

Tuotannon johtaminen muutoksessa, menetelmien kehitys

Arto Minkkinen

Opinnäytetyö
Marraskuu 2014

Teknologiaosaamisen johtaminen
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä(t) Minkkinen, Arto	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 24.11.2014
	Sivumäärä 71	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: (X)
Työn nimi Tuotannon johtaminen muutoksessa, menetelmien kehitys		
Koulutusohjelma Teknologiaosaamisen johtaminen		
Työn ohjaaja(t) Hannu Kivistö		
Toimeksiantaja(t) Millog Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyö oli toiminnankehittämisprojekti, jonka tavoitteena oli löytää uusia menetelmiä toimeksiantajan tuotannon ja tuotekehityksen toiminnan tehostamiseksi. Tuotantomäärien kasvaessa on löydettävä uusia toimintatapoja, kuinka tuotannon eri toimintoja voidaan hyödyntää paremmin käytettävissä olevilla resursseilla. Lisäksi opinnäytetyössä tavoitteena oli tehostaa uuden tuotteen sarjatuotannon aloittamista, uuden tuotteen siirtymistä tuotekehitysvaiheesta tuotantoon.</p> <p>Tiedonhankintamenetelmänä tutkimustyössä käytettiin teemahaastatteluja tuotannon ja tuotekehityksen henkilöstölle sekä kirjallisuuskatsausta lean -menetelmästä. Lisäksi opinnäytetyössä käsiteltiin yleistä teoriaa tuotekehityksestä ja projektinhallinnasta. Työn toteutuksessa osallistuttiin yrityksen käytännön työhön, täysin uuden tuotteen sarjatuotannon aloittamiseen. Uusi tuote toimi esimerkkikohteena opinnäytetyön aikana kehitetyille menetelmille.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena uudelle tuotteelle suunniteltiin uusi tuotantotila, jossa sovelletaan lean -ajattelun perusteita tuotannon toiminnanohjauksessa. Uuden tuotteen sarjatuotannon aloittamisen avuksi kehitettiin uusia työkaluja muutos- ja tiedonsiirronhallintaan. Samoja työkaluja voidaan soveltaa myös olemassa oleville tuotteille. Lisäksi opinnäytetyön tuloksena esitettiin uuden tuotannonkehitys -resurssin perustamista tuotannon ja tuotekehityksen välille, sekä suunniteltiin esitetyn resurssin toimenkuva.</p> <p>Jatkokehityskohteiksi esitetään uuden tuotantotilan, eri tuotantoprosessien tiedonhallinnan kehittämistä ja työssä kehitettyjen työkalujen jatkuvaa parantamista.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Tuotekehitys, tuotanto, muutoshallinta		
Muut tiedot		



Author(s) Minkkinen Arto	Type of publication Master's thesis	Date 24.11.2014
	Number of pages 71	Language of publication Finnish
		Permission for web publication: (X)
Title of publication Production management in change, process development		
Degree programme Master of Engineering		
Tutor(s) Kivistö, Hannu		
Assigned by Millog Oy		
<p>Abstract</p> <p>The thesis was a operation development project. One goal of the thesis was to research efficiency development methods for principals Production and R&D units. Because of the production volume is increasing there is a need to find new methods for that the production resource can be used more effectively. The goal is also to develop more efficiency process for new product transfer from product development to mass production.</p> <p>The theses' data acquisition was done by theme interviews of the production and R&D personnel and participate the start of the new product's production process. The new product was used as a pilot for the theses results. The theory part of the theses includes reviewing the lean philosophy and basics of the product development and project management literature.</p> <p>The result of the theses was a new production layout and action plan for the pilot product based on lean -principals. Also new information and change management tools and best practices were developed for the new product transfer to production process. One of the results was a proposal of a new Production Development resource establishment between production and R&D. The job description was planned for this resource.</p> <p>For the further development action the theses propose to continue the production information flow and process development as a part of the new resource.</p>		
Keywords/tags (subjects) Product development, R&D, production, change management		
Miscellaneous		

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	4
1.1	<i>Millog Oy</i>	5
1.2	<i>Millog Oy Optronikkayksikkö</i>	5
2	TOIMINNAN MÄÄRITTELY	6
2.1	<i>Käsitteet</i>	6
2.2	<i>Projekti vs. Prosessi</i>	6
2.2.1	<i>Projekti</i>	6
2.2.2	<i>Prosessi</i>	12
2.3	<i>Tuotekehitysprosessi</i>	13
2.4	<i>Tuotekehityshanke</i>	15
2.5	<i>Lean -tuotannonohjausjärjestelmä</i>	16
2.5.1	<i>Lean - filosofian syntyminen</i>	16
2.5.2	<i>Resurssitehokkuus vs. virtausajattelu</i>	17
2.5.3	<i>Hukka</i>	20
2.5.4	<i>Siisteys ja järjestys – 5S menetelmä</i>	24
2.5.5	<i>Value stream mapping (VSM)</i>	27
2.5.6	<i>Lean - Teoriasta käytäntöön</i>	29
2.6	<i>Kunnossapitotoiminnan suunnittelu</i>	30
2.6.1	<i>Käyttäjäkunnossapito</i>	30
3	LÄHTÖTILANTEEN KARTOITUS	31
3.1	<i>Tuotannon tilanteen kartoitus</i>	31
3.1.1	<i>Teemahaastattelu</i>	32
3.1.2	<i>Yhteenveto haastatteluista</i>	33
3.2	<i>Tuotekehitysprosessi, Millog Oy Optronikkayksikkö</i>	34
3.2.1	<i>Nykytilanne, Tuotekehitysprosessin vaiheet</i>	35

3.2.2	<i>Projektidokumentaatio</i>	39
3.2.3	<i>Tuotekehityksen haastattelut</i>	40
3.2.4	<i>Tuotekehityksen haastattelujen tulokset</i>	40
3.2.5	<i>Sidosryhmien haastattelujen tulokset</i>	43
3.2.6	<i>Tuotteen tuotannon edellytykset</i>	43
3.2.7	<i>Tiedonsiirto tuotekehityksestä tuotantoon</i>	45
4	TUOTANNON KEHITTÄMISKOHTEET	47
4.1	<i>Uusi tuotantotila</i>	47
4.1.1	<i>Uusi tuotanto layout, soluajattelu</i>	47
4.1.2	<i>5S siisteys ja järjestys</i>	48
4.1.3	<i>Kehitettyjen työkalujen soveltaminen</i>	48
4.1.4	<i>Jatkokehityskohteet</i>	49
5	TUOTANTOONSIIRRON PARANTAMINEN	50
5.1	<i>Tuotantoonsiirto selkeäksi osaksi koko organisaatiota</i>	50
5.2	<i>Uusi resurssi, tuotannon kehitysinsinööri</i>	50
5.3	<i>Uudet työkalut tuotantoonsiirron tehostamiseksi</i>	52
5.3.1	<i>Tuoterakenne</i>	52
5.3.2	<i>Tuoterakenne, vuokaavio</i>	53
5.3.3	<i>Tuoterakenteen hallinta -ohjeistus, tuotannonhallintajärjestelmä</i>	53
5.3.4	<i>Tekninen spesifikaatio</i>	54
5.3.5	<i>Tuotantoonsiirto-palaverikäytäntö</i>	55
5.3.6	<i>Valmistusrakenne vuokaavio</i>	55
5.3.7	<i>Tuotteen valmistuksen vuokaavio, Arvovirtaus (VSM)</i>	56
5.3.8	<i>Tuotteen valmistuksen määrittely- ja seurantalomake</i>	57
6	POHDINTA JA TULOSTEN TARKASTELU	57
	LÄHTEET	60

KUVIOT

KUVIO 1. PROSESSI (ISO/IEC-15504)	12
KUVIO 2. TUOTEKEHITYSPROSESSI.....	14
KUVIO 3. VAIHTELU (MODIG&ÅHLSTRÖM 2013)	18
KUVIO 4. SOLUAJATTELU (HAVERILA 2005).....	23
KUVIO 5. MENETELMÄ 5S (BRESKO 2012)	27
KUVIO 6. ARVOVIRTAKUVAUS, (SUCIU 2011)	28
KUVIO 7. STAGE – GATE (MUKAILTU LÄHTEESTÄ COOPER 2014).....	35

TAULUKOT

TAULUKKO 1. PROJEKTISUUNNITELMAT	8
TAULUKKO 2. PROJEKTITYÖN JOHTAMINEN	9
TAULUKKO 3. MUUTOSTENHALLINTA	9
TAULUKKO 4. PROJEKTIN LOPETTAMINEN	10
TAULUKKO 5. PROJEKTISSA OPPIMINEN	11
Taulukko 6. PROJEKTIDOKUMENTAATIO	39
TAULUKKO 7. ARVOVIRTAKUVAS SYMBOLIT	56

LIITTEET

LIITE 1 TUOTERAKENNETAULUKKO, ESIMERKKI.....	63
LIITE 2 TUOTERAKENNE VUOKAAVIO, ESIMERKKI	64
LIITE 3 TUOTERAKENTEEN HALLINTAOHJEISTUS, TUOTANNONHALLINTAJÄRJESTELMÄÄ VARTEN	66
LIITE 4 TEKNINEN SPESIFIKAATIO	67
LIITE 5 TUOTANTOONSIIRTO PALAVERIMUISTIOPOHJA.....	68
LIITE 6 VALMISTUSRAKENNE VUOKAAVIO	70
LIITE 7 VALMISTUKSEN ARVOVIRTAKUVAUS (VSM), ESIMERKKI	71
LIITE 8 TUOTERAKENNE, VALMISTETTAVUUS	72
LIITE 9 TUOTTEEN VALMISTUKSEN MÄÄRITTELY JA SEURANTALOMAKE	73

1 JOHDANTO

Millog Oy:n toimintaympäristö on jatkuvassa muutoksessa. Entisestä valtion omistamasta ja hallinnoimasta toimijasta on siirrytty kaupallista toimintaa harjoittavaksi yritykseksi. Samalla Millog Oy:n toiminta on muuttunut jatkuvasti uusia markkinoita ja asiakkuuksia tavoittelevaksi kasvavaksi yritykseksi. Markkinoilla menestyminen edellyttää yritykseltä nopeaa reagointikykyä, sekä kykyä kehittää uusia toimivia tuotteita kilpaillulla ja teknisesti vaativalla toimialalla.

Muutoksesta johtuen Millog Oy on havainnut kehittämiskohteita omassa toiminnassaan. Menestyvä yritys ei voi keskittyä vain uusien tuotteiden kehittämiseen vaan sen on oltava valmis myös oman toimintansa uudistamiseen ja kehittämiseen. Vanhat toimintatavat eivät välttämättä sovellu uuteen toimintaympäristöön ja uusien tekniikoiden kehittäminen vaatii jatkuvaa parantamista, niin tuotteissa itsessään kuin niiden kehittämismenetelmissä. Yhdeksi kehittämistä vaativaksi kohteeksi on havaittu uuden tuotteen siirtäminen tuotekehitysprosessista sarjatuotantoon. Prototyypistä sarjatuotantoon siirtyminen edellyttää niin tuotteen, kuin siihen liittyvien valmistusmenetelmien ja materiaalivirtojen hallitsemista.

Tämä opinnäytetyö on toiminnan kehitysprojekti, opinnäytetyön tavoitteena on saada aikaan toiminnan tehostumista, sekä tuotekehitys- kuin tuotantoprosessissa. Tavoitteena on löytää uusia toimintatapoja uusien tuotteiden sarjatuotannollistamiseen ja myös tuotteiden valmistukseen. Tarkoituksena ei ole keksiä täysin uusia menetelmiä tai kehittää kokonaan uusia toimintoja, vaan tutkia olemassa olevia, muualla hyväksi havaittuja malleja uuden tuotteen tuotantoon siirtoon ja myös olemassa olevaa tuotantoa tukevia toimintoja.

Opinnäytetyössä selvitetään Millog Oy:n Optronikka yksikön tuotannon ja tuotekehityksen nykytilanne haastatteluilla sekä osallistumalla uuden tuotteen

tuotekehitysprosessin tuotantoonsiirto-vaiheeseen. Opinnäytetyön teoriaosassa tutkitaan Lean -filosofian ja muutoshallinnan menetelmien soveltuvuutta Millog Oy Optroniikkayksikön tuotannon- ja tuotekehitysprosessien tehostamiseksi. Edellä mainittuja menetelmiä tutkitaan käytännön toiminnan näkökulmasta ja pyritään välttämään ideologisiin fraaseihin takertumista.

Opinnäytetyön tuloksina esitetään konkreettisia kehitysideoita tuotannon tehostamiseksi sekä uusi selkeä toimintamalli tuotekehityksen työkaluksi tuotteen sarjatuotannollistamiseen.

1.1 Millog Oy

Millog Oy on toiminut vuodesta 2009 puolustusvoimien strategisena kumppanina vastaten maavoimien ja maavoimien vastuulla olevan kaluston varikkotasoisesta kunnossapidosta. Kunnossapitopalveluihin kuuluvat ase- ja elektroniikkajärjestelmien tuki, panssari- ja ajoneuvokaluston tuki, järjestelmien integroinnit ja modernisointityöt sekä osallistuminen materiaalihankkeisiin ja kriisinajan koulutuksiin ja harjoituksiin. Millog Oy kuuluu Patria konserniin ja sen pääomistajat ovat Patria Oyj ja Insta Group Oy. Millog Oy koostuu 8 eri toimipaikasta sekä Tampereella sijaitsevasta pääkonttorista. (Millog 2014)

1.2 Millog Oy Optroniikkayksikkö

Millog Oy:n Optroniikkayksikkö sijaitsee Keski-Suomessa, Lievestuoreella. Optroniikkayksikkö toimialansa suurin tarkkuusoptiikan valmistaja Pohjoismaissa. Optroniikkayksikkö valmistaa tuotteita prototyypeistä sarjavalmistukseen ja yksittäisistä komponenteista valmiisiin laitteisiin. Optroniikkayksikkö tarjoaa asiakkailleen optoelektronisten ja hienomekaanisten laitteiden valmistusta ja kokoonpanoa sekä monipuolista mittausta, testaus- ja huoltopalveluja. Optroniikkayksikön tuotteita ovat mm. valonvahvistimet. (Millog 2014)

2 TOIMINTOJEN MÄÄRITTELY

2.1 Käsitteet

Arvovirtakuvaus (VSM) – visuaalinen kuvaus siitä, kuinka materiaali ja informaatio virtaavat prosessissa

ERP – toiminnanohjausjärjestelmä

Hukka – lopputuotteeseen arvoa tuottamaton toiminta

Käyttöaste – toteutuneen- ja suunnitellun toiminta-ajan suhde

Lean – tehokkuuden optimointia jatkuvan parantamisen keinoin

Läpimenoaika – tarvittava aika tilauksen vastaanottamisesta tuotteen toimittamiseen asiakkaalle

Projekti – kertaluonteinen työ, joka tehdään ainutkertaisen tuotteen, palvelun tai tuloksen aikaansaamiseksi

Prosessi – ennalta määritelty, vakioitu sarja toimenpiteitä, joiden tarkoituksena on tuottaa joka kerta tiettyä, samanlaista lopputulosta

Resurssi – yleisnimitys tarvittaville voimavaroille, henkilöstö, materiaali, toimitila tai rahoitus, joita tarvitaan tavoitteellisessa toiminnassa.

Toiminnan kehittämisprojekti – yrityksen tai yhteisön sisäisen toiminnan kehittämisprojekti

Virtaus (arvovirta) – Kaikki ne vaiheet, joita tarvitaan tuotteen toimittamiseksi asiakkaalle

Virtausyksikkö – tuotannossa jalostettava kohde

2.2 Projekti vs. Prosessi

2.2.1 Projekti

Käsitteestä ”Projekti” on tullut yleispätevä termi, kun jotain uutta ryhdytään tekemään tai kehittämään. Mikä tahansa toiminta tai tekeminen ei ole itsestään projekti. Kesämökin tai talon terassin rakennus voi olla projekti: se

alkaa rakennusideasta ja päättyy siihen kun terassi on valmis. Mikäli terassia laajennetaan joka kesä, se ei enää täytä projektin määritelmää, vaan on kausittain tapahtuva tehtävä. Projekti on siis ainutkertainen tapahtuma, joka ei ole jatkuva.

Oikean projektin tunnistaa siitä, että sille on määritelty tavoitteet, joihin pyritään ennalta sovittujen menetelmien, eli prosessien kautta. Projektin etenemistä seurataan projektihallinnan avulla ja projekti todetaan päättyneeksi, kun asetetut tavoitteet on saavutettu.

Standardi SFS -ISO 21500 määrittelee projektin seuraavasti:

”Projekti koostuu ainutkertaisesta prosessien joukosta, johon kuuluu koordinoituja ja ohjattuja tehtäviä. Tehtävillä on määritelty aloitus- ja lopetuspäivämäärät, ja tehtävät täytyy suorittaa, jotta projektin tavoitteet saavutetaan. Projektin tavoitteet on saavutettu, kun se tuottaa määriteltyjen vaatimusten mukaisia tuotoksia.”(SFS-ISO 21500 s.12)

Projekti -käsitteeseen liittyvää kirjallisuutta on tarjolla paljon, tässä opinnäytetyössä projektin pääteemat määritellään käyttäen standardia SFS-ISO 21500.

Projektin hallinta

Projektinhallinta tarkoittaa menetelmien, työkalujen, tekniikoiden ja pätevyyksien soveltamista projektissa. Projektinhallintaan kuuluu projektin elinkaaren eri vaiheiden kokonaisuuden hallinta. Projekteja hallitaan prosessien avulla. Projektin suorittamiseen valitut prosessit olisi koottava johdonmukaiseksi järjestelmäksi. Projektin elinkaaren jokaisella vaiheella olisi oltava omia tuotoksia. Tuotoksia olisi arvioitava säännöllisesti projektinaikana, jotta ne täyttävät projektin omistajan, asiakkaiden ja muiden sidosryhmien vaatimukset. (SFS-ISO 21500 s.14)

Projektisuunnitelmat

Projektisuunnitelmien laatimisen tarkoitus on dokumentoida

- miksi projekti aloitetaan
- mitä kukin taho toimittaa projektiin
- kuinka projekti toimitetaan

- kuinka paljon projekti tulee maksamaan
- kuinka projekti toteutetaan, kuinka sitä ohjataan ja kuinka se lopetetaan

Projektisuunnitelma sisältää vertailukohdat projektin toteuttamiseen esim.

laajuuden, laadun, aikataulun, kustannusten, resurssien ja riskien osalta.

Kaikkien projektisuunnitelman osien olisi oltava keskenään yhdenmukaisia ja

osa hallittua kokonaisuutta. Projektisuunnitelman olisi sisällettävä kaikkien

olennaisten projektinsuunnitteluprosessien tuotokset sekä toimenpiteet, joilla

määritellään, yhdistetään ja koordinoidaan projektin toteutus, ohjaus ja

lopettaminen. Projektisuunnitelman sisältö riippuu projektin

soveltamisalueesta ja monimutkaisuudesta. Projektin suorittava organisaatio

voi päättää yhteistyössä projektin olennaisten sidosryhmien kanssa, onko

projektisuunnitelma yksityiskohtainen selostus vai yleistason kuvaus, jossa

viitataan tarvittaviin osasuunnitelmiin, kuten projektin laajuutta koskevaan

suunnitelmaan ja aikatauluun. Jos käytetään tiivistelmätason

projektisuunnitelmaa, siinä olisi kuvattava, kuinka yksittäisiä osasuunnitelmia

hallitaan ja koordinoidaan yhtenä kokonaisuutena. Projektin

hallintasuunnitelma koostuu yhdestä tai useammasta asiakirjasta, jossa

määritellään, kuinka projekti aloitetaan ja kuinka sitä seurataan ja ohjataan.

Projektin hallintasuunnitelma voi koskea koko projektia, tai se voi sisältää

joitakin osia kattavia osasuunnitelmia, kuten riskienhallintasuunnitelman tai

laadunhallintasuunnitelman. (SFS-ISO 21500 s.36)

TAULUKKO 1. PROJEKTISUUNNITELMAT

Tärkeimmät syötteet	Tärkeimmät tuotokset
<ul style="list-style-type: none"> - Projektin asettamisasiakirja - Osasuunnitelmat - Aiemmistä projekteista opitut asiat - Liiketoimintatarkastelu - Hyväksytyt muutokset 	<ul style="list-style-type: none"> - Projektisuunnitelma - Projektinhallintasuunnitelma

Projektityön johtaminen

Projektityön johtamisen tarkoitus on hallita työn suorittamista

projektisuunnitelmien mukaisesti, jotta saadaan aikaan hyväksytyt projektin

tuotokset. Projektityötä johdetaan projektin omistajan, projektipäällikön, projektin johtoryhmän ja projektiryhmän välisessä rajapinnassa. Sen ansiosta projektiryhmän tekemä työ voidaan yhdistää osaksi myöhempää projektityötä tai projektin lopullisia tuotoksia. Projektipäällikön olisi johdettava suunniteltujen projektitehtävien suorittamista ja hallittava lukuisia projektin sisäisiä teknisiä, hallinnollisia ja organisatorisia yhteyksiä. Tuotokset ovat projektisuunnitelmien mukaisesti suoritettujen kokonaisuutena hallittujen prosessien tulos.(SFS-ISO 21500 s.38)

TAULUKKO 2. PROJEKTITYÖN JOHTAMINEN

Tärkeimmät syötteet	Tärkeimmät tuotokset
<ul style="list-style-type: none"> - Projektisuunnitelmat - Hyväksytyt muutokset 	<ul style="list-style-type: none"> - Edistymistiedot - Asiarekisteri - Opitut asiat

Muutosten hallinta

Muutosten hallinnan tarkoitus on hallita projektiin ja tuotoksiin tulevia muutoksia ja hyväksyä tai hylätä nämä muutokset muodollisesti ennen niiden toteuttamista. Koko projektin ajan on tarpeen kirjata muutosesityksiä muutosrekisteriin sekä arvioida niiden hyödyllisyyttä, laajuutta, niiden vaatimia resursseja, aikataulua ja kustannuksia, niiden laatua ja niiden aiheuttamia riskejä ja vaikutuksia sekä hankkia niille hyväksyntä ennen niiden toteuttamista. Muutosesitystä voidaan muuttaa tai se voidaan jopa perua vaikutusarvioinnin perusteella. Kun muutos on hyväksytty, päätöksestä olisi viestittävä kaikille olennaisille sidosryhmille, jotta se voidaan toteuttaa. Tähän sisältyy myös projektin asiakirjojen päivitys tarvittavin osin. Tuotoksiin tulevia muutoksia olisi hallittava kokoonpanon hallintamenettelyillä ja muilla vastaavilla menettelyillä.(SFS-ISO 21500 s.38)

TAULUKKO 3. MUUTOSTENHALLINTA

Tärkeimmät syötteet	Tärkeimmät tuotokset
<ul style="list-style-type: none"> - Projektisuunnitelmat 	<ul style="list-style-type: none"> - Hyväksytyt muutokset

- Muutosesitykset	- Muutosrekisteri
-------------------	-------------------

Projektivaiheen tai projektin lopettaminen

Projektivaiheen tai projektin lopettamisen tarkoitus on vahvistaa kaikkien projektin prosessien ja tehtävien valmistuminen, jotta projektivaihe tai projekti voidaan lopettaa.

Kaikkien prosessien ja tehtävien valmistuminen olisi todennettava, jotta voidaan varmistaa, että projektivaiheen tai projektin tuotokset on toimitettu ja että tietyt projektinhallintaprosessit on joko suoritettu loppuun tai keskeytetty. Kaikki projektin asiakirjat olisi koottava ja arkistoitava voimassa olevien standardien mukaisesti, ja kaiken projektihenkilöstön sekä muiden resurssien olisi vapauduttava muihin tehtäviin. Projekti voi olla tarpeen keskeyttää ennen sen valmistumista, jos asiakkaat eivät enää tarvitse projektin tuotoksia tai jos on ilmeistä, että joitain tai kaikkia tavoitteita ei kyetä saavuttamaan. Projektia keskeytettäessä olisi suoritettava samat tehtävät kuin projektia lopetettaessa, ellei toisenlaiseen menettelyyn ole erityisiä perusteita. Keskeytetyllä projektilla ei kuitenkaan välttämättä ole tuotoksia, jotka voisi toimittaa asiakkaille. Kaikki keskeytetyn projektin asiakirjat olisi kerättävä ja arkistoitava organisaation vaatimusten mukaisesti. (SFS-ISO 21500 s.40)

TAULUKKO 4. PROJEKTIN LOPETTAMINEN

Tärkeimmät syötteet	Tärkeimmät tuotokset
<ul style="list-style-type: none"> - Edistymäraportit - Sopimusasiakirjat - Projektin valmistumisraportit 	<ul style="list-style-type: none"> - Valmiit hankinnat - Projektin tai vaiheen loppuraportti - Vapautuneet resurssit

Projektissa oppiminen

Projektin aikana projektiin osallistuneet henkilöt oppivat uusia asioita tekemisen kautta. Jokainen projekti on aina erilainen, koska tavoitteet ovat eri projekteissa erilaiset. Se ei kuitenkaan tarkoita sitä, ettei projekteissa voisi hyödyntää muissa projekteissa opittua tietoa. Projektin tärkeimpänä

tavoitteena on aina päästä tavoiteltuun lopputulokseen, mutta samalla on tärkeää koota opittuja asioita tulevia projekteja varten, niin onnistuneista kuin epäonnistuneista projekteista.

Kari Tuominen kysyy kirjassaan Muutoshallinnan mestari seuraavaa:

Jos olet toteuttanut vuoden kestäneen kehitysprojektin, kysy itseltäsi: Paljonko aikaa olisin tarvinnut, jos olisin vuosi sitten osannut sen minkä osaan nyt?

(Kari Tuominen 1999 s.18)

Tämä sama kysymys on oleellinen kaikessa kehitystoiminnassa. Me opimme parhaiten yrityksen ja erehdyksen kautta ja tärkeintä on kerätä tietoa niin onnistuneista kuin epäonnistuneista projekteista. Näiden kokemusten avulla välttää mahdollisesti tulevilla projekteilla samoilta virheilta ja oma toimintamme kehittyä.

Myös standardi ottaa kantaa projektin aikaiseen oppimiseen. Opittujen asioiden kokoamisen tarkoitus on arvioida projekti ja kerätä kokemuksia. Näitä kokemuksia voidaan hyödyntää tulevilla projekteilla.

Projektin aikana projektiryhmä ja keskeiset sidosryhmät havaitsevat tekniikkaan, johtamiseen ja prosesseihin liittyviä seikkoja, joista voidaan ottaa opiksi. Omitut asiat olisi tallennettava, koostettava, vahvistettava virallisiksi, säilytettävä ja viestittävä eteenpäin, ja niitä olisi hyödynnettävä koko projektin ajan. Siksi omitut asiat voivat jollain tasolla olla jokaisen projektinhallintaprosessin tuotoksia ja ne voivat johtaa projektisuunnitelmien päivittämiseen. (SFS-ISO 21500 s.40)

TAULUKKO 5. PROJEKTISSA OPPIMINEN

Tärkeimmät syötteet	Tärkeimmät tuotokset
<ul style="list-style-type: none"> - Projektisuunnitelmat - Edistymäraportit - Hyväksytyt muutokset - Omitut asiat - Asiarekisteri 	<ul style="list-style-type: none"> - Omitut asiat sisältävä asiakirja

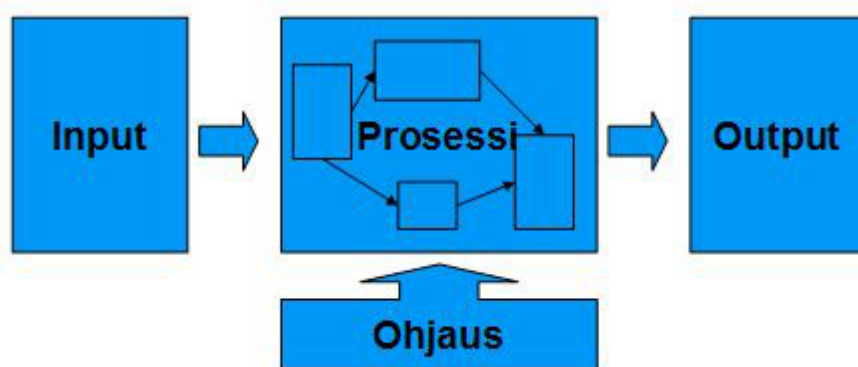
- Riskirekisteri	
------------------	--

Oppiminen käynnistyy henkilökohtaisen oppimisen kautta. Jatkuva oppiminen takaa jatkuvan kehittymisen ja siten pysymme elossa. Yritys kehittyy vain, jos ihminen itse kehittyy. Yrityksessä voi olla merkittäviä määriä henkilökohtaista osaamista sen näkymättä asiakastyytyväisyydessä ja kannattavuudessa. Se näkyy niissä vasta kun useammat ihmiset oppivat samoja asioita. Sitä kutsutaan organisaation oppimiseksi (Tuominen 1999 s. 278)

2.2.2 Prosessi

On tärkeää erottaa käsitteet "projekti" ja "prosessi" toisistaan.

Standardi 15504 määrittelee prosessin lyhyesti "Joukko toisiinsa liittyviä toimintoja, jotka muuttavat syötteitä tuotoksiksi." (ISO/IEC-15504)



KUVIO 1. PROSESSI (ISO/IEC-15504)

Prosessi koostuu esimerkiksi tuotantolaitoksessa eri tuotanto koneista, jotka yhdistyvät tiettyä tuotetta valmistavaksi prosessiksi. Prosessi jalostaa siihen syötetystä materiaalista ohjauksen mukaisen tuotoksen, esimerkiksi valmiin tuotteen. Tuotantoprosessin tavoitteena on saada aikaan syötetystä materiaalista joka kerta sama lopputulos.

Mitä tahansa toimintoa voidaan kuvata prosessina, ei pelkästään fyysisiä tuotteita tuottavaa tuotantoprosessia, esimerkiksi tuotekehitystä.

2.3 Tuotekehitysprosessi

Tuotekehitys on monivaiheinen prosessi, käsittäen tuoteidean etsimisen, kehitysnäkymien, markkinoiden ym. tuotekehityshankkeen käynnistämiseen tarvittavien tietojen selvittämisen, varsinaisen tuotteen luonnostelun, yksityiskohtaisen suunnittelun optimoinnin, työpiirustusten tekemisen, käyttöohjeiden laatimisen sekä tuotantomenetelmien kehittämisen.

(Jokinen 2001, s. 9)

Tuotekehitystoiminnan tavoitteena on kehittää uusia tuotteita asiakkaan toivomusten mukaisesti. Tuotekehityksen pitää myös osallistua aktiivisesti uusien tekniikoiden tutkimukseen ja tarkkailla markkinoiden kehitystä. Ilman toimivaa ja onnistunutta tuotekehitystä yrityksen toiminta ja menestys heikkenee.

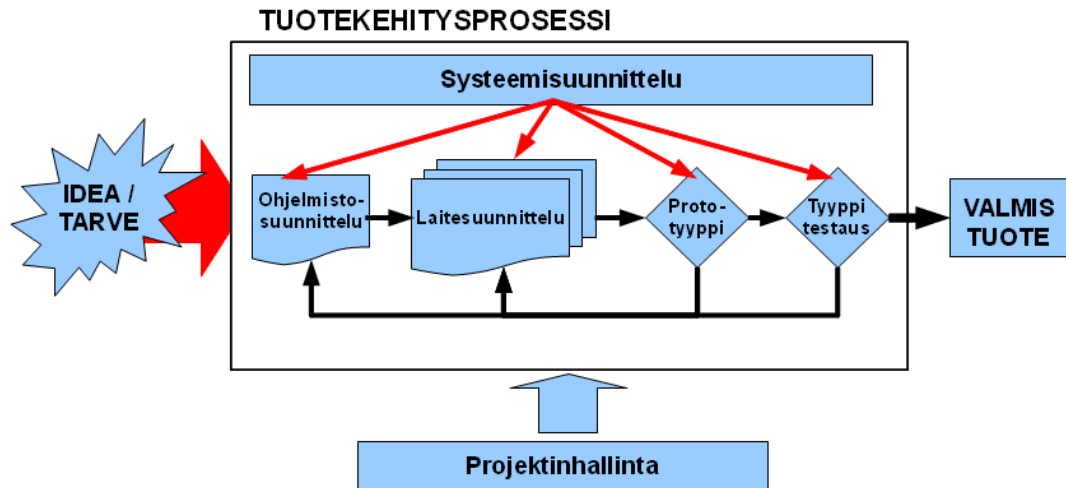
Onnistunut tuotekehitystoiminta on yrityksen yksi tärkeimmistä edellytyksistä. Yrityksen on huolehdittava jatkuvasti tuotekehityksestä, muussa tapauksessa tulee ennen pitkää aika, jolloin tuotteet ovat vanhentuneita, myynti vähenee ja viimein loppuu kokonaan. (Jokinen 2001, s. 9)

Menestyminen markkinoilla vaatii toimintojen jatkuvaa kehittymistä. Tuotekehityksen tavoitteena on kehittää nopeasti, tehokkaasti ja taloudellisesti asiakkaan tarpeet tyydyttäviä tuotteita tai palveluita, jotka ovat kilpailukykyisiä olemassa olevilla markkinoilla. (Raatikainen 2008 s. 59)

Tuotekehityksen tehtävänä on uusien tuotteiden lisäksi huolehdittava jo suunniteltujen tuotteiden muutostarpeista. Valmistustekniset muutokset saattavat aiheuttaa muutoksia itse tuotteeseen. Myös ympäröivän maailman muutokset; lainsäädäntö tai muuttunut poliittinen tilanne aiheuttaa muutoksia.

Menestyminen millä tahansa markkinoilla edellyttää siis osaavaa tuotekehitystoimintaa ja lisäksi toimivaa yhteistyötä tuotteita valmistavan

tuotannon kanssa. Tuotekehitysprosessi toimii kuten mikä tahansa prosessi, sillä on syötteet, sovitut toiminnot, sen toimintaa ohjataan ja sillä on tuotos.



KUVIO 2. TUOTEKEHITYSPROSESSI

Syöte (input) : Asiakastarve, kehitysidea

Prosessi: Erilaiset suunnittelumenetelmät (Laitte-, Ohjelmisto-, testaus, jne))

Ohjaus: Projektinhallintamenetelmät, sidosryhmät

Tuotos (output): Valmis tuote

Tuotekehityksessä pyritään täyttämään asetetut tavoitteet niin hyvin kuin on teknisesti ja taloudellisesti mahdollista ja tarkoituksen mukaista. Kyseessä voi olla täysin uuden tuotteen suunnittelemisesta tai olemassa olevan tuotteen edelleen kehittämisestä niin, että tuotteesta tulee teknisesti aikaisempaa parempi ja valmistuskustannuksiltaan halvempi. (Penny 1970, s 344 -349)

Tuotesuunnittelun tehtävänä on luoda asiakastarpeet täyttäviä tuotteita tuotepolitiikan määrittelemällä alueella. Lisäksi tuotesuunnittelun tulee ottaa huomioon tuotetta suunnitellessa yrityksen sisäisten asiakkaiden vaatimukset. (Kari Tuominen, muutoshallinnanmestari, s.133.)

2.4 Tuotekehitysprojekti

Uuden tuotteen tai tekniikan kehittäminen tapahtuu projektina: suunnittelu alkaa tuote- tai kehitysideasta ts. asiakastarpeesta ja projektin lopputuloksena on sarjavalmistukseen soveltuva tuote. Yritysten tuotekehityksillä on usein käynnissä monia tuotekehitysprojekteja samanaikaisesti, tällöin voidaan puhua moniprojektiympäristöstä.

Moniprojektiympäristössä on tärkeää hallita aikataulut, koska myöhästynyt projekti viivästyttää seuraavaa projektia tai saattaa vaatia resursseja rinnakkaisilta projekteilta. Useat eri projektit käyttävät myös samoja resursseja, jolloin resurssien aikatauluttaminen ja tehtävien oikea aikainen tekeminen on tärkeää. Haasteena tuotekehitysprojektien onnistumiselle on yleensä resurssien- ja aikataulun hallinta, tuotespesifikaation muuttuminen kesken projektien, vastuunjako osallistujien kesken, tuotto-odotusten ja riskien tasapainottaminen ja tiedon kommunikointi projektiin osallistujien välillä. (Martinsuo, Aalto ja Artto 2003, 49-50)

Tuotekehitysprojektin päätyttyä alkaa kyseisen tuotteen valmistus ja myynti (joka ei ole projekti). Tuotekehitysprojektin erityispiirteenä on tavoitteen määrittelyn vaikeus ja tavoitteen täsmentyminen ja mahdollinen muuttuminen projektin aikana. Tuotekehitysprojektin ohjaavuutta parannetaan vaiheistamalla kehitystyö ja pitämällä vaiheiden välillä suunnittelukatselmuksia, joissa tehdään jatkopäätökset. Muita erityispiirteitä ovat suuri riski, aika-arvion vaikeus ja luova työtapo. Kehitysprojektien ideat syntyvät usein suoraan markkinoiden tarpeesta. (Pelin 2008, s. 34-35)

Usein tuotekehitysprojektille on tyypillistä, ettei projektin alussa ole välttämättä tietoa sen lopputuloksesta. Edellä mainituista piirteistä johtuen, on tärkeää, että tuotekehitysprojektit ovat alusta loppuun asti hallittuja kokonaisuuksia. Yrityksen tuotekehitysprosessin tulee olla tarkoin määritelty ja jokainen eri tuotekehitysprojekti noudattaa näitä sovittuja menettelyjä.

Projektinhallintaa varten on tarjolla useita eri tekniikoita, menetelmiä ja valmiita ohjelmistoratkaisuja. Tässä opinnäytetyössä on kuvattu lyhyesti Millog

Oy Optronikkayksikön tuotekehityksen käyttämää projektinhallinta menetelmää osioissa 3.2 Tuotekehitysprosessi Millog Oy Optronikkayksikkö.

2.5 Lean -tuotannonohjausjärjestelmä

Lean tuotannonohjausmenetelmästä tai filosofiasta on tullut, jos niin voidaan sanoa, muoti-ilmiö. Esimerkiksi Jyväskylän ammattikorkeakoulun kirjaston Nelli -tiedonhakuportaalla tehty haku kansainvälisiin tekniikan alan artikkelitietokantoihin hakusanalla ”lean”, tuotti yli satatuhatta artikkeleita. Hakutuloksissa on edustettuina poikkeuksetta lähes kaikki eri teollisuuden alat, kokoonpano- ja valmistustekniikoista, ohjelmisto- ja järjestelmäsuunnitteluun. Maailmalla ja myös Suomessa Lean – koulutusta tarjoaa lukuisia eri yrityksiä lukuisille eri toimialoille. Lisäksi Lean - ajattelua on alettu soveltaa myös muilla kuin tekniikan aloilla, kuten terveydenhuollossa. Mitä tämä Lean tarkoittaa? Mistä kaikki sai alkunsa ja miksi termi Lean on ykkössana nykyaikaisen tuotannon kehittämisessä?

2.5.1 Lean - filosofian syntyminen

Lean – termin syntyhistoria, yksittäisistä menetelmistä filosofiaksi, on pitkä, mutta lyhyesti kerrottuna voidaan se ajoittaa alkaneen toisen maailman sodan jälkeisessä Japanissa. Niklas Modig ja Pär Ålström katsovat teoksessaan ”Tätä on Lean, ratkaisu tehokkuus paradoksiin”, Lean- ajattelun lähteneen liikkeelle sodan aiheuttamasta niukkuudesta. Sodan jälkeen Japanissa tarvikkeista ja raaka-aineista oli pulaa, joten tuotannon tuli hyödyntää kaikki olemassa oleva, parhaalla mahdollisella tavalla. Tulevien vuosikymmenien aikana japanilaiset kehittivät useita eri tuotannon toimintamalleja ja erityisesti heidän autoteollisuutensa menestyksen myötä heräsi kiinnostus japanialaista ajattelua kohtaan myös länsimaissa. Erityisesti autovalmistaja Toyotan maailmanlaajuinen menestys herätti runsaasti mielenkiintoa ja Lean- ajattelun voidaankin katsoa perustuvan Toyotan tuotannonohjausjärjestelmään TPS, ”Toyota Production System”. TPS:n toiminnan toi tutuksi maailmalle kirjoittajat Womack, Jones ja Roos kirjassaan ”The Machine That Changed the World”

(Kone joka muutti maailman) vuonna 1990 ja myöhemmin Jones kirjassaan "Lean Thinking " (Lean ajattelu) vuonna 1996.

Womack, Jones ja Roos:n mukaan Lean koostuu neljästä periaatteesta:

1. Tiimityö
2. Viestintä
3. Resurssien tehokas hyödyntäminen ja hukan poistaminen
4. Jatkuva parantaminen

Miten Lean -ajattelu eroaa muista tuotannonohjausjärjestelmistä? Merkittävin ero muihin tuotannonohjausjärjestelmiin on tapa miten Lean kuvaa tuotannon kulkua tuotteen näkökulmasta.

2.5.2 Resurssitehokkuus vs. virtausajattelu

Perinteisessä tuotannonohjausmallissa pyritään siihen, että koneet ja laitteet ovat mahdollisimman tehokkaassa käytössä, toisin sanoen pyritään siihen, että niiden käyttöaste on korkea. Tuotteen valmistus jaetaan tuotantovaiheisiin ja jokaisen vaiheen tuotantoajan pituuden perusteella voidaan laskea tilausta vastaavan määrän vaatima valmistusaika, tuotteen läpimenoaika. Tällä tavalla ohjatusta tuotannosta puhuttaessa käytetään termiä tarveikalaskentaan perustuva tuotannonohjaus.

Tarveikalaskennan lähtökohtana on siis eri osien valmistusvaiheiden kiinteänä annetut kestot kullakin tuoterakenteen valmistusvaiheella.

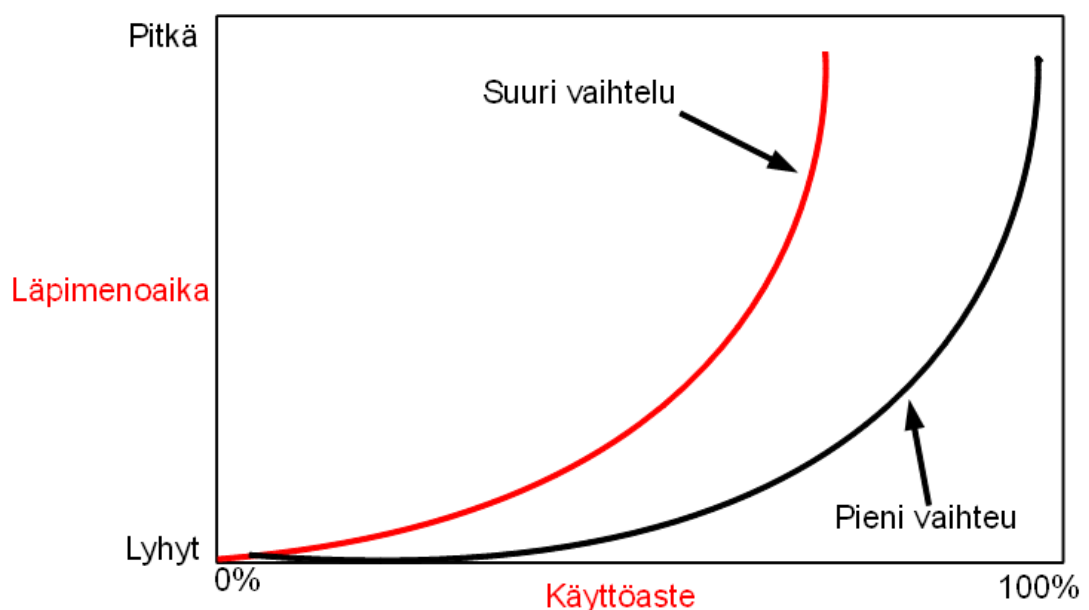
Tarveikalaskennalla voidaan myös ajoittaa osien valmistus- ja hankintatarpeet käyttämällä hyväksi tiedossa olevien osien valmistusvaiheiden kestoja ja hankintojen toimitusaikoja. Tuoterakenne voi vaatia monta valmistusvaihetta, jolloin toimitettavien tuotteiden tulee olla tiedossa useita jaksoja etuajassa. Varastossa, valmistuksessa ja toimittajilta tilattuina olevien osien määrien tulee myös olla tiedossa, jotta voidaan kullakin valmistusvaiheella laskea valmistustarpeet kullekin jaksolle. (Lehtonen 2004, s. 74)

Tarveikalaskenta perustuu yksittäisten tuotantovaiheiden yhteenlaskettuun tuotantoaikaan, se ei ota huomioon tuotantovaiheiden välisiin siirtoihin eikä tuotannossa tapahtuviin viivytyksiin, vaan on arvio. Massatuotannossa arvio tarkentuu, mitä enemmän tuotteita on valmistettu.

Kaikissa prosessissa tapahtuu vaihtelua, toisin sanoen viiveitä.

Tuotantokoneissa ja laitteissa ilmenee vikoja, jolloin joudutaan odottamaan niiden korjausta. Tuotannossa voi tapahtua virheitä niin koneista ja laitteista, mutta myös niiden käyttäjistä johtuen. Virheelliset tuotteet on poistettava tai korjattava, joka taas aiheuttaa tuotantoon viivettä. Tuotannon viiveet voivat johtua myös prosessin eri osien suorituskyyroista. Tämä ei voi olla vaikeuttamatta tuotannonsuunnittelua: on varauduttava mahdollisiin tuotantovaiheiden ongelmiin kasvattamalla puskurivarastoja, koska tuotantoprosessin osassa tapahtuva vaihtelu tai virhe siirtyy seuraavan vaiheen vaiheeseen.

Oheisessa kuviossa on pelkistetty Sir John Kingman:n 1960 esittelemä malli vaihtelun, läpimenoajan ja käyttöasteen välisestä yhteydestä.



KUVIO 3. VAIHTELU (MODIG&ÅHLSTRÖM 2013)

Kuvion 3 käyrien muoto osoittaa, että mitä lähempänä ollaan sadan prosentin käyttöastetta, sitä enemmän läpimenoaika kasvaa. Jos käyttöastetta lisätään 90:stä 95 prosenttiin, läpimenoaika kasvaa enemmän kuin silloin, kun käyttöaste nousee 80:stä 85 prosenttiin. Läpimenoajan ja käyttöasteen välinen yhteys ei ole lineaarinen. Jos oletamme, että käyttöaste pysyy vakiona, kuvan yhteys tarkoittaa, että mitä suurempi vaihtelu prosessissa on, sitä pidempi on läpimenoaika (Modig & Åhlström, 2013 s.43)

Vaihtelua aiheuttavista viiveistä puhutaan myös termillä Pullonkaula.

Pullonkaulalla tarkoitetaan tuotantoprosessissa tapahtuvia pysähdyksiä tai viiveitä. Pullonkaulat ovat prosessin vaiheita, joko osaprosesseja tai yksittäisiä toimintoja, jotka rajoittavat läpimenoa. (Modig & Åhlström, 2013 s.s.37)

Prosesseilla, joissa on pullonkaula, on kaksi ominaispiirrettä.

1. Juuri ennen pullonkaulaa muodostuu aina jono
2. Pullonkaulan jälkeen tulevat prosessit joutuvat odottamaan

Edellä kuvattu tuotannon ajattelumalli pyrkii siis resurssitehokkuuteen, että jokaisella prosessin osalla on aina tuote työn alla. Tässä on Modig ja Åhlström:n mukaan paradoksi. Jos haluamme varmistaa hyvän resurssitehokkuuden, meidän on pidettävä aina huoli siitä, että käytämme resursseja mahdollisimman paljon, mieluiten sataprosenttisesti. Jotta se toteutuu, meillä pitää olla koko ajan jotain tekemistä. (Modig & Åhlström, 2013 s. 36)

Resurssitehokkuuden ja virtaustehokkuuden eroa voidaan kuvata vertaamalla miten nämä kaksi ajattelumallia käsittelevät itse valmistettavaa kohdetta, tuotetta tai palvelua. Virtausajattelussa keskiössä on jalostettava yksikkö, tuotannossa kokoonpantava tuote. Ajattelussa pureudutaan siihen, miten yksi tuote saadaan valmistettua parhaalla mahdollisella tavalla juuri oikeaan aikaan.

Hyvän resurssitehokkuuden takaamiseksi on tärkeämpää pitää resurssit käytössä eli varmistaa että resursseilla on aina jokin virtausyksikkö

jalostettavana. Hyvän virtaustehokkuuden takaamiseksi on tärkeämpää, pitää yllä virtaus käynnissä eli varmistaa, että on koko ajan jokin resurssi, joka jalostaa virtausyksikköä. (Modig & Åhlström, 2013 s.21)

Virtaustehokkuudessa ei ole kyse arvoa tuottavien toimintojen nopeuttamisesta. Kyse on arvon siirron tiheyden maksimoinnista ja arvoa tuottamattomien toimintojen karsimisesta. (Modig & Åhlström, 2013 s.28)

Virtaustehokkaassa tuotannossa pyritään siis poistamaan arvoa tuottamattomat vaiheet (hukka), eikä maksimoimaan koneiden ja laitteiden käyttöä.

2.5.3 Hukka

Lean -ajattelu pyrkii siihen, että oikea määrä oikeanlaatuisia tuotteita saadaan valmiiksi oikeaan aikaan. Samalla pyritään vähentämään kaikkea turhaa ja pyritään olemaan joustavia ja avoimia muutoksille.

Lisäarvoa tuottamattomat hukkatyypit (8 hukkaa) ovat:

- ylituotanto
- odottelu ja viivästykset
- tarpeeton kuljettelu
- ylikäsittely tai virheellinen käsittely
- tarpeettomat varastot
- tarpeeton liikkuminen
- viat
- työntekijöiden luovuuden käyttämättä jääminen.

(Liker 2013 s 28-29)

Ylituotanto on kaikkein tärkein hukkalaji, koska ylimääräisten tuotteiden valmistus aiheuttaa aina lisäkustannuksia varastoinnissa ja kuljetuksissa. Tuotettu materiaali lojuu varastotiloissa niin kauan, kunnes sille keksitään tekemistä. Motivaatio toimintojen jatkuvasti parantamiseen heikkenee, kun tuotanto toimii epäoptimaalisesti.

Viiveitä syntyy, kun joku aikaisempi tuotantovaihe on vielä kesken eikä työntekijä pysty käyttämään hyväksi odotusaikaa, vaan joutuu odottamaan

toimettomina seuraavan työvaiheen aloittamista. Syy odottamiseen voi löytyä varastointiongelmista, vioista tuotannossa tai muista tuotannon pullonkauloista.

Tarpeeton kuljettaminen voi johtua pullonkauloista tuotannon suunnittelussa, välivarastojen puutteista tai muista varastoinnin ongelmista. Jos prosessin koneet tai työpisteet on sijoitettu siten, että tuotantovaiheet eivät ole toistensa lähellä eivätkä selkeitä välivarastoja niiden välissä, joudutaan tavaroita kuljettamaan tarpeettomia matkoja ympäri tuotantolaitosta. Siirtely varastoon ja sieltä takaisin prosessiin hidastaa läpimenoaikaa huomattavasti.

Yli- tai virheellinen käsittely tarkoittaa tuotteeseen tehtäviä ylimääräisiä laatuvarmistavia tarkastuksia. Nämä tarkastukset voivat johtua tuotannon tai tuotteen suunnitteluvirheistä.

Tuotannossa syntyvät liian laadukkaat tuotteet tuottavat tarpeetonta lisäarvoa. Huono tuotesuunnittelu tai huonot työkalut vaikuttavat myös laatuvirheiden syntymiseen. Samalla voi syntyä myös turhaa liikkumista tuotannossa. Tuotteiden käsittelyssä syntyvät tarpeettomat vaiheet ylikuormittavat tuotantoprosessia.

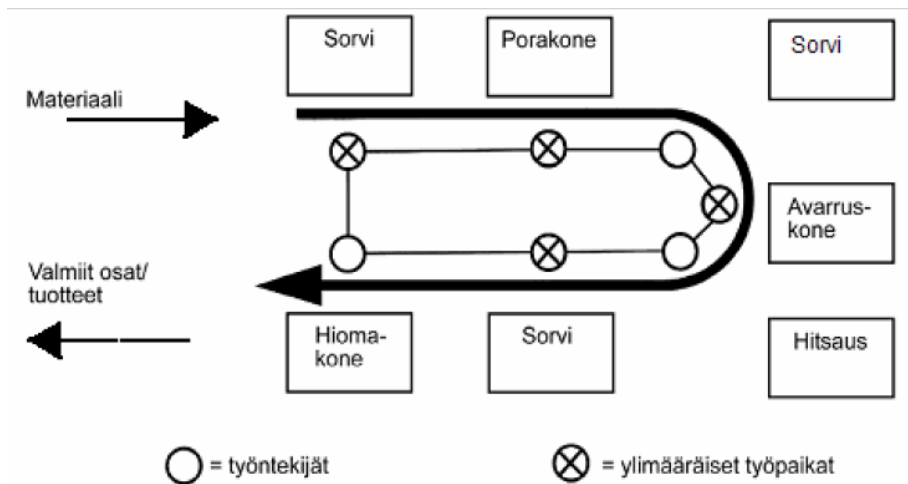
Tarpeettomat varastot aiheutuvat huonosta tuotannon suunnittelusta, tuotantoprosessin vaihtelua ei ole osattu minimoida, jolloin joudutaan perustamaan keskeneräisille tuotteille pusukurivarastoja eri tuotantovaiheiden väliin.

Tarpeeton liikkuminen aiheutuu siitä, kun työntekijät joutuvat tuotantovaiheiden aikana suorittamaan monenlaisia turhia työvaiheita. Niitä ovat esimerkiksi tavaroiden etsiminen, käyttämättömien koneiden kiertäminen tai käytäville kasaantuneiden tavaroiden väisteleminen, roskien vieminen jonnekin kauas niiden syntypaikalta. Tarpeettomaan liikkumiseen voidaan lukea myös tarpeeton kävely, työkalujen etsiminen ja muut turhat liikkeet, joita työntekijä tekee tuotannossa. Nämä aiheutuvat tuotannon puutteellisesta suunnittelusta ja sijoittelusta.

Tuotannossa tapahtuvat viat ja niiden korjaaminen aiheuttavat hukkaa eri muodoissa. Vika voi olla konkreettisesti viallinen syntynyt tuote, materiaalivirhe, tietokoneongelma, virtausta estävä pullonkaula, työvälineiden vikaantuminen tai työympäristössä muuten esiintynyt vika. Vialliset tuotteet joudutaan joko korjaamaan, joka aiheuttaa jälleen viivettä tai poistamaan kokonaan, jolloin aiheutuu menetettyä tuotantoa. Tämä kaikki aiheuttaa turhia kustannuksia prosessissa.

Kahdeksas hukka eli työntekijän luovuuden käyttämättä jääminen on lisätty hukka-listalle, kun on huomattu, miten tärkeää henkinen pääoma on. Yrityksissä on alettu ymmärtää, että työntekijöillä voi olla arvokasta kokemusta ja osaamista. Heillä voi olla myös toteuttamiskelpoisia omia ideoita ja erikoistaitoja, jotka menevät hukkaan kun ne jätetään käyttämättä. Tämän hukan aiheuttaa useasti yksinkertaisesti se, että jätetään työntekijän mielipide huomioimatta tai työntekijää ei sitouteta oikeisiin töihin, joissa hänen tuloksetekokykyään voidaan parhaiten hyödyntää. (Mukailtu lähteestä Liker 2013: 28–29.)

Edellä mainittuja hukkia voidaan vähentää tuotannon prosessien sijoittelulla, jolloin puhutaan tuotannon soluajattelusta (KUVIO 4). Tuotantosoluissa tehdään itse kaikki työpisteeseen kuuluvat tehtävät mukaan luettuna siirrot, tarkastukset ja työvälinetoiminnot. Solujärjestelmät vaikuttavat tuotannossa ohjauspisteiden vähäisyyteen. Tarpeeton liike soluissa vähenee, koska työpisteet ovat lähekkäin toisiaan. Tarvittavat osat ja työkalut ovat käden ulottuvilla työpisteissä.



KUVIO 4. SOLUAJATTELU (HAVERILA 2005)

Jo vuonna 1776 Adam Smith havainnoi, että kun nuppineulan valmistus jaettiin 18 eri työvaiheeseen, tuottavuus lisääntyi huomattavasti sen sijaan, että sama työntekijä olisi tehnyt nuppineulan alusta loppuun itse. (Smith 1776)

Tuotannon ohjattavuus vaikuttaa ratkaisevasti läpimenoaikaan. Parhaiten ohjattavuus saavutetaan luomalla itseohjautuvia tuotantoyksiköitä eli tuotantosoluja. (Tuominen 1999 s. 134)

Tuotannon prosessien fyysisen sijoittelun ohella yksinkertainen hukan estämiskeino on pitää prosessin eri työpisteet siistinä ja järjestyksessä. Kuten Kari Tuominen kirjassaan toteaa, korkeatasoisessa yrityksessä kaikki tarpeeton on huolella poistettu ja tavarat ovat siististi paikoillaan. Järjestys ja siisteys ovat hyvin organisoidun yrityksen tunnusmerkit. Järjestyksen myötä myös ilmapiiri ja yhteistoiminta kehittyvät sekä tapaturmat vähenevät. (Tuominen 2010 s. 7-8)

2.5.4 Siisteys ja järjestys – 5S menetelmä

Lean -ajattelun yksittäisistä työkaluista 5S on varmasti eniten esillä eri kirjoissa ja artikkeleissa. Viiden ässän -periaate on pyrkimys pitää tuotannon työpisteet siistinä ja järjestyksessä, jolloin työpisteessä tai sen läheisyydessä olevan tavaran määrää rajoitetaan, tarvittavat työkalut löytyvät helposti, jolloin edellä mainittuja hukkia voidaan vähentää. 5S on lyhenne viidestä japanin kielen verbistä (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu ja Shitsuke). Eri kielissä on pyritty löytämään vastaavat verbit, jotka alkaisivat myös S-kirjaimella. Verbien tarkoitus voidaan suomentaa tarkoituksen mukaisesti sanoiksi Erottele, Puhdista, Järjestä, Vakio ja Ylläpidä. Oli käytettävät sanat mitkä tahansa, tavoite on päästä kaikesta ylimääräisestä tuotannossa hukkaa aiheuttavasta eroon.

Työpiste, joka on siisti, hyvässä järjestyksessä, turvallinen ja tehokas on työntekijälleen viihtyisä ja helpottaa kehittämistä. Työpiste, joka on siisti, aiheuttaa vähemmän tapaturmia, hylkyä, hukkakäyntiä, tuotantoseisokkeja, virheitä ja ohjausongelmia. Työpiste, joka on siisti, saa aikaan viihtyvyyttä, tuottavuutta ja hyvän vaikutelman asiakkaalle. (Tuominen 2010 s. 7-8)

Siisteyteen ja järjestykseen pyrkiminen ei ole pelkästään tuotannon työpisteiden siivoamista, vaan vaatii onnistuakseen tarkan suunnitelman.

5S -ohjelman onnistumisen edellytys on järjestelmällinen eteneminen vaihe kerrallaan. Vaiheita voi yhdistää mutta ei ohittaa. Jos ylimääräistä tavaraa ei ole (1) erotettu ja poistettu, sitä on mahdotonta saada (2) järjestykseen. Jos tavarat eivät ole järjestyksessä, on vaikea saada aikaan (3) siisteyttä ja puhtautta. Kehitettyä ei saada käyttöön jos ei ole (4) vakioitu eli luotu siisteyteen, järjestykseen ja puhtauteen liittyviä standardeja. Standardit ovat pohja tulosten (5) ylläpitämiselle ja jatkuvalle kehittämiselle. (Tuominen 2010 s. 25)

Suunnitelman eri vaiheille asetetaan tavoitteet ja tarvittaville toimenpiteille perusteet.

Erottele – vaihe sisältää valitun kohteen sisältämien yksittäisten tavaroiden tunnistamisen ja niiden arvioinnin, onko tämä tavara välttämätön tässä paikassa?

Ylimääräisen tavarahan poistamisella säästetään tilaa, selkeytetään prosessien ja työpaikkojen toimintaa, lisätään näkyvyyttä koko työalueella sekä säästetään siivouksessa. (Tuominen 2010 s. 25)

Vaiheen toteuttamiseksi on jokaisen tavarahan kohdalla on kysyttävä kolme seuraavaa kysymystä:

1. Onko tämä tavara tarpeellinen?
2. Onko tämä määrä tarpeellinen?
3. Pitääkö sen sijaita tässä paikassa?

Tunnistettu tavara voidaan a) jättää tarpeellisena, kuten se on. b) hävittää, c) siirtää jonnekin muualle, jossa sitä tarvitaan, d) siirretään punalappualueelle, jossa sen tarpeellisuus voidaan arvioida ja päättää toimenpiteistä. (Tuominen 2010 s. 27)

Järjestele -vaiheessa kohteeseen jääneet tavarat järjestellään niiden käyttöä parhaiten tukevalla tavalla.

Järjestelemällä tavarat, vältetään etsimiseltä, helpotetaan tavarahan esiin ottamista, käyttöä ja poislaittamista. Järjestely merkitsee tarpeellisen tavarahan sijoittelua siten, että kenen tahansa on se helppo löytää ja laittaa pois (Tuominen 2010 s. 35)

Järjestelyn täytyy koskea jokaista tuotantoon liittyvää tavaraa sekä toimintaa.

Järjestelyyn kuuluu mm varastopaikkojen suunnittelu ja työkalujen merkintä. Vakiointi ja visuaalisuus, kehitetään vakiomenetelmät ja menettelyt, joita kuka tahansa voi noudattaa. Jokin näkyvä merkki ilmaisee yhdellä silmäyksellä, miten työ pitää tehdä. (Tuominen 2010 s. 37)

Puhdista

Kaikki on pidettävä huippukunnossa ja aina käyttövalmiina. Kun kone puhdistetaan, se samalla tarkistetaan. Se on osa käyttäjäkunnossapitoa, jossa koneen käyttäjä vastaa omasta koneestaan sovittujen menettelyjen mukaisesti. Tarpeettoman poistaminen, paikoilleen laittaminen eivät sinänsä ole päämääriä. Ne ovat välineitä päämäärän saavuttamiseksi, joka on hukan ja tuhlauksen poistaminen. (Tuominen 2010 s. 49)

Jos koneita ei ole kunnolla puhdistettu, on myös tarkastus jäänyt tekemättä ja siksi vikoja ei löydetä. tuloksena on keskeytyksiä ja viivytyksiä. (Tuominen 2010 s.55)

Vakio

Erottelen, järjestelyn ja puhdista vaiheiden tulokset pitää saada myös pysyviksi. siihen tarvitaan vakiointia laatimalla menettelyille ja materiaaleille standardeja. Vakioinnin tavoitteena on ottaa käyttöön ja ylläpitää se, mikä tähän mennessä on 5S-prosessissa kehitetty. (Tuominen 2010 s.61)

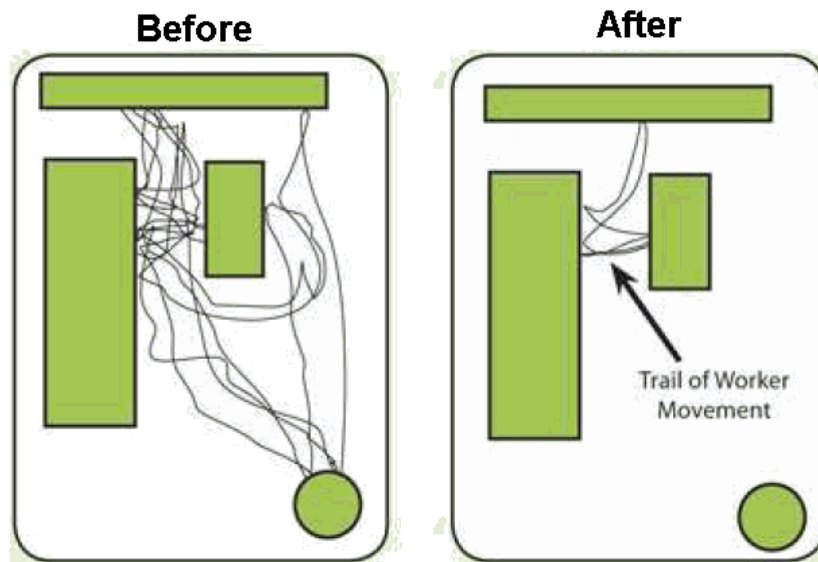
Vakiointiin kuuluu parhaiden käytäntöjen tunnistaminen ja dokumentointi. Selkeä tehtävien ja vastuiden jako. Järjestyksen pitäminen liitetään päivittäisiin tehtäviin ja sen noudattamista seurataan. (Tuominen 2010 s. 62-67)

Ylläpidä

Vaihe sisältää kehitettyjen toimintaperiaatteiden ja sovellettujen menetelmien omaksumista. Niistä on tultava luonnollisen osa jokaisen tekemistä ja kehittämistä. Niiden on myös kehityttävä kaiken aikaa.(Tuominen 2010 s. 75)

Yleensä asiat jatkuvat ennallaan 5S ohjelman päätyttyä. Tarpeeton tavara poistetaan mutta vuoden jälkeen sitä kerääntyy työpaikoille ja muihin tiloihin. Tuotanto kasvaa ja tilat käyvät ahtaiksi ja käytäville kertyy jälleen tavaraa. Ylläpidossa tulee varmistaa, että kaikki tarpeellinen on vakioitu ja koulutettu. On tarkistettava, että jokainen tietää omat vastuunsa ja velvoitteensa tulosten ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi. Ylläpitoon kuuluu jatkuva seuranta ja se on hyvä yhdistää eri auditointeihin (laatu-, ympäristö- ja turvallisuus), joilla prosessi pidetään elossa ja jatkuvana. (Tuominen 2010 s. 75-79)

Edellä kuvattujen soluajattelun ja 5S:n tavoitteena on vähentää tuotannon arvoa tuottamattomia toimintoja, pyrkiä yksinkertaistamaan ja samalla tehostamaan tuotantoa. Yksinkertaisimmillaan tämä tarkoittaa, että turhat välivaiheet, välivarastot ja turha liikkuminen tavaroiden etsimiseen poistetaan.



KUVIO 5. MENETELMÄ 5S (BRESKO 2012)

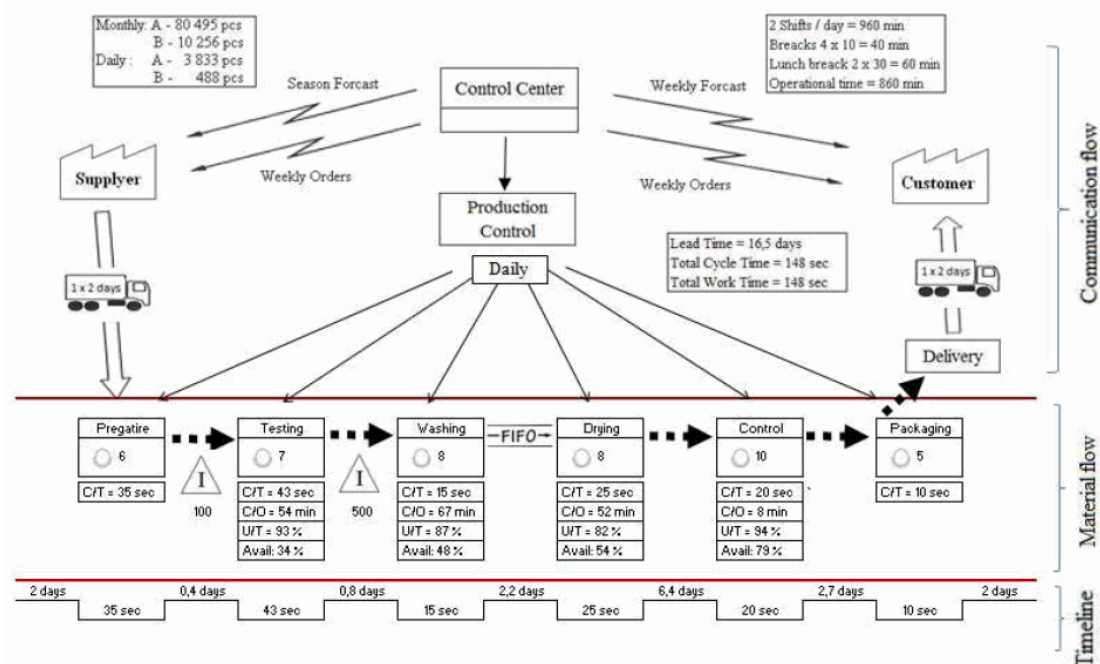
Yksinkertaisimmillaan tämä voidaan kuvata Breskon havainnoimalla tavalla kuviossa 5. Kuvio havainnoi liikettä tuotannossa ennen ja jälkeen 5S ohjelman.

2.5.5 Value stream mapping (VSM)

Yksi leanin työkaluista on Value stream mapping, jonka suomenkielinen nimi on arvovirtakuvaus. Arvovirtakuvaus on sanansa mukaisesti visuaalinen kuvaus tuotantoprosessista. Arvovirtakuvauksessa on tarkoituksena kuvata mahdollisimman kattavasti prosessin eri vaiheet, yhteydet sen eri tuotantosolujen välillä, varastojen määrä ja tuotannon kulku yhdellä ainoalla lomakkeella. Tässä käytetään apuna kuvauspohjaa, johon yleensä kuvataan fyysinen informaatio - tai tuotantoprosessi, tuotteen läpimenoaika ja lisäksi kaikki mahdollinen informaatio. Arvovirtakuvauksen tavoitteena on, niin kuin kaikkien muidenkin lean -työkalujen: prosessin tehokkuuden parantaminen.

Arvovirtakuvaus on siis täydellinen kuvaus prosessin nykytilanteesta, miten se tällä hetkellä toimii.

Prosessin parantamisessa täytyy ensin havainnoida ja ymmärtää prosessi. Arvovirtakuvaus (KUVIO 6) antaa selvän kuvan missä kohdassa prosessia on hukkaa ja missä se rajoittaa virtausta. Prosessien mallintamisen avulla saadaan selville kokonaiskuva ja lähtötilanne, selkiytetään työntekijöille ja johdolle, miten eri tilanteissa toimitaan. Tämä johtaa toimintatapojen suoraviivaistumiseen, toiminnan yhtenäistymiseen ja tuloksentekevyyden tai suorituskyvyn paranemiseen. Nykytilankuvaus muodostaa alkutilanteen, josta tiimin parannustoimenpiteet alkavat. Kuvauksen tulee tunnistaa alueet, joissa prosessin parannus on tarpeen. Se tunnistaa ja eliminoi ei-jalostusarvoa lisäävät vaiheet, se yhdistää toimintoja ja avustaa ydinongelman analyysissä. (Väisänen J. 2013)



KUVIO 6. ARVOVIRTAKUVAUS, (SUCIU 2011)

Arvovirtakuvausta tehdessä tulee muistaa seuraavat menettelytavat:

- ymmärrä, missä olet ennen kuin päätät mihin olet menossa.
- keskity tarkkoihin ja käyttökelpoihin tietoihin.
- kerää todellista tietoa – älä käytä standarditietoa.
- kirjaa vain prosessi, älä odotettua/oletettua prosessia.
- tee ensin nykytilankuva ja sitten vasta tulevaisuudenkuva.

- älä kiirehdi. Tee se oikein ensimmäisellä kerralla.
- piirrä käyttämällä ikoneita.

(Väisänen J. 2013)

Informaativirtauksessa kuvataan tuotteen tuotantoon liittyvät ohjaukset, mikä tai mitkä toiminnot laukaisevat tuotannon toiminnat käyntiin, miten tavaran toimittajia tai alihankintaa ohjataan ja lisäksi myös asiakas. Materiaalivirtaus kuvaa kaikki tuotteen tuotantoprosessin eri tuotantovaiheet, odotukset, välivarastot ja tuotannon operaattorit. (Suciu E, Apreutesei M, Arvinte I, 2011)

2.5.6 Lean - Teoriasta käytäntöön

Kuten Modig & Åhlström kirjassaan toteavat, lean -filosofiaa otetaan usein käyttöön vain menetelmien osalta, ymmärtämättä sen perustarkoitusta. Jos määrittelemme leanin pelkästään menetelmiksi ja työkaluiksi, siitä tulee liian kapea. ”Käyttäkää tätä menetelmää, niin organisaatiostanne tulee Lean” (Modig & Åhlström, 2013 s.90)

Mikä sitten on heidän mukaansa leanin perustarkoitus?

Lean- ajattelun pääpaino on kokoajan virtaus- eikä resurssitehokkuudessa. Keskittymällä virtaustehokkuuteen organisaatio voi vähentää lisätyötä ja vapautua tarpeettomasta tuhlauksesta. Jos pääpaino on resurssitehokkuudessa, tuloksena on lopulta osaoptimoituja tehokkuussaarekkeita. Saarekkeiden väliin muodostuu usein runsaasti lisätyötä ja hukkaa. Leanin periaatteiden mukaisen toimintastrategian sopiva toteutustapa riippuu ympäristöstä. Jos jokin ratkaisu sopii yhdelle organisaatiolle tai yhteen ympäristöön täydellisesti, se ei välttämättä sovi muualle. (Modig & Åhlström, 2013 s. 125 -126)

Lean ei siis ole yksittäisten tai kaikkien sen määrittelemien työkalujen käyttöönotto, vaan pyrkimys ymmärtämään omaa toimintaa, näkemään se kokonaisuutena ja tunnistamaan sen kehityskohteet. Tuotanto käsittää kaikki

sen resurssit, niin koneet, laitteet ja työkalut mutta ennen kaikkea siellä työskentelevät ihmiset. Leanin sisältämiä työkaluja voidaan käyttää pääsemään tavoitteeseen: tarpeettoman ja tuotantoa jarruttavan hukan poistamiseen. Jatkuvan parantamisen filosofian tärkein kulmakivi on henkilöstöstä lähtevät havainnot, niiden dokumentointi ja oman toiminnan kriittinen arviointi. Näitä perusasioita voi tehdä leanin eri työkalujen avulla. Myös Kari Tuominen esittää kirjassaan Muutoshallinnan mestari eri kehittämismalleja toimintojen kehittämiseen ja johtamiseen. Kuitenkin hän muistuttaa niiden olevan vain esimerkkejä.

Esitetyt kehitysmallit eivät vastaa todellisuutta. Mallia on aina sovellettava, ei noudatettava sokeasti. Mikäli ei ymmärrä mitä on tekemässä, malleista voi olla enemmän haittaa kuin hyötyä. (Tuominen 1999. s 42)

2.6 Kunnossapitotoiminnan suunnittelu

Kunnossapitotoiminnan suunnittelu on jatkuva prosessi, mutta sen merkitys korostuu laitteistoinvestointien yhteydessä, jolloin myös kunnossapitotoiminnan luonne ja kustannustaso suurelta osin määräytyy. Kunnossapitotoiminnan suunnittelun lähtökohtana ovat laitteiston ominaisuudet ja tuotantotoiminnan luonne sekä toimintaympäristö. Kunnossapitotoiminnan suunnittelussa määritellään kunnossapitostrategiat, joiden kautta määräytyvät tarvittavat henkilöstöresurssit, kunnossapidon tilat ja välineet, laitteiston teknisen tiedon hallinta sekä kunnossapidon materiaalitoiminnot. (PSK 6201)

2.6.1 Käyttäjäkunnossapito

Käyttäjäkunnossapidolla tarkoitetaan menetelmää, jossa tuotannon käyttöhenkilöstö ottaa vastuuta laitteidensa käyttämisen lisäksi myös niiden luotettavuudesta ja kunnossapidosta. Näkyvin osa menetelmää ovat laitteiden ja koneiden kunnossapitotoimenpiteet, jotka käyttöhenkilöstö suorittaa oman työnsä ohessa. Käyttäjät suorittavat päivittäin laitteiden kuntoon liittyviä

tarkastuksia ja tekevät jatkuvasti havaintoja laitteen toiminnasta esimerkiksi nousseesta melutasosta tai tärinästä. Esimerkkejä käyttöhenkilöstön tehtävistä:

- koneen kunnon huolehtiminen
- koneen kunnon valvominen
- päivittäiset tarkastukset
- koneen kulumisien ja muiden poikkeavuuksien havaitseminen
- kehittää omaa osaamistaan koneen käytössä ja tarkkailussa
- raportoida kunnossapito organisaatiota koneen sen hetkisestä kunnosta.

Näillä toimenpiteillä mahdollistetaan nopeat korjaustoimenpiteet ja siten välttämään äkillisen vikaantumisen aiheuttamat tuotantohäiriöt ja laadunmenetykset.(Numminen 2005)

3 LÄHTÖTILANTEEN KARTOITUS

3.1 Tuotannon tilanteen kartoitus

Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää menetelmiä tuotannon toiminnan tehostamiseksi ja pyrkiä paikallistamaan mahdollisia ongelmakohtia. Optroniikkayksikön tuotannossa käsittää uusien omien ja lisenssillä valmistettavien laitteiden kokoonpanoa, että aikaisemmin valmistettujen laitteiden määräaikaishuoltoja ja vikakorjauksia. Tuotannon toiminta kartoitettiin haastatteleamalla tuotannon henkilökuntaa kokoonpano- ja huoltotyön aikana ja seuraamalla päivittäisiä käytännön tapahtumia. Haastattelussa käytettiin menetelmänä teemahaastattelua. Kysymyksillä pyrittiin selvittämään työn eri vaiheet sekä mitä eri tietoja asentaja työssään tarvitsevat ja miten työtä dokumentoidaan.

3.1.1 Teemahaastattelu

Teemahaastattelussa haastattelutilanteessa esiin nostettavat teemat ovat tarkoin edeltä käsin pohditut ja määritellyt. Joissain tapauksissa teemojen käsittelyjärjestyksellä ei ole ratkaisevaa merkitystä, vaan keskustelun luonteva kulku saa määrätä käsittelyjärjestyksen. Teemahaastattelu on keskustelua, jolla on etukäteen päätetty tarkoitus. Se ei ole tavallista arkikeskustelua. Teemahaastattelussa on erittäin tärkeätä, että haastattelun rakenne pysyy haastattelijan hallinnassa. Teemahaastattelujen etu on siinä, että kerättävä aineisto rakentuu aidosti haastateltavan henkilön kokemuksista käsin. Tutkijan etukäteen suunnittelemat ja 'tietämät' vastausvaihtoehdot eivät rajaa kertyvää aineistoa. Mutta silti tutkijan etukäteen valitsevat teemat sitovat aineiston käsillä olevaan tutkimusongelmaan. (Tilastokeskus 2014)

Tuotannossa suoritettu haastattelu oli avoin keskustelutilanne ja suoritettiin kokoonpano- ja huoltotyön ohessa suullisesti. Haastattelussa oli kolme teemaa: työn vaiheistus, itse kokoonpano tai huoltotoimenpiteiden suorittaminen ja työn dokumentointi. Lisäksi keskusteltiin yleisesti kehittämiskohteista ja havaituista ongelmista.

Kysymykset:

- a) Miten työtehtävä alkaa ja mitä eri vaiheita se sisältää?
- b) Mistä saat tiedon huollettavasta laitteesta ja sen tarvitsemat työkalut ja ohjeistuksen?
- c) Mitä eri kirjaamismuotoja huolto- ja kokoonpanotöissä suoritetaan?
(Järjestelmät tai käsikirjanpito)
- d) Miten työtehtävä lopetetaan?

Kysymyksiä ei esitetty tietyssä järjestyksessä, vaan ne toimivat apuna keskustelun ohjaamiseksi oikeaan suuntaan.

3.1.2 Yhteenveto haastatteluista

Työtehtävän kulku, kysymykset a ja d

Työtehtävä, huolto- tai kokoonpanotehtävä suoritetaan tuotannonohjausjärjestelmän työkortin mukaisesti. Työtehtävään tai vaiheeseen käytettävän resurssin määrittelee työnjohto ja suoritettua työtehtävää seurataan leimauslaitteen avulla. Työkortti sisältää kunkin tehtävän työnumeron työaikaseurantaa varten, tehtävässä käytettävät osat, tarvikkeet ja viittaukset käytettäviin ohjeisiin.

Huolto- ja kokoonpanotyön suorittaminen, kysymys b

Huolto – tai kokoonpanotyötehtävä suoritetaan työohjeen ja kokemuseräisen tiedon mukaisesti. Ohjeet on tallennettu erilliseen tiedostojenhallintajärjestelmään. Asentajilla käytössään omat henkilökohtaiset työpisteet, joissa ovat omat henkilökohtaiset työkalut. Kokoonpanossa tarvittavat osat, tarvikkeet ja materiaalit noudetaan asentajan tai materiaaliosaston henkilöstön toimesta varastosta asennuspaikalle.

Dokumentointi, kysymys c

Dokumentoinnilla tarkoitetaan mittausten ja tarkastusten kirjaamista, sekä huollettavien ja kokoonpantavien laitteiden seuranta tuotannossa. Mittaus- ja tarkastuspöytäkirjat on määritelty työohjeessa ja niiden täyttäminen tapahtuu käsin työn ohessa. Huoltotoimien jälkeen laitteista syötetään tietoja myös tuotannonohjausjärjestelmään ja paperiset tarkastuspöytäkirjat arkistoidaan.

Haastattelujen perusteella tehtiin seuraavat havainnot

- tuotanto, niin huolto- kuin kokoonpanotyöstä suurin osa on manuaalista käsityötä
- osaaminen perustuu vuosien asennustyökokemukseen ko. kokoonpantavaan tai huollettavaan laitteeseen
- osa asentajista ollut myös laitteiden valmistuksessa mukana, jonka tuoma kokemus auttaa huoltotoimenpiteissä
- asentajilla pääsääntöisesti oma työpiste ja siinä ko. huoltotoimeen valitut työkalut
- laadunvarmistusmittaukset ja -tarkastukset tehdään erillisissä tarkastuspisteissä ohjeistuksen mukaisesti

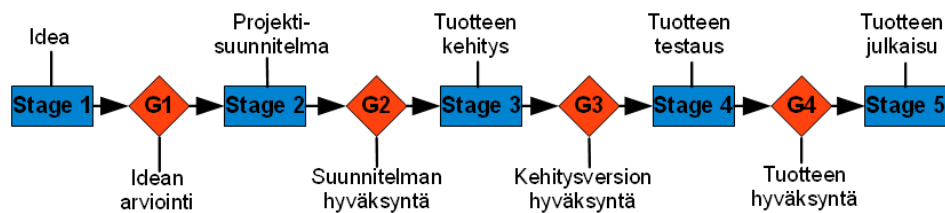
- eri huollettavilla laitteilla on eri käytännöt sarjanumeron tai muun seurattavan kohteen suhteen
- dokumentointia joudutaan kirjaamaan usein moneen kertaan, sekä käsin paperille, että tietokoneella tuotannonohjausjärjestelmään
- huoltotyö ei sarjamuotoista, vaan laitteet huolletaan yksi kerrallaan
- huollon tarve on asentajan arviossa, mitkä osat vaihdetaan, missä kulkee hylätyn laitteen raja, viimekädessä työnjohto tekee päätöksen romutuksesta
- laiteyksilön seuraaminen osittain hankalaa: sarjanumerojen käsin kirjaus aikaa vievää
- materiaalin (varaosat, tarvikkeet) nouto varastosta aikaa vievää.

3.2 Tuotekehitysprosessi, Millog Oy Optronikkayksikkö

Millog Oy:n Optronikkayksikön tuotekehitys (T&K) koostuu T&K -päälliköstä, päätoimisista projektipäälliköistä sekä eri teknologia-alojen asiantuntijoista; elektroniikka, mekaniikka, ohjelmistotekniikka ja optiikka. Tuotekehityksen vastuulla on uusien kehitysprojektien ohella myös tukea tuotantoa olemassa olevien tuotteiden osalta tuotepäivityksissä ja vika-analyysissä. Tuotekehitys tarjoaa myös teknistä tuotetukea myynnille ja markkinoinnille. (Nironen 2014)

Tuotekehityksen projektihallintatyökaluna käytetään Gate-Stage™ – mallia, jonka mukaisesti projekti etenee vaiheittain projekti-ideasta projektin päättämiseen.

Projektivaiheesta toiseen siirtyminen tapahtuu projektisuunnitelmassa määriteltyjen Gate-päätösten perusteella, jossa edellisen vaiheen tuotos hyväksytään ja annetaan lupa siirtyä seuraavaan vaiheeseen. (Cooper 2014)



KUVIO 7. STAGE – GATE (MUKAILTU LÄHTEESTÄ COOPER 2014)

3.2.1 Nykytilanne, Tuotekehitysprosessin vaiheet

Millog Oy optroniikkayksikön tuotekehitysprosessissa on määriteltyjä vaiheita seuraavasti:

- kehitysidea
- vaatimusmäärittely
- projektisuunnittelu
- laitesuunnittelu (sisältää prototyyppien valmistuksen)
- testausuunnittelu
- EMC- ja tyyppitestaus
- tuotantoonsiirto
- projektin lopettaminen.

Kehitysidea

Tarve uudelle projektille voi tulla suoraan asiakkaalta, myynnin organisaatiosta tai olla myös T&K:n itse ideoima projekti, esimerkiksi aiemman projektin jatkokehitys tai projektin sivutuotteena syntynyt idea. Idea voi liittyä asiakkaan tarpeeseen saada uutta teknologiaa, kehittää vanhaa tai esimerkiksi lainsäädännön muutos, joka johtaa uuden tai olemassa olevan tuotteen vaatimusten muuttumiseen. Ennen kehitysideaa on saatettu tehdä jo alustavia myynnin kannattavuuslaskentoja tai muuta esitutkimusta. Kehitysidea-vaiheen tuotoksena on kirjattu esitys projekti-ideasta. Kehitysidea arvioidaan yksikön johtoryhmässä, joka tekee päätöksen jatketaanko projektia eteenpäin. (Nironen 2014)

Vaatimusmäärittely

Vaatimusmäärittelyssä projektin tavoitteesta muodostaan tarkempi kuvaus, jossa on esitetty kehitettävän tuotteen tuottama lisäarvo, alustava tekninen toteutus elektroniikan, mekaniikan ja optiikan alalta. Tekniset vaatimukset perustuvat kehitettävän kohteen suorituskyyvaatimuksiin. Vaatimusmäärittely sisältää lisäksi laadulliset vaatimukset, liitännät eri standardeihin ja lainsäädäntöön, liiketoimintamalli sekä aikataulus ja henkilöstön resursointi. Vaatimusmäärittelyn perusteella johtoryhmä tekee päätöksen projektin jatkamisesta tai hylkäämisestä. Vaatimusmäärittelyn hyväksyntään osallistuu myös asiakas. Hyväksynnän jälkeen projektille nimetään projektipäällikkö, joka vastaa projektin toteutuksen järjestämisestä. (Nironen 2014)

Projektisuunnittelu

Projektille nimetty projektipäällikkö hallinnoi alihankintaa, materiaalien hankkimista, sekä projektiin nimettyjä resursseja, niin taloudellisia kuin henkilöresursseja. Projektisuunnittelun tuotoksena on projektisuunnitelma (Gate 2), joka määrittää käytettävät asiantuntijaresurssit, aikataulun sekä käytettävät teknologiat. Projektisuunnitelman työkaluna käytetään valmista asiakirjapohjaa sekä MS-Project ohjelmistoa. T&K päällikkö hyväksyy projektisuunnitelman ja katselmoi projektin tapahtumia yhdessä projektipäällikön kanssa. T&K päällikkö hyväksyy Stage-Gate mallin mukaan määritellyt väliarvioinnit. Koko projektin dokumentoinnista vastaa projektipäällikkö. (Nironen 2014)

Laitesuunnittelu

Laitesuunnittelulla tarkoitetaan projektin kohteen eri teknisten osa-alueiden suunnittelutyötä sekä eri tekniikoiden testaamista prototyyppien avulla. Prototyyppien avulla arvioidaan suunnittelun ja vaatimusmäärittelyyn kirjatun suorituskyyvaatimusten täyttymistä. Mikäli prototyyppi-sarjoista huolimatta haluttuun suorituskyykyyn ei teknisestä tai taloudellisesta syystä päästä, vaatimusmäärittelyä tulee muokata yhdessä asiakkaan kanssa tai muodostaa jatkokehitysprojekti. Asiantuntijat ja suunnittelijat raportoivat käytetyistä työtunneista projektipäällikölle, joka tekee tarvittaessa muutoksia eri tekniikan alueiden painotuksiin aikataulun niin vaatiessa. Laitesuunnittelua voidaan

teettää myös alihankintana, jolloin yhteydenpidosta alihankkijaan vastaa projektipäällikkö. Laitesuunnittelun aikana syntyvä dokumentointi tallennetaan tiedostojenhallintajärjestelmään, ns. suunnittelukansioon.

Suunnittelutiedostojen versiohallinnasta vastaa jokaisen eri teknisen osa-alueen asiantuntija tai suunnittelija. Laitesuunnittelun katselmointia tapahtuu T&K:n viikkopalaverissa ja projektisuunnitelmaan määritellyissä Gate - palaverissa, lisäksi projektien laitesuunnittelun tilannetta seurataan kuukausittain yksikön johtoryhmässä. (Nironen 2014)

Testaussuunnittelu

Vaatimusmäärittely määrittelee suorituskkyä mittaavat sekä standardien ja viranomaismääräysten vaatimien testien suunnittelun. Testaussuunnitelman tavoitteena on kuvata tarvittavat testit joilla voidaan todentaa tuotteen toimivuus määritellyissä olosuhteissa, sekä verrata prototyyppien suorituskkyä annettuihin tavoitteisiin. Tuotekehityksessä on erikseen määritelty testaussuunnittelusta vastaava projektipäällikkö, jonka ohjeistuksen mukaan asiantuntijat suorittavat määritetyt testit. (Nironen 2014)

EMC- ja tyyppitestaus

EMC – testauksen tavoitteena on varmentaa tuotteen toiminta eri sähkömagneettisissa olosuhteissa ja todentaa lisäksi, että tuote täyttää lainsäädännön asettamat vaatimukset, (Nironen 2014)

Sähkömagneettisesti yhteensopiva, EMC – direktiivin (Electromagnetic compatibility) täyttävä laite ei toiminnallaan häiritse muita normaaliin käyttöympäristöön kuuluvia ja EMC- direktiivin täyttäviä laitteita, eikä häiriinny ympäristön normaalista sähkömagneettisesta aktiviteetista, eikä omasta toiminnastaan. (2004/108/EY)

Tyyppitestauksella tarkoitetaan suorituskky- ja olosuhdetestausten suorittamista testaussuunnitelman mukaisesti. Tyyppitestaukseen kuuluvat myös eri standardien, kuten MIL – standardi ja viranomaismääräysten, kuten sähköturvallisuus, mukaiset testit. Testaustulokset näyttävät täyttääkö tuote vaatimukset. (Nironen 2014)

Tuotantoonsiirto

Kun eri testauksien jälkeen on todettu tuotteen täyttävän sille asetetut vaatimukset, voidaan käynnistää tuotteen sarjatuotanto. Tuotekehityksen osalta tärkein tehtävä on tuotteen dokumentoinnin varmistaminen. Tuotteesta perustetaan ns. tuotantokansio, johon tallennetaan tuotteen valmistuksessa tarvittava dokumentaatio. Dokumentaatio sisältää tuotteen mekaniikka- ja kokoonpanokuvat, osaluettelot, kokoonpano- sekä valmistuksessa tarvittavien menetelmien ohjeistuksen. Projektipäällikkö varmistaa yhdessä suunnittelijoiden kanssa dokumenttien ajantasaisuuden, että vain viimeisin versio tallennetaan tuotantokansioon. Dokumenttien katselmus tehdään yhdessä tuotanto- ja hankintaorganisaatioiden kanssa. Näiden dokumenttien mukaan luodaan hankintaorganisaation toimesta tuotteen rakenne, osia vastaavat nimikkeet hankintajärjestelmään (ERP) osien tilaamista tai alihankintaa varten. Tuotantoonsiirto sisältää myös tuotteen valmistuksen vaiheistuksen, jossa tuotteen valmistus puretaan eri työvaiheisiin ja vaiheet ohjelmoidaan tuotannon ohjausjärjestelmään (ERP). Tuotantoonsiirto saattaa aiheuttaa muutoksia myös itse tuotteeseen, esimerkiksi valmistusteknilliset menetelmät voivat vaatia tuotteeseen uudelleensuunnittelua. (Nironen 2014)

Projektin lopetus

Projektin lopetuksessa arvioidaan projektin kokonaisuuden onnistumista: tuotteen saavuttama suorituskky verrattuna vaatimusmäärittelyyn. Projektin arviointiin käytetään T&K -mittaria. Mittaroinissa verrataan projektiin käytettyjen aikataulun, henkilö- ja alihankinta resurssien sekä kustannusten toteutumaa projektisuunnitelmassa arvioituun. Lisäksi katselmoidaan projektin tuottama dokumentaatio (suunnittelu- ja tuotantorakenne) ja listataan projektin aikana eri vaiheissa ilmi tulleita opittuja asioita tai ilmenneitä ongelmia. Näistä havainnoista voi syntyä jatkokehitys- tai projekti-ideoita. Jos projektikatselmoinnissa ei ilmene huomautettavaa, projektin työnumerot suljetaan ja projektin katsotaan olevan T&K:n osalta valmis. (Nironen 2014)

3.2.2 Projektidokumentaatio

Projektin aikana syntyvä dokumentaatio sisältää tuotekehitysprosessin määrittämät dokumentit taulukon 6 mukaisesti.

Taulukko 6. PROJEKTIDOKUMENTAATIO

Dokumentti	Vaihe / Ajankohta	Tyyli	Hyväksyntä
Projekti idea	Ennen projektia	Informaali esitystapa	Johtoryhmä, asiakas, T&K Päällikkö
Vaatimusmäärittely	Projektin käynnistys	Valmis dokumenttipohja, MS Word	T&K Päällikkö, asiakas
Projektisuunnitelma	Projektisuunnittelu, täydennetään projektin aikana	valmis dokumenttipohja, MS Word	T&K Päällikkö
Riskianalyysilomake	Projektisuunnittelu	Valmis dokumenttipohja, MS Excel	T&K Päällikkö
Elektroniikka-suunnittelutiedostot	Laitesuunnittelu	Suunnittelu-ohjelmisto	T&K Päällikkö
Mekaniikka-suunnittelutiedostot	Laitesuunnittelu	Suunnittelu-ohjelmisto	T&K Päällikkö
Optiikan suunnittelutiedostot	Laitesuunnittelu	Suunnittelu-ohjelmisto	T&K Päällikkö
Ohjelmistomäärittely	Laitesuunnittelu	Valmis dokumenttipohja, MS Word	T&K Päällikkö
Testausraportti	EMC – ja Tyypptestaus	Valmis dokumenttipohja, MS Word	T&K Päällikkö
Tuotekehitysmittari	Projektin lopetus	Valmis dokumenttipohja,	T&K Päällikkö

		MS Word	
--	--	---------	--

3.2.3 Tuotekehityksen haastattelut

Tuotekehityksen henkilöstöä haastateltiin käyttäen menetelmänä puolistrukturoitua haastattelua. Haastattelun tavoitteena oli selvittää mihin eri tuotekehitysprosessin vaiheisiin eri henkilöt osallistuvat ja mikä on heidän roolinsa prosessin eri vaiheissa. Haastattelu oli avoin keskustelutilanne, jossa kysymykset toimivat vain keskustelun ohjaamiseksi. Keskustelua ohjaavat kysymykset olivat:

- a) Mihin tuotekehitysprosessin eri vaiheisiin osallistut ja missä roolissa?
(Suunnittelija, asiantuntija tai projektipäällikkö?)
- b) Mikä on tärkein tieto minkä tarvitset työsi aloittamiseen ja mistä saat tämän tiedon?
- c) Mitkä asiat vaikuttavat suun. osan/kohteen hyväksyntään, eli milloin suunnitelma on valmis omalta kohdaltasi?
- d) Mikä on mielestäsi eniten aikaa vievä vaihe? (varsinainen suunnittelutyö pois lukien)
- e) Mikä on roolisi tuotteen tuotantoonsiirrossa?
- f) Miten siirrät oman tuotoksen eteenpäin ja miten dokumentoit oman työsi?
- g) Miten osallistut projektinhallintaan?

3.2.4 Tuotekehityksen haastattelujen tulokset

Haastattelujen tulokset purettiin kysymyskohtaisesti. Samalla kirjattiin muita keskustelujen aikana syntyneitä havaintoja. Eri henkilöiden yksittäisiä vastauksia ei julkaista, vaan haastatteluista on kirjattu yhteenveto sekä kysymysten ulkopuoliset havainnot.

Kysymys a, Mihin tuotekehitysprosessin eri vaiheisiin osallistut ja missä roolissa?

Suunnittelija osallistuu pääsääntöisesti Laitesuunnitteluun oman alansa suunnittelijana, mutta projektista riippuen myös testaus- ja tuotantoonsiirtovaiheisiin.

Suunnittelija vastaa laitesuunnittelun dokumentoinnista sekä osallistuu prototyyppien testaukseen.

Projektipäällikön rooli on olla mukana kaikissa vaiheissa, varsinainen laitesuunnittelu pois luiken, projektista riippuen.

Kysymys b, Mikä on tärkein tieto minkä tarvitset työsi aloittamiseen ja mistä saat tämän tiedon?

Suunnittelijan tärkein tieto laitesuunnittelua koskien on vaatimusmäärittelyssä määritellyt suunniteltavan kohteen suorituskyykyvaatimukset.

Kehitysprojektin tavoitteen määrittelee aina vaatimusmäärittely.

Projektipäällikkö kerää tietoa suunnittelijoilta ja hallitsee kokonaisuutta.

Viikoittaiset T&K palaverit toimivat tiedon välityksessä projekteilta TK päällikölle ja paikalla mahdollisesti oleville sidosryhmille.

Havainto; projektien aikaiset palaverikäytännöt vaihtelevat. Tästä johtuen tiedonsiirto välillä puutteellista.

Kysymys c, Mitkä asiat vaikuttavat suunnittelun osan/kohteen hyväksyntään, eli milloin suunnitelma on valmis omalta kohdaltasi?

Prototyypeillä tehtyjen testien tuloksia verrataan vaatimusmäärittelyssä esitettyihin suorituskyykyvaatimuksiin. Saavutettuja tuloksia arvioidaan T&K:n viikkopalavereissa ja niiden pohjalta tehdyt päätökset hyväksytään tai hylätään yksikön johtoryhmässä

Mikäli vaadittua suorituskyykyä ei voida saavuttaa annetussa aikataulussa tai annetuilla resursseilla, saatetaan vaatimusmäärittelyä muuttua.

Muutosehdotus käsitellään yhdessä asiakkaan kanssa

Hyväksymiskäytännöt vaihtelevat projekteittain ja kohteen kriittisyyden mukaan

Hyväksynnän dokumentoinnissa on puutteita; aina ole tiedossa mitkä syyt ovat vaikuttaneet päätöksen tekoon. Tämä ilmenee erityisesti pitkäaikaisissa projekteissa, jolloin projektin alkuvaiheessa tehtyjen muutoksien perusteita ei enää muisteta

Havainto; Yhteistyö eri tekniikan alojen välillä hyvää. Vuorovaikutus toimii, kuten toimiva tuotekehitystoiminta edellyttääkin

Kysymys d, Mikä on mielestäsi eniten aikaa vievä vaihe? (varsinainen suunnittelutyö pois lukien)

Ei selkeitä suunnittelutyön esteitä, projekti aikataulut usein varsin tiukkoja, mutta yleisesti työhön on hyvät edellytykset

Eri suunnittelutiedostojen hallinta tiedostojenhallintajärjestelmässä, tiedostojen siirto ohjelmistojen välillä hidasta manuaalista työtä

IT -asiat rajoittavat osittain työtä, alihankkijoilla eri ohjelmistoversiota, mutta toistaiseksi on vielä pärjätty

Kysymys e, Mikä on roolisi tuotteen tuotantoonsiirrossa?

Suunnittelija osallistuu tuotantoonsiirtoon teknisenä tukena

valmistusteknisissä asioissa, esimerkiksi valmistustekniikan hankinnoissa ja testauksissa. Lisäksi suunnittelija osallistuu tuotannon työohjeiden tekoon.

Projektipäällikkö osallistuu kohteen tuotannon vaiheistussuunnitteluun sekä vastaan kohteen tuotanto-kansion sisällöstä yhdessä eri alojen suunnittelijoiden kanssa.

Kysymys f, Miten siirrät tuotoksen eteenpäin, miten dokumentoit oman työsi?

Suunnittelija tallentaa kohteesta tarvittavat dokumentit tiedostojen

hallintajärjestelmään, esimerkiksi mekaniikka- ja kokoonpanokuvat

Suunnittelutyön seuranta tapahtuu tuntiraportointina projektipäällikölle

Projektin tuotos dokumentoidaan kohteen suunnittelutiedostojen osalta

Tuotanto-kansioon

Projektipäällikkö vastaa projektin loppuraportista, sisältää projektia arvioivan T&K -mittarin

Versiohallinta ongelmallista, ei selkeää käytäntöä muutos- ja versiohallintaan

Kysymys g, Miten osallistut projektinhallintaan?

Suunnittelijalla ei ole varsinaista projektinhallintavastuuta. Suunnittelija

raportoi käytetyistä tunneista projektipäällikölle

Projektipäällikkö raportoi kuukausittain johtoryhmälle

Projektiikäytänteet hieman epäselviä; johtuen kiireestä projektien sisäiset palaverikäytännöt puutteellisia

Havaintoja:

- ammattiosaaminen korkealla tasolla, erittäin teknisiä projekteja
- tuotekehityksessä kiireestä huolimatta avoin ja leppoisa ilmapiiri
- valmius ja halu oppia uusia asioita korkealla.

3.2.5 Sidosryhmien haastattelujen tulokset

Tuotantoon siirto on yhteistyötä eri osastojen välillä (tuotekehitys, tuotanto, osto ja hankinta). Kokonaiskuvan kannalta oli oleellista haastatella myös tuotantoonsiirtoon osallistuvat sidosryhmät. Tuotekehityksen lisäksi haastateltiin tuotanto- ja hankintaorganisaation sekä asiakasrajapinnassa toimivaa henkilöstöä, jotka osallistuvat uusien tuotteiden toimitusprojekteihin.

Näissä haastatteluissa sovellettiin samoja kysymyksiä kuin tuotekehityksen haastatteluissa, keskittyen sidosryhmien osallistumiseen tuotteen tuotannon siirtoon.

Tehtyjä havaintoja, miten sidosryhmät kokevat tämän hetkisen tilanteen tuotantoon siirron osalta:

- muutos- ja versiohallinta osin puutteellista
- projekteista tiedottaminen sidosryhmille vaihtelee, tietoa haluttaisiin aikaisemmin
- tuotteen tuotannollinen dokumentaatio osittain puutteellista.

3.2.6 Tuotteen tuotannon edellytykset

Uuden tuotteen tuotantoon siirto tapahtuu yhteistyössä tuotekehityksen ja tuotannon vaiheistussuunnittelijan kanssa.

Uuden tuotteen tuotannon edellytyksiä ovat, että tuotannonohjausjärjestelmästä löytyvät:

- tuoterakenne: tuotteen rakenne purettu yksittäisiksi nimikkeiksi
- nimikkeiden luokittelu: osa, tarvike, puolivalmis, lopputuote, raaka-aine
- ohjaa ostoa ja materiaalinhankintaa hankkimaan tarvittavia komponentteja ja materiaaleja, sekä tuotantoon liittyvää alihankintaa.

Valmistuksen vaiherakenne, eli vaiheistussuunnittelu:

- tuoterakenne järjestetty osakokonaisuuksiksi, joiden mukaan tuotanto ohjeistetaan toimimaan
- vaiherakenteen perusteella määrittellään tuotannon työkortit
- vaiheistussuunnittelman perusteella suoritetaan myös kannattavuuslaskelmia ja pyritään ennustamaan tuotantoa tilauskantaan verraten.

Valmistusmenetelmät:

- tuotteen valmistuksessa tarvittavat tuotantovälineet kuten, työkalut, mittaus- ja testauslaitteet ja niiden tarvitsemat kalibroinnit
- ohjeistus tuotteen valmistukseen, suoritusarvojen mittaukseen ja testaamiseen.

Laadunhallinta

- tuotteen sisältämien komponenttien tarkastukset määriteltävä
- tuotteen osakokoonpanoille tehtävät tarkastukset, mittaukset ja testaukset määriteltävä, esimerkiksi suorituskykyä mittaavat testit
- tuotannon dokumentointi, ohjeet, tarkastus- ja mittauspöytäkirjat määriteltävä.

Havaintoja:

- tuoterakenteen hahmottaminen aikaa vievää, ei visuaalinen
- muutoshallinnassa kehitettävää
- paljon muistinvaraisia asioita, esim. tuotantovälineiden tilanne
- tuotteen sisältämien komponenttien laadunvarmistus osittain puutteellista, esim. vastaanottotarkastuksia ei määritelty selkeästi.

3.2.7 Tiedonsiirto tuotekehityksestä tuotantoon

Seuraavassa on kuvattu lyhyesti esimerkki tuotteen avulla miten tuotteen tuotantoon siirto käytännössä tapahtuu ja miten tietoa pyritään välittämään organisaatioiden välillä (3.2.8 Tuotteen tuotannon edellytykset). Tehdyt havainnot perustuvat edellä mainittuihin haastatteluihin, lukuisiin palavereihin eri sidosryhmien kanssa sekä kahvipöytä- ja käytäväkeskusteluihin.

Tuoterakenne

Tuotekehitys on tuotetta suunniteltaessa ylläpitänyt tuotteen rakennetta Excel-taulukolla (Excel-taulukko1) sekä tiedostonhallintajärjestelmässä. Jokainen komponentti saa suunnitteluvaiheessa oman yksilöllisen koodin, ID:n. Myös jokainen kokoonpano nimetään yksilöllisesti ja tätä ID:tä käytetään myös tiedostojen nimeämisessä. ID on myös osa tuotannonohjausjärjestelmässä komponentin tai kokoonpanon nimikettä.

Havaintoja:

- eri Excel -käytänteet aiheuttavat tulkintavirheitä
- mahdollisesti järjestelmässä jo olemassa oleva nimike on etsittävä itse ja varmistettava yhteensopivuus tuotekehityksen kanssa.

Vaiheistussuunnittelu

Tuotantoon siirrosta vastaava projektipäällikkö (T&K tai Tuotanto) luo kokoonpanosuunnitelman, (Excel-taulukko2). Lisäksi projektipäällikkö tilaa tuotteen komponenteille nimikkeet tuotannonohjausjärjestelmää varten tietokantasovelluksella tukipalvelulta. Tuotannon vaiheistussuunnittelijalle määrittelee ed. mainittujen Excel taulukoiden ja nimikkeiden avulla tuoterakenteen tuotannonohjausjärjestelmään. Tuoterakenne sisältää kaikki komponentit, alikokoonpanot, tarvikkeet ja materiaalit. Tuoterakenteen perusteella hän määrittelee valmistuksen vaiheistussuunnitelman joka perustuu projektipäällikön kokoonpanosuunnitelmaan.

Havaintoja:

- komponenttien ja alikokoonpanojen nimeämiskäytännöt vaihtelevat, tuotekehityksen ja vaiheistussuunnittelijan välillä eri näkökulma
- tuotteen kokonaisuuden hahmottaminen vaikeutuu mitä enemmän tuotteessa alikokoonpanoja.

Valmistusmenetelmät

Projektipäällikön (T&K tai Tuotanto) luoman kokoonpanosuunnitelman mukaisesti eri alikokoonpanojen valmistukseen tarvittavat laitteet, työvälineet ja tilat kirjataan projektipäällikön käytäntöjen mukaisesti. Tuotekehitys osallistuu laitteiden määrittelyyn ja hankintoihin erillisissä palaverissa.

Havaintoja:

- useita työvaiheita sisältävien tuotteiden valmistuksen kokonaisuuden hallinta osittain puutteellista
- laitesuunnittelijan kannalta tilanne haastava: itse suunnittelutyöstä saattaa olla useita kuukausia, jolloin tieto muistinvaraista tai suunnittelija siirtynyt jo uusiin projekteihin jolloin aikaa rajallisesti.

Laadunhallinta

Tuotannon vaatimat työohjeet, tarkastuspöytäkirjat määritellään siinä vaiheessa, kun niitä tarvitaan. Tuotekehitys osallistuu näiden määrittelyyn erillisissä palaverissa.

Havaintoja:

- käytäntö ohjaa dokumentaatiota
- laitesuunnittelijan kannalta tilanne haastava samoin kuin edellä todettiin.

4 TUOTANNON KEHITTÄMISKOHTEET

Opinnäytetyön varhaisessa vaiheessa havaittiin Optronikkayksikön tuotannon, sekä kokoonpanotyön, että huollon olevan pääsääntöisesti manuaalista käsityötä, koneita ja eri valmistuslaitteita on käytössä hyvin vähän. Tuotteen valmistuksessa tärkein tekijä on asentajan kokemuksen tuoma osaaminen. Tästä syystä opinnäytetyössä pyrittiin soveltamaan tutkittuja käytäntöjä kokonaisuuden kannalta siten, että tehokkuutta lisätään kokoonpanotyötä tekevän asentajan kannalta. Esimerkkinä käytetyn uuden tuotteen tuotanto järjestettiin lean -ajattelun mukaisesti uuteen asennustilaan tavoitteena tehokkuuden lisääminen turhaa hukkaa poistamalla. Lisäksi asennustilaan sovellettiin 5S -menetelmän oppeja siisteyden ja järjestyksen ylläpitämiseksi.

4.1 Uusi tuotantotila

4.1.1 Uusi tuotanto layout, soluajattelu

Suurin muutos tuotannon osalta on se, että uudessa tuotantotilassa asennuspaikat ovat työvaihekohtaisia, eivät henkilökohtaisia. Tuotteen valmistus hajautettiin erillisille asennuspaikoille. Jokaisella yksittäisellä asennuspaikalla suoritetaan vain yhtä tuotannon valmistusvaihetta tai sen sisältämiä alikokoonpanoja. Asennuspaikka sisältää vain asennusvaiheeseen tarvittavat tuotantovälineet, kuten työkalut ja mittalaitteet sekä ohjeistuksen. Varastopaikat suunniteltiin siten, että asennuspaikoilla tarvittava materiaali on selkeästi merkitty. Tällä voidaan välttää turhia siirtelyjä ja tavaroiden etsimistä. Perustelut soluajatteluun siirtymiselle ovat:

- tuotantotilassa tilaa niukasti, joten pyritään välttämään turhia välivarastoja, niin materiaalin kuin keskeneräisten laitteiden osalta.
- asennusvaiheet vaativat erityistyökaluja ja mittalaitteita jotka ovat kustannuksiltaan korkeita ja vaikeasti liikuteltavia asennuspaikalta toiselle.

- mahdollisten tuotantoa hidastavien pullonkaulojen havainnointi helpottuu
- mikäli yksittäinen solu todetaan pullonkaulaksi, voidaan pullonkaulan vaikutusta vähentää monistamalla tämä solu. Tämä on edullisempaa kuin hankkimalla valmistusvaiheen tarvitsemia välineitä jokaiselle asennuspaikalle, siinä tapauksessa, että jokainen asentaja tekee valmistus vaiheita omalla henkilökohtaisella asennuspaikalla
- yksittäisen asentajan työn monipuolisuutta voidaan lisätä, kun asentaja siirtyy asennuspaikalta toiselle.

Jokainen yksittäinen solu tekee sille määritellyn kokoonpanotyön lisäksi sille määritellyt tarkistukset, tällä vältetään se, että ns. välivarastoon tehdään viallisia tuotteita jotka havaitaan vasta seuraavassa asennusvaiheessa.

4.1.2 5S siisteys ja järjestys

5S-periaatteiden tavoitteena on pyrkiä vähentämään kaikenlaista hukkaa tuotannon aikana. Kuten teoriaosiossa todettiin, yksinkertaisimmillaan tämä tarkoittaa työtilan ja työympäristön pitämistä siistinä ja järjestyksessä. Uuden tuotantotilan asennuspaikkojen sisältämät tuotantovälineet dokumentoidaan ja niiden järjestystä seurataan työjohdon toimesta. Jokaisesta asennuspaikasta on luotu seurantataulukko, jonka avulla voidaan estää ylimääräisen tavaran kertymistä. Työkalujen säilytys asennuspaikoilla tapahtuu vain niille merkityillä paikoilla.

Perustelut:

- seuraava asentaja löytää tarvitsemansa työkalun nopeasti, jolloin voidaan vähentää turhaan etsimiseen kuluva aikaa
- asennuspaikoille ei kerry niille kuulumatonta tavaraa

4.1.3 Kehitettyjen työkalujen soveltaminen

Esimerkkinä toimineen uuden tuotteen valmistus mallinettiin VSM oppien mukaisesti. Ennen VSM -kaavion piirtämistä tuotteen valmistuksen rakenne

purettiin vaihe kerrallaan valmistuksen rakenne – vuokaavioksi (5.2.6). Vuokaavion ja eri sidosryhmien kommentoinnin avulla piirrettiin lopullinen VSM -kaavio. Tuloksena oli visuaalinen kuvaus tuotteen valmistuksesta, eri vaiheiden ja materiaalien liittymisestä toisiinsa. Arvovirtakuvauksen avulla määriteltiin asennuspaikkojen tarve, tarvittavat ohjeet ja tarkastuspöytäkirjat. Uuden tuotantotilan asennuspaikkojen määrittelyssä käytettiin opinnäytetyön aikana kehitettyä Tuotteen valmistuksen määrittely ja seurantalomaketta (5.2.8). Jokaisesta työvaiheesta kirjattiin oma lomake, jolle kerättiin tieto tarvittavista tuotantovälineistä, laitteista ja työkaluista. Lomakkeilla seurattiin suunnitelman edistymistä katselmointipalaverissa, lomake toimi samalla asialistana sekä palaverin muistiona.

4.1.4 Jatkokehityskohteet

Kirjaamisen helpottaminen. Kokoonpanotyön ja huoltotoimen aikana tapahtuu kirjaamista eri tarkoituksiin laitteesta riippuen. Usein kirjaaminen tapahtuu ensin paperiselle pöytäkirjalle, josta tieto siirretään tietojärjestelmään. Erillisten paperisten tarkastuspöytäkirjojen sijaan tulisi kehittää tekninen sovellus, jossa tieto seuraa laitteen mukana esimerkiksi saattomuisti tai kämmentietokone jossa kohteen tiedot kirjataan sähköiseksi.

Varaosien aikataulutus. Usein laitteiden huolto viivästyy varaosien puuttumiseen. Varaosia saatetaan tilata vasta huollossa havaitun puutteen perusteella, jolloin pitkän toimitusajan varaosat viivästyttävät huoltoa. Myös toimittajan toimitusvaikeudet saattavat ilmetä vasta, kun laite itse on huollossa. Ratkaisuksi tähän esitetään, että myös huoltotoimi eri laitteilla kuvattaisiin arvovirtakuvauksella. Laitteilla on tarkasti määritellyt huoltovälit, jolloin myös varaosatarvetta pitäisi kyetä ennustamaan paremmin. Arvovirtakuvaus voisi helpottaa kokonaiskuvan muodostamisessa ja varaosatilausten järjestämisessä.

5 TUOTANTOONSIIRRON PARANTAMINEN

5.1 Tuotantoonsiirto selkeäksi osaksi organisaatiota

Tällä hetkellä uusien tuotteiden tuotantoonsiirto on suoritettu tapauskohtaisesti projektiin nimetyn projektipäällikön johdolla. Tuotantoonsiirto on tuotekehityksen ja tuotannon välimaastossa, ”ei kenenkään maalla”. Ehdotetussa uudessa organisaatiossa tuotantoonsiirto on keskitetty uudelle toimenkuvalle, joka tekee tiivistä yhteistyötä sekä tuotekehityksen, että tuotannon kanssa.

5.2 Uusi resurssi, tuotannon kehitysinsinööri

Uuden resurssin tarkoituksena ei ole esittää erillisen ”Tuotantoon siirto” -organisaation perustamista. Kuten Kari Tuominen kirjassaan Muutoshallinnan mestari toteaa, yrityksen tulee välttää monimutkaisia yrityksen sisäisiä prosesseja ja toimittaja-asiakassuhteita.

Yritysten eri prosessien tulee tehdä saumatonta yhteistyötä ja pyrkiä välttämään omien ”hiekkalaatikoiden” muodostuminen. Kun tuotannollisiin asioihin kiinnitetään huomiota jo itse tuotekehitysprojektin aikana, tuotannon aloittaminen ei vaadi enää niin paljon panostusta tuotekehityksen suunnalta. Suunnittelijat voivat keskittyä paremmin uusiin projekteihin, kun edelliset on luovutettu eteenpäin. Eurooppalaisen ja japanialaisen tuotteen läpimenoaika ideasta valmiiksi tuotteeksi on ajallisesti suurin piirtein sama. Ero eri kehityskulttuurien välillä on, että japanialaisessa kulttuurissa ennen tuotteen tuotannon aloittamista on useampi katselmointikierros. Tällä varmistetaan tuotannon valmius ottaa vastaa tuote ja siten on mahdollista suunnitella tuotteelle tehokas tuotanto. Kun tuotannolliset asiat otetaan hallitusti huomioon aikaisemmassa vaiheessa tuotteen kehitystä, voidaan vähentää viime hetken kiireessä tehtyjä puutteellisesti perusteltuja päätöksiä.

Uuden toimenkuvan tavoitteena on selkeyttää työnjakoa tuotekehityksen ja tuotannon välillä. Uuden toimenkuvan myötä tuotantoon siirron tehtävät on kirjattu ja niille on määritetty vastuuhenkilö. Uuden resurssin myötä tuotantoon siirto tehostuu koska se voidaan aloittaa jo projektin aikana ja vapauttaa tuotekehityksen resursseja uusiin tuotekehitysprojekteihin. Uusi resurssi palvelisi myös tuotantoa jo olemassa olevien tuotteiden valmistuksen kehitystehtävissä. Jokainen uusi tuote tuo mukanaan uusia ideoita ja tarpeita kehittää jo olemassa olevaa tuotantoa.

Tuotannon kehitysinsinööri:

- tarjoaa teknistä tukea tuotekehitykselle tuotannollisissa kysymyksissä
- vastaa tuotteen tuotantoon siirtoprojektin aikataulusta, budjetoinnista yhteistyössä tuotekehityksen kanssa
- toimii tuotannon teknisenä tukena
- huolehtii yhteydenpidosta tuotekehityksen ja tuotannon välillä
- toimii tuotannon apuna tuotantoprosessin kehittämisessä tehokkuuden ja laadunparannuksen osalta
- kehittää tuotannon materiaalihallintaa
- vastaa uuden tuotteen:
- valmistusprosessin määrittelystä (arvovirtakuvaus)
- työohjeiden teettämisestä
- työohjeiden katselmoinnista yhdessä tuotannon kanssa
- tuotantovälineiden määrittelystä ja kehittämisestä yhdessä tuotekehityksen kanssa
- tuotantovälineiden käyttöönotosta yhdessä tuotannon kanssa
- tuotteen valmistusdokumentoinnin kokoamisesta.

Toimenkuvan tehtävät on mukailtu kansainvälisen toimenkuva -portaalin ”NPI insinööri” – toimenkuvasta. (Greatsampleresume.com 2014)

NPI (New Product Introduction) on tapa kuvata prosessia uuden tuotteen kehitystä asiakastarpeesta valmiiksi tuotteeksi kaikkine vaiheineen. NPI insinööri vastaa tuotteen tuotannollistamisesta. (Koenig 1997)

5.3 Uudet työkalut tuotantoonsiirron tehostamiseksi

Opinnäytetyön aikana kehitettiin uusia dokumentteja tuotekehityksen ja mahdollisen uuden tuotantoon siirto resurssin avuksi. Dokumenttien tavoitteena on soveltaa lean -ajatusta: ”Enemmän vähemmällä”, miten vähennettäisiin hukkaa myös muualla, kuin itse tuotantoprosessissa. Dokumenttien tavoitteena on tukea tuotekehitysprojekteissa tapahtuvien muutosten hallintaa sekä tukea ja tehostaa uuden tuotteen tuotantoonsiirtoa. Työkalut on tarkoitettu käytettäväksi koko tuotekehitysprojektin aikana, sitä mukaa kun uudesta tuotteesta on riittävästi tietoa. Dokumentit on luotu sovellettaviksi, ei pakollisiksi jokaiseen projektiin. Dokumenttien tärkein tehtävä on saada aikaan muutos, että tuotannolliset asiat kirjattaisiin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tuotekehitysprojektia ja ennen kaikkea vahvistaa yhteistyötä ja tiedonsiirtoa eri organisaatioiden välillä.

Uudet työkalut tuotantoonsiirron tehostamiseksi:

- Tuoterakenne, Excel
- Tuoterakenne, Vuokaavio Excel:n tueksi
- Tuoterakenteen hallinta -ohjeistus, tuotantojärjestelmä
- Tekninen spesifikaatio, komp./osakp hyväksyntä
- Tuotantoonsiirto -palaverikäytäntö, muistiopohja
- Valmistusrakenne vuokaavio
- Valmistuksen vuokaavio, Arvovirtaus (VSM)
- Tuotteen valmistuksen määrittely ja seurantalomakkeet.

5.3.1 Tuoterakenne

Haastattelujen yhteydessä kävi ilmi, että tuoterakenne on tärkein tieto uudesta tuotteesta. Tuoterakenne yksilöi käytettävät komponentit ja osakokonaisuudet sekä määrittelee kokoonpanoista käytettävät selitteet. On havaittu, että riski väärinymmärryksiin on suuri, kun samasta tuoterakenteesta tehdään eri versiot eri sidosryhmille. Uudessa mallissa tuoterakennetta kuvaa vain yksi tiedosto, joka sisältyy projektin suunnittelu-kansioon. Tuoterakenteessa on valmiina määritellyt sarakkeet eri sidosryhmien tarpeisiin. Täten voidaan

vähentää eri versioiden käyttöä, kun on vain yksi dokumentti, jota kukin osapuoli päivittää omalta kannaltaan.

Tuotteen / laitteen komponenttien ja osakokoonpanojen nimeämiskäytäntö tulee yhtenäistää.

Vastuu: Projektipäällikkö, Tuotekehitys

Tämä käytäntö otettiin käyttöön jo opinnäytetyön aikana.

5.3.2 Tuoterakenne, vuokaavio

Vuokaavion tarkoituksena on olla Excel-taulukon tukena tiedonsiirron helpottamiseksi. Tuotteessa saattaa olla satoja eri komponentteja ja useita kymmeniä näiden muodostamia osakokonaisuuksia. Tuotteen kokonaisuuden hahmottaminen pelkän Excel- taulukon avulla, ilman osallistumista tuotteen suunnitteluun, on vaikeaa ja riski väärinymmärrykselle on suuri täysin inhimillisistä ominaisuuksista johtuen. Vuokaavio kertoo eri osakokoonpanojen liittymisen toisiinsa, ilman yksityiskohtaisia komponenttitietoja. Vuokaaviota voidaan tarvittaessa purkaa tarkempiin kuvauksiin esimerkiksi monimutkaisen osakokoonpanon kohdalla. Esimerkki vuokaaviosta liitteessä 2.

Vastuu: Projektipäällikkö, Tuotekehitys

5.3.3 Tuoterakenteen hallinta -ohjeistus, tuotannonhallintajärjestelmä

Kuten edellä mainittiin vaatii tuotannon aloittaminen tuotteen perustamisen tuotannon tietojärjestelmään. Jotta tämä voidaan tehdä, tulee tuotteesta olla muodostettuna tuoterakenne, jossa on ilmaistu yksittäisten osien, tarvikkeiden ja materiaalien tarve. Sekä tuotteen valmistusrakenne, jossa tuotteen valmistus on purettu eri työvaiheiksi. Sidosryhmien haastatteluissa ilmeni, että usein tuotteen rakenne jää ajallisesti projektin loppuvaiheeseen, jolloin on jo kiire saada tuotannon edellyttämät alihankinta ja ostotilaukset käyntiin.

Uudessa ohjeistuksessa tuotteen rakennetta täytetään tuotannonohjausjärjestelmään jo projektin aikana prototyyppien ja testausten perusteella valituista osista tai osakokoonpanoista.

Tuote perustetaan tuotannonohjausjärjestelmään jo projektin alussa ja sen rakennetta täydennetään prototyyppien ja testausten perusteella valituista osista tai osakokoonpanoista. Luotua rakennetta katselmoidaan sidosryhmien toimesta sovituihin tuotantoonsiirto -palaverissa.

Vastuu: Projektipäällikkö, Tuotekehitys

5.3.4 Tekninen spesifikaatio

Yksi merkittävimpiä kehityskohteita haastattelujen perusteella on muutos- ja versiohallinta. Tuotteen suunnittelussa muutoksia tapahtuu jatkuvasti. Muutoksia aiheuttavat tuotteen suorituskyky-, ympäristö- tai olosuhdetestauksessa mahdollisesti havaitut ongelmat tai asiakkaan toiveet tuotteen muotoiluun. Esimerkiksi optiikan suunnittelumuutokset vaikuttavat myös mekaniikan suunnitteluun. Eri testien tulokset ovat esitettynä testausraporteissa ja niitä saatetaan käsitellä viikkopalaverissa. Kuitenkaan kaikista muutoksista ei aina kirjata syitä mitkä aiheuttivat muutosvaateen. Tiedostojenhallintajärjestelmään on mahdollista tehdä muutosvaatimus, joka vaatii siihen liittyvien osapuolten kommentoinnin, mutta ei ota kantaa kohteen teknisiin vaatimuksiin. Muutospyyntömenettelyyn ei ole sovittuja käytänteitä tai ne ovat vähässä käytössä.

Teknisen spesifikaatio- dokumentti on tarkoitettu tuotteen yksittäisen komponentin tai osakokoonpanon teknisten tietojen ja versiohallinnan kirjaamiseen.

Dokumentti luodaan kun:

- valittu komponentti on todettu soveltuvan käyttökohteeseen, ts komponentti lukitaan
- osakokoonpanon suunnittelu on valmis

Dokumenttiin kirjataan

- kohteen identifiointi koodi, tiedostojenhallintajärjestelmän luoma
- versiohallinta
- kohteen teknisiä tietoja
- kohteeseen liittyvä dokumentaatio, esimerkiksi valmistajan datalehti, viittaukset testausraportteihin.

Dokumenttia päivitetään jos kohteeseen tehdään muutoksia, versiohallintataulukkoon kirjataan muutosID, muutoksen syy ja muutoksen hyväksyntä. Dokumenttipohja on esitetty liitteessä 4.

Vastuu: Projektipäällikkö, Tuotekehitys

5.3.5 Tuotantoonsiirto-palaverikäytäntö

Uuden tuotteen tuotantoonsiirto-vaihe on epämääräinen käsite. Tuotannollisia asioita käsitellään jo projektin sisällä prototyyppien valmistuksen ja niiden testauksen yhteydessä. Kuitenkin kokemus on osoittanut, että tuotantoon liittyvät asiat kasaantuvat ajallisesti projektin loppuvaiheeseen, jolloin paine saada tuote tuotantoon on suuri. Tuotantoonsiirto vaatii eri sidosryhmiltä suurta panostusta ennen kuin tuotteen tuotanto voidaan aloittaa.

Tuotantoonsiirto-palaveri käytännön tarkoitus on aikaistaa tuotannollisten asioiden kirjaamista ja nopeuttaa mahdollisten ongelmien havainnointia.

Palaveri noudattaa sovittua agenda, jonka perusteella projektipäällikkö luo palaverimuistion ja listaa tehtävät toimenpiteet.

Tuotantoonsiirto palaverissa katselmoidaan edellä mainittujen työkalujen käyttöä, eri dokumenttien tilannetta. Palaverimuistiopohja on esitetty liitteessä 5..

Vastuu: Tuotannon kehitysinsinööri

5.3.6 Valmistusrakenne vuokaavio

Valmistusrakenne vuokaavio kertoo visuaalisesti tuotteen eri osakokoonpanojen liittymisen toisiinsa, missä järjestyksessä tuote valmistuu ja mitä eri vaiheita siihen tarvitaan. Valmistusvuo helpottaa tiedonsiirrossa ja havainnoinnissa eri organisaatioiden välillä. Valmistusrakenteeseen voidaan sisällyttää osakokoonpanojen tarvitsemia testauksia ja tarkastuksia.

Valmistusvuon avulla tuotteen valmistus puretaan eri työvaiheisiin.

Valmistusrakenteessa käytetään määrättyjä symboleja.

Neliö tarkoittaa valmistuksen vaihetta, tapahtumaa jossa tuotteelle tehdään jotakin, asennetaan komponentteja tai kiinnitetään tuotteen osia toisiinsa.

Kärjellään oleva kolmio tarkoittaa valmiin tuotteen tai tuotteeseen liittyvien osien tai komponenttien varastointia. Puoliympyrä tarkoittaa odotusta, esimerkiksi liiman kuivumisaikaa. Salmiakkikuvio tarkoittaa tuotteelle tai osakokoonpanolle suoritettavaa testausta tai muuta laadunvarmistusta. Esimerkki valmistusrakenteesta on esitetty liitteessä 6.


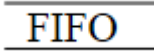
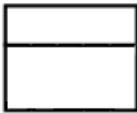
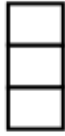


Vastuu: Tuotannon kehitysinsinööri

5.3.7 Tuotteen valmistuksen vuokaavio, Arvovirtaus (VSM)

Arvovirtakuvaus visuaalisena työkaluna auttaa hahmottamaan tuotteen tuotannon kokonaisuuden. Arvovirtakuvaukseen kuvataan tuotteen alikokoonpanot kokoonpanojärjestyksen mukaisesti, mahdolliset tarkastukset ja testaukset, komponenttien toimittajat/alihankkijat ja varastot.

Tärkeimmät käytettävät ikonit ja symbolit on esitetty taulukossa 7.

TAULUKKO 7. ARVOVIRTAKUVAS SYMBOLIT

Alihankkija / Asiakas / Toimittaja	
Odotus tai viive, myös puskurivarasto	
Tuotetta jalostava työvaihe: Kokoonpanotyö, esikäsittely, tarkastus, testaus	
Varasto, keskeneräisille tai valmiille tuotteille, komponenteille tai materiaaleille	
Varasto: "supermarket" esim. tarvikkeille.	
Dokumentti	

Vastuu: Tuotannon kehitysinsinööri

5.3.8 Tuotteen valmistuksen määrittely- ja seurantalomake

Arvovirtakuvauksessa kuvataan tuotteen valmistus sisältäen kaikki alikokoonpanot, tarkastukset, testaukset ja niiden järjestyksen. Tuotteen komponentit, osat ja tarvikkeet saattavat vaatia ennen kokoonpanoa tai kokoonpanon jälkeen tarkastuksia, testauksia tai esikäsittelyä. Näiden tietojen hallintaan on suunniteltu lomake, jossa jokaisen yksittäisen komponentin tai alikokoonpanon tarve määritellään. Lomake on esitetty liitteessä 8.

Jotta tuotetta jalostava työvaihe voidaan suorittaa, tarvitaan eri tuotantovälineitä. Valmistuksen vaatimusten määrittely voidaan aloittaa jo tuotekehityksen aikana, kun tuotteen osakokonaisuudesta on riittävästi tietoa. Tätä varten on vaiheen määrittely- ja seurantalomake. Lomakkeessa listataan tuotantovälineet, käsityökalut, tarvikkeet ja työohje. Lomake liitteessä on esitetty 9.

Vastuu: Tuotannon kehitysinsinööri

6 POHDINTA JA TULOSTEN TARKASTELU

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli löytää uusia menetelmiä sekä Optroniikkayksikön tuotannon, että tuotekehityksen tehostamiseksi. Yhdistävänä tekijänä molemmissa tavoitteissa oli uusi tuote: miten sen sarjatuotannollistamista voitaisiin tehostaa. Tarkoituksena oli tarkastella ulkopuolisen silmin Optroniikkayksikön tuotantoa sekä tuotekehitystä. Työn aikana tutkimuskohteeksi valittiin tuotannon osalta maailmalla pinnalla olevan lean -ajattelun soveltaminen Optroniikkayksikön tuotantoon ja eri lean-työkalujen käyttömahdollisuudet. Tuotekehityksen osalta tutkittiin nykytilannetta haastatteluin uuden tuotteen tuotantoon siirron näkökulmasta ja tutkittiin kuinka sitä voitaisiin tehostaa.

Tuotannon osalta havaittiin jo hyvin varhain sen olevan manuaalista käsityötä, jossa koneilla ja laitteilla on vähän merkitystä itse kokoonpanotyössä. Tästä syystä pyrittiin löytämään asentajan työtä helpottavia ja kokonaisuutta

tehostavia menetelmiä. Lean -ajattelusta on kirjoitettu paljon ja useimmissa eri kirjoissa ja artikkeleissa korostetaan lean -työkalujen tehostavia vaikutuksia, mutta annetaan hyvin vähän konkreettisia esimerkkejä niiden soveltamisesta tai niillä saavutettujen tulosten luotettavuudesta. Niklas Modig:n ja Per Åhlström:n kirja: Tätä on Lean, ratkaisu tehokkuusparadoksiin, auttaa ymmärtämään, että lean -ajattelussa kyse ei ole sen sisältämien menetelmien käyttöönotosta ja niiden automaattisesta tehokkuuden parantamisesta. Kyse on kokonaisuuden ymmärtämisestä ja saavutetun kokonaiskuvan avulla tehokkuuden parantamisesta. Tämän opinnäytetyön aikana suunniteltujen työkalujen tarkoituksena on auttaa Optronikkayksikön tuotantoa kokonaiskuvan hahmottamisessa ja sen avulla havaittujen yksittäisten ongelmien parantamista. Uusi tuotantotila toimii pilottina uudelle toimintatavalle, soluajattelun soveltamiselle sekä 5S menetelmälle. Tarkoituksena ja toiveena kuitenkin on, että toiminnan kehittämistä jatketaan, eikä tyydytä nyt kehitettyihin ja käyttöönotettuihin menetelmiin. Leanin tärkein ajatus on minkä tahansa toiminnan jatkuva kehittäminen. Yhtä tärkeää on jokaisen organisaation osan oman osaamisen kehittäminen.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää uusi toimintamalli tai prosessikaavio tuotekehitykselle uuden tuotteen sarjatuotannon aloittamisen tehostamiseksi. Työn aikana kerätyn tiedon perusteella kaavioiden piirtämisen sijaan työssä keskityttiin löytämään konkreettisia menetelmiä. Uuden tuotteen tuotantoon siirto on kokonaisuus, johon osallistuu useita yrityksen eri organisaatioita. Näiden eri organisaatioiden välinen saumaton yhteistyö on edellytys uuden tuotteen sarjatuotannon aloittamisessa, yksittäinen projektipäällikkö ei voi vastata kaikesta. Haastatteluiden ja kirjallisuuden perusteella voitiin myös todeta, että yksittäisten prosessikuvausten merkitys on mitätön, jos niiden sisältöä ei ole kuvattu ymmärrettävässä muodossa. Työssä esitetyt ideat pyrkivät konkretiaan ja korostamaan eri organisaatioiden välisen vuorovaikutuksen merkitystä ja tiedon kirjaamista sekä jakamista oikealle kohderyhmälle.

Esitetyn uuden toimenkuvan tarkoituksena on aikaistaa tuotannon osallistumista uuden tuotteen kehittämiseen. Toimenkuva ei ota kantaa

tuotteen toiminnallisuuteen, vaan pyrkii varmistamaan, että tuotannossa ollaan valmiita ottamaan vastaan uusi tuote. Uusia työkaluja käytettiin opinnäytetyön aikana käytännön työssä ja niiden todettiin soveltuvan käyttötarkoitukseensa: tiedon esittämiseen ja siirtämiseen eri organisaatioiden välillä. Samoin kuin edellä tuotannon osiossa, nämäkin työkalut vaativat jatkuvaa parantamista ja uusia kehitysideoita niiden käyttäjiltä.

Opinnäytetyön tavoitteet olivat haastavat ja korkeat. Tuotannon tehostamisen onnistumista ei voida tässä vaiheessa vielä täysin arvioida. Tuotantomäärän kasvaessa tulevaisuudessa uusi toimintamalli joutuu todelliseen testiin. Tuotekehityksen osalta työkalujen todellisen hyödyn testaa seuraava täysin uusi tuote, mutta jo tässä vaiheessa voidaan todeta niiden soveltuvan kokonaisuuden hahmottamiseen niin tuotekehityksen kuin tuotannon osalta.

LÄHTEET

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/108/EY, 2004. Euroopan unionin virallinen lehti, L 390/24

ISO/IEC-15504, 2012. Prosessien arviointistandardi. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry

SFS-ISO 21500, 2012. Ohjeita projektinhallinnasta. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry

Bresko Mike, 2012. The 5S Method of Improvement - Enhancing Safety, Productivity and Culture. ReliabilityWeb.com. Viitattu 1.8.2014
http://reliabilityweb.com/index.php/articles/the_5s_method_of_improvement_-_enhancing_safety_productivity_and_culture/

Cooper Robert G., 2014. Product Development Institute Inc, 2014. Stage-Gate® - Your Roadmap for New Product Development. Viitattu 14.8.2014
www.prod-dev.com/stage-gate.php

GreatSampleResume.com, 2014. Viitattu 9.11.2014
<http://www.greatsampleresume.com/Job-Responsibilities/New-Product-Introduction-Engineer-Responsibilities.html>

Haverila Matti, Uusi - Rauva Erkki, Kouri Ilkka, Miettinen Asko 2005. Teollisuustalous. 5. painos. Ylöjärvi: Infacs johtamistekniikka oy

Jokinen Tapani, 2001, Tuotekehitys. 6. korj. p. Helsinki: Otatieto

Koenig, Daniel T 1997. Introducing new products. American Society of Mechanical Engineers. Viitattu 30.10.2014
<http://search.proquest.com.ezproxy.jamk.fi:2048/docview/230182397?accountid=11773>

Lehtonen Juha-Matti, 2004 . Tuotantotalous. Porvoo: WS Bookwell Oy

Martinsuo Miia, Aalto Taru, Artto Karlos. 2003. Projektisalkun johtaminen: Tuotekehitysprojektien valinta ja strateginen ohjaus. Teknologiainfo Teknova

Millog Oy 2014. Internet sivut. Viitattu 1.8.2014 www.millog.fi

Modig N. & Åhlström P, 2013, Tätä on Lean, ratkaisu tehokkuusparadoksiin. 1. painos Tukholma : Rheologica Publishing, 2013

Nironen Isto, 2014. Tuotekehityspäällikkö Millog Oy. Haastattelu 30.7.2014

Numminen A. Kunnossapitolehti. 1/2005. ODR osana käynnistäpito – ja kunnossapitotoimintaa. Kunnossapitoyhdistys ry.

Pelin Risto, 2008, Projektihallinnan käsikirja. 6.painos. Helsinki : Projektijohtaminen Risto Pelin

Penny R. K. 1970. Principles of engineering design. Postgraduate Medical Journal (June 1970) 46, 344-349.

PSK6201, 2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys

Raatikainen L, 2008. Asiakas, tuote ja markkinat. Helsinki Prima Oy

Smith A, 1776. An inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nation. Modern Library, New York

Suciu E, Apreutesei M, Arvinte I, 2011. Value stream mapping - a lean production methodology, The Annals of The "tefan cel Mare" University of Suceava. Fascicle of The Faculty of Economics and Public Administration

Tilastokeskus 2014. Tilastollinen tiedonkeruu -verkko-oppimateriaali. Viitattu 26.10 <https://www.stat.fi/virsta/tkeruu/04/02/>

Tuominen Kari, 2010, LEAN - Tehoa ja laatua siisteyden ja järjestyksen kehittämiseen – 5S mikä erottaa menestyjät keskinkertaisista? 1. painos. Helsinki : Readme.fi

Tuominen Kari, 1999, Muutoshallinnan mestari. 4. painos. Helsinki : Laatu keskus

Väisänen Jouni, 2013. VSM Arvovirtakuvaus – verkkojulkaisu. Quality Knowhow Karjalainen Oy. Viitattu 28.10.2014. www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/vsm-value-stream-map

VIITTAAMATTOMAT LÄHTEET

Kamensky Mika, 2010, Strateginen johtaminen – Menestyksen timantti. 4. painos. Helsinki : Talentum

Monica Rossi, Endris Teman Kerga, Marco Taisch, Sergio Terzi, 2011. Proposal of a method to systematically identify wastes in New Product Development Process. Proceedings of the 2011 17th International Conference on Concurrent Enterprising (ICE 2011)

M. S. Wuang, S. M. Chiang, 2011. Activities and Problems in New Product Development Process in the Networking Industry - A Case of Different Business Models. Department of Business Administration, Fu Jen Catholic University

Mariagrazia Dotoli, Maria Pia Fanti, Giorgio Iacobellis, Giuliana Rotunno 2012. A Lean Manufacturing Strategy using Value Stream Mapping, the Unified Modeling Language, and Discrete Event Simulation. 8th IEEE International Conference on Automation Science and Engineering August 20-24, 2012, Seoul, Korea

Larso Dwi 2004, Manufacturing Flexibility in New Product Development: Perceptions and Implications of New Product Performance.

Tuominen Kari, 2010, LEAN- Tehoa ja laatua lean-kulttuurin luomiseen. 1. painos. Helsinki : Readme.fi

LIITE 1 TUOTERAKENNETAULUKKO, ESIMERKKI

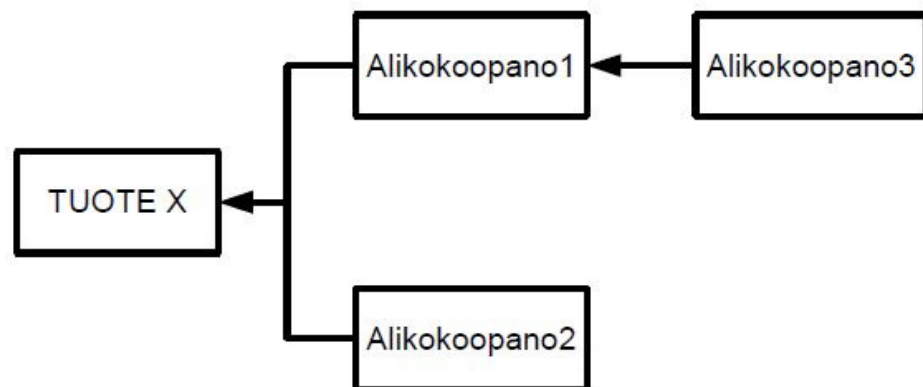
Nimike = toiminnanohjausjärjestelmän yksilöllinen koodi jokaiselle osalle/komponentille/tarvikkeelle/ materiaalille				Piirustusnumero = mekaniikkasuunnittelun tuottama yksilöllinen numero jokaiselle osalle. Tulisi luoda myös aihankintakomponenteille	
Päänimike	Taso	Nimike	Selite	Piirustusnumero	
TUOTE X	1	Yks. koodi	TUOTE X/ID123456	ID123456	
TUOTE X	2	Yks. koodi	Alikokoonpano1/ID123457	ID123457	
Alikokoonpano 1	3	Yks. koodi	Komponentti1/ID123458	ID123458	
Alikokoonpano 1	3	Yks. koodi	Komponentti2/ID123459	ID123459	
Alikokoonpano 1	3	Yks. koodi	Komponentti3/ID123460	ID123460	
TUOTE X	2	Yks. koodi	Alikokoonpano2/ID123461	ID123461	
Alikokoonpano 2	3	Yks. koodi	Komponentti4/ID123462	ID123462	
Alikokoonpano 2	3	Yks. koodi	Komponentti5/ID123463	ID123463	
Alikokoonpano 1	3	Yks. koodi	Alikokoonpano3/ID123464	ID123464	
Alikokoonpano 3	4	Yks. koodi	Komponentti6/ID123465	ID123465	

Päänimike-sarake kohdistaa yksittäisen osan/komponentin/ tarvikkeen/materiaalin tuotteen alikokoonpanoon.

Alikokoonpanojärjestystä voidaan kuvata myös taulukossa. Katso liite 2 tuoterakenne vuokaavio

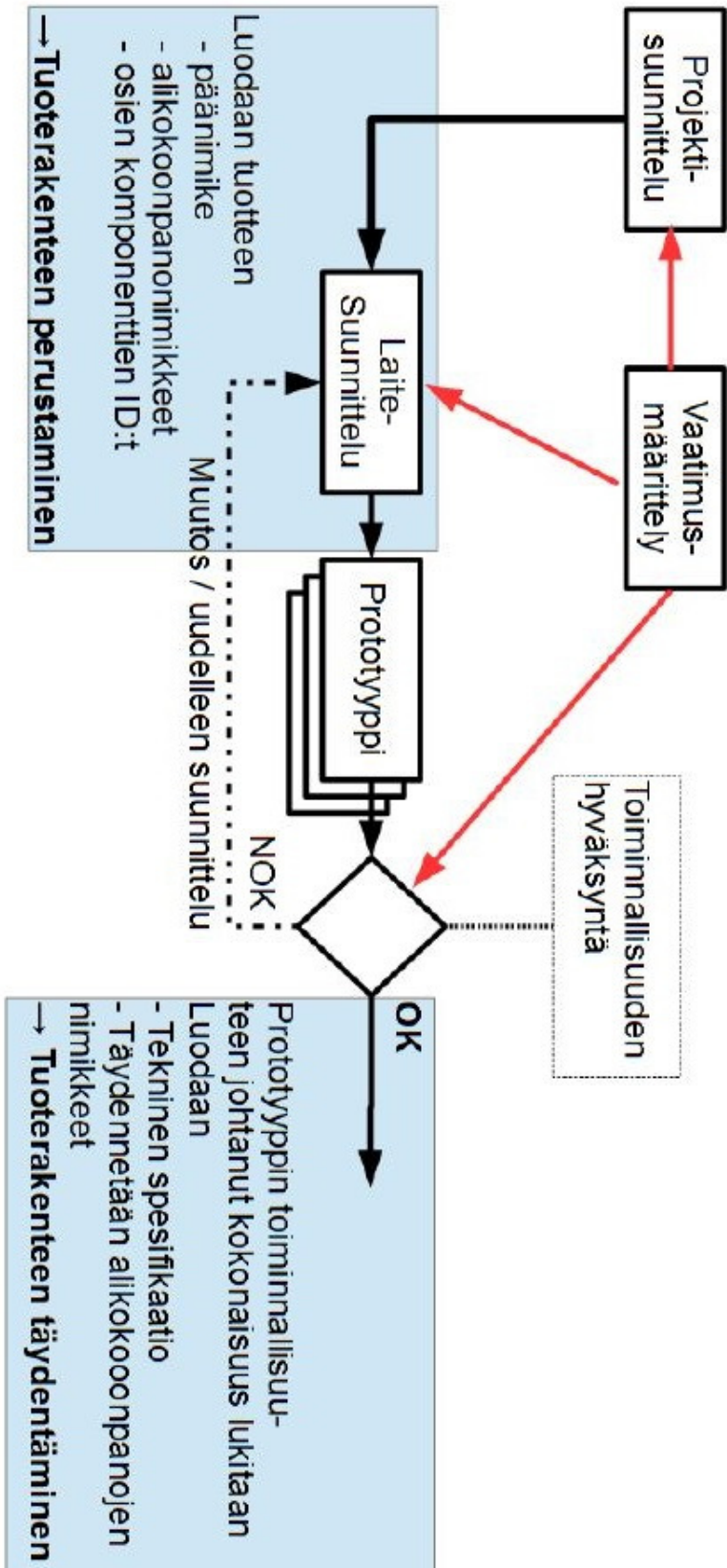
Selite = osan/komponentin /tarvikkeen/materiaalin sanallinen kuvaus + mahd. piirustusnumero

LIITE 2 TUOTERAKENNE VUOKAAVIO, ESIMERKKI



Tuoterakenne on yksinkertaisimmillaan kuvaus eri alikokoonpanojen liittymisestä toisiinsa. Kaavioon on syytä piirtää pienimpänä yksikkönä alikokoonpano, eikä yksittäisiä komponentteja.

LIITE 3 TUOTERAKENTEEN HALLINTAOHJEISTUS,
TUOTANNONHALLINTAJÄRJESTELMÄÄ VARTEN





ID:

Tekninen spesifikaatio

KOHDE X, ID:XXXXXX

Versiohallinta

Versio	PV/M	Tekijä	Muutosp ID	Muutos	Muutoksen syy	Hyväksyjä

Tekniset tiedot:

Dokumentaatio:

Valmistajan datalehti

Katselmoija: [Katselmoija]
Hyväksyjä: [Hyväksyjä]
Dokumenin tila: Luonnos

LIITE 5 TUOTANTOONSIIRTO PALAVERIMUISTIOPOHJA



Kokouspöytäkirja

1(1)

ID:

TUOTANTOONSIIRTO Tuote/Laite XX 1. PALAVERI

Aika:

Osallistujat:

NN	Projektipäällikkö, tuotekehitys (PP)
YY	Tuotannon edustaja
ZZ	

1. TUOTE / LAITERAKENNE

PP esittelee:

- Tuotteen/Laitteen toiminta
- Tuotteen/Laitteen vaatimukset, suorituskyky
- Projektin tavoitteet

2. TUOTE / LAITERAKENNE dokumentaatio, check list

- Vuokaavio, Tuotteen/Laitteen rakenne
- Excel rakenne ymmärrettävässä muodossa
- Nimikkeiden tilanne. Tuote/laite, ja alikokoonpanot

3. VALMISTUSRAKENNE

- Hahmotellaan 1. versio kokoonpanojärjestyksestä, (Vuokaavio Valmistusrakenne)
- 1. tuotannon työväline & työkalu tarpeista

4. ACTION POINTIT:

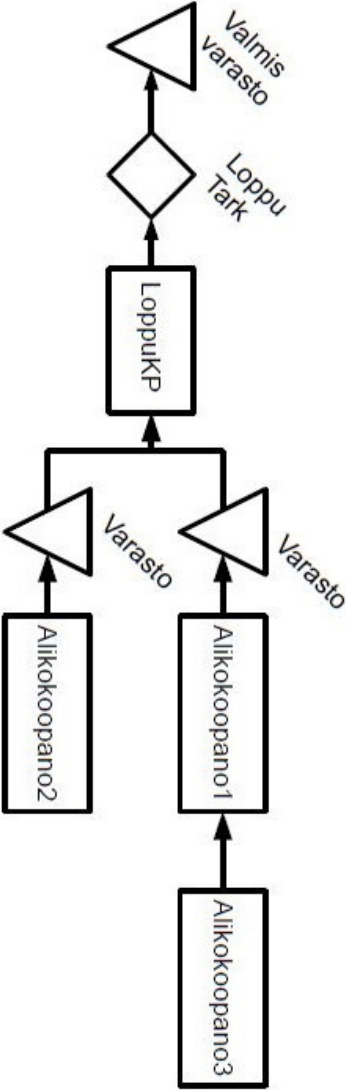
- PP:
- TUOTANTO:

5. SEURAAVA PALAVERI:

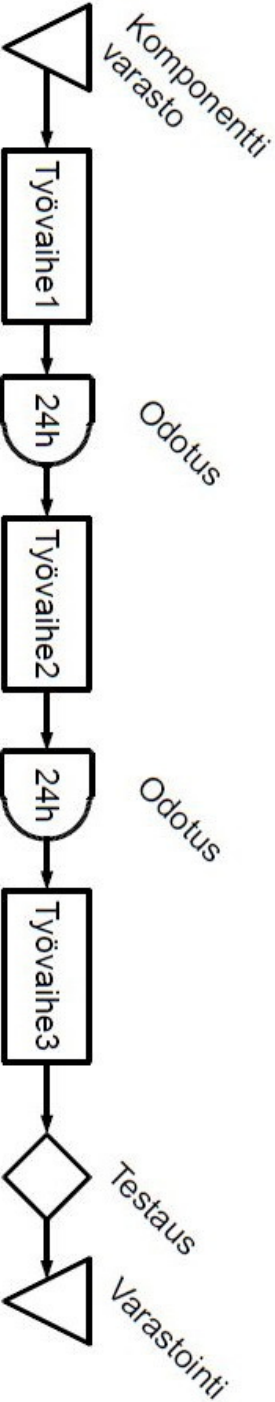
Katselmoija:	[Katselmoija]
Hyväksyjä:	[Hyväksyjä]
Dokumentin tila:	Luonnos

LIITE 6 VALMISTUSRAKENNE VUOKAAVIO

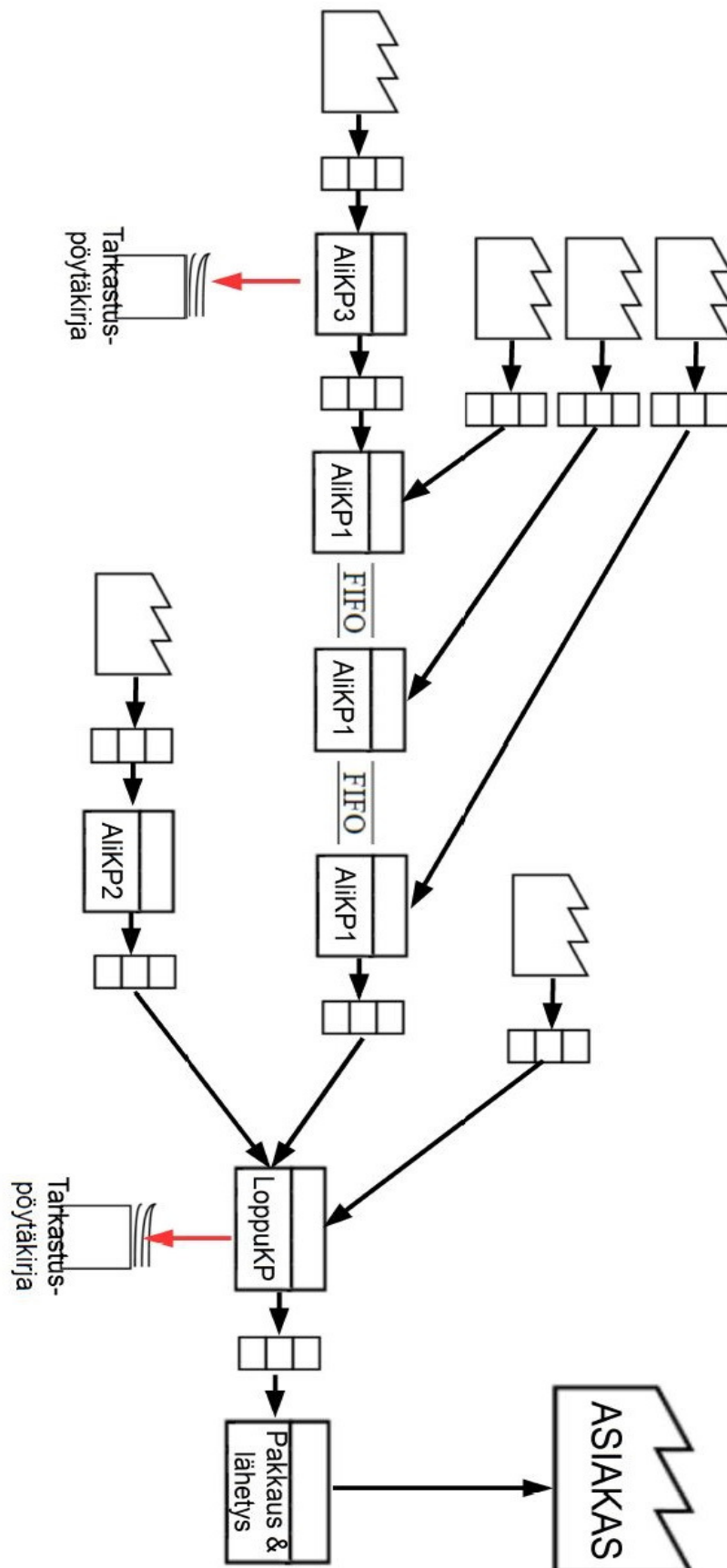
Koko tuotteen valmistusrakenne



Ailkkooapano 1 purettuna



LIITE 7 VALMISTUKSEN ARVOVIRTAKUVAUS (VSM), ESIMERKKI



LIITE 8 TUOTERAKENNE, VALMISTETTAVUUS

[illegible]

LIITE 9 TUOTTEEN VALMISTUKSEN MÄÄRITTELY JA SEURANTALOMAKE

Asennuspaikka:	Alikoonpano 1
Toimenpide:	Elektrooniikka komponenttien asentaminen laitekoteloon
Työohje:	Työohje s. 5-6

		Tilanne				
		Kpl	Suunnitelussa	Hankinnassa	Tilattu	Saapunut / Valmis
Tuotantovälineet:	PC työasema, Win7 käyttöjärjestelmä	1		x		
	Näyttö 19"	1		x		
	Tarkastusjigi komponenteille	1				
	Jännitelähde 12 V	2			ETA 24.12.	
	Jännitelähde 24 V	1				OK
	Työtaso, ESD	1	NN			
	Työtuoli, ESD	1	NN			
Käsityökalut:	Ruuviväännin, kuusiokolo 1,5mm	2				OK
	Ruuviväännin, kuusiokolo 2,5mm	1				OK
Tarvikkeet:	Ruuvi DIN 963 M1 6x4					
	Ruuvi DIN 84 M1 6x3					
Muuta:	Säilytyslaatikko		MM			
	ESD -ohjeistus		MM			