

Lappeenranta University of Technology

School of Business and Management

Tuotantotalous

Matti Mali

**TUOTETIEDON MUUTOSHALLINTA
MATERIAALINKÄSITTELYLAITTEIDEN
TOIMITUSPROSESSISSA**

Diplomityö 2016

Tarkastajat: Jorma Papinniemi, tutkija-lehtori

Tuomo Uotila, professori

Ohjaaja: Mikko Tuittu, YTM

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Matti Mali

Työn nimi: Tuotetiedon muutoshallinta materiaalinkäsittelylaitteiden toimitusprosessissa

Vuosi: 2016

Paikka: Joensuu

Diplomityö.

Lappeenrannan teknillinen yliopisto

School of Business and Management

Tuotantotalous

77 sivua, 17 kuvaa, 8 taulukkoa ja 3 liitettä

Tarkastaja(t): Tutkija-lehtori Jorma Papinniemi

Professori Tuomo Uotila

Hakusanat: muutoshallinta, tuotetieto, elinkaaritiedon hallinta, toimitusprosessi

Tässä diplomityössä käsitellään tuotetiedon muutoshallintaa valmistavassa teollisuudessa. Työn tavoitteena oli kehittää tuotetiedon muutoshallintamalli materiaalinkäsittelytoimialalla toimivan kohdeyrityksen käyttöön, huomioiden mahdollinen tuotetiedonhallintasovelluksen integraatio.

Tutkimus toteutettiin laadullisena tutkimuksena. Kirjallisuuskatsauksessa keskityttiin tuotetiedonhallinnan muutostarpeisiin, haasteisiin ja muutoshallintamalleihin. Tutkimuksen empiirisen osan tieto kerättiin hyödyntäen puolistrukturoituja haastatteluita.

Tutkimuksen keskeisenä tuloksena esitettiin muutoshallintamalli ja tuotetiedonhallintasovelluksen integroitavuus kuvattuun muutoshallintamalliin. Mallin toimivuutta ja kehitystä nykyiseen toimintatapaan arvioitiin prosessin suorituskykymittauksella.

ABSTRACT

Author: Matti Mali

Subject of the thesis: Product change management in supply chain process of material handling equipment

Year: 2016

Place: Joensuu

Master's Thesis

Lappeenranta University of Technology

School of Business and Management

Industrial Engineering and Management

77 pages, 17 figures, 8 tables ja 3 appendixes

Examiners: Senior Lecturer Jorma Papinniemi

Professor Tuomo Uotila

Keywords: change management, product information, product lifecycle management, supply chain process

This Master's thesis examines change management of product information in manufacturing industry. The objective was to develop a change management model for a company operating in material handling business by also observing the possibility of integrating a product lifecycle management application.

The research was conducted as a qualitative study. Literature part of research has focus on drivers and challenges of product information management and the models of change management. Empirical part material was collected by internal interviews as a semi structured interviews.

A change management model and integration possibility of PLM application are stated as main results from this research. The functionality and development state comparing actual method was evaluated with process performance measurement.

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	9
1.1	Työn taustaa	9
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset.....	9
1.3	Tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset.....	10
1.4	Tutkimuksen toteutus ja rakenne.....	11
2	TUOTEMUUTOSHALLINNAN MUUTOSTARPEET JA HAASTEET	13
2.1	Yleistä tuotetiedonhallinnasta	13
2.2	Tuotemuutoshallinnan muutostarpeet	16
2.3	Tuotemuutoshallinnan haasteet	21
3	TUOTETIEDONHALLINNAN PROSESSI.....	27
3.1	Tuotetiedonhallinnan taustaa ja kehitysvaiheita.....	27
3.2	Tuoterakenne yleisesti ja sovelluksessa	28
3.3	Prosessin kuvaustekniikat.....	29
3.4	Tuotemuutosprosessin mallit.....	30
4	TUOTETIEDONHALLINNAN NYKYTILA JA HAASTEET KOHDEYRITYKSESSÄ	37
4.1	Tuotetiedonhallinta kohdeyrityksessä	37
4.2	Tuotekehitys- ja tuotetiedonhallinnan prosessi	38
4.3	Tuotetiedonhallinnan haasteet yrityksessä	41
5	MUUTOSHALLINNAN RATKAISUMALLI	44
5.1	Haastattelun toteutus yrityksessä.....	44
5.2	Haastattelun tulokset yrityksessä.....	45
5.3	Uudistettu tuotetiedon muutoshallintaprosessi.....	49
5.4	Windchill -sovelluksen hyödyntäminen tuotemuutosprosessissa	62
5.5	Vaikuttavuus toimitusprosessin suorituskykyyn	64
5.6	Muutosprosessin vastuunjako kohdeyrityksessä	67

5.7	Ratkaisumallin arviointi	68
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTUTKIMUSAIHEET	71
7	LÄHTEET.....	74
	LIITTEET	78

LISTA LYHENTEISTÄ

BOM	Bill Of Materials	osaluettelo tai tuoterakenne
eBOM	Engineering BOM	suunnittelun tuoterakenne
mBOM	Manufacturing BOM	valmistuksen tuoterakenne
sBOM	Service BOM	jälkimarkkinoinnin tuoterakenne
EC	Engineering Change	tuotemuutos
ECO	Engineering Change Order	muutosmääräys
ECN	Engineering Change Note	muutosilmoitus
ECR	Engineering Change Request	muutospyyntö
EPC	Event-driven Process Chain	tapahtumaohjattu prosessikaavio
ERP	Enterprise Resource Planning	toiminnanohjausjärjestelmä
NPI	New Product Introduction	uuden tuotteen kehitysprosessi
PDM	Product Data Management	tuotetiedonhallinta
PLM	Product Lifecycle Management	tuotteen elinkaaritiedon hallinta
PVM	Process Value Mapping	prosessin suorituskykymittaus

LISTA TAULUKOISTA

Taulukko 1	Seurauksia hyvästä tuotteen elinkaaritiedonhallinnasta	s. 17
Taulukko 2	Potentiaalisia PLM:n kustannussäästömahdollisuuksia	18
Taulukko 3	Henkilökuntaan ja organisaatioon liittyviä haasteita	22
Taulukko 4	Toimintaan, prosessiin ja tuotteeseen liittyviä haasteita	23
Taulukko 5	PLM- ja PDM-sovelluksen potentiaalisia haasteita	24
Taulukko 6	Haastatellut osastot	45
Taulukko 7	Prosessin suorituskykymittaus (PVM), nykyinen tuotemuutosprosessi	65
Taulukko 8	Prosessin suorituskykymittaus (PVM), uusi tuotemuutosprosessi	66

LISTA KUVISTA

Kuva 1	PLM käyttöönottosuunnitelma	s. 25
Kuva 2	Tyypillinen ECM prosessi	31
Kuva 3	CMII perusteinen ECM mallin yleiskuvaus	32
Kuva 4	CMII perusteinen ECM – prosessimalli	34
Kuva 5	Nykyinen tuotekehitysprosessi	38
Kuva 6	Revisionhallintakaavio	40
Kuva 7	Tuotemuutosilmoitus viesti	41
Kuva 8	Muutoksenhallinnan lähtötiedot - ongelmakuvauksen luominen, osa 1	51
Kuva 9	Muutoksenhallinnan lähtötiedot - ongelmakuvauksen luominen, osa 2	51
Kuva 10	Muutoksen tyypin valinta	52
Kuva 11	Muutospyyntökirjaaminen - vaikuttavuuden tarkastelu	54
Kuva 12	Muutospyyntökirjaaminen - käsittelylaajuuden valinta	55
Kuva 13	Muutostilauksen luominen - muutostehtävien määrittäminen	56
Kuva 14	Muutostilauksen luominen - muutostehtävien toteuttaminen	58
Kuva 15	Muutosten implementointi - aliprosessit.	59
Kuva 16	Jälkimarkkinoinnin muutostilauksen käsittely	62
Kuva 17	Windchill muutospyyntöprosessi	63

1 JOHDANTO

Tuotetiedon hallinta on merkittävässä osassa yrityksen päivittäistä toimintaa. Muuttunut liiketoimintakulttuuri ja yritysten verkostoituminen on johtanut tiedon eheyden ja saatavuuden maksimoimiseen. Yritysten on kyettävä hallitsemaan heillä olevaa tietoa nopeasti ja mahdollisimman vaivattomasti ja kustannustehokkaasti. Tuotteiden tai tuotetiedon muutoshallinta on jatkuvaa toimintaa monissa yrityksissä. Tuotetta ja sen tietoja halutaan muuttaa monista erilaisista syistä. Tällaisen jatkuvan muutosprosessin on oltava toimiva ja riittävän kattava, jotta varmistetaan oikea tiedonsaanti sitä tarvitseville sidosryhmille läpi koko tuotteen elinkaaren. Toimivalla muutoshallinnalla yritys säästää kustannuksia ja resursseja. Tässä kappaleessa käydään läpi tutkimuksen taustaa, sen tavoitteet ja rajaukset, sekä miten tutkimus toteutettiin.

1.1 Työn taustaa

Tässä tutkimuksessa tutkitaan tuotetiedonhallintaprosessin kehittämistä eräässä suomalaisessa konepajayrityksessä. Yritys on toiminut alallaan pitkään. Lähivuosina tuotevalikoima on muuttunut merkittävästi ja oman suunnittelun merkitys on kasvanut merkittävästi. Yrityksen tietojärjestelmät ja -prosessit eivät ole kuitenkaan ehtineet aivan samalle tasolle. Viime aikoina on huomattu puutteita eritoten tuotetiedonhallinnassa, kun toimitettujen tuotteiden määrä ja huoltovastuu markkinoilla kasvaa vuosittain. Tuotteen elinkaaritiedon hallinta on yrityksessä koettu puutteelliseksi. Yrityksen toiminnanohjausjärjestelmän ja suunnittelujärjestelmän välinen automatisoitu linkitys oli tullut elinkaarensa päähän, jolloin yrityksen oli välttämätöntä uusia tämä linkitys. Uusiminen johti järjestelmähankintaan, jossa on saatavilla monia uusia tuotetiedonhallintaa tukevia toimintoja. Nämä yllä mainitut asiat ovat johtaneet siihen, että yrityksen on tarkasteltava tuotetiedonhallintaa aikaisempaa kriittisemmin ja pyrittävä selvittämään miten uusi sovellus voi auttaa tässä asiassa. Tarkoituksena olisi pyrkiä sujuvaan tuotetiedonhallintaan koko tuotteen elinkaaren aikana.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tutkimuksen tavoitteena on tunnistaa ja luoda tuotetiedonhallintaprosessi kohdeyritykselle ja selvittää kuinka hyvin se on integroitavissa elinkaaritiedonhallintasovelluksen olemassa olevaan

tiedonhallintaprosessiin. Tämän luotavan tuotetiedonhallintaprosessin myötä yritys saa käyttöönsä tuotemuutoshallinnan prosessikuvauksen ja sen suorittamiseen tarvittavan ohjeistuksen. Toiseksi tavoitteena on elinkaaritiedonhallintasovelluksen toiminnallisuuksien asettaminen vastaamaan luotavaa muutoshallintaprosessia. Eli selvitetään millä keinoilla ja määrittelyllä saadaan sovellus vastaamaan tutkimuksen tuloksena esitettyä muutosprosessia, kuitenkin liikaa muuttamatta sovelluksen omaa logiikkaa. Sovelluksen muutostenhallinnan käyttöönotto kohdeyrityksessä rajataan pois.

Tuotetiedon muutostenhallinnassa keskitytään tuotetiedon muutoshallintaan kohdeyrityksen materiaalinkäsittelylaitteet -liiketoimintayksikössä. Yksikön sisällä tutkimus rajataan käsittämään liiketoimintaprosessia myynnin katselmuksesta jälkimarkkinoihin asti. Tutkimuksen ulkopuolelle jää tuotetiedon siirtäminen myynnistä tuotannon käyttöön. Tämän niin sanotun myynnin katselmuksen ja tilauksen siirron tuotantoon ei katsota olevan tuotetiedon muutosta, vaan pikemminkin prosessi konfiguroida myynnin tilauserittely valmistustuoterakenteeksi. Lopullinen, toimiva, tuotetiedonhallintaprosessi pitää sisällään myös prosessin suorituskykyä ohjaavat mittarit. Mittareiden luominen rajataan pois tästä tutkimuksesta, niiden ollessa hyvin laaja, irrallinen, erikseen tutkittava kokonaisuus.

Tutkimuksen raportointikieli on Suomi. Kuvat, kaaviot ja taulukot jotka liittyvät sovelluksen tai muutosprosessin esittämiseen, ovat lähdeaineiston kielisiä, eli englanniksi. Myös tuloksena esitetyn muutosprosessin kuvat ovat englanniksi, sillä kohdeyritys määrittelee uusien ohjeidensa olevan kansainvälisesti tulkittavissa.

1.3 Tutkimusongelma ja tutkimuskysymykset

Tämän hetkinen tuotetiedonhallintaprosessi yrityksessä ei ole riittävän kattava toteuttamaan sille annettua tehtävää. Tuote- ja tuotetiedonhallintaprosessin kuvaus on puutteellinen ja toimintatavat epäselviä. Tuotetiedonhallintaprosessin toteuttaminen ei ole tietoteknisin työkaluin tuettua eikä ohjeistettua. Toiseksi yrityksellä on hiljattain käyttöönotettu tietokoneavusteinen sovellus tuotetiedon elinkaarenhallintaa varten, mutta sovelluksesta on käytössä vain pieni osa tiedostojen konvertointitarkoituksessa. Tämän sovelluksen käytettävyys ja integroitavuus yrityksen prosesseihin halutaan selvittää.

Tutkimusongelmaa ryhdytään selvittämään tutkimuskysymysten avulla. Esitetään tutkimuskysymys, (TK) seuraavasti: *”Miten tuotetiedon muutoshallinta tulisi toteuttaa valmistavassa teollisuudessa?”*

Asiakokonaisuuden ollessa varsin kattava, jaetaan pääkysymys seuraaviin, pääkysymystä tarkentaviin alikysymyksiin (AK):

AK1: Mitkä tekijät johtavat tuotemuutoksiin?

AK2: Millainen tuotemuutoshallintaprosessi tulisi olla?

AK3: Mitä eri tyyppistä tietoa tilaus-toimitusprosessi tarvitsee tuotemuutoksessa?

AK4: Miten tuotetiedonhallintasovelluksen muutosprosessi integroidaan tuotemuutoksen hallintaprosessiin kohdeyrityksessä?

AK5: Miten muutosprosessin vastuunjako toteutetaan kohdeyrityksessä?

1.4 Tutkimuksen toteutus ja rakenne

Tutkimusongelman selvittämistä ja pohjatietojen keräämistä varten suoritettiin haastattelut kohdeyrityksestä valituille henkilöille. Empiirinen aineisto kerättiin haastatteluina, jotka suoritettiin puolistrukturoituna kyselynä. Tarkoituksena oli selvittää, millainen on tuotetiedonhallinnan nykytila kohdeyrityksessä ja millainen tiedonhallinnan prosessi tulisi heidän mielestä olla. Toisena menetelmänä käytettiin kirjallisuustutkimusta hyödyntäen saatavissa olevia tieteellisiä kirjallisuuslähteitä sekä kohdeyrityksen olemassa olevia prosessikuvauksia ja ohjeita. Kirjallisuustutkimuksella pyrittiin löytämään vastauksia erilaisista tuotetiedon hallinnan prosessimalleista. Kolmanneksi tutkittiin yritykseen hiljattain hankitun sovelluksen mahdollisuuksia muutoksenhallinnan tukena. Sovelluksesta saatettiin tutkijan käyttöön virtuaalinen toimintaympäristö, sovelluksen sisäisten prosessien tutkimista varten. Lopuksi nykyisen tuotetiedonhallinnan suorituskykyä ja uutta prosessia arvioitiin PVM –mallia (Process Value Mapping) hyödyntäen. Esimerkiksi vallittiin kohdeyrityksen tapaus, jossa asiakkaalle vaihdettiin tuotteeseen osia mahdollisen laaturiskin epäilyksen vuoksi. Tutkimus on toteutettu kvalitatiivisena tutkimuksena.

Tutkimuksen rakenne etenee loogisesti alkaen kirjallisuuskatsauksella tuotetiedonhallinnan historiaan, sen etuihin ja haasteisiin. Toiseksi kirjallisuuskatsauksessa tuodaan esille asioita, jotka aiheuttavat tai vaikuttavat yrityksen tuotteisiin johtaen niitä tuotemuutoksiin. Lisäksi esitetään

millaisia haasteita muutosprosessin toteuttamisessa saattaa esiintyä, ja miten etuja ja haasteita saavutetaan tuotetiedonhallintasovelluksella. Kirjallisuuskatsauksen lopuksi esitetään kaksi (2) erilaista tuotetiedonhallintamallia. Kappaleessa 4 tuodaan esille tuotetiedonhallinnan nykytila ja tämän hetkiset ongelmat ja haasteet tuotetiedonhallinnassa. Kappaleessa 5 esitetään tutkimuksen empiirisen aineiston toteutus ja tulokset. Samassa yhteydessä tutkimuksen tuloksena esitetään kirjallisuuskatsauksen ja empirian perustella luotu muutoshallinnan prosessi. Kappaleen loppupuolella käydään läpi tuotetiedonhallintasovelluksen integroitavuutta muutoshallinnan prosessiin, uuden, luodun prosessin vaikuttavuutta tuoteprosessin suorituskykyyn sekä vastuunjaon merkityksellisyyttä muutosprosessissa.

2 TUOTEMUUTOSHALLINNAN MUUTOSTARPEET JA HAASTEET

Tässä kappaleessa käyn läpi tuotetiedonhallinnan käsitteitä yleisellä tasolla, tuotetiedonhallinnan historiaa, sekä miksi tuotetiedonhallinta on tärkeää. Toiseksi tuon esille kirjallista taustatietoa tuotetiedon- ja muutoshallinnan ominaispiirteistä, ajureista, eduista ja haitoista. Kolmanneksi tuon esille millaisia sovelluksia tuotetiedonhallintaan on markkinoilla saatavissa, sekä mitä etuja ja haasteita sovelluksen valintaan liittyy.

2.1 Yleistä tuotetiedonhallinnasta

Tuotetiedonhallinnalla, PDM (Product Data Management), tarkoitetaan ohjattua menetelmää hallita ja kehittää teollisesti valmistettavaa tuotetta. Tuotetiedonhallinnan avulla on mahdollista kontrolloida tuotteen markkinoillesaattamis-, ja kehitysprosessia, tilaus-toimitusprosessia ja tuotteeseen liittyvää elinkaaritietoa. PDM:llä yleisemmällä tasolla tarkoitetaan tuotetiedon hallintaan kehitettyä tietojärjestelmää. Tuotetiedon elinkaaritiedonhallinnasta käytetään yleisesti termiä PLM (Product Lifecycle Management). (Immonen & Sääksvuori, 2002). Stark (2011) määrittää PLM:n seuraavasti: *PLM on yrityksen liiketoiminta-aktiiviteetti hallita yrityksen tuotteita mahdollisimman tehokkaasti tuoteideasta lähtien tuotteen lopulliseen hävittämiseen.* PLM ei siis ole varsinaisesti järjestelmä, vaan se on hallintaprosessi. PDM – järjestelmällä voidaan hallita tuotetietoa koko tuotteen elinkaaren läpi, mutta 2000-luvun alussa sitä käytettiin vain osittaisesti tuotetiedon ylläpitoon. Sitten PDM:stä on tullut merkittävin osa PLM-järjestelmää. (Stark 2011). Tuotteen elinkaaren kokonaisuus on helpompi käsittää vaiheittain. Stark (2011) jakaa sen viiteen vaiheeseen: tuoteideavaihe, määrittelyvaihe, toteutusvaihe, käyttämisvaihe ja alasajovaihe.

Tuotetieto voidaan jakaa kolmeen ryhmään: tuotteen määrittely- ja elinkaaritietoon sekä tuotetietoa kuvaavaan metatietoon (Immonen & al. 2012), samoin toteaa VTT:n tiedote (1995). Tuotteen määrittelytiedot erittelevät valmistettavan tuotteen fyysiset ja toiminnalliset ominaisuudet. Nämä tiedot ovat sekä teknisiä tietoja, että abstrakteja käsitteitä. Tuotteen elinkaaritiedot liittyvät tuote- tai asiakasprosessiin, tuotesuunnitteluun tai tuotteen valmistamiseen, käyttöön, huoltoon ja hävittämiseen. Metatieto on tietoa siitä, missä muodossa tieto on, missä se sijaitsee, kuka sen on tallentanut ja milloin. (Immonen & al. 2012).

Tuotemuutos voidaan määritellä monin tavoin. Submahradian et al. (2015) määrittelee sen seuraavasti. ”*tuotemuutos on muutos nykyisen version tuotteen eritelmästä tai suunniteltu*

tuotevalikoima tuotekehityksen, valmistuksen ja huollon eriävistä näkökulmista.” Jarratt et al. (2011) määrittelee tuotemuutoksen (EC, Engineering Change) näin. *”Tuotemuutos on lisäys osiin, piirustuksiin tai ohjelmaan, joka on jo julkaistu tuoteprosessissa. Muutos voi olla minkä kokoinen tai tyyppinen; se voi koskea monia ihmisiä ja kestää kuinka pitkään tahansa.*” Tuotetiedon muutos voidaan jaotella muutoksen tilan mukaan, esimerkiksi seuraavasti. Jarratt et al. (2011) jaottelee muutosten aiheet kahteen kategoriaan, uudet muutokset ja aloitetut muutokset. Uudet muutokset aiheutuvat tuotteesta itsestään: korjataan olemassa olevia virheitä, kehitetään turvallisuutta, muutetaan toimintaa ja parannetaan laatua. Aloitetut muutokset johtuvat tuotteen ulkoisista tekijöistä kuten: asiakkaista, markkinoinnista, tuotannosta, jälkimarkkinoista sekä muista yrityksen sidosryhmistä. Muutokset voidaan jaotella myös muutoksen tyyppin, kriittisyyden (välitön, tarpeellinen, mukava) tai muutosajoituksen (konseptivaihe, sarjatuotanto, jälkimarkkina) mukaan (Jarratt et al. 2011). Jaottelun avulla yritykset pystyvät kontrolloimaan heidän tuotemuutostensa tilaa ja valmistumisastetta. Tämä auttaa yrityksen johtoa käsittämään tuoteperheiden maturiteetin tilaa ja tuoteperheiden elinkaarivaiheita.

No mistä muutostarpeet johtuvat? Huang & al. (2003) mukaan yli 80 % erääseen tutkimukseen vastanneista kertoivat muutosten johtuvan huonosta kommunikaatiosta ja myöhäisestä ongelmien havaitsemisesta. Jarratt:n (2004b) mukaan *”on kaksi syytä muuttaa tuotetta: poistaa siitä virheitä tai muokata se toimimaan suunnitellusti ja parantaa tuotetta tai sen suorituskykyä.*” Eräässä tutkimuksessa oli tutkittu lentokoneen moottoriin tulevien muutosten syntymistä tuoteprosessin eri vaiheissa. Kolme yleisintä syytä muuttaa tuotetta, kun tuote on jo käytössä markkinoilla, ovat: valmistaminen, asennus, kokoonpantavuus (Vianello, 2012). Tämä kertoo suunnitteluvaiheen hankaluudesta määritellä valmistettavuutta ja jälkimarkkinointia. Deubzer at al. (2005) on todennut tutkimuksissaan, että 56 % kaikista suunnittelumuutoksista tapahtuu ensimmäisen suunnitteluvaiheen aikana, ja näistä 39 % olisi vältettävissä.

Tuotetiedonhallintaa on tutkittu paljon lähihistoriassa. Ensimmäiset tutkimukset Jarratt (2011) tutkimuksen mukaan keskittyivät siihen, miten tuotemuutos vaikuttaa tiettyyn liiketoimintaprosessin osaan kuten esimerkiksi valmistukseen (Coughlan 1992), tai tarvelaskentaan (Ho 1994), tai logistiikkaan (Wänström 2001). Tuotetiedonhallinta ja elinkaariajattelu ei ole kovin vanha asia. Stark:n (2011) mukaan tuotetiedon elinkaarenhallintaa ei juurikaan hyödynnetty ennen vuotta 2000, mutta suuri käänne tapahtui juuri vuosituhaten vaihteessa. Erilaisia prosessimalleja tuotetiedonhallinnan kuvaamiseen löytyy useita, joista on tarkemmin kerrottu kappaleessa 3.

Tuotetiedonhallintaa voi toteuttaa hyvän prosessin avulla, vaikka ikääntyneellä, tutuksi koetulla, paperista dokumentaatiota tukevalla prosessilla. Tämä on varsin toimiva ratkaisu, joskin vie aikaa ja resursseja. Nykyaikaisempi tapa toteuttaa tuotetiedonhallintaa, on käyttää siihen räätälöityä sovellusta. Tuotetiedonhallintajärjestelmällä, (PDM) pyritään hallitsemaan tietoa yhdistämällä ja integroimalla yrityksen liiketoimintaprosessien tietoja kokonaisvaltaisesti, toisin sanoen, PDM – järjestelmän tehtävänä on luoda edellytykset eri tieto- ja automaatiojärjestelmien yhdistämiselle (Immonen & al. 2012). PLM – järjestelmällä tarkoitetaan koko liiketoimintaprosessin kattavaa järjestelmää, jolla hallitaan tuotetta tai palvelua sen elinkaaren vaiheissa, tuotteen luomisesta, sen hävittämiseen (Ebert, 2013). PLM -järjestelmän keskeisimmät toiminnot ovat: nimikkeiden, tuoterakenteiden, dokumenttien ja muutosten hallinta sekä tiedon haku ja etsintä, työnkulku ja jakelunhallinta (Immonen & al. 2012). Jatkossa tässä tutkimuksessa tuotetiedon hallinnan ja tuotteen elinkaarenhallinnan sovelluksista käytetään yhteisesti lyhennettä PLM – sovellus. PLM –sovellusten markkinat maailmanlaajuisesti on todettu olevan noin 14Mrd \$ vuonna 2003 ja markkinoiden arvioidaan kasvavan edelleen (Cimdata, 2002). Kysymys on siis varsin potentiaalisesta markkinasta ja tästä voidaan päätellä, että PLM -sovellusten tarpeellisuus ja hyödyt on tunnistettu.

ERP-järjestelmällä (Enterprise Resource Planning) tarkoitetaan yrityksen operatiivisten toimintojen ohjauksen tukevaa järjestelmää. Klaus et al. (2000) mukaan ERP:n tarkoitus on integroida yrityksen liiketoimintaprosessit ja toiminnot kokonaisvaltaiseksi, hallittavaksi toiminnaksi tiedon ja järjestelmien välille. Yrityksen kokonaisvaltaisen toiminnan kannalta eri järjestelmien tulee keskustella keskenään sujuvasti. PLM - järjestelmän ja ERP –järjestelmän integroinnilla on merkittävä parannus tuottavuuteen ja tuotesuunnittelun ja valmistuksen tehokkuuteen (Cimdata 2005). PLM ja ERP järjestelmät eroavat toisistaan siten, että PLM on tarkoitettu suunnittelu-kehitystoimintoihin, kun taas ERP tuotannollisiin ja valmistuksellisiin toimintoihin (Mermionod ja Rove 2012).

PLM -sovellusten varhaisimmat versiot olivat CIM -järjestelmien (Computer Integrated Manufacturing) johdannaisia, joista myöhemmin, 1990-luvun alussa, muodostui EDM-sovelluksia (Engineering Data Management) ja edelleen PDM - sovelluksia. Tässä viimeisimmässä evoluutiossa järjestelmien perspektiivi laajeni suunnittelun hallinnasta koko tuotteen hallintaan. (Batenburg et al., 2006).

2.2 Tuotemuutoshallinnan muutostarpeet

Mihin tuotetiedonhallintaa tarvitaan? Tai toisin sanoen mitkä muutostarpeet eli ajurit ajavat yrityksiä tekemään tuotemuutoksia? Yleisesti tunnetuimpia aihealueita ovat: kustannus, nopeus markkinoilla, laatu ja kilpailuedun tavoittelemisen. Yrityksillä on monesti erilaiset lähtökohdat kehittää tuotetiedon hallintaansa. Useasti esiin tulleita, tunnistettuja syitä ovat: tuotetiedon hallinnan keskittäminen, poistaa kahdennettu tuotetieto, mahdollistaa parempi tuotekehitys, parantaa tiedon löytämistä ja hallintaa, parantaa toimittajien hallintaa, alentaa kustannuksia ja järjestelmien määrää ja lyhentää markkinoille saattamisaikaa (Stark 2011). Yleisesti tuotteet, niiden luominen, ylläpitäminen ja toimittaminen ovat haastavia toimenpiteitä. Kiristynvä kilpailu vaatii, että näiden prosessien on oltava entistä nopeampia ja tehokkaampia ja asiakkaalle mahdollisesti räätälöityjä. Asiakkaat odottavat kehittyneempiä ominaisuuksia. Entistä monimutkaisemmat tuotteet ja kiihtynyt markkinoille saattamisnopeus on edesauttanut verkostoitumisen kasvattamista ja suunnittelutyön hajauttamista. Yritysten keskittyminen ydinliiketoimintaan kasvattaa hajauttamista entisestään. (Immonen & al., 2012). Myös VTT:n tiedote (1995) mainitsee tuotetiedon hallinnan kasvaviin tarpeisiin syiksi monimutkaisemmat tuotteet, kiristyneen kilpailun, uuden teknologian käyttöönottamisen, tuotteen elinkaaren lyhenemisen, verkostoitumisen ja laatuasioiden omaksumisen.

Nämä edellä mainitut asiat vaativat toimiakseen yritykseltä toimivan prosessin tai järjestelmän, jolla tietoa voidaan siirtää ja hallita laadukkaasti. Carter et al. (1992) mukaan tuotemuutos tuotteen ollessa markkinoilla maksaa 10 -kertaisesti sen mitä se olisi kustantanut konseptivaiheessa. Uudistuoteprosessissakin kustannukset määritellään hyvin aikaisessa vaiheessa. Duffy et al. (1993) mukaan tuotesuunnittelu muodostaa noin 10 % tuotteen kokonaiskustannuksista, mutta 80 % kustannuksista kuitenkin määräytyy tuotesuunnitteluvaiheessa. Stark:n (2011) mukaan 60-75 % kustannuksista määritellään tuotteen konseptivaiheessa aiheuttaen 1-5 % kustannuksista. Ja edelleen 85-95 % kustannuksista lukitaan, kun saavutaan tuotteen valmistusvaiheeseen. Tässä vaiheessa 10-15 % kustannuksista on jo kumuloitunut. Toisaalta muutoksia ei aina tehdä rahan vuoksi, vaan ehkä asiakassuhteen tärkeydestä. Fricke et al. (2000) toteaa tutkimuksessaan saksalaisista valmistavista yrityksistä, että vain 40-60% tuotemuutoksista on teknisesti tarvittavia. Immonen et al. (2012) mukaan muutuskustannus on aina pienempi mitä varhaisemmassa vaiheessa tuoteprosessia se pystytään havaitsemaan. Mikäli muutoksen toteutus tapahtuu tuotteen jo ollessa markkinoilla, se kasvattaa kustannuksia, sillä tuotteet joudutaan kutsumaan huoltoon tai korjaus joudutaan tekemään asiakkaan luona. Saman toteaa myös Jarratt (2011) lisäten, yrityksen brändin ja imagon haavoittumisen. Monesti muutos yhteen osaan aiheuttaa muutoksia tuotteen muihinkin osiin tai

olemassa olevien osien ja uusien suunniteltujen osien epäsovivuus toisessa tuotteessa voi johtaa odottamattomiin virheisiin (Eckert, 2006).

Mitä hyvällä tuotetiedonhallinnalla voidaan saavuttaa? Stark (2011) mainitsee PLM:n mahdollistavan: tuotevalikoiman kontrollin ja läpinäkyvyyden, maksimaallisen taloudellisen voiton tuotevalikoimasta, tuotteiden elinkaaren hallinnan, oikean tiedon löytymisen oikeasta paikasta tarvitseville henkilöille, palautteen kontrolloimisen ja avainlukujen (taloudelliset ja tekniset) tuntemisen koko elinkaaren ajalta. Lisäksi Stark mainitsee etuina muun muassa jälkimarkkinointipalvelujen hallittavuuden ja tuotteiden nopeamman markkinoille saattamisen. Tuotetiedon hyvästä elinkaarihallinnasta syntyviä etuja on paljon muitakin, kun tässä mainitut. Stark (2011) on listannut ne seuraavasti mainittuna alla olevassa taulukossa 1. Sarakkeissa on kuvattu tuotteen elinkaaren vaiheet ja riveillä hyvästä tiedonhallinnasta saavutettavissa olevat hyödyt.

Taulukko 1. Seurauksia hyvästä tuotteen elinkaaritiedonhallinnasta (Stark 2011, mukailten)

Visio	Määrittely	Toteutus	Käyttö	Alasajo/Kierrätys
	Projektit ajoissa	Vähentynyt energian käyttö	Vähemmän epäonnistumisia	
	Markkinoille saapuminen nopeaa	Koulutetut työntekijät	Parempi tietämys asiakkaasta	
	Tieto hallinnassa	Tehokas koneiden käyttö	Moduloidut optiot	
	Sujuvat prosessit	Vähemmän uusintatyötä	Enemmän asiakkaita	
Kannustavat sovellukset	Immateriaaliasiat kunnossa	Vihreä logistiikka	Tyytyväisempiä asiakkaita	LEAN- prosessit
Kannustava kulttuuri	Motivoitunut henkilöstö	Vihreä tuotanto	Kunnostukset	uudesti käytettävät materiaalit
Immateriaaliasiat kunnossa	Selkeät vaatimukset	Optimoitu lay-out	Kasvava jälkimarkkina liikevaihto	uudesti käytettävät osat
Ei byrokratiaa	Räätälöinti	Alentunut varastonarvo	Enemmän palveluita	Ympäristöystävällinen
Sujuvat prosessit	Selkeät päätökset	Kasvava osien hyödyntäminen	Alemmat huoltokustannukset	Uudet sovellukset
Läpimurtoideat	Alentuneet kustannukset	Vähemmän romua	Elinkaarimodifikaatiot	Purkuajan pieneneminen
Luovat ihmiset	#1 tuoteperhe	Strategiset toimittajat	Vastuukustannusten aleneminen	Vähemmän sakkoja
Enemmän ideoita	Standardien kiinnittyminen	Vähentyneet materiaalikustannukset	Takuukustannusten aleneminen	Parempi noudatettavuus

Ennen kaikkea tuotetiedonhallinnalla saavutetaan kustannussäästöjä. Stark (2011) mainitsee, että maat, joissa palkkakulut ovat 10 % USA:n palkkakuluista pystyvät suoriutumaan tuotanto ja asennusaktiiviteeteista paljon alemmilla kustannuksilla. Jotta länsimaat ja USA voivat kilpailukyvyllään vastata tähän haasteeseen, on tuotettava lisäarvoa muusta osasta tuotteen elinkaarta. Perinteinen organisaatiomalli, jossa osastot vastaavat omista toiminnoistaan, tukee elinkaariajattelua välttävästi. PLM prosessin mukaan toimien ihmiset joutuvat ajattelemaan enemmän muiden osastojen toimintoja, siis elinkaariajattelua laajemmin. Tämä vaikuttaa esimerkiksi valmistettavuuden ja asennettavuuden kehittymiseen (Stark 2011). Taulukossa 2 on listattu PLM:n mahdollistamia kustannussäästöjä.

Taulukko 2. Potentiaalisia PLM:n kustannussäästömahdollisuuksia (Stark 2011, mukailten)

Säästön tyyppi	PLM:n osallisuus
Suorat työkustannukset	Elinkaaren aikaiset erikoisosaajat suunnittelussa, tuotannossa ja kentällä hukkaavat huomattavan määrän aikaa tiedon hakemiseen ja hallinnollisiin tehtäviin. PDM sovellukset, jotka ovat osa PLM:ää, tekevät näitä tehtäviä jättäen osaajille enemmän aikaa tuottavaan työhön. Tuloksena vähemmän osaajia tarvitaan.
Epäsuorat työkustannukset	Tehokas PLM ympäristö eliminoi turhaa työtä koko elinkaaren ajalta, kuten: paperin siirtely, tiedon uudelleensyöttö, datan muotoilu ja hallinnolliset työt, joita nyt tekee moni ihminen (ylläpitäjä, työnjohtaja, koordinaattori, assistentti, tarkastaja, dokumentoija, sihteeri). Tuloksena vähemmän työvoimaa tarvitaan.
Materiaali ja energian kulutus	PLM ympäristössä ihmisillä on käytössään parempaa tietoa, mahdollistaen heidän toteuttaa parempaa suunnittelua ja hankintaa, mikä johtaa alentuviin tuotantokustannuksiin. Digitaalisesti mallinnettu, uuden tuotteen tuotantotila ja -prosessi kaikkiin konfiguraatioihin toteutettuna alentaa kustannuksia.
Materiaalien kustannukset	Tarkempaa ja ajan tasalla olevaa tietoa on saatavilla PLM:n avulla, mahdollistaen ihmisten neuvotella parempi tulos hankittaville komponenteille ja palveluille.
Laatukustannukset	PLM vaikuttaa vähentävästi tehtyjen virheiden määrään markkinoinnissa, suunnittelussa, tuotannossa, toimituksessa ja jälkimarkkinoilla. Mahdollistaa vähenemistä hukkatyössä, toimitussakoissa, takuukustannuksissa, takaisinvedoissa, virheellisissä tilauksissa ja tuotteiden valmistuksessa.
Tiedon tallentaminen	Tiedot ovat tallennettu kustannustehokkaasti ennen kuin paperipinoihin.
Tilan tarve	Sähköisten tallenteiden käyttäminen tekee paperiarkistoista, lokeroista, jne. tarpeettomia.
Varasto	PLM sovellus tarjoaa mahdollisuuden hyödyntää vakio-osia ja katalogeja, joka vähentää varastoinnin tarvetta. Tarkka olemassa olevien osien ja tuotteiden läpikäynti tuo esille monia yhtäläisyyksiä ja potentiaalia rationalisointiin.
Työkalut ja laitteet	Tarkka olemassa olevien prosessien ja konekannan läpikäynti tuo esille monia yhtäläisyyksiä ja potentiaalia rationalisointiin
IT kustannukset	PDM työkalu yleensä toimii niin sanottuna tuotetiedon keskustietopankkina ja infrastruktuurina yrityksissä. Tuloksena osaa yritysten sovelluksista ei enää tarvita. Myöskään linkityksiä tiettyjen sovellusten välillä ei tarvitse ylläpitää.
Tuotekehitys projektit	PLM helpottaa projektien etenemistä. Päätöksiä estää kasvavat kustannukset voidaan tehdä aikaisemmin.
Asiakashankinta	Vaatimustenhallinta sovellukset, jotka ovat osa PLM:ää, auttavat selvittämään asiakasvaatimukset ja alentaa näin kalliita muutoksia vaatimuksiin.
Tuotetuki, korjaus ja modernisaatiot	PLM sovellus säilyttää tiedon eri konfiguraatioista elinkaaren aikana. Jälkimarkkinoinnin insinöörit eivät hukkaa aikaa varaosien etsimiseen tai löytäkseen mitä pitäisi huolta. Asia kuntoon kerralla.

Hyvän tuotemuutoshallinnan saavuttamiseksi yrityksiin hankintaan monesti sitä tukevia sovelluksia. PLM -järjestelmän valitseminen ja käyttöönotto ovat pitkiä ja vaativia prosesseja. Investointipäätöstä tehtäessä yritykset luonnollisesti puntaroivat sovelluksen tuomia etuja ja haasteita. Tutkimuksen mukaan insinöörin työajasta kuluu 15-40 % rutiiniluontoisen tiedon etsintään (McIntosh, 1995). Coopers & Lybrand yrityksen julkaisun mukaan n. 30 % suunnittelijoiden työajasta kuluu tiedon etsimiseen, jakeluun ja ylläpitoon. 20 % sellaiseen työhön, joka on jo kertaalleen tehty (on nopeampi tehdä alusta uudestaan kuin etsiä). Noin 14 % ajasta menee kokouksiin, joiden tarkoitus saada tai jakaa tietoa. 29 % on varsinaista insinööriä ja loput muuta sekalaista ajankäyttöä (Immonen & al. 2012). Stark:n (2011) mukaan tiedon jakeluun ja etsimiseen menee 30-50 % työajasta ja varsinaiseen insinööriä jätettäväksi 30 % työajasta. Eli tämän perusteella näyttää siltä, että tiedon etsintään käytettävää aikaa voisi vähentää. Järjestelmien hakutoiminnoilla ja hyvällä attribuuttikäytännöllä pyritään tätä turhaa aikaa vähentämään mahdollisimman pieneksi.

Tuoterakenteita voidaan tarkastella eri näkymistä, osastoittain, riippuen kuka ja miten tietoa kulloinkin tarvitsee. Esimerkiksi suunnittelu ja valmistus tarvitsevat tietystä kokoonpanosta erilaisen näkymän (Immonen & al., 2012). Järjestelmissä on yleensä myös ominaisuus versioda tuoterakenteita. Tästä on suunnatonta etua tuotteiden jäljitettävyydessä. PLM -sovelluksilla pyritään minimoimaan suunnitteluvirheitä, joista suuri osa aiheutuu jo olemassa oleviin suunnitelmiin tehdyistä muutoksista. Tuotannon osalta PLM -sovelluksesta on hyötyä muun muassa siitä, että suunnittelusta saadaan tieto muutetuista komponenteista ja suunnitelmien muutoksista. Ebert et al. (2008) mukaan PLM -sovelluksen avulla suunnittelija pystyy käsittelemään suunnitteluprosessin työvaiheet ja tietojen eri muodot jaettavaksi tarvitseville henkilöille koko tuotteen elinkaaren ajan. PLM -sovellusta voidaan hyödyntää lisäksi tuotantolaitteiden ja ohjelmien ylläpidossa ja työvälineiden kalibroinneissa (Immonen & al. 2012). Globaaleilla markkinoilla huolto- ja varaosapalveluissa käytetään paljon paikallisia sopimuskumppaneita, joille tiedon jakelu ja saatavuus tulee varmistaa. PLM -sovelluksella kyetään tukemaan Pull, eli vetoperiaatteella toimivaa tiedon jakelua. Tämä tarkoittaa, että eri liityntäpinnoista saadaan suoritettua tietohakuja PLM -sovellukseen. Huoltopalvelujen osalta uudet teknologiat mahdollistavat tuotedokumentaation tutkimisen huoltokohteessa. Lisäksi PLM -sovelluksella voidaan helpottaa varaosatielien automatisointia. Esimerkiksi varaosa- ja huoltotiedot voidaan koota ja tulostaa järjestelmästä suoraan kirjaksi. (Immonen & al. 2012).

PLM -sovellus on lähes poikkeuksetta edellytys toimivalle myyntikonfiguraattorille, kun myydään asiakaskohtaisesti varioituvia tuotteita. Moduulivalintojen ja kiellettyjen yhdistelmien tekeminen voidaan näin estää. Toisaalta tuotemoduuleista voidaan koota asiakkaalle haluttu tuote, jolloin

saatavuus ja kustannustiedot ovat käytettävissä heti. Alihankinnan aktiviteeteissa järjestelmän suurin etu on, että toimittajat saadaan kytkettyä suoraan järjestelmään, jolloin piirustukset ovat heti käytettävissä ja oikeassa järjestelmässä. Hankintatoimen osalta etuna voidaan pitää sitä, että uudistuoteprosessin (NPI) alkuvaiheessa voidaan ohjata tuotetietoa komponenttien etsintää varten. Lisäksi uuden tuotteen lanseerausprosessin läpimenoaika lyhenee, kun pääkomponenttien toimitusaika ja hintatiedot ovat selvillä. Myöhemmässä vaiheessa tuotetietoa ja rakenteita saadaan helpommin hankinnan käyttöön esimerkiksi kilpailutusta varten, sekä linkitettyä internetin välityksellä tavarantoimittajille. Muita sovelluksesta hyödynnettävissä olevia hyötyjä ovat: sisäisen ja yritysten välinen kommunikaation parantaminen, tiedostojen siirrot ja konversiot, turhan työn radikaali väheneminen, virheettömämpien muutosten toteutus (Immonen & al. 2012).

Järjestelmän taloudelliset hyödyt koostuvat toiminnassa säästyneenä aikana, kehittyneenä tehokkuutena ja laatukustannusten pienenemisenä (Immonen & al. 2012). Myös Ebert (2013) on samaa mieltä, lisäksi, että kommunikaation kehittyminen osastojen välillä on keskeisimpiä hyötyjä toimivasta PLM -sovelluksesta. Lisäksi Ebert listaa muitakin etuja, kuten esimerkiksi tehdyn hukkatyön määrä väheneminen, nimikkeistön määrän pieneneminen. Myös oikea tuoterakenne vähentää turhaa varastoa, mikä vähentää sidotun pääoman tarvetta. Perinteinen tapa toteuttaa tuotetiedonhallintaa ilman PLM:ää, eli manuaalinen tiedostojakaminen, rajoittaa työn tuottavuutta ja aiheuttaa työn uudelleen tekemistä (Ebert, 2013). Sovelluksella on myös kilpailukykyä parantavia tekijöitä, kuten: tuotteet voidaan saattaa nopeammin markkinoille, vasteaika lyhyempi yleistäen joka osastolla, virheettömämpi tuote ja sähköisen liiketoiminnan edelleen kehittämisen helpompi toteutettavuus. PLM:llä voidaan saavuttaa: parempi laatu, pienempi kiertoaika, parempi suunnittelun joustavuus, pienemmät yleiskustannukset, prosessien ja työkalujen integraatio ja nopeampi lanseeraus aika (Ebert, 2013). Eri järjestelmien yhteensopivuus on yksi kilpailukykyä edistävä asia. Eri järjestelmien tulee toimia toisiaan tukevana. Esimerkiksi PLM ja ERP -järjestelmien integroiminen tuo monia etuja, kuten: johdonmukainen tiedonhyödyntäminen, tuotteen lyhyempi lanseeraus aika markkinoille, terminologian ja oikeiden prosessien käyttäminen (CIM data, 2005).

PLM – sovelluksen eduista lyhyenä yhteenvedona voidaan esimerkkinä mainita eräs moottoripyörävalmistaja, joka otti käyttöön CMII perusteisen muutostenhallintaprosessin ja saavuttivat sen avulla suuria säästöjä. Muutospyyntötaajuus tippui 2880 kappaleesta 1584 kappaleeseen. Muutuskustannukset vähenivät 88,4M/y 48,6 M/y ja muutoksiin käytettävä aika 18 kuukaudesta 16 kuukauteen. Tuotteen jäljitettävyyssäikä väheni keskimäärin yhdestä viikosta yhteen minuuttiin. (Wu et al. 2014)

2.3 Tuotemuutoshallinnan haasteet

Tuotetiedonhallintaan, mukaan lukien muutoshallinta, liittyy paljon epätietoisuutta, ongelmia ja toiminnan hankaluutta, joita seuraavaksi käsitellään haasteina. Ne liittyvät monesti yrityksen kulttuuriin, ihmisiin, toimintatapoihin, koneisiin ja laitteisiin sekä sovelluksiin. Seuraavaksi käyn näitä läpi tarkemmin.

Yrityksen henkilöstöön ja rakenteisiin kohdistuvat haasteet voivat olla hyvin erilaisia organisaation koosta ja rakenteesta riippuen. Esimerkiksi laajoilla organisaatioilla, jotka toimivat monissa eri maanosissa, voi olla tuotetiedonhallintaprosessi ja järjestelmät kunnossa, mutta tuoteprosessin kontrolli ei ole kenenkään hallussa. Esimerkkinä Stark (2011) toteaa Airbus A380 lentokoneen tuoteprosessin, jonka ensimmäinen luovutus piti olla asiakkaalle vuonna 2005 ja se myöhästyi lähes 2 vuotta ja maksoi 6M\$ ylimääräistä. Tässä tapauksessa oli varmasti muitakin merkitseviä tekijöitä, mikä johti myöhästymiseen, mutta Stark on halunnut nostaa organisaation sirpaloituneen tuotekehitysorganisaatorakenteen esille vahvana esimerkkinä. Keskitetyissä organisaatioissa on useammin erilaiset haasteet. Yleisimpiä Immosen & al. (2012) mukaan on: tiedon käyttö- ja tallennusmuotojen vaihtelu, eri yksiköissä tai osastoissa tuotettavan tiedon eheyden ja ristiriitaisuuden varmistamattomuus ja viimeisimmän tuotedokumentaation version sijainti. Varsin samoilla linjoilla on Stark (2011), lisäksi vielä osastojen väliset eroavaisuudet tietojen syöttämisessä. Sama tieto voi olla eri tavalla kerrottu eri osastojen toimesta. Suunnitteluista tieto tehdyistä muutoksista ei kulkeudu muille osastoille tai sopimuskumppaneille, eli tuotteita valmistetaan vanhentuneella piirustusrevisiolla, tai päivitetään vanhaa dokumenttia, josta on uudempi versio olemassa. Alihankintasuunnittelulla ei välttämättä ole yhteensopiva järjestelmää tai niiden tukemien tallennusmuotojen rajapinnat eivät kohtaa. (Immonen & al. 2012). Alla, taulukossa 3 on Stark:n yhteenveto henkilökuntaan ja organisaatioon liittyvistä potentiaalisista haasteista PLM ajattelumaailman mukaan. Peruslähtökohtia tuotetiedon muutoshallintahankkeelle on organisaatiolle kuvattu visio tulevasta ja visiosta johdetut kehityshankkeet. Haasteena onnistumiselle toteutukselle voi olla keho viestintä tai puutteellinen osallistuminen ja niiden henkilöiden huomiotta jättäminen, jota muutos eniten koskee. (Immonen & al. 2012)

Taulukko 3. Henkilökuntaan ja organisaatioon liittyviä haasteita (mukaiillen, Stark, 2011)

Työntekijöihin liittyvät haasteet	Organisatoriset haasteet
Väärä osaamisyhdistelmä	Jokaista resurssia ohjataan yksittäin
Väärä kokemus	Tiettyjä resursseja ei ole organisoitu
Ei riittävästi innovatiivisuutta	Joillain resursseilla ei omistajaa
Ei riittävästi sitoutumista	Tavoitteet eivät ole selviä
Ei riittävästi adaptiivisuutta	Vastuut eivät ole selviä
Työvoimakustannus liian suuri	Auktoriteettirajapinnat eivät ole selvät
Ei opita uutta	
Hidas vasteaika uuteen teknologiaan	
Ei valtuuksia	
Ei riittävästi kurinalaisuutta	

Toimintaan, prosesseihin ja tuotteeseen liittyviä haasteita löytyy myös paljon. Stark:n (2011) mukaan tuotetiedonhallinnan ongelman lähteitä edellä mainittujen lisäksi ovat: heikosti määritellyt tuotteet, epäselvät prosessit, tavoitteiden puuttuminen ja oikeiden työmenetelmien puute. Tuotetiedon lähemmin viittaavia haasteita ovat: siiloutunut tuotetiedon, eri osastoilla eri lähtötiedot, eriäviä osanumeroita, samalle projektille monta nimeä, monia tiedostoja ristiriitaisilla tiedoilla, tuoteerittelyn ja dokumentaation ristiriitaisuus fyysiseen tuotteeseen ja testausohjelman läpinäkymättömyys (Stark 2011). Alla, taulukossa 4, on esitetty tarkemmin näihin kategorioihin liittyviä haasteita. On selvää, että erilaiset ihmiset, eri rooleissa suhtautuvat muutoshallintaan eri tavalla. Ihmiset joita asia vähemmän kiinnostaa ovat myös yleensä sitä mieltä, ettei moista järjestelmää tarvita. Tästä johtuen on myös selvää, että ilman johdon tukea tällaista vastuuta jakavaa prosessimaista toimintaa on mahdotonta implementoida. (Stark 2011).

Taulukko 4. Toimintaan, prosessiin ja tuotteeseen liittyviä haasteita (mukaiillen, Stark, 2011)

Toiminnan haasteet	Prosessin haasteita	Tuotteen haasteita
Menetelmien tuen puute	Tuotekehitysprosessi on hidas	Tuotetiedon löydettävyyys
Menetelmien tiedon puute	Projektien takaa tilaa ei tiedetä	Tuotetiedon jaettavuus kollegoiden kesken
Kaksoismenetelmät	Muutosprosessi on liian hidas	Keskeneräisten versioiden käyttäminen
Menetelmien päällekkäisyys	Hukataan aikaa tehottomissa prosesseissa	Historiatiedon löytymättömyys
Menetelmien integroinnin taso	Tehdään tarpeettomia, arvoa lisäämättömiä tehtäviä	Kaksoistietoa tallennettu
Menetelmien ristiriitaisuus	Tehoton prosessi johtaa tarpeettomaan matkusteluun ja tapaamisiin.	Väärää dataa lähetetään asiakkaalle
	Tilausprosessin työvaiheet luovat uusintatyötä.	Luotettavan datan katoaminen
		Monia päällekkäisiä tietovarastoja
		Tiedon omistajuus epäselvää
		Tieto ihmisillä ei järjestelmissä
		Usean tietolähteen hallinnan vaikeus

Monesti yrityksissä on käytössä virallisia ja epävirallisia muutoksenhallintaprosesseja (Jarratt 2010). Ihmiset myös pitkittävät tarvittaviin muutoksiin liittyviä päätöksiä, koska muutoksen aloittaminen on epäkiitollista tai he odottavat muita muutoksia tulevaisuuteen, tai koska he haluavat näyttää sankareilta pelastaessaan projektin (Fricke et al, 2000). Kotterin (1995) mukaan yritykset kärsivät muutosten läpiviemisestä, koska heillä ei ole siihen prosessimaista lähestymistapaa, sen sijaan he käyttävät oikoteitä olettamalla, että yksilöt omaavat uudet toimintatavat ilman koulutusta tai tiedostusta sen tarpeellisuudelle. Yrityksillä on myös tapana soveltaa samaa prosessia muutoksen hallintaan riippumatta muutoksen tyyppistä (Eckert, 2006). Toisaalta voi olla, että kaikki muutostieto ei ole saatavissa. Monissa yrityksissä osa historiamuutostiedosta on kerääntynyt vanhemmille suunnittelijoille niin sanotuksi kokemustiedoksi, jota on hankala jakaa organisaatiossa muiden käyttöön (Jarratt, 2004b). Ebert:n (2013) mukaan Järjestelmät koetaan monesti hyvin monimutkaisiksi käyttää, joten käyttäjät palaavat vanhojen järjestelmien käyttöön. Muutospaineita aiheuttavia ja tuotetiedon määrää lisääviä tekijöitä markkinoilla kasvaa. Tämä vaatii kykyä muuttaa tuotteitaan ja toimintatapojaan.

Monilla yrityksillä saattaa olla useita sovelluksia esimerkiksi suunnitteluun. Samaan aikaan tuotemuutokset tehdään monesti manuaalisesti, matriisiorganisaation kautta. Muutos saattaa kulkea kymmenien ihmisten kautta, vievän heidän aikaa ja pitkittää prosessia. (Stark 2011). Kuitenkin nykyäänkin järjestelmiä hyödyntäen muutokset koskevat monia osastoja. PLM -sovellusta harkitseville yrityksille on tärkeää ymmärtää liiketoimintalogiikka ja heidän prosessinsa. Yrityksen

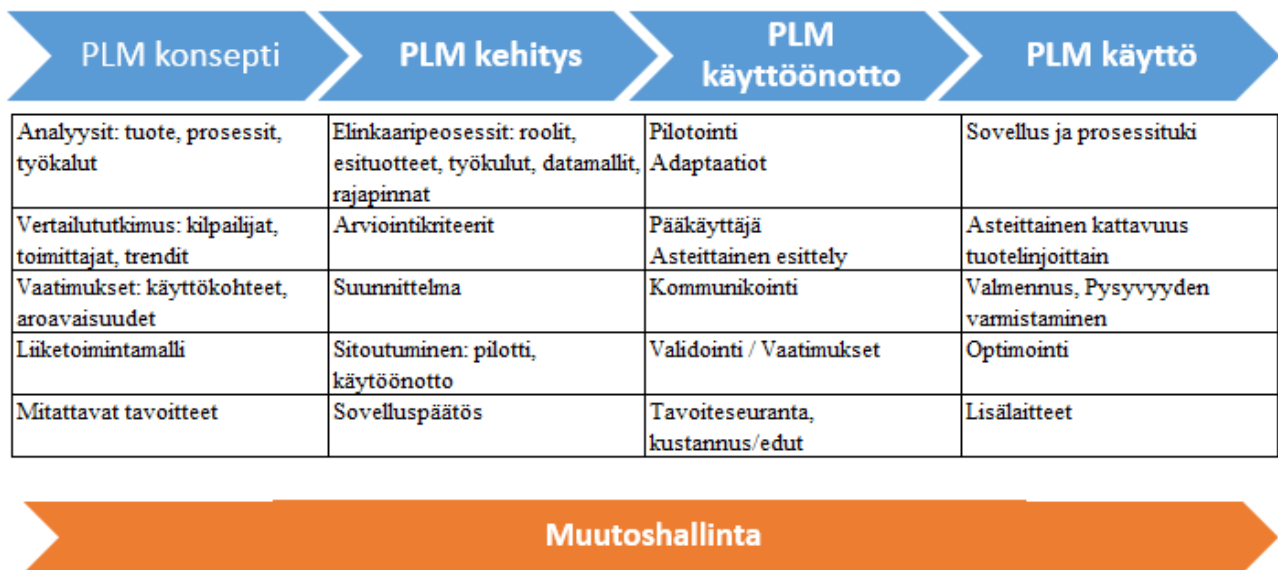
tulee ymmärtää PLM arkkitehtuurinsa eli vanhat työkalut yhdistettynä kankeaan liiketoimintalogiikkaan tulee korvata uutta liiketoimintalogiikkaa tukevilla työkaluilla, kuitenkin huomioiden toimivat työtavat (Bergsjö, 2008). Tehokkaiden prosessien käyttöönotto liitettynä tarkoituksenmukaisiin työkaluihin vaatii syvällisen muutostenhallinnan, mikäli halutaan saavuttaa pysyviä tuloksia (Ebert, 2013).

PDM -sovellus ei yleensä korvaa yrityksen muita järjestelmiä vaan se liitetään toimimaan olemassa olevien järjestelmien kanssa. Tässä yhteydessä ei kuitenkaan tarkastella tiedon integraation siirtotapoja. Tätä ei koeta tässä yhteydessä tarpeelliseksi käsitellä, koska sopivia yhteystapoja on löydettävissä markkinoilta riittävästi. Tärkeämpää tämän tutkimuksen kannalta on, että tiedetään missä järjestelmässä mitäkin tietoa hallitaan. Tavoitteeksi on syytä asettaa, että tietoa hallitaan vain yhdessä paikassa. PDM -sovelluksen käyttöönottoprojektiin tulee huomioida useista kuukausista vuosiin aikaa ja resursseja Käyttöönottoprojektin läpivienti käsittää muun muassa seuraavia vaiheita: muutostarpeen ymmärtäminen ja tunnustaminen, nykyisten ja tavoiteprosessien kuvaaminen, järjestelmän valinta, toteutusvaihe, käyttöönotto ja muutoshallinta. Käyttöönoton ongelmaosa-alueita on muun muassa liian vapaat toimintatavat, epäselvät vastuut, ohjeistuksen puute ja järjestelmän käytön jakaantuminen eri osastoilla. ”PDM järjestelmän käyttöönottoprojekti ei ole ensisijaisesti järjestelmähanke, eikä IT-hanke, vaan muutoshanke”. (Immonen & al. 2012). Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että tuleva järjestelmä vaikuttaa moniin henkilöihin eri organisaatiotasoilla. Heidän työtapansa tulee mitä todennäköisimmin muuttumaan. Nämä henkilöt on saatava kokemaan uusi järjestelmä työtä helpottavana järjestelmänä. Käyttöönottoprosessissa erittäin tärkeää on yrityksen johdon tuki projektille.

Taulukko 5. PLM- ja PDM-sovelluksen potentiaalisia haasteita (mukaiillen, Stark, 2011)

PLM haasteita	PDM haasteita
Huonosti käytetyt sovellukset	Useita PDM sovelluksia
Vähän käytetyt sovellukset	Kaksoistoiminnallisuudet
Korkean kustannuksen sovellukset	Heikko implementointi
Epäkäytännöllinen tuotetuki	Byrokraattisuus käytössä
"villikissa" sovellukset	Liian paljon räätälöintiä
Kaksoisohjelmistot	Epäkäytännöllinen tuotetuki
Liian paljon sovelluksia	Huonosti käytettävä datamalli
Liian paljon räätälöintiä	Rajoitettu työnkulku
Liian paljon liitännäispintoja	Osa tuotetiedosta ei hallita PDM:llä
Liian paljon muutoksia	Kallis tuotetuki
Hidas vasteaika uuteen teknologiaan	Hidas vasteaika
Ei integroitu liiketoimintaan	

Burr et al. (2005) mukaan järjestelmiä integroitaessa haasteina on määrittää pääjärjestelmä, tarvittava integraation määrä ja prosessien hallinnointi. Myöskään pelkkä järjestelmä ei itsessään ratkaise tiedonhallinnan ongelmia, vaan se on työkalu, jolla voi hallita niitä. (Immonen & al. 2012). Yrityksen ulkopuolisista haasteista voidaan mainita järjestelmäpuolella epätietoisuus. Varsinkin PLM ajattelun alkuaikoina PLM markkinoiden tunnettavuus ja tekninen taso olivat heikohkoa. Huan ja Mak (1998) näkevät järjestelmien leviämisen esteenä seuraavia asioita: yritykset eivät tiedä järjestelmien olemassa olosta, käyttäjävaatimukset eivät kohtaa tarjontaan, järjestelmät ovat liian hankalia käyttää, liian suuri määrä dataa pitää syöttää ja järjestelmä ei tarjoa mitä lupaa. Tuotetiedon hallintajärjestelmää käyttöönotettaessa yrityksen prosesseja tulee kriittisesti tarkastella ja tarvittaessa muuttaa. ”PDM: n toteuttaminen yrityksessä on myös prosessimuutosten toteuttamista” (Immonen & al. 2012). Batenburg (2006) on samoilla linjoilla todeten, että PLM ei ole vain olemassa olevan prosessin automatisointia, vaan käyttöönotto vaatii prosessien ja työtapojen muuttamista. Ebert (2013) lisää vielä tähän yhteyteen työn organisoinnin ymmärtämisen tärkeyden. Kuvassa 3 on esitetty PLM käyttöönottoprojektin päävaiheet ja vaiheiden tärkeimmät keskittymisalueet. Tällaista suunnitelmää noudattaen voidaan ehkäistä joitakin projektin riskejä ja huomioida tässä tunnistetut haasteet.



Kuva 1. PLM käyttöönottosuunnitelma (mukaillen, Ebert, 2013)

Järjestelmien hankinta- ja käyttöönottamisprojekti ei ole kuitenkaan aivan nopea juttu. Abramovicin (1999) mukaan johtavilla yrityksillä on mennyt keskimäärin 31 kuukautta ottaa PLM -järjestelmä käyttöön ja niin sanotuilla seuraajayrityksillä jopa 45 kuukautta. Eräs moottoripyörävalmistaja päätti ottaa käyttöön CMII perusteisen muutostenhallintajärjestelmän (Windchill PTC). Heillä on käytössä

erillinen ERP – sovellus. Tämä yritys aloitti implementoinnin vuonna 2004 ja sai sen toimintaan vuonna 2007. Ennen järjestelmää yrityksessä tehtiin tuhansia suunnittelumuutoksia vuosittain. (Wu et al. 2014). Pitkästä käyttöönottoajasta kertoo muutoksien suuri lukumäärä, ja uusien tuotekehitysprojektien lukumäärä (24kpl) vuosittain. Tämä tutkimus ei kerro oliko yrityksellä ennen tätä muutosta mitään muutoksenhaallintajärjestelmää tai prosessia olemassa.

3 TUOTETIEDONHALLINNAN PROSESSI

Tässä kappaleessa kerron lyhyesti tuotetiedonhallintaprosessin historiasta ja niiden kehitysvaiheista. Toiseksi tuodaan esille, millainen on tuoteprosessi ja mitä tarkoitetaan tuoterakenteella yleisellä tasolla. Kolmanneksi kerron lyhyesti, miten prosesseja voidaan kuvata, millaisia erilaisia tekniikoita ja malleja on olemassa. Neljänneksi tuon esille millaisia työvaiheita PLM -sovelluksen prosessissa esiintyy. Viidenneksi esitän kaksi tuotemuutosprosessia, niiden päävaiheet sekä niiden hyviä ja huonoja puolia.

3.1 Tuotetiedonhallinnan taustaa ja kehitysvaiheita

Prosessimainen ajattelu alkoi yleistyä yrityksissä 1900 – luvun loppupuolella, perinteisestä matriisiorganisaatiosta alettiin muokata aktiviteetteja prosesseiksi. Toimivassa prosessissa tulee olla määriteltynä sen: laajuus, omistaja, tarkoitus, päätepiteet ja mittarit. Prosessit ovat työläitä ylläpitää, niiden kehittämättä jättäminen hidastuttaa prosessia ajan kuluessa ja monesti kehittämiseksi ei ole määriteltä resurssia. Prosessien luominen saattaa aiheuttaa päällekkäisyyksiä muiden prosessien kanssa ja näin harhaanjohtaa henkilökuntaa. (Stark 2011). Tuotetiedonhallinnan prosessi ei aina ole ollut sitä miksi se nykyään ymmärretään. Vielä 90-luvulla EC-prosessilla (Engineering Change) tarkoitettiin pääasiassa vain vanhojen virheiden korjaamista, eikä ymmärretty tuotteen muutoksenhallinnalla saavutettavaa kilpailuetua (Vianello, 2012).

Prosessina tuotehallintaa on tutkittu laajasti suunnittelualalla tuotteen elinkaariajattelun näkökulmasta. Huang, Yee ja Mak (2003) esittivät kolmivaiheisen ECM –käsittelyn. Tavcar ja Duhovnik (2005) esittivät viisi portaisen ECM –mallin, mikä sisältää vaiheet: muutospyyntö, muutosvalmistelu, hyväksyntä, dokumentointi ja tuotannon implementointi. Jarratt et al. (2004a) esitti tästä hieman edistyneemmän, kuuden portaan tuotemuutosmallin. Stark (2011) tuo kirjassaan esille useita monivaiheisia muutosprosesseja alkaen kolmiportaisesta prosessista aina yhdeksäntoista (19) portaiseen prosessiin. Tämä kertoo siitä, ihmisten ajattelutavan tästä aiheesta kehittyessä prosessiin on lisätty vaiheita varmistamaan, prosessin eteneminen ja että kaikki muutoksen vaiheet tulevat varmasti tehdyiksi. Vähempiportaisissa malleissa yksi porras, toiminto, sisältää enemmän tietoa kuin useampaan osaan pilkotussa mallissa. Kuitenkin tulee huomioida se, että kaikkea tietoa ei välttämättä ole vähempiportaiseen malliin sisällytetty. Moniportainen malli on prosessina käyttäjilleen tarkempi. Myöhemmin Wu et al. (2012) esitti Configuration Management II (CMII)

standardiin perustuvan ECM-mallin, mikä tässä mainittujen, aikaisemmin lanseerattujen lisäksi sisälsi nopean (fast track) ja täyden käsittelyn (full track) prosessin. (Wu et al., 2014). II tässä tarkoittaa malin evoluutioastetta.

Uudistuoteprosessi eli NPD – prosessi (New Product Development) on lähes samanlainen yrityksestä riippumatta, lähtötilanteena vaatimukset uudelle tuotteelle ja lopputuloksen uusi tuote (Stark 2011). Kuitenkin tarkemmin sisältöä tarkastellen se pitää sisällään useita vaiheita kuten: mahdollisuuksien tunnistaminen, konseptin kehittäminen, konseptisuunnittelu, yksityiskohtainen suunnittelu, prototyypin luominen ja testaus ja sarjavalmistuksen ylös ajo. Tämän prosessin aikana syntyy muutoksia, joita ei kyetä kyseessä olevan projektiin toteuttamaan, vaan ne joudutaan toteuttamaan ECM – prosessin avulla. (Reddi and Moon, 2011). *”Tuoteprosessi on tuotteen markkinoillesaattamis- ja elinkaariprosessi geneerisellä ja abstraktilla, ei fyysisen tuotteen tasolla”*. Tuoteprosessi jakaantuu tuotteen markkinoille saattamisprosessiin ja tuotteen ylläpitoprosessiin. (Immonen et al. 2012).

3.2 Tuoterakenne yleisesti ja sovelluksessa

Tuoterakenne on yleensä hierarkkinen malli tuotteen eri osien ja aliosien sijoittelusta. Yrityksissä eri osastot tarvitset erilaisia näkymiä tuotteeseen perustuen siihen tehtävään, jota osasto suorittaa. Bill of Materials (BOM) tarkoittanee vapaasti suomennettuna tuoterakennetta. Se on juuri hierarkkinen tapa kuvata tuotteen osien sijoittuminen toisiinsa nähden. Muita tuoterakenteen kuvaustapoja ovat: nuolikaavio, osalistaus (Stark 2011). Tuoterakenteesta voidaan erotella useampi BOM – rakenne riippuen siitä, mikä tuotteen elinkaaren vaihe on kyseessä. Yleensä ensimmäinen on eBOM (suunnittelun tuoterakenne). Valmistusvaiheessa on käytössä mBOM (valmistuksen tuoterakenne), joka tuo esille valmistukselle tärkeitä osia/asioita, joita suunnittelurakenteen ei tarvitse huomioida. Ja edelleen sBOM (jälkimarkkinoinnin tuoterakenne), joka huomioi huollolle ja varaosatoiminnoille tärkeät asiat. Lisäksi on tärkeää, että tuotteen rakenteesta voidaan esittää eri esitysmuotoja. Joillekin asiakkaille voi olla tärkeää nähdä tuotteen tekninen erittely, asiakkaan eri osaston edustalle taas saattaa olla tärkeää nähdä tuotteen huoltokohteet. (Stark 2011). Tuoterakenteen ylläpito on tärkeimpiä toimintoja PDM/PLM järjestelmässä. Rakenteellisen tiedon, kuten version-, muutosten-, tai konfiguraatioiden hallinta perustuvat tyypillisesti tuoterakenteen hallintaan. Tuoterakenne mahdollistaa eri kokoonpanojen esittämisen syy-seuraussuhteita käyttäen. Tuoterakenne voidaan esittää geneerisen tuotetietomallin mukaan tai tuoteyksilökohtaisena osaluettelona (Bill of Materials, BOM). (Immonen & al. 2012).

Tuoterakenteen hallinnointi sovelluksen osalta on paljolti dokumenttien hallintaa, tarkoitetaan esimerkiksi piirustusten muokkaamista. Tällöin dokumentti otetaan muokkaustilaan (check out), muutosten jälkeen dokumentti palautetaan takaisin järjestelmään (check in). Tällöin dokumentti on yleensä kesken -tilassa (draft). Hyväksyntäkäytäntöjen mukaan dokumentti tarkastetaan (review) ja uusi revisio hyväksytään käytettäväksi (approved). Nimikkeen perustamisessa ja hallinnassa on kyseessä aivan sama prosessi. Tuoterakenteille prosessi on vastaava, siinä rakenteen tilaa muutetaan vastaavin askelin. Suunnittelija esimerkiksi luo nimikkeen tekemänsä piirustuksen pohjalta, suunnittelun esimies hyväksyy nimikkeen ja hankinnasta vastaava henkilö vapauttaa (release) nimikkeen käytettäväksi. PLM -sovellukset toimivat normaalisti yleisen muutoshallinnan prosessin mukaisesti. Prosessikaaviot ovat ”piirretty” ohjelmaan sisälle ja sovellus toimii sille määrätyn logiikan perustella. Toimenpidenuolet ovat yleensä merkki lähettää määritetylle roolille viesti tehdä tai kuitata jotain. Muutoshallinta toteutetaan sovelluksessa yleensä keskitetysti siten, että muutosprosessin hallittavuus säilyy ja muutoksesta tiedotetaan kattavasti tietoa tarvitsevia osastoja. (Immonen & al. 2012). Toisaalta järjestelmällä voidaan hallita muutosten toteutusta ja työnkulkua, kaikkia muutoksia ei tarvitse heti toteuttaa, vaan ne kerätään ja toteutetaan kootusti. Sovelluksessa olevilla haku- ja etsintätoiminnoilla edesautetaan jo luotujen nimikkeiden, rakenteiden ja piirustusten löytämistä jalostamista tai muokkaamista varten. Erilaisille dokumenteille, piirustuksille ja rakenteille annetaan attribuuttitietoja kuvaamaan nimikettä mahdollisimman kattavasti ja samalla vähennetään saman nimikkeen luominen kahdesti (Immonen & al. 2012).

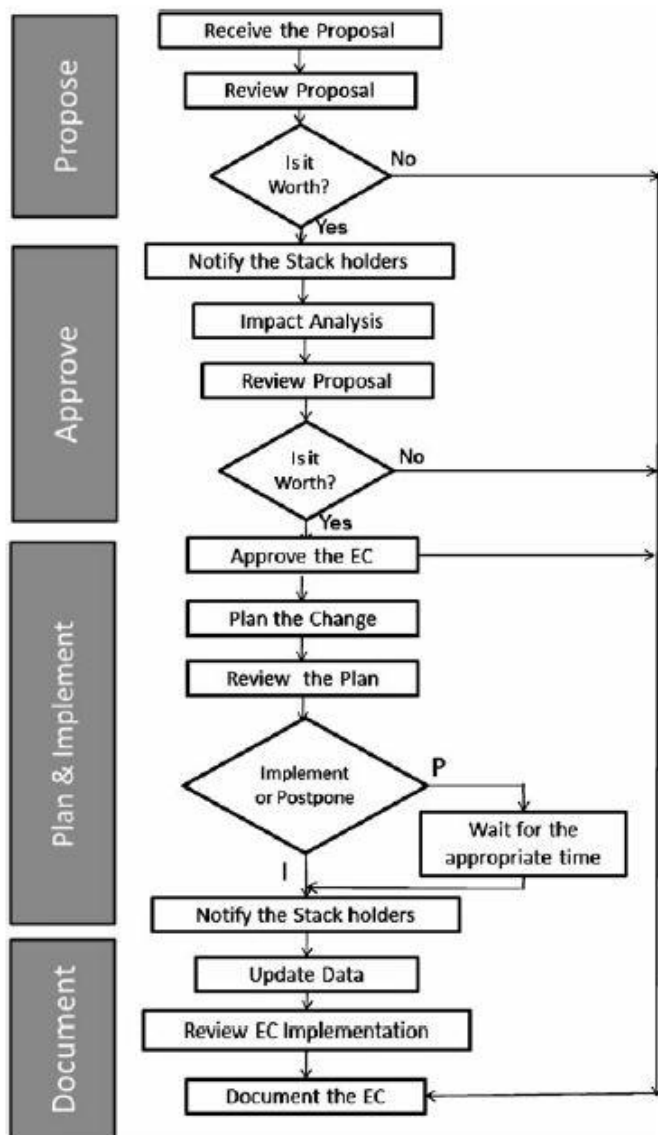
3.3 Prosessin kuvaustekniikat

Tuote- ja tuotetiedon hallintaprosessin kuvaamiseen on olemassa monia eri tekniikoita. Yleensä kuvaustavat ja mallit koostuvat tekstiselitteistä ja graafisista symboleista, joilla on omat merkityksensä. Mallinnusmenetelmästä riippuen symbolit tarkoittavat aktiviteettia tai objektia. Näiden väliset yhteydet on yleensä kuvattu nuolilla. Yksi kuvaustapa on aktiviteettivirta – kaavio, eli tunnetummin toimintopuu, jossa prosessi koostuu päätöstä vaativien aktiviteettien virrasta. Toinen yleisesti käytetty tapa on niin sanottu ”uimaratakaavio”, jossa edellisen kaltainen toimintopuu on jaettu roolitettaviin osiin eli uimaratoihin. Radan reunat kuvaavat osaston vastuun rajaa. Kolmas yleisesti tunnettu kuvaustapa on käyttötapauskaavio, jossa graafisesti kuvatut aktiviteetit ovat viivoilla linkitetty graafisiin käyttäjähahmoihin. (Stark 2011). Näiden lisäksi on olemassa EPC-mallinnustapa (Event-driven Process Chains, mikä on periaatteiltaan kuten toimintopuu, mutta esittää lisäksi, miten aktiviteetit on toteutettava. Mendling (2008) määrittää EPC:n seuraavasti. *EPC on*

liiketoimintaprosessien mallinnustapa ajallisten ja loogisten aktiviteettien riippuvuuksien esittämiseen. Aktiviteettien riippuvuudet on kuvattu nuolin ja linkitysvaihtoehtoja on kolme: AND (symboli \wedge), OR (symboli \vee) sekä XOR (symboli \oplus). Näillä siis ohjataan aktiviteettien virtaa, eli nämä määrittävät kulkusäännöt riippuvuuksien välillä. Muita muutostenhallintaan soveliaita työkaluja ja menetelmiä ovat: C-FAR (Change Favourable Representation), ja CPM (Change Prediction Method) (Jarratt, 2004a). ICM (Institute of Configuration Management) on esittänyt ECM –prosessin standardoimista kehittämällään CMII-mallilla (ICM 2004). Tätä mallia voidaan soveltaa ECM -prosessin luomisessa ja sitä hyödyntämällä voidaan tukea suunnittelun ja valmistuksen toimintojen integrointia. Muita ECM – prosessin kehittämistä tukevia malleja on Cheng, Chen ja Chang (2012) esittämä ECMS (Engineering Chain Management System), jonka perusideana on vähentää suunnitteluvirheitä.

3.4 Tuotemuutosprosessin mallit

Tuotemuutosprosessia kuvaavia valmiita malleja on löydettävissä useita. Esitän niistä tässä seuraavaksi kaksi erilaista. Kuvassa kaksi (2) on kuvattu tyypillinen ECM -prosessi (Engineering Change Management) lähteen alkuperäisellä kielellä, kuten työn rajauksessa mainittiin. Reddi ja Moon (2011) mukaan prosessi alkaa, kun havaitsijalta vastaanotetaan ehdotus muutoksesta (Proposal). Ehdotus katselmoidaan ja hyväksytään tai hylätään. Ehdotukselle tarkastellaan teknisestä ja taloudellisesta näkökulmasta, mikäli nimetyt henkilöt puoltavat ehdotusta, se hyväksytään. Tämän jälkeen luodaan muutossuunnitelma ja ajoitetaan muutos. Lopuksi, muutoksen toteutuksen jälkeen, päivitetään dokumentaatio ja kirjataan muutoksen aikaiset epäkohdat ja kokemukset. Immonen & al. kuvaa ECM- prosessin vastaavasti, pois lukien muutama erilainen ilmaus tai termi samasta asiasta, seuraavasti. Muutosprosessi käynnistyy tehtäessä muutospyyntö, ECR. Muutoksen syynä voi olla esimerkiksi suunnittelun virhe, asiakkaan toive ja ehdotus paremmasta ratkaisusta. ECR:n tekijä määrittää muutokseen liittyvät kohteet, nimikkeet ja dokumentit. Muutoksista vastaavat henkilöt tutkivat ECR:n ja tekevät tästä muutosmääräyksen, ECO. Muutosmääräykseen liitetään tai viitataan tarvittavat, muutettavat tiedostot. Tämän jälkeen muutosmääräys tarkastetaan ja vapautetaan (Release) ja lopuksi tiedotetaan organisaatiota muutoksesta (ECN). (Immonen & al. 2012).



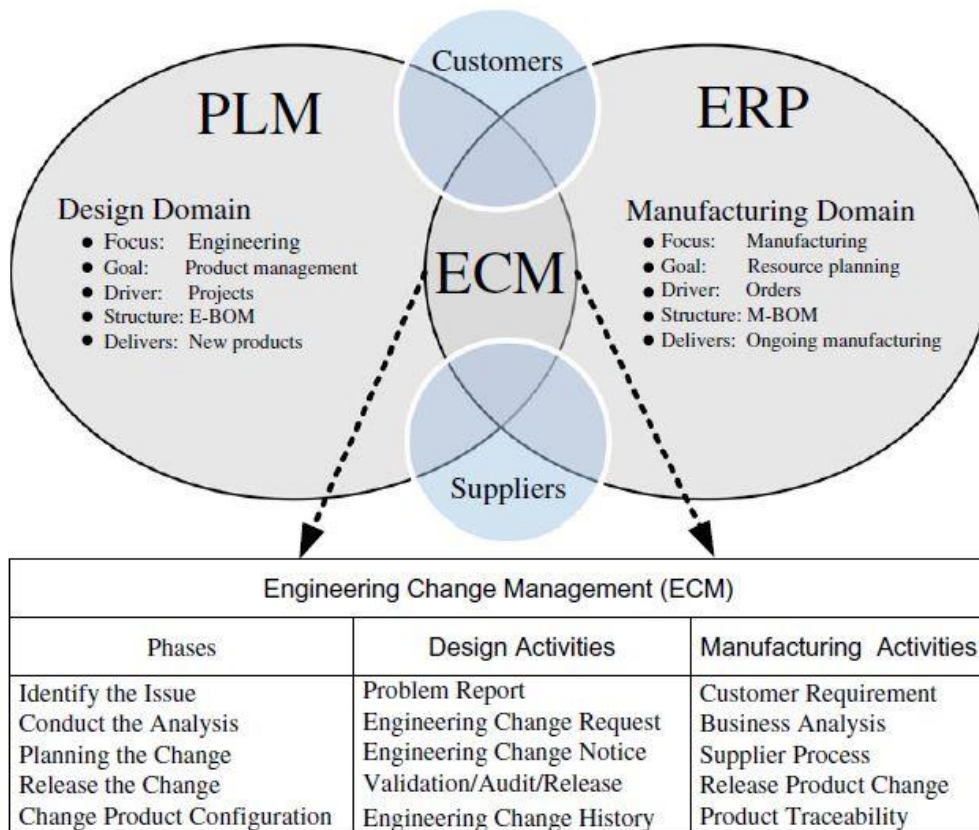
Kuva 2. Tyypillinen ECM prosessi. (Reddi and Moon, 2011)

Tämän yllä kuvat mallin etuja on sen yksinkertaisuus, ymmärrettävyys ja luettavuus. Päävaiheet ehdotelma, hyväksyntä, implementointi ja dokumentointi ovat visuaalisesti esillä. Tämä malli tällaisena kaaviona ei kuitenkaan huomioi sovellusta missä toiminto tehdään, tai kuka tehtävän suorittaa ja onko tarvetta tehdä muita toimenpiteitä toisissa järjestelmissä. Malli on toimiva, mikäli organisaation koko ja rakenne kykenevät muutoksia toteuttamaan tämän avulla. Malli antaa paljon vapauksia henkilöiden toiminnalle.

Toinen esittämäni malli perustuu CMII-malliin. Malli tarjoaa standardoidut ohjeet tuotteiden hallinnalle, toiminnoille ja prosesseille. Malli on kaksiosainen sisältäen vaatimukset ja fyysiset osat. Vaatimukset ohjaavat aktiviteetteja. Kolme pääyksikköä, valmistaja, käyttäjä ja CRB (Change Review Board) osallistuu jokaiseen aktiviteettiin prosessissa. Nämä kaksi osaa sisältävät kahdeksan työsaa: aikataulu, lähtötilanne, valtuutus, työn toteutus, tarkastus, muutospyyntö, muutosilmoitus

sekä päivitys ja vapautus. (ICM 2004). Myöhemmin ICM on tuonut tarjolle lisäosan suunnittelun ja valmistuksen toimintojen optimointiin. Tämä kehittynyt CMII mahdollistaa valmistusprosessin mukautua muutokseen kuitenkin pitäen vaatimukset selvänä ja voimassa olevina (ICM 2012).

CM -prosessin pääosa-alueet keskittyvät PLM- ja ERP järjestelmien liityntäpintoihin, joita yhdistää ECM. Kuvassa 3 on esitetty CMII perusteisen ECM-mallin yleiskuvaus. PLM osio on keskittynyt suunnittelun tehtäviin, kun taas ERP osio oikealla keskittyy valmistuksen aktiviteetteihin. Kummallakin prosessilla on oma kohteensa ja tavoitteet. Näiden prosessien rajapinnassa on muutostenhallinta, ECM. Wu et al. (2014) mukaan tällä kuvataan tiedonvaihtoa prosessista toiseen. Esimerkiksi tuoterakenteisiin liittyviä nimiketietoja siirretään PLM osasta ERP osaan. Ja toisinpäin siirretään valmistukseen liittyvää tietoa, kuten mBOM, eli millainen valmistusrakenne tuoterakenteesta tuli. Asiakas, joka haluaa useasti tuotteeseensa muutoksia, liittyy muutosprosessiin oleellisesti sekä toimittajat, joita muutospyynnöt usein koskettavat.



Kuva 3. CMII perusteinen ECM mallin yleiskuvaus (Wu et al. 2014)

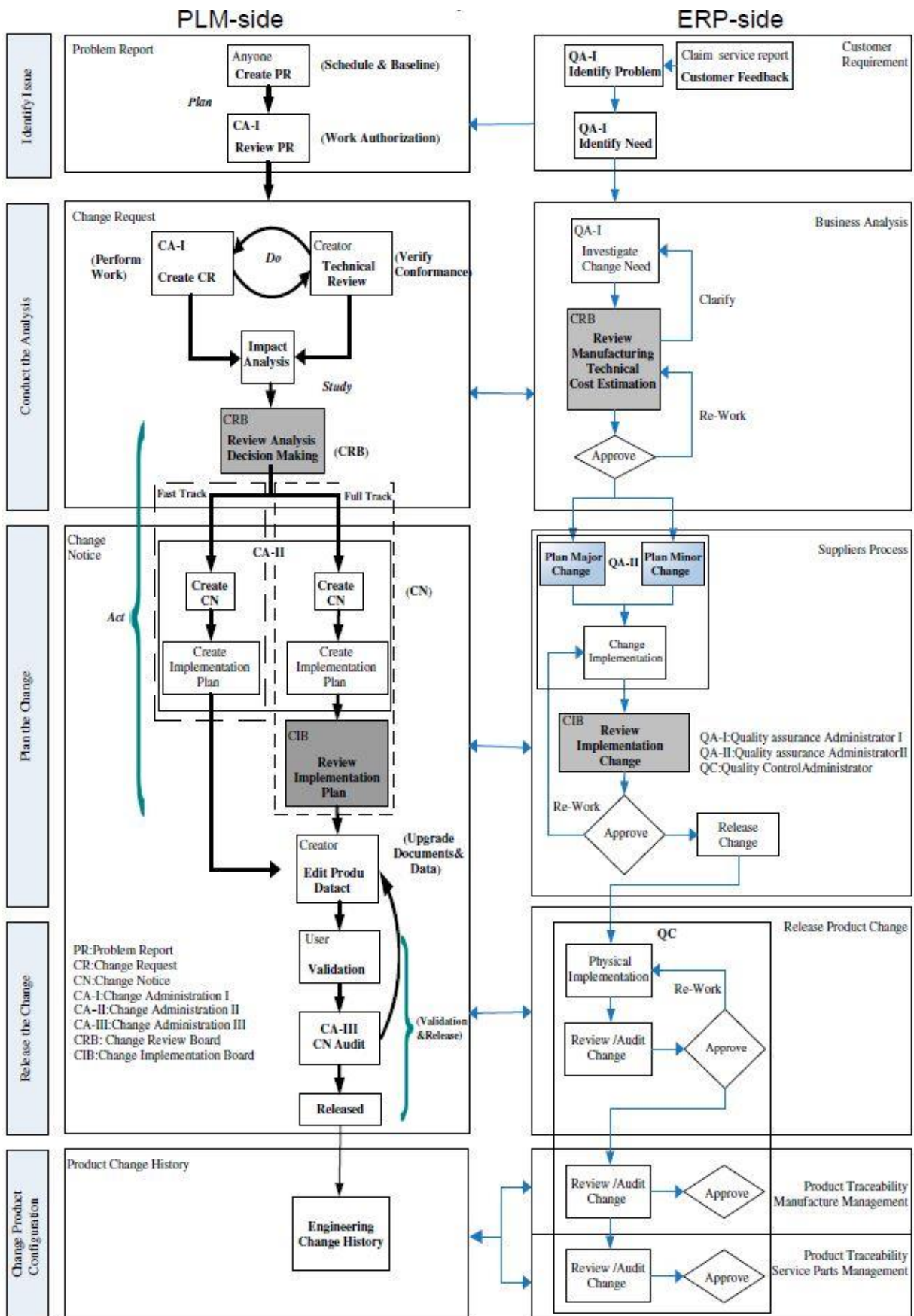
CMII – mallissa on viisi päävaihetta: tunnista ongelma, suorita analyysi, suunnittele muutos, toteuta muutos ja muuta tuoterakenne. Vastaavasti viisi vaihetta seuraa näitä päävaiheita PLM- ja ERP osioissa. PLM prosessissa ne ovat: ongelmaraportti, muutospyyntö, muutosilmoitus, validointi ja muutoshistoria. ERP prosessissa vaiheita on: asiakasvaatimus, vaikutusanalyysi, toimittajan prosessi,

tuotemuutosilmoitus ja tuotteen seurattavuus. Kuvan 3 kuvaus antaa peruslähtökohdat muutosprosessille ja kertoo mitä samanaikaisissa vaiheissa tapahtuu eri järjestelmissä. Tästä johdettu kaaviomainen kuvaus on esitetty seuraavassa kappaleessa.

Kuvassa 4 on esitetty CMII – mallin mukainen muutoshallintaprosessi. Mallin viittä päävaihetta tarkastelemalla hieman tarkemmin, saadaan selkeä käsitys siitä, mitä missäkin päävaiheessa tapahtuu PLM -järjestelmässä tai ERP -järjestelmässä. Tästä mallista poiketen ERP – prosessin toimintoja voidaan tehdä myös PLM järjestelmässä tai toisinpäin. Tärkeintä on, että kaikki mallin aktiviteetit huomioidaan ja että niiden linkitys on oikein. Kuvan vasemmassa laidassa on prosessin vaiheet, keskellä on PLM-sovelluksessa huomioitavat toiminnot ja oikeassa laidassa ERP-sovelluksessa tapahtuvat toiminnot. Näiden väliset nuolet kuvaavat tiedon siirtoa.

Ensimmäisessä vaiheessa (identify issue) tarkastetaan asiakasvaatimus ja määritellään, onko tuotteessa ongelma vai ei. Wu et al. (2014) mukaan malli olettaa, että asiakasreklamaatio tehdään ERP osiossa ja sieltä saatu raportti ehdottaa parannuksia tai korjauksia tuotesuunnitteluun, PLM-osion puolelle, jolloin siitä kirjataan ongelmaraportti (Problem Report). Tässä vaiheessa tarkistetaan, että kuvauksessa on tarvittavat ja vaaditut tiedot. Ongelmaraportti analysoidaan ja mikäli se todetaan aiheelliseksi, kirjataan siitä muutospyyntö (Change Request) tai hylätään raportti ja annetaan palaute tekijälle. (Wu et al. 2014).

Toisessa vaiheessa (conduct analysis) tarkastetaan muutospyyntö ja sen vaikuttavuus asiakasvaatimusta vasten. Ehdotus ongelman korjaamiseksi voi olla kirjattuna jo ongelmaraportissa tai muutospyynnön käsittelijä kirjaa ehdotuksen ongelman korjaamiseksi konsultoituaan pyynnön tekijää. Muutostiimi analysoi pyynnön ja tarvittaessa ottaa lausuntoja tarvittavilta osastoilta, jotta saadaan selville muutoksen kokonaisvaikutus (Impact Analysis) kuten: toimituslaajuus, järkevyyt, toimitetut tuotteet, kustannus, ja liiketoiminnan muutos. Samaan aikaan ERP:n puolella tarkastetaan mitä mahdollinen muutos tarkoittaa valmistuksen osalta, tarvitaanko esimerkiksi uusia työvälineitä. Analyysin ja yrityksen sääntöjen perusteella muutoksenhallintatiimi (CRB) päättää lähteekö muutos etenemään nopean (Fast) vai täyden (Full) muutoksen prosessia pitkin. Muutospyynnön vaikuttavuus tarkastetaan myös ERP osion puolella ja tarvittaessa palautetaan CRB:lle lisäselvitykseen, mikäli muutos ei ole selvä tai toimiva. Mikäli muutospyyntö on hyväksyttävissä, siitä luodaan muutosilmoitus CN (Change Notice). (Wu et al. 2014).



Kuva 4. CMII perustainen ECM – prosessimalli (Wu et al. 2014)

Nopean ja täyden muutosprosessin valinta voidaan luokitella eri tavoin. Luokittelu voi olla turvallisuuteen, kustannuksiin ja aikatauluun liittyvä jaottelu. Wu et al. (2014) esittää artikkelissaan erään moottoripyörävalmistajan luokittelun seuraavasti. Täysi prosessi on luokat A-B ja nopea prosessi luokat C-E

- ”A-luokassa kriittisen toiminnon aiheuttava virhe on todettu. Tuotanto on pysäytettävä kunnes vialliset osat ovat vaihdettu. Kaikki vialliset osat on korvattava.”
- ”B-luokassa kriittisen toiminnon aiheuttava virhe on todettu, mutta osa voidaan kunnostaa muuttamalla se. Tuotantoa ei tarvitse pysäyttää. Vanhat tuotteet voidaan hyödyntää muuttamalla ne tai voidaan korvata uudella versiolla.”
- C-luokassa virhe ei vaikuta laitteen toimintaan, tuotantoa voidaan jatkaa. Olemassa oleva varasto voidaan käyttää loppuun, mutta ongelmallisen tuotteen valmistus on keskeytettävä.”
- D-luokassa muutospyyntö lisää toimivuutta tai tuottavuutta. Olemassa oleva varasto tullaan korvaamaan uudella osalla kolmen kuukauden kuluessa.”
- E-luokassa muutospyyntö kasvattaa muottien käytettävyyttä tai osien integroitavuutta. Olemassa oleva varasto käytetään ja korvaava tuote otetaan käyttöön kuuden kuukauden kuluessa.”

Kolmannessa vaiheessa muutokselle luodaan tarkka toteutussuunnitelma. Se sisältää piirustusten päivittämisen, osien muutossuunnitelman, tuotannon muutossuunnitelman ja mahdolliset uusien osien testit. ERP osiossa toteutetaan vastaavasti pieni muutos tai laajempi muutos, jolloin näillä prosesseilla on eri tasoiset alitehtävät. Aikaisemmin luotu muutossuunnitelma toteutetaan. Mahdolliset alihankkijoiden komponentit ja valmistusvastuut on huomioitava, kuten myös mahdollisesti poistuvien osien ja rakenteiden kohtalo. Suunnitelma katselmoidaan, jotta varmistutaan siitä, että kaikki tarvittava on huomioitu. Tämän jälkeen voidaan aloittaa toteutussuunnitelma PLM osiossa. Mikäli kyseessä on nopea muutospolku, muutoksesta vastaava henkilö laatii suunnitelman. Jos kyseessä on täysi muutospolku, on tarpeellista suorittaa prototyypitesteit vaikuttavuuden kokonaisuuden havaitsemiseksi. Muutossuunnitelmatiimi (CIB) katselmoi ja hyväksyy lopullisen suunnitelman. (Wu et al. 2014).

Neljännessä vaiheessa muutos vapautetaan (Release). Toteutussuunnitelman mukaiset tehtävät ovat jaettu toteutettaviksi. Kun tehtävät valmistuvat, muutoksesta vastaava henkilö tarkastaa muutoksen verraten suunnitelmaa toteutukseen. Kun kaikki tehtävät on tarkastettu, suunnittelun esimies vahvistaa muutosilmoituksen, voimaantumisen ajankohdan, vanhentuneiden osien käytön ja uuden tai versioidun tuoterakenteen. Hyväksytyt ilmoitukset luovat toiminnon toteuttaa määritellyt asiat ERP –

osiossa suunnitellun mukaisiksi. Tämän jälkeen vielä varmistetaan, että suunnitelma on toteutettu. (Wu et al. 2014).

Viidennessä vaiheessa varmistetaan muutoshistoria tieto ja jäljitettävyys. Kaikki muutostieto (PR, CRB raportti, CIB raportti) tallennetaan. ERP osiosta saadaan raportoitua muutoksen kustannustiedot. Muutoshistoriaan vedoten toimitetut tuotteet pyydetään päivitettäviksi tai ne päivitetään asiakkaan luona. Lisäksi on varmistettava omat varastot ja keskeneräinen tuotanto korjaamalla tuotteet muutoksen mukaisiksi tai hävittää ne. (Wu et al. 2014).

Edellä kuvattu muutosprosessi on varsin yksiselitteinen, mallista on helppo ymmärtää mitä muutoksen aikana eri vastuualueilla tulee tapahtua. Kuvattu prosessi on myös kattava, ei pelkästään suunnittelun muutosta kuvaava prosessi. Jos jotain negatiivista voi tästä sanoa, niin prosessi on sekavampi kuin toinen, jonka esittelin. Ja tässäkin tapauksessa tarvitaan lisäselitteitä mitä asioita todella tulee tehtävissä käsitellä. Tämä esitelty CMII-malli on tällaisenaan varsin toimiva useaan organisaatioon, mahdollisesti keskisuuriin ja suuriin yrityksiin paremmin soveltuva. Pienissä yrityksissä tämä voidaan kokea turhan byrokraattisena.

4 TUOTETIEDONHALLINNAN NYKYTILA JA HAASTEET KOHDEYRITYKSESSÄ

Kohdeyritys toimii materiaalinkäsittelyn toimialalla. Yritys valmistaa ja jakelee materiaalinkäsittelylaitteita. Yritys ei halua julkaista yhteystietojaan tai tuotevalikoimaansa tarkemmin tässä yhteydessä. Päämarkkina-alueet ovat Eurooppa ja Venäjä. Laajentuminen globaaliksi toimijaksi on kesken. Kattava jälleenmyyntiverkosto tukee globaalia toimintaa myynnin ja huollon osalta. (kohdeyrityksen intranet). Yritys on myynyt ja valmistanut materiaalinkäsittelykoneita vuodesta 1998 lähtien. Kohdeyrityksen tuotevalikoima koostuu erikokoisista, liikkuvista materiaalinkäsittelylaitteista. Tuoterakenne on jaettu viiteen pääkokoonpanoon, jotka muodostavat toimitettavan kokonaisuuden. Laitteisiin liittyy toki paljon liitettäviä lisätuotteita ja -palveluita. Tuoterakenne on hierarkkinen. Pääkokoonpano sisältää alikokoonpanoja sekä yksittäisiä nimikkeitä. Tuotteen vakioidut rakenteet ja kokoonpanot on moduloitu niin sanotuksi perusnimikkeeksi, joka on laitetyyppikohtainen. Pääkokoonpano sisältää siis perusnimikkeen lisäksi varioituvia kokoonpanoja, muun muassa lainsäädännöstä tai asiakasrätälöinnistä johtuen.

4.1 Tuotetiedonhallinta kohdeyrityksessä

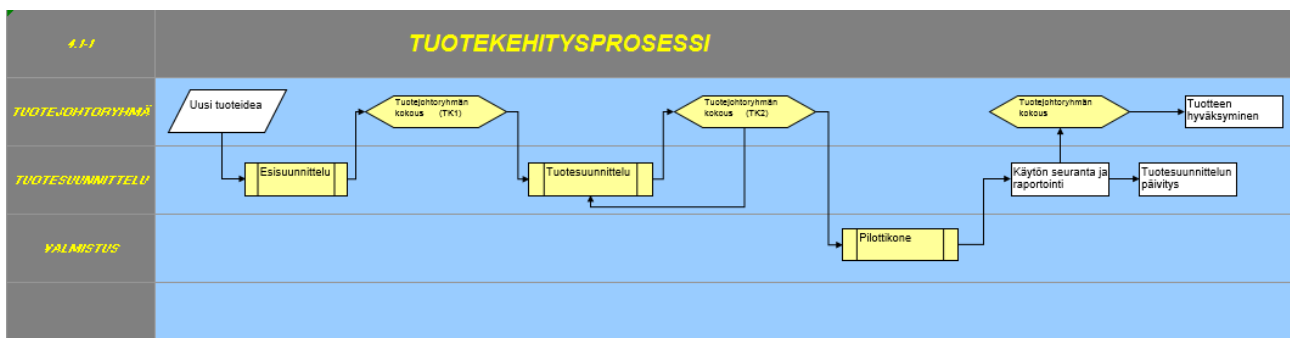
Tuotetiedonhallinta alkaa asiakkaan tilauksesta. Myynti siirtää tilauserittelyn myyntikatselmuksessa tuotannolle. Tilauserittely kirjataan omatekoiseen järjestelmään, jossa erittelystä tunnistetaan tilauksen pää- ja alikokoonpanot. Samalla kirjataan asiat, jotka tarvitsevat uudelleensuunnittelua. Tuotannonsuunnittelu vapauttaa rakenteet valmistukseen. Suunniteltavat kokoonpanot ajoitetaan ja niiden toteutuksesta vastaa konemallin pääsuunnittelija. Suunnitelmien valmistumista ja rakenteiden vapautusta seurataan viikoittain.

Tuotetiedonhallinnan työkaluja on yrityksellä käytössä seuraavasti. Myynti hallinnoi tuotteita ja tarjouksia yrityksen kehittämällä Excel-sovelluksilla. Myyntikonfiguraattori (järjestelmä, jolla hallitaan asiakkaalle myydyin tuotteen tilauserittely valmistettavaksi tuoterakenteeksi) on omavalmisteinen, Excel perustalle luotu järjestelmä. Toiminnanohjausjärjestelmällä hallitaan toiminnot myynnin katselmuksesta tuotteen laskutukseen asti. Lisäksi tuotannon käytössä on hienokuormitustyökalu valmistuksen ajoitukseen ja kapasiteetin hallintaan, joka on yhteydessä toiminnanohjausjärjestelmään. Suunnittelulla on käytössä erinäinen määrä ohjelmia kuten

piirtämiseen, mallintamiseen lujuuslaskentaan ja dokumentoimiseen soveltuvia ohjelmia. 3D-mallit hallinnoidaan PLM -työkalulla (Windchill), josta osaluettelot ja tuoterakenteet linkittyvät ERP – järjestelmään. Jälkimarkkinointi, eli huolto ja varaosat käyttävät ERP – järjestelmää ja Web-portaalin kautta toimivia huolto- ja varaosakirjoja. Huollon käytössä on irrallinen järjestelmä, jolla hallinnoidaan huoltoraportteja ja huoltotöiden ajoituksia. Jälleenmyyjien käytössä on extranet, jossa on seuraavat toiminnallisuudet: varaosa- ja huoltomanuaalit, varaosatilaus, asiakasreklamaatiot, huoltotiedotteet.

4.2 Tuotekehitys- ja tuotetiedonhallinnan prosessi

Kohdeyrityksen nykyinen tuotekehitysprosessi on kuvattuna päätasolla alla, kuvassa 5. Asiakastuotteiden kehityksen ja ylläpidon päätösvaltaa hallinnoi tuotejohtoryhmä. Prosessissa olevista toiminnoista on kuvattu oma aliprosessinsa, minkä seuraavaksi esitän sanallisesti.

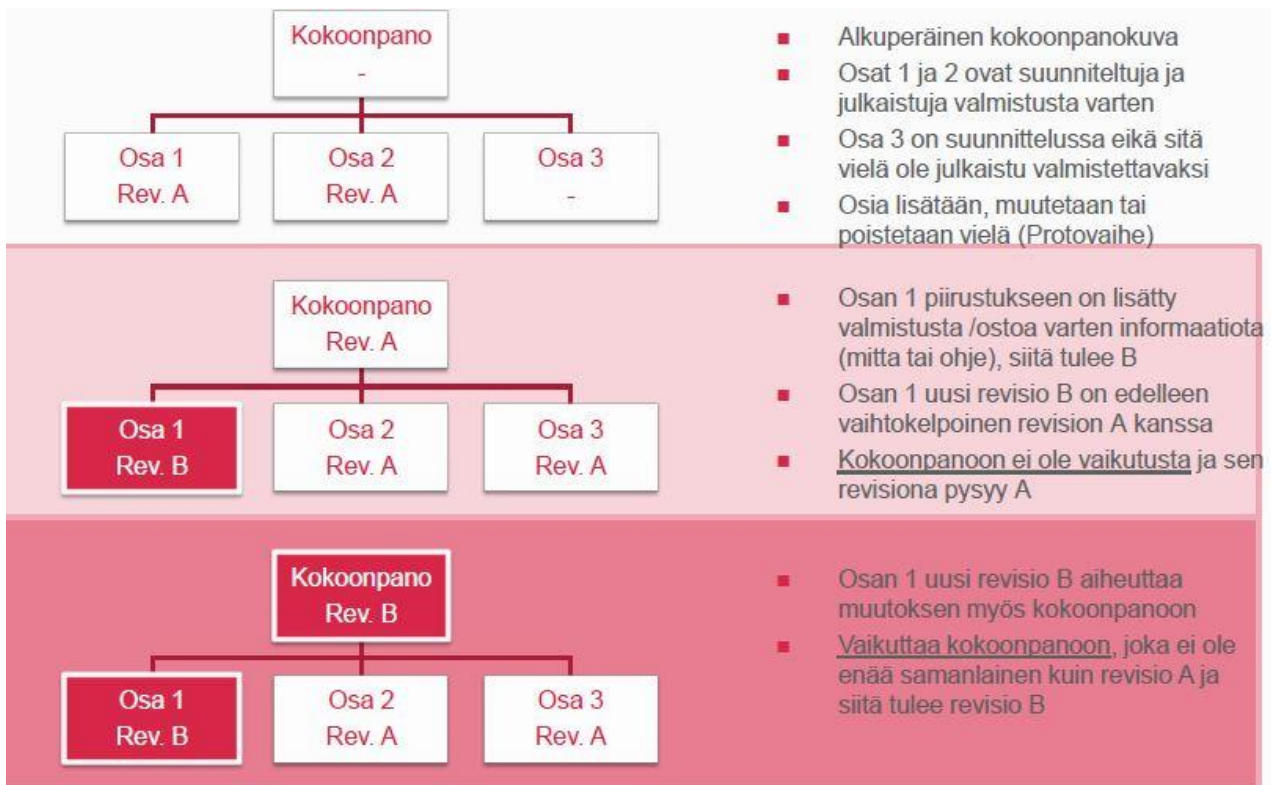


Kuva 5. Nykyinen tuotekehitysprosessi (kohdeyrityksen intranet)

Tuotekehitysprosessi alkaa tuoteideasta. Lähtötietojen perusteella pidetään aloituspalaveri, jossa jaetaan esiselvitystehtävät mekaniikka-, sähkö- ja hydraulikkasuunnittelun kesken. Karkean esisuunnittelun jälkeen suoritetaan kustannusarviointi suunnittelun, tuotannon ja oston toimesta. Tämän jälkeen suunnittelupäällikkö tekee yhteenvedon esisuunnittelusta, joka esitetään tuotejohtoryhmän kokouksessa. Tämän toistuvan kokouksen tarkoituksena on käsitellä erilaiset tuotekehitysprojektit, niiden toteutus päätöksen ja etenemisen seuranta. Hyväksytty projekti päättyy seuraavaksi tuotesuunnitteluprosessiin. Aluksi tehdään kuormitustarkastelu ja pidetään aloituspalaveri, jossa sovitaan tavoitteet ja niiden toteutus teknisesti ja taloudellisesti, sekä aikataulutus ja resurssointi. Tämän jälkeen jaetut tuotekehitystehtävät aloitetaan. Suunnittelutyön aikana pidetään tarvittava määrä välikatselmuksia. Kehitystyön aikana tuotanto selvittää valmistettavuuden. Hankintaosasto käy keskustelua toimittajien kanssa heidän komponenttien osalta

soveltavuudesta, kustannuksesta saatavuudesta jne. Tuotekehitystyön lopussa suunnitellaan prototyyppivalmistuksen aikataulu. Prototyyppi voi olla myös asiakasprojekti, mikäli näin asiakkaan kanssa sovitaan. Tämän jälkeen tuote katselmoidaan tuotejohtoryhmän kokouksessa ja mikäli päätetään jatkaa tuotteen valmistukseen, valitaan asiakasprojekti, jossa tuote koe valmistetaan. Tuotesuunnittelu yhdessä tuotannosuunnittelun kanssa määrittelee tuotteen rakenteen. tämän jälkeen prosessi etenee kuten normaalissa myyntitilauks käsittelyssä. Koneen luovutuksen jälkeen tuotesuunnittelun vastuulla on kerätä ja seurata käyttäjäkokemuksia ja raportoida löydökset tuotejohtoryhmälle.

Tuotetiedonhallinnan prosessia ei kohdeyrityksessä ole varsinaisesti kuvattu. Tähän liittyvistä asioista on luotu ohjeistusta laatujärjestelmään. Ohjeistuksesta käy ilmi esimerkiksi tallenteiden sijainti, revisiointikäytäntö, tuoterakenteen luominen, nimikkeiden ylläpito ja tuotemuutosilmoituksen julkaiseminen. Seuraavaksi esittelen ohjeistuksen pääpiirteet tuotetiedon hallinnan osalta. Nimikkeen revisionhallinta on ohjeistettu seuraavasti. Kun nimikettä muutetaan, luodaan versio, joka on: *”Uusi revisio, jos versio korvaa heti tai siirtymäajan jälkeen alkuperäisen revision. Uuden revision on oltava vaihtokelpoinen edeltäjänsä kanssa, tai helposti sellaiseksi muutettavissa esimerkiksi varaosakäytössä. Vanhan revision ei välttämättä tarvitse olla käyttökelpoinen uuden tilalla”*. Tai *”Uusi nimike, jos se ei ole enää vaihtokelpoinen edellisen version tilalle”*. Kuvassa 6 on esitetty revisiointikaavio. Aliosan revision muutos vaikuttaa muiden osien revisiointiin ja ylempään tason revisiointiin. Muutos piirustukseen aiheuttaa revisiomuutoksen. Piirustus voidaan julkaista tilassa ”preliminary”, jolloin piirustuksen tilan muutos ei muuta piirustuksen revisiota.



Kuva 6. Revisionhallintakaavio (kohdeyrityksen intranet).

Piirustuksen revisioinnin lisäksi siihen liittyvä 3D-malli on revisioitava ohjeistuksen mukaisesti. Päivitetyt tiedostot lisätään jaettuun työtilaan (common space). Piirustus on vielä linkitettävä ERP-järjestelmän nimikkeeseen ja nimikkeen revisio päivitettävä ERP:n nimiketiedoissa. Piirustuksen osaluettelo on siirrettävissä linkityksen kautta ERP-järjestelmään tuoterakenteeksi. Revisioinnin suorittajan on varmistuttava, että piirustuksen osaluettelo vastaa ERP:n tuoterakennetta. Tämän jälkeen nämä tehdyt muutokset piirustuksiin ja tuoterakenteisiin julkaistaan tuotemuutosilmoituksella, jonka sisältö on kerrottu kuvassa 7. Myös uusien tuotteiden julkaiseminen tapahtuu tällä samalla tavalla.

Suunnittelu tiedottaa muutoksesta sähköpostilla ”tuotemuutokset” ryhmälle.

Viesti nimetään selkeästi, mistä projektista muutetaan ja mitä!

- Muutostiedotuksen sisältö:**
- Kohde :** Mitä osaa muutettu
- Revisio** Oli /on
- Liittyy** Kone, kohde, edellinen kokoonpano
- Muutos:** Mitä muutettu osassa / kokoonpanossa
- Syy:** Miksi muutettu
- Voimaanastuminen:**
- Päivitetään kentällä olevat
- Päivitetään tuotannossa olevat
- Alkaen konenumeroista:
- Osien käyttö:** Käytetään, muutetaan, romutetaan
- Muuttaja:** NN

Kuva 7. Tuotemuutosilmoitus viesti (kohdeyrityksen intranet).

Tuotemuutosilmoitus laukaisee monia uusia työvaiheita tilaus-toimitusprosessissa. Tuotannosuunnittelu suorittaa tarvelaskennan, joka vapauttaa materiaaleja hankintaan. Dokumentoinnin henkilöt saavat tiedon tulevasta projektista ja voivat varautua valmistelemaan loppukäyttäjän dokumentaatiota. Jälkimarkkinointi voi viestin saatuaan tarkistaa varaosien tarpeellisuuden.

4.3 Tuotetiedonhallinnan haasteet yrityksessä

Yrityksen omien tuotteiden määrä markkinoilla kasvaa jatkuvasti. Tämä aiheuttaa tarvetta panostaa tuotetiedonhallintaan joka osa-alueella. Haasteena tällä hetkellä on tiedon hallitsemattomuus läpi koko liiketoimintaprosessin. Tilauksen siirtäminen myyntikonfiguraattorin avulla on mekaanisesti toteutettu, tarkoittaen, että katselmuksessa jonkun henkilön on avattava kokoonpanot tilauserittelyn pohjalta tulkiten. Virheiden ja tulkintaepäselvyyksien määrä on suuri riski. Tämä osa tiedonhallintaprosessista on rajattu tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Yrityksellä on tällä hetkellä työn alla toimenpiteitä myyntikonfiguraattorin kehittämiseen. Myös tähän työhön kiinteästi liittyvä Windchill – ohjelmisto mahdollistaa edellä mainitun prosessin toteuttamisen hyvin automatisoidusti. Tästä kerrotaan tarkemmin tutkimuksen lopussa. Tuotetiedon hallinnan haasteet kulmineituvat kohdeyrityksessä muutosprosessin vaillinaisuuteen, tiedon tulkinnanvaraisuuteen, osittain puutteellisiin tehtäväkuvauksiin, jäljitettävyyden riittämättömyyteen ja sovellusten irrallisuuteen toisistaan ja niiden osittaiseen toiminnallisuuksien vähyyteen.

Kappaleessa 4.2 kuvatun tuotekehitysprosessin haasteena on, että se on tarkoitettu kokonaisten laitteiden kehittämiseksi tai laajoille kokoonpanoille. Tuotekehitysprosessia suppeammille projekteille ei ole kuvattu tai ohjeistettu. Prosessikuvauksesta ei käy ilmi mitään alitehtäviä mihinkään työvaiheeseen liittyen, tai mitään kriteereitä työvaiheissa tulisi täyttää. Prosessi ei siis ole kovin työtä ohjaava. Kuvauksesta ei myöskään selviä tuotekehitystyön etenemiseen tarvittavia kriteereitä tai takaisinpaluun polkua. Eli niin sanottuja tarkastuspisteitä, missä varmistetaan, että jatkamiseen on edellytykset, ei ole tarkasti kriteerein määritetty. Kriteerien ja tuotevaatimusten osittainen puuttuminen prosessista saattaa johtaa siihen, että tuotekehityksen aikana voi unohtua tärkeitä asioita huomioimatta, kuten lainsäädännöllisiä velvoitteita.

Kappaleessa 4.2 mainitut ohjeet ja toimenpiteet muutoshallintaan ovat toimivia tilaus-toimitusprosessissa. Muutoshallinnan puute on, että sitä ei ole kuvattu kokonaisuudessaan läpi koko tuotteen elinkaaren. Myöskään ohjeistusta, miten muutostenhallinta toteutetaan tuotteen asiakkaalle toimituksen jälkeen ei ole tehty. Tarvittava tieto on löydettävissä henkilöiltä tai verkkolevyiltä, mutta asioiden hoitaminen näin tuntuu työläältä. Tuotemuutosilmoitus viesti on varsin toimiva tapa ilmoittaa muutoksista. Viestin ulkoasussa on vaihtelua suunnittelijoiden välillä ja lähes kaikista viesteistä puuttuu kohta ”voimaanastuminen” ja ”osien käyttö” kuten se kuvassa 7 on vaadittu. Eli suunnittelijat eivät halua ottaa kantaa valmistettuihin tai toimitettuihin koneisiin tai siihen, että romutetaanko osat vai ei. Tuotemuutosilmoituksen sisällön muokattavuus johtaa siihen, että muutoksista jää oleellista asiaa viestittämättä. Järjestelmästä tarkastettuna selviää, että vuonna 2015 tehtiin 1976 tuotemuutosilmoitusta. Tämä toki pitää sisällään uusien suunnitelmien julkaisun, joka toteutetaan yllä kuvatun mukaisesti.

Sovellusten osalta ongelmana on tiedon paikallisuus. Parhaiten tietoa saadaan vaihdettua tilaus-toimitusprosessin keskivaiheilla, suunnittelun ja tuotannon välillä. Kohdeyrityksellä on ollut käytössä Intralink – ohjelma 3D-mallien ja piirustusten osista saa luotua osaluettelon, joka viedään linkin avulla ERP:iin. Eli piirustusten tuoterakenne viedään ERP:in tuoterakenteeksi. Päivittäminen toisessa ohjelmassa tuottaa päivityksen toiseen. Intralink – ohjelma on elinkaarensa päässä ja yritys on pakotettu päivittämään ohjelmansa. Mikäli vastaava toiminnallisuus halutaan säilyttää, on valittava korvaava, vastaavan linkityksen tarjoava ohjelmisto. Intralinkin toimittajalla on Windchill –ohjelmassaan vastaava toiminto, joten kohdeyritys on päättänyt hankkimaan sen. Kuitenkin hieman iäkkäästä ERP – sovelluksesta johtuen suunnittelijan on varmistuttava tuoterakenteen revisionhallinnasta ERP:n puolella erikseen. Päivitys luo ERP:iin uudet nimikkeet ja rakenteet, mutta ei muuta kokonaisuuden revisiointia. Sovelluksia on käytössä liikaa. Ne ovat irrallisia toisistaan eikä linkitettyjä. On hankittu sovelluksia tarpeen mukaan ja ehkä hieman unohdettu kokonaisuuden hallinta. Huollon käytössä on ohjelma heidän resurssointia ja raportointia varten. Tämä ei ole missään

yhteydessä tuotannon ERP – sovellukseen, ei suunnittelun järjestelmiin, eikä myynnin järjestelmiin. Samoin toimivat rajapinnat kohdeyrityksestä ulospäin, niin asiakasreklamaatio kuin toimittajareklamaatio ovat irrallisia toimintoja ERP -sovelluksesta.

Huollettavan konekannan kasvaessa on jouduttu huomaamaan jäljitettävyyden tason heikkous. Mikäli jälkimarkkinat (varaosat ja huolto) havaitsevat epäkohtia asiakkaan tuotteissa, ne saatetaan korjata, mutta oikeaa viestintätapaa suunnitteluun ei ole. Toisinpäin voidaan huomata, että mikäli jokin uusi osa pitää asentaa asiakkaan tuotteeseen ja paikan päällä todetaan se epäsojivaksi, koska tuotteesta on tehty erilainen kuin piirustukset ovat. Eli tuoterakenne ei ole työvaihemukautuva. Tällä tarkoitetaan, että tuoterakenne eroaa tai muuttuu tuotteen toimitusketjun aikana suunnittelusta huoltoon. Suunnittelussa tuoterakenne on ”eBOM” (engineering BOM), tuotannossa siitä jalostuu, joko valmistettavuuden erilaisuuden vuoksi, tai suoritettujen muutosten vuoksi ”mBOM” (manufacturing BOM) ja edelleen jälkimarkkinoilla siitä jalostuu ”sBOM” (service BOM). Tätä ei tällä hetkellä voida kohdeyrityksessä toteuttaa, vaan mikäli esimerkiksi ylävauunun päätason nimikkeen rakenteen (perusnimike) sisältöä muutetaan, muuttuu sisältö myös toimitetuissa koneissa, jossa sama perusnimike on käytössä. Toisaalta revisiointikäytännön mukaan uudemman revision osan tulee sopia vanhemman tilalle, mutta sovittu tapa ei aina toteudu käytännössä. Kovin usein osa revisioidaan, vaikka todellisuudessa olisi pitänyt luoda uusi nimike ja kokoonpano. Tämä tarkoittaa, että ainut keino jäljittää oikea varaosa on asiakkaan varaosakirja. Tuoterakenteen perusteella ei voi olla asiasta varma. Lisäksi kun muutoshallinnan prosessia ei ole, ei myöskään ole riittävää muutostentoteutuksen työjonoa. Asioita on kirjattuina huoltoraporteissa, mutta (päivitys)toiden yhdisteleminen ja raportointi ovat näin ollen haastavaa.

Eri osastojen toiminnot ovat hyvin eriytettyjä, samoja tietoja käsitellään hieman eri tavalla eri osastoissa. Samalla tehdään paljon turhaa ja päällekkäistä työtä. Erilaiset nimeämis- ja tallennuskäytännöt aiheuttavat lisää epäselvyyttä. Toiseksi henkilöiden ja osastojen vastuut eivät ole kyllin tarkasti kirjattu. Erilaisissa ongelmatilanteissa tai niiden tuloksena on syntynyt toimintatapoja, joilla asiat on saatu hoidettua eteenpäin ja asia viimein ratkaistua. Kuitenkaan välttämättä osastojen rajapinnat eivät ole selkeitä, toinen ei välttämättä tiedä mihin toisen vastuu loppuu ja oma vastuu alkaa. Johdon tuki ja tarkoituksenmukainen byrokratia ovat merkittävässä osassa yrityksen liiketoimintaprosessissa, mutta hyvin suuri osa päivittäisestä päätöksenteosta on osastojen hallinnassa. Byrokratian lisääminen saattaa olla myös haasteellista tiettyyn vapauteen tottuneeseen organisaatioon.

5 MUUTOSHALLINNAN RATKAISUMALLI

Tutkimuksen tulokset esitellään useassa osassa. Aluksi käsittelen haastattelun toteutuksen ja siitä löydetyt tulokset. Toiseksi esitän kohdeyritykselle suunnatun tuotemuutoshallintaprosessin muutoshallinnan ratkaisumalliksi. Kolmanneksi tuon esille tulokset PLM -sovelluksen hyödyntämisestä tuotemuutosprosessissa. Neljänneksi esitän ratkaisumallin vaikuttavuuden toimitusprosessin suorituskykyyn. Kappaleen lopuksi esitän ehdotelman muutosprosessin vastuunjaosta. Kirjallisuudesta tehdyt muut havainnot käsitellään kappaleen lopuksi ratkaisumallin arvioinnissa.

5.1 Haastattelun toteutus yrityksessä

Haastattelut suoritettiin kohdeyrityksen tiloissa, kesällä 2015. Haastattelun suorittaja oli kirjannut taulukkoon halutut kysymykset etukäteen, joita oli 13 kappaletta. Jokainen haastattelutuokio eteni samalla tavalla. Haastattelija esitti kysymykset, ja kirjasi vastauksen. Haastateltava näytti haastateltavalle ajoittain tausta-aineistoa. Haastattelu toteutettiin puolistrukturoituna haastatteluna, mikä tarkoittaa, että kaikille haastateltaville esitetään samat kysymykset samassa järjestyksessä. Kysymykset on laadittu etukäteen. Puolistrukturoitu haastattelu sopii tilanteisiin, jossa haastateltavaa halutaan ohjata tiettyyn teemaan Hirsijärvi ja Hurme (2001).

Aluksi haastattelija kertoi taustaa, miksi haastattelu tehdään, mihin haastattelu liittyy ja mitä tällä tutkimuksella tavoitellaan kohdeyrityksen osalta. Haastattelija oli luonnostellut yleisen tason prosessikaaviot nykytilan kuvaamiseksi. Nämä kaaviot ovat ohessa, liitteinä 1a-1e. Kaavioissa prosessi alkoi erilaisista muutoksiin johtavista syistä, eli muutoslähteistä, kuten: epäsopeva osa, pystytyspoikkeama, asiakasmuutos, tuotekehitysparannus ja takautuva muutos. Tämän jälkeen ensiksi kysyttiin kuinka monta tuotemuutoslähdettä he tunnistavat? kysymystä tarkennettiin suullisesti, että minkä tyyppisistä ilmiöistä tuotemuutokset johtuvat ja montako ilmiötä he tunnistavat? Tämän jälkeen haastattelija näytti ilmiöstä tehtyä prosessikuvausta haastateltavalle, pyytäen tätä kertomaan miten kyseinen prosessi hänen osastonsa osalta toimii. Näin kysyttiin vuoron perään kaikille yllä mainituille ilmiöille. Seuraavat viisi kysymystä liittyivät myös mainittuihin ilmiöihin, mutta ne keskittyivät epäkohtien korjaamiseen, periaatteella miten prosessi tulisi heidän mielestä edetä? Lopuksi kysyttiin, onko haastateltavalla riittävät (tietotekniset) työkalut muutoksenhallinnan suorittamiseen ja mitä hän pitää suurimpana esteenä muutoksenhallintaprosessin

toiminnalle? Lista kysymyksistä on tutkimuksen liitteenä, liite 2. Haastattelu toteutettiin siten, että joka osastolta tai toiminnosta yksi henkilö vastasi kysymyksiin. Haastatellut toiminnot tai osastot ovat mainittu taulukossa 6, alla.

Taulukko 6. Haastatellut osastot.

Haastatellut toiminnot	Tehtävänimike
Myynti ja markkinointi	Myynti- ja kehitysjohtaja
Suunnittelu ja tuotekehitys	Suunnittelupäällikkö
Tuotanto	Tuotantopäällikkö
Varasto	Varastoesimies
Laatuosasto	Laatuinsinööri
Dokumentointi	Suunnittelija
Hankinta	Ostopäällikkö
Varaosamyynti	Varaosamyyjä
Huolto	Huoltoinsinööri

Taulukossa mainitut toiminnot kattavat tilaus-toimitusprosessin osat, jossa tuotetiedon muutoshallinta on merkittävimmissä roolissa. Talousosasto jätettiin ulkopuolelle tutkimuksen rajauksen mukaisesti. Resursseista valittiin tarkoituksella eri organisaatiotasolla olevia henkilöitä, tarkoituksena saada monitahoisia vastauksia.

5.2 Haastattelun tulokset yrityksessä

Haastateltavilta kysyttiin aluksi, kuinka monta tuotemuutoslähdettä he tuntevat. Muutoslähteellä tässä tarkoitetaan syitä, mistä mahdollinen muutospaine johtuu. Vastaukset vaihtelivat kolmen ja kahdeksan välillä. Yhden osaston edustaja kertoi lähteitä olevan yksi. Tuotannon ja hankinnan mielestä muutoslähteitä on seitsemän tai kahdeksan. Yleisin vastaus oli viisi kappaletta. Haastateltava kokivat muutoksen lähteen hieman eri tavalla, mikä kertoo vastausten suuresta hajonnasta. Yleisimmäksi muutoksen lähteeksi haastattelusta selvisi tuotekehitys, eli oma halu muuttaa tuotetta jostakin syystä. Toiseksi mainittiin asiakaan haluama muutos ja kolmanneksi epäsopeva osa. Tämän jälkeen nimitykset lähteille vaihtelivat hieman enemmän haastateltavien kesken, mutta näiden lähteiden piirteistä oli tunnistettavista yhtäläisyyksiä kuten: pystytyspoikkeama, koeajopoikkeama tai kokoonpanovirhe. Näiden yhteinen nimittäjä on asennuspoikkeama. Haastattelussa kuitenkin kohdennettiin poikkeama asiakkaan luona havaittuun asennusongelmaan. Aika moni haastatelluista tunnisti myös toimitettuihin koneisiin johtavan muutoksen, eli takautuvan

muutoksen tarpeen, vaikkakin hieman eri sanoin kerrottuna. Tällä kysymyksellä haluttiin tuoda esille, että muutostenlähteet eivät ole yksiselitteisiä, eivätkä ne näy samalla tavalla eri osastoille.

Seuraavaksi tarkastellaan vastauksia, mitkä liittyvät muutoslähteeseen tapauksessa tuotekehitys tai -parannus. Haastateltavilta tiedusteltiin, miten heidän osaston osalla näkyy muutosprosessi, kun luodaan uusi tuote tai osa. Haastatteliija näytti haastateltaville nykytilan prosessikuvauksia (kts. liite 1.a). Myynnin ja markkinoinnin näkökulmasta kaavio pitää paikkansa, mutta työjono ei taida toimia, kun muutoksia tehdään jatkuvasti. Niin sanottua ”release” – tapaa (tuoteversiolanseeraus) ei ole. Dokumentointi ja laatu olivat samaa mieltä. Viiden osaston mielestä kymmenestä järjestykseen tarkastelu ei ole kyllin kattava tai sitä ei toteuteta kaikille osille. Varaston vastauksesta käy ilmi, että kriittiset hankinnat toteutetaan ennen suunnittelua. Hankinta ei ottanut kysymykseen kantaa. Huollon mielestä nykyinen prosessi on kuvatus mukainen.

Asiakasmuutos tapauksessa (liite 1.b) on myynnin mielestä epäselvää asiakasmuutoksen hinnoittelun todentaminen, tehdäänkö se tuotannon, suunnittelun vai varaosamyynnin toimesta. Samaa mieltä oli myös tuotanto, joka lisäsi vielä tarjousprosessin puuttuvan kuvauksesta. Suunnittelun, hankinnan ja varaston mielestä nykyprosessi on kuvituksen mukainen, paitsi työjono ei ole todellinen. Laatuosaston mielestä lisätyt asiakasmuutokset eivät aina kulkeudu jälkimarkkinointiosastolle ja dokumentoinnin mielestä heidän eivät saa aina lisätilauksen tietoja eli dokumentaatio jää vaillinaiseksi. Huollon mukaan lisätilaus menee työjonon kautta valmistukseen. Rakenteiden ja manuaalien päivitys sivutetaan tässä vaiheessa.

Epäsopivan osan tapauksessa (liite 1.c) myynnin ja dokumentoinnin edustuksen mielestä prosessi on likipitään kuvituksen mukainen. Markkinoinnin näkökulmasta epäsoviva osa vaikuttaa tulevien kauppojen neuvotteluasetelmaan, tarkoittaen, että prosessissa ei ole takaisinkytkentää palautteelle. Suunnittelun mielestä nykytilan prosessi on kuvituksen mukainen, paitsi suunnittelun työjono on läpinäkyvä. Myös laatu-, hankinta-, varaosamyyni- ja huolto-osastojen mukaan suunnittelun työjonoa ei ole lainkaan. Tuotannon mielestä virheen valinnan jaottelu tehdään monilla tavoin ja osa asioista saattaa jäädä hoitamatta ja sen seurauksena tuotanto pysähtyy. Varaston osalta huomautettiin, että ulkoisia valmistusvirheitä korjataan omin voimin. Tuotannosta palautuville osille ei ole määriteltyä prosessia mitä (virheellisille) osille tullaan tekemään. Tässä samaa mieltä oli myös laatuosasto. Varaosamyynnin osalta huomautettiin, että prosessi ei toimi kuvatus huollon ja asiakastoiveen osalta. Huollon kannalta prosessi ”epäsopiva osa” poikkeaa kuvatus eniten, jolloin pääsääntöisesti puhelimen välityksellä suunnittelijalta selvitetään ongelma ja mahdollisesti tarvittavat lisäosat. Asiakkaalla korjatut osat eivät päivity tuoterakenteelle, vaan ne kirjataan yksittäisinä varaosina varastosta koneen takuutyölle.

Asennuspoikkeaman tapauksessa (liite 1.d) nykytilan prosessi on kuvatus mukainen myynnin, markkinoinnin, dokumentoinnin ja hankinnan mielestä. Tuotannon mielestä ennen kuin tiedetään mistä virhe johtuu, tulee tiedustella työnjohdolta, onko esimerkiksi puuttuva osa lähetetty asiakkaalle vai ei. Mikäli osaa ei ole, pyydetään varaosamyyntiä hankkimaan sellainen. Laatuosaston vastauksesta selviää, että huoltomiehet laittavat poikkeamia laatuinsinööriille, joka lisää puutteen pystytyspoikkeamalistaan. Varaosamyynnin mielestä on epäselvää kuka hankkii puuttuvan osan. Huollon osalta nykytilanne on vielä epäselvempi. Huoltoinsinööri ei voi tietää onko puuttuva osa puute vai ei. Varasto ei ottanut kysymykseen kantaa.

Kysyttäessä haastateltavilta takautuvan muutoksen tapauksessa (liite 1.e) nykytilannetta, oli tiedottaminen myynnin ja markkinoinnin mielestä suurin epäkohta. Suunnittelun vastauksen perusteella huollolla ei ole työjonoa (vaihtosuunnitelma) ja takautuvuuden arviointi suoritetaan eri vaiheessa kuin kuvatussa kaaviossa. Myös laatuosaston mielestä nämä asiat toteutetaan tapauskohtaisesti. Tuotannon mielestä valmistusvirheen jälkeiset korjaavat toimenpiteet puuttuvat. Varaston mielestä tämä prosessi on joka kerta erilainen, siis tapauskohtainen. Varaosamyynnin mielestä suunnittelun ja huollon työjonoa ei ole ja takautuvien muutosten toteutus ontuu. Osat nostetaan takuutyölle, mutta rakenteita ei päivitetä, eikä muutosten seuranta ole järjestelmällistä. Huollon osalta kuvattu prosessi on lähes nykytilan kaltainen, tosin mallin rakenteen päivitys koskee vain suunnittelun mallia. Toimitetun tuotteen tuoterakenne ei saa uutta revisiota. Hankinta ei ottanut kysymykseen kantaa.

Tämän jälkeen haastateltavilta tiedusteltiin, yllä esitettyjen kaavioiden puitteissa, miten prosessin tulisi heidän mielestään edetä ja mitä tietoa tulisi siirtyä. Tuotekehitys- ja parannus prosessin osalta kerättiin seuraavia ehdotuksia. Kuuden osaston mielestä kymmenestä suunnittelun työjonokäytäntö tulisi luoda toimivaksi ja toteuttaa muutokset kootusti, tuoteversiona. Myynnin mukaan kaavion tulisi kertoa mistä idea on peräisin. Valmistuksessa tulisi huomioida varmistus, eli testaus. Tuotannon vastaus on hieman vastaavasti tulkittavissa, eli idean luovuttajan tulisi huomioida, että se on toteutettavissa. Hankinnan ja huollon osalta tuotiin esille piensarjatestauksen tärkeys, eli niin sanottu prototyypiprojektin kuvaaminen kaaviossa.

Asiaksmuutoksen tapauksessa myynnin ja markkinoinnin mielestä prosessissa tulisi olla todennus muutoksen toimivuudesta ja mikäli tuote on jo toimitettu asiakkaalle, niin huollolle tulisi saattaa tieto muutoksen testauksen tarpeellisuudesta. Suunnittelun, hankinnan ja tuotannon mielestä asiaksmuutoksen tyyppi tulisi selvittää prosessista, eli onko kyseessä lisämyynti vai alkuperäiseen kauppaan sisällytetty asiakasmyönnytys, sillä näillä on erilainen etenemisprosessi. Laatuosaston mielestä lisäksi tulisi olla myös valinta onko asiakasmuutos olemassa oleva osa, vai onko se

suunniteltava ensin. Varaston ja dokumentoinnin mielestä asiakasmuutoksesta tulisi saada viesti kummassakin tapauksessa (lisämyynti tai myönnytys). Hankinnan mielestä puutteena todettu suunnittelun työjono saisi olla todellinen toimintamalli. Varaosamyynnin osalta tuloksena oli lisämyynnin kirjaamisen vastuun ratkaiseminen. Huolto lisäisi edelliseen vielä muutoksen asiakastilauksen hyväksynnän.

Epäselvän osan kuvauksessa myynnin ja markkinoinnin toiveena on muutoksen ennakoiva testaaminen riittävillä testikriteereillä. Suunnittelun osalta tärkeänä pidettiin työjonon selkiyttämistä ja muutoksen takautuvuuden selvitystä. Tuotannon mielestä epäsoviva osan kohdalla voitaisiin ennemmin mainita tuotannon häiriö, jossa lisäkriteereinä tulisi olla muutoksen kriittisyys. Kaaviossa tulisi olla kuvattuna ”tulipalo” tapauksen prosessi myös. Varaston mielestä suunnittelun tulisi ottaa kantaa, mitä poistetuille (epäsoviville) osille tehdään. Laatuosasto oli samaa mieltä, lisäten vielä vaihtoehdon osien korjaukselle tai muokkaamiselle uudelleen käytettäviksi. Dokumentoinnin osalta esimerkiksi toimittajien suunnitteleminen osien korjaamisesta tai vaihtamisesta johtuvan muutoksen dokumentaatio jää päivittymättä tiedon puuttumisen vuoksi. Hankinta toi esille ajatuksen, jossa muutosten hallinnointi toteutettaisiin muutostiimin toimesta, jossa olisi eri osastojen edustajia. Varaosamyynti ja huolto toivat esille kuljetusvaurion mahdollisuuden, mikä voisi olla erikseen kuvattuna kaaviossa.

Asennuspoikkeaman tapauksessa myynnin ja markkinoinnin mielestä kaaviossa tulisi olla luovutetun tuotteen toiminnallisuuden testaus ja hyväksyntä tuotteen luovutuksesta. Suunnittelun mielestä prosessissa tulisi myös huomioida takautuvuuden tarkastelu, esimerkiksi turvallisuuteen liittyvissä poikkeamissa. Dokumentointi oli samaa mieltä, muutusuudistus on liian yleispätevä eikä se kerro tuleeko varaosia tai aikaisemmin toimitettuja tuotteita huomioida myös. Tuotannolle ja hankinnalle oli epäselvää mitä kautta pystytyspoikkeama käsitellään tai keneen huoltomies ottaa kiiretilanteessa yhteyttä. Huollon toiveena olisi saada tieto mitä luovutettavan koneen toimituslaajuuteen kuuluu ja mistä tämä tieto on löydettävissä.

Takautuvan muutoksen tapauksessa olisi prosessissa tarve kuvata tiedottaminen asiakkaalle ja muille sidosryhmille myynnin ja markkinoinnin mielestä. Suunnittelun ja varaosamyynnin mielestä huollolla tulisi olla työjono toteutettavien töiden seuraamiseksi. Tuotanto lisäisi kaavioon kontrollipisteen virheen uusiutumisen ehkäisemiseksi. Varaston ja laadun mielestä takautuvuuden arviointi ei saisi olla vain oman valmistuksen jälkeen, vaan myös suunnitteluvirheen jälkeen. Dokumentoinnin mielestä kuvauksessa tulisi olla kuvattuna lisäksi tilanne, miten huollon tekemät muutokset takaisinkytkyvät suunnitteluun ja dokumentointiin. Huolto toi esille epäkohdan, miten

toteuttaa takautuva muutos, kun ei ole tiedossa millainen mahdollisesti muutoksen kohteena oleva luovutettu tuote on fyysisesti.

Lopuksi tiedusteltiin haastateltavilta, onko heillä riittävät työkalut muutostenhallintaan. Kuusi vastaajaa kymmenestä kertoivat, ettei riittäviä työkaluja ole käytettävissä. Yhden mielestä ovat riittävät tällä hetkellä ja kahden vastaajan mielestä työkalut ovat suunnilleen kunnossa. Muita tarkennuksia tähän vastaukseen kirjattiin seuraavasti. Työkaluilla tulee olla mahdollista ylläpitää tuotteen elinkaarta. Tuotteen tuoterakenteen osien revisiointia ei voida jälkikäteen todentaa. Työkaluja on liian monta irrallista, eivätkä ne juttele keskenään. Kysyttäessä haastateltavilta, mitkä seikat he näkevät muutostenhallintaprosessin toimivuuden esteenä, kirjattiin seuraavia vastauksia. Muutetaan liian herkästi ja analysoimatta vaikutusta ja tarpeellisuutta. Toisaalta asiakkaat kehuvat kohdeyrityksen muutoskyvykkyyttä. Kolmen vastaajan mielestä kuvattuja prosesseja ei aina noudateta, eikä noudattamatta jättämisestä aiheudu toimenpiteitä. Yhden haastateltavan mukaan toimivuuden esteenä on suunnittelun työjonon puute. Kahden vastaajan mielestä muutoshallintaprosessi ei toimi, kun sellaista ei ole kuvattu. Vastuiden kuvaamattomuus ja ylemmän tason pelisääntöjen puuttuminen esiintyivät toimivuuden esteenä yhdellä haastateltavalla.

5.3 Uudistettu tuotetiedon muutoshallintaprosessi

Tuotetiedon muutoshallintaprosessin uudistaminen aloitettiin tutkimalla olemassa olevaa ohjeistusta ja yrityksen prosessikuvauksia. Toiseksi hyödynnettiin edellä mainittuja haastattelun tuloksia. Kirjallisuuskatsauksen avulla löydettiin sopiva ja selkeä kuvausmalli. Wu et al. (2014) artikkelissa esitetty CMII perusteinen muutoshallintamalli, osoittautui loogiselta etenemistavaltaan juuri sopivaksi ja siitä koettiin löytyvän eniten mahdollisuuksia kohdeyritykselle sopivaksi muutoshallintamalliksi. Näiden asioiden pohjalta muodostui alustava tuotemuutoshallintamalli, jonka esittelen seuraavaksi tässä kappaleessa. Tämän jälkeen mallia tarkennettiin vertaamalla sitä PLM-sovelluksen (Windchill) olemassa oleviin muutoshallintaprosesseihin.

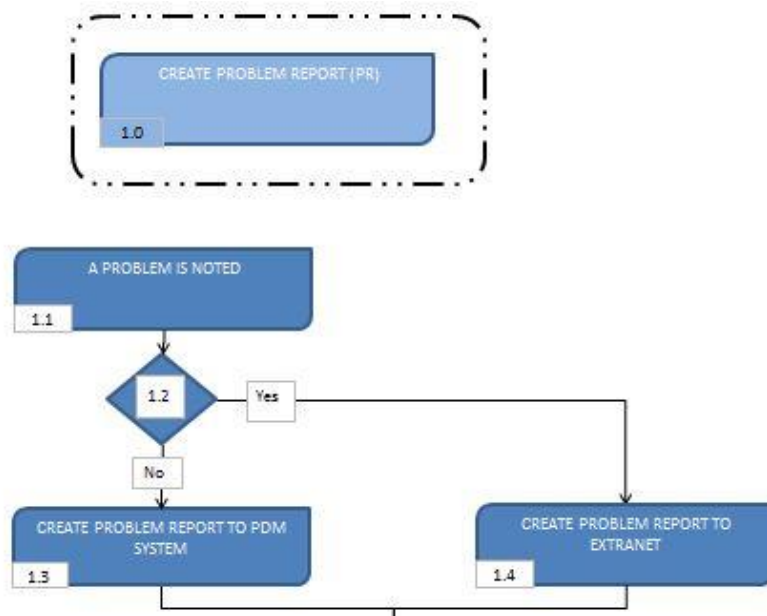
Uudistettu prosessikuvaus toteutettiin tapahtumaketjuna. Mallinnuksessa sovellettiin ARIS-mallinnustekniikkaa. Aktiviteettiperusteista ”uimarata”-kaaviomallia harkittiin myös, mutta useiden aktiviteettien sisältämät moniroolivastuut olisivat tehneen kaaviosta hyvin epäselvän luettavan. Prosessin kuvaus jakaantuu pääprosessiin ja sen aliprosesseihin. Pääprosessin merkittävistä vaiheista on siis linkitys aliprosessiin, tarkemmalle prosessikuvaustasolle. Muutosprosessi alkaa lähtötiedon hallinnasta muutoksen toteutuksen kautta tuoteimplementaatioon asti. Uudistettu

tuotemuutoshallinnan prosessin päätaso on kuvattu kokonaisuudessaan liitteessä 3a-b. Prosessin eteneminen on jaettu kahdeksaan vaiheeseen, jotka ovat: lähtötiedot (input), muutostyyppin valinta (change type validation), muutoksen analysointi (change analysis), muutoksen toteutus (change notice), muutosilmoitus (release), muutoksen implementointi (change implementation), valmistus (production) ja asennus (installation). Nämä vaiheet ovat eroteltu katkoviivalla kuvatussa prosessissa selkeyden lisäämiseksi. Seuraavaksi esittelen nämä vaiheet yksitellen.

(1) Lähtötiedot

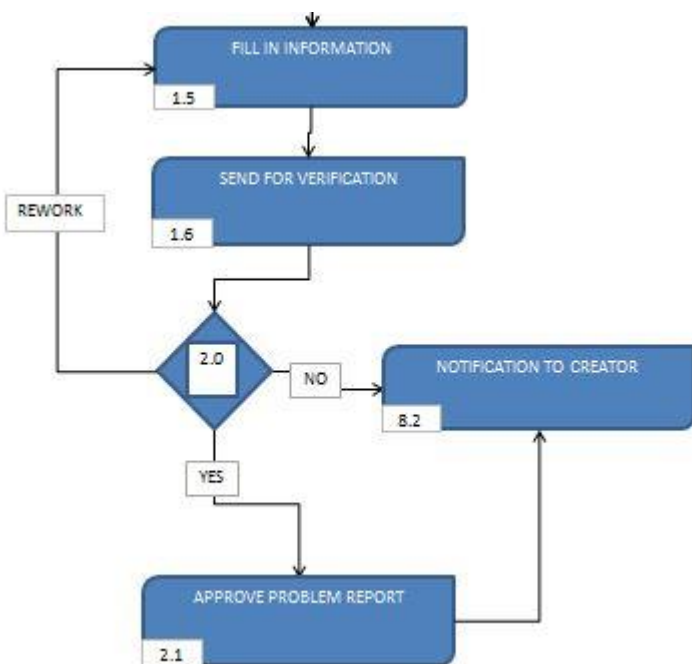
Prosessikuvauksessa etäisimpänä, ylimpänä, on asiakas, jolla tässä tarkoitetaan materiaalinkäsittelylaitteen käyttäjää. Kuvauksessa on tarkoitus esittää viestintäjärjestystä, siksi asiakkaan alapuolella, seuraavana kontaktipisteenä ovat kohdeyrityksen eri osastot. Yrityksen ulkopuolisilla toimijoilla, kuten jälleenmyyjät, viestintäkanava muutostapauksissa on kohdeyrityksen Web-portaali, eli extranet. Yrityksen sisäisillä käyttäjillä muutoksiin liittyvä viestintäkanava on PLM- sovellus (Windchill).

Lähtötietovaiheessa muutoksenhallinta alkaa siitä, että joku on havainnut ongelman tai puutteen tuotteessa tai palvelussa. Aihe voi olla lähes millainen tahansa, kuten ongelma tuotteessa tai palvelussa, tarvittava lisäominaisuus tai lisätilaus, asiakasreklamaatio. Ongelmakuvauksen havaitsija voi olla kuka vaan yrityksestä tai jälleenmyyjän edustaja tai loppukäyttäjä. Ongelmakuvauksen prosessi on kuvattuna kuvassa 8, alla. Ongelman kirjaamisessa havaitsija aluksi valitsee järjestelmän mihin ongelmaraportti kirjataan (valintapiste 1.2). Nämä toimintopisteet ovat esitetty kuvassa 8 toimintoina 1.3 ja 1.4. Asiakkaan ja jälleenmyyjän tapauksessa prosessi ohjaa havaitsijan extranettiin. Toki esimerkiksi asiakkaat voivat olla yhteydessä muilla keinoin yrityksen myyntiorganisaatioon, joka kirjaa ongelman/havainnon PLM - sovellukseen, kuten muutkin organisaation yksiköt.



Kuva 8. Muutoksenhallinnan lähtötiedot - ongelmakuvauksen luominen, osa 1

Prosessin kohdassa 1.5, kuvassa 9, raporttipohjaan täytetään vaaditut tiedot, kuten: havaitsija, organisaatio, työ- tai sarjanumero, nimike ja ongelman kuvaus. Mahdolliset liitteet liitetään mukaan, sekä ongelman kirjaamisen tyyppin perusteella mahdolliset perustelut halutulle muutokselle. Tämän jälkeen kuitataan kirjaus valmiiksi ja raportti siirtyy käsittelyyn. Käsittelijäksi on kohdeyrityksessä valittu laatuinsinööri.

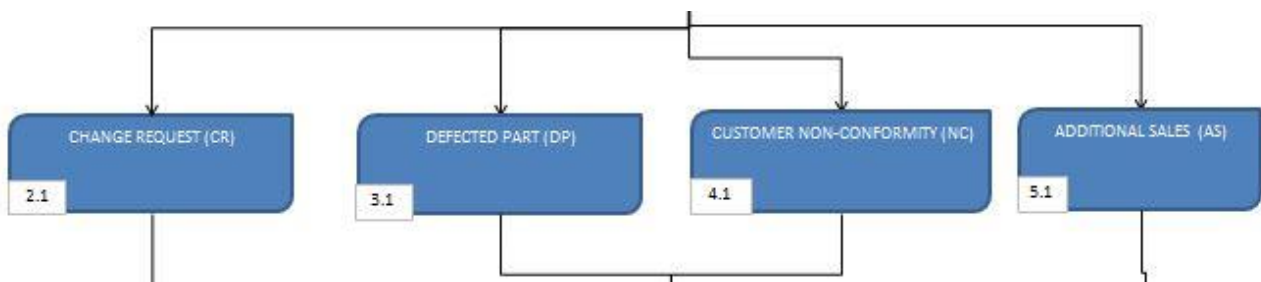


Kuva 9. Muutoksenhallinnan lähtötiedot - ongelmakuvauksen luominen, osa 2

Kohdassa 2.0 laatuinsinööri analysoi ongelmaraportin. Tarkastaen, että se täyttää ongelmakuvauksen kriteerit ja että siinä on riittävät tiedot kirjattuna. Kriteereinä pidetään, että kirjaus on: aiheellinen, tuotteeseen tai palveluun liittyvä ja/tai sillä on positiivinen muutostarkoitus. Aiheettomat ja herjaavat pyynnöt hylätään. Osa kirjauksen tiedoista on pakollisia, valikkovalintoja ja osa vapaasti kirjattavia kenttiä. Havaitisijalta ei vaadita kaikkien kenttien täyttämistä. Mikäli laatuinsinööri puoltaa ehdotusta, kohta 2.01 kuvassa, eli hän hyväksyy raportin, siirtyy se muutospyyntötyöjonoon. Jos kirjauksesta puuttuu oleellista tietoa, esimerkiksi sitä ei voida jatkokäsittelyssä kohdentaa johonkin tuotteeseen tai palveluun, laatuinsinööri palauttaa ongelmaraportin havaitisijalle lisätietojen kirjaamista varten. Tällöin se tulee uudelleen käsittelyyn myöhemmin tai havaitisija peruuttaa ongelmaraportin. Oli päätös myönteinen tai kielteinen, siitä tiedotetaan havaitisijaa. Myönteisestä päätöksestä lähtee viesti myös muille, kohdeyrityksessä määritellyille osastoille ongelmaraportin siirtymisestä muutoshallintaprosessiin.

(2) Muutostyyppin valinta

Muutostyyppin valintavaiheessa laatuinsinööri valitsee, minkä tyyppinen kuvattu muutos tulee olemaan. Vaihtoehdot on esitetty kuvassa 10, ja muutostyypeistä valittavissa on: muutospyyntö (change request 2.1), viallinen osa (defected part 3.1), asiakasreklamaatio (customer non-conformity 4.1) tai lisämyynti (additional sales 5.1).



Kuva 10. Muutoksen tyyppin valinta

Laatuinsinööri valitsee muutospyynnön (2.1), mikäli haluttu muutos tai ongelmaraportti liittyy: suunnittelua tarvitsevaan muutokseen, kustannussyistä johtuvaan komponentin vaihtoon, haluun vaihtaa tai muokata tuoterakenteita ja havaintoon luotettavuus- tai laaduttomuusongelmista. Tai tuotteen/palvelun haluttu toiminnallisuus on virheellinen. Viallinen osa muutospolku (3.1) valitaan, mikäli osa on epäsopeva eli sitä ei ole mahdollista asentaa tai osa puuttuu kokonaan. Asiakasreklamaatio (4.1) valitaan, mikäli tuote/palvelu ei täytä tuotteen erittelyn tai

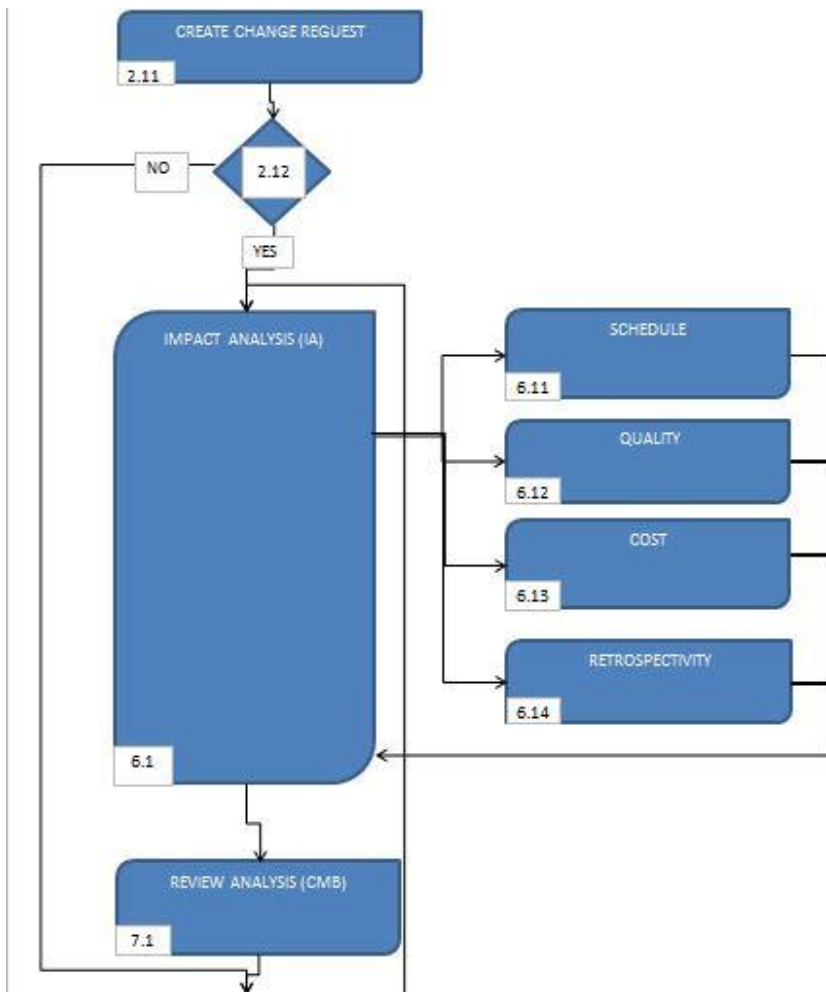
myyntispesifikaation määrittelyä ja asiakas on siitä huomauttanut. Mikäli havainto tai ongelmaraportti viittaa osaan/palveluun mikä ei sisälly myyntispesifikaatioon, valitaan lisämyynti.

(3) Muutoksen analysointi

Muutoksen tyyppin valinnan perustella ongelmaraportti ohjataan muutospyynnön vaikuttavuuden analysointiin (impact analysis 6.1), ulkoiseen valmistusvirheeseen (external manufacturing problem 7.2), sisäiseen valmistusvirheeseen (internal manufacturing problem 7.3) tai jälkimarkkinaprosessiin (after sales process 8.1). Nämä ovat esitetty prosessin päätasolla, liitteessä 3. Mikäli muutostyyppi epäsoviva osa tai asiakasreklamaatio todetaan johtuvan sisäisestä valmistusvirheestä, ongelmaraportista luodaan sisäinen poikkeama erillisen ohjeistuksen mukaisesti. Ja jos kyseessä on ulkoinen valmistusvirhe, luodaan ongelmaraportista toimittajareklamaatio myös erillisen ohjeistuksen mukaisesti. Mikäli edellä mainittu ongelma johtuu suunnitteluvirheestä, se ohjataan vaikuttavuuden analysointiin. Mikäli ongelmaraportin todetaan olevan lisämyyntiä ja tuotetta ei ole luovutettu asiakkaalle, se ohjataan muutoksen toteutusprosessin (change notice) laajuuden valintaan, kohta 8.0 päätason kaaviossa. Toisaalta, jos laite on jo luovutettu asiakkaalle, ongelmaraportti ohjautuu jälkimarkkinaprosessiin, kohta 8.1, josta on myös erillinen ohjeistus. Jälkimarkkinaprosessin jälkeen ongelmaraportista muokkautunut muutostoteutus saapuu tuoterakenteen päivitykseen (design structure update 12.1).

Jos ongelmaraportin todetaan olevan muutospyyntö (change request 2.1), eikä mikään muu edellisessä kappaleessa mainituista tapauksista, laatuinsinööri kirjaa muutospyynnön ongelmaraportin pohjalta. Muutospyyntöjä voidaan toki kirjata ilman ongelmaraporttiakin, tai useita ongelmaraportteja voidaan käsitellä yhdellä muutospyynnöllä. Muutospyynnön prosessi on esitetty alla kuvissa 11 ja 12.

Muutospyynnön kirjaaminen alkaa muutoksen tärkeyden valinnalla. Aluksi tarkastellaan Vaaditaanko muutoksen vaikuttavuuden analysointia vai ei, kohta 2.12 kuvassa 11. Muutoksen ollessa hyvin suoraviivainen ja yksinkertainen ja vaikuttavuudeltaan minimaalinen, kuten esimerkiksi mitan tai pintakäsittelymerkinnän lisääminen piirustukseen vaikuttavuuden tarkasteluvaihe voidaan ohittaa laatuinsinöörin harkinnan mukaan. Mikäli muutoksella arvioidaan olevan suurempi vaikututtavuus esimerkiksi aikatauluun, laatuun ja valmistettavuuteen ohjataan muutospyyntö analysointiin.

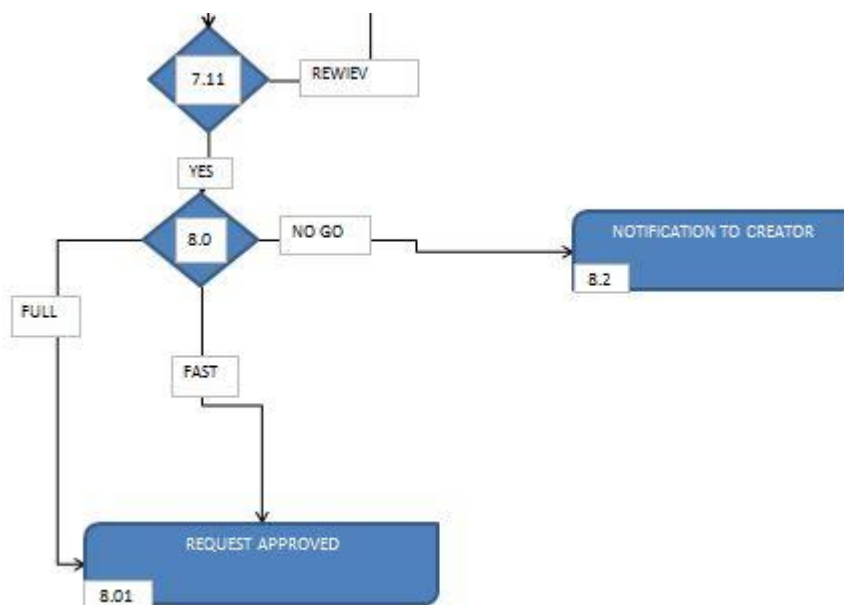


Kuva 11. Muutospyynnön kirjaaminen - vaikuttavuuden tarkastelu

Vaikuttavuuden analysointi, kohta 6.1, jakaantuu useampaan alivaiheeseen, kohdat 6.11 – 6.14 kuvassa 11. Kuhunkin edellä mainittuun toimintoon liitetty resurssi saa tehtävän, jossa vaaditaan selvittämään ja kirjaamaan vaikutukset esitettyyn muutoksen osa-alueeseen. Aikataulujen osalta tarkastellaan muutoksen mahdollisesti aiheuttama läpimenoajan pidennys, joka antaa viitteitä voidaanko muutos toteuttaa ennen tuotteen luovutusta asiakkaalle vai onko muutos jätettävä toteutettavaksi kentällä. Käsittelijän on tarkastelun lisäksi annettava ehdotus toteutuksesta. Laadun tehtävän osalta käsittelijä selvittää tarvitaanko mahdollisen muutoksen osalta tehdä erillisiä tai muokata olemassa olevia testejä tai mittauksia. Vastaavasti tarkastellaan tarvitaanko uusia valmistuksen työkaluja tai jigejä. Lisäksi tarkastellaan myös onko vaikutusta valmiin materiaalinkäsittelylaitteen suoritusarvoihin, yrityksen imagoon tai brändiin. Käsittelijä antaa toteutusehdotuksen. Kustannustehtävän tarkoitus on tietysti selvittää kustannusvaikutus mahdollisesta muutoksesta johtuen. Tämä tehtävä jakaantuu useammalle resurssille, jotka selvittävät ja kirjaavat osaltaan suunnittelu-, materiaali- valmistus-, asennus-, ja romutuskustannukset. Kustannukset tulee perustella. Takautuvuuden tarkastelun tehtävän osalta, kohta 6.14, käsittelijä selvittää ja kirjaa eritellen missä mahdollisesti muutettavaa osaa tai palvelua on käytetty sekä antaa

ehdotuksen muutoksen laajuudesta, eli esimerkiksi päivitetäänkö osa takuun alla oleviin laitteisiin, vai kaikkiin toimitettuihin laitteisiin, vai pelkästään tietyille asiakkaille. Käsittelijä perustelee ehdotuksensa.

Edellä mainituista tehtävistä koostetaan yhteenveto, tai PLM-sovellus voi prosessissaan toteuttaa tämän. Muutoshallintaryhmä (CMB) katselmoi yhteenvedon. Katselmointi voi tapahtua viestinä sovelluksesta, jossa pyydetään kutakin ryhmän jäsentä kommentoimaan ja kuittaamaan muutoksen vaikuttavuuden analyysi. Tai muutoshallintaryhmä kokoontuu sovituin määräajoin käsittelemään päätöstä odottavat tehtävät. Analyysi voidaan palauttaa lisäselvitystä varten tietyn osa-alueen käsittelijälle. Suunnittelupäällikkö hyväksyy analyysin lopullisesti, kohta 7.11 kuvassa 12, huomioiden kuitenkin, että enemmistö ryhmän jäsenistä on puoltanut analyysiä ja kaikissa osa-alueissa on vastaus kirjattuna.



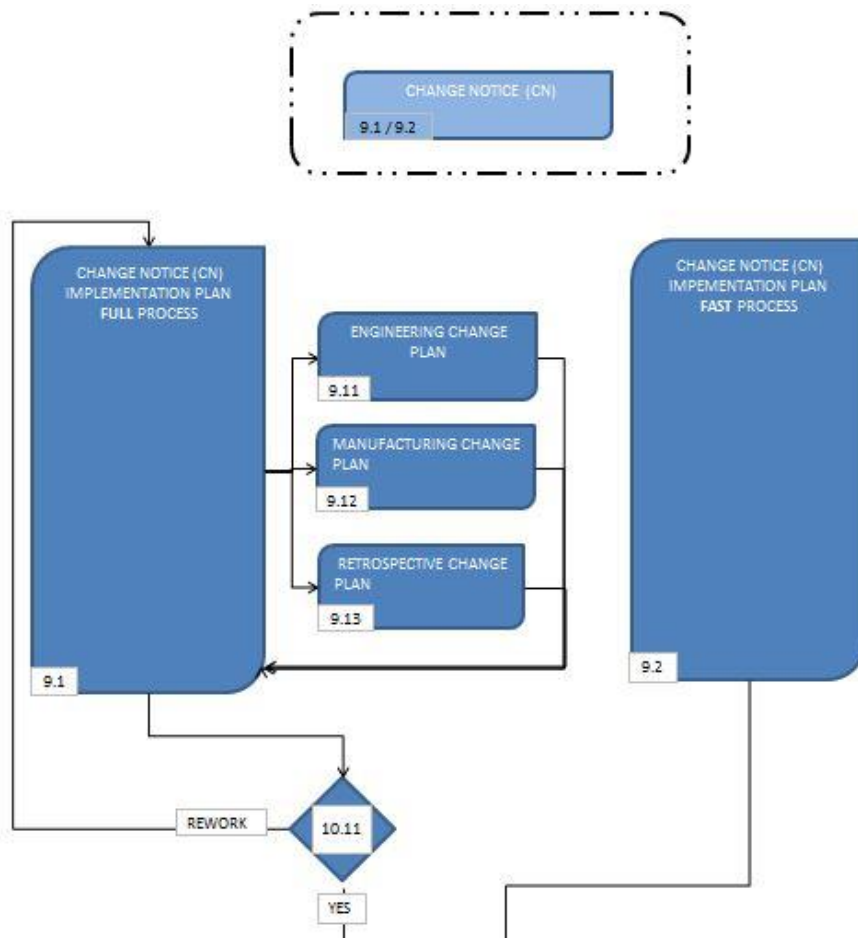
Kuva 12. Muutospyynnön kirjaaminen - käsittelylaajuuden valinta

Kohdassa 8.0, suunnittelupäällikkö valitsee hyväksytylle muutospyynnölle nopean (Fast) tai kattavan (Full) muutoksen toteutusprosessin, perustuen yrityksen määrittelemiін kriteereihin. Tason 1 muutos esimerkiksi voi olla sellainen, joka vaikuttaa koko mallisarjaan, mahdollisesti myös luovutettuihin laitteisiin tai on kustannuksiltaan merkittävä (yli 20 000 eur). Tai jokin osa tai toiminto ei ole turvallinen, tai on suuri turvallisuusriski aiheuttaa vahinkoa ihmisille tai irtaimistolle Tason 2 muutos voi esimerkiksi olla seuraavan lainen. Muutos vaikuttaa kyseisen laitteen lisäksi mallisarjaan, tai on matala turvallisuusriski ja kustannus eivät ole merkittäviä. Tason 3 muutoksen kriteerit voivat olla esimerkiksi, että vaikutus on vain kyseiseen laitteeseen, johon muutospyyntö liittyy, sekä tuleviin laitetyyppin tuotemalleihin, eikä ole vaikutusta valmistusmenetelmiin. Tason 1 ja 2 muutospyynnöt

ohjautuvat full-prosessiin ja tason 3 muutospyyntöt fast-prosessiin. Riippumatta siitä, oliko päätös myönteinen tai kielteinen, siitä tiedotetaan havaitsijaa (kohta 8.2). Myönteisestä päätöksestä lähtee viesti myös muille kohdeyrityksessä määritellyille osastoille muutospyyntön hyväksymisestä ja sen siirtymisestä muutostilausprosessiin (Change Notice).

(4) Muutoksen toteutus

Suunnittelupäällikkö kirjaa muutospyyntöstä muutostilauksen (CN) fast tai full prosessin mukaan (kohdat 9.1 tai 9.2) edellisessä kappaleessa todetun mukaisesti. Mikäli kyseessä on full-prosessi, on suunnittelupäällikön kirjattava muutoksen toteutuksen työvaiheet, kuten mekaaninen-, sähkö- ja hydraulikkasuunnittelu, sekä lujuuslaskennan tarpeellisuus (kohta 9.11). Tässä voidaan PLM -sovelluksessa hyödyntää olemassa olevia tehtäviä työjonon hallitsemiseksi ja resursoinnin tukemiseksi. Aikaisemmin toteutetun vaikuttavuusanalyysin perusteella suunnittelupäällikkö valitsee tarvittavat muut tehtävät, kuten valmistuksen muutossuunnitelman tai takautuvien muutosten suunnitelman tarpeellisuuden. Prosessi on esitetty kuvassa 13, alla.

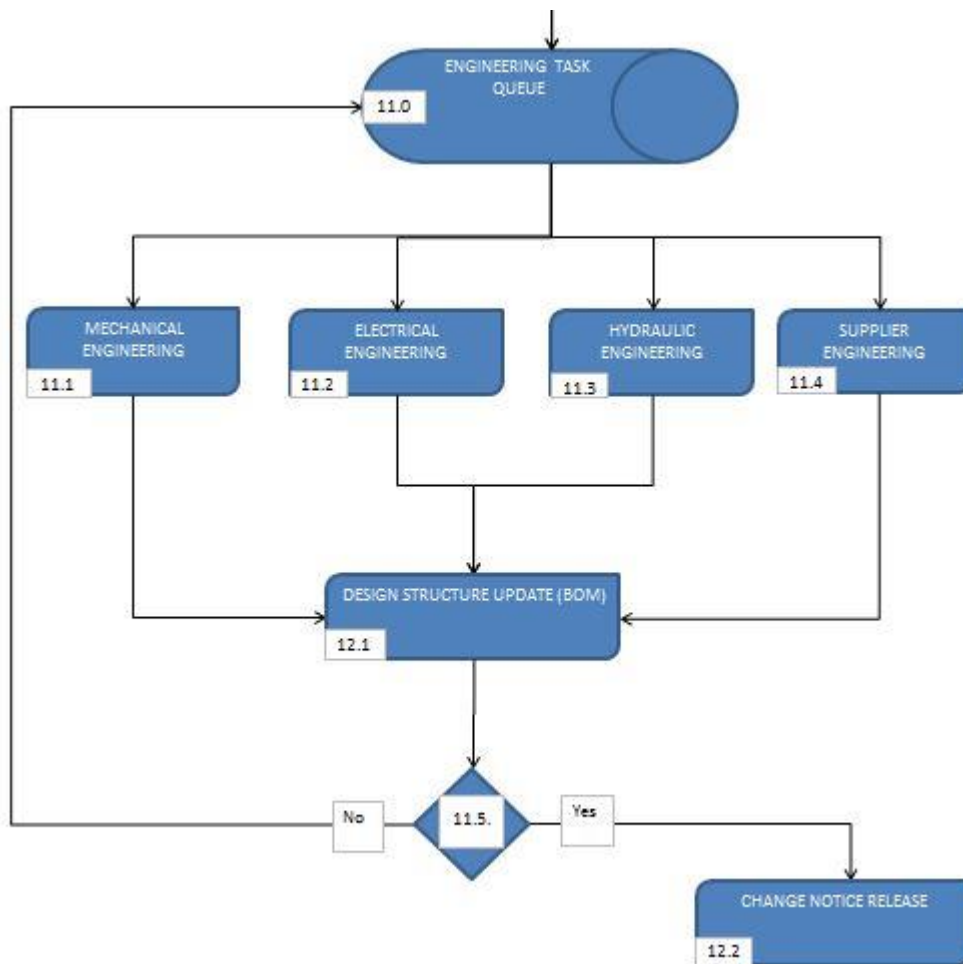


Kuva 13. Muutostilauksen luominen - muutostehtävien määrittäminen

Valmistuksen muutossuunnitelmassa, kohta 9.12, tuotantopäällikkö saa tehtäväkseen kirjata toteutussuunnitelman muutoksen läpiviemiselle. Tässä on huomioitava esimerkiksi komponenttien vaihtosuunnitelma valmistuksessa, olemassa olevien osien ohjaus/poistaminen valmistuksesta, mahdollisten testausten toteuttaminen käytännössä ja mahdollisesti tarvittavien työkalujen ja jigien valmistaminen. Takautuvien muutosten osalta, kohta 9.13, huoltopäällikkö saa tehtäväkseen luoda toteutussuunnitelman jo asiakkaille luovutetuille laitteille perustuen aiemmin, vaikuttavuusanalyysissä määriteltyyn laitekantaan. On huomioitava vaihtotyön ajoitus ja resurssointi, vaihtotyöohjeistus ja raportointi ja mittaustarve, sekä vaadittavat (asiakas) hyväksynät. Suunnitelma sisältää myös ehdotuksen jälkimarkkinoille koneista, joihin muutosta ei toteuteta, jolloin vastaava muutos voidaan tarjota asiakkaalle mahdollisena tuoteparannuksena. Yllä mainittujen työvaiheiden suunnitelmien jälkeen muutostilaus katselmoidaan. Change review board:n (CRB) jokainen jäsen katselmoi valmiin ehdotuksen ja puoltaa tai palauttaa perusteluin. CRB:n puheenjohtaja kuittaa lopullisesti muutostilauksen hyväksymisen, mikäli enemmistö on puoltanut sen ja palautettujen asioiden osalta on saatu vastakommentti osa-alueen suorittajalta (kohta 10.11). Hyväksytyt muutostilaus (CN) luo tehtävät PLM- sovelluksen työjonoon aikaisemmin määriteltyjen valintojen mukaisesti. Mikäli ei käytetä sovellusta on työjonon tehtävät kirjattava manuaalisesti suunnittelun toimintatapojen mukaisesti.

Fast-prosessin tapauksessa suunnittelupäällikkö kirjaa tarvittavat suunnittelun toteutuksen työvaiheet myös hyödyntäen PLM-sovelluksessa olevia valmiita malleja, sekä kuittauksellaan hyväksyy muutostilauksen, joka avaa tehtävät PLM- sovelluksen työjonoon. Fast – prosessin implementointisuunnitelma on yksinkertaisempi ja sen suunnitteleminen sisältyy avattuihin tehtäviin.

Kummassakin tapauksessa (Fast tai Full) luodut tehtävät saapuvat resursoituina työjonoon pääosin suunnittelijoille. Suunnittelupäällikkö hallinnoi työjonoa. Tehtäviä voidaan uudelleen kohdistaa toisille resursseille, tai ne voidaan jakaa useammalle henkilölle. Työjonoa hallinnoidaan työkuormituksen ja kiireellisyyden mukaan. PLM-järjestelmässä työtehtävälle voidaan antaa prioriteetti tai sen ennalta määriteltyä ajoitusta voidaan muuttaa. Tehtävä voidaan myös asettaa odottamaan mahdollista suurempaa päivitystä ja toteuttaa massiivisempaan muutokseen sopivana ajankohtana. Työjono, kohta 11.0 on esitetty kuvassa 14, alla.



Kuva 14. Muutostilauksen luominen - muutustehtävien toteuttaminen

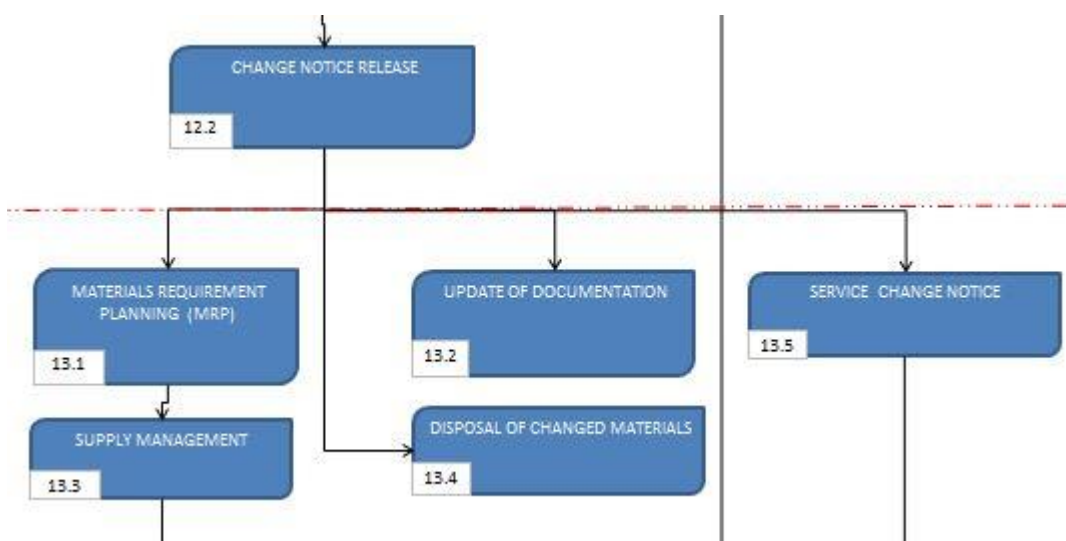
Kohdissa 11.1 – 11.4 on esitetty työtehtävien jakautuminen yleisellä tasolla. Kukin vaihe sisältää muutostilauksen pyynnön mukaisen tehtävän ratkaisemisen ohjeiden ja suunnittelumääräysten mukaisesti, piirustusrevision ja nimikerevision tarkistaminen ja tuoterakenteen päivittämisen muutostilauksessa määritellyille tuotteille. Kun muutostilaukseen koskevat tehtävät ovat eri osaluokittain suoritettu pääsuunnittelija tarkastaa tuotoksen ja päivittää mallituoterakenteen tarvittaessa. Hyväksi todettu tuotos katselmoidaan, kohta 11.5, varmistaen, että toteutus on annetun muutostilauksen mukainen ja täyttää suunnittelukriteerit, sekä lain mukaiset vaatimukset. Puutteellinen toteutus voidaan palauttaa työjonoon kokonaan, tai avaamalla sille uusi määritelty tehtävä, jolla asia mahdollisesti ratkeaa. Hyväksytty toteutus informoidaan organisaatiolle, mistä tarkemmin seuraavassa kappaleessa.

(5) Muutosilmoitus

Muutostilaus (CN) saatetaan valmiiksi luomalla muutosilmoitus. Pääsuunnittelija antaa määrämuotoisen ilmoituksen muutoksen sisällöstä ja vaikuttavuudesta, kohta 12.2, kuvassa 14. Muutosilmoitus voidaan tehdä käyttäen PLM- sovellusta tai se voidaan tehdä manuaalisesti, kuten nykyinen tapa on. Muutosilmoituksessa ilmoitetaan päivitetty piirustukset ja muut muutokseen liittyvät dokumentit, sekä niiden uusi ja edellinen versio. Ilmoitetaan mitä on muutettu ja miksi. Kerrotaan muutoksen voimaantumisen ajankohta ja missä laajuudessa se tapahtuu. Nämä edellä mainitut tiedot ovat olemassa muutospyynnössä, takautuvuuden arvioinnissa, muutostilauksessa. Pääsuunnittelija varmistaa niiden oikeellisuuden muutostilauksen prosessin ilmoitusvaiheessa. Ilmoituksessa otetaan kantaa myös mitä tehdään olemassa oleville osille, muutetaanko ne uusien versioiden mukaiseksi, vai käytetäänkö vanhoina versioina tai romutetaanko ne. Ilmoituksen tekijä näkee romutettavien osien kustannuksen ilmoitusta tehdessään. Ilmoituksesta lähtee vakimuotoinen viesti sähköpostitse useille henkilöille, jotka ovat määriteltyinä kyseessä olevan viestin vastaanottajiksi. Kohdeyrityksen olemassa olevan ohjeistuksen mukaisesti viestin saaneet henkilöt reagoivat siihen ohjeistuksen mukaisesti. Tämän jälkeen siirrymme tässä tuotemuutoshallintaprosessissa toteutusvaiheeseen.

(6) Muutoksen implementointi

Muutosilmoitus aktivoi monia samanaikaisesti toteutettavia aliprosesseja, kuten tarvelaskenta (13.1), dokumentointi (13.2), hankinta (13.3), muutos ja romutus (13.4) ja huollon työjono (13.5) esitettynä kuvassa 15, alla.



Kuva 15. Muutosten implementointi - aliprosessit

Tarvelaskenta toteutetaan kohdeyrityksen olemassa olevan ohjeistuksen mukaisesti. ERP- sovellus laskee tuoterakenteen komponenttitasolle ja ilmoittaa hankintaan minkä komponenttien tarvemäärä ylittää varastomäärän, sekä milloin komponentit tarvitaan valmistuksessa.

Dokumentointiprosessi (13.2) sisältää muiden dokumenttien kuin piirustusten päivittämisen muutosilmoituksen mukaisiksi. Dokumentointi-insinööri tekee päivitykset kohdeyrityksen ohjeistuksen mukaisesti. Myös tuotepäällikkö saa tiedon muutetuista dokumenteista, jolloin hän voi päivittää markkinointiaineiston sekä myyntikonfiguraattorin tiedot. Päivitetty dokumentaatio vapautetaan järjestelmässä, jolloin se linkittyy myös yrityksen extranettiin ja näin ollen muutoksen laajuudesta riippuen asiakas tai jälleenmyyjä saa ilmoituksen päivitetyn dokumentaation olevan tarjolla. Hankintaprosessi toteutetaan kohdeyrityksen olemassa olevan ohjeistuksen mukaisesti. Hankinta huolehtii muutosilmoituksen mukaisesti tarvittavat komponentit pyydettyyn sijaintiin.

Muutos ja romutus (13.4) tehtävä toteuttaa muutosilmoituksen päätöksen mukaisesti fyysisen komponentin muuttamisesta tai romuttamisesta. Työnjohtaja selvittää aluksi onko komponentti asennettu tuotantolinjalla oleviin laitteisiin vai ei. Mikäli on asennettu, pyydetään työntekijää purkamaan se pois ja työnjohtaja kirjaa ajopyynnön varastomiehille, jolloin komponentti noudetaan pois tuotantolinjalta. Muutosilmoituksen mukaan komponentti joko ohjautuu muutettavaksi osakokoonpanosoluun, tai se romutetaan, eli varastomies vie sen epäkuranttien osien alueelle. Mikäli komponenttia ei ole asennettu, työnjohtaja informoi hankintaa tai valmistustyösolua, pysäyttämään valmistuksen. Hankinta pyytää toimittajaa muokkaamaan komponentin uuden version mukaiseksi tai romuttamaan sen. Valmistustyösolu muokkaa komponentin pyynnön mukaiseksi tai mikäli se ei enää ole mahdollista, romuttaa sen ja valmistaa uuden. Muutoksesta ja romutuksesta aiheutuvat kustannukset kirjataan muutostilaus (CN) numerolle. Muutetut osat valmistuvat varastoon tai saapuvat toimittajalta varastoon, josta ne kerätään tuotantolinjalla oleville koneille. Romutettavat osat kerätään niille osoitettuun paikkaan ja hävitetään annettujen ohjeiden mukaisesti.

Huolto saa myös muutosilmoituksen. Muutostilauksessa määritellyt muutokset luovutettuihin laitteisiin on aikaisemmassa vaiheessa suunniteltu ja karkeakuormitettu. Tässä vaiheessa niistä muodostuu huollon työjono (13.5). Huolto saa muutostilaukselta tiedot takautuvasti muutettavista laitteista. Huoltopäällikkö avaa näistä, jokaisesta erikseen, ERP-sovellukseen huoltotyön, määrittäen työtehtäviksi muutostilaukseen kirjatut toimenpiteet. Luomalla huoltotyön huoltopäällikkö jakaa muutostehtävät jälkimarkkinoinnin eri resursseille. Lisäksi huoltopäällikön tai -insinöörin on avattava myyntitilaus tapauskohtaisesti olemassa olevan ohjeistuksen mukaisesti. Pelkät komponenttitoimitukset voidaan hallita myyntitilauksella, mutta mikäli huoltotyö vaatii suunnittelua,

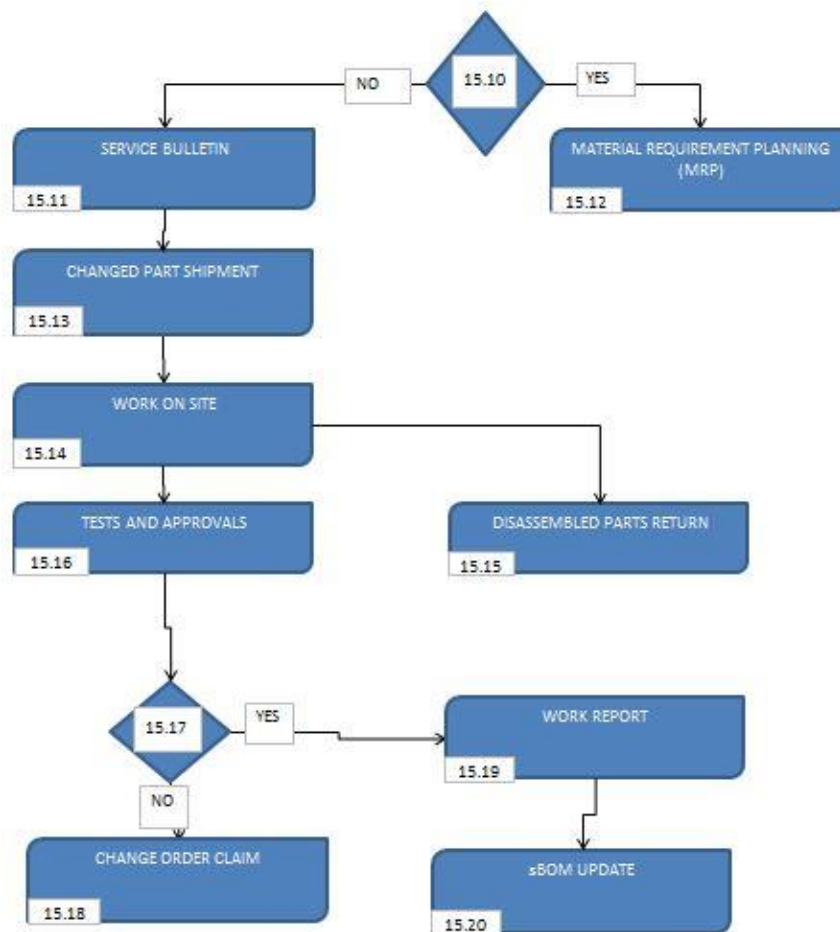
on sitä varten avattava myös huoltotyö. Huoltotyölle kohdistuu hankittavien materiaalien kustannus sekä suunnittelu- ja asennustyökustannus. Muutostyön toteutus on esitetty kuvassa 16.

(7) Valmistus

Muutostilauksen mukaiset muutetut komponentit ohjautuvat tavaranvastaanoton kautta valmistukseen tuotantolinjalle tai valmiit komponentit kokoonpanosoluun. Muokatut komponentit, kuten kohdassa 13.5 kerrottiin, ohjautuvat vastaavasti. Valmistusprosessi toteutetaan yrityksen olemassa olevan ohjeistuksen mukaisesti.

(8) Asennus

Muutostyön toteutus alkaa tarkastamalla onko kohde luovutettu asiakkaalle vai onko laite vielä tehtaalla, kohta 15.10, kuvassa 16. Mikäli laite on tehtaalla, edetään normaalisti tarvelaskennan kautta tarvittavien osien hankintaan ja asennukseen. Mikäli laite on luovutettu asiakkaalle, huollon työnumeron mukaan aukeaa tehtäviä eri resursseille. Aluksi huoltopäällikkö saa tehtäväkseen tehdä määrämuotoisen ilmoituksen (Service Bulletin) asiakkaalle tai jälleenmyyjälle extranet – kanavaa hyödyntäen. Service Bulletin, 15.11, kertoo asiakkaalle, että jotain tullaan muuttamaan, sekä miksi muutos halutaan tehdä ja milloin se mahdollisesti toteutetaan. Varaosamyynti saa tehtäväkseen organisoida muutoksen materiaalit kohteeseen. Muutostyön kohteessa suorittaa huoltoinsinööri tai jälleenmyyjän huoltoedustaja, kohta 15.14. Vaihdetut, vanhat osat palautetaan. Mikäli kyseessä on massiivinen tai erityisen arvokas osa, ja sitä ei tarvita takaisin tehtaalle, voidaan se romuttaa paikallisesti. Tällöin on varmistuttava, että näin todella tapahtuu. Palautustapauksissa toimitaan yrityksen olemassa olevien ohjeiden mukaisesti.



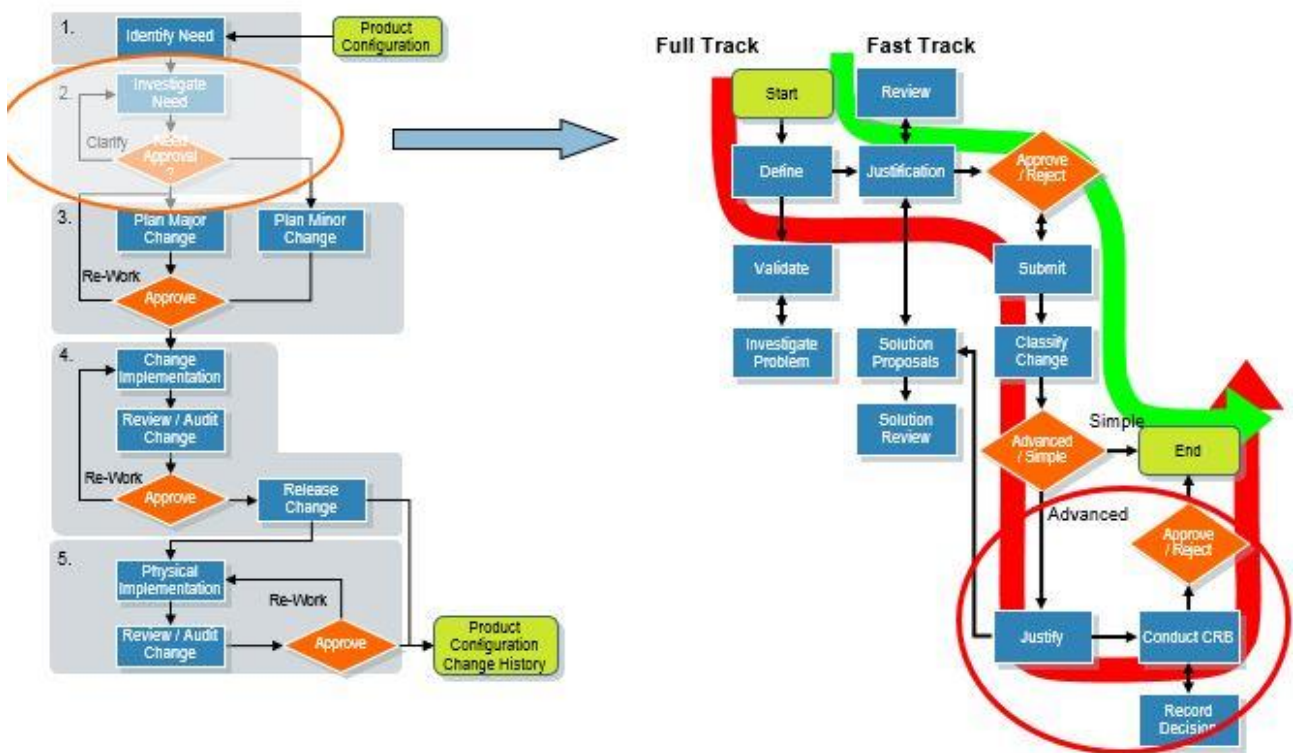
Kuva 16. Jälkimarkkinoinnin muutostilauksen käsittely

Asennuksen jälkeen, kohdassa 15.16, suoritetaan ohjeistetut testit ja mittaukset. Mikäli muutoksen toteutus on onnistunut, kirjataan työ tehdyksi järjestelmään ja kirjataan raportointitehtävän mukaiset, pyydyt asiat kaikkine liitteineen. Mikäli asennuksessa jäi epäkohtia, tai asennusta ei voitu suunnitellusti suorittaa, työn suorittaja (huoltoinsinööri), kirjaa epäkohdista uuden ongelmakuvauksen (Problem Report). Muutoksen suunnittelija saa raportin käyttöönsä ja tehtävän tarkistaa ja tarvittaessa päivittää luovutetun koneen tuoterakenteen muutetun mukaiseksi. Tämä on tärkeää, mikäli asennus poikkeaa alun perin suunnitellusta muutoksesta.

5.4 Windchill -sovelluksen hyödyntäminen tuotemuutosprosessissa

Yrityksen hallussa oleva PTC:n Windchill PLM-sovellus on erittäin laaja ohjelmistokokonaisuus, josta yrityksellä on käytössä vain osa, kuten tutkimuksen alussa on mainittu. Tässä yhteydessä en esittele sovelluksena taustaa tai sen muutosprosessia tarkemmin. Keskityn esittämään yhtäläisyydet ja eroavaisuudet muihin tutkimuksessa esitettyihin muutosprosesseihin. Tuloksena esitetyn

uudistetun muutoshallintaprosessin toteuttaminen PLM-sovelluksella on mahdollista ja jopa suotavaa. Sovelluksen sisäinen muutoksenhallinnan etenemislogiikka vastaa hyvin pitkälle kirjallisuuskatsauksessa esitettyä CMII -perusteista muutosprosessia. Sovelluksen prosessikaaviot on luotu EPC -mallinnustapaa käyttäen ja ne ovat rajoitetusti käyttäjän muokattavissa. Rajoituksella tarkoitetaan tässä, että kaavion symboleita voi muokata lähes rajoituksetta, mutta symboleihin linkitettyjä tauluja, attribuutteja ja lomakkeita vain rajoitetusti. Kuvassa 17, alla on esitetty Windchill -sovelluksen muutosprosessi (change request process). Prosessi etenee aivan vastaavalla tavalla kuin kirjallisuusosiossa esitetty CMII-perusteinen muutosprosessi. Osa toimintojen nimityksistä eroavat tai ne saattavat olla eri nimellä mainittuja, mutta tapahtumaketju etenee vastaavalla tavalla.



Kuva 17. Windchill muutospyyntöprosessi (PTC koulutusaineisto)

Yritykselle uudistettua muutosprosessia vertaamalla PLM-sovelluksen sisäiseen prosessiin voidaan havaita muutamia toiminnallisia eroja. Muutospyyntövaiheessa vaikuttavuuden arviointi on toteutettu sovelluksen osalta yksinkertaisemmin. Toisin sanoen analysointivaihetta ei ole jaettu eri osastojen vastuulle. Myös muutosehdotuksen katselmointi on sovelluksen prosessissa eräänlainen kokous, joka antaa lausunnon ehdotukselle, eli kokous-tehtävästä vastaava rooli voi antaa päätöksen. Haastattelujen tulosten perusteella oli havaittavissa, että useampi henkilö ottaisi osastonsa osalta kantaa muutokseen ja olisi velvoitettu tiettyihin toimenpiteisiin. Tehtävään nimetyt roolit yhdessä

muodostaisivat kollektiivisen päätöksen. Toinen eroavaisuus on, että muutosilmoitus PLM -sovelluksen puolella tarkoittaa muutostilauksen valmistumisen kuittausta, mistä selviää muutetut dokumentit ja rakenteet. Ilmoituksesta kuitenkin puuttuu tietoa, mikä olisi hyödyllistä muille osastoille. Toisin sanoen tällainen ilmoitus voisi laukaista useita viestiä organisaation osastoille, mitä muutos heidän osalta tarkoittaa ja mitä heidän tulee asialle tehdä. Toisin sanoen vaikuttavuusanalyysistä johdetun suunnitelman toteutuksen tehtävät eri henkilöille eivät sovelluksen ilmoituksessa toteudu. Muuten prosessi on yhtenevä. On toki alueita, joissa käsittelijää on ohjeistettava täyttämään asiat oikein ja kappaleessa 5.3 kuvatussa prosessissa on tarkemmin määritetty rajapinnat eri ohjelmien välillä, mutta sovelluksen ideologia vastaa tässä tuloksena esitettyä muutosprosessia. Toki PLM-sovellusta voi räätälöidä täysin vastaamaan kuvattua prosessia, mutta tämä asia jää kohdeyrityksen päätettäväksi. Nämä, tässä kappaleessa esitetyt eroavaisuudet uudistettuun prosessiin tulisivat kustantamaan noin viisi (5) ohjelmointityöpäivää. Tällöin PLM-sovelluksen prosessi olisi täysin yhtenevä luvussa 5.3 kuvattuun prosessiin. Uudistetun prosessin ja sovelluksen prosessin ollessa näin yhteneviä, on selvää, että sovelluksen muutoshallintaa käyttämällä saavutetaan niitä etuja, joita tämän tutkimuksen alussa, kirjallisuuskatsauksen osalta esitettiin.

5.5 Vaikuttavuus toimitusprosessin suorituskykyyn

Nykyisen ja kuvattun, uuden tuotemuutosprosessin suorituskykyä on syytä arvioida jollakin tavalla. Koska vanhaa prosessia ei ole kuvattu ja uuden käyttöönoton päätöstä ei ole tehty, on edettävä tietyin hypoteettisin oletuksin. Suorituskykyä päätettiin mitata hyödyntäen PVM -mallia. Prosessin arvomittaus (Process Value Mapping, PVM) toteutettiin taulukkomuotoon kirjattuna esityksenä sarjasta prosessissa tapahtuvista tehtävistä. Prosessissa arvoa tuottava aika ja arvoa tuottamaton aika taulukoidaan. Tuottavan ajan sudetta tuottamattomaan mitataan, koko halutun prosessin läpi. Lopussa nähdään koko prosessin tehokkuus. Virallisesti mallia käytetään siten, että mittaja ”kellottaa” edellä mainitut kohteet, joista tulos muodostuu.

Nykyisen prosessin mittaus liittyy eräessä laitteen lisäosassa olevaan epäkohtaan, joka mahdollisti asiakkaan kytkeä tuote väärin laitteeseen. Väärinkytkentä saattoi aiheuttaa lisäosan lukittumisen estymisen ja johtaa sen irtoamiseen. Tämän johdosta yritys päätti toteuttaa muutoksen, jossa lisäosan lukittuminen varmistetaan kaikissa tilanteissa. Tämän muutosprosessin toteutumista simuloitiin PVM mittauksella. Aluksi suoritettiin mittaus nykyisen prosessin mukaisesti, johon aineisto on kerätty muutosta suorittaneilta henkilöiltä kysymällä, sovelluksista keräämällä ja työnumerotietoja hyödyntäen. Tämän jälkeen samanlainen mittaus toteutettiin uuden muutoshallintaproessin mukaan.

Useat asiat on jouduttu arvioimaan ja osittain on käytetty samoja vasteaikoja kuin vanhan prosessin mittauksessa. Nämä arviot ovat perusteltu mittauksen yhteydessä esitetystä selvityksestä. Muutosprosessiin liittyvät työvaiheet taulukoitiin osastoittain ja kirjattiin prosessin suoritusaika ja odotusaika. Kulunut työaikatieto kerättiin kohdeyrityksen työnumerokirjauksilta ja kyseistä muutosta suorittaneilta henkilöiltä. Odotusaikatiedot kerättiin vastaavalla tavalla sekä lisäksi arvioimalla. Uutta prosessia arvioitiin vastaavin kriteerein, tosin huomattavasti enemmän arviointiin tukeutuen. Arvioinnin oletuksena on, että prosessissa on hyödynnetty tässä tutkimuksessa esitettyä PLM-sovellusta. Nykyisen toimintatavan mukaisen prosessin mittauksen tulokset ovat esitetty taulukossa 7, alla ja ovat sanallisesti esitetty seuraavasti.

Taulukko 7. Prosessin suorituskykymittaus (PVM), nykyinen tuotemuutosprosessi

Toiminto	Osasto										
	Asiakas	Huolto	Suunnittelu	Site	Tuotekehitys	Hankinta	Varasto	Valmistus	Koeajo	Dokumentointi	Yhteensä
Asiakas	2										
Huolto	4	1		8							
Suunnittelu		3	2	8							
Site			48								
Tuotekehitys				24	460			8			
Hankinta					2080	8		2		4	
Varasto						120	3	2			
Valmistus							16	80			
Koeajo								120	16		
Dokumentointi									24	16	
										160	
Suoritusaika (VAT)	2	1	2	16	520	8	3	92	16	20	680
Odotusaika (NVAT)	4	3	48	24	2800	120	16	120	24	160	3319
% (VAT)	50,00 %	33,33 %	4,17 %	66,67 %	18,57 %	6,67 %	18,75 %	76,67 %	66,67 %	12,50 %	
Yhteensä % (VAT)											20,49 %
suoritusaika		MÄÄREET									
odotusaika		kaikki ajat ovat tunteja (h), työtunteja									
		Yksi työpäivä = 8h									

Asiakas käyttää kaksi tuntia reklamaation tekemiseen, hyödyntäen koneen ohjekirjan mukana saamaansa lomaketta. Hän lähettää sen ohjeiden mukaan sähköpostilla kohdeyrityksen jälkimarkkinointiin. Käsittelyjono huolto-organisaatiossa on oletettu olevan keskimäärin 4 tuntia. Huolto käsittelee asian ja pyytää suunnittelusta lausunnon tapaukseen. Asian turvallisuusriskin vuoksi päätetään vieraila asiakkaan kohteessa katselmoimassa tapaus. Matka-aikoja ei ole huomioitu laskemassa. Tuotekehitys aloittaa tuotemuutoksen maaliskuussa 2014. Projektia ei tehdä päätoimisesti jonkun suunnittelijan toimesta vaan, keskimäärin 10 % työajasta huhtikuuhun 2015 asti, sisältäen tuotekatselmukset. Huhtikuusta 2015 nimetty suunnittelija ottaa saman työn lopulliseen tuotteistukseen, ja elokuussa 2015 suunnitelma valmistuu. Tuotemuutosilmoitus julkaistaan 22.8.2015. Prosessin arvoa lisäävää aikaa on siis 460 tuntia. Arvoa lisäämätöntä aikaa on edellä mainitun kalenteriajankohtien erotus, eli 2080 tuntia. Tästä on vähennetty kesäloma-aika. Muutosilmoitus pyytää valmistamaan koe-erän, viiden kappaleen sarjan. osien toimitusaika oli kolme

viikkoa, eli odotusaikana 120 tuntia. Valmistus käytti 80 tuntia kokoonpanoon, sekä joitain osia jouduttiin vielä muokkaamaan ja tilaamaan lisää. Koeajoon käytettiin 16 tuntia, samalla suoritettiin koneen normaalia koeajoa, mikä lisää odotusaikaa. Tämän jälkeen tuote todettiin valmiiksi ja dokumentoitiin. Dokumentoinnin pitkä odotusaika johtuu tuotetietojen keräämisestä ja osittain muusta työkuormasta. Uuden muutoshallintaprosessin mukaisen prosessin arvomittauksen tulokset ovat esitetty taulukossa 8, alla ja sanallisesti esitetty seuraavasti.

Taulukko 8. Prosessin suorituskykymittaus (PVM), uusi tuotemuutosprosessi

Toiminto	Osasto													Yhteensä
	Asiakas	Laatu	CRB	Site	Suunnittelu	CRB	Tuotekehitys	Hankinta	Varasto	Valmistus	Koeajo	Dokumentointi		
Asiakas	2													
Laatu	4	2												
CRB		8	10											
Site			16	16										
Suunnittelu				24	1									
CRB					8	15								
Tuotekehitys						40	322					3		
Hankinta							1768	7						
Varasto								120	3					
Valmistus									16	70				
Koeajo										100	14			
Dokumentointi											22	15		
												150		
Suoritus aika (VAT)	2	2	10	16	1	15	322	7	3	70	14	18	480	
Odotusaika (NVAT)	4	8	16	24	8	40	1768	120	16	100	22	150	2276	
% (VAT)	50,00 %	25,00 %	62,50 %	66,67 %	12,50 %	37,50 %	18,21 %	5,83 %	18,75 %	70,00 %	63,64 %	12,00 %		
Yhteensä % (VAT)													21,09 %	
suoritus aika	MÄÄREET													
odotusaika	kaikki ajat ovat tunteja (h), työtunteja Yksi työpäivä = 8h													

Kuten nykyisessäkin tavassa, niin myös tässä asiakas kirjaa reklamaation havaitsemastaan ongelmasta. Laatuosasto käsittelee sen ja valitsee oikean lähestymistavan. Tässä tapauksessa todettiin suunnitteluongelmaksi, joten laatuinsinööri ojaa muutospynnön vaikuttavuusanalyysin. Muutoshallintaryhmä, kukin osaltaan, suorittaa analyysin. Sovellus antaa oletuksena yhden päivän aikaa suorittaa analyysin katselmus. Tässä mittauksessa arvioidaan jokaisen analyysin käsittelevän tahon käyttävän kaksi työtuntia aikaa. Katselmointi asiakkaan luona oletetaan tässäkin tapauksessa olevan tarpeellinen. Tämän jälkeen suunnittelupäällikkö avaa muutospynnön pohjalta muutostilauksen valitsemalla riittävät työvaiheet ongelman ratkaisemiseksi. Tässäkin tapauksessa muutoshallintaryhmällä on vuorokausi aikaa antaa toteutussuunnitelma ongelman ratkaisemiseksi. Tässä mittauksessa arvioidaan jokaisen toteutussuunnitelmaa suorittavan tahon käyttävän kolme työtuntia aikaa. Suunnitelmien toteutus on arvioitu toteutettavaksi yhden viikon aikana. Tämä riippuu suuresti siitä kuinka paljon muutoksia ja muita suunnittelutehtäviä on auki työjonossa ja miten ne ovat priorisoitu. Tuotekehityksen tuotteistamiseen käyttämä aika uudessa prosessissa oletetaan olevan merkittävästi pienempi, kuin nykyisessä prosessissa johtuen siitä, että tarvittavat suunnittelutehtävät, tavoitteet, muutoksen laajuus on etukäteen määritelty. Tämä vähentää

merkittävästi ristiriitaisuuksia ja yksittäisiä kyselyjä. Työtuntien oletetaan vähenevän 30 % ja läpimenoajan vähintään saman verran. Toisaalta on huomioitava vastaava työn ajoitus ja resurssointi, kuin nykyisessä prosessissa, joten läpimenoajan väheneminen rajoitetaan 15 %:iin. Hankinta säästää hieman aikaa nykyiseen prosessiin verrattuna, koska muutosilmoitus sisältää nykyistä selvemmin tiedot mitä muutos pitää sisällään ja vähentää näin turhia kyselyitä. Valmistuksen osalta voidaan nykyiseen prosessiin verrattuna poistaa keskeneräisen suunnittelun aiheuttamat tunnit. Tämä vähentää vastaavasti myös läpimenoaikaa. Koeajon osalta etukäteen suunniteltu ja valmisteltu suunnitelma vähentää työaikaa kaksi tuntia. Paremmiin jäsennelty lähtöaineisto arvioidaan auttavan dokumentointia muutaman tunnit, vastaavasti vähenee läpimenoaika.

5.6 Muutosprosessin vastuunjako kohdeyrityksessä

Muutosprosessia ei ole tällä hetkellä kuvattuna kohdeyrityksessä. Tuotekehitysprosessi on kuvattu ja joitakin osia tuotehallinnasta, kuten revisiointia ja tuotemuutos ovat ohjeistettuna. Yleisemmällä tasolla on kirjattu vastuumatriisi laitteiden tarjousprosessista. Haasteena on, että nämä kuvaukset eivät ole yhteneviä, eivätkä ulotu läpi organisaation. Organisaatiokaaviota voi pitää jonkinlaisena vastuunosoittajana. Osastoilla on aika suuri itsenäinen toimintavalta hoitaa päivittäisiä asioita. Osastot näyttävät tietävän oman vastuunsa kohtalaisen hyvin, vaikka joissakin kohdissa vastuunsiirron raja on epäselvä ja monesti henkilöitynyt. Tarkoitetaan, että joku kokeneempi henkilö tiedostaa rajan helpommin. Vastuunjako tai sen vaillinaisuus tuli esille haastattelussa useassa kohdassa tunnistettuna ongelmana. Samoin vastuuasiat ja niiden tunnistaminen esiintyivät kirjallisuusosiossa. Haastattelussa kysyttiin myös muutosprosessin käytön esteistä. Monen henkilön vastaus viittasi heikokkoon prosessikuriin tai johdon tuen vaillinaisuuteen vastuukysymyksissä, mikä tietysti saattaa johtua myös tietämättömyydestä asioita kohtaan.

Ratkaisuna havaittuun epä tietoisuuteen ehdotan vastuumatriisin käytön laajentamista. Se on kuvattu myynnin tarjousprosessiin, mutta samaa ajatusta voisi laajentaa muihin liiketoimintaprosesseihin. Tämän jälkeen tulisi siirtyä alemmalle tasolle ja kirjata henkilöiden, eli roolien vastuut vastaavalla tavalla. Näin ollen osastot tietäisivät missä kohdassa prosessia heiltä odotetaan toimenpiteitä, niillä järjestelmillä toteutettuna, mitä ohjeistuksessa on sovittu. Ja lisäksi henkilötasolla tiedettäisiin kenen kanssa mistäkin asiasta tulee neuvotella.

5.7 Ratkaisumallin arviointi

Tämän tutkimuksen tulokset koostuvat haastattelun tuloksista, uudistetusta muutoshallintaprosessista ja vaikuttavuudesta suorituskykyyn. Tuloksia arvioitaessa huomioidaan myös PLM -sovelluksen hyödyntämisen mahdollisuudet ja löydökset kirjallisesta aineistosta.

Keskeisimmiksi tuloksiksi haastattelusta voidaan esittää eri osastojen vastausten hajonta siitä, että mistä muutokset kumuloituvat, eli mitkä ovat niiden lähteet. Useamman osaston edustajan mielestä tuotemuutoksia tehdään paljon ja ei aina kontrolloidusti. Monen mielestä muutosten julkaiseminen kootusti niin sanottu ”release-malli” olisi hyvä ratkaisu tulevaisuudessa. Eri muutoslähteistä johtuvia syitä esiintyi useamman kerran, kuten esimerkiksi suunnittelun työjonon puuttuminen käytännön prosessina ja vastuukysymykset useassa prosessin kohdassa. Monelle haastatellulle oli selvää, minkä osaston kuuluu jokin tietty asia hoitaa, mutta vastuunsiirron rajapinta oli epäselvä. Kolmantena esiin pistävänä kohtana nostetaan esille huolto-osaston irrallisuuden nykyisestä prosessista. Ei ole yksiselitteistä tapaa todentaa onko asiakkaalle luovutettu tuote valmis eli vastaako se myyntispesifikaation erittelyä. Raportoinnissa huollolla ei ole linkitystä yrityksen pääjärjestelmiin, takautuvuuden arviointi (kentällä tapahtuva vaihtotarve) tehdään useasti tarkastelematta asiaa kyllin tarkasti. Useamman haastateltavan mielestä palautusprosessi ei toimi. Eli riittävän tarkasti ei ole tiedotettu mitä vanhoille osille tai komponenteille tullaan tekemään. Tämä on nyt huomioitu uudistetussa muutosprosessissa, mitä taas ei ole PLM- sovelluksen prosessissa valmiina. Haastattelun tulokset korreloivat hyvin kirjallisuuskatsauksessa esitettyjä haasteita ja ongelmia. Kohdeyritys ei siis erotu tässä asiassa valtavirrasta. Haastattelun tulokset konkreettisempia kuin yleisemmällä tasolla kuvatut ongelmat kirjallisuuslähteistä.

Tuloksena uudistettu muutoshallintaprosessi on nykyistä toimintatapaa kattavampi. Se huomioi osastojen yrityskohtaiset piirteet ja etenee prosessimaisesti vaiheittain. Lisäksi erityyppisillä muutoslähteillä on oma kanava, eli miten asia etenee prosessissa ja kuka siitä on vastuussa. Uusi prosessi on luotu myös huomioiden PLM -sovelluksen käyttöönottoaminen, jonka oma muutoshallintaprosessi on hyvin yhtenevä uudistetun prosessin kanssa. Uudistetussa prosessissa on huomioitu haastattelussa esille nousseet epäkohdat ja ehdotukset. Uudistetussa prosessissa löytyy kanava tai tehtävä toteuttaa haastattelussa esille tullut epäkohta. Vastaavasti kirjallisen aineiston löydökset ovat huomioitu uudistettua prosessia luodessa. Prosessin päälogiikka on lainattu Wu et al:ta. Prosessin on hyvin integroitu yrityksen tarpeisiin ja rakenteisiin. uudistettu muutoshallintaprosessi ei ole vain PLM -sovelluksen osuus vaan siinä on monia rajapintoja asiakashallintaan, tuotannonohjaukseen ja jälkimarkkinapalveluihin. Toki uusi prosessi on myös

kompromissi kuvaamisen tarkkuuden ja henkilöiden osaamistason välillä. Tähän olennaisena osana liittyy myös yrityksen kulttuuri, miten se hallinnoi ja ohjaa resurssejaan. Aivan kaikkea prosessissa ei ole kuvattu, vaan tietty osaamisen taso oletetaan ihmisillä olevan.

Prosessin suorituskyvyn mittauksen tuloksista voidaan yhteenvedona todeta, että nykyisen prosessin suorituskyky ei ole olennaisesti heikompi kuin uuden prosessin. Uusi prosessi on arviolta noin 13 % nopeampi odotusajaltaan ja noin 23% nopeampi suoritusajaltaan. Eli muutoksen läpiviemiseen tarvittavien työtuntien määrä on merkittävästi pienempi. Suurin vaikutus käytännön työhön on sillä, että prosessin kokonaisläpimenoaika vähenee 3219 tunnista 2756 tuntiin. Vaikkakin mittausta perustuu hyvin paljon olettamuksiin, voidaan uudella prosessilla todeta olevan merkittävä parannus suorituskykyyn. Edut voidaan todeta olevan lyhyempi läpimenoaika, vähemmän sitoutuneita kustannuksia ja näin ollen pienempi resurssien määrän tarve. Nämä edut korreloivat tutkimuksen kirjallisuuskatsauksessa esitettyjen, etujen ja ajurien kanssa. PLM -sovelluksen hyödyntämisellä arvioidaan olevan merkittävä osuus läpimenoajan lyhenemisessä. On selvää, että tarvittavan tiedon ollessa saatavilla yhdessä paikassa ja jokaisen tietäessä mitä tulee tehdä, säästetään aikaa

Tutkimuksen alussa esitettiin tutkimuskysymys, *Miten tuotetiedon muutoshallinta tulisi toteuttaa valmistavassa teollisuudessa?* ja sille viisi alikysymystä jäsentämään tutkimusongelman ratkaisua. Ensimmäinen alikysymys on asetettu muotoon ” *Mitkä tekijät johtavat tuotemuutoksiin?* ”. Tähän kysymykseen löytyy vastaus kirjallisuuskatsauksesta, kappaleesta 2.2. Tuotemuutoksiin johtavat tekijät riippuvat yrityksestä, sen strategiasta ja visiosta. Monilla yrityksillä nämä tekijät ovat puhtaasti taloudelliset. Muita tekijöitä on mahdolliset laatuongelmat tuotteissa, halu saavuttaa kilpailuetua markkinoilla tai yrityksen toimintatapoihin ja valmistukseen liittyvät tekijät.

Toinen alikysymys esitettiin muodossa ” *Millainen tuotemuutoshallintaprosessi tulisi olla?* ” Tähän kysymykseen löytyy myös vastaus tutkimuksen kirjallisuusosioista. Kappaleessa 3 on esitetty muutosprosessin kuvaustapoja ja kaksi erilaista prosessimallia, sekä niiden hyviä ja huonoja puolia. Näin lyhyesti tässä yhteydessä todettakoon, että tuotemuutoshallintaprosessi tulisi olla sellainen joka: huomioi muutoksen läpiviennin organisaation eri osastoilla, mahdollistaa jäljitettävyyden tuotteen elinkaaren aikana, vastuuttaa sovitut roolit toteuttamaan muutoksen ja on hallinnoitu kullekin yritykselle sopivilla tietoteknisillä sovelluksilla. Kohdeyritykselle uudistettu muutosprosessi mielestäni vastaa näihin väitteisiin varsin kattavasti.

Kolmas alikysymys on esitetty seuraavasti ” *Mitä eri tyyppistä tietoa tilaus-toimitusprosessi tarvitsee tuotemuutoksessa?* ” Uuden prosessin kuvauksessa, kappaleessa 5 on esitetty riittävän tarkasti millaista tietoa tulisi siirtyä prosessin eri vaiheissa ja kenelle. Tarkka tieto kenelle mitäkin tietoa tulee siirtyä ja missä muodossa sisältyy PLM-sovelluksen sisäiseen prosessiin, sekä myös kohdeyritykselle

luotavaan ohjeistukseen muutoshallintaprosessista. Uudessa prosessissa on hyödynnetty laajasti PLM – sovelluksen olemassa olevaa viestintälogiikkaa, kuitenkin rajoittaen viestien määrää tietyissä kohdissa, jotta sitä ei henkilöille tule aivan tulvaksi asti. Lisäksi muutosilmoituksen tehtävässä on eritelty siinä informoitava tieto ja muoto

Neljäs alikysymys on kirjattu muotoon ”*Miten tuotetiedonhallintasovelluksen muutosprosessi integroidaan tuotemuutoksen hallintaprosessiin kohdeyrityksessä?*” Vastaus löytyy kappaleesta 5.4. Yrityksen muutoshallintaprosessi ei saisi olla liian monimutkainen järjestelmien yleisesti sisältämiin muutoksenhallintaprosessiin verrattuna. Integrointi tapahtuu yleensä seuraavasti. Aluksi pitää luoda tai selvittää yrityksen tuotetiedonhallintaprosessin sisältö ja vaiheet. Tämän jälkeen tulee tutkia mahdollisen PLM -sovelluksen vastaava prosessi. Ohjelman räätälöinnin vastapainoksi tulee selvittää mitä kummassakin prosessissa kannattaa muuttaa, että nämä lähentyvät toisiaan. Testaamalla sovelluksen prosessi päästään riittävän tarkkaan tietoon siitä, mitä asioita tulee yritykselle ohjeistaa ja mitä toimintoja mahdollisesti sulkea pois.

Viides alikysymys kuuluu seuraavasti ”*Miten muutosprosessin vastuunjako toteutetaan kohdeyrityksessä?*” Kysymykseen löytyy vastaus tutkimuksen empiirisestä osasta, kappaleesta 5.6. Varsinaista muutosprosessia ei ole kuvattu, eikä siten sen vastuunjako. Muutostilanteissa on vallitsevana käytäntönä organisaatiotasoon ja asemaan kohdistuva vastuunjako. Ihmiset olettavat asioita oman luulonsa perusteella. Hyvin moni ”tittelin haltija” tietää itse, mitä hänen toimenkuvaansa kuuluu, mutta rajapinnoissa on paljon epäselvyyksiä. Itse uskon, että tällä hetkellä kuvatut liiketoimintaprosessit täydennettynä vastuumatriiseilla olisi riittävä taso selkeyttämään toimintaa ja poistamaan turhaa sisäistä neuvottelua vastuuasioista.

Pääkysymys ” *Miten tuotetiedon muutoshallinta tulisi toteuttaa valmistavassa teollisuudessa?*” Tässä kappaleessa esille tuotujen alikysymysten vastauksissa löytyy vastaus tähän kysymykseen. Kohdeyrityksen nykytilaan peilaten tuotetiedonhallintaa voidaan parantaa merkittävästi ottamalla käyttöön tässä tutkimuksessa esitetty tuotetiedonhallintaprosessi. Lopullisen käyttöönoton yhteydessä tulee määrittää prosessin eri vaiheille vastuut sekä mittarit. Mittausten tuloksilla todentaa, että prosessissa tapahtuu oikeita asioita. Kappaleessa 5.3 on kuvattu uusi tuotetiedon muutoshallintaprosessi, joka yhdessä myöhemmin tapahtuvan PLM-sovelluksen käyttöönoton kanssa antaa mahdollisuuden onnistua muutoshallinnassa. Prosessin suorituskyvyn ja toimivuuden varmistamisen mittareita ei tässä työssä ole käsitelty. Tämä asia on rajattu pois tutkimuksesta, sillä tutkimuksesta tulisi näin liian laaja.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOTUTKIMUSAIHEET

Tämän tutkimuksen tuloksista voidaan tehdä paljon erilaisia johtopäätöksiä. Esittelen ne seuraavaksi jaoteltuna tulosten esittämisjärjestyksessä.

Haastattelun tuloksista merkittävimpiä olivat: osastojen vastausten yhtenäinen näkemys, vastuunjaon epäselvyys ja palveluliiketoiminnan (huolto) irrallisuus prosessina. Eri osastojen varsin yhtenäinen mielipide tuotetiedon hallinnan puutteista kohdeyrityksessä kuvastaa sitä, että tiedonhallinnan prosessi on epäselvä ja monesti tapauskohtainen. Se on muodostunut ihmisten loogisen käyttäytymisen tuloksena. Suunnittelutöiden, eli työjonon hallinta on tuloksissa tunnistettu puutteelliseksi lähes joka osaston toimesta. Nykyisen tuotemuutosilmoitus menettelyn mukaisia tuotemuutoksia tehtiin 1979kpl vuonna 2015. Tämä tarkoittaa noin kymmentä (10) tuotemuutosta jokaista työpäivää kohden, mikä on merkittävä työmäärä huomioiden kuinka moni ihminen osaltaan reagoi tuotemuutosilmoitukseen ja toteuttaa omat työtehtävänsä sen mukaisesti. Osaltaan tämä puute johtunee työkalujen puutteellisuudesta, mutta merkittävämpää on, että prosessia ei ollut tunnistettu tai kuvattu. Tällainen toimintatapa aiheuttaa sekaannusta organisaatiossa ja viivästystä prosessissa. Vastaavanlainen tulkinta työkalujen puutteellisuudesta ja käytettävyyden haasteista on myös tunnistettu tämän tutkimuksen kirjallisuusosiossa. Uudistetun prosessin mukainen toimintatapa ja niin sanottu ”release-malli” yhdessä poistavat tämän ongelman. suunnittelutyöt (ja huoltotyöt niin haluttaessa) vaiheistetaan prosessiin ja niiden valmistumista seurataan.

Toisen haastattelun tuloksista esiin nostettu huomio oli vastuunjaon epäselvyys. Organisaatiossa toimihenkilöillä on yleisesti käsitys, mitä heiltä odotetaan toimenkuvassa. On kuitenkin paljon alueita prosesseissa ja rajapinnoissa, joiden vastuuta ei ole määritelty. Vastuiden määrittelemättömyys aiheuttaa paljon häiriöitä prosessiin ja jokapäiväiseen työhön. Vastaavaa näkemystä toi esille muun muassa Stark tämän tutkimuksen teoriaosiossa. Tiettyä asiaa saattaa käsitellä moni henkilö, ja suurin osa aivan turhaan. Tämä näkyy nykyisen prosessin läpimenoajassa, joka tuloksissa todettiin olevan uutta prosessia pidempi. Ja toisaalta myös suuri tuotemuutosten määrä kertoo osaltaan siitä, että ei tarkkaan tiedetä mitä on haluttu. Esimerkiksi yhtä osakokoonpanoa on revisioitu useampi kerta saman vuorokauden aikana. Uudessa prosessissa vastuunjako on määritelty prosessikaavion tasolle. Mikäli tuotetiedonhallinta otetaan käyttöön PLM -sovelluksessa, on vastuunjako hyvinkin selkeä. Mikäli joltakin henkilöltä odotetaan jonkun asian hoitamista, hän saa siitä tehtävän, jonka hän kuittaa vasta kun on tehtävän suorittanut. Sovellus hoitaa muistuttamisen ja viestittämisen. Kokonaisuudessaan on kuitenkin huomioitava, että eräänlainen toimenkuvan vastuumatriisi olisi selkeä parannus nykyiseen. Tällöin yrityksen johdon olisi helpompi nähdä

kullekin roolille kuuluvat työtehtävät ja näin ollen kykenisi myös sitoutumaan konkreettisesti niiden sisältöön ja organisaatiotasolla näkemään, mikäli merkittäviä puutteita on havaittavissa.

Kolmanneksi huollon tai jälkimarkkinoinnin prosessin puutteellisuus huomattiin haastattelussa varsin monen osaston toimesta. Nykyinen jälkimarkkinointiprosessi on muokkautunut muutaman henkilön toimesta. Kohdeyritys panostaa tällä hetkellä paljon myyntiin ja huoltopalveluihin. Juuri tämän vuoksi on erityisen tärkeää, että jälkimarkkinointiprosessi saadaan toimivaksi. Nykyisen prosessin puutteet ovat työkalut ja niiden epäsovivuus muuhun prosessiin. Jälkimarkkinoinnissa kulminoituu muiden osastojen puutteet. Nykyisessä toimintatavassa jälkimarkkinointi ei tarkalleen tiedä, vastaako toimitettu tuote myynnin asiakkaalle lupaamaa erittelyä. Nykyinen järjestelmä ei hallinnoi versiotietoa tuoterakenteessa, eli toimitetun tuotteen tuoterakenteen versio päivittyy samalla kun tuotteen mallituoterakennetta päivitetään. Tämä taas johtaa siihen, että jälkikäteen ei voida tunnistaa millä revisiolla asiakkaalla oleva tuote on toteutettu. Tästä aiheutuu monta ongelmaa tai haastetta kuten esimerkiksi mahdollisten vikatilanteiden selvittäminen tilanteessa, jossa ei tiedetä mitä osia laitteessa on. Tai sopivien varaosien toimittaminen, jos ei tiedetä mikä tuotevariaatio on kyseessä. Tai päivitystuotteiden lisämyynti, kun ei ole tiedossa käykö osa paikalleen vai ei. Uudistettu prosessi ei auta tässä tapauksessa. Nykyinen ERP - sovellus ei taivu jäljitettävyyden hallintaan tuoterakenneympäristössä. Tässä tutkimuksessa sivuttu PLM - sovellus tuo ratkaisun tähän. Sen tuotemuutostoiminto huomioi erikseen olemassa olevat tuoterakenteet ja versiohallinta säilyy läpi tuotteen elinkaaren. Tässäkin tulee tietysti huomioida, että tuotemuutoshallinta tulee toteuttaa prosessin mukaisesti. Mikäli prosessissa oikaistaan, eli jätetään vaiheita tekemättä, niin myös jäljitettävyyden katoaa.

Uusi tuotetiedonhallintaprosessi kattaa nykyisessä toiminnassa havaitut puutteet. Toisaalta prosessista on pyritty luomaan toimiva ja ei liian byrokraattinen. Liian monimutkainen prosessi olisi hankala käyttöönottaa ja varmasti kannustaa poikkeamaan siitä. Uuden prosessin myötä on kuviteltu kuitenkin jättää jokaiselle käsittelijälle (käyttäjälle) riittävästi pelivaraa oman toimensa hoitamiseen. Uuden prosessin etuja on, että muutosprosessi kokonaisuudessaan on kuvattu ja se antaa pelisäännöt asioiden hoitamiseksi tuotteen elinkaari huomioiden. Uuden prosessin haittana voidaan nähdä tietty byrokraatia, johon organisaatio ei ole tällä tasolla tässä yhteydessä tottunut. Haittana voidaan mainita myös, että prosessi ei itsessään toteuta mitään, vaan ihmiset sen tekevät. Yrityksen johdon on varmistuttava riittävästä prosessikurista, jotta muutosprosessi voi toimia. Yrityksellä on kuitenkin tätä tutkimusta kirjoitettaessa tarkoitus ottaa esitetty muutoshallintaprosessi käyttöön.

Nykyisen tuotetiedon muutoshallinnan prosessin suorituskyvyn ollessa samalla tasolla kuin uuden prosessin tarkoittaa sitä, että nykyinen prosessi ei huomioi kaikkia työvaiheita. Toisaalta uudistetussa

prosessissa tehdään paljon ennalta tehtävää työtä, mikä näkyy vasta tuotteen elinkaaren seuraavissa vaiheissa. Mittauksessa saatavilla ollut lähtötietodata ei ole eksaktia, suuri osa tunneista perustuu työn suorittajan arvioon. Samalla arviointitavalla on pyritty arvioimaan myös uuden prosessin suorituskyky. Virhemarginaali on useita prosentteja. Uuden prosessin 13 % lyhyempi odotusaika ja 23 % lyhyempi suoritus aika kertoo siitä, että prosessissa tiedetään mikä on seuraava tapahtuma ja kuka sen hoitaa ja miten. Uuden prosessin kokonaisläpimenoaika on 14,3 % lyhyempi kuin nykyisen toimintatavan mukainen. Tästä voidaan päätellä, että muutokset toteutuvat suunnittelusta nopeammin ja sitovat vähemmän resursseja, mikä tarkoittaa myös alentuvia kustannuksia. Tämä johtaa myös yrityksen kilpailukyvyyn parantumiseen kilpailijoitaan vastaan markkinoilla. Tähän jos lasketaan mukaan vaikutus muutostöiden niputtamisesta (release-malli), niin ajallinen ja rahallinen säästö kasvaa entisestään.

Jatkotutkimusaiheena tälle tutkimukselle olisi muutosprosessin käyttöönoton jälkeen tutkia millaisilla mittareilla prosessia saadaan ohjattua ja edelleen kehitettyä. Toinen konkreettisempi tutkimusaihe on selvittää PLM - sovelluksen käyttöönotto laajemmin, tarkoittaen lähinnä kohdeyrityksen osalta tuoterakenteiden ja nimikkeiden hallinnan käyttöönottamista PLM-sovelluksessa, kun se nykyään toteutetaan ERP:ssä. Tämän tutkimuksen teon aikana kohdeyritys on tässä asiassa edennyt suunnitteluasteelle ja visio onkin siirtää nimikkeiden ja tuoterakenteiden hallinta ERP -sovelluksesta PLM - sovellukseen. Tämä yhdessä muutostenhallinnan prosessin kanssa antaisi yritykselle todella hyvät lähtökohdat selviytyä tuotetiedon elinkaarenaikaisesta hallinnasta. Toinen konkreettisempi jatkotutkimusaihe, myös kohdeyrityksen kannalta, voisi olla tuoterakenteiden sisäisen rakenteen optimointi. PLM -sovellus antaa aivan eri vapauksia toteuttaa kronologinen tuoterakenne kuin nykyinen ERP. Valittavissa on myös erilaisia näkymiä eri osastoille, juuri heidän tarpeeseensa. Esimerkiksi valmistus ja markkinointi tarvitsevat hyvin erilaisen näkymän tuoterakenteesta. Kaikilla osastoilla olisi käytettävissään juuri heille tarkoitettua tietoa. Tällaista mahdollisuutta ei nykyisessä ERP -sovelluksessa ole.

7 LÄHTEET

Abramovici, M. (1999). 'Benefits of EDM/PDM in the manufacturing industry', Engineering Data Management Newsletter, Vol 9, pp. 3–6.

Batenburg, R., Helms, R. W., Versendaal, J. (2006). PLM roadmap: stepwise PLM Implementation based on the concepts of maturity and alignment. International Journal of Product lifecycle management. Vol 1, Issue 4, pp. 333-351

Bergsjö, D., Catic, A., Malmqvist, J.(2008). Implementing a service oriented PLM architecture focusing on support for engineering change management. International Journal of Product Lifecycle Management, Vol 3, issue 4, pp. 335-355

Burr, H., Vielhaber, M., Deubel, T., Weber, C., and Haasis, S. (2005). CAx/engineering data management integration: enabler for methodical benefits in the design process, Journal of Engineering Design, Vol. 16, pp. 385–398

Carter, D. E., Baker, B., S. (1992). Concurrent engineering: the product development environment for the 1990s Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company

Cheng, F. T., Chen, Y. L. and Chang, J. Y.-C. (2012). "Engineering Chain: A Novel Semiconductor Engineering Collaboration Model." IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, Vol 25, issue 3, pp. 394–407

Cimdata (2002) 'Product lifecycle management – empowering the future of business', Cimdata report, [Viitattu 16.11.2015] Saatavissa: <http://www.cimdata.com>

Cimdata. (2005). PLM and ERP Integration: Business Efficiency and Value. Ann Arbor, MI: CIM Data. [Viitattu 16.11.2015], Saatavissa: <http://www.cimdata.com>

Deubzer, F., Kreimeyer, M., Rock, B., Junior, T. (2005) Der Änderungsmanagement report 2005. CiDaD Work Pap Ser 1(1), pp. 2–12

Duffy, A. H. B., Andersen, K. J. & Reijers, L. N. (1993) Design coordination for concurrent engineering. Journal of Engineering Design, Vol 4, issue 4, pp. 251-265.

Ebert, C. (2013). Improving engineering efficiency with PLM/ALM. Software systems model, Vol 12, pp. 443-449

- Ebert, C., De Man, J. (2008). Effectively utilizing project, product and process knowledge. *Inf. Software Technology (IST)*, ISSN: 09505849 50(6), pp. 579–594
- Eckert, C. M., Keller, R., Earl, C., Clarkson, J. P. (2006). Supporting change processes in design: Complexity, prediction and reliability. *Reliability Engineering and System Safety*, Vol 91 pp. 1521-1534
- Fricke, E., Gebhard, B., Negele, H., Igenbergs, E. (2000). Coping with changes: causes, findings and strategies. *System Engineering* Vol 3, issue 4, pp. 169–179
- Hirsjärvi, S., Hurme, H. (2001). *Tutkimushaastattelu: teemahaastattelun teoria ja käytäntö*. Yliopistopaino, Helsinki. ISBN 951-570-458-8.
- Huang, G. Q., Mak, K. L. (1998). Computer aids for engineering change control. *J Mater Process Technology*, Vol 76, pp. 187–191
- Huang G. Q., Yee, W. Y. and Mak, K. L. (2003). Current practice of engineering change management in Hong Kong manufacturing industries', *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 139, pp. 481–487.
- Immonen, A., Sääksvuori, A., *Tuotetiedonhallinta-PDM, Satku 2002*. ISBN 951-762-796-3
- ICM (Institute of Configuration Management). 2004. *Configuration Management Plans – From Traditional CM to CMII (Rev B)*.
- ICM (Institute of Configuration Management). 2012. *CMII-100F: CMII Standard for Integrated Process Excellence and Configuration Management*. Phoenix, AZ: ICM.
- Jarratt, T. A. W. (2004a). *A model-based approach to support the management of engineering change*. Thesis (PhD). University of Cambridge.
- Jarratt, T. A. W., Eckert, C. M., Clarkson, P. J. (2004b) Development of a product model to support engineering change management. In: *Proceedings of TMCE 2004, Lausanne, Switzerland*, 1, pp 331–342
- Jarratt, T.A.W., Eckert, C. M., Caldwell, N. H. M., Clarkson, P. J. (2011). Engineering change: an overview and perspective on the literature. *Res Eng Design*, Vol. 22, pp. 103-124
- Klaus, H., Rosemann, M., & Gable, G. G. (2000). What is ERP? *Information systems frontiers*, Vol. 2, pp. 141-162.

- Kotter, J. P. (1995). Leading change: why transformation efforts fail. *Harvard Business Review Issue*. March–April.
- McIntosh, K. G. (1995). *Engineering Data Management*, McGraw-Hill Book Co, England.
- Mendling, J. (2008). Event-driven Process Chains (EPC). *Metrics for process models*, Vol 6, pp. 17-57.
- Merminod, V. and Rowe, F. (2012). “How Does PLM Technology Support Knowledge Transfer and Translation in New Product Development? Transparency and Boundary Spanners in an International Context.” *Information and Organization*, Vol. 22, pp. 295–322.
- PTC koulutusaineisto. Zemsky, J. (2012) [viitattu 17.4.2016] saatavissa palveluntarjoajalta.
- Reddi, K. R., Moon, Y. B. (2011). System dynamics modeling of engineering change management in a collaborative environment, *International Journal of Manufacturing Technology*, Vol 55, pp. 1225-1239
- Stark, J. *Product Lifecycle Management, 21st Century Paradigm for Product Realisation*, 2nd edition. Springer 2011. ISBN 978-0-85729-545-3
- Subrahmanian, E., Lee, C., Granger, H. (2015). Managing and supporting product lifecycle through engineering change management for a complex product. *Res Eng Design*, Vol. 26, pp. 189-217
- Tavčar, J., and Duhovnik, J. (2005). “Engineering Change Management in Individual and Mass Production.” *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*, Vol 2, pp. 205–215
- Vianello, G. (2012). A comparative study of changes across the lifecycle of complex products in variant and customized industry. *Journal of Engineering design*. Vol 23, issue 2, pp. 99-117
- VTT-tiedotteet. (1995). *Tuotetiedonhallinta-taustaa ja ratkaisuvaihtoehtoja*.
- Wu, W-H., Fang, L-C., Wang, W-Y., Yu, M-C., Kao, H-Y. (2014). An advanced CMII based engineering change management framework: the integration of PLM and ERP perspectives. *International Journal of Production Research*. Vol 52, issue 20, pp. 6092-6109

Yksilöhaastattelut kohdeyrityksessä:

Myynti- ja kehitysjohtaja	2.6.2015
Suunnittelupäällikkö	9.6.2015
Tuotantopäällikkö	9.6.2015
Varastoesimies	21.7.2015
Laatuinsinööri	5.6.2015
Suunnittelija	3.6.2015
Ostopäällikkö	15.6.2015
Varaosamyyjä	3.6.2015
Huoltoinsinööri	29.5.2015

LIITTEET

- 1a Nykytilan epävirallinen prosessikuvaus, tuotekehitysparannus
- 1b Nykytilan epävirallinen prosessikuvaus, asiakasmuutos
- 1c Nykytilan epävirallinen prosessikuvaus, epäsopiva osa
- 1d Nykytilan epävirallinen prosessikuvaus, pystytyspoikkeama
- 1e Nykytilan epävirallinen prosessikuvaus, takautuva muutos
- 2 Lista haastattelun kysymyksistä
- 3a Muutoshallintaprosessi, päätaso, osa 1
- 3b Muutoshallintaprosessi, päätaso, osa 2

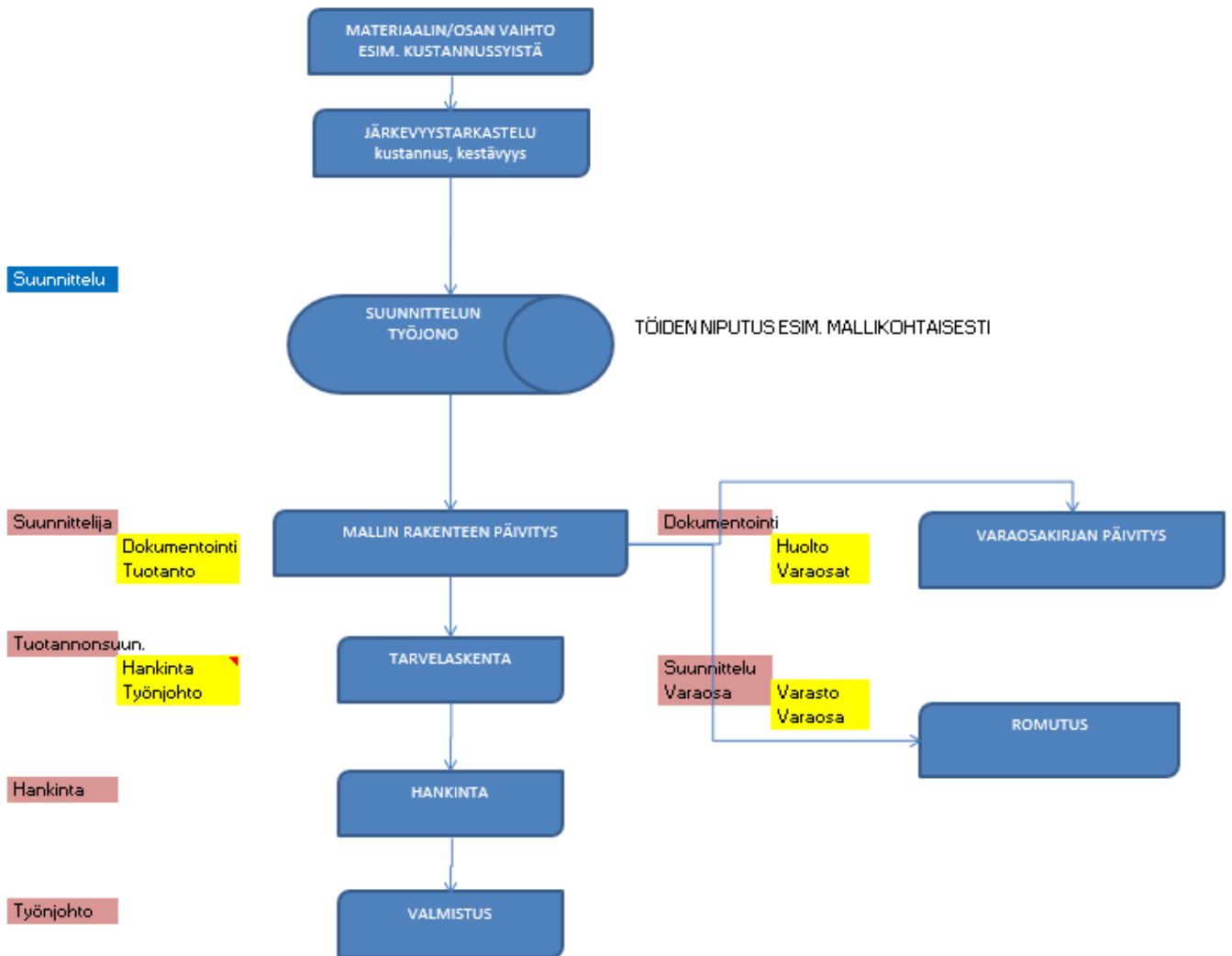
Liite 1a. Nykytilan epävirallinen prosessikuvaus, tuotekehitysparannus

Muutostenhallinta koskee vähintään 40 henkilöä koko organisaatio
 Huolto mielletään tässä mallissa lisäksi pystytyksestä vastaavaksi toiminnoksi.

Avaaja **Koordina** **Vastuu** **Huomautus**
Suunnitte

Liite 1.a

TUOTEKEHITYSPARANNUS (LÄHIMPÄNÄ NORMAALIA SUUN.PROSESSIA)



Liite 1b. Nykytilan epävirallinen prosessikuvaus, asiakasmuutos

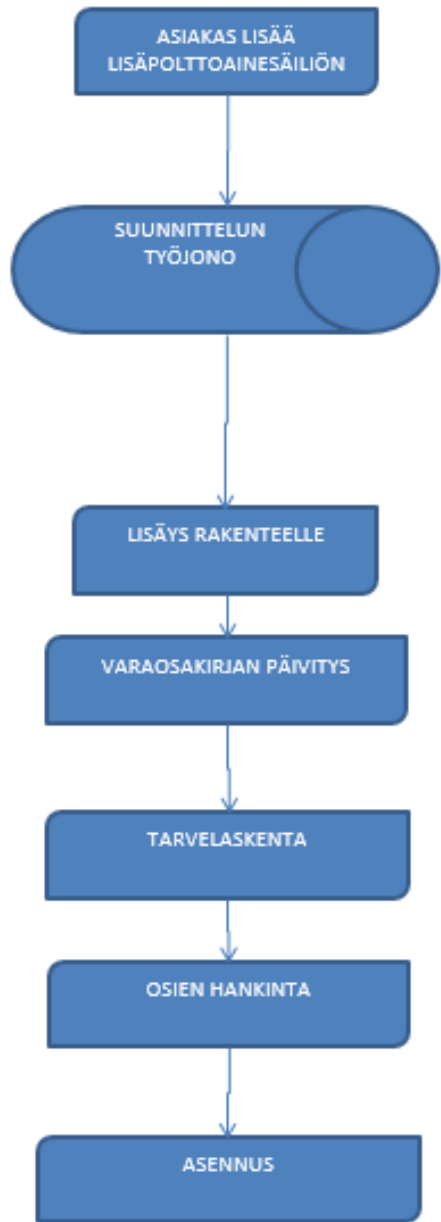
Avaaja	Koordina	Vastuu	Huomautus
Myyntijoh	Tuotepäällikkö		Myynti

Liite 1.b

ASIAKASMUUTOS

LISÄPOLTTAINESÄILIÖ

Tuotepäällikkö	
Suunnittelu	
Suunnittelija	Dokumentointi Tuotannonsuun.
Dokumentointi	Huolto Varaosat
Tuotannonsuu	Työnjohto
Hankinta	Työnjohto
Työnjohto	



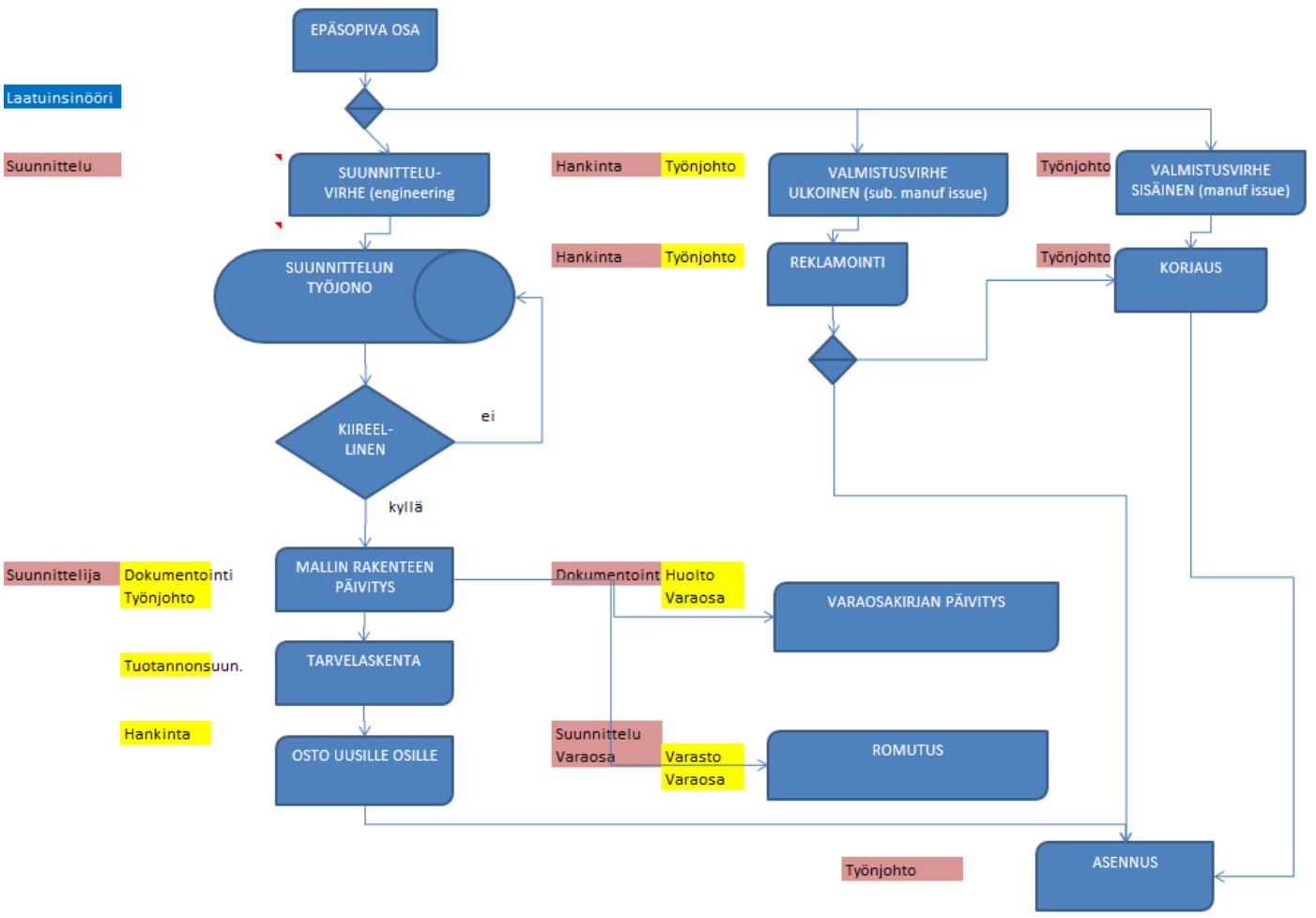
Liite 1c. Nykytilan epävirallinen prosessikuvaus, epäsojiva osa

Muutostenhallinta koskee vähintään 40 henkilöä koko organisaatiossa.
 Huolto mielletään tässä mallissa lisäksi pystytyksestä vastaavaksi toiminnoksi.

Avaaja Koordinaattori Vastuu Huomautus
Tuotanto Laatuinsinööri

Liite 1.c

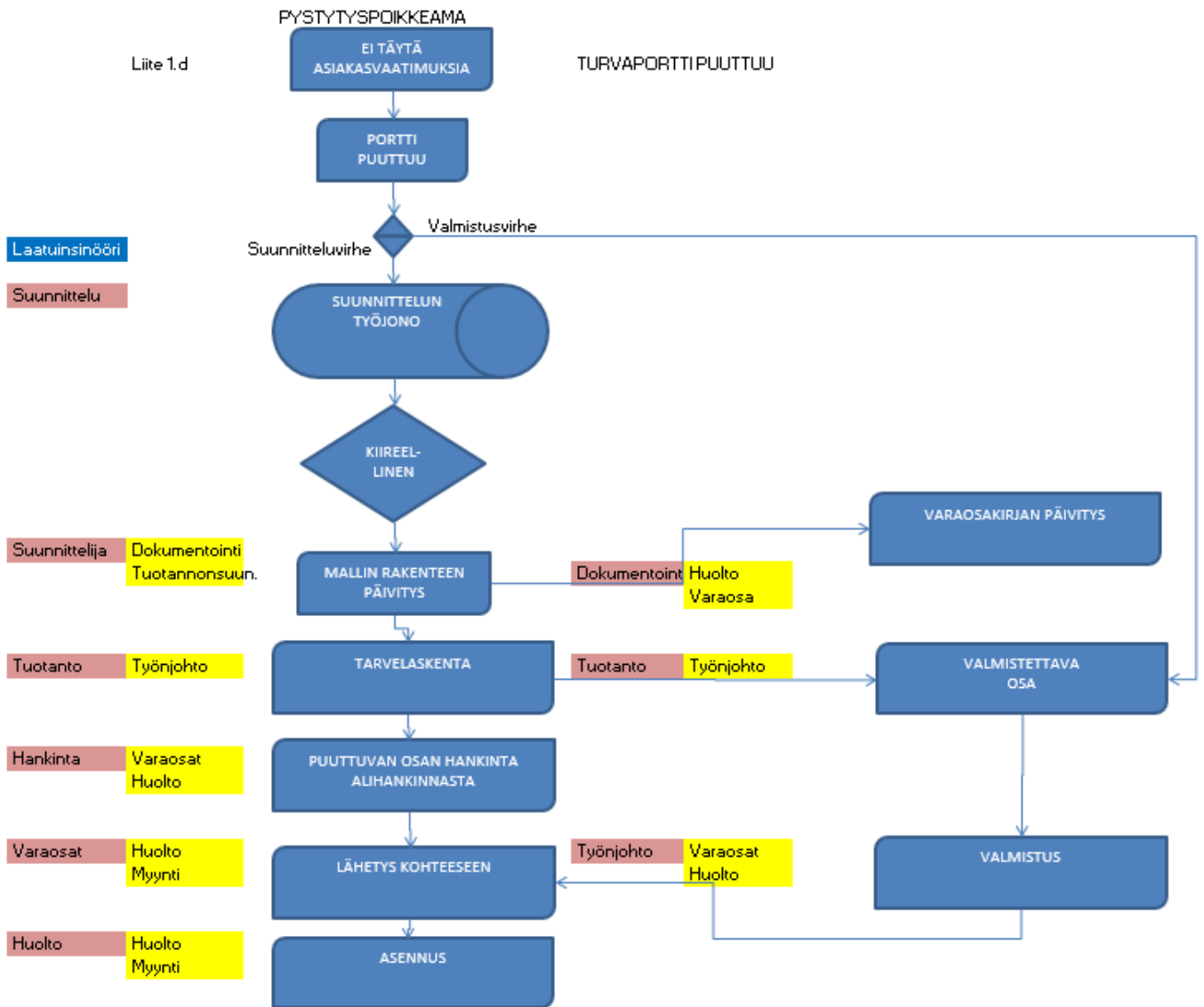
EPÄSOJIVA OSA Kokoonpanossa



Liite 1d. Nykytilan epävirallinen prosessikuvaus, pystytyspoikkeama

Muutostenhallinta koskee vähintään 40 henkilöä koko organisaatiossa.
 Huolto mielletään tässä mallissa lisäksi pystytyksestä vastaavaksi toiminnoksi.

Avaaja Koordina Vastuu Huomautus
 Huolto Laatuinsinööri



Liite 1e. Nykytilan epävirallinen prosessikuvaus, takautuva muutos

Muutostenhallinta koskee vähintään 40 henkilöä koko organisaatiossa.
 Huolto mielletään tässä mallissa lisäksi pystytyksestä vastaavaksi toiminnoksi.

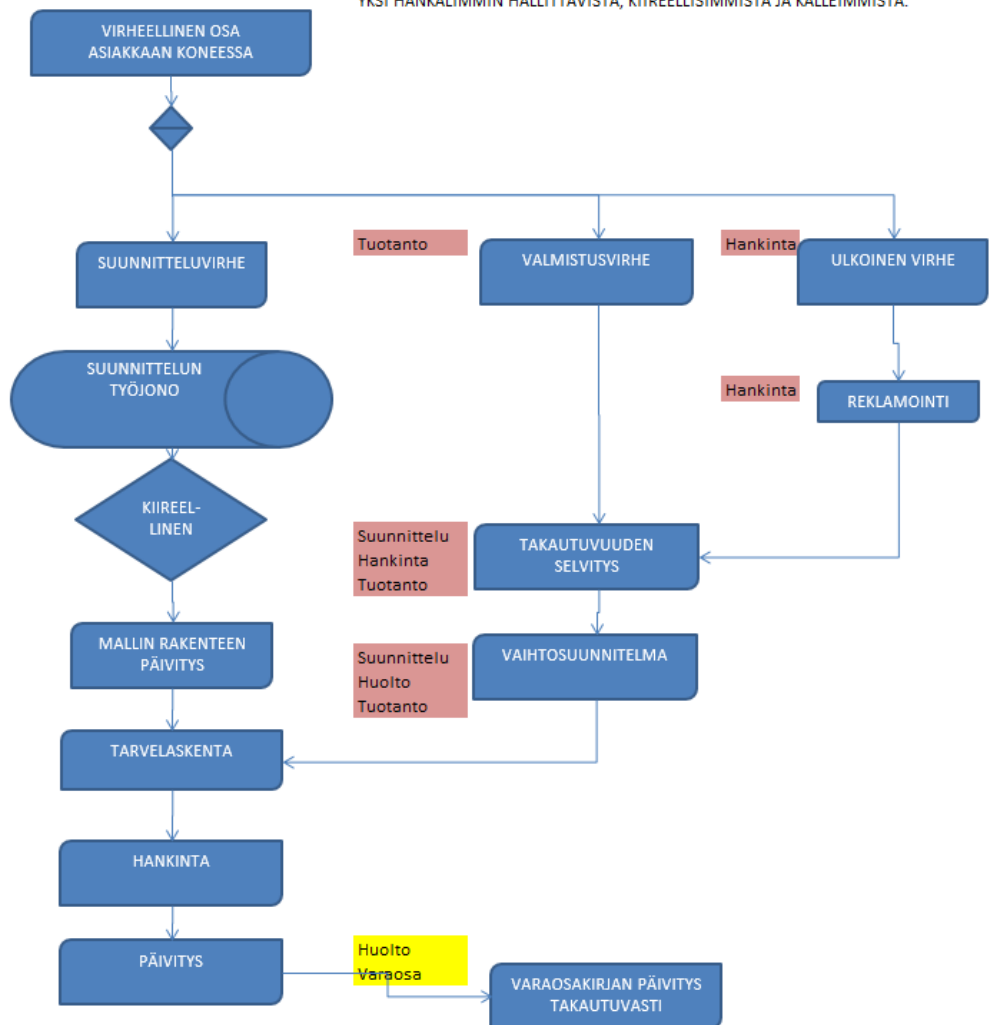
Avaaja **Koordinaatio** **Vastuu** **Huomautus**
 Huolto
 myynti

Liite 1.e

YKSI HANKALIMMIIN HALLITTAVISTA, KIIREELLISIMMISTÄ JA KALLEIMMISTA.

- Laatu**
- Laatu**
- Suunnittelu**
- Suunnittelu**
- Suunnittelija** **Tuotannonsuun.**
Huolto
Varaosat
Dokumentointi
- Tuotannonsuun.**
- Hankinta** **Dokumentointi**
Huolto
Varaosat
- Huolto** **Varaosat** **Dokumentointi**

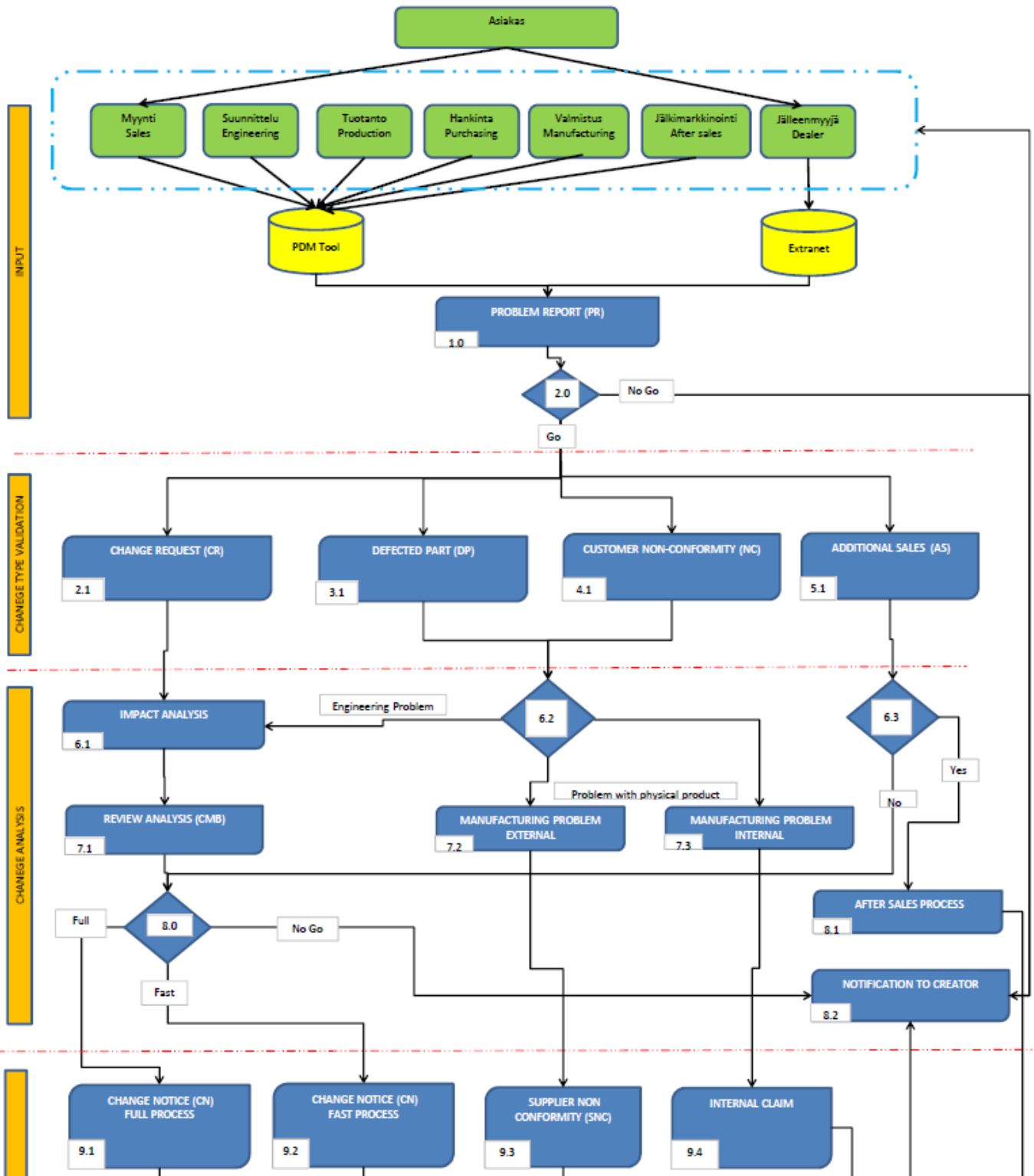
TAKAUTUVA MUUTOS



Liite 2. Lista haastattelun kysymyksistä

1. Kuinka monta muutoslähdettä tunnistat?
2. Miten on osastollasi nykytilan prosessi, tapauksessa epäsoviva osa?
3. Miten on osastollasi nykytilan prosessi, tapauksessa pystytyspoikkeama?
4. Miten on osastollasi nykytilan prosessi, tapauksessa asiakasmuutos?
5. Miten on osastollasi nykytilan prosessi, tapauksessa tuotekehitysparannus?
6. Miten on osastollasi nykytilan prosessi, tapauksessa takautuva muutos?
7. Miten prosessin mielestäsi tulisi edetä / mitä tietoa liikkua (epäsoviva osa)?
8. Miten prosessin mielestäsi tulisi edetä / mitä tietoa liikkua (pystytyspoikkeama)?
9. Miten prosessin mielestäsi tulisi edetä / mitä tietoa liikkua (asiakasmuutos)?
10. Miten prosessin mielestäsi tulisi edetä / mitä tietoa liikkua (tuotekehitysparannus)?
11. Miten prosessin mielestäsi tulisi edetä / mitä tietoa liikkua (takautuva muutos)?
12. Onko sinulla mielestäsi riittävät työkalut muutoshallintaan (ERP, PDM, PLM, CRM, Excel, jne.)?
13. Mitä näet suurimmaksi esteeksi muutoshallintaprosessin toimivuudelle?

Liite 3a. Muutoshallintaprosessi, päätaso, osa 1



Liite 3a. Muutoshallintaprosessi, päätaso, osa 2

