

TEHDASMALLINNUSPROJEKTIN HALLINTA

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU

Mediatekniikan koulutusohjelma

Teknisen visualisoinnin suuntautumisvaihtoehto

Opinnäytetyö

08.05.06

Ari Hämäläinen

Lahden Ammattikorkeakoulu
Tekniikan laitos

HÄMÄLÄINEN, ARI: Tehdasmallinnusprojektin hallinta

Teknisen visualisoinnin opinnäytetyö, 57 sivua

Kevät 2006

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö käsittelee projektinhallinnan ja 3D-suunnittelun menetelmiä sekä tutkii niiden soveltamista laajoihin mallinnusprojekteihin.

Kehittyvän kilpailun ja tehokkuuden maailmassa yritykset etsivät jatkuvasti uusia menetelmiä ja työkaluja, joilla vastata yritysten väliseen kiristyvään kilpailuun. Tässä tutkielmassa pohditaan mahdollisuutta tukea yrityksen uudistuksia projektinhallinnan ja 3D suunnittelun keinoin. Projektinhallintaa käytetään niin tuotantoyrityksissä kuin julkisellakin sektorilla. Samat työmenetelmät toimivat molemmissa oli kyseessä sitten palvelun suunnittelu tai 3D mallinnusprojekti. Nykyiset CAD-järjestelmät ovat saavuttaneet kehitystason, jossa tuotteen yksittäisen osan mallinnukseen on käytettävissä varsin kattavasti kolmiulotteisuutta ja tarkkaa reaaliaikaista visualisointia tukevia menetelmiä. Tuotemallien pohjalta suoritetaan monenlaisia analysointitehtäviä ja tuotetietoa sekä siirretään sovellusten välillä että käytetään ja hallitaan hajautetusti. Vaikka projektinhallinta tarjoaakin tehokkaita menetelmiä tämäntyyppisen tiedon hallinnointiin, sen käyttöä vaikeuttaa projektien moninaisuus. Projektit ovat vain harvoin samanlaisia, ja siksi käytettäviä menetelmiä täytyy soveltaa hyvinkin erityyppisiin työkokonaisuuksiin. Tutkielman tuloksena voidaan todeta projektinhallinnan olevan tehokas työkalu tehdasmallinnusprojektin suunnitteluun ja hallinnointiin.

Työn teoriaosuudessa käydään läpi yleisesti projektinhallinnan käsitteet, hyödyt, menetelmät, metodologiat, projektiorganisaatio, projektisuunnitelma, projektin riskienhallinta, projektinhallinta-ohjelmistot ja projektinhallinnan ongelmia. Työssä selvitetään suuren 3D-kokoonpanon suunnittelun vaiheita ja tarkastellaan siihen liittyviä menetelmiä ja työkaluja. Teoriaosuudessa kolmiulotteisia tuotemalleja tarkastellaan tuoteperheinä ja tuotetiedon hallintaa osana kehittyvää kilpailua. Case-osuudessa käydään lävitse erään laajan tehdasmallinnusprojektin tavoitteita, suunnittelua, aikataulua, organisaatiota sekä ilmenneitä ongelmia ja niiden ratkaisuja.

Case-osuudessa mallinnettiin eräs kohdeyrityksen toimittamista vanerintyöstölinjastoista. Työssä painotettiin 3D-mallin visuaalisuutta teknisten yksityiskohtien sijaan. Työn lopputuloksena valmistui 3D-malli vaneritehtaasta, josta yritys sai tulostettua painokelpoisia kuvia eri näkökulmista sekä 3D-tiedostot mallin myöhempää jatkokäyttöä varten.

Avainsanat: Projektinhallinta, suunnittelu, CAD, 3D-malli, kolmiulotteisuus, tuotantolinja

University of Applied Sciences
Faculty of Technology

HÄMÄLÄINEN, ARI: Management of a factory modelling project

Bachelor's Thesis in Visualization Engineering, 57 pages

Spring 2006

ABSTRACT

This thesis deals with different methods of project management and 3D design and examines how the methods can be applied in wide-ranging modelling projects.

In the world of ever increasing competition and efficiency companies constantly search for new methods and tools that could respond to the situation. This thesis studies opportunities to support the modernization of a company by means of project management and 3D design.

Project management is used in both industrial companies and the public sector. The same methods work in both, whether we are concerned with service design or a 3D modelling project. Current CAD systems have reached the level in which an individual product part can include three-dimensional information that supports accurate real-time visualization. Based on product models many kinds of analyses are made and product information is both transferred between applications and used and managed in a decentralized way. Although project management offers efficient methods of managing this kind of information, the diversity of the projects makes it more difficult. Projects are rarely alike and thus the methods that are used have to be applicable to different types of projects. As a result of this thesis it can be concluded that project management is an efficient tool in designing and managing a factory modelling project.

The theory part of the thesis gives an overview of the terms, advantages, methods, methodologies and problems in project management, as well as project organization, project plan, risk control and project management software. The thesis explains the progress and phases of designing a wide 3D composition and studies the tools and methods involved. In the theory part three-dimensional product models are treated as product families and managing product information is considered a part of the evolving competition. The empirical part deals with the goals, design, schedule, organization and problems and solutions in a wide factory modelling project.

In the empirical part a plywood machine line delivered by the target company was modelled. Special emphasis was placed on the three-dimensional visual impression of the models, instead of technical details. As a result of the work, a 3D model of the plywood factory was completed, of which the company got printable pictures from different angles and 3D files to be used later on.

Keywords: project management, design, CAD, 3D model, three-dimensional, production line

SISÄLTÖ

| | |
|--|----|
| 1 JOHDANTO..... | 1 |
| 2 PROJEKTINHALLINTA..... | 3 |
| 2.1 Projekti yleisesti | 3 |
| 2.2 Projektien luokittelua..... | 3 |
| 2.3 Projektinhallinnan hyödyt | 4 |
| 3 PROJEKTIN LÄPIVIENNIN METELMÄT | 4 |
| 4 PROJEKTIN ORGANISAATION JA HALLINNON SUUNNITTELU | 6 |
| 4.1 Projektioorganisaation luominen..... | 6 |
| 4.2 Projektien keskeinen organisaatio | 7 |
| 5 PROJEKTISUUNNITELMAN JA TYÖSUUNNITELMIEN LAATIMINEN | 8 |
| 5.1 Projektisuunnitelma | 8 |
| 5.2 Projektisuunnittelun työvälineitä..... | 9 |
| 5.2.1 PERT | 9 |
| 5.2.2 Kriittisen polun menetelmä CPM..... | 10 |
| 5.2.3 GANTT-kaaviot..... | 10 |
| 5.2.4 SWOT-analyysi | 11 |
| 5.2.5 Projektinhallintaohjelmistot | 12 |
| 6 PROJEKTIN RISKIENHALLINTA..... | 13 |
| 6.1 Riskienhallinnan tavoitteet | 13 |
| 6.2 Projektinhallinnan riskityypit | 14 |
| 6.3 Riskienhallintaprosessi | 16 |
| 6.3.1 Riskien tunnistaminen | 17 |
| 6.3.2 Riskeihin varautuminen..... | 18 |
| 7 PROJEKTINHALLINNAN METODOLOGIAT | 19 |
| 7.1 Metodologia..... | 19 |
| 7.2 Metodologioiden rakenteet..... | 19 |
| 7.3 Metodologioiden hyödyt | 19 |
| 8 NOPEA SOVELLUSKEHITYS | 20 |
| 8.1 Nopean sovelluskehityksen tavoitteet ja hyödyt | 20 |
| 8.2 Nopea sovelluskehitys ja projektinhallinta..... | 21 |
| 9 PROJEKTITYÖSKENTEELYN ONGELMIA..... | 22 |
| 10 SUUREN 3D-KOKOONPANON SUUNNITTELU | 25 |
| 10.1 CAD-järjestelmän valinta | 25 |
| 10.1.1 Graafiset mallit | 26 |
| 10.1.2 Pintamallit..... | 26 |
| 10.1.3 Tilavuusmallit..... | 27 |
| 10.1.4 CAD- ja mallinnusohjelmistoja | 27 |
| 10.2 Mallin 3D-CAD-suunnittelulle asetettavia vaatimuksia..... | 30 |
| 10.3 Laaja tuotemalli | 31 |
| 10.4 Tuotemallin täydentäminen ja hajautettu käyttö | 33 |
| 10.5 Modulointi ja standardointi | 34 |

| | | |
|----------|---|----|
| 10.6 | Tuotetiedon hallinta | 34 |
| 10.7 | Tuotetiedon hallintajärjestelmiä | 35 |
| 10.7.1 | PDM | 35 |
| 10.7.2 | SGML | 36 |
| 10.8 | Kokoonpantavan tuotteen tuotesuunnittelu | 37 |
| 10.9 | Tuoteperheiden merkitys mallintamisessa..... | 38 |
| 10.9.1 | Konfiguroitavat tuotteet ja tuoteperheet | 38 |
| 10.9.2 | Konfigurointiohjelmat | 39 |
| 10.9.3 | Tuoteperheparametrit ja – rajoitukset..... | 39 |
| 10.9.4 | Tuoteperheen malli | 40 |
| 11 | TULEVAISUUDEN MALLIT JA JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET | 42 |
| 11.1 | Virtuaaliprototyypit | 42 |
| 11.2 | Tuotekehitys ja virtuaaliprototyypit | 42 |
| 11.3 | Älykkäät virtuaaliprototyypit | 43 |
| 11.4 | Virtuaaliprototyypoinnin tulevaisuus | 45 |
| 12 | CASE: PROJEKTINHALLINTA VANERINTUOTANTOLINJAN 3D- MALLINNUKSESSA | 45 |
| 12.1 | Taustaa ja tavoitteet | 45 |
| 12.2 | Projektikuvaus | 46 |
| 12.3 | Projektin tulostavoitteet ja aikataulu | 47 |
| 12.4 | Projektin rajausta ja liitynnät..... | 48 |
| 12.5 | 3Ds Max mallinnusohjelmisto..... | 48 |
| 12.5.1 | Vaneritehtaan 3D-malli ja sen rakenne | 49 |
| 12.6 | Ongelmat ja niiden ratkaisut..... | 50 |
| 12.6.1 | Materiaalin käsittelyyn liittyvät ongelmat..... | 50 |
| 12.6.2 | Henkilöstöongelmat..... | 51 |
| 12.6.3 | Aikataulutukseen liittyvät ongelmat..... | 51 |
| 13 | YHTEENVETO | 52 |
| LÄHTEET | | 55 |
| | Sähköiset lähteet..... | 55 |
| | Kuvalähteet..... | 56 |
| LIITTEET | | 57 |
| | Sähköiset liitteet | 57 |

1 JOHDANTO

Kehittyvän kilpailun maailmassa yrityksille on välttämätöntä tuotannon toimintatapojen kehittäminen ja tehostaminen. Tehokkaammat ratkaisut auttavat vähentämään sitoutunutta pääomaa ja lisäävät työn tuottavuutta. Yksi tällaisista toimintatavoista on onnistunut projekti ja sen hallinta. Nykyiset projektihallintakäytännöt ovat menestyksestään velkaa lukuisille satojen vuosien kuluessa vaikuttaneille ihmisille ja tapahtumille. Vaikka työkalut ja menetelmät ovat aikojen kuluessa muuttuneet ja kehittyvät yhä edelleen, projektin hallinnan avainkomponentit pysyvät samoina. Ihmiset, prosessit ja tekniikka työskentelevät yhdessä tehdäkseen asiat paremmin, nopeammin ja tehokkaammin.

Projektinhallinta on tehokas työkalu, jota voidaan soveltaa lähes kaikenlaisiin työsuorituksiin, olipa työn tuloksena sitten tuotteen 3D-malli tai pankin maksujärjestelmä. Tämä opinnäytetyö pyrkii kartoittamaan yleistä kuvaa projektinhallinnasta ja tuotemallin 3D-suunnittelusta, niihin liittyvistä työskentelytavoista sekä työkaluista ja selvittää, miten niitä voi soveltaa laajoihin kolmiulotteisiin tuotemalleihin. Työ koostuu kolmesta kokonaisuudesta, jotka käsittelevät projektinhallintaa, tuotteen 3D-suunnittelua sekä case-osuudessa tuotantolinjan mallinnusprojektia ja sen aikana kohdattuja ongelmia.

Viime aikoina tuotteen 3D-suunnittelussa huomio on kiinnittynyt siihen, kuinka laajoja kokoonpanoja voitaisiin käytännössä mallintaa ja hallita. Laajojen kokoonpanojen mallintaminen tuo järjestelmille ja tuotantotiimeille uudenlaisia haasteita. Projektinhallinta tarjoaa monia hyödyllisiä työkaluja näihin haasteisiin. 3D-suunnittelu yhdistettynä projektinhallinnan menetelmiin luo uudenlaisen lähestymistavan tuotantolinjojen ja tehtaiden suunnitteluun. Tässä työssä käydään läpi 3D-suunnittelun vaiheita ja tutkitaan tuotemalleista koostuvien tuoteperheiden tarjoamia etuja verrattuna staattisiin 3D-malleihin.

Opinnäytetyön case-osuutena toteutettiin kolmiulotteinen visualisointi vaneritehtaasta. Työ toteutettiin Raute Oyj:lle, joka on Lahdessa sijaitseva vaneritehtaan tuotantolinjoja valmistava yritys. Työssä käydään läpi 3D-mallin suunnittelun työvaiheita sekä välineitä ja tutkitaan niiden soveltamista käytäntöön. Työssä painotettiin mallin visuaalisuutta teknisten yksityiskohtien sijaan. Vaneritehtaan 3D-malli sisältää kuusi tuotantolinjaa, sorvaus-, kuivaus-, ladonta-, puristus-, kittaus- ja paikkauslinjan. Projektissa valmistui vaneritehtaan 3D-malli, josta yritys voi tulostaa eri näkökulmista painokelpoisia kuvia visualisointiin ja markkinointitarkoituksiin.

Työn loppupuolella pohditaan 3D-mallien tulevaisuuden näkymiä ja sitä, miten yritykset voivat parhaiten hyötyä tuotteidensa virtuaalisista malleista. Virtuaalimalleja hyvin hyödyntävät yritykset ovat tulevaisuudessa etulyöntiasemassa muihin nähden, sillä tuotteiden mallien tehokkaalla käytöllä yritys voi välttyä ylimääräisiltä kustannuksilta sekä tehostaa tuotantoprosessejaan.

2 PROJEKTINHALLINTA

2.1 Projekti yleisesti

Projektin käsitteelle löytyy useita hiukan erilaisia määritelmiä, joissa kaikissa projektilta edellytetään määrättyä tarkoitusta tai tavoitetta ja kertaluontoisuutta. Useissa määritelmissä mainitaan myös tarkoitukseen myönnetty resurssit ja työsuoritus tai tehtävä. Myös muutoksen aikaansaaminen voidaan mainita. (Anttila 2001, 12.)

Jos halutaan koota jokin yleinen, erilaiset piirteet sisältävä kokonaisuus, voidaan projektia kuvata esimerkiksi näin: Projekti on kertaluontoinen, tavoitteellinen, varta vasten muodostetun organisaation tehtäväksi annettu työkokonaisuus, jonka kesto ja resurssit on ennalta määritelty. (Anttila 2001, 12.)

Vaikka projekti on terminä yleisesti käytetty, ovat niiden lopputuloksena syntyvät tuotteet täysin erilaisia. Lopputulos saattaa olla tuotantolinjan 3D-malli tai perhepäivähoitojärjestelmä. Projektin lopputuloksen ei välttämättä tarvitse olla konkreettinen tuote, vaan se voi olla myös ratkaisu johonkin tiettyyn ongelmaan. (Ruuska 1999, 11.)

2.2 Projektien luokittelua

Normaalissa projektitoteutuksessa työsuorituksille on varattu aikaa riittävästi. Suunnitelmissa on otettu huomioon käytettävissä olevat resurssit ja tavoiteltu laatu-taso, minkä perusteella projekti on aikataulutettu. Puhuttaessa *pikaprojektista* on kyseessä prosessi, jossa ostetaan aikaa. Lisäämällä projektiin sijoitettavaa pääomaa pyritään aikataulua nopeuttamaan ja lopputavoitteista voidaan tinkiä. Joissain tapauksissa projekti saattaa muuttua *katastrofiprojektiksi*. Yleensä tällaiseen tilanteeseen joudutaan silloin, kun halutaan säästää mahdollisimman paljon aikaa. Ajan säästämiseksi katsotaan, että mikä tahansa on sallittua. Hyväksytään laadullisia puutteita ja tehdään ylitöitä. Tämä johtaa yleensä pääomakustannusten jyrkkään nousuun, mikä aikasyistä hyväksytään. Nykyaikana ovat yleistyneet *tietojärjestelmäprojektit*, jotka jaetaan niiden luonteen perusteella *uudisprojekteihin* ja *ylläpitoprojekteihin*. Esimerkki ylläpitoprojektista voisi olla järjestelmä, johon tehdään ympäristön muutoksista aiheutuvat välttämättömät ylläpitotehtävät. (Ruuska 1999, 11.)

2.3 Projektinhallinnan hyödyt

Kasvu liittyy olennaisena osana kehitykseen, ja kasvuhakuisuutta voidaan pitää organien järjestelmien tyypillisenä ominaisuutena. Kasvuvauhti määräytyy luonnonvarojen ja muiden tuotannontekijöiden saatavuuden perusteella sekä sen mukaan, kuinka tehokkaasti niukkoja resursseja pystytään hyödyntämään. Koska resurssit ovat aina rajalliset, niiden saatavuudesta vallitsee jatkuva kilpailu. Niukkoja voimavaroja on siis pystyttävä hyödyntämään yhä tehokkaammin. (Ruuska 1999, 15.)

Jyrkät taloudelliset vaihtelut ovat korostaneet sekä yksityisten että julkisten organisaatioiden kykyä selviytyä muutostilanteista. Organisaatioiden on jatkuvasti etsittävä uusia ideoita ja toimintamalleja säilyäkseen hengissä ja ylläpitääkseen toimintaansa. Kaikki tämä vaatii investointeja, joiden toteuttamiseksi perustetaan projekteja. (Ruuska 1999, 15.)

Organisoimalla tiettyjen tehtävien hoitaminen projektiksi saavutetaan merkittäviä etuja. Työyhteisön voimavarat voidaan keskittää toiminnan kannalta tärkeimpiin tehtäviin eivätkä organisaation rajat ole tehokkaan toiminnan esteenä. Resurssien käyttö on joustavampaa ja tehokkaampaa kuin linjaorganisaatiossa. Projektissa voidaan käyttää delegoivaa työskentelytapaa, joka lisää henkilöiden motivaatiota ja samalla viestintä työyhteisön sisällä tehostuu. (Ruuska 1999, 15.)

3 PROJEKTIN LÄPIVIENNIN METELMÄT

Projektilla on aina selkeä alkamis- ja päättymisajankohta eli elinkaari, joka alkaa ideasta tai visiosta ja päättyy lopputulokseen. Elinkaari pitää sisällään erilaisia vaiheita, jotka saattavat vaihdella projektista riippuen. Vaihejako pitää kuitenkin ymmärtää laajemmin siten, että se kattaa kaikki tehtävät projektin käynnistymisestä aina sen päättämiseen saakka. (Ruuska 1999, 20.)

Ennen kuin projektia tai ideaa päästään toteuttamaan kunnolla, on suoritettava ns. esiselvitys, jossa kartoitetaan projektin teknis-taloudelliset edellytykset ja varmistetaan, tukeeko tulevan projektin tavoitteet organisaation kokonaistoimintaa. Tämän selvityksen jälkeen projekti voidaan käynnistää. (Ruuska 1999, 20.)

Käynnistysvaiheessa käydään läpi projektin toiminnalliset tavoitteet, eli mihin sillä pyritään ja millä keinoin. Käydään läpi keskeiset ongelma-alueet koskien niin tekni-

siä kuin henkilöstöönkin liittyviä ongelmia. Aikataulutetaan projekti ja asetetaan sille välitavoitteet. Projektille suunnitellaan kustannusarvio, jonka rajoissa toimitaan. Käynnistysvaiheessa käydään läpi myös tulevan projektin onnistumisedellytykset ja kaavoitetaan keinot, joilla niihin päästään. Tuotteen tai palvelun lopullinen muoto selvitetään, jotta saataisiin mahdollisimman selkeä kuva siitä, mitä ollaan tekemässä ja mikä on lopputuote. (Ruuska 1999, 20.)

Päätöksen projektin asettamisesta tekee lopullisesti linjaorganisaation johto. Yleensä projekti asetetaan asettamiskirjeellä, jossa kuvataan lyhyesti projektin taustaa ja tavoitteita. Siinä käydään läpi projektin keskeinen tehtävä ja aikataulu sekä nimitään projektipäällikkö ja johtoryhmä. Asettamiskirjeeseen ei tule laittaa minkäänlaisia teknisiä ratkaisuja, koska ne voivat myöhemmin rajoittaa valinnan mahdollisuuksia esille tulevista vaihtoehdoista. Sopiva pituus asettamiskirjeelle on yksi A4. (Ruuska 1999, 22.)

Projektin asettamisessa määritellään

- mitä on tarkoitus tehdä
- mikä on tavoiteaikataulu
- paljonko rahaa on käytettävissä.

(Ruuska 1999, 22.)

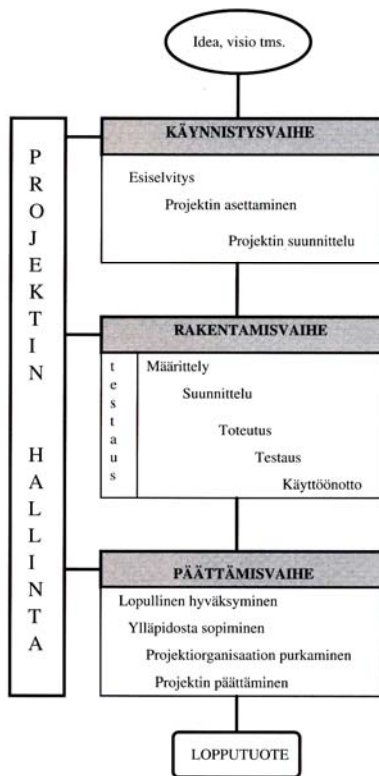
Projektin *suunnitteluvaiheessa* on sen hallinnan ja johtamisen keskeisenä edellytyksenä tehdä riittävän kattava ja yksityiskohtainen projektisuunnitelma. Projektisuunnitelman ensimmäinen versio laaditaan tavallisesti projektin asettamisen yhteydessä, ja sen laatimisesta vastaa projektipäällikkö. Projektin johtoryhmä hyväksyy projektisuunnitelman, minkä jälkeen se on toimeksianto projektipäällikölle. (Ruuska 1999, 22.)

Määrittelyvaiheessa esiselvityksen tuottama alustava rajausta tarkennetaan ja kuvataan järjestelmän päätoiminnot. Selvitetään, mitkä ovat projektin kannalta tärkeitä tietojoukkoja ja miten niitä käytetään ja hallinnoidaan. Käydään läpi tietovirrat, jotka soveltuvat parhaiten projektin toteutukseen ja selvitetään sidosryhmät, joiden kanssa toimitaan. Määrittelyvaiheessa ei oteta kantaa teknisiin ratkaisuihin vaan määritellään, mitä järjestelmän tulee tehdä. (Ruuska 1999, 23.)

Projektin *suunnitteluvaiheessa* tehdään järjestelmälle toiminnallisten vaatimusten perusteella tekninen ratkaisu eli kuvataan, miten järjestelmä aiotaan toteuttaa. Tämän jälkeen *toteutusvaiheessa* valmistetaan suunnitteluvaiheen kuvausten mukainen järjestelmä ja laaditaan tarvittavat dokumentit. Näiden vaiheiden jälkeen päästään

testausvaiheeseen, jossa tarkistetaan että järjestelmä sekä toiminnallisesti että teknisesti vastaa asetettuja vaatimuksia ja tehdään tarvittavat korjaukset. (Ruuska 1999, 23.)

Projektin päätöstä edeltää *käyttöönottovaihe*, jonka tehtävänä on varmistaa, että järjestelmän käyttö voidaan aloittaa häiriöttä. Käyttöönottovaiheen päätteeksi tilaaja hyväksyy toimituksen. Samassa yhteydessä sovitaan järjestelmän jälkihoidosta, virheiden korjaamisesta ja mahdollisesta ylläpidosta. Näiden toimien jälkeen projekti päättyy. (Ruuska 1999, 23.)



KUVA 1. Projektin elinkaari (Ruuska 1999, 21)

4 PROJEKTIN ORGANISAATION JA HALLINNON SUUNNITTELU

4.1 Projektioorganisaation luominen

Sekä suurille ja pitkäaikaisille että pienille projekteille tulee luoda oma projektioorganisaationsa. Sen tehtävänä on huolehtia siitä, että projektille asetetut tavoitteet saavutetaan, sovitut aikataulut pitävät ja että kustannukset pysyvät sovituisissa rajoissa. (Anttila 2001, 74.)

Projektin organisaatio on luotava niin, että se pystyy toteuttamaan tehtävänsä ja sille ominaiset periaatteensa mahdollisimman hyvin. Projektiin nimitetään henkilöitä, joilla on projektin onnistumisen kannalta tarvittavaa osaamista. Projekti viedään läpi kahden tai useamman henkilön ryhmässä, joka muodostaa projektiryhmän. (Anttila 2001, 74.)

4.2 Projektien keskeinen organisaatio

Projektin keskeisiä henkilöitä ovat

- projektin asettaja
- johtoryhmä tai ohjausryhmä
- projektipäällikkö
- projektisihteeri
- projektiryhmä
- tukihenkilöt ja alihankkijat (Anttila 2001, 75.)

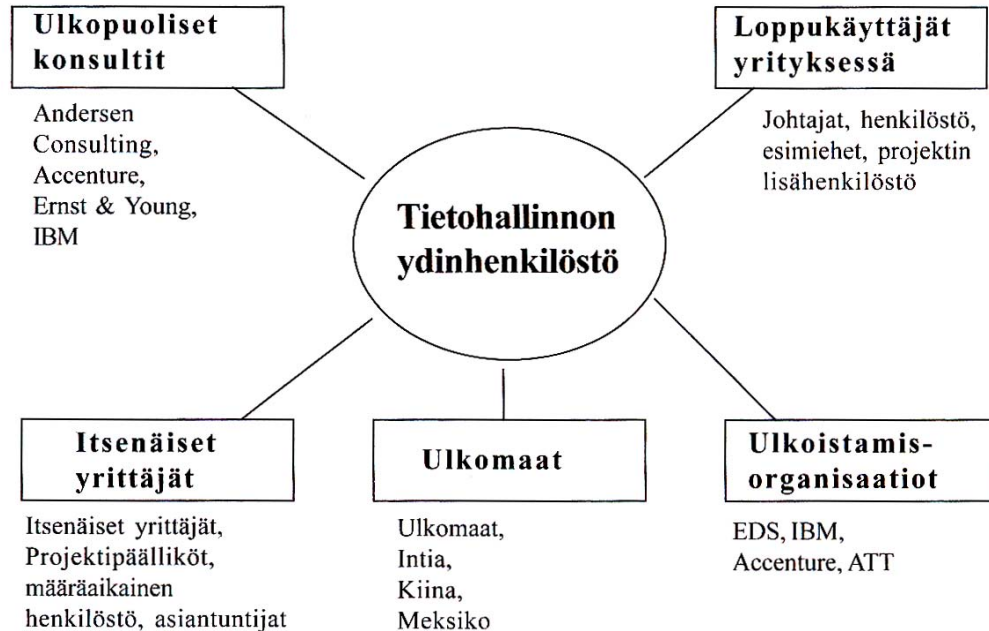
Jokaisessa projektissa on syytä sopia työnjaosta etukäteen. Tietyn kokoiset ja luonteiset asiat sopivat projektipäällikölle, kun taas toiset viedään esimerkiksi johtoryhmään. Projektipäälliköksi nimitetään henkilö, joka hallitsee projektin kokonaisuuden, on yhteistyökykyinen ja kykenee johtamaan projektin tavoitteisiinsa. Projektisihteeriä ei välttämättä tarvita, mutta on suurissa projekteissa erittäin tarpeellinen rutinitehtävien hoitajana. (Anttila 2001, 75.)

Projektiryhmä on se, joka käytännössä toteuttaa projektin asiasisältöön liittyvät toiminnot. Sen kokoaminen merkitsee, että siihen liitettävien henkilöiden kanssa keskustellaan ja kerrotaan tarkasti, mistä projektissa on kysymys ja mikä on kunkin henkilön toimenkuva. Projektiryhmän jäsenet on hyvä tutustuttaa toisiinsa erikseen valitulla tiimimenetelmällä, elleivät he entuudestaan tunne toisiaan. (Anttila 2001, 77.)

Henkilöresursseihin liittyviä ongelmia voidaan ratkaista antamalla sopivat kokonaisuudet ulkopuolisten tehtäväksi. Tämä edellyttää kunnollista suunnittelua, jotta projekti etenee toivotulla tavalla. Projektiryhmän on yleensä järkevää keskittyä omaan ydinosaamiseensa ja hankkia tarvittava erikoisosaaminen ns. ostopalveluina (Anttila 2001, 77.)

Yritykset ovatkin joutuneet luomaan toimintamalleja, joita hyväksikäyttäen ne hankkivat projekteihin työntekijöitä ulkoisista resursseista tarpeen mukaan (ks. ku-

va 2). Tietohallinnossa on oltava johtajien ydinjoukko, jolla on strategisesti tärkeitä taitoja. Kun tarvitaan taitoja, joita ydinryhmällä ei ole, ne ostetaan organisaatioon ulkopuolelta. (Murch 2002, 46.)



KUVA 2. It-projektin henkilöstömalli (Murch 2002, 46)

5 PROJEKTISUUNNITELMAN JA TYÖSUUNNITELMIEN LAATIMINEN

5.1 Projektisuunnitelma

Projektisuunnitelman ensimmäinen versio laaditaan tavallisesti projektin asettamisen yhteydessä. Suunnitelman laatimisesta vastaa projektipäällikkö, ja sen hyväksyy johtoryhmä. On huomattava, että projektisuunnitelmassa suunnitellaan vasta projektin läpivienti, ei projektin lopputuotetta. (Ruuska 1999, 117.)

Projektisuunnitelmassa määritellään projektille konkreettiset tavoitteet ja osoitetaan, mitä on saatava aikaan. Sen pääpaino on yleensä siinä, mitä tehdään, kuka tekee ja missä ajassa. Toteutusprosessin edetessä on projektisuunnitelmaa tarkennettava määrittelemällä, miten lopputuote saadaan aikaan. Käytännössä projekti- ja työsuunnitelmat laaditaan aina projektipäällikön ja johtoryhmän yhteistyönä. Projektipäällikkö tekee suunnitelmalle raamit, joiden sisällä toimitaan, laatii projektin yleisosat sekä rajaa alustavasti tehtäväkokonaisuudet. Nämä kokonaisuudet tarkennetaan tehtävä- ja henkilötasolle, jonka jälkeen ne viedään kalenteriin. Aikataulua tarkennetaan koko projektin elinkaaren ajan siten, että aina seuraaville 1-2 kuukaudelle on tehty tarkat työsuunnitelmat. (Ruuska 1999, 117–118.)

Projektisuunnitelma koostuu yleensä tekstiosasta ja liitteistä. Projektisuunnitelman tekstiosaa ei tulisi paisuttaa liiaksi, sillä useiden kymmenien sivujen pituisessa tekstiosassa alkaa projektisuunnitelman informatiivisuus kärsiä. (Ruuska 1999, 118.)

Työsuunnitelmat laaditaan kartoittamalla tietyn kokonaisuuden sisältämät aktiviteetit ja näiden väliset riippuvuudet, kohdistamalla tehtävät henkilöille ja arvioimalla työmäärät sekä kalenteriaika. Vaikka projektisuunnittelusta vastuu onkin projektipäälliköllä, edellyttää toimivien suunnitelmien laatiminen koko projektiryhmän osallistumista suunnitteluprosessiin. Projektiryhmän osallistuessa suunnitteluprosessiin tulee työmääräarvioista luotettavampia, ja ryhmä sitoutuu paremmin aikatauluihin. (Ruuska 1999, 118.)

5.2 Projektisuunnittelun työvälineitä

Projektin aikataulutukseen ja suunnitteluun voidaan käyttää apuvälineitä, kuten PERT (Program Evaluation and Review Technique), CPM (Critical Path Method), toimintaverkot ja GANTT-kaaviot. Menetelmät eroavat selkeimmin toisistaan ajan arvioinnissa. CPM:ssä se perustuu ennalta määrättyihin aikoihin, kun taas PERT:issä apuna käytetään satunnaislukujakautumia. (Järvinen 17.8.2004.)

5.2.1 PERT

Työmäärien arvioinnissa voidaan käyttää apuna ns. PERT menetelmää (program evaluation and review technique).

PERT- suunnitteluprosessin vaiheet:

1. Tunnistetaan tehtävät ja tarkistuspisteet.
 2. Määritellään sopivat (tärkeys)järjestykset tehtäville.
 3. Rakennetaan verkkokaavio.
 4. Arvioidaan tehtäviin tarvittava aika.
 5. Määritellään kriittinen polku.
 6. Päivitetään PERT-kaaviota projektin aikana.
- (Järvinen 17.8.2004.)

Sovelletaan seuraavia merkintöjä:

a = optimistisin työmääräarvio

b = pessimistisin työmääräarvio

c = todennäköisin työmääräarvio

Tällöin tehtävän todennäköinen odotettavissa oleva työmäärä

$$t = \frac{a+4c+b}{6}$$

esimerkki: **a** = 2, **b** = 20, **c** = 5 => **t** = 7.

(Ruuska 1999, 126.)

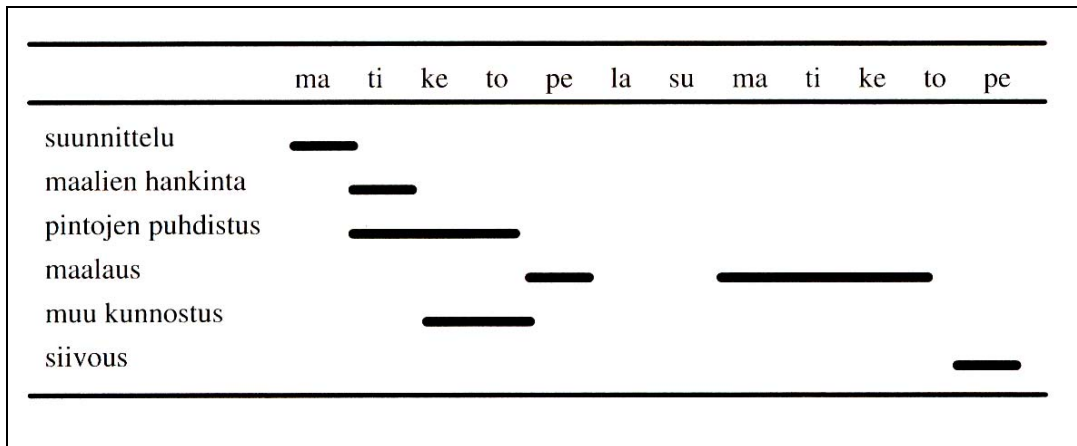
5.2.2 Kriittisen polun menetelmä CPM

Verkkokaavion kriittinen polku tarkoittaa lyhyesti pisintä polkua alkusolmusta loppusolmuun, kun verkon kaikki välit käydään läpi täsmälleen yhden kerran. Kriittisen polun pituus antaa samalla lyhimmän ajan jolla projekti on mahdollista viedä läpi.

(Järvinen 2004.)

5.2.3 GANTT-kaaviot

Henry Gantt (1861–1919) tunnetaan Gantt-kaaviosta, jota nykyisinkin käytetään projektinhallinnassa. Gantt keksi eri tekniikoita, kuten vaihetuotteet, tehtävän kestön määrittelyn ja erilaiset kustannusarviot. Vaikka Gantt-kaavioita on paranneltu riippuvuuksien kaltaisilla moderneilla menetelmillä, kaavioiden sisältö ja muoto on säilynyt suurelta osin samana 100 vuoden ajan. (Murch 2002, 6.)



KUVA 3. Jana- eli Gantt-kaavio (Ruuska 1999, 136)

Henry Gantt aloitti projektinhallinnan tutkimalla muutamia perustavanlaatuisia kysymyksiä ja ilmaisi ne sitten graafisessa muodossa. Hän mietti projektin keston, ja mitkä kriittiset tehtävät täytyi tuona aikana saada valmiiksi. Tehtävät hän jakoi niiden keston mukaan sekä asetti niille aloitus- ja lopetusajankohdat. Hän resursoi voimavarat, joita kunkin tehtävän valmiiksi saaminen edellytti ja asetti tehtäville vastuuhenkilöt. Henry otti huomioon myös tehtävien mahdolliset viivästymiset ja niiden vaikutukset. Hän pohti mahdollisten muutosten vaikutusta työkokonaisuuden laajuuteen ja tehtävien yksittäis- ja kokonaiskustannuksia. Gantt loi myös pohjaa projektien riskienhallinnalle miettimällä projektien aikataulutusta, ja miten voidaan korjata mahdolliset aikataulusta lipsumiset. Hän pohti projektin kustannuksia minä tahansa ajankohtana ja sitä, voisiko projektia mahdollisesti nopeuttaa jollakin tavalla. (Murch 2002, 7.)

5.2.4 SWOT-analyysi

SWOT-analyysi on tehokas tapa tunnistaa omat vahvuudet sekä tarkastella edessä olevia mahdollisuuksia ja uhkia. SWOT-analyysia voidaan pitää eräänlaisena riskienhallintana. Kaikkien projektitiimin jäsenten tulisi osallistua analyysin tekemiseen, ja jokaiselle tulisi antaa mahdollisuus ilmaista mielipiteitään. (Murch 2002, 191.)

SWOT-analyysissä projektitiimien täytyy vastata seuraaviin kysymyksiin:

1. Vahvuudet (Strengths)

- Mitkä ovat vahvat puolemmme?
- Missä me olemme hyviä?

2. Heikkoudet (Weaknesses)

- Missä on parantamisen varaa?
- Mitä tehdään huonosti?

3. Mahdollisuudet (Opportunities)

- Mistä hyvät tehtävät löytyvät?
- Mitkä ovat mielenkiintoiset trendit?

2. Uhat (Threats)

- Minkälaisia esteitä meillä on edessämme?
- Mitä kilpailijamme tekevät?
- Muuttuvatko työille, tuotteille tai palveluille asetetut vaatimukset?
- Uhkaako tekniikan muutos asemaamme?
- Onko meillä johdon tuki?
- Onko meillä oikea määrä resursseja?
- Onko tuotteen laajuus karkaamassa käsistä?
- Käytämmekö oikeita työkaluja, ohjelmia ja alustoja?

(Murch 2002, 191–192.)

SWOT-analyysin tulokset ovat usein valaisevia, koska ne sekä osoittavat, millaisia toimenpiteitä tarvitaan, jotta asettavat ongelmat saavat oikeat mittasuhteet. Tämän vuoksi on projektipäälliköiden- ja tiimien suoritettava SWOT-analyysi määrätyn väliajoin. (Murch 2002, 193.)

5.2.5 Projektinhallintaohjelmistot

Projektinhallintaohjelmistot ovat projektin suunnitteluun ja hallintaan tarkoitettuja apuvälineitä, joista Microsoft Project on yleisin. Ohjelmistot helpottavat projektinhallintaa ja säästävät ylläpito-, seuranta- ja raportointityötä, jokaisessa projektin vaiheessa. Näin projektiryhmä voi keskittyä rutiinitehtävien sijaan dynaamiseen projektinhallintaan ja ongelmanratkaisuun. (Sorsa, Venetjoki 2002, 4.)

Esisuunnitteluvaiheessa ohjelmistojen avulla voidaan laatia nopeasti alustava projektisuunnitelma ja vertailla erilaisia toteutusvaihtoehtoja keskenään. *Suunnittelu-*

vaiheen aikana ohjelmistojen avulla voidaan laatia tarkka projektisuunnitelma, johon voidaan liittää oheisdokumentteja. Ohjelmistojen avulla voidaan projektin tehtävät osittaa alitehtäviin ja linkittää ne toisiinsa halutuilla riippuvuuksilla. Tehtävät voidaan aikatauluttaa tarkasti liittämällä niihin työntekijä- ja materiaaliressursseja sekä päivämäärärajoituksia. Projektin *Toteutusvaiheessa* niillä on kätevä ylläpitää ja tarkentaa projektisuunnitelmaa, seurata projektin etenemistä sekä kustannusten toteutumista. Projektipäällikkö voi milloin tahansa esimerkiksi tulostaa raportin etenemisestä johtoryhmälle. Ohjelmistot auttavat huomaamaan mahdolliset ongelmat mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tällöin voidaan nopeasti nähdä tehtävän viivästymisen vaikutukset jäljellä olevaan projektiin ja tarvittaessa aikatauluttaa tai resursoida projekti uudelleen. Kun projekti saavuttaa *päätämisen vaiheen* laaditaan siitä mm. loppuraportti. Tällöin ohjelmistot tukevat yhtenäistä projektidokumentointia, jolloin asiakirjojen ylläpito ja tiedottaminen helpottuu.

(Sorsa, Venetjoki 2002, 4.)

6 PROJEKTIN RISKIENHALLINTA

Riskit ovat odottamattomia tapahtumia, jotka aiheuttavat ongelmia ja uhkaavat projektin onnistumista. Riskeillä voi olla merkittävä vaikutus yritykseen ja sen päämääriin. Negatiivisia vaikutuksia sanotaan riskeiksi ja positiivisia vaikutuksia mahdollisuuksiksi. Kaiken kokoisten projektien riskienhallintaa varten voidaan suunnitella joustava ja toistettava prosessi.

Riskienhallinnan onnistumiseen vaikuttaa monenlaisia tekijöitä. Projektin ylimmän johdon on ymmärrettävä riskienhallinnan merkitys, ja jos näin ei ole, täytyy pohtia keinoja, joilla se voidaan saada vakuuttuneeksi sen tärkeydestä. Täytyy pohtia, mikälainen on yrityksen kulttuuri ja suhtautuminen vastuuseen, eli hyväksyykö sen kulttuuri vastuullisuuden tarpeen. On hyvä myös miettiä projektitiimin taustaa taitoja ja kokemusta, sillä riskienhallinta on kaikkien projektitiimien tärkeä taito. (Murch 2002, 161.)

6.1 Riskienhallinnan tavoitteet

Riskienhallinnalla on muutamia keskeisiä päätavoitteita. Näistä tärkein on riskien tunnistaminen. Kaikki mahdolliset riskit saattavat uhata projektin onnistumista. Sik-

si onkin tärkeää, että kaikki riskit huomioidaan, olipa kyseessä sitten suuri tai pieni riskinaiheuttaja. Kun mahdolliset riskit on tunnistettu, pyritään ne minimoimaan sopivilla toimenpiteillä. Parhaaseen riskien minimoimiseen päästään, kun luodaan toistettava prosessi. Tässä prosessissa tunnistetaan ja arvioidaan riskit, määritetään tehokkaat riskienvähennystoimenpiteet, seurataan riskienvähentämistä ja raportoidaan sen edistymisestä. (Murch 2002, 163.)

6.2 Projektinhallinnan riskityypit

Projektinhallintaan liittyy yleisellä tasolla viisi riskityyppien luokkaa. *Ulkoiset riskit* eivät yleensä ole projektipäällikön eivätkä useimmiten yrityksenkään hallittavissa. Ulkoisia tapahtumia ovat esimerkiksi:

- markkinoiden suhdanteiden muutokset
- viranomaissäätelyn muutokset
- uudet standardit ja tuoteversiot
- fuusiot ja yritysostot
- lakiasiat: riidat, oikeusjutut ja oikeuden määräykset
- yritysstrategian ja prioriteettien muutokset
- onnettomuudet kuten tulipalot, tulvat, maanjäristykset tai muut luonnonkatastrofit
- sähkölähteiden häiriöt
- sähkö/lämmitys- ja tuuletuskatkokset
- sabotaasi, hakkerointi ja turvallisuusrikkomukset
- viestintäjärjestelmien ja turvalaitteiden häiriöt
- tietokonevirukset ja vihamieliset hyökkäykset tietojärjestelmiin.

(Murch 2002, 163–164.)

Monet näistä riskeistä ovat suoraan tai välillisesti projektipäällikön valvonnassa, tai hänellä on mahdollisuus vaikuttaa niihin, *Kustannusriskejä* ovat esimerkiksi:

- projektitiimien, alihankkijoiden, tavarantoimittajien ja konsulttien aiheuttamat kustannusylitykset
- tuotteen tai projektin laajuuden kasvu ja hallitsemattomat muutokset
- huono kustannusarviointi tai siinä tehdyistä virheistä johtuvat odottamattomat kulut
- budjetin ja aikataulun ylitykset (Murch 2002, 164.)

Aikatauluriskit voivat johtaa projektin epäonnistumiseen, jos tuotteen tai palvelun markkinoille tuonti viivästyy. Aikatauluriskejä ovat esimerkiksi:

- epätarkkojen aikatauluarvioiden tuloksena syntyvät virheet
- lisääntynyt teknisen toiminnan ja ulkoisten ongelmien ratkaisemiseen käytetty työ
- resurssivajaukset mukaan lukien henkilöstönhankkimisen viivästyksset, riittämättömät resurssit ja epärealistiset odotukset käytettävissä olevilla resursseilla aikaansaataavista tuloksista
- odottamattomat resurssien menetykset (Murch 2002, 165.).

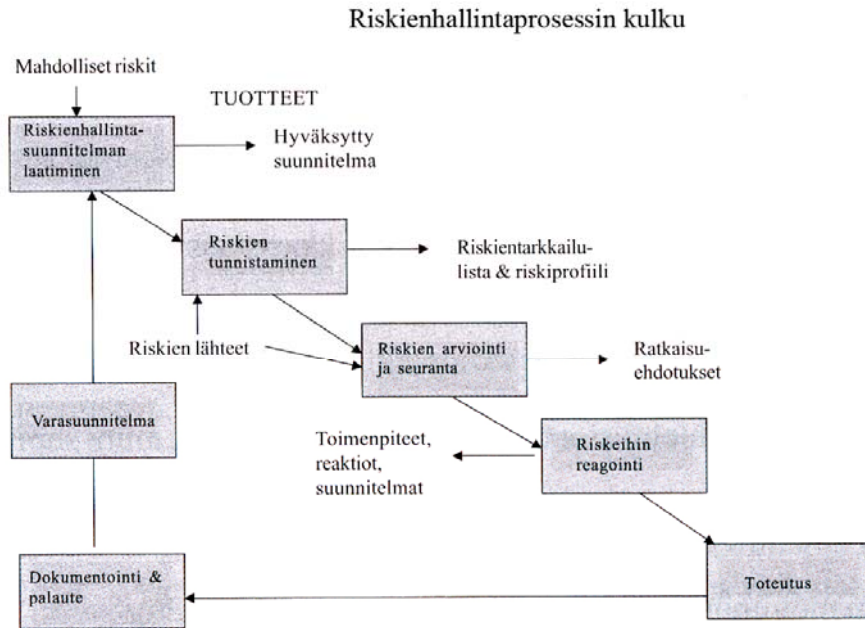
Tekniikkariskit voivat johtua lukuisista syistä. Niiden seurauksena järjestelmän toiminnallisuus tai suorituskky ei vastaa sille asetettuja odotuksia. Tyypillisiä esimerkkejä tekniikkariskeistä ovat:

- epäkypä tekniikka
- väärät työkalut
- testaamattomat ja sopimattomat ohjelmistot
- vaatimusmuutokset ilman muutosten hallintaa
- tuotteen monimutkaisuutta ei ole ymmärretty tai selitetty
- integraatio-ongelmat
- ohjelmiston tai laitteiston suorituskvyn ongelmat – heikot vasteajat, viat ja virheet. (Murch 2002, 165.)

Toiminnan riskeille on tyypillistä, että laajamittaista muutosta ei kyetä toteuttamaan tehokkaasti. Niiden seurauksena projektin suunnitellut tai oletetut hyödyt eivät toteudu. Yleisiä syitä ovat:

- puutteellinen ristiriitojen ratkaiseminen ja prioriteettien asettaminen
- avainhenkilöiden riittämättömät valtuudet
- tapahtumien käsittelyyn varattujen asemien koko – liian suuria tai pieniä
- järjestelmän toteutuksen ja käyttöönoton riskit – yritetään tehdä liian paljon liian pian. (Murch 2002, 165.)

6.3 Riskienhallintaprosessi



KUVA 4. havainnollistaa miten projektipäälliköt voisivat hallita projektien riskejä (Murch 2002, 166)

Kaikkia projekteja varten on laadittava riskienhallintasuunnitelma, joka voidaan liittää osaksi projektin kokonaissuunnitelmaa. Pienemmissä, alle kaksi vuotta kestävässä, projekteissa riskien kokoamisen tulisi olla projektipäällikön vastuulla. Suurempien tai monimutkaisempien projektien riskienhallintaa varten on kuitenkin syytä nimittää kokopäivätoiminen riskienhallintahenkilö. Riskienhallintasuunnitelman täytyy kattaa kaikki riskienhallintaprosessin osa-alueet. Sen täytyy pitää sisällään riskien tunnistaminen ja päätös riskienhallinnan laajuudesta. Siinä pitää määrittää aikataulut, tuotteet, välietapit ja varasuunnitelma. Suunnitelmasta pitää selvittää varatut resurssit ja riskienhallinnan vastuuhenkilöt. (Murch 2002, 167.)

6.3.1 Riskien tunnistaminen

Mahdollisten riskien tunnistaminen on erittäin kriittinen tehtävä, joten projektitiimin on varattava siihen riittävästi aikaa laadukkaan ja tarkan lopputuloksen aikaansaamiseksi. Tehtävän suorittamiseen täytyy sisältyä palavereja tai aivoriihiä sellaisten riskien tunnistamiseksi ja priorisoimiseksi, jotka mahdollisesti uhkaavat projektia ja sen onnistumista. Riskien esiintymisen todennäköisyys luokitellaan alhaiseksi, kohtalaiseksi tai suureksi arvioimalla sen esiintymisen todennäköisyyttä. Seuraavaksi määritellään riskien vakavuus ja tunnistetaan, ovatko ne merkityksettömiä vai vakavia. Kun kaikki riskit on tunnistettu, voidaan ne priorisoida niiden esiintymisen todennäköisyyden tai vaikutusten mukaan. (Murch 2002, 167.)

Jotkut riskimetodologiat käyttävät numeerisia kaavoja tai painottamista. Näiden metodologioiden avulla riskit voidaan arvioida ja pisteyttää niiden vakavuuden mukaan. Kun riskien arvioinnissa käytetään numeerista menetelmää, tarkastellaan kolmea aluetta: Miten todennäköinen riski on kyseessä ja miten se vaikuttaa vireillä olevaan prosessiin. Riskejä tarkkaillaan myös niiden hallittavuuden perusteella, eli miten hyvin niitä voidaan pitää hallinnassa. (Murch 2002, 167.)

Riskienhallintapäälliköt antavat arvon 1-5 jokaiselle riskille. Arvo 1 tarkoittaa, että riskin toteutuminen on epätodennäköistä, ja arvo 5 ilmaisee riskin lähes varmasti toteutuvan. Taulukko 1 sisältää riskien arvot ja niiden kuvaukset.

TAULUKKO 1 Esimerkki riskiluettelosta (Murch 2002, 170)

| Riskin numero | Riskin kuvaus | Toimenpiteet | Vaikutuksen vakavuus | Toteutumisen todennäköisyys | Merkityksen taso (vaikutus+todennäk.) | Hallittavuuden taso | Milloin saatu valmiiksi |
|---------------|---|---|----------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------|-------------------------|
| 1 | Tilaustensyöttöjärjestelmä ei valmistu ajoissa. | Rakennetaan siltä nykyiseen tilaustensyöttöjärjestelmään. | 4 | 5 | 9 | 5 | Muutospyyntö vireillä |
| 2 | Taitava henkilöstö siirtyy muihin tehtäviin liian aikaisin. | Palkataan kokenutta henkilökuntaa. | 2 | 4 | 6 | 3 | Valmis |
| 3 | Uuden laskutusjärjestelmän käyttäjäkoulutusta ei saada päätökseen ennen toteutusvaihetta. | Laskutusjärjestelmien kehityksen asiantuntijat antavat pikaisen peruskoulutuksen. | 3 | 3 | 6 | 2 | Käsiteltävänä |

6.3.2 Riskeihin varautuminen

Joitakin riskejä varten on tarpeen laatia varasuunnitelmia, jotka voidaan käynnistää ja panna toimeen riskin uhatessa tai toteutuessa. Varasuunnitelmat ovat kuin vakuutuksia: niitä ei ehkä koskaan tarvita, mutta jos niitä ei ole, riskitapahtumien seuraukset voivat olla tuhoisia. Riskien seurauksena voidaan menettää elintärkeitä tallenteita, tiedostoja tai tietoja. Riskin laajuudesta riippuen voidaan menettää jopa kokonainen viestintäjärjestelmä, tai sen seurauksena tietoturvajärjestelmään saattaa tulla toimintahäiriö. Riskit saattavat vaikuttaa myös kriittisiin palveluihin ja toimintoihin ja näin edesauttaa vajaatehoista toimintaa. Pahimmassa tapauksessa riskit saattavat keskeyttää liiketoiminnan tai aiheuttaa työntekijöiden loukkaantumisen tai jopa kuoleman.

Monet organisaatiot pitävät myös varasuunnitelmia vakuutusten kaltaisina tarpeettomina kustannuksina. Koko varasuunnitelman kustannukset voidaan kuitenkin helposti perustella tarkastelemalla kustannuksia, jotka koituisivat vakavasta riskistä liiketoiminnalle. (Murch 2002, 171.)

7 PROJEKTINHALLINNAN METODOLOGIAT

7.1 Metodologia

Metodologia määritellään joukoksi toistettavia prosesseja, jotka sisältävät projektikohtaisia menetelmiä, sääntöjä ja suuntaviivoja hallittavien, organisaatiolle arvoa tuottavien ja laadukkaiden sovellusjärjestelmien rakentamiseksi. Määritelmän tärkein ilmaus on ”toistettava prosessi” eli projektien toteuttaminen samalla tavalla. Metodologiaa voisi myös ajatella karttana, joka opastaa projektin määränpäähänsä. Metodologiat ovat yhdistymässä projektin- ja prosessinhallinta- sekä muihin tekniikoihin ja tarjoavat näin keinon käsitellä monia nykyisiä sovelluskehityksen ongelmia. (Murch 2002, 139.)

7.2 Metodologioiden rakenteet

Useimmat metodologiat koostuvat neljästä peruskomponentista: *Suuntaviivat* ovat määrättyjä toimenpiteitä, jotka ovat välttämättömiä menestyksekkäälle ohjelmistokehitykselle. *Suuntaviivat* sisältävät neuvoja ja suosituksia toiminnasta. *Menetelmiä* ovat yksityiskohtaiset prosessikuvaukset, jotka tukevat toimintaa koko ohjelmistokehityksen elinkaaren ajan. *Menetelmät* auttavat projektin tuotteiden valmistamisessa. *Työkaluja* ovat erityisesti sellaiset projektinhallintatyökalut, jotka on yhdistetty aiempien projektien kokemuksiä hyödyntävään metodologiaan. *Malleja* ovat uudelleenkäytettävät dokumentit ja tarkistuslistat, joista saa neuvoja ja apua projektin edetessä. (Murch 2002, 139.)

7.3 Metodologioiden hyödyt

Jos sovelluskehitysprosessissa käytetään standardilähestymistapaa tai metodologiaa, voidaan saavuttaa merkittäviä etuja ja tuotannonlisäyksiä. Projektinhallinta hyötyy metodologian käytöstä monilla tavoilla. Yritysjohto voi suojella sijoitustaan varmistamalla, että projektia tukevat tekijät on tarkasti määritelty ja että ne todennäköisesti

myös toimivat. Johto ja käyttäjät tietävät etukäteen, mitä he voivat odottaa kultakin projektilta ja että tulokset ovat korkealaatuisia. Laatuvaatimukset ja niiden todentaminen ovat olennainen osa mitä tahansa hyvää metodologiaa. Yllätykset, kuten kustannusten ylitykset, laajuuden muutokset, käyttöönoton myöhästyminen ja muut riskit, voidaan minimoida. Kaikkien projektien edistymistiedot ovat helposti saatavilla. Hyviin metodologia tuotteisiin on usein sulautettu tai yhdistetty projektinhallintaohjelmistoja, minkä ansiosta projektitiimin jäsenet voivat laatia tehtäviensä arvioidut päättymisajat sisältäviä ajankäyttöraportteja. Projektin tuottavuutta voidaan parantaa, kun metodologioiden käytön omaksuvat organisaatiot huomaavat sovelluskehityksen tuottavuuden lisääntyvän merkittävästi. Viestintä projektin sisällä paranee, sillä metodologia luo standardit, joita kaikki voivat noudattaa ja asettaa selvät ja yhteisesti sovitut odotukset. Usein metodologiat integroidaan projektinhallinnan ohjelmistotyökaluihin ja prosessinhallintatekniikoihin, minkä tuloksena syntyy hyödyllinen väline projektin toteutukseen (Murch 2002, 140–142.)

8 NOPEA SOVELLUSKEHITYS

Nopea sovelluskehitys eli RAD (Rapid Application Development) on erittäin tiivistähtinen prosessi tai metodologia, jossa projektien vaatimukset syötetään nopean kehityksen prosessiin. Sovellus kehitetään ennalta sovitussa ajassa, yleensä 30, 60 tai 90 päivässä. Yli 90 päivää kestävä projekti ei enää täytä nopean kehityksen kriteerejä. Kehityksen tuloksena syntyy järjestelmä, joka voidaan heti ottaa tuotantokäyttöön ja julkistaa loppukäyttäjille. (Murch 2002, 148.)

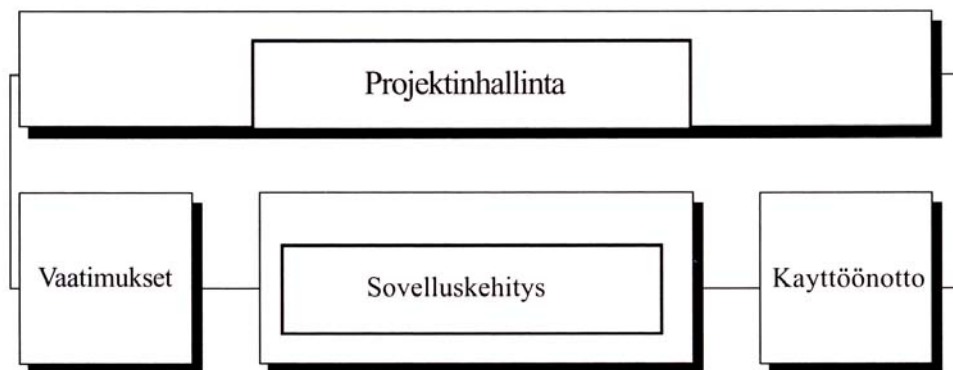
8.1 Nopean sovelluskehityksen tavoitteet ja hyödyt

Nopeassa sovelluskehityksessä kehitetään laadukkaita sovelluksia tarkkaan rajatun ja nopean aikataulun mukaan. Tällaista menetelmää hyödyntäen kehitys kestää päiviä tai viikkoja, kun se tavanomaisia tekniikoita käyttäen kestäisi kuukausia tai vuosia. Nopean sovelluskehityksen prosessissa luodaan ympäristö, jossa loppukäyttäjien osallistuminen on ensisijaisen tärkeää. RAD ei toimi, jos loppukäyttäjät eivät ole mukana kehityksessä täydellä teholla. Käytettäessä tällaista sovelluskehityksen metodologia valitaan projektiin korkeasti koulutettua ja motivoitunutta henkilökuntaa, joka tekee järjestelmällistä tiimityötä. (Murch 2002, 149.)

Hyötyjen tuottamiseksi RAD hyödyntää olemassa olevaa tekniikkaa, asennettuja ja käytössä olevia arkkitehtuureja, integroitua kehitysympäristöä ja käyttäjien intensiivistä osallistumista kehitysprosessiin. RAD-tekniikan käytöstä seuraa monenlaisia etuja. Koska käytössä ovat ennalta valitut menetelmät ja ohjelmat sekä motivoitunut tuotantotiimi, lyhenee sovelluskehityksen elinkaari merkittävästi. Projektin elinkaaren lyhentyessä laskevat myös sen kustannukset merkittävästi. Vaikka nopeus hallitsee tämän tyyppistä sovelluskehitystä, ei se välttämättä tarkoita huonoja tuloksia, vaan hyvin organisoitu ja suunniteltu työ parantaa tuotteen laatua. Kun projektissa käytetään ennalta hyväksi havaittuja tekniikoita ja arkkitehtuureja on sovelluksia helpompi ylläpitää. (Murch 2002, 149.)

8.2 Nopea sovelluskehitys ja projektinhallinta

Projektipäälliköiden täytyy projektisuunnitteluvaiheessa perehtyä tarkasti eri tekijöihin harkitessaan, pitäisikö sovellus kehittää RAD-tekniikan avulla. Seuraavaksi tarkastellaan näitä päätökseen vaikuttavia tekijöitä ja etuja.



KUVA 5. (Murch 2002, 151) Nopean sovelluskehityksen elinkaari

RAD-menetelmän pääasiallinen tavoite on kehittää sovelluksia huomattavasti lyhyemmässä ajassa kuin perinteiset sovelluskehityksen menetelmät. Yleensä RAD-projektien kesto määritellään projektisuunnitteluvaiheessa. (Murch 2002, 151.)

Kun RAD-projekti toteutetaan hyvin, loppukäyttäjät näkevät tulokset nopeammin kuin perinteisissä projekteissa ja ovat paljon tyytyväisempiä. Osa RAD-tekniikan menestyksestä on kuitenkin riippuvainen loppukäyttäjien täydellisestä sitoutumisesta projektiin. Loppukäyttäjät määrittelevät projektin vaatimukset. He ohjaavat myös

sovelluksen tai palvelun suunnittelua ja ratkaisevat sovelluksen/palvelun käyttöönoton toteutettavuuden. (Murch 2002, 151.)

RAD ei sovellu projekteihin, jotka edellyttävät uutta tai nousevaa tekniikkaa, kuten uusia ohjelmointikieliä, arkkitehtuureja tai muuta innovatiivista tekniikkaa. RAD hyödyntääkin sellaisia olemassa olevia alustoja, jotka ovat käytännössä osoittautuneet toimiviksi, vakaiksi ja luotettaviksi. (Murch 2002, 152.)

Metodologia on erittäin hyödyllinen työkalu nopeassa sovelluskehityksessä, koska se määrittää ne prosessit ja toimenpiteet, joita tiimi noudattaa sovellusjärjestelmän luomisessa. Kehitysympäristö sisältää metodologian sen varmistamiseksi, että kehitysympäristö integroituu RAD-ympäristön muihin komponentteihin. (Murch 2002, 152.)

Nopea sovelluskehitys vaatii äärimmäisen motivoituneen ja energisen projektitiimin taitoja. Projektipäälliköiden tulee valita tiimin jäsenet erittäin huolellisesti. Projektin aikataulussa ei ole tilaa ylisuurille egoille, teoreettisille pohdiskelijoille tai laiskureille. RAD ei sovi sellaisten sovellusten kehittämiseen, jotka ovat toiminnallisesti erittäin monimutkaisia tai jotka käsittelevät suuria tapahtumamääriä. RAD-projektin tiukat aikarajoitukset eivät salli monimutkaisten teknisten ongelmien ratkaisemista. (Murch 2002, 153.)

Internet on tuonut uuden ulottuvuuden nopeaan sovelluskehitykseen. Eri paikoissa työskentelevät tiimit voivat kommunikoida keskenään fyysisestä välimatkasta huolimatta, ja loppukäyttäjät voivat hakea sieltä tietoa, määrittelyjä, tutkimustuloksia, malleja, käyttöstandardeja ja paljon muuta. (Murch 2002, 153.)

9 PROJEKTITYÖSKENTELYN ONGELMIA

Projektien epäonnistuminen johtuu yleensä hallinnon ja menetelmien riittämättömyydestä, ei niinkään teknisistä syistä. Useimmiten projektiryhmään kuuluvat henkilöt ovat päteviä ja tehtäviensä tasalla, ja projektin vaikeudet johtuvat huonosta organisoinnista sekä puutteellisesta suunnittelusta. Tällöin pätevistä yksilöistä kootusta projektiryhmästä tulee kokonaisuutena toimintakyvytön, eikä projekti onnistu tehtävässään. Ongelmat voivat konkretisoitua teknisellä alueella, vaikka perimmäiset syyt ovat muualla. (Ruuska 1999, 25–26.)

Projekteja asetetaan usein liian heppoisin perustein ja erillään organisaation toiminnan kokonaissuunnittelusta. Projekti on aina investointi, jonka kustannukset ja hyödyt pitäisi ennen asettamista selvittää mahdollisimman monesta näkökulmasta. (Ruuska 1999, 26.)

Perusorganisaatio osoittaa projektille voimavarat, joten projekti on riippuvainen siellä tehtävistä päätöksistä. Jos mielenkiinto projektia kohtaan on jostain syystä hiipunut, se ajautuu väistämättä vaikeuksiin resurssien ja rahoituksen hankinnassa. Syynä johdon tuen katoamiseen voi olla esimerkiksi se, ettei projektin asettamista ole alun perinkään harkittu riittävästi, tai lopputuotteen tarve on jostain syystä hävinnyt. (Ruuska 1999, 27.)

Projektitoiminnalle on luonteenomaista, että yksityiskohtien osalta raja-alue tarkentuu vielä lopputuotteen suunnittelutyön edetessä. Ongelmia syntyy, mikäli projektin päälinjauksista ei ole yksikäsitteisesti projektin alussa sovittu. Sekä tilaajalla että käyttäjillä on usein taipumus pommittaa projekteja erilaisilla tavoilla ja muutosehdotuksilla. (Ruuska 1999, 27.)

Yksinkertaisesti organisoitu ja riittävän pieni, tavoitteeseen sitoutunut projektiryhmä on parempi kuin suuri projektiorganisaatio, jonka jäsenet hoitavat projektin tehtäviä muiden töidensä ohella. Työn tekemisen suunnitteluun ja organisointiin ei ole erityisen viisasta uhrata enemmän aikaa kuin itse työn tekemiseen. Projektointi on vain yksi tapa hoitaa perusorganisaation tehtäviä. Toiminta ei tehostu vain kutsuamalla sitä projektiksi. (Ruuska 1999, 28–29)

Linjaorganisaation rakenteet ja työmenetelmät on suunniteltu jatkuvaluonteista toimintaa varten, jolloin painopiste on tehtävissä ja työprosesseissa, ei niinkään päämäärissä. Projekti on tavoiteorientoitunut organisaatio. Projektissa ei ole erityisen tärkeää, miten asetetut tavoitteet saavutetaan. Tästä seuraa ainakin osittainen tavoitteiden ristiriitaisuus. Linjaorganisaatiossa noudatetaan periaatteita, jotka voivat poiketa yksittäisen projektin päämääristä. Molemmille näkemyksille löytyy perustelua, joita toisen osapuolen on joskus vaikea ymmärtää. (Ruuska 1999, 29.)

Henkilöristiriitoja voi esiintyä sekä projektin sisällä että projektin ja ympäristön välillä. Joskus jännitteet kasvavat niin suuriksi, ettei projekti kykene enää tehtävänsä ilman erityistoimia. Jos projektiryhmän ja projektipäällikön välille syntyy epäluottamusta, on syynä yleensä väärä henkilöjohtaminen. Projektia ei voi johtaa autoritäärisen valtuutukseen perustuen, minkä vuoksi projektipäällikön on oltava linja-

esimiehiä paremmin selvillä ihmissuhteisiin ja ihmisten johtamiseen liittyvistä kysymyksistä. (Ruuska 1999, 29–30.)

Projektilla on epärealistiset tavoitteet silloin, kun lopputuotteelle asetetut vaatimukset tai aikataulutavoitteet eivät ole sopuinnossa käytettävissä oleviin voimavaroihin nähden. Aikataulujen lipsuminen johtuu tavallisesti siitä, ettei projektille alun perin osoiteta riittäviä voimavaroja eikä aikaa projektin tehtävien suorittamiseen varata tarpeeksi. (Ruuska 1999, 30.)

Työvälineiden ja työmenetelmien tarjolla olevista vaihtoehdoista käydään projektin alussa usein kiivaita keskusteluja. Pahimmillaan työmenetelmiä ja projektisuunniteluohjelmistoja on ryhdytty pitämään järjen korvikkeina. Niitä tarvitaan, mutta ne ovat silti vain apuvälineitä. Asiantuntemus ja ongelmien ratkaisukyky piilee edelleen projektiryhmän jäsenten korvien välissä. (Ruuska 1999, 31.)

Projektin onnistumisedellytykset lyödään pitkälle lukkoon projektisuunnitelman tekovaiheessa. Projektin hallinta perustuu projektisuunnitelmaan. Mikäli suunnittelu tehdään huonosti, ei hyväkään projektiryhmä pysty selviytymään tehtävästä kunnolla. Suunnitteluvirheitä on monenlaisia. Esimerkiksi työmääräarviot ja aikataulut saattavat olla liian optimistisia tai henkilöiden käytettävyyttä yliarvioitua. Henkilöillä on myös muita tehtäviä, kuten linjatyt, toiset projektit ja koulutus. Yleensä myös unohdetaan asioiden väliset riippuvuudet, kuten muut tehtävät ja projektit. (Ruuska 1999, 32.)

Projektisuunnitelman keskeisin osuus on aikataulu, jonka perusteella projektin kulua voidaan ennakoita ja etenemistä seurata. Yleisimpiä aikataulujen heikkouksia ovat karkeat tehtäväerittelyt. Nämä tulevat ilmi kaavioissa kuukausien pituisina janoina. Ongelmia syntyy myös silloin, kun janojen pituudet eivät vastaa tehtävän yhtäjaksoista suoritusta tai aikataulusta puuttuu tehtäviä. Aikataulun luettavuus ja ulkoasu voi olla köykäinen tai niitä ei ylläpidetä ja näin ollen toimitaan vanhentuneen tiedon pohjalta. Pelivarojen ja varmuusmarginaalien puute saattaa myös luoda odottamattomia ongelmia projektin edistymiselle. (Ruuska 1999, 32.)

10 SUUREN 3D-KOKOONPANON SUUNNITTELU

10.1 CAD-järjestelmän valinta

Projektinhallinnan luodessa toiminnalle kehykset tarvitaan myös tapauskohtaisia välineitä riippuen millaisessa ympäristössä toimitaan. Projektinhallinnan välineitä ja menetelmiä voidaan soveltaa monenlaisiin yhteyksiin, kuten palvelun tai tuotemallin suunnitteluun. Suunnitteluun tarvitaan tehokkaita välineitä niin projektinhallinnassa kuin itse työskentelyssäkin. Esimerkiksi laajojen 3D-mallien suunnittelussa itse mallin suunnittelu on yhtä tärkeä osa kokonaisuutta kuin projektin suunnittelu ja hallinta.

Nykyisen suunnittelujärjestelmän analysoinnin pohjalta voidaan laatia lista ominaisuuksista, joita järjestelmältä vaaditaan, ja muutoksista, joita järjestelmähankinnalla tavoitellaan. Kun lähdetään arvioimaan järjestelmältä vaadittavia ominaisuuksia, lähtökohtana tulee olla yrityksen omien tuotteiden ja toimintatavan sekä näkemys siitä, miten yritys tulee toimimaan tulevaisuudessa. Järjestelmän hienoista ominaisuuksista ei ole hyötyä, jos ne ovat tarpeettomia. Järjestelmää valittaessa on hyvänä lähtökohtana pitää varsinaisia mallinnusominaisuuksia. Pystyykö sillä luomaan suuria kokoonpanoja ja hallitsemaan niitä? Halutaanko muodostaa malleista tuoteperheitä ja tallentaa dokumentteja? Miten järjestelmä pystyy vastaamaan muihin järjestelmiin ja liityntöihin? Tulevaisuuden kannalta voi olla tärkeää, että järjestelmään voidaan liittää lisämoduuleita ja että sen ylläpito ja päivitettävyyden on helppoa ja vaivatonta. Käytettävyyden kannalta suurimmaksi osa-alueeksi muodostuu järjestelmän käyttöliittymän ja ympäristön ominaisuudet. (Laakko, Sukuvaara 1998, 29.)

Vaadittavat mallinnusominaisuudet määräytyvät yrityksen tuotteiden mukaan. Yleissääntönä voidaan pitää, että mitä enemmän tuotteissa näkyy muotoilijan käden jälki, sitä kovemmat vaatimukset mallinnusominaisuuksille asetetaan. Työskentellessä suurten kokoonpanojen parissa näiden erilaiset hallinta- ja yksinkertaistamisominaisuudet sekä tiedostojen käsittely korostuvat. Satoja osia sisältävien kokoonpanojen käsittely vaatii paljon tietokoneresursseja ja on työlästä, silloin tarvitaan työskentelyä helpottavia ominaisuuksia, jotka mahdollistavat esitysten luomisen. Näissä tehtävissä työskentelee usein suunnittelijoita, joten ohjelmiston on tällöin tuettava rinnakkaissuunnittelua. (Laakko, Sukuvaara 1998, 30.)

10.1.1 Graafiset mallit

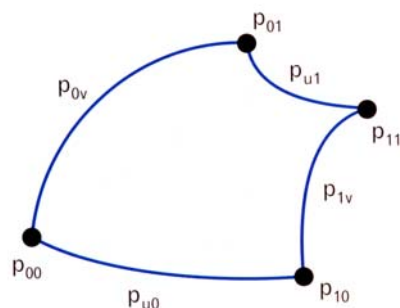
Graafinen viivamalli (graphical line model) on alkeellisin esitystapa. Kohteen ääriviivat mallinnetaan viivojen ja kaarien joukkona, ja lisäksi voidaan esityksessä käyttää muita graafisia primitiivejä, kuten symboleita, makroja ja tekstiä. Yksi- tai kaksiulotteisen viivamallin muodostaminen on helppoa, ja siksi se soveltuu hyvin interaktiivisiin sovelluksiin. (Laakko, Sukuvaara 1998, 40.)

Kolmiulotteiseen esityksen viivamalliin ei interaktiivisuus sovellu, koska esitys ei ole yksiselitteinen. Lisäksi 3D-rautalankamallien muodostaminen on hankalaa ja aikaavievää. (Laakko, Sukuvaara 1998, 40.)

10.1.2 Pintamallit

Pintamallilla (surface model) voidaan esittää monimutkaisia geometrisia muotoja. Pintamalli ei sekään ole yksiselitteinen, mutta se on kehittyneempi esitystapa kuin yksinkertaiset graafiset mallit, minkä takia se soveltuu hyvin erilaisiin tehtäviin. Pintamalleja on sovellettu monimutkaisten pintojen, kuten valettujen ja taottujen kappaleiden, autojen kuoripeltien, lentokoneen ja laivan muotojen mallinnukseen. Pintamalleihin pohjautuvia järjestelmiä käytetään yleisesti myös teollisessa muotoilussa. (Laakko, Sukuvaara 1998, 40–41.)

Pintamallit sisältävät informaatiota pintojen liittymisestä reunoihin. Reunat kuvataan tavallisesti parametrisilla käyrillä. Pintamalli muodostuu yhdistelemällä parametrisia pintalappuja (surface patches). Pintalappujen reunakäyrät ovat tavallisesti parametrisia käyriä. (ks. kuva 6.) (Laakko, Sukuvaara 1998, 41.)



KUVA 6. Pintalappu ja sen reunakäyrät. (Laakko, Sukuvaara 1998, 41)

10.1.3 Tilavuusmallit

Tilavuusmallit (solid models) kehitettiin alun perin graafisten mallien ongelmien takia. Näitä ongelmia ovat mm. moniselitteisyys, epätäydellisyys ja rajoittunut sovellettavuus. Tilavuusmallit pyrkivät olemaan ”täydellisiä” kappaleiden kuvauksia, siis riittäviä vastaamaan algoritmisesti mihin tahansa geometriaa koskevaan kysymykseen. (Laakko, Sukuvaara 1998, 46.)

Käytännölliseltä kannalta tilavuusmallinnusjärjestelmät pyrkivät tukemaan kolmiulotteista suunnittelua laajemmin ja täydellisemmin kuin rautalanka- tai pintamallintamiseen perustuvat järjestelmät. Erityisesti ne tarjoavat kehittyneitä mallintamistekniikoita, joita voidaan soveltaa kolmiulotteisen geometrian luontiin sekä korkealuokkaiseen visualisointiin. (Laakko, Sukuvaara 1998, 46.)

10.1.4 CAD- ja mallinnusohjelmistoja

CAD on lyhennys sanoista Computer Aided Drafting and Design ja tarkoittaa tietokoneen avulla tapahtuvaa piirtämistä ja suunnittelua. CADin katsotaan syntyneen vuonna 1964, mutta sen varsinainen läpimurto piirtämisen apuvälineenä tapahtui 1980-luvun alkuvuosina. (Havimo, 1990, s. 11)

Markkinoilla on olemassa paljon erilaisia mallinnusohjelmistoja, jotka voidaan luokitella niiden ominaisuuksien perusteella pinta- ja tilavuusmalleja tuottaviin ohjelmistoihin. Tosin nykyään tämä raja on pienentynyt ja jokaisella ohjelmistolla voidaan tuottaa kumpiakin malleja, mutta hieman eri ominaisuuksin.

AutoCAD

AutoCAD on tällä hetkellä yleisin CAD-ohjelma mm. siksi, että se toimii hyvin nykyaikaisissa tehokkaissa mikrotietokoneissa. Se on myös nopeasti kehittynyt varsinaisten 2D-tasopiirustusten laatimisohjelmasta melko monimutkaisten kolmiulotteisten (3D) kappaleiden suunnitteluohjelmaksi. Sillä on kaikki CAD-piirtämisen tyypilliset edut, kuten esimerkiksi kuvan tai kuvaelementin kopiointi-, peilaus-, siirto-, venytys- ja tallennusominaisuudet. Samaa kuvaelementtiä, vaikkapa kerrostalon ikkunaa, ei tarvitse piirtää moneen kertaan, vaan kerran piirretty otetaan käsittelyyn ja kopioidaan haluttuihin paikkoihin joko sellaisenaan tai peilikuvaksi käännettynä, suurennettuna tms. Lisäksi tehtyjä suunnitteluratkaisuja voidaan muunnella ja tarkastella samanaikaisesti joko paperille tulostettuina tai kuvaruudulla. (Havimo 1990, 11.)

SolidWorks

SolidWorks 3D-ohjelmisto on kehitetty mekaniikkasuunnittelun ja muotoilun tarpeisiin. Ohjelmisto käsittää osa-, pinta- ja kokoonpanomallinnuksen sekä ohutlevy-toiminnot. Ohjelmisto tuottaa automaattisesti mm. piirustukset, osaluettelot, osanumeroinnin, sekä tilavuus- ja massalaskelmat. SolidWorks on helppo oppia ja käyttää, koska käyttöliittymä on tuttua Windowsia. Alusta alkaen Windows-käyttöjärjestelmään suunniteltu ohjelmisto mahdollistaa muiden Windows-sovellusten helpon integroinnin esim. Microsoft Office -tuoteperheeseen ja takaa yhteensopivuuden muihin Windows-pohjaisiin järjestelmiin (OLE2-linkitys ja avoin VisualBasic API-ohjelmointi-rajapinta). (CadWorks Oy 2006.)

SolidWorks -ohjelmistolla suunnitellaan tuotteet osina, ja osista tehdään kokoonpanoja samalla logiikalla kuin koneenrakentajakin toimii. Ohjelma sisältää vakiona dynaamisen törmäystarkastelun. Liikkuvien mekanismien tarkastelua helpottaa SolidWorksin ainutlaatuinen, tähän saakka vain erillisten kinematiikkaohjelmien ominaisuus, jossa kohtaavat kappaleet liikuttavat toisiaan. (CadWorks Oy 2006.)

ArchiCAD

ArchiCAD on rakennussuunnittelijan näkökulmasta kehitetty suunnittelijan työkalu. Ohjelma pohjautuu ajatukseen rakennuksen simuloinnista. ArchiCADilla arkkitehti luo kolmiulotteista rakennusmallia. Se on kehitetty suunnittelijan näkökulmasta, mutta laajennusmahdollisuudet tekevät siitä oivallisen työkalun mille tahansa rakennussuunnittelun osa-alueelle. (M.A.D. Oy 2006.)

ArchiCADilla hallitaan rakennuksen koko elinkaari. Se soveltuu hyvin aina hankesuunnittelusta kiinteistöhallintaan. Rakennusosiin perustuvassa järjestelmässä hahmotellaan ja rakennetaan virtuaalista taloa. Samalla, kun talo muotoutuu tietokoneen näytöllä, syntyvät myös piirustukset. (M.A.D. Oy 2006.)

ArchiCADissa koko rakennus on yhdessä tiedostossa, ja kaikki piirustukset sisältyvät tähän tiedostoon. Muutokset yhdessä piirustuksessa päivittyvät aina automaattisesti kaikkiin muihin piirustuksiin. Virhemahdollisuudet vähenevät muihin työmenetelmiin verrattaessa. Rakennuttajalle saadaan tarkat määrätiedot, automaattiset aukkokaaviot ja jopa työselitys. Edelleen virtuaalinen rakennus siirretään kiinteis-

tönhallintaan, johon on erillinen ArchiFM-ohjelmisto, jonka avulla on helppo hallita huoneiden kalustusta, pinta-aloja ja vuokralaisia, sekä huoltosyklejä. (M.A.D. Oy 2006.)

Ohjelmalla voidaan luoda virtuaalimaailma ja antaa muiden itse liikkua rakennuksen sisällä ja ympärillä. Tiedostomuodot ovat sellaisenaan sopivia Internet-käyttöön ja ArchiCAD tukee kaikkia yleisimpiä internetissä käytettyjä tiedostomuotoja. (M.A.D. Oy 2006.)

Autodesk Maya

Maya sopii täydellisesti visualistin tarpeisiin. Tarpeelliset työkalut animoinnista dynamiikan kautta teksturointiin löytyvät kaikki samasta paketista. Mayan kehittyneet työkalut visualisointiin ja yhteensopivuus CAD ja CAID ohjelmistojen, mm. StudioTools ja Solid Edge, kanssa luovat mahdollisuuden tuottaa fotorealistisia tuotekuvia kaikissa suunnittelun vaiheissa. (Media Magic Oy 2006.)

Tuoteidean visualisointi on tärkeä, aikaa säästävä osa suunnittelutyötä. Pienoismallin rakentaminen on aikaa vievää työtä, eikä kuitenkaan pysty tavoittamaan tuotteen tunnelmaa ja ulkoasua. Virtuaalimallin voi vaivatta muuttaa jälkikäteen ja laittaa se haluamaansa ympäristöön, herättäen henkiin animoimalla. Mikä olisikaan parempi tapa myydä ideasi kuin näyttämällä se oikeassa ympäristössään haluamallasi tavalla. Mayan laadukkaat renderoijat, vertaansa vailla olevat animaatio-ominaisuudet ja yhteensopivuus CAD ja CAID ohjelmien kanssa tekevät siitä ihanteellisen välineen visualisointiin ja tehokkaaseen kommunikointiin. (Media Magic Oy 2006.)

Autodesk 3Ds Max

3Ds Max on ollut alusta alkaen yksi suosituimmista 3D mallinnusohjelmista. 3D Studio historia alkaa jo DOS ajasta, jolloin 3D Studiosta tehtiin 4 eri versiota DOS-pohjalle. R4 version jälkeen uudistukset olivat suuria, jolloin siirryttiin täysin Windows pohjaiseen 3Ds Max versioon. (Hongisto, Dolphin3D 2006.)

3Ds Max on nykyisin hyvin suosittu 3D mallinnusohjelma pääasiassa peligrafiikka puolella, mutta nykyisin se on laajentanut käyttäjäkuntaa paljon myös TV-mainoksien sekä elokuvien puolelle. MAXia on käytetty hyvin monessa elokuvassa, jolla on tehty sekä malleja, että erikoisefektejä. (Hongisto, Dolphin3D 2006.)

Ohjelmasta löytyy nykyisin todella monipuoliset mallinnusmenetelmät, paljon efektejä, hyvä käyttöliittymä, hyvät animointityökalut ja parhaana kaikista paljon tukea sekä ilmaisia että maksullisia lisätyökaluja (plugineja) (Hongisto, Dolphin3D 2006.)

Lightwave

NewTekin LightWave 3D 5.6 (uusin versio 6.0) on tarkoitettu tietokoneanimaattoreille näyttävien ja havainnollisten kolmiulotteisten esityksien luomiseen, joko kuvien avulla tai animaation keinoin. Ammattikäyttöön tarkoitettu yleiskäyttöinen polygonimallintaja sopii vaativaan 3D-grafiikan mallintamiseen ja erikoistehoste- sekä video- ja elokuvatuotannon 3D-mallien rakentamiseen. Lightwave ohjelmaan kuuluu myös animointiosa, jossa kaikelle annetaan oma elämä. (Aniway 2001.)

10.2 Mallin 3D-CAD-suunnittelulle asetettavia vaatimuksia

Nykyiset CAD-järjestelmät ovat saavuttaneet kehitystason, jossa tuotteen yksittäisen osan mallinnukseen on käytettävissä varsin kattavasti kolmiulotteisuutta ja tarkkaa reaaliaikaista visualisointia tukevia menetelmiä. Tuotemallin pohjalta suoritetaan varsin monenlaisia analysointitehtäviä, ja tuotetietoa siirretään sovellusten välillä sekä käytetään ja hallitaan hajautetusti, mihin tehtäviin useinkaan pelkkä kaksiulotteinen piirustus ei ole enää yksin riittävä vaan tarvitaan informatiivisempia 3D-malleja. (Laakko, Sukuvaara 1998, 7.)

Viime aikoina huomio on kiinnittynyt siihen, kuinka laajoja kokoonpanoja voitaisiin käytännössä mallintaa ja hallita. Laajojen kokoonpanojen mallintaminen tuo järjestelmille uudenlaisia haasteita. Keskeinen ongelma on kyseisissä yhteyksissä yleinen valtava informaatiomäärä, jota kaikkea ei pystytä yhdellä kertaa sovittamaan tietokoneen keskusmuistiin, mutta jota kuitenkin pitää hallita ja käyttää tehokkaasti yrityksen eri tarpeisiin. (Laakko, Sukuvaara, 1998, s. 7)

Nykyiset CAD-mallit eivät vielä tue kovinkaan hyvin tiedon uudelleenkäyttöä, mikä olisi keskeistä kun tuotetta jatkokehitetään tai sen pohjalta suunnitellaan uutta tuotetta. Esimerkiksi tuotteet saattavat olla muodostaa tuoteperheen ja voisivat olla konfiguroitavia. Tällöin olisi keskeistä, että tuoteperhe pystyittäisiin mallintamaan ainakin keskeisimmiltä osiltaan, jolloin välttyttäisiin koko tuotteen tapauskohtaiselta

mallintamiselta ja nopeutettaisiin huomattavasti toimitusprosessiin kuluvaan aikaa. (Laakko, Sukuvaara 1998, 8.)

Tehdasmallin suunnittelu on laaja-alaista toimintaa, johon osallistuu eri alueiden asiantuntijoita usein yli organisaatorajojen. Suunnitteluprosessin vaiheet voivat toteutua ainakin osittain rinnakkain (simultaanisuunnittelu). Laajan kokonaisuuden muodostavan tuotteen suunnittelu on ryhmätyötä, jota tehdään myös maantieteellisesti hajautetusti. (Laakko, Sukuvaara 1998, 9.)

Tämä on johtanut siihen, että tuotetiedon tärkeys korostuu entisestään. Tuotteeseen liittyvää tietoa pitää voida myös editoida, levittää ja käyttää uudelleen. Tuotetieto kulkee yrityksen liiketoimintaprosesseissa tuotetiedon tarvitsijoille, jotka ovat eri alojen asiantuntijoita ja edustavat erilaista näkökulmaa tuotteeseen. (Laakko, Sukuvaara 1998, 9.)

Geometrian ohella mallissa tarvitaan myös muuntyyppistä tuotetietoa (toleranssit, mitat, materiaalitiedot, pinnan laatu). Erityisesti laajan kokoonpantavan tuotteen 3D-mallintamiseen riittävä tuki asettaa vielä lukuisia lisähaasteita sekä tuotesuunnittelijoille että CAD-järjestelmälle. (Laakko, Sukuvaara 1998, 9.)

10.3 Laaja tuotemalli

Tuotemalli voidaan määritellä laajassa merkityksessä seuraavasti: tuotemalli esittää tuotteen koko elinkaaren aikaisen tiedon yksiselitteisessä muodossa ja se toimii tuotetta koskevien kysymysten ja tuotteeseen kohdistettavien toimenpiteiden tiedonlähteenä. (Laakko, Sukuvaara 1998, 10.)

Tuotemallin perustehtävänä on koota tuotetietoa muotoon, jota voidaan käyttää tehokkaasti yrityksen eri toimintojen tarpeisiin. Tuotemallin tietojen tulisi olla riittävän tarkkoja, täydellisiä ja oikeellisia, jotta tavoitteet kokonaisuudessaan olisivat saavutettavissa. (Laakko, Sukuvaara 1998, 10.)

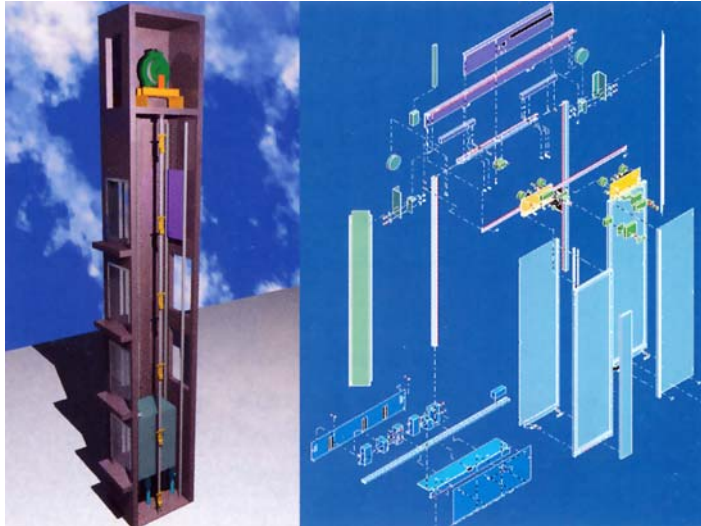
Tuotemallille voidaan asettaa moninaisia tavoitteita ja haasteita. Tavoitteeksi voidaan asettaa esimerkiksi, että mallin tulee pystyä esittämään suuria ja laajoja kokoonpanoja. Mallille voidaan asettaa tavoitteeksi moduulirakenne, jossa kokoonpanon yksittäiset osat esitetään omina kokonaisuuksinaan ja niiden väliset liitännän selvitetään. (Laakko, Sukuvaara 1998, 10.)

Tuotemallin tuotetietojen selaamiselle voidaan asettaa kohdennettuja vaatimuksia. Tietoja saattavat käyttää organisaation eri osastojen henkilöstö, joten sitä tulee voida selata ja muokata eri näkökulmista. Internetin ja globalisaation myötä tuotetiedon siirto ja hajautettu käyttö on tullut yhä tärkeämmäksi. Näin ollen tuotetiedon tarvitsijan, kuten tuotesuunnittelijan ja valmistuksen suunnittelijan, pitäisi päästä käsiksi tietoon näppärästi ja tarvittaessa tiettyä tuotemallin osaa tai näkökulmaa pitäisi voida muokata (ks. kuva 7.). (Laakko, Sukuvaara 1998, 10.)

Mallille voidaan asettaa vaatimukseksi myös ns. analysoinnin näkökulmia. Tuotemallista tulee käydä ilmi, kuinka paljon lopullinen tuote maksaa, miten se valmistetaan tai kootaan. Voidaankin puhua eräänlaisesta virtuaalisesta prototypoinnista (ks. luku 11), jossa tuotetta ei valmisteta lainkaan vaan sen ominaisuuksia voidaan tutkia sähköisessä muodossa. Tällainen tarkastelu saattaa merkittävästi pienentää suunnittelukustannuksia. (Laakko, Sukuvaara 1998, 10.)

Virtuaaliprototypoinnin (virtual prototyping) ensimmäisiä soveltajia ovat olleet ilmailu- ja ajoneuvoteollisuus, mutta vaikkei kyseessä olisikaan kymmenistä tuhansista osista muodostuva kokonaisuus, saavutettu hyöty voi olla merkittävä. Jo yksinkertaisetkin kineettiset testit voivat paljastaa mekanismeista toimintahäiriöitä tai epästabiilisuuksia. Mikäli tuotteesta voidaan havaita tämäntyyppinen vika ennen fyysisen prototyypin tai tuotantokappaleen valmistusta, kustannus- ja aikasäästöt ovat yleensä merkittäviä. (Laakko, Sukuvaara 1998, 178.)

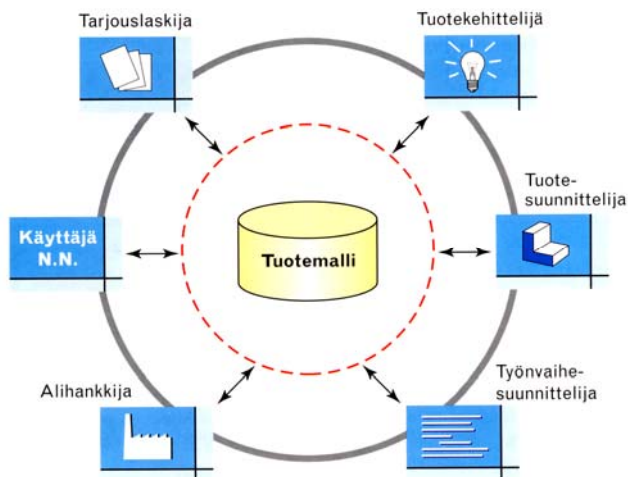
Laajoja kokoonpanoja suunniteltaessa on myös huomioitava, miten kokoonpanon rajoitukset ratkaistaan. Suurten mallien perusongelmana on yleinen valtava informaatiomäärä, jota kaikkea ei pystytä yhdellä kertaa sovittamaan tietokoneen keskusmuistiin, mutta jota kuitenkin pitää hallita ja käyttää tehokkaasti yrityksen eri tarpeisiin. Laajoja kokoonpanoja valmistettaessa on myös huomioitava simultaani suunnittelun tuki eli voidaanko samanaikaisesti suunnitella kokoonpanon eri osia ja liittää ne saumattomasti toisiinsa. Suuria malleja käsiteltäessä on myös varmistuttava siitä, että tuotetiedon uudelleenkäyttö on mahdollisimman tehokasta. (Laakko, Sukuvaara 1998, 10.)



KUVA 7. Kokoonpanon mallin eri näkökulmia. (Laakko, Sukuvaara 1998, 11)

10.4 Tuotemallin täydentäminen ja hajautettu käyttö

Laajan kokoonpanon, kuten esim. tehdasmallin, mallintaminen on ryhmätyötä (ks. kuva 8.). Toiminta hajautetussa, esimerkiksi simultaani suunnittelua tukevassa, ympäristössä asettaa vaatimuksia tuotetiedon siirrolle. Tuotetiedon tarvitsijan, kuten tuotesuunnittelijan ja valmistuksen suunnittelijan, pitäisi päästä käsiksi tietoon näppärästi ja tarvittaessa tiettyä tuotemallin osaa tai näkökulmaa pitäisi voida muokata. (Laakko, Sukuvaara 1998, 14.)

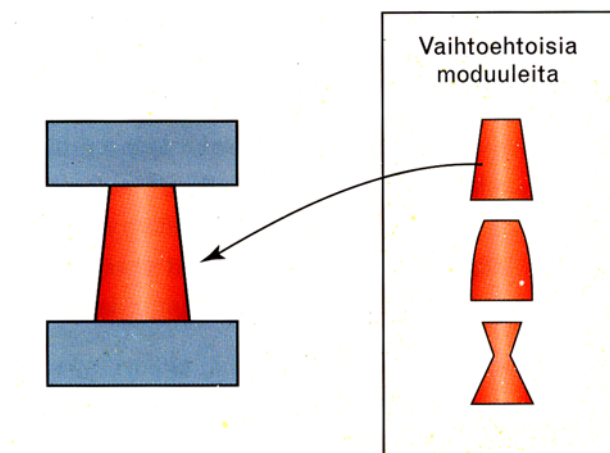


KUVA 8. Tuotemallin täydentäminen ja hajautettu käyttö. (Laakko, Sukuvaara 1998, 14.)

10.5 Modulointi ja standardointi

Asiakkaiden tarvekirjon kasvaessa muodostuu ongelmaksi tuotteiston kasvaminen liian laajaksi ja vaikeasti hallittavaksi. Modulointi tähtää vaihtoehtoisten kokoonpanon osien luomiseen (ks. kuva 9.), ja tarkoituksena on löytää tuotteelle rakenne, johon voi hallitusti tehdä asiakkaan haluamat muutokset. Moduuli on asiakkaan tarpeeseen perustuva toiminnallinen kokonaisuus. Tuotteen jakaminen moduuleihin selkiyttää sen rakennetta ja toimintaa. Tällöin pystytään vähemmällä erilaisten osien määrällä hoitamaan laajempi tuotevalikoima. (Laakko, Sukuvaara 1998, 16.)

Moduloinnin ohella nimikkeistön standardointi tehostaa tuotteiston hallintaa. Modulointi omalta osaltaan pyrkii minimoimaan erilaisten osien/moduulien määrän, standardointi taas nimikkeiden määrän. Moduloinnin ja standardoinnin tuloksena yksittäisiä nimikkeitä voidaan kierrättää tehokkaammin ja näin vähennetään projektiin sitoutunutta pääomaa ja suunnittelutyötä. (Laakko, Sukuvaara 1998, 16.)



KUVA 9. Vaihtoehtoisia moduuleita (Laakko, Sukuvaara 1998, 16.)

10.6 Tuotetiedon hallinta

Tuotetiedon määrän kasvu on monissa yrityksissä johtanut tilanteeseen, jossa tuotetietoon on hankala päästä käsiksi, ja siitä voi olla saatavilla useita eri versioita. Tuotetiedon hallintajärjestelmien kehittyessä on tullut mahdolliseksi hallita maailmanlaajuisesti toimivien yritysten tuotetietoja. Tuotetietojen tehokas hallinta edellyttää kuitenkin tietotekniikan ja hallintajärjestelmän lisäksi myös uusia toimintatapoja. (Laakko, Sukuvaara 1998, 17.)

CAD-suunnittelun kannalta yksi tärkeimmistä tuotetiedon hallinnan osa-alueista on tuotekonfiguraatioiden hallinta. Konfiguroitavat tuotteet ovat asiakaskohtaisesti muunneltavia, ja ne kootaan pääosaltaan etukäteen suunnitelluista komponenteista. Näillä tuotteilla on yksi tai useampia etukäteen suunniteltuja vaihtoehtoisia tuoterakenteita ja niiden asiakastoimitus on tyypillisesti rutiininomainen muunteluprosessi. (Laakko, Sukuvaara 1998, 17.)

Konfiguroitavien tuotteiden tuotekehitysprosessi on erillään asiakastoimitusprosessista. Siinä kehitetään uusia komponentteja ja tapoja koota komponenteista asiakkaiden tarpeita tyydyttäviä muunneltavia tuotteita. Tuotekonfigurointi tarkoittaa asiakaskohtaista muuntelua ja liittyy yksittäiseen asiakastoimitukseen. Asiakkaan vaatimusten täyttämiseksi konfiguroinnissa valitaan ensin sopiva perustuote ja sille tuoterakenne, johon liitetään perusmallista poikkeavat osakokonaisuudet. (Laakko, Sukuvaara 1998, 18.)

10.7 Tuotetiedon hallintajärjestelmiä

10.7.1 PDM

PDM järjestelmään (Product Data Management) kuuluu paljon muutakin kuin vain dokumenttien hallinta. Esimerkiksi nimikkeistöä, tuoterakenteita sekä niiden konfigurointia ja muutosprosesseja (Engineering Change Order, ECO) voidaan hallita PDM-järjestelmästä käsin. (Laakko, Sukuvaara 1998, 241.)

Tuotetiedon hallintajärjestelmä tarjoaa ratkaisuja monenlaisiin tuotetietoon liittyviin ongelmiin. Dokumenttien löytyminen ja niiden tulostaminen esimerkiksi tuotekohtaisesti valmistuksessa saavutetaan käyttämällä PDM-järjestelmää. Tuotetietojen muuttaminen ja päivittäminen on helpompaa, kun jokaiselle käyttäjälle luodaan profiili, jonka puitteissa hän pääsee käsiksi tuotetietoon. Tällaisilla järjestelyillä voidaan myös rajoittaa tuotetiedon käyttöä ja ohjata sitä haluttuun suuntaan. Ilman PDM-järjestelmää myös reaaliaikaisen tiedon jakaminen on aiheuttanut ongelmia etenkin simultaanisuunnittelussa, jossa tuotetta työstetään samanaikaisesti mahdollisesti jopa geologisesti eri paikoissa. (Laakko, Sukuvaara 1998, 242.)

Tietotekniikan kehittyminen on mahdollistanut globaalisestikin toimivissa yrityksissä tuotteiden tiedon hallinnan. Tiedon määrän kasvu ja ennen kaikkea tiedon siirron ja varastoinnin tarve on aiheuttanut yrityksille päänvaivaa. PDM tarjoaa paperin sijasta sähköisen varaston erilaiselle tuotetiedolle. Tiedon ollessa sähköisessä muo-

dossa on sen löytyminen, hakeminen, muokkaaminen, päivittäminen ja muunlainen manipulointi helpompaa kuin paperilla. (Laakko, Sukuvaara 1998, 242.)

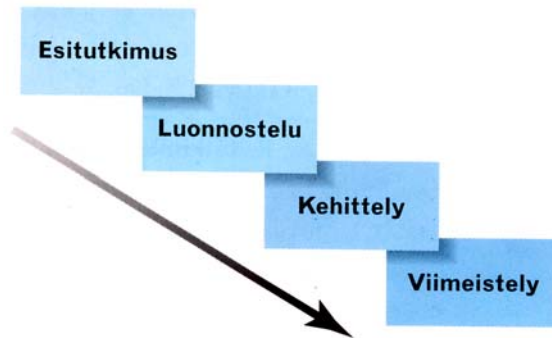
11.7.2 SGML

SGML (Standard Generalized Markup Language) on eräs rakenteellisen dokumentaation kieli. Markup-kieli on yleensä dokumenttien määrittelyyn käytetty kieli, johon on lisätty syntakseja, jotka määrittelevät sen rakenteen. SGML määritellään ISO:n standardissa, joka on vuodelta 1986 (ISO 8879:1986; Information Processing – Text and Office Systems – Standard Generalized Markup language). SGML-dokumentaation ydin on DTD (Document Type Definition), joka on dokumentin rakennustiedosto“ ja määrittelee, mitä elementtejä dokumentissa on ja millaiseksi ulkoasu muodostuu. On standardisoituja DTDitä, mutta niiden soveltuvuus yrityksen käyttöön voi olla kyseenalainen. Standardi DTD:stä on hyötyä liikuttaessa yritystenvälisessä kentässä dokumenttien sopivuuden muodossa mutta muuten haittaa rakenteen rajoittuneisuuden takia. (Laakko, Sukuvaara 1998, 150.)

Internet-sovelluksiin ja erityisesti www-sivujen näppärään toteuttamiseen on SGML:n pohjalta kehittynyt erikoistuneita kuvauskieliä. HTML ja DHTML (Dynamic HTML) ovat SGML-sovelluksia. Uudempia SGML:än sovelluksia SGML:ään suoraan perustuva XML (eXtensible Markup language), joka toisin kuin HTML on laajennettavissa. (Laakko, Sukuvaara 1998, 150.)

Rakenteellista dokumentaatiota kannattaa harkita, jos tiedon laadussa ja toimituksessa on ollut ongelmia tai kun tieto on tuotettu hajautetusti tai kun se on pitkäikäistä ja vaatii ylläpitoa. SGML saattaa tulla kysymykseen myös jos tietoa on erityisen paljon ja sitä halutaan jakaa eri muodossa eri tahoille. Toimivan rakenteellisen dokumentaation perustana on, että suurin osa siitä on tekstimuotoista ja sitä, halutaan jakaa sähköisesti. (Laakko, Sukuvaara 1998, 150.)

10.8 Kokoonpantavan tuotteen tuotesuunnittelu



KUVA 10. Tuotekehitysprosessin päävaiheet (Laakko, Sukuvaara 1998, 20.)

Tuotekehitysprosessi voidaan jakaa vaiheisiin eri tavoin. Prosessi voidaan jakaa esimerkiksi neljään päävaiheeseen: *Esitutkimuksessa* selvitetään tehtävä ja suunnitellaan tuoteohjelma. Ensimmäisessä vaiheessa hankitaan tehtävään liittyvää informaatiota ja laaditaan vaatimuslista. Tämän jälkeen päästään *luonnosteluun*, jossa vahvistetaan esitutkimuksessa saatu rakenne ja syvennetään sitä. *Kehittelyssä* lähdetään liikkeelle periaatteellisesta ratkaisusta ja vahvistetaan ratkaisun rakennemuoto. *Viimeistelyssä* teknistä kokoonpanorakennetta täydennetään muotoa ja yksittäisosiin mitoitusta ym. valmistusteknisiä seikkoja koskevilla lopullisilla määräyksillä. Suunnitelman aineellista toteuttamista varten laaditaan sitovat piirustukset ja muut asiakirjat. Viimeistelyn tulos on ratkaisun valmistustekninen määrittäminen. (Laakko, Sukuvaara 1998, 20.)

Tuotteen kokoonpano otetaan huomioon tuotekehitysprosessin aikana kahdella tasolla: koko tuotteen ja sen osien suunnittelussa. Jos tuotemallin pohjalta on tarkoitus valmistaa osia esimerkiksi konepajateollisuudelle, on kokoonpanotoimintojen tehostamiseksi ja yksinkertaistamiseksi sovellettava tiettyjä yleisohjeita ja tarkistuksia. Liitos- ja vastapinnat on suunniteltava huolellisesti ja valittava oikeanlaiset sovitteet. Tuotemallin toleranssit on oltava taloudellisesti valmistettavia, ja mallin osakokoonpanot sekä rakenneryhmät on tehtävä yhteneviksi. Mallinnuksen eri vaiheissa tulisi pystyä suorittamaan erilaisia kokoonpantavuustarkistuksia vuorovaikteisesti sekä koko tuotteen että sen osien tasolla. (Laakko, Sukuvaara 1998, 21.)

10.9 Tuoteperheiden merkitys mallintamisessa

Mallintamisen kannalta tuote- ja osaperheajattelulla voidaan säästää huomattavasti aikaa sekä tuotteen myöhemmässä kehitystyössä suunnittelukustannusten osalta että tuotteiden valmistuksessa. Paras hyöty saavutetaan, kun tuotteet pystytään moduloimaan (ks. lukua 10.5) mahdollisimman pitkälle – jopa niin, että tuotteiden variointi eri asiakkaita varten voidaan tehdä vain yhdistelemällä tuotteen vakiomoduuleita. (Laakko, Sukuvaara 1998, 114.)

Vaikka modulointi parantaakin valmistuksen tuottavuutta varsinkin modulointityön alkuvaiheessa radikaalisti, jokaisella tuotteella on taso, jota moduloinnissa ei voida ilman huomattavan suuria kustannuksia ylittää. Tuotteiden valmistaja ei voi edellyttää, että hänen modulointiratkaisunsa ovat sopivia jokaiseen tarkoitukseen. Vaikka kaikenkattava modulointi olisikin mahdollista niin saattaa sen toteuttaminen tulla liian kalliiksi. (Laakko, Sukuvaara 1998, 114.)

10.9.1 Konfiguroitavat tuotteet ja tuoteperheet

Jako konfiguroitavan tuotteen ja tuoteperheen välillä on käytännössä usein häilyvä. Konfiguroitava tuote on tuotekehityksestä valmistunut tuote, jota myydään asiakaskohtaisesti määriteltynä erilaisista moduuleista tai tuotteen konfigurointiparametrejä käyttäen valmiiksi koottuna. Tuoteperhe on muuten samanlainen, mutta sen kokoonpanot tai rakenteet ovat vakiintuneet tasolle, jolle myydään vain etukäteen vakioituja vaihtoehtoja ja tuoteperheen jäsen voidaan muodostaa varioimalla tai antamalla tuoteperheparametreille lähtöarvot. (Laakko, Sukuvaara 1998, 116.)

Konfiguroitavat tuotteet voidaan jakaa määrittelytapansa perusteella kahteen ryhmään. Toinen suppeampitoimintoinen ryhmä on suunnitteluohjelman sisällä tapahtuva konfigurointi. Tällöin on mahdollisuus suunnitteluohjelmassa kuten esim. Solidworks (ks. luku 10.1.4) muokata tuotteita parametrisesti suunnittelutietoja antamalla. Varsinaisesti konfiguroitavan tuotteen arvonimen saavat kuitenkin vain sellaiset tuotteet, joita konfiguroidaan ohjelman ulkopuolelta erillisellä ohjelmalla ja joka voi sisältää paljon muutakin informaatiota kuin pelkästään mallien tai muiden tuotekuvauksien muuntamisen haluttuun muotoon. (Laakko, Sukuvaara 1998, 116–117.)

10.9.2 Konfigurointiohjelmat

Konfigurointiohjelmiä on paljonkin markkinoilla, mutta jokainen niistä vaatii räätälöintiä sekä yrityksen tuotteiden että ohjelman osalta. Tällöin konfigurointiohjelmaa hankittaessa täytyykin ottaa koulutus-, ylläpito- ym. kustannusten lisäksi huomioon räätälöintikustannukset. Niin ikään on harkittava markkinoinnin asemaa ja merkitystä tuotteiden myynnissä: onko konfiguroinnin antama lisähyöty tarpeellinen vai riittääkö tuotteiden määrittely suunnitteluohjelmassa? (Laakko, Sukuvaara 1998, 117.)

Konfigurointiohjelmat sinänsä eivät muokkaa malleja, vaan ne ainoastaan pääsevät käsiksi suunnitteluohjelmaan määrättyjen rajapintojen kautta. Suunnitteluohjelmassa tulee olla parametriset mallit / tuoteperheet, joille on määritelty konfiguraattorin muutettaviksi tulevat suunnitteluparametrit. Suunnitteluparametrejä ovat kaikki ne arvot, joita tarvitaan tuotteen tai tuoteperheen täydellisessä määrittelyssä. (Laakko, Sukuvaara 1998, 117.)

10.9.3 Tuoteperheparametrit ja – rajoitukset

Tuoteperheparametreja ovat kaikki mitat tai muut muuttujanimet, joilla malleja ohjataan ulkoapäin. Lisäksi malliin voi liittyä joukko erilaisia mallin sisäisiä parametreja, kuten apumuuttujia ja – mittoja, joiden arvot voivat olla sidottuja tuoteperheparametrien arvoihin asetetun relaation mukaan. Periaatteessa suunnitteluohjelmat eivät automaattisesti aseta rajoituksia parametreille eivätkä siten tuoteperheiden tyypille tai rakenteellekaan. (Laakko, Sukuvaara 1998, 118.)

Tuoteperheelle rajoituksia voidaan ajatella tulevan kahdesta suunnasta eli ympäristöstä ja suunnittelusta. Ympäristön luomat rajoitukset tulevat vastaan joko tarkoituksenmukaisen työmäärän tai kokonaisuuden ehdoilla. Rajoituksia voivat olla esimerkiksi taso, jolle tuoteperhe asetetaan ja kuinka paljon mallissa käytetään alikoonpanoja sekä kuinka monta tuoteperhettä voidaan panna peräkkäin lopullisen tuotteen muodostamiseen. Liian moni tuoteperhe tuo valmiiseen kokoonpanoon hallinnallisia vaikeuksia ja liian harva voi kasvattaa yksittäisen tuoteperheen kokoa ja tehdä näin mallin jaottelusta järjettömän. (Laakko, Sukuvaara 1998, 118.)

Suunnittelun rajoitukset ovat tarkoituksellisestikin asetettuja ja niillä pyritään vaikuttamaan tuotemallin käyttäytymiseen luoden näin sille älykkyyttä. Yksin-

kertaisimmillaan parametrien suunnittelusta tulevat rajoitukset ovat muutamien arvojen välistä laskentaa tai tiettyjen raja-arvojen ylittämisen estämistä ja monimutkaisimmillaan useiden rivien mittaisia ehtolauseita, joilla pyritään ohjaamaan mallin/kokoonpanon rakentumista – esimerkiksi moduuliajattelun mukaisesti. Useimmiten rajoituksilla käsitellään jo tutkittuja ratkaisuja ja estetään mallin konfigurointi sellaiseksi, ettei sen rakenne annetuilla dimensioilla kestäisi ilman lisävahvistuksia. (Laakko, Sukuvaara 1998, 118–19.)

10.9.4 Tuoteperheen malli

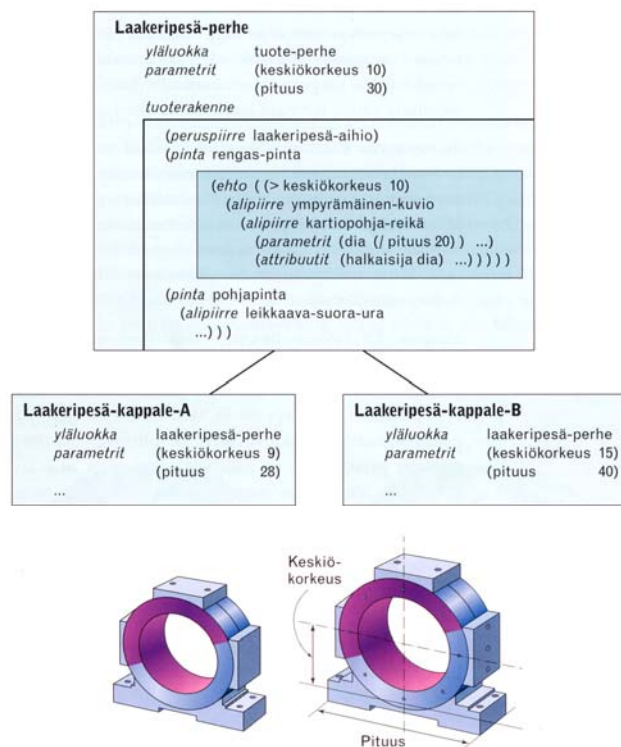
Tuoteperheen malliin voidaan tallettaa koko tuoteperheen yhteistä ja perheen jäseniin liittyvää tuote- ja suunnittelutietoa, jossa rajoittavana tekijänä on lähinnä työmäärän ja saavutetun hyödyn suhde tuoteperheen esityksen yleisyyden ja joustavuuden lisäksi. (Laakko, Sukuvaara 1998, 19.)

Tuoteperheen mallissa on olennaista, että se voidaan määritellä joillakin muuttujilla täysin. Tuoteperhettä muodostettaessa sen jäsenissä täytyy olla jotakin yhteistä. Yhteisiä asioita voi olla enemmänkin kuin yksi, mutta jos niihin suhtaudutaan liian avarasti, niin voidaan päätyä tilanteeseen, jossa tuoteperhettä ei synny lainkaan. Usein tuoteperheitä on muodostettu tarkastelemalla tuotteiden historiaa ja yritetty näin pakottaa tuotteista perheitä. Parempi tapa tuoteperheen luomiseen on tutkia yrityksen valmistusta, asiakkaita, markkinatilannetta sekä suunnittelukapasiteettia ja -osaamista. Kun on saatu selville yrityksen osaaminen ja tuotannon resurssit, voidaan ne kohdentaa markkinoilla tiettyihin asiakkaisiin ja saavuttaa näin kilpailuetua. (Laakko, Sukuvaara 1998, 120.)

Tuoteperheajattelussa mallinnuksessa korostuu sen suunnittelu, eli mitkä mallin parametrit ovat toiminnallisen ja mitoituksen kannalta järkeviä. Esimerkiksi kylmäkojen suunnittelussa on järkevämpää käyttää tuotteen kokonaiskorkeutta oven korkeuden sijaan, koska yleensä tällaisen laitteen asennuksessa tarvitaan juuri sen kokonaismittaa. (Laakko, Sukuvaara 1998, 121.)

Kokoonpanomalleissa tulisi suosia menetelmiä, joissa osat ovat mahdollisimman riippumattomia mallin muista osista. Osat saadaan toisistaan riippumattomaksi vaikkapa apupiirteitä käyttämällä tai – mahdollisuuksien mukaan – käyttämällä yhtä runko-osaa kokoonpanon alustana. (Laakko, Sukuvaara 1998, 121.)

Kuvassa 11 havainnollistetaan laakeripesäperheen piirrepohjaista tuotemallia. Esimerkin tuoteperhe koostuu kahdesta jäsenestä (piirreluokat laakeripesä-kappale-A ja laakeripesä-kappale B). Molemmilla jäsenillä on kaksi tuoteperheparametria (keskiökorkeus ja pituus). Laakeripesäperhe luokassa parametreille on määritelty oletusarvot 10 ja 20, joiden yli perintäsäännön mukaan menevät luokan aliluokissa määritellyt vastaavat parametrit. Esimerkiksi pienemmän laakeripesän A keskiökorkeudeksi tulee 9 ja pituudeksi 28. Laakeripesäperheen sisällä määritetään tuoteperheen jäsenien rakenne, eli mistä piirteistä tuoteperheen jäsenet koostuvat. Jokaisen tuoteperheen jäsenen (A, B) lähtökohtana on laakeripesä-aihioluokan instanssi. Jokaisella jäsenellä on pinta rengaspinta, johon liittyy ympyrämäinen-kuvio -alipiirre, jos parametrin keskiökorkeus arvo on suurempi kuin 10. Tämä on määritelty ehtolauseella (ehto), näin ollen ainoastaan isommalla laakeripesällä B, jonka keskiökorkeus on 15, on ympyrämäinen kuvio kartiopohjareikiä rengaspinnalla. Esimerkissä määritellään tuoteperheparametrien lisäksi myös mallin sisäisiä parametreja, kuten parametri dia, jolle lasketaan lähtöarvo tuoteperheparametrin pituus funktiona. (Laakko, Sukuvaara 1998, 121–122.)



KUVA 11. Esimerkki tuoteperheen malli. (Laakko, Sukuvaara 1998, 122)

11 TULEVAISUUDEN MALLIT JA JATKOKEHITYSMAHDOLLISUUDET

11.1 Virtuaaliprototyypit

Tuotteen virtuaaliprototyyppi tietoverkossa on uusi tapa nopeuttaa ja tehostaa tuotekehitysprosessia. Digitaalisessa muodossa esitettävä tuotemalli on saatavilla geologisesti missä tahansa, mutta sen lisäksi siihen voidaan rakentaa myös tuotteen toiminnallisuutta ja yhteiskäyttöä tukevia piirteitä.

Pienten tuotteiden ja laajojen kokonaisuuksien konseptisuunnittelu vaatii nopeasti rakennettavia digitaalisia malleja tuotteen visualisointiin. Virtuaaliprototyyppi on tuotteen digitaalinen malli, jolla voidaan todentaa tuotteen ominaisuuksia jo ennen kuin tuotteesta on rakennettu yhtäkään fyysistä mallia. VRP (Virtual Reality Prototyping) simulaatiomallin rakentamiseen on saatavilla muutamia työkaluja kuten esimerkiksi WebShaman niminen ohjelmisto. WebShaman tukeutuu älykkäiden virtuaaliprototyyppien tekniikkaan ja sen tavoitteena on ollut saada toiminnallinen tuotemalli nopeasti tuotesuunnittelijoiden yhtäaikaiseen käyttöön verkkoselaimen kautta. Näin ohjelmisto poikkeaa tyypillisestä verkkoselaimen käyttötilanteesta, jossa käyttäjä avaa verkkosivun omaan käyttöönsä. Tällaiset tuotteet sähköisen markkinoinnin alueella ovat esimerkkejä siitä, miten elektroniikkatuote voidaan tehdä internetin kautta saatavaksi virtuaaliprototyypiksi. (Tuikka, Kerttula 1999, 32–34.)

11.2 Tuotekehitys ja virtuaaliprototyypit

Oulun yliopistossa ja VTT Elektroniikassa on tutkittu miten pienten elektroniikkalaitteiden virtuaaliprototyyppi voi tukea alihankintaverkostona toimivia tuotesuunnittelijoita tuotteen konseptisuunnitteluvaiheessa. Tuotteen alihankkijan kannalta on tärkeää pystyä selkeästi kommunikoimaan asiakkaan kanssa uuden tuotekonseptin oleelliset piirteet, olivat ne sitten mekaanisia, toiminnallisia tai muotoiluun liittyviä seikkoja. Virtuaaliprototyyppi on mahdollisimman todenmukainen malli tuotteesta. (Tuikka, Kerttula 1999, 32–34.)

Virtuaaliprototyyppi voidaan luoda CAD-mallista ja asettaa asiakkaan saataville internetin kautta. Ne ovat kolmiulotteisia, niitä voi katsella eri näkökulmista, ja ne ovat toiminnallisia, eli asiakas voi käyttää prototyyppejä aivan kuin oikeaa laitetta. (Tuikka, Kerttula 1999, 32–34.)

Toinen tärkeä ominaisuus on virtuaaliprototyypin jakaminen, sillä usein tuotekonsepteja on monta ja suunnittelija voi haluta näyttää mitkä ideat ovat kunkin ratkaisun takana. Tällöin suunnittelija voi ottaa asiakkaan virtuaaliprototyypin ohjaukseensa omalta työasemaltaan ja näyttää asiakkaalle miten jokin toiminto on toteutettu. Esimerkiksi millaisen vastineen jokin näppäinsarja saa laitteen näytössä. Virtuaaliprototyyppejä voi jakaa samalla tavoin myös usean käyttäjän ja suunnittelijan kesken, jolloin joku käyttäjistä johtaa suunnittelukokousta. (Tuikka, Kerttula 1999, 32–34.)

Tietoverkon kautta toimiva virtuaaliprototyyppi voidaan ottaa käyttöön käytännöllisesti katsoen missä tahansa. Tulevaisuudessa täysdigitaalinen tuotekonsepti voidaan viedä nopeasti käyttöliittymän ja sulautetun ohjelmiston testaukseen, tuotantoon ja markkinoille. (Tuikka, Kerttula 1999, 32–34.)

Virtuaaliprototyyppien mahdollisia sovellusalueita on laajalti. Esimerkkejä näistä ovat tuotemarkkinointi, tuotteen simulointi ja tuotekehityksen kommunikointi, tuotetiedon hallinnan käyttöliittymä, tuotesuunnittelusuhteen luominen ja ylläpito sekä tuotteen loppukäyttäjän liittäminen tuotekehitysprosessiin. Virtuaaliprototyyppiin liitettävät laitetekniikat mahdollistavat myös tuntoaistimukset haptisella eli tunto- ja voimavasteen toteuttavalla käyttöliittymällä, jolla voidaan todeta esimerkiksi pinnan kovuus, kappaleen dimensiot, tekstuuri, kitka ja värinä. (Tuikka, Kerttula 1999, 32–34.)

VIRVE-hankkeessa Oulussa kehitettiin sekä ohjelmistotyökaluja, ohjelmistoprototyyppejä että tuotteita tällä alueella. Hanke oli jatkoa aiemmalle vahvalle panostukselle tähän tutkimukseen. Esimerkkeinä mainittakoon haptisen käyttöliittymän rakentaminen kolmiulotteiseen toiminnalliseen tuotemalliin VTT Elektroniikassa, sekä www:n kautta toimivan älykkäitä virtuaaliprototyyppejä hyödyntävän hajautetun virtuaaliprototyyppijärjestelmän kehittäminen Oulun yliopiston ja VTT Elektroniikan yhteistyönä. Tutkimuksen rinnalla Cybelius Software on tuotteistanut teknologiaa luomalla uusia työkaluja tuotteiden verkkomarkkinointiin. (Tuikka, Kerttula 1999, 32–34.)

11.3 Älykkäät virtuaaliprototyypit

Älykkäät virtuaaliprototyypit (Smart Virtual Prototypes) kehitettiin Java-pohjaisena, jotta tuotemalleja voitaisiin käyttää verkossa ympäristöstä riippu-

matta. Toinen keskeinen tavoite oli luoda avoin sovellusalusta, johon voidaan rakentaa virtuaaliprototyyppien tukevia kehittyneitä työkaluja, sovelluksia ja palveluja. (Tuikka, Kerttula 1999, 32–34.)

Teknologia mahdollistaa toiminnalliset ja todenmukaiset tuotemallit, jotka voidaan tarvittaessa jakaa kahteen osaan. Tuotteen interaktiivinen 3D-malli voidaan ladata VRML-mallin ja erityisen Java-appletin eli Java-ohjelmointikielellä toteutetun apuohjelman muodossa käyttäjän web-selaimen. Virtuaalimalliin liittyvät erilaiset simulointimallit ja sovellusagentit sen sijaan voidaan sijoittaa suoritettaviksi web-palvelimessa tietoturvallisuuden takaamiseksi. (Tuikka, Kerttula 1999, 32–34.)

Älykkäiden virtuaaliprototyyppien keskeisenä ajatuksena on mallintaa todellinen tuote, joka koostuu joukosta fyysisiä komponentteja (mekaanisia, elektroniisia ja ohjelmallisia), virtuaalimallina, joka koostuu puolestaan vastaavista digitaalisista tuotekomponenteista. Digitaaliset tuotekomponentit simuloivat ja jäljittelevät todellisia esikuviaan mahdollisimman tarkasti tarkoituksenmukaisuus huomioon ottaen. (Tuikka, Kerttula 1999, 32–34.)

Digitaaliset tuotekomponentit voivat itse asiassa olla jopa enemmän kuin todelliset esikuvansa: niihin voidaan liittää erilaisia älykkäitä toimintoja, ohjelmistoagenteja tai hypertekstipohjaista informaatiota. Ohjelmistoagenteja voidaan käyttää esimerkiksi toteutettaessa käytettävyyssyökaluja, jolloin kerätään automaattisesti informaatiota käyttäjän ja tuotteen välisistä vuorovaikutussuhteista. (Tuikka, Kerttula 1999, 32–34.)

Digitaalinen tuotekomponentti itsessään koostuu 1-3 osakomponentista: VRML-pohjaisella komponentilla (VRML prototype component) kuvataan tuotekomponentin ulkoasu, jos kysymyksessä on mekaaninen komponentti, esimerkiksi näppäin. Tuotekomponentin käyttäytyminen ja toiminnallisuus puolestaan kuvataan virtuaalikomponentin (virtual component) avulla, jonka käyttäytyminen voidaan kuvata graafisesti tilakoneena ja tekstuaalisesti Java-koodina. Virtuaalikomponentti toteutetaan Java-oliona ja se voi hyväksikäyttää mielivaltaisia Java-olioita. VRML-komponentti ja virtuaalikomponentti yhdistetään tarvittaessa vuorovaikutuskomponentilla (interactor component). (Tuikka, Kerttula 1999, 32–34.)

11.4 Virtuaaliprototyyppien tulevaisuus

Kolmiulotteiset toiminnalliset tuotemallit tulevat olemaan yksi merkittävimmistä uusista sovellusalueista tietoverkkojen tulevaisuudessa. Uusien prosessoritekniikoiden ja näyttöohjainten kehittyminen tukee tätä näkemystä. Ratkaisevaa on kuitenkin tutkimuksen ja tuotteistuksen kannalta löytää oikeat tekniikat sekä sovellusalueen että tekniikoiden kannalta.

Toiminnalliset tuotemallit mahdollistavat laajojen kokoonpanojen, kuten tehdasmallien, interaktiivisen käytön tietoverkkojen välityksellä luoden näin uudenlaisen prosessien opetuskanavan. Henkilöt voivat opetella tuotantolinjojen prosesseja ennen kuin varsinaista tehdasta on olemassakaan. Yritykset voivat tehdä huomattavia säästöjä, kun mahdollisia prosessivirheitä voidaan tarkastella ja ehkäistä virtuaaliprototyyppien ansiosta jo ennen varsinaisen tuotantolinjan valmistamista.

Virtuaaliprototyyppien tulevaisuus riippuu lähinnä siitä, kuinka paljon yritykset ovat valmiita panostamaan siihen. Työkalujen kehittyessä voidaan kuitenkin olettaa, että virtuaaliprototyyppien ansiosta voidaan saavuttaa huomattavia säästöjä. Tämä saattaa tulevaisuudessa luoda uudenlaisen lähestymistavan tuotantolinjojen ja tehtaiden suunnitteluun. Kiristynyt kilpailu edellyttää yrityksiltä vähemmän virhearvioita, ja näin ollen tuotteiden ja laajojenkin kokoonpanojen virtuaaliprototyyppien tarve saattaa tulevaisuudessa kasvaa dramaattisesti.

12 CASE: PROJEKTIHALLINTA VANERINTUOTANTOLINJAN 3D-MALLINNUKSESSA

12.1 Taustaa ja tavoitteet

Raute Oyj:n tuotteita ovat vanerituotteita käsittelevät tuotantolinjat ja niiden kokoonpanot. Täydellinen tehdas koostuu useista linjoista, kuten sorvaus-, kuivaus-, ladonta-, puristus-, kittaus- ja paikkauslinjasta sekä varastointijärjestelmästä. Linjat ovat useita kymmeniä metrejä pitkiä kokonaisuuksia, jotka koostuvat useista erillisistä laitteista. Laitteet vaihtelevat vanerilevyn leveyden, levyn pituuden, linjakorkeuden ja varustelutason osalta. Tarjouksen yhteydessä asiakkaalle suunnitellaan tämän tarpeita vastaava järjestelmäkokonaisuus, joka koostuu yhdestä tai useammasta linjasta sekä mahdollisesti varastointijärjestelmästä. Linjojen suunnittelu perustuu vanhoihin, hyväiksi todettuihin ratkaisuihin, jotka räätälöidään asiakkaan tarpeita vastaaviksi. Kokonaisuus on kuitenkin aina ainutlaatuinen. Laitteet suunnitellaan

laan kunkin toimituksen yhteydessä osittain uusiksi siten, että ne vastaavat asiakkaan tarpeita. Asiakkaalla saattaa olla myös omia teknisiä ratkaisuja, jotka täydentävät toimitettavaa järjestelmää tai se voi käyttää alihankkijan tarjoamia ratkaisuja.

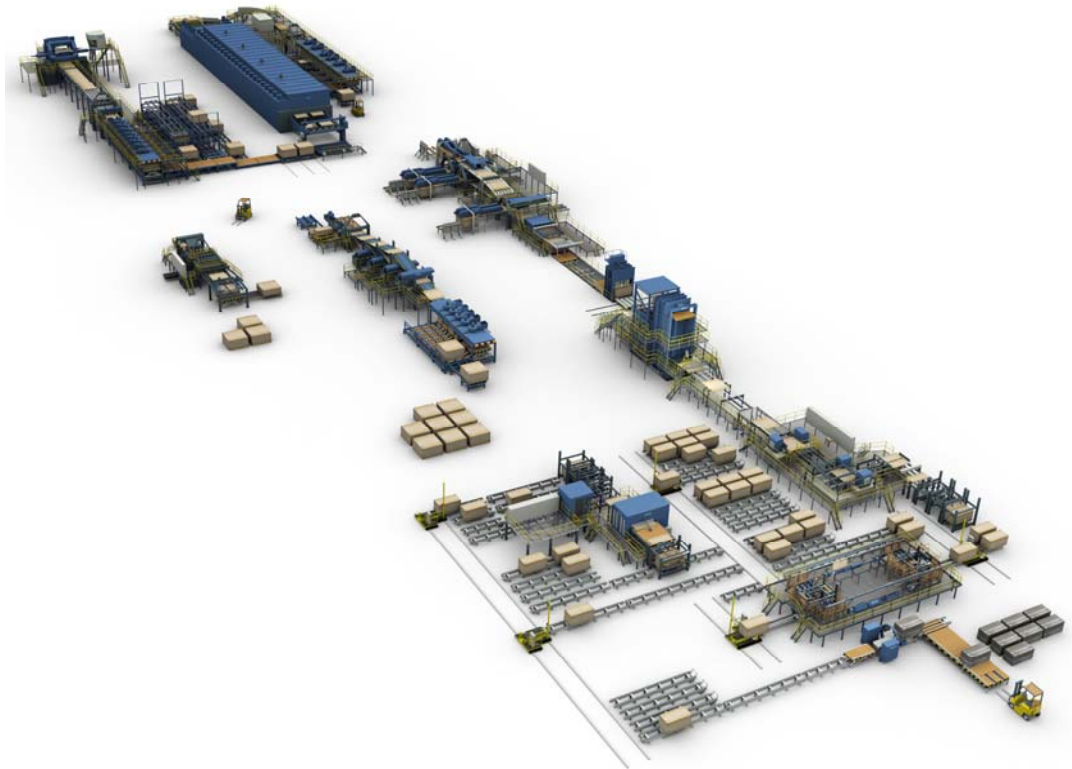
Lahden ammattikorkeakoulussa mediatekniikan opiskelijoiden opintosuunnitelmaan kuului pakollinen visualisointityöpajakurssi. Kurssin tarkoituksena oli toteuttaa projekti jollekin koulun ulkopuoliselle yritykselle.

Raute Oyj:n palveluksessa toimiva markkinointispesialisti Veli-Matti Lepistö lähestyi projektiryhmäämme tehdasmallinnusta koskevalla projektilla 12.10.04. Minä ja työpajakurssin ohjaaja Ismo Jakonen keskustelimme yhteistyöstä Lepistön kanssa 12.10.04 ja projekti päätettiin aloittaa 15.10.04. Raute toivoi tehdasmallia Pelloksessa sijaitsevan vaneritehtaan eri linjoista, joita se voisi käyttää kuvittamiseen, markkinointiin ja mahdollisesti myöhemmin simulaatiota sekä animointia varten. Pelloksen vaneritehtaasta tuli tehdä 3Ds Max tiedosto, joka toimii kohtuullisen tehoisella tietokoneella.

12.2 Projektikuvaus

Projektin tavoitteena oli tehdä 3D-visualisointi vaneritehtaan 2D-layoutkuvasta. Malli tehtiin 3Ds Max- ohjelman versiolla 6, joka oli käytössä sekä Rautella, että Lahden ammattikorkeakoulun tekniikan laitoksella. 3D-malli pohjautui pääasiassa olemassa oleviin tuotantolinjojen suunnittelussa käytettyihin malleihin, sovituin osin pelkistettynä. Tarvittava tarkkuustaso määriteltiin aluksi karkeasti, ja sitä tarkistettiin linjan rakentuessa. Tarkkuustasoa määriteltiin sopivin väliajoin yhteistyössä Rauten kanssa. Linjojen toimintaan vaikuttavat ja liikkuvat osat mallinnettiin omina kappaleinaan, jotta niitä voitiin myöhemmin animoida. Koko tehtaalta määriteltujen pintojen määräksi suunniteltiin n. 3000 000 pintapalaa (ks. luku 10.1.2), että tehdasmalli oli käsiteltävissä kohtuullisen tehoisella tietokoneella. Vaneritehdas mallinnettiin Rauten toimittaman layout kuvan mukaisesti käyttäen apuna linjakohdaisia 2D ja 3D piirroksia, apumateriaalina valokuvia, piirroskuvia ja videoita.

Mallinnuksen ja visualisoinnin toteuttivat teknisen visualisoinnin VIS01 vuosikurssin opiskelijat. Työn lopputuloksena valmistui 3D-malli vaneritehtaasta, josta Raute sai painokelpoisia kuvia eri kuvakulmista sekä 3D -tiedostot mallin myöhempää jatkokäyttöä varten.



KUVA 12. Vaneritehtaan layout

12.3 Projektin tulostavoitteet ja aikataulu

Suunnitelman mukaan Pelloksen vaneritehdasmallin tuli olla valmis luovutettavaksi 7.1.2005, mutta suositeltavaa oli, että se valmistuisi jo 30.12.2004. Tehdasmallin tuli olla mahdollisimman kevyt ja helposti animoitavissa sekä noudattaa Rauten laatimaa väriskaalaa. Mallin lopullisen valaistuksen tuli noudattaa oikean tehtaan valaistusta, ja sen piti sopia Rauten asettamaan tyyliasuun. Mallissa ei saanut olla ylimääräisiä objekteja. Mallinnus oli suoritettava 3Ds Max ohjelmassa mahdollisimman optimaalisesti ja taloudellisesti. Mallissa käytettiin ainoastaan Rauten määrittämiä värejä ja materiaaleja. Ylimääräiset materiaalit kuten esimerkiksi ristikkomateriaalit, tuli olla mahdollisimman keveitä.

Kaikki tarvittava laitteisto ja ohjelmisto saatiin Lahden ammattikorkeakoululta, joten varsinaisia menoja ei projektista tältä osin syntynyt. Tutustumismatkat Pelloksen tehtaalle järjestettiin koulun puolesta, ja näin lisäkustannuksia ei syntynyt.

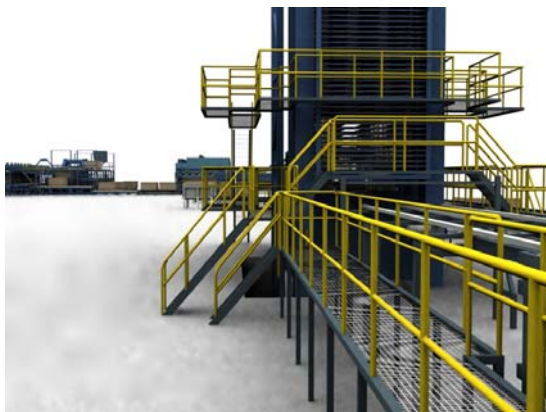
12.4 Projektin rajausta ja liitynnät

Tehdasmalli tehtiin Windows 98/NT/2000/XP – käyttöjärjestelmille. Sen avaaminen tuli onnistua 3Ds Max ohjelman versio 6:lla tai sitä uudemmallalla versiolla. Mallin tuli mahdollistaa painokelpoisten kuvien renderoinnin eri näkökulmista ja animoinnin mahdollisuuden. Väreinä mallissa käytettiin Rauten määrittämiä värejä: raute_gray, raute_darkgray, raute_blue, raute_orange ja raute_green. Muut mahdolliset tekstuurit olivat 3Ds Max ohjelman valmis chrome –materiaali, Rauten laatima vanerimateriaali ja Rauten logo.

Painopiste oli mallin keveydessä ja toiminnallisuudessa, ei näyttävyydessä. Tarkoituksena ei ollut käyttää 3Ds Maxin kaikkia mahdollisia ominaisuuksia vaan antaa selkeä kuva vaneritehtaasta ja sen eri linjoista. Yksinkertainen, kevyt ja nopeakäyttöinen olivat mallinnuksen avainsanoja.

12.5 3Ds Max mallinnusohjelmisto

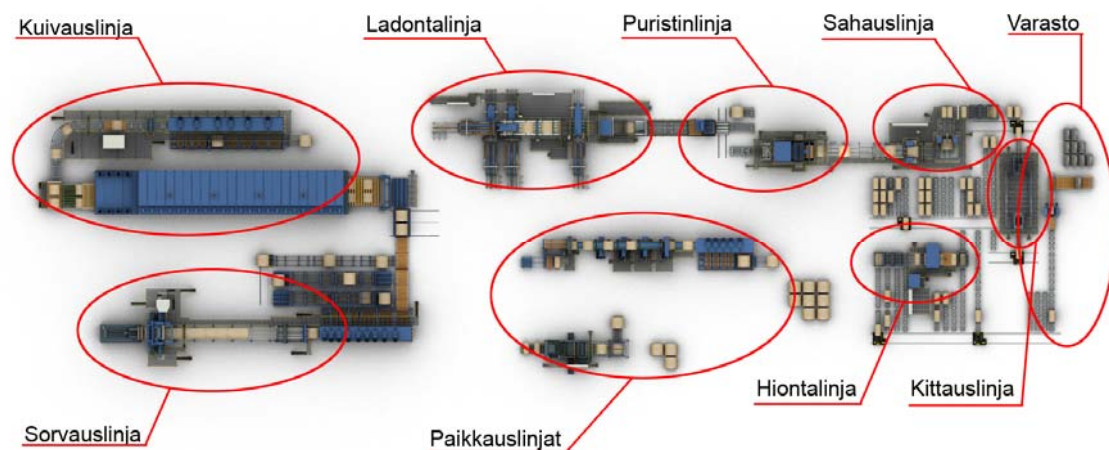
3Ds Max on yksi tämän päivän tehokkaimmista 3D-grafiikka ohjelmistoista. Sen sovelluskohteita ovat erilaiset kaupalliset ja taiteelliset sovellukset. Esimerkiksi arkkitehtuuri, tietokonepelit, elokuvatuotanto, uusmedia, oikeustiede, lääketieteellinen visualisointi, taide ja keinotodellisuus ovat hyödyntäneet sen tarjoamia ominaisuuksia. Ohjelmisto valittiin lähinnä resurssien vuoksi, koska suurin osa projektiin osallistuvista henkilöistä oli käyttänyt ohjelmistoa ennenkin. Se oli myös käytössä projektin molemmilla osapuolilla, eli Lahden ammattikorkeakoululla ja Raute Oyj:llä. Ohjelman erittäin hyvät renderöintiominaisuudet myös puolsivat sen valintaa mallinnusohjelmaksi.



KUVA 13. Esimerkki 3Ds Max ohjelmalla renderöidystä tuotantolinjan kuvasta

12.5.1 Vaneritehtaan 3D-malli ja sen rakenne

Mallinnus ohjelmiston varmistuttua vaneritehtaan layout-pohjapiirroksista erotettiin kokonaisuudet, jotka jaettiin tehtäväksi kolmen projektiryhmän kesken.



KUVA 14. Vaneritehdasmallin layout-kuva ja jaottelu.
TAULUKKO 2 Mallinnusprojektin ryhmät ja niiden tehtävät.

| 1. Ryhmä | | 2. Ryhmä | |
|--|---|--|--|
| Henkilö | tehtävä | Henkilö | tehtävä |
| Mallintaja 1 <i>1 ryhmän johtaja, mallintaja</i> | kuivauslinjan loppupään ja paikkauslinjan kevyen mallin mallintaminen | Mallintaja 1 <i>Projektipäällikkö, 2 ryhmän johtaja, yhteyshenkilö, mallintaja</i> | ladontalinjan kevyen mallin mallintaminen, tehdasmallin kokoaminen ja yleinen yhteydenpito ryhmien ja Rauten yhteyshenkilön kanssa |
| Mallintaja 2 <i>mallintaja</i> | kuivauslinjan keski-osan ja kuivaajan mallintaminen | Mallintaja 2 <i>mallintaja</i> | esipuristimen ja puristimen mallintaminen |
| Mallintaja 3 <i>mallintaja</i> | sorvauslinjan mallintaminen | Mallintaja 3 <i>mallintaja</i> | trimmaussahalinjan mallintaminen |

| 3. Ryhmä | |
|--|--|
| Henkilö | tehtävä |
| Mallintaja 1 <i>3 ryhmän johtaja, mallintaja</i> | yleisosien, kittauslinjan ja vanerinkäsittelylinjan kevyen mallin mallintaminen sekä tekstuurien valmistaminen |
| Mallintaja 2 <i>mallintaja</i> | pakkauslinjan mallintaminen sekä osittain hiontalinjan mallintaminen/kokoaminen |
| Mallintaja 3 <i>mallintaja</i> | yleisosien ja hiontalinjan mallintaminen (henkilö jätti projektin kesken) |

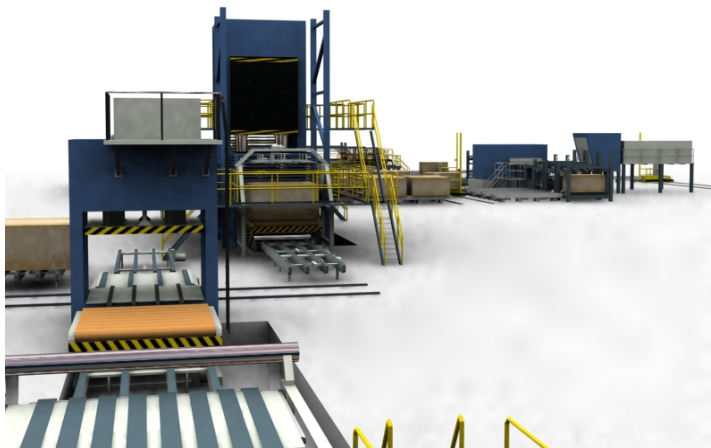
12.6 Ongelmat ja niiden ratkaisut

12.6.1 Materiaalin käsittelyyn liittyvät ongelmat

Kokemattomuuden seurauksena ensimmäiseksi suureksi ongelmaksi alkoi syntyä Rauten lähettämän suuren materiaalmäärän hallinnointi ja järjestyksessä pysyminen. Ratkaisu löytyi kun kaikille tehtaan linjoille tehtiin omat kansiot ja ne jettiin alihakemistoihin linjojen eri osien kesken. Havainnollistamismateriaalit, kuten kuvat, videot, pdf-tiedostot ja piirustukset, jaettiin myös erillisiin kansioihinsa.

Malleissa käytettäviä materiaaleja oli myös vaikea hallinnoida, ja niille tehtiin erillinen kirjasto 3Ds Max ohjelmassa, jonne talletettiin kaikki materiaalit, joita malleissa käytettiin. Tämän ongelman kanssa jouduttiin kuitenkin usein tekemisiin, koska ohjelma jätti malleihin jälkiä niissä käytetyistä materiaaleista. Lopulta ongelma katosi, kun siivosimme valmiin mallin siten, että kaikki materiaalit löytyivät samasta kirjastosta. Tämä oli lähinnä inhimillinen ongelma, koska ryhmien jäsenet eivät muistaneet tallentaa materiaaleja niille sovittuun kirjastoon.

Materiaaleina käytettävien värien suhteen koitui ongelmia, koska niistä ei ollut saatavilla RGB- arvoja, ja värien oikeat arvot jouduttiin selvittämään Adobe Photoshop ohjelmassa annettujen CMYK-värien perusteella. Ei siis ollut aivan varmaa, että värit näyttäisivät samalta eri näytöillä ja painettuna. Toinen väriongelma liittyi siihen, että saisimmeko käyttää muita värejä kuin Rauten graafinen suunnittelija oli määrännyt. Käyttämässämme ohjauspaneelissa ja kaiteissa oli värejä, jotka eivät kuuluneet Rauten suunnitelmiin, mutta päätimme pitää värit, koska malli näytti huomattavasti eloisammalta ja selkeämmältä.



KUVA 15. Esimerkki 3Ds Max ohjelmalla renderöidystä tuotantolinjan kuvasta

Yllättävä ongelma oli myös se, että suuren materiaalmäärän vuoksi käyttämämme verkkoaseman kapasiteetti täyttyi, emmekä saaneet kaikkia materiaaleja käyttöön. Tämän ongelman ratkaisuksi löytyi työpajan ohjaajan lainaama kannettava kiintolevy, jonka kapasiteetti riitti hyvin käyttämämme materiaalin käsittelyyn.

12.6.2 Henkilöstöongelmat

Ongelmat henkilöstöpuolella aiheuttivat suurinta haittaa projektin edistymiselle. Jo projektin alkuvaiheessa eräiden henkilöiden jatkuvat myöhästymiset hidastuttivat työn etenemistä. Tätä ongelmaa yritettiin korjata siirtämällä työtehtäviä niille, jotka olivat aktiivisemmin paikalla. 17.11.04 projekti koki henkilöstömenetyksen henkilökohtaisista syistä ja tehtäviä jouduttiin jakamaan muille ryhmän jäsenille. Tämä päätös kasvatti muiden työtaakkaa, ja mahdollinen myöhästyminen tuli ajonkohtaiseksi.

12.6.3 Aikataulutukseen liittyvät ongelmat

Alussa aikataulua hidasti huomattavasti se, että ryhmien jäsenillä ei ollut selkeää kuvaa vaneritehtaasta. Suunnittelemamme vierailu Pelloksen vaneritehtaalle siirtyi, kunnes 16.11.04 pääsimme tehtaalle, jossa projektiryhmä jaettiin ryhmiin ja jokainen kuvasi oman osansa linjasta.

Henkilöstöongelmien vuoksi kirjoitettiin 07.12.04 väliraportti ohjaajille ja Veli-Matti Lepistölle. Tässä raportissa kerrottiin työn mahdollisesta myöhästymisestä sovitusta aikataulusta. Aikataulussa pysymistä vaikeuttivat myös ryhmien jäsenten myöhästymiset ja poissaolot. Projektin loppuvaiheessa töitä jaettiin osaavimmille henkilöille. Tämän päätöksen ansiosta saimme korjattua aikataulusta myöhästymisen, ja projekti valmistui sovitusti 07.01.05.

13 YHTEENVETO

Projektinhallinta ja 3D-suunnittelu tarjoavat monenlaisia hyödyllisiä työkaluja nykyajan työprosesseihin ja kokonaisuuksiin. Ihmiset, prosessit ja tekniikka työskentelevät yhdessä tehdäkseen asiat paremmin, nopeammin ja tehokkaammin. Kaiken perusta on kuitenkin ihmisissä ja heidän halussaan luoda työkokonaisuuksia ja sen myötä uusia käyttökelpoisia työkaluja niiden läpiviemiseen. Kehittyvä moderni teknologia ei yksin pysty vastaamaan nykyajan kovan kilpailun haasteisiin, vaan myös ihmisten on omaksuttava uusia näkökulmia ja menetelmiä. Projektinhallinta ja virtuaalinen suunnittelu muodostavat yhdessä erittäin tehokkaan suunnitteluprosessin, jonka avulla yritykset pystyvät rakentamaan ja testaamaan tuotteitaan turvallisesti ja taloudellisesti. Projektinhallintaan kiinteästi liittyvä huolellinen riskienhallinta edesauttaa toimivien ja turvallisten tuotteiden valmistusta sekä huomioi myös työntekijöiden turvallisuutta. Projektinhallinnan välineet ovat olleet käytössä jo vuosikaudan ajan ja luoneet näin perustaa tehokkaan toiminnan kehitykselle. Menetelmät ovat ajansaatossa muuttuneet, mutta projektin perusidea on pysynyt lähes muuttumattomana nykypäiviin saakka. Edelleen projekti on kertaluontoinen, tavoitteellinen, varta vasten muodostetun organisaation tehtäväksi annettu työkokonaisuus, jonka kesto ja resurssit on ennalta määritelty.

Nykyteknologian mahdollistaessa virtuaaliprototyypoinnin ja virtuaalisen suunnittelun yritykset joutuvat tekemisiin aivan uudenlaisen ajatusmaailman kanssa - ajatusmaailman, jossa tuotteet ja jopa kokonaiset tuotantolinjat rakennetaan virtuaalisesti, ja ihmiset pystyvät opettelemaan prosesseja keino-odellisuudessa ennen kuin varsinaista lopputuotetta on edes olemassa. Geologiset rajat häviävät, kun tuotetietoa pystytään käyttämään hajautetusti ja globaalisti ympäri maailmaa. Yritysten välinen kilpailu asettaa virtuaaliselle suunnittelulle haasteita, sillä sen tarjoamat mahdollisuudet voivat oikein käytettynä ratkaista suuriakin taloudellisia ongelmia. Yritysten ei tarvitse enää rakentaa prototyyppejä, vaan ne voidaan toteuttaa virtuaalisesti ja testata keino-odellisuudessa. Näin voidaan löytää mahdolliset mekaaniset toimintahäiriöt tai epästabiilit rakenteet. Tällainen testaaminen saattaa parhaimmassa tapauksessa säästää jopa ihmishenkiä, jos kyseessä on lentokone- tai autoteollisuus.

Tämän opinnäytetyön lähtökohtina oli löytää projektinhallinnan ja 3D-suunnittelun menetelmistä ne parhaimmat työkalut, joiden avulla voidaan viedä läpi laaja mallinnusprojekti. Työn teoriaosa rakentuu projektinhallinnan ja 3D-suunnittelun käsitteistä, jotka parhaiten soveltuvat esimerkiksi case-osuudessa valmistuneeseen vane-

ritehtaan tuotantolinjan mallinnusprojektiin. Tavoitteet työn teoriaosan soveltamisen osalta eivät toteutuneet odotusten mukaisesti, koska case-osuus työstä tehtiin keväällä 2005 ja työmenetelmiin perehtyminen tapahtui vasta syksyllä 2005. Näin ollen teoriaosan menetelmiä ei päästy soveltamaan täysin käytännössä. Opinnäytetyön case-osuus tarjosi kuitenkin ajatuksen, jonka pohjalta teoriaosan menetelmät koottiin.

Opinnäytetyön case-osuudessa rakennettiin kohdeyritykselle kolmiulotteinen malli vaneritehtaan tuotantolinjasta. Keskustelut työn sisällöstä aloitettiin, kun Raute Oyj lähestyi 12.10.04 projektiryhmää tehdasmallinnusta koskevalla projektilla. 3D-malli tuotantolinjasta saatiin valmiiksi tammikuussa 2005. Työ mallinnettiin 3Ds Max ohjelman versiolla 6, koska se oli käytössä myös kohdeyrityksessä.

Tuotantolinjan osat ja kuljettimet mallinnettiin omiksi kokonaisuuksikseen. Näin varmistettiin sekä mallin muokattavuus että myöhempi animoiminen. Mallin valmistumista hidastivat ajoittain suuri lähdemateriaali, verkkoasemien pieni koko ja henkilöstöongelmat. Tuotantolinjat ryhmiteltiin omiksi kokonaisuuksikseen, jotka lopulta muodostivat yhtenäisen mallin vanerintyöstölinjastosta. Mallinnuksen tarkkuus onnistui yli odotusten, sillä budjetoitu pintapalojen määrä alittui roimasti. Vaikka mallin yksittäiset osat olivatkin suhteellisen karkeasti mallinnettuja, tuli kokonaisuudesta visuaalisesti näyttävä ja 3D-tiedosto avautui kohtuullisen tehoisella tietokoneella. Projekti valmistui ajallaan, ja tavoitteet saavutettiin niin teknisellä kuin visuaalisellakin puolella.

Opinnäytetyön case-osuus onnistui siihen nähden yli odotusten, että tutustuminen projektinhallinnan ja 3D-suunnittelun menetelmiin ja työkaluihin tapahtui vasta case-osuuden valmistuttua. Teoriaosan menetelmien avulla olisi välttytty monilta ongelmilta ja henkilöstön stressiä olisi voitu vähentää huomattavasti. Työstä olisi saatu enemmän irti, jos teoriaosan työkaluja olisi päästy toteuttamaan opinnäytetyön case-osuudessa. Tässä lähestymistavassa ei välttämättä saavuteta kaikkein hedelmällisintä tulosta, vaan pohdinta jää lähinnä jälkiviisastelun asteelle. Työtä haittaa myös sen teoriaosan luettelomaisuus ja liian selkeä kolmeen osaan jakautuminen projektinhallinnan, 3D-suunnittelun ja case-osuuden välillä. Työn puutteista huolimatta toivoisin, että siitä olisi hyötyä lähettäessä suunnittelemaan laajaa 3D-mallinnusprojektiä. Case-osuudessa kohdatut ongelmat voidaan välttää käyttämällä teoriaosuuden tarjoamia menetelmiä ja työkaluja. Harmittavan usein ihmiset kuitenkin joutuvat kohtaamaan ongelmat itse ja sisäistämään ne omalla tavallaan. Minulle työn tekeminen tarjosi uusia näkökulmia projektinhallinnasta ja virtuaalisesta suunnittelusta. Suurinta hyötyä koen saaneeni tutustumisesta projektinhallintaan,

sillä sen tarjoamia menetelmiä voi soveltaa melkein mihin tahansa työkokonaisuuteen tai prosessiin. Työn hyvin toteutettu Case-osuus tarjosi minulle myös projektipäällikön tehtäviä toisissa mallinnusprojekteissa.

LÄHTEET

Murch Richard. 2002. IT-projektinhallinta. Edita Publishing. Edita Prima Oy, Helsinki

Anttila Pirkko. 2001. Se on projekti – vai onko? Akatiimi Oy. Vammalan Kirjapaino Oy, Vammala

Ruuska Kai.. 1999. Projekti hallintaan. Suomen Atk-kustannus Oy. Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä

Havimo Olavi. 1990. AutoCAD-piirtäminen. Painatuskeskus Oy. Painatuskeskus Oy, Helsinki

Laakko Timo, Sukuvaara Antti, Borgman Jukka, Simolin Teemu. 1998. Tuotteen 3D-CAD-suunnittelu. WSOY – Kirjapainoyksikkö, Porvoo

Sähköiset lähteet

Järvinen, Jari. Multimedia [verkkodokumentti]. Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto – [viitattu 7.3.06]. Saatavissa: <http://www.multimedia.jyu.fi/jari/dlg16K0/>

CadWorks Oy. SolidWorks [verkkodokumentti]. [viitattu 13.3.06]. Saatavissa: <http://www.cadworks.fi/solidworks.html>

M.A.D. Oy. Archicad [verkkodokumentti]. [viitattu 13.3.06]. Saatavissa: <http://www.mad.fi/mad/archicad/archicad.html>

Media Magic Oy. Maya [verkkodokumentti]. [viitattu 14.4.06]. Saatavissa: <http://www.media-magic.fi/maya/visualisointi.htm>

Hongisto, Petteri. 3D-ohjelmien esittelyjä [verkkodokumentti]. Suomalainen epävirallinen 3Ds Max sivusto – [viitattu 13.3.06].

Saatavissa: <http://www.3dolphin.net/esittely.shtml>

Aniway Oy. Kolmiulotteista animaatiota ja mallinnusta [verkkodokumentti]. päivitysaika: 24.4.2001. [viitattu 13.3.06].

Saatavissa: http://www.aniway.fi/artikkelit/lightwave_arv.htm

Tuikka, T., Kerttula M. Digitaaliset tuotemallit tiedonvälittäjänä [verkkodokumentti]. [viitattu 25.3.06]

Saatavissa: <http://www.proessori.fi/es99/Virtual.htm>

Tuikka, T., Kerttula M. Virtuaaliprototyypit elektroniikkatuotteiden kehityksessä, proessori/ES Marraskuu 1999 [verkkodokumentti]. [viitattu 25.3.06].

Saatavissa: <http://www.proessori.fi/es99/PDF/VIRTUAL.PDF>

Kuvalähteet

Kuva 1 kirjasta Ruuska 1999, 21

Kuva 2 kirjasta Murch 2002, 46

Kuva 3 kirjasta Ruuska, 1999, 136

Kuva 4 kirjasta Murch, 2002, 166

Kuva 5 kirjasta Murch, 2002, 151

Kuva 6 kirjasta Laakko, Sukuvaara, 1998, 41

Kuva 7 kirjasta Laakko, Sukuvaara, 1998, 11

Kuva 8 kirjasta Laakko, Sukuvaara, 1998, 14

Kuva 9 kirjasta Laakko, Sukuvaara, 1998, 16

Kuva 10 kirjasta Laakko, Sukuvaara, 1998, 20

Kuva 11 kirjasta Laakko, Sukuvaara, 1998, 122

Kuva 12 Renderöity kuva vaneritehtaan layoutista, CASE osion 3D-malli, Liite CD-ROM

Kuva 13 Renderöity kuva vaneritehtaan layoutista, CASE osion 3D-malli, Liite CD-ROM

Kuva 14 Renderöity kuva vaneritehtaan layoutista, CASE osion 3D-malli, Liite CD-ROM

Kuva 15 Renderöity kuva tuotantolinjasta, CASE osion 3D-malli, Liite CD-ROM

LIITTEET

Sähköiset liitteet

Liite 1

Opinnäytetyön sähköinen versio PDF-muodossa

Liite 2

Vaneritehdasmallinnusprojektin projektisuunnitelma PDF-muodossa

Liite 3

Vaneritehdasmallinnusprojektin päiväkirja PDF-muodossa