

# Prototyyppien dokumentoinnin kehittäminen

Sami Korpiaho

Opinnäytetyö  
Joulukuu 2011

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) KORPIAHO, Sami	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 6.12.2011
	Sivumäärä 29	Julkaisun kieli suomi
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi Prototyypin dokumentoinnin kehittäminen		
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka		
Työn ohjaaja(t) PEURANEN, Harri MATILAINEN, Jorma		
Toimeksiantaja(t) Multimek Oy, Matti Hokkanen		
Tiivistelmä <p>Multimek Oy:ssä oli havaittu puutteita valmistettavista prototyypituotteista asiakkaalle raportoitavissa tiedoissa. Oli myös esiintynyt tilanteita, että tietoja havaituista ongelmista tuotteen valmistavuudessa ei raportoitu ollenkaan. Tämä aiheutti niin kriittinen tilanteen, että raportointi vaati välittömiä parannustoimia. Opinnäytetyön tavoitteena oli, että Multimek Oy:lle kehitetään järjestelmä, tai toimintatapa, mikä varmistaa, että asiakkaalle välittyy, sekä tieto prototyypin valmistettavuuteen liittyvistä ongelmista, että mahdolliset kehitysehdotukset.</p> <p>Koska suurin osa prototyypeistä valmistettiin pääasiakkaalle, Metso Minerals Oy:lle, oli erityisesti sieltä tulevat ehdotukset otettava huomioon asian kehittämässä. Se toteutettiin järjestämällä palaveri Metso Minerals Oy:n tuotteistuksen ja opinnäytteen tekijän kesken. Palaverin tuloksia hyödynnettiin järjestelmän kehityksessä.</p> <p>Multimek Oy:ssä syitä ongelmille etsittiin keskustelemalla henkilöstön kanssa, ja kirjaamalla näin esille nousseet asiat. Ongelmien merkittävyys analysoitiin, ja sen perusteella tehtiin johtopäätös, että tiedonkulussa ja henkilöstön tietämyksessä oli eniten kehitettävää. Tiedonkulussa olleita ongelmia ratkottiin tekemällä muutoksia tiedonvälitysmenelmiin. Tuotannonohjauksessa käytettävään listoihin lisättiin merkintä, jotta tieto siitä, että tuote on prototyyppi, välittyy tuotannosuunnittelijalle ja edelleen tuotannon työntekijöille. Henkilöstön tietämystä prototyypin valmistukseen liittyvistä asioista edistettiin tiedottamalla siitä, mitä hyötyä palautteen antamisesta on sekä asiakkaille, että työntekijöille itselleen.</p> <p>Tuloksena tiedonkulku tuotantoprosessissa parantui merkittävästi. Opinnäytteen tulokset antavat myös pohjan tulevaisuuden kehitystyölle Multimek Oy:ssä, sillä aihetta tutkiessa löytyi uusia kehityskohteita.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Prototyyppi, valmistettavuus		
Muut tiedot		



Author(s) KORPIAHO, Sami	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 6.12.2011
	Pages 29	Language finnish
	Confidential ( ) Until	Permission for web publication ( X )
Title DEVELOPMENT OF PROTOTYPE RELATED DOCUMENTATION		
Degree Programme Mechanical and production engineering		
Tutor(s) PEURANEN, Harri MATILAINEN, Jorma		
Assigned by Multimek Oy, Matti Hokkanen		
Abstract <p>In Multimek Ltd. serious deficiencies had been noticed in the information about prototypes that was provided for customers. There had also been situations that no information about the problems in manufacturability of a prototype was reported to a customer. The situation got so critical that immediate actions of improvement were to be taken.</p> <p>The objective of the study was to develop a system or an approach for Multimek Ltd. which confirms that all information and development proposals related to prototypes are reported to the customers.</p> <p>Most of the prototypes are supplied to Metso Minerals Ltd. and therefore especially their opinion had to be taken into account. This was accomplished by arranging a meeting with the productization department of Metso Minerals Ltd. The data that came up in the meeting was made use of in the later stages of the study.</p> <p>Conversations were used as a method to find causes for the problems in Multimek Ltd. Problems that came up in the conversations between the student and production personnel were recorded and then analyzed based on how significant they were. Problems in flow of information and inadequacies in the knowledge of production personnel concerning the prototypes came up as the two most critical targets for development. To solve the problems found in the flow of information changes were made to lists that are used by the person in charge of production planning. A special new way to mark which products are prototypes was introduced. Reports were given to increase the knowledge of production personnel concerning prototypes.</p> <p>As a result of the study the flow of information in production process evolved radically. The results of the study also make it easier for Multimek Ltd. to develop their processes in the future because several other targets for improvement were found.</p>		
Keywords Prototype, manufacturability		
Miscellaneous		

## SISÄLTÖ

1 Lähtökohdat opinnäytetyöhön .....	3
1.1 Prototyypit osana sopimusvalmistusta ja muuta tuotantoa .....	3
1.2 Tiedonkulun ongelmat.....	4
1.3 Opinnäytetyön tavoite.....	6
2 Prototyypit .....	6
2.1 Prototyyppi.....	6
2.2 Prototyyppien luokittelu.....	7
2.3 Prototyyppi osana tuotesuunnittelua .....	8
2.4 Erot prototyypin ja sarjavalmisteen välillä .....	9
2.5 Prototyypit murskainten- ja seulojen osien tuotannossa .....	10
2.6 Prototyypit muussa Multimek Oy:n tuotannossa .....	10
3 Valmistettavuus .....	11
4 Laatonäkökohdat palvelun kehittämiseen .....	12
4.1 Palvelun laatu.....	12
4.2 Johdon sitoutuminen.....	13
4.3 Palvelun laadun merkitys Multimek Oy:ssä.....	13
6 Toteutusprosessi .....	14
6.1 Valmistelevat toimet ja ongelmakohtien etsiminen.....	14
6.2 Asiakkaan näkökulma – Metso Minerals .....	16
6.3 Tiedonkulun parantaminen .....	18
6.4 Koulutuksen toteuttaminen.....	19
6.5 Henkilöstön motivointi .....	20
6.6 Raportointilomakkeen laadinta.....	20
6.7 Tuotteiden havainnollistaminen Multimek Oy:ssä .....	21
7 Pohdinta.....	21
7.1 Tulokset käytännössä .....	21

	2
7.1.1 Vertailu alkutilanteeseen .....	21
7.1.2 Tiedonkulun kehittyminen .....	23
7.1.3 Työntekijöiden motivointi ja tuotannosta saatava palaute.....	23
7.1.4 Raportointi asiakkaille.....	24
7.1.4 Tuotteiden havainnollistaminen .....	25
7.1.5 Vaikutus Metso Mineralsin osalta .....	25
7.1.6 Pienasiakkaat.....	26
7.2 Tulokset taloudelliselta kannalta .....	26
7.3 Oppimisprosessi .....	27
LÄHTEET.....	29
LIITTEET.....	30
Liite 1. Keskusteluissa esiintulleet ongelmat.....	30
Liite 2. Prosessi- ja tietovirtakaavio .....	31
Liite 3. Raportointilomake .....	32

## KUVIOT

KUVIO 1. Metso LT 200 HP liikuteltava murskain.....	3
KUVIO 2. Levyn taivuttaminen u-profiiliksi käyttäen aputaivutusta.....	4
KUVIO 3. Vesiputousmalli tuotesuunnitteluprosessin vaiheista.....	8
KUVIO 4. Xerox kopiokoneen ohjelmiston kehitys.....	9
KUVIO 5. Esimerkki rakenteen yksinkertaistamisesta integroimalla osia.....	11
KUVIO 6. Esimerkki tuotannon ohjaukseen käytettävästä listasta.....	19

## TAULUKOT

TAULUKKO 1. Havaittujen ongelmien merkittävyyden arviointi.....	15
TAULUKKO 2. Ongelmien merkittävyyden arviointi kehitystoimien jälkeen.....	22

# 1 Lähtökohdat opinnäytetyöhön

## 1.1 Prototyypit osana sopimusvalmistusta ja muuta tuotantoa

Multialla sijaitseva Multimek Oy valmistaa sopimusvalmistuksena Metso -konsernin kaivos- ja maanrakennusalan liiketoimintayksikölle, Metso Mineralsille, mobiilimurskainten ja –seulojen osia. Multimekin valmistamia tuotteita on esimerkiksi kuvion 1 mobiilimurskaimessa. Sopimusvalmistukseen liittyy myös prototyyppien valmistusta, mihin kuuluu Multimekin Metsolle tarjoama tieto tuotteiden valmistettavuudesta, ja mahdolliset kehitysehdotukset valmistettavuuden parantamiseksi. Tuotteen valmistuksen yhteydessä käydään myös dokumentaatio läpi, joten mahdolliset virheet piirustuksissa tai osaluettelossa tiedotetaan myös.



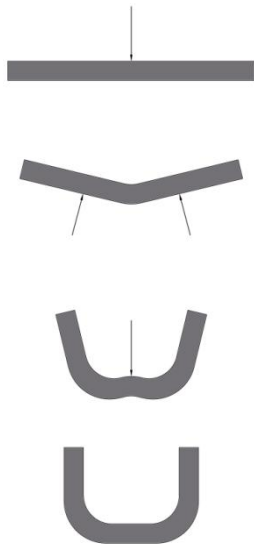
KUVIO 1. Metso LT 200 HP liikuteltava murskain (Lokotrack LT200HP. n.d)

Multimekillä on myös asiakkaanaan monia pienempiä yrityksiä. Vahvan kulutusteräksien taivuttamiseen ja hitsaukseen liittyvän osaamisen ansiosta on asiakkaaksi saatu monia maanrakennusalalle ja metsätyökoneisiin työvälineitä valmistavia asiakkaita. Näillekin asiakkaille valmistetaan paljon ensikappaleita tuotteista. Aivan samaan tapaan kuin Metson osalta, on erittäin tärkeää, että näille asiakkaille annetaan kaikki mahdollinen palaute, mikä auttaa tuotteen valmistettavuuden parantamisessa, ja mahdollisesti parantaa tuotteen kilpailukykyä alentamalla tuotantokustannuksia.

## 1.2 Tiedonkulun ongelmat

Varsinaisen kehitystarpeen toi esiin Metso Mineralsin mobiilimurskainten uuden moottorimoduulin moottorialusta. Sitä käytetään esimerkkinä miksi kehitysprojekti oli tärkeä, ja minkälaisia ongelmia tiedonkulussa oli alustavasti havaittu.

Moottorialusta rakentuu särmäyskoneella taivutettavasta pohjalevystä, jonka sivuille hitsataan särmäyskoneella u-profiiliksi taivutetut jäykisteet. Nämä jäykisteet olivat alkuperäisessä rakenteessa suunniteltu valmistettavaksi 10 mm vahvuisesta rakenne-teräslevystä. Koska levy oli niin vahvaa, ja taivutettava profiili melko pitkä, taivutuksessa oli käytettävä isoa särmäyspuristinta, minkä puristusvoima on 800 t. Isolla särmäyskoneella tehdessä u-profiilin reunoja ei kuitenkaan saanut taivutettua ilman profiilin pohjaan tehtävää aputaivutusta. Aputaivutukset ovat työläitä tehdä näin pitkissä profiileissa, eikä työn jälkikään ole hyvä. Taivutus hyödyntäen aputaivutusta on havainnollistettu kuviossa 2.



KUVIO 2. Levyn taivuttaminen u-profiiliksi käyttäen aputaivutusta

Prototyyppejä valmistettiin kaksi, eikä kummassakaan puututtu valmistettavuusongelmiin. Murskain, missä kyseistä moottorialustaa käytetään, ehti jo nollasarjavai-

heeseen, kun ongelmaan alettiin kiinnittää huomiota Multimekissä. Särmääjä, joka työskentelee särmäyskoneella, millä jäykisteprofiilit oli taivutettu, ehdotti, että materiaalia hieman ohentamalla taivutus onnistuisi pienemmillä särmäyskoneilla. Tällöin myös aputaivutukselta vältyttäisiin. Materiaalin ohentamista ehdotettiin välittömästi Metson tuotteistuksen ostajalle, joka välitti tiedon suunnitteluosastoon. Vastaus suunnittelusta oli närkästynyt, ja sieltä ihmeteltiin miksi tietoa ei ollut välitetty heille tuotteen ollessa protovaiheessa. Lopulta materiaalin ohentaminen kuitenkin lujuuslaskennan jälkeen hyväksyttiin.

Tutkittaessa sitä, mistä tämä tapahtumasarja johtui, löytyi syy informaation kulusta. Työnsuunnittelu ja tuotannonohjaus eivät tienneet tilatun tuotteen olevan prototyyppi. Täten oli mahdotonta, että tieto olisi ollut tuotannon työntekijöillä. Ongelma siis oli tiedonkulussa tilaukset vastaanottavan ihmisen ja tuotannosuunnittelijan välillä. Jostain syystä kaikki muu tilausta koskeva informaatio oli siirtynyt heidän välillään paitsi se, että tilattu tuote oli prototyyppi.

Esimerkiksi särmääjä oletti tässä tapauksessa, että moottorialusta kuuluu Metson valmistamiin räätälöityihin murskaimiin, ja että niitä valmistettaisiin vain kaksi. Tämän takia hän havahtui vasta nollasarjan moottorialustojen tullessa valmistukseen siitä, että kyse onkin sarjavalmistettavasta mobiilimurskaimesta. Tällä murskaimella on merkittävä vuosimyyntivolyymi, ja jos valmistettavuutta heikentävä ongelma olisi päässyt sarjatuotantovaiheeseen, aiheutuneet seuraukset olisivat olleet lähes sietämättömät.

Lähtötietojen pohjalta päätettiin, että opinnäytetyössä keskitytään etsimään syitä miksi sisäisessä ja asiakkaalle suuntautuvassa tiedonkulussa on ongelmia. Löydettyjen syiden pohjalta tehtäisiin kehitysehdotukset ja toteutettavissa olevat toimet ongelmien ratkaisemiseksi.



### 1.3 Opinnäytetyön tavoite

Tavoitteena oli kehittää järjestelmä, mikä varmistaa, että Multimek Oy:ssä valmistettavista tuoteprototyypeistä välittyy prototyypin ostavalle pääasiakkaalle kaikki tarvittava tieto tuotteen valmistettavuudesta. Tavoitteen oli tarkoitus konkretisoida siten, että prototyypistä, nollasarjan kautta, sarjatuotantoon siirtyvässä tuotteessa ei ole enää mitään valmistettavuutta häiritseviä tekijöitä. Täten tavoitteena oli myös parantaa toiminnan taloudellista kannattavuutta. Lisäksi Multimekin tarjoaman asiakaspalvelun kehittymisen tulisi näkyä asiakkaille.

Opiskelijan kannalta opinnäytteen tavoitteena oli soveltaa ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelman antamaa tietopohjaa, ja entisestään parantaa organisointi- ja projektinjohtamistaitoja. Ja lopullisena tavoitteena oli raportoida opinnäytetyö sille asetettujen vaatimusten mukaisesti.

## 2 Prototyypit

### 2.1 Prototyyppi

Yleensä ihmiset käsittävät sanan prototyyppi tarkoittavan koekappaletta. Tavallaan prototyyppi onkin koekappale, mutta ainakin teollisuuden näkökulmasta sanan on kuvattu tarkoittavan alkuperäistä versiota (Prototyyppi. n.d). Ulrich ja Eppinger (2003, 247) määrittelevät prototyypin olevan arvio, tai näkemys, lopullisesta tuotteesta sen pohjalta, mitä mielenkiinnon kohteita sen tulisi mallintaa. Tämä määritelmä on erittäin käyttökelpoinen, koska siihen sisältyy sekä tieto prototyypin suhteesta lopulliseen tuotteeseen, että prototyypin merkitys suunnittelun apuna.

Prototyyppien valmistuksen syynä on niistä saatava tieto tuotteen valmistettavuudesta, valmistuskustannuksista, käytettävyydestä, luotettavuudesta ja toimivuudesta (Prototypes. n.d). Vaikka tieto prototyyppien käytön syistä on tässä esitetty internet-sivustoista tehtäviä prototyyppejä käsittelevän artikkelin mukaan, sopii se erittäin

hyvin mobiilimurskainten ja –seulojen prototyypin valmistukseen. Prototyypeistä saatavan kokemuksen perusteella voidaan tuote palauttaa takaisin suunnitteluun, jos siitä löytyy muutosta vaativia kohteita, kuten Lahtinen (2011, 7) toteaa.

## 2.2 Prototyyppien luokittelu

Kun prototyyppejä jaotellaan kategorioihin, voidaan ne jakaa kahteen ryhmään, fyysisiin ja analyyttisiin prototyyppeihin. Fyysinen prototyyppi on käsin kosketeltava tuotos, minkä tarkoituksena on konkreettisesti mallintaa sarjavalmistettavaa tuotetta. Analyyttinen prototyyppi ei ole käsin kosketeltavissa, ja sellaisesta parhaita esimerkkejä ovat matemaattinen malli, tai tietokoneella tehty mallinnos tuotteesta. Murskaimista ja seuloista on tehty jossain vaiheessa analyyttinen prototyyppi, kuten myös Multimek Oy:n pienempien asiakkaiden tuotteista. Multimek tulee kuvioon kuitenkin mukaan yleensä vasta, kun valmistetaan fyysistä prototyyppiä. (Ulrich & Eppinger, 247.)

Jaottelua voidaan myös tehdä sen perusteella onko kyseessä kattava vai keskittynyt prototyyppi. Kattava prototyyppi sisältää kaikki, tai lähes kaikki, lopullisen tuotteen ominaisuuksista. Keskittynyt prototyyppi mallintaa jotain tiettyä tuotteen ominaisuutta. Esimerkkejä kattavasta ja keskittyneestä prototyypistä ovat

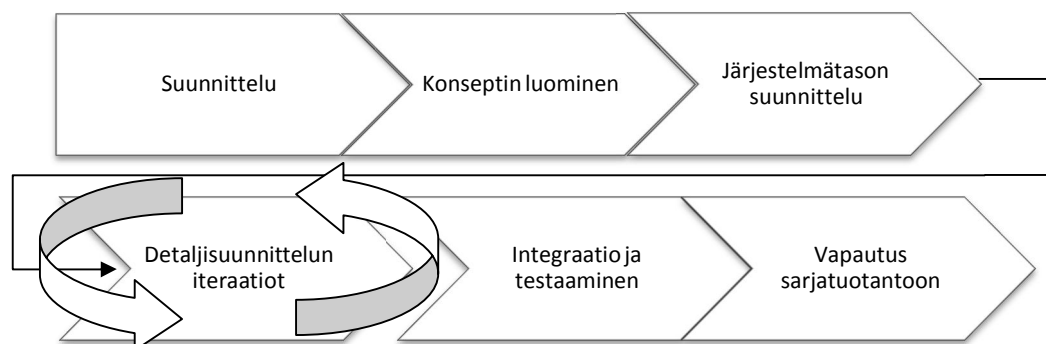
1. toimintaperiaatetta mallintava prototyyppi - fyysinen, yleensä keskittynyt
2. muotoa mallintava prototyyppi - fyysinen tai analyyttinen, keskittynyt
3. käyttäjälle kokeiltavaksi valmistettava prototyyppi - fyysinen, kattava
4. visuaalinen prototyyppi - fyysinen tai analyyttinen, kattava tai keskittynyt
5. toiminnallinen prototyyppi - fyysinen, yleensä kattava, mutta voi olla keskittynyt. (Mts. 247)

Multimekin Metsolle valmistamissa prototyypeissä yhdistyvät esimerkeistä muut paitsi toimintaperiaatteen ja muodon mallinnus. Näin on siksi, että valmistettavien tuotteiden toimintaperiaate on hyvin tunnettu ja yksinkertainen, ja lisäksi muoto ja mitat nähdään jo suunnitteluvaiheessa suunnitteluohjelmistosta.

Pienet asiakkaat ovat usein aivan uuden liikeidean pohjalta syntyneitä yrityksiä. Siksi näille asiakkaille valmistettaviin tuotteisiin saattaa liittyä myös tuotteen toimintaperiaatteen tutkiminen. Esimerkiksi puun hyödyntäminen energian tuotannossa, eli niin sanottu energiapuu, loi markkinat energiakouria valmistaville yrityksille. Tämän myötä esimerkiksi Multimek Oy:kin sai muutaman asiakkaan, joille valmistetaan leikeosia, tai hitsauskokoontajia energiakouriin.

### 2.3 Prototyyppi osana tuotesuunnittelua

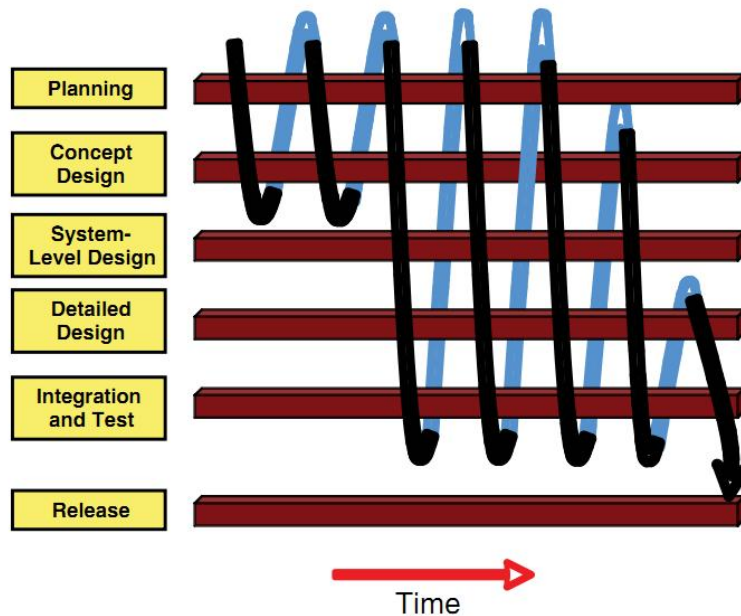
Tuotesuunnittelun vesiputousmallissa ongelmia aiheuttaa liikkuminen taaksepäin prosessissa. Prototyyppi kuuluu kuvion 3 kaaviossa Integraatio ja testaaminen –vaiheeseen. Iteroinnit ovat prosessin vaiheiden sisäisiä, joten prototyypin valmistuksen jälkeen on yleensä melko vaikeaa tai kallista palata suunnitteluvaiheeseen. (Unger, D. & Eppinger, S. 2010, 691.)



KUVIO 3. Vesiputousmalli tuotesuunnitteluprosessin vaiheista (mts. 691)

Spiraalimaisessa tuotekehitysmallissa kierto vaiheiden välillä on helpompaa, joten sen etuna on joustavuus. On lisäksi pääteltävissä, että prototyypin valmistuksen jälkeiset muutokset aiheuttavat ylimääräisiä kustannuksia. Prototyypistä löydetty puute kuitenkin ehkäisee sen esiintymisen lopullisessa tuotteessa, jolloin muutostyöllä todennäköisesti estetään huomattavasti suurempi kustannus. Tämän vuoksi asiakkai-

den tulisi saada kattavasti tietoa alihankkijoilta, että pystytään iteraatioiden kautta ratkaisemaan kehitettävään tuotteeseen liittyvät ongelmat. Esimerkki spiraalimaisesta on tuotekehitysprosessista kuviossa 4. (Mts. 691.)



KUVIO 4. Xerox kopiokoneen ohjelmiston kehitys (mts. 692)

## 2.4 Erot prototyypin ja sarjavalmisteen välillä

Prototyypeissä käytetään useasti sarjavalmistesta poikkeavia materiaaleja, valmistusmenetelmiä tai valmistaa sarjavalmistesta tarkkuudeltaan poikkeava tuote (Prototype. n.d). Näin yleensä pyritään alentamaan prototyypin valmistuskustannuksia (mt). Murskaimista ja seuloista valmistettavien prototyyppien suhteen ei kuitenkaan toimita näin, koska prototyypinkin on oltava sellainen, että se voidaan toimittaa asiakkaalle koekäyttöön (Juttila, M. n.d). Ihannetilanteessa prototyyppi murskaimesta tai seulasta vastaa sarjavalmistettavaa tuotetta.

## 2.5 Prototyypit murskainten- ja seulojen osien tuotannossa

Vaikka nykyään tuotesuunnittelua on joillain aloilla, kuten ilmailuteollisuudessa pyritty viemään eteenpäin siten, että fyysisiä prototyyppejä ei välttämättä tehtäisi ollenkaan, niin murskainten valmistuksessa siitä tuskin aivan heti luovutaan (Prototype. n.d). Suurimpana syynä tähän on, että murskaimet toimivat niin erityisessä ympäristössä, että kaikkia toimivuuteen ja käytettävyyteen vaikuttavia asioita ei saada tutkittua pelkästään simuloimalla toimintaa. Lisäksi, kuten aiemmin mainittiin, prototyyppikoneet menevät yleensä asiakkaille normaaliin murskaus- tai seulomiskäyttöön, joten niistä saadaan käytettävyyteen ja toimivuuteen liittyvä palaute juuri sellaisista olosuhteista, missä laitteen pitää toimia vuosien ajan jopa 24 tuntia lähes jokaisena viikonpäivänä (Jutila, M. n.d). Täten voidaan aiempaan prototyypeistä esitettyyn tietoon pohjautuen tehdä myös johtopäätös, että murskainten ja seulojen prototyypit ovat fyysisiä ja kattavia.

Esimerkkinä koneesta, mikä on mennyt asiakkaalle testattavaksi on Metso Mineralsin ST3.5-mobiiliseula. Kyseiseen seulaan myös Multimek Oy valmisti osia. (Kivikolmoset mukana Metson kanssa uuden Lokotrack ST3.5–seulan keshitystyössä 2011.)

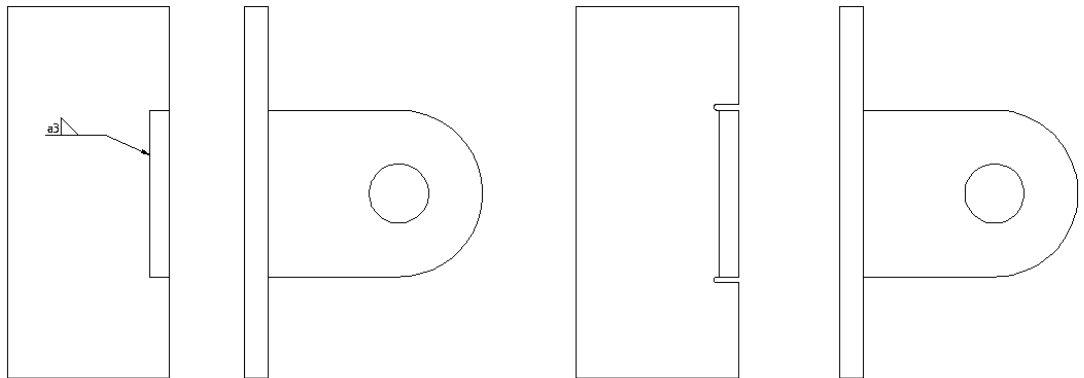
## 2.6 Prototyypit muussa Multimek Oy:n tuotannossa

Pienemmille yrityksille valmistettavia ensimmäisiä kappaleita tuotteesta ei ole kutsuttu Multimekissä prototyypeiksi, vaikka ne periaatteeltaan prototyyppiä vastaavatkin. Kuitenkin nämä ovat erittäin tärkeä osa tuotekehitystä, koska pienyrityksillä ei ole resursseja käyttää suurta suunnittelukoneistoa, eikä myöskään taloudellisia resursseja koekappaleiden valmistamiseen ole runsaasti. Varsinkin tuotantokustannusten arvioinnin kannalta koekappaleet ovat tärkeitä, jotta valmiin tuotteen loppuasiakkaalle myyvä yritys saa muodostettua tuotteelle hinnan. Koekappaleen valmistamalla myös Multimekissä saadaan tehtyä jälkilaskenta tuotteen valmistuskustannuksista. Jälkilaskelmasta saatua todellista hintaa voidaan verrata alkuperäiseen arviopohjaiseen hintalaskelmaan, ja siten pystytään arvioimaan valmistuksen todellinen kannattavuus.

### 3 Valmistettavuus

Tuotesuunnittelun eräänä tärkeänä lähtökohtana on, että valmistuskustannukset suhteessa tuotteelta vaadittuihin ominaisuuksiin ovat mahdollisimman alhaiset. Esimerkiksi Ulrichin ja Eppingerin (2003, 170) mukaan tärkeä valmistettavuuden suunnitteluun liittyvä strategia on minimoida tuotteen osien määrä yhdistämällä komponentteja. Tästä selkeä esimerkki metallituoteteollisuuden puolelta on, kun muutetaan hitsattava rakenne valmistettavaksi särmäyskoneella kuten kuviossa 5. Vaikka yleensä ensimmäisenä perusteena käytetään valmistuskustannusten alentamista, niin kuitenkin työkokemuksen pohjalta voidaan sanoa, että aivan yhtä tärkeää on pyrkiä parantamaan tuotantotyön mielekkyyttä valmistettavuutta kehittämällä. Näin pitäisi toimia siksi, että työn mielekkyydellä on suuri vaikutus tuotantohenkilöstön tyytyväisyyteen.

Vasemmalla korvake on liitetty hitsaamalla levyyn, oikealla korvake on leikattu yhtenäisenä pohjalevyn kanssa ja taivutettu särmäyskoneella vaadittuun kulmaan.



KUVIO 5. Esimerkki rakenteen yksinkertaistamisesta integroimalla osia

Tuotteen suunnittelua valmistettavuusnäkökohdat huomioon ottaen kutsutaan englanninkielisellä nimellä design for manufacturing, josta käytetään DFM-lyhennelmää. Ulrichin ja Eppingerin (2003, 211) mukaan DFM vaatii monen tyyppistä tietoa

- piirustuksista ja tuotespesifikaatioista
- yksityiskohtaista tietoa valmistus- ja kokoonpanoprosesseista
- arvioita valmistuskustannuksista, tuotantomääristä ja ylösajo-ajoista.

Metalliteollisuuden alihankintayrityksillä on näistä erityisesti valmistusprosessiin liittyvää tietämystä, ja parantamalla yhteistyötä alihankkijoiden kanssa asiakkaiden suunnitteluosastot saivat tämän tietämyksen tehokkaammin käyttöönsä.

## 4 Laatu- ja palvelun kehittämiseen

### 4.1 Palvelun laatu

Palvelun laadun ulottuvuuksiksi on määritelty mitä ja miten. Mitä-ulottuvuus on asiakkaan kokema palvelun tulos. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että mitä asiakas saa, kun hän on vuorovaikutuksessa yrityksen kanssa. Miten-ulottuvuuteen taas liittyy se, kuinka asiakkaalle toimitetaan tekninen laatu tai lopputulos. Näitä palvelun laadun ulottuvuuksia asiakas arvioi, joten palveluita tarjoavan yrityksen pitäisi kiinnittää niihin huomiota. (Grönroos 2000, 100-101.)

Palvelun laadun merkitys yrityksen imagon kannalta on suuri. Imago kärsii hyvin nopeasti, jos asiakas kokee yrityksen tarjoamassa palvelussa olevan puutteita. Jotta asiakas antaa pienet virheet anteeksi, edellyttää se, että yritys on aikaisemmilla toimillaan luonut hyvän imagon. Virheiden sattuessa usein, kokee asiakas ne ajan myötä entistä pahempina. Negatiivinen imago siis lisää progressiivisesti asiakkaan negatiivista kokemusta palvelun laadusta. (Mts. 101.)

Kokemukseen laadusta vaikuttavat asiakkaan odotukset. Asiakas saattaa kokea objektiivisesti hyväksi todetun laadun negatiivisena, jos odotukset laadusta ovat epärealistiset. Yritys voi siis liikoja lupaamalla aiheuttaa kuilun asiakkaan odottaman, ja asiakkaan todellisuudessa kokeman laadun välille. Käytännön esimerkki työelämästä on tilanne, että asiakkaalle luvataan nopeampi toimitusaika kuin todellisuudessa on

mahdollista. Tämä antaa asiakkaalle tietyt odotukset, jolloin toimituksen myöhästyessä asiakas kokee palvelun laadun huonona, vaikka toimitus olisi ollut muiden yritysten tarjoamaan toimitusaikaan verrattuna nopeampi. (Mts. 105 – 106.)

## 4.2 Johdon sitoutuminen

Kehityksen eteenpäin viemiseksi on johdon sitouduttava asiaan, koska se osaltaan parantaa henkilöstön suhtautumista. Laadun parantamiseen pyrkivälle kehitystyölle on annettava resursseja, ja luotava omalla toiminnalla esimerkki, jotta kehitystyö voidaan kokea mielekkääksi ja merkitykselliseksi. Tämä puolestaan auttaa motivoimaan henkilöstöä, koska se osoittaa, että johtoporras ei ole välinpitämätön yrityksen toiminnasta. (Ziegler, H. 2009.)

Varsinkin johdon, mutta myös muun henkilöstön vastuuna tulisi olla tuotteen, tuotantoprosessin, ja palvelun laatuun liittyvien ongelmien tunnistaminen ja tallentaminen. Ongelmien tunnistamisen jälkeen tulisi tehdä tarvittavat ehdotukset ongelmien ratkaisemiseksi, minkä jälkeen kehitysehdotukset toteutettaisiin. (Quality System Requirements QS-9000 1994.)

## 4.3 Palvelun laadun merkitys Multimek Oy:ssä

Asiat, mitkä Multimekin kokoiselle yritykselle ovat palvelun laadun kehittämisessä olennaisia, ovat henkilöstön ennakoasenteiden muokkaaminen, tai poistaminen, ja johdon sitoutuminen järjestelmän kehitykseen. Oman työkokemuksen pohjalta voin todeta, että ihmisille muodostuu helposti ennakoasenteita asiakasta kohtaan, varsinkin, jos kyseessä on selkeä päämies–alihankkija–asetelma. Näitä ennakoasenteita pitäisi saada muokattua, tai ne pitäisi saada poistettua, jotta alihankkijayrityksen henkilöstö mieltää itsensä osaksi tuotantoketjua, minkä tavoitteena on edun tuottaminen kaikille ketjun osille. Ennakoasenteet vaikuttavat kanssakäymiseen asiakkaan kanssa, ja ennakoasenteiden negatiivisuus voi tehdä myös kanssakäymisestä negatiivista. Tällöin asiakas kokee, että palveluprosessi ei ole laadukas, vaikka palvelun tulos olisi ollut erinomainen. (Ziegler, H. 2009.)



Multimek Oy:ssä asiakaspalvelun merkitys on korostunut kilpailukykyisen, markkinoiden vaatimuksiin vastaavan hintatason ohella. Total quality management – filosofia sisältää ajattelutavan, että asiakas pitäisi pystyä positiivisesti yllättämään (mt). Multimekin osalta tässä on parhaiten onnistuttu tarjoamalla erittäin nopeita toimitusaikoja, minkä mahdollistavat joustava tuotantoprosessi, ja yrityksen omistama kuljetuskalusto.

## 6 Toteutusprosessi

### 6.1 Valmistelevat toimet ja ongelmakohtien etsiminen

Aiheen tutkiminen aloitettiin työn ohella työntekijöiden kanssa käydyillä avoimilla keskusteluilla. Asiaa pyrittiin käsittelemään joka tuotannon vaiheen työntekijöiden kanssa. Tämä avoin keskustelu toimi aivoriihen tavoin, ja esiin tulleet asiat kirjattiin (ks. liite 1). Aivoriiheä käytettiin menetelmänä, koska opinnäytetyön tekijällä oli kokemusta sen käytöstä Jyväskylän ammattikorkeakoulun laadunohjaus-opintojaksolta. Se oli myös menetelmänä hyvin kevyt käyttää, minkä vuoksi se sopi hyvin kiireiseen tilanteeseen.

Työntekijöille piti olla ennestään hyvin tuttua, miten tärkeää valmistukseen liittyvistä ongelmista ja kehityskohteista raportointi on. Tehdaspäällikkö Matti Jutila oli vienyt tätä asiaa ansiokkaasti eteenpäin Multimek Oy:ssä, joten pidemmän työhistorian omaavat työntekijät osasivat raportoida havaituista kehitystarpeista paremmin. Silti kokeneillekin työntekijöille oli välillä sattunut tilanteita, että jotain valmistukseen liittyvää ongelmaa ei oltu pidetty tarpeeksi merkittävänä, että sen olisi koettu olevan tiedottamisen arvoinen. Kuitenkin myöhemmässä vaiheessa, kun sama tuote oli valmistuksessa uudelleen, joku toinen työntekijä olikin saattanut kiinnittää asiaan huomiota, ja oli raportoinut sen työsuunnitteluun.

Todellisia ongelmia löytyi lopulta vähän, mutta niiden vakavuus päätettiin kuitenkin arvioida, jotta kehitystoimille saataisiin toteutusjärjestys, kriittisimmästä vähiten kriittiseen. Opinnoista saadun tietopohjan avulla ongelmien arviointiin löytyi työkalu pk-yritysten riskien hallintaan erikoistuneelta internetsivustolta (Riskien suuruuden arviointi. n.d). Taulukon valinnan perusteena oli sen yksinkertaisuus ja havainnollisuus. Rivin ja sarakkeen perusteella saaduista pisteistä saadaan kertolaskun tulona ongelmalle pisteytys. Multimek Oy:ssä havaitut ongelmat sijoitettuna riskitaulukon taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Havaittujen ongelmien merkittävyyden arviointi

Todennäköisyys	Tapahtuman seuraukset		
	Vähäiset (1p)	Haitalliset (2p)	Vakavat (3p)
<b>Epätodennäköinen (1p)</b>		-Tuotannossa ei tiedetä kenelle kehitysehdo- tuksista ja ongelmista kerrotaan  -Asiakkaalle toimitettu informaatio on epä- selvässä formaatissa	
<b>Mahdollinen (2p)</b>	Tieto asiakkaalle toimitetaan osissa eikä yhtenä ra- porttina	Valmistukseen liittyvää ongelmaa ei nähdä tar- peelliseksi raportoida	
<b>Todennäköinen (3p)</b>			-Tuotannosuunnitte- lija tai tuotannon työn- tekijät eivät tiedä tuot- teen olevan proto- tyyppi -Tieto siitä, että tuote on prototyyppi ei kir- jautu järjestelmään

Suoritetun arvioinnin perusteella tiedonkulkuun liittyvät ongelmat olivat sietämät-  
tömiä, ja vaativat nopeaa ratkaisua. Ongelmat liittyen henkilöstön tietämykseen ja  
motivaatioon eivät olleet yhtä vakavia, joten ne sijoittuivat ratkaisujärjestyksessä  
tiedonkulkuun liittyvien ongelmien jälkeen. Asiakkaalle välitettävän tiedon formaatin  
kehittäminen jätettiin viimeiseksi kehityskohteeksi, ja perusteena tälle oli luvussa 6.2  
käsitelty asiakkaalta saatu palaute.

## 6.2 Asiakkaan näkökulma – Metso Minerals

Heti opinnäytetyön alusta lähtien tarkoituksena oli ottaa pääasiakkaan, eli Metso Mineralsin näkökanta kehitystyössä huomioon. Matti Hokkanen ehdotti, että paras tapa olisi järjestää tapaaminen Metso Mineralsin tuotteistuksen henkilöstön kanssa. Hän otti yhteyttä tuotteistuksen verstpäällikköön Kalevi Mäki-Kihniään. Mäki-Kihniä oli Multimekin kehitysprojektista erittäin tyytyväinen, ja välitti pyynnön Matti Hokkasen kautta opinnäytteen tekijälle, että hän haluaisi sähköpostilla tarkempaa tietoa projektin tavoitteista. Hänelle toimitettiin opinnäytetyön projektisuunnitelma, mistä löytyi tarvittava tieto aiheeseen tutustumista varten. Sähköpostilla käydyn keskustelun jälkeen Mäki-Kihniä otti yhteyttä puhelimitse, ja ehdotti palaveria Tampereella 30.9.2011.

Palaveriin osallistuivat verstpäällikön lisäksi, tuotteistuksen ostoista vastaava henkilö, erään Metson mobiilimurskaimen pääsuunnittelija, tuotekehitysinsinööri ja tuotteistusverstaan valmistuspäällikkö. Asian läpikäynti aloitettiin käsittelemällä työn tavoitteita Multimekin näkökulmasta, ja mitä hyötyä projektista olisi Metso Mineralsille.

Pohjustuksen jälkeen keskustelu kääntyi Multimekin tuotannon työntekijöiden motiivointiin, ja siihen miten tuotteiden käyttökohteita saataisiin parhaiten esiteltyä heille. Motivoitunut työntekijä esittäisi helpommin kehitysehdotuksia, ja kehitysehdotuksista annettu positiivinen palaute lisäisi motivaatiota entisestään. Havainnollistamistavoiksi Metson puolelta ehdotettiin vierailuja, joiden kautta Multimekin henkilöstö pääsisi näkemään valmiita koneita. Tällöin voitaisiin tarkastella, miten merkittäviä tuotteet ovat koneen toiminnan kannalta. Käyttökohteen selviämisen myötä myös tuotteen valmistukselle asetettuja toleransseja olisi mahdollista arvioida, ja tarvittaessa kyseenalaistaa, millä voisi olla tuotteen valmistuskustannuksia laskeva vaikutus.

Valmiin tuotteen havainnollistamiseen liittyen Metsolta tiedusteltiin, että onko Multimekissä mahdollisuutta käyttää 3D-katseluohjelmaa, tuotemallien tarkasteluun. Multimekissä on käytössä ilmainen katseluohjelmisto, mikä soveltuu muun muassa Metsolla käytössä olevan Siemensin Teamcenter –ohjelmiston käyttämän JT-tiedostoformaatin katseluun. Ohjelmistoa hyödyntämällä ei välttämättä tarvitsisi järjestää vierailuja koneisiin tutustumista varten, vaan tiedoston siirto Metson järjestelmästä Multimekille riittäisi.

Myös palkkiojärjestelmä henkilöstön motivointiin nousi palaverissa esille. Palkitsemisen perusteena olisi havaitut ja korjatut ongelmat. Palkitsemisjärjestelmän perustamisen todettiin olevan haastavaa, koska kriteeristö palkitsemiselle pitäisi olla riittävän tiukka ja oikeudenmukainen.

Osana alkuperäistä projektisuunnitelmaa ollut raportointijärjestelmä sai kritiikkiä palaverissa. Raportoimisen järkevyyttä kaavakkeella kyseenalaistettiin, koska se nähtiin raskaaksi käyttää. Sen sijaan Metson suunnitteluosastolla oli kuulemma oltu erittäin tyytyväisiä paljon käytössä olleeseen tapaan, että tuotteen piirustuksesta otetaan kuvankaappaus, mihin on merkitty muutostarpeen omaava kohde. Lisäksi lähetettyihin kuvankaappauksiin oli hahmoteltu kuvankäsittelyohjelmistossa mitä pitäisi muuttaa ja miten. Kuvat oli lähetetty sähköpostiliitteenä tuotteen tilanneelle ostajalle, joka välitti tiedon oikealle henkilölle suunnittelussa.

Tuotteistuksesta myös esitettiin toive siitä, että myös sellaisista tuotteista, joiden valmistus onnistuu hyvin, ilmoitettaisiin heille. Perusteluna oli, että tällöin ei jää askarruttamaan, että onko tuotteen valmistuksessa ollut jokin ongelma, mikä on vain jäänyt ilmoittamatta. Positiivinen palaute on myös suunnittelijoiden työmotivaation kannalta tärkeää.

### 6.3 Tiedonkulun parantaminen

Informaatiovirran havainnollistamiseksi luotiin kaavio, jossa näkyvät sekä prototyyppi-tuotteen informaation kulku, että tuotantoprosessi (ks. liite 2). Kaaviota hyödyntämällä ongelmakohtista keskusteleminen henkilöstön kanssa oli huomattavasti helpompaa.

Jotta informaatiovirta kulkisi oikeaan tahtiin tuotantoprosessin ohella, eikä se katkeaisi missään vaiheessa, päätettiin prototyyppien osalta tehdä muutos tavassa, miten ne merkitään tuotannonsuunnittelijan, ja työnjohtajien, seuraamiin listoihin. Vaihtoehtoina tiedonvälitystavoille oli, että tilaukset vastaanottava henkilö lähettää kaikki tilaukset tuotannonohjaajalle, tai hän tekee olemassa oleviin listoihin merkinnän siitä, että tuote on prototyyppi. Merkinnän tekeminen listaan päätettiin valita, koska siihen tarvitaan vähäisin työmäärä, sekä tilausten käsittelijältä, että tuotannonsuunnittelijalta.

Metso Mineralsin tilaamat nimikkeet ja tilaukset näkyvät excel-taulukossa, minkä pohjalta tuotantoa ohjaava henkilö tekee päätökset, tarvitseeko tuote laittaa valmistukseen, vai riittävätkö varastossa olevat tuotteet tilauksen mukaiseen toimitukseen. Tällä listalla ei aiemmin näkynyt onko tuote prototyyppi, vaan kaikki tuotteet merkittiin samoin. Yksinkertaistettu esimerkki tuotannonohjauksessa käytettävästä listasta on kuviossa 6. Metsolle tuotteistukseen, eli niin sanotulle protoverstaalle, menevät tuotteet päätettiin merkitä tekstillä PRO. Se on tilauksen käsittelijän hyvin helppo lisätä, ja selkeästi havaittavissa.

Nimikekoodi	Nimike		Saldo	Viikot ->		vk45	vk44	vk43	vk42
11234	HUOLTOTASO		2				2tiPRO		
11235	KANNAKE		18					6pe	



KUVIO 6. Esimerkki tuotannon ohjaukseen käytettävästä listasta

Ennen tätä uutta käytäntöä tuotantoa suunnittelevan henkilön piti yrittää seurata kahta eri listaa saadakseen kaiken tarvittavan tiedon. Muutoksella pyrittiin poistamaan tämä tarve ja helpottamaan työskentelyä.

#### 6.4 Koulutuksen toteuttaminen

Opinnäytteen alkuvaiheessa mukana olleesta suunnitelmasta kouluttaa työntekijöitä prototyyppien tuotantoon liittyvistä asioista jouduttiin luopumaan. Asian esti lopulta erittäin suuri kiire Multimekin tuotannossa, eikä sopivaa aikaa koulutuksen järjestämiselle löytynyt. Myös opinnäytteen tekijä, joka teki opinnäytettä oman työnsä ohessa Multimekissä, oli niin suuresti työllistetty, että se vaikeutti koulutuksen järjestämistä.

Koska varsinainen koulutus estyi, oli työntekijöitä informoitava muulla tavalla meneillään olevasta projektista ja sen tavoitteista. Tämä toteutettiin keskustelemalla aiheesta avoimesti henkilöstön kanssa työn ohella. Keskustelua oli käytännössä pakko käyttää tiedotustapana, koska enemmän tuotannon työntekijöiden aikaa vaatineet koulutusmenetelmät olisivat saattaneet vaarantaa tuotteiden toimitusaikataulut.

Keskusteluissa käytiin läpi se, mikä on peruste aloitteiden ja ongelmista huomauttamisen tärkeydelle, ja kenelle aloitteet ja tieto ongelmista toimitetaan. Aloitteet ja tiedot ongelmista tulee toimittaa työnsuunnittelijalle, joka välittää ne edelleen asiakkaille sähköpostitse, tai puhelimitse.

## 6.5 Henkilöstön motivointi

Positiivisen palautteen antaminen nähtiin parhaaksi motivointikeinoksi aloittaa motivointitapojen kehittäminen Multimek Oy:ssä. On esimerkiksi erittäin tärkeää ilmoittaa aloitteen tekijälle, jos hänen ehdotuksensa koetaan asiakkaan puolelta niin merkittäväksi, että se toteutetaan. Tällöin myös palautteen antaja kokee toimintansa merkitykselliseksi.

Tieto ehdotuksen läpi menemisestä voitaisiin antaa työntekijälle henkilökohtaisesti. Toinen hyvä tapa palautteen antamiseksi olisivat kuukausittaiset henkilöstöpalaverit. Niissä kerrotaisiin onnistuneista kehitysehdotuksista, millä olisi todennäköisesti motivoiva vaikutus kaikkiin palavereihin osallistuviin työntekijöihin. Päätettiin, että toimihenkilöt pyrkivät antamaan positiivisen palautteen henkilökohtaisesti, koska henkilöstöpalavereissa on otettu käyttöön niin paljon uusia asioita, mistä yhtenä esimerkkinä reklamaatioiden käsittely. Myöhemmin olisi mahdollista alkaa käymään läpi kehitysehdotuksista saatu palaute henkilöstöpalavereissa, kun aiemmin käyttöönotetut toiminnot on saatu arkipäiväiselle tasolle.

Taloudellinen motivointi jätettiin alustavasti vain idean tasolle. Järjestelmästä on hyvin vaikeaa luoda täysin oikeudenmukainen, ja on haastavaa määrittää palkkion suuruus suhteessa toteutuneeseen hyötyyn.

## 6.6 Raportointilomakkeen laadinta

Multimek Oy:ssä nähtiin tarve yhtenäistää tapa, millä mahdolliset prototyypistä löytyvät ongelmat ja prototyyppiin liittyvät kehitysehdotukset raportoidaan asiakkaille. Opinnäytetyön alkuvaiheessa ajatuksena oli luoda raportointia varten lomake, mihin kirjattaisiin prototyyppituotteen perustiedot, kehitysehdotukset ja itse lomakkeeseen liitettäisiin piirustukset, mitkä esittäisivät muutosehdotuksen visuaalisesti.

Metsolta saadun palautteen pohjalta raportointilomake päätettiin supistaa, alkupe-  
räisestä opinnäytetyösuunnitelman mukaisesta ideasta poiketen, sisältämään vain

tiedot, että kuka raportin on luonut, milloin raportti on luotu, mitä ostonimikettä kehitysehdotus koskee, ja mihin ostonimikkeen rakenteen osiin muutoksia ehdotetaan. Mahdolliset kehitysehdotukseen liittyvät piirustukset lähetettäisiin raportin liitteenä. Näin raportointilomakkeesta saataisiin riittävän kevyt jokapäiväiseen käyttöön (ks. raportointilomake liitteenä 3). Lomakkeen yksinkertainen rakenne tekee sen käytön helpoksi myös, kun sitä käytetään muiden asiakkaiden tuotteista raportointiin.

Lomaketta käyttäen tapahtuvan raportoinnin etuna oli tarkoitus olla tiedon arkistoinnin helppous. Siitä nähtäisiin kuka asiasta on raportoinut ja milloin, mikä asiakas on ollut kyseessä, ja tuote, mitä raportti on koskenut. Tällöin epäselvissä tilanteissa olisi mahdollista selvittää, onko raportoinnissa ollut puutteita. Näin pystytään myöhemmin tutkimaan syy – seuraus -suhteita, ja oppimaan tehdyistä virheistä.

## 6.7 Tuotteiden havainnollistaminen Multimek Oy:ssä

Metson tuotteistuksen kanssa käydyn palaverin pohjalta päätettiin 3D-mallien katselun mahdollistava ohjelmisto asentaa työnjohtajien käyttämiin työasemiin. Lisäksi idean toimintaan saattaminen vaatii 3D-mallien lataamisen Metson palvelimelta. Vaihtoehtona oli myös se, että ohjelmisto olisi ollut vain työsuunnittelijan käyttämällä työasemalla, mutta tällöin häneen olisi kohdistunut kohtuuton työpaine, kun suurin osa valmistukseen liittyvistä kysymyksistä olisi tullut hänen tutkittavakseen.

## 7 Pohdinta

### 7.1 Tulokset käytännössä

#### 7.1.1 Vertailu alkutilanteeseen

Kokonaisuutena tulokset vaikuttivat olevan merkittäviä, mutta ne päätettiin arvioida, jotta vertailu ennen tilanteeseen ennen opinnäytetyötä olisi mahdollista. Arviointiin



käytettiin samanlaista riskien suuruuden arvioimiseen käytettävää taulukkoa kuin alkutilanteessakin (ks. taulukko 2).

TAULUKKO 2. Ongelmien merkittävyyden arviointi kehitystoimien jälkeen

Todennäköisyys	Tapahtuman seuraukset		
	Vähäiset (1p)	Haitalliset (2p)	Vakavat (3p)
<b>Epätodennäköinen (1p)</b>	Tieto asiakkaalle toimitetaan osissa eikä yhtenä raporttina	-Tuotannossa ei tiedetä kenelle kehitysehdo- tuksista ja ongelmista kerrotaan  -Asiakkaalle toimitettu informaatio on epä- selvässä formaatissa  -Valmistukseen liittyvää ongelmaa ei nähdä tar- peelliseksi raportoida	
<b>Mahdollinen (2p)</b>			-Tieto siitä, että tuote on prototyyppi ei kir- jautu järjestelmään  -Tuotannosuunnitte- lija tai tuotannon työn- tekijät eivät tiedä tuot- teen olevan proto- tyyppi
<b>Todennäköinen (3p)</b>			

Arvioinnin tuloksiin pitää suhtautua varovaisesti, koska perusteluna ei ole voitu käyttää mittareista saatuja tuloksia niiden puuttumisesta johtuen. Arvioinnin perusteella voidaan kuitenkin todeta, että prototyyppihin liittyvä tieto on saatu kulkemaan pa-  
remmin tuotantoprosessissa, jolloin tiedonkulussa esiintyvien ongelmien todennä-  
köisyyttä on saatu pienennettyä. Myös henkilöstön tietämyksen prototyyppien val-  
mistuksen ohella tapahtuvasta tiedonkeräyksestä arveltiin parantuneen.

### 7.1.2 Tiedonkulun kehittyminen

Informaatiovirtaa parannettiin muutoksella tuotannonsuunnittelussa käytettäviin listoihin. Jo opinnäytetyön tekemisen aikana tuotannonsuunnittelijan työ oli yksinkertaistunut merkittävästi, kun kaikki tarvittava tieto löytyy yhdestä paikasta. Tämä oli nostanut työn mielekkyyttä saadun palautteen perusteella erittäin paljon. Myös varmuus työskennellä oli parantunut, koska vanha tapa aiheutti paljon epävarmuutta, ja tämän oli koettu vähentävän työn aiheuttamaa stressiä. Kuitenkin inhimillisen virheen riski säilyi edelleen.

Tilaukset käsittelevän ja järjestelmään kirjaavan henkilön tehtävät lisääntyivät marginaalisesti, mutta hänen mielestään saadut hyödyt uudesta merkintätavasta korvasivat ylimääräisen työn.

Koska inhimillisten virheiden riski vaikutti edelleen olevan suuri, olisi jatkossa tilaus-ten siirtämiseen tuotannonohjauksessa käytettävään järjestelmään hyvä lisätä automaatiota. Tämän mahdollistaisi esimerkiksi kehittyneemmän tuotannonohjausjärjestelmän käyttöönotto.

### 7.1.3 Työntekijöiden motivointi ja tuotannosta saatava palaute

Saadun palautteen määrä tuotannosta lisääntyi jo opinnäytetyön toteutuksen aikana. Vaikka tätä ei saatu mitattua, esimerkiksi seuraamalla kehitysehdotusten määrää kuukaudessa, oli se kuitenkin selkeästi havaittavissa. Opinnäytetyön aikaiset resurssit eivät riittäneet mittareiden kehittämiseen, eivätkä Multimek Oy:n silloiset resurssit riittäneet saadun palautteen määrän mittaamiseen. Mittarien kehittäminen jäi mahdolliseksi tulevaisuuden kehitysprojektiksi.

Saatujen kehitysehdotusten ansiosta, esimerkiksi erääseen Metso Mineralsin liikuteltavaan seulaan asennettavan säiliön valmistettavuutta pystyttiin parantamaan merkittävästi. Kehitysehdotukseen liittyi muun muassa se, miten säiliön päätylävyjen taivutuksessa voidaan välttyä virheiltä, ja täten niin sanotuilta susikappaleilta. Muu-

toksen kautta myös säiliön hitsattavuus parani erittäin paljon. Tämä saatiin aikaan pienellä muutoksella säiliön rakenteessa. Pääsin henkilökohtaisesti raportoimaan kehitysehdotuksen tehneelle hitsaajalle Metsolta saadusta positiivisesta palautteesta.

Tulevaisuudessa on myös pidettävä huolta siitä, että motivaatio palautteen antamiseen pysyy yllä. Alkuinnostuksen jälkeen tilanne saattaa heikentyä nopeasti. Erityisesti toimihenkilöiden on tehtävä kaikkensa, että asiaa pidetään merkityksellisenä. Resurssien salliessa kannattaisi Multimek Oy:ssä harkita sellaisen järjestelmän kehittämistä, mikä palkitsee hyvistä kehitysehdotuksista taloudellisesti.

Työntekijöiltä saatavan palautteen lisäämiseksi alkuperäisenä suunnitelmassa mukana ollut koulutus jouduttiin supistamaan, ja lopulta asioista ainoastaan tiedotettiin henkilöstölle. Vaikka tiedotuksesta oli hyötyä, jäi silti vielä tarve koulutukselle. Kun tuotannolliset kiireet vähenevät, tulisi henkilöstölle pitää lyhyt lisäkoulutus palautteen antamisen tärkeydestä.

#### 7.1.4 Raportointi asiakkaille

Raportointilomaketta ei ole päästy hyödyntämään kuten tarkoitus oli. Sen käyttöä on testattu hieman ja se nähtiin melko raskaaksi jokapäiväisessä käytössä. Tällä hetkellä työsuunnittelu on tyytynyt tapaan lähettää informaatio sähköpostilla, käyttäen viestin liitteenä olevia kuvia havainnollistamiseen.

Tulevaisuudessa palautteen antoa voisi muuttaa siten, että asiakas ottaisi käyttöön sähköisen järjestelmän minkä kautta palaute annetaan. Tämä mahdollistaisi paremmin myös Metso Mineralsin tuotteistusosaston kaipaaman palautteen antamisen rakenteeltaan onnistuneista tuotteista. On tietysti otettava huomioon minkälainen kustannus tällaisen järjestelmän käyttöönottamisesta syntyy, eli vastaako hyöty käytettyä rahamäärää.

#### 7.1.4 Tuotteiden havainnollistaminen

Ohjelmisto 3D-mallien katselua varten asennettiin työnjohtajien työasemille. Mallien tallentaminen Multimekin järjestelmään oli kuitenkin vielä kesken opinnäytetyön valmistumisvaiheessa, koska mallien lataamisessa ja tallentamisessa on erittäin suuri työ. Siitä saatavia tuloksia arvioidessa voidaan sanoa, että siten vietiin havainnollistamiskeino lähemmäs tuotannon työntekijöitä, mikä toivottavasti helpottaa heidän tiedonsaantiaan. On kuitenkin mahdollista, että tämän pohjalta saatetaan tehdä väärinä johtopäätöksiä. On nimittäin olemassa riski, että epäselvissä tapauksissa voi tapahtua virhe tuotteen valmistuksessa, jos ongelman ratkaisuun ei pyydetä varmistusta työsuunnittelusta tai tuotteen tilanneelta asiakkaalta. Tästä tehdään jatkoa ajatellen lisäohjeistus myöhemmässä vaiheessa.

#### 7.1.5 Vaikutus Metso Mineralsin osalta

Vaikutuksia asiakkaalle ei ole päästy todentamaan lyhyestä aikajaksosta johtuen, mutta tulos tulee olemaan kuitenkin selkeästi positiivinen. Kun alihankkijalta saadaan tieto tuotteisiin liittyvistä ongelmista, ja ne saadaan korjattua, vähenevät tuotteiden laatupoikkeamat. Koska tuotantoprosessiin liittyvien ongelmien vähentyessä vähenevät myös odottamattomien ongelmien aiheuttamat viivästykset, parane toimittajan toimitusvarmuus, ja täten myös materiaalin saatavuuteen liittyvät ongelmat vähenevät asiakkaalla. Samalla myös asiakkaalle asti päätyvien laadullisesti poikkeavien tuotteiden määrä vähenee.

Saataessa tuotteen valmistukseen tarvittun resurssin määrä mahdollisimman pieneksi, on mahdollista alentaa tuotteen hintaa kilpailukyvyn parantamiseksi. Saatu etu voidaan vaihtoehtoisesti siirtää tuotteen katteeseen, jos tuotteen hinta on jo aiemalla tasolla kilpailukykyinen.

Tilanteessa, jossa tuotteen valmistus pitää siirtää toiselle toimittajalle, on merkittävä hyöty siitä, että valmistusdokumenteissa havaitut virheet on korjattu yhteistyössä aiemman toimittajan kanssa.

Opinnäytetyön tavoitteissa pidettiin tärkeänä, että Multimek Oy:n palvelun laadun parantuminen näkyy asiakkaille. Tämän onnistumisesta on liian aikaista tehdä johtopäätöksiä, koska mahdollisten tulosten näkymiseen menee pitkä aika. Ongelmana on myös onnistumisen mittaaminen, koska asiakkaiden tyytyväisyydelle ei ole mittaria. Asiakastyytyväisyyden mittaaminen on kuitenkin tärkeää, joten sitä pitäisi kehittää.

Käsiteltäessä prototyyppejä opinnäytetyön teoriaosiossa todettiin, että asiakkaiden kannalta olisi hyvä, jos voisivat hyödyntää alihankkijoiden tietämystä valmistusproesseista. Tavallaan prototyyppejä teettämällä tietämys saadaan hyödynnettyä, mutta se tapahtuu myöhäisessä vaiheessa. Metso Minerals Oy:llä olisi varmasti resurssit hyödyntää alihankkijoilta saatava tieto. Tämän osa-alueen kehittäminen hyödyttäisi kumpaakin osapuolta, alihankkijaa ja asiakasta.

#### 7.1.6 Pienasiakkaat

Tuloksia pienempien asiakkaiden kanssa tehtävän yhteistyön osalta ei ole päästy tutkimaan. Kehitys tuotannon henkilöstön antamassa palautteessa on todennäköisesti suurin yksittäinen hyöty, koska se mahdollistaa tiedon jakamisen asiakkaille.

#### 7.2 Tulokset taloudelliselta kannalta

Ylimääräinen työ metalliteollisuuden tuotteiden valmistuksessa aiheuttaa nopeasti lisäkustannuksia tuotteen hintaan. Jos tutkitaan aiemmin mainittua säiliötä, minkä valmistusta saatiin yksinkertaistettua pienellä muutoksella rakenteeseen, saadaan hyvin konkreettinen esimerkki valmistuskulujen pienenemisestä. Oletetaan säiliön hinnan ilman muutoksia olevan  $a$ -määrä rahaa, ja vuosimenekki on 30 kappaletta. Koska rakenteen vuoksi on todennäköistä, että esimerkiksi joka viidennen säiliön toinen päätylevy särmätään väärin, ja päätylevyn arvo on prosentin tuotteen hinnasta, muodostuu tuotteen kokonaishinnaksi vuositasolla

$$a \times 30 + 30 \div 5 \times a \times 0,01 = 30,06a.$$

Eli vuodessa 6 % yhden säiliön hinnasta menetetään suteen särmättyihin päätylevyihin. Se on paljon, kun huomioidaan minkälaisilla toimenpiteillä tämä saatiin ehkäistyä. Kustannuksen laskennassa ei ole huomioitu kuluja, mitkä syntyvät, jos uuden päätylevyn leikkaamiseksi plasmaleikkaajan onkin haettava juuri tätä työtä varten levy leikkauskoneen pöydälle, koska niitä on hyvin vaikeaa määrittää. Eli todellisuudessa hukan aiheuttamat kustannukset olisivat todennäköisesti hieman suuremmat, ja kaikki hukka on suoraan pois tuotteelle tarjousvaiheessa lasketusta katteesta.

Myös se, että tuotetta saadaan kehitettyä siten, että sen valmistus onnistuu tuotantokoneella, minkä kulut ovat pienemmät annetulle aikayksikölle kuin aiemmin käytetyn koneen, parantaa tuotannon kannattavuutta. Esimerkiksi opinnäytteen johdantosuudessa mainittu esimerkki, missä särmättävän profiilin valmistus saatiin siirrettyä isolta, 800-tonniselta särmäyspuristimelta pienemmälle koneelle, paransi tuotteen valmistuksen kannattavuutta huomattavasti. Ensinnäkin pienemmällä koneella on huomattavasti pienempi tuntikustannus, ja lisäksi muutoksella saatiin kannattamatonta työtä pois isolta särmäyspuristimelta. Vapautunut resurssi voidaan hyödyntää työssä, mikä vaatii suuremman särmäyskoneen ominaisuuksia.

### 7.3 Oppimisprosessi

Oppimisprosessina opinnäytteen tekeminen oli erittäin antoisa, mutta myös haastava. Mielenkiintoisimpia aiheita, joita työn aikana sai tutkia olivat tuotantoprosessin eri vaiheiden väliset rajapinnat, ja tuotannon työntekijän suhde työnjohtoon ja työnsuunnitteluun. Erittäin mielenkiintoinen tulevaisuuden kehityskohde, mikä tuli projektin aikana esille, on alihankkijan henkilöstön ja asiakkaan suunnitteluosaston rajapinta.

Lähdemateriaalin hankinta vaikutti haastavalta, mutta tähän vaikutti myös opinnäytteen tekijän tiedonhakutaidot ja vähäinen aikaresurssi opinnäytetyön tekoon. Onneksi taustalla oli jo yli vuoden kestänyt työsuhde Multimek Oy:ssä, joten sen pohjalta ongelmien ratkaiseminen ja eteenpäin vieminen oli tuttua.

Työsuhteesta oli myös omat haittansa, koska opinnäytettä piti tehdä muiden töiden ohella, eli käytännössä iltaisin, työpäivän jälkeen. Tätä työskentelytapaa ei voi suosittelaa, varsinkaan, jos kyseessä erityisen henkisesti haastava työ, kuten tässä tapauksessa. Motivaatiota kuitenkin lisäsi se, että tein projektin läpi viemällä omasta työstäni tuotannon- ja työnsuunnittelun osa-alueilla mielekkäämpää, ja sain jopa vähennettyä työn stressaavuutta.

Eniten opinnäytetyön aikana kehittyivät taitoni toimia yhteyshenkilönä yritysten välillä. Myös tuotantoon liittyvien ongelmien ratkaisukyky parantui, vaikka se oli jo työkokemuksen pohjalta kehittynyt paljon.

Pettymyksen opinnäytetyön tekemisessä aiheutti mainittu kiireinen vaihe työtehtävissä. Se toi esiin puutteita organisointitaidoissani, kun en pystynyt järjestämään resursseja opinnäytteen tekemiseen riittävästi. Jos pitäisi toteuttaa vastaava työ uudelleen, yrittäisin järjestää yhden päivän viikossa, tai joka toisella viikolla opinnäytteen tekemiseen työpaikalla. Siten lopputulos olisi varmasti monella osa-alueella parempi.

## LÄHTEET

Grönroos, C. 2000. Palveluiden johtaminen ja markkinointi. 2p. Porvoo: WSOY.

Jutila, M. n.d. Multimek Oy:n tehdaspäällikkö. Henkilökunnan kuukausipalaverit Multimek Oy:ssä.

Kivikolmoset mukana Metson kanssa uuden Lokotrack ST3.5 – seulan kehitystyössä. 2011. Metso Minerals kaivosala- ja maanrakennusartikkelit. Viitattu 20.11.2011. [www.metsominerals.fi](http://www.metsominerals.fi), kaivosala- ja maanrakennusartikkelit.

Lahtinen, T. 2011. Design for manufacturing and assembly rules and guidelines for engineering. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto, automaatio-, kone- ja materiaalitekniikan tiedekunta, konetekniikan koulutusohjelma. Viitattu 2.12.2011. <http://URN.fi/URN:NBN:fi:ty-2011111814887>.

Lokotrack LT200HP. n.d. Metso Mineralsin tuote-esite. Viitattu 1.12.2011. [www.metsominerals.fi](http://www.metsominerals.fi), siirrettävät murskausyksiköt, Lokotrack alle 50t, LT200HP.

Prototype. n.d. Englanninkielinen Wikipedia–artikkeli prototyypeistä. Viitattu 18.11.2011. <http://en.wikipedia.org/wiki/Prototype/>.

Prototypes. n.d. Ohjeistus internetsivustoista tehtävistä prototyypeistä. [www.usability.gov](http://www.usability.gov), Methods, Design New Site, Prototypes.

Prototyyppejä. n.d. Suomenkielinen Wikipedia –artikkeli prototyypeistä. Viitattu 18.11.2011. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Prototyyppejä/>.

Quality System Requirements QS-9000. 1994. 3p. Chrysler Corporation, Ford Motor Company, General Motors Corporation.

Riskien suuruuden arviointi. n.d. Esimerkki riskitaulukko-työkalusta. Viitattu 1.12.2011. [www.pk-rh.com](http://www.pk-rh.com), startti riskienhallintaan, Mitä riskienhallinta on?, Riskien suuruuden arviointi, Riskien suuruuden arviointi.

Ulrich, K. & Eppinger, S. 2003. Product design and development. 3. p. Singapore: McGraw-Hill.

Unger, D. & Eppinger, S. 2010. Improving product development process design: a method for managing information flows, risks, and iterations. Journal of Engineering Design 10, 689-699.

Ziegler, H. 2009. Total Quality Management. Oppimateriaali. Jyväskylän ammattikorkeakoulu, Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, Quality and Environmental Management Systems –opintojakso.



## **LIITTEET**

### Liite 1. Keskusteluissa esiintulleet ongelmat

#### **Mahdollisia ongelmakohtia**

##### **Tilausten käsittely**

Tieto siitä, että tuote on prototyyppi, ei kirjaudu järjestelmään.

##### **Työsuunnittelu/tuotannonohjaus**

Inhimillisestä virheestä johtuen tieto siitä, että tuote on prototyyppi jää huomaamatta.

Tieto tuotteesta ilmenneistä ongelmista, tai tuotteeseen liittyvistä kehitysehdotuksista jää välittämättä asiakkaalle.

Informaatio asiakkaalle lähtee osissa, eikä yhtenä raporttina.

Informaatio asiakkaalle toimitetaan epäselvässä formaatissa.

##### **Tuotanto**

Tuotteen prototyyppiyttä ei huomata.

Valmistukseen liittyvä ongelma tuntuu vähäiseltä. Täten sitä ei ilmoiteta eteenpäin.

Tieto kenelle ongelmista tai kehitysehdoksista ilmoitetaan puuttuu.

## Liite 2. Prosessi- ja tietovirtakaavio

### Informaation kulku prototyyppitilauksissa

Ympyrät kaaviossa merkitsevät sitä, että informaatiota käsitellään niillä merkityissä tuotantoprosessin vaiheissa.

