valmet Automotiven tuotetekniikan työntekijöistä muodostettu tiimi analysoi tuotteen kokoonpantavuutta asennusjärjestyksen avulla tietyin väliajoin ja kirjaa kokoonpanotilanteen kannalta kriittiset muutosehdotukset ylös. Nämä muutosehdotukset välitetään edelleen asianomaisille

suunnittelutyön alihankkijoille. Kokoonpantavuusanalyysissä hyödynnetään vain OEM:n konstruktioyhmän hyväksymää tuotetietoa.

### 5.3 Muutoshallintaprosessi

Auto on tuote, joka sisältää lukuisia, eri toimittajien valmistamia ja suunnittelemlia osia sekä alikokoonpanoja. Pienikin osamuutos voi siten vaikuttaa monen muun osan konstruktiin. Tuotesuunnitteluprosessin alkutaipaleella malli- ja rakennetieto hakevat vielä lopullista muotoaan, jolloin tiheä muutostahti on normaalia. Tiheä muutostahti yhdistettynä muutosten vaikutusten analysoinnin vaikeuteen kuitenkin tarkoittaa, että muutoksia on tärkeä hallinnoida keskitetysti jossain vaiheessa, mikäli halutaan varmistua lopputuotteen laadusta. Mikäli muutoksia ei saada hallintaan, ei voida koskaan olla varmoja siitä, ovatko kokoonpantavuusanalyysin tiedot ajankohtaisia.

Projektissa pyritään pääsemään mahdollisimman nopeasti vaiheeseen, jossa jokainen tuotetietoon suunniteltu muutos käy läpi muutoshallintaprosessin ennen sen toimeenpanoa. Pistettä, jossa osan muutoshallintaprosessi käynnistyy, kutsutaan tuotejäädtyksekseksi. Tuotejäädtyksen edellytys on, että osan mallitieto on laadullisesti sekä OEM:n että Valmet Automotiven hyväksymä. Jäädtyttävän osan tuotetiedosta on käytävä ilmi sen sallittu käyttö eli optiot, kiinnitystavat, kiinnittimille sallitut vääntömomentit sekä muut kokoonpanon kannalta kriittiset tekijät. Tuotejäädtyksen jälkeen osa on valmis tuotantoon.

Aikaisen tuotejäädtyksen tärkeys perustuu tuotannon laitteiden pitkiin toimitusaikoihin, jotka voivat pahimmassa tapauksessa olla useita kymmeniä viikkoja. Myöhästynyt tuotejäädtytys voi siten helposti viivyttää myös tuotannon aloitusta. Tuotejäädtyksellä pyritään myös rinnakkaissuunnittelun tehostamiseen: kun muutos on kaikkien osapuolten hyväksymä, ei suunnitteluvirheiden ilmaantumisriski myöhäisessä vaiheessa tuotekehitysprojektia ole niin suuri.

Muutoshallintaorganisaation tehtävänä on pitää kirjaa muutoksista ja huolehtia tiedon välityksestä siten, että jokaisen muutoksen tarve ja kustannukset punnitaan ennen sen toimeenpanoa. Hajautetun tuotekehitysprojektin muutoshallintaorganisaatio koostuu OEM:n ja sen alihankkijoiden työntekijöistä. Prosessin läpivienti tapahtuu sähköpostitse välitettävien viestien ja määrämuotoisten muutoshallintadokumenttien avulla. Valmet Automotiven organisatorisena tehtävänä on analysoida muutosten vaikutusta loppukokoonpanon kannalta sekä toimia tuotetiedon viimeisenä tarkastajana ennen sen hyväksymistä tuotantoon.

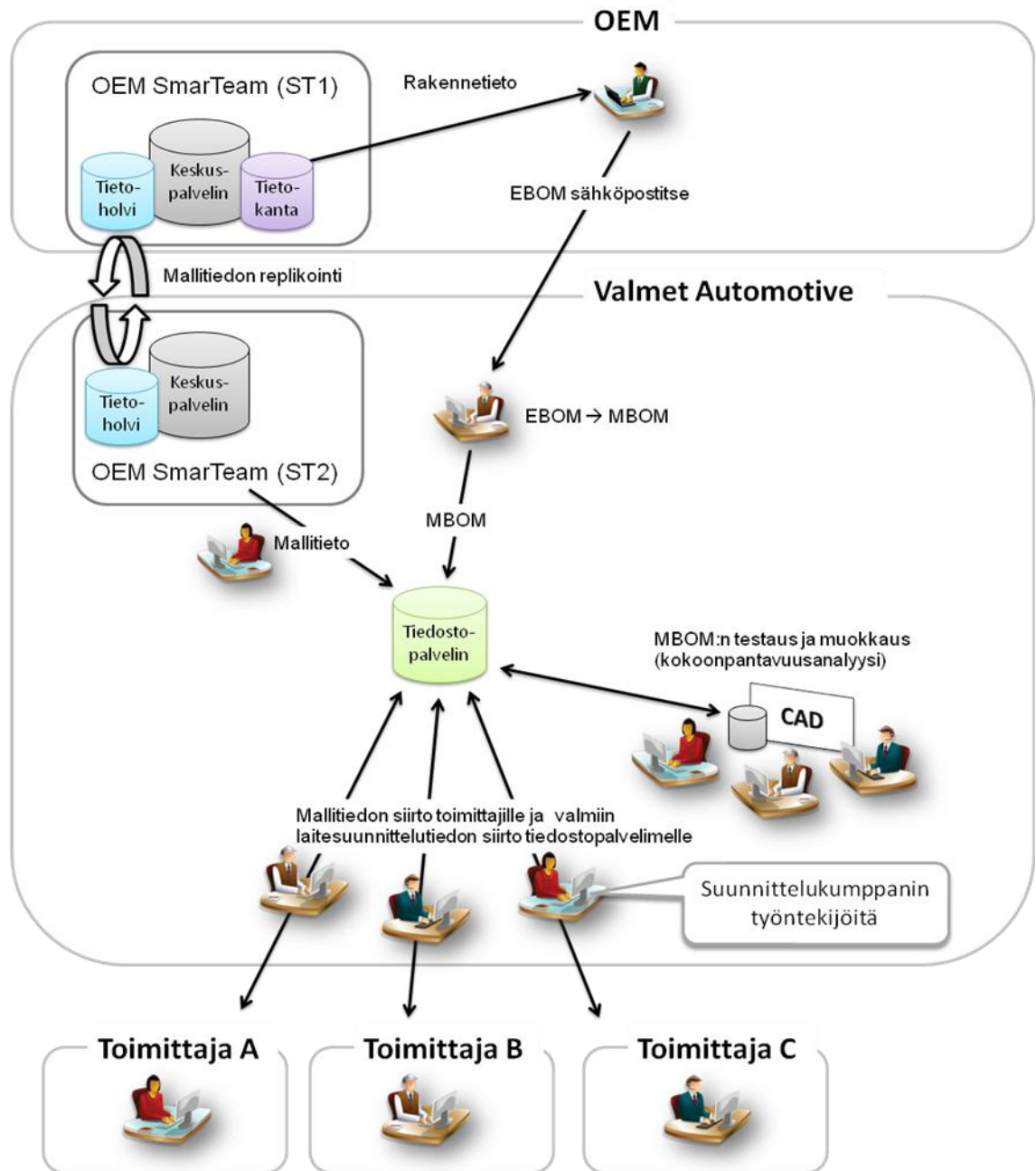
## 6 TUOTETIEDON SIIRTO JA KÄYTTÖ

Tuotetiedonhallinnan kehitysehdotukset perustuvat hajautetun tuotekehitysprojektin tuotetiedonhallinnan nykytilan kuvaukseen. Kuvassa 10 on yleisen tason esitys siitä, miten tuotetiedon siirto ja sen hyödyntäminen tapahtuu Valmet Automotiven näkökulmasta.

Valmet Automotiven ja sen yhteistyökumppaneiden välinen tiedonsiirto tapahtuu laajaverkkojen (engl. Wide Area Network, WAN) kautta. Laajaverkot ovat tietoliikenneverkkoja, jotka kattavat laajoja maantieteellisiä alueita yhdistäen lähiverkkoja (engl. Local Area Network, LAN) ja muita alueellisesti rajattuja verkkoja toisiinsa (Koikkalainen & Orponen, 2002). Laajaverkkoja on olemassa eri kokoisia, joista Internet on suurin olemassa oleva esimerkki. Projektista riippuen Valmet Automotive käyttää yhteyden muodostamiseen joko Internetiä tai kahdenvälistä tiedonsiirtoa (engl. Point-to-Point Protocol over Ethernet, PPPoE). Kummassakin tiedonsiirtotavassa on etunsa. Internet-yhteyden yli tapahtuva tiedonsiirto on kahdenkeskistä yhteyttä hitaampi, mutta ei aiheuta ylimääräisiä siirtokustannuksia. PPPoE on puolestaan nopeampi, mutta myös kalliimpi vaihtoehto, joka täytyy luoda osapuolten välille erikseen. PPPoE-yhteyden käyttöön liittyy siirrettävän tiedon määrästä riippuva vuokra, joka maksetaan palveluntarjoajalle. Tiedonsiirto Valmet Automotiven ja OEM:n välillä tapahtuu Internet-yhteyden yli.

Tiedonsiirtoprosessi käynnistyy OEM:n työntekijän muokatessa yrityksen SmarTeam-järjestelmän sisältämää tietoa jollain tavalla. Muuttunut mallitieto replikoituu automaattisesti Valmet Automotiven tiloihin sijoitettuun tietoholviin, joka on osa OEM:n omistama. Replikointi kohdistuu vain tietoholvin sisältöön, joten metatieto on siirrettävä erikseen. Mallitiedon replikoinnilla pyritään nopeuttamaan tiedon käsittelyä Valmet Automotiven päässä. Ilman tätä järjestelyä Valmet Automotiven työntekijät joutuisivat käyttämään tuotetiedon noutamiseen merkittävästi nykyistä suuremman osan työajastaan.

Tuotetiedon siirrossa Valmet Automotiven ja OEM:n välillä hyödynnetään niin kutsuttua Multi-Site -ratkaisua. Siinä OEM:n SmarTeam-järjestelmäarkkitehtuuri on hajautettu siten, että tuotteen alkuperäinen mallitieto kopioituu määräajoin automaattisesti Internetin yli OEM:n tiloissa sijaitsevasta tietoholvista Valmet Automotiven tiloissa sijaitsevaan tietoholviin. Tätä automaattista siirtoprosessia nimitetään myös replikoinniksi. SmarTeam-järjestelmäarkkitehtuuri voidaan nähdä kaksiosaisena. OEM:n tiloissa sijaitseva järjestelmäarkkitehtuurin osa (ST1) sisältää keskuspalvelimen, metatietokannan sekä tietoholvin, johon tuotetieto tallennetaan. Valmet Automotiven tiloissa sijaitseva järjestelmäarkkitehtuurin osa (ST2) sisältää keskuspalvelimen ja tietoholvin.



Kuva 10: Hajautetun tuotekehitysprojektin tuotetiedon siirto ja käyttö Valmet Automotiven näkökulmasta

Valmet Automotivella työskentelevän projektin tiedonsiirtovastaavan tehtävänä on tarkkailla ST2:n tietoholviin tulevaa mallitietoa hyväksytyjen osien varalta. Järjestelmän hakutoimintoa käyttämällä voidaan järjestelmästä hakea edellisen tarkastuskerran jälkeen päivittyneet mallit, jonka jälkeen antamalla haun lisäkritteriksi ”checked-in” saadaan OEM:n konstruktioyhmän hyväksymät osat esille hakutuloksista. Tiedonsiirtovastaava kopioi muuttuneet mallit tiedostopalvelimelle ennalta määrättyihin alihakemistoihin.

Metatiedon siirto OEM:iltä Valmet Automotivelle ja sen sisäinen jakelu tapahtuu sähköpostin avulla tuoterakenteen muodossa. Tuoterakenteen vastaanottajana toimii yksi ennalta määrätty henkilö, joka toimittaa sen eteenpäin kaikille tarpeellisiksi katsotuille osapuolille. Tuoterakenne päättyy Valmet Automotiven sisäisen viestiketjun päätteeksi asennusjärjestysvastaavalle, jonka tehtävänä on siirtää tuoterakenteen muutokset asennusjärjestykseen ja tallettaa päivitetty asennusjärjestys tiedostopalvelimelle.

Tietyin väliajoin suoritettavaa kokoonpantavuusanalyysia varten tarvitaan sekä malli- että rakennetietoa. Mallitieto on muunnettava analyysia varten ensin yksinkertaistettuun muotoon, sillä alkuperäinen mallitieto on tarkoitukseen liian raskasta. Muunnos tapahtuu käsin aukaisemalla tiedosto CATIA-suunnitteluohjelmaan, josta se tallennetaan yksinkertaistetussa muodossa kansioihin asennusjärjestyksen perusteella. Lajittelun tarkoituksena on nopeuttaa kokoonpantavuusanalyysin tekemistä.

Asennusjärjestyksen ensimmäinen versio muodostettiin Valmet Automotiven oman asiantuntemuksen perusteella suunnittelun tuoterakenteen pohjalta. Tämän jälkeen asennusjärjestystä lähdettiin työstämään kokoonpantavuusanalyysin avulla. Kokoonpantavuusanalyysissa valitaan ensin yksi kokoonpanoasema, jonka jälkeen simulointiohjelmistoon avataan asemalla kokoonpantavaksi suunnitellut osat ja alikokoonpanot. Analyysin aikana tulee usein ilmi tekijöitä, joiden perusteella asennusjärjestystä on muutettava. Mikäli analyysissa havaitaan ongelmia esimerkiksi kokoonpanoasentoon liittyen, välitetään siitä tieto suunnittelusta vastaavalle taholle. Tiedon välitys tapahtuu ennalta määrittelemättömällä tavalla esimerkiksi sähköpostitse tai puhelimitse. Mikäli asennusjärjestykseen on tehtävä muutoksia vain sen ulkoasun suhteen, on muutoksen vastuuhenkilönä Valmet Automotiven asennusjärjestysvastaava.

Muutoshallinnan piirissä olevan tuotetiedon pohjalta voidaan aloittaa tuotannon laitesuunnittelu. Monilla suunnittelutoimittajilla on Valmet Automotiven tiloissa aktiivisesti vierailevia yhteyshenkilöitä, jotka toimivat tuotetiedon välittäjänä isäntäyrityksen suuntaan. He pääsevät käsiksi Valmet Automotiven tiedostopalvelimella olevaan tuotetietoon lähiverkon kautta. Tiedonsiirto tapahtuu siirrettävän tiedon koosta, tiedonsiirron kiireellisyydestä ja tiedon luottamuksellisuudesta riippuen joko massamuistien avulla tai verkon yli. Massamuistien käytöstä ollaan kuitenkin luopumassa. Tulevaisuudessa kaikki tuotetieto on tarkoitus siirtää tieto verkon yli salatun yhteyden kautta.

## 7 TUOTETIEDONHALLINNAN KEHITYSEHDOTUKSET

### 7.1 SmarTeam

Päätös SmarTeam-järjestelmän käyttöönotosta Valmet Automotiven tuotetiedonhallinnan työkaluna on jo tehty. Hankintapäätöksen taustalla ovat autoteollisuudesta kerätyt kannustavat esimerkit sekä OEM:n päätös ottaa kyseinen järjestelmä käyttöön. Tässä luvussa otetaan kantaa siihen, mitkä SmarTeamin toiminnallisuuksista voisivat tehostaa Valmet Automotiven tuotetiedonhallintaa.

#### 7.1.1 Nimikkeiden ja dokumenttien hallinta

Yksi nimikkeiden ja dokumenttien hallinnan tärkeimmistä päämääristä on luoda keskitetty säilö tuotetiedolle, jonka avulla voidaan katkaista rapistuvan tuotetiedon noidankehä. SmarTeamissa tiedon yhtenäisyys varmistetaan siten, että järjestelmä antaa vain yhdelle käyttäjälle kerrallaan luvan muokata dokumenttia. Käyttäjän alkaessa muokata tietoa järjestelmä lukitsee tiedoston (engl. check out) ja vapauttaa (engl. check in) sen muiden muokattavaksi vasta kun käyttäjä kuittaa tiedoston takaisin järjestelmään.

Muutettaessa SmarTeamin tallennettua dokumenttia luo järjestelmä siitä uuden version. Järjestelmä ei kuitenkaan tuhoa vanhaa tietoa lopullisesti, vaan siirtää sen osaksi dokumentin versiohistoriaa. Tällä tavoin dokumentista voidaan ottaa vanhempi versio milloin tahansa käyttöön, mikäli esimerkiksi havaitaan, että tiedon muutos ei jostain syystä ollut aiheellinen. Samalla voidaan välttyä sekaannusta aiheuttavilta tilanteilta, jossa tietoholvi sisältää monta samaa osaa tai osakokoonpanoa kuvaavaa nimikettä, joista vain yksi on oikea.

Versiointilogiikka tukee myös osien tai osakokoonpanojen, eli komponenttien, modulaarisuutta. Modulaarinen komponentti on sellainen, joka voidaan vaihtaa toiseen ilman, että muihin siihen liittyviin komponentteihin tarvitsee tehdä muutoksia. Komponentin muutoksella ei toisin sanoen ole lopputuotteen toiminnan kannalta merkitystä olettaen, että muutos ei muuta alkuperäisen komponentin ulkoasua, liitäntäpintoja, toiminnallisuutta tai hintaa.

Fyysisen ulkoasun muutos voi liittyä esimerkiksi 3D-mallin dimensioiden muutokseen. 3D-mallin muuttaminen siten, että sen toleranssi toiseen osaan nähden muuttuu, on esimerkki liitäntäpinnan muutoksesta. Toiminnallisuuden muutoksella voidaan puolestaan viitata tilanteeseen, jossa jokin osa jaetaan kahteen pienempään osaan, jolloin jäljelle jäänyt osa ei välttämättä enää toteuta alkuperäisen toiminnallisuuksia. Vaikka

komponentin hinnan muutos ei sinänsä vaikuta lopputuotteen toiminnallisuuteen, on se tärkeä tekijä sen taloudellisen kannattavuuden kannalta. Tällöin voi olla mahdollista, että esimerkiksi komponentin materiaalin muutos nostaa sen hintaa, jolloin budjetissa pysymiseksi voi olla syytä tarkastella muihin komponentteihin liittyviä säästömahdollisuuksia. Mikäli jokin edellä mainitusta neljästä tekijästä muuttuu, on lopputuotekin erilainen. Tällöin kyseessä kokonaan uusi nimike, joka on tallennettava erillisenä. Käyttäjän on kuitenkin itse manuaalisesti huolehdittava tiedoston tallennuksesta, sillä SmarTeam ei osaa tehdä tätä erottelua.

Nimikkeiden ja dokumenttien hallinta tuo monia potentiaalisia parannuksia nykytilaan erityisesti tiedon laadukkuuden kannalta. SmarTeamiin ei voida tallettaa ristiriitaisia tietoa toisin, kuin Valmet Automotiven tiedostopalvelimelle. Tiedon ristiriidattomuus varmistetaan metatietokannan avulla, joka antaa jokaiselle järjestelmään tuodulle tietokannalle yksikäsitteisen tunniste. Tämä tekee nimikkeiden ja dokumenttien versioiden vertailusta tarpeetonta, sillä versiohistoria mahdollistaa tiedon muokkaamisen ilman vanhan tiedon tuhoutumista.

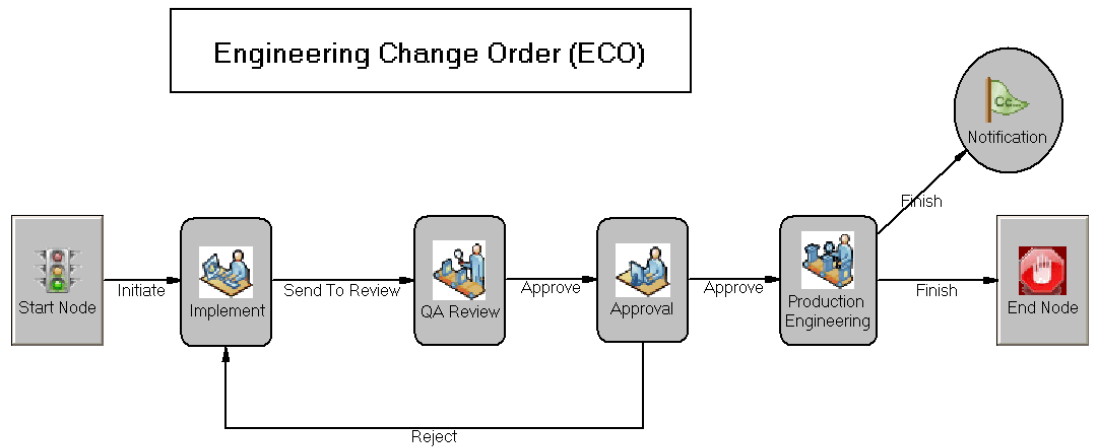
Jotta versionhallinta voidaan ottaa käyttöön tehokkaimmalla mahdollisella tavalla, on tuotetietoa hallittava keskitetysti yhden metatietokannan kautta. Hajautetuissa tuotekehitysprojekteissa yhtenäisen metatietokannan käyttö on kuitenkin ongelmallista. Esimerkiksi monet OEM:n alihankkijat ovat toistensa kilpailijoita, jolloin pääsyoikeuksia tietoon on rajattava tietosuojatarkoituksessa. Tämä synnyttää tarpeen erillisten metatietokantojen käytölle ja estää siten SmarTeamin versionhallintatoiminnallisuuden tehokkaan hyödyntämisen. Versionhallintatoiminnallisuuksien suurin hyöty tulee olemaan dokumenttien eheyden ja oikeellisuuden varmistamisessa Valmet Automotiven sisällä.

### **7.1.2 Työnkulun hallinta**

Valmet Automotivella tuotemuutokset viedään läpi tietyt laatustandardit noudattavien prosessimallien avulla, joiden mukaista toimintaa myös SmarTeam tukee (Salmi, 2009). Laatustandardien mukaisten prosessimallien tuki ilmenee järjestelmässä mahdollisuutena määrittellä ja käyttää prosessien läpivientiin niin kutsuttuja työkulkukaavioita (engl. workflow). Työkulkukaaviot ovat prosessikuvauksia noudattavia ketjutettuja työvaiheita, joiden avulla voidaan varmistaa työntekijöiden työskentely prosessikuvauksen mukaisesti.

Työnkulun määrittely järjestelmään tapahtuu asiakasohjelmiston käyttöliittymästä (kuva 12), jossa suorittajan lisäksi työvaiheille on annettava yksikäsitteinen tunniste sekä aktiviteetit, joita se sisältää. Suorittajat valitaan esimerkiksi sen perusteella, kenen täytyy kommentoida tietoa ennen kuin se voidaan siirtää seuraavaan työvaiheeseen. Saatuaan kaikki työvaiheen tehtävät valmiiksi voi suorittaja ilmoittaa tämän SmarTeamin, jonka jälkeen tieto siirretään seuraavan työvaiheen suorittajan odottaviin töihin mahdollisten sähköposti-ilmoitusten kera.





*Kuva 11: Muutospyynnön työkulkukaavion määrittelynäköymä SmarTeamissa*

Työkulkutoiminnallisuuden viestintäominaisuudet mahdollistavat tiedon automaattisen kulun työvaiheesta toiseen SmarTeamin sisäisen viestintäjärjestelmän välityksellä.

SmarTeam voidaan esimerkiksi asettaa lähettämään automaattinen viesti ennalta määrätyille käyttäjille kun suunnittelija on työvaiheen päätteeksi kuitannut 3D-mallin sisään (engl. check in) järjestelmään. Järjestelmään sisään rakennetun automatiikan johdosta SmarTeamin työkulut mahdollistavat nykyistä kehittyneempiä prosesseja. Toiminto tuo välitöntä helpotusta joihinkin tuotekehitysprojekteihin, joissa tiedon välittäminen ja postitus on tapahtunut määrätyn tiedonvälitysvastaavan kautta. Automatiikan ansiosta tiedonsiirtovastaavan työkuormaa on mahdollista vähentää merkittäväällä tavalla, jolloin kyseinen henkilö on mahdollista vapauttaa muihin tarpeellisiin tehtäviin.

Työkulun hallinnan käyttöön oton ongelmat liittyvät nimikkeiden ja dokumenttien hallinnan tapaan keskitetyn tuotetiedonhallintaratkaisun puutteeseen. Ilman yhtenäistä metatietokantaa ei työkulkuun voida sisällyttää organisaation ulkopuolisia työntekijöitä. Vaikka työkulun hallinnan avulla on mahdollista lähettää sähköpostiviesti järjestelmän ulkopuoliselle henkilölle, täytyy hänellä olla pääsy Valmet Automotiven lähiverkkoon ja sitä kautta SmarTeamin, jotta tiedon katselu, muokkaaminen tai kommentointi olisi mahdollista. Tämä on erityisen ongelmallista hajautetuissa tuotekehitysprojekteissa, joissa prosesseihin osallistuu usein eri organisaatioiden jäseniä.

Organisaatioiden välisten työkulkujen noudattaminen Valmet Automotiven SmarTeamin yhteydessä edellyttää, että yrityksen ulkopuolella työskentelevät henkilöt saavat yhteyden Valmet Automotiven lähiverkkoon. Pääsy lähiverkkoon on mahdollista julkisen verkon kautta käyttämällä salasanasuojattua VPN-yhteyttä (engl. Virtual Private Network). Vaihtoehtoisesti käyttäjä voi työskennellä Valmet Automotiven tiloissa, jolloin erillistä VPN-yhteyttä ei tarvitse luoda. Työkulut nopeuttavat tiedonvaihtoa toimittajien ja Valmet Automotiven välillä mahdollistaen siten tehokkaamman rinnakkais-

suunnittelun. Ratkaisumallina vierailevien suunnittelijoiden käyttö ei ole kuitenkaan optimaalinen, sillä käytännön muuttojärjestelyt ja Valmet Automotiven toimintaan integroiminen sitovat Valmet Automotiven henkilöstöresursseja ja vievät aikaa. Valmet Automotiven on muun muassa hankittava vieraileville suunnittelijoille tietosuojasyistä omat tietokoneet ja ohjelmistolisenssit, jotka aiheuttavat lisäkuluja.

### 7.1.3 Tuoterakenteiden hallinta

SmarTeamissa tuote koostuu nimikkeistä, joiden hierarkian eli tuoterakenteen ilmaisu sa hyödynnetään niiden keskinäisiä relaatioita. Tuoterakenteiden sijaan voidaan puhua myös näkymistä. Koska nimikerelaatioiden ilmaisu tapahtuu nimikkeisiin liittyvän metatiedon avulla, ovat tuoterakenteet kiinteä osa mallitietoa. Nimikkeiden ja tuoterakenteen kiinteän yhteyden ansiosta jokainen näkymä on luotava SmarTeamissa vain kerran, jonka jälkeen se päivittyy automaattisesti aina nimikemuutoksen yhteydessä. Tämä on parannus nykytilaan verrattuna, jossa Excel-pohjaisia tuoterakenteita joudutaan käsin päivittämään jatkuvasti.

Automatiikasta huolimatta tuoterakenteita saatetaan joutua muokkaamaan aika ajoin käsin myös SmarTeamissa. SmarTeam sisältää kuitenkin useita hyödyllisiä toiminnallisuksia, joiden avulla on valmistajan mukaan mahdollista vähentää virheiden syntymistä. Esimerkiksi ”Compare” –työkalu osaa löytää kahden näkymän eroavaisuudet nimikkeen tunnuksen perusteella ja ilmoittaa muun muassa sen, missä kohtaa asennusjärjestystä suunnittelun tuoterakenteesta löytyvä nimike sijaitsee. Näin asennusjärjestystä muokkaavan henkilön tarvitsee käyttää entistä vähemmän työaika nimikkeiden paikallistamiseen. Työkalu merkitsee punaisella ne nimikkeet, jotka esiintyvät vain toisessa nimikehierarkiassa. Tällä tavoin voidaan varmistua yhdellä silmäyksellä siitä, että vertailtavat näkymät sisältävät samoja nimikkeitä.

Tuoterakenteiden keskitetty hallinta parantaa tiedon arkistoitavuutta. Tässä projektissa asennusjärjestys on muodostettu suunnittelun tuoterakenteen pohjalta kokeneen tuotannonsuunnittelijan toimesta. Kyseinen tuotannonsuunnittelija käyttää asennusjärjestyksen muodostamisessa edellisistä projekteista hankittua osaamistaan. Hänellä saattaa esimerkiksi olla entisten projektien tuoterakenteita tallennettuna koneellaan, joihin muiden työntekijöiden on hankala päästä käsiksi. SmarTeamin tapa varastoida tietoa keskitetysti tuo projektin asennusjärjestykset julkisesti saataville, jolloin edellisistä projekteista kerättyä ymmärrystä voidaan jakaa helpommin. Samalla minimoidaan tiedon häviämisen riskiä, joka voi realisoitua, mikäli tuotannonsuunnittelija irtisanoitetaan jostain syystä. Tiedon keskittämisestä saavutettavat hyödyt ovat toki voimassa myös tuotesuunnitteluvastuun sisältävissä projekteissa. Kaikkien työntekijöiden päästessä tarvittaessa käsiksi samaan tietoon, voidaan olemassa olevia malleja hyödyntää suunnitteluprosessin ja siten koko projektin lyhentämisessä.

Koska relaatioiden ilmaisu tapahtuu metatiedon avulla, on yhtenäisen metatietokannan puute muiden toiminnallisuuksien tapaan lopulta myös tuoterakenteiden hallinnan täysimittaisen hyödyntämisen esteenä. Tässä projektissa kaltaisiin tilanteisiin, joissa

OEM:n ja Valmet Automotiven tuotetiedonhallinnan keskittäminen on työlästä, on tarve etsiä jokin vaihtoehtoinen ratkaisu. Valmet Automotiven hallinnoimissa tuotekehitysprojekteissa järjestelmän käyttöön otto on kuitenkin mahdollista, joten toiminnallisuuden potentiaali tuotekehitysvalmiuksien yleisen kehityksen kannalta on huomattava.

#### **7.1.4 Yhteenveto SmarTeamin potentiaalista**

SmarTeamin lukuisten tuotetiedonhallintaa tehostavien toiminnallisuuksien täysimittainen hyödyntäminen edellyttää, että tuotetietoa hallinnoidaan keskitetyn metatietokannan välityksellä. Keskitetyn metatietokannan hyödyntäminen ei hajautetun tuotekehitysprojektin tapauksessa ole realistista, mutta Valmet Automotivella kuitenkin tutkitaan aktiivisesti vaihtoehtoisia ratkaisuja pulmaan. SmarTeamin ominaisuudet ovat joka tapauksessa hyödyllisiä erityisesti Valmet Automotiven sisäisessä tuotetiedonhallinnassa. Edellä esitetyt, tuotetiedonhallinnan automatiikkaa ja tuotetiedon laatua parantavat toiminnallisuudet ovat hyvä esimerkki tästä.

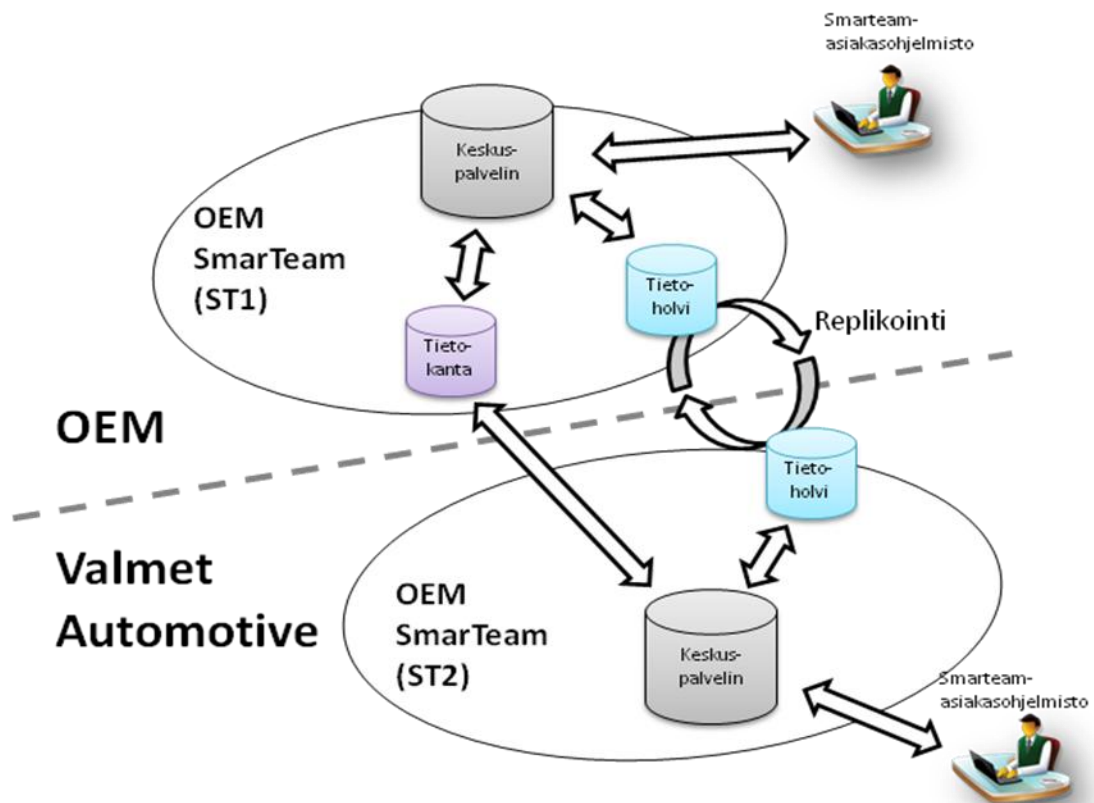
Järjestelmäinvestoinnin kannattavuutta lisää tieto siitä, että sen kanssa yhteensopivat ohjelmistot ovat erittäin suosittuja kansainvälisessä autoteollisuudessa. Esimerkiksi suurin osa vuoden 2010 Detroitin autonäyttelyssä julkaisuista uusista automalleista oli suunniteltu CATIA V5-ohjelmistoa käyttäen (Business Wire, 2010). Tietojärjestelmien yhteensopivuus on Valmet Automotivella havaittu tärkeäksi kriteeriksi yhteistyökumppaneiden valinnassa. Käyttämällä autoteollisuuden tuotekehitystoiminnassa suosittua ohjelmistoperhettä yritys kasvattaa todennäköisyyksiään päästä osalliseksi useampiin asiakasprojekteihin. Valmet Automotiven nykyisistä asiakkaista iso osa on uusia alkuperäisvalmistajia. Kokemattomuudestaan johtuen monet näistä yrityksistä ovat toivoneet Valmet Automotivelta opastusta tuotetiedonhallintajärjestelmän valinnassa. Valmet Automotiven etujen mukaista on pitää yrityksessä käytettävien erilaisten tietojärjestelmien lukumäärä mahdollisimman pienenä. Keskittämällä resursseja SmarTeamiin yritys voi minimoida tarvetta uusille projektikohtaisille järjestelmille ja tarjota samalla uskottavan tuotetiedonhallinnan valmISRatkaisun niin kansainvälisille, kuin kotimaisille yhteistyökumppaneille ja asiakkaille.

## **7.2 Replikointi SmarTeam järjestelmäintegraation apuna**

Valmet Automotive on projektin aloituksen yhteydessä tehnyt päätöksen ottaa SmarTeam-järjestelmä koko organisaation tuotetiedonhallinnan työkaluksi. Kireästä aikataulusta johtuen järjestelmän täydellinen käyttöönotto tapahtuu vasta projektin päätyttyä. Valmet Automotiven suunnittelijoilla on kuitenkin tarve päästä käsiksi versiohallittuun ja laadukkaaseen tuotetietoon aivan projektin alkuvaiheilta lähtien. Tästä syystä tutkimuksen yhteydessä on testattu tiedonhallintastrategiaa, jossa Valmet Automotiven suunnittelijat ovat suoraan yhteydessä ST1:n keskuspalvelimeen, josta he näkevät tarvittavan mallitiedon sekä siihen liittyvän metatiedon. Valmet Automotiven suunnittelijat pääsevät mallitiedon ohella suoraan käsiksi myös rakennetietoon, jonka jälkeen esimerkiksi asennusjärjestys voidaan tuottaa suoraan SmarTeamin käyttöliittymästä ja tallettaa

Valmet Automotiven tiedostopalvelimelle yrityksen oman suunnittelijan toimesta. Ratkaisumallin etu on siinä, ettei OEM:n tarvitse tämän jälkeen käyttää erillistä henkilöä lähettämään tuoterakennetta sähköpostitse. Poistamalla yksi henkilö tiedonsiirtoketjusta kasvatetaan prosessin automaatiota, säästetään tuotantoverkoston henkilöstöresursseja ja nopeutetaan tiedonsiirtoa.

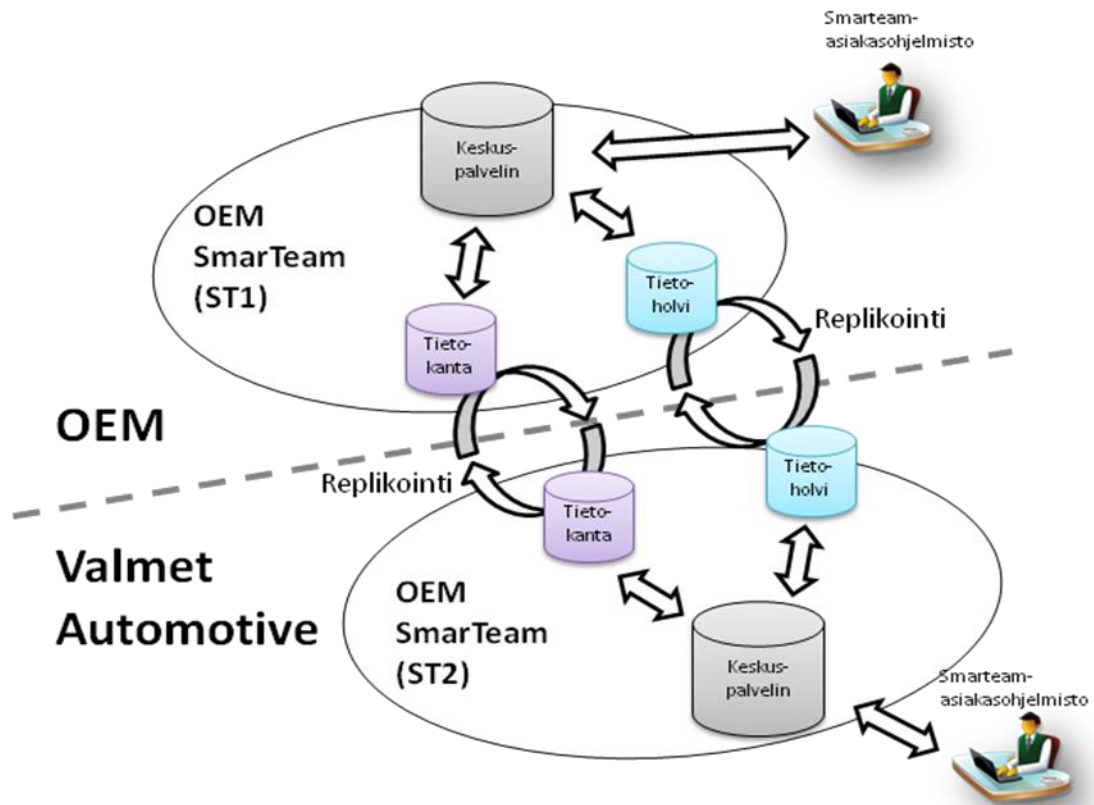
SmarTeam-asiakasohjelmiston asennus ja koulutus pienelle ja valikoituneelle käyttäjäkunnalle tulee olemaan verrattain nopeaa, jolloin yllä kuvattua järjestelyä on mahdollista hyödyntää jo projektin alkutaipaleella ennen kuin Valmet Automotivella on oma SmarTeam-järjestelmä käytössä. Kuvassa 12 esitetyn arkkitehtuurin toimintaedellytyksenä on nopea tiedonsiirto OEM:n tiloissa sijaitsevilta palvelimilta suunnittelijan koneelle, joka on yhteydessä Valmet Automotiven lähiverkkoon. Tästä syystäärkein vaihtoehto on säilyttää olemassa oleva toimintamalli, jossa ST1:n tietoholvin sisältämä mallitieto on replikoitu Valmet Automotiven lähiverkossa ja ST2:n piirissä olevaan tietoholviin. Metatietokannan replikointi ei ole suositeltavaa, sillä tietokannan sisältämä vähäinen datamäärä on alustavien testien mukaan mahdollista siirtää OEM:n ja Valmet Automotiven välillä reaaliajassa ilman, että siirrosta aiheutuu merkittävää aikaviivettä.



*Kuva 12: SmarTeam-tietojärjestelmäarkkitehtuuri projektin alussa*

Koska replikointiohjelmiston lisensointikustannukset kasvavat replikoitavien palvelimien myötä, on replikoitavien tietokantojen ja tietoholvien lukumäärän minimointi suotuisaa myös kustannusten kannalta. Yksittäistä metatietokantaa hyödyntävä järjestelmä-

arkkitehtuuri on kuitenkin replikoitua tietokantaratkaisua hauraampi. Mikäli yhteys ulkoiseen tietokantaan katkeaa, ei tuotetietojärjestelmää voida käyttää. Kuvassa 13 esitelty järjestelmäarkkitehtuuri on siten suositeltava muihin SmarTeam-integraatioprojekteihin, joissa laajaverkkotiedonsiirron viivettä ja tiedon saatavuutta halutaan priorisoida kustannusten yli.



Kuva 13: SmarTeam-tietojärjestelmäarkkitehtuurin kehitysehdotus

Tietosisällön replikointi on askel kohti yhtenäisempää tuotetiedonhallintaa. Se ei kuitenkaan tarjoa täydellistä ratkaisua tuotantoverkostossa käytettävän tuotetiedon keskitämiselle. Replikoinnista ei synny ongelmia niin kauan kuin tieto on saman yrityksen sisällä. Projektiorganisaation koostuessa useista keskenään kilpailevista yrityksistä ei estoton pääsy tietoon ole kuitenkaan verkoston kaikkien toimijoiden etujen mukaista. Tieto on siirrettävä OEM:n SmarTeamista Valmet Automotiven omiin tietojärjestelmiin, jotta sitä voidaan hyödyntää täysimittaisesti. Yhtenäisemmän ja laadukkaamman tuotetiedon varmistamiseksi Valmet Automotiven olisi tehostettava tämän työvaiheen automatisointia.

### 7.3 Eräajopalvelin

SmarTeam-järjestelmien välisen tiedonsiirron kattavampaan automatisointiin löydettiin ratkaisuehdotukseksi kaupallisesti saatavilla oleva eräajopalvelin (engl. batch server). Se muodostuu erillisestä palvelimesta ja siihen asennettavasta ohjelmistosta, johon on

rakennettu ohjelmointirajapintayhteensopivuus muun muassa Windows-käyttäjärjestelmän sekä SmarTeamin kanssa.

Eräajopalvelimen hyöty perustuu sen ohjelmitavuuteen, jonka ansiosta siihen voidaan rakentaa automatiikkaa. Eräajo-nimitys viittaa kykyyn suorittaa suuria määriä toistuvia operaatioita. Täten se soveltuu hyvin tiedon muokkaukseen silloin kun muokattavaa tietoa on paljon ja muokausprosessi on jollain tapaa vakio. Koska eräajopalvelin käyttäytyy SmarTeam-keskuspalvelimen näkökulmasta kuten asiakasohjelmisto, on sen käyttöoikeuksia mahdollista rajata. Tämä puoltaa eräajopalvelimen käyttöä asiakasprojekteissa, joissa tuotetietoa on tarve siirtää SmarTeam-järjestelmien välillä vain tarvittavilta osin ilman, että salassa pidettävä tietoa siirtyy mukana.

Projektin tiedonsiirtoprosessi on monivaiheinen, mutta sisältää paljon toistuvia operaatioita, mikä mahdollistaa eräajopalvelimen hyödyntämisen. Tätä voidaan havainnollistaa tiedonsiirtoprosessia kuvailevan kuvitteellisen skenaarion avulla, jossa tietoa siirretään OEM:n SmarTeam-järjestelmien ja Valmet Automotiven oman SmarTeamin (VAST) välillä. Eräajopalvelimen suorittamat operaatiot ovat joko Windows:n tai SmarTeamin ohjelmointirajapintojen mahdollistamia.

Kuvitteellinen tiedonsiirtoprosessi alkaa siitä, kun eräajopalvelin ottaa aikaohjatusti yhteyden ST2:n keskuspalvelimeen. Tämän jälkeen eräajopalvelin tekee hakukyselyn etsien päivitettyjä nimikkeitä aikamerkinnän perusteella. Eräajopalvelin käy läpi nimikkeen sisältämät dokumentit ja lukee niihin liittyvän metatiedon ST1:n yhteydessä sijaitsevasta tietokannasta. Tietokannan sisältämän metatiedon perusteella se hakee ST2:n tietoholvista metatiedon indikoimat tiedostot ja kopioi ne VAST:n tietoholviin. Metatiedon se kirjoittaa VAST:n tietokantaan. Toimenpide suoritetaan jokaiselle päivitetylle nimikkeelle ja dokumentille samalla tavalla. Lopputuloksena on tarvittavilta osin yhtenevät järjestelmät.

Koska eräajopalvelin tukee SmarTeamin ohjelmointirajapintaa, on sen avulla mahdollista käyttää SmarTeamin sisään rakennettua tiedoston muunnostoimintoa. Toiminnon avulla mallitiedosta on mahdollista luoda siirron yhteydessä automaattisesti kevyemmin käsiteltävissä oleva kopio kokoonpantavuusanalyysia varten. Tällä tavoin vältetään tekemästä tiedostomuunnosta nykytilan tapaan käsin yksi kerrallaan.

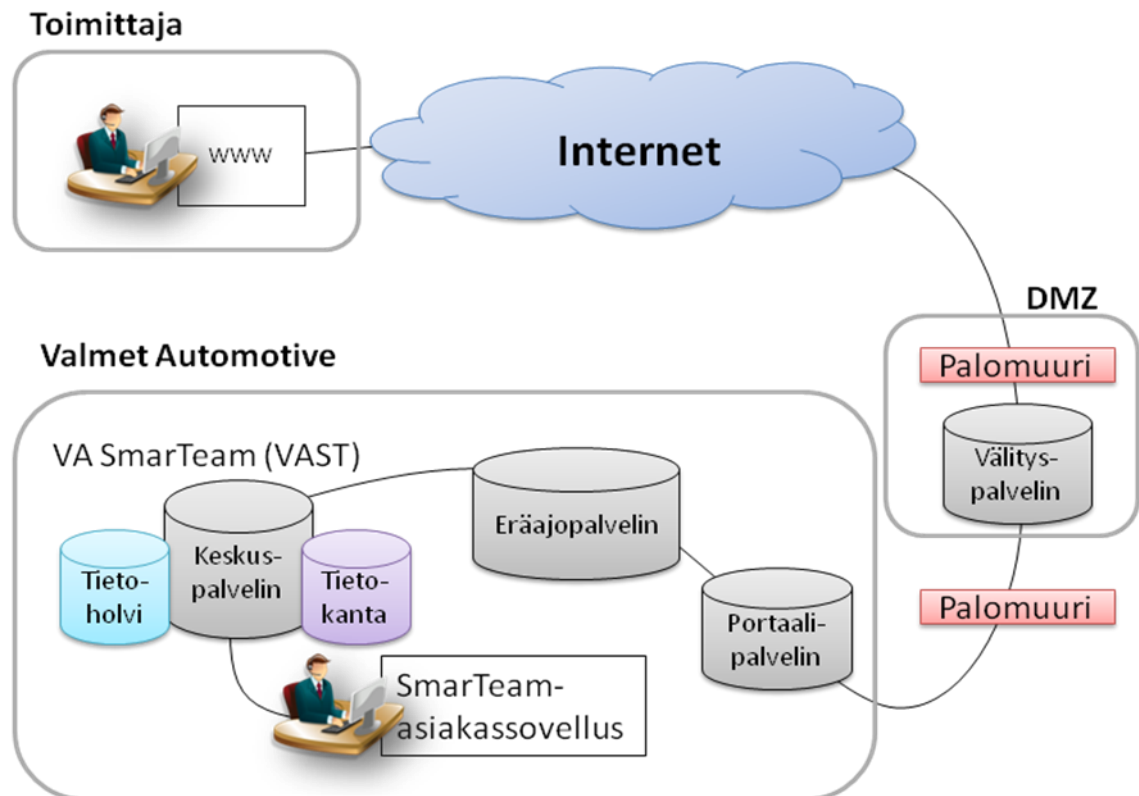
Edellä kuvatun tiedonsiirtoprosessin toimivuus on testattu periaatetasolla eräajopalvelimen toimittavan yrityksen toimesta. Kyseessä on kahden SmarTeam-järjestelmän välinen osittainen integraatio, jolle on asetettu kiinteä hinta. Vaikka sama hinta on maksettava erikseen jokaisesta erillisestä järjestelmäintegraatiosta, ei se silti ole kallis verrattuna esimerkiksi replikointiratkaisujen hintoihin.

Eräajopalvelin soveltuu järjestelmäintegraatiota tehostavaksi työkaluksi tilanteissa, joissa sekä asiakkaalla että Valmet Automotivella on käytössä sen tukemia rajapintoja hyödyntävä tuotetiedonhallintajärjestelmä. PLM-arkkitehtuurin yhtenäistämiseksi on kuitenkin aina luotava tapauskohtainen suunnitelma, sillä yhteistyökumppanien potentiaalisesti erilaiset tuotemallit aiheuttavat haasteita jopa identtisten järjestelmien integraatiossa.

## 7.4 Suunnitteluportaali

### 7.4.1 Suunnitteluportaalin toimintaperiaate

Eräajopalvelimen toimittava yritys valmistaa myös kaupallista suunnitteluportaalia, joka on testeissä osoittautunut hyödylliseksi työkaluksi rinnakkaissuunnittelun kannalta. Sen avulla Valmet Automotiven ulkopuoliset toimijat kykenevät Internet-selaimen kautta vaihtamaan tietoja SmarTeamin kanssa. Suunnitteluportaalin ja SmarTeam-järjestelmän välinen kommunikointi tapahtuu eräajopalvelimen kautta, joten suunnitteluportaalin hankintapäätös edellyttää myös eräajopalvelimen hankkimista. Suunnitteluportaalin ja eräajopalvelimen sisältävä järjestelmäarkkitehtuuri on esitelty kuvassa 14.



Kuva 14: Suunnitteluportaalin ja eräajopalvelimen sisältävä järjestelmäarkkitehtuuri

Suunnitteluportaali toimii palvelimella, joka sijaitsee Valmet Automotiven lähiverkossa. Siihen on luotu Internet yhteys välityspalvelimen kautta, joka on eristetty palomuurien avulla sekä Internetistä, että Valmet Automotiven lähiverkosta. Välityspalvelin sijaitsee niin kutsutulla demilitarisoidulla vyöhykkeellä (engl. Demilitarized Zone, DMZ), joka on keino hallita lähiverkon ja laajaverkon välisen tietoliikenteen turvallisuutta. Käyttäjät ovat web-selaimen kautta Internet-yhteydessä portaalipalvelimella ajettavaan ohjelmissiin. Portaalipalvelimelta on yhteys SmarTeamin keskuspalvelimeen Valmet Automotiven lähiverkossa sijaitsevan eräajopalvelimen kautta.

### 7.4.2 Suunnitteluportaalin hyödyt

Ylläpidon kannalta portaaliratkaisu on nopea ja vaivaton tapa hoitaa tuotetiedon siirto osapuolten välillä. Tietokoneiden konfiguroinnin ja ohjelmistojen asennuksen sijaan käyttäjälle tarvitsee tässä tapauksessa luoda vain salasanalla suojattu käyttäjätunnus, jonka avulla hän voi olla verkon yli yhteydessä Valmet Automotiven SmarTeamin. Portaalin toimiessa Internetin yli on lisäetuna se, ettei tietokoneiden ja ohjelmistojen hankinta- tai huoltovastuu ole enää Valmet Automotiven, vaan toimittajan kontolla.

Portaalin avulla Valmet Automotive saa uusia aseita rapistuvan tuotetiedon noidankehän katkaisuun. Koska portaalit on suoraan yhteydessä SmarTeamin, mahdollistaa se tuotetiedon keskitetyn hallinnan laajentamisen kaikille portaalin piirissä oleville toimijoille. Kyky hyödyntää muun muassa versionhallinnan toiminnallisuuksia lähiverkon ulkopuolelta on iso askel kohti laadukkaampaa tuotetiedonhallintaa.

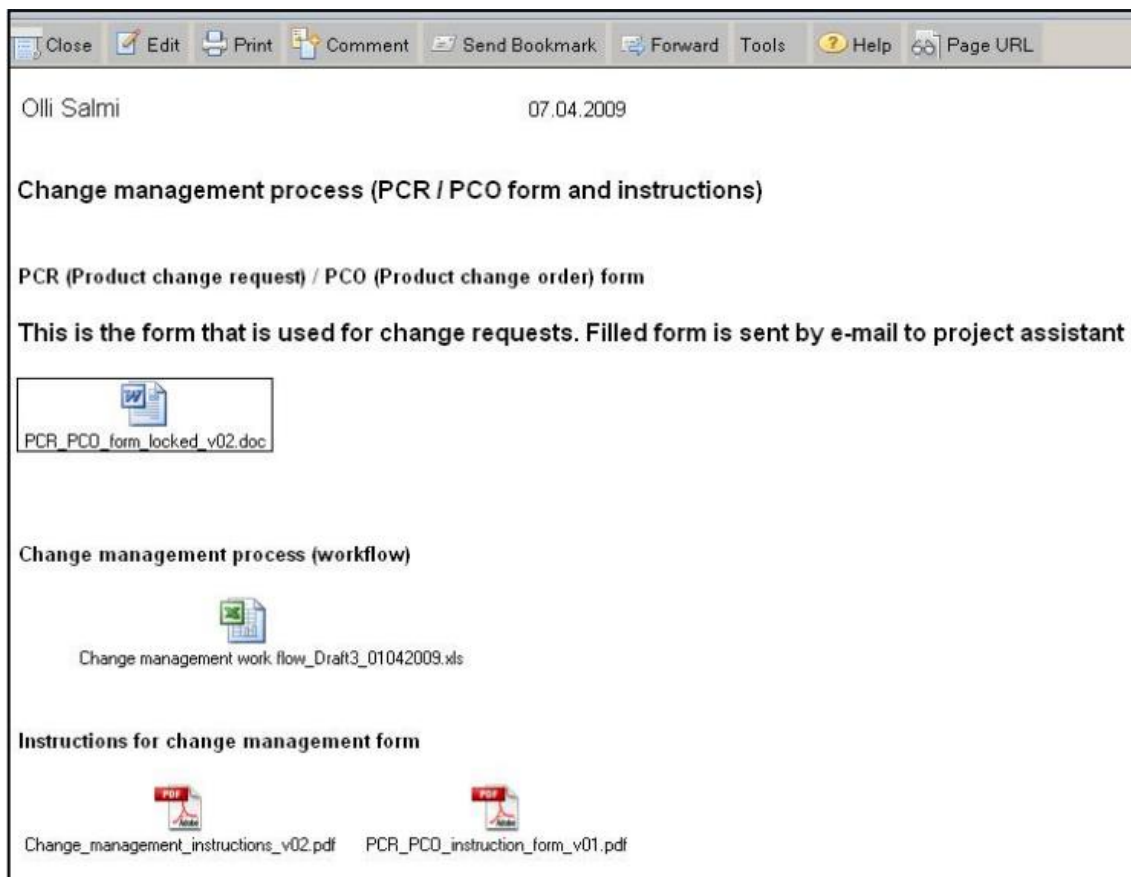
Portaalit kautta SmarTeamin yhteydessä olevat käyttäjät voivat hyödyntää myös muita järjestelmän kehittyneitä toiminnallisuuksia. SmarTeamin työnkulunhallinnan ja portaaliratkaisun yhdistelmän ansiosta on esimerkiksi mahdollista luoda prosessimalleja, joissa on mukana useita Valmet Automotiven ulkopuolisia työntekijöitä. Organisaatioiden kesken hajautettuja prosesseja tukeva suunnitteluportaalit on täten hyvä apuväline rinnakkaissuunnitteluun.

Tiedonvaihdon tuominen SmarTeamin yhteyteen parantaa myös tietoturva. SmarTeam mahdollistaa erillisten luku- ja kirjoitusoikeuksien luomisen käyttäjille, jolloin tiedon katselu ja muokkausoikeuksia voidaan rajata tarvittaessa. Vaikka käyttöoikeuksien rajaaminen on mahdollista myös nykyisessä ratkaisumallissa, siinä ei kuitenkaan voida hallita tiedostojen versioita toisin kuin SmarTeamissa. Toiminta Internetin yli lisää turvallisuutta myös. Toimittajien ollessa irrallaan Valmet Automotiven lähiverkosta on esimerkiksi virusten leviäminen tehokkaammin estettävissä.

Portaaliratkaisu on pääasiallisesti suunnattu niiden toimittajien käyttöön, jotka tekevät Valmet Automotivelle työkalusuunnittelua. Mikään ei kuitenkaan estä sen laajamittaisempaa hyödyntämistä tuotesuunnittelusta vastaavien osapuolten kanssa. Portaalit kattavaa hyödyntämistä tuotetiedonhallinnassa puoltavat sen SmarTeamia halvemmat käyttölisenssit, jolloin samalla rahalla on mahdollista saada useampia ihmisiä mukaan tuotetiedonhallintaan. Myös Valmet Automotiven omat työntekijät kykenevät hyödyntämään portaalit tuotetiedonhallinnassa tarvittaessa.

Tuotekehitysprojekteissa tarvitaan tuotteen malli- ja rakennetiedon lisäksi myös muuta tietoa, kuten esimerkiksi tuotteen teknisiä spesifikaatioita, ohjeistavia dokumentteja sekä prosessikuvauksia. Tutkimuksen kirjoitushetkellä tätä tietoa hallinnoidaan Valmet Automotiven Lotus Notes-sähköpostiohjelmaan kuuluvan työpöytälisäominaisuuden avulla (kuva 15). Työpöydät ovat dokumentteja ja tekstiä sisältäviä kokonaisuuksia, joita käytetään tiedon jakamiseen ja arkistointiin Valmet Automotiven sisällä. Työpöydät ovat suoraan yhteydessä sähköpostin osoitekirjaan, jolloin osoitekirjan piirissä oleville käyttäjille voidaan luoda työpöytäkohtaisia käyttöoikeuksia. Oikeuksia voidaan myös rajata siten, että jotkin työpöydän käyttäjät pääsevät vain lukemaan tietoa.





*Kuva 15: Erään tuotekehitysprojektin muutoshallintaprosessissa käytettävä Lotus Notes-työpöytä (Salmi, 2009, s. 43)*

Salmen (2009) tekemässä opinnäytetyössä on analysoitu tuotekehitysprojektia, myös muutoshallinta on toteutettu työpöytien kautta. Tällöin muutoshallintaprosessiin liittyviä määrämuotoisia dokumentteja hallinnoidaan työpöydältä toisin kuin projektissa X, jossa dokumentit kulkevat sähköpostin liitteenä. Työpöytä on sähköpostia keskitetympi ja selkeämmin hallinnoitu ratkaisu, sillä siinä tiedostot ovat tallennettuna yhdessä paikassa. Rajoituksena työpöytäratkaisussa on kuitenkin se, että kaikilla muutosprosessiin osallistuvilla on tällöin oltava pääsy Valmet Automotiven lähiverkkoon yrityksen toimittamien tietokoneiden avulla. Työpöydät eivät myöskään tue versionhallintaa, joten niiden kautta hallittu tieto on altis virheille.

Suunnitteluportaalin kautta tapahtuva tuotetiedonhallinta tulee siirtämään yhteistyökumppanit yrityksen lähiverkon ulkopuolelle, jolloin myös työpöytien käyttö tiedonvaihdossa heidän kanssaan on mahdotonta. Ongelma on mahdollista ratkaista luomalla SmarTeamiin projektikohtaisia kansioita, jotka vastaavat toiminnallisuuksiltaan työpöytiä. Portaalin avulla yhteistyökumppanit saavat yhteyden kansioiden sisältämään dataan yrityksen ulkopuolelta, joten portaaliratkaisu ei tässä mielessä haittaa olemassa olevia toimintatapoja. Myös Valmet Automotiven sisäinen, työpöytien kautta hallittava data on siirrettävissä SmarTeamin haluttaessa. Näin ollen portaalit on potentiaalinen ratkaisumalli, mikäli tulevaisuudessa Valmet Automotive haluaa kehittää yrityksen sisäistä dokumenttienhallintaa yhtenäisempään suuntaan.

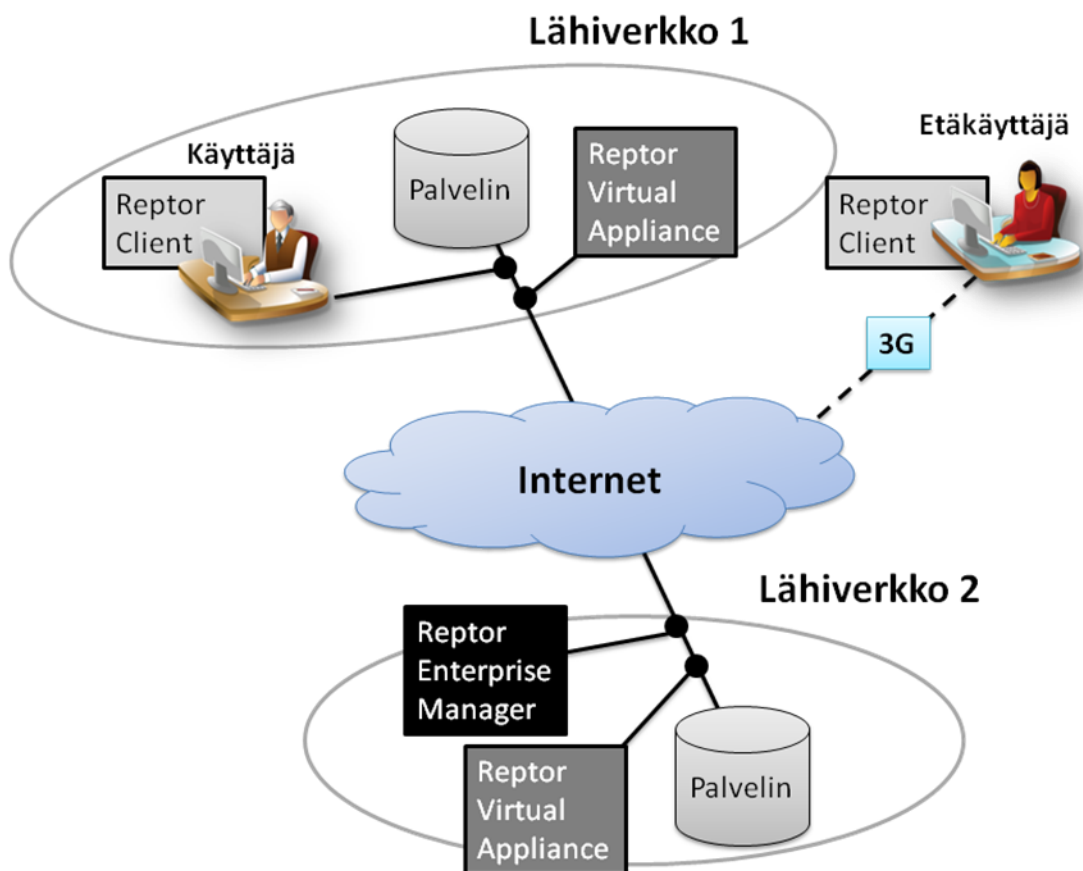
## 7.5 Laajaverkkotiedonsiirron optimointi

Hitaiden laajaverkkoyhteyksien ongelmaan löydettiin ratkaisuksi tiedonsiirron optimoija nimeltään Replify Reptor, jonka avulla tiedonsiirron nopeutta voitiin kasvattaa verrattain pienellä lisäinvestoinnilla. Optimointiratkaisua on tarkoitus käyttää OEM:n ja Valmet Automotiven välisessä SmarTeam-tiedonsiirrossa. OEM on tehnyt hankintapäätöksen ja on lisäksi lupautunut maksamaan ratkaisun käyttöönotosta aiheutuvat kulut Valmet Automotivelle.

Tässä luvussa esitellään optimointiratkaisun toimintaperiaate ja sen hyödyntämien keskeisimpien tekniikoiden korkean tason toimintaperiaate. Optimointitekniikoiden selostus perustuu valmistajan kotisivuilta löytyvään tietoon (Replify Ltd., 2009) (Replify Ltd., 2009). Tekniikoiden hyödyllisyysväittämät perustuvat OEM:n suorittamien testien lopputuloksiin.

### 7.5.1 Reptor-järjestelmäarkkitehtuuri

Reptor-järjestelmäarkkitehtuuri (kuva 16) koostuu kolmesta erilaisesta ohjelmistokomponentista. Reptor Enterprise Manager on palvelimelle asennettava järjestelmäarkkitehtuurin keskus. Reptor-ohjelmistolisenssien hallinnoinnin lisäksi se määrittelee muiden optimointiratkaisuun kuuluvien ohjelmistojen toiminnan sekä pitää yllä toiminnasta kertovaa lokia. (Replify Ltd., 2009)



Kuva 16: Esimerkki Reptor-järjestelmäarkkitehtuurista

Kiihdytysvaikutuksen aikaan saamiseksi jokaisessa optimointiarkkitehtuuriin kuuluvasa lähiverkossa ja jokaisella optimointiratkaisua käyttävän henkilön tietokoneella on oltava oma optimoija. Reptor Virtual Appliance asennetaan lähiverkon ja laajaverkon rajapintaan tarkkailemaan ja kiihdyttämään läpi kulkevaa tietoliikennettä. Reptor Client on käyttäjän koneelle asennettava ohjelmisto, joka optimoi koneen ja ulkoisen verkon välistä tietoliikennettä. Enterprise Manager määrittelee ohjelmistot, joiden tiedonsiirtoa optimoijien on määrä tarkkailla. (Replify Ltd., 2009)

Reptor kykenee kiihdyttämään mitä tahansa TCP/IP-tiedonsiirtoa (engl. Transmission Control Protocol/Internet Protocol) käyttävää sovellusta. Täten kiihdytysvaikutus on mahdollista saada aikaiseksi kaikilla Internet-tiedonsiirtoa tukevilla ohjelmilla (Replify Ltd., 2009). Viime kädessä kiihdytyksen teho riippuu kuitenkin sovelluksen ja siirrettävän tiedon tyypistä.

### 7.5.2 Reptor-optimointitekniikat

Reptor tukee verkkoliikenteen kahdensuuntaista välimuistitalennusta, jonka avulla kaksi optimoijan sisältävää lähiverkkoa voivat vaihtaa tietoa lähettämättä sitä tarpeettomasti laajaverkon yli. Kahdensuuntaisessa välimuistitalennuksessa tietoa lähettävän osapuolen optimoija tarkkailee laajaverkon ja lähiverkon välistä tietoliikennettä ja tallettaa siirtyvän datan välimuistiin. Se tunnistaa ulospäin siirrettävästä tiedosta bittijonot, jotka on jo tallennettu välimuistiin ja korvaa nämä osat referenssimerkinnällä. Tietoa vastaan ottavan osapuolen tiloissa sijaitseva optimoija tunnistaa referenssimerkinnän ja korvaa sen indikoiman bittijonon omassa välimuistissaan olevalla datalla. Estämällä toistuvan informaation lähettämisen laajaverkon yli optimoija voi tuoda merkittäviä nopeushyötyjä tiedonsiirtoon. (Replify Ltd., 2009)

Yksittäisten tiedostojen ja objektien sijaan Reptor tallettaa dataa välimuistiin tavujonoina. Samoja tavujonoja voi olla jopa täysin eri tiedostoissa, jolloin nopeutusvaikutuksen aikaan saaminen ei välttämättä edellytä saman tiedoston toistuvaa siirtämistä (Replify Ltd., 2009). Välimuistin hyödyntäminen on tästä syystä tehokas tekniikka juuri SmarTeam-mallitiedon siirtoon, jossa versiopäivitysten myötä muuttuva tieto eroaa usein vain vähän edellisestä versiosta.

Välimuistin hyödyntämisen lisäksi Reptor tukee älykästä pakettien yhdistelyä. Tietoliikenteen viive muodostuu erityisen suureksi työskennellessä ”puhelioiden” tiedonsiirtoprotokollien, kuten CIFS:n (Common Internet File System) kanssa. CIFS on Microsoftin kehittämä protokolla tiedostojen etäkäyttöön, jota hyödynnetään muun muassa Windows-käyttöjärjestelmän verkkokovalevyjen välisessä tiedonsiirrossa (Microsoft, 2004). Puheliasuudella tarkoitetaan sitä, että tiedon lähettäminen sisältää poikkeuksellisen paljon edestakaista tietoliikennettä. Protokolla jakaa siirrettävän tiedoston paketteihin, joiden siirto tapahtuu yksi kerrallaan. Lähettävän osapuolen on odotettava paketin saapumisvahvistusta lähettääkseen uuden paketin. Tämä ei ole ongelma lähiverkossa, jossa paketin siirtoon liittyvä viive on olematon. Laajaverkkojen tapauksessa yhden

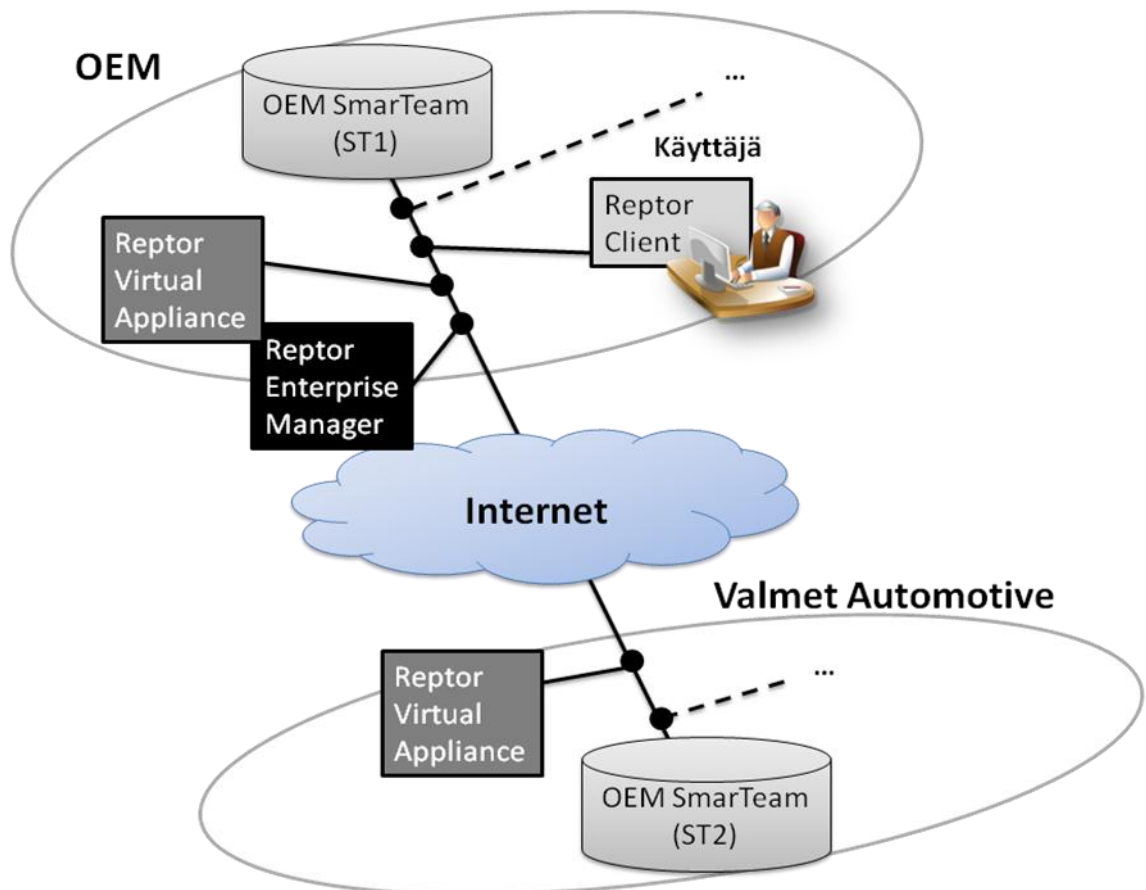
paketin siirto voi olosuhteista riippuen kestää jopa minuutteja, jolloin pakettien suuri lukumäärä tekee tiedonsiirrosta erittäin hidasta. (Replify Ltd., 2009)

Käytettäessä puheliaita protokollia lähettävän osapuolen optimoija kykenee tunnistamaan käynnistyvän tiedonsiirron ja lähettämään vastaanottavan osapuolen optimoijalle joko koko tiedoston tai osan siitä niin nopeasti kuin mahdollista. Vastaanottajan optimoija sieppaa protokollan kommunikointiyritykset ja generoi datasta identtisen pakettijakauman. Näin tieto kulkee näennäisesti protokollan mukaisesti, mutta ylittää laajaverkon muodostaman pullonkaulan mahdollisimman yhtenäisenä. (Replify Ltd., 2009)

Tiedon pakkaaminen on viimeinen Reptorin käyttämistä optimointitekniikoista. Lähettävän osapuolen optimoija pakkaa tiedon ja lähettää sen laajaverkon yli, jonka jälkeen vastaanottajan optimoija purkaa sen. Tämä prosessi on automaattinen ja käyttää hyväkseen avoimen lähdekoodin gzip-algoritmia muistuttavaa pakkaustapaa (Replify Ltd., 2009). Gzip-pakkaus osaa etsiä tiedosta toistuvia tavujonoja ja korvata ne väliaikaisesti referenssimerkinnällä. Se soveltuu tekniikkana hyvin SmarTeam-tiedonsiirtoon, jossa liikkuu usein toistuvia tavujonoja sisältäviä 3D-malleja sekä PDF ja Word-tiedostojen kaltaisia tekstipohjaisia dokumentteja. (Replify Ltd., 2009)

### **7.5.3 Reptor-ratkaisun käyttöönotto**

Reptor-ratkaisun keskitetty hallinnointi tulee tapahtumaan OEM:n lähiverkossa toimivan Reptor Enterprise Manager -ohjelmiston toimesta. Sekä Valmet Automotive että OEM asentavat Replify Virtual Appliance -ohjelmiston Internetin ja lähiverkon rajapintaan huolehtimaan ST1:n ja ST2:n välisen tiedonsiirron optimoinnista. Reptor Client-asiakasohjelmistoja asennetaan käyttäjien koneille tarpeen mukaan. Kuva 17 havainnollistaa kaavailtua järjestelmäarkkitehtuuria.



Kuva 17: Reptor-ratkaisun sisältävä järjestelmäarkkitehtuuri

Vaikka Reptor-ratkaisu ei tutkimuksen kirjoitushetkellä ole vielä operatiivisessa käytössä, on sitä testattu Valmet Automotiven ja OEM:n välisessä SmarTeam-tiedonsiirrossa hyvin lopputuloksin. Testien suorittajana on toiminut OEM, eikä yritys ole antanut Valmet Automotivelle käyttöön tarkkoja testituloksia. Vaikka ratkaisun toimivuudesta ei kyetä tutkimuksen puitteissa antamaan kirjallista näyttöä, voidaan OEM:n testituloksiin turvautumalla todeta, että Reptor nopeuttaa todistetusti tiedonsiirtoprosessia ja vähentää siten tuotekehitysprojektin läpivientiin kuluvaan aikaa.

SmarTeam-järjestelmien välisessä ja suunnitteluportaalin kautta kulkevassa tietoliikenteessä liikkuu saman tyypin dataa. OEM:n testitulokset osoittavat näin ollen epäsuorasti, että optimoija toimii hyvin myös suunnitteluportaalin kautta kulkevan tietoliikenteen kiihdytystarkoituksessa. Valmet Automotiven on suositeltavaa testata ratkaisun toimivuutta tulevilla tuotekehitysprojekteilla.

## 8 TUTKIMUSTULOKSET

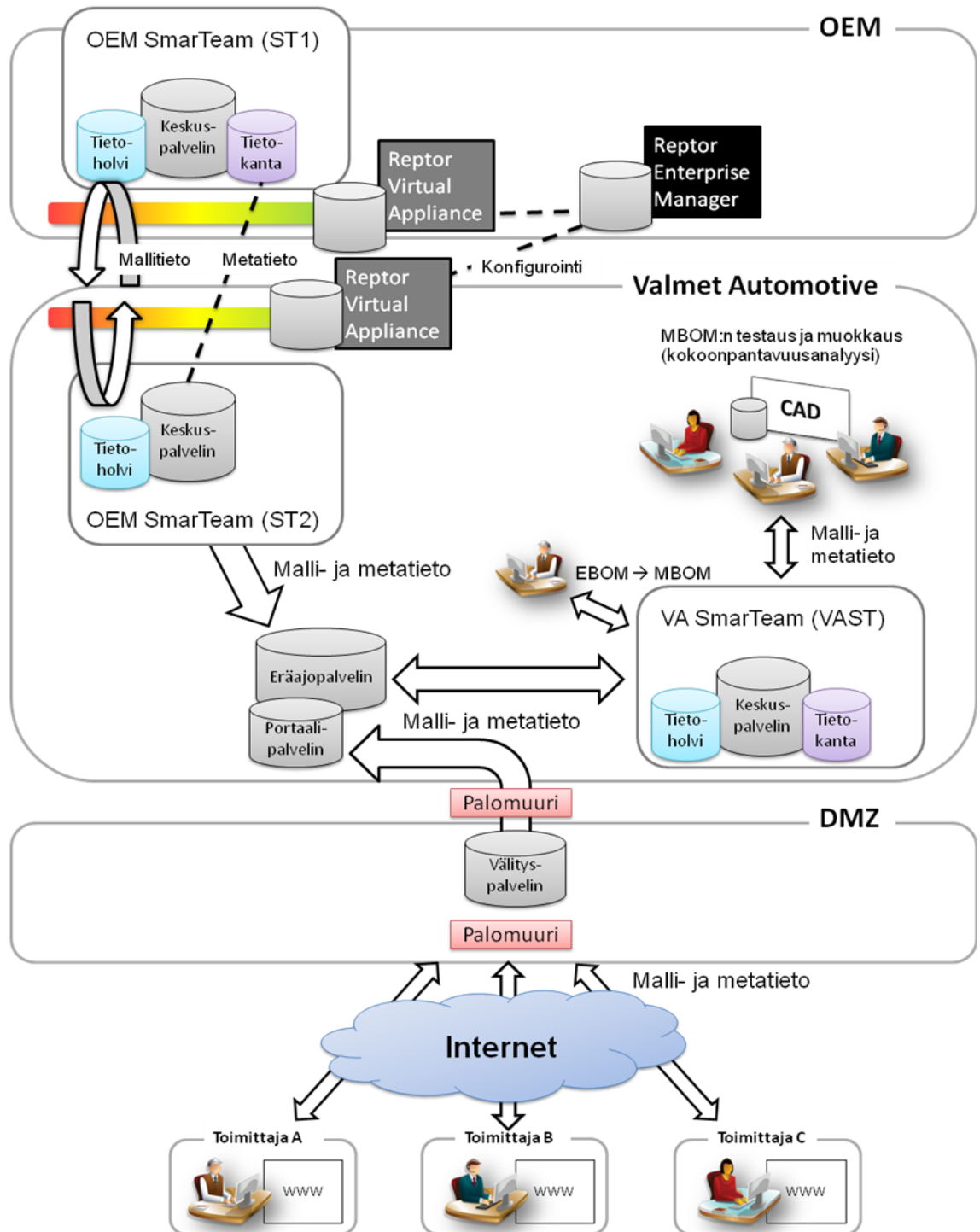
### 8.1 Tuotetiedon hallinta uudessa järjestelmäarkkitehtuurissa

Luvussa 7 esitetyistä kehitysehdotuksista muodostettiin paranneltu järjestelmäarkkitehtuuri, joka on kuvattu kokonaisuudessaan kuvassa 18. Sen ytimen muodostaa Valmet Automotiven oma SmarTeam-järjestelmä (VAST). Eräajopalvelimen ja suunnitteluportaalin avulla huolehditaan tuotetiedonhallinnan integraatiosta muiden tuotantoverkoston jäsenten kanssa. Uuden järjestelmäarkkitehtuurin pohjaksi valittujen ratkaisujen valintakriteerinä oli kyky parantaa tuotetiedon laatua sekä nopeuttaa tuotekehitysprojektin läpivientä.

Uudessa järjestelmäarkkitehtuurissa tiedonsiirtoprosessi käynnistyy nykyisen tiedonsiirtoprosessin tavoin ST1:n tietokannassa tai tietoholvissa tapahtuvasta muutoksesta. Yöllisessä replikoinnissa muuttunut mallitieto siirtyy ST2:n tietoholviin. ST1:n ja ST2:n välistä tiedonsiirtoa kiihdytetään Reptor-ratkaisun avulla. Se koostuu Valmet Automotiven ja OEM:n lähiverkoissa sijaitseville palvelimille asennettavista Reptor Virtual Appliance –optimointiohjelmistoista. Optimoijien konfigurointi tapahtuu OEM Reptor Enterprise Manager –palvelinohjelmiston avulla.

Tiedonsiirto OEM:n ja Valmet Automotiven tietojärjestelmien välillä ei enää tapahdu tiedonsiirtovastaavan toimesta. Sen sijaan tehtävän suorittaa eräajopalvelin, joka ottaa aikaohjatusti tietyin väliajoin yhteyden ST2:n keskuspalvelimeen ja siirtää päivitettyt nimikkeet ja dokumentit metatietoineen VAST:n luvussa 7.3 esitetyllä tavalla. Samalla eräajopalvelin myös muuntaa tuotetiedon yksinkertaistettuun muotoon kokoonpantavuusanalyysia varten.

VAST:n siirretty tuotetieto sisältää relaatioiden avulla ilmoitetun tuoterakenteen. Tuoterakennetta työssään tarvitsevat työntekijät pääsevät katsomaan tuoterakenteen muutoksia VAST:n kautta ja voivat halutessaan tallettaa siitä Excel-muotoisen kopion omalle koneelleen. Ilmoitus tuoterakenteen muutoksista on mahdollista toteuttaa SmarTeamin sisään rakennetun viestintätoiminnon avulla.



Kuva 18: Tulevaisuuden visio tuotetiedon siirrosta ja käytöstä hajautetussa tuotekehitysprojektissa

Tuoterakenteen muuntaminen asennusjärjestyksen muotoon on yhä tehtävä käsin. Jatkuvasti ylläpidettävän Excel-tiedoston sijaan asennusjärjestyksen luominen ja ylläpito tapahtuu VAST:ssa. Hyödyntämällä SmarTeamin sisään rakennettuja työkaluja ja meta-tiedon avulla ilmaistuja nimikkeiden välisiä yhteyksiä asennusjärjestysvastaava voi luoda rinnakkaisia tuoterakenteita. Asennusjärjestyksen hallinnassa on mahdollista hyö-

dyntää myös SmarTeamin työnkuluja, joiden avulla esimerkiksi tieto nimikemuutok-  
sista voidaan välittää automaattisesti asennusjärjestystavastavalle.

Kokoonpantavuusanalyysi tapahtuu uudessa tiedonsiirtoprosessissa entiseen tapaan,  
mutta tiedostopalvelimen sijaan tieto noudetaan VAST:sta. Tieto analyysissä ilmi käy-  
vistä ongelmista välitetään ongelman tyypistä riippuen vaihtelevia yhteysmuotoja käyt-  
täen joko suunnittelusta vastaavalle osapuolelle tai asennusjärjestystavastavalle kuten  
ennenkin.

Uudessa järjestelmäarkkitehtuurissa toimittajat eivät pääsääntöisesti enää työskente-  
le Valmet Automotiven tiloissa Valmet Automotiven tarjoamalla työvälineillä. Sen si-  
jaan he muokkaavat VAST:n tietosisältöä suunnitteluportaalin kautta. Näin ollen kaikki  
tuotetietoa muokkaavat osapuolet työskentelevät aina ajankohtaisen tuotetiedon kanssa,  
mikä vähentää sekaannusten ja virheiden määrää.

## **8.2 Tulosten arviointi**

### **8.2.1 Tulosten tavoitteiden mukaisuus**

Tutkimuksen tavoitteena oli löytää tuotannosuunnitteluvastuun sisältävän tuotekehi-  
tysprojektin tuotetiedonhallintaan kehitysehdotuksia, joiden avulla projektin läpiviinti  
tulisi nopeammaksi ja tuotetiedon laadukkuutta voitaisiin parantaa mitattavissa olevalla  
tavalla. Uusi järjestelmäarkkitehtuuri koostuu ohjelmistoista, jotka tuovat tuotetiedon-  
hallintaan lisää automatiikkaa. Ainoat Valmet Automotiven vastuulle jäävät, täysin ma-  
nuaaliset työvaiheet ovat kokoonpantavuusanalyysi sekä asennusjärjestyksen muodos-  
taminen. Vähentämällä ihmisten roolia tuotetiedon muokkauksessa ja siirrossa saavute-  
taan suoria hyötyjä tuotetiedon laadukkuuden suhteen. Ihmisiin turvautuvat työvaiheet  
ovat luonteeltaan automatisoituja hitaampia, joten uusi järjestelmäarkkitehtuuri on tae  
myös tuotekehitysprojektin nopeammalle läpiviennille. Tutkimuksen keskeisimpiin ta-  
voitteisiin nähden uusi järjestelmäarkkitehtuuri on onnistunut kokonaisuus.

Uusiin tietojärjestelmähankintoihin liittyy aina koulutustarve, eikä SmarTeam tai  
suunnitteluportaali ole poikkeus. Ennen uuden järjestelmäarkkitehtuurin sisältämien  
ohjelmistojen käyttöönottoprojektien aloittamista on tehtävä koulutussuunnitelma useal-  
le kymmenelle käyttäjälle, jonka lisäksi on luotava valmius myös kumppaneiden koulu-  
tukselle. Tutkimus keskittyi ratkaisuehdotusten tunnistamiseen, joten tarkkaa käyttöö-  
notto- ja koulutussuunnitelma ei tutkimuksen valmistumishetkellä ole vielä olemassa.  
Näin ollen on vaikeaa arvioida, onko uuden järjestelmän käyttöönotto realistista tutki-  
muksen tavoitteissa ilmaistun, noin vuoden aikarajan sisällä.

### **8.2.2 Tulosten luotettavuus**

Asiantuntijahaastattelussa kartoitetut kehitysehdotukset rajasivat potentiaaliset ratkai-  
sumallit haastateltavien tiedossa oleviin vaihtoehtoihin. Vaihtoehtojen rajallinen määrä  
ja subjektiiviset valintakriteerit eivät taanneet puolueetonta ja tyhjentävää tutkimustu-



lost. Vaikka muun muassa eräajopalvelin ja suunnitteluportaali paljastuivatkin hyviksi ratkaisuuksi, olisi niille saattanut olla olemassa vielä soveltuvampi vaihtoehto.

Tutkimuksen rajaaminen asiantuntijoiden osaamiseen on kuitenkin perusteltavaa, sillä markkinoilla on olemassa lukemattomia potentiaalisia tuotetiedonhallinnan ratkaisuja. Tyhjentävän empiirisen analyysin tekeminen tuotetiedonhallinnan ratkaisusta vaatii täten valtavan määrän aikaa sekä henkilöstöresursseja. Valittu rajaus on kompromissi resurssien käytön ja optimaalisten ratkaisuehdotusten löytämisen välillä.

Vaikka tutkimuksessa annetut ratkaisuehdotukset todistettiin empiirisesti toimiviksi, saattaa operatiivisessa käytössä tulla vastaan joitakin odottamattomia ongelmia. Tämä johtuu siitä, että mittaustulokset perustuivat kuvitteellisiin ja osittain toisistaan irrallisiin skenaarioihin. Esimerkiksi SmarTeamin toiminnallisuuksia ei testattu todellisessa tiedonhallintatilanteessa, vaan irrallisissa tiedonsiirtotapauksissa ja periaateteesteissä. Koska testit pyrittiin luomaan todellisuutta vastaaviksi, on aiheellista odottaa vähäisiä virhemääriä.

## 9 TOIMENPIDESUOSITUKSET

Tutkimuksen tyypistä johtuen lopputulosten luotettavuus ei ole paras mahdollinen. Selkein ja kriittisin jatkotoimenpide tutkimukselle onkin uuden järjestelmäarkkitehtuurin implementointi ja sen toimivuuden arviointi. Käyttöönoton jälkeen on mahdollista luoda uusi katsaus järjestelmäarkkitehtuuriin ja arvioida jatkokehitystoimenpiteitä.

Valmet Automotivella oli tutkimuksen kirjoitushetkellä käynnissä myös tuotekehitysprojekteja, jossa yrityksellä oli tuotesuunnitteluvastuu. Tuotesuunnitteluprojektien osuus kaikista tuotekehitysprojekteista on kasvusuhdanteessa, joten tärkeä jatkotutkimusaihe on uuden järjestelmäarkkitehtuurin sisältämien työkalujen soveltuvuusarviointi tuotesuunnitteluprojektien kannalta. Salmen (2009) tutkimuksessa viitattiin jo uusien ohjelmistotyökalujen akuuttiin tarpeeseen sekä mahdollisuuteen käyttää SmarTeamia tuotetiedonhallinnan apuvälineenä.

Uudet työkalut vaativat uusia toimintatapoja projektin tyypistä riippumatta. Vaikka tutkimuksessa kartoitettiin jo joitakin mahdollisia toimintatapoja, on parhaan lopputuloksen kannalta toimintatapoja syytä kehittää järjestelmällisesti prosessien muodossa. Selkeä uuden järjestelmäarkkitehtuurin implementoimiseen liittyvä toimenpide onkin uusia tuotetiedonhallinnan työkaluja tukevien toimintatapojen ja prosessimallien kehittäminen. Muun muassa suunnitteluportaalin avulla yritysrajojen ulkopuolelle levittäytyvät muutosprosessit vaativat uudelleen määrittelyä.

Tutkimuksen rajauksesta johtuen siinä ei tutkittu sitä, miten tuotetieto siirretään tuoteprosessin päätteeksi tilaus-toimitusprosessin tietojärjestelmiin. Projektin vanhassa järjestelmäarkkitehtuurissa tiedonsiirto tapahtui käsin Valmet Automotiven tiedostopalvelimelta. Uusi järjestelmäarkkitehtuuri tukee myös tätä toimintatapaa, mutta kuten tutkimuksessa on käynyt ilmi, on ihmisten osallistuminen tuotetiedon siirtoon ongelmallista tiedon laadun ja tiedonsiirtoprosessin nopeuden kannalta. Valmet Automotiven olisi kin suositeltavaa tutkia ratkaisua, jonka avulla näiden järjestelmien tietosisällön integraatio voitaisiin järjestää siten, että mahdollisimman vähän ihmisiä osallistuu tiedonsiirtoprosessiin.

Tutkimuksessa luotu uusi järjestelmäarkkitehtuuri mahdollistaa tuotetiedon keskittelyn hallinnan, mutta mahdollistaminen ei riitä tilanteissa, joissa päämies vaatii tuotantoverkoston osapuolia käyttämään omia tietojärjestelmiään tiedon hallinnassa ja siirrossa. Kireän kansainvälisen kilpailun ansiosta Valmet Automotiven on mukauduttava ongelmallisiin toimintatapoihin senkin uhalla, että omaksuttavat toimintatavat johtavat takaisin rapistuvan tuotetiedon noidankehään. Ongelmaan ei vaikuttaisi olevan muuta helppoa ratkaisua kuin päästä päättävän tahon asemaan tuotekehitysprojektissa, jolloin tämä on mahdollista. Valmet Automotiven onkin syytä tutkia syvällisesti toimintamallejaan ja sitä, minkä tyyppisiä projekteja se haluaa tulevaisuudessa toteuttaa.

## 10 YHTEENVETO

Mitä nopeammin tuotekehitysprojekti voidaan viedä läpi, sitä lyhyempi on lopputuotteen takaisinmaksuaika. Kyky kilpailijoita nopeampaan ja silti laadukkaaseen toimintaan on siten merkittävä etu tuotekehitystoimintaan keskittyvälle yritykselle. Kehittämällä valmiuksiaan projektien nopeampaan läpivientiin Valmet Automotive pystyy takamaan asiakkaiden kiinnostuksen myös tulevaisuudessa. Tässä tutkimuksessa on osoitettu, miten nykyaikaisten tuotetiedonhallinnan työkalujen, nopeamman tiedonsiirron sekä tiedonhallintaprosessin sujuvamman automaation avulla näiden valmiuksien kehittäminen on mahdollista.

Vaikka tutkimustulokset tuovat toimivia kehitysehdotuksia tuotannosuunnittelu- vastuun sisältävään tuotekehitysprojektiin, ei todellisesta keskitetystä tuotetiedonhallinnasta kuitenkaan voida vielä puhua. Yhtenäistä tuotemallia hyödyntävä täydellinen integraatio koko tuotantoverkoston kesken on yhä utopiaa johtuen tuotetiedonhallintajärjestelmien arkkitehtuurieroista. Tulevissa asiakasprojekteissa Valmet Automotive joutuneen suunnittelualihankkijan roolissa edelleen taipumaan päämiehen vaatimusten edessä, mikä asettaa jatkokehitysvaatimuksia olemassa oleville tuotetiedonhallinnan työkaluille.

Järjestelmäintegraation esteet eivät ole vain teknologiakeskeisiä – osa niistä on peräisin yhteistyökumppaneiden asenteista. Merkittävä ongelma tuotetiedonhallinnan keskittämisessä on yritysten haluttomuus antaa tuotetietoa potentiaalisten kilpailijoiden käyttöön. Tämä on ymmärrettävää, mutta myös haitallista, sillä byrokratia ja turvallisuusmääräysten tarkka noudattaminen hidastavat tiedon kulkua ja haittaavat siten koko tuotantoverkoston toimintaa. Kansainvälistymisen trendi ei osoita laantumisen merkkejä, joten yhteistyökumppaneiden keskinäisen epäluulon sekä tuotantoverkostojen sisäisen kilpailun haittavaikutuksista tuskin päästään eroon lähiaikoina.

Tutkimuksessa keskityttiin tiedonhallinnan integraation ongelmiin. On kuitenkin tärkeää huomata, ettei mahdollisimman yhtenäinen järjestelmäarkkitehtuuri ole yksinomaan positiivinen asia. Hyvä esimerkki tästä on tietojärjestelmän koon myötä kasvava kompleksisuus ja ylläpidon vaikeus, joka on monien Valmet Automotiven suurempien kilpakumppanien ongelma. Yrityksen pieni koko kilpailijoihin verrattuna ja uusi järjestelmäarkkitehtuuri mahdollistaa Valmet Automotiven toiminnan ainutlaatuisessa markkinaroossa. Toisin kuin moni kilpailijansa, se kykenee tarjoamaan valmiin tuotetiedon hallinta-alustan pienille yhteistyökumppaneille säilyttäen samalla ketteryuden ja mukautumiskyvyn, joita suuremmat alkuperäisvalmistajat kaipaavat.

# LÄHDELUETTELO

Aberdeen Group. (2007). *Engineering Change Management 2.0: Better Business Decisions from Intelligent Change Management*.

Business Wire. (12.01.2010). *CATIA-Designed Vehicles Continue to Take Over the Road*. Haettu 14.02.2010 osoitteesta FindArticles.com:  
[http://findarticles.com/p/articles/mi\\_m0EIN/is\\_20100112/ai\\_n46427526/](http://findarticles.com/p/articles/mi_m0EIN/is_20100112/ai_n46427526/)

CIMdata, Inc. (2009). *Product Lifecycle Management (PLM) Definition*. Haettu 19.11.2009 osoitteesta CIMdata: <http://www.cimdata.com/plm/definition.html>

Crnkovic, I. ;Asklund, U.;& Dahlqvist Persson, A. (2003). *Implementing and Integrating Product Data Management and Software Configuration Management*. Artech House.

Dassault Systèmes. (2008). *SmarTeam Engineering Express Methodology Guide V5R18*.

Koikkalainen, P. & Orponen, P. (2002). *Tietotekniikan perusteet*. Haettu 01.03.2010 osoitteesta Lähiverkot ja laajaverkot:  
<http://erin.mit.jyu.fi/pako/kurssit/perusteet/kirja/node65.html>

Kotinurmi, P. & Becker, I. (04. 12. 2006). *Towards Seamless Product Structure Information Integration*. Haettu 02.02.2009 osoitteesta  
[http://www.ebrc.fi/kuvat/kotinurmi\\_becker.pdf](http://www.ebrc.fi/kuvat/kotinurmi_becker.pdf)

*Laatuakatemia*. (12. 11. 2008). Haettu 11.11.2009 osoitteesta Prosessi, prosessiorganisaatio ja prosessin ohjaus: <http://www.kotiposti.net/tuurala/prosessit.htm>

Microsoft. (18. 06. 2004). *Common Internet File System (CIFS) File Access Protocol*. Haettu 14. 03. 2010 osoitteesta  
<http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?FamilyID=c4adb584-7ff0-4acf-bd91-5f7708adb23c&displaylang=en>

Replify Ltd. (2009). *Massive reduction in file transfer time with Reptor™ XDR™ - Cross-Protocol Data Reduction | Replify™*. Haettu 14.03.2010 osoitteesta  
<http://www.replify.com/solutions/xdr/>

Replify Ltd. (2009). *Replify Reptor Performance Report*. Haettu 14.03.2010 osoitteesta  
<http://www.replify.com/documentation/datasheets/Replify-Reptor-Performance-Report.pdf>

Ruuska, K. (2005). *Pidä projekti hallinnassa - suunnittelu, menetelmät, vuorovaikutus*. Talentum Media Oy.

Salmi, O. (2009). *Tuotekehitysprojektin muutosprosessi ja muutosten hallinta*. HAMK, Hämeen ammattikorkeakoulu.

Sääksvuori, A. & Immonen, A. (2002). *Tuotetiedonhallinta - PDM*. Jyväskylä: Talentum Media Oy.

Talousneuvoston sihteeristö. (2006). *Suomen vastaus globalisaation haasteeseen: Talousneuvoston sihteeristön globalisaatioselvitys – OSA II*. Valtioneuvoston kanslia.

Tampereen teknillinen yliopisto. (2005). *AKP - Concurrent Engineering*. Haettu 11.11.2009 osoitteesta <http://www.pe.tut.fi/akp/ce.html>

*Valmet Automotive Oy - Autotehdas tänään*. Haettu 11.11.2009 osoitteesta <http://www.valmet-automotive.com/automotive/cms.nsf/pages/4BCF79A28CC0500DC225713F003F8582?opendocument>

Valmet Automotive Oy. (2008). *Toimintaohje. Lotus Notes- tietokantajärjestelmä 2008a*. Prosessikuvausten laadinta.

Weske, M. (2007). *Business Process Management*. Berliini: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.