

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Tuotekehitys

Tutkintotyö

**TUOTETIEDONHALLINNAN JÄRJESTÄMINEN JA INTEGROIMINEN
TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄÄN**

Tapani Smätt

Työn ohjaaja dipl. ins Harri Laaksonen
Työn teettäjä Extron Engineering Oy, valvojana toim.joht. Jukka Vehmas
Tampere 2006

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Tuotekehitys

Smått Tapani

Tuotetiedonhallinnan järjestäminen ja integroiminen
tuotannonohjausjärjestelmään

Tutkintotyö

43 sivua

Työn ohjaaja

DI Harri Laaksonen

Työn teettäjä

Oy Extron Engineering Ab, valvojana TJ Jukka Vehmas
Tammikuu 2006

Hakusanat

PDM, tuotetiedonhallinta, ERP, tuotannonohjaus, PLM, Product lifecycle
management

TIIVISTELMÄ

Tuotetiedonhallinta on prosessi, jossa kaikkia tuotteeseen syntyviä ja ylläpidettäviä suunnitteludokumentteja, nimikkeitä ja rakenteita hallitaan, käsitellään, arkistoidaan ja jaetaan käyttöoikeuksien mukaan.

Lähtökohtana työllä oli nopeasti kasvaneen ja edelleen kasvavan pk-yrityksen Extron Engineering Oy:n ongelmat päivittäisen suunnittelutiedon ja muun projektitiedon arkistoinnin sekä jäljitettävyyden. Yrityksen eri toiminnoissa oli kyettävä nopeasti ja tehokkaasti käyttämään tiettyyn tuotteeseen tai projektiin liittyvää tietoa. Ennen työ aloitusta yritys oli tilanteessa, jossa tieto oli hajallaan työntekijöiden työpisteillä ja varsinkin uusien työntekijöiden oli mahdoton löytää tarvitsemaansa tietoa.

Työn tarkoituksena oli selvittää tuotetiedonhallintatyökalujen mahdollisuudet yrityksessä, ottaa järjestelmä käyttöön ja integroida se toimimaan yrityksen toiminnanohjaus- ja taloushallintaohjelmiston kanssa.

Työn kuva on todella laaja ja projekti jatkuu ja kehittyy vielä pitkään tämän tutkintotyön jälkeen. Varsinaisia tuloksia tuotetiedonhallinnan onnistumisesta saadaan vasta kuukausien kuluttua ja integroinnin osalta vasta vuoden kuluttua.

Tutkintotyön aikana luotiin yritykseen nimiketietokanta suunnittelijoiden käyttöön. Lisäksi otettiin käyttöön ja koulutettiin dokumenttienhallinnan osio PDM-järjestelmästä. Lisäksi saatiin yhtenäistettyä toimintatapoja projektinhallinnan osalta.

TAMPERE POLYTECHNIC
Mechanical and Production Engineering
Product development

Smått Tapani Organising product data management and integrating it to enterprise resource management
Engineering Thesis **43** pages
Thesis instructor DI Harri Laaksonen
Commissioning company Oy Extron Engineering Ab, Supervisor Jukka Vehmas(MD)
March 2006
Keywords PDM, PLM, tuotetiedonhallinta, ERP, tuotannonohjaus, integrointi

ABSTRACT

Reason for Product data management is to maximize the time-to-market benefits of concurrent engineering while maintaining control of your data and distributing it automatically to the people who need it, when they need it. The way PDM-systems cope with this challenge is that master data is held only once in a secure 'vault' where its integrity can be assured and all changes to it monitored, controlled and recorded.

Copies of the master data, on the other hand, can be distributed to users in various departments for design, analysis and approval. The new data is then released back into the vault. When a 'change' is made to data, what actually happens is that a modified copy of the data, signed and dated, is stored in the vault alongside the old data which remains in its original form as permanent record.

This engineering research report was made from the basic need of a middle sized mechanical engineering company to arrange their product data to one place, where it is easily accessed to all personnel and then synchronize it with already existing Enterprise Resources Planning and financial administration software.

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tapani Smätt

ALKUSANAT

Haluan kiittää Extron Engineering Oy:n henkilöstöä ja johtoa sen osoittamasta luottamuksesta. Harva insinöörinalku saa yhtä haastavaa ja mielenkiintoista aihetta ensitöikseen. Suurimman innoituksen työhön antoi se tosiseikka, että onnistuessaan työllä on todella merkitystä yrityksen menestymisen mahdollisuuksiin tiukasti kilpaillulla alalla.

Toijalassa 6. Maaliskuuta 2006

Tapani Smätt

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ	
ABSTRACT	
ALKUSANAT	
SISÄLLYSLUETTELO	5
LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SELITYKSET	6
JOHDANTO	7
2 PDM:N HISTORIA	8
3 PDM-JÄRJESTELMIEN RAKENNE	11
3.1 Nimikkeistö	14
3.2 Käyttöoikeudet, varauskäsitteily ja muutosten hallinta	15
3.3 Käyttöliittymä, tietoturva ja hakutoiminnot	15
4 PDM:N TULEVAISUUS	16
4.1 PDM Suomessa	16
4.2 Tiedonsiirto ja standardit	17
5 ERP-TOIMINNANOJJAUSJÄRJESTELMÄT	18
5.1 ERP:n toimintakentät	18
5.2 Nova CsPro	20
6 EXTRON ENGINEERING OY	21
7 NYKYTILANNE	22
8 OHJELMISTON VALINTA	23
9 VERTEX OY JA PDM-RATKAISUT	24
9.1 Nimikkeistön luonti, jaottelu ja käyttö	25
9.2 Käyttöoikeudet, tiedonkulku ja muutosten käsittely	27
9.3 Dokumenttiarkisto	28
9.4 Katselutiedostot	29
9.5 Tuoterakenne	29
10. PDM- JA ERP-INTEGROINTI	31
10.1 Vertex EDM -linkitys Nova-taloushallinto-ohjelmaan	32
10.2 Toimintakaavio	32
11 PROJEKTIN KULKU PDM-JÄRJESTELMÄSSÄ	34
11.1 Projektin avaus ja dokumenttien luonti	34
11.2 Projektipäällikön tehtävät	36
11.3 Nimikkeen luonti	37
11.4 Nimikkeen liittäminen komponenttiin	38
11.5 Suunnittelu	40
12 PÄÄTELMÄT	41
LÄHTEET	42

LYHENTEIDEN JA MERKKIEN SELITYKSET

PDM	Product Data Management, Tuotetiedon hallinta
PLM	Product Lifecycle Management, Tuotteen elinkaaren hallinta
PIM	Product Information Management, Tuotteen informaation hallinta
TDM	Technical Data Management, Teknisen tiedon hallinta
TIM	Technical Information Management, Teknisen informaation hallinta
EDM	Engineering Data management, Suunnittelutiedon hallinta
MRP	Material/Manufacturing Resource Planning, Materiaali-/Valmistustiedon hallinta
ERP	Enterprise Resources Planning, Tuotannonohjaus/Resurssien hallinta
CAD	Computer Aided Design, Tietokoneavusteinen työkuvioiden piirtäminen tai kolmiulotteinen mallinnus
CAE	Computer Aided Engineering, Tietokoneavusteinen suunnittelu
CAM	Computer Aided Manufacturing, Tietokoneavusteinen valmistus
CIM	Computer Integrated Manufacturing, Tietokoneintegroitu valmistus
PC	Personal Computer
STEP	Standard for the Exchange of Product Model Data, Standardi ratkaisu tietokoneavusteisen suunnittelun, työsuunnittelun ja valmistuksen järjestelmien yhdistämiseen.
PDF	Portable Data Format, Kevennetty tiedostomalli
CSV	Comma Separated Values, ASCII tiedosto, jossa tiedot ovat erotettu puolipisteellä
ASCII	American Standard Code for Information Interchange, Amerikkalainen standardi 7-bittiselle, 128 koodipaikkaa sisältävälle merkistölle
2D	Kaksiulotteinen esitystapa, esimerkiksi piirustus (2Dimensional)
3D	Kolmiulotteinen esitystapa (3Dimensional)
XML	Extensible Markup Language, kieli jolla määritellään sovellusten rakenteellisia merkkäuskieliä
SGML	Standard Generalized Markup Language, XML:n edeltäjä
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol, usean tietoverkkoprotokollan yhdistelmä, jota käytetään Internet-liikennöinnissä
BPR	Business Process Reengineering, Liiketoimintojen uudelleen suunnittelua ja tehostamista tietotekniikan avulla
ISO	International Organization for Standardization, Kansainvälinen standardointi organisaatio

JOHDANTO /1, s. 9–14; 2, s.1-14; 3, s.1-28/

Tämän tutkintotyön tavoite on luoda Extron Engineering Oy:hyn tuotetiedonhallinta-järjestelmä, joka toimii projektivetoisen toimintaympäristön tukipilarina. Integroimalla tuotetiedonhallinta olemassa olevaan toiminnanohjausjärjestelmään, saadaan luotua koko yrityksen kattava strategia tiedonhallintaan ja projektien läpiviemiseen.

Product Data Management (PDM) eli tuotetiedon hallinta on nimitys prosessille, jolla hallitaan kaikkea yrityksen projekteihin ja tuotteisiin liittyvää tietoa. Tiedon hallinta on ongelma jokaisella teollisuuden alalla. Pyrittäessä kustannustehokkaaseen toimintaan on nämä toimintatavat määriteltävä ja niitä on pyrittävä kehittämään tilanteen mukaan. Kilpailun kiristyminen on johtanut siihen, että yritykset pyrkivät mahdollisimman lyhyeen markkinoille saanti (time to market) -aikaan ja tuotteiden monimutkaistuminen yhteen tuotteeseen liittyvien ihmisten määrän kasvuun. Tästä kaikesta on saanut alkunsa simultaanisuunnittelun ajatus, jossa projektiin osallistuu alusta asti osajia koko tuotteen kehityskaarelta suunnittelusta valmistukseen ja aina huollon ja ylläpidon ammattilaisiin asti.

Tuotetiedonhallintajärjestelmä antaa mahdollisuudet simultaanisuunnittelun hyötyjen maksimointiin, kun kaikki suunnittelutieto ja muukin projekteihin ja tuotteisiin liittyvä tieto on yhdessä paikassa ja kaikkien osapuolien käytettävissä. Toisin sanoen jo kerran tehtyä työtä ja luotua informaatiota tulee voida hyödyntää yhä uudestaan ajasta, paikasta ja ”tiedon omistajasta” riippumatta. Nykypäivän liiketoiminnan laaja verkostoituminen on johtanut siihen, että monimutkainen tuote syntyy usean eri yrityksen yhteistyönä. Yhteistyö ei ole saumatonta ja tiedonkulku on hidasta ja raskasta, varsinkin jos tiedonhallintaan liittyviä asioita ei ole mietitty. Yrityksellä ei tällöin ole juurikaan mahdollisuuksia toimia ja selviytyä globaaleilla, tiukasti kilpailuilla markkinoilla.

Nykypäivänä ei enää riitä pelkkä tuotetiedon hallinta, vaan tietoa on kyettävä käyttämään myös yrityksen muissa toiminnoissa. Tieto olisi saatava siirtymään eri ohjelmistojen, osastojen ja jopa yhtiöiden välillä ilman välikäsiä ja manuaalista työtä. Tuotetiedonhallinnan ja toiminnanohjauksen linkittäminen ja yhdistäminen saattavat auttaa yritystä menestymään. Nykyään suurin osa tiedosta tuotetaan ja tallennetaan jo valmiiksi sähköisessä muodossa. Se mahdollistaa tuotetiedon hallintaan tarkoitetun ohjelmiston käyttöönoton lähes joka yrityksessä. Integroimalla järjestelmät yhteen saadaan hallittua samalla tuotteen kustannuksia, omaa varastoa ja koko yritykseen saadaan aikaan johdonmukainen toimintatapa informaation käsittelyssä. Näin voidaan selvästi vähentää virheitä ja lyhentää tuotteiden markkinoille saanti -aikaa.

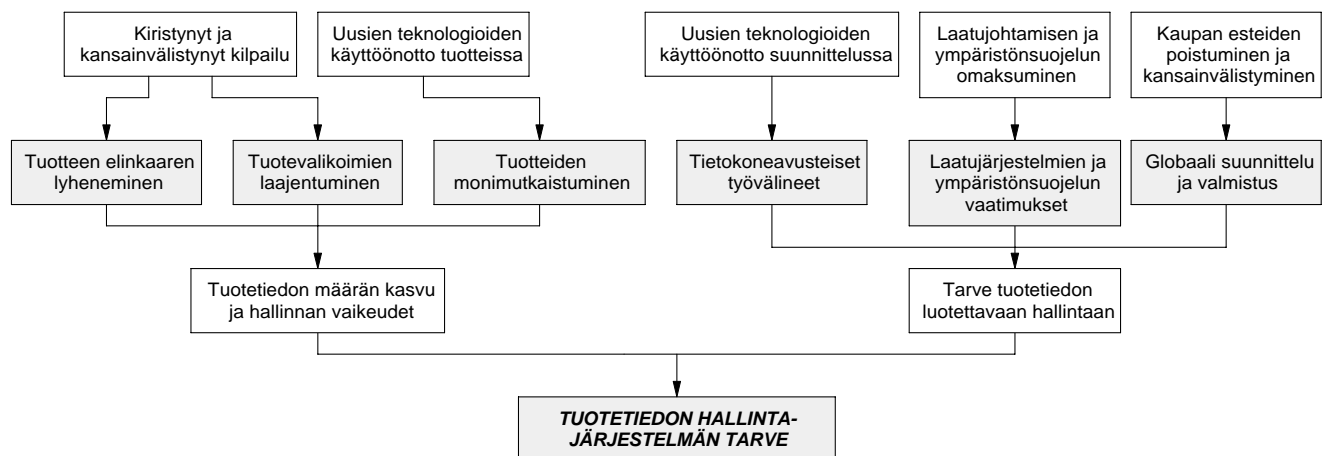
PDM-järjestelmän käyttöönotto on laajamittainen projekti, joka kestää useista kuukausista vuosiin. Projektin vaikutukset heijastuvat heti lähes koko yrityksen toimintoihin, mutta tulokset näkyvät vasta tulevaisuudessa. Järjestelmän hienosäätö jatkuu yrityksen koko olemassaolon ajan ja vaatii osaavien ihmisten sitoutumisen järjestelmän tehokkaan käytön takaamiseksi. Projektin alussa haastateltiin yrityksen työntekijöitä, jotta saatiin selville päivittäiset ongelmatilanteet. Tämän jälkeen valittiin järjestelmäksi Vertex Systems Oy:n ohjelmisto ja tutustuttiin sen ominaisuuksiin ja mahdollisuuksiin koekäyttöversion avulla.

2 PDM:N HISTORIA /3, s. 1-6; 7, s.22; 12, s.4-15; 13, s.1-6; 15/

Tuotetiedon hallintaa on ollut yrityksissä yhtä kauan kuin suunnitteluakin. Piirustuslaudalla työskenneltäessä käytettiin erilaisia koodausjärjestelmiä, jotta mappeihin arkistoidut piirustukset saatettiin myöhemmin löytää. Koodi sisälsi usein tietoa muodosta, materiaalista, koosta ja valmistusmenetelmästä. A. Peren Koneenpiirustus 2 -kirjassa on jo vuonna 1974 ohjeita tuotetiedon hallintaan.

1980 luvulla, kun tietokoneavusteinen suunnittelu (CAD) kehittyi ja henkilökohtaiset työasemat alkoivat korvata piirustuslautoja tekivät yritykset omia ohjelmia tiedonhallintaa helpottamaan. Ensimmäinen valmiina ostettava ohjelma Electronic Data Library tuli Control Data Corporationilta 1980-luvun alkupuolella. PC vallankumouksen myötä kasvoi tiedon määrä moninkertaiseksi muuttuen samalla digitaalseksi. Tiedon hallinta vaikeutui ja varsinkin suunnitelmien uusimpien versioiden hallinta ja löytäminen muuttui haasteelliseksi. Avuksi riensivät useat ohjelmistotalot tuomalla markkinoilla CAD-tiedostojen hallintaan tehtyjä ohjelmia. CAD-ohjelmistojen tuottajat olivat jo tietoisia asiakkaidensa ongelmista ja liittivät nopeasti dokumenttien hallintatyökalut myös omiin ohjelmistoihinsa.

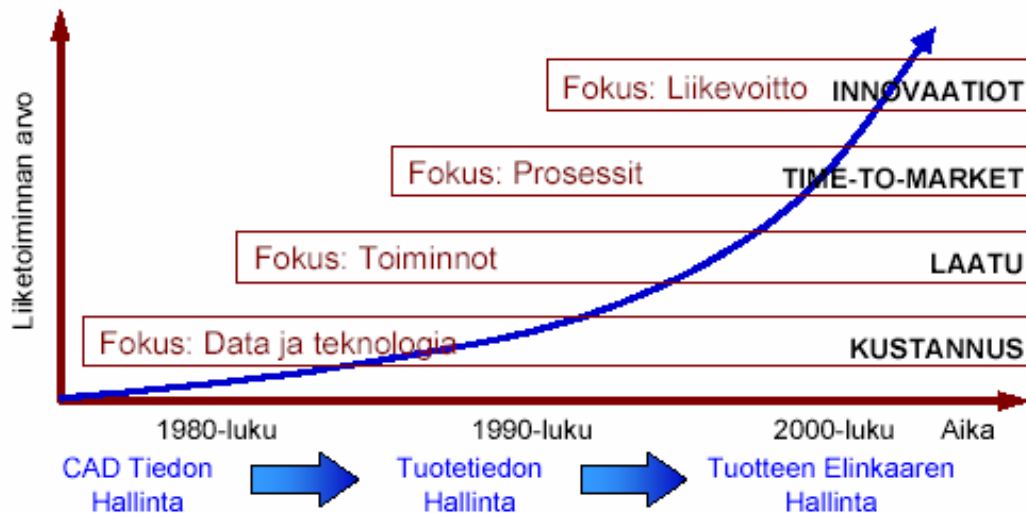
Tuotetiedon hallintaan tarkoitettut työkalut koskivat alkuun vain CAD-dokumentteja ja olivat usein vain suunnittelutiimien käytössä. Melko nopeasti 90-luvulla tiedonhallintatyökalujen käyttö kuitenkin laajeni eri osastoille teollisuuden uusien tarpeiden mukaan. Haluttiin seurata työn kulkua, *work flow*'ta läpi koko yrityksen ja jakaa tietoa organisaatorajojen ulkopuolellekin. Uusien ominaisuuksien ja käyttötarkoitusten mukana tuli suuri joukko uusia toimintatapoja ja niitä kuvaavia termejä; Product Information Management (PIM), Technical Data Management (TDM) ja Technical Information Management (TIM) olivat termejä, jotka kaikki kuvasivat tiedonhallinnan eri osa-alueita. Teollisuuden vaatimuksia järjestelmien kehittämisen takana on esitetty kuvassa 1. PDM-termi kuitenkin vakiintui käyttöön tarkoittamaan järjestelmää, joka koski tuotteeseen liittyvän digitaalisen informaation käsittelyä.



Kuva 1 Vaatimukset Tuotetiedonhallinta ohjelmistojen takana /6 , s.14/.

Myöhemmin PDM-käsite on laajentunut koskemaan tuotteen koko elinkaaren hallintaa, suunnittelusta toteutukseen, huoltoon ja valmistamisen lopetukseen. Nykyisin onkin alettu

puhua tuotteen elinkaaren hallinnasta Product lifecycle managementistä (PLM). Tällöin järjestelmässä on käytössä useita eri ohjelmia, joita on intergroitu toimimaan yhdessä osittain tai kokonaan. Tarkoituksena on hallita tuotteen koko elinkaaren asiat, tuotekehityksestä suunnitteluun, valmistuksen aloittamisesta, tuotannon järjestämiseen ja uudistamiseen ja aina tuotteiden jätehuollon ja kierrätysasioiden hoitamiseen asti. Nykyään tuotteiden täytyy olla innovatiivisia, oikeaan aikaan markkinoituja, laadukkaita ja halpoja. PDM-ohjelmistot ovat kehittyneet vuosien saatossa täyttämään kaikkien näiden ominaisuuksien suunnittelutyöhön ja tiedonhallintaan aiheuttamat vaatimukset. Ohjelmien kehitystä vuosikymmenien kuluessa valottaa kuva 2.

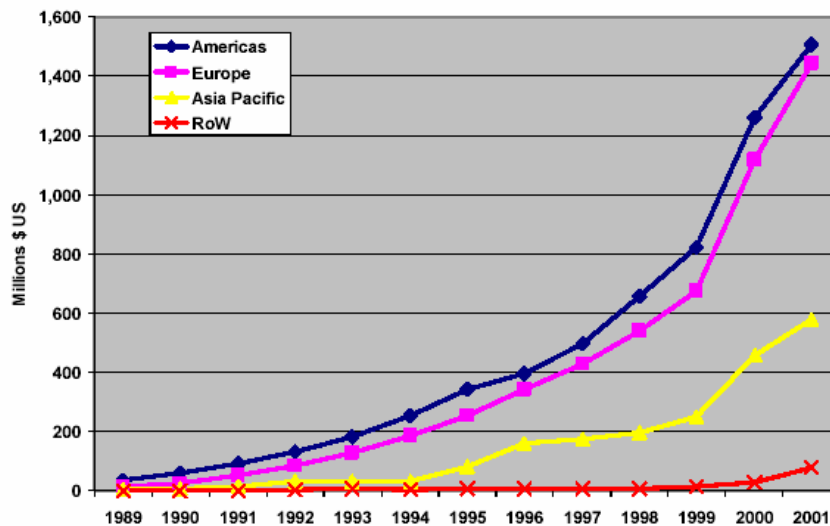


Kuva 2 Ohjelmistojen fokuksen muutos vuosikymmenten aikana

Ensimmäisenä käyttötarkoituksena PDM-ohjelmilla oli vain seurata ja leikata kustannuksia nopeamman, automaattisen tietojenkäsittelyn avulla. Seuraavaksi 90-luvun alussa painopiste siirtyi kohti laadunparantamista. Tämä ei tarkoittanut sitä että kustannustehokkuus unohdettiin, vaan se oli jo oletuksena kaiken pohjalla. Ratkaisuna kehitettiin simultaanisuunnittelun ajatusta. Ratkaisemalla ongelmat jo suunnittelupöydällä ja tuotekehityspalaverissa kaikkien tuotteeseen liittyvien ihmisten kesken ja välttämällä näin virheitä myöhemässä vaiheessa säästettiin aikaa ja rahaa. Samalla saatiin aikaan kokonaisuudeltaan laadukkaampia tuotteita. Tämä vaati tiedon tallentamisen ja ennen kaikkea sen etsimisen ja jakamisen kehittämistä.

Seuraavaksi 90-luvun lopulla markkinoiden painostuksessa yritykset pyrkivät edelleen lyhentämään tuotteidensa markkinoille saanti aikaa, kustannustehokkuuden ja laadun kuitenkin kärsimättä. Ongelmaan auttoi keskittyminen todella toimivan tiedonhallintaympäristön kehittämiseen, jossa tietoa saatiin jaettua luotettavasti ja nopeasti hyvin erilaisten ihmisten, ohjelmistojen ja yritysten välillä. Internet-pohjaisen tekniikan yleistymisen oli vastaus tiedonsiirron ja jakelun ongelmiin. Tämän kehityksen pohjalta voidaan nykyisin keskittyä luomaan innovatiivisia tuotteita yhä nopeammalla aikataululla.

Markkinoilla on järjestelmiä, joissa on erittäin kattavat tiedonhallintatyökalut mutta joiden käyttöönotto on kuitenkin suhteellisen helppoa. Näin ollen sijoitetulle pääomalle saadaan nopeasti vastinetta. Näiden uusien halpojen ja helposti käyttöön otettavien järjestelmien ansiosta ala jatkaa kasvuaan ja houkuttelee käyttäjiksi pieniä ja keskikokoisia yrityksiä. CIMdatan tutkimuksen tuloksista tehty kuvaaja(kuva 3) esittää PLM-järjestelmiä myyvien yritysten geologisesti jakautuneen tuloksen 80-luvun lopusta vuoteen 2001. Taulukon mukaan Amerikassa ja Euroopassa PLM-järjestelmien volyymit olivat jo vuonna 2001 suunnilleen samalla tasolla. Japani on ollut Aasian alueen veturi PLM-markkinoilla, mutta kasvu on ollut huomattavasti hitaampaa. Alueelle odotetaan kuitenkin räjähdysmäistä kasvua lähes jokaiselle teollisuuden alalle, joten kasvua tapahtuu vääjäämättä myös PLM-markkinoilla. Kuten kuvaaja kertoo, muualla maailmassa on vielä paljon varaa kasvuun.



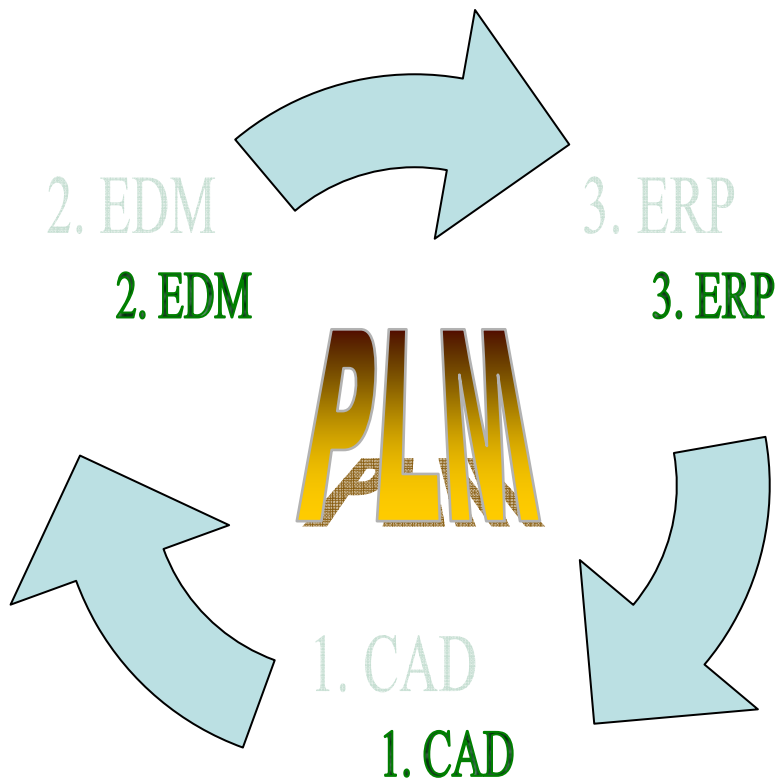
Kuva 3 PLM-järjestelmätoimittajien tulojen geologinen jakautuminen

Amerikan segmenttiin kuuluvat USA ja Kanada sekä kaikki Keski- ja Etelä-Amerikan maat. USA:n osuus on huomattavasti muita suurempi. Eurooppa-segmentti koostuu suurimmaksi osaksi EU maista ja Asia-Pacific-alueeseen on otettu mukaan Aasian ja Tyynenmeren valtiot. Muualla maailmassa ei kehitys ole vielä edennyt tietotekniikan alalla riittävän pitkälle, jotta PLM-järjestelmien käyttöönotolle olisi edellytyksiä.

3 PDM-JÄRJESTELMIEN RAKENNE

/1, s.105-106 ; 2, s.17-48; 7, s.22-30; 3, s.19-22/

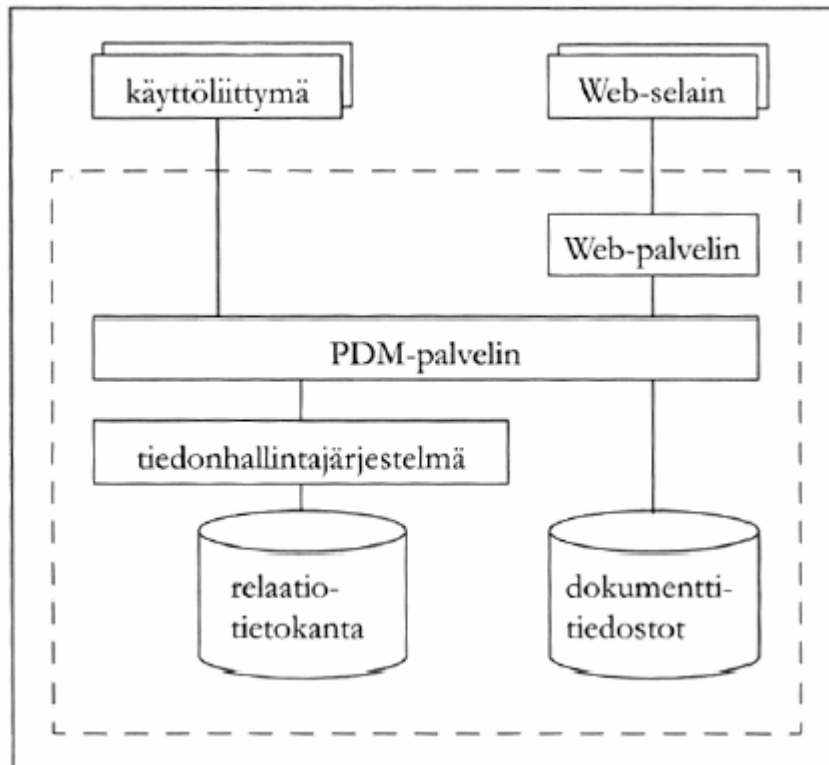
Perinteinen PDM-järjestelmä käsittelee lähinnä tuotesuunnittelun CAD-ohjelmilla tuottamaa tietoa. Tilaus- ja toimitusprosessin tietoa on myös mahdollista käsitellä ja siirtää linkitettyjen ohjelmien välillä, jolloin on mahdollista tallentaa ja käyttää hinta- ja kustannustietoja jo suunnittelussa. Näitä kustannustietoja hallitaan ja käytetään pääasiassa toiminnanohjaus- eli Enterprise Resource Planning (ERP) tai taloushallinto-ohjelmiston puolella. Tyypillisesti PLM-järjestelmissä yhdistetään juuri CAD-,PDM- ja ERP-ohjelmat (kuva4). Parhaimmillaan järjestelmä on koko yrityksen kattava tietojärjestelmä. Se luo toimintakehyksen projektien hoidolle ja antaa edellytykset laajalle tietotekniikan käytölle. Mahdollistamalla näin eri tietojärjestelmien ja automaatio-saarekkeiden integroimisen sekä tämän kokonaisuuden tehokkaan hallinnoimisen.



Kuva 4 tiedon kulku PLM-järjestelmässä

Lähes kaikki PDM-ohjelmistot toimivat saman periaatteen mukaan. Järjestelmän perusta on palvelin ja tietoverkko. Kaikki tuotetieto, jota suunnittelijat tai muu henkilökunta tuottaa, tallennetaan tähän palvelimen ”tietoholviin” tietokantamuodossa. Tieto siis tallentuu yhteen holviin josta käyttäjät sen helposti löytävät. Tiedon etsimistä, käyttämistä ja muuttamista käsitellään luvuissa 3.1—3.3.

Kuvassa 5 on esitetty pääpiirteittäin PDM-järjestelmän arkkitehtuurinen rakenne. Suuressa järjestelmässä saattaa olla useita paikallisia tiedostopalvelimia ja yksi keskuspalvelin jossa on tieto kaikkien dokumenttien sijainnista. Tuotetieto jaetaan määrittelytietoihin, elinkaaritietoihin ja metatietoihin. Määrittelytiedot käsittävät tuotteen yksikäsitteiset fyysiset ominaisuudet. Elinkaaritiedot taas liittyvät tuotteen yhteen ilmentymään ja tapahtumaan kuten suunnitteluun, valmistukseen, logistiikkaan tms. Metatiedolla tarkoitetaan dokumenttiin liittyvää tietoa sen luojasta, ajankohdasta, muutostiedoista jne. eli toisin sanoen tietoa tiedosta.



Kuva 5 PDM-järjestelmäarkkitehtuuri pääpiirteittäin /1, s.105/

PDM-järjestelmille sopivia käyttöjärjestelmäalustoja ovat tyypillisesti Windows NT -, Unix- ja Linux-järjestelmät. Verkkoratkaisun pohjana käytetään TCP/IP-protokollalla varustettua Ethernet-verkkoa. PDM-järjestelmää voidaan käyttää Internetin kautta tavallisella internetselaimella.

XML-dokumentit /1, s.96-103; 2, s.186; 3, s.234/

Tuotetiedonhallinnassa ongelmana on kehittää malli, joka esittäisi tarpeelliset käsitteet yleisessä ja ymmärrettävässä muodossa ja johon voidaan tallentaa liityntöjä toisiin malleihin. Useissa ohjelmistoissa nämä mallit on kirjoitettu Extensible Markup Language (XML) -muodossa. XML on yksinkertaistettu SGML-standardin alastandardi, josta on jätetty pois SGML:n monimutkaisimpia ja harvemmin tarvittavia rakenteita. XML-dokumentti toimivat yleensä myös SGML-dokumentteina. XML-dokumentti koostuu sisäkkäisistä elementeistä. Elementti koostuu alku- ja lopputunnisteista, joiden välissä on elementin sisältö. Elementti voi koostua toisista elementeistä tai merkkitiedosta, esimerkiksi kirjoitetusta tekstistä. Elementtien täytyy olla kokonaisuudessaan toistensa sisällä. XML:ssä eri dokumenteilla tai tiedon osilla voi olla keskenäisiä suhteita, jolloin tiedon etsiminen suuresta massasta on helppoa. XML-kieli muistuttaa hieman Internet-sivuissa käytettyä HTML-kieltä. Kuvassa 6 on pieni osa Extron Engineerissä tehdyn nimikkeiden luokituksen liittyvästä XML-dokumentista.

```

<CLASS FIELD="CLASS" NAME="MA" DESCR=" - Materiaalit">
  <CLASS FIELD="CLASS" NAME="PU" DESCR=" - Putket">
    <CLASS FIELD="CLASS" NAME="AP" DESCR=" - Ainesputket">
      </CLASS>
    <CLASS FIELD="CLASS" NAME="PP" DESCR=" - Putkipalkit">
      <CLASS FIELD="CLASS" NAME="NPP" DESCR="Nelioputkipalkki">
        <ATTRIBUTE NAME="NOTE" VALUE="" />
      </CLASS>
      <CLASS FIELD="CLASS" NAME="PPP" DESCR="Pyoreaputkipalkki,
pituussaumahitsattu">
        <ATTRIBUTE NAME="NOTE" VALUE="" />
      </CLASS>
      <CLASS FIELD="CLASS" NAME="SPP" DESCR="Suorakulmainen
putkipalkki">
        <ATTRIBUTE NAME="NOTE" VALUE="" />
      </CLASS>
    </CLASS>
    <CLASS FIELD="CLASS" NAME="OHSP" DESCR=" - Ohutseinaputket">
      </CLASS>
    <CLASS FIELD="CLASS" NAME="RSTH" DESCR=" - Ruostumattomat ja
Haponkestävät">
      </CLASS>
    </CLASS>
    <CLASS FIELD="CLASS" NAME="LE" DESCR=" - Levyt">
      <CLASS FIELD="CLASS" NAME="AISI" DESCR="Teraslevy,
ruostumaton/haponkestävä">
        <ATTRIBUTE NAME="NOTE" VALUE="" />
      </CLASS>
      <CLASS FIELD="CLASS" NAME="TLRT" DESCR="Teraslevy, rakenneteras">
        <ATTRIBUTE NAME="NOTE" VALUE="" />
      </CLASS>
    </CLASS>
  </CLASS>

```

Kuva 6 XML-dokumenttia materiaalinimikkeiden luokituksesta

Dokumentissa on varsinaisena tunnisteena ”MA” eli ”Materiaalit”, jotka on jaettu useaan luokkaan, joilla on omat nimensä ja tunnuksensa. Tunnisteiden < ja > välissä on sisältö, joka koostuu elementeistä nimi ja kuvaus.

3.1 **Nimikkeistö** /1, s.15-46; 2, s.15-46; 3, s. 12-13/

Tiedonhallinta tapahtuu nimikkeiden kautta. Tyypillisiä nimikkeitä ovat muun muassa materiaalit, komponentit ja järjestelmät, jotka muodostavat fyysisten nimikkeiden kokonaisuuden. Lisäksi yrityksen käyttämät palvelut, toiminnot ja sidosryhmät voivat olla nimikkeitä. Nimikkeistön laatimistapa ja luokittelu on aina yrityskohtainen. Tuotteisiin liittyy erilaisia nimikkeitä, joista komponentit ja osat muodostavat yhden osan. Muita tuotteisiin liitettäviä nimikkeitä ovat esimerkiksi ohjekirjat ja tuotteen pakkaukset jne. Jokaisella nimikkeellä tulee olla yksikäsitteinen tunniste eli nimikkeen koodi.

Tunnisteen lisäksi nimikkeillä on annettava jokin standardin mukainen kuvaus ja mahdollisesti vielä toinen tarkentava kuvaus. Nimikkeen tunniste voi olla luokitteleva tai ei-luokitteleva. Luokitteleva tunniste ilmaisee nimikkeen ominaisuuksia tai asemaa järjestelmässä. Ei-luokitteleva tunniste on vain esimerkiksi juokseva numerosarja. Tunniste on silloin täysin riippumaton nimikkeen ominaisuuksista tai luokittelusta. Nimikkeellä voi olla useita luokkia, joihin se kuuluu ja nimikkeen ominaisuuksia voi vapaasti muuttaa tunnisteen pysyessä ennallaan. Ei-luokitteleva jaottelu on suositellumpi vaihtoehto juuri tästä syystä. Käytettäessä esimerkiksi valmistajan koodia tunnisteena tulee ongelmia, kun valmistaja muuttaakin yhtäkkiä kooditustaan yrityskauppojen yhteydessä.

Jokaiselle nimikkeelle määritellään sen luomisvaiheessa niin paljon tietoja ja liityntöjä kuin mahdollista. Itse valmistettavien tai suunniteltavien osien kohdalla näitä tietoja voidaan lisätä ja päivittää projektin edetessä. Myöhemmin nimike tai dokumentti löytyy näillä tiedoilla ja luoduilla liitynnöillä käyttäjistä ja hänen lähtötiedoistaan tai sijainnistaan riippumatta.

Yrityksen järjestelmä sisältää yleensä valtavan joukon eri nimikkeitä, joista pitää tarpeen tullen pystyä poimimaan tarvittavat tiedot nopeasti ja kattavasti. Yrityksellä voi olla tarvetta esimerkiksi kaikkien paineilmaliittimien, hydraulikkaosien tai tietyn toimittajan toimittamien nimikkeiden listaamiselle. Tällainen tiedonhaku edellyttää nimikkeiden luokittelua järjestelmässä.

Kaikki tieto voi olla myös yhdessä sammiossa, mutta tällöin olisi annettava todella tarkat lähtötiedot, joka on projektivetoisessa ohjauksessa vaikeaa, sillä lähtötiedot projektin alussa saattavat olla melko mitättömät. Tällöin vasta avatun suunnitteludokumentin löytäminen voisi olla hankalaa puuttuvien tietojen takia. Nimikkeitä voidaan luokitella mielivaltaisesti tai attribuuttiperusteisesti. Näiden lisäksi nimikkeet voidaan luokitella erilaisiin hierarkisiin luokkiin esimerkiksi niiden koon, värin, markkina-alueen tai materiaalin perusteella.

Nimikkeet tulee luokitella siten, että ne muodostavat mielekkään kokonaisuuden ja parantavat nimikkeiden käytettävyyttä. Luokittelu ei saa olla liian tarkka ja monitasoinen, sillä se tekee järjestelmästä helposti kankean ja tiedostojen etsiminen alkaa muistuttaa vanhaa tiedostonhallinnan kansiodien selaamista.

3.2 Käyttöoikeudet, varauskäsitteily ja muutosten hallinta

/1, s. 97-103; 2, s.71-78/

Käyttöoikeuksia voidaan luoda ryhminä tai yksityisesti. Ryhmien ja henkilökohtaisia käyttöoikeuksia luomalla voidaan rajoittaa tietoa vain esimerkiksi johdon käyttöön ja suunnittelutieto lukita vain suunnitteluosaston muutettavaksi. Näillä oikeuksilla määritetään myös, kenen on tarpeellista tietää tietyn tuotteen, osan tai projektiin kohdistuvista muutoksista. Tietyllä tuotteella saattaa olla useita liityntöjä ja se koostuu useasta osasta. Näin ollen osaan tehty muutos saattaa vaikuttaa useaan eri dokumenttiin. Näitä muutoksia pyritään hoitamaan muutosilmoitusten, muutosehdotusten ja muutospyyntöjen avulla. Jos osasta tulee monta muutospyyntöä, tehdään muutosehdotus. Muutoksesta neuvotellaan ja mietitään, onko se mielekäs. Päätöksen jälkeen tehdään ilmoitus asiasta kaikille niille tahoille, joita mahdollinen muutos koskee.

Varauskäsitteilyllä vältytään päällekkäisten muutosten tekemiseltä samaan dokumenttiin. Yksittäinen käyttäjä voi varata tietoholvista itselleen dokumentin, ehkä muuttaa sitä ja jälleen palauttaa sen järjestelmään. Sama dokumentti voi olla varattuna vain yhdelle käyttäjälle, ja kukaan muu ei voi silloin tehdä muutoksia dokumenttiin; vain katselu on samanaikaisesti sallittu. Jos dokumenttia muutetaan merkittävästi siitä voidaan tehdä uusi versio ja vanha alkuperäinen dokumentti jää elämään taustalle. Näin tiedetään aina, kuinka monta versiota dokumentista on, mikä on uusin versio ja esimerkiksi missä projektissa mitään versiota on käytetty.

3.3 Käyttöliittymä, tietoturva ja hakutoiminnot

Järjestelmien käyttöliittymissä on eroja, mutta nykyinen trendi on käyttää Internet-selain pohjaista käyttöliittymää, jolloin on helppo ottaa yhteys palvelimeen myös työmatkoilta tai kotoa. Jokainen käyttäjä kirjautuu järjestelmään aina omilla tunnuksillaan. Näin kaikissa dokumenteissa on aina yhtenä liityntänä tiedon tuottaja. Ongelmana olleet tietoturva-asiat on ratkaistu melko hyvin TCP/IP-protokollaperheen tiedonsiirtopalveluilla. TCP tarjoaa luotettavan ja virheenkorjaavan kuljetusyhteyden ja IP huolehtii viestien reitityksestä kohdeosoitteisiin. Tässä työssä ei tiedonsiirto- ja turvallisuus-ongelmiin paneuduta asian laajuuden takia. Niistä voi lukea enemmän esimerkiksi William Stallings:n teoksesta, Network Security Essentials, Applications and Standards. Prentice Hall. New Jersey. 2000. 366 s. /16/.

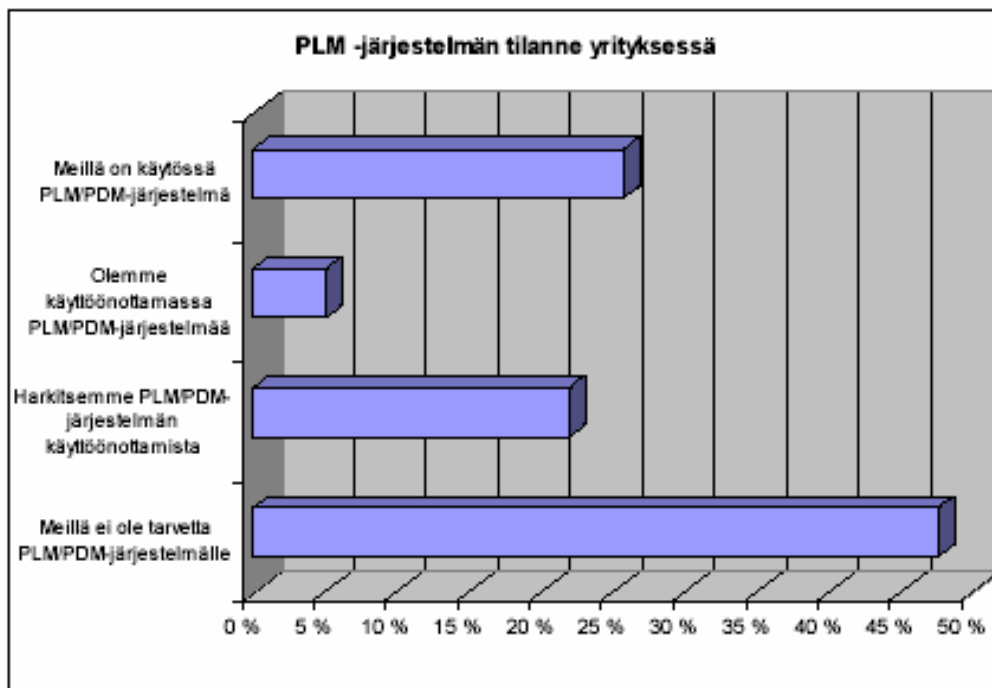
Hakukriteereinä voidaan yleensä käyttää kaikkia tiedostolle tai nimikkeelle annettuja tietoja: tekijää, aikaa, tilaa, kuvausta tai kuvauksen osaa, luokitetta jne. Tämä tietokantapohjaisuuden hyöty on eräs suurimmista eduista verrattuna normaaliin Windows-pohjaiseen kansiorakenteeseen. Jokainen käyttäjä voi hakea sijainnistaan riippumatta, kenen tahansa luomaa tietoa. Tämä mahdollisuus vähentää tiedon etsimiseen kuluvaa aikaa radikaalisti.

4 PDM:N TULEVAISUUS

Valtaosa pienistä ja keskisuurista yrityksistä maailmalla, joilla vielä ei ole PDM-järjestelmää, on suunnitellut sellaisen hankkimista. Tämä käy ilmi riippumattoman tutkimuskeskuksen CIMdata Inc:n tutkimuksesta. Tietotekniikan kehittyessä, ja sen tuomien mahdollisuuksien ollessa yhä useamman ihmisen tavoitettavissa, näyttää myös PDM-järjestelmien tulevaisuus hyvältä. Ohjelmien kehitys on intensiivistä ja uusia yrittäjiä tulee alalle lisää nopealla tahdilla. Tämä kehitys hyödyttää ennen kaikkea ohjelmistoja käyttävää teollisuutta. Ohjelmista saadaan kehityksen myötä kattavampia ja niistä luodaan eri aloille suunnattuja räätälöityjä ratkaisuja. Suurien ohjelmistotalojen liittyessä mukaan saadaan tulevaisuudessa myös selvät standardit mm. tiedonsiirtoon ja näin voidaan liittää eri valmistajien ohjelmia vaivattomammin toisiinsa. /12/

4.1 PDM Suomessa /12;13/

Kotimaisen Valokynä-lehden tutkimuksen mukaan kolmekymmentä prosenttia kotimaisista yrityksistä on ottanut tai ottamassa käyttöön PDM/PLM-järjestelmää(kuva7). Tutkimus kuitenkin osoittaa myös, että lähes 50% vastanneista yrityksistä ei mielestään tarvitse PDM-järjestelmää(kuva7). Tarkempaa analysointia vaatii lehden mukaan se, miksi 50%:a vastanneista on tätä mieltä.



Kuva 7 PDM-järjestelmien tilanne ja tarve Suomessa /11, s.39/

On siis selvästi huomattu, kuinka paljon hyötyä hyvin rakennetusta tiedon hallinnasta saadaan, mutta laajalla sektorilla ei ole vielä ymmärretty ettei ilman sitä tulevaisuudessa ehkä edes voida toimia tai ainakaan menestyä kovassa kilpailussa. Tutkimukseen vastanneiden käytössä olevat yleisimmät järjestelmät ovat Aton tai MST9000(yht. 35%) ja eMatrix (yli 30 %) kotimaisen Vertex Systemsin markkinaosuuden ollessa noin kuusi prosenttia.

PLM-järjestelmään on lähes aina integroitu CAD-ohjelma ja yli puolella vastaajista sekä ERP- että toimistonsovellukset. Yllättävää on, että suurin osa vastaajista ei tutkimuksen mukaan käytä järjestelmää muutosten hallintaan, mutta käyttää sitä kuitenkin versioiden hallintaan. Kuusikymmentäkaksi prosenttia vastaajien järjestelmistä on vain oman yrityksen henkilöstön käytössä, eikä esim. alihankkijoilla ole niihin yhteyttä. Kehitys- ja ongelma-alueena integraatio asiat nähdään vaikeimpana. Käytön laajentaminen ja muutoksien hallinta ovat kehityskohteista seuraavaksi tärkeimmät.

4.2 Tiedonsiirto ja standardit /1, s.93-114/

Nykyään kattava PDM-järjestelmä on melko monimutkainen rakennelma monien eri yritysten kehittämistä ohjelmistosovelluksista, ja näiden ohjelmien välinen tiedonsiirto on usein tiedon hallinnan suurin pullonkaula. Ohjelmat ja ohjelmistot ovat kehittyneet omiksi kokonaisuuksikseen ja näiden kokonaisuuksien välille on vaikea luoda tietojen keskinäistä yhteyttä. Ohjelmistotalot ovat aloittaneet kehittämään työkaluja, joilla eri valmistajien PLM-ohjelmistot saadaan aiempaa yhteensopivammiksi.

ISO 10303 –standardi, the Standard for the Exchange of Product Model Data eli lyhyesti STEP on ratkaisu ehdotus CAD-,CAM- ja CAE-järjestelmien yhdistämiseen ja pidemmällä tähtäimellä koko tuotteen elinkaaren hallintaan. STEP yrittää standardoita tallennusmuodot ja tiedonsiirtoon käytettävät tiedostomuodot sekä protokollat, jotta tulevaisuudessa ohjelmien rajapintojen ylittäminen olisi helpompaa. Tiedonsiirto-nopeudet kasvavat koko ajan ja kohta saavutetaan sellainen taso, jotta suuretkin asiakokonaisuudet saadaan tarvittaessa liikkumaan riittävällä nopeudella vaikka mantereiden välillä.

Yksi merkittävä tuotetiedonhallintaan liittyvistä hankkeista on RosettaNet, jossa kehitetään satojen yritysten voimin elektronisen liiketoiminnan standardeja. Yhteistyöyritykset koostuvat tällä hetkellä suurelta osin informaatioteknologian, elektroniikan ja telekommunikaatioalan yrityksistä. Nokia Oy on luonnollisesti mukana hankkeessa.

RosettaNet on voittoa tavoittelematon yhteenliittymä, jonka tavoitteena on toteuttaa koko teollisuuden alan kattava sähköisen liiketoiminnan apuvälineistö, mikä kattaisi kaikki toimitusketjun osapuolet maailmanlaajuisesti. Laajaan ja monipuolisen kehitystyön ja satojen yritysten sitoutumisen ansiosta RosettaNet takaa toimivuuden kyseisellä teollisuuden alalla. RosettaNet mahdollistaa maailmanlaajuisen toimitusverkon kehittämisen parannetun tiedonsiirron avulla.

Myös Microsoft Inc. on kiinnostunut uusista aluevaltauksista. Microsoft onkin perustanut yhteistyöhankkeen nimeltä Collaborative Product Development. Hankkeeseen kuuluvat suurista CAD-ohjelmista CATIA, Unigraphics ja AutoCAD-perhe. Microsoftin Officeen muut tuotteet ovat jo standardeja yrityksissä. Microsoftin tuotteet liittyen yhteiskäytettävyyteen Internetissä varmasti muuttavat markkinoita ja tuovat uusia tuotteita PLM-markkinoille.

Kasvavin markkinaalue PLM-järjestelmien käyttöönotossa tulevaisuudessa ovat keskisuuret yritykset. PLM-järjestelmät kehittyvät niin, että ne voidaan asentaa ja ottaa käyttöön aiempaa vaivattomammin, nopeammin ja huokeammin. Tämän vuoksi myös pienet ja keskisuuret yritykset soveltavat PLM-järjestelmiä yhä enemmän. PLM-markkinat olivat vuonna 2004 jo yhteensä lähes 4 000 miljoonaa euroa ja kasvavat varmasti seuraavina vuosina.

5 ERP–TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄT /7, s. 9-13; 20/

ERP-järjestelmät on kehitetty takaamaan luotettava ja reaaliaikainen tiedonhankinta modernissa tuotannossa sekä yrityksen muissa toiminnassa. Alkujaan toiminnanohjausjärjestelmät suunniteltiin teollisuutta varten. Sen jälkeen ne ovat kehittyneet paljon, ja niiden käyttö on laajentunut varastohallinnasta, materiaalihallinnasta ja valmistusresurssien hallinnasta laajempaan yritysten prosessien hallintaan, esimerkiksi tilaus- ja myyntiprosessien hallintaan, taloushallintaan, palkanlaskentaan ja henkilöstön hallintaan.

Nykyään ERP:n päämääränä on koota kaikki tarvittavat tiedot yrityksen toiminnasta ja luoda siten toimiva työkalu yrityksen johdolle toiminnan seuraamista sekä kehittämistä varten. ERP on kehitetty MRP (Material/Manufacturing Resource Planning) –sovellusten pohjalta, joissa toimintaperiaate on täysin ERP:tä vastaava, mutta niiden laajuus kattaa vain tuotannon tai materiaalivirtoja, kun ERP-järjestelmä kattaa tiedot toimitusketjuista, henkilöstöhallinnasta, asiakastiedoista, rahoituksesta ja kirjanpidosta. Järjestelmä yhdistää yrityksen erilaiset tietovirrat, jotka ovat ilman hallintajärjestelmiä olleet hyvinkin hajallaan yrityksessä ja vain tiettyjen ryhmittymien käytössä. Mitä laajempaa liiketoiminta on, sitä enemmän on myös järjestelmälle ja sen toimivuudelle asetettuja vaatimuksia sekä haasteita.

ERP-järjestelmien tavoitteena on siis yrityksen tietojen mahdollisimman kattava hallinta. Siten myös tuotetiedonhallintaa voidaan pitää osana ERP-järjestelmiä. Usein yrityksissä on kuitenkin erilliset ERP- sekä PDM-järjestelmät ja näiden järjestelmien työnjako on tärkeää tietojärjestelmiä suunniteltaessa. Toteutustavasta ja järjestelmien yhteneväisyydestä riippumatta järjestelmävaatimukset ovat kuitenkin tuotetiedonhallinnan osalta yhteneväiset.

5.1 ERP:n toimintakentät

PDM-järjestelmiä pidetään perinteisesti tuotetiedontuottajien, kuten suunnittelun ja varsinkin tuotekehityksen, pääjärjestelmänä. ERP toimii puolestaan tiedonkäyttäjien järjestelmänä. Nykyinen kehitys on yhdistää ERP- ja PDM--ohjelmistot jolloin voidaan puhua yhdistetystä toiminnanohjausjärjestelmästä. ERP-ohjelmistojen toiminnallisuus voidaan jakaa neljään päätyyppiin (kuva 7). Kaikki ohjelmat eivät tietenkään täytä jokaista näistä osa-alueista.

1. ERP-HR-alatyypin toiminnallisuus tukee organisaation henkilöstöresurssien hallintaa. Etäjohtamisen sekä etätyöskentelyn helpottamista varten toiminnanohjausjärjestelmien tämän alatyypin toiminnallisuuteen kuuluu myös sähköpostiohjelmisto, kalenteriohjelmisto ja videokonferenssiohjelmistoja.
2. ERP-OS-alatyypin toiminnallisuus on organisaation ulkoisiin tekijöihin painottunutta, tämän alatyypin toiminnallisuuteen kuuluu esimerkiksi tuki liiketoimintaympäristön muutoksien seurannalle ja tuote- sekä prosessisuunnittelulle.

Nykyisin käytössä olevat toiminnanohjausjärjestelmät eivät yleensä tue tarpeeksi tätä aluetta, mutta uudet versiot sisältävät vähitellen enemmän tätä toiminnallisuutta.

3. ERP-IP-alatyypin toiminnallisuuden painopiste on organisaation sisäisen toiminnan tehostamisessa ja hallinnassa, eli sisäisten prosessien tukemisessa. Nykyiset toiminnanohjausjärjestelmät tukevat kattavasti tämän alueen toiminnallisuutta. Ne sisältävät esimerkiksi tuotannonsuunnittelua, materiaalinhallintaa ja työkulunhallintaa (Workflow Management). Tämän alueen kehitteillä olevaa toiminnallisuutta ovat esimerkiksi tietovarastot (Data Warehouse).
4. ERP-RG-alatyypin painopiste on organisaation ulkoisiin yhteyksiin ja valvontaan liittyvään toiminnallisuuteen. Tämän alueen toiminnallisuudesta esimerkiksi ostojen ja myynnin hallinta, logistiikka, laadunhallinta sekä taloushallinto kuuluvat nykyisten toiminnanohjausjärjestelmien toiminnallisuuteen. Kehitteillä olevia tämän alueen toiminnallisuuksia ovat asiakkuudenhallinta sekä sähköisen kaupankäynnin yritysten ja kuluttajien väliset ratkaisut. Tulevaisuudessa toiminnanohjausjärjestelmistä luodaan entistä joustavampia, jotta ne voivat paremmin vastata yritysten tarpeisiin. Suurin osa markkinoilla olevista ERP-järjestelmistä ovat jo komponenttimuotoisia. Yritys voi koota useista eri osista itselleen sopivan järjestelmäratkaisun ja ehkä jopa käyttää eri valmistajien komponentteja.

ERP capabilities: Human resource e-mail Calendar		New ERP capabilities: e-commerce (B2B) Management cockpit	
ERP-HR		ERP-OS	
ERP-IP		ERP-RG	
ERP capabilities: Controlling Investment controlling Materials management Production planning and control Project system Plant maintenance Master data Workflow Industry solutions	New ERP capabilities: Data warehouse APO	ERP capabilities: Financial accounting Sales and distribution Quality management Materials management (procurement)	New ERP capabilities: Management cockpit SCM and APO CRM e-commerce (B2C) Data warehouse

Kuva 8 ERP-ohjelmistojen jako toiminnallisuuden perusteella /10/

5.2 Nova CsPro

Nova-ohjelmistot ovat kotimaisia tuotteita, mutta nykyään yritys kuuluu pohjoismaiseen Visma ASA -konserniin. Nova C/S on pienten ja keskisuurten yritysten talous-, materiaali- ja henkilöstöhallinnon sekä tuotannonohjauksen kokonaisjärjestelmä. Nova-ohjelmat koostuvat useista eri ohjelmamoduuleista, jotka on integroitu toimimaan yhdessä. Ohjelmista voidaan koota yrityksen tarpeita vastaava kokonaisuus, jota voidaan vielä täydentää asiakaskohtaisilla muutoksilla.

Extron Engineering Oy:ssä Nova CsPro -ohjelmistolla hallitaan tällä hetkellä myynti- ja ostoreskontra, varastokirjanpito, asiakaskortisto, myyntitilaukset, ostotilaukset ja projektinhallinta projektin katelaskennan osalta. Tuntiseuranta ollaan juuri lisäämässä Novaan, jolloin voidaan kohdistaa suunnittelu- ja asennuskustannukset helpommin projekteille tai tuotteille. Novan käyttöä tehostetaan edelleen tulevaisuudessa. Projektinhallinta ja resurssienhallinta on tarkoitus siirtää hallittavaksi Nova-ohjelmalla lähitulevaisuudessa. Tämä vaatii henkilöstön käyttökoulutusta, jonka järjestämisestä on jo oltu yhteydessä Tampereen Microprojects Oy:öön, joka on Novan edustaja Pirkanmaalla.

Nova-ohjelman perustana on Microsoft SQL Server 2000. SQL Server on markkinoiden nopeimpia ja luotettavimpia tietokantoja, jonka skaalautuvuus eri käyttötarkoituksiin on erinomainen. SQL-tietokannan oli tarkoitus olla myös Vertex Engineering Data Management (EDM) -ohjelmiston perustana, jolloin ohjelmien keskinäinen tiedonsiirto olisi ollut huomattavasti yksinkertaisempi järjestää. Vertex Oy kuitenkin jostain tuntemattomasta syystä lopetti kyseisen tietokannan käytön.

Novan käyttö on ollut yrityksessä melko kirjavaa. Toimintatapojen yhtenäistämiseksi pidettiin projekti- ja talousosaston kanssa muutama palaveri joiden avulla saatiin yhteinäistettyä nykyisiä toimintamalleja. Uuden järjestelmän mukana tulee myös paljon muutoksia Novan käyttöön. Nämä muutokset vaativat tulevaisuudessa koulutusta, jotta tällä kertaa saadaan yhtenäiset tavat toimia alusta asti. Näissä tapaamisissa keskusteltiin myös Novan käyttöön liittyvistä ongelmista ja kerättiin niistä listaa läpikäytäväksi seuraavissa koulutustilaisuuksissa.

6 EXTRON ENGINEERING OY

Extron Engineering Oy on vuonna 1991 perustettu muoviteollisuuden koneita ja laitteita valmistava yritys, joka sijaitsee Toijalassa Lentilän teollisuusalueella. Yritys työllistää tällä hetkellä itse 25 henkilöä ja alihankkijoiden kautta päivittäin n. 50 henkilöä kokopäiväisesti. Päätuotteet ovat yksi- ja monikerrospuhalluskalvolinjat ja erilaiset putkilinjat. Yhtiön liikevaihto oli vuonna 2005 noin 10 milj. euroa.

Koneiden suunnittelu ja kokoonpano tapahtuu Toijalassa ja osien valmistus tehdään kokonaisuudessaan alihankintana. Oma sähkö- ja automaatio-osasto RT-Systems Oy sijaitsee myös Toijalassa ja on muuttamassa samoihin tiloihin viimeisen laajennuksen valmistuttua. Extron Engineering Oy kuuluu nykyisin KWH-konsernin KWH Pipe Technology Oy:öön, päätehtävänä on toimia KWH Pipe Oy:n vahvana tuotekehitysosastona ja laitevalmistajana.

Yrityksen avainhenkilöstöllä on 30 v:n kokemus muovitekniikan alalta. Yritys on perustamisestaan asti kasvanut tasaisesti koko ajan. Viime vuosina tahti on kiihtynyt ja yritys on lähes kaksinkertaistanut liikevaihtonsa kahtena viime vuotena. Uutta tuotanto- ja toimistotilaa valmistui vuonna 2002 yhteensä 600 m² ja keväällä 2005 valmistui uusi 600 m²:n varasto-/kokoonpanohalli. Toimistotilan laajennustyöt alkavat keväällä 2006.

7 NYKYTILANNE

Extron Engineering Oy on nopeasti kasvava yritys ja vanhat järjestelmät eivät enää riitä palvelemaan yrityksen tarpeita. Yrityksen projektijohtaja kuvasi yrityksen rakenteen olevan edelleen viiden hengen pienyrityksestä ja toiminnan olevan keskisuuren yrityksen liiketoimintaa 10 milj. euron liikevaihdolla. Suurimmat ongelmat ovat suuren tietomäärän hallinnassa, niin teknisen suunnittelutiedon kuin kaiken muunkin yrityksen sisällä ja sen kautta liikkuvan informaation. Yrityksen toimintastrategiaa ei ole siis onnistuttu päivittämään kasvun edellyttämälle tasolle. Yritykseen palkataan uusia työntekijöitä ja varsinkin heidän on mahdotonta löytää tietoa yrityksen sisällä. Ongelma on, että kaikki tieto on hajanaisesti sisäisen atk-verkon käyttäjien koneilla, ja dokumenttien sijainnista tai siällöstä ei ole tietoa kenelläkään muulla kuin sen luojalla, jos enää hänelläkään.

Energiaa sekä aikaa tuhlaantuu liikaa informaation etsimiseen ja useat työntekijät joutuvat pahimmassa tapauksessa tekemään saman työn useaan kertaan kun tieto ei ole kaikkien käytettävissä tai sitä ei enää kertakaikkiaan löydetä. Tomittaessa verkostossa, johon kuuluu paljon alihankkijoita ja tiedon haluisia asiakkaita, tulisi tiedonhallintaan ja sen kulkuun kiinnittää selvästi enemmän huomiota.

Teknillisen korkeakoulun tekemän Tiedonkulku muoviyritysverkostossa –tutkimuksen esiin tuomia ongelmia löytyy myös Extronista, vaikka yritys onkin muoviteollisuuden koneita ja laitteita eikä muovituotteita valmistava yritys. Tutkimuksessakin kävi selvästi ilmi, että muissakin yrityksissä vallitsee dokumenttien hallinnan kaaos ja tiedon kulun järjestäminen on tekemättömien asioiden listalla. /23/

Projektipäällikkö on henkilö joka tietää projektista eniten ja jolla yleensä on lähes kaikki projektia koskeva tieto ja dokumentaatio. Tämän kaiken tiedon jakaminenkin on kiireisen projektipäällikön tehtävä. Tieto liikkuu Extronissakin asiakkaiden ja alihankkijoiden välillä lähinnä sähköisessä muodossa, kuten myös yrityksen sisällä. Dokumentteja säilytetään yhteisellä intranet-kiintolevyllä, jolta tiedon löytyminen ei ole yksinkertaista suunnattoman tietomäärän ja huonon tiedonkulun takia.

Palaverimuistiot ovat ainoat dokumentit joista käy ilmi sovitut asiat ja tehdyt muutokset. Näidenkin dokumenttien tiedon jakaminen on projektipäällikön harteilla, joten virheitä tulee kiireen, vanhentuneen informaation ja väärinymmärrysten takia. Yrityksen koko ajan kasvaessa ongelmat kasvavat ja toiminta vaikeutuu entisestään. PDM-järjestelmän hankinta ja käyttöönotto on siis välttämättömyys. PDM-asia ollut yrityksessä esillä vuodesta 2002 asti, mutta kovan työtahdin keskellä ei kukaan ole ehtinyt paneutumaan asiaan riittävästi.

Kokoonpanojen valmistettavat osat tilataan nykyisin projektille ja muutamat ns. varastokomponentit tilataan projektinumerolle w99, joka kohdistaa ne varastoon. Varaston tilanne on tiedossa siis oikeastaan vain viimeisen inventaarion tarkkuudella. Tämän takia varastoon jää helposti seisomaan osia edellisistä projekteista.

8 OHJELMISTON VALINTA

Lähtökohdaksi otettiin oletus, että tuotetiedonhallinta saadaan järjestettyä markkinoilla valmiina olevilla ohjelmilla. Suurin mielenkiinto kohdistui Vertex Systems Oy:n ohjelmistojen kohtaan, sillä Extron Oy:ssä on käytetty Kvertex CAD -ohjelmaa jo 15 vuotta ja nyt oltiin siirtymässä Vertex G4 3D -suunnitteluohjelman käyttöön. Tiedettiin että Vertex on hetki sitten lanseerannut oman tuotetiedonhallintaohjelmiston liitettäväksi omiin CAD-ohjelmiinsa. Oltiin tietoisia, kuinka simultaanisuunnittelulla ja tuotteiden koko elinkaaren jatkuvalla tiedonkeruulla ja sen tiedon jäsentelyllä saadaan huomattavia etuja liiketoimintaan. Seuraavat tavoitteet nostettiin esiin:

- saada suunnittelutyötä juostavammaksi
- vähentää virheitä ja sitä kautta kustannuksia
- nopeuttaa projektien läpimenoaikaa
- asiakastyytyväisyyden parantaminen nopeammalla ja luotettavammalla palvelulla varsinkin huolto- ja varaosakaupan toimivuuden kautta.

Vertexin edustaja kävi esittelemässä yrityksen EDM-ohjelmistoa ja sen ominaisuuksia. Ohjelma vaikutti toimivalta, sen kotimaisuus siitä saatava käytön tuen ja käyttöönottoavun helppous vaikutti vahvasti päätökseen valita laajasta ohjelmistotarjonnasta Vertex EDM -ohjelma. Ohjelmistovalinnan jälkeen ryhdyttiin miettimään perusratkaisuja Extronin ongelmiin.

Ensimmäiseksi tutkittiin mahdollisuuksia suunnittelutyön yhtenäistämiseksi, sillä suunnittelutyössä on ollut kirjoja työtavoissa; eri suunnittelijat ovat saattaneet esimerkiksi käyttää samasta osasta eri termiä. Työkuvissa on ollut virheellisiä ja vanhoja materiaalimerkintöjä ja osaluettelot ovat olleet epätäydellisiä. Tiedonkulku on ollut hidasta ja epätäydellistä, jolloin syntyy valtavasti täysin turhia kustannuksia vain siksi, että viimeisin tieto ei ole kulkeutunut suunnittelijalle tai asentajalle asti. Extron Engineering Oy:n tarpeita yritettiin kartoittaa Vertex Oy:n kanssa yhteistuumin projektin alussa. Työ oli melko hankalaa, sillä Extronissa ei ollut ehditty selvittää mitä halutaan ja Vertex Oy:n into asiaan ei ollut kehuttava. Kesän ja syksyn 2005 aikana Extronissa oli kaiken lisäksi meneillään melko suuri puhalluskalvolinjaprojekti, joka verotti aikaa ja energiaa PDM-projektilta.

9 VERTEX OY JA PDM–RATKAISUT

Vertex Systems Oy on Tampereella sijaitseva kotimainen yritys, joka kehittää ja markkinoi ohjelmistotuotteita tekniseen suunnitteluun ja tiedonhallintaan. Vertex Oy on perustettu 1980 luvulla ja on perustamisestaan asti ollut vahva toimija kotimaisilla CAD-markkinoilla.

Yrityksen menestynyt, koneenpiirrustukseen tarkoitettu, KVERTEX ohjelma on ollut alan käytetyimpiä ohjelmia Suomessa. Nykyisin Vertex-ohjelmia löytyy myös talo-, keittiö-, laitos- ja sähkösuunnitteluun. Uusimmat ohjelmaversiot käyttävät yhteistä ns. Zodiac Core alustaa. Uuden alustan ansiosta suuri osa ohjelmien ominaisuuksista on yhteisiä. Näin ohjelmien ylläpito ja käyttö helpottuvat.

Koneenpiirrustus ja suunnittelutyö kaikkineen on siirtymässä 3D:hen. Vertex kehittää myös vahvasti omaa 3D mallintamiseen tarkoitettua G4 ohjelmistoaan. Sen uusin versio pyrkii entistä paremmin vastaamaan suunnittelijoiden tarpeisiin. Uusi G4 sisältää satoja suunnittelijan työtä nopeuttavia toimintoja ja pyrkii vastaamaan paremmin myös muotoilijoiden tarpeisiin.

Toinen tärkeä kehitysalue ovat PLM-ohjelmistot, joiden markkinat varmasti kasvavat tulevaisuudessa. Vertexiltä löytyy ohjelmat pelkkään dokumenttien hallintaan, suunnittelutiedon hallintaan ja myös laajempaan tuotteen elikaaren hallintaan.

Kansainvälisesti Vertex on pieni tekijä, mutta palvelee melko hyvin kotimaisia suunnittelutoimistoja. Myös Extronille oli tärkeää, että projektin aikana saadaan palvelua ja apua nopeasti, läheltä ja omalla kielellä.

9.1 Nimikkeistön luonti, jaottelu ja käyttö

Kuten muutkin PDM-ohjelmat perustuu Vertex EDM -ohjelmakin nimikkeiden käyttöön ja hallintaan. Nimikkeistöä luotaessa oli ensin ratkaistava sopiva luokitusaste vastaamaan yrityksen tarpeita. Luokituksen tarkoituksena on pääasiassa palvella suunnittelijoiden työtä. Luokitus muodostettiin erottamalla käytettävät materiaalit, itse suunniteltavat osat ja valmiina ostettavat komponentit. Näin helpotetaan nimikkeistön jäsentelyä ja nimikkeiden käyttöä suunnittelijoiden työssä. Nimikkeistön jaottelu esitetty kuvassa 9. Luomalla nimikkeistö materiaaleille ja valmiina ostettaville komponenteille, jota kaikki suunnittelijat käyttävät saadaan yhtenäinen ja ajantasalla oleva käytäntö materiaalimerkintöihin. Suunnittelija suunnittelee osan ja valitsee sille materiaalinimikkeen. Materiaalinimike näkyy työkuvasssa materiaalitietona. Materiaalinimikkeistöön lisätään helposti saatavilla olevat tai alihankkijoiden suosittelemat materiaalit. Näin minimoidaan suunnittelun virheitä ja leikataan kustannuksia.

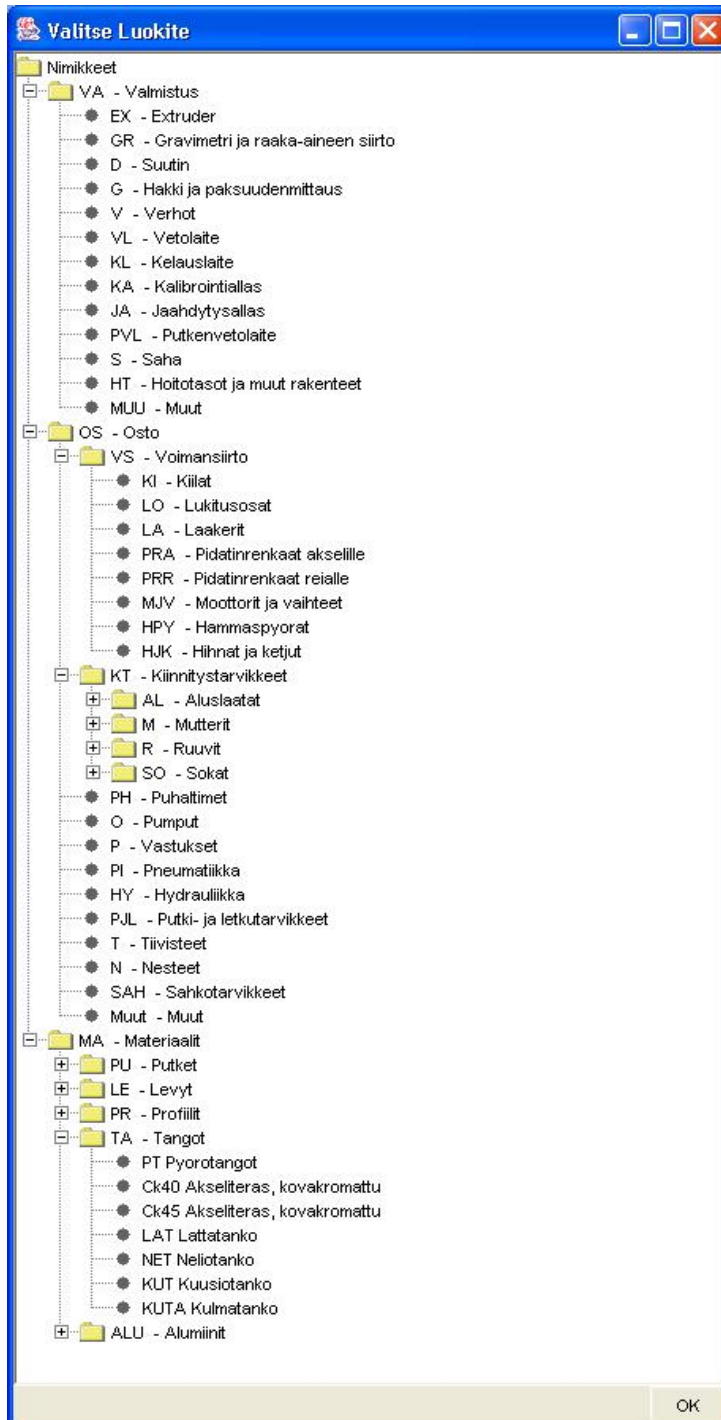
Käyttämällä ohjelmaan sisäänrakennettua sanakirjaa saadaan kaksi huomattavaa parannusta: käytettävien termien yhtenäistäminen ja mahdollisuus monikieliseen osaluetteloon. Osan tai laitteen nimeä ei siis kirjoiteta uudestaan ja uudestaan kuvauskenttään, vaan se luodaan kerran ja haetaan tämän jälkeen aina sanakirjasta. Näin toimittaessa tanko on aina englanniksi esimerkiksi shaft, eikä vuorotellen bar, axel, pole tai rod, suunnittelijan mukaan.

Komponenttiarkistoon kerätään, aina kun se on mahdollista, alihankkijoilta valmiit 3D-mallit ja niihin liitetään nimike. Nimikkeestä käy ilmi kaikki komponentin tiedot ja se kulkee aina komponentin mukana ja näin osaluetteloiden tiedot saadaan huomattavasti paikkansa pitävimmiksi ja turhat kirjoitusvirheet eliminoitua. Itse suunniteltaville osille luodaan nimikkeet, joille annetaan vastaavasti tiedot ja luodaan liittynät projektiin. Osalle luotavan nimikkeen tiedot näkyvät kokoonpanon osaluettelossa. Näin osaluetteloiden virheet saadaan minimoitua ja myöhemmin osaa tarkasteltaessa saadaan myös heti selville mistä osa kannattaa tilata, kuinka paljon se suunnilleen maksaa ja missä eri koneissa osaa on käytetty.

Linjojen koneilla sovitaan tietyt kokoonpanonumerot, jotka ovat samat projektin numeron vain muuttuessa. Projektinumerointi on muotoa w679, siis w ja juokseva numero. Esimerkiksi putkilinjan extruderin kokoonpanon numero on w679100 ja gravimetri ja raaka-aineesiirto w679300 jne. Tulevaisuudessa samat nimikkeet ovat käytössä myös ERP- ja taloushallinto-ohjelmistoissa, jolloin niiden kautta päästään käsiksi omakustannushintoihin ja voidaan seurata projektin kustannuksia sen eri vaiheissa. Tarkoitus on tulevaisuudessa tilata kaikki osat varastoon, josta ne poistetaan tuoterakenteiden mukaan eri koneille ja näin kulut kohdistuvat oikeille projekteille.

Nimikkeistöä luotiin jonkin verran valmiiksi ja se kasvaa suunnittelutyön edetessä. Nimikkeitä luovat vain suunnittelijat ja taloushallinnon ihmiset voivat lisätä niihin hinnan, toimittajan tai muuta vielä puuttuvaa tietoa. Projektin alussa järjestelmään siirrettiin CAD-ohjelman puolelta siellä valmiina olevien 3D-mallien nimikkeet yleisimpien ruuvien, muttereiden, sokkien jne. osalta.

Materiaaleista luotiin CSV-muotoisia listoja Excel-taulukkolaskentaohjelmaan, josta niitä saatettiin ajaa eräajona järjestelmään. Näin luotiin melko kattava lista perusrakennemateriaaleista kuten esim. putkipalkeista, latta- ja pyörötangoista sekä teräs- ja alumiinilevyistä. Tämä on huomattavasti nopeampaa kuin muutaman tuhannen nimikkeen luominen yksi kerrallaan käyttöliittymän kautta. Listoja voidaan myös tulevaisuudessa viedä CSV-muodossa exeliin, muokata siellä ja palauttaa takaisin järjestelmään. Itse koko luokituksen muuttaminenkin on näin mahdollista. Luokitejärjestelmä on XML-muotoista koodia, jonka muokkaaminen onnistuu melko kätevästi kokemattomaltakin henkilöltä.



Kuva 9 Nimikkeistön luokitus.

9.2 Käyttöoikeudet, tiedonkulku ja muutosten käsittely

Extronissa käyttöoikeuksia ei ollut tarpeen luoda kovin yksityiskohtaisesti. Päädyttiin ratkaisuun, jossa suunnitteludokumentit lukittiin vain suunnittelijoiksi luokiteltujen henkilöiden muutettaviksi. Toinen pääkäyttäjryhmä ovat ns. toimistotyöntekijät, joilla on oikeus dokumenttien luontiin, mutta vain katseluoikeus suunnittelun dokumentteihin. Ylimmälle johdolle luotiin oma käyttäjäryhmä vain heille tarpeellisten tietojen jakamista varten.

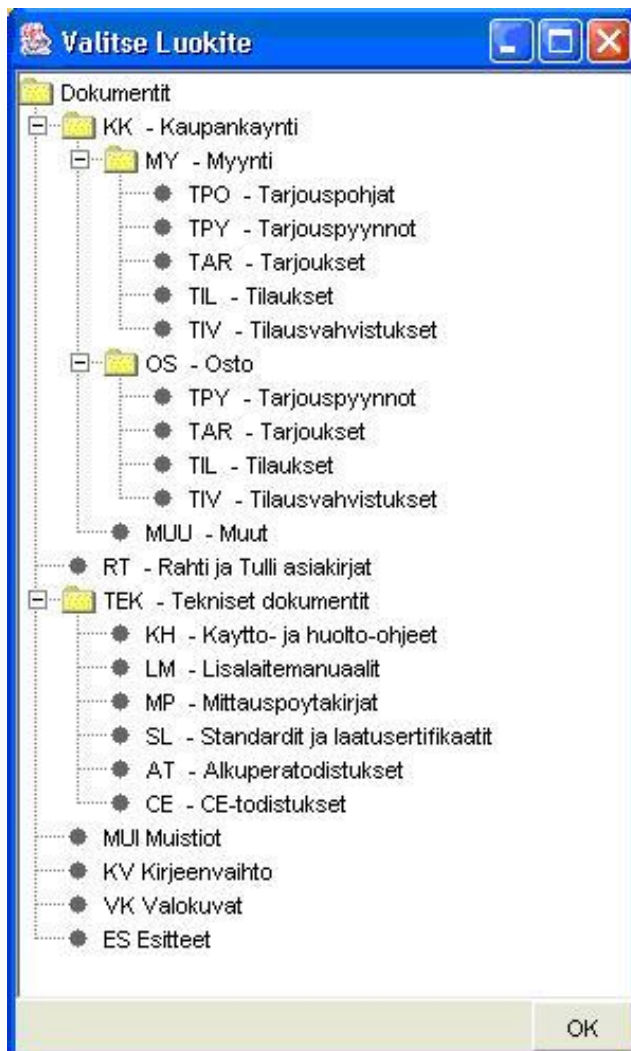
Alihankkijoille ja asiakkaille luotiin myös omat käyttäjäryhmät. Asiakkaille voidaan antaa katseluoikeus heitä koskeviin dokumentteihin, esim. suunnittelussa olevan linjan layout-piirustuksiin jne. Asiakas voi tehdä ehdotuksia ja tarkennuksia suunnittelun aikanakin. Tulevassa Vertex viewer -versiossa tulee olemaan ns. punakynäys toiminto, jolla voidaan piirustuksesta esim. ympyröidä jokin kohta ja kirjoittaa huomio tai muutosehdotus suoraan piirustukseen. Samaa toimintoa voi käyttää myös alihankkija, jos esim. valmistuskuvassa on epäselvyyttä tai mahdollisesti vaikka virheellinen toleranssi- tms. merkintä.

Tiedonkulku ja muutoksien hallinta helpottuu suunnattomasti, kun projektiin voidaan liittää kaikki kokouspöytäkirjat, muistiot, tarpeelliset sähköpostiviestiketjut, huolto- ja käyttöohjeet jne. Projektipäällikön työtaakka helpottuu hieman, kun hänen ei tarvitse erikseen huolehtia kaikesta tiedottamisesta. Lisätessään dokumentin projektiin, esimerkiksi kokouspöytäkirjan jossa on suunnitteluohjeita ja tarkennuksia tiettyyn osaan, tiedosta lähtee ilmoitus koko projektiryhmälle, tai vain listalta valituille henkilöille.

Muutostiedotteita voidaan jakaa vastaavalla tavalla. Muutoksista saadaan ensimmäisenä yleensä muutosehdotus, joka lähetetään projektiryhmälle. Projektiryhmä keskustelee aiheesta ja päättää kuinka muutos tehdään. Päätöksestä tehdään muutostiedote, joka jaetaan asianosaisille.

9.3 Dokumenttiarkisto

Yrityksen eri osastoilla tuotetaan laaja kirjo erilaisia dokumentteja suunnittelijoiden CAD-dokumenttien lisäksi; on paljon kaupankäyntiin liittyvää dokumentaatiota, kirjeenvaihtoa, huolto- ja käyttöohjeita sekä muuta teknistä dokumentaatiota. Dokumenttiarkistoon tallennetaan kaikilla eri sovelluksilla tuotetut dokumentit. Toiset liittyvät suoraan projekteihin ja osa ei liity niihin ollenkaan. Tämän vuoksi on hyvä luokitella dokumentit karkeasti helpottamaan niiden etsimistä ja käsittelyä tulevaisuudessa. Luokittelussa erotettiin kaupankäynti (kuva 10), tekninen dokumentaatio ja muu informaatio.



Kuva 10 Dokumenttien luokitus.

Tämä jako tuntui loogiselta suunnitteluosaston ja talousosaston tarpeiden perusteella. Tarkoituksena on saada tulevaisuudessa valmiit pohjat yleisimmille dokumentti-tyypeille, jolloin metatiedot voisi antaa EDM:n puolella, jonka jälkeen ohjelma avaisi automaattisesti valitun pohjan esim. Word-ohjelmaan. Tämä toteutus olisi tärkeä saada ensimmäisenä kaupankäynnin dokumentteihin, jolloin lähetetty myyntitarjous kirjautuisi välittömästi kaikkien nähtävälle ja siihen saataisiin yhdistettyä mahdollinen tilaus heti sen saapuessa.

Näin saataisiin projektinnumero auki ja koko projekti käyntiin samana hetkenä, kun tilaus on tehty. Tarjouksesta olisi käytävä ilmi tekninen spesifikaatio riittävän tarkasti, jotta sen pohjalta suunnittelutyö voisi alkaa heti. Dokumentin voi myös tehdä valmiiksi ja sen jälkeen viedä järjestelmään samalla täyttämällä sille tarvittavat tiedot ja luoden liitokset.

9.4 Katselutiedostot

Ohjelmistoon liitettiin lisäksi pdf-kääntäjä, joka tekee jokaisesta alkuperäistä dokumentista myös helposti käsiteltävän katselutiedoston. Näin tiedostoa voidaan jakaa tehokkaammin ja turvallisemmin. Katselutiedoston tarve tulee esiin varsinkin, jos henkilö joutuu muodostamaan yhteyden matkapuhelimen kautta, tiedonsiirron nopeuden ollessa rajoittava tekijä.

9.5 Tuoterakenne

Suunnittelutyössä osien mukana kulkevat nimikkeet muodostavat kokoonpanon osaluettelon, mutta näiden osien lisäksi tuoterakenteeseen kuuluvat vielä: ohjekirjoja, takuu- ja alkuperätodistuksia jne. Tuoterakennetta voi selata käyttöliittymän kautta ja tutkia esim. osien liityntöjä toisiin projekteihin. Kuvassa 11 on Vertex EDM käyttöliittymän näkymä erään kokoonpanon liittynöistä.

Osa Nro	Tunnus	Versio	Tila	Kuvaus	Kuvaus 2	Kpl	Muoto	Määrä	Yksikkö	Ehto
0	V1040	0	DRAFT	Runko	Putkenvetolaite PVL 300/2	1			kpl	
0	K1667	0	DRAFT	Aluslaatta	Aluslaatta	1	M20		kpl	
0	V1039	0	DRAFT	Kiinnike	Rungon lukitus	4	PL15x125x158		kpl	
1	V1090	0	DRAFT	Telaketjuvetolaite	Vetotelasto alempi	1			kpl	
2	V1082	0	DRAFT	Telaketjuvetolaite		1			kpl	
4	V1042	0	DRAFT	Peti (pitkä)		1			kpl	
5	V1043	0	DRAFT	Peti	Putkenvetolaite	1			kpl	
6	V1044	0	DRAFT	Akseli		2			kpl	
7	V1045	0	DRAFT	Korvake	Keinu	2			kpl	
8	V1046	0	DRAFT	Liukukisko		2			kpl	
9	V1047	0	DRAFT	Kiinnike 45	Sylinteri	2			kpl	
10	V1048	0	DRAFT	Kiinnike 91	Sylinteri	2			kpl	
11	V1049	0	DRAFT	Laakeripesä	Mittapyörä	1			kpl	
12	V1050	0	DRAFT	Yhdyskakseli		1			kpl	
13	V1051	0	DRAFT	Tunkin akseli	Käsiiveivi	1			kpl	
14	V1052	0	DRAFT	Säätökakseli	Ohjain rulla	2			kpl	
15	V1053	0	DRAFT	Tukirulla	Ohjainrulla	2			kpl	
16	V1054	0	DRAFT	Kannatin	Sähkökaapin tukirauta	2			kpl	
17	V1055	0	DRAFT	Etupaneeli	Painelma paneeli	1			kpl	
18	V1056	0	DRAFT	Suojaritilä	Sivusuojat	1			kpl	
19	V1057	0	DRAFT	Suojaritilä	Sivusuoja	1			kpl	
20	V1058	0	DRAFT	Suojaritilä	Sivusuoja	2			kpl	
58	K2158	0	DRAFT	Jäähdytyslaite	Seinäasenteinen jäähdytyslaite 500W	1			kpl	

Kuva 11. Nimikkeistä koostunut rakenne.

Tuoterakenne on tärkein asia projektin jälkihoidossa. Aftersales-osaston käytössä ja jäljitettävissä on oltava kaikki projektiin liittyvä tieto. Muuten varaosatoimitukset ovat erittäin vaikeita järjestää ja mahdollisesti luvatut määräaikaishuollot tai muut toimenpiteet voivat unohtua. Asiakkaan soittaessa yritykseen voidaan etsiä yritys muutaman ensimmäisen kirjaimen avulla. Yritykseen liittyvät projektit näkyvät heti yrityksen muiden tietojen kanssa. Projektin päänimikkeen liitynnöistä voidaan puumaista tuoterakennetta pitkin kulkea suoraan esimerkiksi rikkoutuneen laakerin nimikkeeseen ja nimikkeen tietojen perusteella tilata varaosa vielä saman puhelun aikana.

10. PDM- JA ERP-INTEGROINTI

/1, s.106-114; 2, s.61-69; 3, s.57-72; 18, s.1-9/

Yrityksissä on yleensä useita erilaisia tietojärjestelmiä eri tarpeisiin. CAD- ja ERP-ohjelmien lisäksi saattaa olla CAM-ohjelma, dokumentteja luovat Microsoft Office -ohjelmat, sähköpostiohjelmat ja erilaisia teollisuuden alaan liittyviä erikoisohjelmia. Perusajatuksena integroinnissa on saada kaksi tai useampia ohjelmia kommunikoimaan keskenään. Ohjelmat käyttävät useita eri ohjelmistokieliä ja toimivat toisistaan poikkeavissa ympäristöissä, joten niiden yhdistäminen vaatii usein joko manuaalista tiedonsiirtoa tai oman taustalla toimivan ohjelman. Automaattisesti toimivan integroinnin järjestäminen saattaa olla hyvinkin haastava tehtävä käytössä olevista ohjelmista riippuen. Vaikka työ vaatisikin paljon resursseja, se yleensä kannattaa. CIMdatan tutkimuksen mukaan yhdistämällä PDM:n ja ERP:n voidaan säästää

- 75% ajassa, kuluissa ja virheissä liittyen järjestelmien väliseen tiedonsiirtoon
- 75% osaluettelon virheistä johtuvista lisäkustannuksissa
- 15% inventaariokustannuksissa
- 8% ylijäämämateriaaleissa.

Järjestelmien välisen tiedonsiirron muuttuessa manuaalisesta automaattiseksi on selvää, että inhimilliset virheet häviävät tiedon alkuperäistä syöttövaihetta lukuunottamatta. Eri järjestelmien välillä ei esiinny enää versiosta, ajasta tai paikasta johtuvia eroja. Osaluettelo muodostuu integraation myötä käytetyistä varastonimikkeistä aina kappalemääriä myöden. Näin varastosaldo on reaaliaikainen ja osaluettelo täydellinen. Tärkeintä integraatiossa on, että yrityksen työntekijöillä ja varsinkin yrityksen eri osissa tai tytäryhtiöissä oleva tieto on yhtenäistä. Tiedon ollessa epäjohdonmukaista syntyy virheitä suunnittelussa ja valmistuksessa. Useat tutkimukset ovat osoittaneet, että projektin alkuvaiheen virheiden kustannukset kertaantuvat moninkertaisiksi projektin edetessä. Suunnittelijoilla on linkin toimiessa tieto eri komponenttien hinnoista ja varastosaldoista, kun käytössä on vain hyväksi havaittuja komponentteja. Näin voidaan suunnitella halvempia ja toimivuudeltaan parempia tuotteita. Suunnittelutiedon ollessa tuotannon johdon helposti löydettävissä ja tarkasteltavissa, voidaan tuotannon tai kokoonpanon toimintoja suunnitella jo etukäteen. Samalla eri toimintojen asiantuntijat voivat ohjata suunnittelutyötä ja tällaisella joustavalla suunnitteluprosessilla voidaan välttää virheitä ja saada tuotteeseen toimivampia ominaisuuksia.

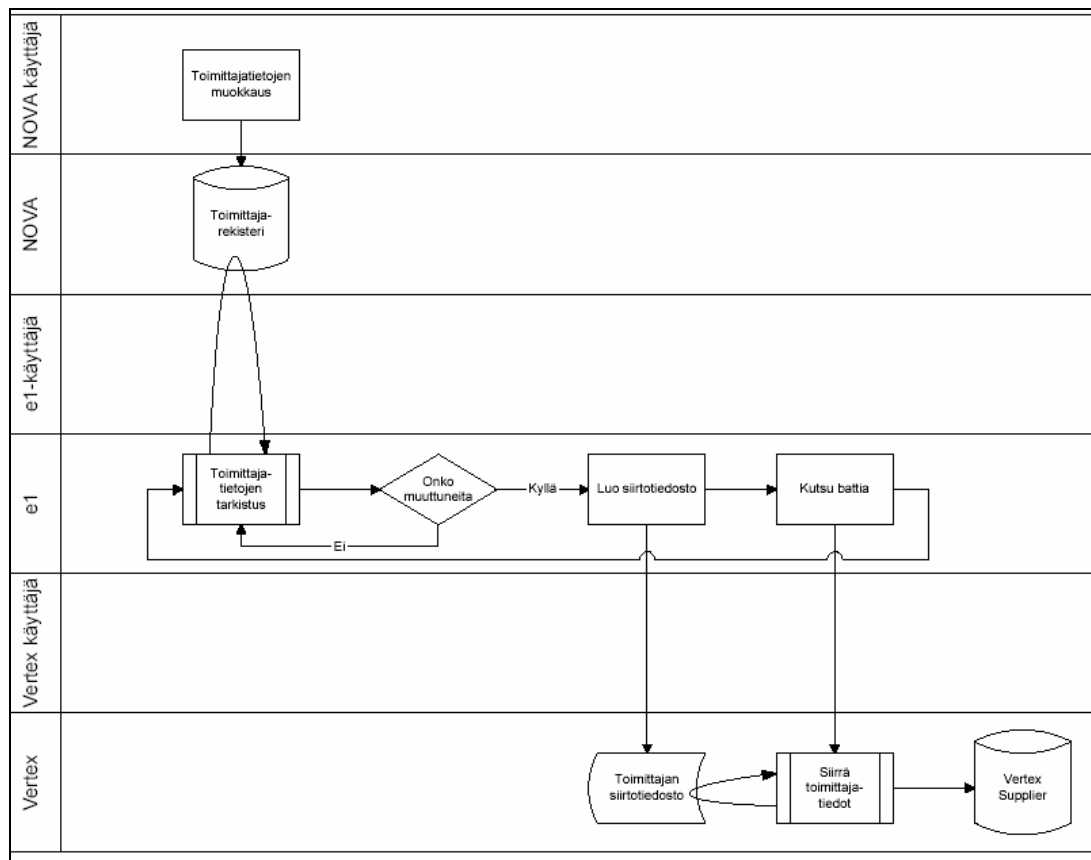
Lähdettäessä suunnittelemaan integrointia on syytä ensimmäisenä miettiä tarvittava integraatioaste. Toisinaan riittää yksisuuntainen tuoterakenteen ja osaluetteloiden siirto suunnitteluohjelmasta resurssienhallintaan ja toisilla yrityksillä on tarve täydelliseen kaksisuuntaiseen informaatiovirtaan, jossa molemmista käyttöympäristöistä on mahdollisuus syöttää tietoa järjestelmään. Yleensä PDM-ohjelmiston käyttäjät ovat olleet suunnitteluosastolla ja ERP puolestaan on toiminut talous- ja myyntiosastojen työkaluna. Eri osastoilla on yleensä hieman toisistaan poikkeavat työ-, toiminta- ja ajattelutavat ja näiden osastojen eroavaisuuksien selvittäminen ja molempia osapuolia tyydyttävän ratkaisun löytäminen on äärimmäisen tärkeää.

10.1 Vertex EDM -linkitys Nova-taloushallinto-ohjelmaan

Ensimmäinen tehtävä lähdeittäessä yhdistämään PDM- ja ERP-ohjelmistoa on päättää tarvittavan integraatioaste. Extron Engineering Oy:n tapauksessa oli tärkeintä yhtenäistää suunnittelutyötä, hyödyntää simultaanisuunnittelun tuomia etuja, saada varasto reaaliaikaiseksi ja mahdollistaa tarkempi kustannuslaskenta. Nova-ohjelmistolla hallitaan tällä hetkellä myynti- ja ostoreskontra, myynti- ja ostotilaukset, kirjanpitoa, varastokirjanpitoa ja projektien katelaskentaa. Tuntiseuranta on tarkoitus siirtää Novaan lähiaikoina. Tarkoituksena on muodostaa linkki Vertex G4 CAD-ohjelman ja Nova-ohjelman välille, niin että suunnittelijoiden luomat nimikkeet päivittyvät Novaan. Nimikkeistä muodostuvien osaluetteloiden osat vähentyvät varastosta. Osan varastossa vapaana olevien osien saldo pienenee tai, jos saldo on nolla tai ns. hälytysrajan alapuolella, syntyy ostotarve. Hinnat nimikkeille päivitetään tarjouksesta tai myöhemmin laskusta, jos tilaus on tapahtunut läheiseltä alihankkijalta ilman tarjouskyselyjä. Alihankkijoilta täytyy siis tulevaisuudessa saada tarkasti eritellyt laskut.

10.2 Toimintakaavio

Linkkinä ohjelmien välillä toimii Efigen Oy:n e1 -ohjelma. Toimintakaavio toimittajätietojen hallinnan osalta on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12 e1 ohjelman toimintakaavio

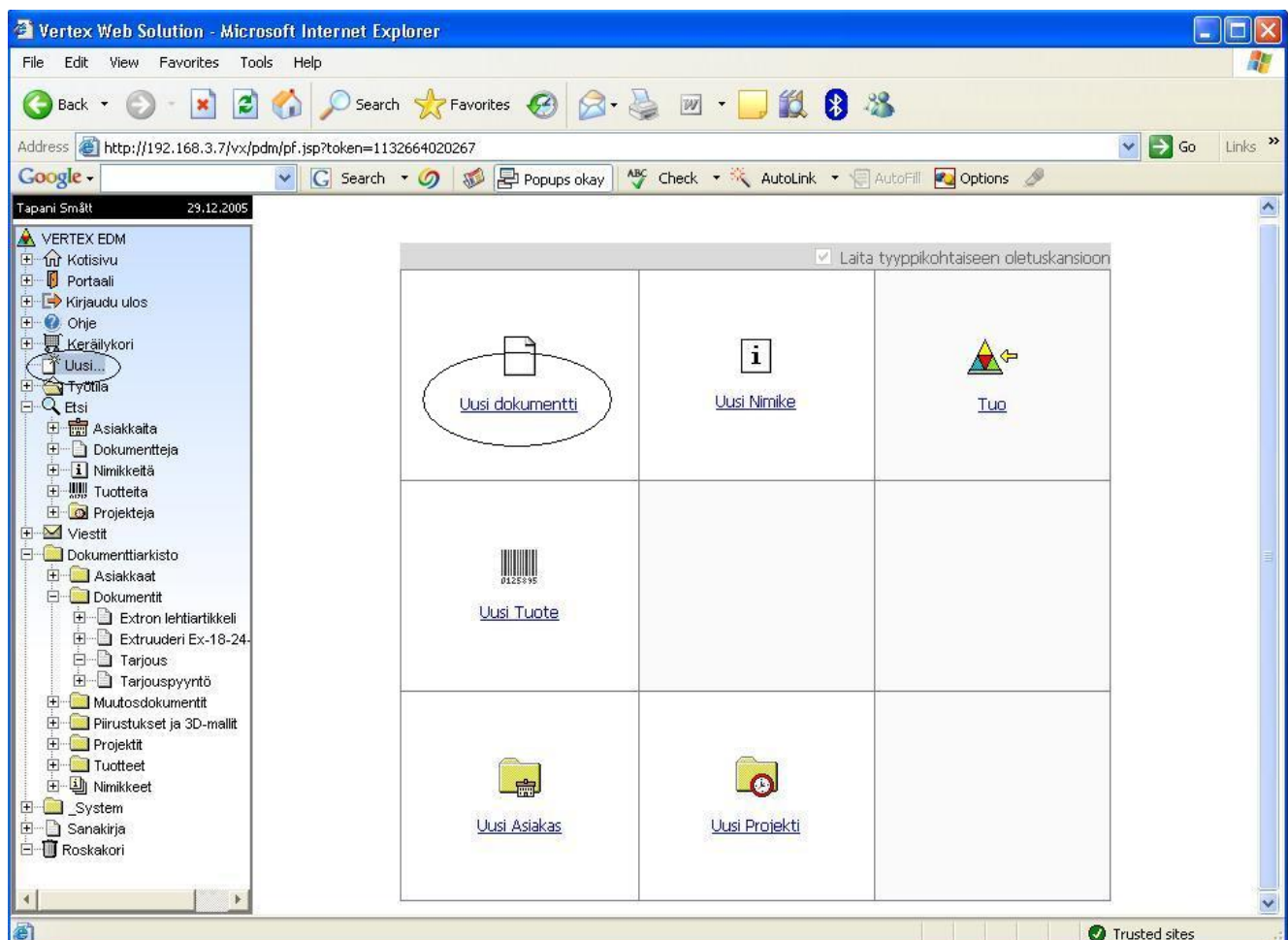
Nova-ohjelma perustuu SQL-server tietokantaan. Tarkoituksena on luoda kakaksisuuntainen linkki niin, että Novaan voidaan syöttää nimikkeille hinta- ja toimittajatietoja, mutta nimikkeiden luonti tehdään Vertex EDM:n puolella. Suunnitelman mukaan luotaessa Vertexissä uusi nimike tai muokattaessa vanhaa ohjelma luo XML-muotoisen siirtotiedoston. Efigenin e1 -ohjelma tunnistaa ja päivittää tiedot Novan tietokantaan. Ohjelma toimii täysin itsenäisesti käyttöjärjestelmän taustalla, eikä vaadi käyttäjältä minkäänlaisia toimia. Vertexissä muodostuvat nimikerakenteet siirretään e1 ohjelmalla Novaan. Näin saadaan tuotannonohjaukseen tuoterakenne ja kohdistaa kustannuksia ja resursseja entistä tarkemmin.

11 PROJEKTIN KULKU PDM-JÄRJESTELMÄSSÄ

PDM-järjestelmän hankinta ja sen käyttöönotto ovat itsessään suuria ja vaativia projekteja, kuitenkin järjestelmän käytön opastus ja yhteisten pelisääntöjen luonti on varmasti lähes yhtä vaativa tehtävä. Mikään ohjelma ei ole itsessään täydellinen ratkaisu yrityksen tiedonhallinnan ongelmiin, vaan toimiva ratkaisu vaatii osaavan henkilöstön sitoutumisen yhteisten pelisääntöjen noudattamiseen. Extronissa laadittiin selkeä kuvitettu ohje projektin läpiviemiseksi CAD+EDM-maailmassa. Ohjeessa kerrotaan yksityiskohtaisesti projektin aloituksessa projektipäälliköltä vaadittavat toimenpiteet ja annetaan ohjeet suunnittelijoiden jokapäiväiseen työskentelyyn. Ohjeita käytiin lävitse myös muutamissa koulutustilaisuuksissa ja henkilökohtaisesti suunnittelijoiden ja projektijohdon kanssa. Seuraavissa luvuissa on kerrottu pääpiirteiltään eri dokumenttityyppien ja projektivaiheiden toimenpiteet.

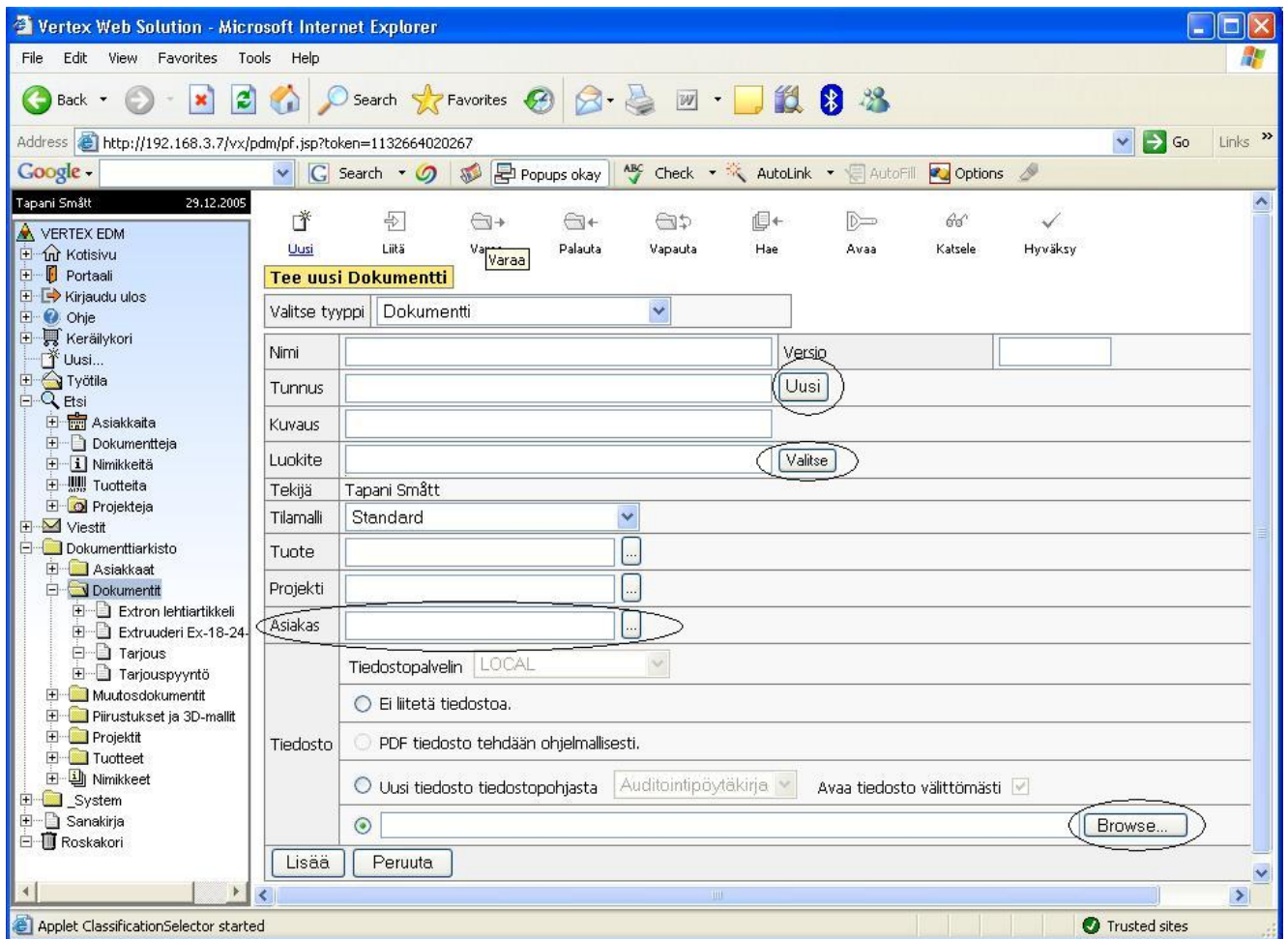
11.1 Projektin avaus ja dokumenttien luonti

Yleisesti projektin ensimmäinen dokumentti on asiakkaalta tullut tarjouspyyntö. Tarjouspyynnöt tallennetaan järjestelmään ja luodaan linkki asiakkaaseen. Jos asiakas on uusi, luodaan siitä uusi tieto asiakasluetteloon. Uuden dokumentin, nimikkeen, asiakkaan ja projektin luonti (kuva13) tapahtuu aina valitsemalla *Uusi* (vasemmalta rakennepuusta). Seuraavaksi valitaan, mitä uutta ollaan luomassa. Tässä tapauksessa *Uusi dokumentti*.



Kuva 13 Uuden dokumentin luonti

Nimeksi tarjouspyynnölle annetaan esim. Testilinjan tarjouspyyntö, tunnuksiksi tulee juokseva numero *Uusi* nappia painamalla. Valitaan luokite koneen tai laitteen perusteella. Projekti-kenttään etsitään projekti samoin tavoin kuin asiakaskin etsittiin, jos projektia ei ole vielä luotu, täydennetään kenttä heti kun mahdollista. Viimeiseksi liitetään tiedosto *Browse* valintaa käyttäen (kuva 14).



Kuva 14 Metatietojen antaminen ja dokumentin linkitys

Samalla tavalla tallennetaan lähtevä tarjous ja mahdollisesti niihin liittyvää sähköposti keskustelua, palaveri-muistioita tai mitä tahansa projektiin mahdollisesti liittyviä dokumentteja. Jos tarjouksen pohjalta tulee tilaus avataan tässä vaiheessa projektille uusi projektinumero ja luodaan nyt tarjouspyyntöön, itse tarjoukseen ja kirjeenvaihdon tiedostoihin linkki myös projektille. Tämä on erittäin tärkeää, sillä vain näin varmistuu, että myöhemmin projektin tiedostoja etsittäessä ne löytyvät helposti. Projektipäälliköksi valittu henkilö päivittää linkit kaupankäynnin dokumenteille luotuaan projektin.

Kaikki erilaiset dokumentit kuten käyttö- ja huolto-ohjeet, koeajopöytäkirjat jne. viedään järjestelmään samalla tavoin. Tulevaisuudessa tarjouksien ja muiden usein käytettävien dokumenttityyppien pohjat avautuvat suoraan käyttöliittymästä, jolloin tiedostoa ei tarvitse erikseen etsiä ja liittää mukaan. Kaikki projektiin kuuluvat tiedostot saadaan siis etsittyä helposti yhdellä hakuehdolla, eivätkä ne ole hajallaan useilla eri koneilla pitkien hakemistopolkujen takana.

11.2 Projektipäällikön tehtävät

Projektin alussa projektipäällikkö luo projektin järjestelmään ja linkittää jo mahdollisesti luodut ja projektiin liittyvät dokumentit. Seuraavana tehtävänään hän luo pääkokoonpanon ja ennalta sovittuja osakokoonpanonumeroita vastaavat nimikkeet (ks. 12.3 Nimikkeen luonti). Esimerkki putkilinjan (projekti w674) osalta kuvassa 15.

674000 Päälayout 1: 674100 Extruuderi, tässä Ex-90-32-225DC 2: 674200 Sihdivaihtoyksikkö 3: 674300 Raaka-ainejärjestelmä ja gravimetri 4: 675400 Kalibrointiallas, tässä VKA NS630-5 5: 674500 Vetolaite 6: 674600 Saha 7: 674700 Jäähdytysallas SJA NS400-10
--

Kuva 15 Putkilinjan kokoonpanonumerointi

Seuraavaksi hän luo vastaavan kokoonpanon rungon Vertexiin samoilla numeroilla. Näin projektin runko on valmis ja pysyy aina projektipäällikön hallinnassa. Hän voi myöhemmin muokata jakoa ja ilmoittaa muutoksista projektissa työskenteleville suunnittelijoille. Pienissä projekteissa jaottelun teko ei tietenkään ole tarpeellista.

Tiedon keskittyminen ja tiedon jakamisen helpottuminen ovat suurin asia projektijohdon kannalta. Projektin aikataulutuksessa on käytössä MS Project ohjelma, jonka käyttö laajennetaan lähitulevaisuudessa kattamaan projektijohtajan ja -päälliköiden lisäksi koko projektihenkilöstöä. Projektin aikataulu saadaan nyt kaikkien nähtäville ja muutosehdotuksille avoimeksi. Projektipäällikkö saa näin käyttöönsä paikkansa pitävän aikataulun kriittisten osien toimistusaikatauluja myöden. Jos esimerkiksi puhalluskalvosuuttimen toimittaja ilmoittaa myöhästävnsä viikolla, saadaan aikataulut korjattua nopeasti ja voidaan ilmoittaa asennusaikataulun muutoksista asiakkaalle.

11.3 Nimikkeen luonti

Kaikille osille luotavat nimikkeet ovat kaiken toiminnan pohja, niitä luotaessa on siis oltava yhtenäinen toimintatapa. Kuvassa 16 on esimerkki ostettavan komponentin nimiketaulusta. Tunnus saadaan valitsemalla *Uusi* napin takaa *Valmistettava*, *Komponentti* tai *Materiaali*. Kenttään ei kirjoita tunnusta kukaan muu kuin projektipäällikkö luodessaan projektin kokoonpanon rungon.

Tunnus	K2225	Uusi
Kuvaus	Laakeri	Hae / Uusi Muokkaa sanakirjaa
Kuvaus (en)	Bearing	
Kuvaus 2 (fi)	Urakuulalaakeri	Hae / Uusi
Kuvaus 2 (en)		
Piirustus no.		Yksikkö <input type="text" value="kpl"/>
Materiaali		Standardi <input type="text"/>
Muoto		Paino <input type="text" value="0.26"/> <input type="checkbox"/> Punnittu
Tyyppi	6205-2RS1	
Tiheys		
Pohjanimike	<input type="text"/>	Siirron esto <input type="checkbox"/>
Toimittaja	SKF Oy	
Tekijä	Tapani Smått	
Luokite	OS V S LA	Valitse
Tilamalli	Standard	
Varaa nimike välttömästi	<input type="checkbox"/>	
<input type="button" value="Lisää"/> <input type="button" value="Peruuta"/>		

Kuva 16 Nimikkeen luonti

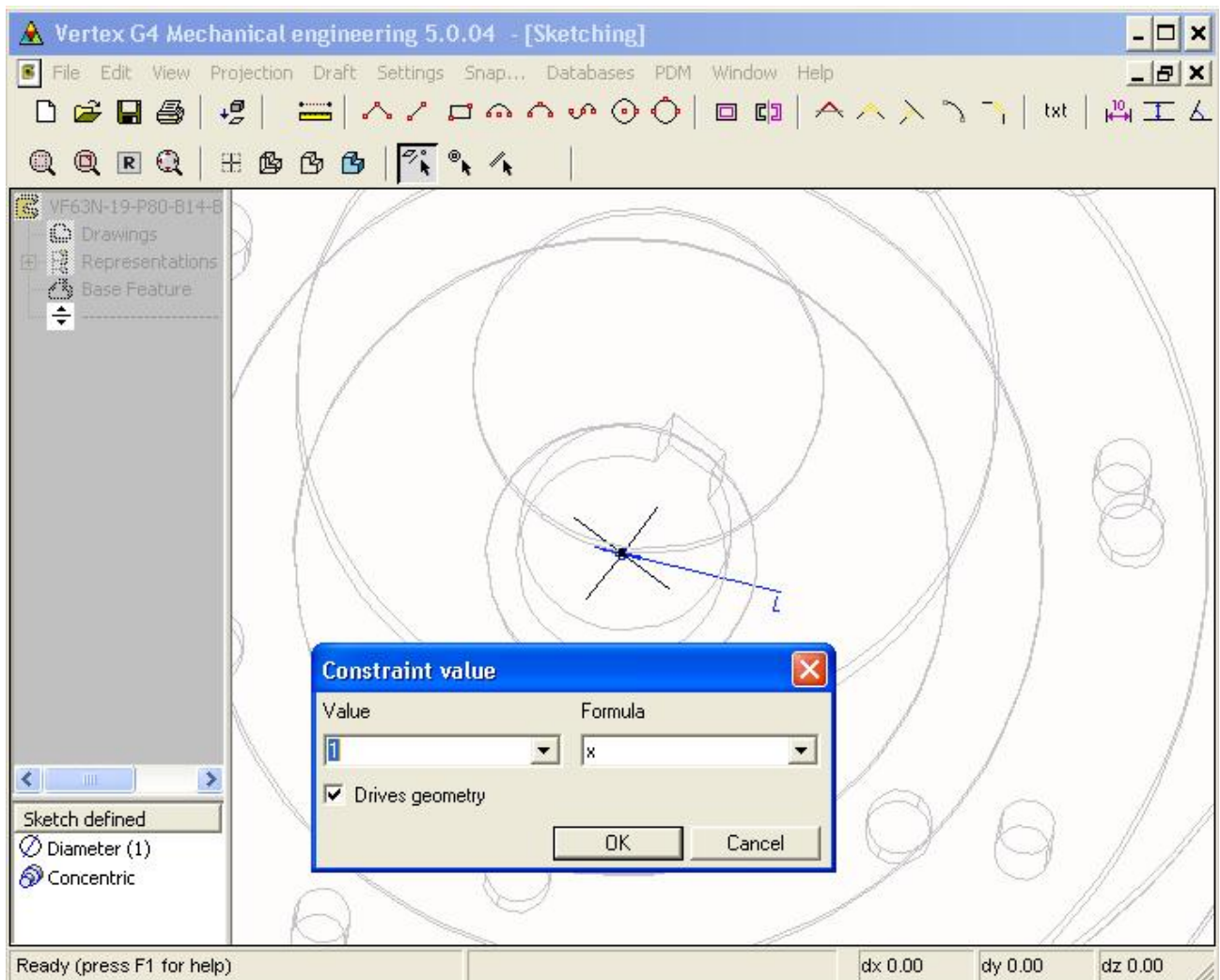
Kuvaus-kenttään ei myöskään suoraan kirjoiteta mitään, vaan kuvaus haetaan *Hae/Uusi*-napin takaa sanakirjasta. Näin vältetään kirjoitusvirheitä ja mahdollistetaan kaksikielinen osaluettelo. Tietenkään sanakirja ei ole heti täydellinen. Jos haluttua sanaa ei löydy, luodaan sen sanakirjaan. *Kuvaus 2* -kenttään annetaan osasta tarkempi kuvaus itse kirjoittaen. *Yksikkö*-kenttään valitaan kpl tai materiaaleihin mm tms. *Paino* kenttä täytetään parhaan tiedon mukaan; komponenteissa valmistajan luetteloista ja itse valmistettavissa osissa se saadaan CAD-ohjelmasta. *Tyyppi*-kenttään täytetään toimittajan täydellinen koodi joka identifioi osan tai itse suunniteltavien osien kohdalla sanallisesti lisää tietoa. *Muoto*-kenttään voidaan antaa tietoja, kuten rungon keskiökorkeus, L-muotoisen kiinnikkeen mitat jne. jne. *Toimittaja* etsitään luettelosta. Jos toimittajaa ei löydy listalta, niin se

luodaan. Viimeiseksi valitaan *Luokite* painikkeen takaa nimikkeelle luokite. Näin nimikkeen kaikki tarvittavat tiedot on annettu. *Lisää*-napilla saadaan nyt luotua uusi nimike. Jos kyseessä on komponenttiarkistoon tallennettava osa, täytyy nimike vielä liittää komponenttiin. Tämän jälkeen aina kun komponentti lisätään kokoonpanoon, nimikkeen tiedot kulkevat mukana. Nimikkeiden käytön ja jäljitettävyyden takia on metatietojen täsmällinen täyttäminen ensiarvoisen tärkeää.

11.4 Nimikkeen liittäminen komponenttiin

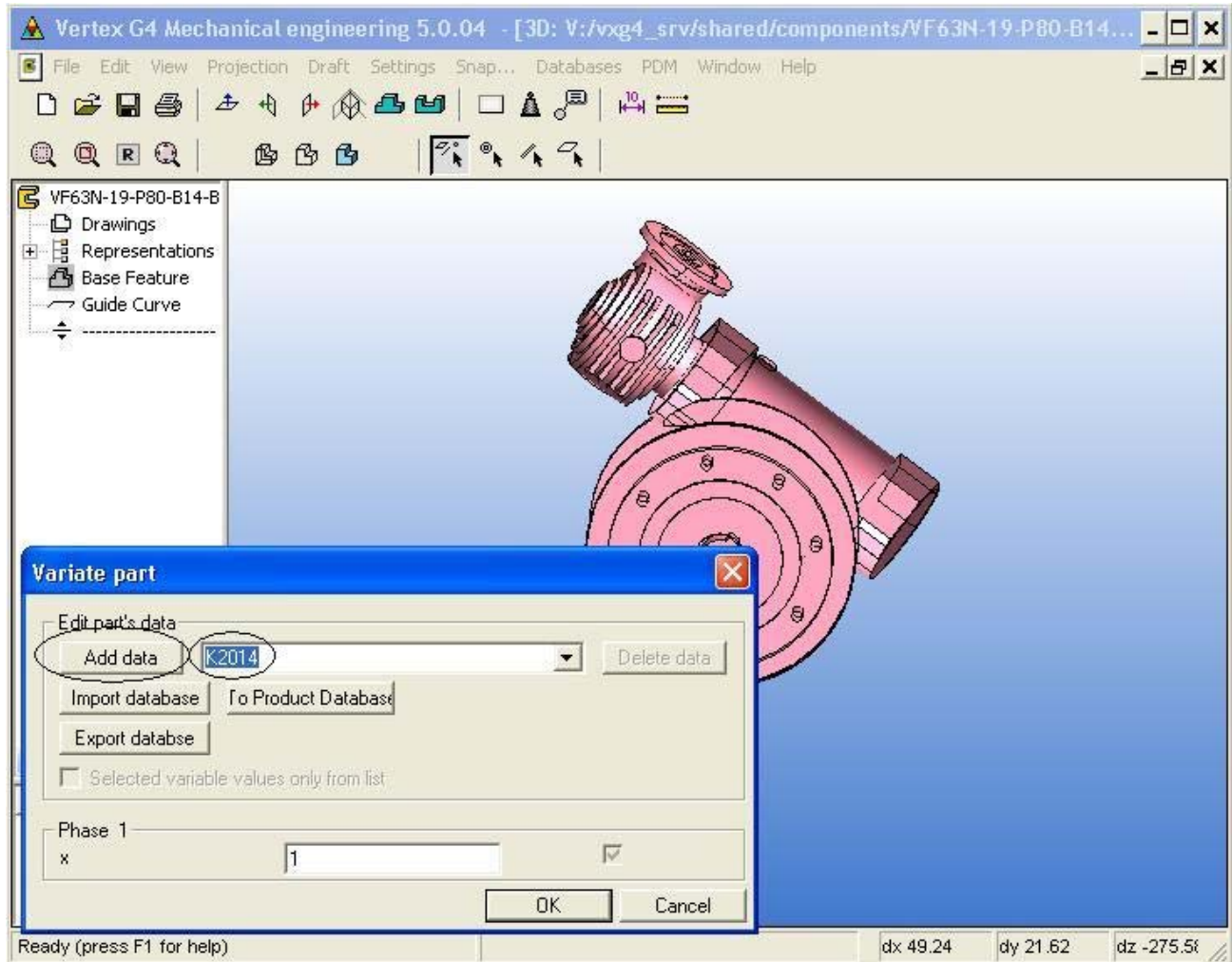
Komponenttien 3D-malleja saa alihankkijoilta jo melko kiitettävästi, toisilta toimittajilta jopa todella kattavia kirjastoja. Nimikkeen linkittäminen komponenttiin on Vertex EDM ympäristössä hieman kankea toimenpide. Ensin CAD-puolella kirjastosta tai internet palvelusta ladattu malli on tuotava ohjelmaan *import* toiminnolla. Tämän jälkeen on malliin lisättävä parametroitu mitta, koska nimike on liitettävä komponentin mittataulukon rivitunnukseen ja sen määrittely ei ole ilman parametroitua mittaa mahdollista. Seuraavanlaiset toimenpiteet ovat Extronin EDM ohjeessa:

1. Tuo malli tuo/import toiminnolla.
2. Tee luonnos esim. osan pintaan.
3. Lisää luonnokseen viiva ja viivaan parametroitu mitta (annat mitaksi esim. 1 ja viereiseen kenttään esim. x. Kuva 17).



Kuva 17 Nimikkeen liittäminen komponenttiin

4. Tee luonnoksesta ohjainkäyrä/guide curve.
5. Lisää mittataulukko osalle(osan otsikosta hiiren oikealla napilla), mittataulukon rivitunnukseksi EDM:ään luodun nimikkeen koodi (kuva18).



Kuva 18 Nimikkeen liittäminen komponenttiin

6. Muista painaa *Lisää tiedot* -painiketta.
7. Tallenna osa komponenttikirjastoon.

Lisättäessä komponentti ensimmäistä kertaa kokoonpanoon, valitaan sille nimike *Tiedot*-napin takaa *Hae nimike* -toiminnolla. Nimikkeen valinta lukitaan myöhempiä komponentin valintakertoja varten *Linkitä*-napilla, näin nimike tulee aina komponentin mukana ja näkyy osaluettelossa oikein. Tulevaisuudessa komponentteja käytetään mahdollisimman paljon, tällä hetkellä niiden luonti on aivan liian monimutkaista. Käyttökään ei ole riittävän helppoa, sillä komponenteille ei ole hakutoimintoja, vaan ne on tallennettava valmistajan mukaisiin kansioihin. Näihin ongelmiin odotetaan ratkaisua Vertexiltä kuluvan vuoden aikana.

11.5 Suunnittelu

Suunnittelutyötä joudutaan tekemään ennen kohta ilmestyvää uutta päivitystä hieman takaperoisesti. Nimike on luotava ensin EDM-käyttöliittymässä, jonka jälkeen luotaessa saman niminen 3D-malli G4:n puolella ohjelma kysyy, käytetäänkö olemassa olevaa nimikettä. Lähitulevaisuudessa ilmestyvän uuden ohjelmapäivityksen jälkeen ei suunnittelijan tarvitse vaihdella kahden eri järjestelmän välillä, vaan hän voi luoda nimikkeen CAD-ohjelmalla. Pieniä muutoksia lukuun ottamatta suunnittelu tapahtuu kuin aikaisemminkin. Osaluetteloiden muodostumista nimikkeiden käyttö helpottaa eniten. Suunnittelijan ei tarvitse nimikkeiden teon jälkeen huolehtia osaluettelon keräämisestä, osat vain numeroidaan ja nimikkeiden tiedot tulevat osaluetteloon.

Suunnitellut osat ovat järjestelmässä ensin *draft*-tilassa. Toimituksen jälkeen osat nostetaan *finished*-tilaan, tämä on paitsi merkki toimituksesta, myös siitä että osia on maailmalla kyseisellä kuvalla. Jos tulevaisuudessa osaa muutetaan, tehdään siitä uusi versio, tai jos osat eivät ole enää yhteensopivia luodaan kokonaan uusi nimike. *Finished*-tilan mallit on lukittu, niin ettei niiden päälle voi muutoksen jälkeen tallentaa. Suunnittelutyö muuttuu siis vain nimikkeiden käytön osalta. Jokaisella osaluettelon osalla ja komponentilla on siis oltava nimike.

Suunnittelijoista saattaa tietenkin alkuvaiheessa tuntua, että heidän työtaakkansa kasvaa. Suunnitteluvaiheen työmäärä todellakin saattaa hieman lisääntyä, mutta totuus on kuitenkin, että esim. osaluettelovirheiden vähentyessä lähes nollaan ja tiedon jäljitettävyyden parantuessa vähenenee heidän tulevaisuuden työtaakkaansa huomattavasti.

12 PÄÄTELMÄT

Tavoitteena työllä oli saada aikaan kattava järjestelmä yrityksen tiedonhallinnan ongelmiin. Samalla oli tarkoitus liittää yhteen tuotetiedonhallinta- ja toiminnanohjaus-järjestelmä ja siten saada aikaan kehykset projektien hallintaan.

PDM-järjestelmän käyttöönotto on yksi laajimpia BPR (Business process reengineering)-projekteja ja se vaikuttaa yleensä lähes jokaiseen yrityksen työntekijään. Extronin tapaus ei ollut mikään poikkeus, vaan se on oikeastaan malliesimerkki keskisuuren yrityksen kasvukivuista kovan kiireen keskellä. Aikataulu oli tiukka ja kuten kaikessa muutoksessa, vastustusta löytyy aina.

Projektin aloituksessa olisi ehdottomasti ollut tarpeellista tehdä laajempi selvitys tämän hetken tilanteesta ja toimintamalleista. Tilanteen kartoittamisen jälkeen projektijohdon kanssa olisi täytynyt käydä läpi pahimmat puutteet ja sudenkuopat. Extronin tapauksessa kiire on ollut niin kova viimeiset viisi vuotta, että analyyttiseen tilanteen arvioimiseen ei ole kukaan ehtinyt paneutua. Tämä vaikeutti projektin läpiviemistä, koska tietenkin tiedon kasvaessa myös vaatimukset kasvoivat ja järjestelmää hiottiin useaan otteeseen.

PDM-projekti jatkuu yrityksessä varmasti vielä vuosia, kunnes toimintatavat ovat hioutuneet. Tämä vaatii lähes koko prosessin hiomista ja uusimista suurilta osin. Seuraava suuri projekti onkin laatu-järjestelmän luominen, jolloin toimintavat kirjataan selvästi toimintaohjeisiin.

Projektin tässä vaiheessa on vaikea, jollei mahdotonta arvioida saavutettuja ja saavutettavia hyötyjä. Varmaksi voidaan kuitenkin sanoa, että dokumenttien järjestelmällisestä säilytyksestä ja tietokantapohjaisen järjestelmän hakutoiminnoista on hyötyä jo lyhyellä tähtäimellä. Pitkän tähtäimen hyötyjä voidaan odottaa, kun projektien läpiviemisestä saadaan kokemuksia ja toimintatavat lukittua. Integroituvaiheen jälkeen voidaan kertoa tarkasti kuinka suuret hyödyt projektista on ollut, kun saadaan täydelliset tiedot uusista projekteista ja voidaan verrata uuden järjestelmän läpi kulkeneiden projektien kustannuksia vanhoihin toteutuneisiin projekteihin.

Tutkintotyön tuloksena Extron Engineering Oy:hyn suunniteltiin kattava PLM järjestelmä. Järjestelmästä otettiin käyttöön ensin dokumenttienhallinta osio. Vertex Nova integraatiota ei vielä saatu käyttöön. Vertex ympäristöön luotiin nimikkeistö, joka on jo suunnittelijoiden käytössä. Kun linkki ohjelmien välille valmistuu saadaan täydelliset tuoterakenteet siirrettyä Nova ohjelmiston puolelle

Nyt kun EDM järjestelmä on jo kuitenkin osittain toimivana versiona voidaan kuitenkin sanoa, että jokaisen yrityksen jolla on selvä tarve tiedonhallintansa järjestämiseen ei kannata vastaavaa projektia pelätä ja sen takia pitkittää päätöstä. Silloin pitkittää vain kipua.

LÄHTEET

Painetut lähteet

1. Hannu Peltonen - Asko Martio - Reijo Sulonen, PDM tuotetiedon hallinta. IT Press. Helsinki 2002. 169s.
2. Sääksvuori Antti – Anselmi Immonen, Tuotetiedonhallinta - PDM. Satku. Helsinki 2002. 201s.
3. Sääksvuori Antti – Anselmi Immonen, Product Lifecycle Management, second edition. Springer. Berlin 2005. 247 s.
4. Ivica Crnkovic - Ulf Asklund - Annita Persson Dahlqvist, Implementing and Integrating Product Data Management and Software Configuration Management. Boston. Artech House. 2003. 338 s.
5. John Stark, Product Lifecycle Management: Paradigm for 21st Century Product Realization. New York. 2004. 441s.
6. Rodger Burden, PDM: Product Data Management. 2003. Resource Publishing Ltd. 643 s.
7. Halttunen Veikko - Hokkanen Markku, Tuotetiedonhallinta. Taustaa ja ratkaisuvaihtoehtoja. VTT, Espoo. 1995. 75 s.
8. Jarno Hovi, Kokonaistoimittajan operatiivisen toiminnanohjauksen järjestelmät imuohjatun tuotannon verkossa. Tutkimus. Lappeenrannan Tekninen Yliopisto. Teknologia toiminnan laboratorio. Joensuu 2005. 68s.
9. Tuomola Teo, PDM- Tuotetiedonhallinta. Seminaarityö. Teknillinen Korkeakoulu. Konepajatekniikan laboratorio. Helsinki 2005.
10. Pekko Parikka, Liiketoimintaprosessien kehittäminen toiminnanohjausjärjestelmien avulla. Kandidaatin tutkielma. Helsingin Yliopisto. Tietojenkäsittelytieteen laitos. Helsinki 2003. 31s.
11. Borell, A - Hedman, J, CVA Based Framework for ERP Requirements Specification. *Proceedings of IRIS 23*. University of Trollhättan Uddevalla. Laboratorium for Interaction Technology. Sweden. 2000.
12. Valokynä 2/2005 s.35-41
13. Valokynä 3/2005 s.16,17
14. ISO 10303-1:1994 Industrial automation systems and integration, Product data representation and exchange, Part 1: Overview and fundamental principles. ISO 1994. 17 s.
15. A.Pere, Koneenpiirustus 2. Helsinki. 1974.
16. William Stallings, Network Security Essentials, Applications and Standards. Prentice Hall. New Jersey. 2000. 366 s

Painamattomat lähteet

17. CIMdata inc. [www-sivu]. [viitattu Tammikuu 2006].
Saatavissa: <http://cimdata.com/publications/PDM%20to%20PLM%20-%20Growth%20of%20An%20Industry%20-%20March%202003.pdf>
18. CIMdata inc. [www-sivu]. [viitattu Tammikuu 2006].
Saatavissa: http://cimdata.com/publications/PLM_Definition_0210.pdf
19. CIMdata inc. [www-sivu]. [viitattu Tammikuu 2006].
Saatavissa: http://cimdata.com/publications/SofTech_White_Paper.pdf
20. CIMdata inc. [www-sivu]. [viitattu Tammikuu 2006].
Saatavissa:
http://www.cimdata.com/publications/PLM_to_ERP_Integration_White_Paper.pdf
21. Tekes. [www-sivu]. [viitattu Tammikuu 2006].
Saatavissa:
http://websrv2.tekes.fi/opencms/opencms/OhjelmaPortaali/Kaynnissa/MASINA/fi/Dokumenttiarkisto/Viestinta_ ja_aktivointi/Julkaisut/Tutkimusraportti_Digitaalinen_ko neenrakennus-kopio.tuotyo.pdf
22. QDC Busines engineering ltd. [www-sivu]. [viitattu Tammikuu 2006]. Saatavissa:
http://www.qdc.fi/pdm/qdc_softec_pdm.pdf
23. The Product Data Management Information Center. [www-sivu]. [viitattu Tammikuu 2006]. Saatavissa: <http://www.pdmic.com/intropdm.html>
24. Maria Paasivaara, Tiedonkulku muoviyrittäjäverkostossa. [www-sivu]. [viitattu Tammikuu 2006]. Saatavissa:
[http://www.soberit.hut.fi/prodoku/publications/Tiedonkulku_yleinen_raportti_valmis .pdf](http://www.soberit.hut.fi/prodoku/publications/Tiedonkulku_yleinen_raportti_valmis.pdf)