

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Teknillinen tiedekunta

LUT Kone

Konetekniikan koulutusohjelma

BK10A0401 Kandidaatintyö ja seminaari

PDM-JÄRJESTELMÄT TUOTETIEDONHALLINNAN TYÖKALUNA  
PDM SYSTEMS AS A TOOL FOR PRODUCT DATA MANAGEMENT

Lappeenranta 11.06.2013

Ville Sandell

## SISÄLLYLUETTELO

<b>SYMBOLI- JA KÄSITELUETTELO .....</b>	<b>3</b>
<b>1 JOHDANTO.....</b>	<b>4</b>
<b>2 PRODUCT DATA MANAGEMENT (PDM) .....</b>	<b>5</b>
2.1 Tietoholvi.....	8
2.2 Tuoterakenne .....	10
2.3 Versio ja revisio .....	10
2.4 Työkierto.....	11
2.5 Klassifikaatio .....	12
2.6 Konfiguraattorit ja konfiguraatiot .....	14
2.6.1 Tuotemallin suunnittelu ja konfiguraattorin käyttö esimerkki .....	14
2.7 Aputoiminnot .....	15
<b>3 PDM-JÄRJESTELMÄN HYÖDYT .....</b>	<b>17</b>
3.1 PDM:n edut.....	17
<b>4 ERI PDM-JÄRJESTELMÄT .....</b>	<b>19</b>
4.1 Econocap Engineering CISS Base .....	19
4.2 PTC Windchill PDMLink ja PDM Essentials .....	23
4.2.1 Järjestelmien vertailu .....	27
<b>5 JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>28</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>29</b>

**SYMBOLI- JA KÄSITELUETTELO**

BOM	Bill-of-Materials
CAD	Computer-aided design
CISS	Centralized Information Storage and Sharing
ERP	Enterprice Resource Planning
PDM	Product Data Management
PLM	Product Lifecycle Management
R&D	Research and Development
SCM	Supply Chain Management
CE	Concurrent Engineering

## 1 JOHDANTO

PDM-termiä (Product Data Management) on määritetty yhtiöiden ja tutkijaryhmien toimesta ja PDM voidaan ajatella olevan organisaatiopohjaisen ajattelutapa, jota käytetään suunnitteluun, tuotetiedon kontrollointiin sekä liikuttamiseen. (Otto, 2012, s. 275.)

PDM-ajattelutapa on, sekä PDM-ohjelmiston käyttäminen, että PDM-strategian luomista ja hallintaa. PDM-järjestelmän käyttäminen on näkyvintä juuri tuotteen suunnittelussa, mutta PDM-järjestelmän tiedot voivat olla tärkeitä aina tuotteen kierrätykseen asti. (Sendler & Wawer, 2008, s.15-17.)

PDM-järjestelmän tarkoitus on tarjota tuotteeseen ja prosessiin liittyvää tuotetietoa oikea-aikaisesti sitä tarvitseville, tuotetiedon luontiin ja hallintaan suunnitellulla käyttöliittymällä. (Kropsu-Vehkaperä, 2012, s. 35.)

PDM-järjestelmien välillä on paljon yhtäläisyyksiä, mutta eroja löytyy järjestelmien laajuudessa sekä toiminnallisten osioiden toteutuksessa. (Otto, 2012, s. 275; Kropsu-Vehkaperä, 2012, s. 35; Konst, la Fontaine, Hoogeboom, 2009, s. 16-17; Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 25.)

Tämän työn tavoitteena on selvittää PDM-ajattelutavan, -strategian ja -ohjelmistojen pääperiaatteita ja selvittää niiden perusteella kahden eri valmistajan markkinoimaa PDM-järjestelmää tai järjestelmäratkaisua. Työ on rajattu koskemaan PDM-järjestelmiin liittyviä ominaisuuksia, vaikka kyseisistä ohjelmistoratkaisuista voisi olla moduuliluontoisuuden ansiosta laajempia kokonaisuuksia saatavilla. Työssä PDM-järjestelmän toiminnalliset osiot on jaettu seitsemään osioon mukaillen eri teoksia ja näitä osioita on painotettu ohjelmistojen vertailuvaiheessa. Tässä työssä ei keskitytä tuotteen tiedonhallinnan osalta muihin kuin PDM-järjestelmiin. Ne sekä järjestelmäintegraatiot ovat käyty läpi tarkemmin kandidaatintyössä ”Tuotetieto ja tuotteen tiedonhallinta” (Räsänen, S.)

## 2 PRODUCT DATA MANAGEMENT (PDM)

PDM-termiä (Product Data Management) on määritelty monien yhtiöiden ja tutkijaryhmien toimesta ja tämän kappaleen aluksi koostetaan PDM-termin määritelmä seuraavasti. PDM voidaan käsittää organisaatiopohjaiseksi ajattelutavaksi, jota käytetään suunnitteluun, tuotetiedon kontrollointiin sekä liikuttamiseen (Otto, 2012, s. 275). Sen voidaan myös ajatella olevan yrityksen strategia ja ne toimenpiteet, joilla saadaan tuotekohtainen ja prosessikohtainen tieto oikeille henkilöille oikeissa tuotteen elinkaaren vaiheissa (Könst et al., 2009, s. 4).

PDM-ajattelutapa on lähtökohtaisesti enemmän kuin pelkkää ohjelmiston käyttämistä ja PDM-strategian luominen on yritykselle tärkeää. Projektien johtamisen ja toteuttamisen tasolla PDM-ajattelutavalla pyritään luomaan mahdollisuudet löytää helposti jo kerran luotua tietoa sekä ohjata yrityksen uuden tiedon luomisprosessia ja sisältöä. Yrityksen eri osastot käsittelevät tuotetietoa eri tavoin ja niillä on erilaiset tarpeet, joten PDM-ajattelutapa tulisi olla yrityksen johdosta lähtöisin, jotta siitä saataisiin yrityksen kattava hyöty. Myös Kropsu-Vehkaperä (2012, s. 55) kertoo samasta näkökulmasta ylhäältä johdetun PDM-ajattelutavan ja –strategian tärkeydestä kuin Sendler ja Wawer (2008, s.15-17). PDM on näkyvä osa suunnittelussa, mutta PDM-järjestelmän tiedot voivat olla tärkeitä aina tuotteen kierrätykseen asti. (Sendler & Wawer, 2008, s.15-17.) PDM-ajattelutavassa tulisi pitää lähtökohtana etenkin kaupallista ja strategista suunnittelua, ennen kuin siirrytään ratkaisemaan PDM-järjestelmällä yksittäisiä tuotekohtaisia ongelmia (Kropsu-Vehkaperä 2012, s. 55).

PDM-järjestelmät ovat ohjelmistoja, jotka toteuttavat yrityksen PDM-pohjaista ajattelutapaa (Könst et al., 2009, s. 4). PDM-järjestelmän tehtävänä on tarjota tuotteeseen ja prosessiin liittyvää tuotetietoa sitä tarvitseville osapuolille käyttöliittymällä, jolla tuotetietoa myös luodaan sekä hallitaan. (Kropsu-Vehkaperä, 2012, s. 35.)

PDM-järjestelmissä on tiettyjä osioita, jotka löytyvät lähes kaikista myynnissä olevista järjestelmistä. Taulukossa 1 on listattuna PDM-järjestelmän toiminnalliset osiot, jotka ovat koostettu kolmesta eri teoksesta. Näistä kolmesta toiminnallisten osioiden määritelmistä on valittu tässä työssä tarkasteltavat osiot.

*Taulukko 1. PDM-järjestelmän toiminnalliset osiot kolmen eri teoksen mukaan.*

Otto (2012, s. 275.)	Kropsu-Vehkaperä (2012, s. 35.)	Könst et al. (2009, s. 16-17.)
Tietoholvi ja dokumenttien hallinta	Tietoholvi	Tietoholvi ja dokumenttien hallinta
Työkierto- ja prosessihallinta	Tietoholvin hallinta	Tuotteen rakenteen hallinta
Tuotteen rakenteen hallinta	Tuotteen rakenteen hallinta	Klassifiointi
Klassifiointi	Dokumenttien hallinta	Konfiguraatioiden hallinta
Ohjelman hallinta	Konfiguraatioiden hallinta	Visualisaatio
Aputoiminnot	Tuotteen ja työkiertojen rakenne	Elinkaaren hallinta
	Työkiertojen ja prosessien hallinta	Työkierto
	Käyttäjärjestelmän ylläpito	Ohjelman hallinta
		Kommunikaatio ja tiedottaminen
		Datan siirtäminen ja tiedostomuotojen muunnos
		Käyttäjärjestelmän ylläpito

Edellisen taulukon lisäksi, voidaan PDM-järjestelmä pääpiirteittäin jakaa kolmeen osialueeseen, jotka ovat tietoholvi, metatietokanta sekä itse ohjelmistosovellus. Yksinkertaistettuna tietoholvi toimii tiedostovarastona muun muassa CAD-piirustuksille. Metatietokanta säilyttää ja ylläpitää tiedostojen tuotetietojen väliset suhteet. Ohjelmistosovelluksella käyttäjä hallitsee PDM-järjestelmää ja siihen tallennettavaa tietoa. Seuraavissa kappaleissa käydään tarkemmin läpi tietoholvin ja metatiedon merkitystä ja toimintaa. PDM-järjestelmissä tuotetiedon siirtäminen formaatista toiseen onnistuu usein jossain määrin konversio-ohjelman avulla. Lähes kaikista järjestelmistä löytyy myös

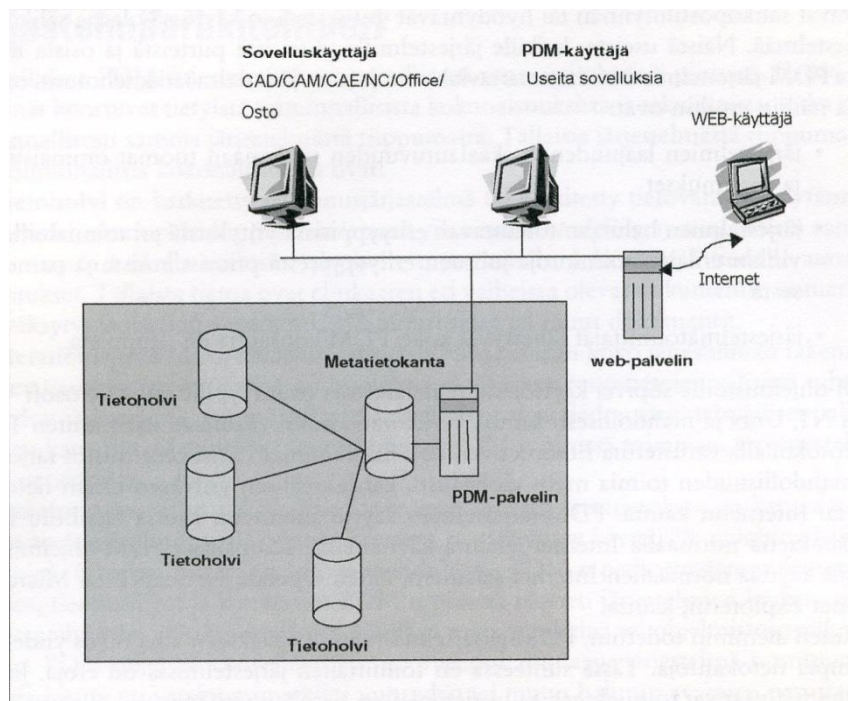
jonkinlainen sähköpostiviestien lähetyshähdöllisyys ja tämä voi hyödyntää yrityksen omaa sähköpostijärjestelmää. (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 24-25.) Tällä sähköpostijärjestelmällä voi käyttäjiä tiedottaa muun muassa hyväksymiskierron päättymisestä (Könst et al., 2009, s. 61).

Eri PDM-järjestelmien eroihin vaikuttavat osaltaan:

- Järjestelmän laajuus sekä skaalautuvuus
- PDM-järjestelmältä halutaan erilaisia asioita yrityksen toiminnan mukaan
- Järjestelmien valmistajat voivat lähestyä PDM-järjestelmän periaatetta eri tyylillä.

(Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 25.)

Järjestelmäarkkitehtuuriin vaikuttaa myös mahdolliset web-käyttöliittymät sekä käytetty tietokantaratkaisu, mutta näihin työssä ei perehdytä pitemmälle. Osa PDM-järjestelmistä voi vaatia tietyn tietokantatyypin, kun taas osaan käy useampi mahdollisyys. (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 25.) Kuvasta 1 voidaan nähdä esimerkki PDM-järjestelmäarkkitehtuurista.



**Kuva 1.** Järjestelmäarkkitehtuuri (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 25).

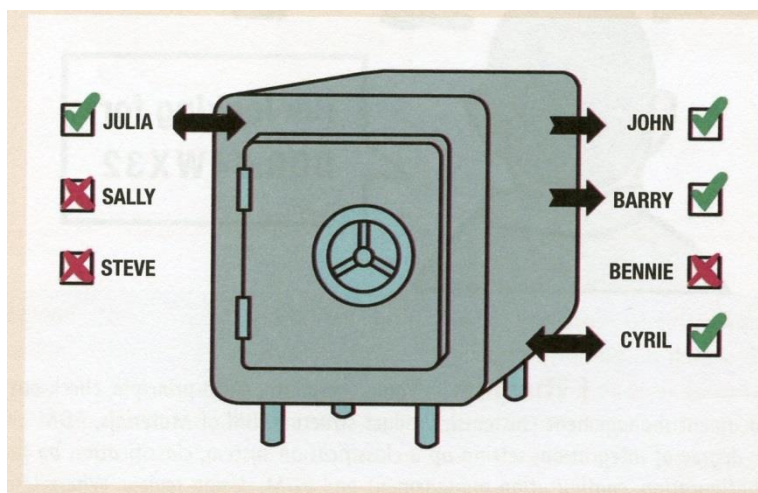
Yleisesti ottaen yrityksissä käytetään PDM-ohjelmistojen lisäksi sitä tukevia ohjelmia, kuten esimerkiksi CAD-ohjelmia (Computer Aided Design) suunnittelun tarpeisiin sekä ERP-ohjelmistoa (Enterprise Resource Planning) myynnin ja oston tarpeisiin. Ohjelmistojen sujuvan yhteiskäytön kannalta PDM-ohjelman tulee pystyä kommunikoidaan esteettömästi näiden edellä mainittujen ohjelmistojen kanssa. Toisin sanoen CAD-ohjelmistoa käytettäessä tietoa tulee saada siirrettyä PDM-järjestelmään ja PDM-järjestelmästä eteenpäin muihin rinnakkaisohjelmistoihin. (Otto, 2012, s. 275.)

## 2.1 Tietoholvi

Tuotetiedonhallintajärjestelmissä tieto tallennetaan keskitetysti niin kutsuttuun tietoholviin. Täältä tiedot löytyvät check-in ym. toimintoja varten. Könst et al. (2009.) kuvaa tietoholvin olevan tuotetiedonhallintajärjestelmän yksi keskeisiä osia tiedon hallinnassa. Tärkeää tietoholvin ylläpidon ja käytön kannalta yritykselle on myös tuotetiedon päällekkäisyyksien esiintymisen rajoittaminen eli duplikaattien estäminen. Kun käyttäjä etsii tietyillä arvoilla tietoa tietokannasta, ei tuotetiedonhallintaohjelmistosta saa löytyä kahta samanlaista tiedostoa. Tätä asiaa varten tiedostojen keskittäminen tietoholviin on yksi keskeisistä näkökohdista PDM-ajattelutavassa. Kaikilla käyttäjillä ei myöskään yleensä ole oikeuksia nähdä, käyttää tai tehdä muutoksia tietoholvin kaikkiin osiin. (Könst et al., 2009, s. 36-37.)



Tästä esimerkkinä yrityksen R&D-osasto (Research and Development) ja tuotanto-osasto, joiden työntekijöillä on erilaiset oikeudet tai ei oikeuksia ollenkaan tietoholvin käyttämiseen. Esimerkki tästä kuvassa 2. Siinä nähdään Steve, jolla ei ole oikeuksia kyseessä olevaan tietoon, kun taas Julia pystyy hakemaan tietoa ja muokkaamaan sitä. On myös mahdollista hakea tietoa ja sen muokkaamiseen ei ole oikeuksia, kuten käyttäjällä John.



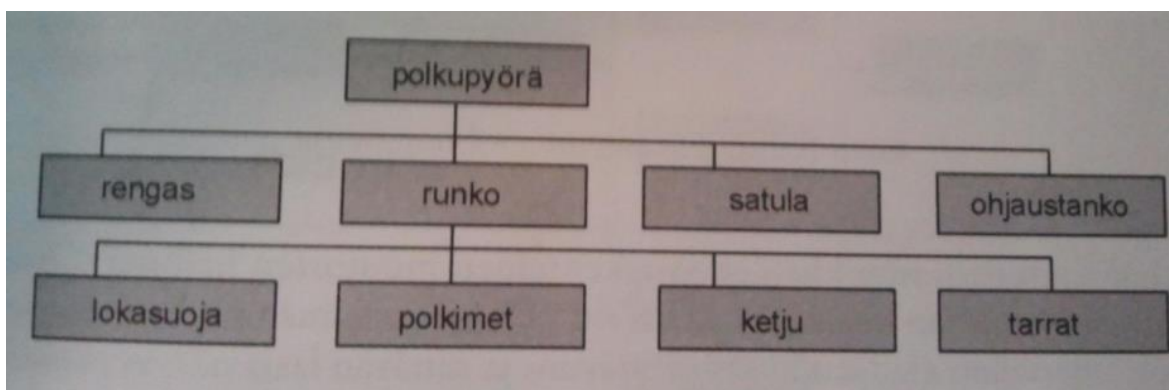
**Kuva 2.** Tietoholvi ja oikeudet (Könst et al., 2009, s. 36).

Kun tietoa lisätään tietoholviin, tulee tämän tiedon löytämiseksi lisätä muuta tietoa, kuten metatietoa. Tietoholviin ei edes pysty lisäämään tietoa ilman metatiedon lisäämistä. Metatieto sisältää asioita oikeiden dokumenttien löytämiseksi, kuten projektinumero, väri, tekijä, materiaali ja päivämäärä. Metatieto linkittää toisiinsa kuuluvat dokumentit käyttäjien ja ohjelmien löydettäviksi. Metatieto voi sisältää myös monia muita tärkeitä tietoja etsittävästä dokumentista. Esimerkiksi kirjastosta kirjaa etsittäessä kirjan metatietoa on tekijä, kirjan nimi, aihealue, ISBN, julkaisuvuosi sekä kustantaja. Hyvin toteutettu metatieto selkeyttää yrityksen tiedonhakua, mutta huono metatieto voi pahimmillaan jopa sekoittaa enemmän tiedonhakua. Tästä syystä yrityksessä on syytä yhtenäistää metatiedon luontikäytäntö. (Könst et al., 2009, s. 37-38.)

## 2.2 Tuoterakenne

PDM-järjestelmässä tuoterakenne kuvaa tuotteeseen liittyvän tiedon linkitystä toisiinsa tasomaisesti. Tuoterakenne määrittää siis osien, osakokoonpanojen ja dokumenttien väliset suhteet. Kansainvälinen STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data) – standardi on suunniteltu tuoterakenteiden ja tuotemallien määrittelyn yhtenäistämiseksi. Tämän toinen käyttötarkoitus on myös mahdollistaa tuotetietojen siirto eri järjestelmien kesken. Tuoterakenne ja sen hallinta on PDM-järjestelmässä yksi keskeisiä ominaisuuksia. (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 51)

Tuoterakenteen tasoista esimerkkinä kuva 3. sekä versio ja revisio -kappaleessa kuva 4. näistä voidaan nähdä, miten tuoterakenteessa edetään kokoonpanosta alikokoonpanoihin ja aina osatasolle asti. Dokumentit ja tiedostot sijoittuvat tuoterakenteen kyseisen osan alle.



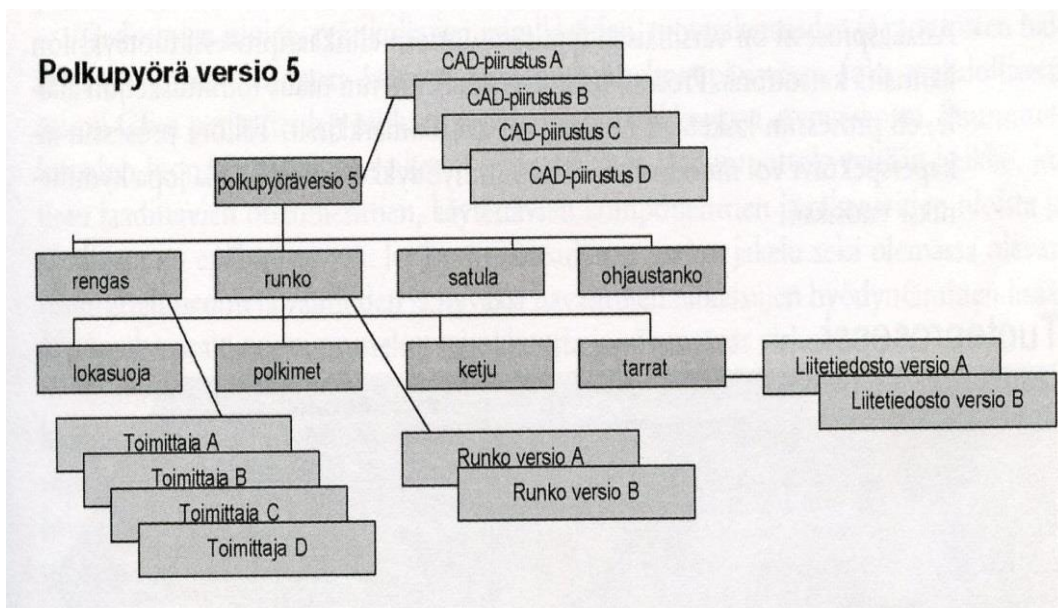
**Kuva 3.** Polkupyörän tuoterakenne (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 37).

## 2.3 Versio ja revisio

Tuotteen suunnittelun aikana tuote läpikäy työkiertoja, sekä usein vaatii muutoksia, joka luo tarpeen erottaa erilaiset versiot toisistaan. PDM-järjestelmissä pystytään pitämään kirjaa hylätyistä, käytöstä poistetuista, muutoksen alla olevista sekä hyväksytyistä versioista. Joskus yhtiöllä voi olla tarvetta esimerkiksi vanhemmille piirustuksille jo olemassa olevan, myydyin tuotteen huoltotoimenpiteiden takia. Vanhoja versioita osista tai tuotteesta ei poisteta tietokannasta, vaan sille tulee uusi versionumero. Yritys voi myös käyttää versiointia monitasoisesti jolloin suunnittelija pääsee käsiksi tietokannassa vain omaan versioonsa kunnes joku näistä versioista valitaan jatkojalostettavaksi. Tällöin voidaan käyttää esimerkiksi versio ja revisio nimitystä limittäin riippuen työstettävästä

kohteesta. Tuotteen ja sen rakenteen alikokoonpanot ja osat sekä esimerkiksi CNC-koodi voidaan kaikki versioida tarpeen vaatiessa. (Sendler & Waver. s. 66-67) Esimerkki polkupyörän tuoterakenteen versioista kuvassa 4.

Versioinnissa tärkeimpiä seikkoja on piirustusten ja tuotetiedon hallittavuus ja jäljitettävyyys suunnittelun näkökannalta ja versioiden selkeä löytäminen muilla yrityksen osastoilla sitä tarvittaessa. (Könst et al., 2009, s. 29-32.)



**Kuva 4.** Polkupyörän tuoterakenne ja versiointi (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 41).

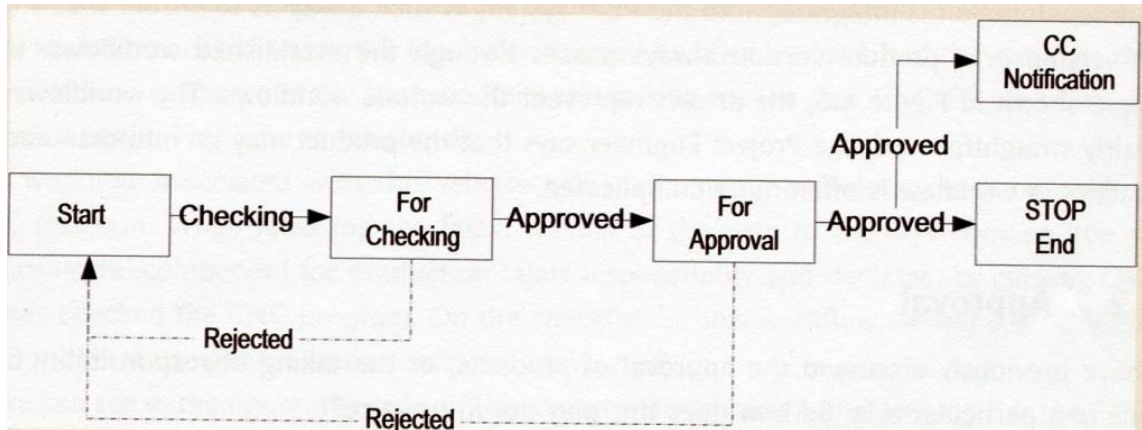
## 2.4 Työkierto

Työkierto tarkoittaa terminä toiminnallisten prosessien automatisointia ja sen tarkoituksena on tarkastella ja hallita prosessin, tuotteen ja niihin liittyvän tiedon tilaa sekä edistymistä.

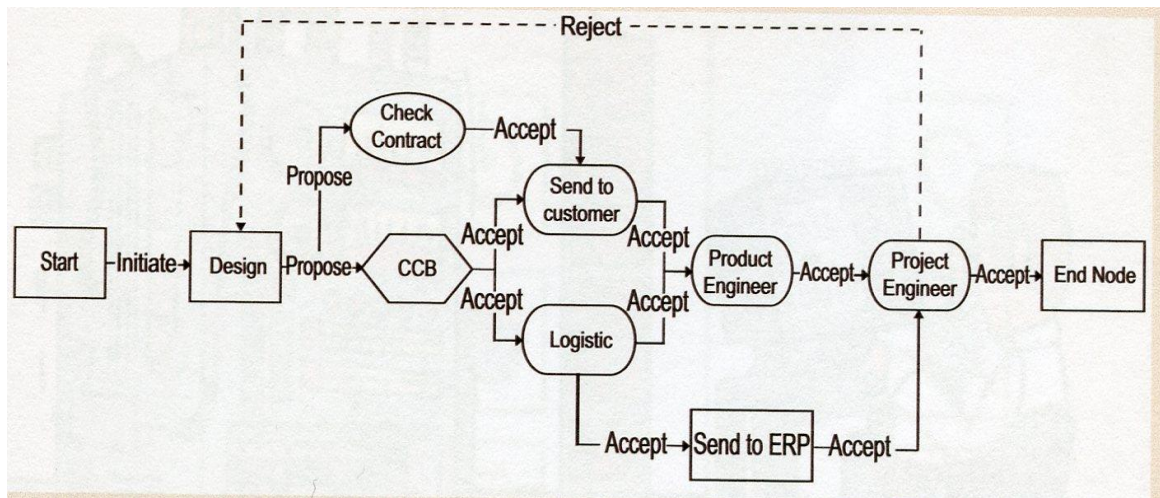
Työkiertoja on erilaisia ja jokainen kierto koostuu erilaisista toiminnoista. Tuotteen elinkaari muodostuu toimintoketjuista, joissa edetessään se on lähempänä lopputuotetta. Edetäkseen toimintoketjussa toiminnosta seuraavaan pitää edellinen toiminto hyväksyä. Jos toimintoa ei hyväksytä, palataan ketjussa johonkin edellisistä vaiheista. Esimerkiksi piirustuksen hyväksyttämiseksi tuotantoon tarkastavalla käyttäjällä tulee olla riittävät oikeudet PDM-järjestelmässä. Hyväksyminen voi mennä esimerkiksi projektipäällikön tai pääsuunnittelijan kautta riippuen työkierrosta. (Könst et al., 2009, s. 60-61.)

Yksinkertaistettu esimerkki työkierrosta ilmenee kuvasta 5 ja kuvasta 6 löytyy pidempi työkierto. Ensimmäisessä työkierrossa nimike etenee tarkastus vaiheeseen ja tästä

eteenpäin hyväksyntään. Molemmissa vaiheissa työkierrossa voidaan tarkastettava nimike hylätä ja tällöin se siirtyy takaisin alkuun odottamaan korjauksia. Hyväksynnän jälkeen työkierto loppuu ja kierron aloittaneelle käyttäjälle on mahdollista lähettää tiedotus hyväksynnästä.



**Kuva 5.** Hyväksymistökierto (Könst et al., 2009, s. 61).



**Kuva 6.** Työkierto suunnittelun aloituksesta pääsuunnittelijan hyväksyntään. (Könst et al., 2009, s. 61).

## 2.5 Klassifikaatio

Klassifikaation on tarkoitus auttaa suunnittelijaa löytämään osat kirjastosta helposti uudelleen käytettäväksi. Tällöin myös duplikaatteja ei synny ja suunnittelutyöstä ei tuhlaannu aikaa osien uudelleen suunnitteluun. Osien klassifiointi tukee PDM-järjestelmän erästä päätehtävää, eli nimikkeiden, osien ja osakokoonpanojen järjestelemistä siten, että ne löytyvät tarpeen tullen sulavasti. Osien klassifiointiin kuuluu valita osan ominaisuuksia



jotka ovat tärkeitä tietää suunnittelun yhteydessä ja tämä helpottaa etenkin varianttikonfiguraattorin käyttöä. Kun uusi osa luodaan PDM-järjestelmään, sille tulee tehdä klassifiointi ja kirjoittaa tai valita arvot niille kuuluville kentille. Nämä kentät ja siihen, mitä niihin merkitään, ovat yleensä riippuvaisia yrityksen klassifiointi tarpeesta ja käytännöstä. (Sendler & Wawer, 2008, s.59-60.)

Klassifioinnin tärkeistä arvoista ja ominaisuuksista esimerkkinä kuusiopultti, jossa ominaisuuksina ovat kierteen tyyppi ja kierteen pituus, joille annetaan arvot. Tämä käy ilmi kuvasta 7, jossa myös havainnollistetaan kuusiopulttin klassifikaatiokategorian löytäminen kategorioita ja alikategorioita avaamalla. Käyttäjä voi siis etsiä klassifikaatiota manuaalisesti käymällä luokituksia läpi kunnes päätyy kuusiopulttiin tai etsimällä arvoilla tai sanoilla klassifiointi-osion hakupalkista.

Groups	Subgroups		Specific characteristics		
Caps					
	inner caps		height	length	material
	outer caps		height	length	material
Bearings	ball bearings		diameter	breadth	
	thrust bearings		diameter	breadth	
Office sundries	paper		format	quality	
	staplers		finish		
Tools	hammers	mallet	weight	quality	
		claw hammer	weight	quality	
	chisels	wood chisel	breadth		
		cold chisel	breadth		
Fixings	nuts	locknut	thread		
		wingnut	thread		
	washers	retaining washer	thread		
		lock washer	thread		
	bolts	hex	thread	thread length	
		socket - head bolt	thread	thread length	
		wing bolt	thread	thread length	
Documentation	manuals		type		
	guarantee certificates		type		
Wheels	steel		diameter	breadth	
	alloy		diameter	breadth	
	wood		diameter	breadth	

**Kuva 7.** Klassifiointi (Fixings= kiinnittimet, Bolts = pultti, Socket –head bolt = kuusiopultti, Thread = kierre, Thread length = kierteen pituus) (Könst et al., 2009, s. 46).

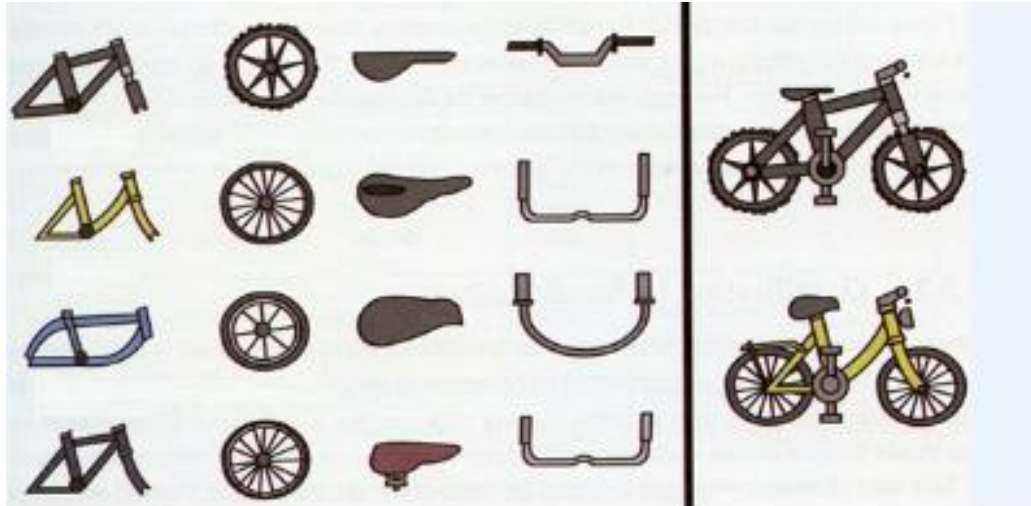
## 2.6 Konfiguraattorit ja konfiguraatiot

Mikäli tuote suunnitellaan modulaarisesti tai sen rakenteessa voidaan käyttää vaihtoehtoisia variaatioita, voidaan käyttää tuotekonfiguraattoria. Tällä tavoin parhaassa tapauksessa valitaan mahdollisista vaihtoehdoista suotuisa tuotteen kokoonpano eli konfiguraatio. Suurin etu tuotekonfiguraattoreista saadaan kun yritys valmistaa massaräätälöitävää tuotetta: esimerkkinä autojen tai matkapuhelinten valmistusta harjoittava yritys. Tulee pitää mielessä että ohjelmistoissa ja niiden toimittajilla voi olla erilaiset tulkinnat konfiguraattorin toiminnasta ja sisällöstä. Myöskään kaikki sovellukset eivät välttämättä tue tuotteen rakenteen konfigurointia. (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 68–69.)

Tuotekonfiguraattorit voidaan jaotella pääperiaatteittain myynti- sekä tuoterakennekonfiguraattoreihin. Näistä ensimmäisessä keskitytään tuotteen myyntiominaisuuksiin ja sääntöihin joiden perusteella tuotteita valmistetaan. Myyntikonfiguraattorilla valitaan tuotteelle myyntirakenne joka taas määrää tuotteen teknisen rakenteeseen. Tämän myyntirakenteen perusteelta luodaan PDM-sovellukseen fyysinen tuoterakenne tuoterakennekonfiguraattorilla. Tuoterakenteeseen sisältyy tällöin ne nimikkeet ja variantit, joilla saadaan täytettyä myyntikonfiguraattorin säännöt ja ominaisuudet. Mitä enemmän konfiguraattorissa on yhdistelmiä sen vaikeampaa konfiguraattorin hallinta on. Tulee myös ottaa huomioon, että kaikki konfiguraatiot eivät ole mahdollisia yhdistelmiä. Alkuperäisen tuotemallin huolellisen suunnittelun ja konfiguraattorin ylläpidon voidaan katsoa olevan ensiarvoisen tärkeää, jotta konfiguraattorin toiminta on sujuvaa. (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 68–69.)

### 2.6.1 Tuotemallin suunnittelu ja konfiguraattorin käyttö esimerkki

Auto, joka tehdään konfiguraattorilla ja johon voidaan valita muun muassa moottorin teho, auton väri, korimalli ja jarrut. Mikäli kaikki yhdistelmät ovat sallittuja, voi mahdollisia yhdistelmiä olla paljon. Toisena tekijänä tulee ottaa huomioon että konfiguraattorin tulisi estää käyttäjää tekemästä sellaisia kokoonpanoja joita yritys ei valmista, tai jotka ovat jopa vaarallisia. Jos moottorin teho liian suuri verrattuna jarrujen sallittuihin ohjearvoihin, tulisi tuotekonfiguraattorissa estää kyseisen konfiguraation luominen. Kuvassa 8 on nähtävissä polkupyörän määrittäminen konfiguraattorin valintojen perusteella.



**Kuva 8.** Polkupyörän kokoonpanokonfiguraatio. (Könst et al., 2009, s. 48).

## 2.7 Aputoiminnot

Tähän kategoriaan voi listata esimerkiksi PDM-ohjelmistoissa tehtävän kommunikaation ja tiedottamisen, tuotteen ja osien visualisoinnin, datan siirtämisen ja tiedostomuotojen muunnokset.

Lähes kaikista PDM-ohjelmistoista löytyy jonkinlainen sähköpostikäyttöliittymä (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 24–25.), jolla voidaan ilmoittaa työkierron loppumisesta (Könst et al., 2009, s. 61.) tai nimikkeiden, rakenteiden ja dokumenttien muutosprosessin vaiheista niille käyttäjille jotka työskentelevät kyseisten asioiden kanssa (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 38–41). Täten PDM-järjestelmän kommunikaatio ja viestien hallinta luovat pohjan simultaanisuunnittelulle (CE = Concurrent Engineering). Tällä periaatteella tieto kulkee oikea-aikaisesti ja sujuvasti kaikille niille käyttäjille, joiden työhön muutokset vaikuttavat tai joiden täytyy reagoida tehtyihin muutoksiin. (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 38–41).

Visualisointi aputoimintona voidaan toteuttaa PDM-järjestelmässä esimerkiksi esikatselun avulla. PDM-järjestelmä tarjoaa periaatteellisesti mahdollisuudet hyvinkin erilaisen tiedon varastoinnille. Dokumentteja ja dataformaatteja, joita PDM-järjestelmiin yleensä tallennetaan ovat muun muassa PDF-tiedostot, 3D- ja 2D-piirustukset, tuoterakenteen osaluettelo, testiraportit ja lujuuslaskelmat sekä ohjeita ja muita dokumentaatioita.

Nykyisin Windows-ympäristössä MS Office, Outlook ja Adobe Acrobat pystyvät avamaan lähes universaalisti kaikki perustietomuodot. PDM-järjestelmään tallennettavat spesifisemmät dokumentit, kuten edellämainitut 3D-piirustukset aiheuttavat sen, että käyttäjällä pitää olla kyseinen suunnitteluohjelma käytössä. Tätä varten PDM-järjestelmissä käytetään jonkinlaista visualisointi moduulia kuten esikatselu, jolla voidaan katsoa piirustuksia PDM-ohjelman sisällä aukaisematta suunnitteluohjelmia. (Könst et al., 2009, s. 51.-52)

Datan siirtämisen ja tiedostomuotojen muutosten kannalta PDM-järjestelmässä tarkoitetaan tiedon muuttamista tai siirtämistä järjestelmän sisäisesti tai PDM-järjestelmästä ERP-järjestelmään niin, ettei käyttäjän tai lisääjän tarvitse tietää tiedoston sijaintipaikka. Tällöin järjestelmä avaa, siirtää tai muuntaa tiedoston automaattisesti oikealle ohjelmistosovellukselle. Tiedon tallennukseen käytetään yleisesti jonkinlaista standardiformaattia kuten Adoben PDF-tiedostomuoto. Tiedostomuotojen muutokset eli konversiot tulevat usein kyseeseen, kun käytetään CAD-ohjelmistoa ja PDM-ohjelmistoa. (Könst et al., 2009, s. 71-72.)

PDM:n osalta on tutkittu eniten PDM-järjestelmän käytön tavoitteita ja sen tehtäviä sekä PDM:n ja PLM:n yhteiskäyttöä. Seuraavaksi perehdytään hieman erilaisiin PDM-järjestelmien tarjoamiin hyötyihin sekä asioihin, jotka saavat PDM-järjestelmän käyttöönoton onnistumaan. Käyttöönoton onnistumisessa tutkitaan, miten tuotetieto ja sen hallinta parantaa yritysten toimintaa. (Otto, 2012, s. 272-273.)



### 3 PDM-JÄRJESTELMÄN HYÖDYT

PDM-järjestelmät tarjoavat monia hyötyjä yritykselle. PDM tuo myös mukanaan joitakin ongelmia. Tässä kappaleessa käsitellään hyötyjä joita PDM tuo mukanaan.

Eduista kerrottaessa voidaan puhua analyttisistä tutkimuksista ja selittävästä tutkimuksista. Ensimmäisessä tutkitaan mitä PDM-järjestelmällä tavoitellaan yrityksissä ja jälkimmäinen pyrkii vastaamaan kysymyksiin, kuten: miksi PDM-järjestelmä parantaa yrityksen toimintaa ja miten siihen päästiin. Muut tieteelliset lähestymistavat ovat lähinnä olleet ennustavat teoriat sekä mahdollisuudet vs. lopputulos näkökulma. Eduista voidaan puhua myös yrityskeskeiseltä kannalta sekä tekniseltä kannalta. (Otto, 2012, s. 276–278.)

Nykyisin yritykset ovat myös hyvin verkottuneita ja niillä voi olla käytössä useita tietojärjestelmäsovelluksia, kuten CAD- ja ERP-järjestelmät. Tämä tarkoittaa sitä, että PDM-järjestelmän tulee olla kommunikointiyhteydessä kaikkien tietojärjestelmien osien kanssa hyvän käytettävyyden saavuttamiseksi. Järjestelmien integrointi ja tiedon siirto ovat siis ohjelmistojen välillä erityisen tärkeä osa-alue toimivuuden takaamiseksi. (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 99.)

#### 3.1 PDM:n edut

PDM-järjestelmän käyttäminen johtaa seuraanvanlaisiin yrityskeskeisiin etuihin:

- pienemmät elinkaaren aikaiset kustannukset
- tuote on nopeammin markkinoilla
- parempi tuotteen laatu
- tuotantoketjun parempi joustavuus.

(Otto, 2012, s. 276.)

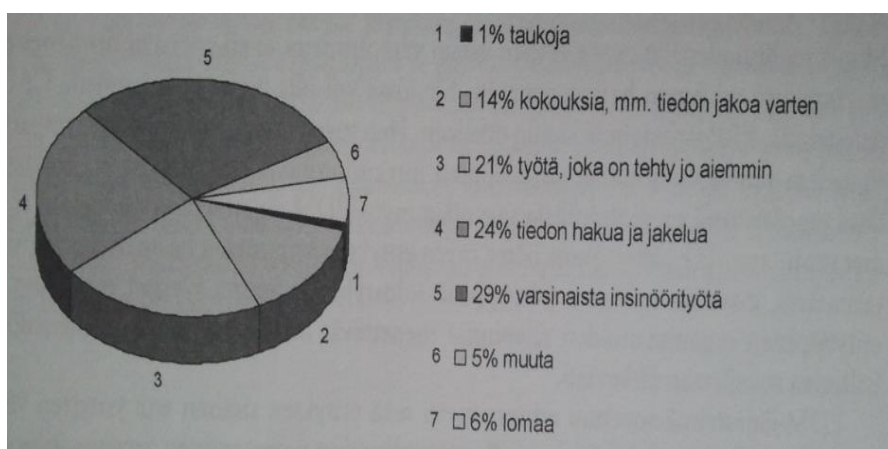
Tekniseltä kannalta katsottuna PDM-järjestelmä antaa hyvät edellytykset tiedon nopeaan ja laajaan jakeluun, sen tarkkuuteen tilanteesta riippumatta sekä tuotteen rinnakkaissuunnitteluun. Yrityskohtaiset erot PDM-järjestelmän käytössä vaikuttavat etujen suuruuteen. (Otto, 2012, s. 276-278.) Myös Sääksvuori ja Immonen (2002, s. 99) kuvailevat samanlaisia etuja tiedonvälityksen sekä tiedostojen siirron saralla. Yrityksen

toiminnan laatu paranee PDM-järjestelmän käyttöönoton myötä kommunikaation parantuessa, ja simultaanisuunnittelu on mahdollista juuri nopean viestinnän ja tiedon siirtymisen kautta. (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 99.).

Keskimääräisesti valmistettavien kokoonpanojen monimutkaisuus kasvaa ajan kuluessa. Kokoonpanojen monimutkaistumisen ohella myös tuoteperheet laajentuvat. Tähän tarpeeseen voidaan vastata PDM-järjestelmällä, sillä yritykset tarvitsevat enenevässä määrin tuotetietoa tuotteiden valmistamiseksi. (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 97.)

Niin kuin aikaisemmissa kappaleissa on todettu, tuotetiedonhallintajärjestelmät kuten PDM-järjestelmät, tarvitsevat ylhäältä johdetun lähestymistavan tuottaakseen mahdollisimman yhtenäisen hyödyn yritykselle.

Edellisessä kappaleessa mainitun verkottumisen ja useiden tietojärjestelmien ansiosta PDM-järjestelmät integraatioineen tuovat yritykselle suurta hyötyä, kun konttoreiden välimatka ja erilaiset CAD-ohjelmat eivät tuota ongelmaa päivittäisessä toiminnassa. PDM-järjestelmällä pyritään saavuttamaan myös yrityksen sisäisen ja ulkoisen tiedonvälittämisen kehittymistä ja samalla insinööriajankäytön tehostumista, kun useampia osia ja osakokonaisuuksia voidaan käyttää uudelleen suunnittelussa. Kuvasta 9. voidaan havaita kolme osa-aluetta joita pystytään ainakin osittain pienentämään PDM-järjestelmän avulla. Nämä ovat: aiemman työn uudelleen tekeminen, tiedon haku ja jakelu sekä kokoukset tiedonjakelu mielessä.



**Kuva 9.** Insinöörin ajankäyttö (Sääksvuori & Immonen, 2002, s. 100).

## 4 ERI PDM-JÄRJESTELMÄT

Tässä kappaleessa tutustutaan lähemmin kahteen erilaiseen PDM-järjestelmään ja niiden toimittajiin. Vertailukohteiksi on valittu Econocap Engineering CISS (Centralized Information Storage and Sharing = keskitetty tiedon tallennus ja jako) Base sekä PTC Windchill 10.0. Vertailukohteet valikoituivat useiden valmistajien joukosta sillä perusteella, että voidaan vertailla kotimaista tuotantoa olevaa ohjelmaa ja ulkomaista ohjelmistoa.

### 4.1 Econocap Engineering CISS Base

Econocap Engineering OY on suomalainen ohjelmistotalo joka on kehittänyt ohjelmia esimerkiksi erilaisiin CAD-ympäristöihin kuten AutoCAD, Vertex ja SolidWorks. Yritys tekee yhteistyötä Microsoftin kanssa (Econocap Engineering, 2008b). Econocap tarjoaa CISS Base PDM nimistä ohjelmistosovellusta. Tämän tietoholvi pohjautuu Microsoft SQL:ään. (Microsoft, 2009.) CISS Base tiedonhallintaohjelmistoratkaisut sisältävät dokumentinhallintaohjelmiston, PDM-Ohjelmiston sekä tehdassuunnitteluun liittyviä lisäohjelmia. Ohjelmien räätälöintimahdollisuus ostavan yrityksen tarpeisiin on mahdollista (Econocap Engineering, 2008i). Tässä kappaleessa keskitytään CISS Base PDM-ohjelmistosovellukseen ja sen toimintaan. (Econocap Engineering, 2008a.)

CISS Base PDM -ohjelmistoratkaisua voidaan käyttää, sekä lähiverkon, että internetin välityksellä. Ohjelmistolla mainitaan olevan valmiita EN-standardin mukaisia nimikkeitä, ja sovelluksella pystytään hallitsemaan versiointia, työkiertoja, tietoholvin oikeuksia, tietoturvaa, sekä tuotetiedon jakelun. Aputoiminnoista myös sähköpostien ja muiden projektidokumenttien hallinta onnistuu ohjelmalla. Tuoterakennetta tarkastellessa osia voidaan luoda siihen sekä PDM-järjestelmässä että CAD-ohjelmistossa. Tuoterakenteessa osien ja kokoonpanojen painon päivittäminen päivittää koko tuotteen rakenteen kerralla automaattisesti. CISS Base PDM tukee myös projektin työstämistä usealla eri CAD-ohjelmistolla samaan aikaan. Mikäli tuoterakenteita halutaan käyttää uudelleen, mallipohjien tekeminen ja käyttäminen tarjoaa tähän mahdollisuuden. Excel toimii PDM-järjestelmän raportointityökaluna, jolla voidaan tulostaa ja muokata muun muassa osaluetteloita. Osaluettelon saa näkymään piirustuksessa. Kuten PDM-järjestelmissä

yleensä, järjestelmän käyttäjille voidaan luoda erilaisia rooleja, joilla on erilaisia oikeuksia nähdä ja muokata tietoholvin sisältöä. (Econocap Engineering, 2008c.)

Edeltävät ominaisuudet ja asiat koskevat CISS Base PDM-järjestelmän ominaisuuksia riippumatta siitä mitä suunnitteluohjelmistoa käytetään. PDM-sovelluksen kanssa yhteensopiviksi CAD-ohjelmiksi yritys antaa esimerkkejä, jotka löytyvät taulukosta 2:

*Taulukko 2. Yhteensopivat ohjelmistot (Econocap Engineering, 2008b; Econocap Engineering, 2008c).*

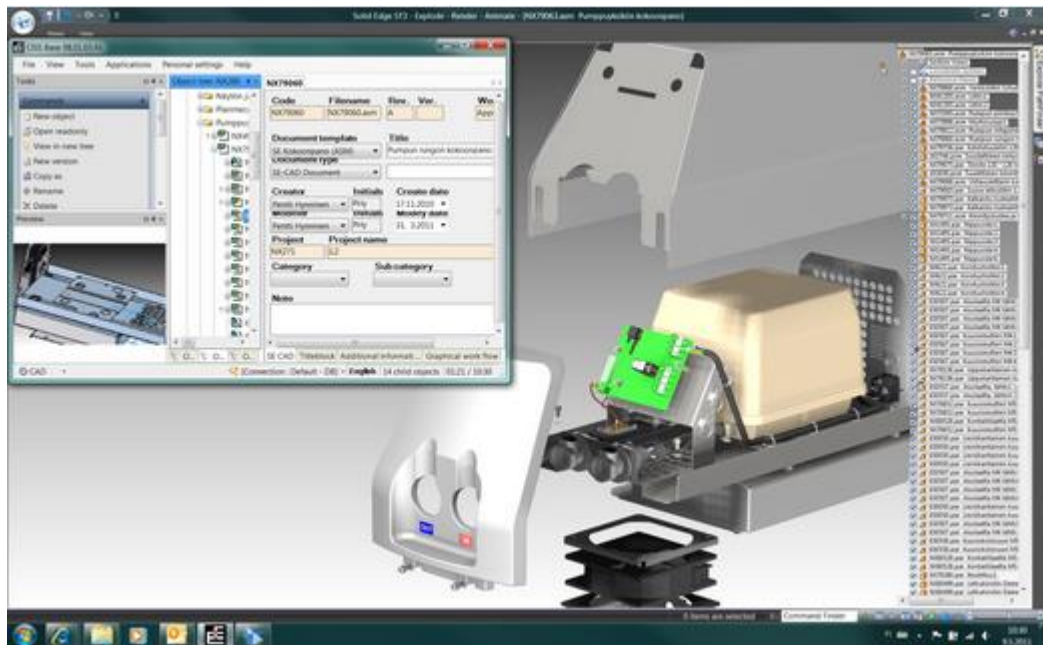
<b>Ohjelmisto</b>	<b>Valmistaja</b>	<b>Myös ohjelmistoon integroitu ratkaisu</b>
AutoCAD	Autodesk	X
AutoCAD Mechanical	Autodesk	X
Autodesk Inventor	Autodesk	X
CADS	Kyndata	
KeyCreator	Kubotek	
MicroStation	Bentley Systems	X
Solid Edge	Siemens Product Lifecycle Software	X
SolidWorks	Dassault Systemès SolidWork	X
Vertex	Vertex Systems	

CISS Base PDM- mahdollistaa edellä mainituissa ohjelmistoissa versioiden ja väliversioiden automaattisen hallinnan, eli käyttäjä voi halutessaan palata vanhempaan versioon ja jatkaa suunnittelutyötä siitä. Ohjelmistot, joita automaattinen versioiden ja väliversioiden hallinta koskee, ovat vähintään:

- AutoCAD sekä AutoCAD Mechanical,
- Autodesk Inventor,
- MicroStation V8,
- Solid Edge ja
- SolidWorks.

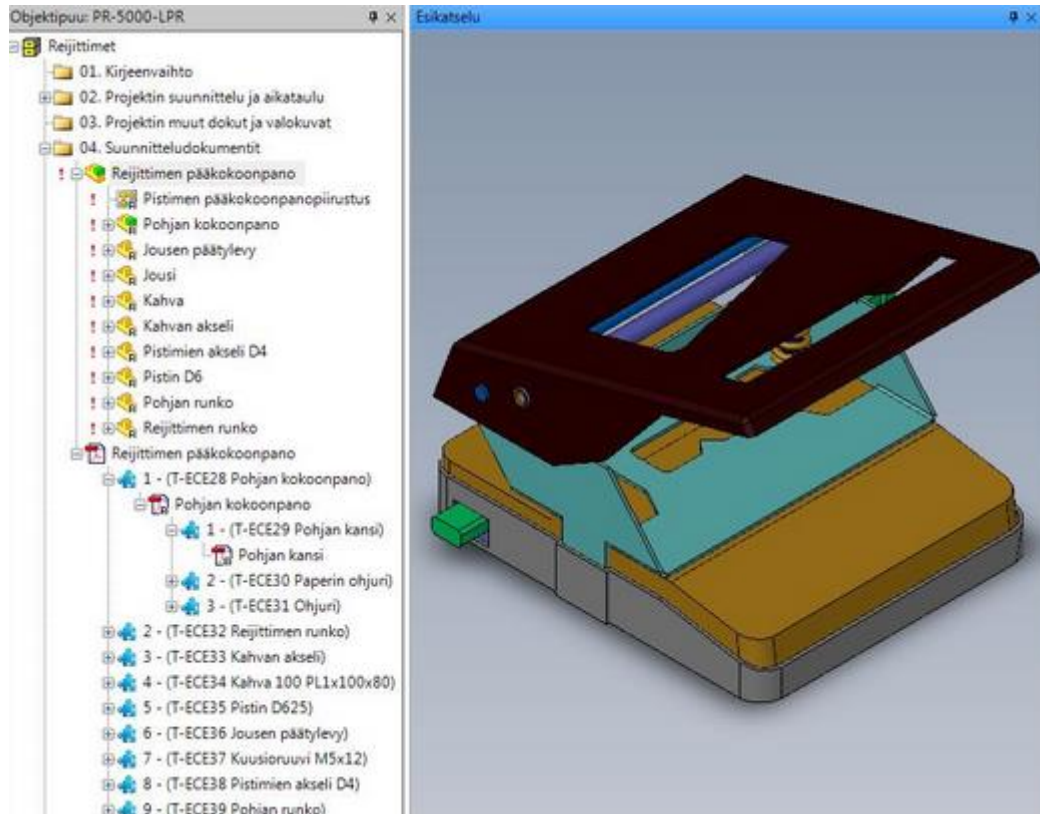
(Econocap Engineering, 2008d; Econocap Engineering, 2008e; Econocap Engineering, 2008f; Econocap Engineering, 2008g; Econocap Engineering, 2008h.)

Hakutoiminnot suunnitteluohjelmien kohdalla on toteutettu niin, että hakutoiminta tuottaa tuloksia suunnitteluohjelmien tiedoista ja attribuuteista PDM-ohjelmistossa, sekä myös itse suunnittelukuvien sisältä. CISS Base PDM-järjestelmällä voidaan hallita tuoterakennetta edellä mainittujen ohjelmistojen kanssa 2D, 3D ja PDF muodossa. Tuettuina tiedostomuotoina ovat ainakin SLDDRW, DWG, IDW sekä PDF. Kuvasta 10 näkyy erään tuotteen suunnittelukuva ja tuoterakenne sekä CISS Base PDM-järjestelmän Solid Edge –ohjelman sisäinen moduuli. (Econocap Engineering, 2008d; Econocap Engineering, 2008e; Econocap Engineering, 2008f; Econocap Engineering, 2008g; Econocap Engineering, 2008h.)



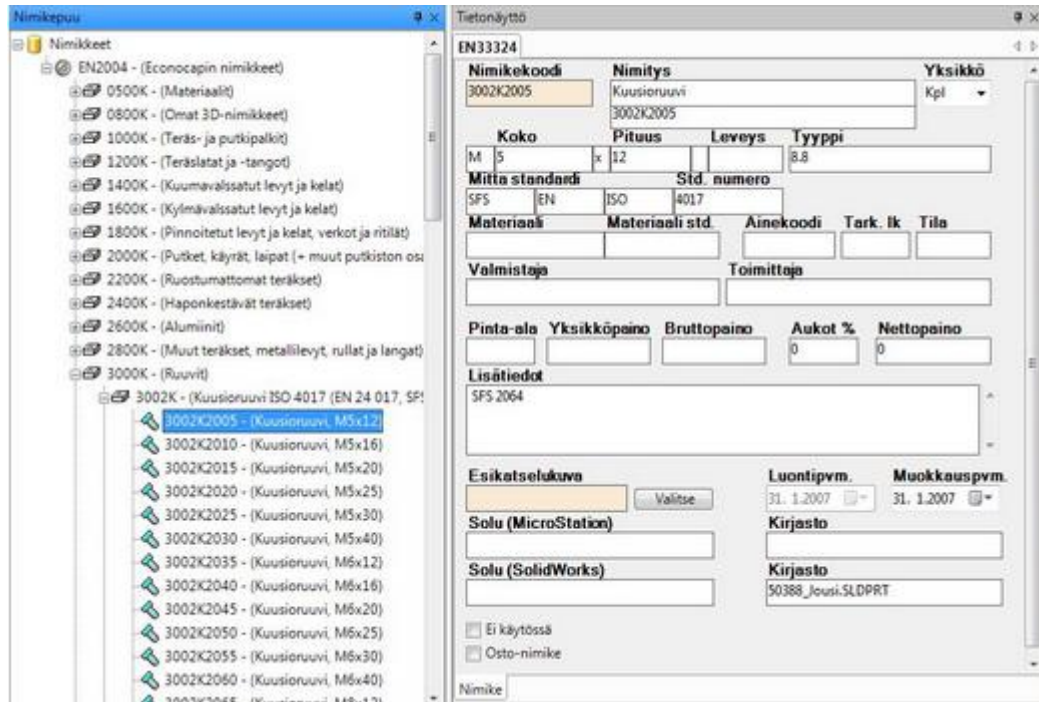
**Kuva 10.** Solid Edge ohjelman sisäinen moduuli (Econocap Engineering, 2008g).

Visualisointi tässä ohjelmassa onnistuu käynnistämättä suunnitteluohjelmaa PDM-ohjelmiston omassa esikatselunäkymässä. Työkierrot voidaan luoda tarpeen mukaan sopiviksi ja niitä voidaan toteuttaa rinnakkain tai peräkkäin. Tarkastajalla tai hyväksyjällä ei välttämättä tarvitse olla kyseistä suunnitteluohjelmaa koneella vaan esikatselunäkymä voi myös riittää. Kuvasta 11 nähdään esimerkki esikatselunäkymästä.



**Kuva 11.** Esikatselunäkymä (Econocap Engineering, 2008h).

Huomionarvoista on, että CISS Base PDM-järjestelmässä on valmiina nimikkeitä. Ne ovat EN-standardien mukaisia ja Econocap Engineering:in ylläpitämiä. Valmiita nimikkeitä on yli 12 000 ja niitä on mahdollista käyttää oman nimikkeistön lisäksi. Tiedonsiirto pohjautuu XML-formaattiin. Yrityksen lähteissä kerrotaan myös, että suunnitteluohjelmien versioiden muutos on automaattisesti yhteensopiva PDM-järjestelmän kanssa, eikä siis aiheuta toimenpiteitä. Valmista nimikkeistöä sekä attribuuttikenttiä on nähtävissä kuvassa 12. Tässä esimerkissä nähdään täytettyinä kohtina kuusioruuvien koko, pituus ja tyyppi sekä sen standardimerkinnät. (Econocap Engineering, 2008h.)



**Kuva 12.** Valmisenimikkeet ja attribuutteja (Econocap Engineering, 2008h).

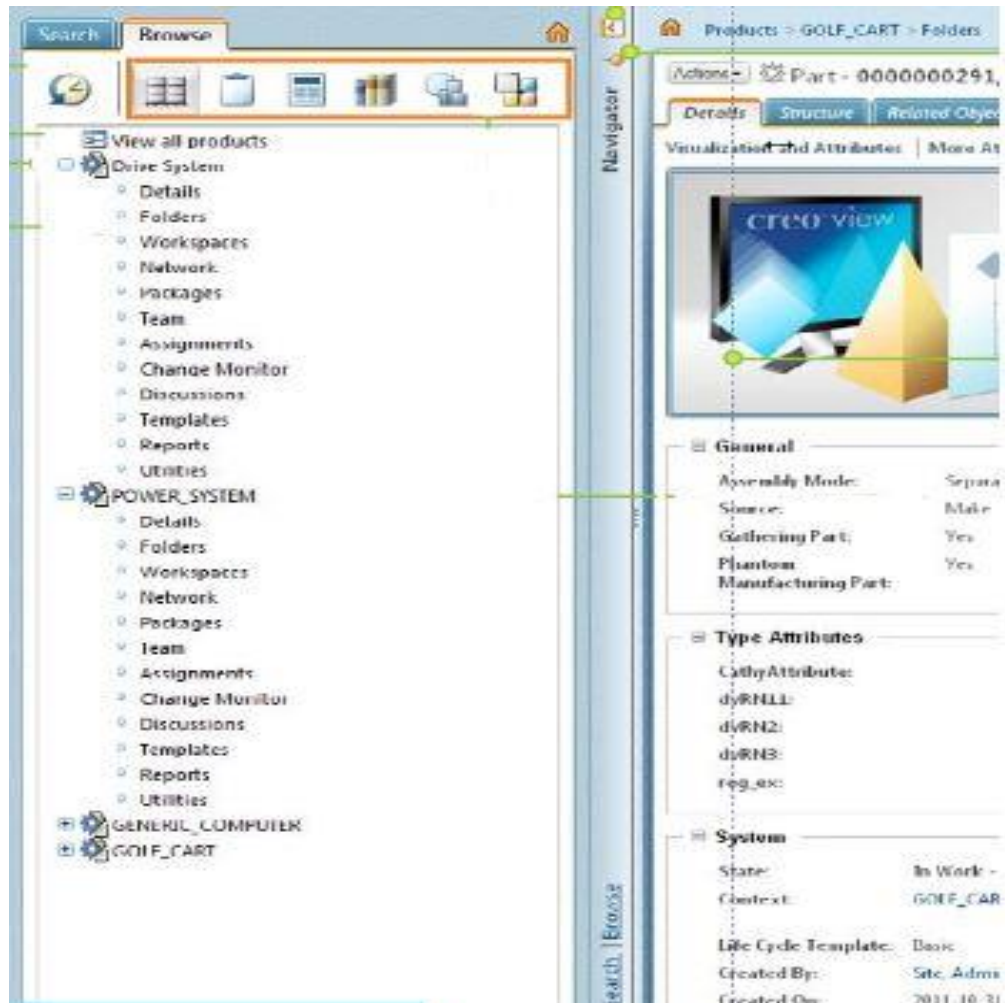
#### 4.2 PTC Windchill PDMLink ja PDM Essentials

PTC on kokoluokaltaan suuri tiedonhallintajärjestelmiä ja tiedonhallintajärjestelmäratkaisuja tarjoava yritys. PTC:n tarjontaan kuuluvat PLM, CAD, SCM (Supply Chain Management = Toimitusketjujen ja logistiikan hallintajärjestelmä), sekä muita järjestelmiä. Yrityksellä on yli 27 000 asiakasyritystä maailmanlaajuisesti useilta tuotannon aloilta lähtien lentokone- ja puolustus teollisuudesta auton valmistukseen asti. (PTC, 2013a.)

Windchill on moduuliluontointien järjestelmä, joka voidaan skaalata yrityksen tarpeisiin sopivaksi. Tällöin ostava yritys voi määrittää tuotetiedonhallinnan tarpeensa ja päättää haluaako keskittyä PDM ajattelutapaan vai laajemman tuotetiedonhallintastrategian PLM-järjestelmän muodossa. Työssä tullaan keskittymään lähes kokonaan seuraaviin moduuleihin: Windchill PDMLink sekä Windchill PDM Essentials. (PTC, 2013b.)



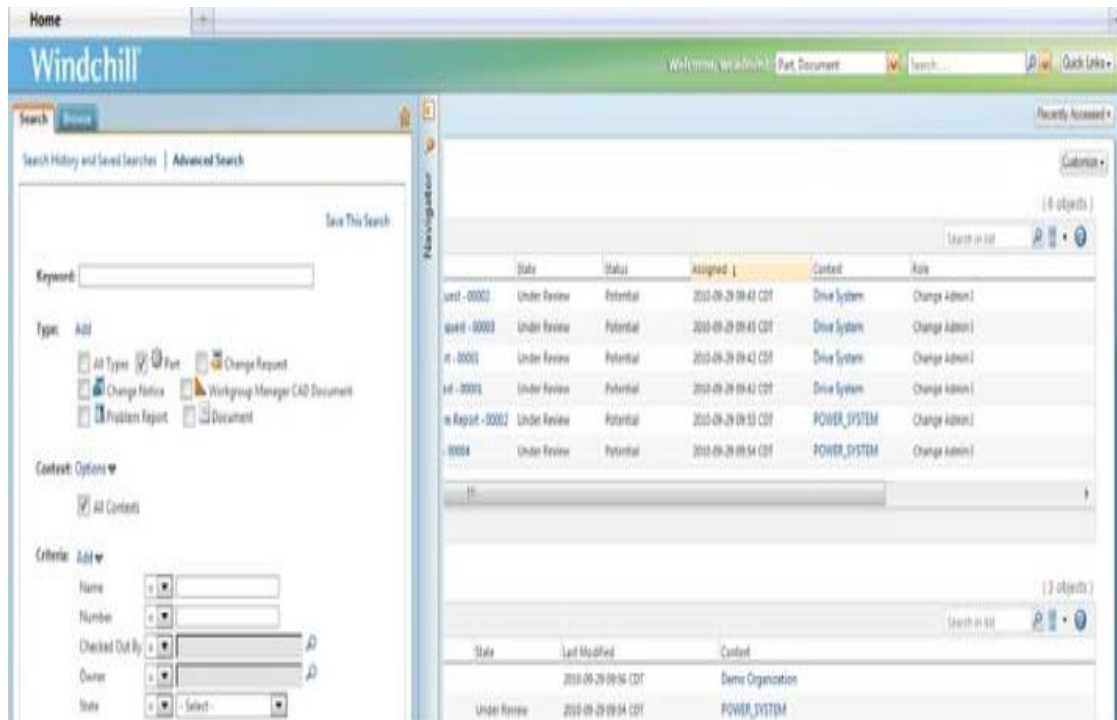
Kotinäkö Windchill järjestelmien aloitussivun näkymästä löytyvät tiedostokansiot, käyttäjän sen hetkiset tehtävät, raportit, tuotteen tiedot sekä kattava kokoelma muita toimintoja selkeästi. Kuvassa 13 on nähtävissä erään Windchill-järjestelmän aloitussivu. (PTC, 2011a, s. 2.)



**Kuva 13.** Windchill aloitussivu (PTC, 2011, s. 2).

Windchill:n haku näkymässä valitaan haettavan tyyppi sekä muut tarvittavat tiedot jonka jälkeen hakutulos saadaan näkyville erilliseen ikkunaan. Hakutulokset säilyvät tallessa vaikka kyseisen ikkunan sulkee, joten haun tuloksiin voi palata takaisin. Hakutermeinä voi käyttää muun muassa tekijää ja tehtyjä hakuja voi tallentaa myöhempää käyttöä varten. Esimerkki hausta kuvassa 15. (PTC, 2011a, s. 4.)





**Kuva 14.** Hakuun tekeminen Windchill-ohjelmistossa (PTC, 2011a, s. 4).

Windchill ohjelmistoilla voidaan vertailla ainakin kahta tuoterakennetta tai versiota keskenään jakamalla ruutu. Tiedostojen tila on kerrottu kuvakkeilla, jotka kertovat onko kyseinen tiedosto esimerkiksi check out -tilassa tai lukittuna. Versiointi Windchill-ohjelmistoissa on toteutettu antamalla nimikkeelle kirjain ja numero. Tästä esimerkkinä A.1 –versio, jossa A tarkoittaa ensimmäistä revisiota ja 1 ensimmäistä iteraatiota. (PTC, 2011a, s. 12-13, 16.)

Eroja kahden Windchill:n PDM-järjestelmän välillä CAD-yhteensopivuuksissa löytyy. PDMLink on yhteensopiva useamman ohjelman kanssa kuin PDM Essentials. Seuraavassa taulukossa 3 on listattu ohjelmistoja joita Windchill PDMLink sekä PDM Essentials tukevat.

*Taulukko 3. Yhteensopivat ohjelmistot (PTC, 2011b, s. 2.; Econocap, 2013; PTC. 2013d).*

<b>Ohjelmisto</b>	<b>Valmistaja</b>	<b>O = Sekä PDMLink että PDM Essentials X = vain PDMLink:ssä</b>
AutoCAD	Autodesk	O
Autodesk Inventor	Autodesk	O
CADDS 5	PTC	X
Cadence	Cadence	X
CATIA	Dassault Systemès	X
CREO	PTC	O
Mathcad	PTC	O
Mentor Graphics	Mentor Graphics	X
Pro/ENGINEER	PTC	O
SolidWorks	Dassault Systemès SolidWork	O
Unigraphics	Siemens PLM Software	X
Zuken	Zuken	X

PDMLink-järjestelmää käytettäessä käyttäjä pystyy luomaan tuotteen konfiguraatioita varten mallipohjia, joita sitten päivitetään tuotteen muuttuessa. Muutosten hallinta ja sen seuraaminen voidaan suunnitella ostavan yrityksen tarpeiden mukaan ja siihen voidaan luoda malleja. Visualisaation puolesta PDMLink-järjestelmässä on pieni kuva osan yhteydessä sekä sisäänrakennettu esikatselu näkymä. Tietokantaratkaisuna voidaan käyttää joko Oracle 11 tai SQL Server 2008. (PTC, 2011b, s. 4.)

PDM Essentials on moduulina kevyempään käyttöön tarkoitettu kuin PDMLink (PTC, 2013d) ja siinäkin löytyy samanlainen esikatselutyökalu kuin PDMLink-järjestelmässä (PTC, 2013c).

#### 4.2.1 Järjestelmien vertailu

Valitsemiseen näiden kahden edellä mainitun moduulin välillä vaikuttaa PDM-järjestelmän käyttötarkoitus. PTC kertoo Windchill PDM-järjestelmien olevan suunnattu pienille ja keskisuurille yrityksille. Moduuliluontoisuuden johdosta ohjelmistoa käyttävän yrityksen on mahdollista laajentaa pienemmästä moduulista suurempaan ratkaisuun. PDM Essentials sisältää vähemmän mahdollisuuksia kuin PDMLink ja PDMLink on taas mahdollista laajentaa PLM sovellusratkaisuksi. (PTC, 2013d.)

Suurimmalta osaltaan nämä järjestelmät ovat samankaltaisia, mutta erojakin löytyy. Hakutoiminto PDMLink sovelluksessa etsii myös sisältöä tiedostojen sisältä, kun taas PDM Essentials sovelluksessa näin ei ole. PDM Essentials ohjelmassa CAD-tiedostolla voi olla BOM mutta osilla ei. PDMLink sovelluksella pystytään myös hallitsemaan tuoterakennetta erillään CAD-mallista. Skaalautuvuuden suhteen PDM Essentials sovellus hyväksyy vain 25 CAD käyttäjää ja 200 katselukäyttäjää kun PDMLink sovelluksessa näitä määriä ei ole rajoitettu. PDM Essentials toimii vain Windows SQL serverillä kun taas aikaisemman maininnan mukaan PDMLink tarjoaa Oracle 11 mahdollisuuden. Suuri ero ohjelmistojen välillä on se, että vain PDMLink on integroitavissa ERP-järjestelmiin. PDM Essentials tarjoaa vain yhden tietoholvin, kun PDMLink ohjelmassa useampi on mahdollista, tällöin myös tiedon replikointi tietoholvien välillä onnistuu. PDMLink sovellukseen on myös mahdollista hankkia lisämoduuleja tarpeen mukaan. (PTC, 2013d.)

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Terminologia PDM-järjestelmistä keskustellessa tieteellisissä teoksissa ja kirjoissa on hyvin polveilevaa ja tämä pätee myös PDM ja PLM termien määritelmiin. Koska määritelmiä ei ole standardoitu voi samankaltaisista ohjelmista olla kerrottu eri nimillä, toisten puhuessa PDM:stä kun toiset puhuvat PLM:stä. Se kuinka paljon tietoa löytyy tietyistä PDM-järjestelmästä on havaintojeni mukaan lähes suhteessa järjestelmää valmistavan yrityksen kokoon. PTC:n materialit ohjelmistoistaan on kattava etenkin interaktiivisen palvelun, josta saa tietoa Windchill-järjestelmien ominaisuuksista, johdosta.

Windchill PDMLink sekä PDM Essentials olivat yhteensopivia useamman suunnitteluohjelmiston kanssa kuin CISS Base PDM, mutta myös yritysten kokoluokka vaikuttaa luultavasti. PDM-järjestelmän hankintaa suunnittelevan yrityksen kannatta mielestäni selvittää ainakin seuraavat asiat:

- Minkä suunnittelu- ja apuohjelmien tiedostoja PDM-järjestelmään halutaan tallentaa?
- Onko tietokanta yhteydessä ERP-järjestelmään?
- Kuinka laaja järjestelmä tarvitaan?
- Mitkä ovat hankittavan PDM-järjestelmän laajennus ja päivitys mahdollisuudet?

Myös tässä työssä kuvailtujen toiminnallisten osioiden ominaisuudet tai käytön esittely voisi olla erityisen hyödyllistä. Jatkotutkimuksen kohteeksi voisi tehdä ohjelmavertailua tässä työssä koostettujen toiminnallisten osioiden puitteissa ohjelmia käyttämällä. Käyttämättä ohjelmia täytyy pitää mielessä, että tutkimusaineiston suurin osa on ollut yrityksiä omaa materiaalia.

## LÄHTEET

Econocap. 2013. Windchill PDM Essentials. [verkkodokumentti]. [Viitattu 10.06.2013].  
Saatavissa: <http://www.econocap.com/tuotteet/windchill/ptc-windchill-pdm-essentials>

Econocap Engineering. 2008a. Yritysesittely. [verkkodokumentti]. [Viitattu 03.06.2013].  
Saatavissa: <http://www.econocap.fi/fi/yritysesittely/>

Econocap Engineering. 2008b. CISS Base. [verkkodokumentti]. [Viitattu 03.06.2013].  
Saatavissa: <http://www.econocap.fi/fi/tuotteet/ciss+base/>

Econocap Engineering. 2008c. CISS Base PDM. [verkkodokumentti]. [Viitattu 03.06.2013].  
Saatavissa: <http://www.econocap.fi/fi/tuotteet/ciss+base+pdm/>

Econocap Engineering. 2008d. CISS Base PDM for AutoCAD. [verkkodokumentti].  
[Viitattu 03.06.2013]. Saatavissa:  
<http://www.econocap.fi/fi/tuotteet/ciss+base+pdm/ciss+base+pdm+for+autocad/>

Econocap Engineering. 2008e. CISS Base PDM for Autodesk Inventor .  
[verkkodokumentti]. [Viitattu 03.06.2013]. Saatavissa:  
<http://www.econocap.fi/fi/tuotteet/ciss+base+pdm/ciss+base+pdm+for+autodesk+inventor/>

Econocap Engineering. 2008f. CISS Base PDM for MicroStation V8. [verkkodokumentti].  
[Viitattu 03.06.2013]. Saatavissa:  
<http://www.econocap.fi/fi/tuotteet/ciss+base+pdm/ciss+base+pdm+for+microstation+v8/>

Econocap Engineering. 2008g. CISS Base PDM for Solid Edge. [verkkodokumentti].  
[Viitattu 03.06.2013]. Saatavissa:  
<http://www.econocap.fi/fi/tuotteet/ciss+base+pdm/ciss+base+pdm+for+solid+edge/>

Econocap Engineering. 2008h. CISS Base PDM for SolidWorks. [verkkodokumentti]. [Viitattu 03.06.2013]. Saatavissa: <http://www.econocap.fi/fi/tuotteet/ciss+base+pdm/ciss+base+pdm+for+solidworks/>

Econocap Engineering. 2008i. Ohjelmien räätälöinti [verkkodokumentti]. [Viitattu 03.06.2013]. Saatavissa: <http://www.econocap.fi/fi/palvelut/ohjelmien+raatalointi/>

Kropsu-Vehkaperä, H. 2012. Enhancing understanding of company-wide product data management in ICT companies. Tampere. Juvenes print. 84 s.

Könst, J.S. & la Fontaine, J.P. & Hoogeboom, M.G.R. 2009. Product Data Management - a Strategic Perspective. Maj Engineering Publishing. 103 s.

Microsoft. 2009. Kumppaniratkaisu - Teknisten dokumenttien hallintajärjestelmä – CISS Base. [verkkodokumentti]. [Viitattu 03.06.2013]. Saatavissa: <http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CDcQFjAB&url=http%3A%2F%2Fdownload.microsoft.com%2Fdocuments%2FUK%2FFinland%2Fbieb%2Fbrochures%2FEconocap.pdf&ei=3t62UaO9G8frswb5sICoBQ&usg=AFQjCNGu7XnhLL5CUGR3-i3RQ6lz3IzfNQ&bvm=bv.47534661,d.Yms>

Otto, B. 2012. Managing the business benefits of product data management: the case of Festo. Journal of Enterprise Information Management, Vol. 25, no. 3, Emerald Group Publishing Limited. s. 272-297.

PTC. 2011a. Windchill Users Quick Start Guide. [verkkodokumentti]. [Viitattu 08.06.2013]. Saatavissa: [http://www.ptc.com/WCMS/files/137778/en/7158\\_Windchill\\_QSG\\_EN.pdf](http://www.ptc.com/WCMS/files/137778/en/7158_Windchill_QSG_EN.pdf)

PTC. 2011b. Windchill PDMLink. [verkkodokumentti]. [Viitattu 08.06.2013]. Saatavissa: [http://www.econocap.com/userData/econocap/WC\\_PDMLink\\_EN.pdf](http://www.econocap.com/userData/econocap/WC_PDMLink_EN.pdf)

PTC. 2013a. About PTC. [verkkodokumentti]. [Viitattu 08.06.2013]. Saatavissa: <http://www.ptc.com/company/>

PTC. 2013b. Windchill. [verkkodokumentti]. [Viitattu 08.06.2013]. Saatavissa:  
<http://www.ptc.com/product/windchill/>

PTC. 2013c. Windchill Essentials. [verkkodokumentti]. [Viitattu 08.06.2013]. Saatavissa:  
[http://www.ptc.com/WCMS/files/153332/en/J1594\\_PDM\\_Essen\\_ebk.pdf](http://www.ptc.com/WCMS/files/153332/en/J1594_PDM_Essen_ebk.pdf)

PTC. 2013d. PTC PDM Product Matrix. [verkkodokumentti]. [Viitattu 09.06.2013].  
Saatavissa:  
[http://www.econocap.com/userData/econocap/PTC\\_PDM\\_Comparison\\_Chart.pdf](http://www.econocap.com/userData/econocap/PTC_PDM_Comparison_Chart.pdf)

Sendler, U & Wawer, V. 2008. CAD and PDM: Optimizing Processes by Integrating  
Them. Carl Hanser Verlag München Wien. 263 s.

Sääksvuori, A. & Immonen, A. 2002. Tuotetiedonhallinta – PDM. Jyväskylä. Gummerus  
Kirjapaino OY. 201 s.