

# Tuotteen elinkaaren hallinnan palvelukonsepti

The image displays a collage of software interfaces and a central diagram illustrating the Product Lifecycle Management (PLM) platform. The background features screenshots from Microsoft Dynamics NAV, a bar chart titled "35 myydyntä tuotetta vuoden alusta" (35 products sold at the start of the year), and a detailed parts list for an excavator.

The central diagram, labeled "PLM Platform" and "Product Lifecycle", is a circular flowchart with the following stages:

- Concept
- Design & Development
- Production
- Launch & Ramp
- Service & Support
- Phase-out & Disposal

The diagram is surrounded by four interconnected systems: ERP (Enterprise Resource Planning), CRM (Customer Relationship Management), SCM (Supply Chain Management), and HCM (Human Capital Management).

The screenshots in the background include:

- Microsoft Dynamics NAV interface showing manufacturing planning worksheets with columns for Item No., Variant C., A., Due Date, Starting Date-Time, Ending Date-Time, Description, Original Q., M., Quantity, and R., Ref.
- A bar chart showing sales data for 35 products.
- A detailed parts list for an excavator, including items like "en frameassy", "en frame, heavy", "en frame, light", "en base, small wheels", "en base, large wheels", "en base, crawler", "en boomassy", "en cabinassy", "en motor, small", "en motor, large", "en Excavator, 3D-model", and "en Excavator, drawings".

Pohjois-karjalan ammattikorkeakoulujen julkaisuja

C:40

Tuotteen elinkaaren hallinnan palvelukonsepti

Juha Kareinen & Jyri Pötry

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu

2010

Julkaisusarja	C:40
Vastaava toimittaja	Dos., YTT Anna Liisa Westman
Kannen kuva	Juha Kareinen
Muut kuvat	Juha Kareinen & Jyri Pötry

ISBN 978-951-604-115-8 (pdf)

ISSN 1797-3856 (pdf)

## **Alkusanat**

PKAMK:n hallinnoimassa tuotteen elinkaaren hallinnan palvelukonsepti –hankkeessa (PLM-hanke) pyrittiin kehittämään palveluista ja kehitysympäristöstä muodostuva kokonaisuus, joka tukee mahdollisimman hyvin pk-tuotantoyritysten tuotteiden elinkaaren hallintaa. Nykyisin vallalla olevista elinkaaren hallinnan ratkaisuistahan melkoinen osa on tehty suuryritysten lähtökohdista. Palvelukonsepti rakentuu hankkeessa laajennetun, PKAMK:lla sijaitsevan tuotannonohjauksen ja logistiikan Tulo-laboratorion ympärille. Hankkeen toteutustapana oli aiemmin hyväksi havaittu yleisten malliratkaisujen luominen yrityslähtöiseen ongelmaan. Näitä malliratkaisuja luotiin hankkeessa kaikkiaan neljä. Malliratkaisut, hankkeessa hankittu menetelmäosaaminen, Tulo-laboratorion laajennettu kehitysympäristö ja PKAMK:sta sekä kumppaniyrityksistä ja -oppilaitoksista koostuva yhteistyöverkosto muodostavat palvelualustan. Palvelukonsepti on puolestaan alustan ja palvelujen yhdistelmä.

Haluamme kiittää hankkeen rahoittajia ja osallistujia sekä ulkopuolisia asiantuntijoita, joita olivat Pohjois-Karjalan ELY-keskus, Josek Oy, Tekes, Kainuun Etu Oy, PKAMK, Kesla Oyj, Moilas Oy, Morenia Oy, Kuhmon puupalvelu Oy, Sulokivi Oy, MTM Connections Oy, Kurki Consulting Oy, Arcuys Oy, Descom Oy ja Variantum Oy. Suuret kiitokset teille kaikille!

Joensuussa 29.11.2010

Juha Kareinen & Jyri Pötry

## Sisältö

1	Taustaa.....	8
2	Johdatus tuotteen elinkaaren hallintaan.....	9
2.1	Tuotetiedon hallinta .....	10
2.1.1	Tuotetiedon hallinnan toimintoja ja tavoitteita .....	11
2.1.2	Tuotetiedon hallinnan kehitystarpeista .....	13
2.2	Massaräätälöinti ja konfiguroitavat tuotteet.....	14
2.3	Tuotteen elinkaaren hallinta .....	17
2.3.1	Elinkaaren hallinta ja PLM-järjestelmät .....	17
2.3.2	Pohdintaa ja PLM-järjestelmien kritiikkiä.....	19
2.4	Tietojärjestelmäkysymyksistä .....	21
3	Pilottitoteutukset .....	22
3.1	PLM-järjestelmän yleiskuvaus .....	22
3.1.1	Integraatioväylä .....	23
3.1.2	PLM-alijärjestelmät .....	24
3.1.3	PLM-portaali .....	24
3.2	Massaräätälöinti ja konfiguroitavat tuotteet.....	24
3.2.1	Suunnitteluprosessi .....	26
3.2.2	Tilaus-toimitusprosessi .....	28
3.2.3	Valmistusprosessi .....	30
3.2.4	Jälkimarkkinointi ja palveluprosessi.....	32
3.3	Elinkaariprosessit.....	32
3.4	Raportointi ja tiedonhallinta.....	34
3.5	Massaräätälöinti piharakentamisessa.....	36
4	Palvelukonsepti .....	37
5	Pohdintaa ja suositukset .....	39
6	Yhteenveto.....	43
	LÄHTEET.....	45

## **LYHENTEET**

PDM	Product Data Management, Tuotetiedon hallinta
PLM	Product Lifecycle Management, Tuotteen elinkaaren hallinta
ERP	Enterprise Resource Planning System, Toiminnanohjausjärjestelmä
MES	Manufacturing Execution System, Valmistuksenohjausjärjestelmä
ESB	Enterprise Service Bus, Palveluväylä
SOA	Service-Oriented Architecture, Palvelukeskeinen arkkitehtuuri



## 1 Taustaa

Tuotteiden ja tuotetietojen tehokas hallinta ja hyödyntäminen ovat elintärkeitä muun muassa tuotteen laadun, tuotannon ohjattavuuden, muuttuvien asiakastarpeiden ja hyvän asiakastyytyvyyden takaamiseksi. Näiden tarpeiden täyttämiseen ja hallintaan oleellisesti vaikuttava teknologia on nimeltään tuotteen elinkaaren hallinta (Product Lifecycle Management, PLM). PLM tarkastelee tuotteen elinkaaren hallintaa, seurantaa ja dokumentointia aina innovoinnista tuotteen hävittämiseen saakka liittäen yhteen prosessit, henkilöt ja työvaiheet. (Lehtonen 2004.) Se voidaan käsittää joukoksi prosesseja, tiedonhallintamenetelmiä, tietojärjestelmiä ja strategisia liiketoimintatapoja. PLM-prosessit kattavat tuotteen informaation keräyksen ja hallinnan sekä tehokkaan ja turvallisen tiedonjaon koko tuotteen elinkaaren ajan. Asia on siten laaja ja monimutkainen, eikä esimerkiksi ratkaistavissa millään yksittäisellä sovelluksella.

Tuotteen elinkaaren hallintaan kuuluu joukko varsin mutkikkaita aiheita. Se on vain osittain tietojärjestelmäkysymys. Tällä hetkellä valmistava teollisuus ottaa käyttöön tai päivittää tuotetiedonhallinnan järjestelmiä (Product Data Management, PDM) ja suuremmissa yrityksissä myös hyvin laajoja tuotteen elinkaaren hallinnan järjestelmiä. Järjestelmähankinnat sekä tarvittava käyttöönotto- ja kehitystyö ovat tällöin vähintään yhtä vaativia ja laajoja kuin aikaisemmin olivat toiminnanohjausjärjestelmien (Enterprise Resource Planning, ERP) hankinta- ja käyttöönottoprojektit. Myös riskit ovat vähintään samaa luokkaa kuin ERP-hankkeissa.

Joensuun seutukunnan tuotantoyritysten toimintamalli vaihtelee lähes puhtaista projekteista toistuvimpiin toimitusmalleihin. Vuosina 2006–2007 tehtyjen esiselvitysten perusteella vaikutti siltä, että suurimmalla osalla yrityksiä oli (on) tuotetiedon hallintaan liittyviä tarpeita ja ongelmia, joita ei pyritty ratkaisemaan tuotteen elinkaaren hallinnan keinoin. Tämän katsottiin johtuvan toisaalta PLM-tietämyksen vähäisyydestä ja toisaalta pk-yritysten tarpeet täyttävien PLM-ratkaisujen puutteesta. Näin ollen tuotteen elinkaaren hallinta oli ja on Joensuun seutukunnan tuotannollisten yritysten kannalta luonnollinen ja keskeinen kehittämiskohde. Samalla valtakunnallisesti ja koko Euroopan laajuisesti tunnetaan tuotannon kannattavuusongelmat ja tuotannollisten työpaikkojen



valumisen halvan työvoiman maihin. Suomessa myös teollisuuden laatukilpailukyky on ollut varsin heikko (Silen 1997).

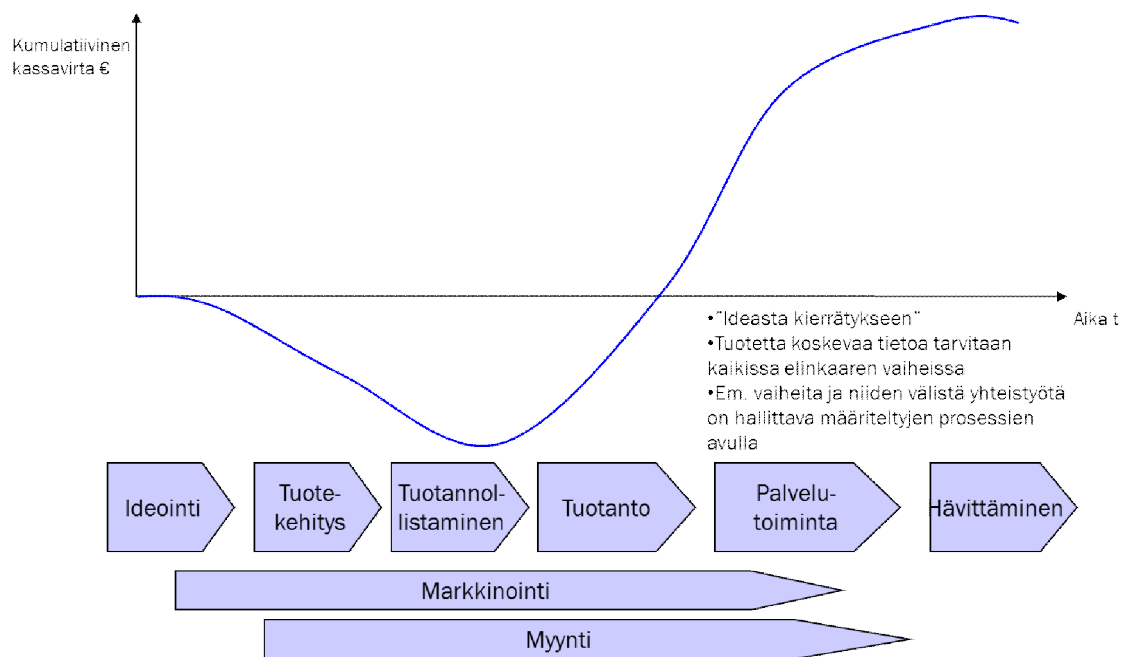
Yllä kuvatut kysymykset ja kehitystarpeet olivat ”Tuotteen elinkaaren hallinnan palvelukonseptin kehittäminen” - hankkeen taustalla. Hankkeen tavoitteena oli luoda seutukuntaan PLM-palvelukonsepti, joka tukee mahdollisimman hyvin pk-tuotantoyritysten tuotteiden elinkaaren hallintaa. Konsepti rakentuu hankkeessa laajennetun, PKAMK:lla sijaitsevan tuotannonohjauksen ja logistiikan Tulo-laboratorion ympärille. Laboratorio tarjoaa toimittaja- ja tuotannollisille yrityksille PLM-alueeseen liittyen laajan tutkimus-, kehitys-, testaus ja koulutusympäristön.

## **2 Johdatus tuotteen elinkaaren hallintaan**

Tuotteiden ja tuotetietojen tehokas hallinta ja hyödyntäminen ovat elintärkeitä tuotteen laadun, tuotannon ohjattavuuden, muuttuvien asiakastarpeiden ja hyvän asiakastyytyväisyyden takaamiseksi. Tähän tuotteen elinkaaren hallintaa tarvitaan. Nimensä mukaisesti elinkaaren hallinta käsittää kaikki vaiheet tuotteen synnystä sen lopulliseen hävittämiseen. Samalla tuotetieto muuttuaan ja lisääntyy. Elinkaari myös ylittää useita erilaisia organisaatorajoja. Elinkaarivaiheita ovat esimerkiksi:

- Ideointi
- Tuotekehitys ja -suunnittelu
- Tuotteistaminen sekä tuotannollistaminen
- Markkinointi
- Myynti
- Valmistaminen ja hankinnat
- Toimittaminen
- Palvelutoiminta, kunnossapito, peruskorjaukset
- Purkaminen
- Uudelleenvalmistus (nk. re-manufacturing)
- Kierrätys
- Tuotteen hävittäminen

Vaiheet eivät ole peräkkäisiä vaan limittäisiä. Elinkaaret poikkeavat toisistaan, esimerkiksi yllä olevan listan kaltaiset elinkaaret ovat harvinaisia. Elinkaarivaiheet ovat yleensä toistuvia. Tuotetta koskevaa tietoa tarvitaan kaikissa elinkaaren vaiheissa, mutta tiedon muoto, laatu ja määrä vaihtelevat selvästi. On myös erotettava toisistaan *tuotetyypin ja -yksilön elinkaaret*, joiden hallinta poikkeaa toisistaan. Tuotetyypin elinkaari alkaa esim. ensimmäisen vaatimuksen määrittelystä tuotesuunnittelussa ja päättyy kyseisen tuotteen poistamiseen tarjonnasta. Tuoteyksilön elinkaari alkaa ensimmäisen tarpeen määrittelystä (esim. tilauksen tekeminen) päättyy kyseisen yksilön hävittämiseen. Elinkaaren hallinnalla pyritään hallitsemaan vaiheiden muodostamaa prosessia sekä niissä syntyvää ja muuttuvaa tuotetietoa. Tärkeää on myös pyrkiä poistamaan, lyhentämään tai limittämään niitä vaiheita tai elinkaaren osaa, jotka kuluttavat resursseja tuottamatta välittömästi mitään. Kuviossa 1 on esitetty kuvitteellinen tuotetyypin elinkaari sekä siihen liittyvä kumulatiivinen kassavirta.

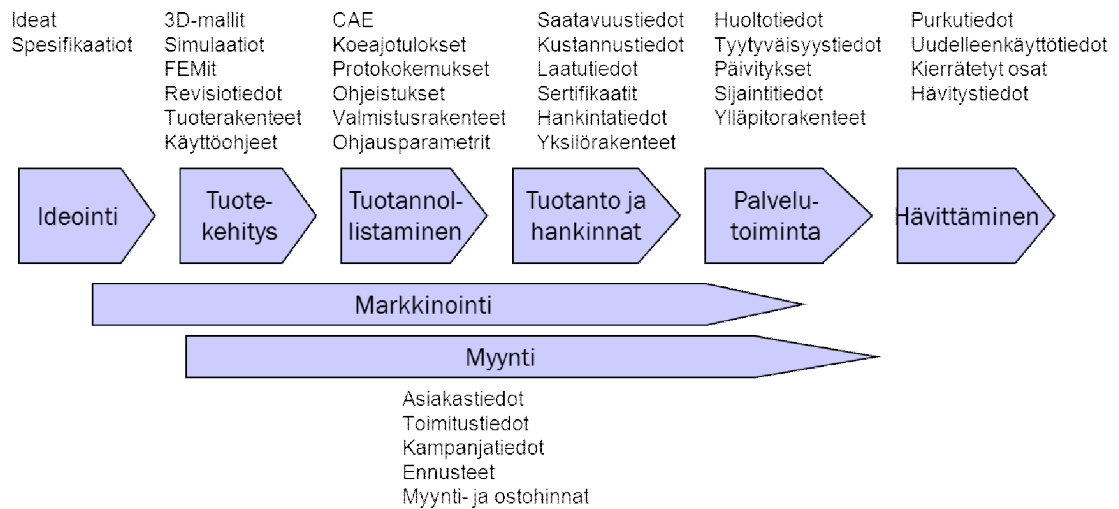


Kuvio 1. Kuvitteellinen esimerkki tuotetyypin elinkaaresta kassavirtoiineen

## 2.1 Tuotetiedon hallinta

Tuotetiedon hallinta on pelkästään tuotetietoon keskittyvä elinkaaren hallinnan osa-alue. Tuotetietoa on nimensä mukaisesti kaikki tuotetta koskeva tieto, joka täydentyy – ja yleensä myös hajaantuu – vaiheittain tuotteen elinkaaren edetessä. Tuotteisiin liittyvää tietoa ovat esimerkiksi piirustukset, 3D-mallit, valmistusohjeet, tilaukset, toimitetut

tuotteet ja tuoterakenteet. (Peltonen, Martio, Sulonen 2002.) Tuotetieto tavallisesti lisääntyy ja monimutkaistuu elinkaaren loppupäätä kohti (ks. kuvio 2).



Kuvio 2. Esimerkkejä kertyvistä tuotetiedoista

### 2.1.1 Tuotetiedon hallinnan toimintoja ja tavoitteita

Tuotetiedon hallinnan keskeisin asia on nimikkeiden hallinta, jossa nimikkeellä tarkoitetaan tuotetiedon piiriin kuuluvaa yksilöä kuten komponenttia tai dokumenttia (Peltonen ym. 2002).

Tuotetiedon hallintaan kuuluvat mm. seuraavat asiat:

- Nimikkeet attribuutteineen
  - Koodit ja kuvaukset
  - Materiaalit, osat, moduulit
  - Tuoterakenteet
    - (Myös tuoterakennetieto lisääntyy elinkaaren aikana)
  - Dokumentit
    - 3D-mallit, simulointimallit, piirustukset, ohjeet, asiakasdokumentit jne.
  - Palvelut
  - Revisiot
  - Tuotevariantit
  - Ajo-ohjelmat ja asetusparametrit

- Muut attribuutit (mittayksiköt, koko, kuvaukset, luokittelut yms.)
- Konfigurointisäännöt, ominaisuudet
- Tuotesuunnittelu- ja kehitysprosessin kulku (linkaari)
  - Esim. dokumenttien lukitukset, hyväksynät, poistot
- Tietoturva

Nykyaikaiset tuotetiedon hallinnan järjestelmät tukevat erittäin hyvin yllälueteltuja tavoitteita. Pulma muodostuu siitä, että esimerkiksi myynti, osto ja valmistus tarvitsevat kokonaan toisenlaisia järjestelmiä. Lisäksi niiden käsittelemän tuotetiedon sisältö ja rakenne ovat erilaisia ja dynaamisempia kuin esimerkiksi tuotesuunnittelussa. Suuri osa vaikeuksista pystytään kuitenkin voittamaan hyvällä tuotetiedon hallinnan ja toiminnanohjauksen integraatiolla. Tämä integraatio tarvitaan lähes aina PDM-järjestelmän käyttöönoton yhteydessä. PDM-järjestelmän tulee toimia tuotetietojen osalta ”masterina”, mm. antaen nimikkeille yksilöivät koodit sekä kuvaukset.

Tuotetiedon hallinnalla ja PDM-järjestelmillä tavoitellaan tyypillisesti seuraavia asioita (Sääksvuori & Immonen 2002):

### **Ajan säästö**

- Jo tehdyn työn tehokasta hyödyntäminen
- Tiedot ovat saatavilla kaikille viimeisten muutosten mukaisena
- Jälkikäteen tehtävän tiedon korjaaminen vähenee
- Vähemmän manuaalista tuotedokumenttien ja –datan käsittelyä
- Myös tuotetiedon historiatieto on tallessa
- Nopea ja kattava tiedon haku
- Yrityksen sisäinen ja ulkoinen palvelutaso nousee

### **Laadun paraneminen**

- Vähemmän inhimillisiä virheitä tuotekehityksessä, tuotannossa ja toimituksissa
- Muutokset voidaan hyväksyä sähköisesti
- Muutosinformaation jakelu nopeutuu ja varmentuu
- Standardit ovat kaikkien saatavilla; ne on helppo päivittää ja jakaa
- Tuotetiedon ylimääräisen hajaantumisen estäminen
- Tietoturva ja –suoja
  - Tiedot käytössä niillä ja vain niillä, joilla pitääkin

## Sidotun pääoman pieneneminen

- Nimikkeistöä saadaan vähennetyksi ja standardoiduksi
- Varastot saadaan pienemmiksi (materiaalitarpeet tiedetään tuoterakenteen kautta tarkalleen).
- Kokonaiskuormituksen hallinta helpottuu oikeiden tuoterakenteiden kautta.

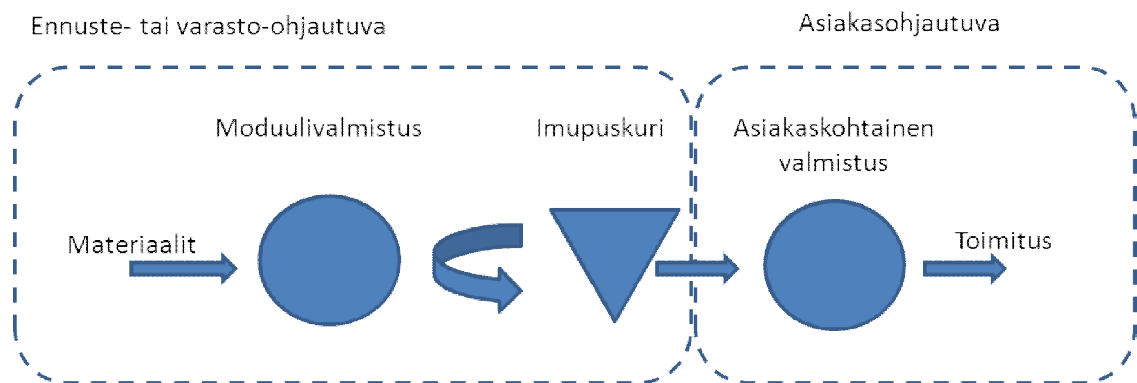
### 2.1.2 Tuotetiedon hallinnan kehitystarpeista

Monet yritykset ovat tuotteistuksen ja tuotetiedon hallinnan suhteen lähtökuopissa tai puolitiessä. Varsin tavallista on ”yliprojektointi”, jossa mitään toistuvuutta toiminnassa ei havaita tai ainakaan hyödynnetä. Tuotetiedot koostuvat lähinnä aiempien toimitusten tiedoista. Uuden toimitussisällön määrittely aloitetaan edellisestä lähimpänä olevan toimituksen tietojen kopioinnilla, jonka jälkeen toimitussisältöä muokataan halutuilta osin. Myös itse projektit elävät, eikä edes projektien toistettavuutta ja monistettavuutta pystytä hyödyntämään. Tämä aiheuttaa paljon yksilöllistä työtä kaikkiin elinkaaren vaiheisiin. Jokainen toimitus voi olla kuin prototyypin valmistamista. Myöskään valmistuksessa ei päästä toistettavuuden ja monistettavuuden hyötyihin tai esim. kunnolliseen tuotekustannuslaskentaan.

Usein tuotetta koskeva tieto on lukuisissa lähteissä, kuten taulukkolaskenta- tai tekstitiedostoissa, web-sivuilla, hinnastoissa, muissa dokumenteissa, sähköpostiviesteissä, CAD- ja IT-järjestelmissä. Tieto ei ole järjestelty organisoidusti eikä helposti haettavaksi, josta seuraa monia vaikeuksia. Missään ei välttämättä ole kokonaan oikeaa ja riittävää tuotteeseen liittyvää tietoa. Sen sijaan samoja tietoja löytyy moneen kertaan. Päivittävyys ja ylläpito ovat tällöin erittäin työläitä. Muutokset joudutaan tekemään useisiin lähteisiin, mikä on hyvin virhealtista. Samalla organisaatioon saadaan helposti ”korvaamattomia työntekijöitä”, jotka tietävät minne tiedot on piilotettu. Tuotteita koskeva tietomassa rapautuu yhä pahemmin ajan saatossa. Tuotetiedon hallinnan järjestelmän käyttöönotto voi parantaa tilannetta dramaattisesti, mutta vain, jos itse tuotetiedot ja niiden luomiseen ja ylläpitoon osallistuvat prosessit saadaan korjatuksi. Mitä pidempi historia tässä esitetyllä kuvitteellisella toiminnalla on, sitä valtavammasta kehitysponnistuksesta on kysymys. Lisäksi tietenkin itse tuotteet ja tuotteiden rakenne vaikuttavat tuotetiedon hallinnan mahdollisuuksiin ja monimutkaisuuteen.

## 2.2 Massaräätälöinti ja konfiguroitavat tuotteet

Massaräätälöinti yhdistää asiakkaan, tuotteen ja tilaus-toimitusprosessin. Siinä esivalmisteltua tuotealustaa käyttäen asiakasovellus syntyy toimituksen määrittelyvaiheessa. Tuoterakenne pohjautuu sarjavalmisteen komponenttien ja moduulien käyttöön. (Soronen 1999.) Tyypillisessä tapauksessa moduuleja valmistetaan imuohjautuvasti puskurivarastoon, jota asiakasohjautuva loppukokoonpano käyttää (ks. kuvio 3).



Kuvio 3. Massaräätälöintiprosessi yksinkertaistettuna

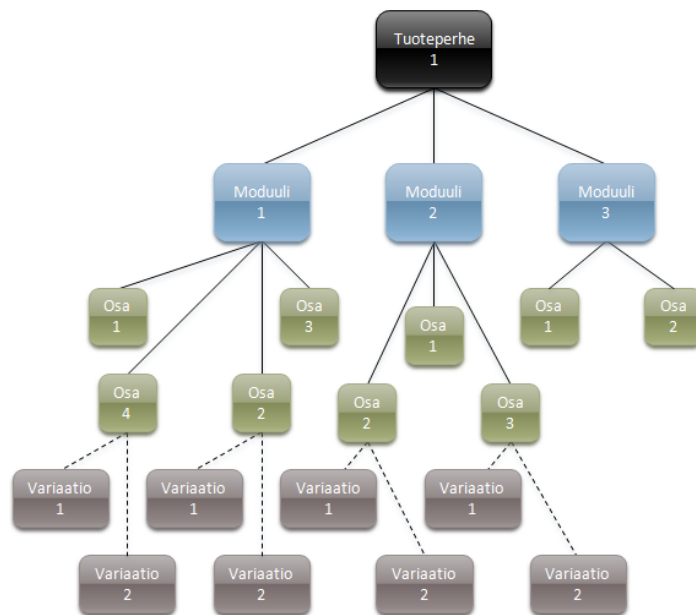
Massaräätälöinnillä pyritään yhdistämään massa- ja projektituotannon etuja, jolloin asiakkaan määrittelemiä tuotteita pystytään toimittamaan nopeasti ja kustannustehokkaasti. Karkeasti ilmaisten tilaus-valmistus-toimitusprosessit on vakioitu ja tuotteet esisuunniteltu. Massaräätälöinti korostaa kokonaisuuden hallintaa, jossa tuote, prosessi ja logistiikka suunnitellaan yhtä aikaa (Soronen 1999). Massaräätälöintiin kuuluu paljon aiheita. Tässä raportissa keskitytään tuotehallinnan kannalta erittäin merkittävään kysymykseen konfiguroitavista tuotteista.

Tuotekonfigurointi on tapa toteuttaa massaräätälöintiä. Sitä voi kutsua järjestelmälliseksi asiakasmuunteluksi (Peltonen ym. 2002). Konfiguroitavalla tuotteella on seuraavat ominaisuudet:

- Kukin tuoteyksilö tuotetaan tilauskohtaisesti asiakkaan vaatimusten mukaisesti
- Tuote on etukäteen suunniteltu täyttämään joukon samankaltaisia asiakastarpeita
- Tuoteyksilö muodostetaan yhdistelemällä etukäteen suunniteltuja komponentteja
- Tuoteyksilöt perustuvat etukäteen suunniteltuun rakenteeseen
- Tuoteyksilön muunteluun tarvitaan vain rutiininomaista ja järjestelmällistä työtä

Tuotekonfiguroinnilla siis tarkoitetaan tuotteen muuntelua siten, että se saadaan järjestelmällisesti muunnetuksi asiakkaan toivomuksien mukaiseksi. Konfiguroitavan tuotteen voi mieltää eräänlaiseksi tuoteperheeksi, joka sisältää erilaisia tuotevariantteja. Tällaisella tuotteella on nk. tuoteperherakenne, johon kuuluu joukko vaihtoehtoisia komponentteja, joista tähän tuoteperheeseen kuuluvat tuotevariantit muodostuvat. (Peltonen ym. 2002.)

Lähtökohtana konfiguroinnille ovat tuotteen ominaisuudet. Asiakas valitsee tuotteelle haluamansa ominaisuudet, joiden perusteella tulee myös valituksi oikea variantti tuoteperheestä. Varsinainen tuoteyksilö voi rakentua ominaisuuksien määrääminä vaihtoehtoisista komponenteista (valitaan joko komponentti A tai B), valinnaisista komponenteista (otetaan halutessa mukaan komponentti C) tai parametroiduista komponenteista (komponentin joku ominaisuus, esim. väri tai pituus). Tuoteperherakennetta on havainnollistettu kuviossa 4. Konfiguroitavalle tuotteelle tunnusomaista on, että tuoteyksilöt muodostetaan yhdistelemällä jo etukäteen suunniteltuja komponentteja ja että toimenpite vaatii vain järjestelmällistä ja rutiininomaista työtä. (Peltonen ym. 2002.)



Kuvio 4. Esimerkki konfiguroitavan tuotteen tuoteperherakenteesta

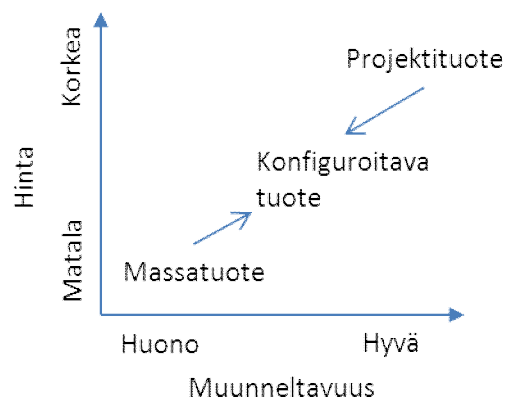
Konfiguroitavia tuotteita tarkasteltaessa voidaan törmätä erilaisiin tuoteperherakenteiden kuvaustekniikoihin, jotka kuvaavat tuotteen kaikki mahdolliset variantit. Rakenteen täytyy kuvata, millaiset tuotevariantit ovat sallittuja ja millainen variantti vastaa asiakkaan pyytämiä ominaisuuksia. Yksinkertaisimmillaan konfiguroitavaa tuotetta kuvaava

rakenne on ns. maksirakenne, joka on käytännössä vain osaluettelo kaikista tuotteen komponenteista eikä oikea tuoteperherakenne, koska se ei kuvaa konfigurointisääntöjä. Varsinaisia tuoteperherakenteiden kuvaustekniikoita ovat esim. parametri- ja rajoitepohjaiset konfiguroinnit. Parametrit kuvaavat, millä ehdoilla sopiva komponentti valitaan vaihtoehtoisten komponenttien joukosta. Rajoitteilla puolestaan saadaan poissuljettua vaihtoehtoisia osia esim. siten, että tietyn parametrin valitseminen estää valitsemasta joukkoa muita parametreja (Taulukko 1) (Peltonen ym. 2002.)

Taulukko 1. Parametreja ja valintaehtoja käyttävä osaluettelo (Peltonen ym. 2002).

positio	komponentti	lkm	ehto
1	A	1	-
2	B	1	$n < 5$
2	C	1	$n \geq 5$
3	D	1	$n > 3$

Yritys voi siirtyä ”ei-konfiguroitavista” tuotteista konfiguroitaviin kahdesta vaihtoehtoisesta suunnasta: projektitoimituksista tai vakiotuotteista (ks. kuvio 5). Ensin mainitussa tapauksessa vaihtoehtojen määrää vähennetään esisuunnittelun keinoin, jälkimmäisessä taas muunneltavuutta lisätään.



Kuvio 5. Siirtyminen konfiguroitaviin tuotteisiin (Peltonen ym. 2002).



## 2.3 Tuotteen elinkaaren hallinta

PLM on PDM:ää laajempi käsite sisältäen hallittavan tuotetiedon lisäksi myös tuotteeseen liittyvän kokonaisprosessin hallinnan. Kokonaisprosessin hallintaan kuuluvat yhteiset organisaatio- ja vaiherajat ylittävät prosessit, johtamis- ja yhteistyökäytännöt sekä tuotetta koskeva laatu järjestelmä. Näin ollen PLM:stä puhuttaessa tarkoitetaan tuotejohtamista sekä liiketoimintalähtöistä tuotehallintaa. (Saukkonen 2007.)

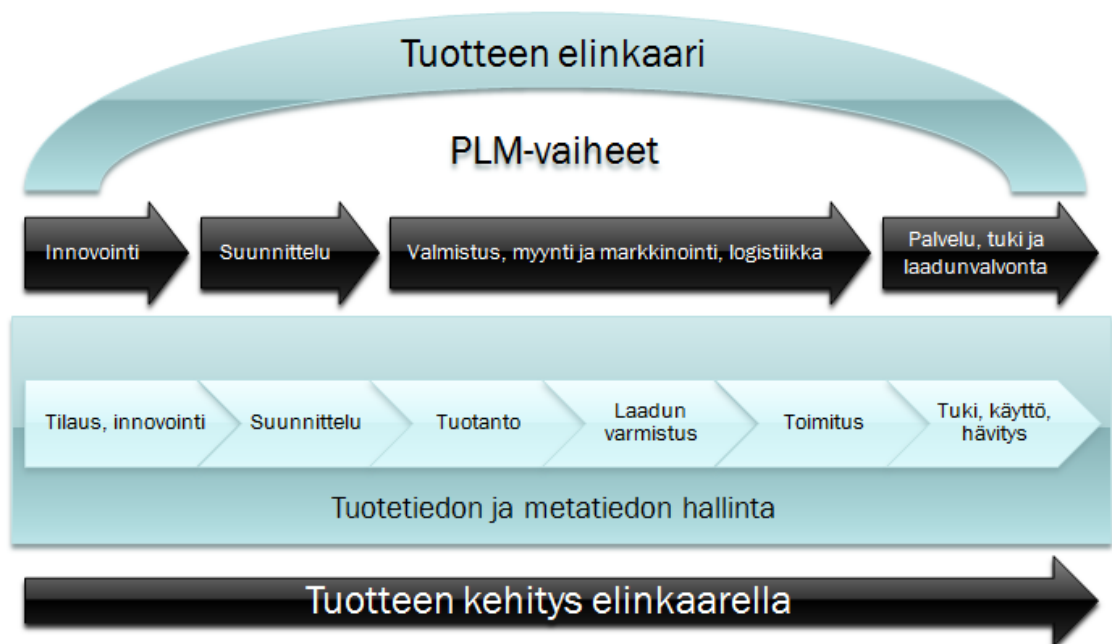
### 2.3.1 Elinkaaren hallinta ja PLM-järjestelmät

Tuotteen elinkaari muodostuu useista erillisistä liiketoimista, jotka synnyttävät, muokkaavat ja käyttävät tuotteeseen liittyvää tietoa eri elinkaaren vaiheista. Usein liiketoimet ovat lokeroituneet osastoihin siten, että tiedon välittyminen elinkaarivaiheista on hidasta tai olematonta. PLM:llä pyritään saamaan läpinäkyvyyttä elinkaarivaiheisiin, edistämällä näin liiketoimien välistä yhteistyötä ja mahdollistamalla tuotteen elinkaaren laajuisen kokonaisjohtamisen. (Saukkonen 2007.)

PLM käsittää käytännössä kaiken informaation ja prosessit, joita tuotteen elinkaarella hallitaan. Monissa PLM-järjestelmissä tuotteesta kerättävä data varastoidaan yhtenäiseen tietovarastoon, josta se on kaikkien tuotteeseen liittyvien asianosaisten käytettävissä. Yhtenäinen informaationkulku ja -varastointi mahdollistavat kollaboratiivisen työskentelyn tuotteen eri vaiheiden välillä. Näin suurimpien PLM-järjestelmien ydintoiminnallisuudet voidaan kiteyttää kahteen peruspiirteeseen: a) PLM on yhtenäinen tietovarasto kaikelle tuotteeseen liittyvälle datalle ja b) PLM mahdollistaa yhtenäisen kommunikation prosessien ja työvaiheiden hallinnoijien välillä. (Active Sensing Oy 2009.) Muihin PLM:n perustoiminnallisuuksiin kuuluvat (Terzi 2005):

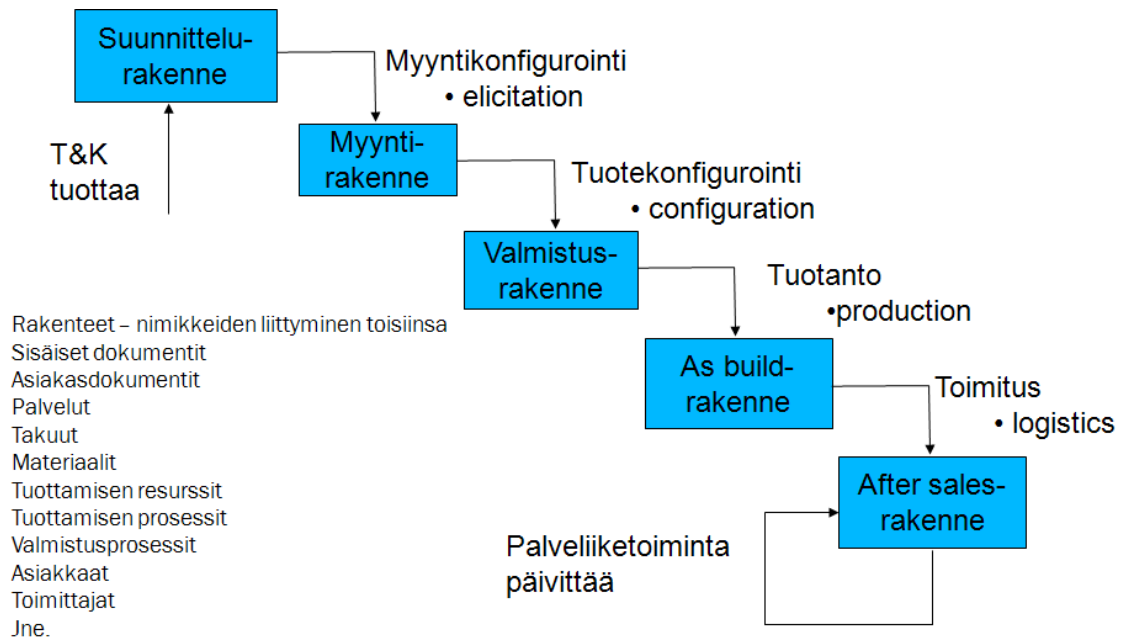
- **Asiakastarpeiden hallinta:** hallitaan toimitus- ja asiakasketjua tuotteen elinkaarella. Vastataan muuttuviin asiakastarpeisiin nopeasti ja tehokkaasti. Näitä toiminnallisuuksia on tyypillisesti (myös) ERP- ja CRM-järjestelmissä.
- **Materiaalien hallinta:** hallitaan tuotteessa käytettäviä materiaaleja. Materiaalit on otettava huomioon useista teknis-taloudellisista sekä ympäristösyistä. Materiaalien hallinnan toiminnallisuuksia on erityisesti ERP- ja PDM-järjestelmissä.

- **Muutoksen hallinta:** hallitaan tuotteeseen vaikuttavia muutoksia ja pidetään muutoksien dokumentointi ajan tasalla. Tämä on tyypillinen PDM-toiminnallisuus.
- **Tietojärjestelmien hallinta:** hallitaan organisaatioiden tietojärjestelmiä, jotka vaikuttavat tuotteen elinkaareen, varmistetaan tuotetiedon hallittavuus järjestelmissä sekä tuetaan kollaboratiivisia, integroituvia järjestelmiä.
- **Tuotteen tiedon, metatiedon ja nimikkeistön hallinta:** hallitaan kaikkea tuotteesta syntyvää tietoa sen eri elinkaarivaiheissa. Varmistetaan tiedon tehokas ja turvallinen jakelu tuotteen elinkaarella vaikuttavien henkilöiden välillä. Metatiedon hallinnalla varmistetaan tuotteen datan käytettävyys ja yhtenäisyys. Myös nämä kuuluvat PDM-järjestelmien perustoimintoihin.
- **Tuotteen portfolion hallinta:** hallitaan tuotteen rakennetta ja sitä kuvaavia suunnittelu- ja määrittelydokumentteja.



Kuvio 6. PLM – päävaiheet.

PLM:ään voidaan katsoa kuuluvaksi myös mm. tuotantoprosessin suunnittelu, markkinanalseeraus ja tuotteen palvelu- ja tukitoiminnot. PLM- käsitettä ajatellaan prosessiksi, joka kestää tuotteen elinkaaren ajan sen innovoinnista aina hävittämiseen saakka. Prosessi voi olla pitkä riippuen tuotteesta ja sen konfiguroituvuudesta. Tällöin prosessi on helpompi jakaa vaiheisiin, joita hallitaan omina osakokonaisuuksinaan. PLM- päävaiheet ovat esitettyinä kuviossa 6. (Saukkonen 2007.)



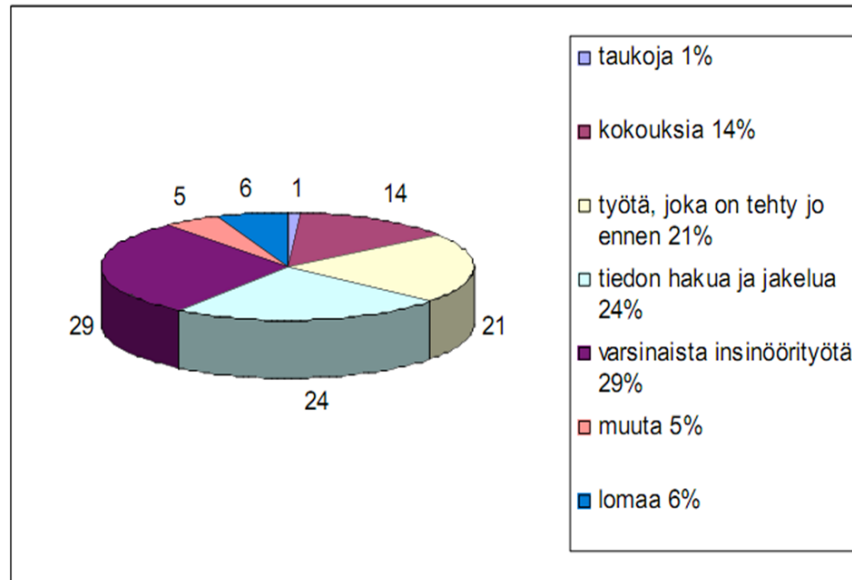
Kuvio 7. Tuotetiedon kehitys elinkaaren aikana, esimerkki massaräätälöinnistä.

Tuotetiedon määrä, laatu, muoto ja käyttötarkoitukset muuttuvat huomattavasti elinkaaren aikana. Kuvio 7 esittää konfiguroitavaan tuotteeseen liittyvän tiedon muuttumista. Tuotekehitys tuottaa tuotteelle suunnittelurakenteen, joka kuvaa koko konfiguroitavan tuotteen tuoteperheen sekä konfiguraatiosäännökset. Myyjä ja asiakas muokkaavat tuotteen ominaisuuksien ja säännöksiä avulla rakenteesta myyntirakenteen, joka pitää sisällään vain asiakkaan määritetyn tuotevariantin rakenteen sekä siihen mahdollisesti liittyvät palvelut ja dokumentit. Tuotantoon tuotevariantista välitetään valmistusrakenne, joka kuvaa valmistusta varten välttämättömät tiedot tuotteesta. Valmiista tuotteesta jää ns. ”as build”-rakenne, joka esittää valmistetun tuotteen absoluuttisen rakenteen sekä valmistukseen liittyvät todelliset kustannukset. Toimituksen jälkeisessä elinkaarivaiheessa palveluliiketoiminta ylläpitää tuotteesta ns. ”after sales”-rakennetta, jossa ylläpidetään tuotteeseen tehtyjä muutoksia ja seurataan tuotteen rakennetta sekä osia sarjanumeroinnin avulla.

### 2.3.2 Pohdintaa ja PLM-järjestelmien kritiikkiä

On ymmärrettävää, että yllä kuvattuja prosesseja ja toimintoja on hallittava ja että toiminnan kasvaessa tähän hallintaan tarvitaan (tieto)teknisiä apuvälineitä. Eri vaiheiden välinen yhteistyö ja kokonaisjohtaminen palvelevat menestyvää tuoteliiketoimintaa huomattavasti paremmin kuin ”osastolokeroituminen”. Erityisesti korostuu tuotekehi-

tyksen, myynnin, valmistuksen ja palvelutoiminnan välinen yhteistyö. Kaikilla työntekijöillä tulisi olla selkeä kuva siitä, miten hänen työnsä liittyy tuoteprosessiin ja mitä häneltä edellytetään. Työstä mahdollisimman suuren osan tulisi olla arvoa tuottavaa, toisin kuin nyt (ks. kuvio 8).



Kuvio 8. Mihin insinöörin aika kuluu (Sääksvuori & Immonen, 2002).

Toimivan tuotteen elinkaaren hallinnan osatekijöitä voidaan katsoa olevan:

- Tuotejohtamisen ja tuotelähtöiseen liiketoiminnan strateginen kehittäminen
  - Tuotestrategiasta on oltava päivitetty, useampivuotinen, konkreettisesti PLM-kehitystä ohjaava dokumentti
  - Organisaatio vastuu- ja valtasuhteineen on muokattava PLM-kehityksen kanssa yhteneväksi
  - Kehittämisvastuun on oltava yrityksen- eikä IT- tai tuotantojohtajalla!
- Tietojärjestelmäkokonaisuuksien hallinta strategisina liiketoimintateknologioina
  - PLM-järjestelmän päävaatimus on hallita tuotetieto rakenteellisessa ja jäseneltävässä muodossa
- Tuotetiedon ja -rakenteiden hallinta
- Toimintakulttuuri
  - Henkilöstön kouluttaminen ja kehittäminen
  - Tuotejohtamisen ja liiketoimintalähtöisen tuotehallinnan kehittäminen on tärkeämpää kuin työkalut
  - Kehittäminen jatkuvasti, iteroiden sekä liittyen laadun kehittämiseen

Toteutus on hyvin suuri haaste, mikäli halutaan välttyä varsinaisen toiminnan rajoittamiselta tai vaikeuttamiselta. Suuret yritykset, kuten lentokonevalmistajat panostavat huomattavasti PLM:ään ja käyttävät myös laajoja PLM-järjestelmiä. Suuryritysten rahoitukset ja henkilöresurssit ylittävät moninkertaisesti pk-yritysten mahdollisuudet. Kuitenkin pk-sektorin PLM-tarpeet ovat samansisältöiset kuin suurissakin yrityksissä. Yksi suuri PLM-järjestelmä, joka sisältää – kuten edellisessä luvussa kuvattiin - yrityksestä lähestulkoon kaiken, ei yksinkertaisesti sovellu pk-yrityksille. Samat asiat on pystyttävä tekemään kevyemmällä välineillä. PLM-hankkeessa pyrittiin kehittämään yleisiä malliratkaisuja, joissa tietojärjestelminä käytetään pk-sektorille soveltuvia ERP- ja PDM-järjestelmiä sekä näitä täydentäviä keveitä ja edullisia web-tekniikoita.

## 2.4 Tietojärjestelmäkysymyksistä

Yleensä yrityksissä on useita erilaisia tietojärjestelmiä, joissa käsitellään tuotteisiin liittyvää tietoa tuotteen eri elinkaaren vaiheissa. Yleisenä esimerkkinä yritysten tietojärjestelmistä ovat CAD-järjestelmät tuotesuunnittelussa, MES ja ERP-järjestelmät tuotannon- ja toiminnanohjauksessa ja PDM-järjestelmät tuotetiedon hallinnassa. Usein nämä erilliset järjestelmät tarvitsevat omissa toiminnoissaan täysin samaa tietoa tuotteista, mitä muutkin. Eri järjestelmissä esiintyvä identtinen tieto aiheuttaa haasteita tiedon hallinnoinnille. Huonosti suunniteltuna tiedon hallinnointi johtaa helposti siihen, että yrityksen eri järjestelmien käyttäjillä ei olekaan ajantasaista tuotetietoa käytössään. Toisaalta tuotetieto on aina enemmän tai vähemmän hajaantunutta. Esimerkiksi ERP:n talous-, kustannus-, kapasiteetti- tai logistiikkatietoa ei kannata tunkea takaisin PDM-järjestelmään vaan PDM:stä saatu perustieto (koodit, kuvaukset ym.) täydennetään ERP:ssä tarvittavin osin.

Nykyisin tiedon syöttämistä automatisoidaan järjestelmäintegraatiolla. Tämä vähentää tiedonsyöttötapauksia ja varmistaa osaltaan tietojen paikkansapitävyyttä eri järjestelmien välillä, koska niiden päivittäminen on helpompaa. Koska monet eri järjestelmät sisältävät samaa tietoa, on näiden välillä päätettävä mikä on kunkin tiedon osalta niin sanottu master-järjestelmä. Master-järjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, jossa tietoa voidaan muuttaa ja josta muutettu tieto välitetään sitten muihin järjestelmiin. Kaikkea tuotetietoa ei ole järkevää tai mahdollista hallita yhdessä ja samassa master-järjestelmässä vaan erilaisten tietojen isännöinti kannattaa roolittaa useiden eri järjes-

telmien välille näiden toiminnallisuuksien mukaan. Esimerkiksi tuotteen suunnittelurakenne voi olla PDM-järjestelmässä ja taas saman tuotteen valmistusrakenne ERP-järjestelmässä valmistuskohtaisine kustannustietoineen.

### 3 Pilottitoteutukset

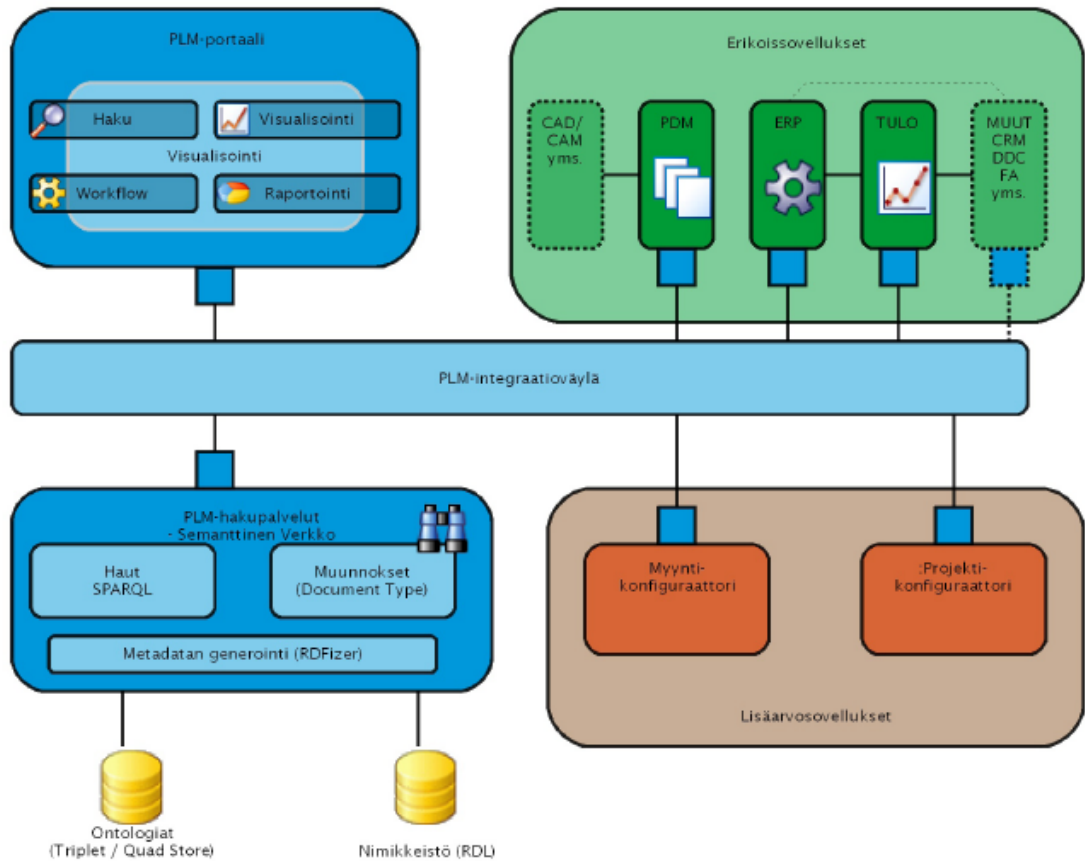
PLM-hankkeen pilottitoteutuksissa kehitettiin ja kokeiltiin todellisiin tapauksiin perustuvia malliratkaisuja, joissa tiettyjä malliprosesseja varten luotiin järjestelmäympäristö ja toteutettiin prosessit kyseisessä ympäristössä. Pilotit olivat:

1. Massaräätälöinti suunnittelusta toimitukseen
  - a. Integroitu tuotetiedon hallinta, myynti- ja tuotekonfigurointi, toiminnan- ja tuotannonohjaus sekä valmistuksen ohjaus
2. Palveluliiketoimintaa tukeva tuotetiedon ja elinkaari-prosessien hallinta
  - a. Avoimen lähdekoodin portaali- ja sähköisen työnkulun sovellus
3. Elinkaariraportointi
  - a. Hajautuneen tuotetiedon koostaminen ja esittäminen graafisesti web-ympäristössä, avoimen lähdekoodin sovellus
4. Massaräätälöinti piharakentamisessa
  - a. Toimintamallin ja työkalujen testaaminen tavallisuudesta poikkeavalla toimialalla

Pilottitoteutukset sekä näistä yhdessä syntynyt laboratoriokokonaisuus kuvataan seuraavissa kappaleissa.

#### 3.1 PLM-järjestelmän yleiskuvaus

PLM-järjestelmä ei ole yksittäinen sovellus tai tekniikka, vaan se koostaa useamman erikoissovelluksen tiedot yhdeksi hallittavaksi kokonaisuudeksi PLM-portaalissa. Erikoissovellukset ovat liitetty ESB-arkkitehtuurin (Enterprise Service Bus) mukaiseen integraatiöväylään kuvion 9 mukaisesti. Erikoissovellukset on kuvailtu tarkemmin seuraavissa luvuissa.



Kuvio 9. Yleiskuva PLM-järjestelmästä

### 3.1.1 Integraatiöväylä

PLM-järjestelmän alijärjestelmät on liitetty integraatiöväylään, jonka kautta tapahtuu järjestelmien keskinäinen viestinvälitys. Integraatiöväylä on toteutettu avoimeen lähdekoodiin perustuvalla Mule ESB – väyläratkaisulla. Mule perustuu palvelukeskeisen arkkitehtuurin (Service Oriented Architecture, SOA) käsitteeseen ja ESB:n mukaisiin arkkitehtuureihin. ESB-arkkitehtuurissa tapahtuva viestinvälitys toteutetaan palveluina eli palveluita tarjoavat sovellukset eivät ota kantaa minne viesti lähetetään, vaan viestinvälityksen mukainen liiketoimintalogiikka on rakennettu väylän palvelukomponentteihin. PLM-ratkaisussa tämä tarkoittaa sitä, että järjestelmän alijärjestelmät vastaanottavat omiin prosesseihinsa tarvitsemaansa tietoa PLM-integraatiöväylästä, suorittavat prosessit, joihin ne ovat erikoistuneet ja välittävät syntyneen informaation takaisin väylään, joka hoitaa tiedon välityksen sitä tarvitsemille muille sovelluksille.

### 3.1.2 PLM-alijärjestelmät

PLM-järjestelmän alijärjestelmiä ovat ERP, MES, PDM ja myyntikonfiguraattori. Jokaisella järjestelmällä on oma roolinsa tuotteen elinkaaren hallinnassa, jonka mukaisesti ne hoitavat niille erikoistettuja liiketoimintaprosesseja.

- **PDM-järjestelmä** (VariPDM) toimii tuotetiedon master-järjestelmänä. Järjestelmässä ylläpidettäviä tietoja ovat tuotteiden perustiedot kuten nimikkeistö, tuoterakenteet, dokumentit ja konfigurointisäännöt.
- **Myyntikonfiguraattori** (VariSales) on sovellus, jolla myyjä tai asiakas voi määrittellä tuotteen ominaisuuksien perusteella haluamansa tuotevariantin. Myyntikonfiguraatio perustuu tuotteen konfigurointisääntöihin.
- **ERP-järjestelmässä** (MS Dynamics NAV) suoritetaan tuotteisiin liittyvät tilaus-toimitus- ja valmistusprosessit. ERP täydentää osaltaan PDM-järjestelmän tuotetietoja, sisällyttäen niihin mm. toimittajatiedot, täydennysjärjestelmän ohjausparametrit sekä kustannus- ja hintatiedot.
- **MES-järjestelmässä** (Adicom MES) hienokuormitetaan ERP-järjestelmän laskema karkea kapasiteettisuunnitelma sekä suoritetaan tuotannon kuittaukset.

### 3.1.3 PLM-portaali

PLM-portaali koostaa alijärjestelmien toiminnallisuudet (haku-, tarkkailu-, raportointi- ja ohjaustoiminnot) yhdenmukaiseksi, keskitetyksi kokonaisuudeksi, jolla saadaan kattava näkymä koko PLM-kokonaisuuteen. Portaaliin on myös otettu käyttöön liiketoimintaprosessien työnkulun (eng. workflow) toteutus-, seuranta- ja hallintatyökalut. Näillä voidaan tuottaa, tarkastella ja hallita web-selaimella käytettäviä sähköisiä prosesseja ja työnkulkuja. Portaali on toteutettu avoimen lähdekoodin Liferay-alustalla. Sähköiset prosessit luotiin Intalio BPMS-järjestelmällä.

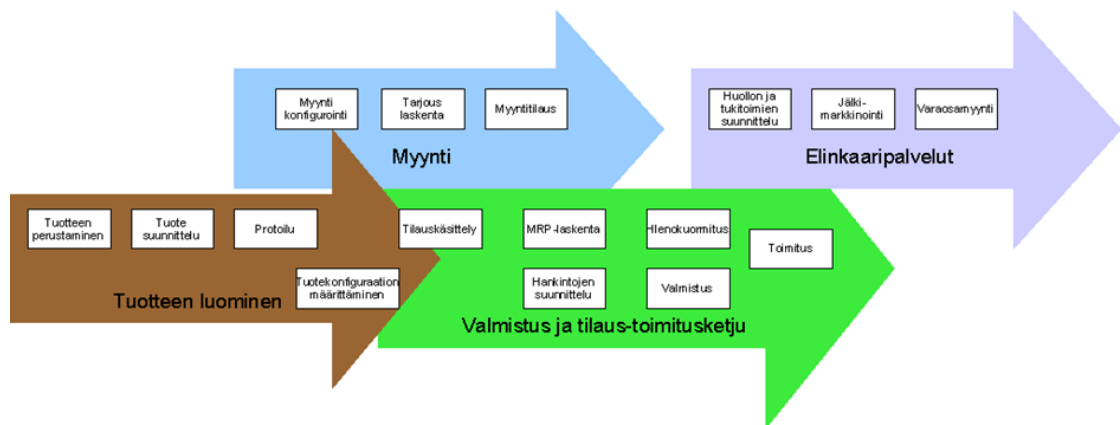
## 3.2 Massaräätälöinti ja konfiguroitavat tuotteet

Ensimmäisessä pilotissa rakennettiin pääosa laboratorion yllä kuvatusta kehitysalustasta. Varsinainen pilotti käsitti massaräätälöintiesimerkin tuotesuunnittelusta palvelutoimintaan.



Esimerkkitapauksessa on pureuduttu tuotteen elinkaaren hallintaan kuvaamalla prosessit, jolla konfiguroitava tuote saadaan suunnitelluksi, myydyksi, valmistetuksi ja lopulta toimitetuksi. Konfiguroitavuushan edellyttää, että tuote on esisuunniteltu siten, että se pystytään valmistamaan asiakkaan määrittelemänä ilman ylimääräistä suunnittelua. Tuotteelle on siis määritetty tuoteperhe, josta asiakas voi valita tuotevariantin haluamiensa ominaisuuksien mukaan.

Esimerkkitapauksessa lähdetään liikkeelle tuotteen suunnitteluprosessista, jossa konfiguroitava tuote esisuunnitellaan ja dokumentoidaan pdm-järjestelmään. Kun tuote on saatu tuotannollistetuksi, voidaan sitä myydä asiakkaille myyntikonfiguraattorin avulla, josta siirrytään tilaus-toimitusprosessiin sekä hankinta- ja valmistusprosesseihin (ks. kuvio 10).

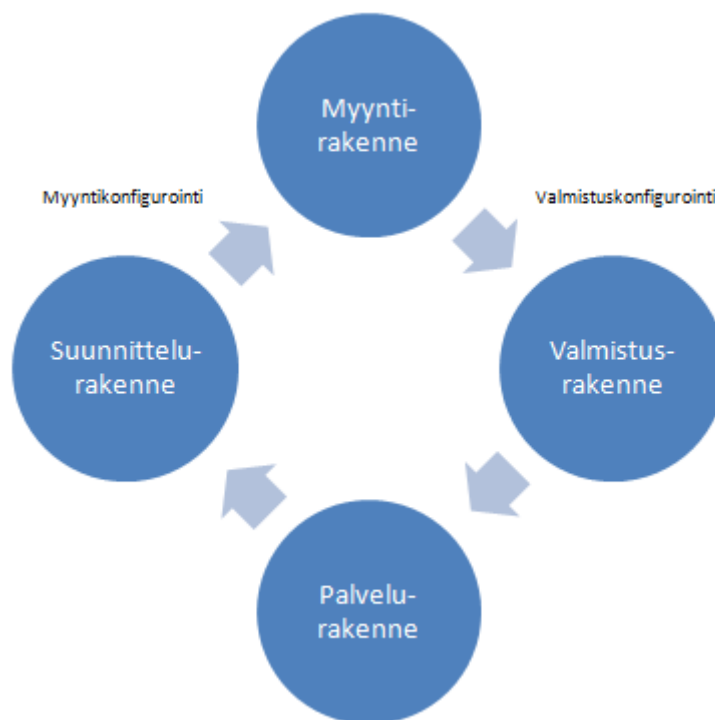


Kuvio 10. Tuotteen elinkaari prosessit (Kuva: Janne Hietala, Arcusys Oy 2008).

Tuotteen tuoterakenne muuntuu eri elinkaarivaiheissa. Tuoterakenteet jakautuvat elinkaari prosesseissa neljään eri osa-alueeseen, joita ovat suunnittelu-, myynti-, valmistus- ja palvelurakenne. Kuvio 11 esittää tuotteeseen liittyviä rakenteita eri elinkaari prosesseissa sekä niiden periytyvyydet muista elinkaaren rakenteista.

- **Suunnittelurakenne** tai nk. tuoteperherakenne pitää sisällään kaikki tuotevariantit, eli niihin liittyvä osat (vakiot ja vaihtoehtoiset), sisäiset dokumentit, asiakasdokumentit sekä konfigurointisäännöt.

- **Myyntirakenne** kuvaa suunnittelurakenteesta muodostetun tuoteyksilön ja siihen voi liittyä asiakastietoja sekä tuotteeseen liitettyjä palveluita.
- **Valmistusrakenne** muodostuu myyntirakenteesta ja se kuvaa tuotevariantin valmistamiseen liittyvät ominaisuudet kuten reititystiedot, osien ohjausparametrit sekä hinta-, vero- ja kustannustiedot.
- **Palvelurakenne** on jälkimarkkinoinnin ylläpitämä ns. ”after sales”-rakenne ja se sisältää jäljitettävyystietoja osista, sarjanumeroista ja dokumenteista, jotka ovat olennaisia jälkimarkkinoinnin toiminnan kannalta. Palvelurakenne voi muokkautua tuotteeseen kohdistuvien toimenpiteiden, kuten huollon, seurauksena.



Kuvio 11. Tuoterakenteet elinkaarivaiheissa.

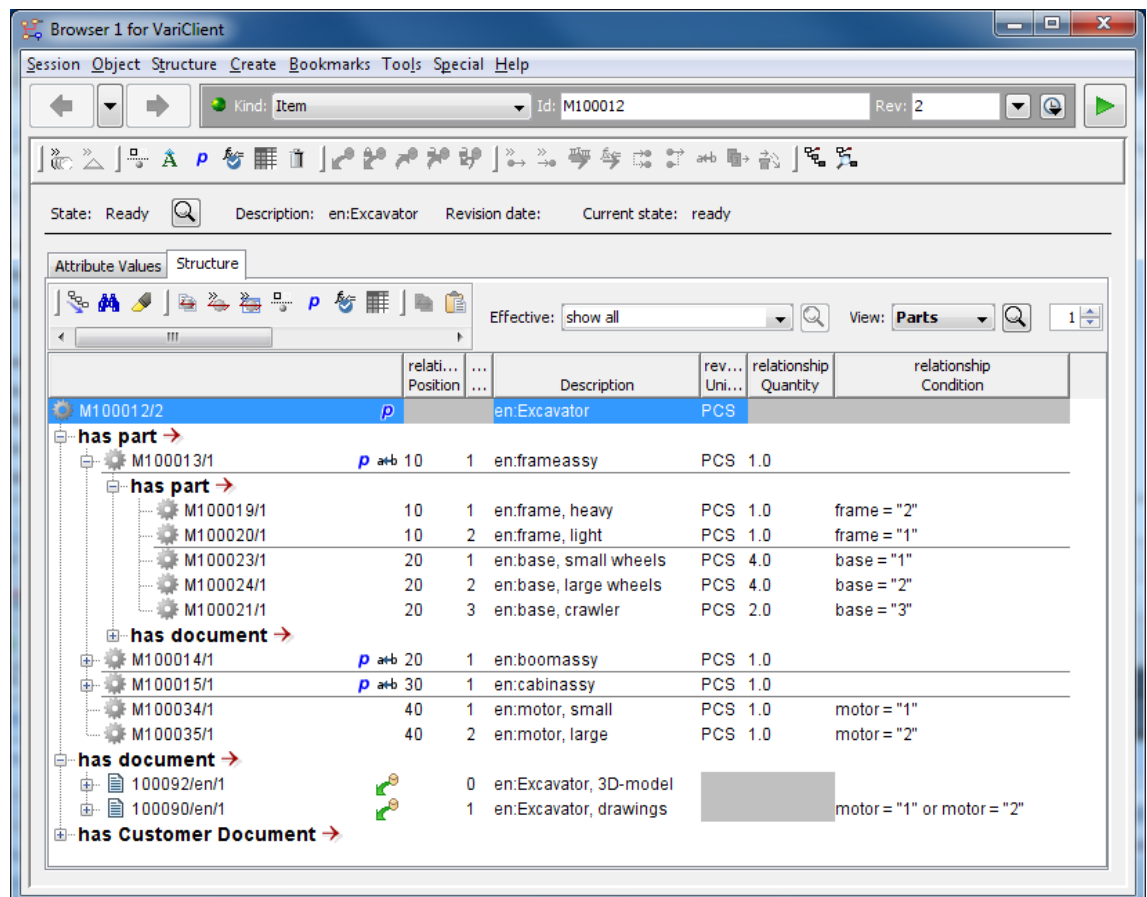
### 3.2.1 Suunnitteluprosessi

Tuotteen elinkaari alkaa suunnitteluvaiheessa, jossa konfiguroitava tuote määritetään ja dokumentoidaan. PDM-järjestelmä toimii tuotetiedon master-järjestelmänä, johon tallennetaan kaikki tuotteeseen liittyvä tieto mukaan lukien:

- Nimikkeistö (nimikekoodit, nimikkeitä kuvaavat attribuutit, kategoriat)
- Tuoterakenne
- Tuotedokumentit (3d-mallit, piirustukset jne.)

- Asiakasdokumentit (myyntiesitteet, ohjekirjat jne.)
- Konfigurointisäännöt (parametrit ja rajoitteet)
- Versiot (esim. maa- ja kieliversiot)
- Revisiot
- Tuotteen tila (esim. suunnittelussa, valmis, vanhentunut).

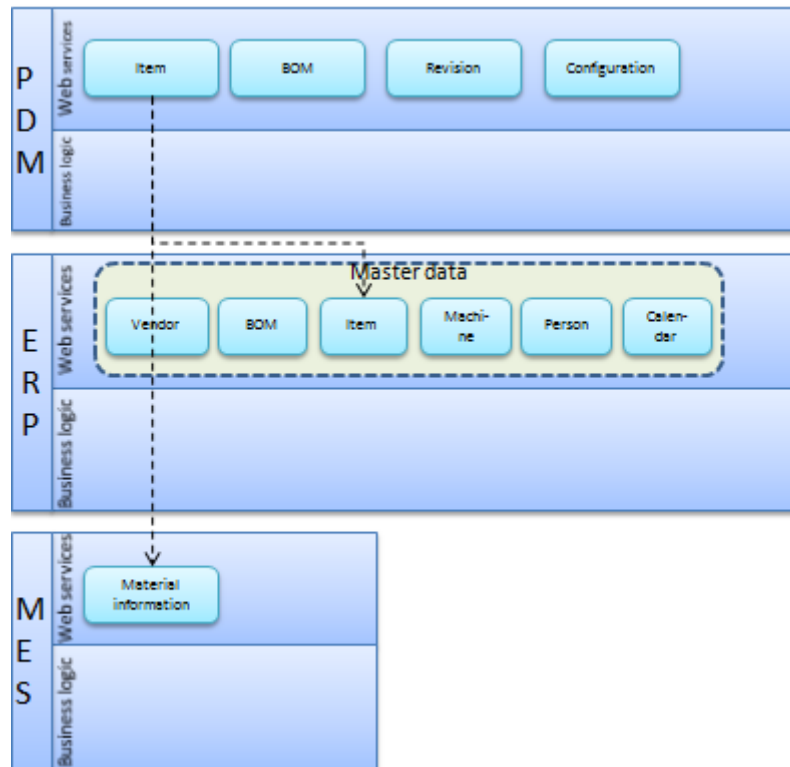
Kuva 1 esittää näyttökuvaa PDM-järjestelmästä. PDM-järjestelmän ominaispiirre on, että se kykenee tuotetiedon rakenteelliseen esittämiseen. Rakenne sisältää nimikkeet (osat ja dokumentit), nimikkeiden väliset riippuvuussuhteet (eng. relationship) sekä riippuvuussuhteiden ehdot (eng. relationship condition), joilla määritetään millä parametreilla erilaiset konfiguraatiot muodostuvat.



Kuva 1. Tuotetiedon rakenteellinen esitys PDM-järjestelmässä.

Tuotesuunnittelussa tuote voi käydä läpi useita suunnittelu- ja testausvaiheita, joiden aikana siihen liittyvä tieto täydentyy, korjautuu ja muuttuu. Kun tuote on saatu tuotannollistetuksi, julkaistaan siitä valmis revisio. PDM-järjestelmä sisältää tässä vaiheessa

tuotteesta suunnittelurakenteen, joka kuvaa tuotteen koko tuoteperheen. Suunnittelurakenne sisältää täysin esisuunnitellun konfiguroitavan tuotteen; se ei ole valmistettava kokonaisuus, vaan se kuvaa kaikki tuoteperheeseen kuuluvat tuotevariantit ja säännökset jotka määräävät varianttien muodostumisen.

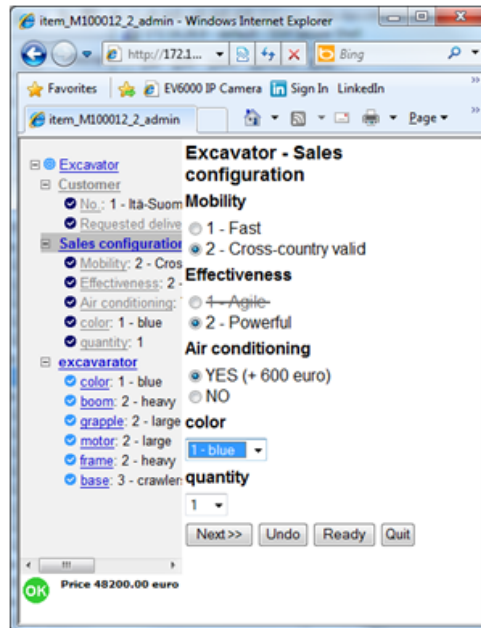


Kuvio 12. PDM-järjestelmästä julkaistavat tiedot.

Valmiista tuotteesta välitetään tietoja myös muihin järjestelmiin, kuten konfiguraatio-säännöt myyntikonfiguraattoriin sekä nimikkeistö ERP- ja MES-järjestelmiin hankintoja ja varastonhallintaa varten (ks. kuvio 12).

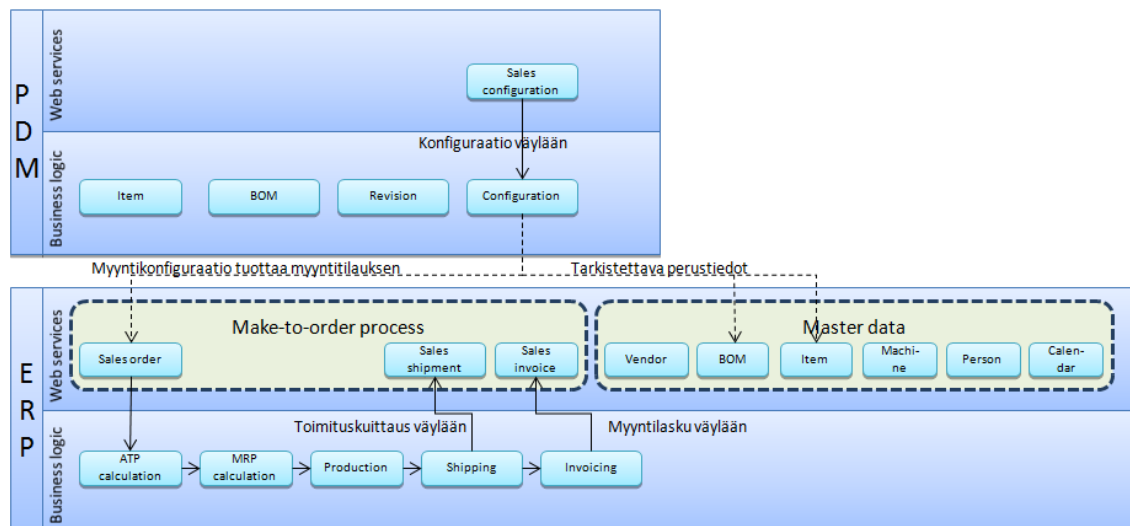
### 3.2.2 Tilaus-toimitusprosessi

Tilaus-toimitus prosessissa alkaa myyntikonfiguraatiossa (ks. kuva 2), jossa tuotteelle määritetään ominaisuuksia. Ominaisuuksiin voi sisältyä rajoitteita, jotka estävät mahdollisten konfiguraatioiden syntymisen. Tämä helpottaa myyjän ja asiakkaan välistä tuotemäärittelyä ja asiakas saa helposti määritellyksi haluamansa tuotteen ilman, että hänen tarvitsee ottaa kantaa teknisiin yksityiskohtiin.



Kuva 2. Myyntikonfiguraattori.

Ominaisuuksiin saa kiinnitettyä hintatietoja, jolloin myyjä voi antaa valmiiksi määritellystä tuotteesta hinnan tai hinta-arvion. Valmis myyntikonfiguraatio tallennetaan lopuksi PDM-järjestelmään, jossa siitä muodostetaan myyntirakenne. Myyntirakenne kuvaa tuoteperheestä vain yksittäisen tuotevariantin, tilauksen sekä mahdolliset tuotteeseen liitetyt palvelut.



Kuvio 13. Myyntikonfiguraation siirtäminen ERP-järjestelmään.

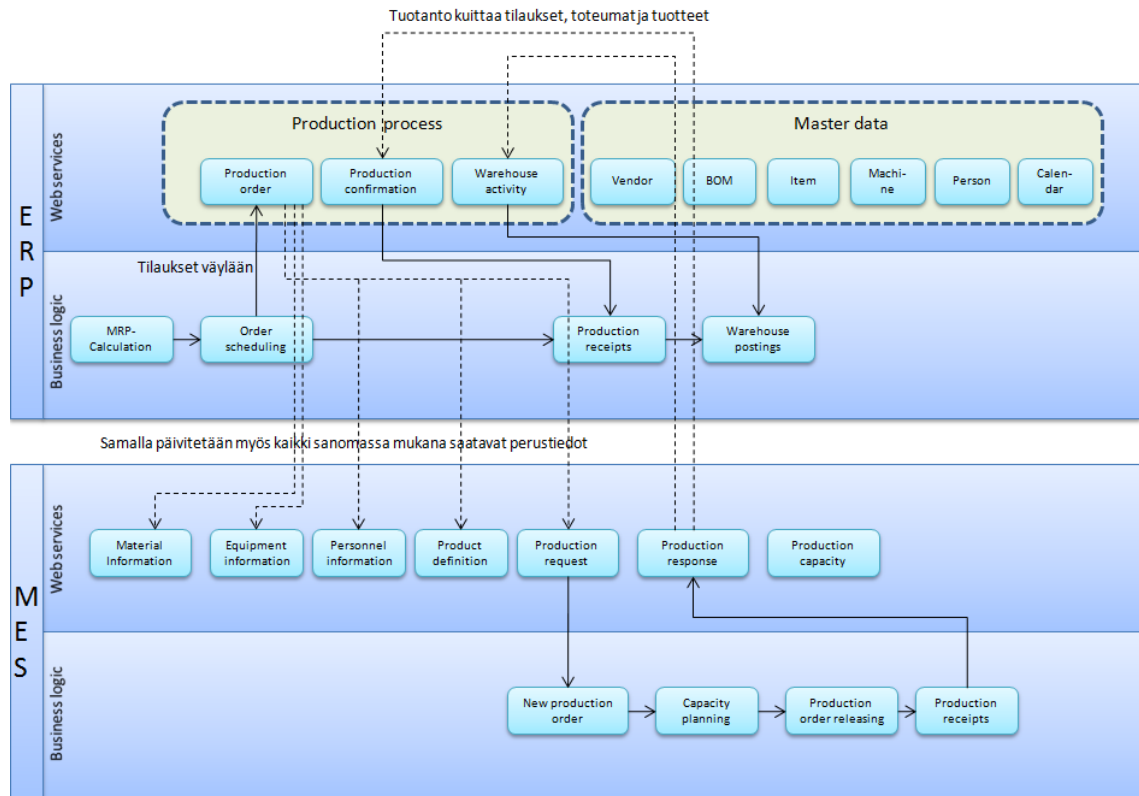
Kuvio esittää myyntikonfiguraatiosta siirtyviä tietoja muihin järjestelmiin. ERP-järjestelmä tarvitsee myyntikonfiguraatiosta tiedot myyntitilauksen luomista varten (asiakas ja toimitustiedot) sekä tuotevariantin valmistusrakenteen tuotantoa varten.

Kun ERP-järjestelmä on saanut tarvitsemansa tiedot, voidaan tilauksen käsittely aloittaa myyntitilauksella/tarjouksella. Myyntitilaus aiheuttaa materiaalitarpeen varastolle, joka tarvittaessa aloittaa valmistusprosessi, mikäli samanlaisia tuotevariantteja ei ole varastossa. Valmistusprosessi on limittäin tilaus-toimitus – prosessin kanssa, joten varsinainen toimitus ja laskutus voidaan suorittaa loppuun vasta valmistusprosessin päätyttyä.

### **3.2.3 Valmistusprosessi**

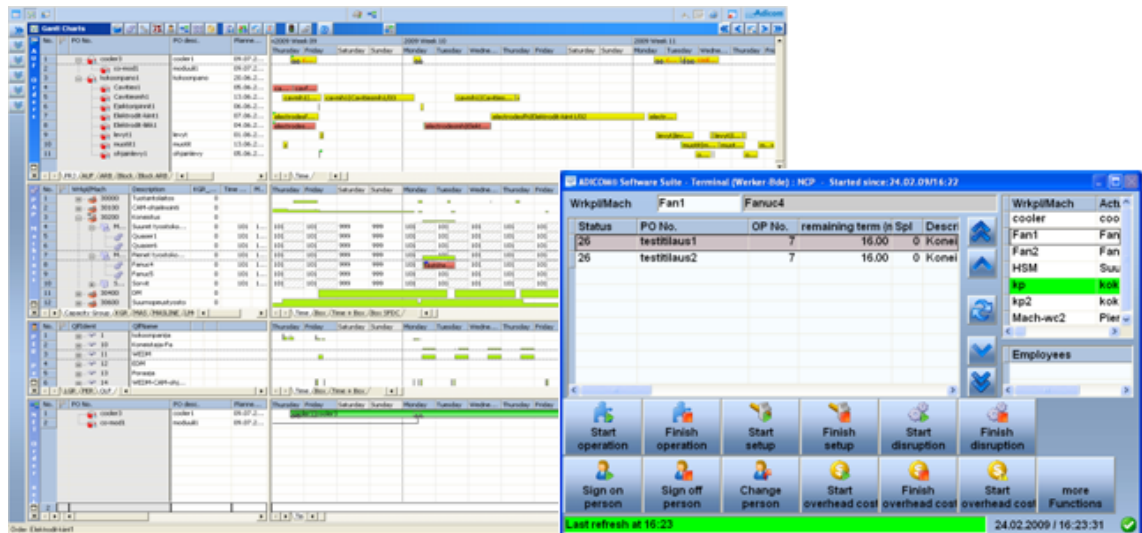
ERP-järjestelmä saa PDM-järjestelmästä tuotevariantin nimiketiedot sekä valmistusrakenteen. Nimiketietoja pitää täydentää ERP-järjestelmän vaatimien toiminnallisuuksiin mm. kustannus- ja hintatietojen, nimikkeen täydennysjärjestelmän sekä varaston ohjausparametrien osalta.

Valmistusrakennetta käytetään hankintojen perustana, kun varastoja aletaan täydentää myyntitilauksien aiheuttaman vajeen takia. ERP-järjestelmässä suoritetaan tuotannon pääaikataulun laskenta (eng. Master Production Schedule, MPS) sekä materiaalitarlaskenta (eng. material Requisition Planning, MRP). Laskennan perusteella järjestelmä ehdottaa uusia tuotanto- ja ostotilauksista.



Kuvio 14. Valmistusprosessi

Vapautettu valmistus tilaus lähetetään PLM-väylään, josta MES-järjestelmä vastaanottaa sen (ks. kuvio 14). MES-järjestelmässä tehdään tuotantosuunnitelman hienokuormitus ennen tilauksien varsinaista tuotantoon vapauttamista. MES-järjestelmä sisältää tuotannonohjausnäkymän lisäksi työntekijäliittymän, josta työntekijät voivat aloittaa heille osoitettuja töitä sekä kuitata tuotantovaiheiden valmistumiset, materiaaliotot ja tuotokset ja lukea työvaiheisiin liittyviä ohjeistuksia.



Kuva 3. Tuotannonohjaajan Gantt-näkymä ja työntekijän liittymä MES-järjestelmässä

Tuotannon kuittaukset siirtyvät PLM-väylän kautta ERP-järjestelmään, joiden perusteella materiaalikulutus vähennetään ja tuotokset lisätään varastoihin.

### 3.2.4 Jälkimarkkinointi ja palveluprosessi

Asiakkaalle toimitettuun tuotteeseen voidaan lisätä jäljitettävyystietoja kuten sarjanumeroinnit. Tuotteesta muodostuu palvelurakenne, jota käytetään tuotteen jälkimarkkinoinnissa. Palvelurakenteessa ylläpidetään tuotteeseen liittyviä muutoksia, joita saattaa aiheutua esim. huollon seurauksena, jolloin vanha osa saatetaan korjata uudella. PLM-järjestelmän palvelurakennetta ylläpidetään ja siihen liittyviä prosesseja ohjataan ERP-järjestelmällä

## 3.3 Elinkaariprosessit

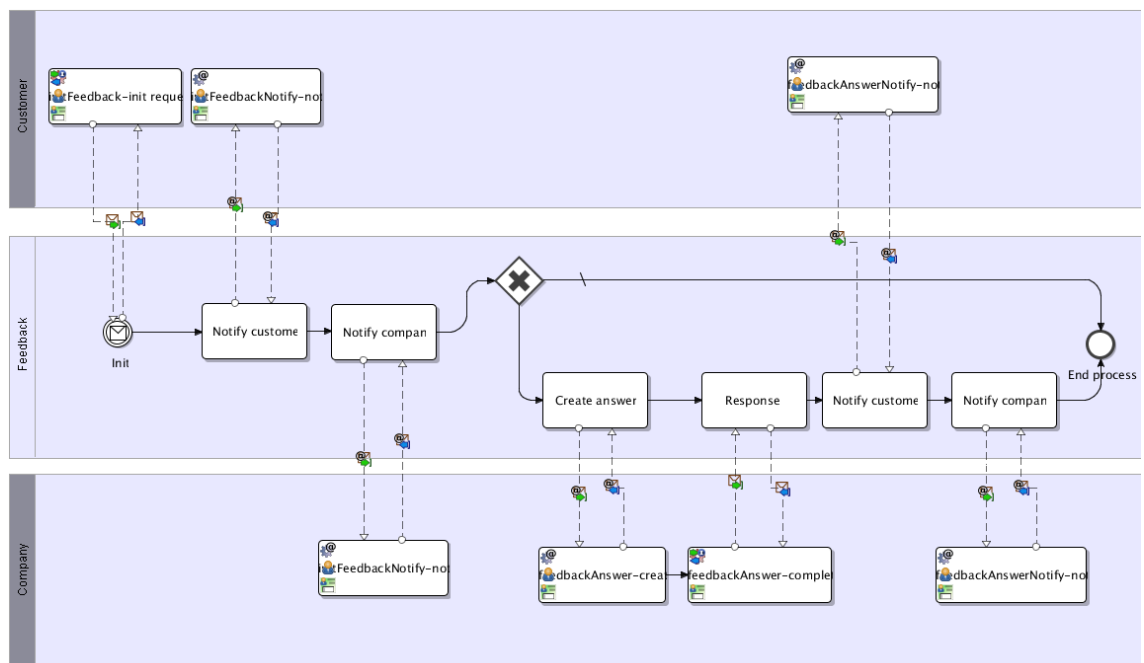
PLM-portaaliin kehitettiin prosessin työnkulun (eng. workflow) seuranta- ja hallintatyökalut joiden avulla voidaan tarkastella yksittäisten prosessien työnkulkua. Ratkaisussa sovellettiin avoimen lähdekoodin tekniikoita: Intalion workflow-moottoria sekä Orbeonin XForms-moottoria (sisältyy Intalioon). Tekniikalla prosessit saadaan sähköistetyksi siten, että niiden kulku voidaan vaihteistaa erilaisten roolien kautta.



PLM-hankkeessa pilotoitiin erilaisia sähköisiä prosesseja, kuten:

- Jälkimarkkinoinnin prosessi- ja tiedonvaihtototeutukset
- Asiakas- ja toimittajakommunikointi
- Dokumenttien hallinta
- Tiedotteet
- Palveluliiketoiminnan sähköiset työkulut
- Toimitettujen tuotteiden vuositarkastukset
- Asiakaspalautteen keruu ja käsittely
- Käyttöönottotarkastukset
- Takuuprosessit

Kuvio 15 esittää intaliolla rakennettua palauteprosessia. Prosessissa asiakas jättää palautteen ja saa ilmoituksen kun yritys aloittaa palautteen käsittelyn. Yritys saa tiedon (notification), että asiakas on jättänyt palautteen ja voi aloittaa palautteen käsittelyn. Asiakas saa huomautusviestin ja vastauksen, kun yritys jättää palautteen. Asiakasta voidaan myös pyytää kuittaamaan saamansa vastaus.



Kuvio 15. Intaliolla mallinnettu palauteprosessi

Intaliolla rakennettu prosessimalli ohjaa asiakkaan ja yrityksen välistä kommunikaatiota vaiheistamalla prosessin. Asiakkaan ja yrityksen välinen viestintä hoidetaan Liferay-portaalissa, jossa prosessimooottori ohjaa roolien mukaiset tehtävät asiakkaalle ja yritykselle. Kuva 4 esittää prosessinäkymää. Kuvassa yritys näkee itselleen kohdistuvat tehtävät eri prosesseista, prosesseja koskevat huomiot sekä prosessit ja niiden tilat joihin yrityksen työntekijä on osallinen. Vastaavasti asiakas voi omasta näkymästään seurata prosessin tilaa sekä osallistua prosessiin omalta osaltaan esim. palautelomakkeen täyttämällä tai toimenpiteiden hyväksymisellä.

Roolien ja tilanteen mukaiset näkymät prosesseihin

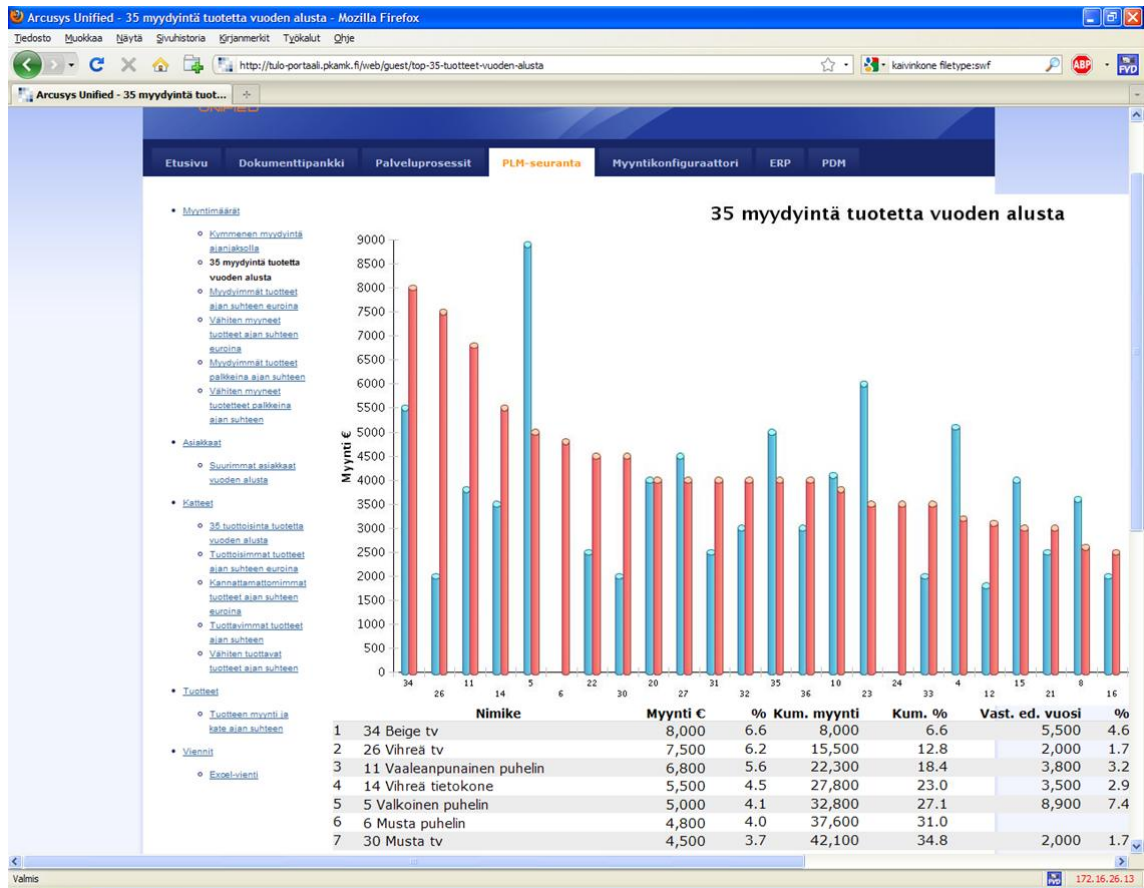
Description	State	Created	Due	Priority	Attachments
Warranty claim - Additional information requested Testtw	✓	5.2.2010 9:08			
Warranty claim - Additional information requested Test	✓	5.2.2010 9:03			
Warranty claim - Additional information requested Test123	✓	5.2.2010 9:00			
Warranty claim - Additional information requested Test123	✓	5.2.2010 8:55			
Warranty claim - Additional information requested Test1234	✓	5.2.2010 8:37			
Warranty claim - Additional information requested TestRef	✓	25.1.2010 12:49			

Kuva 4. Näkymä prosesseihin, ilmoituksiin ja tehtäviin

### 3.4 Raportointi ja tiedonhallinta

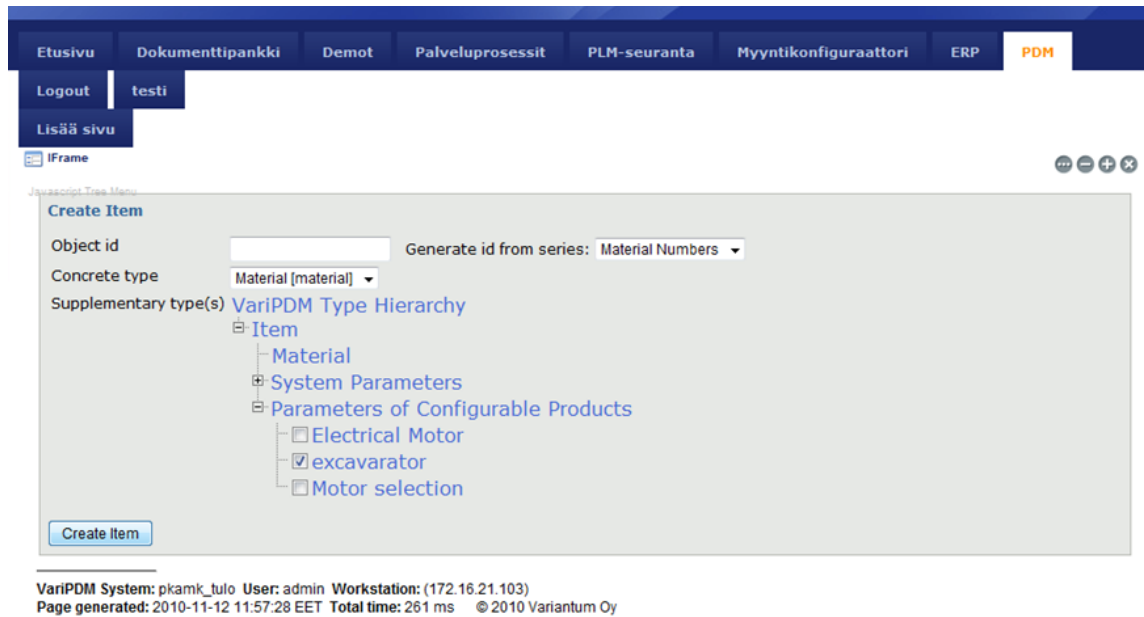
PLM-järjestelmään kuuluu useita alijärjestelmiä ja sovelluksia, joihin eri elinkaarivaiheiden aikainen tuotetieto on hajautunut. Hajautuneen tuotetiedon koostaminen ja raportointi on ratkaistu järjestelmässä keskitetysti PLM-portaalissa.

Raportoinnissa testattiin avoimen lähdekoodin Birt-raportointijärjestelmää, jonka tuottamat raportit esitetään PLM-portaalissa portlet-sovelluksina (ks. kuva 5). Raportoinnin pohjatietoja ei tarvitse kerätä yhteiseen tietovarantoon vaan tiedot kootaan PLM-järjestelmän eri sovelluksista, prosessoidaan ja esitetään keskitetysti portaalissa.



Kuva 5. Raportointi PLM-portaalissa.

Portaalia voidaan käyttää myös tiedonhallintaan tuomalla näkymiä ja toiminnallisuuksia PLM-järjestelmän erillissovelluksista (ks. kuva 6). Käyttäjille voidaan koota heidän eniten tarvitsemansa sovellukset sekä niiden toiminnallisuudet personoituun portaaliin. Päivittäisiä rutiineja saadaan helpotetuksi, koska kaikki oleellimmat työtehtävät voidaan hoitaa yhdessä järjestelmässä tutun käyttöliittymän kautta. Tekniikalla voidaan pienentää erillissovellusten roolia käyttäjän näkökulmasta, koska tarvittaessa sovellusten esitystapa voidaan muotoilla ja yhtenäistää portaalissa, jolloin taustajärjestelmille jää vain varsinainen liiketoimintaprosessien ohjaaminen.



Kuva 6. Nimikkeen luominen PDM-järjestelmään PLM-portaalissa.

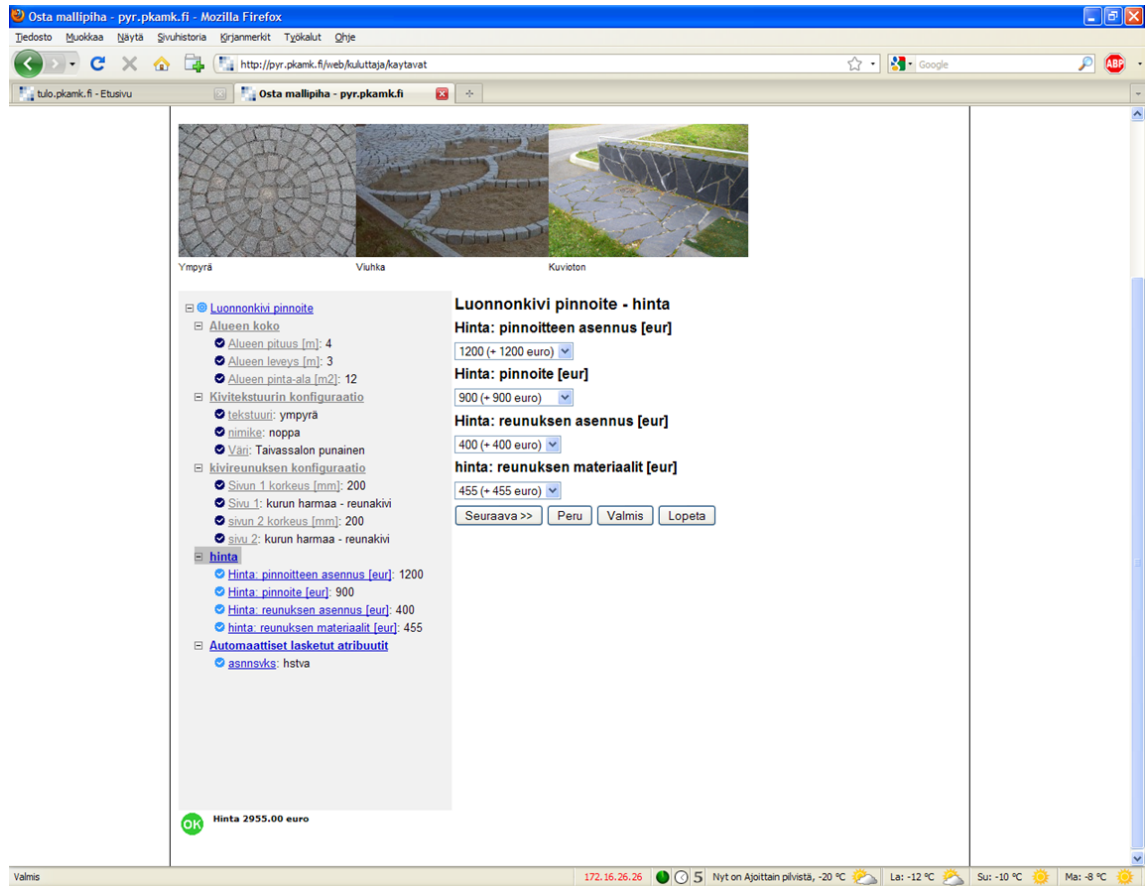
### 3.5 Massaräätälöinti piharakentamisessa

PLM-ympäristössä toteutettiin myös pilottitoteutus massaräätälöinnistä piharakentamisessa. Pilotissa esitettiin ratkaisua projektimuotoisten toimitusten vakioimiseen ja uudelleenhyödynnettävyyteen tehden projektista konfiguroitavan kokonaisuuden.

Tilaus-toimitusprosessi alkaa oletusarvoisesti asiakkaan ideasta, josta myyjä voi tehdä alustavan budjettisuunnitelman. Suunnitelma on konfiguroituva ja se voidaan määrittellä vaiheittain. Konfiguraatiossa määritellään pihaprojektiin kuuluvat palvelut kuten pihasuunnitelman laatiminen, toimittajaverkosto, pihan komponentit (tiet, käytävät, rakennukset jne.) ja käytettävät materiaalit. Konfiguraatio antaa rakentuessaan alustavan hinta-arvion asiakkaalle, jota muokkaamalla saadaan yleissuunnitelma toteutuksesta sekä asiakkaalle sopiva hinta-taso.

Alustavan suunnitelman valmistumisen jälkeen voidaan siirtyä pihakomponenttien tarkempaan konfigurointiin (ks. kuva 7). Pilotissa laadittiin konfigurointimalli kivipinnoitteiselle käytävälle, jossa määritetään pinnoitettavan alueen dimensiot, käytettävät materiaalit ja pinnoitteen kuvioinnit. Konfiguraatiossa määritettävät ominaisuudet laskevat hinnat materiaaleille ja tehdylle työlle toimittajien ilmoittamien kustannusten mukaan. Valmis konfiguraatio tallennetaan PDM-järjestelmään

myyntikonfiguraatioksi. Testauksen perusteella näyttää mahdolliselta varsin suoraviivaisesti soveltaa lähinnä koneenrakennuksen puolella käytettyjä ratkaisuja myös piharakentamiseen. Mitään suurta periaatteellista eroa pihan tai koneen konfiguroinnissa ei näyttäisi olevan.

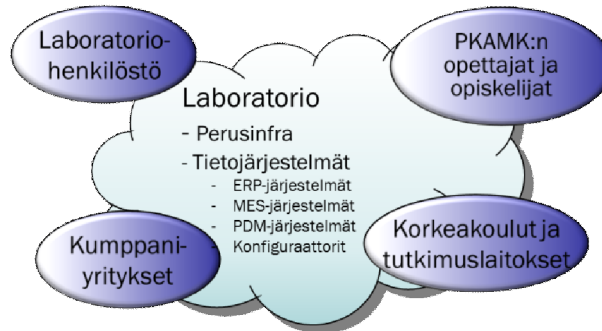


Kuva 7. Piha-alueen konfigurointi

## 4 Palvelukonsepti

Tulo-laboratorion perustamishankkeen ja PLM-hankkeen tuloksena PKAMK:lle on syntynyt ainutlaatuinen koulutus-, kehitys- ja testausympäristö, jossa eri organisaatiot voivat työskennellä joustavasti yhdessä. Fyysinen laboratorio koostuu virtualisoidulle alustalle toteutetuista lukuisista tuotannon tietojärjestelmistä, integraatiotyökaluista ja web-sovelluksista. Laboratorion varsinainen idea on kuitenkin menetelmä- ja prosessi-kehityksessä ja hyviä menetelmiä tukevassa järjestelmien käytössä. Hyöty syntyy ennen kaikkea siitä, että laboratoriossa voivat työskennellä yhdessä menetelmä- ja IT-asiantuntijat, opettajat ja opiskelijat, tutkijat sekä käytännöllisiä ratkaisuja etsivät teolli-

suusyritysten edustajat (ks. kuvio 16). Teknisemmältä kannalta laboratorion etuna on järjestelmäriippumattomuus, joka ei sido toimintaa tiettyihin sovelluksiin. Lisäksi laboratorio on ainutlaatuinen paikka kehittää ja testata järjestelmäintegraatioita.

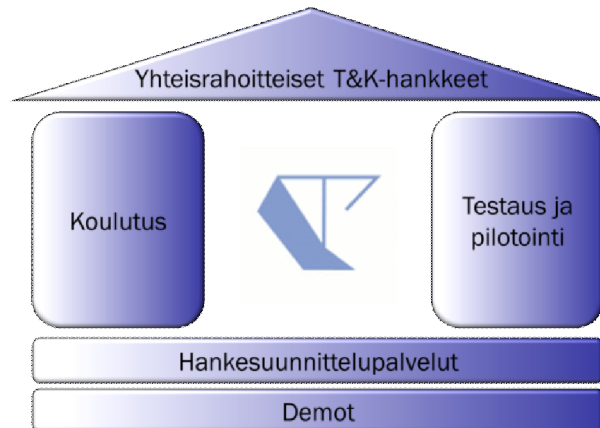


Kuvio 16. Laboratorion resurssit

Laboratorion palvelukonseptin tärkein ominaisuus on se, että palvelun tuottajana voi siis olla lähestulkoon kuka tahansa! Esimerkiksi järjestelmäintegraatioiden kehittämisessä PKAMK tarjoaa kehitysympäristön, mutta kumppaniyritykset voivat johtaa ja toteuttaa varsinaisen hankkeen. PKAMK:n kannalta katsottuna laboratorion tarjoamia palveluja ovat (ks. kuvio 17):

- Yhteisrahoitteiset T&K-hankkeet
  - a. PKAMK:n hallinnoimana
  - b. PKAMK testaus- ja kehityspartnerina
- Koulutus
  - a. Lyhytkurssit yrityksille, esim.
    - i. Tuotannonohjaus
    - ii. Tuotannon kehittäminen
    - iii. Tuotannon tietojärjestelmät
  - b. Opetus PKAMK:n opiskelijoille, esim.
    - i. Tuotannonohjaus
    - ii. Operations management
- Testaus, pilotointi ja evaluointi
  - a. Ohjaus- ja PLM-menetelmät
  - b. Tietojärjestelmien hyödyntäminen
  - c. Testaus- ja evaluointikumppanuus
- Hankesuunnittelupalvelut

- a. Kehityshankkeet ja -ohjelmat
- b. Tietojärjestelmäkartta
- Demot ja ratkaisuesimerkit
  - a. Tuotannon suunnittelu ja ohjaus
    - i. Push- & pull-tapaukset
  - b. PLM-hankkeen pilotit (luku 3)



Kuvio 17. Laboratorion palvelut

Palvelukonseptille on ominaista, että yritysten tarjoamat palvelut ovat vastaavanlaisia ja laboratorion käyttötapa samanlainen. Erot syntyvät lähinnä teknologisissa sisällöissä sekä hankkeiden asetelmassa.

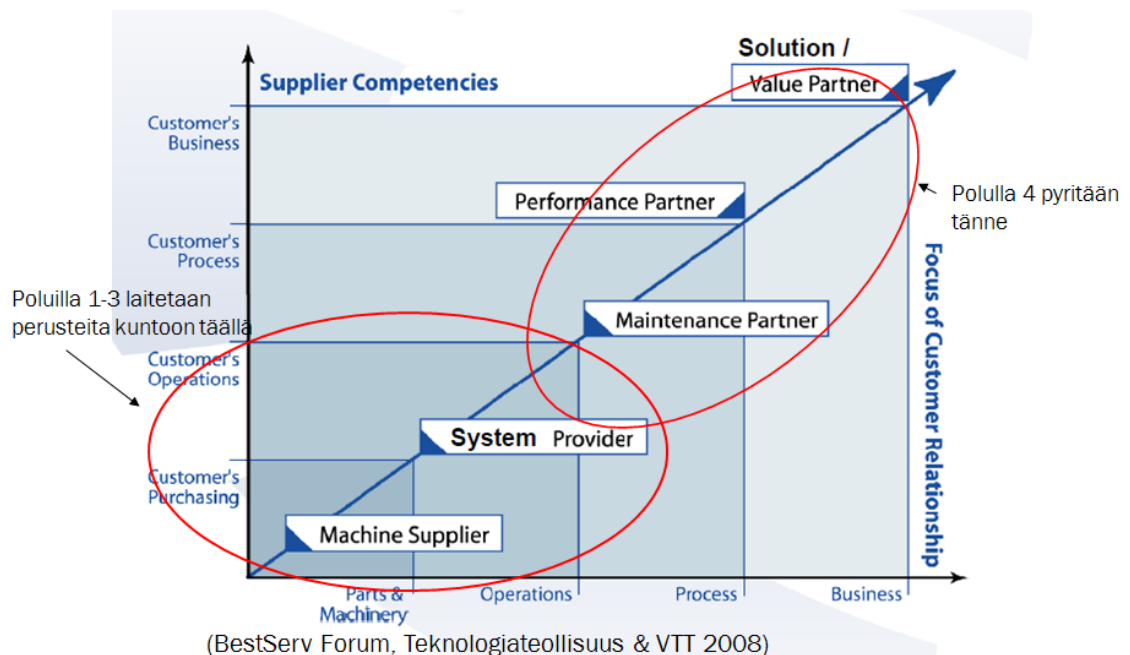
## 5 Pohdintaa ja suositukset

Kuten jo aiemmin todettu, yrityksillä on usein paljon kehittämistä tuotteistuksessa sekä tuotetiedon ja tuotteen elinkaaren hallinnassa. Kertaalleen tehtyjä tuotoksia ei hyödynnetä, tietoja etsitään, hukataan ja sotketaan, eikä tietoa saada niille, jotka sitä tarvitsivat. Tuotantoyritysten toiminta- ja ohjaustavat jättävät paljonkin toivomisen varaa kustannustehokkuuteen ja joustavuuteen nähden. Kuitenkin länsimaiselta teollisuudelta edellytetään kykyä tuottaa vaativia sekä monimutkaisia tuotteita pienissä sarjoissa ja vielä asiakkaan toiveiden mukaisesti. Tällaisen tuotannon vieressä myös erikoistuneella alihankintateollisuudella on mahdollisuudet menestyä.

Edellä kuvatun palvelukonseptin avulla pyritään osaltaan auttamaan yrityksiä kannattavuutensa kehittämässä. Pohjois-Karjalan alueella ja laajemminkin tämä voisi tapahtua seuraavanlaisten kehitysohjelmien tai -polkujen kautta:

1. Projektitoimittajasta massaräätälöijäksi
  - a. Tuotteiden toistuvuuden hyödyntäminen
2. Kertaprojekteista elinkaaren hallintaan
  - a. Projektien toistuvuuden hyödyntäminen
3. Alihankkijasta tuotetaloksi
  - a. Mahdollisuus olennaisesti parempaan tuloksentekoon
4. Tuotannosta palvelu- ja ratkaisuliiketoimintaan
  - a. Investointisuhdanteista riippumatonta liiketoimintaa

Kehityspolkujen suhde palveluliiketoiminnan kehittämiseen on esitetty seuraavassa kuviossa 18.

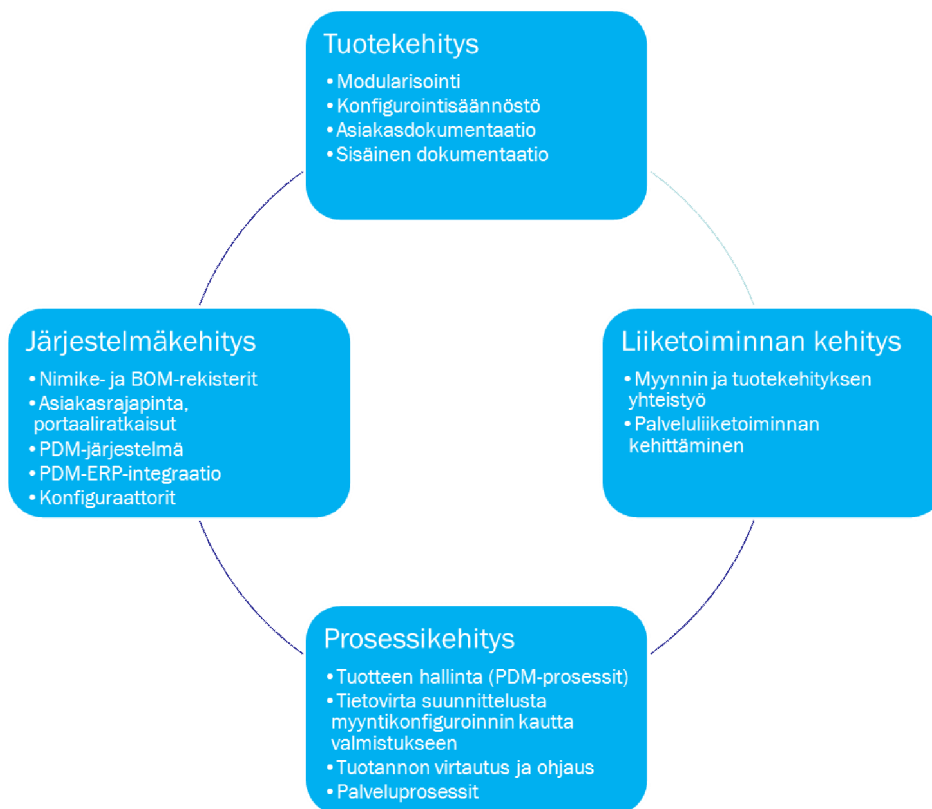


Kuvio 18. Kehityspolut palveluliiketoiminnan kehittämässä

Siirtyminen projektitoimittajasta massaräätälöijäksi edellyttää erityisesti tuotesuunnittelun ja -hallinnan panostusta. Suurin hyöty saavutetaan kuitenkin kehittämällä myös tuotanto virtaavaksi ja hyvin ohjatuksi (vrt. luku 2.2) sekä soveltamalla tehokkaasti PDM-, ERP- ja konfiguraattorijärjestelmiä. Kyseessä on siis hyvin laaja hanke, jossa kehityk-

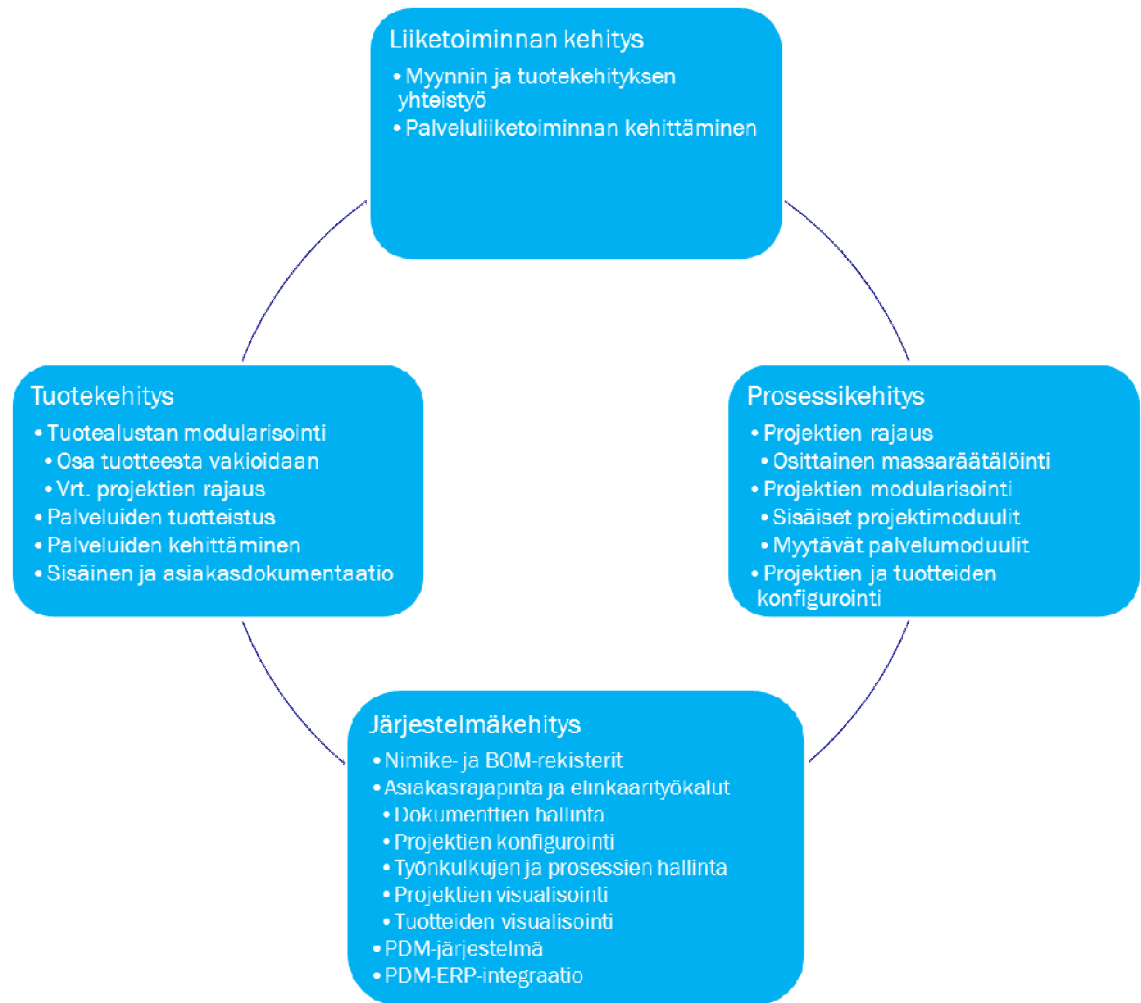


sen kohteina ovat sekä tuote, tuotanto että tuotannon tietojärjestelmät. Ensimmäinen ja ratkaisevin tehtävä on kuitenkin tuotteiden ja tuotetiedon kehittäminen massaräätälöintiä tukevaksi. Kehitystoimenpiteitä on lueteltu kuviossa 19.



Kuvio 19. Projektitoimittajasta massaräätelöijäksi

Toisella polulla, joka on nimetty siirtymiseksi kertaprojekteista elinkaaren hallintaan, pyritään hyödyntämään hankkeiden toistuvuutta. Vaikka tuotteet voivat olla joka kerran ainutlaatuisia, niiden luomiseksi toteutettavat hankkeet ovat tavallisesti hyvinkin suurelta osin toistuvia. Tällöin pyritään luomaan muutama tyyppiprojekti (vrt. tuoteperhe), jotka koostuvat toistettavista osaprojekteista (moduulit, variantit). Projektitoiminnassahan on aivan tavallista, että asiakkaalle myydään paitsi luovutettava tuote, myös itse hanke. Esimerkkejä tästä voivat olla tehdas-, laiva- tai ERP-hankkeet, joissa toimittajat ovat hyvinkin pitkälle tuotteistaneet hankkeensa. Samaa oppia on täysin mahdollista noudattaa myös pienemmän mittakaavan koneenrakennuksessa. Lisähyötyä tulee, jos myös osa tuotteesta pystytään vakioimaan eli projektin osuutta kokonaistoimituksesta pienentämään. Kehitystehtäviä on esitetty kuviossa 20.

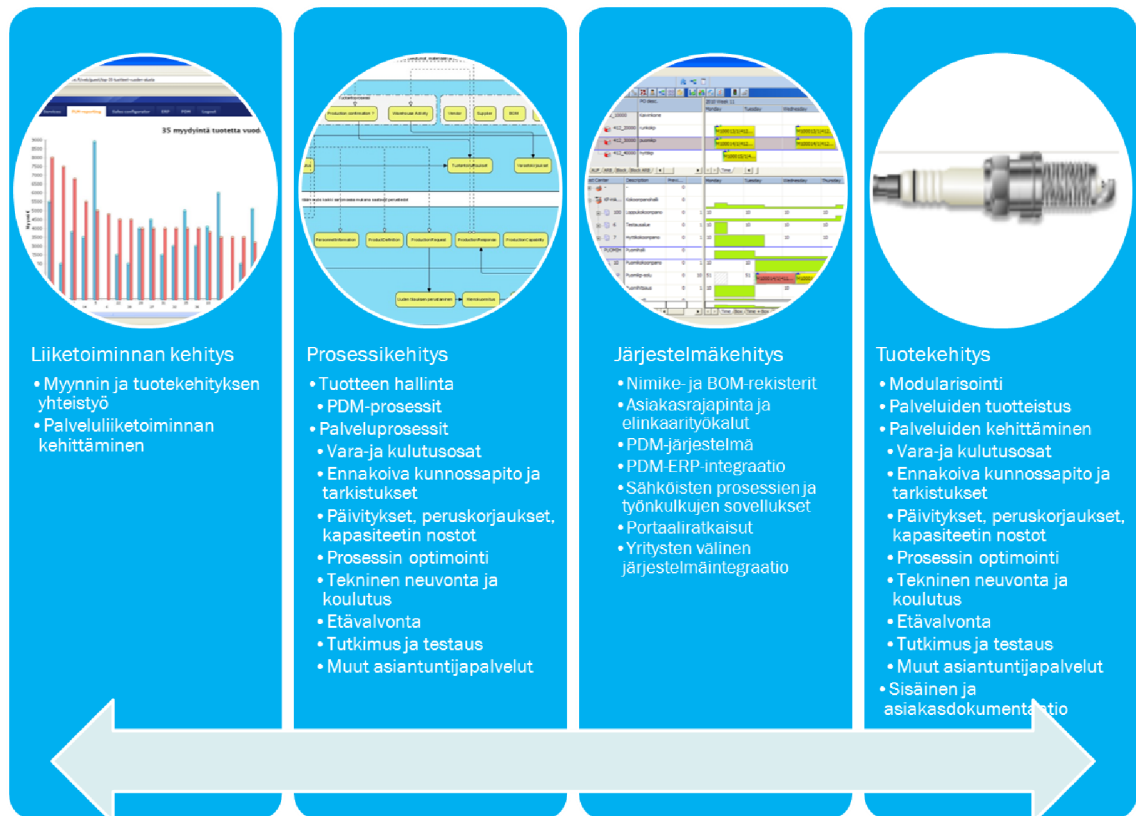


Kuvio 20. Kertaprojekteista elinkaaren hallintaan

Siirtyminen alihankkijasta tuotetaloksi on poluista vaativin ja voi olla lähestulkoon uuden yrityksen käynnistämistä vastaava urakka. Hyvät mahdollisuudet tähän ovat - mikäli markkinoita löytyy – niillä yrityksillä, jotka ovat luopuneet omista tuotteistaan alihankinnan hyväksi. Tällöin yrityksessä voi hyvinkin olla tallessa esimerkiksi tuotekehitys- ja myyntiorganisaatioiden luomisessa tarvittava osaaminen. Aiheen laajuuden vuoksi sitä ei tässä raportissa käsitellä enempää.

Myös palveluliiketoiminnan kehittämisestä on kirjoitettu aivan syystä paljon. Tuotetiedon ja elinkaaren hallinta ratkaisevat hyvin suurelta osin yrityksen kyvyn esimerkiksi lisäarvopalvelujen tuottamiseen. Asiakkaalle toimitettu tuote ja tuotteen nykytila on tunnettava, mikäli halutaan tarjota vaikkapa kunnossapito-, diagnostiikka- tai käytön konsultointipalveluja. Edistysellinen dokumenttien hallinta (PDM:n osana) mahdollistaa joustavan ja asiakasräätälöidyn tuotetiedon sisällyttämisen osaksi kokonaispalvelua. Palveluliiketoiminnassa tarkoitus on osallistua entistä enemmän asiakkaan arvontuot-

toon. Tällöin luonnollisesti yrityksen prosessien ja tuotetiedon hallinnan on oltava laadukkaita. Lisäpiirteenä on tarve liittyä entistä enemmän asiakkaan prosesseihin ja mahdollisesti myös hallita asiakkaan tuotetietoja. Tätä tukevia teknologioita ovat juuri erilaiset sähköisten prosessien ja työnkulkujen sovellukset sekä portaaliympäristöt. Lisäksi yritysten välisten järjestelmäintegraatioiden tarve kasvaa entisestään.



Kuvio 21. Palveluliiketoiminnan kehittämiseen kuuluvia asioita

## 6 Yhteenveto

Tämä raportti perustuu tuotteen elinkaaren hallinnan (PLM) palvelukonsepti -hankkeen tuloksiin. Hankkeen lähtökohtana oli luoda erityisesti pk-teollisuutta ajatellen palveluista, palveluympäristöstä tukevasta laboratoriosta ja palveluja tuottavasta verkostosta koostuva kokonaisuus.

Hanke toteutettiin case- tai pilotointiperiaatteella, jossa käytännöllisistä ongelmista johdettiin yleinen malliratkaisu. Samalla kehitettiin ja laajennettiin laboratoriota suunnitelman mukaisesti mm. käsittämään tarvittavat tuotetiedon hallinnan, myynti- ja tuotan-

tokonfiguroinnin, integraatioväylän, portaaliympäristöt sekä sähköisten prosessien teknologiat. Hankkeen keskeiset tulokset olivat palvelukonsepti, kasvanut menetelmä- ja järjestelmäosaaminen, koulutusaineistot sekä kehityssuositukset alueen teollisuusyrityksille.

## LÄHTEET

- Active Sensing Oy 2009. Product Lifecycle Management (PLM).  
<http://www.product-lifecycle-management>. 1.10.2010.
- CIMdata 2002. Product Lifecycle Management: Empowering the Future of Business.  
<http://pdfcast.org/download/product-lifecycle-management-a-cimdata-report-empowering-the-future-of-business.pdf>. 1.10.2010.
- Hemilä, J., Pötry, J. & Häkkinen K. 2009. Tuotannonohjaus ja tietojärjestelmät: kokemuksia sekä kehittämisperiaatteita. Espoo: VTT.
- Lehtonen, J.-M. 2004. Tuotantotalous. Helsinki: Werner Söderström Oy.
- Ming, X. G., Yan, J. Q., Lu, W. F. & Ma, D. Z. 2005. Technology Solutions for Collaborative Product Lifecycle Management- Status Review and Future Trend.  
<http://cer.sagepub.com/content/13/4/311.short>. 1.10.2010.
- Paap, O. 2008. ISO 15926-7 - a further Introduction.  
<http://www.infowebml.ws/intro/intro.htm>. 1.10.2010.
- Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. 2002. PDM- Tuotetiedon hallinta. Helsinki: Edita Publishing.
- Saukkonen, J. 2007. PLM- Projektinhallinnasta tuotteen elinkaaren hallintaan. Joensuu: Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu.
- Silen, T. 1997. Kansallista laatustrategiaa koskeva selvitys. Helsinki: KTM.
- Soronen, O. 1999. Massaräätälöinti. Helsinki: MET.
- Srinivasan, V. 2005. Open Standards for Product Lifecycle Management.  
[http://isotc213.ds.dk/jgohf/main/r19th%20plenary%20meeting/ISOTC213N0761annex2\\_PLM05058\\_Standards.pdf](http://isotc213.ds.dk/jgohf/main/r19th%20plenary%20meeting/ISOTC213N0761annex2_PLM05058_Standards.pdf). 1.10.2010
- Sääksvuori, A. & Immonen A. 2002. Tuotetiedonhallinta PDM. Jyväskylä: Gummerus.
- Terzi, S. 2005. Elements of Product Lifecycle Management: Definitions, Open Issues and Reference Models. Milano.

## **Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun C-sarjassa ilmestyneitä julkaisuja**

C:39 Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun sisäinen laadunvarmistusjärjestelmän auditointi. Mervi Vidgren, Vesa Saarikoski, Raimo Saarelainen, Pekka Auvinen, Jarmo Renvall, Anne Ilvonen. 2010.

C:38 Terveysalan kansainvälisyysviikkoja 10 vuotta. Tiina Halonen, Marjo Piironen, Minna Rokkila (toim.). 2010.

C:37 Maakuntakorkeakoulun monet muodot. Kari Kallberg, Pia-Riitta Pekkanen (toim.). 2009

C: 36 Opiskelijoiden työllistyminen Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun viestinnän koulutusohjelmasta vuosina 2001-2006. Irinja Pääntönen. 2009.

C:35 Debate: Development of the European Business Advisor Training and Exchange. Anna Liisa Westman, Kirsi-Marja Toivanen-Sevrjukova, Ulla Asikainen, Liisa Timonen. 2009.

C:34 Ulkomaalaistaustaiset palvelualalla: koulutukseen hakeutumisen ja työllistymisen esteet. Irma Tikkanen, Marja-Leena Rautiainen, Eliisa Kotro, Majlis Korkiakangas, Marja Nives. 2008.

C:33 Aikuiskoulutuksen toteuttajasta työyhteisöjen osaamisen kehittäjäksi: Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun aikuiskoulutuksen opetussuunnitelmien arviointi. Pekka Auvinen, Anita Malinen, Harri Mikkonen. 2008.

C:32 Ohjaus on kuin tekisi palapeliä – näkökulmia aikuisopiskelijan ohjaukseen ammattikorkeakoulussa. Mervi Lätti, Päivi Putkuri (toim.) 2008.

C:31 Venäjä vetää – näkökulmia yritysten venäjä-yhteistyöhön. Pritazenie rossijkogo rynka - Èksperty i predprinimateli o sotrudnicestve. Lauri Honka (toim.) 2007.

C:30 Joensuun, Enon ja Pyhäselän perusterveydenhuollon yhdistymisprosessin arviointi. Pekka Auvinen, Päivi Sihvo. 2007.

C:29 Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun aluevaikuttavuus. Teppo Tarnanen, Kim Wrangle, Petri Raivo. 2007.

C:28 Invest in experience – Expert Perspectives on the Development of Age management in the O.W.L. Project. Anna-Riitta Mikkonen (ed.) 2007.

C:27 Työntekijä oman työnsä kehittäjänä. Ritva Väistö (toim.) 2007.

C:26 Osaamisen kohtaaminen - näkökulmia työelämälähtöiseen koulutukseen. Kari Kallberg ja Marjo Halila (toim.) 2007.

C:25 Palliatiivinen hoito: elämänlaatua parantumattomasti sairaille potilaille. Henna Myller (toim.) 2007.

C:24 Elämänilon välähdyksiä. Teija Nuutinen (toim.) 2007.

C:23 Maaseutumatkailu: palvelua ja yrittäjyyttä. Raija Komppula, Mervi Heikkinen. 2006.

C:22 How Can I Help You? Kak Vam pomoč'? Kielitaitotarpeiden kartoitus sosiaali- ja terveysalalla Joensuussa. Anneli Airola, Marjo Piironen. 2005.

C:21 Oppimisympäristön rakentaminen työelämän ja koulutuksen yhteistyönä. Miia Pasanen ja Päivi Putkuri (toim.) 2005.

C:20 Mentorointi, ammatillisen kasvun ja työyhteisön kehittämismenetelmä sosiaali- ja terveysalalla. Ritva Väistö (toim.) 2004.

C:19 Voimavirtaa arkeen - Taide ja kulttuuri sosiaalialan työssä. Arja Jämsen, Tuula Kukkonen (toim.) 2005. (Painos loppuunmyyty)

- C:18 Sosiaali- ja terveysalan työyhteistöjen toimivuus ja työntekijöiden työhyvinvointi: Selvitys sosiaali- ja terveysalan organisaatioiden työhyvinvoinnista Pohjois-Karjalassa. Arja Holopainen, Tuovi Hakulinen, Ritva Väistö. 2004. (Painos loppuunmyyty)
- C:17 Yritysten kielitaitotarpeet Pohjois-Karjalassa. Anneli Airola. 2004.
- C:16 Jaettu asiantuntijuus verkkokoulutuksen tuottamisen mallina Stydi – projektissa. Outi Arffman, Mervi Lähti, Soile Palosuo (toim.) 2003. (Painos loppuunmyyty)
- C:15 Perenna - Täydennyskoulutuksella osaamista sosiaali- ja terveyspalveluihin. Päivi Sihvo (toim.) 2003.
- C:14 ACCESS on mahdollisuus: Asiantuntijoiden kokemuksia aikuisten opiskelun perusvalmiuksien sisällön kehittämisestä. Anna-Riitta Mikkonen (toim.) 2003. (Painos loppuunmyyty)
- C:13 ELEFISTÄ itään: ELEF-projektista elektronisia kirjastopalveluja Pohjois-Karjalaan. Marjariitta Viiri (toim.) 2003. (Painos loppuunmyyty)
- C:12 Opetussuunnitelma ammattikorkeakoulun strategiatyön välineenä: Tapaustutkimus koulutusohjelman tasolta. Jani Lemmetyinen. 2003.
- C:11 Idea verkkoon - Kokemuksia verkko-opintojakson tuottamisesta Stydi-projektissa. Outi Arffman [et al.] 2002.
- C:10 Yliopettaja ammattikorkeakoulun kehittäjänä: Yliopettajien esitelmät 2001.
- C:9 Yhteisö rakentaa ympäristöään: Yhteisötaiteen merkityksestä, prosessoinnista ja toimintojen ohjauksesta. Seppo Väänänen. 2001. (Painos loppuunmyyty)
- C:8 Ammatillisia asiantuntijoita... mutta millä menetelmillä? Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun opetuksen ja oppimisen nykytilan kartoitus. Pekka Auvinen Pekka, Merja Mäkisalo, Jouni Viiri, Erkki Vikeväinen, Kim Wrangle. 2001. (Painos loppuunmyyty)
- C:7 Ammattikorkeakoulujen matkailualan opinnäytetyöskentely. Raija Komppula (toim.) 2001. (Painos loppuunmyyty)
- C:6 Sosiaali- ja terveysalalle tarvitaan lisää työvoimaa: Työvoiman määrällinen ennakointi Pohjois-Karjalan maakunnassa. Arja Holopainen, Tuovi Hakulinen. 2000.
- C:5 Russian Forest Industry Production: Trends and Prospects. Nikolai A. Burkin, Anna-Liisa Myllynen, Valentin V. Strakhov. 1998.
- C:4 Projektit strategian toteuttajina. 1997. (Painos loppuunmyyty)
- C:3 Yliopettaja ammattikorkeakoulun kehittäjänä: Yliopettajien esitelmät 1997.
- C:2 Yliopettaja ammattikorkeakoulun kehittäjänä: Yliopettajien esitelmät 1996. (Painos loppuunmyyty)
- C:1 Metsä- ja puualan koulutus Venäjän federaatiossa. Mirja Jääskeläinen (toim.) 1996.

#### **Julkaisumyynti**

**Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulu**

**Tikkarinne 9 A, 80200 Joensuu**

**julkaisut@pkamk.fi**

<http://www.tahtijulkaisut.net>

<http://www.pkamk.fi/julkaisut>



Euroopan unioni  
Euroopan aluekehitysrahasto



Vipuvoimaa  
EU:lta  
2007–2013



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

Tuotteiden ja tuotetietojen tehokas hallinta ja hyödyntäminen ovat elintärkeitä muun muassa tuotteiden laadun, tuotannon ohjattavuuden, muuttuvien asiakastarpeiden sekä hyvän asiakastytyväisyyden takaamiseksi. Näiden tarpeiden täyttämiseen ja hallintaan oleellisesti vaikuttava teknologia on nimeltään tuotteen elinkaaren hallinta (PLM). Nimensä mukaisesti elinkaaren hallinta käsittää kaikki vaiheet tuotteen synnystä sen lopulliseen hävittämiseen.

PKAMK:n hallinnoimassa tuotteen elinkaaren hallinnan palvelukonsepti –hankkeessa (PLM-hanke) kehitettiin palveluista ja kehitysympäristöstä muodostuva kokonaisuus, joka tukee mahdollisimman hyvin tuotannollisten pk-yritysten tuotteiden elinkaaren hallintaa. Laajasta teknologiajoukosta PLM-hankkeessa nostettiin esiin:

- massaräätälöinti
- konfiguroitavat tuotteet
- tuotetiedon hallinta
- avoimen lähdekoodin työkaluilla toteutetut elinkaari prosessien sähköistäminen sekä dokumenttien hallinta.

PLM-hanke vahvisti ratkaisukeskeistä kehittämismallia, jossa ammattikorkeakoulu sekä teollisuusyritykset tuovat oman osaamisensa ja kehitystarpeensa yhteen ja tuottavat yhteisiä ratkaisuja, joita jokainen osapuoli voi pysyvästi hyödyntää.

Pohjois-Karjalan ammattikorkeakoulun julkaisuja  
C: Raportteja, 40

ISBN 978-951-604-115-8 (pdf)

ISSN 1797-3856 (pdf)