

<http://www.jyu.fi/library/tutkielmat/358/>

Ari Miettunen
Mika Rautiainen

Tuotetiedonhallinta ja sen kehittämisen vaikutukset
- konstruktivis-empiirinen tapaustutkimus
telatehtaalla

Tietojärjestelmätieteen
pro gradu -tutkielma
22.5.1997

Jyväskylän yliopisto
Tietojenkäsittelytieteiden laitos
Jyväskylä

TIIVISTELMÄ

Miettunen, Ari Johannes & Rautiainen, Mika Juhani
Tuotetiedonhallinta ja sen kehittämisen vaikutukset / Ari Miettunen, Mika Rautiainen
Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, 1997
171 s.
Tutkielma

Tuotetiedoilla tarkoitetaan laajaa joukkoa tuotteeseen liittyviä tietoja. Nämä tiedot määrittelevät tuotteen fyysisen olemuksen ja toiminnalliset ominaisuudet, kuvaavat tuotteelle sen elinkaaren aikana tapahtuneita asioita ja selvittävät muun muassa, missä muodossa ja mihin tuotetietoa on tallennettu yrityksessä. Tuotetiedonhallinta kattaa kaikki ne toimenpiteet ja järjestelmät, joilla tuotetietoja järjestetään ja hallitaan tarkoituksenmukaisella tavalla.

Tutkielmassa tarkastellaan ja arvioidaan kahta erilaista tuotetiedonhallinnan kehittämistapaa. Tuotemallilla tarkoitetaan tuotetiedonhallinnan kehittämistapaa, jossa kaikki tuotteen kattavaan ja yksiselitteiseen määrittämiseen tarvittava tieto sen koko elinkaaren ajalta tallennetaan sähköisessä muodossa yleisen tuotetietomallin mukaisesti jäsennettyyn ja yhteisessä käytössä olevaan tietokantaan. Hajautetun tuotetiedon hallintaan perustuvalla kehittämistavalla tarkoitetaan heterogeenisen sovellusympäristön ratkaisua. Siinä sovelluksilla on keskenään yhteensopimattomat tietomallit ja tietovarastot, eikä niitä voida integroida yhteisen tietokannan avulla. Tuotetiedonhallinta on tällöin monimutkaisempaa kuin tuotemalliin perustuvassa kehittämistavassa, ja se voidaan toteuttaa monella eri tavalla, kuten kaupallisen tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönotolla.

Tutkielman tekijät osallistuivat Valmet Oy:n Rautpohjan telatehtaan tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittämisprojektiin. Telatietojen hallintajärjestelmä toteutettiin tuotemalliajattelun periaatteiden mukaisesti Progress-sovelluskehittimellä. Järjestelmän n. 80 käyttäjää ovat pääosin telojen suunnittelusta, valmistuksesta, myynnistä ja huollosta.

Tutkielmassa selvitetään, miten tuotemalliajattelun periaatteet soveltuvat tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittämisprojektiin kehittäjien ja haastateltujen käyttäjien mielestä. Toiseksi tutkitaan, millaisia vaikutuksia tuotemalliajatteluun pohjautuvan tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittämisellä ja käyttöönotolla on käyttäjätyytyväisyyteen ja toimeksiantajayrityksen toimintaan järjestelmän käyttäjien mielestä. Käyttäjätyytyväisyyttä mitattiin toistetun kyselytutkimuksen avulla telatehtaassa ennen ja jälkeen järjestelmän käyttöönoton. Lopuksi arvioidaan, miten kyselytutkimuksessa käytetty, kirjallisuudessa paljon esillä ollut UIS-menetelmä (User Information Satisfaction) soveltuu käyttäjätyytyväisyyden mittaamiseen.

Tuotemalliajattelun periaatteet koettiin käyttökelpoisiksi lähtökohdiksi erityisesti tuotetiedonhallintajärjestelmän määrittelyvaiheessa. Käyttäjien ja kehittäjien mielestä tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönotolla todettiin olevan huomattavasti enemmän positiivisia kuin negatiivisia vaikutuksia. Erityisesti tuotetiedon välityksen eri toimintojen välillä todettiin parantuneen merkittävästi.

Tutkimuksemme osoittaa, että UIS-menetelmää voidaan soveltaa luotettavasti käyttäjätyytyväisyyden mittaamiseen silloin kun UIS-mittari sisältää myös järjestelmän erityisvaikutuksia ja mahdollisia kehitystarpeita käsitteleviä kysymyksiä tavanomaisten käyttäjätyytyväisyyttä käsittelevien kysymyksien lisäksi. Lisäksi kyselylomakkeessa on erikseen kysyttävä on osaa sanoa -vaihtoehto (EOS), jotta kysely tuo analysointivaiheessa esille paremmin todelliset muutokset käyttäjätyytyväisyydessä.

Avainsanat: tuotetiedonhallinta, tuotantoyrityksen tiedonhallinta, tuotemalli, tuotetietomalli, tuotetiedonhallintajärjestelmä, UIS

Sisällys

1 JOHDANTO	1
2 TUOTETIEDONHALLINTA	6
2.1 Tuotantoyrityksen tiedonhallinta	7
2.1.1 Tietolähteet	8
2.1.2 Tehtävät ja tavoitteet	9
2.2 Peruskäsitteet	11
2.3 Asema tuotantoprosessissa	13
2.4 Kehittyminen	15
2.4.1 Tuotteiden monimutkaistuminen	16
2.4.2 Kiristynyt kilpailu	17
2.4.3 Verkottuminen ja kansainvälinen yhteistyö	18
2.4.4 Ympäristönsuojelun vaatimukset	20
2.4.5 Asiakaspalvelun vaatimukset	21
2.4.6 Uudet lähestymistavat	22
3 TUOTETIEDONHALLINNAN RATKAISUMALLIT	26
3.1 Tuotemalliin perustuva ratkaisumalli	29
3.1.1 Keskeiset piirteet	29
3.1.2 Toteutuksellisia elementtejä	31
3.1.3 STEP ja CALS	35
3.2 Heterogeenisen toimintaympäristön ratkaisumalli	37
3.2.1 Keskeiset ominaisuudet kaupallisissa järjestelmissä	38
3.2.2 Tuotetietoa käsittelevät ohjelmistot	41
3.3 Mallien arviointia ja vertailua	43
3.3.1 Kaupallisen tuotetiedonhallintajärjestelmän etuja	45
3.3.2 Tuotemalliratkaisun etuja	46
3.3.3 Mallien yhdistäminen	47
4 IPDM-KEHITTÄMISPROJEKTI	51
4.1 Projektin tausta	51
4.1.1 Valmet Oy, Rautpohjan telatehdas ja sen tuotteet	52
4.1.2 Telatehtaan tietojenkäsittelyn tilanne ennen IPDM- projektia	54
4.2 Projektin perustaminen, sen tavoitteet ja aikataulu	57

4.2.1	Projektin perustaminen	58
4.2.2	Projektin tavoitteet	58
4.2.3	Projektin aikataulu	60
5	ROLLBASE 1.0 JA TUOTEMALLIAJATTELU	62
5.1	Järjestelmän yleiskuvaus	62
5.2	Järjestelmän rakenne ja ominaisuudet	64
5.3	Tuotemalliajattelun soveltuminen järjestelmän kehittämiseen	69
5.4	Tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittämisen vaikutukset	77
6	EMPIIRINEN TUTKIMUS TUOTETIEDONHALLINTAJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖNOTON VAIKUTUKSISTA	83
6.1	Käyttäjätyytyväisyys (user satisfaction)	84
6.1.1	Onnistumisen mittaaminen	84
6.1.2	UIS ja siinä esiintyvät ongelmat	85
6.2	Kyselytutkimus	87
6.2.2	Tutkimusongelmat ja tutkimuksen yleinen kulku	87
6.2.3	Aineiston kerääminen ja haastatellut ihmiset	89
6.2.4	Kyselylomake	91
6.3	Tutkimuksen tulokset	93
6.3.1	Järjestelmien käytössä ja arvostuksessa ilmaantuneet muutokset	95
6.3.2	Tyytyväisyyden tason muutokset	97
6.3.3	Tuotetiedonhallinnan tason muutokset	98
6.4	Tulosten yhteenveto	101
6.5	Arviot UIS-menetelmän soveltuvuudesta	103
7	YHTEENVETO	106
	LÄHDELUETTELO	116
	LIITE 1. STEP-standardin yleiskuvaus	121
	LIITE 2. IPDM-projektin vaiheet	124
1	Määrittelyvaihe	124
1.1	Suunnittelu	125
1.2	Valmistus	128
1.3	Myynti	129
1.4	Huolto	130

2	Suunnitteluvaihe	133
2.1	Hyväksytyt rajausehdotuksen sisältö	134
2.2	Käyttäjärühmien määrittely	135
2.3	Siirtoajon suunnittelu	137
3	Toteutusvaihe	139
3.1	Siirtoajon toteuttaminen	140
3.2	Käyttöoppaiden kirjoittaminen	140
4	Järjestelmätestaukset ja käyttäjien koulutukset	141
5	Järjestelmän käyttöönotto ja ylläpitovaihe	144
	LIITE 3. Kyselylomake	147
	LIITE 4. Kyselytutkimuksen muuttujien tärkeimmät tunnusluvut	151

1 JOHDANTO

Tuotteen suunnittelun, valmistuksen, markkinoinnin ja usein vielä käytönkin aikana tuotteesta pidetään yllä monenlaisia tietoja erilaisissa tietovarastoissa. Tietokoneiden kehittymisen myötä nämä tietovarastot on usein siirretty atk:lle, jolloin tuotteisiin liittyvien tietojen ylläpitäminen ja hyödyntäminen on helpottunut huomattavasti. Usein tuotteisiin liittyviä tietoja sisältävät tietovarastot ovat vielä tänäkin päivänä kuitenkin vain tiukasti rajatun ryhmän tai pahimmassa tapauksessa vain yhden henkilön käytettävissä. Lisäksi yrityksessä saattaa olla useita päällekkäisiä tietovarastoja, mikä vaikeuttaa niin tuotannon etenemistä kuin asiakaspalveluakin. Tuotteisiin liittyvien tietojen määrän kasvu kuluneina vuosikymmeninä mm. tuotteiden monimutkaistumisen ja asiakassuuntautuneisuuden kasvun myötä on aiheuttanut tuotetietoja käsittelevien järjestelmien vanhentumista yrityksissä.

Yrityksissä on ymmärretty, että tuotteisiin liittyvien tietojen nopea ja luotettava hallinta voi olla tärkeä kilpailutekijä, sillä se luo edellytyksiä menestyksekkäälle tuotantoprosessille ja hyvin toimivalle asiakaspalvelulle. Yritys voi toimia tehokkaasti silloin kun ajantasalla olevat tuotetiedot ovat kaikkien osapuolien saatavilla. Ylipäätään yritysten toimintatavoissa on myös nähtävissä muutoksia. Tuotantoyritykset suosivat entistä enemmän mm. tiimityöskentelyä ja tuotteiden rinnakkaissuunnittelua, jolloin tuotteiden tuottamisessa olevat eri toiminnot toimivat rinnakkain yhtäaikaisesti ainakin osan aikaa tuotannossa. Yrityksissä onkin syntynyt tarve juuri tuotetietojen hallintaan tarkoitettujen tietokoneistettujen järjestelmien käyttöönottoon. Näiden järjestelmien tulisi voida hallita nopeasti ja luotettavasti mitä erilaisimpia tuotteisiin liittyviä tietoja, tukea tietojen yhteiskäyttöä koko yrityksen laajuisesti ja sopia uudenlaisiin työympäristöihin. Tietokoneverkkojen ja tietokoneiden kehittyminen onkin luonut hyvät edellytykset tällaisten tuotetiedonhallintajärjestelmien rakentamiselle.

Tuotetiedot määrittelevät tuotteen fyysisen olemuksen ja toiminnalliset ominaisuudet, kuvaavat tuotteelle sen elinkaaren aikana tapahtuneita asioita ja selvittä-

vät, missä muodossa, mihin tietovarastoon, kenen toimesta ja milloin tuotetietoa on tallennettu yrityksessä. Tuotetiedonhallinta kattaa kaikki ne toimenpiteet ja järjestelmät, joilla tuotetietoja järjestetään ja hallitaan siten, että tiedot ovat riskitöntä ja ajantasaisia, tiedot on suojattu asiattomalta käytöltä, tuhoutumiselta ja katoamiselta ja että tiedot on vaivattomasti saatavissa käyttöön. Tuotetiedonhallinta hallitsee niitä tuotteisiin liittyviä tietoja, joita tarvitaan tuotteiden suunnittelussa ja valmistuksessa sekä tuotteen ja sitä koskevan tiedon kulun tutkimisessa läpi organisaation.

Tuotetiedonhallinnan ratkaisemiseksi on olemassa kaksi vastakkaista lähestymistapaa: tuotemalliin perustuva ja heterogeeniseen toimintaympäristöön soveltuva ratkaisumalli. Tuotemalliin perustuvan ratkaisumallin keskeisimpänä lähtökohtana on tuotteeseen liittyvän tiedon jäsentäminen tuotetietomallin avulla. Tuotemallilla tarkoitetaan tuotetiedonhallinnan integroitua ratkaisua, missä kaikki tuotteen kattavaan ja yksiselitteiseen määrittämiseen tarvittava tieto sen koko elinkaaren ajalta tallennetaan sähköisessä muodossa yleisen tuotetietomallin mukaisesti jäsenettyyn ja yhteisessä käytössä olevaan tietokantaan. Siten tuotetietomalli palvelee sovelluskehitystä, sovellusten välistä tiedonsiirtoa ja tietokantaratkaisujen toteutusta. Heterogeenisessä toimintaympäristössä tuotetietoja käsitellään monilla eri järjestelmillä, joiden yhteensovittaminen on puutteellista, ja tuotetiedot on siten tallennettu hajallaan oleviin tietovarastoihin. Tuotetiedonhallintaa pyritään tällaisessa toimintaympäristössä kehittämään aivan toisenlaisilla keinoilla kuin tuotemalliin perustuvassa ratkaisumallissa. Yleisimmin näitä keinoja ovat mm. erityyppisten ja hajallaan olevien tuotetietojen hallintaan tarkoitettun kaupallisen tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönotto, erilaisten muunnosohjelmien rakentaminen tuotetietoa käsittelevien järjestelmien välille ja tiedonkulun edistäminen sopivilla keinoilla. Esitetyt ratkaisuvaihtoehdot eivät suinkaan ole toisiaan poissulkevia, ja raja niiden välillä on siten hieman keinotekoinen, mutta ratkaisuvaihtoehtoja tarkastellaan tutkielmassa lähinnä erikseen, sillä niin erilaisesti ne lähestyvät ongelmaa, kuinka kehittää tuotetietojen hallintaa paremmaksi.

Tutkielman tekijät osallistuivat päätoimisesti tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittämisprojektiin ja käyttöönotetun järjestelmän ylläpitoon yhteensä yli vuoden ajan. Projektin ja samalla tämän tutkielman toimeksiantaja oli Jyväskylässä sijaitseva Valmet Oy:n Rautpohjan telatehdas. Projektin tavoitteena oli kehittää tietojärjestelmä, joka edistäisi teloihin liittyvien tuotetietojen hallintaa koko telatehtaan laajuisesti ja jonka kehittämisessä noudatettaisiin tuotemalliajattelun lähtökohtia. Toimeksiantajayritys on tämän tuotetiedonhallintaa ja sen kehittämistä käsittelevän tutkielman kannalta hyvä tutkimuksellinen ympäristö, sillä siellä todettiin jo useita vuosia sitten tarve keskittää teloihin liittyvien tietojen tallentamista ja edistää telatietojen jakelua koko tehtaan laajuisesti. Aiheesta on tehty Valmetin toimesta myös esitutkimus toisen telatehtaalla tehdyn tutkielman teon (Toikkanen 1995) yhteydessä. Tämän esitutkimuksen keskeisenä johtopäätöksenä on juuri teloihin liittyvien tietojen hallinnan kehittämistarve.

Tutkielman ensimmäinen tavoite on tutkia sitä, kuinka hyvin tuotemalliajattelu on sovellettavissa tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittämisprosessiin. Tutkielman toisena tavoitteena on selvittää, mitä vaikutuksia tuotetiedonhallinnan kehittämällä ja tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönotolla olisi tutkielman toimeksiantajayritykseen sekä järjestelmän käyttäjien että kehittäjien mielestä. Tutkielman kolmas tavoite koskee käyttäjätyytyväisyyden mittausta kehitetyn tuotetiedonhallintajärjestelmän osalta. Tutkielman tekijöiden suorittaman kyselytutkimuksen mittarina käytettiin kyselylomaketta, jonka ulkomuoto ja sisältö perustui UIS-menetelmää (User Information Satisfaction) käsittelevään kirjallisuuteen. Tavoitteena oli tutkia, soveltaisiko kiistelty UIS-menetelmä käyttäjätyytyväisyyden mittaamiseen ennen ja jälkeen käyttöönotetun tuotetiedonhallintajärjestelmän ja miten UIS-menetelmää voitaisiin kehittää paremmaksi.

Tuotemalliajattelun periaatteet koettiin hyviksi tuotetiedonhallinnan kehittämisen yhteydessä sekä kehittäjien että käyttäjien mielestä. Erityisesti ne selkeyttivät sekä systeemityötä tekeviä että haastateltavia ihmisiä siten, että ymmärrettiin, mitä onnistuneen tuotetiedonhallintaratkaisun tulee sisältää sekä kuinka kauaskantoista ja tärkeää tuotetiedonhallinnan kehittäminen yritykselle on.

Keskitettyä tuotetiedonhallintaa tukevan tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönotolla todettiin olevan huomattavasti enemmän positiivisia kuin negatiivisia vaikutuksia tutkielman toimeksiantajayrityksessä niin empiirisen UIS-kyselyn kuin kehittäjienkin havaintojen perusteella käyttäjien mielipiteistä ja suoranaista vaikutuksista. Tärkeimpinä etuina voidaan mainita teloihin liittyvien tietojen välityksen ja hakemisen nopeutuminen koko toimeksiantajayrityksen laajuisesti sekä sitä, että samoja tietoja ei tarvitse enää kirjata moneen kertaan eritietorekisteriin. Uuden tietojärjestelmän käytön opettelu vei tietenkin aikaa, mitä voidaan pitää vastaavasti merkittävimpänä haittatekijänä.

Kyselytutkimuksen tuloksena todettiin, että UIS-menetelmää voidaan soveltaa luotettavasti käyttäjäytyvyyden mittaukseen, jos UIS-mittari sisältää myös järjestelmän erityisvaikutuksia ja kehitystarpeita mittaavia kysymyksiä UIS-kirjallisuudesta löydettävien tavanomaisten kysymyksien lisäksi. Tutkielman tekijät päätyivät myös johtopäätökseen, että kyselylomakkeessa erikseen kysyttävä en osaa sanoa -vaihtoehto (EOS) on tarpeellinen, jotta kysely toisi analysointivaiheessa esille paremmin todelliset muutokset käyttäjäytyvyydessä.

Tutkielman rakenne on kolmiosainen konstruktiivis-empiirinen tapaustutkimus. Tutkielman teoriaosuudessa käsitellään tuotetiedonhallintaa ja sen ratkaisumalleja kirjallisuuslähteiden ja tutkielman tekijöiden omien havaintojen pohjalta. Konstruktiivisessa osuudessa kuvataan tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittämisprosessi, järjestelmä, sen vaikutukset sekä tutkielman tekijöiden mietteet siitä, kuinka hyvin tuotemalli-ajattelu soveltuu tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittämisprojektiin, eli tuotemalliajattelun periaatteita koetellaan käytännön kokemusten turvin. Lopuksi empiirisessä osassa kuvataan UIS-kyselyn kulku ja tulokset siitä, kuinka käyttäjät näkevät käyttöönotetun tuotetiedonhallintajärjestelmän vaikuttaneen, sekä tutkielman tekijöiden arviot itse UIS-menetelmästä. Empiirisen osuuden tarkoituksena ei ole suinkaan validoida yksikäsitteisesti UIS-menetelmää, vaan pyrkimyksenä on selvittää, kuinka hyvin se toimii käytännössä, ja esittää sitten siihen korjauksia, joiden avulla menetelmällä voisi saavuttaa vielä luotettavampia tuloksia. Toki menetelmän validisuutta voidaan myös tarkastella jossain määrin, kun UIS-menetelmän validisuuden mittarina

käytetään kysymystä, saadaanko mittarin avulla esille niitä asioita, joiden sen pitäisi esille tuoda. Käyttäjätyytyväisyyden selvittäminen on UIS-menetelmän ainut tavoite.

Luvussa kaksi esitellään aluksi yleisellä tasolla tuotantoyrityksen tiedonhallintaa, tietolähteitä, tavoitteita ja tehtäviä sekä siinä esiintyviä ongelmia. Tämän jälkeen esitellään tuotetiedonhallinnan - joka on keskeinen osa koko tuotantoyrityksen tiedonhallinnasta - peruskäsitteet, sen keskeinen asema yrityksen tuotantoprosessissa ja tuotetiedonhallinnan kehittymiseen vaikuttaneita tekijöitä. Luku kolme sisältää kahden tuotetiedonhallinnan ratkaisumallin esittelemisen sekä niiden arviointia ja vertailua keskenään. Heterogeeniseen toimintaympäristöön tarkoitettuja kaupallisia tuotetiedonhallintajärjestelmiä sekä tuotemalliajatteluun pohjautuvaa STEP-standardia ja CALS-hanketta käsitellään vielä luvussa kolme. Tutkielman ns. teoriaosuuden jälkeen luvussa neljä kuvataan tuotetiedonhallintajärjestelmän IPDM-kehittämisprojektin (Integrated Product Data Management), johon tutkielman tekijät osallistuivat, taustatekijät, synty, tavoitteet, aikataulu ja vaiheet lyhyesti. Luku viisi sisältää toteutetun Rollbase-järjestelmän yleiskuvauksen, rakenteen, keskeisimpien ominaisuuksien ja suunnitteluideaalien esittelyn sekä sen kehittämisen ja käyttöönoton aiheuttamien vaikutuksien tarkastelun tutkielman tekijöiden näkökulmasta. Luvussa kuusi kuvataan tutkielman tekijöiden konstruoiman kyselytutkimuksen kulku ja tulokset siitä, millaisia vaikutuksia toteutetulla tuotetiedonhallintajärjestelmällä oli käyttäjätyytyväisyyteen ja tutkielman toimeksiantajayrityksen toimintaan loppukäyttäjien mielestä, miten ne korreloivat suhteessa tutkielman tekijöiden havaintoihin sekä miten UIS-menetelmä käytännössä soveltui käyttäjätyytyväisyyden mittaamiseen. Lopuksi luvussa seitsemän on yhteenveto tutkielman sisällöstä ja tuloksista johtopäätöksineen.

2 TUOTETIEDONHALLINTA

Tuotetiedonhallinta keskittyy hallitsemaan yrityksen tuotteisiin liittyviä tietoja, jotka kuvaavat mm. tuotteiden erilaisia ominaisuuksia. Tuotetiedonhallinta on keskeinen osa koko tuotantoyrityksen tiedonhallintaa. Tuotetiedonhallintaa suunniteltaessa onkin huomioitava yrityksen muut tietojärjestelmät ja päinvas-toin. Tuotetietojen kattavalla hallinnalla on Halttusen ja Hokkasen (1995) mu-kaan keskeinen merkitys mm. yrityksen laatuprosessissa, asiakassuhteiden hoi-tamisessa ja kestävästä kehitystä tukevan tuotannon kehittämässä. Tuotetietoja käsittelevien järjestelmien avulla pyritään ennen kaikkea alentamaan tuotekus-tannuksia, lyhentämään tuotesuunnitteluun kuluva-aikaa, tehostamaan materi-aalien käyttöä ja parantamaan tuotteiden laatua (Bray 1988; Puttré 1991). Tuo-tetiedonhallintaa on käsitelty vähän itsenäisenä tutkimuskohteena, mutta useat siihen liittyvät alueet ovat keränneet suurta kiinnostusta. Näitä tutkimusalueita ovat mm. rinnakkaisuunnittelu ja tuotetiedonsiirto.

Yrityksen useimmat toiminnot käyttävät tuotetietoja hyväkseen. Selvimmin tuotetietojen yhteiskäytön tarve ilmenee Halttusen ja Hokkasen (1995) mielestä tuotteen koko elinkaaren kattavassa, rinnakkain etenevässä tuotesuunnittelussa. Tällaisessa toimintamallissa tietojärjestelmillä on tärkeä rooli varmistaessaan mm. sen, että yrityksen eri osapuolet voivat käyttää tuotetietoja yhtäaikaaisesti hyväkseen. Tietojärjestelmillä voidaan tehostaa tietojen saatavuuden lisäksi sa-malla myös osapuolten välistä tiedonkulkua.

Seuraavassa kuvataan aluksi tuotantoyrityksen tiedonhallintaa kokonaisuutena yleisellä tasolla. Tämän jälkeen esitellään tarkemmin tuotantoyrityksen tiedon-hallinnan keskeistä osaa, tuotetiedonhallintaa. Tuotetiedonhallintaan liittyvät pe-ruskäsitteet, tuotetiedonhallinnan asema tuotantoprosessissa sekä tuotetiedon-hallinnan kehittymiseen vaikuttavat tekijät tullaan käsittelemään.

2.1 Tuotantoyrityksen tiedonhallinta

Tuotannon hallinnalla (PM = Production Management) tarkoitetaan kaikkien tuotteiden tuottamisessa tarvittavien tehtävien suunnittelua ja kontrollointia eri tarkkuustasoilla ja ajanjaksoilla (vrt. Rolstadås 1988; Seilonen 1995). *Tiedonhallinta* merkitsee yhteiskäyttöisten tietoresurssien ja niiden kuvausten hallintaa ja kehittämistä sekä tarvittavien valmiuksien, apuvälineiden ja menetelmien käyttöä ja kehittämistä (Leppänen 1987). Lyhyesti *tuotantoyrityksen tiedonhallinnalla* tarkoitetaan Seilosen (1995) mukaan tuotantoon liittyvän tiedon hankintaa, ylläpitoa ja jakelua. Tuotantoyrityksessä sekä tuotantoon että tuotteeseen liittyvän tiedon nopea saaminen ja levittäminen muualle yritykseen on tärkeitä yrityksen toiminnan tehokkuuden säilyttämiseksi (Seilonen 1995). Tyypillisesti tuotantoyrityksen toiminta on organisoitu kaksitasoisesti, joista ylempi taso käsittelee yrityksen aikaperustaisen kokonaissuunnittelun ja alempi taso yksityiskohdaisemman - lattiataason - kontrolloinnin (Browne ym. 1990, Seilosen (1995) mukaan). Yrityksessä esiintyvät toiminnot muodostuvat useista alitoiminnoista, joilla saattaa taas olla omia alitoimintoja jne. Nämä alitoiminnot ovat yhteydessä toisiinsa ns. prosessiketjujen (process chains) avulla. Prosessiketju esittää ne peräkkäistoimintojen muodostamat toimintovirrat, jotka tarvitaan yrityksen jonkin tehtävän suorittamiseksi (Scheer 1994). Nämä tehtävät suoritetaan yrityksen tavoitteiden ja tuotantopolitiikan mukaisesti (Seilonen 1995).

Seuraavissa kohdissa kuvataan aluksi tuotantoyrityksen tiedonhallinnan kannalta, mitä eri tietolähteitä tuotantoyrityksessä perinteisesti esiintyy. Tämän jälkeen esitetään, mitkä tiedonhallinnan keskeisimmät tavoitteet ja tehtävät ovat. Myös tuotantoyrityksen tiedonhallinnassa esiintyviä ongelmia ja niiden syntymiseen vaikuttavia tekijöitä tullaan käsittelemään.

2.1.1 Tietolähteet

Tavallisesti tuotannon hallinta teollisuusyrityksessä käsittää viisi keskeistä funktiota: (1) tuotteiden suunnittelu ja kehittäminen, (2) tuotannon suunnittelu ja kontrollointi, (3) materiaalien hankinta ja hallinta, (4) laadun varmistaminen ja (5) kustannusten hallinta (Rolstadås 1988) - Rolstadås ei siis sisällytä markkinointia näihin tärkeimpiin funktioihin, vaikka sen merkitys on kasvanut myös teollisuussektorilla. Tehokkaasti toimiakseen yrityksen tarvitsee pitää yllä tietoja monista erilaisista asioista, joita Seilonen (1995) nimittää tietolähteiksi. Hän on karkeasti jakanut nämä tietolähteet kahdeksaan pääryhmään tietoa sisältävän dokumentin sisällön ja tyyppin perusteella. Taulukossa 1 tietolähteet on puolestaan jaoteltu viiteen ryhmään tiedon hyödyntämisen ja tarkoituksen mukaan, eli liittykö tieto ensisijaisesti tuotettaviin tuotteisiin, käytettäviin resursseihin, yrityksen transaktioihin, tuotannon suunnitteluun vai tuotannon tilaa selvittäviin mittareihin. Taulukon 1 tekemisen apuna on käytetty Seilonen (1995) ryhmittelyä.

TAULUKKO 1. Tietolähteet tuotantoyrityksessä (vrt. Seilonen 1995).

Tietolähde	Kuvailu
Tuotteet	Minkä tyyppisiä tuotteita valmistetaan, millaisia ne ovat rakenteiltaan, mitä materiaaleja niiden tuottamiseksi tarvitaan jne.
Resurssit	Minkä tyyppisiä resursseja käytetään, kuinka paljon niitä on olemassa, millaisia niiden potentiaaliset käyttötavat ovat, miten ne on organisoitu jne. Resurssit käsittävät koneet, ihmiset, materiaalit, kuljetusjärjestelmät jne.
Transaktiot	Mitä tuotteita on tilattu, millaisin ehdoin ne on tilattu, onko tilaukset pystytyt käsittelemään, mitä toimituksia odotetaan urakoitsijoilta, milloin toimitukset saapuvat, kuinka paljon niitä tulee jne.
Tuotannon suunnittelu	Mitä tuotteita aiotaan valmistaa tietyllä aikavälillä, millaisin resurssein ne valmistetaan, mitä tilauksia varten ne tuotetaan, miten ja millaisin resurssein erityyppiset tuotteet valmistetaan, kuinka kauan niiden valmistaminen kestää, kuinka paljon valmistaminen maksaa jne.
Mittarit	Kuinka tuotanto on edennyt, ovatko suunnitelmat onnistuneet, mitä ongelmia on esiintynyt tuotannossa, millä todennäköisyydellä ongelmat esiintyvät, miten toimintaa voitaisiin kehittää, mitä tapahtuu seuraavaksi, mitä tavoitteita on tuotannolle asetettu, ovatko ne toteutuneet, mikä on tavoitteiden tärkeysjärjestys jne.

2.1.2 Tehtävät ja tavoitteet

Tuotantoyrityksen tiedonhallinnan tavoite on tuotantoon liittyvän tiedon hankinta, ylläpito ja jakelu. Seilosen (1995) mukaan tälle tiedolle asetettavia yleisiä - ja samalla suhteellisia - vaatimuksia ovat sen täydellisyys, johdonmukaisuus sekä oikea-aikaisuus. Käyttäjien tulee voida käyttää tiedonhallintaan tarkoitettua järjestelmää tietämättä, miten tieto on siinä tallennettu, ja järjestelmän tulee olla vaivattomasti ylläpidettävissä. (Seilonen 1995.) Tuotantoyrityksen tiedonhallinnassa on lisäksi Veeramani ym. (1993) mukaan erityispiirteitä, jotka on otettava huomioon sovellusten toteuttamisen yhteydessä: mm. tiedon määrä ja tiedonvälitys on tuotantoyrityksessä usein runsasta sekä samaa tietoa voivat tarvita yhtä aikaa eri organisaatioyksiköt, kuten suunnittelu, valmistus, markkinointi, huolto jne. Tuotantoyrityksessä olevan tiedonhallintajärjestelmän - oli se sitten atk:lla tai manuaalinen - tulisikin siten tukea myös tiedon jakamista yritysten eri ryhmittymien välillä (Seilonen 1995; Veeramani ym. 1993).

Tuotantoyrityksen tiedonhallinnan suunnittelu voidaan jakaa kolmeen *rinnakkain* kehitettävään tehtävään (Jones ym. 1989, Seilosen (1995) mukaan):

- Tietovarastojen suunnittelu. Tietovarastojen suunnittelu jakaa hallittavan tiedon eri tietovarastoihin, jotka ovat useimmiten tietokantoja. Suunnittelun pohjana käytetään käyttäjien tietotarpeiden kartoitusta ja tiedonhallintajärjestelmän luomia mahdollisuuksia.
- Tiedonhallinnan suunnittelu. Tiedonhallinnan suunnittelussa päätetään, miten sovellukset pääsevät käsiksi tietovarastoissa oleviin tietoihin kyselyjen ja päivitysten muodossa. Suunnittelussa otetaan huomioon käyttäjien tarpeet ja kehitetty tietovarastoratkaisu.
- Tietomallien suunnittelu. Tietomallien avulla kuvataan tiedonhallintajärjestelmässä oleva tieto ja sen esitysmuodot. Samalle tiedolle voidaan tarvita erilaisia esitysmuotoja eri käyttäjäryhmistä riippuen.

Suunnittelun lähtökohtina ovat käyttäjien tietotarpeet, kehitetty tietovarastoratkaisu ja tiedonhallinnan suunnittelun tulokset.

Informaatioteknologiaa voidaan hyödyntää tuotantoyrityksen tiedonhallinnassa kahdella päätävällä: (1) hajautettua päätöksentekoa tukemalla - esimerkiksi edistämällä käyttäjien pääsyä tietovarastoihin - ja (2) yhdistämällä hajautettuja tietojärjestelmiä. Seilonen näkee tiedonhallinnan kehittämisen olevan perusehto sille, että myös yrityksen toimintojen kontrollointia ja rinnastamista sekä funktionaalisesti ja organisatorisesti hajautettujen ryhmittymien yhteistyötä voidaan alkaa kehittää. (Seilonen 1995.) Muun muassa tietoverkkojen avulla voidaan työntekijöiden valvontaa tehostaa ja samalla keskittää valtaa organisaatiossa. Toisaalta tietoverkot voivat myös hajauttaa valtaa, sillä ne tarjoavat tavan välittää nopeasti tietoa kenelle tahansa verkossa olevalle. (Kraft & Truex 1994.)

Tuotantoyrityksen tiedonhallinnan kehittäminen tapahtuu yhteistyössä yrityksen tuotantoprosessien kehittämisen kanssa. Näillä kahdella yrityksen toiminnan kehittämistavalla on kaksisuuntaisia vaikutuksia toisiinsa. Informaatioteknologian hyödyntäminen lähtee pitkälti yrityksen toiminnan kehittämisen pohjalta. Tiedonhallinnan kehittämisellä pyritään toisaalta systematisoimaan yrityksessä esiintyvää tietojenkäsittelyä ja samalla yrityksen toiminnan kulkua. Kehitysaskeleet informaatioteknologiassa puolestaan luovat uusia mahdollisuuksia myös yrityksen toiminnan suunnittelulle. (Scheer 1994; Park ym. 1994.)

Seilosen (1995) mielestä tuotantoyrityksen tiedonhallinnassa esiintyy pääasiassa kahdenlaisia ongelmia, jotka nousevat pääosin tuotantoyrityksen toiminnan erikoisluonteesta: (1) Tuotannon hallintaprosessiin vaikuttavat sisäisten tietojenkäsittelyprosessien lisäksi myös monet ulkoiset tekijät. Onkin vaikeata kuvata tuotannon nykytilaa tarkasti, sillä siihen vaikuttaa niin suuri määrä ulkoisia ja sisäisiä muuttujia, joiden täydellinen selvittäminen on usein mahdotonta. Tuotannon nykytilan arvioiminen perustuukin miltei aina johonkin arvioon. Tuotannon hallintaprosessi on myös hyvin dynaamista. Tuotantoprosessissa tapahtuu nopeita ja usein yllättäviä tapahtumia erityisesti ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta. Ulkoisia tekijöitä ovat mm. erilaiset intressiryhmät, kuten asiakkaat,

toimittajat ja korkean tason johtoelimet. Tuotantoyrityksen tiedonhallintajärjestelmän tulisikin tukea päätöksentekoa myös yllättävissä tilanteissa. (2) Tuotannon hallitseminen on hajautettua. Tuotantoa suunnittelevat ja kontrolloivat monet ihmiset. Päätöksentekijät tarvitsevat tietämystä eri puolilta yritystä. Tuotantoyrityksen tiedonhallintajärjestelmä voi helpottaa mainittujen syiden aiheuttamia ongelmia tiedonhallinnassa mm. yhteisillä tietokannoilla ja tiedon siirtämisellä. (Seilonen 1995.)

2.2 Peruskäsitteet

Tuotetiedoilla tarkoitetaan laajaa joukkoa tuotteeseen liittyviä tietoja. Halttunen ja Hokkanen (1995) jakavat tuotetiedot tutkimuksessaan kolmeen ryhmään. Ensimmäisen ryhmän muodostavat *tuotteen määrittelytiedot*, jotka (1) määrittelevät yksikäsitteisesti tuotteen fyysiset ja toiminnalliset ominaisuudet sekä (2) kuvaavat tuotteen ominaisuuksia joidenkin osapuolien näkökulmista tarkasteltuna ja jotka siten liittyvät kyseisen osapuolen tulkintaan (esim. millainen tuote on hyvä tai huono) tai valintaan (esim. miten jokin ominaisuus valmistetaan). Koska tuotteen määrittelytiedot voivat olla hyvin erilaisia, saattavat niiden käsittelevät, tallennusvälineet ja tiedostomuodot vaihdella paljonkin. (Halttunen & Hokkanen 1995.)

Tuotetietojen toisen ryhmän muodostavat *tuotteen elinkaaritiedot*. Elinkaaritiedot liittyvät aina tuotteen yhteen ilmentymään ja kuvaavat tuotteen suunnitteluun, valmistukseen, toimitukseen, käyttöön, huoltoon ja hävittämiseen liittyviä tapahtumia. Kolmanteen ryhmään Halttunen ja Hokkanen (1995) jakavat tiedonhallinnan kannalta keskeiset *metatiedot*, jotka ovat tietoa tiedosta, eli esimerkiksi tietoa siitä, missä muodossa, mihin tietovarastoon, kenen toimesta ja milloin tuotetietoa on tallennettu. Kaupalliset tuotetiedonhallintajärjestelmät käsittelevät pääosin näitä metatietoja. (Halttunen & Hokkanen 1995.)

Tuotetiedonhallinta (PDM = Product Data Management) kattaa kaikki ne toimenpiteet ja järjestelmät, joilla tuotetietoja järjestetään ja hallitaan siten, että

tiedot ovat ristiriidattomia ja ajantasaisia, että tiedot on suojattu asiattomalta käytöltä, tuhoutumiselta ja katoamiselta ja että tiedot on vaivattomasti saatavissa käyttöön (Halttunen & Hokkanen 1995). Graver (1991) - Sherpa Corporationin edustaja - määrittelee tuotetiedonhallinnaksi puolestaan kaiken sen tiedon hallintaa, jota tarvitaan suunnittelussa ja valmistuksessa sekä tuotteen ja sitä koskevan tiedon kulun tukemisessa läpi organisaation.

Tuotetiedonhallintajärjestelmällä tarkoitetaan järjestelmää, joka ylläpitää tietoa tuotetiedoista, niiden käyttäjistä, tietovarastoista ja päivitystapahtumista sekä virhetilanteista (Halttunen & Hokkanen 1995). Kaupallisten tuotetiedonhallintajärjestelmien kehittämiseen erikoistunut Sherpa Corporation (1995) määrittelee tuotetiedonhallintajärjestelmän lyhyesti järjestelmäksi, jonka avulla kontrolloidaan keskitetysti tuotetietoa, riippumatta sen sijainnista tuotantoyrityksessä. Huuskonen ja Ala-Lahti (1991) korostavat omassa tuotetiedonhallintajärjestelmän määritelmässään sitä, että sen avulla pyritään eri toimintojen tarvitsemat tuotetiedot säilyttämään siten, että ne ovat kaikkien toimintojen käytettävissä. Tällöin tuotetieto sijaitsee vain yhdessä paikassa, mutta sellaisessa muodossa, että eri organisaatioyksiköt voivat käyttää sitä omien tarpeidensa mukaisesti. Tuotetiedonhallintajärjestelmään voidaan katsoa kuuluvan Sommarlundin (1990) mukaan (i) tietokanta, johon on tallennettu tuotteeseen liittyvää tietoa, (ii) sovellukset, jotka käyttävät tietokannan tietoja, sekä (iii) liittymät muihin järjestelmiin.

Tuotetiedonhallinta edellyttää, että tuotteeseen liittyvät erilaiset tiedot pystytään kuvaamaan jollakin formaalilla tavalla. Lupaavin menetelmä näyttäisi olevan tuotemallien käyttö. (Huuskonen & Ala-Lahti 1992.) *Tuotetietomallilla* tarkoitetaan käsitemallia, jolla jäsennetään tuotteiden tiedot ja attribuutit sekä niiden väliset yhteydet ja riippuvuudet. Käsitemalli voi perustua johonkin tietomalliin, kuten ER-malliin (Entity-Relationship Model, mm. Soini 1984), relaatiomalliin (tietomalli, jossa tiedot on järjestetty tauluihin, jonka rivit ovat tietueita ja sarakkeet kenttiä, mm. Yang 1986) tai STEPin (Standard for the Exchange of Product Model Data) mukaiseen tietomalliin jne. *Tuotemalli* käsittää puolestaan tuotteen yksittäisen ilmentymän tiedot, jotka on jäsennetty ko. tuotetietomallin

mukaisesti. (Halttunen & Hokkanen 1995.) Toisin sanoen tuotemalli on tuotetietomallin mukaisesti rakentunut tuotteen kuvaus (Vesänen 1991).

2.3 Asema tuotantoprosessissa

Tuotetiedonhallinta liittyy ennen kaikkea tuotesuunnittelun ja valmistuksen tehtäviin, mutta se kytkeytyy osaksi myös markkinointia ja jälkimarkkinointia. Tuotetiedonhallinnan merkitys myös tuotesuunnittelun, työsuunnittelun ja valmistuksen suunnittelun integroimisessa on suuri. Tuotetiedonhallinnan ongelmia on perinteisesti pyritty ratkomaan toimintokohtaisesti ilman sovellusten välisten kytkentöjen toteutusta. Tuotetietoa on siten tallennettu erillisiin tietovarastoihin, jolloin tietojen yhteiskäyttö on perustunut pitkälti tiedonsiirtoon järjestelmästä toiseen. Myöskään tietovarastojen päällekkäisyyttä ja eheyttä ei ole siten välttämättä hallittu systemaattisesti. (Halttunen & Hokkanen 1995.)

Tuotetietoa synnyttävät tuotantoyrityksessä tavallisesti seuraavat toiminnot:

- * markkinointi kirjaa asiakkaan toiveet ja kuvauksen tuotteesta,
- * tuote- ja työsuunnittelu tuottaa yksityiskohtaista tietoa siitä, miten tuote valmistetaan,
- * valmistus tuottaa tietoa koskien tuotteen varsinaista tuotantoa,
- * jälkimarkkinointi (toimituksen jälkeinen palvelu: huolto, varaosapalvelu jne.) tuottaa tuotehistoriatietoja mm. tuotteen kestosta ja kulumisesta.

Kerääntynyt tuotetieto riippumatta sen synnyttäjistä hyödyttää yleensä muita toimintoja jollakin tapaa: esimerkiksi markkinointi voi omassa toiminnassaan hyötyä paljon esimerkiksi hyvin hallituista tuotehistoriatiedoista tai aiemmista tuotevariaatioista käydessään neuvotteluja asiakkaan kanssa. Tuotetiedonhallinnan merkitys suunnitteluvaiheessa on erittäin suuri: tuotetiedonhallinta palvelee suunnittelua säilyttämällä vanhat, uudet ja keskeneräiset suunnitelmat järjestyksessä ja hyvin saatavilla. Tuotannon suunnittelussa ja itse tuotannossa tuotetie-

donhallinta puolestaan varmistaa, että tuotesuunnitelmista käytetään hyväksytyjä ja oikeita versioita. (Halttunen & Hokkanen 1995.)

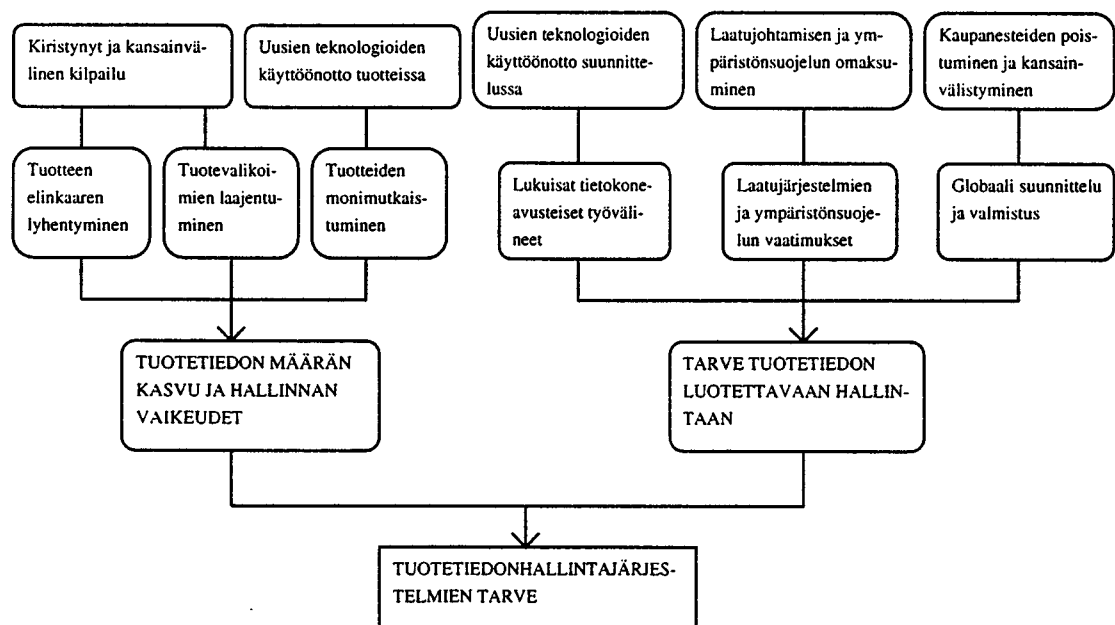
Tuotetietoja käsittelevien toimintojen keskeisenä ongelmana on eri muodoissa olevien tietojen hallinta. Kukin organisaatioyksikkö pyrkii usein pitämään yllä omaa tuotetietoja sisältävää tietokantaansa ja käyttämään omaa kieltään tuotteen kuvaamisessa. Paljon yhdessä vaiheessa luodusta tuotetiedosta joudutaan tuotamaan uudelleen tuotannon myöhemmissä vaiheissa, koska tieto ei siirry yrityksessä tai sitä ei voida käyttää siinä muodossa hyväksi (National Research Council 1991). Toinen merkittävä ongelma on Huuskosen ja Ala-Lahden (1992) mukaan tuotetietoa ja suunnittelujärjestelmiä yhdistävien tiedonhallintaratkaisujen puutteellisuus. Tämä ilmenee esimerkiksi ongelmina tiedonsiirrossa tuotteen ja valmistuksen suunnittelujärjestelmien välillä. Näkyvimmin tämä ongelma ilmenee silloin kun kahta eri suunnittelujärjestelmää liitetään yhteen. Liittämisen yhteydessä joudutaan usein suorittamaan työläs räätälöinti, jolloin järjestelmien erilaiset tietorakenteet sovitetaan yhteen ja luodaan tiedonsiirtoratkaisut järjestelmien välille. (Huuskonen & Ala-Lahti 1992.)

Tuotteen ja tuotannon suunnittelu- ja kehittämisprosessista vastaavat useat eri organisaatioyksiköt, kuten esimerkiksi markkinointi ja myynti, tuotesuunnittelu, prosessisuunnittelu ja tuotannon suunnittelu. Jokaisella organisaatioyksiköllä on oma näkemyksensä tuotteesta ja tuotetiedoista. Tuotetta koskevat tiedot ja niiden hallinta ovatkin keskeisessä asemassa yrityksen eri toimintojen välisen yhteistyön tiivistämisessä sekä tuotteen ja tuotannon suunnittelutoimintojen keskinäisessä liittämässä. (Huuskonen & Ala-Lahti 1992.)

Ngwenyama ja Grant (1994, Halttunen & Hokkasen (1995) mukaan) toteavat tuotetiedonhallintaa tukevien tietojärjestelmien kehittämisen olevan usein epäsystemaattista siitä syystä, että ratkaisuissa on pureuduttu osaongelmiin, vaikka tuotetiedonhallinta on aina kokonaisuuksien hallintaa. Siksi ennen teknisiä tietojärjestelmäratkaisuja tulee yrityksen toiminta mallintaa usealla tasolla ja useasta eri näkökulmasta katsottuna (Halttunen & Hokkanen 1995).

2.4 Kehittyminen

Tuotetiedonhallinta on muodostunut ongelmalliseksi monilla nopeatempoisilla teollisuuden aloilla. Tuotetiedon määrä on kasvanut kovasti viime vuosikymmeninä, mikä on vaikeuttanut tuotetietojen hallintaa ja järjestelmien kehittämistyötä. Toisaalta yrityksissä on ilmennyt tarve entistä luotettavampaan tuotetiedon hallintaan ja tuotetietojen välitykseen. Näihin seikkoihin ovat vaikuttaneet useat eri tekijät, kuten tuotteiden monimutkaistuminen, kilpailun kiristyminen, uusien tuotteiden saattaminen markkinoille entistä lyhyemmässä ajassa sekä ns. verkostotalouden kehittyminen. Lisäksi tuotetiedonhallinnan kehittymiseen ovat vaikuttaneet kiristyneet vaatimukset asiakaspalvelussa ja ympäristönsuojelussa, yrityksen omaksumat uudet suunnittelustrategiat, joista tärkeimpinä esimerkkeinä voidaan mainita laatujohtaminen ja rinnakkaissuunnittelu, sekä yritysten globalisoituminen. Kuviossa 1 esitetään tuotetiedonhallinnan kehitykseen vaikuttavia tekijöitä. (Mm. Halttunen & Hokkanen 1995; Tapscott & Caston 1993; Rasmus 1993; Onnias 1992.)



KUVIO 1. Tuotetiedonhallinnan kehittymiseen vaikuttavia tekijöitä (Halttunen & Hokkanen 1995, s. 14).

Seuraavissa alaotsakkeissa käsitellään tarkemmin kuutta keskeistä tuotetiedonhallinnan kehittymiseen vaikuttanutta tekijää.

2.4.1 Tuotteiden monimutkaistuminen

Tuotetiedon määrän kasvuun on eniten vaikuttanut uusien teknologioiden, kuten mikropiirien ja muun elektroniikan, käyttöönotto. Niiden avulla on ollut mahdollista sisällyttää tuotteisiin uusia ominaisuuksia sekä luoda täysin uudenlaisia tuotteita, kuten ohjelmoitavat kodinkoneet, cd-soittimet ja videopelit. Lisäksi asiakkaat odottavat tuotteilta jatkuvasti parempia ja kehittyneempiä ominaisuuksia, minkä vuoksi tuotteet ja niiden valmistusprosessit ovat monimutkaistuneet. Monimutkaiset tuotteet ja prosessit ovat tehneet erikoistumisen välttämättömäksi, jolloin suunnitteluun sitoutuu suuri joukko oman erikoisalansa osaajia. (Rasmus 1993, Halttusen & Hokkasen (1995) mukaan.)

Tuotteiden monimutkaistuminen on kasvattanut luonnollisesti tuotetiedon määrää, ja tuotetietojen hallinta on siten vaikeutunut yrityksissä. Tiedontallennuskapasiteetti tietokoneissa on kasvanut tietokoneiden kehittymisen vuoksi kohtuullisesti, joten tuotetiedon fyysinen tallennus sinänsä on tuottanut yrityksille harvoin ongelmia - tosin tiedon hakemiseen kuluva aika joissakin järjestelmissä on saattanut kasvaa kohtuuttomasti. Ongelmallisempaa onkin ollut tuotetiedonhallintajärjestelmien kehittäminen: tietojärjestelmien tietosisältö ja toiminnallisuus on tuotteiden monimutkaistumisen vuoksi kasvanut ja muuttunut jatkuvasti, joten tuotetietojärjestelmiä on jouduttu jatkokehittämään tai kokonaan uusimaan tiheällä aikavälillä. Kuitenkaan tämä ei ole aina riittänyt. Tallennettavat tuotetiedot ovat perinteisesti olleet tuotteiden tekstimuotoisia - aakkosnumeerisia - ominaisuustietoja, mutta nykyään halutaan tallentaa tuotteista yhä enemmän myös esim. kaksi- ja kolmiulotteisia kuvia ja kohdistaa tietoihin tarkkoja kyselyjä, mikä ei ole useinkaan mahdollista tekstipohjaisissa tuotetiedonhallintajärjestelmissä. Graafiset käyttöliittymät ovatkin yleistyneet myös tuotetiedonhallintajärjestelmissä, sillä niiden avulla voidaan mm. esittää tarkkaa grafiikkaa, kohdistaa tuotetietoihin monimutkaisia kyselyjä, joita myös tavallinen käyttäjä voi määritellä, ja muokata näyttäviä tulosteita.

2.4.2 Kiristynyt kilpailu

Kiristynyt kilpailu edellyttää tuotteiden valmistajilta entistä taloudellisempien ja asiakaskohtaisempien ratkaisujen kehittämistä. Uusien teknologioiden hyväksikäyttö on lisännyt tuotteiden ominaisuuksia usein ilman hinnannousua. Toisen maailmansodan jälkeinen taloudellinen kasvu teollisuusmaissa on mahdollistanut kuluttajien ostovoiman lisääntymisen ja kiinnostuksen uusiin tuotteisiin. Kilpailu pelkästään tuotteiden hinnoilla ei ole enää järkevää. Uusiksi kilpailutekijöiksi ovat tulleet differointi ja markkinasegmentointi. (Halttunen & Hokkanen 1995.)

Myös tuotteen nopeampi kehittäminen markkinointikelpoiseksi, eli tuotteen ns. *Time to market*, on tärkeä kilpailutekijä. Tuotteiden eliniän lyhentyessä uusien tuotteiden nopea tuominen markkinoille on saamassa yhä suuremman merkityksen. Erityisesti tuotannossa, jossa valmistetaan asiakaskohtaisia tuotteita pieninä sarjoina tai yksittäistuotteina, vaaditaan sekä suunnittelulta että valmistukselta lyhyttä läpimenoaikaa. Näissä oloissa kilpailuetua ei voida saavuttaa pelkästään soveltamalla suunnittelu- ja kehitystyössä erityisiä tekniikoita, vaan tämä edellyttää koko tuotteen ja tuotannon suunnittelu- ja kehittämisprosessien yhteensopivuutta. (Ala-Lahti & Huuskonen 1992.) Tuotteen tuottamiseen kuluvan ajan lyhentämisen tulisi kohdistua ensisijassa suunnitteluvaiheeseen. *Time to market*-ajattelun voi kiteyttää Carterin ja Bakerin (1991, Halttunen & Hokkasen (1995) mukaan) mukaan paradigmaan "tarjoa asiakkaalle eniten arvoa alimpaan hintaan lyhyimmässä ajassa".

Erityisesti viimeksi kuluneen vuosikymmenen aikana yleinen kilpailutilanne on muuttunut ratkaisevasti (TAULUKKO 2). Muutoksen myötä syntyneillä globaaleilla markkinoilla tieto ja tavarat löytävät tiensä nopeasti kaikkialle.

TAULUKKO 2. Kilpailutilanteen muutos kolmen viimeisen vuosikymmenen aikana (Ayres 1991, Halttusen & Hokkasen (1995) mukaan, s. 16).

ENNEN	NYT
Säännelty kilpailutilanne.	Vapaa kilpailutilanne, sopimukset.
Paikalliset markkinat, vain muutama toimittaja alueittain.	Globaalit markkinat, runsaasti toimittajia alueittain.
Korkeat tullirajat ja paikallisen tuotannon suojele.	Tavarain ja tuotannon liikkuvuus, esim. GATT ja vapaakauppa-alueet.
Valmistusvaltaisia yrityksiä - omaa valmistusta ja suuria investointeja.	Tuotekehitykseen ja kokoonpanoon erikoistuneita yrityksiä, komponenttien hankintaa.
Rajallinen ja hidas tiedonsaanti markkinoista ja tarjonnasta.	Nopea maailmanlaajuinen tiedonsaanti markkinoista ja tarjonnasta.
Kysyntää massatuotteille, tarjontaa nopeampi kysynnän kasvu.	Kysyntää asiakaskohtaisille tuotteille, kuluttajavaatimusten kohoaminen.

Kiristynyt kilpailu on lisännyt tarvetta entistä luotettavampaan tuotetiedonhallintaan. Yritysten on kyettävä informoimaan asiakkaitaan nopeasti ja virheettömästi. Kiristynyt kilpailu on pakottanut yrityksiä räätälöimään tuotteitansa asiakaskohtaisesti ja tuottamaan uusia tuotevariaatioita, mikä on kasvattanut luonnollisesti hallittavan tuotetiedon määrää. Lisäksi useat yritykset tallentavat nykyään tuotetietojärjestelmiensä tietorekistereihin tietoja myös kilpailijoidensa vastaavista tuotteista.

2.4.3 Verkottuminen ja kansainvälinen yhteistyö

Kuluneen vuosikymmenen aikana teollisuusyritykset ovat keskittyneet yhä enemmän ydinosaamisalueidensa hallitsemiseen. Samanaikaisesti niitä osa-alueita, jotka eivät tähän ydinosaamiseen kuulu, on siirretty tehtäväksi yrityksen ulkopuolelle. On syntynyt alihankintaketjuja, alliansseja sekä yrityksiä, jotka ovat erikoistuneet vain johonkin osa-alueeseen, kuten tuotekehitykseen tai markkinointiin. Yhteistoimintaa harjoittavat yritykset muodostavat verkoston, jonka kukin solmu hallitsee jonkin erityisalueen. Tällaista toimintamallia kutsutaan *verkostotaloudeksi*. (Ks. Halttunen & Hokkanen 1995.)

Organisaatioiden väliset verkostot muodostuvat monenlaisista osista: organisaatioiden välisistä virallisista sopimuksista, sisäisistä hierarkiasuhteista sekä

muista vuorovaikutuksen muodoista. Verkostoon kuuluvien eri yksiköiden väliset rajat ovat usein epäselviä ja alati muuttuvia. Liiketoimet hoidetaan vastavuoroisuuden ja keskinäisen avun periaatteiden mukaisesti, ja eri osapuolet ovat riippuvaisia toistensa voimavaroista ja taidoista. Verkoston syntyä ja kehittymistä ohjaavat eri yksiköiden strategiset pyrkimykset. Verkoston suhteiden luonti ja niiden ylläpitäminen vaativat ponnisteluja kaikilta osapuolilta sekä luottamusta osapuolten välillä. (Powell 1990.)

Kraft ja Truex (1994) kutsuvat uusia organisaatiomuotoja yhteisellä nimellä postmoderneiksi organisaatioiksi, joihin myös edellä kuvattu verkko-organisaatio lukeutuu. Tällaisilla organisaatiolla on heidän mukaansa monia yhteisiä piirteitä: Niissä ei ole tiukkoja rajoja organisaation eri osien välillä ja ne ovat jatkuvassa muutostilassa. Ne ovat joustavia, sopeutuvia, avoimia ja ne seuraavat aktiivisesti ympäristössään tapahtuvia muutoksia. Nämä uudentyypiset organisaatiot ovat Kuutin ja Virkkusen (1995) mukaan lisäksi nopeasti oppivia, verkkomaisia ja tiimityöskentelyä suosivia. Juuri postmoderneissa organisaatioissa käytetään paljon alihankintaa ja ulkoistamista (outsourcing). Postmodernit organisaatiot pystyvät hallitsemaan markkinatilanteiden nopeat muutokset, kilpailutilanteen huonon ennustettavuuden ja valtion tasapainottavan sääntelyn puuttumisen perinteisiä organisaatioita paremmin (Kraft & Truex 1994).

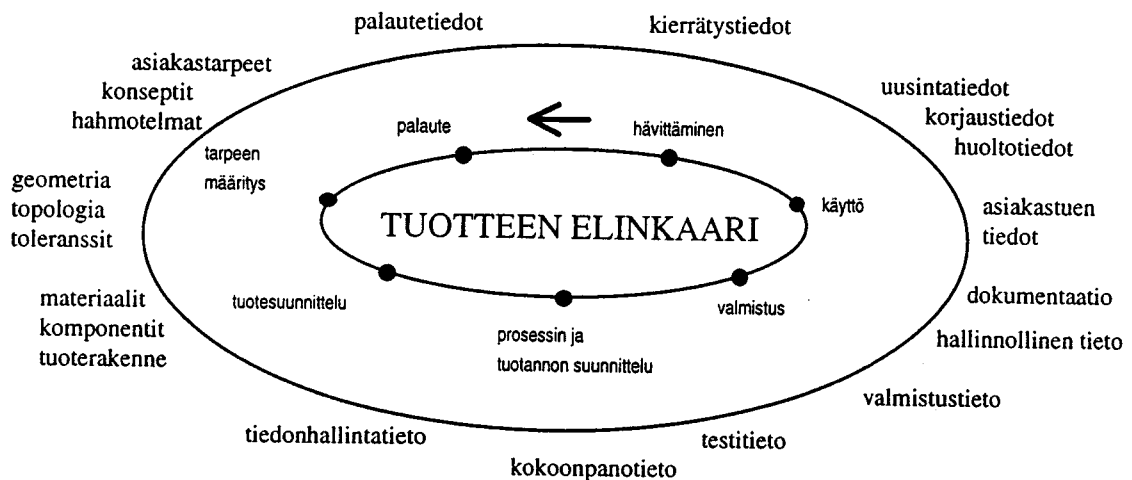
Monilla huipputeknologian aloilla tuotekehityksen kustannukset ovat nousseet niin korkeiksi, että suunniteltaessa uusia tuotteita on pakko toimia yhteistyössä toisten yritysten kanssa. Tämän vuoksi on syntynyt myös kansainvälisiä liittoumia kustannusten jakamiseksi esimerkiksi matkapuhelimia, tietoteknisiä laitteita ja autoja valmistavien yritysten keskuudessa. Jos tuoteteknologian kustannukset vielä nousevat ja asiakkaiden vaatimukset yhä lisääntyvät, tulee kansainvälinen yhteistyö Halttunen ja Hokkasen (1995) mukaan korkean teknologian tuotteiden tuottamisessa vieläkin lisääntymään. Toisaalta kansainväliset projektit ovat kaikkein vaikeimpia hallita. (Halttunen & Hokkanen 1995.)

Yritysten verkottuminen ja kansainvälinen yhteistyö ovat lisänneet tiedonsiirron tarpeita. Tietoa on voitava hyödyntää jopa maailmanlaajuisesti eri organisaati-

oissa ja tietojärjestelmien kesken. Tuotetietojärjestelmien tulee mahdollistaa nopea ja virheetön tiedonsiirto yritysten välillä tuotetietojen osalta. Clarken (1992) mukaan kansainvälisessä yrityksessä tuotteen kokonaiskustannuksista keskimäärin seitsemän prosenttia aiheutuu kansainvälisestä kommunikoinnista, mikä korostaa sähköisen tiedonvälityksen toimivuuden tärkeyttä.

2.4.4 Ympäristönsuojelun vaatimukset

Ympäristönsuojelunäkökulman huomioiminen edellyttää yritykseltä tuotteen koko elinkaaren tarkastelua. Halttunen ja Hokkasen (1995) mukaan tuotteen koko *elinkaaren huomioonottavassa lähestymistavassa* tuotetietoina tarkastellaan tuotteen elinkaaren eri tapahtumia ja niiden vaikutusta tuotteeseen ja tuotetietoihin. Kuviossa 2 esitetään tuotteen koko elinkaaren aikana syntyviä tuotetietoja.



KUVIO 2. Tuotetiedot tuotteen elinkaaren aikana (Halttunen & Hokkanen 1995, s. 55).

Elinkaariajattelun (Life Cycle Concept) soveltaminen on välttämätöntä Halttunen ja Hokkasen (1995) mielestä ympäristökysymyksiin liittyvien vastuiden hallitsemiseksi tuotesuunnittelussa. Jo tuotteen suunnittelussa on otettava huomioon mm. raaka-aineen ja materiaalien valmistus, tuotteen valmistus, käyttö,

kuljetus sekä hävittäminen tai kierrätys. Wenzel ym. (1994, Halttunen & Hokkanen (1995) mukaan) kutsuvatkin tulevaisuuden tuotekehitystä tuotteiden elinkaarisuunnitteluksi (Life Cycle Design of Products) tai jopa tuote-elinkaarien suunnitteluksi (Design of Product Life Cycles). Yritykset panostavat ympäristöä entistä vähemmän kuormittaviin tuotantomenetelmiin ja materiaaleihin mm. jos sen vuoksi, että asiakkaat suosivat yhä enemmän ympäristöystävällisiä tuotteita.

Tuotteen elinkaaren aikaisten ympäristövaikutusten huomioiminen tuotesuunnittelussa lisää tietotarpeita, asettaa suunnittelurajoituksia ja edellyttää materiaali- ja ympäristöasiantuntijoiden osallistumista suunnitteluun (Halttunen & Hokkanen 1995). Jos tuotteen kesto on vuosikymmeniä ja sen elinkaarella tapahtuu useita tapahtumia, voi tuotteesta kertyä huomattavastikin tietoa. Tästä hyvänä esimerkkinä ovat paperikoneen eri komponentit, joita mm. huolletaan usein ja joita voidaan siirtää toisiin paperikoneisiin. Tuotetietojärjestelmiä suunniteltaessa onkin varauduttava siihen, että niiden tietosisältö ja -määrä tulevat kasvamaan ajan kuluessa.

2.4.5 Asiakaspalvelun vaatimukset

Tuotteen lisäksi asiakkaalle usein tarjotaan tuotteen käyttöön liittyviä oheispalveluita. Tähän palvelukokonaisuuteen voivat kuulua esimerkiksi tuotteen toimintaan liittyvä palvelu, tuotteen huolto ja uudistaminen, jälkimarkkinointi sekä käytetyn tuotteen kierrätys ja hävittäminen. Asiakaspalvelu asettaa monia vaatimuksia tuotetiedonhallinnalle, sillä ajantasalla olevien tietojen nopea saatavuus vaikuttaa palvelun nopeuteen, täsmällisyyteen ja luotettavuuteen. Asiakaskohdaintaisten tuotteiden kohdalla edellytetään, että asiakashistoriatietoja, tuotteen suunnittelu- ja valmistustietoja sekä tuotteen elinkaaritietoja hallitaan järjestelmällisesti. (Halttunen & Hokkanen 1995.)

Jotta yritys voi palvella asiakkaitaan tehokkaasti, tulee yrityksellä olla käytössään tuotetietojärjestelmä, jossa on keskeisimpiä tietoja mm. itse tuotteesta ja sen elinkaaresta sekä tuotteita ostaneista asiakkaista. Tuotetietojärjestelmän tietosisällön päivittäminen voi olla tosin hankalaa, jos asiakas esimerkiksi tekee

ostamaansa tuotteeseen muutoksen itse tai huoltaa sitä myyjää informoimatta. Tuotetietojärjestelmään tallennettavat asiakastiedot ja tuotteen elinkaaritiedot luonnollisesti kasvattavat hallittavan tiedon määrää ja monimutkaistavat järjestelmän toimintaa. Kuitenkin asiakastyytyväisyys on yrityksille elintärkeää, ja suuntauksena onkin entistä kattavampien ja tehokkaampien tuotetietojärjestelmien kehittäminen. Lisäksi yritysten keskuudessa on nykyään vallalla muoti-ilmiö, jonka mukaan tietotekniikkaan panostaminen on yleensäkin suotavaa.

2.4.6 Uudet lähestymistavat

Useat yritykset ovat soveltaneet toiminnassaan viime aikoina mm. laatujohtamisen ja rinnakkaissuunnittelun periaatteita. Nämä verrattain uudet lähestymistavat ovat vaikuttaneet myös tuotetiedonhallinnan kehittymiseen, sillä laatujohtamisen ja rinnakkaissuunnittelun periaatteisiin kuuluu aina tiedon oikeellisuuden ja nopean tiedonvälityksen korostaminen.

Laatujohtaminen

Halttusen & Hokkasen (1995) mukaan *laatujohtaminen* on lyhyesti määriteltynä kokonaisvaltainen lähestymistapa, jonka ydin on turhien virheiden poistaminen ja organisaation sisäisen "palvelun tuottaja, palvelun käyttäjä"-ajattelun korostaminen. Toisaalta nykyaikaiseen laatuksitteeseen kuuluu vaativimpienkin asiakkaiden tarpeiden, odotuksien ja laatuvaatimusten täyttäminen.

Laatujärjestelmien kehittäminen perustuu yrityksissä usein erilaisiin kriteereihin, joita ovat mm. seuraavat Malcolm Baldrige -laatukriteerit (Onnias 1992; Brown 1995):

- ylimmän johdon johtamistoiminta,
- tiedot ja niiden analysointi,
- strateginen laadunsuunnittelu,
- henkilöresurssien kehittäminen ja johtaminen,
- prosessien hallinta ja johtaminen,

- laatu- ja toimintatulokset ja
- asiakaskeskeisyys ja -tyytyväisyys.

Malcolm Baldrige -laatu järjestelmässä yrityksen päämääräksi määritellään hyvä asiakastyytyväisyys ja markkinaosuus kilpailijoihin verrattuna sekä asiakassuhteiden säilyttäminen. Edistymistä kohti päämääriä seurataan edistyksen mittareilla, joita ovat tuotteiden ja palvelujen laatu, tuottavuuden parantuminen, haaskauksen väheneminen, toimittajien laatu ja taloudellinen tulos. (Onnias 1992; Brown 1995.)

Myös kansainväliset standardit (mm. ISO 9000 -sarja) ovat edistäneet laatu järjestelmien ja laatuajattelun etenemistä. Standardin vaatimukset täyttävän laatu järjestelmän perustana on oikea tieto organisaation toiminnasta. Se vaatii yritykseltä prosessien ja menetelmien dokumentointia sekä luotettavan osoituksen siitä, että dokumentoituja toimintatapoja myös noudatetaan. Tuotetiedonhallinta voi tukea laatu järjestelmien toimintaa siten, että se pakottaa määrättyihin toimintatapoihin ja automatisoi niitä. (Halttunen & Hokkanen 1995.)

Crosby (1980) määrittelee laadun mukautumisena vaatimukseen. Onniaksen (1992) määritelmä laadusta koostuu neljästä pääkohdasta: (1) Asiakas määrittelee ja arvioi laadun. Asiakkaan tulee olla tyytyväinen lopputulokseen, vaikka hänen vaatimuksensa olisivatkin olleet kohtuuttomia. (2) Palvelu on yhtä tärkeää, joskus jopa tärkeämpää kuin varsinainen tuote. (3) Laadun elementtejä ovat myös ostokustannukset yhdessä palvelukustannusten kanssa. Kustannusten tulee olla kilpailukykyisiä. (4) Yritys, joka pystyy täyttämään kolme edellä mainittua laatuvaatimusta, osaa hyödyntää positiivisen laadun elementtejä. Asiakas ei ole tällöin vain tyytyväinen vaan ihastunut.

Laatujohtamisen yksi keskeisimpiä periaatteita on moitteeton asiakaspalvelu. Jotta asiakkaita kyetään informoimaan hyvin, tulee mm. myytävien ja myytyjen tuotteiden tiedot olla asiakaskohtaisesti nopeasti saatavilla, mikä on juuri yksi tuotetiedonhallinnan tärkeimpiä tehtäviä.

Rinnakkaissuunnittelu

Monikansallisten yhtiöiden kasvaessa ja Euroopan yhdentyessä kilpailu maailmanmarkkinoista kiristyy. Tässä kilpailussa voittajia ovat ne, jotka pystyvät saamaan laadukkaimmat, mutta hinnoiltaan kilpailukykyisimmät tuotteet markkinoille nopeimmin (Carter & Baker 1991.) Yksi keino tämän tavoitteen saavuttamiseksi on rinnakkaissuunnittelu (mm. Huuskonen & Ala-Lahti 1992).

Perinteisessä toimintamallissa tuoteprosessi alkaa asiakastarpeen määrittelyllä ja jatkuu siitä tuotesuunnittelulla. Suunnitteluvaiheet suoritetaan peräkkäin, ja vaiheita joudutaan usein toistamaan niiden yhteensopivuuden varmistamiseksi. Suunnitelmien valmistuttua ne hyväksytään ja toimitetaan työsuunnittelulle ja valmistukselle. Valmistus joutuu usein palauttamaan suunnitelman korjattavaksi hankalien tai kalliiden ratkaisujen takia. Uudelleensuunnittelu vie aikaa ja rahaa... Perinteistä toimintamallia kutsutaan myös *seinän yli suunnitteluksi* (over the wall design), jolla viitataan suunnitelmien siirtymiseen henkilöltä toiselle "seinän yli" ilman kommunikaatiota... Perinteinen toimintamalli korostaa tehtävien eriyttämistä, eli kukin suorittaa vain omaa tehtäväkokonaisuuttaan ja on ehdoton asiantuntija siinä. Huomiota ei ole sen sijaan pantu sille, miten asiantuntemus siirtyy vaiheesta toiseen ja lopulta tuotteen ominaisuudeksi. (Halttunen & Hokkanen 1995, s. 21-22.)

Rinnakkaissuunnittelulla (concurrent engineering, samanaikaisuuennittelu, simultaanisuunnittelu) tarkoitetaan yleisesti limittäin etenevää suunnittelu- ja valmistusprosessia. Rinnakkaissuunnittelu on systemaattinen lähestymistapa integroituun, samanaikaiseen tuotteen ja siihen liittyvien prosessien, kuten valmistuksen ja käytönaikaisen tuen, suunnitteluun (Carter & Baker 1991). Se perustuu suunnittelun eri vaiheiden samanaikaiseen suorittamiseen ja toimintojen läheiseen vuorovaikutukseen (Isotalo ym. 1995). Erityisesti rinnakkaissuunnittelun tarkoituksena on saada suunnittelijat huomioimaan työssään tuotteen koko elinkaari. Rinnakkaissuunnittelulla pyritään mm. tuotesuunnittelun läpäisyajan lyhentämiseen, tuotekustannusten alentamiseen ja tuotteen laadun lisäämiseen.

Rinnakkaissuunnittelulle on ominaista se, että ihmiset työskentelevät yhdessä (Stolle 1991). Avain yhdessä työskentelyyn sekä tuotteen onnistuneeseen

suunnitteluun ja valmistukseen on Huuskosen ja Ala-Lahden (1992) mielestä tieto: tieto tuotteesta (määrittelyt, suunnitelmat, piirrokset jne.) sekä siitä, miten tuote valmistetaan (osaluettelot, testaussuunnitelmat jne.) ja miten projekti etenee kullakin hetkellä. Heidän mukaansa onnistunut tuotetiedonhallintajärjestelmä huolehtii tarvittavan tiedon saatavuudesta ja oikeellisuudesta, ja siten se mahdollistaa rinnakkaisuunnittelun organisaatiossa.

Käytännössä tuotetiedonhallintajärjestelmä voi tukea suunnittelun ja valmistuksen vuorovaikutussuhdetta mm. siten, että sen tietovarastoon tallennetaan yhteiskäyttöisiä tuotetietoja ja annetaan järjestelmän käyttöoikeus sekä suunnittelun että valmistuksen edustajille. Koska rinnakkaissuunnittelu korostaa myös tuotteen elinkaariajattelua, tulisi tuotetiedonhallintajärjestelmän tietosisällön kattaa myös mm. jälkihuollon ja asiakaspalvelun tuottamat tuotetiedot. Tällaisen yhteiskäyttöisen tietojärjestelmän kehittäminen on tosin usein hankalaa, sillä sen sisältämä tietosisältö on hyvin laaja ja sitä käyttävät hyvin erilaiset ihmiset erilaisine tietotarpeineen eri puolilla yritystä. Rinnakkaissuunnittelun edellyttämät toimintatavat asettavat korkeat vaatimukset tuotetietojen siirrolle yrityksen sisällä.

3 TUOTETIEDONHALLINNAN RATKAISUMALLIT

Tuotetietojen hallinta on koettu yrityksissä kuluneina vuosikymmeninä ongelmalliseksi. Tuotantoyrityksien tuotantoprosesseissa tapahtuu usein nopeita ja yllättäviä tapahtumia erityisesti ulkoisten tekijöiden, kuten kilpailijoiden ja asiakkaiden, vaikutuksesta. Tuotteet ovat monimutkaistuneet ja kilpailu on kiristynyt. Yrityksissä panostetaan tuotekehitykseen ja tuotteista tallennetaankin siten runsaasti erilaisia tietoja, jotta mm. asiakkaita osattaisiin palvella entistä paremmin ja tuotantoa suunnitella aiempaa tehokkaammin esimerkiksi rinnakkaisuunnittelun avulla. Tuotannon hallitseminen on usein hajautettua yrityksen sisällä: tuotantoa suunnittelevat ja kontrolloivat monet ihmiset, jotka edustavat puolestaan yrityksen eri toimintoja. Tuotetietoa syntyy näin ollen eri puolilla yritystä ja yrityksillä on lisäksi usein kansallisia ja kansainvälisiä yhteistyökumppaneita, jolloin tuotetiedon jakamisen tärkeys korostuu sekä yrityksen sisällä että sen ulkoisten sidosryhmien välillä. Yritykset tarvitsevat tehokkuutensa ja kilpailuasemansa säilyttämiseksi sellaisia tuotetiedonhallintaratkaisuja, jotka tukevat tuotetiedon jakamista sekä niiden luotettavaa tallentamista ja käsittelyä. Tällaiset tuotetiedonhallintaratkaisut on teknisesti mahdollista toteuttaa nykyään tietokoneiden ja tietoverkkojen kehittymisen myötä. Esimerkiksi graafiset käyttöliittymät nopeine tietokantoinen ja internet ovat hyviä esimerkkejä tästä.

Tekniset seikat eivät muodostakaan ainoaa ongelmaa tuotetiedonhallintajärjestelmän toteuttamisessa, vaan itse järjestelmän kehittämistä voidaan pitää vaikeana. Kuinka rakentaa sellainen järjestelmä, jota voisivat käyttää kaikki ne lukuisat ihmiset, jotka tarvitsevat erilaisia tuotetietoja työssään ja jotka samalla edustavat yrityksen eri toimintoja ja tukevat näin ollen niiden näkemyksiä? Mitä tällaiseen järjestelmään tulisi toiminnallisesti ja tietosisällöllisesti sisällyttää ja miten sen tulisi käytännössä toimia? Usein monien ihmisten käyttämät tietojärjestelmät tavalla tai toisella byrokratisoivat käyttäjiensä toimintaa ajan mittaan. Ne ohjaavat käyttäjiä tietynlaisiin, ennalta tarkoin määrättyihin formaaleihin toimintatapoihin, mistä voi olla hyötyä yrityksen toiminnan tehokkuutta ajatellen, mutta myös haittaa esimerkiksi työntekijän työviihtyvyyden ja luovuuden

kannalta. Jotta tietojärjestelmästä ei tulisi liian byrokratisoiva, tulisi sen kehittämisessä kuunnella kaikkien sitä käyttävien mielipidettä ja varautua tekemään muutoksia järjestelmään tulevaisuudessa. Toisaalta sellaiset tietojärjestelmän kehityshankkeet, joihin osallistuu paljon järjestelmän tulevia käyttäjiä, voivat olla raskaita järjestelmän varsinaisten kehittäjien näkökulmasta: miten saavuttaa sellaisen kompromissiratkaisu, johon kaikki olisivat tiettyssä määrin tyytyväisiä. Yrityksillä ei ole varaa siihen, että tuotetiedonhallintajärjestelmää käyttäisi vain osa kaikista niistä työntekijöistä, joiden sitä pitäisi käyttää. Jotta järjestelmää käytettäisiin aktiivisesti, tulisi sen olla käyttäjäystävällinen, tehokas ja ennen kaikkea mahdollisimman useata ihmistä hyödyttävä, mikä on aina kova vaatimus tietojärjestelmälle. On myös huomattava, että tuotetiedonhallintajärjestelmä ei voi olla täysin stabiili, sillä tuotetiedonhallinta käsitteenä ja sisällöltään muuttuu yrityksessä ajan mittaan yrityksen toiminnan muuttuessa.

Tuotetiedonhallinnan ratkaisemiseksi on olemassa selkeästi kaksi erilaista lähestymistapaa: (1) tiedon integrointiin ja (2) hajautetun tiedon hallintaan perustuvat ratkaisut. Tiedon integroinnin lähtökohtia ovat tuotteeseen liittyvän tiedon jäsentäminen tuotetietomalleina, tuotteen koko elinkaaren tarkastelu ja tuotetietojen tallentaminen sähköisessä muodossa yhteiseen tietokantaan (Kjellberg & Wingård 1990, Halttusen & Hokkasen (1995) mukaan). Tuotetietomalli palvelee sovelluskehitystä, sovellusten välistä tiedonsiirtoa ja tietokantojen toteutusta. Vaikka tuotetietomallit ovat olleet jo pitkään suosittuja, sen periaatteiden täydellinen toteuttaminen on useissa yrityksissä käytännössä osoittautunut kuitenkin vaikeaksi (Halttunen & Hokkanen 1995).

Hajautetun tiedon hallintaan perustuvilla ratkaisuilla tarkoitetaan heterogeenisen sovellusympäristön ratkaisuja. Tällöin sovelluksilla on omat, keskenään yhteensopimattomat tietomallit ja hajautetut tietovarastot, eikä niitä voida integroida yhteiseen tietokantaan. Tietovarastot voivat olla mm. tietokantoja ja manuaalisia kortistojä. Tuotetiedonhallinta on tässä tapauksessa selvästi monimutkaisempaa kuin integroidussa ratkaisussa, ja se voidaan toteuttaa monella eri tavalla. Kat-tavin ratkaisu heterogeenisen toimintaympäristön ongelmiin on kaupallisen tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönotto. (Halttunen & Hokkanen 1995.)

Tuotetiedonhallintajärjestelmän kolme keskeisintä toimintoa ratkaisumallista riippumatta ovat (1) tietojen yhteiskäytön varmistaminen, (2) tiedonkulun valvonta ja tehostaminen sekä (3) tuotantoprosessin etenemisen seuranta (Williams 1991). Tuotetiedonhallintajärjestelmän tehtävänä on huolehtia siitä, että organisaatio toimii sovittujen periaatteiden mukaan ja että kaikilla on jatkuvasti ajantasalla oleva tieto tapahtumista, suunnitelmista, päätöksistä ja toimenpiteistä (Halttunen & Hokkanen 1995).

Esitetyt ratkaisuvaihtoehdot eivät ole kuitenkaan toisiaan poissulkevia. Käytännössä tuotetiedonhallintaratkaisussa joudutaan soveltamaan usein molempia ratkaisuvaihtoehtoja rinnakkain. Esimerkiksi yrityksessä saattaa olla käytössään tuotemalliajatteluun pohjautuva tietojärjestelmä manuaalisten ja muiden siihen yhteensopimattomien järjestelmien rinnalla. Tällöin näiden eri järjestelmien välille joudutaan rakentamaan erilaisia yhteyksiä. Ratkaisuvaihtoehdot ovat kuitenkin pohjimmiltaan niin erilaisia, että niitä tarkastellaan jatkossa erikseen, minkä jälkeen ratkaisumalleja arvioidaan ja vertaillaan keskenään.

Tässä luvussa on paljon viittauksia VTT:n eli Valtion Teknillisen Tutkimuskeskuksen tuottamaan tuotetiedonhallintaa käsittelevään lähdeaineistoon. Suomea VTT:n johdolla voidaan pitää johtavana tuotetiedonhallintaa tutkivana maana, sillä Suomessa aihetta on tutkittu monipuolisesti jo monen vuoden ajan usean tutkijan voimin. Lähdeaineistoa muualta maailmasta on vaikeaa saada sen niukuuden vuoksi. Erityisesti Halttusen & Hokkasen (1995) katsaukseen tuotetiedonhallinnasta on viitattu useaan otteeseen. Tämä siksi, että seuraavissa kolmessa luvussa esitetään tutkielman tekijöiden arviointeja heidän esittämiensä asioiden ja näkemyksien paikkansapitävyydestä tuotetiedonhallinnasta, tuotemalliajattelusta sekä tuotemalliajattelun soveltamisesta käytännön kehittämissprojektiin ja sen väitetyistä eduista.

3.1 Tuotemalliin perustuva ratkaisumalli

Seuraavissa alakohdissa esitetään ensin tiedon integrointiin perustuvan tuotetiedonhallintaratkaisumallin eli tuotemallin keskeisimmät piirteet, minkä jälkeen käsitellään tuotemallin käytännönläheisiä, toteutuksellisia elementtejä. Myös tuotemalliajatteluun pohjautuva STEP-standardi ja siihen pohjautuva yhdysvaltalainen CALS-hanke tullaan esittämään. STEP-standardin varsinainen tarkka kuvaus esitetään liitteessä 1.

3.1.1 Keskeiset piirteet

Tuotemallilla tarkoitetaan tuotetiedonhallinnan integroitua ratkaisua, jossa kaikki tuotteen kattavaan ja yksiselitteiseen määrittämiseen tarvittava tieto sen koko elinkaaren ajalta tallennetaan sähköisessä muodossa yleisen tuotetietomallin mukaisesti jäsenettyyn ja yhteisessä käytössä olevaan tietokantaan (Kjellberg & Wingård 1990, Halttusen & Hokkasen (1995) mukaan).

Määritelmä sisältää siis neljä tärkeää periaatetta:

- kattava ja yksiselitteinen tuotetietomalli,
- tuotteen koko elinkaaren kattavuus,
- sähköinen muoto ja
- yhteinen tietokanta.

Tuotetiedon kattavuus ei ole Halttusen ja Hokkasen (1995) mielestä täsmällisesti määriteltävissä, sillä teollisuuden tietotarpeet lisääntyvät ja monimutkaistuvat jatkuvasti. Ongelmaksi tuotetietomallien laatimisessa onkin heidän mielestään noussut tuotemallien kattavuuden ja yleisyyden ratkaiseminen sekä uusien tietojoukkojen epätäsmällisyys ja abstraktisuus. Mm. monien nykyisten tietokoneavusteisten suunnitteluohjelmistojen (CAD = Computer Aided Design) tuotetietomallit kattavat tuotteen fyysisten ominaisuuksien esittämisen, mutta ne soveltuvat yleensä vain varsinaiseen tuotesuunnitteluun. Ehdotonta yksiselittei-

syyttä vaaditaan erityisesti suunnittelutiedolta, sillä siihen kohdistuu suurin yhteiskäytön tarve. (Halttunen & Hokkanen 1995.) Kuitenkin, vaikka täydellistä tuotetietomallia ei voitaisikaan määrittää, voi puutteellinenkin malli olla suureksi hyödyksi.

Tuotteen koko elinkaaren huomioonottavassa lähestymistavassa tuotetietoina tarkastellaan tuotteen koko elinkaaren aikana olevia tapahtumia ja niiden vaikutusta tuotteeseen ja tuotetietoihin, mikä on huomioitava tuotemallia laadittaessa (Halttunen & Hokkanen 1995). Tuotteen elinkaari voi olla erittäin pitkä ja tapahtumarikas esimerkiksi silloin kun tuote on kestävä ja pitkäikäinen tai se vaatii säännöllistä huoltoa. Tällöin tuotetietomallin laatiminen myös monimutkaistuu.

Tuotemallin sähköinen muoto tarkoittaa Halttusen ja Hokkasen (1995) mukaan sitä, että tuotetiedot esitetään tietoteknisessä muodossa. Niiden tietojoukkojen osalta, joita käytetään useissa sovelluksissa, tämä edellyttää tiedon jäsentämistä yhteisen tuotetietomallin mukaisesti. Osa tiedoista voi olla vielä tuotemalliratkaisussakin tarkoituksenmukaista säilyttää sovelluksen omassa tiedostomuodossa, kunhan tiedot liitetään loogisesti yhteiseen tietokantaan. Yhteinen tietokanta tarkoittaa siten keskitettyä tiedon tallennusta yhteen tai useampaan, mutta loogisesti yhtenäiseen, tietokantaan. Tavoitteena on, että käyttäjä voi etsiä tiedon ja ottaa sen käyttöönsä ilman tiedon tuottajan apua tai tiedon muunnosta järjestelmästä toiseen. (Halttunen & Hokkanen 1995.)

Toimivan tuotetietomallin tulee täyttää seuraavat vaatimukset (Björk 1990, Huuskosen & Ala-Lahden (1992) mukaan):

- *Kattavuus*: tuotetietomallin tulee olla kattava siten, että sillä voidaan kuvata kaikki tuotetta koskeva tieto sen muodosta riippumatta.
- *Kumulatiivisuus*: tuotetietomallin tulee sisältää tiedot, joita tarvitaan suunnittelussa, valmistuksessa ja tuotteen käytössä.

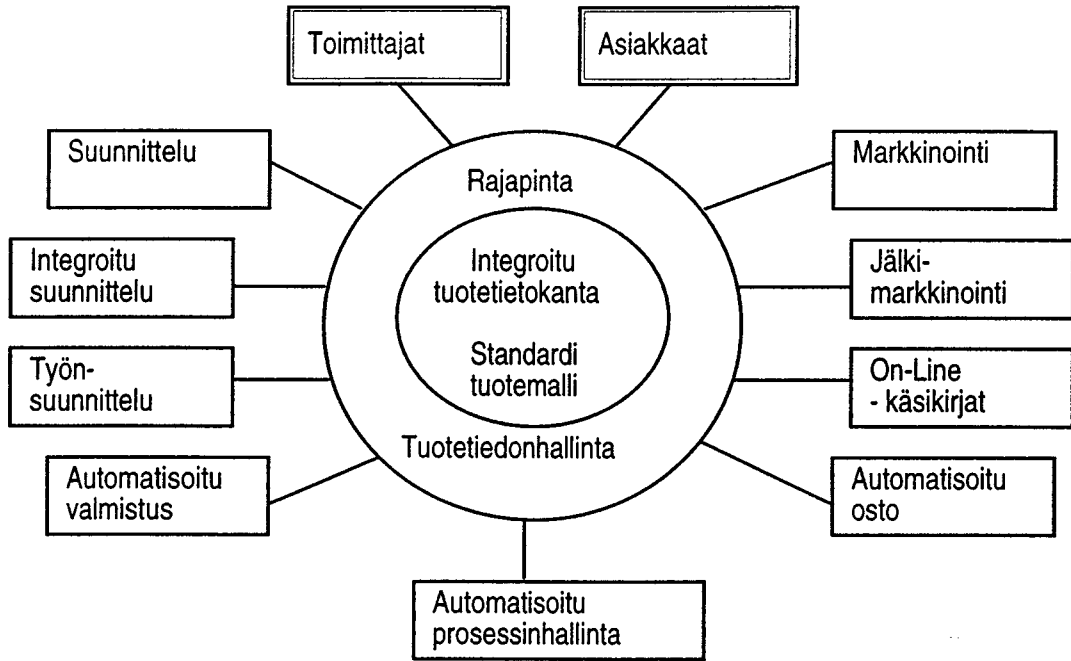
- *Tiedon keskitetty tallennus*: tieto saa olla tallennettu malliin vain kertaalleen.
- *Tulosteiden riippumattomuus*: tulosteiden rakenne ja sisältö tulee pystyä määrittelemään riippumatta tuotetietomallin tietorakenteista.
- *Riippumattomuus laitteistosta ja ohjelmistosta*: tuotetietomallin tulee määritellä vain se, mitä tietoa malliin tallennetaan, ei sitä, kuinka nuo tiedot tallennetaan tietueiksi ja tiedostoiksi.

3.1.2 Toteutuksellisia elementtejä

Tuotetiedonhallinnan toteuttamisesta tuotemalliratkaisussa ei ole esitetty selkeitä näkemyksiä. Ehkä keskeisin syy tähän on se, että tuotetiedonhallinnan toteuttaminen on aina yrityskohtaista. Edellä esitetyt tuotemalliajattelun yleiset piirteet ovatkin yleispäteviä: niiden täydellinen toteuttaminen käytännössä voi olla mahdotonta ja jopa epäsuotavaa joissakin tapauksissa, mutta ne tarjoavat kuitenkin käsitteellisen pohjan keskitetyn tuotetiedonhallintaratkaisun kehittämiseksi.

Kuviossa 3 esitetään esimerkki tuotetiedonhallintaohjelmiston yleisrakenteesta ja sen *mahdollisista* liittymistä muualle yritykseen (Ross 1992, Halttusen & Hokkasen (1995) mukaan, s. 63). Varsinaisen tuotetietokannan lisäksi tarvitaan ohjelmisto, joka toimii käyttöliittymänä tuotetietokantaan ja jäsentää tämän tietokannan sisältöä eri käyttäjäryhmiä ja toimintojen edustajia hyödyttävään muotoon. Kuten kuvioista 3 voidaan havaita, voi tuotetiedonhallintajärjestelmällä olla hyvinkin useita ja erilaisia käyttäjiä, joten järjestelmän käyttöliittymän tulee olla helppotajuinen. Tuotetietokanta ei voi olla kiinteä osa mitään sovellusta. Kuvion 3 mukaan tuotetiedonhallintaohjelmisto voidaan havainnollistaa sovelluksiin ja käyttäjään päin tietokantaa peittäväksi ohjelmistoksi, joka välittää tietokannan sisältöä sovelluksille erityisen rajapinnan kautta. Tänä päivänä luonnollinen laitteisto- ja toimintaympäristö tuotetiedonhallintajärjestelmälle on suunnittelutyöasemien, mikrotietokoneiden tai molempien muodos-

tama tietokoneverkko. Tuotemalliajattelun toteutuminen tiedon yhteiskäytön osalta riippuukin paljolti ympäristön tietoliikennevalmiuksista. (Halttunen & Hokkanen 1995.)



KUVIO 3. Tuotemalliajattelun mukaisen tuotetiedonhallintaohjelmiston yleisrakenne ja liittymät (Ross 1992, Halttusen & Hokkasen (1995) mukaan, s. 63).

Tuotetiedonhallintajärjestelmää suunniteltaessa on mietittävä, mitä järjestelmiä ja toimintoja siihen halutaan sisällyttää. Ilman merkittävää hyötyä ei ole järkevää integroida keskenään monia järjestelmiä, sillä integrointi on usein työlästä ja vaatii huomattavaa rahallista panostusta. Lisäksi, jos yritys on laaja ja tuottaa monenlaisia, toisistaan huomattavasti poikkeavia tuotteita, tulisi jokaista tuotetta varten kehittää oma tuotetiedonhallintajärjestelmä. Jos taas yrityksen toiminta on suppeaa ja se tuottaa vain yhtä tuotetta yksinkertaisine variaatioineen, tuotteen suunnittelussa ei usein käytetä lainkaan esimerkiksi CAD-järjestelmää ja valmistuksessa ei hyödynnetä tietoteknisiä laitteita tai järjestelmiä, yritys tarvitsee suhteellisen yksinkertaisen tuotetiedonhallintajärjestelmän. Tällöin järjes-

telmä olisi helposti toteutettavissa esimerkiksi pelkällä tietokannanhallintajärjestelmällä ja relaatiotietokannalla.

Halttunen ja Hokkanen (1995) ovat käsitelleet tuotemalliratkaisun arkkitehtuuria ja teknisiä elementtejä, jotka koskevat tuotemalliratkaisun toteutuksellisia piirteitä verrattain yleisellä tasolla. Nämä piirteet liittyvät mm. tietomallin valintaan, tietokannan toteutukseen ja ohjelmointiin. Jotta yhdellä tuotetietomallilla voidaan kattaa koko ratkaisun kohdealue, on se laadittava hyvin laajaksi. Käytännössä on kuitenkin ilmennyt, että eri tarpeiden kattaminen vain yhdellä tuotetietomallilla on vaikeaa, joten sovelluksille on usein laadittava omia malleja. Usean mallin avulla voidaan eri sovellusalueita kuvata paremmalla tarkkuudella ja sovelluksiin voidaan sisällyttää näin tarvittavia erityispiirteitä. Haittana usean mallin käytöstä on kuitenkin tiedon yhteiskäytön ja jakamisen monimutkaistuminen. Oleellista onkin Halttusen ja Hokkasen (1995) mielestä se, onnistutaanko mallit kehittämään samalla sekä sopivan erikoistuneiksi että riittävän yleisiksi. Tärkeää tiedonsiirron toimivuuden takaamiseksi on se, että eri osapuolet sitoutuvat samoihin malleihin perustuviin sovelluksiin. Tuotemallilta edellytetty tiedon tallennus voidaan toteuttaa keskitetysti siten, että kaikki tuotetieto tallennetaan yhteen tietokantaan. Tämän lisäksi tietokanta voidaan toteuttaa fyysisesti hajautettuna, mutta silti loogisesti yhtenäisenä. Hajautetun tiedon tallennustekniikka kehittyy jatkuvasti, ja käytännössä sen onkin keskitettyä tiedon tallennusta todennäköisempi vaihtoehto tulevaisuudessa. (Halttunen & Hokkanen 1995.)

Tuotetietomallissa kuvataan valitun sovellusalueen tietotyypit, niiden väliset yhteydet ja riippuvuudet sopivan tietomallin avulla. Tietomallilla tarkoitetaan tässä yhteydessä käsitemallia, eli reaali maailmaa kuvaavien tietojen jäsenystä, jota hyödynnetään tietojen sähköisen käsittelyn toteuttamisessa. Eri tietomallit jäsentävät kohdejärjestelmän eri tavalla ja soveltuvat näin erilaisten sovelluksien kuvaamiseen. Tuotteen fyysisiä ominaisuuksia kuvaavien tietojen ohella tuotetietomallin täytyy kuvata rakenteet myös monien muiden tietojen esittämiseksi tuotteen elinkaaren ajalta. Lisäksi tuotetietojen varsinaiseen hallintaan liittyvät tiedot eli tiedonhallintatiedot on syytä sisällyttää tuotetietomalliin, vaikka ne ei-

vät välittömästi kuvaakaan itse tuotetta. Tuotetietomallilta vaaditaan pysyvyyttä, jotta yrityksen järjestelmät pystyvät kehittymään samassa tahdissa. Täysin pysyvä malli ei kuitenkaan voi olla, koska reaali maailma muuttuu. Pysyvyys voidaan saavuttaa esimerkiksi standardoinnilla, jolloin malleja ei saa muuttaa pelkästään yksittäisten tarpeiden ohjaamana vaan kontrolloidusti. (Halttunen & Hokkanen 1995; Soini 1984.)

Arvioitaessa tietomallien soveltuvuutta tuotetiedon alueella on yleisesti päädytty suosimaan olioajattelua toteuttavia tietomalleja. *Oliotietomallissa* tietoalkiot ovat tietyn luokan ilmentymiä. Luokka määrittelee olioiden attribuutit sekä operaatiot niiden käsittelemiseksi. Attribuutit voivat olla yksinkertaisia (kokonaisluvut tai merkkijonot) tai monimutkaisia, kuten viittaukset toisen luokan ilmentymiin. Attribuutit voivat olla myös moniarvoisia. Luokka voidaan määritellä toisen luokan (tai luokkien) aliluokaksi, jolloin kaikki yläluokan ominaisuudet periytyvät. *Oliotietokanta* on tietokanta, johon sisältyvät tavanomaiset tietokantatoiminnot yhdistettynä oliotietomalliin. (Alho 1990.) Olio-orientoitunut tiedon mallinnus on saavuttanut suosiota erityisesti suunnittelun ja valmistuksen tietojärjestelmien kehittäjien keskuudessa, sillä se tarjoaa tiedon esitystavan, joka on hyvin läheinen suunnittelijoiden käsitemaailman kanssa (Chung & Fischer 1994). Olio-orientoituneiden tietomallien ja tietokantojen ongelmana on kuitenkin sen, ettei vielä ole olemassa yleisesti hyväksyttyä määritelmää oliotietokannoille tai oliopohjaisen järjestelmäkehityksen ydinkysymyksille (Isotalo ym. 1995).

Oliosuuntautunut ajattelu ja etenkin oliotietokannat ovat kuitenkin verraten uusia. Ns. puhtaaseen olioajatteluun siirtyminen voi olla hankalaa niissä yrityksissä, joissa tiedon mallinnus on perinteisesti perustunut joko relaatio-, verkko- tai hierarkkiseen malliin. Lisäksi useimmat tietokannanhallintajärjestelmät perustuvat vielä relaatiotietokantoihin, joita myös yritykset eniten käyttävät. Onkin vaikeata kuvitella yritysten siirtyvän kitkattomasti oliotietokantojen käyttöön tuotetiedonhallinnassaan, mikäli tuotetiedonhallinta voidaan toteuttaa suurimmalta osaltaan yrityksen jo käytössä olevilla tietokannoilla ja järjestelmäkehittimillä, vaikka ne eivät tukisikaan olioajattelua.

Ohjelmointia on tarkasteltava tuotemalliratkaisuun liittyvien eri sovellusten kehittämisen näkökulmasta, jolloin sitoutuminen yhteen ohjelmointivälineeseen tai -kieleen ei ole suositeltavaa. Sovellusten yhteensopivuuden varmistamiseksi niillä on oltava yhteisen tuotetietomallin lisäksi myös yhteisiä toiminnallisia ominaisuuksia mm. tuotetietojen hallintaan ja tietokantarajapintaan liittyen. (Halttunen & Hokkanen 1995.)

3.1.3 STEP ja CALS

STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data) on tuotemalliajattelun pohjautuva standardi tuotetiedon esittämisestä. Sen virallinen nimi on "ISO 10303 Industrial automation systems and integration - Product Data Representation and Exchange". Se on tulos lähes kymmenen vuoden työstä kansainvälisen standardoimisorganisaatio ISO:n alaisuudessa. Standardi sisältää suunnittelutietoja, tuotteen elinkaaritietoja ja toiminnallisia ominaisuuksia kuvaavia tietoja sekä tuotetietojen hallintaan liittyviä tietoja. Standardi koostuu useista erillisinä hyväksyttävistä standardisarjoista, jotka määrittävät uuden käsitelmallisuusmenetelmän, tiedostomuodon, ohjelmointirajapinnan, kokoelman käsitelmaljeja, testausmenetelmiä ja sovellusprotokollia. Standardin monet keskeiset osat odottavat tosin vielä kehittymistä ja yleistä hyväksymistä, joten toimivia STEP-standardin mukaisia ratkaisuja voidaan odottaa vasta lähivuosina. Jo nyt STEP-piä käytetään mm. puolustusväline- ja autoteollisuudessa. (Isotalo ym. 1995.)

STEP-standardin avulla pyritään yhdistämään tietokoneavusteinen suunnittelu, työnsuunnittelu (CAPP = Computer Aided Process Planning) ja valmistus (CAM = Computer Aided Manufacturing) toimivaksi kokonaisuudeksi. Standardin luomisen lisäksi tavoitteena on mahdollistaa eri sovelluksille yhteiset tuotetietokannat ja pitemmällä tähtäimellä tietokoneintegroitua tuotantoa eli CIM (Computer Integrated Manufacturing). Tuloksena standardin mukaisesta toteutuksesta olisi yhtenäinen, ajantasalla oleva tietokanta sekä ylimääräisen tiedon siirron ja tiedon muokkauksen väheneminen. Yhtenäinen tietokanta mahdollistaa myös rinnakkaissuunnittelun, jonka joustava eteneminen edellyttää, että eri

suunnitteluryhmät ja toiminnot jakavat yhteiset ja ajantasalla olevat tiedot tuotantoprosessin aikana. (Halttunen ym. 1995.) STEP-standardissa tavoitteena on tuotemalliajattelun periaatteiden toteuttaminen, mikä käy erityisesti ilmi seuraavasta ISO:n STEP-määrittelystä :

STEP-standardin tavoite on tarjota neutraali eli kaupallisesti riippumaton tuotetiedon siirtomekanismi, joka pystyy esittämään tuotetiedot tuotteen koko elinkaaren ajalta, riippumatta mistään järjestelmästä. Määrittelyn perusteella se on soveltuva ei vain neutraaliin tiedonsiirtoon, vaan myös perustaksi tuotetietokantojen toteuttamiselle. (ISO CD 10303-1, 1992.)

STEP-standardi on tavoitteiltaan ja sisällöltään laaja kokonaisuus. Neutraalin esitysmuodon luominen ei ole helppo tehtävä, sillä CAD-ohjelmistojen ominaisuudet monipuolistuvat jatkuvasti. Ohjelmistot eroavat CAD-malleiltaan, ja niillä on monia toisistaan poikkeavia ominaisuuksia, joiden huomioon ottaminen neutraalimuodon määrittelyssä on vaikeaa. Usein seurauksena onkin informaation menetys tiedonsiirron yhteydessä. (Isotalo ym. 1995.) Tuotteen suunnittelun, tuotannon, käytön, kunnossapidon ja hävittämisen aikana luotua tietoa käytetään moniin erilaisiin tarkoituksiin monissa eri tietokonejärjestelmissä ja eri organisaatioissa. Tällaisen ympäristön tukemiseksi yrityksen täytyy pystyä esittämään tuotetietonsa yleisessä tietokoneilla käsiteltävässä muodossa, jonka on pysyttävä täydellisenä ja kattavana siirryttäessä eri tietokonejärjestelmiin (ISO CD 10303-1, 1992.)

Liitteessä 1 kuvataan tarkemmin STEP-standardia, sen loogista rakennetta, arkkitehtuuria, sovellusprotokollia ja standardisarjoja. Myös standardin toteuttamismenetelmiä käsitellään yleisellä tasolla. Liitteen 1 sisältämä kuvaus STEP-standardista on tiivistetty Isotalon ym. (1995) vastaavasta esityksestä.

CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support) on Yhdysvaltojen puolustusministeriön (DoD) hanke paperimuotoisen tuotetiedon käsittelyn automatisoinniksi ja integroimiseksi DoD:n ja teollisuuden välisessä hankintatoiminnas-

sa. CALS:n päätavoite on luoda Yhdysvaltojen puolustusministeriölle integroitujen tietokantojen järjestelmä (Integrated Weapon System Databases). Ensimmäisessä vaiheessa tavoitteena on eri osapuolten välisen tietovirran muuttaminen sähköiseksi. Toinen vaihe tähtää yhteiseen integroituun tietokantaympäristöön. CALS säätelee, mitä standardeja käytetään asioidessa DoD:n kanssa. Tarkoitus ei ole kuitenkaan luoda uusia standardeja, vaan käyttää jo olemassaolevia tiedonsiirtostandardeja. Toisessa vaiheessa on tarkoitus hyödyntää STEP-standardia tuotetiedon siirrossa ja tuotetietokannan perustamisessa. Huolimatta ase-teollisuuden keskeisestä asemasta CALS-hankkeella odotetaan olevan suuri merkitys myös siviiliteollisuudelle, sillä CALS-hankkeessa olevat yritykset tuottavat runsaasti myös siviilituotteita. CALS:n tärkeä tavoite on myös rinnakkaissuunnittelun mahdollistaminen. CALS on STEP:n kannalta tärkeä hanke, koska se synnyttää mitä ilmeisemmin kysynnän STEP:n mukaisille ohjelmistotuotteille. (Halttunen ym. 1995.)

3.2 Heterogeenisen toimintaympäristön ratkaisumalli

Heterogeenisella toimintaympäristöllä tarkoitetaan tyypillistä tämän päivän tietoteknistä ympäristöä, jossa erilaiset järjestelmät - myös manuaaliset - käsittelevät hajautunutta tuotetietoa (Halttunen & Hokkanen 1995). Tietojärjestelmien katsotaan sisältävän paitsi tietokonelaitteet ja -ohjelmat myös järjestelmiä käyttävät ihmiset ja tiedon käsittelyssä noudatettavat menettelytavat. Heterogeenisessä ympäristössä tiedoista vastaavat eri henkilöt, ryhmät ja osastot, joilla voi olla tietojen hallitsemiseksi omat ja usein tilapäiset ratkaisunsa. Nämä ratkaisut ovat tyypillisesti yksinkertaisia ja perustuvat mm. hakemistojen käyttöön, tiedostojen tietynlaiseen nimeämiseen ja sovellusten arkistointiominaisuuksiin. Tietoihin kohdistuvia toimia, kuten hyväksynnät ja muutosten hallinta, ei ole sähköistetty, vaan ne hallitaan pelkkien käytäntöjen ja paperidokumenttien avulla.

Seuraavassa kuvataan kaupallisten tuotetiedonhallintajärjestelmien, jotka edustavat tyypillistä heterogeenisen toimintaympäristöön tarkoitettua tuotetiedon-

hallinnan ratkaisumallia, keskeisiä ominaisuuksia. Tämän jälkeen esitellään kaupallisia tuotetietoa käsitteleviä ohjelmistoja jaoteltuina sen mukaan, kuuluvatko ne varsinaisiin tuotetiedonhallintajärjestelmiin, CAD- tai CAM-ohjelmiin vai muihin erikoisohjelmiin. EDM-tuotetiedonhallintajärjestelmää kuvataan lähemmin.

3.2.1 Keskeiset ominaisuudet kaupallisissa järjestelmissä

Kattavin ratkaisu Halttusen ja Hokkasen (1995) mukaan heterogeenisen toimintaympäristön ongelmiin on kaupallisen tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönotto. Tällainen järjestelmä ei yleensä puutu sovellusten sisäiseen tapaan käsitellä tietoa, vaan se tarkkailee ja valvoo tapahtumia, jotka muuttavat tietovarastojen sisältöä, sekä auttaa käyttäjiä tiedon haussa. Tuotetiedonhallinta on melko uusi kaupallisten järjestelmien sovellusalue, joten tuotetiedonhallinnan alueella ei ole vielä olemassa vakiintuneita järjestelmävaatimuksia tai erityisiä kriteeristöjä. (Huuskonen & Ala-Lahti 1992.) Kaupallisilla tuotetiedonhallintajärjestelmillä on kuitenkin yleisiä ominaisuuksia ja toimintoja, joita on havaittavissa myös ei-kaupallisissa tuotetiedonhallintajärjestelmissä jossakin määrin (Baer 1991; Kempfer 1993; Halttunen & Hokkanen 1995; Huuskonen & Ala-Lahti 1992):

- Kyky ylläpitää viite- eli metatietoja tietokoneverkossa olevista tiedostomuotoisista tuotetiedoista. Tämän viitetiedon avulla järjestelmä helpottaa tuotetietojen löytämistä sekä valvoo niiden käyttöä ja muuttamista. Järjestelmä ei kuitenkaan pysty tulkitsemaan hallitsemiensa tiedostojen sisältöjä, vaan käyttäjän on tiedon tuottamisen yhteydessä syötettävä järjestelmälle sen tarvitsemia hallintatietoja, joita ovat esimerkiksi tiedoston nimi, tekijä, käyttöoikeustiedot ja tiedoston lyhyt kuvaus. Suuri tiedostojoukko jäsennetään järjestelmän käyttöliittymässä yleensä yrityksen tai tuotekohtaisen *tuoterakenteen* avulla, jolloin tiedostot linkitetään siihen tuotteen osaan tai osakokoonpanoon, johon liittyvää tietoa ne sisältävät. Erityinen tuoterakenteen käsittely -toi-

minto luo ja ylläpitää tuoterakenteita ja osaluetteloita sekä kohdistaa tuotetiedonhallintajärjestelmän hallitsevat elementit tuoterakenteisiin.

- Edellytykset suunnitelmien julkistuksen hallintaan. Suunnitelmien julkistus -toiminto takaa turvallisen ja valvotun säilytyksen kaikille tuotetiedonhallintajärjestelmän hallitsemille tietojoukoille. Näitä tietojoukkoja voivat olla esimerkiksi erilaiset suunnitelmatiedostot, kuten CAD-tiedostot, projektin hallinnollinen tieto, viittaukset ei-digitaaliseen tai muuhun ulkoiseen tietoon, tietokannan tietueet tai mikä tahansa edellisten yhdistelmä.
- Edellytykset suunnitelmien versio- sekä hyväksymis- ja muutosprosessin hallintaan. Versionhallinnalla tarkoitetaan sitä, että järjestelmän on pystyttävä tunnistamaan tiedoston eri versiot uutuuden tai jonkun muun halutun tunnisteiden perusteella. Muutosten hallinta varmistaa, että muutos ja tehdyn muutoksen hyväksyminen tapahtuu ennalta määrättyjen toimenpidesarjojen mukaisesti. Se myös pitää yllä historiatietoja tehdyistä muutoksista.
- Kyky liittää eri muodoissa olevia tuotetietoja toisiinsa. Tietoja ei kuitenkaan suoranaisesti kytkeä toisiinsa, vaan järjestelmä pitää yllä tietoa esimerkiksi siitä, että tiettyyn piirustukseen liittyy jokin tekstitiedosto. Järjestelmässä on yleensä dokumentin tyyppin perusteella toteutettu yhteys varsinaisiin tuotetietoa käsitteleviin sovelluksiin, jolloin järjestelmä osaa käynnistää sopivan sovelluksen ja tuoda halutun tiedoston siihen suoraan. Järjestelmään usein myös sisältyy tai siitä käsin voidaan käynnistää muunnosohjelmia, joiden avulla tuotetietoja voidaan muuntaa toisiin esitysmuotoihin. Yleensäkin järjestelmän ratkaisujen on oltava sovellusriippumattomia, ja niiltä edellytetään kykyä hallita myös sähköttömässä muodossa olevia dokumentteja.
- Projektien hallinnan ja ryhmäteknologian hyödyntämisen tukeminen. *Ryhmäteknologia* (group technology) on osa-analyysin perusteella

suoritettava osaperheryhmittely ja -koodaus sekä tämän hyödyntäminen valmistuksessa (Kauppinen 1978). Ryhmäteknologia-toimintoa käytetään haettaessa kirjastoista vakiokomponentteja, vakioprosesseja ja erilaisia olioita. Hakukriteereinä voidaan käyttää esimerkiksi osan koodia, piirteen luokittelukoodia, materiaalia, julkistuspäivää tai suunnittelijaa. Tuotetietojen ryhmittelyllä pyritään lisäämään tuotteiden standardointia. Projektin hallinta -toiminto varustaa projektin johtohenkilöt työkaluilla, joiden avulla he voivat esimerkiksi laatia työsuunnitelmia ja aikatauluja, kohdistaa resursseja eri tehtäville sekä seurata suunnitelmien toteutumista.

- Valmiudet järjestelmän erilaisiin ylläpitotehtäviin. Ylläpito vastaa järjestelmän kokonaistoteutuksesta ja käyttöympäristöön sovittamisesta. Lisäksi ylläpito-toiminnon avulla hallitaan käyttöoikeuksia, tietobjektien jakelua, arkistointia ja varmuuskopiointia sekä metatietoa tuotetiedoista. Metatietoa voivat olla esimerkiksi tiedot suunnittelijasta tai dokumentin julkisuustasosta.

Tuotetiedonhallintajärjestelmä voi perustua yhteen tai useampaan tuotetiedonhallintapalvelimeen, jotka huolehtivat järjestelmän tietokannasta tai -kannoista. Järjestelmän viite- eli metatietokanta on toteutettu yleisimmin relaatiotietokantatekniikalla. (Mills 1992.) Käyttäjä voi saada tarvitsemansa tuotetiedot käyttöönsä eri puolilta tietokoneverkkoa olevista työasemista tai palvelimista, joilla tuotetiedot sijaitsevat. Tiedosto, joka sijaitsee muulla laitteella kuin omalla työasemalla, saadaan käyttöön joko kopiona tai ns. virtuaalikopiona. Jälkimmäisessä tapauksessa tiedostoa ei varsinaisesti kopioida käyttäjän koneelle, vaan käyttäjän työasemalle luodaan työtila, josta on osoittimet alkuperäiseen tiedostoon. On myös mahdollista, että tuotetiedot ja viitetietokanta sijaitsevat yhdessä palvelimessa, mutta tiedoista on olemassa kopiot sopivilla työasemilla, jolloin säästytään aikaavieviltä tiedostojen siirroilta tietokoneverkossa. Yhtäaikaisten päivitysten suhteen on käytössä sekä yhden että usean käyttäjän ratkaisuja. Usean käyttäjän tuotetiedonhallintajärjestelmä pyrkii yhteensovittamaan päällekkäiset päivitykset. Relaatiotietokantatekniikka ja sähköposti ovat keskeisimmät

kaupallisen tuotetiedonhallintajärjestelmän toteutusvälineet. Myös oliotietokantoja ja tietämystekniikan päättelysääntöjä hyödyntäviä tuotetiedonhallintaratkaisuja on alettu kehittää, mutta käytännön ratkaisut lienevät valmiita vasta tulevaisuudessa. (Halttunen & Hokkanen 1995; Huuskonen & Ala-Lahti 1992.)

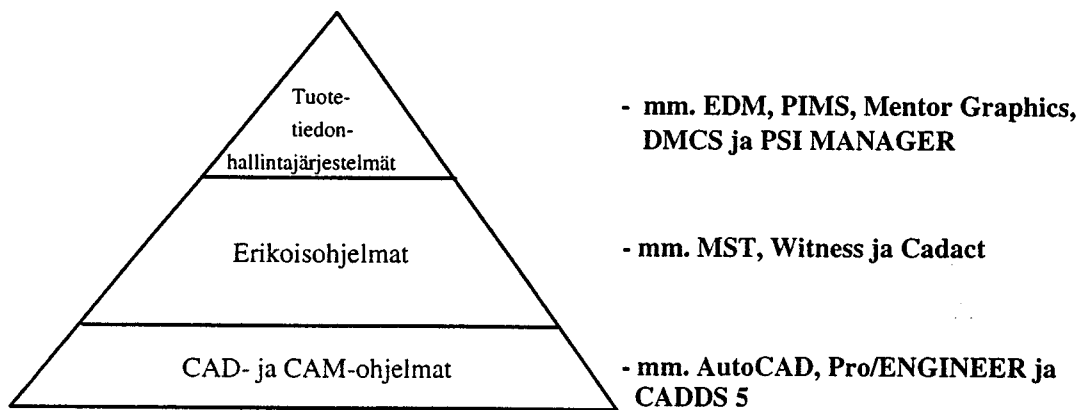
Tietokantoja voidaan käyttää tuotetiedonhallintajärjestelmissä Brayn (1988, Halttunen & Hokkanen 1995) mukaan) mielestä eri tavoilla:

- Tietokannanhallintajärjestelmiä ei käytetä lainkaan, jolloin sovellusohjelmat käsittelevät kukin omaa tiedostomuotoaan. Tässä ratkaisussa tarvittavat liittymät sovellusten välille rakennetaan muunnosohjelmia eli kääntäjiä käyttäen.
- Tietokantaa käytetään hakemistona. Tietokantaan tallennetaan tietoa sovellusten käsittelemistä tiedoista. Varsinainen tieto voi olla erilaisten sovellusten omissa tiedostomuodoissaan tai paperidokumentteina. Metatietokannan avulla pyritään hallitsemaan esimerkiksi tallennus- ja muutoshistoriatietoja.
- Tietokantaa - tai tietokantoja - käytetään tiedon tallentamiseen yhdessä tiedostoratkaisujen kanssa tai tietokantaratkaisua käytetään tiedonhallinnan kokonaisratkaisuna, jolloin tietokantaa käytetään normaaliin tapaan myös varsinaisen tuotetiedon tallentamisessa. Tällöin sovelluksilta edellytetään kykyä liittyä integroituun tietokantaan esimerkiksi siten, että sovellukset kytketään erityiseen rajapintaan, jonka avulla sovelluksen käsittelemät tietorakenteet tulkitaan tietokannanhallintajärjestelmän edellyttämään muotoon.

3.2.2 Tuotetietoa käsittelevät ohjelmistot

Huuskosen ja Ala-Lahden (1992) tekemän ohjelmistoselvityksen mukaan tuotetietoa käsittelevät ohjelmistot voidaan ryhmitellä kolmeen luokkaan (KUVIO 4). Ensimmäiseen luokkaan kuuluvat perinteiset CAD- ja CAM-ohjelmat. Toisen

ryhmän muodostavat erikoisohjelmat, jotka on kehitetty jotain tiettyä tehtävää varten. Tähän ryhmään kuuluvat esimerkiksi konversio-ohjelmat, dokumenttien hallintaohjelmistot ja simulointiohjelmat. Viimeisen ryhmän muodostavat varsinaiset tuotetiedonhallintaohjelmistot. Koska tuotetietoa käsittelevissä ohjelmissa on useassa tapauksessa suuri määrä ominaisuuksia ja erilaisia mahdollisuuksia, kuuluvat ne oikeastaan useampaan kuin yhteen edellä esitettyyn ryhmään. Kuviossa 4 ohjelmat on sijoitettu siihen ryhmään, mihin niiden toiminnot lähinnä painottuvat. (Huuskonen & Ala-Lahti 1992.) Kuvion 4 jälkeen kuvataan tuotetiedonhallintajärjestelmien yhteisiä ominaisuuksia sekä esitellään yksi niistä (EDM-järjestelmä) tarkemmin.



KUVIO 4. Tuotetietoa käsittelevien ohjelmistojen luokittelu (Huuskonen & Ala-Lahti 1992).

Tuotetiedonhallintajärjestelmien, mm. EDM, PIMS, Mentor Graphics, DMCS ja PSI MANAGER, yhteisenä ominaisuutena on tuotetiedon hajautettu varastointi, eli varsinaiset tiedostot tallennetaan työasemalle tai palvelimelle. Jokaisesta tiedostosta tallennetaan viitetiedot koko järjestelmää palvelemaan koneeseen. Tämän koneen kautta tapahtuu kaikki tiedostoja koskeva toiminta, kuten haut ja versioiden hallinta. (Huuskonen & Ala-Lahti 1992.)

Tuotetiedonhallintajärjestelmät perustuvat yleensä asiakas-palvelin -arkkitehtuuriin (client-server) ja UNIX-käyttöjärjestelmään, mutta tarvittaessa muutkin käyttöympäristöt, esimerkiksi VAX/VMS, ovat liitettävissä järjestelmään.

Verkkoprotokollana on useimmiten TCP/IP. Järjestelmien mukana tulee sähköpostiohjelma. Tiedon suojaaminen tapahtuu salasanoilla, jotka voivat olla projekti- tai dokumenttikohtaisia. Käyttäjälle voidaan määritellä myös pääsy ainoastaan tiettyä luokkaa oleviin tiedostoihin. (Huuskonen & Ala-Lahti 1992.)

Yksi suosituimmista tuotetiedonhallintajärjestelmistä on EDM. Se on Prime Computerin elektronisen suunnittelu- ja tuotetiedon tallennusjärjestelmä, joka perustuu asiakas-palvelin -ajatteluun. Se koostuu palvelinohjelmistosta, joka on kahden tietokannan ja niitä käyttävän ohjelmiston sekä tietoliikenneohjelmiston muodostama kokonaisuus. Palvelinohjelmiston tietokannoista ensimmäinen on yleisiä dokumenttitietoja - mm. nimi, projekti, tekijä ja hyväksyjä - sisältävä Oracle-tietokanta. Toinen tietokannoista sisältää varsinaiset dokumentit. Palvelinosa toimii Sun SPARC UNIX -, VAX/VMS- ja IBM-mainframe -laitteistoissa ja asiakasosa sekä PC:eissä että UNIX-työasemissa. Tiedonsiirtoprotokollana on TCP/IP. EDM-järjestelmä ei ota kantaa käsiteltävien dokumenttien sisäiseen rakenteeseen, eli siihen voi tallentaa mitä tahansa tiedostoja, kuten piirroksia, CAD-malleja, laskelmia, tekstidokumentteja tai taulukkolaskennan taulukoita. EDM tallentaa dokumenttien kontrollitiedot Oracle-tietokantaan, josta niitä voidaan hakea SQL-kielisillä kyselyillä. Järjestelmä sisältää mahdollisuuden käyttää myös ennalta määriteltyjä ja tallennettuja kyselyjä. Tällöin käyttäjien ei tarvitse opetella SQL-kyselykieltä. Tiedon suojaus tapahtuu käyttäjätunnuksin, salasanoin ja käyttäjille sallituin komennoin. Suojausta voidaan täydentää projekti- ja dokumenttikohtaisilla saantioikeusmäärittelyillä sekä dokumenttien luokituksilla. Dokumenttien arkistointi voidaan jakaa lyhyt- ja pitkäaikaiseen. Lyhytaikainen arkistointi on dokumenttien tallentamista projektin aikaisesti tai työvaiheiden välillä. Tallentaminen tapahtuu tällöin nopeille levyasemille, joilta tiedot ovat nopeasti saatavissa. Pitkäaikainen arkistointi on magneettinauhoille tai optisille levyille tapahtuvaa tiedon taltiointia, jolloin tiedon viitetiedot säilytetään aktiivisessa tietokannassa. (Huuskonen & Ala-Lahti 1992.)

3.3 Mallien arviointia ja vertailua

Tuotetiedonhallinnan kehittämisen lähtökohtana on organisaation kypsyys, joka heijastuu suunnitteluprosessin järjestelmällisyyteen eli siihen, kuinka kattavasti ja hyvin suunnitteluprosessi on määritelty. Tuotetiedonhallinnan aito ymmär-

täminen ja toteuttaminen siis edellyttää organisaatiolta paitsi tietoteknistä myös tuoteprosessin kypsyyttä. Onkin todennäköistä, että saatavilla olevat kaupalliset tuotetiedonhallintajärjestelmät alkavat todella hyödyntää yritystä vasta sitten, kun sen koko tuoteprosessi on riittävän hyvin määritelty (Williams 1991, Halttunen & Hokkasen (1995) mukaan).

Tuotetiedonhallintajärjestelmän tehokas hyödyntäminen - riippumatta sen toteutustavasta - edellyttää aina organisaation toimintatapojen yksityiskohtaista määrittämistä, sillä järjestelmän toiminta perustuu niiden tukemiseen. Ennen kuin tuotetiedonhallintajärjestelmä voidaan ottaa käyttöön, joudutaan usein kehittämään organisaation toimintatapoja - huonoja käytäntöjä ei kannata automatisoida. Vaikka organisaatio valmistautuisi tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönottoon toteuttamalla tarpeellisiksi katsomiaan muutoksia toiminnassaan, edellyttää järjestelmän tehokas hyödyntäminen joka tapauksessa sen "istuttamista" organisaatioon ja olemassa oleviin teknisiin ratkaisuihin.

Tuotetiedonhallinta voi siis perustua toisaalta tiedon integrointiin ja toisaalta hajautetun tiedon hallintaan - tai näiden tapauskohtaiseen yhdistelmään. Tiedon integrointiin eli tuotemalliin perustuva ratkaisu edellyttää yhtenäistä tiedon mallinnusta, jolla pyritään luomaan pohja useiden sovellusten yhteiselle tietokannalle. Sitä varten on laadittava kattava tietotarveanalyysi, käsitelmä eri näkökulmista ja lopuksi näkemykset yhdistävä käsitelmä, sekä kuvattava tallennettavat tiedot yksityiskohtaisella tasolla. Ratkaisu edellyttää siis jaettua näkemystä tiedoista, minkä lisäksi myös tietoteknisissä ratkaisuissa joudutaan tekemään kompromisseja. Hajautetun tiedon hallintaan perustuva ratkaisu edellyttää enemmänkin, että organisaation eri osien toimintatavat ovat selvillä, mitä painotetaan myös erityisesti laatuja järjestelmiä kehitettäessä - laatuja järjestelmän kehittämisessä tuotetiedonhallintajärjestelmällä voi olla keskeinen rooli. Tässäkin ratkaisumallissa tulee olla selvä käsitys organisaation tietotarpeista ja käsiteltävistä tietojoukoista, mutta tiedon mallinnuksessa ei tarvitse mennä yhtä pitkälle kuin tiedon integrointiin perustuvassa ratkaisussa, koska varsinainen tuotetiedon käsittely jää edelleen erillisten sovellusten huolehdittavaksi. (Halttunen & Hokkasen 1995.)

Seuraavissa alakohdissa kerrotaan kaupallisen tuotetiedonhallintajärjestelmän ja tuotemalliajatteluun pohjautuvan järjestelmän eduista. Lopuksi näitä tuotetiedonhallinnan ratkaisumalleja vertaillaan keskenään ja tarkastellaan niiden yhdistämistä yleisellä tasolla.

3.3.1 Kaupallisen tuotetiedonhallintajärjestelmän etuja

Kaupalliset tuotetiedonhallintajärjestelmät eivät välitä siitä, missä muodossa tiedot on tallennettu. Suuntauksena tosin myös kaupallisissa tuotetiedonhallintajärjestelmissä on, että tiedot olisivat mahdollisimman pitkälle tietokoneelle tallennettuna. Paperimuotoisten dokumenttien huono puoli onkin niiden työläs tekeminen ja päivittäminen, minkä vuoksi kaikkia merkittäviäkään tapahtumia ei aina vaivauduta dokumentoimaan (Tuomi 1995). Kaupallisen tuotetiedonhallintajärjestelmän valinta on kuitenkin perusteltua silloin kun tuotemalliratkaisuun ei pystytä vaivattomasti sisällyttämään kaikkia organisaatiossa esiintyviä tuotetietoja esimerkiksi sen vuoksi, että organisaatiossa on tuotettu runsaasti paperilla olevia piirustuksia tai muita tuotedokumentteja.

Edelleen kaupallisella tuotetiedonhallintajärjestelmällä voidaan Halttunen ja Hokkasen (1995) mukaan helpottaa tiedonhakua sellaisessa toimintaympäristössä, jossa osa sovelluksista muodostaa tietojenkäsittelysaarekkeita, joihin yhteinen tuotemalliratkaisu ei tulisi ulottumaan. Syynä tällaisten saarekkeiden syntymiseen Halttunen ja Hokkasen (1995) esittävät mm. sen, että sovellusohjelmat on toteutettu usein teknisesti niin erilaisilla, että niiden keskinäinen integrointi ilman suuria vaikeuksia on mahdotonta.

Kynnys kaupallisen - tai yrityksen itse räätälöimän - tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönottoon on melko matala, sillä yrityksen ei tarvitse käyttöönoton yhteydessä välttämättä muuttaa tai uusia lainkaan käytössään olevia tietojärjestelmiä ja kaupallisen tuotetiedonhallintajärjestelmän välittömät hankintakustannukset ovat yleensä melko vähäiset. Toisaalta hyötyäkseen riittävästi kaupallisesta järjestelmästä yritys voi joutua tekemään huomattavia muutoksia toiminta-

tapoihinsa: kaupallisen tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönoton välilliset panostukset saattavat olla siten korkeita.

3.3.2 Tuotemalliratkaisun etuja

Tuotetiedonhallinnan tehostaminen on yksi tuotemalliratkaisun perustavoitteista, johon pyritään keskitetyllä tiedon tallennuksella. Yhteinen tuotetietomalli mahdollistaa saman tiedon hyödyntämisen monissa eri sovelluksissa ja helpottaa tiedon käyttöönottoa. Tiedon säilytys - vähintäänkin loogisesti - yhtenäisessä tietokannassa helpottaa tiedon yhteiskäyttöä, hyväksymismenettelyjä, muutosten hallintaa ja tietoturvallisuuden varmistamista (Halttunen & Hokkanen 1995).

Daten (1981) mukaan yleensäkin keskitetyllä tiedonhallinnalla ja tietojen kontrolloinnilla, joiden edistämiseen tuotemalliratkaisu ennen kaikkea pyrkii, pyritään saavuttamaan useita tärkeitä etuja:

1. Keskitetyn tiedonhallinnan avulla tietojen moninkertainen tallennus vähenee.
2. Keskitetyn tiedonhallinnan avulla tietojen epäjohdonmukainen päivitys voidaan välttää. Epäjohdonmukaisen päivityksen poistuminen on seurausta tietojen moninkertaisen tallennuksen vähenemisestä.
3. Keskitetyn tiedonhallinnan avulla tieto on jaettavissa. Jaetussa ympäristössä jo olemassaolevat sekä tulevaisuudessa käyttöön otettavat sovellukset voivat jakaa yhteisen tietokannan tiedot ilman uusien tiedostojen luomista. Yksi vaikeus yhteisen tietovaraston käytössä on tosin tiedon oikean yksityiskohtaisuuden tason löytäminen, mikä korostuu etenkin silloin kun tietovarasto on tarkoitettu käytettäväksi sekä aloittelijoille että kokeneille työntekijöille (Ackerman 1994).
4. Keskitetty tiedonhallinta mahdollistaa standardoinnin. Koska yhteiskäyttöisessä tietokannassa tiedot ovat keskitetyn kontrollin alaisia, stan-

dardien käyttöönotto on sekä mahdollista että samalla myös välttämätöntä.

Daten (1981) mielestä keskitetyn tiedonhallinnan avulla voidaan myös mm. tietojen suojausta helpottaa ja tietojen eheyttä parantaa. Lisäksi keskitetyn tiedonhallinnan avulla tiedon tallennus tapahtuu tietoriippumattomasti, jolloin tietokannan hallintajärjestelmä mahdollistaa tiedon fyysisen talletusrakenteen muuttamisen ilman, että itse sovellusta tarvitsee muuttaa.

3.3.3 Mallien yhdistäminen

Käytännössä tuotetiedonhallintaratkaisussa joudutaan soveltamaan samanaikaisesti molempia ratkaisumalleja. Vain harvoin voidaan toteuttaa puhtaasti tuotemalliajattelun mukainen järjestelmä. Syitä tähän on monia, ja ne ovat aina sidoksissa mm. yrityksen toimintaan ja jo olemassa oleviin tietojenkäsittelytapoihin.

Jos tuotantoyritys on toiminut jo kauan, on sillä vuosien varrella ollut käytössään monenlaisia tietojärjestelmiä ja manuaalisia systeemejä tuotantonsa ja erityisesti tuotetietojensa hallitsemisen apuna. Nämä sekä automatisoidut että manuaaliset järjestelmät on kehitetty usein aina tarpeen tullen, eikä järjestelmien myöhempää integroimista keskenään ole ajateltu lainkaan. Järjestelmät on usein vielä kehitetty tukemaan vain tietyn osaston tai toiminnon tietojenkäsittelyrutiineita, eivätkä yrityksen osastot ole aina edes tietoisia kaikkien yrityksensä tietojärjestelmien olemassaolosta - varsinkin silloin kun yritys on suuri tai sillä on toimipisteitä maailmanlaajuisesti. Tällöin järjestelmät on kehitetty toisistaan riippumattomasti, vaikka ne sisältäisivätkin samoja tuotetietoja ja tietojenkäsittelytoimintoja. Niiden tietosisällöt on mallinnettu eri tavoilla ja ne on ohjelmoitu eri välineillä, jolloin järjestelmät ovat usein keskenään yhteensopimattomia. Näitä järjestelmiä on saatettu käyttää monien vuosien ajan, ja niiden tietovarastoihin on usein kertynyt huomattava määrä tuotetietoa. Järjestelmiä on saatettu integroida jonkinasteisesti keskenään esimerkiksi siten, että järjestelmät voivat siirtää tietoa keskenään kehitettyjen muunnosohjelmien avulla tai on

kehitetty mekanismi johonkin järjestelmään, jonka avulla toinen järjestelmä voidaan käynnistää siitä suoraan. Tällaista integrointia on tehty aina tarpeen sitä vaatiessa. Osa yrityksen tietojärjestelmistä ja manuaalisista kortistoista on saatettu integroida keskenään myös tietoisesti, jolloin ratkaisu muistuttaa heterogeenisen toimintaympäristön ratkaisumallia.

Yrityksen tietojenkäsittelytilanteen ollessa edellä selostetun mukainen on luonnollisesti vaikeaa soveltaa tuotemalliajattelun periaatteita. Jos vaikka onnistutaankin toteuttamaan tuotemalliajattelun mukainen tuotetiedonhallintajärjestelmä, miten käy yrityksen vanhojen tietojärjestelmien ja manuaalisten kortistojen. Niiden sisältämät tiedot tulisi siirtää uuteen, integroituun tuotetiedonhallintajärjestelmään. Käytännössä tämä on usein kuitenkin mahdotonta, sillä järjestelmiä saattaa olla useita ja ne saattavat sisältää keskinäisesti ristiriitaista ja päällekkäistä tietoa, jota on vaikeaa konvertoida ja siirtää kehitetyn tuotetiedonhallintajärjestelmän tietokantaan. Lisäksi vanhojen järjestelmien tietosisältö saattaa erota huomattavasti, jolloin vain osa olemassa olevista tiedoista olisi siirtokelpoisia uuteen järjestelmään, jolloin tärkeitä tietoja saatettaisiin hukata. Käytännössä tämä saa aikaan sen, että vanhoja järjestelmiä käytetään vielä uuden tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönoton jälkeenkin, joka taas johtaa päällekkäiseen tiedon syöttöön. Manuaalisten systeemien sisältämien tietojen syöttäminen uuteen järjestelmään olisi tehtävä luonnollisesti käsin, mikä on aina aikaa vievää ja virhealtista. Tuotemalliajatteluun perustuvan tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittäminen saattaisi olla siten helpompaa yrityksessä, joka on verrattain uusi. Tällöin yrityksessä ei olisi paljon vanhoja tietojärjestelmiä ja manuaalisia kortistoja, jolloin vanhojen tietojen siirtäminen uuteen järjestelmään ei olisi niin hankalaa. Tällaisen yrityksen asenne keskitettyä tiedonhallintaa kohtaan voisi myös olla myöntyväisempi kuin jo pitkään toimineen yrityksen, joka on vuosikausia toiminut tietyn kaavan mukaisesti. Toisaalta kokonaisvaltainen tiedonhallinta voidaan toteuttaa yrityksessä vasta sen myöhäisissä kehitysvaiheissa, jolloin organisaatio on tarkasti selvillä eri prosesseistaan. Uusi yritys ei luonnollisestikaan pysty määrittelemään toimintaansa ja asemaansa yhtä hyvin kuin jo pitkään toiminut yritys.

Yrityksen tuottaessa monenlaisia tuotteita ja tavaroita erilaisine variaatioineen joutuu se usein käyttämään tietokoneavusteisia CAD- ja CAM-järjestelmiä mm. perinteisten tietokannanhallintajärjestelmien lisäksi. Lisäksi yrityksellä saattaa olla käytössään myös tuotannon suunnittelun apuna erilaisia tietojärjestelmiä. Perinteisillä hallinnollisilla tietojärjestelmillä pystytään tallentamaan numeerista ja tekstuaalista tuotetietoa pääasiassa tuotteen ominaisuuksista. Tällaista tietoa kutsutaan yleisesti tuotteen ominaisuustiedoksi. Lisäksi tietokannan hallintajärjestelmät soveltuvat mm. asiakas- ja toimittajarekisterien ylläpitämiseen. CAD-järjestelmiä käytetään puolestaan tuotteen suunnittelussa suunnittelukuvien piirtämisessä, kun taas CAM-järjestelmien avulla pyritään automatisoimaan itse tuotteen valmistusprosessia. Yrityksellä saattaa olla myös käytössään mm. erilaisia taulukkolaskentaohjelmistoja, joilla kuvataan ja lasketaan matemaattisia, tuotteen fyysisiä ominaisuuksia, sekä ryhmätyövälineitä (esimerkiksi Lotus Notes tai yrityksen sisäinen sähköposti). Kaikki edellä mainitut tietotekniset sovellukset käsittelevät tuotetietoa ainakin jossain määrin. Tuotemalliajattelun mukaisestihan kaikki tuotteen elinkaaren ajalla syntyvät tiedot tulisi tallentaa yhteiskäyttöiseen tietokantaan. Käytännössä tämä on usein kuitenkin mahdotonta. Mm. CAD-järjestelmät ja perinteiset tietokannanhallintajärjestelmät vaativat mallintamaan usein tietoa eri tavoilla, jolloin yhteisen tuotetietomallin laatiminen on vaikeaa. Lisäksi ne on tarkoitettu hyödynnettäviksi eri tarkoituksia varten. Esimerkiksi jotkut tietokannanhallintajärjestelmät ja ryhmätyövälineet pystyvät kyllä ymmärtämään samaa standardoitua tiedostformaattia, jolloin tietoa voidaan siirtää sovellusten välillä. Pääsääntöisesti järjestelmät ovat kuitenkin suunniteltu toisistaan riippumattomasti, jolloin niiden keskinäinen integrointi on hankalaa. Halttusen ja Hokkasen (1995) mukaan täysin integroitu suunnittelujärjestelmä edellyttääkin käytännössä, että kaikki osajärjestelmät ovat samalta ohjelmistotoimittajalta. Tämä on nykyään kuitenkin vielä mahdotonta, sillä valmistuksen ja etenkin suunnittelun tietotekniikkaratkaisuja on toistaiseksi kuitenkin kehitetty enemmän erillisinä sovelluksina kuin integroituina järjestelminä, vaikka ne olisivatkin samalta ohjelmistotoimittajalta.

Se, miten tuotetiedonhallinnan ratkaisumallit yhdistetään toimivaksi ratkaisuksi käytännössä, on aina yrityskohtaista. Ennen uuden tuotetiedonhallintajärjestel-

män kehittämistä on punnittava tarkoin mm. keskitetyn tiedonhallinnan tuomia etuja ja sen toteuttamisessa todennäköisesti ilmaantuvia ongelmia. Toisaalta on mietittävä, mitä hyvää nykyisessä tuotetiedonhallinnassa on ja mitä osia siitä voisi säilyttää sellaisenaan myös jatkossa. Lisäksi tuotetiedonhallinnan kehittämispäätöksiin vaikuttavat luonnollisesti yrityksen ohjelmisto-, laitteisto- ja tietoliikennetarkaisut, jotka määrittävät hyvin pitkälti, miten tuotetiedonhallintajärjestelmä voidaan teknisesti toteuttaa. Koskaan ei ole järkevää uudistaa tuotetiedonhallintatapoja, ellei uudistuksista ole merkittävää hyötyä yritykselle, sillä muutokset tuotetiedonhallintaympäristössä ovat aina työläitä ja vaativat rahallista panostusta sekä mahdollisesti ulkopuolisten asiantuntijoiden apua. Esimerkiksi tuotteen suunnittelussa käytettävää CAD-järjestelmää ja tuotteen alfanumerisia ominaisuustietoja käsittelevää relaatiotietokannan hallintajärjestelmää ei ole järkevää integroida keskenään yhteisen tuotetietomallin avulla, jos ratkaisuksi riittää, että tuotteen ominaisuustietoihin relaatiotietokannassa lisätään vain yksi tietokenttä, johon voidaan syöttää tuotteen piirustusnumero CAD-järjestelmässä.

On myös muistettava, että tiedonhallinnan integrointi ei suinkaan ole ainut tavoiteltava ratkaisu. Vaikka yrityksellä olisi käytössään useita tuotetiedonhallintaa tukevia tietojärjestelmiä, voidaan ne integroida tyydyttävästi keskenään ilman yhteisen tuotemallin laatimista mm. muunnosohjelmien sekä yrityksen sisäisten standardien, sääntöjen ja ohjeiden avulla. Nämä määrittelevät esimerkiksi, kuinka järjestelmiä tulee käyttää oikein siten, että esimerkiksi päällekkäiseltä tiedonsyötöltä vältyttäisiin. Kaupallisen tuotetiedonhallintajärjestelmän hankkiminen voi olla toimiva ratkaisu, jos yrityksellä on käytössään useita manuaalisia kortistoja ja yhteensopimattomia tietojärjestelmiä siinäkin tapauksessa, että ne sisältäisivät vähän osittain päällekkäistä tietoa, mikä voidaan eliminoida mm. sopivilla tietojen tallennussäännöillä tarvittaessa. Pääasia on, että tuotetieto on virheetöntä, ajantasaista ja nopeasti saatavissa käyttöön eri puolilla yritystä. Välillisesti tuotetiedonhallinnan tasoa voidaan parantaa usein huomattavasti mm. pelkästään järkeistämällä yrityksen tuotantoprosessia ja kehittämällä eri toimintayksiköiden välisiä vaikutuskanavia ja suhteita.

4 IPDM-KEHITTÄMISPROJEKTI

Tutkielman kirjoittajat osallistuivat 22.11.1995 - 1.9.1996 välisenä aikana tietojärjestelmän kehittämissuunnitelmaan Valmet Oy:n Rautpohjan telatehtaalla Jyväskylässä. Projektin keskeisin tavoite oli kehittää Rautpohjan telatehtaan käyttöön erityinen telakortisto-tietojärjestelmä, jota käytettäisiin teloihin liittyvien tietojen hallinnassa. Tutkielman kirjoittajien rooli oli projektissa laaja: heidän toimenkuvaansa sisältyivät tietojärjestelmän määrittely-, suunnittelu-, toteutus- ja testaustehtävät, koulutuksen järjestäminen järjestelmän tuleville käyttäjille sekä järjestelmän käyttöönottoon liittyvät tehtävät Rautpohjassa. Toinen tutkielman tekijöistä vastasi lisäksi järjestelmän ylläpidosta reilun neljän kuukauden ajan varsinaisen IPDM-projektin (Integrated Product Data Management) jälkeen.

IPDM-projekti kehitti telakortisto-tietojärjestelmän tuotemalliajattelun periaatteiden mukaisesti. Tässä tutkielman luvussa kuvataan IPDM-projektin kulku eli telakortisto-tietojärjestelmän kehittämisprosessi tiivistetyssä muodossa. Luvun aluksi kuvataan projektin taustaan liittyviä seikkoja, joiden ymmärtäminen on olennaista koko kehittämisprosessin kulun ymmärtämiseksi. Sitten kuvataan IPDM-projektin organisaatorakenne, aikataulu ja sille asetetut tavoitteet. Erillisessä liitteessä (LIITE 2) käydään lisäksi lyhyesti läpi projektin päävaiheet. Seuraavassa viidennessä luvussa kuvataan kehitetyn telakortisto-tietojärjestelmän rakennetta, ominaisuuksia ja vaikutuksia Rautpohjan telatehtaalla sekä tuotemalliajattelun kytkeytymistä ja soveltuvuutta IPDM-projektin toimintaan tutkielman tekijöiden näkökulmasta katsottuna. Lukuja neljä ja viisi voidaan pitää siten tutkielman konstruktiivisena osana.

4.1 Projektin tausta

Ennen IPDM-projektin ja sen vaiheiden esittelyä on syytä tarkastella IPDM-projektin syntymiseen ja toimintaan vaikuttaneita taustatekijöitä. Tarkastelun

kohteina ovat Valmet Oy:n viime aikaisen toiminnan kehittyminen sekä Rautpohjan telatehtaan organisaatorakenne, toiminta, sen tuottamat tuotteet ja tietojenkäsittelyn tilanne teloihin liittyvien tietojen hallinnan osalta ennen IPDM-projektin muodostamista.

4.1.1 Valmet Oy, Rautpohjan telatehdas ja sen tuotteet

Paperi- ja kartonkikoneet sekä niihin liittyvä automaatio muodostavat valtaosan (yli 80 prosenttia) Valmet-konsernin liikevaihdosta, joka oli vuonna 1995 noin 8,6 miljardia markkaa. Loppu liikevaihdosta muodostui erityisliiketoiminnoista, Valmet Automotiven autotuotannosta ja voimansiirrosta. Vuoden 1996 kesäkuun osakemyynnin jälkeen Suomen valtio omisti Valmetin osakkeista enää 20 prosenttia. Valmet Oy:n henkilöstömäärä vuonna 1995 oli runsaat 12 000, josta yli kolmannes työskenteli Suomen rajojen ulkopuolella. Yhtiöllä on tuotantolaitoksia ja huoltotoimintaa kaikilla tärkeillä markkina-alueilla Länsi-Euroopassa, Pohjois-Amerikassa, Aasiassa ja Australiassa. Eniten kasvua odotetaan lähivuosina Aasian ja Etelä-Amerikan markkinoilla, sillä paperinkulutuksen kasvu on siellä suurempaa kuin muualla maailmassa. Toiminnan kokonaislaatuun kiinnitetään Valmetissa huomiota: kaikilla merkittävillä yksiköillä on ISO-9000 -sertifikaatti ja Malcolm Baldrige -laatu järjestelmän itsearviointi oli suoritettu vuoteen 1996 mennessä jo yli kahdessakymmenessä yksikössä. (Valmet Oy, 1994 ja 1995.)

Valmet Oy on maailman johtava paperikoneiden valmistaja. Valmetin paperikoneilla valmistetaan noin 15 prosenttia maailmalla yhteensä tuotettavasta paperista 1200 paperikoneen voimin. Mittavaa paperikonekantaan palvelemaan on kehitetty uudenaikainen huoltojärjestelmä, joka pystyy toimittamaan asiakkaille myös pienehköjä uusintoja. Yhtiön tavoitteena onkin huoltotoiminnan osuuden nostaminen kolmannekseen sen liikevaihdosta, mikä varmistaisi Valmetille aiempaa tasaisemman kehityksen myös laskusuhdanteiden aikana. (Valmet Oy, 1994 ja 1995.) Valmet jakautuu viiteen eri tuoteryhmään paperikoneiden valmistuksen osalta: Paper and Board Machines -, Paper Finishing Systems -, Air Systems -, Valmet Automation - ja Service-tuoteryhmiin. PBM myy, toimittaa ja

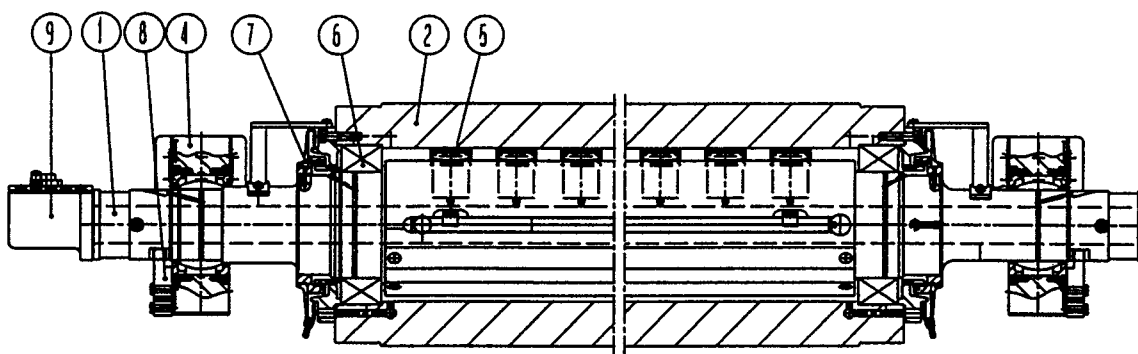
valmistaa painopaperikoneita, ja Rautpohjan tehtaat kuuluvat tähän divisioonaan. Finishing valmistaa paperin viimeistelyssä tarvittavia koneita, kuten kalantereita ja päällystyskoneita. Air valmistaa paperikoneen ilmastointilaitteita ja automaatio paperikoneen ohjauksen järjestelmiä. Service hoitaa myynnin jälkeisiä asioita keskitetysti koko Valmetille.

Tutkielman toimeksiantaja on Valmet Oy:n Rautpohjan telatehdas, joka on erikoistunut valmistamaan erilaisia sym-, imu- sekä raskasputki- ja putkiteloja, joista käytetään jatkossa nimitystä keski- ja putkitelat. Näillä eri telalinjoilla on sekä omia että yhteisiä toimintoja, joita ovat liiketoiminnan kehittäminen, markkinointi, myynti, operatiiviset toiminnot, sisäinen kauppa, yhteiset projektit ja asiakaspalvelu. Eri linjoilla on yhteistä tuotekehitystäkin, mutta organisatorisesti tuotekehitys kuuluu tuotekehitysosaston alaisuuteen. Telalinjojen sisäisiä toimintoja ovat suunnittelu, osto, valmistus ja alihankinnat.

Paperikoneessa olevia teloja käytetään mm. paperin ohjaukseen (radan ja paperikudosten ohjaaminen), paperimassan käsittelyyn (mm. kosteuden poistaminen) ja kalanteroinnissa eli paperin kiillotuksessa. Teloja voi yhdessä paperikoneessa olla yli 80 kappaletta. Telan valmistusprosessissa myynti on ensimmäinen lenkki, eli ensin telat myydään, sitten ne suunnitellaan, niihin ostetaan tarvittavat osat ja lopuksi ne valmistetaan. Teloja myydään kolmella eri tavalla Rautpohjassa: paperikonemyynnin yhteydessä sekä sisäisessä ja ulkoisessa telamyynissä. Sisäisen telamyynnin asiakkaat ovat Rautpohjan muita osastoja tai Valmetin toisia yksiköitä. Ulkoinen myynti myy erillisteloja suoraan paperitehtaille.

Esimerkkinä telan valmistusprosessista seuraavaksi kuvataan sym-telalinjalla valmistettavien taipumakompensoitujen telojen valmistusta lyhyesti. Tällaiset telat koostuvat akselista, vaipasta, pienosista, hydraulikasta ja pinnoitteesta. Käytettyjä pinnoitteita ovat mm. pehmeät pinnat ja kokilli valurauta. Valmistuksen kapasiteetti on keskimäärin kaksi ja puoli telaa viikossa. Telan valmistus alkaa valmiista aihioista (ostetaan ulkopuolelta), jota sitten työstetään monin eri tavoin. Telaan liitetään myös hydraulikkaa, jonka avulla telan toimin-

taa voidaan säädellä. Lopuksi tela maalataan ruostumisen estämiseksi. Telat painavat useita kymmeniä tuhansia kiloja ja ovat keskimäärin noin kymmenen metriä pitkiä. Esimerkkinä telasta esitetään kuviossa 5 Sym-Z -telan pää rakenne.



RAUA005591

- 1 Akseli
- 2 Vaippa
- (3 Laakeripukki, käyttöpuoli)
- 4 Laakeripukki, huoltopuoli
- 5 Hydraulinen kuormituselementti
- 6 Pallomainen rullalaakeri
- 7 Päätysuojus tiivisteinen
- 8 Lukituspala
- 9 Jakokappale

KUVIO 5. Sym-Z -telan rakenne ja pääosat.

4.1.2 Telatehtaan tietojenkäsittelyn tilanne ennen IPDM-projektia

Telatehtaan tietojenkäsittelyn tilanteen selvitys telojen tiedonhallinnan osalta perustuu Rautpohjassa työskennelleen Lilja Toikkasen tekemään esitutkimukseen, tutkielman tekijöiden haastatteluihin ja havainnointiin telatehtaalla IPDM-projektin aikana sekä tutkielman tekijöiden Rautpohjassa konstruoiman kysely-tutkimuksen ensimmäisen kyselykierroksen tuloksiin, joista enemmän luvussa seitsemän.

Telan elinkaari käsittää telatehtaalla neljä päätoimintoa: myynti, suunnittelu, valmistus ja huolto (service). Näistä jokaisella on tarvetta pitää yllä tietoja te-loista. Koska Rautpohjan telatehtaalla ei ole yhteiskäyttöistä tietovarastoa telois-ta, voidaan telan tuotantoprosessin aikana samasta telasta syöttää päällekkäisiä tietoja eri rekistereihin jopa seitsemän kertaa. Näin ollen eri tietolähteistä löytyy päällekkäistä ja usein ristiriitaista tietoa, mikä mm. hidastaa telatehtaan työn-tekijöiden työskentelyä ja vaikeuttaa asiakaspalvelua sekä toimintojen välistä kommunikointia. Kaiken kaikkiaan telatehtaalla on käytössä lukuisia tapoja hallita teloihin liittyviä tietoja. Näitä ovat mm. erilaisten tietojärjestelmien ja manuaalisten systeemien ylläpitäminen, tiedostojen siirto verkossa ja paperi-muotoisten dokumenttien välitys sisäisessä postissa sekä puhelimen ja sähkö-postin käyttö palavereiden ohella.

Suunnittelijoilla on käytössään juuri telatietojen hallintaan tarkoitettu tekstipoh-jainen telakortisto-ohjelma, joka on koodattu Fortran-ohjelmointikielellä ja jo-hon tallennetaan useita kymmeniä tietoja teloista telatyypeittäin. Tämä ohjelma on kuitenkin hidas, ja sen käyttömahdollisuus on pääasiassa vain telojen suun-nittelijoilla. Lisäksi ohjelmaa pidetään vaikeakäyttöisenä. CAD-ohjelmaa (Catia) käytetään telojen suunnittelukuvien piirtämisessä. Manuaalisista systeemeistä käytetyimpiä ovat mm. erilaiset huolto-, hoito-ohje -, tarjous selvitys- ja vauriomapit.

Myynnissä on kehitteillä SIM-järjestelmä (Sales Information Management), joka on tarkoitettu tukemaan myynnin yhteydessä syntyvien tietojen hallintaa ja joka toteutetaan Progress-järjestelmäkehittimellä. Tähän järjestelmään tallennettavia tietoja ovat mm. asiakastiedot ja paperikoneesta tehdyt tarjous- ja myyntitiedot. Järjestelmään on tarkoitus syöttää myös teloihin liittyviä myyntitietoja sen val-mistuttua. SIM-järjestelmä tulee olemaan osa suurempaa, myös kehitteillä ole-vaa OMS-toiminnonohjausjärjestelmää (OMS = Operating Management Sys-tem), jota ollaan kehittämässä vuosikymmenen käytössä olleen X-Man -tuotan-nonohjausjärjestelmän tilalle ja jonka valmistumisajankohdaksi on arvioitu vuosituhanen vaihde.

Valmistuksella on käytössään sym-telojen tiedonhallintaan tarkoitettu DOS-pohjainen ohjelma, jonka avulla pidetään yllä tietoja pääasiassa valmistettujen telojen ominaisuuksista, laatusattumuksista, työtunneista ja erilaista tuottavuuslukuista. Järjestelmä sisältää monia samoja tietoja kuin suunnittelijoiden telakortisto-ohjelmakin.

Huollolla ei ole tietojärjestelmää, joka tukisi varsinaisesti telatietojen hallintaa. Huolto pitää yllä mm. omaa manuaalista arkistoa huollettavista teloista ja pyytää tarvittaessa telalistsauksia telojen suunnittelijoilta. Huolto on kehittelemässä Lotus Notes -sovellusta, johon voidaan tallentaa telojen huoltoon liittyviä tietoja.

Osto on myös keskeinen toiminto telan tuotantoprosessissa. Osto-osastolla on käytettävissään kaksi sovellusta, joissa on telaan liittyviä tietoja. Toisessa on hintavertailujen tekemiseen tarvittavaa tietämystä ja toisessa aikatauluihin liittyviä tietoja. Telojen aikatauluja seurataan Excel-taulukoilla. Hintavertailujen tekemiseen tarkoitettussa sovelluksessa on jo tehtyjen telojen ja projektien tärkeimpiä tietoja sekä projekteihin ostettujen tela-aihioiden hintatietoja.

Kaiken kaikkiaan teloihin liittyvä tietojenkäsittely on telatehtaalla hyvin heterogeenistä ja keskittämätöntä. Teloihin liittyvien tietojen välitys eri toimintojen välillä on hidasta, sillä se hoituu pääasiassa suullisesti ja pyydettyä raporttien välityksellä. Muita tiedonsiirron välineitä ovat puhelin, Cc:mail ja Lotus Notes. Erityisesti suunnittelun telakortistossa olisi runsaasti teloihin liittyviä tietoja, joista olisi hyötyä myös muille toiminnoille, mutta tämä telakortisto on hankalakäyttöinen yhdenkäyttäjän järjestelmä, jonka käyttöä ei näin ollen voida levittää muualle Rautpohjaan. Eri osastot ja toiminnot ovat kehittäneet vain omaan tarpeeseensa sovelluksia ja manuaalisia kortistoja, joiden avulla mm. teloihin liittyviä tietoja tallennetaan. Sovellukset on tehty pääasiassa Excelillä ja Paradox-sovelluskehittimellä. Kuitenkin nämä sovellukset painottuvat vasta toissijaisesti telojen tiedonhallintaan, sillä ne on tarkoitettu enemmänkin tuotannon suunnittelun ja tarkkailun apuvälineiksi sekä erilaisten laskelmien tekemiseen. Lisäksi jotkut työntekijät pitävät aivan omaa kirjanpitoaan teloista. Eri tietoläh-

teistä löytyy päällekkäistä ja keskenään ristiriitaista tietoa, mikä vaikeuttaa luonnollisesti telatehtaan henkilöiden työskentelyä. Suurin haittatekijä lienee kuitenkin ylimääräisen työn tekeminen: mikäli teloihin liittyvät tiedot löytyisivät yhdestä yhteiskäyttöisestä tietovarastosta, ei niitä tarvitsisi tallentaa useita kertoja useaan eri paikkaan. Teloihin liittyvien tietojen hallinnan voidaan katsoa olevan vastoin tuotemalliajattelun periaatteita: teloista ei ole koskaan tehty tuotetietomallia Rautpohjan telatehtaalla ja telatietoja tallennetaan moneen eri tietovarastoon, jotka ovat lisäksi osittain manuaalisia eivätkä tue telojen elinkaarien aikana syntyvien tietojen käsittelyä keskitetysti. Telatehtaalla oli syntynyt tarve tuotemalliajattelun periaatteita noudattavan tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönottoon telojen tiedonhallinnan osalta.

Telojen suunnittelussa syntyi tarve uudistaa sen käyttämä telakortisto-ohjelma ohjelman hitauden ja epäkäytännöllisyyden vuoksi. Vuoden 1995 aikana Rautpohjan telatehtaalla tehtiin asiasta suunnittelun toimesta esitutkimus, jonka tuloksena esitettiin uuden telakortiston kehittämistarve ja visioita siitä. Koska suunnitteluosastolla ei ollut tietojärjestelmien kehittämiseen erikoistuneita henkilöitä eikä kehittämistyötä haluttu antaa tehtäväksi ulkopuoliselle ohjelmistotalolle suurten kustannusten pelossa, päätettiin uuden järjestelmän kehittämistyö suorittaa yhteistyössä kahden Jyväskylän yliopiston tietojärjestelmätieteen opiskelijan kanssa. Kehitysprojektin tavoitteeksi tässä vaiheessa asetettiin telakortiston siirtäminen tietoverkkoon, jonka avulla oltiin suunniteltu päästävän eroon useista edellä mainituista ongelmista.

4.2 Projektin perustaminen, sen tavoitteet ja aikataulu

Seuraavissa alakohdissa selvitetään IPDM-projektin perustamisen kulku sekä projektille asetetut - myös tutkimukselliset - tavoitteet Rautpohjan telatehtaassa. Myös projektin aikataulu tullaan esittämään.

4.2.1 Projektin perustaminen

IPDM-projekti perustettiin virallisesti 19.12.1995. Ennen sitä oli ollut eri telatyyppien suunnittelijoiden edustajien ja järjestelmäkehittäjien kesken palaveri, jossa oli alustavasti keskusteltu projektin tavoitteista ja sisällöstä. IPDM-projektin johtoryhmä muodostui seuraavanlaiseksi: Projektin vetäjäksi valittiin sym-telojen suunnittelun ryhmänjohtaja, joka oli yksi niistä Rautpohjan telatehtaan työntekijöistä, jotka olivat eniten vaikuttaneet IPDM-projektin syntymiseen. Muita johtoryhmään kuuluvia henkilöitä olivat myynnin kaksi edustajaa, Rautpohjan järjestelmäkehityksen edustaja, edustajat sym-, imu- ja keski- ja putkitehojen suunnittelusta sekä järjestelmäkehittäjät, joiden rooli oli järjestelmän varsinaisen kehittämistyön toteuttaminen. Eri telatyyppien edustajien rooli projektissa oli järjestelmän tietosisällön ja toiminnan määrittäminen yhdessä järjestelmäkehittäjien kanssa. Myynnin edustajien tärkein tehtävä oli neuvoa Progress-järjestelmäkehittäjän - tietokannan hallintajärjestelmä, jolla uusi tietojärjestelmä päätettiin toteuttaa - käyttöä järjestelmäkehittäjille. Tärkeimmät kriteerit Progressin valintaan olivat sen positiiviset käyttökokemukset myynnissä ja jo ennen IPDM-projektia Rautpohjaan hankittujen Progress-lisenssien olemassaolo. Järjestelmän koodaamisessa päätettiin käyttää hyväksi Systla-ohjelmistotalon (WM-Data Oy) valmiita ohjelmapohjia, jotka oli tarkoitettu ensi sijassa SIM-järjestelmän kehittämistä varten mutta jotka sopivat suurelta osin sovellettaviksi myös kehitettävään telakortisto-tietojärjestelmään. Tutkielman tekijöillä oli Jyväskylän yliopistossa ohjaaja, jonka ensisijainen rooli oli pro gradu -tutkielman sisällöllinen ohjaus.

4.2.2 Projektin tavoitteet

IPDM-projektin päätavoite oli kehittää uusi telakortisto-tietojärjestelmä. Järjestelmän tietokannan tulisi olla relaatiopohjainen ja käyttöliittymän graafinen. Koska järjestelmää käyttäisivät monet ihmiset eri puolilta Rautpohjaa, tulisi järjestelmän olla käyttäjäystävällinen ja helppokäyttöinen. Uuden telakortisto-järjestelmän tulisi palvella niin suunnittelun, valmistuksen, huollon kuin myynninkin tietotarpeita. Päällekkäisyyttä ja ristiriitaisuutta telatiedoissa ei saisi

esiintyä. Lisäksi nykyisen suunnittelijoiden telakortisto-ohjelman tiedot noin 3400 telan osalta tulisi siirtää uuden järjestelmän tietokantaan. Verratessa keskenään projektin tavoitteita ja tuotemallia todettiin tuotemallin periaatteiden noudattaminen IPDM-projektin johtoryhmän ensimmäisissä kokouksissa tilanteeseen sopiviksi.

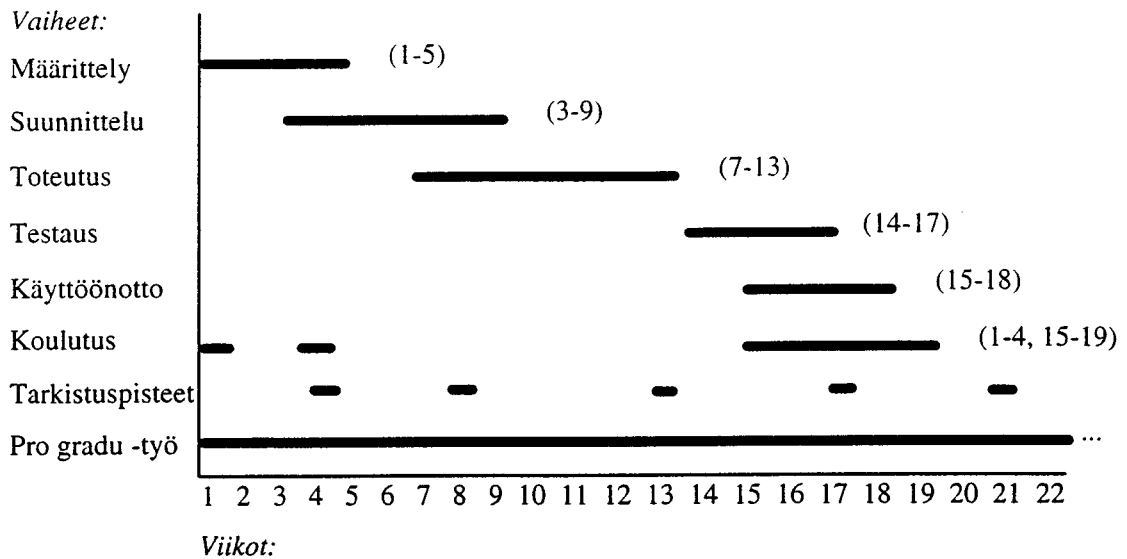
IPDM-projektin tutkimukselliseksi - samalla myös yhdeksi tutkielman - tavoitteeksi Rautpohjassa asetettiin sen tutkiminen, mitä muutoksia, etuja ja haittoja tuotemalliajattelun periaatteita noudattavan tietojärjestelmän käyttöönotto toisi tullessaan teloihin liittyvien tietojen hallintaan Rautpohjan telatehtaalla. Tiedonkeruumenetelminä tutkielmassa käytettiin tutkijoiden omaa havainnointia kehittämisprojektin aikana, suoritettujen suullisten haastattelujen analysointia ja telatehtaalla tuotettujen dokumenttien tarkastelua sekä alan kirjallisuuteen tutustumista. Benbasat ym. (1987) suosittelevat tapaustutkimuksessa käytettäväksi tiedonkeruumenetelmiksi dokumentaatioiden ja arkistojen tutkimista, haastatte- luja, tarkkailua ja työn varsinaisten tuloksien analysointia. Kaikkia heidän suo- sittelemiaan tiedonkeruumenetelmiä käytettiin ainakin jossain määrin tässä tut- kielmassa. Tapaustutkimus soveltuu hyvin uusille tutkimusalueille ja tilanteisiin, joissa pyritään luomaan uutta teoriaa (Eisenhardt 1989; Benbasat ym. 1987). Li- säksi tapaustutkimus on luontevin tapa kerätä tietoa prosessien, tässä tapaukses- sa keskitettyä tiedonhallintaa tukevan ja tuotemalliajatteluun pohjautuvan sovel- luksen suunnittelu- ja käyttöönottoprosessien, etenemisestä.

Tutkielman tekijät konstruoivat myös käyttäjätyytyväisyyttä selvittävän UIS-ky- selytutkimuksen Valmet Oy:n Rautpohjan telatehtaalla. Kyselytutkimus perustui toistomittaukseen ja tutkimuksen mittarina käytettiin kyselylomaketta, joka lä- hetettiin kahteen otteeseen niille Rautpohjan telatehtaan työntekijöille, jotka tu- lisivat käyttämään uutta järjestelmää säännöllisesti. UIS-kyselylomakkeen avulla pyrittiin selvittämään erityisesti vastaajien tyytyväisyyden tasoa teloihin liittyvän tiedonhallinnan osalta ennen ja jälkeen uuden telakortisto-tietojärjes- telmän käyttöönoton. Empiirisen kyselytutkimuksen kulku ja tulokset esitellään myöhemmin tutkielman luvussa kuusi. Tässä luvussa esitetyt asiat eivät pohjau- du tämän kyselytutkimuksen tuloksiin, vaan tutkielman tekijöiden havainnoin-

tiin ja työn tuloksiin Rautpohjan telatehtaalla 22.11.1995 - 1.12.1996 välisenä aikana.

4.2.3 Projektin aikataulu

Kuviossa 6 esitetään IPDM-projektin *suunniteltu* aikataulu viikon tarkkuudella vuoden 1996 aikana järjestelmän käyttöönottoon ja koulutuksiin saakka. Kuviossa 6 ei näy järjestelmän ylläpitoon mennyttä aikaa, jota kesti vuoden 1996 loppuun asti. Toteutunut aikataulu piti paikkansa järjestelmän määrittely- ja suunnitteluvaiheiden osalta. Suunnitellun aikataulun mukaisesti järjestelmäkehittäjät saivat myös myynnin edustajilta koulutusta Progress-järjestelmäkehittimen ja Systlan ohjelmapohjien hyväksikäytöstä määrittelyvaiheen aikana. Sen sijaan toteutus-, testaus-, ja käyttöönottovaiheet koulutuksineen viivästyivät kaikki noin kolme viikkoa Progress-järjestelmäkehittimen asennuksessa ja Systlan ohjelmapohjien uusimpien versioiden toimituksessa esiintyneiden viiveiden takia juuri ennen toteutusvaihetta. Kuitenkin uusi telakortisto-tietojärjestelmä saatiin tuotantokäyttöön kesäkuun alkuun mennessä, mikä oli alunperin tärkein tavoite projektin aikataulun suhteen. Kuviossa 6 olevassa aikataulussa esiintyvät tarkistuspisteet tarkoittavat projektin johtoryhmän kokouksia, joissa tarkasteltiin IPDM-projektin etenemistä ja tuloksia ja jotka pidettiin säännöllisesti noin kerran kuukaudessa.



KUVIO 6. IPDM-projektin suunniteltu aikataulu vuonna 1996.

Kesäkuun aikana uuden telakortisto-tietojärjestelmän käyttöön oikeuttavat luvat sai noin 40 Rautpohjan telatehtaan työntekijää, jotka olivat pääasiassa suunnittelijoita. Kesän kuluessa järjestelmän käyttäjämäärä kasvoi tasaisesti, ja uutta telakortisto-tietojärjestelmää käytti elokuun alussa jo yli 80 henkilöä eri puolilla Rautpohjaa. Tästä syystä järjestelmän käyttöönottoon liittyviä tehtäviä, kuten asennukset ja käyttäjälupien myöntämiset sekä uusien käyttäjien kouluttamiset, jouduttiin suorittamaan useasti vielä loppukesänkin aikana. Varsinaisen tutkielman kirjoittaminen aloitettiin kesäkuussa järjestelmän testauksien ja ensimmäisten käyttäjien koulutuksen jälkeen. Tuotetiedonhallintaa käsittelevään kirjallisuuteen oli perehdytty jo järjestelmän määrittelyvaiheen aikana vuoden 1996 alussa. Alunperin myös tutkielmaa oli aiottu kirjoittaa järjestelmän kehittämistyön rinnalla, mutta tämä osoittautui pian mahdottomaksi, sillä telakortisto-järjestelmän kehittäminen osoittautui täysipäiväiseksi työksi, jota tekivät pääasiassa vain tutkielman kirjoittajat. Kuitenkin kirjallisuuslähteiden ja muun tutkielmaan liittyvän materiaalin keräämistä ja analysointia ennätettiin tehdä myös järjestelmän kehittämistyön rinnalla.

IPDM-projektin kulku vaiheittain ja telakortisto-tietojärjestelmän kehittämisprosessi esitetään tutkielman liitteessä 2.

5 ROLLBASE 1.0 JA TUOTEMALLIAJATTELU

Luvussa esitellään aluksi toteutetun telakortisto-tietojärjestelmän rakenne ja ominaisuudet yleisellä tasolla. Rollbase-järjestelmän kehitystyössä pyrittiin noudattamaan tuotemalliajattelun periaatteita. Myöhemmin luvussa tarkastellaankin, miten tämä vaikutti järjestelmän kehittämisprosessiin ja sen suunnitteluideaaleihin sekä miten tämä ennen kaikkea näkyy tuotantokäytössä olevassa tietojärjestelmässä. Samalla pohditaan mm. tuotemalliajattelun periaatteiden sopivuutta tietojärjestelmän kehittämisprojektiin nojautuen siihen tietämykseen, joka tutkielman kirjoittaneille on tullut IPDM-projektin aikana. Luvun lopuksi arvioidaan, mitä etuja ja haittoja Rollbase-järjestelmästä on aiheutunut ja mitä muutoksia järjestelmä on tuonut ja tulee tulevaisuudessa todennäköisesti tuomaan mm. telatehtaan työntekijöiden työtapoihin ja eri toimintojen keskinäiseen toimintaan Rautpohjan telatehtaalla. Arviointi perustuu kehittäjien havainnointiin työnsä tuloksista ja käyttäjien mielipiteistä, jotka tulivat esille järjestelmän kehittämisen, käyttöönoton ja käytön aikaisissa haastatteluissa ja pala-vereissa.

5.1 Järjestelmän yleiskuvaus

Rollbase 1.0 on monenkäyttäjän telakortisto-tietojärjestelmä, jonka IPDM-projekti kehitti vuoden 1996 aikana. Järjestelmän käyttöliittymä on Windows-pohjainen, ja sen tiedot tallennetaan relaatiotietokantaan. Rollbase sisältää tietoja Rautpohjan telatehtaassa tehdyistä teloista ja paperikoneista sekä koneita ostaneista asiakkaista. Rollbase-järjestelmään on mahdollista syöttää tietoja myös erillis- ja kilpailijoiden teloista. Rollbase-järjestelmään on tuotu käytöstä poistetun telakortiston sisältämät telatiedot.

Järjestelmä on tarkoitettu käytettäväksi paperikoneiden myynnissä, telojen suunnittelussa, valmistuksessa ja huollossa sekä kaikissa muissa niissä toiminnoissa, jotka tarvitsevat työssään tietoja tehdyistä teloista. Järjestelmä on yhteis-

käyttöinen järjestelmä, jonka tarkoituksena on parantaa Rautpohjan telatehtaan välisten toimintojen yhteistyötä ja keskinäistä kommunikointia sekä teloihin liittyvää tiedonhallintaa. Mikäli järjestelmä havaitaan toimivaksi Rautpohjassa, voidaan se ottaa käyttöön myös muissa Valmetin toimipisteissä Suomessa ja myöhemmin ulkomailla. Vuoden 1996 loppupuolella järjestelmä otettiin käyttöön myös Karhulassa. Rautpohjan järjestelmää voivat käyttää yhtäaikaisesti kymmenet henkilöt (riippuu ostettujen Progress-lisenssien määrästä), sillä järjestelmä on käynnistettävissä tietoverkosta ja sen tietokanta sijaitsee palvelimella.

Rollbase sisältää moduulit sym-, imu- sekä keski- ja putkitelosten tietojen selaukselle, uusien telakorttien tekemiselle ja päivittämiselle, paperikoneiden tietojen selaukselle, syöttämiselle ja päivittämiselle sekä mill id -rekisterin (rekisteri Valmetin paperikoneasiakkaista) selaukselle. Järjestelmän avulla on mahdollista myös kirjata telakohtaisesti vapaamuotoisia kommentteja sekä huoltotoimenpiteitä. Järjestelmän käyttökieli on englanti, ja se tarjoaa käyttäjälle mahdollisuuden ottaa kymmenen erilaista standarditulostetta: telatyypikohtaiset telakortit ja listaukset kaikista teloista joko kokonaan tai käyttäjän rajaamin hakuehdoin sekä telaluettelo.

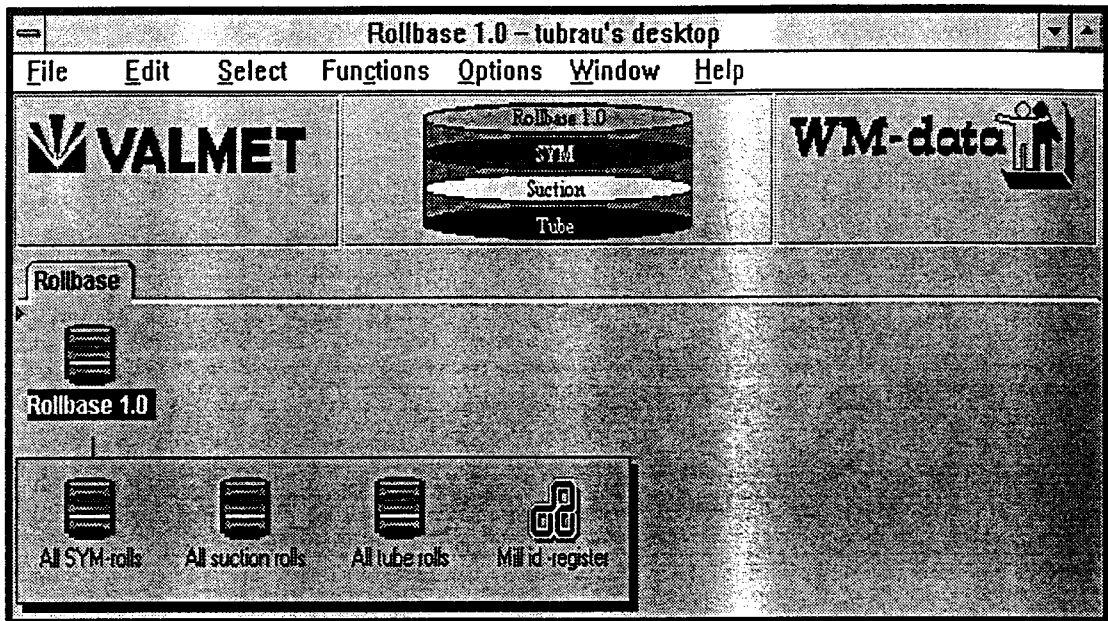
Koska Rollbase 1.0 on yhteiskäyttöinen järjestelmä, sen käyttäjät on jaettu kahdeksaan eri käyttäjäryhmään. Eri käyttäjäryhmiin kuuluvilla ihmisillä on erilaisia käyttöoikeuksia järjestelmässä (ks. LIITE 2 - 2.2 Käyttäjäryhmien määrittely) ja omat näkymät (desktops) järjestelmässä. Käyttöoikeudet joko rajaavat tai sallivat järjestelmän tietojen lisäys-, päivitys- ja poisto-oikeuksia. Kuitenkin kaikilla niillä, jotka saavat oikeudet järjestelmään käyttöön, on rajattomat oikeudet järjestelmän tietojen lukemiseen ja tulosteiden ottamiseen. Oikeus järjestelmän käyttöön on vain silloin kun käyttäjälle on annettu käyttäjäryhmäkohtainen käyttäjätunnus ja salasana sekä oikeus palvelimen käyttöön.

5.2 Järjestelmän rakenne ja ominaisuudet

Rollbase 1.0 -tietojärjestelmä koostuu viidestä eri sovelluksesta:

- * *Rollbase*: pääsovellusta käytetään paperikoneiden ja telojen ominaisuuksien ylläpitoon eli telakorttien laatimiseen sekä telakohtaisten kommenttien ja huoltotoimenpiteiden kirjaamiseen. Lisäksi tämä sovellus tarjoaa neljä erilaista tulostusmahdollisuutta: telaluettelo ja telatyypikohtaiset (sym-, imu- sekä keski- ja putkitelat) telakortit.
- * *All SYM-rolls*: tiedonhaku-sovellusta käytetään kaikkien sym-telojen tietojen selaukseen ja telan koneliitoksen (Uid) muuttamiseen. Lisäksi voidaan ottaa tuloste kaikista tai käyttäjän hakuehdoilla rajaamista sym-teloista.
- * *All suction rolls*: sovellus on samanlainen *All SYM-rolls* -sovelluksen kanssa sillä erolla, että se on tarkoitettu imutelojen tiedonkäsittelyyn.
- * *All tube rolls*: sovellus on samanlainen *All SYM-rolls* -sovelluksen kanssa sillä erolla, että se on tarkoitettu keski- ja putkitelojen tiedonkäsittelyyn.
- * *Mill id -register*: sovellusta käytetään paperikoneasiakkaiden tehdastietojen selailuun.

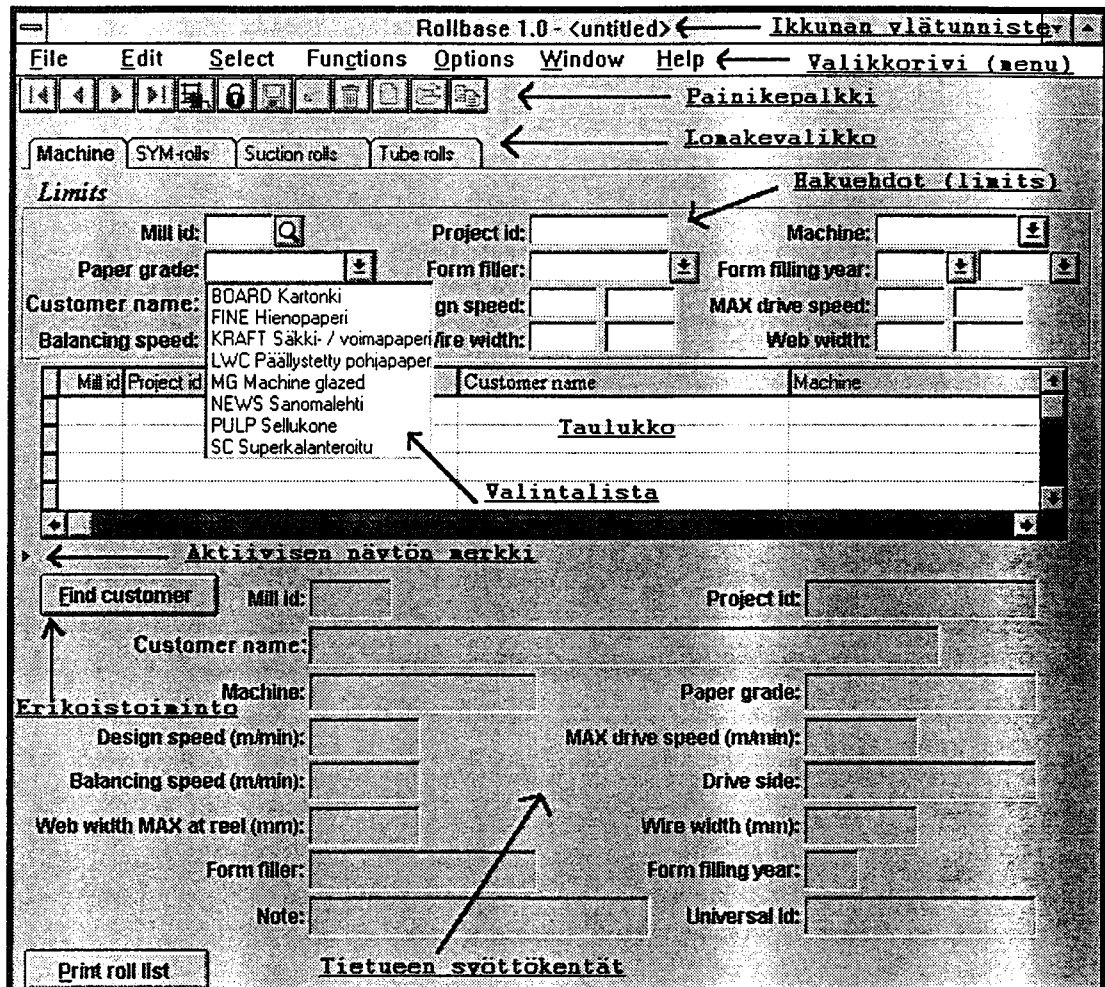
Edellisten sovelluksien lisäksi järjestelmässä on kaksi muuta sovellusta telojen telatyypikohtaisten juoksunumerosarjojen ja valintalistojen vaihtoehtojen ylläpitoa varten. Näiden sovelluksien käyttöluva on vain kolmella pääkäyttäjällä. Pääkäyttäjillä on myös valtuudet mennä järjestelmän kehitysympäristöön, joka on Progressin alaisuudessa. Sieltä he voivat muuttaa mm. järjestelmän suojausta tarvittaessa. Järjestelmän päänäyttö esitetään kuviossa 7. Järjestelmä koostuu yhteensä 40 näytöstä, jota jokaista varten on muokattu oma koodinsa.



KUVIO 7. Rollbase 1.0 -järjestelmän päänäyttö.

Kaikilla Rollbase 1.0 -järjestelmän käyttäjillä on myös oikeus "Progress Results"-nimisen sovelluksen käyttämiseen. Tämän Progressin kehittämän järjestelmän avulla voi käyttäjä mm. määrittää aivan millaisia tulosteita tahansa järjestelmän tietorekisterien tiedoista ja ottaa niistä listauksia tai tiedostoja mm. Exceeliin ja Wordiin.

Tutkielmassa ei tulla esittämään edellistä tarkempaa kuvausta järjestelmän toiminnallisuudesta ja rakenteesta, sillä sillä ei olisi hyötyä tutkielman kannalta. Lisäksi Rollbase on Valmetin sisäinen tietojärjestelmä, jonka tarkempi esittelyminen tässä yhteydessä saattaisi heikentää sen suojattavuutta. Kuitenkin järjestelmän näytöille yhteisiä ominaisuuksia on syytä esitellä tarkemmin. Olennaisimmat niistä on esitelty kuviossa 8, joka esittää paperikonetietojen muokkausnäyttöjä.



KUVIO 8. Rollbase-järjestelmän näyttöjen yleisiä ominaisuuksia.

Kuviossa 8 olevien Rollbase-järjestelmän näyttöjen yleisien ja yhteisten piirteiden nimeämisessä on käytetty pitkälti Systlan käyttämää terminologiaa. Ikkunan ylälaudassa olevan ylätunnisteen avulla käyttäjälle viestitään tietoa käsittelyn kohteena olevasta paperikoneesta tai näytöstä. Valikkorivillä on seitsemän valikkoa, joista käyttäjä voi valita yleisiä Windows-tyylisiä toimintoja, kuten leikkaa-liimaa, tai muuttaa ikkunan kokoa ja näyttöjen ulkoasua jne. Help-valikosta löytyy kenttien täyttöohjeet ja -suositukset telatyypittäin. Myös paperikoneen tietokenttien täyttöohjeet voi ottaa esille Help-valikosta. Tarvittaessa pääkäyttä-

jät voivat muokata näitä kenttäkohtaisia ohjeita, jotka on kirjoitettu RTF-formaatissa (Rich Text Format) olevaan tiedostoon.

Näyttöjen ylälaudassa on myös ns. painikepalkki, joka sisältää näyttöihin kohdistettavia toimintoja, joita käyttäjä voi valita. Ne painikepalkin toiminnot, jotka tietyllä näytöllä eivät ole toiminnassa tai joihin käyttäjällä ei ole oikeutta, ovat harmaina. Painikepalkki todettiin koulutuksissa nopeakäyttöiseksi ja havainnolliseksi. Painikepalkin toiminnot - kuten kaikki muutkin toiminnot - voi valita myös Functions-valikosta tai pikanäppäimillä. Painikepalkin toimintoja ovat järjestyksessä vasemmalta oikealle tietueiden selaukset rekisterin alkuun, yhdellä taaksepäin ja eteenpäin sekä rekisterin loppuun, näytön kloonauksen toiseksi aktiiviseksi näytöksi eli ikkunointi, toiminnon lukitseminen, tallennus, undo eli peruutus, poisto, näytön tyhjäys eli uuden tietueen luonti, tietueen päivitys ja tietueen kopiointi uudeksi. Näytön kloonauksen eli ikkunointi tarkoittaa sitä, että näytöstä herätetään uusi esiintymä näytölle. Molemmat näytön esiintymät toimivat normaalisti, eli niiden avulla voidaan selata ja syöttää tietoa jne. Ikkunointi-toimintoa voidaan käyttää hyväksi erityisesti tietojen vertailussa. Kuviossa 8 oleva lomakevalikko sisältää toisten näyttöjen ja ikkunoitten nimiä, joita painamalla päästään toisiin järjestelmän moduuleihin.

Rollbase-järjestelmän näytöt ovat kaksiosaisia. Ylemmässä osassa ovat hakuehdot (limits) eli ne tärkeimmät ominaisuudet, joiden mukaan tiettyä kohdetta (tietuetta) haetaan. Hakuehtoja täyttämällä voidaan rajata, mitä näytön keski-osassa olevaan taulukkoon haetaan. Jos yhtään hakuehtoa ei anneta, haetaan kaikki rekisterin tietueet taulukkoon, jota voidaan selata sekä horisontaalisesti että vertikaalisesti. Toisaalta, mitä enemmän hakuehtoja täytetään, sitä vähemmän tietueita taulukkoon ilmestyy. Hakuehto tulee voimaan välittömästi sen syöttämisen jälkeen automaattisesti, ja hakuehtoja voi yhdistellä rajattomasti. Tämä edistää monipuolista tiedonhakua. Lisäksi tietoja voidaan etsiä myös itse taulukossa siten, että painetaan sen sarakkeen otsaketta, jonka mukaan halutaan etsiä jotain tiettyä tietoja tai tietuetta. Tämän jälkeen syötetään sitten valittuun sarakkeeseen se hakuarvo, jonka mukaan erityinen toiminto haun suorittaa. Siten Rollbase-järjestelmässä paperikoneita ja teloja voidaan hakea minkä tahansa

niistä tallennetun tiedon perusteella. Hakuiehtoihin on liitetty valintalistoja, joista voidaan valita haluttu hakuarvo. Myös tämä nopeuttaa ja helpottaa tiedonhakua. Hakuiehtoja voidaan täyttää monella tavalla, mikä käy ilmi kuvion 9 esimerkeistä, jotka on tehty kuviossa 8 olevan näytön kahta hakuiehtoa varten. Hakuiehtoja on kahdenlaisia, tekstitietoa ja numeerista tietoa sisältäviä, ja niiden täyttäminen on erilaista (KUVIO 9).

Numeerinen hakuehto

Ominaisuus	I syöttöarvo	II syöttöarvo	Suoritettava haku
MAX drive speed (m/min)	0	0	$x \geq 0$
	1000	0	$x \geq 1000$
	1000	1200	$1000 \leq x \leq 1200$
	0	1200	$x \leq 1200$
	1200	1200	$x = 1200$

Merkkijono hakuehtona

Ominaisuus	Syöttöarvo	Suoritettava haku
Machine	(tyhjä)	* (haetaan kaikki)
	PM	PM* (haetaan ne, jotka alkavat "PM")
	*PM	*PM* (haetaan ne, joissa esiintyy "PM")

KUVIO 9. Hakuiehtojen toiminta.

Taulukosta valitaan haluttu tietue joko hiirellä tai näppäimistöltä, jolloin vastaava taulukon rivi tummennetaan ja näytön alaosaan ilmestyy valitun tietueen tiedot tietueen syöttökenttiin, joihin on liitetty valintalistoja. Kuviossa 8 esitetään myös ns. aktiivisen näytön merkki eli pieni vihreä kolmio, joka ilmoittaa käyttäjälle, mikä ikkunan näytöistä on aktiivinen, eli mihin näyttöön käyttäjän valitsema toiminto kulloinkin kohdistuvat. Käyttäjä voi vaihtaa aktiivista näyttöä hiirellä tai näppäimistöltä. Näytöllä voi olla myös ns. erikoistoimintoja, jotka ovat painikkeiden takana. Erikoistoiminnot ovat näytöistä riippuvaisia toimintoja, jotka eivät siten löydy valikkorivin valikoista. Erikoistoimintoja ovat mm. erilaisten tulosteiden ottamiset ja juoksunumeroiden varaamiset.

5.3 Tuotemalliajattelun soveltuminen järjestelmän kehittämiseen

Määrittelyvaiheen aikana telakortisto-tietojärjestelmälle asetettiin useita tavoitteita, suunnitteluideaaleja. Järjestelmän tuli tukea teloihin liittyvää tiedonhallintaa niin myynnissä, suunnittelijoiden keskuudessa, valmistuksessa kuin huollossakin. Uuden yhteiskäyttöisen telakortiston avulla tuli pystyä seuraamaan myös telan historiatietoja, eli mitä muutoksia telalle tehdään sen elinkaaren aikana. Järjestelmälle asetettiin myös yleisiä - hyvää tietojärjestelmää leimaavia - tavoitteita, joita ovat mm. järjestelmän käytön helppous sekä sen toiminnan nopeus ja luotettavuus. Koska järjestelmä tulisi olemaan tarkoitettu ennen kaikkea tiedonhallintaan, korostui myös vaivattoman tiedon syöttämisen ja haun merkitys määrittelyvaiheen aikana olleissa loppukäyttäjien haastatteluissa.

IPDM-projekti päätti noudattaa järjestelmän kehitystyössä ns. tuotemalliajattelun periaatteita, sillä Valmetilla oli olemassa lähdeaineistoa niistä ja ne todettiin käyttökelpoisiksi uuden telakortisto-tietojärjestelmän kehittämässä. Toisin sanoen, mikäli telakortisto-tietojärjestelmästä haluttiin toimiva systeemi Rautpohjaan, tuli sen noudattaa mahdollisimman tiiviisti tuotemalliajattelun keskeisimpiä periaatteita ja suosituksia.

Kirjallisuudessa on runsaasti kirjoituksia siitä, millainen tuotemalliajattelun mukaisen ohjelman tulisi olla, mutta ei juuri lainkaan mainintoja siitä, miten siihen perustuva tuotetiedonhallintajärjestelmä tulisi toteuttaa käytännössä. Tähän syyinä voi olla se, että tuotemalliajattelu on verrattain tuore ajattelutapa, jota on muovannut viime aikojen globaali kehitys mm. tuotantosektoreilla ja markkinoilla. Toisaalta tuotetiedonhallinnan kehittäminen on aina yrityskohtaista, joten mitään yleispätevää ohjenuoraa on mahdotonta antaa. Tästä syystä itse järjestelmän suunnittelu- ja toteutustyö oli pitkälle tutkielman tekijöiden vastuulla. Siinä pyrittiin käyttämään hyväksi hyvän systeemityön työskentelytapoja yhdistettynä tiiviiseen projektityöskentelyyn sekä tutkielman tekijöiden aiempia kokemuksia tietojärjestelmien kehittämisestä. Tuotemalliajattelun soveltaminen oli-

kin helpointa määrittelyvaiheessa, jonka aikana selvitettiin se, mitä uudessa järjestelmässä tuli olla ja mitä vaatimuksia sen toiminnalle haluttiin Rautpohjan telatehtaassa. Toisaalta määrittelyvaiheen ratkaisut, jotka oli tehty tuotemalliajattelun mukaisesti, heijastuivat lopullisen järjestelmän suunnittelu- ja toteutusprosesseihin sekä ulkoasuun ja suoritusaikaiseen toimintaan merkittävästi.

Seuraavissa aliotsakkeissa kuvataan, miten tuotemalliajattelua sovellettiin ja kuinka hyvin se ylipäätään soveltui IPDM-projektin aikana olleisiin järjestelmän määrittely-, suunnittelu-, toteutus- ja ylläpitovaiheisiin.

Määrittely

Tuotemalliajattelun - kuten ylipäätään kaikkien tietomallien - ydin on kattavan ja yksiselitteisen tuotetietomallin laatiminen kohdealueesta. Tuotetietomalli toteutettiin ER-mallinnusta käyttäen. Määrittelyvaiheen aikana haastateltiin useita kertoja eri toimintojen edustajia, minkä jälkeen eri näkemykset kohdealueesta yhdistettiin yhteen tuotetietomalliin. Näin pyrittiin varmistamaan se, että järjestelmä tulisi sisältämään tarvittavia teloihin liittyviä tietoja eri toimintojen näkökulmista, jotta järjestelmästä olisi hyötyä koko Rautpohjan laajuisesti. Lisäksi tutkielman tekijät vierailivat Tampereen ja Karhulan tehtailla, millä pyrittiin siihen, että järjestelmän tietosisältö vastaisi myös muiden telatehtaiden tietotarpeita. Tuotetietomallin tekemisessä huomioitiin erityisesti se, että teloista haluttiin tallentaa tietoja myös niiden elinkaarien ajoilta. Jotta järjestelmän sisältämät tiedot ja itse järjestelmä tulisivat olemaan yhteiskäyttöisiä, päätettiin järjestelmä tietokantoineen sijoittaa palvelimelle, jota voisivat käyttää samanaikaisesti useat henkilöt eri puolilla Rautpohjaa.

Tutkielman tekijät tutustuivat tuotemalliajattelua käsittelevään kirjallisuuteen määrittelyvaiheen alussa ja esittelivät ne sitten IPDM-projektin johtoryhmän kokouksessa ja määrittelyvaiheen aikana pidetyissä palaverissa eri toimintojen edustajien kanssa. Jos IPDM-projektia ei olisi muodostettu ja uusi telakortistojärjestelmä olisi kehitetty pelkästään esimerkiksi suunnittelun toimesta, olisi ollut vaarana, että järjestelmästä olisi tullut vain suunnittelun hyödynnettävissä

oleva järjestelmä. IPDM-projektin johtoryhmässä oli kuitenkin edustajia useammasta toiminnosta, ja näin pidettiin huolta siitä, että järjestelmä tehtäisiin koko Rautpohjaa varten. Tämä vaati luonnollisesti tavallista enemmän työtä ja palavereita eri puolilla Rautpohjaa, mutta näin saatiin selkeä kuva kehitettävästä järjestelmästä. Kaiken kaikkiaan tuotemalliajattelun periaatteet koettiin hyviksi tuotetiedonhallinnan kehittämisen yhteydessä. Ne kaikessa yksinkertaisuudessaankin selkeyttivät sekä systeemyötä tekeviä että haastateltavia ihmisiä siten, että ymmärrettiin se, kuinka kauaskantoista, monimuotoista ja laajaa työtä tuotetiedonhallinnan kehittäminen oikeastaan on ja mitä hyvän tuotetiedonhallintaratkaisun tulee lopulta sisältää. Tämä heijastui itse systeemyöhön ja ihmisten asenteisiin sekä loi visioita ihmisten mielissä tuotetiedonhallinnan ratkaisusta.

Tuotemalliajattelun periaatteiden ja tavoitteiden toteutumista tulee valvoa säännöllisesti järjestelmän kehittämistyön aikana, mitä varten on mielellään perustettava valvova elin erityisesti suurten tietojärjestelmäprojektien kohdalla. IPDM-projektissa valvovana elimenä toimi johtoryhmä, joka kokoontui kuukauden välein. Valvovan elimen tärkeä tehtävä on varmistaa myös se, että tuotetiedonhallintajärjestelmän suunnittelu- ja toteutusvaiheissa sovelletaan niitä tekniikoita, menetelmiä ja käytäntöjä, jotka mahdollistavat tuotemalliajattelun mukaisten määrittelyvaiheen tulosten toteutumisen ja jotta määrittelyvaiheen mukaisissa määrityksissä pysytään koko tietojärjestelmäprojektin ajan.

Vaikka tuotemalliajattelu osoittautui hyväksi ajattelumalliksi IPDM-projektin aikana, on sitä syytä kritisoida muutamasta seikasta. Ensinnäkin tuotemallin määritelmä on liian idealisoitu. Siinähan sanotaan, että *kaikki* tuotteen kattavaan ja yksiselitteiseen määrittämiseen tarvittava tieto sen *koko* elinkaaren ajalta on tallennettava tuotetietomallin mukaiseen yhteiskäyttöiseen tietokantaan. Tutkielman tekijät havaitsivat IPDM-projektin aikana lukuisia kertoja, että tämä on usein mahdotonta eikä se ole aina edes haluttavaa. Esimerkiksi Rautpohjan telatehtaalla on teloja tehty kauan ja niistä on tallennettu tietoja mitä erilaisimpiin rekistereihin, joilla on toisistaan erilaisia käyttäjiä ja siten käyttötarkoituksia. Koska telakortistosta haluttiin yhteiskäyttöistä järjestelmää, tuli miettiä tarkoin, mitä tietoja siitä tulisi löytyä. Jos järjestelmä sisältäisi runsaasti tietoja, jotka

olisivat relevantteja vain muutamille ihmisille, hämärtäisi se muiden käyttäjien kuvaa järjestelmän tietosisällöstä. Tämän ymmärsivät myös eri toimintojen edustajat, jotka oma-aloitteisesti karsivat määrittelyvaiheen aikana järjestelmän tietosisältömäärittelyksistä pois ne tiedot, jotka eivät ole olennaisia ja löytyvät toisista rekistereistä luotettavasti. Tuotetietomallin viimeisen version tulee olla kompromissiratkaisu, ja se tulee hyväksyttäväksi eri toimintojen edustajilla.

On myös selvää, että tuotetietomallin mukaiseen tietokantaan on turha yrittää siirtää kaikkia ennen uutta tuotetiedonhallintajärjestelmää tuotteesta olleita tietoja, jos niitä on paljon toisistaan poikkeavissa rekistereissä. Parempi ratkaisu usein onkin järjestää nämä vanhat tietorekisterit niin, että niistä löytyy luotettavasti ja nopeasti tuotteeseen liittyvää tietoa tietyistä ajankohdasta taaksepäin lukiin, ja uuteen tiedonhallintajärjestelmään tallennettaisiin sitten samaisesta ajankohdasta lähtien tuotteeseen liittyviä tietoja. IPDM-projektissa teloihin liittyviä tietoja sisältävät monet muutkin atk-pohjaiset ja manuaaliset järjestelmät Rautpohjassa, ja näiden tietojen päivittäminen tai edes vertaaminen uuden telakortiston tietosisällön kanssa olisi hyvin hankala tehtävä. Uuteen telakortistoon siirrettiin kuitenkin sitä edeltäneen järjestelmän tiedoista tärkeimmät tiedot, jotka kattavat ison osan teloihin liittyvistä tiedoista.

Tuotteen elinkaaren huomioon ottaminen tuotetietomallin tekemisessä on aiheellista, mutta sitä ei voida pitää itseisarvona, että tuotteen koko elinkaaren liittyvät tiedot tallennettaisiin tuotemalliajattelun mukaiseen tietokantaan. Tämä on ensinnäkin usein mahdotonta, mikäli tuote on esimerkiksi pitkäikäinen ja asiakas voi myydä sitä edelleen muualle, ja toiseksi se voi olla tarpeetonta, kuten kertakäyttötavaroiden osalta usein on. Esimerkiksi telojen kohdalla asiakkaat voivat huollattaa telojansa muissa kuin Valmetin huoltoyksiköissä, jolloin on mahdotonta tietää, mikä telan tila milläkin ajankohdalla on.

Telat ovat monimutkaisia tuotteita, joista suunnittelijat piirtävät CAD-ohjelmalla kuvia niiden suunnitteluvaiheessa. Puhdas tuotemalliajatteluhan edellyttäisi, että näihin kuviin tulisi olla jonkinlainen suora linkki telojen tiedonhallintajärjestelmästä. Koska Rollbase-järjestelmä toteutettiin Progress-sovelluskehittimel-

lä, tällaisen linkin tekeminen olisi ollut vaikeaa. Kuitenkaan IPDM-projektin aikana ei kukaan haastatelluista telatehtaan henkilöistä edes esittänyt vaatimusta siihen, koska siitä ei heidän mielestään ollut riittävästi hyötyä. Päinvastoin, järjestelmät haluttiin pitää erillään, eikä kuvien sisältämiä tarkkoja telatietoja haluttu uuden järjestelmän tietokantaan. Kuten eräs suunnittelija sanoi, kuva kertoo enemmän kuin tuhat sanaa, ja koska kuvat on helposti saatavilla, ei niissä olevia erittäin tarkkoja mittatietoja tule tallentaa uuteen telakortistoon. Uudessa telakortistossa riittikin, että telatietueisiin tallennetaan pelkästään kuvien piirustusnumerot, joiden avulla vastaavat suunnittelukuvat löytyvät nopeasti. Myös muita vastaavia viitetietoja voidaan tallentaa järjestelmän avulla teloista. Toki uuteen telakortistoon tallennetaan lisäksi keskeisimmät mittatiedot teloista asiakkaan ja niiden huoltamisen kannalta, mutta tarkimmat tiedot löytyvät teloista piirretyistä kuvista. Uutta telakortistoa voidaan näin ollen pitää aika perinteisenä tietojärjestelmänä: sillä on relaatiopohjainen tietokanta ja tietokannan hallintajärjestelmä. Tämä ei kuitenkaan merkitse sitä, että se ei olisi toimiva tuotetiedonhallintaratkaisu. Tähän vaikutti ne seikat, että järjestelmä oli määritelty huolella tuotemalliajattelun periaatteita noudattaen ja Progress-sovelluskehittimellä pystyttiin toteuttamaan määrittämiä vastaava järjestelmä. Jos CAD-kuvista olisi haluttu suora linkki uuteen telakortistoon, olisi tilanne ollut aivan toinen, paljon hankalampi.

Rollbase-järjestelmään ei tallenneta aivan kaikkia telatietoja, kuten graafiset piirustukset ja valmistuksen etenemisen seurantaluvut. Rollbase-järjestelmästä löytyy sellaista tietoa, josta voi olla hyötyä monelle toiminnolle, mikä edistää järjestelmän yleiskäyttöisyyttä. Sellaisen telatiedon, jonka joku muu toiminto on kirjannut vain omaan tarpeeseensa, löytäminen voi olla siis vieläkin hankalaa. Pääasiassa tällaista tietoa eivät toiset toiminnot kuitenkaan tarvitse, mutta poikkeuksia aina löytyy. Rollbase-järjestelmästä löytyy kyllä viitetietoja tällaisiin tietoihin, kuten piirustusnumerot, mikä helpottaa tiedonhakua joka tapauksessa näidenkin tietojen osalta. Mutta kumpi on suurempi haitta järjestelmän keskiverkoykäyttäjälle, sekö, että 90 prosenttia tiedoista löytyy nopeasti yhdestä järjestelmästä, vaiko se, että loput 10 prosenttia on tiedon etsijän etsittävä muutoin. Telatietoja on niin monenlaisia, että niiden kaikkien tuominen yhteen tietovaras-

toon on jo ajatuksena utopistinen. Ja jos vaikka tällainen järjestelmä onnistutaisiin jollakin tapaa toteuttamaan, järjestelmästä tulisi vääjäämättä raskas, hidas ja huono tietoturvaltaan, mikä johtaisi taas siihen, että toiminnot suosisivat loppujen lopuksi omia järjestelmiään vastoin yleisiä yrityksen normeja. Ja miksi integroimaan kaikkea pelkästään integroinnin vuoksi? Jos ihmiset ovat tottuneet etsimään tiedon jostakin tietystä paikkaa, miksi siirtämään - keinotekoisesti - tuo tietovarasto esimerkiksi toiseen, integroituun järjestelmään, jossa ei esimerkiksi ole samanlaisia graafisia mahdollisuuksia kuin alkuperäisessä (vrt. suunnittelu- ja piirustusohjelmat).

Tuotetiedonhallintaa kehitettäessä on mietittävä tarkoin, mitkä ovat käytännön resurssit ja mitä kehitettävässä tuotetiedonhallintaratkaisussa todella tarvitsee olla, jotta siitä on tarpeeksi hyötyä. Onkin jotenkin omituista ajatella, että tuotetietomalli voitaisiin laatia kokonaan laitteistosta ja ohjelmistoista riippumattomasti, kuten puhdas tuotemalliajattelu edellyttää. Mm. Björk (1990) sekä Huuskonen ja Ala-Lahti (1992) nimittäin kirjoittavat, että tuotetietomallin tulee määritellä vain se, mitä tietoa malliin tallennetaan, ei sitä, kuinka nuo tiedot tallennetaan tietueiksi ja tiedostoiksi. Tämä voi olla riskialtista ja voi johtaa määrityksiin, joita ei voida lainkaan toteuttaa. Järkevintä olisi tehdä ensin tuotetietomallista ohjelmistoista ja laitteistoista kokonaan riippumaton versio, jotta niihin liittyvät tekijät eivät rajoittaisi mallin sisältöä. Tämän jälkeen olisi sitten syytä tarkastella laitteistoympäristöä, ohjelmistoja ja tuotetiedonhallinnan kehittämiseen varattuja resursseja, ja suhteuttaa tuotetietomalli käytännön realiteetteihin ja tehdä siihen tarvittavat muutokset - pilvilinnoja on turha rakennella.

Tuotemalli on ehkä tahallisesti määritelty kärjistetysti, jotta yritykset todella miettivät sitä soveltaessaan tarkkaan tuotteeseen liittyviä tietoja eri näkökulmista ja ajankohdista katsottuna, joten sanat 'kaikki' ja 'koko' ovat tuotemallin määrityksessä tässä mielessä paikallaan.

Suunnittelu ja toteutus

Suunnitteluvaiheen aikana selvitettiin, miten määrittelyvaiheen aikana syntyneet määritykset voitaisiin toteuttaa käytännössä toteutusvaiheessa. Järjestelmän suunnittelu- ja toteutusvaiheissa pitäydettiin määrittelyvaiheen määrittelyissä, jotka noudattivat tuotemalliajattelun periaatteita edellä mainituin poikkeuksin. Koska tuotemalliajattelun soveltamisesta käytännössä tietojärjestelmän toteutustasolla ei ole kirjoitettu juuri lainkaan, jouduttiin ratkaisut tekemään oman tietämyksen ja kokemuksen turvin. Myös Progress-sovelluskehitin ja Systlan valmiit ohjelmapihjat johdattelivat järjestelmän suunnittelu- ja toteutustyön etenemistä. Koska Systla on erikoistunut tuotetiedonhallintajärjestelmien kehitykseen, oli sen toimittamissa ohjelmapihjoissa runsaasti valmiita ominaisuuksia, joita voitiin käyttää Rollbase-järjestelmässä ja jotka tukivat määrittelyvaiheen määrityksien realisointia. Progress-järjestelmäkehitin havaittiin IPDM-projektin yhteydessä hyväksi työkaluksi. Se on moderni ja monipuolinen ohjelma, jonka avulla voidaan tehdä nopeasti näyttäviä sovelluksia. Ainoastaan tulosteiden määrittämisen vaikeus ja käyttäjänoppaiden vähäinen käytännön esimerkkien määrä heikensivät Progressin käyttöä. Kaiken kaikkiaan kaikki määrittelyvaiheen aikana tehdyt järjestelmämääritykset, jotka IPDM-projektin johtoryhmä hyväksyi vahvistaessaan toteutettavan järjestelmän rajausehdotuksen, pystyttiin sisällyttämään Rollbase-järjestelmään.

Tarkasteltaessa lopullisen järjestelmän näyttöjen ulkoasua ja järjestelmän toimintaa voidaan havaita useita ominaisuuksia, jotka konkretisoivat tuotemalliajattelua. Järjestelmä ja sen - eri toiminnoille yhteinen - tietokanta on sijoitettu palvelimelle, joten niitä voivat käyttää samanaikaisesti kymmenet henkilöt eri puolilta Rautpohjaa. Järjestelmän asennus mikroille on nopeaa, ja koska järjestelmä on kiinteästi yhdessä paikkaa palvelimella, on järjestelmän ylläpito ja suojaaminen asiattomalta käytöltä helppoa. Eri toiminnot pääsevät käsiksi te-loihin liittyviin tietoihin nopeasti ja vaivattomasti. Järjestelmän käyttäjä voi etsiä haluamansa tiedon ja ottaa sen käyttöönsä ilman tiedon tuottajan apua tai tiedon muunnosta järjestelmästä toiseen, mikä on Halttusen ja Hokkasen (1995) mukaan yksi keskeisimmistä tuotetiedonhallintajärjestelmän tavoitteista.

Tietokanta on tehty järjestelmän määrittelyvaiheessa määritellyn tuotetietomallin mukaisesti, ja siihen voidaan tallentaa tietoja erityyppisistä teloista, paperikoneista, asiakkaista ja kilpailijoista sekä telojen huolloista ja niiden historiasta. Näin ollen tietokantaa voidaan pitää kattavana ja kumulatiivisena, ja siitä onkin merkittävää hyötyä eri telalinjan ja huollon toiminnoille Rautpohjassa. Juuri kattavuus ja kumulatiivisuus ovat mm. Huuskosen ja Ala-Lahden (1992) mielestä keskeisimpiä vaatimuksia hyvälle tuotetietomallin mukaiselle tietokannalle. Koska Rollbase-järjestelmää käyttävät useat eri ihmiset eri toiminnoista, on järjestelmän helppokäyttöisyyteen kiinnitetty erityistä huomiota: näytöt on suunniteltu käyttäjien näkökulmasta, ne sisältävät havainnollistavaa grafiikkaa ja standardoitua terminologiaa sekä käyttäjä saa esille tarvittaessa syöttökenttäkohtaiset täyttöohjeet. Koska tiedonhaku on eittämättä tärkein Rollbase-järjestelmän käyttökohde, on se tehty mahdollisimman tehokkaaksi ja helppokäyttöiseksi. Lisäksi järjestelmästä löytyy paljon ennalta täytettyjä valintalistoja, joiden avulla tietokenttien ja hakuehtojen täyttäminen helpottuu. Valintalistojen avulla käyttäjien toimintaa myös ohjataan oikeaan suuntaan esimerkiksi siten, että jos järjestelmän käyttäjät syöttävät johonkin tietokenttään tietoa valintalistaa hyödyntäen, on tämän tietokentän sisältämä tieto eheää ja Rautpohjan standardien mukaista ja siten paremmin haettavissa tiedonhaussa.

Ylläpito

Järjestelmän ylläpito, joka vaatii koodaamista tai näyttöjen muokkaamista, kuuluu luonnollisesti tietojärjestelmäasiantuntijoiden tehtäviin. Rollbase-järjestelmässä on kuitenkin useita ylläpitotehtäviä, jotka pääkäyttäjät voivat tehdä itse. Pääkäyttäjät voivat mm. muokata järjestelmän sisältämiä ohjeita, muuttaa järjestelmän suojausta ja muokata valintalistojen arvoja. Näin pääkäyttäjät voivat kehittää Rollbase-järjestelmää vastaamaan paremmin telatehtaan tarpeita vielä IPDM-projektin jälkeenkin, eikä tule sitä klassista tilannetta, että hyväkin järjestelmä poistuu pian tuotantokäytöstä, kun sitä ei voida ylläpitää vaivattomasti ja pienin kustannuksin vastaamaan ajan tuomia, väistämättömiä muutoksia.

5.4 Tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittämisen vaikutukset

Tässä kohdassa esitettävät seikat siitä, miten Rollbase-järjestelmä on vaikuttanut ja tulee vaikuttamaan Rautpohjan telatehtaassa, perustuvat tutkielman tekijöiden eli Rollbase-järjestelmän kehittäjien havainnointiin ja kanssakäymisiin Rautpohjan telatehtaan työntekijöiden kanssa IPDM-projektin ja järjestelmän käyttöönoton jälkeisen ylläpitovaiheen aikana. Järjestelmän ylläpitovaihe kesti puoli vuotta, ja toinen tutkielman tekijöistä vastasi siitä Rautpohjassa päätyönsä ohella. On huomattava, että osa seuraavassa esitetyistä asioista on ennusteita siitä, miten kehitetty telakortisto-tietojärjestelmä tulee vaikuttamaan Rautpohjassa ylläpitovaihetta pitemmällä ajanjaksolla tulevaisuudessa. Edellytyksenä tietenkin on se, että Rollbase-järjestelmä tulee vakiinnuttamaan paikkansa Rautpohjan muiden tietojärjestelmien rinnalla.

Seuraavassa selvitetään ensiksi, mitä etuja ja haittoja Rollbase-järjestelmän kehittämisestä oli havaittavissa Rautpohjan telatehtaalla. Sitten esitellään niitä järjestelmän tuomia muutoksia, joiden voidaan ajatella olevan samalla sekä etuja että haittoja. Kohdan lopussa ennustetaan järjestelmän kehittämisestä todennäköisesti aiheutuvia etuja ja esitetään kaikki käsitellyt edut ja haitat taulukon 3 yhteenvedossa.

Saavutettuja etuja

Teloihin liittyvien tietojen hankinta ja mieleenpalauttaminen sekä jalostaminen tulee nopeutumaan ja helpottumaan telatehtaalla Rollbase-järjestelmän ansiosta. Olennaisimmat telatiedot on tallennettu keskitetysti yhteen paikkaan, johon pääsy on nopeaa ja vaivatonta. Järjestelmän tietokannasta on löydettävissä niin suoranaisesti teloihin liittyviä tietoja kuin asiakas- ja huoltotietoja, jotka ennen tallennettiin hajautetusti toimintojen sisäisesti eri puolille telatehdasta. Koska Rollbase-järjestelmää käyttävät useat eri telatehtaan toimintoja edustavat työntekijät, järjestelmän tietokantaan tallennetaan *olennaisimmat* teloihin liittyvät

tiedot, jotka kattavat kuitenkin suurimman osan kaikista telatiedoista. Loput teloihin liittyvät tiedot, jotka ovat olennaisia vain tietyn toiminnon näkökulmasta, tallentuvat entiseen tapaan toimintojen itsensä ylläpitämiin tietorekistereihin. Kaiken kaikkiaan samojen telatietojen monenkertainen kirjoittaminen kuitenkin vähenee huomattavasti Rollbase-järjestelmän aktiivisen käytön myötä eri toimintoissa. Myös telatietojen oikeellisuutta ja yhtenäisyyttä voidaan edistää tallentamalla ne Rollbase-järjestelmään, sillä se sisältää mm. valmiita valintalistoja, joita käyttämällä kirjoitusvirheiden ja synonyymien käyttöä voidaan vähentää, kun tieto syötetään yleisien standardien mukaisesti.

Luonnollisesti myös teloihin liittyvien tietojen välitys tulee nopeutumaan Rollbase-järjestelmän ansiosta. Esimerkiksi huollon edustajat voivat saada esille telan suunnittelutiedot ilman yhteyden ottamista suunnitteluun. Lisäksi telatietojen tarkempi analysointi ja niistä raporttien tekeminen helpottuu ja nopeutuu, sillä tietokannan tietosisältöön voidaan kohdistaa monimutkaisia kyselyjä, joiden tuloksista voidaan ottaa yhteenvetoja erilaisten tulosteiden muodossa. Tämä oli useiden telasuunnittelijoiden mielestä hyvin vaikeaa mm. vanhassa telakortistossa. Kun teloihin liittyvät tiedot tallennetaan systemaattisesti samaan tietokantaan, ovat ne nopeasti saatavilla monien vuosienkin jälkeen sieltä, vaikka telatehtaan henkilöstö vaihtuisikin tulevaisuudessa. Erityisesti uudet työntekijät saavat nopeasti yleiskuvan niin teloista kuin niihin liittyvistä tietojenkäsittelyrutiineista Rollbase-järjestelmän kautta. Tiedon etsimiseen ja välittämiseen kuuluu aikaa ja vaivaa vähemmän kuin ennen, ja aikaa jää näin muiden työtehtävien suorittamista varten, kun yksinkertainen rutiinityö vähenee. Myös eri toimintojen välinen tiedonvälitys tulee kohentumaan.

Ohjelmallisesti Rollbase-järjestelmä on moderni. Se sisältää sellaisia lisätoimintoja, joita ei ennen ollut olemassa muissa telatietoja sisältävissä järjestelmissä: mm. tietokannan tiedoista voidaan ottaa nopeasti listauksia esimerkiksi Exceliä varten ja tallennuksen yhteydessä tietokantaan tallennetaan myös tiedon lisäys- ja muutosajankohdat, joita voidaan käyttää hyväksi tietojen ylläpidossa ja mahdollisissa ongelmatilanteissa. Koska Rollbasen käyttöliittymä on graafinen ja käyttöympäristö mikrotietokoneympäristö, on sen käyttö helpompaa erityisesti

niille Rautpohjan työntekijöille, jotka vierastavat merkkipohjaisia käyttöliittymiä ja suurkoneympäristöä.

Rollbase-järjestelmän käyttöönotto Rautpohjassa tuo mukanaan etuja, jotka tulevat realisoitumaan todennäköisesti parin kolmen vuoden kuluessa. Jo IPDM-projektin aikana käytiin keskusteluja siitä, että jo muutaman vuoden kuluttua olisi mahdollista, että telakortisto haluttaisiin sisällyttää yhdeksi Lotus Notesin sovellukseksi, joka olisi käytössä Valmetissa maailmanlaajuisesti. Nyt Progressilla toteutettu telakortisto onkin entistä helpommin siirrettävissä Lotus Notesin tai minkä tahansa muun alaiseksi kuin sitä edeltänyt Fortranilla koodattu sovellus. Rollbase-järjestelmällä on relaatiotietokanta ja sen rakenne ja toiminnot on kuvattu edeltäjänsä tarkemmin. Jo nyt telatietojen levittäminen globaalisti on helpompaa kuin ennen. Rollbase-järjestelmän tiedoista voidaan ottaa käyttäjän määritysten mukaisia listauksia suoraan mm. Excelliin, josta ne voitaisiin edelleen siirtää Lotus Notesin tai internetin avulla laajempaan jakeluun vaikka ulkomaille. Valmet on panostanut viime aikoina erityisesti huoltopisteidensä kehittämiseen, ja mm. nopea telatietojen maailmanlaajuinen levitys edistää juuri huollon toimintaa. Edelleen, mikäli Rollbase-järjestelmä osoittautuu käyttökelpoiseksi, voidaan se ottaa asteittain käyttöön tietoliikenneyhteyksiä hyväksi käyttäen myös muissa Valmetin telatehtaissa Suomessa, jolloin eri puolilla olevat telakortistot olisivat suorassa yhteydessä Rautpohjassa sijaitsevaan yhteiseen tietokantaan. Hyödyksi tulevaisuudessa voidaan lopuksi mainita myös se, että IPDM-projektin ja tämän tutkielman myötä on Rautpohjaan kertynyt tietämystä tuotetiedonhallinnasta ja tuotetietojen hallintaan tarkoitettun järjestelmän kehittämistyöstä, mistä voi olla merkittävää apua tietojärjestelmien kehittämishankkeissa Rautpohjassa tulevaisuudessa.

Telatehtaalla teloihin liittyviä tietoja on perinteisesti välitetty paperimuotoisina ja puhelimen välityksellä. Rollbase-järjestelmän ansiosta tiedon lähettäjä hyötyy: hänen ei enää tarvitse käyttää työenergiaansa tiedon välittämiseen muille niin paljon kuin ennen. Tiedon vastaanottaja toisaalta joutuu etsimään tiedon järjestelmästä, kohdistamaan siihen kyselyjä ja ottamaan tulosteita. Näin tiedon vastaanottajan työmäärä voi tässä mielessä kasvaa. Tiedon välitykseen tarvittava

työ ikäänkuin vaihtaa vain suorittajaa. Toisaalta tiedon välittämiseen erityisesti paperimuotoisena menee aikaa usein useita päiviä, eikä tiedon vastaanottaja saa aina niitä tietoja, joita hän alunperin oli halunnut heti ensimmäisellä kerralla. Rollbase-järjestelmässä tiedonhaku on tehty mahdollisimman nopeaksi ja helppoksi, eikä tiedonhaku siinä vie paljon aikaa, ja käyttäjä saa esille varmasti haluamansa tiedot. Tulosteiden ottamisen suhteen olisi paikallaan selkeä asenne-muutos: tiedot ovat selattavissa selkeästi järjestelmän näyttöjen kautta, eikä niistä tarvitsisi näin ollen ottaa joka kerta tulosteita. Myös tiedon tuottajan työ-määrän voidaan katsoa lisääntyvän tiedon syöttämisen ja tallentamisen yhteydessä Rollbase-järjestelmään. Tämä on kuitenkin minimaalinen vaiva siitä, min-kä tiedon syöttäjä säästää tiedon levittämisessä muualla puhelimitse tai muilla keinoilla.

Aiheutuneita haittoja

Rollbase-järjestelmän käyttöönotto Rautpohjassa toi mukanaan myös joitain haittoja. Järjestelmän toiminnassa ilmeni aluksi lieviä virheitä, joiden korjaami-nen aiheutti pieniä käyttökatkoja. Muutenkin verkotetussa mikrotietokoneym-päristössä esiintyy yleensä enemmän toimintavirheitä kuin suurkaneympäristös-sä, ja näin kävi myös Rollbase-järjestelmän käyttöönoton yhteydessä. Muutaman kuukauden kuluttua järjestelmän käyttöönotosta järjestelmän toiminta oli kuitenkin jo moitteetonta.

Myös uuden järjestelmän opettelu ja levitys vei oman aikansa. Rautpohjan tela-tehtaalla on käytössä monia tietojärjestelmiä, ja jo tämän takia Rautpohjan työntekijöistä saattoi tuntua työläältä opetella uuden järjestelmän käyttöä. Kui-tenkin ihmiset tiesivät hyötyvänsä Rollbase-järjestelmästä ja toimintojen ryh-mänvetäjät toisaalta odottivat alaistensa opettelevan järjestelmän käyttöä, mikä helpotti järjestelmän käyttöönottoprosessia huomattavasti. Ihmisten intoa kuvas-taa hyvin se, että Rollbase-järjestelmän käyttäjälupia kolmen kuukauden jälkeen sen valmistumisesta oli myönnetty 80 henkilölle, mikä oli noin 40 prosenttia ennustettua enemmän.

Etuna ei voida pitää myöskään niitä investointikustannuksia, jotka Rollbase-järjestelmän kehittämiseen menivät. Progress-lisenssit, palvelin ja tutkielman tekijöiden palkkaus aiheuttivat luonnollisesti investointikustannuksia Rautpohjan telatehtaalla. Ajallisesti resursseja kului myös niiden Rautpohjan työntekijöiden, jotka osallistuivat IPDM-projektiin, osalta. Kuitenkin järjestelmän kokonaiskustannuksia voidaan pitää pieninä, sillä Progress-järjestelmäkehitin oli ollut käytössä Rautpohjassa jo ennen IPDM-projektia eivätkä suoranaiset palkkakustannukset olleet suuria verrattuna saavutettuihin etuihin, jotka tuovat säästöä telatehtaalle järjestelmän käytön myötä.

Haittatekijänä voidaan pitää myös sitä, että Rollbase-järjestelmän aktiivisen käytön myötä perinteinen viestintä voi vähentyä telatehtaan eri toimintojen välillä. Teloihin liittyvä tieto kulkee järjestelmän kautta paikasta toiseen ilman suoria ihmiskontakteja. Toisaalta ihmisten työ helpottuu, eikä tarvita esimerkiksi turhia puheluja jonkun yksinkertaisen telatiedon selvittämiseksi. Rollbase-järjestelmä tuo siten toisia toimintoja lähemmäksi tiedon yhteiskäytön avulla, mutta onko se hyvä, että tiedon siirto tapahtuu järjestelmän kautta. Ongelmaa voidaan pitää lähinnä vain teoreettisena telatehtaalla, sillä Rautpohjan viestintä perustuu perinteisesti palavereihin, sähköpostiin ja puhelimen käyttöön. Voidaankin ajatella, että Rollbase-järjestelmän käyttö vähentää ns. turhia kontakteja, jolloin luodaan aikaa muille työtehtäville ja ihmiskontakteille.

Negatiivista voi olla myös se, että joidenkin järjestelmien käyttäjien kohdalla työtehtävien määrä voi ainakin aluksi kasvaa jonkin verran. Järjestelmän pääkäyttäjille on nimittäin annettu tehtäviksi mm. järjestelmän osittainen ylläpito ja käyttäjälupien myöntäminen. Nämä tehtävät voivat kuormittaa heidän työtään, mutta toisaalta heidän mielestään oli positiivista se, että he voivat itse kehittää järjestelmää edelleen.

Yhteenveto vaikutuksista

Kaiken kaikkiaan integroitua tuotetiedonhallintaa tukevan tietojärjestelmän käyttöönotolla oli ja tulee todennäköisesti olemaan enemmän positiivia kuin negatiivisia vaikutuksia Rautpohjan telatehtaassa. Taulukossa 3 esitetään vielä kertauksen vuoksi tuotemalliajattelun mukaisen Rollbase-järjestelmän kehittämisen ja käyttöönoton tuomia etuja ja haittoja Rautpohjassa järjestelmän kehittäjien näkökulmasta katsottuna. Tutkielman tekijöiden havaitsemat edut ovat hyvin samankaltaisia kuin mitä kirjallisuudesta on löydettävissä (mm. Williams 1991; Bray 1988; Date 1981; Halttunen & Hokkanen 1995). Integroidun tuotetiedonhallinnan kehittämisen aiheuttamista haitoista ei kirjallisuudesta ollut mainintoja.

TAULUKKO 3. Tuotetiedonhallintajärjestelmän tuomat haitat ja edut Rautpohjan telatehtaassa.

Edut	Haitat
* Tiedon välittäminen nopeutuu.	* Järjestelmän kehittämisen ja levittämisen investointikustannukset.
* Tiedon hakeminen helpottuu.	* Uuden tietojärjestelmän opettelu.
* Eri toimintojen välinen tiedonsiirto paranee.	* Joidenkin käyttäjien työmäärä saattaa lisääntyä aluksi.
* Raportointi ja yhteenvetojen tekeminen helpottuu.	* Lisääntyneet käyttäjämäärät voivat aiheuttaa tietoturvaongelmia.
* Samojen tietojen moninkertainen syöttäminen vähenee.	* Järjestelmän ylläpitovaiheen aikana ilmenneet käyttökatkot.
* Tiedot ovat kaikkialla yhteneväisiä ja samalla tavalla syötettyjä.	* Verkotetussa mikrotietokoneympäristössä saattaa ilmetä enemmän toimintavirheitä kuin suorkoneympäristössä.
* Tiedot säilyvät keskitetysti, vaikka työntekijät vaihtuisivat.	* Perinteinen viestintä vähenee.
* Uusien työntekijöiden on helpompi sisäistää teloihin liittyvä tietojenkäsittely järjestelmän käytön kautta.	
* Turhat puhelut ja muut yhteydenotot vähenevät.	
* Vastaavan järjestelmän kehittäminen tulevaisuudessa on helpompaa kuin ennen Rautpohjassa.	
* Tietojen globaali levitys on mahdollista.	
* Järjestelmän käyttöympäristö on aikaisempaa helpompi tavallisille käyttäjille.	
* Järjestelmä on helposti siirrettävissä.	

6 EMPIIRINEN TUTKIMUS TUOTETIEDONHALLINTAJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖNOTON VAIKUTUKSISTA

Tässä luvussa kuvattavan kyselytutkimuksen ensimmäisenä tutkimusongelmana oli selvittää, mitä vaikutuksia tuotetiedonhallinnan kehittämisellä ja tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönotolla on tutkielman toimeksiantajayrityksessä. Tutkielman tekijät osallistuivat telojen tuotetiedonhallintaan tarkoitetun Rollbase 1.0 -tietojärjestelmän kehittämisprojektiin ja käyttöönotetun järjestelmän ylläpitoon yli vuoden ajan Valmet Oy:n Rautpohjan telatehtaassa. Tutkimusongelmaa rajattiin siten, että niiden tekijöiden selvittäminen, joilla olisi vaikutusta ensisijaisesti käyttäjätyytyväisyyteen, oli tutkimuksen keskeisin tavoite. Käyttäjätyytyväisyyden muuttumisen selvittämiseksi tutkielman tekijät konstruivat Rautpohjan telatehtaalla toistomittaukseen perustuvan kyselytutkimuksen. Kyselylomakkeet lähetettiin niille telatehtaan työntekijöille, jotka tarvitsivat telatietoja työssään viikoittain. Kyselytutkimuksen avulla pyrittiin selvittämään ennen ja jälkeen tuotemalliajatteluun pohjautuvan tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönoton käyttäjien käyttäjätyytyväisyys, tuotetiedonhallinnan yleinen taso sekä se, mitä järjestelmiä teloihin liittyvien tietojen hallintaan kulloinkin käytettiin. Kyselytutkimuksen toisena tavoitteena oli tutkia sitä, miten hyvin kiistelty UIS-menetelmä (User Information Satisfaction) soveltuisi käyttäjätyytyväisyyden mittaukseen tutkielman esimerkkitapauksessa.

Luvun alussa tarkastellaan UIS-menetelmää käsittelevän kirjallisuuden keskeisiä seikkoja tutkielman kannalta sekä sitä, miten tietojärjestelmän onnistumista ylipäätään voidaan mitata. Sen jälkeen selvitetään käyttäjätyytyväisyyskyselyjen kulku ja tutkimusongelmat, kyselyjen analysoinnissa käytetyt tilastolliset menetelmät sekä tietojenkeruuvälineenä olleen kyselylomakkeen sisältö. Tämän jälkeen esitetään kyselytutkimuksen tulokset jaoteltuna kolmeen alakohtaan kyselyssä olleiden eri osioiden perusteella. Luvun kahdessa viimeisimmässä kohdassa esitetään tutkielman tekijöiden yhteenveto empiirisestä tutkimuksesta sekä johtopäätökset UIS-menetelmän soveltuvuudesta käyttäjätyytyväisyyden mittaamiseen tutkielman mukaisessa tapauksessa.

6.1 Käyttäjätyytyväisyys (user satisfaction)

Käyttäjätyytyväisyyttä tarkasteltaessa on ensiksikin mietittävä sitä, miten tietojärjestelmän onnistumista voidaan ylipäättään mitata ja millaisia menetelmiä on olemassa. Seuraavissa alakohdissa käsitellään näitä asioita. Havainnoivaan lähestymistapaan pohjautuva UIS-menetelmä ja sen soveltamisessa havaittuja ongelmia tullaan esittelemään tarkemmin.

6.1.1 Onnistumisen mittaaminen

Tietojärjestelmän onnistumisen mittaamiseen käytetyt keinot voidaan jakaa yleisellä tasolla kolmeen eri lähestymistapaan (Saarinen 1991):

1. *Normatiivinen lähestymistapa* perustuu tietojärjestelmän mallinnukseen ja sen vaikutusten laskennalliseen arviointiin etukäteen.
2. *Realistinen lähestymistapa* perustuu tietojärjestelmän todellisten tulosten (outcomes) mittaamiseen, esimerkiksi analysoidaan toimintaeroja tarjottaessa tietoa erilaisilla tavoilla päätöksentekijöille.
3. *Havainnoiva lähestymistapa* perustuu järjestelmän käyttäjien tekemiin subjektiiviseen arviointeihin järjestelmästä.

Koska tietojärjestelmillä on monia epäsuoria vaikutuksia, jotka hankaloittavat järjestelmien vaikutusten suoranaista mittaamista, ovat normatiivinen ja realistinen lähestymistapa hankalia toteuttaa (Saarinen 1991). Osittain juuri tämän takia on tutkielman kyselytutkimuksessa päädytty käyttämään havainnoivaa lähestymistapaa.

Koska usein on vaikeaa tai jopa mahdotonta mitata tietojärjestelmän arvoa vain sen vaikutuksien perusteella organisaation toimintoihin, on Saarisen (1991) mukaan tarpeen käyttää seuraavia onnistumista arvioivia "sijais"mittareita:

- * ne muutokset, jotka vaikuttavat organisaation prosesseihin ja ovat tärkeitä sen toiminnalle,
- * tietojärjestelmän käyttö,
- * tietojärjestelmän laatu ja
- * tietojärjestelmän kehitys.

6.1.2 UIS ja siinä esiintyvät ongelmat

Käyttäjätyytyväisyydellä mitataan käyttäjän uskomuksia siitä, kuinka hyvin järjestelmä vastaa hänen vaatimuksiaan ja odotuksiaan. UIS-menetelmää (User Information Satisfaction) voidaan pitää sijaismittarina mitattaessa järjestelmän onnistumista ja tehokkuutta (Ives ym. 1983).

Käyttäjätyytyväisyyden mittaamiseen on olemassa monia välineitä. Useimmat niistä on kehitetty olemassaolevan UIS-kirjallisuuden pohjalta ja testattu käytännössä haastatteluissa, kyselytutkimuksissa ja näiden yhdistelmissä. (Shirani ym. 1994.)

Mittausvälineissä on kuitenkin joitakin ongelmia, jotka vaikuttavat niiden luotettavuuteen, yleistettävyyteen ja yleiseen hyväksikäyttöön (mm. Shirani ym. 1994; Saarinen 1991). Joitakin näistä ongelmista UIS-menetelmän osalta käsitellään seuraavien alaotsakkeiden yhteydessä.

Teoreettisen taustan puuttuminen

Asteikot ja kysymykset, jotka muodostavat mittarin, on yleensä kehitetty haastatteluiden ja kyselyiden perusteella. Kirjallisuus, johon viitataan, on luotu myös samalla periaatteella, eli sekin perustuu tehtyihin haastatteluihin ja kyselyihin. (Shirani ym. 1994.) Saarisen (1991) mukaan UIS ei mittaakaan tietojärjestelmän vaikutuksia eikä sen kehitystarpeita. Käyttäjätyytyväisyyden mittarina olevaa kyselylomaketta tehtäessä siihen olisikin sisällytettävä myös niitä kysymyksiä, joilla pyritään selvittämään juuri tietojärjestelmän erityisvaikutuksia ja kehitystarpeita.

Likert-tyyppisten asteikkojen ongelmat

Likert-tyyppiset asteikot (esimerkiksi kysymykseen vastattava vaihtoehdoilla 1 - 5, jotka sanallisesti merkitsevät vaihtoehtoja "täysin eri mieltä ... täysin samaa mieltä") ovat keskeinen osa olemassaolevia mittareita. Niiden käyttö aiheuttaa kuitenkin ainakin kahdenlaisia ongelmia. Ensinnäkin on mahdotonta tietää, kuinka johdonmukaisesti eri tekijät vaikuttavat annettuna ajankohtana tai yksi tekijä eri ajankohtina vaikuttaa annettuihin vaihtoehtoihin (Galletta & Lederer 1989). Tämä voi aiheuttaa analysointivaiheessa ongelmia tarkasteltaessa vastauksia eri yksilöiden välillä, jos ei tiedetä tutkimukseen vaikuttaneita taustatekijöitä tarpeeksi hyvin.

Toiseksi Likert-asteikot tarjoavat melko pelkistetyin mittarin yksilön mieltämään "todelliseen" asteikkoon verrattuna. Vastaajan valintamahdollisuudet rajoitetaan asteikolle, jonka tutkija on ennalta määrännyt ja johon vastaajat soveltavat semanttisesti erilaisia adjektiiveja. Esimerkiksi kaksi tehtäviensä muutoksiin tyytymätöntä työntekijää, joista toinen eroaa ja toinen jatkaa töitä, voivat Likert-tyyppisellä asteikolla päätyä samaan tyytymättömyysastetta osoittavaan vaihtoehtoon. Voimakkaat tunteet eivät tule esille Likert-asteikolla tehdyissä tutkimuksissa. Niillä voi olla kuitenkin oleellisempi merkitys järjestelmän onnistumisen kannalta kuin mitatuilla tuntemuksilla. Samoin pienet erot vaihtoehtojen välillä eivät ole huomattavissa jatkuvien numeroiden puuttuessa Likert-asteikosta. (Shirani ym. 1994.) Menetelmä voi olla tehokas, jos arvioidaan täyttä onnistumista tai epäonnistumista, mutta tietojärjestelmät yleensä sijoittuvat näiden välimaastoon. Ne voivat onnistua jossain, olla keskinkertaisia toisessa ja epäonnistua jossain muussa suhteessa täysin. Jokaisen tilanteen luonnetta ei voida mitata yksitasoisella menestyksen mittauksella. (Saarinen 1991.)

Käyttäjän taitojen ja organisaatiokontekstin huomioimatta jättäminen

Useimmat instrumenteista painottavat järjestelmän tuotteisiin ja palveluihin. Yllättävää on, että väline, joka on suunniteltu käyttäjätyytyväisyyden mittaami-

seen, ottaa heikosti huomioon käyttäjän henkilönä. (Shirani ym. 1994.) UIS ei myöskään ota huomioon modernia tietojärjestelmäympäristöä (Doll & Torkzadeh 1988). Nykyään useat järjestelmät ovat monikäyttöisiä ja yhden työn tekemiseen voidaan käyttää useita ohjelmia, joten näin ollen ei voida olla täysin varmoja siitä, mitä käyttäjä itse asiassa arvioi.

Käyttöönoton jälkeinen lähtökohta tutkimuksissa

Suurin osa käyttäjätyytyväisyyttä mittaavista välineistä on kehitetty haastatteluihin ja kyselyihin perustuen, joissa tutkitaan vastaajan kokemuksia olemassa olevasta järjestelmästä. Näin ollen ne suuntautuvat pelkästään käyttöönoton jälkeisen tilanteen mittaamiseen (mm. Shirani ym. 1994). Olisi erittäin hyödyllistä pystyä mittaamaan käyttäjän asenteita kehitettävää järjestelmää kohtaan ennen järjestelmän käyttöönottoa. Näin ollen pystyttäisiin vähentämään mahdollista tyytymättömyyttä tulevaa järjestelmää kohtaan muokkaamalla järjestelmää ja organisaatiota, kouluttamalla käyttäjiä ja tekemällä muita tarvittavia muutoksia ennen kuin järjestelmä otettaisiin varsinaiseen käyttöön.

6.2 Kyselytutkimus

Kohdassa kuvataan tutkielman tekijöiden läpiviemän kyselytutkimuksen tutkimukselliset ongelmat, tutkimusaineiston keräämis- ja analysointitavat, tutkimuksen yleinen kulku sekä kyselylomakkeen ulkoasu ja sisältö perusteluineen. Varsinaiset tutkimustulokset johtopäätöksineen esitetään kohdissa 6.3 - 6.5.

6.2.2 Tutkimusongelmat ja tutkimuksen yleinen kulku

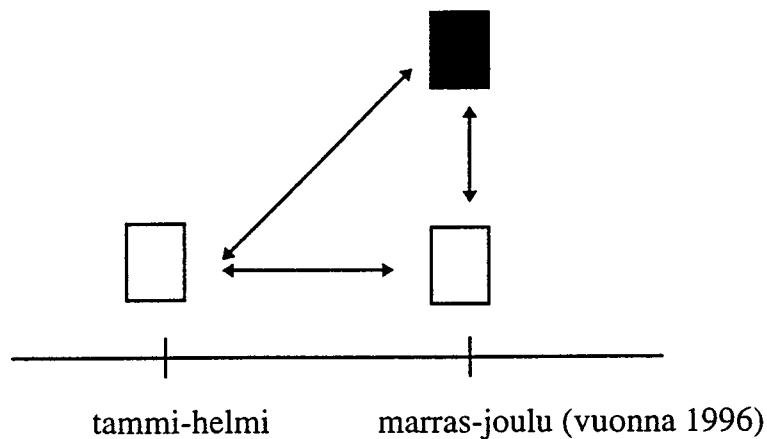
Kyselytutkimuksen päällimmäisenä tutkimusongelmana oli selvittää, muuttuisiko vastaajien käyttäjätyytyväisyyden taso ja käsitys telojen tuotetiedonhallinnan tilasta tuotemalliajatteluun pohjautuvan Rollbase 1.0 -tuotetiedonhallintajärjestelmän valmistumisen ja käyttöönoton myötä. Toisena tavoitteena oli selvittää,

miten hyvin UIS-menetelmä sopisi käyttäjätyytyväisyyden mittaamiseen tutkielman esimerkkitapauksessa.

Ensimmäisellä kyselykierroksella, joka tapahtui noin viisi kuukautta ennen Rollbase 1.0 -järjestelmän käyttöönottoa, pyrittiin selvittämään jo olemassaolevan telojen tiedonhallintajärjestelmän tila käyttäjätyytyväisyyden ja tuotetiedonhallinnan tasojen mittaamisen avulla. Telojen tiedonhallintajärjestelmällä tarkoitettiin ensimmäisellä kyselykierroksella kaikkia niitä tietokoneistettuja ja manuaalisia järjestelmiä sekä toimintamenetelmiä, joita vastaajat käyttivät teloihin liittyvien tietojen hallinnassaan. Tämä siksi, että Rautpohjan telatehtaan työntekijät käyttivät hyvin monia järjestelmiä teloihin liittyvien tietojen tallentamisessa, hyväksikäytössä ja etsimisessä. Myös se, mitä järjestelmiä vastaajat käyttivät ennen Rollbase 1.0 -järjestelmän kehittämistä ja kuinka tärkeiksi he kokivat ne, kysyttiin ensimmäisellä kyselykierroksella. Jatkossa kaikkien näiden jo olemassaolevien järjestelmien muodostamasta kokonaisuudesta käytetään nimitystä vanha tuotetiedonhallintajärjestelmä.

Ensimmäisen kyselykierroksen aikana telojen tiedonhallintaympäristö oli ollut hyvin heterogeeninen ja keskittämätön, minkä vuoksi Rautpohjan telatehdas oli halunnut saada uuden ja erityisesti toimintojensa tietojenkäsittelyä integroivan järjestelmän. Toisen kyselykierroksen aikana tämä uusi tietojärjestelmä oli ollut käytössä viitisen kuukautta. Tällöin vastaajia pyydettiin arvioimaan käyttäjätyytyväisyytensä ja havaitsemansa tuotetiedonhallinnan taso telojen osalta sekä *käyttöönotetun* Rollbase 1.0 -järjestelmän että *vanhan* tuotetiedonhallintajärjestelmän osalta. Uudestaan kysyttiin myös se, mitä järjestelmiä vastaajat käyttivät teloihin liittyvien tietojen hallinnassaan ja kuinka tärkeiksi he kokivat ne. Tutkimuksessa oletettiin, että kyselyyn vastanneet vastasivat molemmilla kyselykerroille saman vanhan järjestelmän osalta, mitä voitiin pitää totena kyselyn tuloksia analysoitaessa, sillä niin vähän vastausten keskiarvot poikkeavat toisistaan eri ajankohtina vanhan järjestelmän osalta. Kyselylomakkeen ulkoasu ja kysymykset olivat samat kuin edelliselläkin kyselykerralla, mutta jokaisen kysymyksen osalta vastaajat joutuivat arvioimaan tilannetta sekä vanhan että uuden telojen tuotetiedonhallintajärjestelmän kesken. Näin ollen toisen kyselykierroksen

jälkeen voitiin selvittää, olisivatko vastaajien käyttäjätyytyväisyys ja heidän arvionsa telojen tuotetiedonhallinnan yleisestä tasosta muuttuneet uuden tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönoton myötä. Samalla voitiin tutkia myös sitä, olisivatko vastaajien käsitykset myös vanhasta telojen tiedonhallintaympäristöstä muuttuneet Rollbase 1.0 -järjestelmän kehittämisen myötä. Kuviossa 10 esitetään vielä grafiikan avulla kyselyjen ajankohdat ja rakenne. Tyhjä laatikko kuvastaa UIS-kyselyä vanhan järjestelmän ja musta laatikko uuden järjestelmän osalta. Nuolilla ilmaistaan kyselyjen keskinäiset vertailut.



KUVIO 10. UIS-kyselyjen ajankohdat.

6.2.3 Aineiston kerääminen ja haastatellut ihmiset

Tutkimusta voidaan pitää kokonaistutkimuksena, sillä vastaajiksi valittiin kaikki ne Rautpohjan työntekijät, joiden arvioitiin käyttävän Rollbase 1.0 -järjestelmää säännöllisesti sen valmistuttua. Säännöllinen käyttö määriteltiin noin kerran viikossa tapahtuvaksi. Arviot siitä, ketkä Rautpohjan työntekijät olisivat järjestelmän säännöllisiä käyttäjiä, perustuivat järjestelmän määrittelyvaiheen aikana tehtyihin haastatteluihin eri toimintojen edustajien kanssa. Kyselylomake lähetettiin alunperin 58 Rautpohjan työntekijälle, ja he jakautuivat eri toimintoihin seuraavasti:

<u>TOIMINTO</u>	<u>KYSELYYN VALITTUJEN MÄÄRÄ</u>
* myynti / tarjous:	8,
* suunnittelu:	35,
* valmistus:	5,
* service eli huolto:	10.

Ensimmäisellä kyselykierroksella helmikuussa -96 kyselyyn vastanneiden määrä oli 39, joista yksi jouduttiin hylkäämään, sillä kyselylomakkeessa ei ollut vastaajan nimeä (vastausprosentti hyväksytyjen lomakkeiden osalta oli näin 65,5). Koska analysointimenetelmämme perustui kahden riippuvan otoksen keskiarvojen vertailuun, oli vastaajan nimi tutkimuksemme kannalta kriittinen tieto. Koska tarkoituksena oli tehdä nimenomaan vertaileva tutkimus, lähetettiin kyselyt uudestaan vain niille, jotka olivat vastanneet ensimmäiseen kyselyyn. Toisella kyselykierroksella sisäisessä postissa lähetettiin uudestaan 38 kyselylomaketta, joista 19 lomaketta saatiin takaisin. Yksi kyselylomake jouduttiin hylkäämään kokonaan vastauksissa olleiden epäloogisuuksien - vastaukset tyyliin 1,1,1... - takia, sillä ne olisivat vääristäneet tutkimuksen lopullisia tuloksia merkittävästi otoskoon ollessa loppujen lopuksi melko alhainen (31 % kaikista kyselyyn alunperin valituista). Lisäksi kahdessa kyselylomakkeessa oli todennäköisesti unohdettu täyttää yksi kyselylomakkeen osio, mutta muuten ne hyväksyttiin tutkimusaineistoksi.

Toisella kyselykierroksella ihmetystä aiheutti melko vähäinen vastausprosentti (47,4 %), vaikka tutkielman tekijät laittoivat houkuttimiksi kaikkien vastanneiden kesken arvottavat palkinnot. Syiksi vastaamatta jättämiseen arveltiin kyselykierroksen huonoa ajoitusta (pikkujouluaika), työkiireitä ja matkoja. Lisäksi Valmetilla oli selvitettävissä samanaikaisesti useita muita laadunvalvontaan ja kehitysprojekteihin liittyviä mittareita, joten yhtenä syynä vastausprosentin alhaisuuteen saattoi olla myös liian usein toistuvat kyselyt.

Tutkimusaineisto analysoitiin SPSS-ohjelman avulla. Menetelmänä käytettiin kahden riippuvan perusjoukon keskiarvovertailua (mm. Riukulehto & Huhtala 1992). Tämän studentin t-testin avulla verrattiin ensiksi vastaajien mielipiteitä

vanhan järjestelmän osalta eri ajankohtina keskenään (noin kymmenen kuukauden aikaero kyselykerroilla). Tämän jälkeen verrattiin aikaisempia vanhan järjestelmän käyttäjätyytyväisyyslukuja uuden järjestelmän vastaaviin lukuihin kahdella eri tavalla: aikaisempi kysely verrattuna uuteen sekä toisen kyselykierroksen tulokset keskenään - toisella kyselykierroksella oli kysytty vastaajien mielipiteet uudestaan myös vanhan järjestelmän osalta. Studentin t-testin tuloksena saatiin todennäköisyysarvot siitä, kuinka merkitseviä havaitut muutokset verrattavissa keskiarvoissa olivat, minkä jälkeen vertailtiin vielä t-testistä riippumattomasti laskettuja keskiarvoja keskenään kysymyskohtaisesti. Studentin t-testissä olevien oletuksien, että havaintoparit muodostavat riippumattoman otoksen ja että vastinparien erotukset ovat perusjoukossa normaaliset, oletettiin olevan voimassa.

6.2.4 Kyselylomake

Aineiston keräämisessä käytettiin kyselylomaketta (LIITE 3), jonka esitysmuodon ja sisällön suunnittelun lähtökohtana käytettiin Baroudin ja Orlikowskin (1988) kehittämää lyhytmuotoista tyytyväisyysmittaria. Mittarin kysymyksiä kuitenkin muokattiin, koska sellaisenaan se mittaisi lähinnä vain loppukäyttäjien yleistä tyytyväisyyttä ja sitoutuneisuutta järjestelmäkehitykseen (Doll & Torkzadeh 1988). Myös tutkielman tekijöiden mielestä käyttäjätyytyväisyyttä tulee mitata lisäksi järjestelmäkohtaisilla kysymyksillä, jotta mittaria voitaisiin pitää kattavana ja luotettavana. Niinpä kyselylomakkeeseen sisällytettiin lisäksi kysymyksiä, joiden avulla pyritään selvittämään myös tuotetiedonhallinnan yleistä tasoa, eli toisin sanoen niitä tekijöitä, joihin Rollbase 1.0 -järjestelmän kehittämisellä alunperin pyrittiin. Liitteenä (LIITE 3) olevassa kyselylomakkeessa nämä kysymykset löytyvät "Tuotetiedonhallinnan taso"-osiosta. Tuotetiedonhallintaa käsittelevissä kysymyksissä kysytään käytännönläheisesti esimerkiksi sitä, kuinka hyvin eri toiminnot voivat välittää teloihin liittyviä tietoja toisilleen ja asiakkaille. Tuotetiedonhallinnan tason mittaamisessa käytetyt suljetut kysymykset (16 kappaletta) ovat tutkielman tekijöiden laatimia. Näistä kolme kysymystä sisältää myös avoimen jatkokysymyksen vastaajan vastatessa myönteävästi. Kysymysten sisältöjen mietinnässä käytettiin apuna Halttusen ja Hokka-

sen (1995) tutkimusta "Tuotetiedonhallinta. Taustaa ja ratkaisuvaihtoehtoja." Kysymyksillä pyrittiin selvittämään mm. kohdeyrityksen telojen tuotetiedonhallintajärjestelmän vaikutuksia eri toimintojen yhteistyöhön, tiedonvälitykseen, asiakaspalveluun, tiedonsaantiin, prosesseihin, tuotekustannuksiin, laatuun, valvontaan ja työympäristöön.

Kirjallisuudesta löydetty kysymykset olivat hyvin yleispäteviä ja samalla rajoituneita, kuten esimerkiksi kysymykset, onko järjestelmä käyttäjystävällinen tai tehokas. Tällaiset kysymykset on sijoitettu kyselylomakkeessa otsikon "Tyytyväisyyden taso" alle. Tyytyväisyyttä mittaavat suljetut kysymykset (18 kappaletta) ovat peräisin viidestä eri lähteestä: Doll & Torkzadeh (1988), Igbaria & Nachman (1990), Montazemi (1988), Srinivasan (1985) ja Ives ym. (1983). Näistä tutkimuksista on poimittu vain ne kysymykset, jotka ovat olennaisia juuri käyttäjätyytyväisyyden mittaamisessa.

Mittarissa otettiin käyttöön myös vaihtoehto ? eli "en osaa sanoa" (EOS), koska sen arvioitiin parantavan mittarin luotettavuutta. Näin pystyttiin karsimaan pois ne vastaukset, joihin vastaajalla ei olisi ollut todellista mielipidettä. Jos EOS-vaihtoehtoa ei olisi kyselylomakkeessa ollut, vastaaja olisi joutunut valitsemaan jonkun vaihtoehdon väliltä 1 - 5, vaikka hänellä ei olisikaan ollut riittävää tietämystä tai edes mielipidettä asiasta. Tällainen vastaaminen saattaa usein toistua väärin tutkimuksen tuloksia merkittävästi. Useinhan kyselylomakkeissa oletetaan, että vastaaja valitsee sen keskimmäisen eli neutraalimman vaihtoehdon siinä tapauksessa, jos hänellä ei ole varsinaista mielipidettä asiasta tai halua vastata kysymykseen. Tätä olettamusta voidaan pitää virheellisenä tämän tutkimuksen osalta, sillä joidenkin - nähtävästi vaikeiden - kysymysten osalta moni valitsi en osaa sanoa -vaihtoehdon.

Kyselylomakkeella oli lisäksi ns. yleisiä kysymyksiä, joita olivat vastaajan nimi, hänen käyttämänsä järjestelmät - myös manuaaliset - telojen tiedonhallinnassa (kysyttävänä järjestelmän käyttötiheys ja tärkeys vastaajalle) sekä lomakkeen viimeinen kysymys, johon vastaaja saattoi antaa vapaamuotoisia parannusehdotuksia (kolme tärkeintä) kyselyn kohteena olleelle järjestelmälle.

6.3 Tutkimuksen tulokset

Kyselytutkimuksen tulokset on esitetty kolmessa seuraavassa alakohdassa taulukoiden avulla. Jokaisen taulukon jälkeen on kuvattu merkittävimmät esille tulleet seikat sekä johtopäätökset mahdollisista vaikuttimista. Ensimmäisessä alakohdassa käsitellään kyselylomakkeen ensimmäistä osiota, jossa mitattiin järjestelmien käyttöiheyksiä ja vastaajien arviointeja järjestelmien tärkeyksistä. Seuraavaksi käsitellään kyselylomakkeen "Tyytyväisyyden taso"- ja "Tuotetiedonhallinnan taso"-osioiden (ks. LIITE 3) tulokset erillisinä omissa alakohdissaan.

Tulevissa taulukoissa esitetään ensiksi kysymys ja sitten sen saama t-testin todennäköisyysarvoarvo siitä, kuinka merkitsevä muutos on havaittavissa vastausten välillä *kahtena eri ajankohtana vanhan ja uuden* tuotetiedonhallintajärjestelmän *välillä* tai pelkästään *vanhan* järjestelmän *osalta kahtena eri ajankohtana*. T-testejä on taulukoissa 5 ja 6 kolme, sillä ensimmäisessä t-testissä verrataan pelkästään vanhaa järjestelmää itseensä ensimmäisen ja toisen kyselykierroksen vastauksien osalta, sitten vanhaa ja uutta järjestelmää keskenään ensimmäisen ja toisen kyselykierroksen vastauksien perusteella, ja lopuksi verrataan uudestaan vanhaa ja uutta järjestelmää pelkästään viimeisimmän kyselykierroksen pohjalta.

Kaikkien t-testien nollahypoteesi oli se, että kahden perusjoukon keskiarvot olisivat olleet yhtä suuret. Tässä tutkimuksessa kiinnosti tietenkin enemmän päinvastainen hypoteesi, eli olisivatko kahden perusjoukon keskiarvot toisistaan poikkeavia ja kuinka merkitsevästi. T-testin laskemista todennäköisyysarvoista muutoksien merkittävyyksistä keskiarvoissa on tummennettu taulukoissa ne, jotka ovat väliltä 0,1 - 0,000. Tuolle arvovälille osuva t-testin p-arvo osoittaa tilastotieteen mukaan riittävän suurta t-testin testisuureen arvoa, jotta havaitulla muutoksella keskiarvoissa olisi merkitsevyyttä. Jos t-testin p-arvo arvo on välillä 0,1 - 0,05, on muutoksella suuntaa antava merkitys. Jos arvo on välillä 0,5 - 0,01, on tulos melkein merkitsevä. Arvoväli 0,01 - 0,001 tarkoittaa merkitsevää

ja 0,001 - 0,000 erittäin merkitsevää tulosta. Jatkossa merkitsevyys-sanana sijasta käytetään sanaa merkittävyys.

Taulukoissa olevat keskiarvot on laskettu suoraan kaikista annetuista - ja tietenkin hyväksytyistä - vastauksista, eli ei ole käytetty t-testin yhteydessä laskettuja keskiarvoja, vaan on haluttu tutkia, nousevatko samat tulokset esiin myös toisella, paljon yksinkertaisemmalla menetelmällä. Keskiarvoista on tummennettu ne arvot, joita vertaamalla tulisi päätyä samaan tulokseen kuin vastaavat t-testitkin. Tutkielman tekijät ovat kursivoineet myös sellaiset taulukoissa olevat kohdat, joilla t-testin mukaan ei olisi ollut erityistä merkitystä, mutta missä keskiarvot ovat kuitenkin selvästi muuttuneet. Tämä aiheutui siitä, että koska t-testissä vertaillaan kysymyksittäin vastauksien vastinpareja keskenään, niin kaikki en osaa sanoa -vastaukset ja kokonaan vastaamatta jääneet vastaukset eivät sisälly t-testiin, jolloin myöskään niiden havaintoparit eivät sisälly t-testiin. Näin ollen t-testin laskemat keskiarvot ja samalla sen antamat tulokset voivat olla hyvinkin harhaan johtavia verrattuna "oikeisiin" keskiarvoihin. Näin kävi tässä tutkimuksessa kuitenkin vain kolmen kysymyksen osalta. Keskiarvoja on seuraavissa taulukoissa luonnollisesti yhtä monta kuin t-testejäkin, joita taulukoissa on kolme, lukuunottamatta taulukkoa 4, jossa esitetään järjestelmien käyttöön ja arvostukseen liittyviä asioita, jotka kysyttiin vain kahdesti. Keskiarvoissa luku 1 tarkoittaa "täysin eri mieltä" ja luku 5 "täysin samaa mieltä" taulukkojen 5 ja 6 osalta. Taulukossa 4 luku 1 tarkoittaa ensimmäisessä keskiarvosarakkeessa "en koskaan" ja luku 5 "päivittäin". Toisessa taulukon 4 keskiarvosarakkeessa luku 1 tarkoittaa "ei tärkeä" ja luku 5 "tärkeä".

Taulukoissa 4, 5 ja 6 jokaisen testin jälkeisessä n-sarakkeessa kerrotaan testissä olleiden vastausten lukumäärä kysymyksittäin siten, että t-testissä n-sarake ilmoittaa havaintoparien lukumäärän ja keskiarvotesteissä havaintojen lukumäärän.

Tutkielman liitteessä 4 on SPSS-ohjelmalla tehty listaus, josta käyvät ilmi olennaisimmat tilastolliset tunnusluvut empiirisessä tutkimuksessa olleiden kysymyksiä - muuttujien - analysoinnista (mm. keskiarvo, hajonta ja mediaani).

6.3.1 Järjestelmien käytössä ja arvostuksessa ilmaantuneet muutokset

Taulukossa 4 on esitetty erilaisten järjestelmien käytön sekä niiden merkityksien muuttuminen kyselyiden välisenä aikana.

TAULUKKO 4. Järjestelmien käytön ja merkittävyyksien muutokset.

KYSYMYKSET	T-testi		Keskiarvoja -->			
	v:roll	n	v, ka	n	roll, ka	n
Kuinka usein käytät (Fortran-sovellus)?	0,001	15	2,89	18	1,60	15
Kuinka usein käytät (valmistuksen Paradox-sovellus)?	1,000	16	1,06	17	1,06	16
Kuinka usein käytät (telaluettelo -Paradox-sovellus)?	0,333	16	1,47	17	1,38	16
Kuinka usein käytät (Excel)?	0,422	17	3,59	17	3,32	19
Kuinka usein käytät (Lotus Notes)?	0,172	17	3,06	17	3,26	19
Kuinka usein käytät (WP)?	0,000	16	3,06	17	1,33	18
Kuinka usein käytät (Cc:mail)?	0,126	17	3,89	18	3,33	18
Kuinka usein käytät (X-man)?	0,668	18	4,39	18	4,26	19
Kuinka usein käytät (Catia)?	0,164	16	4,24	17	3,83	18
Kuinka usein käytät (muu tietojärjestelmä)?	0,718	4	3,75	8	4,13	8
Kuinka usein käytät (muu manuaalinen järjestelmä)?	0,638	4	4,33	9	3,40	5
Kuinka tärkeäksi koet (Fortran-sovellus)?	0,009	15	3,93	15	2,21	14
Kuinka tärkeäksi koet (valmistuksen Paradox-sovellus)?	0,021	14	1,00	6	1,73	11
Kuinka tärkeäksi koet (telaluettelo -Paradox-sovellus)?	0,630	14	2,80	10	2,08	12
Kuinka tärkeäksi koet (Excel)?	0,334	15	4,40	15	4,11	18
Kuinka tärkeäksi koet (Lotus Notes)?	0,207	15	3,67	12	3,50	18
Kuinka tärkeäksi koet (WP)?	0,015	15	3,38	13	1,53	17
Kuinka tärkeäksi koet (Cc:mail)?	0,663	15	4,58	12	3,65	17
Kuinka tärkeäksi koet (X-man)?	0,718	17	4,71	17	4,58	19
Kuinka tärkeäksi koet (Catia)?	0,432	16	4,93	14	4,11	18
Kuinka tärkeäksi koet (muu tietojärjestelmä)?	0,430	5	4,33	6	4,50	8
Kuinka tärkeäksi koet (muu manuaalinen järjestelmä)?	0,638	4	4,89	9	4,00	5
Kuinka usein käytät (Rollbase 1.0)?					2,95	19
Kuinka tärkeäksi koet (Rollbase 1.0)?					4,41	17

v:roll : ensimmäisen ja toisen kyselykerran vastauksien keskiarvojen vertailujen p-arvot muutoksien merkittävyyksistä

v, ka : ensimmäisen kyselykerran vastauksien keskiarvot

roll, ka : toisen kyselykerran vastauksien keskiarvot

n : t-testeissä havaintoparien lukumäärä, keskiarvoissa vastausten lukumäärä; koskee taulukossa edellisen sarakkeen testiä

Suurimmat muutokset ovat tapahtuneet vanhan telakortiston (Fortran-sovellus) sekä WP:n osalta. Molempien käyttö on vähentynyt erittäin merkittävästi. Lisäksi niiden tärkeys käyttäjän kannalta on vähentynyt merkittävästi (Fortran) ja melkein merkittävästi (WP).

WordPerfect-ohjelmaa on aikaisemmin käytetty kuukausittain, nyt ei enää juuri ollenkaan. Tähän on syynä Valmetin siirtyminen WordPerfectistä Wordin käyttöön. Lisäksi Rollbase-järjestelmästä pystyy ottamaan suoraan monipuolisia tulosteita.

Fortran-sovellusta käytettiin aikaisemmin keskimäärin lähes kuukausittain, tutkimuksen toisessa vaiheessa enää satunnaisesti. Uuden järjestelmän käyttö on vähentänyt vanhan telakortistojärjestelmän käyttöä, mikä oli ennustettavissa. Tutkimuksen kannalta nämä tulokset lähinnä osoittavat mittarin toimivan.

Mielenkiintoinen yksityiskohta taulukossa on valmistuksen Paradox-sovelluksen merkityksen lisääntyminen, vaikka sen käyttö ei olekaan lisääntynyt tutkimuksen aikana. Syitä tähän ei ole tutkimuksen tekijöiden tiedossa. Ehkä sovellusta on kehitetty paremmaksi tai sen tunnettavuus on lisääntynyt IPDM-projektin ansiosta.

Taulukkoon on merkitty kursivoituna myös kohta "muu manuaalinen järjestelmä". Manuaalisten järjestelmien käyttö ja samalla arvostus näyttävät vähentyneen keskiarvojen mukaan. T-testi ei ole kuitenkaan huomannut tätä muutosta. Tähän on syynä hyväksytyjen vastauksien (havaintoparien) vähäinen määrä kyseisissä kysymyksissä nimenomaan t-testin kohdalla. Rollbasen käyttöiheys ja tärkeys mitattiin myös jälkimmäisellä kyselykerralla, ja ne löytyvät taulukosta alimmaisena. T-testiin perustuvia vertailuja ei tehty, koska Rollbase ei tietenkään ollut käytössä ensimmäistä kyselyä tehtäessä. Keskiarvoja vertailemalla kuitenkin voidaan todeta, Rollbasea käytetään kuukausittain, ja että Rollbase koetaan yhdeksi tärkeimmistä järjestelmistä, joiden avulla hallitaan teloihin liittyviä tietoja.

6.3.2 Tyytyväisyyden tason muutokset

Taulukossa 5 on esitetty tulokset käyttäjätyytyväisyyden tasoa mitanneiden kysymysten osalta. Taulukon kysymykset on löydetty kirjallisuudesta. Tuloksissa ovat t-testien todennäköisyysarvot keskiarvojen muuttumisien merkittävyyksistä eri vastaukset ja järjestelmien osalta. Ensin on verrattu vanhan järjestelmän tuloksia eri ajankohtina. Tämän jälkeen on vanhan ja uuden järjestelmän vertailu eri ajankohtina, ja kolmas sarake näyttää vanhan ja uuden järjestelmän vertailun samana ajankohtana toisen kyselykierroksen vastauksien mukaisesti. Taulukoissa on myös vastaavat keskiarvot, jotka on laskettu t-testistä riippumattomasti.

TAULUKKO 5. Tyytyväisyyden tason muuttuminen.

KYSYMYS	T-testejä -->				Keskiarvoja -->							
	v1:v2	n	v1:roll	n	v2:roll	n	v1, ka	n	v2, ka	n	roll, ka	n
Järjestelmän sisältämät tiedot ja tulosteet vaikuttavat olennaisesti päätöksiini	0,805	17	0,034	16	0,003	15	4,32	19	4,47	17	3,25	16
Järjestelmän sisältämä tieto esitetään sekeässä ja käyttökelpoisessa muodossa	0,163	17	1,000	17	0,452	15	3,58	19	3,24	17	3,65	17
Järjestelmä tuottaa työssäni tarvitsemani informaatiota	0,422	17	1,000	17	0,499	15	3,79	19	4,00	17	3,76	17
Järjestelmä tuottaa tarpeeksi informaatiota	1,000	14	0,546	15	0,583	14	3,41	17	3,13	16	3,12	17
Järjestelmän tuottama tieto on oleellista ja asiaankuuluvaa	0,332	17	0,718	17	0,271	15	3,95	19	3,76	17	3,94	17
Järjestelmän toiminta on tarkkaa	0,580	16	0,057	15	0,212	15	3,11	18	3,41	17	3,75	16
Järjestelmän tietosisäilytön virheetöntä ja ajantasaista	0,668	17	0,855	16	0,238	15	2,89	19	2,82	17	3,00	16
On helppo ymmärtää, miten tiedot tulee syöttää järjestelmässä	0,110	16	0,719	15	0,759	14	2,94	17	3,44	16	3,13	15
Järjestelmän toimintaperiaatteita on helppo ymmärtää	0,311	17	0,580	16	0,860	15	3,00	18	3,29	17	3,29	17
Järjestelmässä käytetty kieli on ymmärrettävää	0,632	17	0,164	16	0,389	15	3,42	19	3,53	17	3,81	16
Pystyn käyttämään järjestelmää milloin tahansa	0,005	17	0,041	17	0,413	15	2,79	19	4,06	17	3,82	17
Saan tarvitsemani tiedot järjestelmän avulla ajallaan	1,000	16	0,264	16	0,610	15	3,33	18	3,53	17	3,71	17
Järjestelmä on luotettava	0,805	17	0,333	16	0,458	15	3,05	19	3,29	17	3,44	16
Järjestelmä on käyttäjystävällinen	0,835	17	0,756	17	0,719	15	2,74	19	2,82	17	2,94	17
Järjestelmä on tehokas	0,579	17	0,007	16	0,045	14	2,79	19	2,94	17	3,50	16
Järjestelmä nopeuttaa ja edistää työskentelyäni	0,186	17	0,544	16	0,510	15	3,42	19	3,82	17	3,63	16
Järjestelmästä on minulle suurta hyötyä	0,529	17	0,110	17	0,072	15	4,05	19	4,00	17	3,35	17
Olen yleisesti ottaen tyytyväinen järjestelmään	0,707	17	0,003	15	0,461	13	3,16	19	3,41	17	3,67	15

v1:v2 : vanha järjestelmä verrattuna itseensä eri ajankohtina

v1:roll : vanha järjestelmä verrattuna Rollbaseen eri kyselykerroilla

v2:roll : vanha järjestelmä verrattuna Rollbaseen samalla kyselykerralla

v1, ka : vanhan järjestelmän keskiarvot ensimmäisellä kyselykerralla

v2, ka : vanhan järjestelmän keskiarvot toisella kyselykerralla
 roll, ka : Rollbasen keskiarvot toisella kyselykerralla
 n : t-testeissä havaintoparien lukumäärä, keskiarvoissa vastausten lukumäärä;
 koskee taulukossa aina edellisen sarakkeen testiä

Suurin muutos sekä t-testien että keskiarvojen mukaan on tapahtunut siinä, kuinka järjestelmän sisältämät tiedot ja sen tuottamat tulokset vaikuttavat tehtyihin päätöksiin. Tulosten mukaan tietojen merkitys on vähentynyt merkittävästi tutkimuksen aikana. Järjestelmästä saatava hyöty on myös vähentynyt kyselyiden välisenä aikana. Koska Rollbase on tarkoitettu yhteiskäyttöiseksi järjestelmäksi, joka mm. edistää toimintojen välistä yhteistyötä, ei niinkään vain yhden ihmisen jokapäiväistä työkaluksi, on mainitut tulokset odotettuja. Normaalisti Rollbasea käytetään muutamia kertoja kuukaudessa pääasiassa tiedon hakemiseen ja tallentamiseen.

Toinen taulukossa havaittava mielenkiintoinen muutos on siinä, että nykyään järjestelmiä pystytään käyttämään lähes milloin tahansa. Ensimmäisen ja toisen kyselykierroksen välisenä aikana on tapahtunut huomattava parannus molempien järjestelmien käytettävyyden suhteen. Tulosten mukaan vanha järjestelmä on jopa paremmin käytettävissä kuin uusi. Mikrokannan lisääntyminen Valmetin telatehtaalla on todennäköisin syy parantuneisiin lukuihin.

Muut tyytyväisyyden tasoa koskevat tulokset ovat yleisesti ottaen positiivisia Rollbasen kannalta. T-testien p-arvojen perusteella järjestelmän toiminta on tarkkaa, järjestelmä on tehokkaampi kuin vanha järjestelmä sekä yleinen tyytyväisyys järjestelmää kohtaan on lisääntynyt.

6.3.3 Tuotetiedonhallinnan tason muutokset

Taulukossa 6 on esitetty tulokset tuotetiedonhallinnan tasoa mitanneiden kysymysten osalta. Tulokset on esitetty samalla tavalla kuin aikaisemmassakin taulukossa (vrt. TAULUKKO 5).

TAULUKKO 6. Tuotetiedonhallinnan tason mittaukset.

KYSYMYS	T-testejä -->				Keskiarvoja -->							
	v1:v2	n	v1:roll	n	v2:roll	n	v1, ka	n	v2, ka	n	roll, ka	n
Järjestelmä tukee telalinjojen eri toimintojen yhteistyötä	0,204	16	0,082	13	0,005	13	3,06	17	2,44	16	3,71	14
Toimintojen välinen tiedonvälitys telojen osalta on hankalaa järjestelmässä	0,234	16	0,037	10	0,423	10	3,28	18	3,00	16	2,60	10
Valmetin telatehtaiden välinen tiedonvälitys on puutteellista järjestelmässä	0,648	14	0,351	8	0,015	10	3,19	16	3,56	16	2,70	10
Teloihin liittyvien tietojen saaminen kestää kauan järjestelmässä	0,088	16	0,252	16	1,000	15	3,16	19	2,56	16	2,69	16
Tuottamani telatiedot ovat vaikeasti toisten saatavissa järjestelmässä	0,564	16	0,285	10	0,051	9	2,65	17	2,88	17	2,10	10
Rautapohjan asiakkaita on helppo informoida järjestelmän avulla	0,290	15	0,551	12	0,014	13	3,12	17	2,82	17	3,07	14
Telan elinkaaritietojen selville saaminen on vaivatonta järjestelmän avulla	0,849	15	0,221	14	0,001	14	2,50	16	2,47	17	3,07	15
Järjestelmän avulla on mahdollista nopeuttaa telan kehitysprosessia	0,818	14	0,191	12	0,339	12	2,82	17	2,79	14	3,00	13
Järjestelmän avulla on mahdollista alentaa tuotekustannuksia	0,685	15	0,830	12	0,387	13	3,12	17	2,81	16	3,14	14
Järjestelmän avulla on mahdollista vähentää virheitä työssäni	0,651	17	0,860	16	0,433	15	3,21	19	3,41	17	3,19	16
Järjestelmän avulla on mahdollista parantaa telojen laatua	0,774	15	0,549	13	0,502	13	2,82	17	3,00	16	2,86	14
Järjestelmä helpottaa telalinjojen seuraamista ja vaivontaa	0,509	10	0,049	8	0,272	9	2,75	12	2,50	14	3,09	11
Järjestelmä avulla on mahdollista integroida tuotantoa	0,434	10	0,172	7	0,272	9	2,46	13	2,31	13	2,80	10
Järjestelmä ei sovi nykyiseen työympäristöön	0,662	16	0,104	16	0,015	14	2,56	18	2,81	16	1,94	16
Olen saanut riittävästi koulutusta järjestelmän käytöstä	0,003	17	0,029	16	1,000	15	2,67	18	3,29	17	3,29	17
Saan riittävästi tukea järjestelmän kehittäjiltä ongelmatilanteissa	0,651	17	0,066	16	0,217	15	3,28	18	3,18	17	3,88	17

- v1:v2** : vanha järjestelmä verrattuna itseensä eri ajankohtina
v1:roll : vanha järjestelmä verrattuna Rollbaseen eri kyselykerroilla
v2:roll : vanha järjestelmä verrattuna Rollbaseen samalla kyselykerralla
v1, ka : vanhan järjestelmän keskiarvot ensimmäisellä kyselykerralla
v2, ka : vanhan järjestelmän keskiarvot toisella kyselykerralla
roll, ka : Rollbasen keskiarvot toisella kyselykerralla
n : t-testeissä havaintoparien lukumäärä, keskiarvoissa vastausten lukumäärä

Tuotetiedonhallinnan tason suhteen tulokset näyttävät positiivista kehitystä Rollbase-tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönoton myötä. Itse asiassa tulokset kertovat enemmän näiden tutkielman tekijöiden tekemien kysymyksien osalta, kuin mitä taulukossa 5 olevat, UIS-kirjallisuudesta löydetty. Huomattavin muutos on telan elinkaaritietojen selville saannin erittäin merkittävässä paran-

nuksessa. Vanhassa järjestelmässä elinkaaritietojen tallennukseen ei ollut hyviä mahdollisuuksia, kun taas uudessa järjestelmässä on, mikä on tähän tulokseen todennäköisesti eniten vaikuttanut tekijä. Ominaisuutta ei kuitenkaan ole käytetty uudessa järjestelmässä toistaiseksi juuri laisinkaan hyväksi, joten tässä suhteessa tulos vaikuttaa hieman ennenaikaiselta. Ominaisuutta on kuitenkin markkinoitu koulutuksessa, joten tämä saattaa olla osasyynä parantuneeseen tulokseen. Koulutusta katsotaan myös saadun enemmän kuin aikaisemmin.

Parannusta katsotaan tapahtuneen myös yhteistyössä ja tiedonvälityksessä eri toimintojen välillä, mihin Rollbasen kehittäminen juuri tähtäsi. Tiedonvälityksen koetaan helpottuneen myös vanhan järjestelmän osalta todennäköisesti verkotettujen mikrojen lisääntymisen myötä, yhteistyön taas koetaan olleen aikaisemmin huomattavasti heikommin tuettua. Tuloksiin vaikuttavat osaltaan tutkimuksen tekijöiden tekemän kyselyn ulottaminen eri toimintoihin ja järjestelmän aikaisempaa huomattavasti laajempi markkinointi. Järjestelmän koetaan tuoneen myös merkittävää parannusta telatehtaiden väliseen tiedonvälitykseen. Markkinoinnin tuloksena järjestelmää on haluttu käyttöön myös Rautpohjan ulkopuolelle, mikä on varmasti vaikuttanut osaltaan näihin positiivisiin tuloksiin.

Muita esille tulleita muutoksia ovat telatietojen helpottunut saatavuus järjestelmässä, telalinjojen seurannan ja valvonnan helpottuminen, järjestelmän entistä parempi sopivuus nykyiseen työympäristöön sekä parantunut tuki järjestelmän kehittäjiltä ongelmatilanteissa. Myös teloihin liittyvien tietojen saanti on nopeutunut, mutta tulosten mukaan vanha järjestelmä on kehittynyt tässä suhteessa vielä enemmän, mikä taas vaikuttaa hieman ristiriitaiselta tulokselta. Ehkä tähänkin on syynä Valmetin satsaus uusiin mikroihin ja sisäiseen verkkoon.

T-testin mukaan Rautpohjan asiakkaista olisi helpompi informoida teloihin liittyvissä asioissa, mutta pelkkiä keskiarvoja (kursivoitu ja tummennettu taulukossa) tarkastelemalla ei tähän tulokseen voi päätyä. Tämä t-testin laskema p-arvo keskiarvojen muutoksen merkittävydestä onkin vain t-testin luomaa harhaa, joka aiheutuu t-testin laskutekniikasta ja kysymykseen vastaamatta jättäneiden suuresta määrästä.

6.4 Tulosten yhteenveto

Keskimääräisesti muutamaa poikkeusta lukuunottamatta tulokset ovat positiivisia ja vahvistavat tutkielman tekijöiden omia havaintoja. Tutkielman tekijät olivat arvelleet samanlaisia tuloksia jo ennen kyselytutkimuksen analysointia käyttäjien kanssa pidettyjen palavereiden perusteella.

Haastateltujen mielestä *erittäin merkittäviä* muutoksia oli tapahtunut WordPerfectin ja Fortran-pohjaisen telakortiston käytössä (vähentymistä) sekä telojen elinkaaritietojen saamisen helpottumisessa uuden järjestelmän ansiosta.

Merkittäviksi muutoksiksi todettiin parantunut tyytyväisyys järjestelmää kohtaan, uuden järjestelmän parempi tehokkuus, riittävämpi koulutus, parantunut käytettävyys sekä yhteistyön parantuminen eri toimintojen välillä. Lisäksi WP:n ja Fortranin merkitys oli pienentynyt, ja järjestelmästä saatujen tietojen vaikutus tehtyihin päätöksiin oli vähentynyt. Syitä tähän ei saatu varmuudella selville. Ehkä tutkimuksesta puuttui näin ollen luultavasti jokin kysymys tai siinä ei oltu otettu huomioon jotain olennaisesti päätöksen tekoon liittyvää seikkaa. Tulokseen saattaisi saada lisää selvyyttä tutkimalla esimerkiksi sitä, kuinka päätöksenteko ja vastuut eri tehtävissä olivat muuttuneet kyselyiden välisenä aikana. Tutkimuksen aikana telalinja jaettiin kahtia, myynti siirtyi tiimityöskentelyyn ja servicessä tehtiin koko ajan globaaliin toimintaan suuntaavia toimenpiteitä, joten ympäristö, jossa haastateltavat toimivat tutkimuksen aikana, oli muuttunut. Näin ollen oli vaikea eristää pelkästään tietojärjestelmän vaikutuksia.

Melko merkittäviä muutoksia olivat tiedonvälityksen paraneminen, järjestelmän soveltuminen entistä paremmin nykyiseen työympäristöön sekä telalinjojen seuraamisen ja valvonnan helpottuminen Rollbase-järjestelmän käyttöönoton myötä.

Tuloksia voidaan verrata projektin alussa laadittuihin tavoitteisiin ja tutkia niiden suhteen Rollbase-järjestelmän onnistumista. Uuden järjestelmän tuli olla käyttäjäystävällinen ja helppokäyttöinen. Tässä suhteessa ei UIS-kyselyn tulosten perusteella saavutettu kovinkaan suurta etua. Parannukset olivat tulosten valossa hyvin pieniä. Syitä tähän voivat olla mm., että uutta järjestelmää ei osattu käyttää vielä tarpeeksi hyvin toisen kyselyn ajankohtana tai tyytyväisyyttä mittaavat kysymykset eivät saaneet esille muutoksia järjestelmän yleisessä arvioinnissa. Kehittäjien saaman palautteen mukaan järjestelmää kuitenkin pidettiin käyttäjäystävällisenä ja helppokäyttöisenä. Tutkimuksessahan saatiin esille enemmänkin järjestelmän vaikutuksia kohdeorganisaatioon. Uuden Rollbase-järjestelmän tuli palvella niin suunnittelun, valmistuksen, huollon kuin myynninkin tietotarpeita. Tässä tavoitteessa onnistuttiin tulosten mukaan erittäin hyvin tiedonvälityksen osalta. Tiedon merkityksen koettiin kuitenkin vähentyneen ja muutenkin järjestelmän ominaisuudet tietotarpeiden suhteen - lukuunottamatta elinkaaritietoja - näyttivät pysyneen melko lailla samanlaisina. Keskeisin syy tähän oli varmaan se, että suunnittelijoiden olisi pitänyt muokata ripeämmin järjestelmän tietosisältöä siten, että siitä olisi ollut hyötyä myös huollolle ja myynnille. Tämä työ on vieläkin osittain kesken, joten järjestelmä ei vielä vastaa kaikkien tarpeita tietosisältönsä puolesta.

Tuotetiedonhallintajärjestelmän kolme keskeisintä tavoitetta Williamsin (1991) mukaan - järjestelmän ratkaisumallista riippumatta - ovat (1) tietojen yhteiskäytön varmistaminen, (2) tiedonkulun valvonnan edistäminen ja tehostaminen sekä (3) tuotantoprosessin etenemisen seurannan helpottaminen. Monet muut tutkijat ovat päätyneet samankaltaisiin tavoitteisiin (mm. Bray 1988; Halttunen & Hokkanen 1995). Tämän tutkielman tulosten valossa voidaan todeta, että nämä kirjallisuudessa esitetyt tavoitteet ainakin tässä tapaustutkimuksessa toteutuivat kaiken kaikkiaan hyvin sekä tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittäjien että sen loppukäyttäjien mielestä. Edelleen, tuotemalliajattelun periaatteiden noudattamista Rollbase-järjestelmän kehittämisen aikana voitiin pitää siten onnistuneena valintana.

6.5 Arviot UIS-menetelmän soveltuvuudesta

Verratessa kyselytutkimuksen tuloksia tutkielman tekijöiden kokemuksiin telahtealla voidaan päätyä siihen johtopäätökseen, että UIS-menetelmä sopi tutkielman mukaisessa tilanteessa melko hyvin käyttäjätyytyväisyyden mittaukseen. Tutkimuksen tekijöiden tuli kuitenkin kiinnittää erityistä huomiota omien kysymysten laadintaan, muuten ei kyselytutkimuksella olisi saatu selville kaikkia ilmiöitä. Baroudin ja Orlikowskin (1988) kehittämää kyselylomaketta pystytään harvoin hyödyntämään suoraan, ja silloinkin se mittaa lähinnä loppukäyttäjien yleistä tyytyväisyyttä ja sitoutuneisuutta järjestelmäkehitykseen (Doll & Torkzadeh 1988). Tätä väitettä puoltaa myös tutkielman tekijöiden tekemät havainnot kyselytutkimuksen aikana. UIS-mittarissa on kysyttävä myös järjestelmän erityisvaikutuksia ja tavoitteita selvittäviä kysymyksiä.

Erillisten en osaa sanoa -vastausvaihtoehtojen merkitystä ei tässä tutkimuksessa pystytty toteamaan yksikäsitteisesti. Kuitenkin se, että en osaa sanoa -vastauksia oli joidenkin kysymysten vastauksina useita, viittaisi siihen, että EOS-vaihtoehto oli kyselylomakkeessa tarpeen. Näin vältettiin todennäköisesti se, että keskiarvot olisivat pyörineet vielä enemmän neutraalimman vastausvaihtoehdon, jota tässä kyselytutkimuksessa edusti luku 3, ympärillä. Päinvastoin, keskiarvoissa oli havaittavissa paikoitellen huomattaviakin eroja eri mittausajankohtina joidenkin kysymysten osalta. Tutkimuksen tekijöille jäi käsitys, että selvästi erillään oleva EOS-vaihtoehto saa vastaajan pohtimaan tarkemmin, onko hän todella kysymyksen suhteen suurin piirtein samaa mieltä vai eikö hän oikeastaan osaa tai halua kommentoida asiaa. Myös se, että vastaaja olisi vastannut kysymyksiin ilman riittävää tietämystä tai ei olisi ymmärtänyt jotain kysymystä, voitiin todennäköisesti välttää EOS-vastausvaihtoehdon avulla.

T-testi on herkkä varsinkin pienen aineiston ollessa käsiteltävänä. Tutkimuksen tekijät joutuivat hylkäämään yhden vastauksen, koska vastausten perusteella lomakkeessa ilmeni tahatonta tai tahallista vääristelyä ja epäloogisuuksia. Koska vastanneiden määrä laski toisella kierroksella alle 20:een, olisi yksikin lähinnä

ykkösiä ja viitotia täynnä oleva lomake voinut sotkea tuloksia huomattavasti. Joten vastausten huolellinen tarkastaminen kannatti tässä tapauksessa.

Sovelletulla UIS-menetelmällä saatiin kuitenkin hyvin selville käyttäjien yleinen tyytyväisyyden taso järjestelmää ja tuotetiedonhallinnan tilaa kohtaan sekä seikat, joihin tulee kiinnittää jatkossa huomiota. T-testin avulla saatiin lisäksi seuloittua suhteellisen helposti suurimmat muutoskohdat esiin, jolloin saatujen tulosten analysointi helpottui huomattavasti. Pelkkiä keskiarvoja vertailemalla olisi esimerkiksi tyytyväisyys elinkaaritietojen helppoon saamiseen jäänyt luultavasti huomaamatta. Ja päinvastoin, muutamien kysymysten kohdalla t-testi ei havainnut merkittävyksiä, mutta t-testistä riippumattomien keskiarvojen vertailu toi esille tärkeitä muutoksia. T-testi on ongelmallinen silloin kun havaintoja puuttuu. Ja havaintoja puuttui tässä tutkimuksessa juuri en osaa sanoa -vastauksien vuoksi, sillä ne muutettiin ennen testiä vastaamatta jääneiksi arvoiksi ja ne vähensivät näin ollen joidenkin t-testien luotettavuutta. Erot tulivat tosin esille t-testistä riippumattomasti laskettujen keskiarvojen vertailussa. Kuitenkin tutkielman tekijöiden mukaan en osaa sanoa -vaihtoehto tulee ehdottomasti olla kyselylomakkeessa, sillä ilman sitä t-testien tulokset voisivat olla harhaanjohtavia. Joten sekä t-testi että pelkkä keskiarvojen vertailu tulee molemmat tehdä kahden riippuvan otoksen keskiarvojen vertailussa, jos vastausvaihtoehto "en osaa sanoa" on kysytty erikseen tai vastauksia muuten puuttuu paljon. Jos tutkimus ei ole toistomittaus, ei t-testiä voida tietenkään tehdä. Lisäksi se, että tehtiin kolme t-testiä kolmen riippuvan otoksen kesken vain esimerkiksi yhden t-testin sijasta, toi esille myös esimerkiksi sellaisia merkittäviä muutoksia vanhan ja uuden järjestelmän välillä, joita ei olisi havaittu jättämällä pois vaikkapa toinen vanhaa ja uutta järjestelmää vertaileva t-testi.

Muutenkin mm. Shiranin ym. (1994) väite, että UIS-menetelmää tulisi soveltaa sekä ennen että jälkeen järjestelmän käyttöönottoa, koettiin perustelluksi tämän kyselytutkimuksen tulosten perusteella: kyselyjen analysoinnissa saatiin esille useita muutoksia, jotka tapahtuivat pitkän aikavälin aikana ja joita ei näin ollen olisi voitu saada esille yhdellä kyselyllä vain yhtenä käyttöönoton jälkeisenä ajankohtana.

Tutkielman tekijät olisivat halunneet vertailla saamiensa tuloksia myös muihin vastaaviin tutkimustuloksiin, mutta tätä ei pystytty tekemään, koska vertailuun sopivaa tutkimusta ei ollut löydettävissä. Toki kirjallisuudesta on löydettävissä UIS-menetelmään pohjautuvien kyselyiden kuvauksia, mutta näiden kyselyiden vertaaminen keskenään on melko vaikeaa, kun ne on läpiviety niin erilaisilla tavoilla verrattuna esimerkiksi tämän tutkielman kyselyn kulkuun ja ongelmanasetteluun. Joten vastaavia UIS-tutkimuksia, joissa jotain vanhaa järjestelmää arvioidaan kahtena eri ajankohtina ja verrataan sitten saatuja tuloksia vanhan järjestelmän tilalle tulleen järjestelmän arviointeihin, tulisi olla lisää, jotta edellä esitettyjä asioita voisi yleistää. Lisäksi yleistys on aina ongelmallista tapaustutkimuksissa, joita UIS-tutkimukset myös luonnollisesti ovat.

7 YHTEENVETO

Keskeisenä lähtökohtana tutkielmassa oli tuotetiedonhallinnan kehittämisen vaikutusten selvittäminen tutkielman toimeksiantajayrityksessä. Tätä tutkimusongelmaa rajattiin siten, että tutkielman tekijöiden läpiviemällä empiirisellä kyselytutkimuksella pyrittiin ensisijaisesti selvittämään telatehtaan tietojärjestelmien käytössä, käyttäjätyytyväisyydessä ja tuotetiedonhallinnan yleisessä tasossa esiintyneitä muutoksia tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönoton myötä vuoden aikajänteellä. Jotta empiirinen tutkimus olisi ollut mahdollisimman puolueeton, tietoa edellä mainituista seikoista kerättiin kahdesti: viisi kuukautta ennen ja jälkeen tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönoton. Erityistä tässä empiirisessä tutkimuksessa oli se, että vastaajien arviot siitä tietojärjestelmästä, jota he ensisijaisesti käyttivät telatietojen tiedonhallinnassaan ennen kehitetyn tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönottoa, kysyttiin kahteen eri otteeseen kymmenen kuukauden aikaerolla. Jälkimmäisellä kyselykerralla - viisi kuukautta käyttöönoton jälkeen - kysyttiin vastaajien arviot myös käyttöönotetusta tietojärjestelmästä, joka oli tarkoitettu juuri telatietojen hallintaan. Jokaisella kyselykerralla tietojenkeruulomake oli samanlainen. Näin voitiin selvittää, muuttuivatko vastaajien näkemykset kehittämissuorituksen aikana vanhan järjestelmän osalta ja pitivätkö he uutta tuotetiedonhallintajärjestelmää kenties parempana. Samalla voitiin tutkia sitä, kuinka hyvin empiirisessä tutkimuksessa käytetty UIS-menetelmä ylipäättään soveltuu käyttäjätyytyväisyyden mittaamiseen toistomittauksessa, eli tuoko UIS-menetelmä aineiston analysointivaiheessa esille juuri niitä seikkoja, joita sen pitäisi tuoda, ja mitä parannettavaa menetelmässä kenties olisi.

Tuotetiedonhallintajärjestelmän tuomia muutoksia ja parannuksia telatehtaan toiminnassa esiteltiin myös tutkielman konstruktivisessa osuudessa tutkielman tekijöiden eli järjestelmän varsinaisten kehittäjien näkökulmasta katsottuna. Tutkielmassa voitiinkin tarkastella sitä, kuinka hyvin tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittäjien ja loppukäyttäjien arviot tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittämisen vaikutuksista korreloisivat keskenään. Samalla voitiin tutkia sitä,

olisiko tuotemalliajatteluun pohjautuvan järjestelmän käyttöönotolla niitä myönteisiä vaikutuksia, joita useat alan tutkijat ovat kirjallisuudessa esittäneet.

Koska tutkielman tekijät vastasivat tuotetiedonhallinnan kehittämisprojektista yli vuoden ajan, on tutkielmaan voitu sisällyttää tarkasti kehittämisprojektin kulku ja tietojärjestelmän kehittämisprosessi. Lisäksi tutkielman tekijöiden toteuttama tietojärjestelmä esiteltiin tutkielmassa yleisellä tasolla. Järjestelmän suunnittelun apuna käytettiin ns. tuotemalliajattelun periaatteita. Tutkielmassa tarkasteltiin myös tuotemalliajattelun soveltuvuutta tietojärjestelmän projektimuotoiseen kehittämistyöhön käytännössä tutkielman tekijöiden havainnoinnin pohjalta. Tutkielman teoriaosuudessa tarkasteltiin kattavan lähdeaineiston pohjalta tuotantoyrityksen tiedonhallintaa ja tuotetiedonhallintaa.

Tutkimusasetelmaa ja tutkielman sisältöä voidaan pitää ajankohtaisena. Tuotetiedonhallintaa käsittelevä kirjallisuus on melko korkealentoista: se ei pureudu käytännön ongelmiin ja sisältää runsaasti testaamattomia väitteitä. Tutkielma on tämän vuoksi osaksi konstrukttiivinen, eli siinä kuvataan tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittämisprojektin etenemistä, toteutettua järjestelmää sekä tuotemalliajattelun sopivuutta ja nivoutumista projektiin. Tutkielman tekijät olivat mukana tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittämistyössä aivan sen alusta saakka ja vieläpä vastasivat järjestelmän ylläpidosta yli puolen vuoden ajan. Näin voitiin tarkkailla niin kehittämistyöhön osallistuneita kuin kehittämistyön etenemistä aitiopaikalta, jolloin järjestelmän - muita kuin käyttäjäytytyväisyyteen liittyviä - vaikutuksia ja käyttäjien mielipiteitä pystyttiin tarkkailemaan huolella. Usein tietojärjestelmien vaikutusten arviointi on perustunut vain kehittäjien subjektiivisiin havaintoihin. Varsinkaan tuotetiedonhallintajärjestelmien vaikutuksista puolueettomien kyselytutkimuksien avulla mitattuna ei ole löydettävissä tieteellistä kirjallisuutta. Tutkielma voi tarjota myös tieteellistä kontribuutiota koskien UIS-menetelmää. Käyttäjättyytyväisyyden mittaaminen UIS:n avulla on kiistelty tutkimusaihe, ja tämä tutkielma tuo esiin yhden tapauksen UIS:n soveltuvuudesta.

Keskitettyä tuotetiedonhallintaa tukevan tuotetiedonhallintajärjestelmän käyttöönotolla todettiin olevan huomattavasti enemmän positiivisia kuin negatiivisia vaikutuksia tutkielman toimeksiantajayrityksessä sekä järjestelmän kehittäjien että varsinaisten käyttäjien mielestä. Tärkeimpinä etuina voidaan mainita teloihin liittyvien tietojen välityksen ja hakemisen nopeutumista koko tutkielman toimeksiantajayrityksen laajuisesti sekä sitä, että yhteisiä tietoja ei tarvitse enää kirjata moneen kertaan eri tietorekisteriin. Samansuuntaisia tuotetiedonhallinnan kehittämisestä syntyviä etuja on esitetty myös useissa muissa tutkimuksissa. Uuden tietojärjestelmän käytön opettelu vei tietenkin aikaa, mitä voidaan pitää vastaavasti merkittävimpänä haittatekijänä.

Tuotemalliajattelun periaatteet koettiin hyviksi tuotetiedonhallinnan kehittämisen yhteydessä sekä kehittäjien että käyttäjien mielestä. Ne selkeyttivät ja motivoivat sekä systeemyötä tekeviä että haastateltavia ihmisiä erityisesti siten, että ymmärrettiin, mitä onnistuneen tuotetiedonhallintaratkaisun tulee sisältää sekä kuinka kauaskantoista ja tärkeää tuotetiedonhallinnan kehittäminen yritykselle on. Hyödylliseksi koettiin myös kattavan ja yksiselitteisen tuotetietomallin laatiminen yhdessä eri toimintojen edustajien kanssa tuotetiedonhallintajärjestelmän määrittelyvaiheen aikana, mikä edisti sitä, että kehitetystä järjestelmästä tuli olemaan hyötyä koko telatehtaan laajuisesti. Tutkielman tekijöiden mielestä tuotemalliajattelun periaatteiden toteutumista tulisi kuitenkin valvoa säännöllisesti kehitystyön aikana. Projektimuotoisessa kehittämistyössä valvonta tapahtuu tehokkaasti projektin johtoryhmän avulla.

Tuotemalliajattelua voidaan kritisoida hieman liiallisesta ideaalisuudesta. On mahdotonta eikä edes järkevää vaatia, että *kaikkea* tuotteen kattavaan ja yksiselitteiseen määrittämiseen tarvittavaa tietoa tuotteen *koko* elinkaaren ajalta tallennettaisiin samaan tietokantaan. Tätä eivät halunneet tutkielman tekijöiden haastattelemat ihmisetkään telatehtaalla, sillä turha ja liika tieto ei sovellu tallennettavaksi yhteiskäyttöiseen tietokantaan. Se hidastaa järjestelmän toimintaa ja saa järjestelmän vaikuttamaan käyttäjästä sekavalta. Sellainen tieto, jonka tuottaa ja jota hyödyntää vain pieni ryhmittymä, on syytä tallentaa vain tiedon tuottajan ylläpitämään tietovarastoon.

Tuotemalliajattelun periaatteet tarjoavat hyvän pohjan tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittämistyölle. Koska tuotemalliajattelun soveltamisesta käytännössä tietojärjestelmän toteutusastolla ei ole kirjoitettu juuri lainkaan, joutuu systeemiä tekevä kuitenkin pitkälti oman harkintansa mukaan päättämään ne keinot, joiden avulla tuotemalliajattelun periaatteet voidaan sisällyttää lopulliseen tietojärjestelmään. Ehkäpä STEP-standardi ja kaupalliset tuotetiedonhallintajärjestelmät, jotka tukevat nimenomaan tuotemalliajattelua, voivat tuoda helpotusta myös itse toteuttamistyöhön tulevaisuudessa. Toisaalta tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittäminen on aina yrityskohtaista, joten tietty joustavuus, muutettavuus ja laajennettavuus tuotetiedonhallintaratkaisussa on aina paikallaan.

Kyselytutkimuksen tuloksena todettiin, että UIS-menetelmää voidaan soveltaa luotettavasti käyttäjätyytyväisyyden mittaukseen, jos UIS-mittari sisältää myös järjestelmän erityisvaikutuksia ja kehitystarpeita mittaavia kysymyksiä tavanomaisten käyttäjätyytyväisyyttä käsittelevien kysymyksien, joita löytyy UIS-kirjallisuudesta, lisäksi. Tutkielman tekijät päätyivät myös johtopäätökseen, että kyselylomakkeessa erikseen kysyttävä en osaa sanoa -vaihtoehto (EOS) on tarpeellinen, jotta kysely toisi analysointivaiheessa esille paremmin todelliset muutokset käyttäjätyytyväisyydessä. Useinhan kyselyissä ei ole tällaista vastausvaihtoehtoa, jolloin vastaaja saattaa valita jonkun neutraalin vastausvaihtoehdon (esimerkiksi asteikolla 1 -5 luku 3), vaikka ei tarkoittaisi sitä ollenkaan. Kyselytutkimuksen tuloksena todettiin myös, että kahden riippuvan otoksen keskiarvojen vertailun (t-testi) lisäksi on vertailtava myös t-testistä riippumattomasti laskettuja keskiarvoja keskenään, jotta kaikki muutokset käyttäjätyytyväisyydessä voitaisiin havaita luotettavasti. Tavanomainen keskiarvojen vertailu tulisi tehdä varsinkin silloin kun joidenkin kysymyksien osalta on moni jättänyt kokonaan vastaamatta tai valinnut en osaa sanoa -vaihtoehdon.

UIS-kyselyn analysointi toi esille melko hyvin niitä asioita, joita sen ennustettiin esille tuovan, joten UIS-menetelmän soveltamista voidaan pitää tässä tapauksessa vähintään onnistuneena. Tosin tässä yhteydessä tulee huomata, että tutkielman tekijät joutuivat muokkaamaan UIS-mittaria vastaamaan

paremmin kyselyn tarpeita edellä selostetun mukaan. Ilman näitä korjauksia UIS-menetelmä olisi toiminut melko kehnosti, sillä vastaajat näyttivät korjaavan arvioitaan vanhasta järjestelmästä. Tämä ei kylläkään näkynyt vanhan järjestelmän ensi- ja toistomittauksen välisissä t-testeissä, mutta kylläkin vanhan ja uuden järjestelmän välisten t-testien keskiarvojen välisissä muutoksissa. Kuitenkaan vanhassa järjestelmässä ei ollut tapahtunut mittausten välillä merkittäviä muutoksia. Ehkä aika kulta muistot, mikä tulisi huomioida tuloksia tarkasteltaessa. Koska vanhoja järjestelmiä on käytetty jo hyvin pitkään, ne ovat muovanneet ihmisten toimintatapoja. Lisäksi yleensäkin tietojärjestelmää arvioitaessa sitä verrataan vanhaan, eli siitä saatetaan etsiä joitain tiettyjä ominaisuuksia, joita uudessa järjestelmässä ei enää tarvita. Tätä pidetään aiheetta uuden järjestelmän heikkoutena. Jos toinen UIS-kysely olisi toistettu vasta esimerkiksi kymmenen kuukautta - viiden kuukauden sijasta - järjestelmän käyttöönoton jälkeen, olisivat kyselyn tulokset saattaneet olla aivan toisenlaiset. Järjestelmää olisi tällöin opittu käyttämään ja hyödyntämään paremmin, ja ihmisten toimintavat olisivat muovautuneet järjestelmän käytön myötä uudenlaisiksi.

On syytä korostaa, että tutkielman tekijöiden kehittämästä tuotetiedonhallinta-järjestelmästä ei sittenkään tullut puhtaasti tuotemalliajattelun periaatteiden mukainen järjestelmä. Järjestelmään tallennetaan ne keskeisimmät telatiedot, jotka hyödyntävät useita toimintoja vain yhden sijasta. Mm. kaikkia valmistuksen ylläpitämiä telatietoja ei kirjata järjestelmän tietokantaan, eikä kaikkia vanhoja telatietoja voitu siirtää uuteen järjestelmään. Lisäksi järjestelmästä löytyy viitetietoja, joiden perusteella lisätietoa voidaan etsiä. Tällaista tietoa ovat mm. piirustus- ja projektinumerot. Telasuunnittelijoiden käyttämiin CAD-suunnittelu-työasemiin ei ole järjestelmästä suoraa linkkiä. Siten Rollbase-järjestelmä on enemmänkin heterogeeninen järjestelmä kuin tuotemalliajattelun periaatteita kirjaimellisesti noudattava.

Miksi sitten tuotemalliajattelun periaatteita ei noudatettu kaikilta osin, kuten IPDM-projektin alussa oli suunniteltu? Syitä tähän on kolme: (1) Telatehtaan telatietojen hallinta on aina ollut hyvin heterogeenistä. Telatietoja tallennetaan

eri puolilla yritystä, ja niiden siirtäminen keinotekoisesti yhteen järjestelmään on riski. Ei ole olemassa sellaista järjestelmää, johon voitaisiin siirtää mm. CAD-, taulukkolaskenta- ja ryhmätyöohjelmistojen sekä tietokannan hallintajärjestelmien tiedot. Kukin ohjelma on suunniteltu vain tietentyypin tiedon tallennukseen, eikä niistä voida luopua, sillä niiden avulla hallitaan myös muita kuin telatietoja. Jotta integroinnin astetta telatietojen hallinnan osalta voitaisiin vielä lisätä Rautpohjassa, täytyisi toimintojen siis muuttaa toimintotapojaan tietojenkäsittelyn osalta, mutta miksi, kun toiminnassa ei kuitenkaan esiinny suuria puutteita - integrointi ei saa olla itseisarvo eli ainut tavoiteltava tie. Kuitenkin projektin tavoitteena oli siirtää ne keskeisimmät telatiedot, joihin kohdistetaan eniten tiedonhakua ja joita oli tallennettu päällekkäisesti eri toiminnoissa, yhteen tietokantaan, josta ne olisivat sitten kaikkien saatavilla. Lisäksi telatehtaalla on kymmenien vuosien ajalta kerääntynyt telatietoja eri puolille tehdasta sekä paperimuotoisina että tietoteknisessä muodossa. Näiden tietojen siirtäminen olisi ollut mahdotonta.

Käytännössä tuotemalliajattelua voidaan puhtaasta toteuttaa vain silloin, kun tietojenkäsittely on verrattain pientä ja homogeenistä, kun tietoja ei ole olemassa monien vuosien takaa ja kun yritys on muuten valmis tuotemalliajattelun periaatteiden noudattamiseen. Toki tuotemalliajattelu voidaan soveltaa menestyksekkäästi muutenkin, kuten tässä tutkielmassa on todettu moneen otteeseen. Vaatimuksia täytyy karsia ajoissa yhdessä järjestelmän tulevien käyttäjien kanssa ja rajata kehitettävä järjestelmä niin, että siitä tulee olemaan hyötyä mahdollisimman monelle ihmiselle. Samalla voidaan osa tietojenkäsittelystä saattaa noudattamaan tuotemalliajattelun periaatteita kokonaan. Mielenkiintoista IPDM-projektin määrittelyvaiheen aikana oli se, että haastatellut karsivat omaaloitteisesti niitä samoja asioita pois kehitettävästä järjestelmästä kuin kehittäjätkin. Järjestelmästä ei haluttu vaikeakäyttöistä ja hidasta, millainen siitä olisi tullut, jos siihen oli ahdettu liikaan toimintoja ja tietoa. Kaiken kaikkiaan voidaan sanoa, että tuotetiedonhallinnan teoria on todellista teoriaa. Se sisältää suosituksia ja paikoin jopa arvailuja, kuinka asioiden pitäisi olla, mutta käytäntöön sovellettaessa siitä löytyy puutteita mutta myös hyviä oivalluksia.

(2) Suunnittelu palkkasi järjestelmäkehittäjät IPDM-projektiin, ja myös projektin johtoryhmä oli suunnittelupainotteinen. Tällä oli vaikutusta siihen, että suunnittelun mielipiteillä oli vaikutusta eniten kaikista toiminnoista, vaikka järjestelmäkehittäjät haastattelivatkin kaikkien toimintojen edustajia moneen otteeseen. Toisaalta suunnittelussa syntyy eniten ja useimmiten haettavia telatietoja ja suunnittelijoilla on näkemystä myös muiden toimintojen toiminnasta. Näin järjestelmän tietosisältö toisaalta muodostui yleiskäyttöiseksi ja toisaalta osattiin varautua siihen, mitä muuta sellaista tietoa, joka tuotettaisiin muualla kuin valmistuksessa, siitä tulisi löytyä. Suunnittelussa oli myös jo monien vuosien ajan tiedostettu Rollbase-järjestelmän kaltaisen tietojärjestelmän tarve koko telatehtaan laajuisesti. On todennäköistä, että Rollbasen tietosisältöä tullaan kasvattamaan mm. valmistuksen ylläpitämällä tiedoilla ja kehittämään järjestelmää muutenkin muiden toimintojen osalta asteittaisesti.

(3) Samanaikaisesti IPDM-projektin aikana ja etenkin sen jälkeen Rautpohjassa on ollut kehitteillä myynnin tietojärjestelmä (SIM), joka tulee olemaan osa OMS-tuotannonohjausjärjestelmää. Näiden järjestelmien avulla pyritään hallitsemaan mm. myynnin tuottamia telatietoja ja projektitietoja. Etenkin projektitiedot haluttiin tallennettavan OMS-järjestelmään, ei Rollbaseen, vaikka projektitietoja voidaan pitää telatietoina, mutta enemmän ne ovat tuotantoon liittyvää tietoa. Ne myynnin tuottamat telatiedot, joista on hyötyä mm. suunnittelulle, voidaan toki tallentaa Rollbasen tietokantaan. Tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittämisen aikana tulee huomioida koko tuotantoyrityksen tiedonhallinta ja sen pitemmän aikavälin tähtäykset, jotta tuotetiedonhallinta ei muodostaisi jonakin päivänä irtonaista tietojenkäsittelysaarekettä.

Tietojen integrointi esimerkiksi tuotemalliajattelun periaatteiden mukaisesti on tavoiteltavaa, jos sen tiedetään olevan mahdollista ja siitä tulee olemaan merkittävää hyötyä monelle työntekijälle eri toiminnoista. Tämä tulee pystyä selvittämään ennen tiedonhallinnan kehittämisestä. Etenkin silloin kun kehitetään tuotetiedonhallintaa, täytyy valita ne oikeat keinot, joilla kehittäminen suoritetaan. Toivon mukaan tämä tutkielma on pystynyt tuomaan juuri tähän valintaan uutta tietoa. Jos esimerkiksi yrityksen toiminnassa esiintyy selviä puutteita, joita voi-

daan vähentää tuotetiedonhallinnan kehittämisen avulla todistettavasti, on tuotetiedonhallinnan kehittäminen perusteltua. Jos vastaavasti tavoitteena on integroida esimerkiksi myynnin ja suunnittelun tuottamia tuotetietoja yhteiseen tietokantaan ilman etujen ja haittojen tarkastelua tai jopa ilman perusteltua syytä, on tiedonhallinnan kehittäminen keinotekoista eikä se voi johtaa kunnan tuloksiin. Tuotetiedonhallinnan kehittämisen tulee aina lähteä tarpeesta, jotta tiedetään, mitä tulee kehittää. Summittaisesta kehittämisestä voi olla enemmän haittaa kuin hyötyä. Asteittainen kehittäminen on myös suotavaa, jotta voidaan tarkastella kehittämisen vaikutuksia ja miettiä, onko tarvetta uusiin toimenpiteisiin. Asteittaisessa kehittämisessä tulisi aluksi kehittää niitä seikkoja, jotka eniten kaipaavat välitöntä korjausta. Se tapa, miten selvitetään, onko tuotetiedonhallinnan kehittäminen ylipäätään suotavaa ja mitä vaikutuksia sillä on, on yrityksen itse valittava. Tavan on oltava kuitenkin systemaattinen ja puolueeton, jotta se toisi luotettavia vastauksia. Empiirinen UIS-menetelmä on tämän tutkielman mukaan hyvä valinta, jos se perustuu toistomittaukseen ja sisältää edellä esitettyjä korjauksia. Myös tuotannon seuraaminen erilaisten mittareiden avulla on hyvä keino UIS-menetelmän ohella. Puolueettomuudella tarkoitetaan etenkin sitä, että otetaan tarkastelussa huomioon kaikki ne toiminnot, jotka tuotetietoja tuottavat ja tarvitsevat.

Tapaustutkimus soveltuu hyvin uusille tutkimusalueille ja tilanteisiin, joissa pyritään luomaan uutta teoriaa (Eisenhardt 1989). Lisäksi tapaustutkimus on luonteva tapa kerätä tietoa prosessien etenemisestä, tässä tapauksessa tuotetiedonhallintaa tukevan tietojärjestelmän toteuttamis- ja käyttöönottoprosesseista. Tapaustutkimuksen avulla päästään tutkimaan muutosten taustoja ja syitä, mikä on hankalaa muilla tutkimusmenetelmillä. Koska tämä tutkielma on tyypiltään tapaustutkimus, saatiin sen avulla käytännönläheinen kuva yrityksen tuotetiedonhallinnan kehittämishankkeesta, sen onnistumiseen vaikuttaneista tekijöistä ja vaikutuksista. Tapaustutkimuksen heikkona puolena pidetään yleisesti sitä, että sen tuloksia on hankala yleistää. Tämä pitää paikkansa myös tämän tutkielman osalta.

Kuitenkin UIS-menetelmän osalta voidaan todeta yleisesti, että jos menetelmää sovelletaan unohtaen järjestelmän tilannekohtaisten vaikutusten ja tavoitteiden mittaamisen, se ei tuo kaikkia käyttäjätyytyväisyyden muutoksia esille. Lisäksi, UIS-kysely on toistettava, jotta kyselyn tuloksia voidaan verrata eri ajankohtina keskenään ja saada esille käyttöön otetun järjestelmän todelliset vaikutukset käyttäjätyytyväisyyteen. Seuraavat tuotemalliajattelun soveltamisesta esitetyt asiat voidaan myös yleistää: tuotemalliajattelun periaatteiden täydellinen noudattaminen on mahdotonta jo pelkästään sen vuoksi, että tuotetiedonhallinnan kehittämisessä on otettava huomioon yrityskohtaisesti tietojenkäsittelyn tilanne ja toiminta, jota ei voida saattaa noudattamaan tuotemalliajattelun periaatteita väkisin. Tuotemalliajattelun osittainen, asteittainen soveltaminen on erityisesti heterogeenisessä toimintaympäristössä järkevintä. Tutkielmassa esitetyt tuotemalliajattelun soveltamisen vaikutukset ovat samansuuntaisia, mitä muut tutkijat ovat esittäneet. Poikkeuksellisesti tutkielmassa on esitetty myös kehittämisestä aiheutuneita haittoja, mistä voi olla hyötyä yritysten arvioidessa omalta kohdaltaan esimerkiksi sitä, onko tuotetiedonhallinta kannattavaa ja mitä riskejä tuotetiedonhallintaan saattaa liittyä.

Muita hyviä tuotetiedonhallintaan kiinteästi liittyviä tutkimusaiheita olisivat esimerkiksi hajautettujen ja oliotietokantojen soveltuvuuden tutkiminen tuotetiedonhallinnan tietokantaratkaisuina sekä sen tutkiminen, voitaisiinko tuotemalliajattelun pohjalta muodostaa jotain yleispätevää ohjenuoraa tai viitemallia varsinaisen järjestelmän toteutustyön avuksi. Myös vastaavanlaiset UIS-tutkimukset olisivat paikallaan, jotta niiden tutkimustuloksia voitaisiin verrata keskenään. Mielenkiintoista olisi myös tulevaisuudessa selvittää, kuinka hyvin todennäköisesti vuosituhannen vaihteessa markkinoille tulevat, tuotemalliajatteluun ja STEP-standardiin pohjautuvat kaupalliset tuotetiedonhallintajärjestelmät tulevat vastaamaan asiakkaiden odotuksia. Nähtäväksi jääkin, pystyykö kaupallinen tuotekehitys teknologisen kehittymisen myötä tuottamaan sellaisia tuotetiedonhallintaratkaisuja, joissa tuotetieto on kaikkia sitä työssään tarvitsevien saatavilla yrityksessä nopeasti, vaivattomasti ja luotettavasti. Tuotetiedonhallintajärjestelmien aiheuttamia muutoksia on tärkeää myös seurata ja arvioida systemaattisesti. Yksi hyvä tapa tähän näyttäisi olevan UIS-menetelmän soveltami-

nen siten, että UIS-mittariin sisällytettäisiin myös järjestelmän toiminnallisia, tilannekohtaisia mittareita sekä järjestelmän erityistavoitteita.

LÄHDELUETTELO

Ackerman, M. S. (1994). *Augmenting the organisational memory: A Field Study of Answer Garden*. ACM. USA: Chapel Hill.

Alho, K. (1990). *Esimerkki oliotietokannan käytöstä dokumenttien ja tuotetietojen hallinnassa*. Teknillinen korkeakoulu, tietojenkäsittelyopin laboratorio.

Ayres, R. U. (1991). *Computer Integrated Manufacturing*. Vol. 1: *Revolution in Progress*. London: Chapman & Hall.

Baer, T. (1991). *Engineering is more than just design*. *Managing Automation*, November, 56-59.

Baroudi J. J. & Orlikowski W. J. (1988). *A Short Form Measure of User Information Satisfaction: A Psychometric Evaluation and Notes on Use*. *Journal of Management Information Systems* 4 (4), 45-59.

Benbasat, I., Goldstein, D. K. & Mead, M. (1987). *The case research strategy in studies of information systems*. *MIS Quarterly* 11 (3), 369-386.

Björk, B.-C. (1990). *STEP-tuotetietojen tiedonsiirtostandardi*. *Valokynä* (1), 20-30.

Bray, O. (1988). *Computer Integrated Manufacturing. The Data Management Strategy*. Bedford MA: Digital Press.

Brown, M. G. (1995). *LAATU - lähellä sydäntä: Voittajan taskukirja - Malcolm Baldrige -arviointiperusteet*. Metalliteollisuuden Keskusliitto.

Browne, J., Harhen, J. & Shivnan, J. (1990). *Production management systems: a CIM perspective*. Addison-Wesley.

Carter, D. & Baker, B. (1991). *Concurrent Engineering: The Product Development Environment for the 1990's*. Vol. 1. Mentor Graphics corporation. USA: Addison-Wesley.

Chung, Y. & Fischer, G. W. A. (1994). *Conceptual Structure and Issues for an Object-Oriented Bill Of Materials (BOM) Data Model*. *Computers ind. Engng.* 26 (2), 321-339.

Clarke, R. (1992). *A contingency model of EDI's impact on industry sectors*. *The Journal of Strategic Information Systems* 1 (3), 143-151.

Crosby, P. B. (1984). *Quality without tears: The Art of Hassle-Free Management*. New-York: McGraw-Hill.

- Date, J. C. (1981). An introduction to database systems (3rd ed.). Addison-Wesley publishing company.
- Doll W. J. & Torkzadeh G. (1988). The measurement of end-user computing satisfaction. *MIS Quarterly* 12 (2), 259-274.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review* 14 (4), 532-550.
- Galletta, D. F. & Lederer, A. L. (1989). Some Cautions on the Measurement of User Information Satisfaction. *Decision Sciences* 20 (3), 419-438.
- Graver, J. (1991). Sherpa Capabilities and the Computer-Aided Acquisition and Logistics support (CALs) Program. White Paper, Sherpa Corporation.
- Halttunen, V. & Hokkanen, M. (1995). Tuotetiedonhallinta. Taustaa ja ratkaisuvaihtoehtoja. VTT Research Notes 1631. Technical Research Centre of Finland. Espoo.
- Halttunen, V., Hokkanen, M. & Markkanen, M. (1995). Tuotetiedonhallinta STEP-standardissa. Jyväskylä: VTT Energia.
- Huuskonen, P. & Ala-Lahti, V. (1992). Tuotetietoa käsittelevät ohjelmistot - ohjelmistosiselvitys. VTT:n tietojenkäsittelytekniikan laboratorion tutkimusraportti N:o J-11. Helsinki.
- Igbaria M. & Nachman S. A. (1990). Correlates of user satisfaction with end user computing: an exploratory study. *Information & Management* 19 (2), 73-82.
- ISO CD 10303-1. (1992). Product Data Representation and Exchange. Part 1: Overview and fundamental principles.
- Isotalo, J., Katainen, A., Lehtonen, M., Pesonen, O., Salonen, T., Sääsäki, J., Hokkanen, M. & Halttunen, V. (1995). Konepajan piirreohjain tuotteen- ja tuotannonsuunnittelu - KOPSU-projektin loppuraportti. VTT Research Notes 1634. Technical Research Centre of Finland. Espoo.
- Ives B., Olson M. & Baroudi J. (1983). The Measurement of User Information Satisfaction. *Communications of the ACM* 26 (10), 785-793.
- Jones, A., Barkmeyer, E. & Davis, W. (1989). Issues in the design and implementation of a system architecture for computer integrated manufacturing. *International Journal of Computer Integrated manufacturing* 2 (2), 65-76.
- Kauppinen, V. (1978). Valmistuksen ja tuotesuunnittelun yhteistyön organisointi. *Tekninen tiedote* 3/78, Suomen Metalliteollisuuden Keskusliitto.

- Kempfer, L. (1993). Building a team. *Computer Aided Engineering* 12 (7), 4-8.
- Kjellberg, T. & Wingård, L. (1990). Product Design, Planning and Design of Manufacturing Systems Based on Product Model Knowledge Bases. In Shunk, D. L. (ed.) *Optimization of Manufacturing Systems Design*. Holland: Elsevier Science Publishing, 3-26.
- Kraft, P. & Truex, D. (1994). Postmodern management and information technology in the modern industrial corporation. *IFIP WG 8 (2)*, 113-127.
- Kuutti, K. & Virkkunen, J. (1995). Organizational memory and learning network organization: the case of Finnish labour protection inspectors. In *IEEE Proceedings of the 28th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 313-322.
- Leppänen, M. (1987). *Tietokannan suunnittelu -luentorunko*. Jyväskylän yliopisto.
- Mills, R. (1992). Evaluating Product Data Management Software. *Computer Aided Engineering* 11 (11), 24-30.
- Montazemi A. R. (1988). Factors Affecting Information Satisfaction in the Context of the Small Business Environment. *MIS Quarterly* 12 (2), 239-258.
- National Research Council (1991). *The Competitive Edge. Research Priorities for U.S. Manufacturing*. Washington D.C.: National Academy Press.
- Ngwenyama, O. & Grant, D. (1994). Enterprise Modelling for CIM Information Systems Architectures: An Object Oriented Approach. *Computers in Engineering* (2), 279-293.
- Onnias, A. (1992). *The Language of Total Quality*. TPOK Publications on Quality.
- Park, H., Tenenbaum, J. M. & Dove, R. (1994). Agile infrastructure for manufacturing systems (AIMS): a vision for transforming the US manufacturing base. *Enterprise Integration Technologies*, Technical Paper.
- Pawar, K. P. & Riedel, J. C. K. H. (1994). Achieving integration through managing concurrent engineering. *International Journal of Production engineering* (34), 329-345.
- Powell, W. (1990). Neither market nor hierarchy: network forms of organization. *Research on Organizational Behaviour*. Vol. 12.
- Puttré, M. (1991). Product Data Management. *Mechanical Engineering*, October, 81-83.
- Rasmus, D. (1993). Learning the Waltz Of Synthesis. *Manufacturing Systems* (6), 16-23.

- Riukulehto T. & Huhtala K. (1992). Tilastomenetelmien peruskurssi. Jyväskylän yliopiston tilastotieteen laitoksen julkaisuja (17).
- Rolstadås, A. (1988). Computer-Aided Production Management. IFIP International Federation for Information Processing. Springer-Verlag. 3-5.
- Ross, E. M. (1992). CALS: Enabling the New manufacturing Paradigm. CALS Journal, Winter, 29-37.
- Saarinen T. (1991). Perceived success of an information system investment. Helsingin kaupakorkeakoulu, työpapereita (F-292).
- Scheer, A.-W. (1994). CIM, computer integrated manufacturing, towards the factory of the future (3rd rev. ed.). Springer-Verlag.
- Seilonen, I. (1995). Notes on the development of integrated data management for production management. VTT Research Notes 1633. Technical Research Centre Of Finland. Espoo.
- Sherpa Corporation (1995). Sherpa - A Decade of Experience: Proven Enterprise-wide PDM Solutions for Integrating Manufacturing & Engineering. WWW-address: <http://www.sherpa.com/overview/ovpage1.html>.
- Shirani A., Aiken M. & Reithel B. (1994). A Model of User Information Satisfaction. Data Base 25 (4), 17-23.
- Soini, T. (1984). Tietoanalyysi. Espoo: Weilin+Göös.
- Sommarlund, K. (1990). Product Information Management Based on Relational Model and Graphical User Interface. Master's thesis. Helsinki University of Technology.
- Srinivasan A. (1985). Alternative measures of system effectiveness: associations and implications. MIS Quarterly 9 (3), 243-253.
- Stolle, B. D. (1991). Integrating Frameworks and Product Information Management (PIM) Systems. Positioning Paper. Sherpa Corporation.
- Tapscott, D. & Caston, A. (1993). Paradigm shift: the new promise of information technology. McGraw-Hill.
- Toikkanen, L. (1995). Organisaation muisti ja sen kehittämisen vaikutukset - tapaustutkimus Sym-telalinjalla. Pro gradu -tutkielma. Jyväskylän yliopisto.
- Tuomi, I. (1995). Abstraction and History - From institutional amnesia to organizational memory. In IEEE Proceedings of the 28th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 303-312.

Tuxen, J., Christiansen, K., Hokkanen, M., Pitkänen, O., Halttunen, V., Miotti, L., Gallesio, L., Vesterager, J. & Hansen, T. (1994). Architecture for a Global Concurrent Engineering System. Deliverable 3.2 of Esprit Project: EP 7752.

Yang, C.-C. (1986). Relational Databases. New Jersey: Prentice-Hall.

Unger, M. (1988). Features-Based Process Planning in the AMRF. Computers in Engineering Conference and Exhibition, ASME.

Valmet Oy (1994, 1995). Valmet Tänään -esitteet. Valmetin toimintaa ja sen tuloksia esittelevät vuosiyhteenvedot.

Veeramani, D., Bhargava, B. & Barash, M. M. (1993). Information system architecture for heterarchical control of large FMSs. Computer Integrated Manufacturing Systems 6 (2), 76-92.

Vesänen, V.-P. (1991). Tuotemalli-idean hyödyntäminen konepajatuotteen suunnittelussa ja valmistuksessa. Diplomityö. Konetekniikan osasto, Oulun yliopisto.

Wenzel, H., Hauschild, M., Jørgensen, J. & Alting, L. (1994). Environmental Tools in Product Development. In Proceedings of IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, March.

Williams, T. (1991). Software tools integrate the management of complex design projects. Computer Design, August, 64-74.

LIITE 1. STEP-standardin yleiskuvaus

Liitteen sisältämä kuvaus STEPistä on tiivistetty Isotalon ym. (1995) vastaavasta esityksestä.

Tuotemalliajatteluun pohjautuva STEP (Standard for the Exchange of Product Model Data) rakentuu kolmitasoiselle loogiselle rakenteelle: sovellustaso sekä looginen ja fyysinen taso. *Sovellustasolla* mallinnetaan eri sovelluksille tärkeitä toiminnot ja tarpeet, mistä ne voidaan edelleen muuntaa EXPRESS-kielisiksi tietomäärittelyiksi. Sovellustason mallinnuksessa käytetään yleensä graafisia kuvausmenetelmiä. Sovellus tarkoittaa yhden tai useamman tuotetietoa tuottavan tai käyttävän prosessin muodostamaa kokonaisuutta. Sovelluksia ovat esimerkiksi piirtämissovellukset mekaniikka-, sähkö- ja elektroniikkasuunnittelussa. *Loogisella tasolla* määritellään sovelluksen eri oliot ja niiden suhteet useiden erikoistuneiden käsitelmien avulla. Integroimalla sovellustaso ja looginen taso voidaan tunnistaa yhteiset tekijät eri olioiden välillä ja optimoida niiden määrä. *Fyysinen taso* määrittää tietoteknisen toteutuksen, eli se tarjoaa tietorakenteet ja määrittäykset tiedon yhteiskäytön (STEP-tuotetietokanta) ja kommunikoinnin (STEP-neuraaliverkko) tarpeisiin. (Isotalo ym. 1995.)

Standardin sisäisen jäsenyyksen mukaisesti STEP on jaettu sarjoihin, jotka edelleen muodostuvat loogisen kokonaisuuden muodostavista erillisistä osista. Taulukossa 7 esitellään STEPin standardisarjat numerojärjestyksessä.

TAULUKKO 7. STEPin standardisarjat (Halttunen ym. 1995).

Numerointi	Nimi
10 series	Kuvausmenetelmät (Description Methods)
20 series	Toteutusmenetelmät (Implementation Methods)
30 series	Yhdenmukaisuustestaus (Conformance Testing Methodology)
40 series	Integroidut yhteiset resurssit (Integrated Generic Resources)
100 series	Integroidut sovellusresurssit (Integrated Application Resources)
200 series	Sovellusprotokollat (Application Protocols)
1200 series	Abstraktit testisarjat (Abstract Test Suites)

Seuraavassa STEPin standardisarjat käsitellään tarkemmin (Isotalo ym. 1995).

- *Sarja 10* (kuvausmenetelmät) sisältää EXPRESS-tiedonmäärittämissä ja EXPRESS-G -menetelmän sillä laadittujen määritysten graafiseksi esittämiseksi. Kieltä käyttäen laaditaan integroitujen resurssien ja sovellusprotokollien tuotetietomääritykset. Kuvausmenetelmien avulla siis standardin laatimisessa tarvittava kieli määritellään. Mallintamiseen valittu lähestymistapa on oliokeskeinen. STEP-standardiin sisältyviä tietomalleja ovat EXPRESS, NIAM ja IDEF1X.
- *Sarjat 40 ja 100* (integroidut resurssit) sisältävät joukon valmiita tuotetietomäärityksiä: olioita, attribuutteja, tyyppisiä, funktioita ja sääntöjä tuotetietojen eri alueilta. *Yhteiset resurssit* ovat eri sovelluksille yhteisiä, sovellusriippumattomia määrityksiä. *Sovellusresurssit* ovat sovelluskohtaisia määrityksiä, jotka voivat viitata yleisiin resursseihin ja laajentaa niiden sisältöä vastaamaan paremmin sovellusta. Integroidut resurssit eivät riitä täyttämään eri sovellusten tietotarpeita, ja STEP-standardissa on sen vuoksi määritelty joukko sovellusprotokollia, joissa resurssit laajennetaan vastaamaan sovelluksen tietotarpeita.
- *Sarja 200* (sovellusprotokollat) sisältää sovelluskohtaiset tietomääritykset. Sovellusprotokollassa integroidut resurssit on muokattu vastaamaan sovelluksen tietotarpeita. STEPin käsittemallinnus voidaan jakaa kolmella eri tasolla tapahtuvaksi. Ensimmäisellä tasolla yleiset resurssit ovat kaikille sovelluksille yhteisiä kohdealueen kuvauksia, joita tarkennetaan sovelluskohtaisiksi sovellusresursseissa toisella tasolla. Kolmannella tasolla edellisten tasojen määrittelyt laajennetaan sovellusalueen sovellusprotokollaksi.
- *Sarja 30* (yhdenmukaisuustestaus) tarjoaa yleiset menetelmät ja edellytykset ohjelmistotuotteen standardinmukaiseen testaukseen. Määrittämällä ohjelmistoille standarditestit luodaan edellytykset luotettavalla tiedonsiirrolle. *Sarja 1200* (abstraktit testisarjat) sisältää joukon kuvitteellisia testitapauksia. *Sarja 20* (toteutusmenetelmät) sisältää STEP-standardissa määriteltyjen sovellusprotokollien soveltamistavat. Toteutusmenetelmät sisältävät tarkat ohjeet tiedostomuotoisen tiedonsiirron, sovellusohjelmoinnin rajapinnan ja tuotetietokantojen toteuttamiseen. Sarja 20 määrittää siis yhteensopivien teknisten ympäristöjen toteuttamiseen tarvittavat standardiosat.

Kuvausmenetelmien, integroitujen yhteisten resurssien, integroitujen sovellusresurssien ja sovellusprotokollien avulla määritellään siis STEPin sovellusprotokollat. STEP-standardi määrittelee sovellusprotokollan (application protocol) siten, että se on STEP-standardin osa, joka määrittää integroitujen resurssien käytön tavalla, joka tyydyttää sovellusalueen

tarpeet. Yhdenmukaisuustestaus, abstraktit testisarjat ja toteutusmenetelmät puolestaan määrittävät, kuinka sovellusprotokollia tulee hyödyntää ja ohjelmistotuotteita testata. Yhdessä sarjat muodostavat STEP:n kehitysarkkitehtuurin. (Isotalo ym. 1995.)

Tiedonsiirtoon STEP:n toteutusmenetelmissä on määritelty kaksi ratkaisua: tiedostomuotoinen tiedonsiirto (STEP-neuraaliverkko) ja tietokannan yhteiskäyttö ohjelmointirajapinnan (SDAI) avulla. *Tiedostomuotoinen tiedonsiirto* tarkoittaa sovellusprotokollan mukaisten tuotetietojen lukemista ja kirjoittamista ASCII-muodossa toteutusmenetelmissä määriteltyä rakennetta noudattaen. Tiedostomuotoinen tiedonsiirto on tarpeen STEP:n yleistymistä ajatellen, sillä nykyiset suunnittelun tietojärjestelmät perustuvat pitkälti tiedostomuotoiseen tiedon käsittelyyn, eikä niillä ole vielä valmiutta tietokannan yhteiskäyttöön. Tuotemalliratkaisussa tiedostomuotoa tarvitaan kuitenkin vain niissä tilanteissa, joissa sovellus ei pysty liittymään tietokannan rajapintaan. *Tietokannan yhteiskäyttö ohjelmointirajapinnan* (SDAI = Step Data Access Interface) avulla mahdollistaa tuotemallin peruseriaatteiden toteuttamisen, eli kaiken tuotetiedon säilyttämisen yhdessä loogisesti yhtenäisessä tietokannassa, johon eri sovellukset liittyvät. SDAI:n ansiosta sovellukset voidaan liittää tuotetietokantaan ohjelmoimalla niihin rajapinnan mukaiset käsittelyrutiinit. Rajapinta on määritelty STEP-standardissa yleisinä määrittelyinä, joiden pohjalta ohjelmisto- ja tietokantatoimittajat voivat toteuttaa rajapinnan eri tietokantoja varten. Tämän jälkeen jokainen SDAI:n rutiinit sisältävä sovellus voisi käyttää mitä tahansa rajapinnalla varustettua tietokantaa. Tällä ratkaisulla STEP pyrkii mahdollistamaan integroidun järjestelmän rakentamisen vapaasti valittavilla tuotteilla. (Isotalo ym. 1995.)

STEP-standardin toteuttamismenetelmät ovat vielä pitkälti avoimia, ja aika näyttää kuinka halukkaita ohjelmistojen tekijät ovat huomioimaan STEP-standardissa esitettävät vaatimukset. STEP-standardi tarjoaa kuitenkin hyvän lähtökohdan tuotemalliajatteluun pohjautuvan tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittämiselle formaalilla tavalla.

LIITE 2. IPDM-projektin vaiheet

Liitteessä kuvataan telakortisto-tietojärjestelmän määrittely-, suunnittelu-, toteutus- ja testaus-, käyttöönotto- ja koulutus- sekä ylläpitovaiheet lyhyesti tutkielman tekijöiden - järjestelmäkehittäjien - näkökulmasta. Esityksessä pyritään tuomaan erityisesti ilmi se, mitä tuloksia kussakin vaiheessa saavutettiin, mitä ongelmia niissä esiintyi ja millainen järjestelmän kehitysprosessi kaiken kaikkiaan oli. Tarkemman käsittelyn kohteena ovat vain ne projektin vaiheiden tehtäväkokonaisuudet, jotka liittyvät kiinteästi tuotemalliajatteluun tai jotka ylipääntään ovat huomioonotettavia tai tärkeitä seikkoja tuotetiedonhallintajärjestelmän kehittämisessä tutkielman tekijöiden mielestä.

1 Määrittelyvaihe

Järjestelmän määrittelyvaiheen aikana oli tarkoitus määrittää, *mitä* toimintoja ja tietoja kehitettävässä järjestelmässä tulisi olla, ei sitä, *miten* ne tulisi toteuttaa. Jo IPDM-projektin perustamisen yhteydessä toimeksiantajayrityksen edustajilla oli ollut melko tarkka kuva siitä, millainen uuden telakortisto-järjestelmän tulisi olla. Rautpohjan telatehtaalla oli vahva tarve keskittää ja järjeistää teloihin liittyvien tietojen hallintaa. Järjestelmän kehittämisessä haluttiinkin huomioida erityisesti niin myynnin, suunnittelun, valmistuksen kuin huollonkin teloihin liittyvät tietotarpeet. Kuitenkin, koska suunnittelu oli palkannut tutkielman tekijät projektiin ja tehnyt esitutkimuksen telojen tiedonhallinnasta, oli luonnollista, että suunnittelun tarpeet ja toiveet olivat etusijalla kehittämisprojektissa. Tutkielman tekijöiden vastuulla olikin huomioida kehittämisessä myös muiden toimintojen tarpeet ja toiveet. Käytännössä tämä tarkoitti lukuisia haastatteluja ja palaverieita eri puolilla Rautpohjan telatehdasta määrittelyvaiheen aikana. Myös Karhulan ja Tampereen telatehtaille tehtiin vierailut pääasiassa sen varmistamiseksi, että uusi järjestelmä tulisi olemaan käyttökelpoinen myös muissa Valmet Oy:n telatehtaissa Suomessa, jos järjestelmää aiottaisiin levittää myös muihin Valmetin toimipisteisiin.

Seuraavassa esitellään määrittelyvaiheen aikana erilaisissa haastatteluissa ja palaverissa esille tulleet kehittämistarpeet ja -toiveet toimintokohtaisesti. Tarkasteltavina toimintoina ovat telojen suunnittelu, valmistus, myynti ja huolto. Erittäin tarkastelun kohteena on telojen tuotetietomallin kehittyminen määrittelyvaiheen aikana ja uutta järjestelmää tulevaisuudessa käyttävien toimintojen tietotarpeet. Tuotetietomalli kuvattiin ER-mallinnusta käyttäen, sillä järjestelmä toteutettiin relaatiotietokantatekniikalla, johon Progressin tietokannan hallintajärjestelmä pohjautuu ja johon ER-mallinnus luontevasti soveltuu.

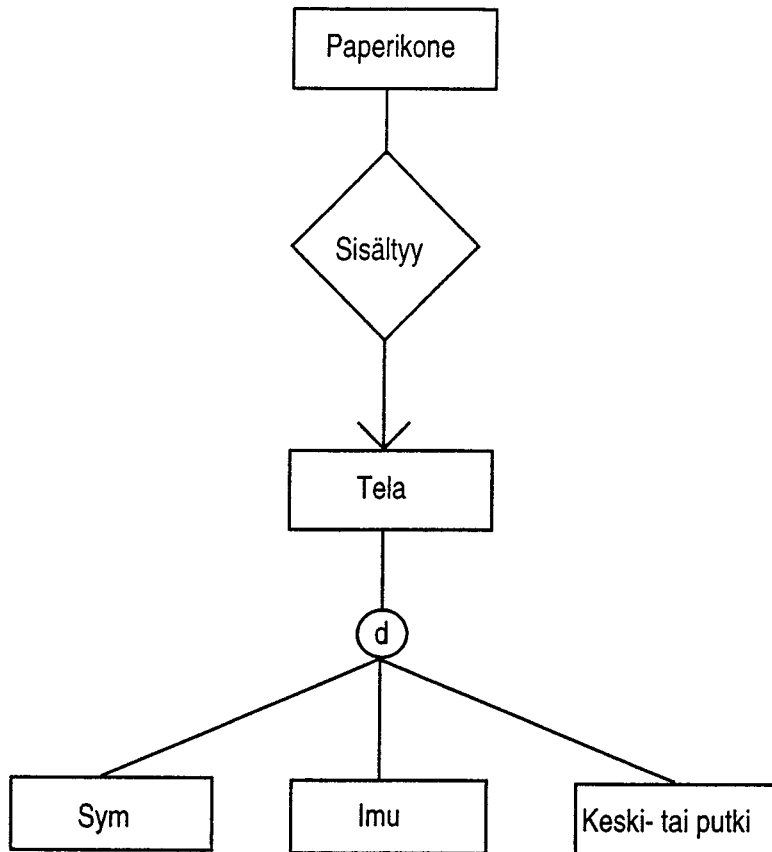
1.1 Suunnittelu

Suunnittelijoiden edustajien kanssa pidetyissä palaverissa käsiteltiin pääasiassa sitä, mitä tietoja teloista he haluaisivat tallennettavan uuteen telakortistoon. Koska Rautpohjan telatehtaalla tehdään kolmentyyppisiä teloja, eli imu-, sym- ja erilaisia keski- ja putkiteloja, jouduttiin palaverit pitämään telatyypikohtaisesti. Suunnittelijat luovuttivat luettelot niistä vanhan telakortiston telojen ominaisuuksista, jotka he kokivat työnsä kannalta tärkeiksi. Suunnittelijat selvittivät myös, mitä uusia tietoja uuden järjestelmän tietokantaan haluttiin. Sym-teloista haluttiin tallennettavan järjestelmän tietokantaan noin 60, imuteloista noin 70 ja keski- ja putkiteloista noin 30 telojen ominaisuustietoa. Näistä suunnittelijoiden muodostamista luetteloista muokattiin dokumentti, josta kävi mm. ilmi, mitä yhteisiä ominaisuuksia eri teloilla on ja mitkä ominaisuudet määrittävät tarkalleen tietyn telan. Samalla mietittiin sitä, mitkä telojen ominaisuudet toimisivat uudessa telakortistossa tietojen keskeisimpinä hakukriteereinä. Noin 40 telojen suunnittelijaa tulisi käyttämään uutta telakortisto-tietojärjestelmää.

Vanhassa telakortistossa jokaisesta keski- ja putkitelatyypistä tallennetaan tiedot omaan tiedostoon. Koska järjestelmäkehittäjät huomasivat, että keski- ja putkiteloilla on hyvin paljon yhteisiä tietoja, päätettiin näihin telatyyppeihin liittyvät tiedot tallentaa samaan tietokantatauluun. Näin voitiin järjeistää järjestelmän tietosisältöä ja helpottaa järjestelmän suunnittelu- ja toteutusvaiheita. Imu- ja sym-teloille tarvittiin omat tietokantataulut eli kohteet ER-mallissa. Toinen tapa,

jolla teloihin liittyvien tietojen hallintaa järkeistettiin, oli normalisointi: Tietyissä paperikoneessa olevilla teloilla on muutamia yhteisiä ominaisuuksia, jotka ovat siten enemmänkin paperikoneen ominaisuuksia, ei niinkään telan. Kuitenkin vanhassa telakortistossa nämä paperikonekohtaiset tiedot syötetään kaikkiin tiettyyn koneeseen kuuluviin telatietueisiin, eli pahimmassa tapauksessa 80 sym-, imu- ja keski- ja putkitelatietueeseen. Järjestelmäkehittäjät joutuivatkin normalisoimaan järjestelmän tietosisältöä siten, että paperikoneista pidettäisiin uudessa järjestelmässä aivan omaa rekisteriä, eli ne tallennettaisiin yhteen tietokantatauluun, johon syötettäisiin vain paperikoneen teloille yhteiset tiedot.

Kuviossa 11 esitetään telatehtaan käsitelmä suunnittelun edustajien näkökulmasta. Käsitelmästä ilmenevät telatehtaan keskeiset käsitteet (kohteet) ja niiden väliset suhteet. Käsitteet on merkitty suorakaiteilla sekä niiden väliset suhteet viivoin ja nelikulmioin. Suhteisiin piirretyt nuolenpäät ilmaisevat suhteiden kardinaalisuudet siten, että nuoleton viiva tarkoittaa "yhteen" ja nuolellinen "moneen". Suhteen pakollisuus kohteiden välillä ilmaistaan suhteen päälle merkityllä viivalla. Telatehtaan keskeisimmät käsitteet suunnittelun näkökulmasta ovat paperikone ja eri telatyypit, joita ovat kuvion 11 mukaisesti sym-, imu- sekä keski- ja putkitelat. Vaikka projekti on ehkä telatehtaan keskeisin käsite, sillä useimmat telatehtaalla syntyvät tiedot liitetään siihen ja projekteihin liittyviä tietoja jaellaan kaikkien telatehtaan toimintojen välillä ja asiakkaille (mm. projektin edistymisraportit) sekä muille Rautpohjan osastoille (mm. huoltoraportit ja laatusattumukset), ei projektin tietoja haluttu tallennettavan telakortistoon. Projektitiedot eivät ole nimittäin olennaisia tietoja itse telakortistossa, vaan kuuluvat enemmänkin kokonaisvaltaisempaan OMS-toiminnonohjausjärjestelmään. Telakortistossa riittääkin, että projektitunnus vain mainitaan paperikoneen tietojen yhteydessä.



KUVIO 11. Telatehtaan käsitelmä suunnittelun näkökulmasta.

Suunnittelun edustajat korostivat sitä, että uudessa telakortistossa tulisi olla runsaasti valintalistoja, joista voitaisiin nopeasti valita telan tietyksi ominaisuudeksi jokin ennalta syötetty arvo, mikä edistäisi yhdenmukaista tiedonsyöttöä ja nopeuttaisi samalla telatietojen hakua valintalistojen avulla syötettyjen tietojen osalta. Muutenkin erityisesti tiedonhaun haluttiin olevan uudessa järjestelmässä nopeaa ja helppoa, sillä vanhassa telakortistossa tietyn telan tietojen haku saattoi olla hyvinkin hankalaa ja hidasta. Kaiken kaikkiaan uuden järjestelmän kehitystyötä helpotti se, että oli olemassa vanha järjestelmä, jota tutkimalla voitiin selvittää, mitä toimintoja ja ominaisuuksia uudessa järjestelmässä pitäisi myös olla. Järjestelmäkehittäjien täytyi kuitenkin muistaa, että vanha telakortisto, joka on tekstipohjainen yhdenkäyttäjän järjestelmä, oli vain suunnittelijoiden käytössä ja edusti näin ollen pelkästään suunnittelijoiden näkemystä teloihin liittyvästä tiedonhallinnasta.

Järjestelmäkehittäjät vierailivat myös Karhulan ja Tampereen telatehtaan suunnitteluosastoilla määrittelyvaiheen aikana. Matkojen ensisijaisena tarkoituksena oli selvittää, miten teloihin liittyviä tietoja hallitaan muissa telatehtaissa ja voisiko kehitettävä telakortisto-tietojärjestelmä soveltua myös käyttöön Rautpohjan ulkopuolella. Osoittautuikin, että koska Karhulan ja Tampereen telatehtaiden käytössä olevat tuotantomenetelmät ja teloihin liittyvä tietojenkäsittely ovat samanlaisia kuin Rautpohjassakin (tosin vain pienemmässä mittakaavassa), voidaan tuleva järjestelmä pienellä räätälöinnillä tai jopa ilman sitä ottaa käyttöön myös näissä telatehtaissa.

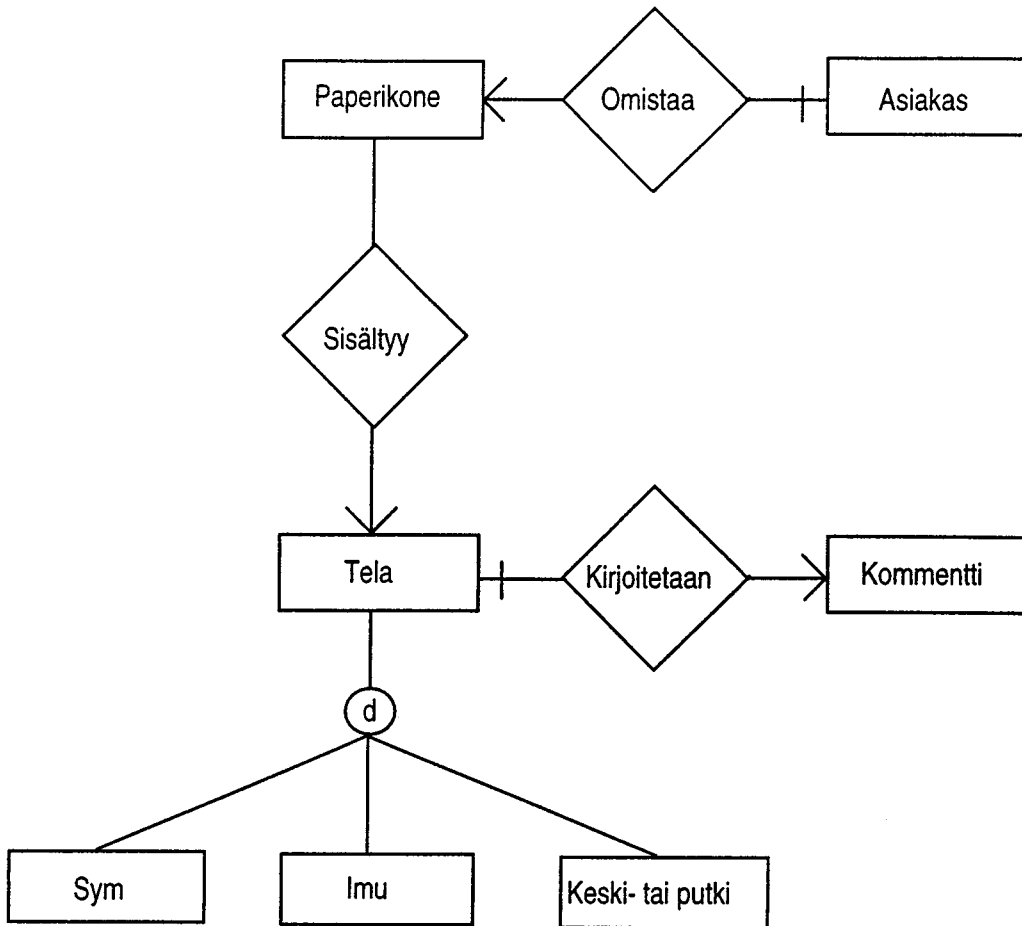
1.2 Valmistus

Rautpohjassa valmistuksella on käytössä Paradoxilla tehty telakortisto-sovellus. Tämä kortisto sisältää osittain samoja tietoja, joita määriteltiin tallennettavan myös uuden telakortiston tietokantaan. Valmistuksen telakortisto ei kuitenkaan sisällä tietoja telojen tärkeimmistä ominaisuuksista suunnittelun kannalta, vaan sen avulla voidaan laskea mm. tuotannon tunnuslukuja sekä tallentaa tietoja laatusattumuksista ja työtunneista. Järjestelmä on tarkoitettu siten enemmänkin telojen valmistuksen ja kokonaisvaltaisen tuotannon suunnitteluun ja seurantaan, eikä järjestelmää voida pitää näin telojen tuotetiedonhallintajärjestelmänä. Valmistuksen telakortistoa käytetään valmistuksessa säännöllisesti ja se sisältää juuri valmistukselle tärkeitä ominaisuuksia, joten siitä luopumista ei edes harkittu. Kuitenkin uuteen telakortistoon olisi turha sisällyttää valmistuksen telakortistossa olevia ominaisuuksia ja tietoja, joilla ei olisi merkitystä muille toiminoille. Päätettiin, että valmistuksen telakortisto säilyisi uuden telakortiston rinnalla, vaikka ne sisältäisivät osittain samoja tietoja keskenään. Kuitenkin uudesta telakortisto-järjestelmästä olisi luonnollisesti hyötyä myös valmistukselle, sillä valmistuksen työntekijät voisivat syöttää omaan järjestelmäänsä telojen ominaisuustietoja, jotka he voisivat suoraan hakea uuden järjestelmän rekistereistä. Kuviossa 12 esitettävään ER-malliin lisättiin erityisesti valmistuksen haluama kommentti-käsite. Valmistuksen työntekijät - etupäässä noin 10 verstaapäällikköä - voisivat tämän kohteen mukaisen tietorekisterin avulla syöttää uuteen järjestelmään vapaamuotoisia kommentteja telakohtaisesti esimerkiksi ha-

vaituista vioista ja telan lisäominaisuuksista sekä muista seikoista, joita ei olisi ennalta määritelty tietokannan tauluihin.

1.3 Myynti

Paperikoneen myynnin yhteydessä paperikoneesta ja erityisesti siihen kuuluvista teloista vahvistetaan ns. tarjousominaisuustiedot, jotka on määritelty paperikoneen tarjousvaiheessa yhdessä asiakkaan kanssa. Näitä tarjousominaisuustietoja myynnin yhteydessä tallennetaan telatyypistä riippuen noin 10 - 15 kappaletta. Lisäksi myyntivaiheessa pystytään määrittämään myös myydyn paperikoneen kaikille teloille yhteiset kymmenen tietoa. Kaiken kaikkiaan myynti halusi kehitettävään telakortisto-järjestelmään tallennettavan telojen tarjousominaisuustiedot nimenomaan myytyjen paperikoneiden osalta, sekä olennaisimmat asiakastiedot, joita ovat mm. asiakkaan tunnus, nimi ja toimipaikka kaupungin ja maan tarkkuudella. Kehitettävään SIM-järjestelmään aiotaan tallentaa asiakas- ja tarjousominaisuustiedot myös niistä asiakkaille tehdyistä tarjouksista, jotka eivät koskaan tule toteutumaan. Mitään tietoja näistä toteutumattomista tarjouksista ei luonnollisestikaan haluttu tallennettavan uuteen telakortistoon. Telojen myyntitietojen ja tarjousominaisuustietojen tallentaminen hyödyttää koko telalinjaa silloin kun tutulle asiakkaalle ollaan rakentamassa telaa. Myynnissä uutta telakortisto-tietojärjestelmää tulisi käyttämään säännöllisesti yli 10 henkilöä. Kuviossa 12 esitetään telatehtaan käsitelmä myös myynnin näkökulmasta. Uutena kohteena siinä on asiakas, joka on ostanut paperikoneen.



KUVIO 12. Telatehtaan käsitelmä suunnittelun, valmistuksen ja myynnin näkökulmasta.

Myynnin edustajat painottivat myös sitä, että IPDM-projektin yhteydessä tulisi tutkia sitä, miten uuteen telakortistoon tallennettavat tiedot jaettaisiin Valmetin muihin toimipisteisiin Suomessa ja maailmalla. Yksi keino myynnin mukaan oli rakentaa jonkinlainen linkki uudesta telakortistosta Lotus Notesiin, joka tulee pian olemaan käytössä globaalisti koko Valmetin laajuisesti.

1.4 Huolto

Huollon edustajat pitivät tärkeänä sitä, että uusi telakortisto-järjestelmä ei tulisi olemaan kiinteä osa myynnin kehittämää SIM-järjestelmää, sillä järjestelmän tulisi toimia tulevaisuudessa mahdollisesti myös huoltomiesten kannettavissa mikroissa, joista otettaisiin esimerkiksi suora tietoliikenneyhteys Rautpohjassa

sijaitsevaan järjestelmän tietokantaan. Järjestelmän tulisi näin ollen mahtua kannettavien kovalevyille, jolloin se ei voisi olla kiinteä osa toista tietojärjestelmää. Huollon edustajien kanssa pidetyissä palavereissa tuli esille myös tulevaisuusajattelua: järjestelmää tulisi voida käyttää tulevaisuudessa myös asiakkaat ja järjestelmään tulisi voida syöttää tietoja jossain määrin myös kilpailijoista ja niiden vastaavista tuotteista.

Huollolle tiettyyn telaan liittyvät tiedot ovat kaikista toiminnoista tärkeimpiä telan valmistumisen jälkeen. Huolto tarvitsee toiminnassaan runsaasti tietoja teloista, niiden piirustuksista, teknisistä erittelyistä, hinnoittelusta, asiakkaista, telojen käyttöympäristöistä, mittauspöytäkirjoista, teloille tehdyistä huolloista jne. Kaikkia edellä mainittuja tietoja ei kuitenkaan tallenneta uuteen telakortistoon, koska niiden tallentamista varten on Rautpohjassa käytössä muita tietojärjestelmiä. Uudessa järjestelmässä olisi tietoja pääasiassa teloista, asiakkaista ja paperikoneista. Myös telakohtaisia kommentteja voisi pystyä kirjaamaan. Huollon edustajat halusivat myös, että telakohtaisia huoltotoimenpiteitä tulisi voida kirjata uuden telakortisto-tietojärjestelmän tietokantaan.

Kuviossa 13 esitetään lopullinen Rautpohjan telatehtaan telojen käsitelmä, josta näkyvät telatehtaan kohteet, kohteiden väliset suhteet sekä kohteiden avainattribuutit, joiden avulla tietty kohteen ilmentymä tunnistetaan järjestelmässä yksikäsitteisesti. Kuvion 13 mukainen Rautpohjan telatehtaan käsitelmä edustaa samalla myös tutkielman tekijöiden muodostamaa telojen tuotetietomallia, jonka laatiminen on keskeinen osa tuotemalliajattelua ja jossa pitää yhdistyä eri toimintojen näkemykset kohdealueesta sopivalla tasolla .

2 Suunnitteluvaihe

Suunnitteluvaiheen alussa tutkittiin sitä, mitkä määrittelyvaiheen aikana syntyneistä määrittelyistä voitiin toteuttaa IPDM-projektin puitteissa ja mitä määrittelyksiä oli ylipäättään järkevää suunnitella tarkemmin, sillä määrittelyvaiheessa oli huomioitu tasapuolisesti kaikki esille tulleet toiveet, joita eri toimintojen edustajat olivat esittäneet. Järjestelmäkehittäjien tekemä rajausehdotus siitä, mitä uuteen järjestelmään sisällytettiin ja mitä ei, hyväksyttiin projektin johtoryhmän kokouksessa yksimielisesti. Tämän jälkeen järjestelmän suunnitteluvaiheen aikana viikoilla 4 - 9 suunniteltiin tarkemmin sitä, *miten* uusi järjestelmä tulisi toteuttaa siten, että kehittämistyössä huomioitaisiin määrittelyvaiheen aikana esille tulleet toiminto- ja tietotarpeet sekä eri toimintojen erityistoiveet, jotka olivat hyväksytyssä järjestelmän rajausehdotuksessa. Suunnitteluvaiheen varsinaiset tehtävät voitiin siten jakaa karkeasti neljään tehtäväkokonaisuuteen: (i) tietokannan tietokantataulujen suunnittelu ja fyysinen toteutus, (ii) järjestelmän rakenteen ja toimintojen suunnittelu yksityiskohtaisella tasolla pääasiassa MetaEdit -CASE-välineen ja Progressilla tehdyn proton avulla, (iii) käyttäjäryhmien, käyttäjäryhmäkohtaisten salasanojen ja käyttäjätunnuksien määrittäminen sekä ns. (iiii) siirtoajon suunnittelu. Lopullisessa järjestelmässä oli yhteensä noin 50 Systlan toimittamaa ja tutkielman tekijöiden tekemää tietokantataulua, jotka sijoitettiin yhteiseen tietokantaan palvelimelle. Siirtoajossa vanhas- ta telakortistosta siirrettäisiin teloihin liittyvät tiedot uuden tietojärjestelmän tietokantaan. Koska siirrettävää dataa oli paljon - noin 400 000 riviä - ja sen rakenne oli verrattain monimutkainen, oli siirron kulku suunniteltava huolella etukäteen, jotta itse tietojen fyysinen siirtäminen toteutusvaiheen alussa ei olisi tullut viemään liikaa aikaa. Suunnitteluvaiheessa ei varsinaisesti koodattu, vaan tutustuttiin Systlan toimittamiin ohjelmapiihin ja kehittämään kehitysympäristöön Progressin alaisuudessa sekä tutkittiin, miten edellä esitetyt toiminnot ja järjestelmän erityisominaisuudet voitiin toteuttaa käytännössä toteutusvaiheessa. Systlan ohjelmapiihissa oli runsaasti myös muita hyviä ominaisuuksia, joita joko pienen muokkaamisen jälkeen tai sellaisinaan voitiin hyödyntää varsinaisessa järjestelmässä. Progressilla ja Systlan ohjelmapiihilla voidaan tehdä Win-

dows-ohjelmia, joihin pystytään liittämään vaivattomasti Windowsin perusominaisuuksia, kuten help-toiminto, toimintojen pikanäppäinvalinnat ja leikkaa-liimaa -toiminto. Suunnitteluvaiheessa tutkittiin myös, miten näitä ominaisuuksia voitiin liittää uuteen järjestelmään. Seuraavissa alakohdissa kuvataan edellä mainituista suunnitteluvaiheen tehtäväkokonaisuuksista tarkemmin käyttäjäryhmien ja siirtoajon suunnittelu sen jälkeen, kun johtoryhmän hyväksymä järjestelmän rajausehdotus on esitetty.

2.1 Hyväksytyn rajausehdotuksen sisältö

IPDM-projektin johtoryhmän kokouksessa hyväksytty järjestelmän rajausehdotus sisälsi melkein kaikki ne eri toimintojen esittämät asiat ja toiveet, joita oli kertynyt määrittelyvaiheen aikana. Ainoastaan muutama seikka päätettiin jättää toteuttamatta: Järjestelmän käyttökieleksi oli alunperin haluttu sekä suomi että englanti, mutta rajausehdotuksessa päädyttiin siihen ratkaisuun, että järjestelmän näytöillä ja tulosteissa käytettäväksi kieleksi riitti englanti. Näin pyrittiin selkiyttämään ja standardoimaan teloista käytettävää terminologiaa, sillä uutta järjestelmää tulisi käyttämään sen valmistuttua Rautpohjassa melkein sata henkilöä, jotka käyttävät telojen ominaisuuksista melko vaihtelevia nimityksiä. Lisäksi englanninkielisyydestä olisi etua, jos järjestelmä otettaisiin käyttöön myös ulkomailla. Järjestelmän englanninkielisyys ei tulisi tuottamaan käyttäjille vaikeuksia, sillä useimmat telatehtaan työntekijät joutuvat päivittäisessä työssään käyttämään teloista englanninkielistä terminologiaa. Kuitenkin, mikäli käyttäjät haluaisivat tulevaisuudessa erikielisiä tulosteita ja mittayksikkömuutoksia (esimerkiksi senttimetrit tuumiksi) tulosteisiin tulostettavien telojen ominaisuuksien arvoista, voisivat he vapaasti muokata tämän mukaisia tulosteita Progressin kehittämällä standardisovelluksella. Englanninkielisten käännösten tekemisessä järjestelmäkehittäjiä auttoivat eri telatyypin edustajat. Kaiken kaikkiaan käännöstyö oli kuitenkin ongelmallista, sillä edes suunnittelijat eivät aina pystyneet sanomaan, mikä termi oli käytössä koko Valmetin laajuisesti. Toinen merkittävä seikka, joka päätettiin jättää toteuttamatta, oli myynnin esittämä toive, että myynnin kehittämä tietojärjestelmä (SIM) ja tuleva telakortistotietojärjestelmä olisi liitetty toisiinsa. Liittäminen olisi haluttu tapahtuvan siten,

että silloin kun paperikonekauppa vahvistettaisiin, kopioitaisiin kaupan myyntitiedot teloista, asiakkaasta ja paperikoneesta telakortiston tietokantaan automaattisesti. Kuitenkin, koska SIM-järjestelmän kehitysaikataulu oli telakortistojärjestelmää paljon myöhäisempi, ei tätä järjestelmien välistä linkkiä voitu toteuttaa IPDM-projektin aikataulun puitteissa. Uudessa telakortisto-tietojärjestelmässä myyjät voisivat toki syöttää myyntitiedot halutessaan juuri heitä varten muokattujen syöttönäyttöjen kautta järjestelmän tietokantaan. Tätä ratkaisua puolsi myös se, että huollon edustajat olivat halunneet uuden telakortisto-järjestelmän olevan mahdollisimman itsenäinen, jotta se mahtuisi myös huoltomiesten kannettaville mikroille tulevaisuudessa.

2.2 Käyttäjryhmien määrittely

Uuden telakortisto-tietojärjestelmän potentiaaliset käyttäjät jaettiin heidän edustamiensa toimintojen perusteella eri käyttäjryhmiin. Näillä käyttäjryhmillä on luonnollisesti erilaisia oikeuksia järjestelmän käytön suhteen, esimerkiksi vain suunnittelijat voisivat luoda uusia telatietueita ja huoltomiehet kirjata huoltotoimenpiteitä. Taulukossa 8 esitetään uutta telakortistoa käyttävät käyttäjryhmät ja mitä oikeuksia kullakin käyttäjryhmällä on järjestelmän sisältämiin tietoihin. Taulukon 8 mukaisesti kaikilla käyttäjryhmillä on rajattomat lukuoikeudet järjestelmän sisältämiin tietoihin, mutta tiedon muokkausoperaatioiden käyttö on rajattu tiukasti toimintokohtaisesti. Toteutusvaiheessa tämän taulukon kaavion perusteella perustettiin käyttäjryhmäkohtaiset käyttäjätunnukset ja salasana, joiden avulla järjestelmä suojattiin luvattomalta ja asiattomalta käytöltä. Järjestelmän tietokanta suojattiin Progressin omalla valvontamekanismilla ja järjestelmän varsinainen käyttö Systlan toimittamalla suojauksella.

TAULUKKO 8. Käyttäjärühmät ja -oikeudet järjestelmässä.

Käyttäjärühmät	Tietokantataulut						
	Paperikone	Sym-tela	Imutela	Putkitela	Kommentti	Huolto	Asiakas
Pääkäyttäjät	RIUD	RIUD	RIUD	RIUD	RIUD	RIUD	RIUD
Sym: suunnittelijat	R	RIU	R	R	RIU	R	R
Imu: suunnittelijat	R	R	RIU	R	RIU	R	R
Putki: suunnittelijat	R	R	R	RIU	RIU	R	R
Huolto	R	R	R	R	RIU	RIUD	R
Myynti	R	R pu	R pu	R pu	RIU	R	R
Konetietojen ylläpitäjät	RIUD						RIUD
Valmistus + muut	R	R	R	R	RIU	R	R

R = lukuoikeus (read)

I = lisäysoikeus (insert)

U = päivitysoikeus (update)

D = poisto-oikeus (delete)

pu = osittainen päivitysoikeus (partial update)

Kaiken kaikkiaan käyttäjärühmät piti suunnitella erityisen huolellisesti, sillä uutta järjestelmää tulisivat käyttämään useat kymmenet ihmiset säännöllisesti ja se tulisi sisältämään eri toiminnoille hyvinkin tärkeitä tietoja rakennetuista te-loista. Luvaton ja holtiton järjestelmän käyttö voitiin estää sopivilla käyttöoikeuksien määrityksillä. Miksi sitten päädyttiin käyttäjärühmäkohtaisiin käyttäjätunnuksiin henkilökohtaisten käyttäjätunnuksien asemesta? Uusi järjestelmä tulisi valmistuttuaan olemaan vain verkossa tietyllä asemalla, jonka käyttöön olisi oikeus vain niillä Rautpohjan työntekijöillä, jotka hakisivat luvan - henkilökohtaisen käyttäjätunnuksen ja salasanan - tämän verkon käyttöön Rautpohjassa olevien tietojärjestelmien käyttöä valvovalta yksiköltä. Näin ollen telakortistotietojärjestelmän käyttö tulisi olemaan suojattu myös henkilökohtaisella käyttäjätunnuksella ja salasanalla järjestelmän oman valvontamekanismin lisäksi. Telakortisto-tietojärjestelmän käyttäjärühmäkohtaisia käyttäjälupia tulisi myöntämään keskitetysti ns. telatyypikohtaiset järjestelmän pääkäyttäjät, jotka valit-taisiin järjestelmän valmistuttua suunnittelun edustajista. Näillä kolmella pääkäyttäjällä olisi mm. oikeus myöntää ja muuttaa käyttäjälupia, selailta järjestel-män koodeja sekä päästä suoraan käsiksi palvelimella sijaitsevaan tietokantaan ja sen sisältämiin taulumäärityksiin ja tietoihin vain heidän tietämillään tunnuksilla.

2.3 Siirtoajon suunnittelu

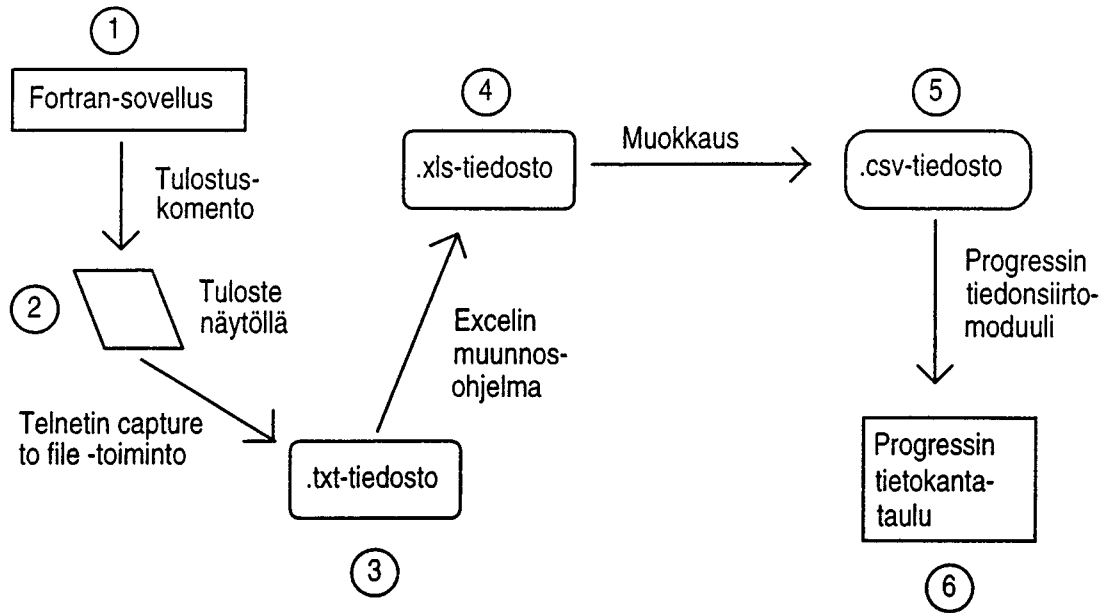
Viimeinen suunnitteluvaiheen merkittävä tehtäväkokonaisuus oli siirtoajon suunnittelu. Siirtoajossa vanhasta telakortisto-ohjelmasta siirrettäisiin tärkeimmät teloihin liittyvät tiedot uuden järjestelmän tietokantaan palvelimelle.

Vanha telakortisto sisältää noin 3400 telatietuetta, joissa jokaisessa on erillisiä tietokenttiä viidestäkymmenestä sataan. Kaikki telatietueet oli määrä siirtää uuden järjestelmän tietokantaan, mutta ei kaikkia niiden sisältämiä tietoja. Esimerkiksi keski- ja putkiteloista telasuunnittelijat halusivat siirtää keskimäärin vain 25 olennaisinta tietoa. Yleisesti haluttiinkin, että uuden järjestelmän taulumäärittelyksissä ei olisi yhtään sellaista tietoa, josta ei olisi käytännön hyötyä tela-tehtaalle, mikä oli huomioitu jo määrittelyvaiheessa tietokantamäärittelyksiä luotaessa. Vanhassa telakortistossa jokaiseen telatietueeseen oli syötetty myös paperikoneen tietoja, jotka ovat yhteisiä kaikille paperikoneen teloille. Uuden järjestelmän tietokannassa oli paperikoneen tiedoille varattu oma taulunsa. Koska vanhan telakortisto-ohjelman telatietueisiin ei oltu kuitenkaan syötetty näitä paperikoneen tietoja tarpeeksi systemaattisesti, ei niitä voitu automaattisesti siirtää siirtoajon yhteydessä uuteen tietokantaan. Näin ollen telasuunnittelijoiden oli syötettävä erikseen noin sadan paperikoneen tiedot uuden järjestelmän kautta sen käyttöönoton jälkeen ja linkitettävä sitten telatietueet paperikonetietueisiin, mikä veisi aikaa telatyypistä riippuen muutamasta viikosta useaan kuukauteen.

Telasuunnittelijoilla oli ollut jo ennen IPDM-projektia tarvetta siirtää tietoja ulos vanhasta telakortistosta. Järjestelmäkehittäjiä pystyttiinkin neuvomaan nopeasti, kuinka siirto käytännössä tulisi suorittaa. Fortranilla ohjelmoitu telakortisto-ohjelma sisältää mahdollisuuden tulosteiden ottamiseen sen sisältämistä tiedoista suoraan näytölle. Siirtoajossa kaikki telatyypit, joita siinä on kahdeksan erilaista, tuli käydä läpi ja valita niistä tulosteisiin vain ne tiedot, joita suunnittelijat pitivät tärkeinä uudessakin telakortistossa. Näytölle tulostetut .txt-muotoiset listaukset kaapattaisiin sitten telnet-ohjelman avulla erillisiin tiedostoihin, jotka tuotaisiin Exceliin niiden editointia varten. Excelissä voidaan .txt-

muotoinen teksti muokata Excelin omaan taulukkomuotoon sen muunnosohjelman avulla. Excelissä tietoja jouduttaisiin muokkaamaan mm. siten, että telatietueille kehitettäisiin yksikäsitteiset tunnukset, joiden avulla kukin tela erotuisi toisista teloista, sekä tietokentät asetettaisiin siihen samaan järjestykseen tiedostoissa, kuin missä ne olisivat tietokannan taulumäärittelyissäkin. Tämän jälkeen nämä kahdeksan telatyypikohtaista - imu-, sym- sekä keski- ja putkitelat, joita on kuutta erilaista - tiedostoa tallennettaisiin Excelissä CSV- tai SYLK-tiedostomuotoon, joita Progressin tietokannan hallintajärjestelmä pystyy käsittelemään. Keski- ja putkitelojen tietoja sisältävät tiedot siirrettäisiin samaan tauluun uudessa tietokannassa, imu- ja sym-telojen tietoja varten olisi omat tietokantataulunsa. Molempia tiedostomuotoja testattiin testitietojen siirrossa. CSV-tiedostoformaatti, jossa tietokentät on erotettu puolipistein, havaittiin huomattavasti nopeammaksi tiedonsiirtoformaatiksi Progressissa kuin SYLK ja valittiinkin varsinaisessa siirtoajossa käytettäväksi. Tiedostot tulitaisiin siirtämään palvelimen tietokantaan siten, että Progressin tiedonsiirtomodulille kerrottaisiin, mitkä tietokentät ja missä järjestyksessä ne ladattaisiin tietystä tiedostosta varsinaiseen vastaavaan tauluun tietokannassa. Progressin tiedonsiirtomoduli tarkastaa lataamisen yhteydessä aina automaattisesti mm. tietoavaimien yksikäsitteisyyden ja sen, että tiedoissa ei ole merkkejä, jotka voivat aiheuttaa vaikeuksia tietokannan toiminnassa.

Kaiken kaikkiaan siirtoajon suunnittelu oli hankalaa, sillä sitä vaikeuttivat mm. suunnittelijoiden päättämättömyys sen suhteen, mitä tietoja haluttiin loppujen lopuksi siirrettävän, sekä vanhan telakortisto-ohjelman ja Excelin muunnosohjelman paikoitellen ontuva toiminta. Tämä heijastui toteutusvaiheessa varsinaisessa siirtoajossa sillä tavalla, että verrattain helppoja, mutta työläitä siirtoajoja jouduttiin uusimaan telatyypikohtaisesti joko kokonaan tai osittain muutaman telan tiedon osalta vielä järjestelmän ylläpitovaiheessa lokakuun loppupuolella. Siirtoajojen kulku on esitetty kuviossa 14.



KUVIO 14. Siirtoajon kulku.

3 Toteutusvaihe

Toteutusvaiheessa järjestelmä koodattiin määrittely- ja suunnitteluvaiheiden tuloksien mukaisesti. Koodaamiseen meni aikaan runsaat kolme viikkoa. Muita toteutusvaiheen merkittäviä tehtäväkokonaisuuksia olivat järjestelmän tietokannan siirtäminen järjestelmäkehittäjien mikrolta palvelimelle ja sen testaaminen, siirtoajon toteuttaminen ja järjestelmän, sen tietokannan ja Progressin kehitysympäristön suojaaminen sekä käyttöoppaiden kirjoittaminen. Toteutusvaihe sujui ongelmitta, sillä itse telakortisto-järjestelmä ei ollut kaiken kaikkiaan kompleksi toteuttaa ja järjestelmäkehittäjillä oli ollut kokemusta samantyyppisen järjestelmän kehitystyöstä jo ennestään. Lisäksi määrittely- ja suunnitteluvaiheet oli suoritettu huolella, ja niiden tulokset oli tarkastettu systemaattisesti johtoryhmien kokouksissa. Seuraavassa esitellään lyhyesti siirtoajon kulkua ja käyttöoppaiden kirjoittamisprosessia.

3.1 Siirtoajon toteuttaminen

Vanhan telakortiston sisältämien tietojen siirto palvelimella sijaitsevaan tietokantaan toteutettiin toteutusvaiheen alussa. Siirrossa noudatettiin kuvion 14 mukaista prosessia. Siirtoajoon meni aikaa puolisen viikkoa. Tosin yksittäisten tietojen ja tietoryhmien siirtämistä jouduttiin tekemään useita kertoja vielä ylläpitovaiheessakin. Siirrossa nimittäin kaikki tiedot eivät suostuneet siirtymään ilman ongelmia, jolloin palvelimelle siirretty tieto oli muodoltaan virheellistä mm. siten, että jostain tiedosta oli siirtynyt vain yhdeksän ensimmäistä merkkiä kymmenen sijasta. Syitä virheiden esiintymiseen tiedonsiirrossa olivat vanhan telakortiston kömpelyys ja virhealtuus tulosteiden ottamisessa sekä Excelin epäloogisuudet tietojen esitysmuotojen käsittelyssä. Myös se, että suunnittelijat halusivat vielä varsinaisen siirtoajon jälkeen siirrettäväksi lisää tietoja vanhasta telakortisto-ohjelmasta, lisäsi tehtyjen siirtoajojen määrää. Suunnitteluvaiheen aikana suunniteltu siirtoajon kulku oli kaiken kaikkiaan toimiva tiedonsiirtotapa. Kuitenkin siirtoajojen toteuttamisessa tuli esille seikkoja, joita ei oltu huomioitu siirtoajon suunnittelussa. Näin jälkeinpäin ajatellen niihin varautuminen olisi ollut vaikeaa, ellei mahdotonta. Tietojen siirtäminen ylipäätään on aina hankalaa järjestelmästä toiseen, ja siihen tulee varata runsaasti aikaa. Myös siirrettävien tietojen tarkistamiseen ennen ja jälkeen niiden siirtämisen on syytä panostaa erityisesti.

3.2 Käyttöoppaiden kirjoittaminen

Selkeiden järjestelmän käyttöoppaiden, joita ovat sekä käyttäjän että pääkäyttäjän oppaat, kirjoittaminen oli tärkeää. Järjestelmää tulisivat käyttämään useat kymmenet henkilöt eri puolilla Rautpohjaa. Näillä ihmisillä on erilaisia tarpeita järjestelmän käytön suhteen ja erilaista tietämystä niin teloista kuin yleensä tietotekniikastakin. Erityisesti käyttäjän opas tulikin kirjoittaa helposti ymmärrettävällä kielellä ilman monimutkaisia tietoteknisiä termejä. Asiat ryhmitellään käyttöoppaissa selkeästi mm. niin, että suunnittelijat saavat tarkan kuvan järjestelmän toiminnasta juuri heitä varten kirjoitetussa osiossa ja valmistuksen edustajat yleiskuvan nopeasti lukaisemalla vain oppaan ensi sivut. Käyttöop-

paassa käytetään paljon grafiikkaa ja järjestelmän näyttöjen kuvia selkeyttämään lukijaa. Oppaassa on myös keskeisiä esimerkkejä järjestelmän toiminnasta, jotka konkretisoivat ja syventävät lukijan mielessä oppaassa olevan tekstin. Pääkäyttäjää varten kirjoitettiin lisäksi opas, jossa esitellään asioita, joita heidän tulisi tietää mm. käyttäjälupien ylläpidosta ja tietokannan suojauksesta sekä valintalistojen muokkaamisesta. Pääkäyttäjäthän ovat niitä erikseen valittavia suunnittelijoiden edustajia, joille järjestelmän ylläpitotehtävät siirtyisivät IPDM-projektin päätyttyä järjestelmäkehittäjiltä. Tosin toinen tutkielman tekijöistä vastasi järjestelmän ylläpidosta vielä neljän kuukauden ajan IPDM-projektin jälkeenkkin. Pääkäyttäjän opas tarkoitettiin vain pääkäyttäjille, sillä se sisältää salaiseksi luokiteltavia tietoja järjestelmän suojauksesta ja käytöstä. Käyttäjän opas sisältää noin viisikymmentä sivua liitteineen ja pääkäyttäjän opas vajaan kolmekymmentä, ja niiden kirjoittamiseen meni aikaa puolisentoista viikkoa. Suurehkot sivumäärät selittyvät sillä, että käyttöoppaista haluttiin yleisyyden lisäksi myös perusteellisia järjestelmän tehokäyttäjiä varten.

4 Järjestelmätestaukset ja käyttäjien koulutukset

Järjestelmän testaukset voidaan jakaa kolmeen ryhmään testauksen ajankohdan ja sisällön perusteella. Moduuleja ja näyttöjä testattiin systemaattisesti sitä mukaa kuin ne koodattiin. Toteutusvaiheen lopussa koodauksen jälkeen järjestelmää testattiin kokonaisuutena. Testiaineistona käytettiin kopiota siirtoajon jälkeisestä tietokannan sisällöstä, eli sitä dataa, jota järjestelmässä olisi sen tuotantokäytössäkkin. Tämä varsinainen testaus kesti vajaan viikon. Havaitut virheet ja epäloogisuudet järjestelmässä korjattiin välittömästi testien yhteydessä. Järjestelmäkehittäjille ei ollut käytössä mitään erityistä testausmenetelmää, vaan järjestelmän toimintaa pyrittiin testaamaan kaikilla niillä mahdollisilla tavoilla, joita järjestelmään oli kehitetty. Tietojen oikeellisuus voitiin tarkastaa suoraan näyttöjen kautta, sillä koska järjestelmä on Windows-sovellus, näkyy käyttäjän tekemät valinnat ja niiden vaikutukset järjestelmän tietosisältöön heti näytöllä. Viimeisin järjestelmän testaus tapahtui suunnittelijoiden koulutuksien yhteydessä. Telasuunnittelijat koulutettiin 2 - 5 hengen ryhmissä siten, että yksi suunnit-

telija käytti järjestelmää järjestelmäkehittäjien häntä neuvoessa reilun tunnin ajan. Suunnittelija teki itse testimateriaalinsa, eli syötti järjestelmään kuvitteellista tietoa ja kohdisti siihen sitten erilaisia toimintoja. Nämä koulutuksien yhteydessä pidetyt testitilaisuudet onnistuivat hyvin, sillä jokaisen istunnon aikana löytyi järjestelmästä vähintään yksi virhe. Käyttiväthän suunnittelijat järjestelmää ensimmäistä kertaa elämässään, joten he onnistuivat tekemään kaikkea odottamatonta. Kaiken kaikkiaan tällaisia testitilaisuuksia oli kymmenen. Koulutuksissa havaitut virheet korjattiin heti koulutustilaisuuksien jälkeen, jolloin samalla testattiin, oliko korjattavilla virheillä epäloogisia vaikutuksia myös muualle järjestelmään. Kaiken kaikkiaan testaukset onnistuivat hyvin, sillä ylläpitovaiheen aikana, jona järjestelmäkehittäjät olivat vastuullisia järjestelmän toiminnasta, ei järjestelmässä ilmennyt kuin muutama seikka, jotka kaipasivat välitöntä korjausta.

Testauksien yhteydessä sym- sekä keski- ja putkitelasuunnittelijoille annettiin siis tunnin mittainen tehokoulutus 2 - 5 henkilön ryhmissä, jossa käytiin läpi ensisijaisesti tiedon syöttämistä. Suunnittelijathan syöttävät pääasiassa teloihin, paperikoneasiakkaisiin ja paperikoneisiin liittyviä tietoja järjestelmään. Imutelasuunnittelijat koulutettiin kaikki 15 henkilöä yhdellä kertaa vajaan kahden tunnin mittaisessa koulutustilaisuudessa videotykin avulla. Koulutuksien yhteydessä sovittiin myös käyttäjäryhmäkohtaiset salasanat telasuunnittelijoiden osalta. Kouluttaminen pienissä ryhmissä todettiin paremmaksi tavaksi kouluttaa, sillä koulutettavat eivät ehdi tai kehtaa esittää kysymyksiä silloin kun koulutus pidetään samanaikaisesti monille ihmisille. Kuitenkin suunnittelijoille suunnattuja tehokoulutuksia voitiin pitää riittävinä, sillä järjestelmä oli tehty helppokäyttöiseksi ja olihan käyttäjiä varten kirjoitettu perusteellinen käyttäjän opas.

Suunnittelijoista valittiin koulutuksien yhteydessä telatyypikohtaisesti ne pääkäyttäjät, joille vastuu järjestelmästä siirtyisi IPDM-projektin päätyttyä ja jotka neuvoisivat muita käyttäjiä tarpeen tullen. Näille kolmelle pääkäyttäjälle pidettiin vielä erikseen parina päivänä yhteensä runsaan kolmen tunnin mittainen koulutus, jossa käytiin läpi juuri pääkäyttäjän tehtäviä ja vastuita. Näitä pääkäyttäjälle kuuluvia tehtäviä ja vastuita ovat mm. toisten käyttäjien opastaminen,

tietokannan tietosisällön tarkkailu ja muokkaaminen, juoksunumerosarjojen ylläpito, tiedonsyöttökenttiin liitettyjen valintalistojen vaihtoehtojen ja help-tiedoston muokkaaminen sekä käyttäjätunnuksien ja salasanojen valvonta ja käyttäjälupien myöntäminen. Heillä on myös oikeudet varmuuskopioiden ottamiseen tietokannasta ja tietokannan määrittämisestä suoraan Progressin kehitysympäristön alaisuudessa. Pääkäyttäjien tehtäviin ei sisällytetty järjestelmän normaalia käyttöä kenenkään toisen puolesta ja järjestelmän jatkokehittämistä, johon tarvitaan jo tietoteknistä asiantuntemusta Progressin ja Systlan kehitystyökaluista ja ohjelmapohjista sekä yleensäkin tietojärjestelmien kehitystyöstä. Kaikilla pääkäyttäjiksi valituilla suunnittelijoilla oli melko hyvä tietotekninen tuntemus, ja kaksi pääkäyttäjää oli ollut jo varhaisesta vaiheesta lähtien järjestelmäkehittäjien kanssa tiiviissä yhteistyössä IPDM-projektin aikana.

Telakortisto-tietojärjestelmää tulisi käyttää myös mm. huollon, myynnin ja valmistuksen työntekijät Rautpohjassa telasuunnittelijoiden lisäksi. Kuitenkin aluksi järjestelmä otettiin käyttöön vain suunnittelijoiden keskuudessa muutama kuukauden ajan, ennen kuin järjestelmää alettiin levittää myös muualle Rautpohjaan. Näin varmistettiin, että telasuunnittelijoiden havaitsemat virheet ennätettäisiin korjata ennen järjestelmän suurta levitystä. Muita käyttäjäryhmiä edustavia ihmisiä koulutettiin sitä mukaa, kuin he saivat käyttäjäluvat käyttäjäryhmittäin järjestelmän käyttöön. Koska suunnittelijat pääasiassa syöttävät tietoa teloista, asiakkaista ja paperikoneista järjestelmän tietokantaan, riitti muille käyttäjäryhmille lyhyt koulutus, jossa käytiin läpi tiedonhakua sekä kommenttien ja huoltojen kirjaamista, jotka kaikki voidaan luokitella helpoiksi tehtäviksi. Lisäksi kaikille järjestelmän käyttäjille luovutettiin käyttäjälupien luovutuksien tai koulutuksien yhteydessä käyttäjän opas, joka sisältää perusteelliset ohjeet järjestelmän käytöstä.

5 Järjestelmän käyttöönotto ja ylläpitovaihe

Järjestelmä otettiin ensiksi käyttöön telasuunnittelijoiden keskuudessa heti heidän saamiensa koulutuksien jälkeen kesäkuun aikana. Järjestelmää oli ennen sitä pystynyt käyttämään järjestelmäkehittäjien mikroilta kokeilumielessä. Loppuke-sän aikana järjestelmä otettiin käyttöön myös muualla Rautpohjassa myynnissä, valmistuksessa ja huollossa. Ennen järjestelmän käyttöönottoa käyttäjät koulu-tettiin toimintokohtaisesti sekä heille luovutettiin järjestelmän ja palvelimen käyttöohjeet ja -luvut. Elokuun lopulla järjestelmällä oli käyttäjiä noin 80. Itse järjestelmän asennus eri toimintojen mikroille oli hyvin yksinkertaista: verkosta kopioidaan asennuksen kohteena olevan mikron Windowsiin valmis ohjelma-ryhmä, jossa on telakortiston käynnistysikoni valmiine properties-määrittymi-neen ja joka viittaa verkossa olevaan telakortisto-järjestelmään. Mitään muuta ei tarvitse tehdä. Järjestelmä itse hoitaa yhteyksien ottamisen palvelimeen ja apu-ohjelmiin, jotka sijaitsevat verkossa kuten telakortistokin. Käyttäjät pystyivätkin itse tekemään asennustyön järjestelmäkehittäjien ohjeiden avulla. Ohjeet lähe-tettiin halukkaille Lotus Notesin välityksellä. Samalla perustettiin Lotus Note-siin sähköpostilista, jonka avulla lähetettiin tietoa keskitetysti kaikille järjestelmän käyttäjille. Järjestelmää pystyy käyttämään yhtäaikaisesti enintään 15 henkilöä ostettujen Progress-lisenssien perusteella. Tulevaisuudessa pääkäyttäjät arvioivat, tarvitaanko lisenssejä vielä enemmän.

Telakortisto-tietojärjestelmän ylläpitovaihe voidaan katsoa alkaneeksi siitä läh-tien, kun järjestelmän ensimmäiset asennukset käyttäjien mikroille tapahtuivat kesäkuun alussa. Ylläpitovaiheen aikana korjattiin ja paranneltiin järjestelmää käyttäjien kokemusten perusteella. Kaiken kaikkiaan virheitä järjestelmän toiminnasta löytyi vähän ja ne pystyttiin korjaamaan hyvin nopeasti. Virheitä löytyi pääasiassa siirtoajossa siirretyistä vanhoista telatiedoista tietokannassa. Jouduttiinkin tekemään useita pienempiä siirtoajoja kesän aikana. Lisäksi tela-suunnittelijat halusivat siirtää vielä vanhasta telakortistosta muutamia tietoja li-sää uuden telakortisto-järjestelmän tietokantaan, mikä kasvatti tehtyjen siirtoajo-ten määrää. Syyskuun alussa IPDM-projekti purettiin virallisesti ja vastuu tela-

kortisto-järjestelmästä siirrettiin pääkäyttäjille. Toinen tutkielman tekijöistä jatkoi kuitenkin vielä järjestelmän jatkokehittämistehtäviä vielä vuoden 1996 loppuun saakka muiden työtehtäviensä ohella Valmetissa.

Kaiken kaikkiaan järjestelmäkehittäjät saivat myönteistä palautetta käyttäjiltä järjestelmän käyttöönoton yhteydessä. Uutta telakortisto-järjestelmää oli odotettu jo pitkään, ja kehitetty järjestelmä vastasi monien odotuksia. Järjestelmän vaatimusmäärittelyssä ja kehitystyössä oli pyritty huomioimaan eri toimintojen esittämät tarpeet ja toiveet, ja tämä selittää hyvin pitkälti positiivisen palautteen. Järjestelmän toiminnassa ei myöskään ilmaantunut ylläpitovaiheen aikana vakavia virheitä, jotka olisivat heikentäneet käyttäjien luottamusta uuteen järjestelmään. Pieniä soraääniä telakortisto-tietojärjestelmä - ja samalla järjestelmäkehittäjät - sai kuitenkin pääasiassa kolmesta asiasta. Ensiksikin (i) järjestelmän käynnistys ja toiminta on luonnollisesti hidasta hitailta mikroilta. Vasteajat ovat niiltä sekunnista kymmeneen sekuntiin. Kuitenkin järjestelmän käyttö on useimmille melko kertaluontoista ja istunnot kestävät normaalisti alle puoli tuntia, joten järjestelmän hitaus ei haittaa varsinaisesti käyttäjien työskentelyä. Täytyy kuitenkin muistaa, että järjestelmä on melko monimutkainen Windows-sovellus, joka on käynnistettävissä verkosta, mikä osaltaan hidastaa järjestelmän nopeutta. Toiseksi verkkoa kuormitetaan kovasti päiväaikaan, mikä myös hidastaa kaikkien verkossa olevien sovelluksien käyttöä. Kuitenkin Rautpohjassa uusitaan jatkuvasti mikroja ja tietoverkkoa kehitetään, joten ongelma järjestelmän suoritusnopeuden suhteen tulee poistumaan pian.

Moitteen sijaa oli myös (ii) tulosteiden ottamisessa järjestelmästä. Järjestelmään on määritelty valmiita ja osittain myös käyttäjien määrittämiä huomioivia tulostepohjia. Kuitenkin näiden tulosteiden ottamisessa ilmeni aluksi vaikeuksia, sillä tulosteiden ottamisen yhteydessä käyttäjien tulee aina määrittää muutamia avaintietoja, joiden perusteella oikeat tiedot tulevat tulosteisiin. Tämä siksi, että Progressissa ei voida vaivatta suoraan lukea jotain näytöltä ja välittää sitten tämä tieto automaattisesti tulostuksia hoitavalle moduulille, vaan käyttäjän on erikseen syötettävä tarpeellinen tieto tälle moduulille ennen kuin tulostus voidaan hoitaa. Kuitenkin käyttäjät oppivat käyttämään järjestelmää pian myös tu-

lostuksen osalta. Lisäksi käyttöohjeissa selostettiin tulosteiden ottaminen huolella. Tulostuksessa oli myös sellainen ongelma, että vain yksi käyttäjä pystyi ottamaan tulosteita kerrallaan. Tämä virhe korjattiin elokuun aikana. Jotkut käyttäjät halusivat mahdollisuuden myös kokonaan heidän itsensä määrittelemiensä tulosteiden ottamiseen. Tämän mahdollistava ohjelma oli valmiina olemassa Progressissa. Sen käyttämiseksi oli kuitenkin ensin ostettava lisenssi, jonka jälkeen sen käyttöoikeus annettiin kaikille käyttäjille.

Kolmas seikka, johon erityisesti huolto halusi parannusta, oli se, että (iii) telatietueita ei oltu vielä kesän kuluessa linkitetty paperikonetietueisiin. Siirtoajosahan tätä ei oltu voitu tehdä automaattisesti linkitystiedon puuttumisen vuoksi. Syksyn aikana sym-telojen suunnittelijat tekivät tämän linkitystyön suunnittelemiensa telojen osalta. Imu- sekä keski- ja putkitelojen suunnittelijat eivät tätä linkitystyötä tehneet, mikä vaikeutti erityisesti huollon työntekijöiden tiedonhankua.

LIITE 3. Kyselylomake

HAASTATTELUKYSYMYKSET

Yleistä

1. Nimi: _____

2. Telojen tiedonhallinnassa käyttämäsi tietojärjestelmät viimeisen *puolen* vuoden aikana (telojen tiedonhallinnalla tarkoitetaan niitä käytäntöjä ja toimintamenetelmiä, joiden avulla haet ja ylläpidät teloihin liittyviä ominaisuustietoja):

	<i>Kuinka usein käytät?</i>					<i>Kuinka tärkeäksi koet?</i>					
	(1 = en koskaan, 2 = satunnaisesti, 3 = kuukausittain, 4 = viikottain, 5 = päivittäin)					(1 = ei tärkeä..., 5 = tärkeä, ? = en osaa sanoa)					
	en koskaan.....usein					ei tärkeä....tärkeä					
EOS											
<input type="radio"/> Rollbase 1.0 -telakortistojärjestelmä	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/> Suunnittelun telakortisto-ohjelma (Fortran-sovellus)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/> Valmistuksen telakortisto-ohjelma sym-teloista (Paradox-sovellus)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/> Telaluettelo (Paradox-sovellus)	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/> Excel	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/> Lotus Notes	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/> WP	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/> Cc:mail	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/> X-man	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/> Catia	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/> Muu ohjelma, mikä? _____	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	?
<input type="radio"/> Mitä manuaalisia järjestelmiä käytät yllä- olevien lisäksi? _____	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	?

Tyytyväisyyden taso

Ympyröi mielestäsi sopivin vaihtoehto. Seuraavissa väittämässä järjestelmällä tarkoitetaan sitä tietokoneistettua tai manuaalista järjestelmää tai toimintamenetelmää (lueteltu ensimmäisellä sivulla), jota käytät ensisijaisesti telojen tiedonhallinnassa. HUOMIO! Seuraaviin kysymyksiin ei kuitenkaan saa vastata Rollbase 1.0 -järjestelmän osalta, sillä sen arviointia varten on oma osionsa myöhemmin.

Täysin eri mieltä	1	2	3	4	5	Täysin samaa mieltä	EOS = ?
-------------------	---	---	---	---	---	---------------------	---------

- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. Järjestelmän sisältämät tiedot ja sen tuottamat tulosteet vaikuttavat olennaisesti tekemiini päätöksiin. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |
| 2. Järjestelmän sisältämä tieto esitetään selkeässä ja käyttökelpoisessa muodossa. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |
| 3. Järjestelmä tuottaa työssäni tarvitsemaani informaatiota. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |
| 4. Järjestelmä tuottaa tarpeeksi informaatiota. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |
| 5. Järjestelmän tuottama tieto on oleellista ja asiaankuuluvaa. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |
| 6. Järjestelmän toiminta on tarkkaa. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |
| 7. Järjestelmän tietosisältö on virheetöntä ja ajantasalla olevaa. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |
| 8. On helppo ymmärtää, miten tiedot tulee syöttää järjestelmässä. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |
| 9. Järjestelmän toimintaperiaatteita on helppo ymmärtää. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |
| 10. Järjestelmässä käytetty kieli on ymmärrettävää. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |
| 11. Pystyn käyttämään järjestelmää milloin tahansa. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |
| 12. Saan tarvitsemani telatiedot järjestelmän avulla ajallaan. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |
| 13. Järjestelmä on luotettava. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |
| 14. Järjestelmä on käyttäjäystävällinen. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |
| 15. Järjestelmä on tehokas. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |
| 16. Järjestelmä nopeuttaa ja edistää työskentelyäni. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |
| 17. Järjestelmästä on minulle suurta hyötyä. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |
| 18. Olen yleisesti ottaen tyytyväinen järjestelmään. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |

Tuotetiedonhallinnan taso

Ympyröi mielestäsi sopivin vaihtoehto. Seuraavissa väittämässä järjestelmällä tarkoitetaan sitä tietokoneistettua tai manuaalista järjestelmää tai toimintamenetelmää (lueteltu ensimmäisellä sivulla), jota käytät ensisijaisesti telojen tiedonhallinnassa. HUOMIO! Seuraaviin kysymyksiin ei kuitenkaan saa vastata Rollbase 1.0 -järjestelmän osalta, sillä sen arviointia varten on oma osionsa myöhemmin.

Täysin eri mieltä	1	2	3	4	5	Täysin samaa mieltä	EOS = ?
-------------------	---	---	---	---	---	---------------------	---------

1. Järjestelmä tukee telalinjojen eri toimintojen (myynti, suunnittelu, valmistus ja service) yhteistyötä. 1 2 3 4 5 ?

2. Toimintojen välinen tiedonvälitys telojen osalta on hankalaa järjestelmässä. 1 2 3 4 5 ?

3. Valmetin telatehtaiden välinen teloja koskeva tiedonvälitys on puutteellista järjestelmässä. 1 2 3 4 5 ?

4. Teloihin liittyvien tietojen saaminen kestää kauan järjestelmässä. 1 2 3 4 5 ?

5. Tuottamani telatiedot ovat vaikeasti toisten saatavissa järjestelmässä. 1 2 3 4 5 ?

6. Rautpohjan asiakkaita on helppo informoida teloihin liittyvissä kysymyksissä järjestelmän avulla. 1 2 3 4 5 ?

7. Tietyn telan elinkaaritietojen selville saaminen on vaivatonta järjestelmän avulla. 1 2 3 4 5 ?

8. Järjestelmän avulla on mahdollista nopeuttaa telan kehitysprosessia. 1 2 3 4 5 ?

Jos vastasit 4) tai 5), niin miten?

9. Järjestelmän avulla on mahdollista alentaa tuotekustannuksia. 1 2 3 4 5 ?

10. Järjestelmän avulla on mahdollista vähentää virheitä työssäni. 1 2 3 4 5 ?

11. Järjestelmän avulla on mahdollista parantaa telojen laatua. 1 2 3 4 5 ?

Jos vastasit 4) tai 5), niin miten?

12. Järjestelmä helpottaa telalinjojen seuraamista ja valvontaa. 1 2 3 4 5 ?

13. Järjestelmän avulla on mahdollista integroida tuotantoa. 1 2 3 4 5 ?

14. Järjestelmä ei sovi nykyiseen työympäristöön. 1 2 3 4 5 ?

Jos vastasit 4) tai 5), niin miksi?

-
-
- | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|---|---|
| 15. Olen saanut riittävästi koulutusta järjestelmän käytöstä. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |
| 16. Saan riittävästi tukea järjestelmän kehittäjiltä ongelmatilanteissa. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ? |

Lopuksi:

Mitä parannuksia haluaisit järjestelmään (1-3 tärkeintä)?

Kiitos yhteistyöstä!

LIITE 4. Kyselytutkimuksen muuttujien tärkeimmät tunnusluvut

Seuraavissa tuotetietoa käsittelevien järjestelmien käyttöiheyttä ja tärkeyttä tutkielman toimeksiantajayrityksessä selvittäneissä kysymyksissä ensimmäinen kysymyksen ilmentymä ja sen vastauksista lasketut tilastolliset tunnusluvut koskevat ensimmäistä kyselykierrosta. Ensimmäisellä kyselykierroksella kysymykset kysyttiin vanhan tuotetiedonhallintajärjestelmän osalta silloin kun Rollbase 1.0 -järjestelmää vasta suunniteltiin (esimerkiksi "Variable K2A1"). Toisella kyselykierroksella kysytyt samat kysymykset on merkitty vastaaviin muuttujiin lisätyillä _2 -merkkijonoilla (esimerkiksi "Variable K2A1_2"). Toisella kyselykierroksella kysymykset kysyttiin silloin kun Rollbase 1.0 -järjestelmä oli ollut käytössä yli neljä kuukautta

Variable	K2A1	Kuinka usein käytät (Fortran)?	
Mean	2,889	S.E. Mean	,290
Std Dev	1,231	Variance	1,516
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		
Valid observations -	18	Missing observations -	1

Variable	K2A1_2	Kuinka usein käytät (Fortran)?	
Mean	1,600	S.E. Mean	,235
Std Dev	,910	Variance	,829
Range	3,000	Minimum	1
Maximum	4		
Valid observations -	15	Missing observations -	4

Variable	K2A2	Kuinka usein käytät (Paradox - valmistus)?	
Mean	1,059	S.E. Mean	,059
Std Dev	,243	Variance	,059
Range	1,000	Minimum	1
Maximum	2		
Valid observations -	17	Missing observations -	2

Variable	K2A2_2	Kuinka usein käytät (Paradox - valmistus)?	
Mean	1,063	S.E. Mean	,062
Std Dev	,250	Variance	,062
Range	1,000	Minimum	1
Maximum	2		
Valid observations -	16	Missing observations -	3

Variable	K2A3	Kuinka usein käytät (Paradox - telaluettelo)?	
Mean	1,471	S.E. Mean	,212
Std Dev	,874	Variance	,765
Range	3,000	Minimum	1
Maximum	4		
Valid observations -	17	Missing observations -	2

Variable	K2A3_2	Kuinka usein käytät (Paradox - telaluettelo)?	
Mean	1,375	S.E. Mean	,202
Std Dev	,806	Variance	,650
Range	3,000	Minimum	1
Maximum	4		
Valid observations -	16	Missing observations -	3

Variable	K2A4	Kuinka usein käytät (Excel)?	
Mean	3,588	S.E. Mean	,272
Std Dev	1,121	Variance	1,257
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		
Valid observations -	17	Missing observations -	2

Variable	K2A4_2	Kuinka usein käytät (Excel)?	
Mean	3,316	S.E. Mean	,325
Std Dev	1,416	Variance	2,006
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		
Valid observations -	19	Missing observations -	0

Variable	K2A5	Kuinka usein käytät (Lotus Notes)?	
Mean	3,059	S.E. Mean	,388
Std Dev	1,600	Variance	2,559
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		
Valid observations -	17	Missing observations -	2

Variable	K2A5_2	Kuinka usein käytät (Lotus Notes)?	
Mean	3,263	S.E. Mean	,365
Std Dev	1,593	Variance	2,538
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		
Valid observations -	19	Missing observations -	0

Variable	K2A6	Kuinka usein käytät (WP)?	
Mean	3,059	S.E. Mean	,337
Std Dev	1,391	Variance	1,934
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		
Valid observations -	17	Missing observations -	2

Variable	K2A6_2	Kuinka usein käytät (WP)?	
Mean	1,333	S.E. Mean	,114
Std Dev	,485	Variance	,235
Range	1,000	Minimum	1

Maximum 2
 Valid observations - 18 Missing observations - 1

 Variable K2A7 Kuinka usein käytät (Cc:mail)?
 Mean 3,889 S.E. Mean ,435
 Std Dev 1,844 Variance 3,399
 Range 4,000 Minimum 1
 Maximum 5

Valid observations - 18 Missing observations - 1

 Variable K2A7_2 Kuinka usein käytät (Cc:mail)?
 Mean 3,333 S.E. Mean ,457
 Std Dev 1,940 Variance 3,765
 Range 4,000 Minimum 1
 Maximum 5

Valid observations - 18 Missing observations - 1

 Variable K2A8 Kuinka usein käytät (X-man)?
 Mean 4,389 S.E. Mean ,183
 Std Dev ,778 Variance ,605
 Range 3,000 Minimum 2
 Maximum 5

Valid observations - 18 Missing observations - 1

 Variable K2A8_2 Kuinka usein käytät (X-man)?
 Mean 4,263 S.E. Mean ,252
 Std Dev 1,098 Variance 1,205
 Range 4,000 Minimum 1
 Maximum 5

Valid observations - 19 Missing observations - 0

 Variable K2A9 Kuinka usein käytät (Catia)?
 Mean 4,235 S.E. Mean ,338
 Std Dev 1,393 Variance 1,941
 Range 4,000 Minimum 1
 Maximum 5

Valid observations - 17 Missing observations - 2

 Variable K2A9_2 Kuinka usein käytät (Catia)?
 Mean 3,833 S.E. Mean ,373
 Std Dev 1,581 Variance 2,500
 Range 4,000 Minimum 1
 Maximum 5

Valid observations - 18 Missing observations - 1

 Variable K2A10 Kuinka usein käytät (muu tietojärjestelmä)?
 Mean 3,750 S.E. Mean ,453
 Std Dev 1,282 Variance 1,643
 Range 4,000 Minimum 1
 Maximum 5

Valid observations - 8 Missing observations - 11

Variable K2A10_2 Kuinka usein käytät (muu tietojärjestelmä)?

Mean	4,125	S.E. Mean	,350
Std Dev	,991	Variance	,982
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		

Valid observations - 8 Missing observations - 11

Variable K2A11 Kuinka usein käytät (muu manuaalinen järjestelmä)?

Mean	4,333	S.E. Mean	,289
Std Dev	,866	Variance	,750
Range	2,000	Minimum	3
Maximum	5		

Valid observations - 9 Missing observations - 10

Variable K2A11_2 Kuinka usein käytät (muu manuaalinen järjestelmä)?

Mean	3,400	S.E. Mean	,600
Std Dev	1,342	Variance	1,800
Range	3,000	Minimum	1
Maximum	4		

Valid observations - 5 Missing observations - 14

Variable K2B1 Kuinka tärkeäksi koet (Fortran)?

Mean	3,933	S.E. Mean	,316
Std Dev	1,223	Variance	1,495
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		

Valid observations - 15 Missing observations - 4

Variable K2B1_2 Kuinka tärkeäksi koet (Fortran)?

Mean	2,214	S.E. Mean	,366
Std Dev	1,369	Variance	1,874
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		

Valid observations - 14 Missing observations - 5

Variable K2B2 Kuinka tärkeäksi koet (Paradox - valmistus)?

Mean	1,000	S.E. Mean	,000
Std Dev	,000	Variance	,000
Range	,000	Minimum	1
Maximum	1		

Valid observations - 6 Missing observations - 13

Variable K2B2_2 Kuinka tärkeäksi koet (Paradox - valmistus)?

Mean	1,727	S.E. Mean	,304
Std Dev	1,009	Variance	1,018
Range	3,000	Minimum	1
Maximum	4		

Valid observations - 11 Missing observations - 8

Variable K2B3 Kuinka tärkeäksi koet (Paradox - telaluettelo)?

Mean	2,800	S.E. Mean	,467
Std Dev	1,476	Variance	2,178

Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		
Valid observations -	10	Missing observations -	9

Variable	K2B3_2	Kuinka tärkeäksi koet (Paradox - telaluettelo)?	
Mean	2,083	S.E. Mean	,336
Std Dev	1,165	Variance	1,356
Range	3,000	Minimum	1
Maximum	4		
Valid observations -	12	Missing observations -	7

Variable	K2B4	Kuinka tärkeäksi koet (Excel)?	
Mean	4,400	S.E. Mean	,289
Std Dev	1,121	Variance	1,257
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		
Valid observations -	15	Missing observations -	4

Variable	K2B4_2	Kuinka tärkeäksi koet (Excel)?	
Mean	4,111	S.E. Mean	,290
Std Dev	1,231	Variance	1,516
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		
Valid observations -	18	Missing observations -	1

Variable	K2B5	Kuinka tärkeäksi koet (Lotus Notes)?	
Mean	3,667	S.E. Mean	,482
Std Dev	1,670	Variance	2,788
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		
Valid observations -	12	Missing observations -	7

Variable	K2B5_2	Kuinka tärkeäksi koet (Lotus Notes)?	
Mean	3,500	S.E. Mean	,326
Std Dev	1,383	Variance	1,912
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		
Valid observations -	18	Missing observations -	1

Variable	K2B6	Kuinka tärkeäksi koet (WP)?	
Mean	3,385	S.E. Mean	,350
Std Dev	1,261	Variance	1,590
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		
Valid observations -	13	Missing observations -	6

Variable	K2B6_2	Kuinka tärkeäksi koet (WP)?	
Mean	1,529	S.E. Mean	,229
Std Dev	,943	Variance	,890
Range	3,000	Minimum	1
Maximum	4		
Valid observations -	17	Missing observations -	2

```

-----
Variable  K2B7          Kuinka tärkeäksi koet (Cc:mail)?
Mean              4,583                      S.E. Mean          ,336
Std Dev           1,165                      Variance            1,356
Range             4,000                      Minimum             1
Maximum           5
Valid observations -      12          Missing observations -      7
-----
Variable  K2B7_2        Kuinka tärkeäksi koet (Cc:mail)?
Mean              3,647                      S.E. Mean          ,411
Std Dev           1,693                      Variance            2,868
Range             4,000                      Minimum             1
Maximum           5
Valid observations -      17          Missing observations -      2
-----
Variable  K2B8          Kuinka tärkeäksi koet (X-man)?
Mean              4,706                      S.E. Mean          ,187
Std Dev           ,772                      Variance            ,596
Range             3,000                      Minimum             2
Maximum           5
Valid observations -      17          Missing observations -      2
-----
Variable  K2B8_2        Kuinka tärkeäksi koet (X-man)?
Mean              4,579                      S.E. Mean          ,221
Std Dev           ,961                      Variance            ,924
Range             4,000                      Minimum             1
Maximum           5
Valid observations -      19          Missing observations -      0
-----
Variable  K2B9          Kuinka tärkeäksi koet (Catia)?
Mean              4,929                      S.E. Mean          ,071
Std Dev           ,267                      Variance            ,071
Range             1,000                      Minimum             4
Maximum           5
Valid observations -      14          Missing observations -      5
-----
Variable  K2B9_2        Kuinka tärkeäksi koet (Catia)?
Mean              4,111                      S.E. Mean          ,369
Std Dev           1,568                      Variance            2,458
Range             4,000                      Minimum             1
Maximum           5
Valid observations -      18          Missing observations -      1
-----
Variable  K2B10         Kuinka tärkeäksi koet (muu tietojärjestelmä)?
Mean              4,333                      S.E. Mean          ,333
Std Dev           ,816                      Variance            ,667
Range             2,000                      Minimum             3
Maximum           5
Valid observations -      6          Missing observations -      13
-----
Variable  K2B10_2       Kuinka tärkeäksi koet (muu tietojärjestelmä)?
Mean              4,500                      S.E. Mean          ,189

```

Std Dev	,535	Variance	,286
Range	1,000	Minimum	4
Maximum	5		
Valid observations -	8	Missing observations -	11

Variable	K2B11	Kuinka tärkeäksi koet (muu manuaalinen)?	
Mean	4,889	S.E. Mean	,111
Std Dev	,333	Variance	,111
Range	1,000	Minimum	4
Maximum	5		
Valid observations -	9	Missing observations -	10

Variable	K2B11_2	Kuinka tärkeäksi koet (muu manuaalinen)?	
Mean	4,000	S.E. Mean	,548
Std Dev	1,225	Variance	1,500
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		
Valid observations -	5	Missing observations -	14

Variable	KROLLA_2	Kuinka usein käytät (Rollbase 1.0)?	
Mean	2,947	S.E. Mean	,209
Std Dev	,911	Variance	,830
Range	3,000	Minimum	1
Maximum	4		
Valid observations -	19	Missing observations -	0

Variable	KROLLB_2	Kuinka tärkeäksi koet (Rollbase 1.0)?	
Mean	4,412	S.E. Mean	,150
Std Dev	,618	Variance	,382
Range	2,000	Minimum	3
Maximum	5		
Valid observations -	17	Missing observations -	2

Seuraavissa kysymyksissä ensimmäisellä kyselykierroksella kysyttiin käyttäjien mielipiteitä vanhan tuotetiedonhallintajärjestelmän osalta käyttäjätyytyväisyyden ("Variables TYYT1 - TYYT18") ja järjestelmän tuotetiedonhallinnallisten vaikutuksien ("Variables TASO1 - TASO16") suhteen. Toisella kyselykierroksella, kun Rollbase 1.0 -järjestelmä oli otettu käyttöön, samat kysymykset kysyttiin uudelleen sekä vanhan tuotetiedonhallintajärjestelmän että käyttöönotetun Rollbase 1.0 -järjestelmän osalta. Rollbase 1.0 -järjestelmän osalta kysytyt kysymykset on merkitty vastaaviin muuttujiin lisätyillä _3 -merkkijonoilla (esimerkiksi "Variable TASO1_3"). Vanhan järjestelmän osalta uudelleen kysytyt kysymykset on merkitty vastaaviin muuttujiin lisätyillä _2 -merkkijonoilla

(esimerkiksi "Variable TASO1_2"). Tilastolliset tunnusluvut kaikkien edellä mainittujen kysymysten osalta on esitetty vastaavien muuttujien yhteydessä.

Variable	TASO1	Järjestelmä tukee telalinjojen eri toimintojen yhteistyötä.		
Mean	3,059		S.E. Mean	,315
Std Dev	1,298		Variance	1,684
Range	4,000		Minimum	1
Maximum	5			
Valid observations -	17		Missing observations -	2

Variable	TASO1_2	Järjestelmä tukee telalinjojen eri toimintojen yhteistyötä.		
Mean	2,438		S.E. Mean	,288
Std Dev	1,153		Variance	1,329
Range	3,000		Minimum	1
Maximum	4			
Valid observations -	16		Missing observations -	3

Variable	TASO1_3	Järjestelmä tukee telalinjojen eri toimintojen yhteistyötä.		
Mean	3,714		S.E. Mean	,221
Std Dev	,825		Variance	,681
Range	3,000		Minimum	2
Maximum	5			
Valid observations -	14		Missing observations -	5

Variable	TASO2	Toimintojen välinen tiedonvälitys telojen osalta on hankalaa järjestelmässä.		
Mean	3,278		S.E. Mean	,211
Std Dev	,895		Variance	,801
Range	3,000		Minimum	2
Maximum	5			
Valid observations -	18		Missing observations -	1

Variable	TASO2_2	Toimintojen välinen tiedonvälitys telojen osalta on hankalaa järjestelmässä.		
Mean	3,000		S.E. Mean	,316
Std Dev	1,265		Variance	1,600
Range	4,000		Minimum	1
Maximum	5			
Valid observations -	16		Missing observations -	3

Variable	TASO2_3	Toimintojen välinen tiedonvälitys telojen osalta on hankalaa järjestelmässä.		
Mean	2,600		S.E. Mean	,221
Std Dev	,699		Variance	,489
Range	2,000		Minimum	2
Maximum	4			
Valid observations -	10		Missing observations -	9

Variable	TASO3	Valmetin telatehtaiden välinen tiedonvälitys on puutteellista järjestelmässä.		
Mean	3,187		S.E. Mean	,292
Std Dev	1,167		Variance	1,363
Range	4,000		Minimum	1
Maximum	5			

Valid observations - 16 Missing observations - 3

Variable TASO3_2 Valmetin telatehtaiden välinen tiedonvälitys on puutteellista järjestelmässä.

Mean	3,563	S.E. Mean	,223
Std Dev	,892	Variance	,796
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		

Valid observations - 16 Missing observations - 3

Variable TASO3_3 Valmetin telatehtaiden välinen tiedonvälitys on puutteellista järjestelmässä.

Mean	2,700	S.E. Mean	,260
Std Dev	,823	Variance	,678
Range	2,000	Minimum	2
Maximum	4		

Valid observations - 10 Missing observations - 9

Variable TASO4 Teloihin liittyvien tietojen saaminen kestää kauan järjestelmässä.

Mean	3,158	S.E. Mean	,191
Std Dev	,834	Variance	,696
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		

Valid observations - 19 Missing observations - 0

Variable TASO4_2 Teloihin liittyvien tietojen saaminen kestää kauan järjestelmässä.

Mean	2,563	S.E. Mean	,258
Std Dev	1,031	Variance	1,062
Range	3,000	Minimum	1
Maximum	4		

Valid observations - 16 Missing observations - 3

Variable TASO4_3 Teloihin liittyvien tietojen saaminen kestää kauan järjestelmässä.

Mean	2,687	S.E. Mean	,285
Std Dev	1,138	Variance	1,296
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		

Valid observations - 16 Missing observations - 3

Variable TASO5 Tuottamani telatiedot ovat vaikeasti toisten saatavissa järjestelmässä.

Mean	2,647	S.E. Mean	,284
Std Dev	1,169	Variance	1,368
Range	3,000	Minimum	1
Maximum	4		

Valid observations - 17 Missing observations - 2

Variable TASO5_2 Tuottamani telatiedot ovat vaikeasti toisten saatavissa järjestelmässä.

Mean	2,882	S.E. Mean	,308
Std Dev	1,269	Variance	1,610
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		

Valid observations - 17 Missing observations - 2

Variable TASO5_3 Tuottamani telatiedot ovat vaikeasti toisten saatavissa järjestelmässä.

Mean	2,100	S.E. Mean	,348
Std Dev	1,101	Variance	1,211
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		
Valid observations -	10	Missing observations -	9

Variable	TASO6	Rautopohjan asiakkaita on helppo informoida järjestelmän avulla.	
Mean	3,118	S.E. Mean	,208
Std Dev	,857	Variance	,735
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		
Valid observations -	17	Missing observations -	2

Variable	TASO6_2	Rautopohjan asiakkaita on helppo informoida järjestelmän avulla.	
Mean	2,824	S.E. Mean	,196
Std Dev	,809	Variance	,654
Range	2,000	Minimum	2
Maximum	4		
Valid observations -	17	Missing observations -	2

Variable	TASO6_3	Rautopohjan asiakkaita on helppo informoida järjestelmän avulla.	
Mean	3,071	S.E. Mean	,195
Std Dev	,730	Variance	,533
Range	2,000	Minimum	2
Maximum	4		
Valid observations -	14	Missing observations -	5

Variable	TASO7	Telan elinkaartitietojen selville saaminen on vaivatonta järjestelmän avulla.	
Mean	2,500	S.E. Mean	,242
Std Dev	,966	Variance	,933
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		
Valid observations -	16	Missing observations -	3

Variable	TASO7_2	Telan elinkaartitietojen selville saaminen on vaivatonta järjestelmän avulla.	
Mean	2,471	S.E. Mean	,244
Std Dev	1,007	Variance	1,015
Range	3,000	Minimum	1
Maximum	4		
Valid observations -	17	Missing observations -	2

Variable	TASO7_3	Telan elinkaartitietojen selville saaminen on vaivatonta järjestelmän avulla.	
Mean	3,067	S.E. Mean	,206
Std Dev	,799	Variance	,638
Range	2,000	Minimum	2
Maximum	4		
Valid observations -	15	Missing observations -	4

Variable	TASO8	Järjestelmän avulla on mahdollista nopeuttaa telan kehitysprosessia.	
Mean	2,824	S.E. Mean	,287
Std Dev	1,185	Variance	1,404
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		

Valid observations - 17 Missing observations - 2

Variable TASO8_2 Järjestelmän avulla on mahdollista nopeuttaa telan kehitysprosessia.

Mean	2,786	S.E. Mean	,187
Std Dev	,699	Variance	,489
Range	2,000	Minimum	2
Maximum	4		

Valid observations - 14 Missing observations - 5

Variable TASO8_3 Järjestelmän avulla on mahdollista nopeuttaa telan kehitysprosessia.

Mean	3,000	S.E. Mean	,253
Std Dev	,913	Variance	,833
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		

Valid observations - 13 Missing observations - 6

Variable TASO9 Järjestelmän avulla on mahdollista alentaa tuotekustannuksia.

Mean	3,118	S.E. Mean	,296
Std Dev	1,219	Variance	1,485
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		

Valid observations - 17 Missing observations - 2

Variable TASO9_2 Järjestelmän avulla on mahdollista alentaa tuotekustannuksia.

Mean	2,812	S.E. Mean	,245
Std Dev	,981	Variance	,963
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		

Valid observations - 16 Missing observations - 3

Variable TASO9_3 Järjestelmän avulla on mahdollista alentaa tuotekustannuksia.

Mean	3,143	S.E. Mean	,275
Std Dev	1,027	Variance	1,055
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		

Valid observations - 14 Missing observations - 5

Variable TASO10 Järjestelmän avulla on mahdollista vähentää virheitä työssäni.

Mean	3,211	S.E. Mean	,271
Std Dev	1,182	Variance	1,398
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		

Valid observations - 19 Missing observations - 0

Variable TASO10_2 Järjestelmän avulla on mahdollista vähentää virheitä työssäni.

Mean	3,412	S.E. Mean	,272
Std Dev	1,121	Variance	1,257
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		

Valid observations - 17 Missing observations - 2

Variable	TASO10_3	Järjestelmän avulla on mahdollista vähentää virheitä työssäni.		
Mean	3,188		S.E. Mean	,277
Std Dev	1,109		Variance	1,229
Range	4,000		Minimum	1
Maximum	5			
Valid observations -	16	Missing observations -	3	

Variable	TASO11	Järjestelmän avulla on mahdollista parantaa telojen laatua.		
Mean	2,824		S.E. Mean	,261
Std Dev	1,074		Variance	1,154
Range	4,000		Minimum	1
Maximum	5			
Valid observations -	17	Missing observations -	2	

Variable	TASO11_2	Järjestelmän avulla on mahdollista parantaa telojen laatua.		
Mean	3,000		S.E. Mean	,274
Std Dev	1,095		Variance	1,200
Range	4,000		Minimum	1
Maximum	5			
Valid observations -	16	Missing observations -	3	

Variable	TASO11_3	Järjestelmän avulla on mahdollista parantaa telojen laatua.		
Mean	2,857		S.E. Mean	,254
Std Dev	,949		Variance	,901
Range	3,000		Minimum	1
Maximum	4			
Valid observations -	14	Missing observations -	5	

Variable	TASO12	Järjestelmä helpottaa telalinjojen seuraamista ja valvontaa.		
Mean	2,750		S.E. Mean	,218
Std Dev	,754		Variance	,568
Range	3,000		Minimum	1
Maximum	4			
Valid observations -	12	Missing observations -	7	

Variable	TASO12_2	Järjestelmä helpottaa telalinjojen seuraamista ja valvontaa.		
Mean	2,500		S.E. Mean	,374
Std Dev	1,401		Variance	1,962
Range	4,000		Minimum	1
Maximum	5			
Valid observations -	14	Missing observations -	5	

Variable	TASO12_3	Järjestelmä helpottaa telalinjojen seuraamista ja valvontaa.		
Mean	3,091		S.E. Mean	,211
Std Dev	,701		Variance	,491
Range	2,000		Minimum	2
Maximum	4			
Valid observations -	11	Missing observations -	8	

Variable	TASO13	Järjestelmä avulla on mahdollista integroida tuotantoa.		
Mean	2,462		S.E. Mean	,215
Std Dev	,776		Variance	,603
Range	2,000		Minimum	1

```

Maximum                3
Valid observations -    13      Missing observations -    6
-----
Variable  TASO13_2      Järjestelmä avulla on mahdollista integroida tuotantoa.
Mean                2,308                S.E. Mean                ,263
Std Dev              ,947                Variance                  ,897
Range                3,000                Minimum                   1
Maximum              4
Valid observations -    13      Missing observations -    6
-----
Variable  TASO13_3      Järjestelmä avulla on mahdollista integroida tuotantoa.
Mean                2,800                S.E. Mean                ,200
Std Dev              ,632                Variance                  ,400
Range                2,000                Minimum                   2
Maximum              4
Valid observations -    10      Missing observations -    9
-----
Variable  TASO14        Järjestelmä ei sovi nykyiseen työympäristöön.
Mean                2,556                S.E. Mean                ,271
Std Dev              1,149                Variance                  1,320
Range                3,000                Minimum                   1
Maximum              4
Valid observations -    18      Missing observations -    1
-----
Variable  TASO14_2      Järjestelmä ei sovi nykyiseen työympäristöön.
Mean                2,813                S.E. Mean                ,277
Std Dev              1,109                Variance                  1,229
Range                4,000                Minimum                   1
Maximum              5
Valid observations -    16      Missing observations -    3
-----
Variable  TASO14_3      Järjestelmä ei sovi nykyiseen työympäristöön.
Mean                1,938                S.E. Mean                ,170
Std Dev              ,680                Variance                  ,463
Range                2,000                Minimum                   1
Maximum              3
Valid observations -    16      Missing observations -    3
-----
Variable  TASO15        Olen saanut riittävästi koulutusta järjestelmän käytöstä.
Mean                2,667                S.E. Mean                ,229
Std Dev              ,970                Variance                  ,941
Range                3,000                Minimum                   1
Maximum              4
Valid observations -    18      Missing observations -    1
-----
Variable  TASO15_2      Olen saanut riittävästi koulutusta järjestelmän käytöstä.
Mean                3,294                S.E. Mean                ,166
Std Dev              ,686                Variance                  ,471
Range                2,000                Minimum                   2
Maximum              4
Valid observations -    17      Missing observations -    2
-----

```

Variable	TASO15_3	Olen saanut riittävästi koulutusta järjestelmän käytöstä.		
Mean	3,294		S.E. Mean	,239
Std Dev	,985		Variance	,971
Range	3,000		Minimum	2
Maximum	5			
Valid observations -	17		Missing observations -	2

Variable	TASO16	Saan riittävästi tukea järjestelmän kehittäjiä ongelmatilanteissa.		
Mean	3,278		S.E. Mean	,226
Std Dev	,958		Variance	,918
Range	4,000		Minimum	1
Maximum	5			
Valid observations -	18		Missing observations -	1

Variable	TASO16_2	Saan riittävästi tukea järjestelmän kehittäjiä ongelmatilanteissa.		
Mean	3,176		S.E. Mean	,312
Std Dev	1,286		Variance	1,654
Range	4,000		Minimum	1
Maximum	5			
Valid observations -	17		Missing observations -	2

Variable	TASO16_3	Saan riittävästi tukea järjestelmän kehittäjiä ongelmatilanteissa.		
Mean	3,882		S.E. Mean	,208
Std Dev	,857		Variance	,735
Range	3,000		Minimum	2
Maximum	5			
Valid observations -	17		Missing observations -	2

Variable	TYYT1	Järjestelmän sisältämät tiedot ja tulosteet vaikuttavat olennaisesti päätöksiini.		
Mean	4,316		S.E. Mean	,242
Std Dev	1,057		Variance	1,117
Range	3,000		Minimum	2
Maximum	5			
Valid observations -	19		Missing observations -	0

Variable	TYYT1_2	Järjestelmän sisältämät tiedot ja tulosteet vaikuttavat olennaisesti päätöksiini.		
Mean	4,471		S.E. Mean	,151
Std Dev	,624		Variance	,390
Range	2,000		Minimum	3
Maximum	5			
Valid observations -	17		Missing observations -	2

Variable	TYYT1_3	Järjestelmän sisältämät tiedot ja tulosteet vaikuttavat olennaisesti päätöksiini.		
Mean	3,250		S.E. Mean	,266
Std Dev	1,065		Variance	1,133
Range	4,000		Minimum	1
Maximum	5			
Valid observations -	16		Missing observations -	3

Variable	TYYT2	Järjestelmän sisältämä tieto esitetään selkeässä ja käyttökelpoisessa muodossa.		
Mean	3,579		S.E. Mean	,176
Std Dev	,769		Variance	,591

Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		
Valid observations -	19	Missing observations -	0

Variable TYYT2_2 Järjestelmän sisältämä tieto esitetään selkeässä ja käyttökelpoisessa muodossa.

Mean	3,235	S.E. Mean	,250
Std Dev	1,033	Variance	1,066
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		

Valid observations -	17	Missing observations -	2
----------------------	----	------------------------	---

Variable TYYT2_3 Järjestelmän sisältämä tieto esitetään selkeässä ja käyttökelpoisessa muodossa.

Mean	3,647	S.E. Mean	,191
Std Dev	,786	Variance	,618
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		

Valid observations -	17	Missing observations -	2
----------------------	----	------------------------	---

Variable TYYT3 Järjestelmä tuottaa työssäni tarvitsemaani informaatiota.

Mean	3,789	S.E. Mean	,164
Std Dev	,713	Variance	,509
Range	2,000	Minimum	3
Maximum	5		

Valid observations -	19	Missing observations -	0
----------------------	----	------------------------	---

Variable TYYT3_2 Järjestelmä tuottaa työssäni tarvitsemaani informaatiota.

Mean	4,000	S.E. Mean	,149
Std Dev	,612	Variance	,375
Range	2,000	Minimum	3
Maximum	5		

Valid observations -	17	Missing observations -	2
----------------------	----	------------------------	---

Variable TYYT3_3 Järjestelmä tuottaa työssäni tarvitsemaani informaatiota.

Mean	3,765	S.E. Mean	,235
Std Dev	,970	Variance	,941
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		

Valid observations -	17	Missing observations -	2
----------------------	----	------------------------	---

Variable TYYT4 Järjestelmä tuottaa tarpeeksi informaatiota.

Mean	3,412	S.E. Mean	,258
Std Dev	1,064	Variance	1,132
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		

Valid observations -	17	Missing observations -	2
----------------------	----	------------------------	---

Variable TYYT4_2 Järjestelmä tuottaa tarpeeksi informaatiota.

Mean	3,125	S.E. Mean	,239
Std Dev	,957	Variance	,917
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		

Valid observations -	16	Missing observations -	3
----------------------	----	------------------------	---

```

-----
Variable  TYYT4_3      Järjestelmä tuottaa tarpeeksi informaatiota.
Mean      3,118          S.E. Mean      ,208
Std Dev   ,857          Variance       ,735
Range     3,000          Minimum        1
Maximum   4
Valid observations -      17      Missing observations -      2
-----

Variable  TYYT5      Järjestelmän tuottama tieto on oleellista ja asiaankuuluvaa.
Mean      3,947          S.E. Mean      ,209
Std Dev   ,911          Variance       ,830
Range     3,000          Minimum        2
Maximum   5
Valid observations -      19      Missing observations -      0
-----

Variable  TYYT5_2      Järjestelmän tuottama tieto on oleellista ja asiaankuuluvaa.
Mean      3,765          S.E. Mean      ,219
Std Dev   ,903          Variance       ,816
Range     3,000          Minimum        2
Maximum   5
Valid observations -      17      Missing observations -      2
-----

Variable  TYYT5_3      Järjestelmän tuottama tieto on oleellista ja asiaankuuluvaa.
Mean      3,941          S.E. Mean      ,181
Std Dev   ,748          Variance       ,559
Range     3,000          Minimum        2
Maximum   5
Valid observations -      17      Missing observations -      2
-----

Variable  TYYT6      Järjestelmän toiminta on tarkkaa.
Mean      3,111          S.E. Mean      ,212
Std Dev   ,900          Variance       ,810
Range     3,000          Minimum        2
Maximum   5
Valid observations -      18      Missing observations -      1
-----

Variable  TYYT6_2      Järjestelmän toiminta on tarkkaa.
Mean      3,412          S.E. Mean      ,285
Std Dev   1,176          Variance       1,382
Range     4,000          Minimum        1
Maximum   5
Valid observations -      17      Missing observations -      2
-----

Variable  TYYT6_3      Järjestelmän toiminta on tarkkaa.
Mean      3,750          S.E. Mean      ,250
Std Dev   1,000          Variance       1,000
Range     3,000          Minimum        2
Maximum   5
Valid observations -      16      Missing observations -      3
-----

Variable  TYYT7      Järjestelmän tietosisältö on virheetöntä ja ajantasaista.
Mean      2,895          S.E. Mean      ,264

```

Std Dev	1,150	Variance	1,322
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		
Valid observations -	19	Missing observations -	0

Variable	TYYT7_2	Järjestelmän tietosisältö on virheetöntä ja ajantasaista.	
Mean	2,824	S.E. Mean	,231
Std Dev	,951	Variance	,904
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		
Valid observations -	17	Missing observations -	2

Variable	TYYT7_3	Järjestelmän tietosisältö on virheetöntä ja ajantasaista.	
Mean	3,000	S.E. Mean	,183
Std Dev	,730	Variance	,533
Range	2,000	Minimum	2
Maximum	4		
Valid observations -	16	Missing observations -	3

Variable	TYYT8	On helppo ymmärtää, miten tiedot tulee syöttää järjestelmässä.	
Mean	2,941	S.E. Mean	,264
Std Dev	1,088	Variance	1,184
Range	3,000	Minimum	1
Maximum	4		
Valid observations -	17	Missing observations -	2

Variable	TYYT8_2	On helppo ymmärtää, miten tiedot tulee syöttää järjestelmässä.	
Mean	3,438	S.E. Mean	,288
Std Dev	1,153	Variance	1,329
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		
Valid observations -	16	Missing observations -	3

Variable	TYYT8_3	On helppo ymmärtää, miten tiedot tulee syöttää järjestelmässä.	
Mean	3,133	S.E. Mean	,236
Std Dev	,915	Variance	,838
Range	2,000	Minimum	2
Maximum	4		
Valid observations -	15	Missing observations -	4

Variable	TYYT9	Järjestelmän toimintaperiaatteita on helppo ymmärtää.	
Mean	3,000	S.E. Mean	,243
Std Dev	1,029	Variance	1,059
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		
Valid observations -	18	Missing observations -	1

Variable	TYYT9_2	Järjestelmän toimintaperiaatteita on helppo ymmärtää.	
Mean	3,294	S.E. Mean	,239
Std Dev	,985	Variance	,971
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		
Valid observations -	17	Missing observations -	2


```

-----
Variable  TYYT9_3      Järjestelmän toimintaperiaatteita on helppo ymmärtää.
Mean          3,294                S.E. Mean          ,206
Std Dev       ,849                Variance            ,721
Range         2,000                Minimum             2
Maximum       4
Valid observations -      17      Missing observations -      2
-----

Variable  TYYT10      Järjestelmässä käytetty kieli on ymmärrettävää.
Mean          3,421                S.E. Mean          ,192
Std Dev       ,838                Variance            ,702
Range         3,000                Minimum             2
Maximum       5
Valid observations -      19      Missing observations -      0
-----

Variable  TYYT10_2      Järjestelmässä käytetty kieli on ymmärrettävää.
Mean          3,529                S.E. Mean          ,244
Std Dev       1,007                Variance            1,015
Range         4,000                Minimum             1
Maximum       5
Valid observations -      17      Missing observations -      2
-----

Variable  TYYT10_3      Järjestelmässä käytetty kieli on ymmärrettävää.
Mean          3,813                S.E. Mean          ,187
Std Dev       ,750                Variance            ,562
Range         3,000                Minimum             2
Maximum       5
Valid observations -      16      Missing observations -      3
-----

Variable  TYYT11      Pystyn käyttämään järjestelmää milloin tahansa.
Mean          2,789                S.E. Mean          ,302
Std Dev       1,316                Variance            1,731
Range         4,000                Minimum             1
Maximum       5
Valid observations -      19      Missing observations -      0
-----

Variable  TYYT11_2      Pystyn käyttämään järjestelmää milloin tahansa.
Mean          4,059                S.E. Mean          ,181
Std Dev       ,748                Variance            ,559
Range         2,000                Minimum             3
Maximum       5
Valid observations -      17      Missing observations -      2
-----

Variable  TYYT11_3      Pystyn käyttämään järjestelmää milloin tahansa.
Mean          3,824                S.E. Mean          ,274
Std Dev       1,131                Variance            1,279
Range         3,000                Minimum             2
Maximum       5
Valid observations -      17      Missing observations -      2
-----

Variable  TYYT12      Saan tarvitsemani tiedot järjestelmän avulla ajallaan.

```

Mean	3,333	S.E. Mean	,214
Std Dev	,907	Variance	,824
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		
Valid observations -	18	Missing observations -	1

Variable TYYT12_2 Saan tarvitsemani telatiedot järjestelmän avulla ajallaan.

Mean	3,529	S.E. Mean	,259
Std Dev	1,068	Variance	1,140
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		

Valid observations -	17	Missing observations -	2
----------------------	----	------------------------	---

Variable TYYT12_3 Saan tarvitsemani telatiedot järjestelmän avulla ajallaan.

Mean	3,706	S.E. Mean	,223
Std Dev	,920	Variance	,846
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		

Valid observations -	17	Missing observations -	2
----------------------	----	------------------------	---

Variable TYYT13 Järjestelmä on luotettava.

Mean	3,053	S.E. Mean	,270
Std Dev	1,177	Variance	1,386
Range	3,000	Minimum	1
Maximum	4		

Valid observations -	19	Missing observations -	0
----------------------	----	------------------------	---

Variable TYYT13_2 Järjestelmä on luotettava.

Mean	3,294	S.E. Mean	,206
Std Dev	,849	Variance	,721
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		

Valid observations -	17	Missing observations -	2
----------------------	----	------------------------	---

Variable TYYT13_3 Järjestelmä on luotettava.

Mean	3,438	S.E. Mean	,203
Std Dev	,814	Variance	,663
Range	2,000	Minimum	2
Maximum	4		

Valid observations -	16	Missing observations -	3
----------------------	----	------------------------	---

Variable TYYT14 Järjestelmä on käyttäjäystävällinen.

Mean	2,737	S.E. Mean	,263
Std Dev	1,147	Variance	1,316
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		

Valid observations -	19	Missing observations -	0
----------------------	----	------------------------	---

Variable TYYT14_2 Järjestelmä on käyttäjäystävällinen.

Mean	2,824	S.E. Mean	,231
Std Dev	,951	Variance	,904
Range	2,000	Minimum	2
Maximum	4		

Valid observations - 17 Missing observations - 2

Variable TYYT14_3 Järjestelmä on käyttäjätavallinen.

Mean	2,941	S.E. Mean	,234
Std Dev	,966	Variance	,934
Range	3,000	Minimum	1
Maximum	4		

Valid observations - 17 Missing observations - 2

Variable TYYT15 Järjestelmä on tehokas.

Mean	2,789	S.E. Mean	,145
Std Dev	,631	Variance	,398
Range	2,000	Minimum	2
Maximum	4		

Valid observations - 19 Missing observations - 0

Variable TYYT15_2 Järjestelmä on tehokas.

Mean	2,941	S.E. Mean	,250
Std Dev	1,029	Variance	1,059
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		

Valid observations - 17 Missing observations - 2

Variable TYYT15_3 Järjestelmä on tehokas.

Mean	3,500	S.E. Mean	,224
Std Dev	,894	Variance	,800
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		

Valid observations - 16 Missing observations - 3

Variable TYYT16 Järjestelmä nopeuttaa ja edistää työskentelyäni.

Mean	3,421	S.E. Mean	,246
Std Dev	1,071	Variance	1,146
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		

Valid observations - 19 Missing observations - 0

Variable TYYT16_2 Järjestelmä nopeuttaa ja edistää työskentelyäni.

Mean	3,824	S.E. Mean	,176
Std Dev	,728	Variance	,529
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		

Valid observations - 17 Missing observations - 2

Variable TYYT16_3 Järjestelmä nopeuttaa ja edistää työskentelyäni.

Mean	3,625	S.E. Mean	,221
Std Dev	,885	Variance	,783
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		

Valid observations - 16 Missing observations - 3

Variable TYYT17 Järjestelmästä on minulle suurta hyötyä.

Mean	4,053	S.E. Mean	,270
Std Dev	1,177	Variance	1,386
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		

Valid observations - 19 Missing observations - 0

Variable	TYYT17_2	Järjestelmästä on minulle suurta hyötyä.	
Mean	4,000	S.E. Mean	,192
Std Dev	,791	Variance	,625
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		

Valid observations - 17 Missing observations - 2

Variable	TYYT17_3	Järjestelmästä on minulle suurta hyötyä.	
Mean	3,353	S.E. Mean	,256
Std Dev	1,057	Variance	1,118
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		

Valid observations - 17 Missing observations - 2

Variable	TYYT18	Olen yleisesti ottaen tyytyväinen järjestelmään.	
Mean	3,158	S.E. Mean	,245
Std Dev	1,068	Variance	1,140
Range	4,000	Minimum	1
Maximum	5		

Valid observations - 19 Missing observations - 0

Variable	TYYT18_2	Olen yleisesti ottaen tyytyväinen järjestelmään.	
Mean	3,412	S.E. Mean	,228
Std Dev	,939	Variance	,882
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		

Valid observations - 17 Missing observations - 2

Variable	TYYT18_3	Olen yleisesti ottaen tyytyväinen järjestelmään.	
Mean	3,667	S.E. Mean	,211
Std Dev	,816	Variance	,667
Range	3,000	Minimum	2
Maximum	5		

Valid observations - 15 Missing observations - 4