

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU  
Logistiikan koulutusohjelma/ Logistiikan johtaminen

Henri Hujala

KANBAN-PROSESSIN MÄÄRITTÄMINEN SÄHKÖTARVIKETEHTAALLE

Opinnäytetyö 2012

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

#### Logistiikan koulutusohjelma

HUJALA, HENRI	Kanban-prosessin määrittäminen sähkötarviketehtaalle
Insinööri	30 sivua + 7 liitesivua
Työn ohjaaja	Yliopettaja Timo Mustonen
Toimeksiantaja	Strömfors Electric Oy
Maaliskuu 2012	
Avainsanat	imuohjaus, kanban, prosessit

Opinnäytetyö on tehty Strömfors Electric Oy:n toimeksiannosta. Strömfors Electric Oy on Ruotsinpyhtäällä toimiva sähkötarviketehdas. Siellä on otettu käyttöön materiaali- ja informaatiovirtaa helpottava imuohjausjärjestelmä, jota ohjataan kanban-korteilla. Tehtaalla on käytössä kaksi erilaista kanban-korttia, valmistus- ja tilauskanban.

Tavoitteena oli laatia selkeä kuvaus tehtaalla käytössä olevista kanban-korttien menetelmistä ja määrittää niille prosessi. Tällaista prosessia ei ollut vielä keväeseen 2011 mennessä määritelty. Myös työn aikana esiin tuleviin ongelmiin oli keksittävä ratkaisuja.

Määrittäminen suoritettiin seuraamalla ja osallistumalla itse kanban-korttien tekemiseen. Myös haastattelut ja yrityksen omat laskelmat toimivat apuvälineinä työn aikana. Työn teoriaosuus perustuu logistiikan alan kirjallisuuteen ja julkaisuihin.

Työn tuloksena saatiin määritettyä kanban prosessin kulku sekä tilaus- että valmistuskanbaneille ja prosessin vaatimien tehtävien vastuualueiden jakaminen eri osastoille. Saatiin myös erilaisia parannusehdotuksia, joista osa on jo otettu käyttöön tehtaalla. Tärkeimpänä on sekä valmistus- että tilauskanbanien tietojen päivittäminen kvarttaaleittain tai vähintään puolen vuoden välein.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Logistics

HUJALA, HENRI

Bachelor's Thesis

Supervisor

Commissioned by

March 2012

Keywords

Defining a Kanban Process for an Electric Accessory Plant

30 pages + 7 pages of appendices

Timo Mustonen, Principal Lecturer

Strömfors Electric Oy

pull production, kanban, processes

This thesis was commissioned by Strömfors Electric Ltd, which is an electric accessory plant in Ruotsinpyhtää. The plant has been implemented a pull production system to ease its the material and the information flows. The system is controlled by kanban cards. At the plant, there are two different types of kanban cards, ordering and manufacturing kanbans.

The aim of this thesis work was to get a concise description of the procedures of the kanban cards used in the plant and to define a process for the both of the kanbans. This kind of process had not been defined all the way to spring 2011. Also, the issues during this thesis work was needed solutions.

The defining work was conducted by watching and participating in the making of the kanbans. Also, interviews and the plant's own calculations helped during this thesis work. The theory part of this thesis consists of literature and publications on logistics.

As a result of the thesis work, the process flows for both the ordering and manufacturing kanbans and the task responsibilities required by the process were assigned to different departments that the process requiredes. Also, the work gave rise to several improvement suggestions and some of them are already in use in the plant. To update both the ordering and manufacturing kanbans four times a year or at least every six months is most important.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

## TERMIT

1	JOHDANTO	7
1.1	Yritysesittely	7
1.2	Työn tavoitteet	8
2	LOGISTIIKKA JA TUOTANNONOHJAUS	8
2.1	Logistiikan määritelmä	8
2.2	Tuotannonohjauksen määritelmä	9
2.3	Materiaaliohjaus	9
3	LEAN-TOIMINTA	10
3.1	JIT – Just In Time	10
3.2	Imuohjaus	11
3.3	Kanban	12
3.4	ABC-analyysi	14
4	PROSESSI	15
4.1	Prosessin kehittäminen	15
4.2	Prosessin kuvaaminen	15
4.3	Prosessilajit	16
5	NYKYTILAN SELVITYS	16
5.1	Valmistuskanbanit	17
5.1.1	Every Part Every Interval -laskentamalli	17
5.1.2	Valmistuskanbanit muoviosastolla	19
5.1.3	Valmistuskanbanit esikokoonpano-osastoilla	20
5.2	Tilauskanbanit	22
5.2.1	Tilauskanban-menetelmä	23
5.2.2	Viivakoodit	25

5.3 Kanbaneiden valmistus	25
6 MENETELMIEN HAASTEET JA PARANNUSEHDOTUKSET	26
7 YHTEENVETO	28
LÄHTEET	
LIITTEET	

Liite 1. Muoviosaston kanban-ohjaustaulu

Liite 2. Valmistuskanbanien määrien laskeminen

Liite 3. Tilauskanban pohja

Liite 4. Valmistuskanban pohja

Liite 5. Tilauskanban prosessikaavio

Liite 6. Valmistuskanban prosessikaavio

Liite 7. Tilauskortti

## TERMIT

ABC-analyysi	Varastoitavien tuotteiden luokitteluun käytettävä menetelmä
Baan	Toiminnanohjausjärjestelmä, jonka tarkoituksena on hallita tehtaan tietovirtaa
EPEI	Every Part Every Interval on kapasiteettiperusteinen laskentamalli, jolla optimoidaan valmistuskanban korttien määrät ja eräkoot
FIFO	First In-First Out, ensimmäisenä saapuneet osat käytetään ensin
JIT	Just-In-Time, juuri oikeaan tarpeeseen, imuohjaus periaate
Kanban	Imuohjauksen edellyttämä informaatiojärjestelmä, tarkoittaa korttia tai visuaalista tulostetta
Lean	Tuotannon parantamismalli
Materiaalijuna	Sähkökäyttöinen yhden ihmisen ajettava veturi, joka täydentää tuotantolinjoja, vie lopputuotteita varastoon ja kerää linjoilta tyhjät laatikot
MPAH	Material Providing And Handling, materiaali- ja informaatiovirtojen optimointi
SPS	Schneider Production System, konsernin tuotannonparantamismalli
Supermarket	Tilapäinen varastoalue esivalmistettujen tuotteiden ja loppukokoonpanojen välillä

## 1 JOHDANTO

Tämä insinööriyö on tehty Strömfors Electric Oy sähkötarviketehtaan toimeksianosta kevään 2011 aikana.

Tehtaalla otettiin vuonna 2007 käyttöön kanban-ohjaus toteuttamaan JIT-periaatetta. Tavoitteina olivat mm. toimitusvarmuuden parantaminen ja varastoon sidotun pääoman pienentäminen. Kanban-ohjaus vaati volyymiosien kartoituksen ABC-analyysin avulla, optimaalisten eräkokojen selvittämisen ja osien tarpeiden määrittämisen kahden tunnin ajalle. Ennen työnvalvojat tilasivat osat suoraan Baan-järjestelmästä ennakkoon. Baan on ERP (Enterprise Resource Planning) -järjestelmä, jonka tarkoituksena on hallita tehtaan tietovirtaa. Baaniin syötettiin tarvittavien osien tiedot, jotta varasto pystyi toimittamaan osat trukilla lähelle tuotantolinjoja.

Materiaalin toimittamisen helpottamiseksi tehtaalla aloitettiin toimituspisteiden visualisointi vuonna 2010. Läpivirtaushyllyt ja toimituspisteet merkattiin omilla koodeillaan. Tällä helpotettiin osien toimittamista linjoille. Sama koodi löytyy myös kanban-kortista.

Kevääseen 2011 mennessä tehtaalla ei ole ollut selkeää kuvausta kanban-prosessista.

### 1.1 Yritysesittely

Strömfors Electric Oy on Ruotsinpyhtäällä Loviisassa sijaitseva sähkötarvikkeita valmistava yritys. Juuret johtavat 1600-luvun lopulle, jolloin Johan Creutz perusti rautaruukin Petjärven tilalle. 1744 ruukki sai nykyisen nimensä, Strömfors. (Strömfors Works, esite)

Nykyinen tehdas rakennettiin 1947 ja samalla aloitettiin muovituotteiden ja sähkötarvikkeiden valmistus. 1990-luvun puolessa välissä Strömforsin tehdas alkoi toimia osana pohjoismaista Lexel-konsernia. Vuodesta 1999 lähtien Strömfors Electric Oy on kuulunut Schneider Electriciin. Samalla Strömforsin rooli on muuttunut paikallisesta sähköasennustarvikkeiden toimittajasta kansainväliseksi toimittajaksi. (Strömfors Works, esite)

Strömfors Electric Oy on Schneidr Electricin johtava tehdas sähköasennustarvikkeiden valmistajana ja toimittajana. Strömforsin tehdas työllistää noin 250 henkilöä. Tehdas valmistaa kaikkiaan noin 50 miljoonaa lopputuotetta vuodessa. (Strömfors Works, esite)

Strömfors Electricin tehtaalla on kaksi kokoonpano-osastoa, joissa valmistetaan pistorasioita ja kytkimiä. Automaattilinjojen lisäksi kokoonpano-osastoilla on käsikokoonpanosoluja.

Loppukokoonpanolinjojen lisäksi tehtaalla on useita esikokoonpanokoneita, joilla kootaan erilaisia komponentteja, kuten sokkeleita. Tuotannon alkupäässä muoviosastolla valmistetaan muoviosia tehtaan kokoonpanolinjojen käyttöön, konsernin muille tehtaille ja alihankintaan.

## 1.2 Työn tavoitteet

Tämän insinööriyön tavoitteena on tehdä Strömfors Electric Oy:lle selkeä kuvaus kanban-prosessista; miten prosessi etenee ja kuka on vastuussa sen eri vaiheista. Tällä helpotetaan mm. uusien työntekijöiden opastusta kyseiseen asiaan.

Teoriaosuudessa käsitellään yleisellä tasolla logistiikkaa ja tuotannonohjausta sekä lean- ja prosessitoimintaa. Työn käytännön osuus koostuu kahden kanban-menetelmän eri vaiheiden käsittelemisestä ja niiden vaatimista laskuista.

## 2 LOGISTIIKKA JA TUOTANNONOHJAUS

### 2.1 Logistiikan määritelmä

Logistiikka on käsitteenä melko nuori, mutta yritysten perustoimintona erittäin vanha. Se on syntynyt materiaalitalouden ja kuljetustalouden perillisenä kuvaamaan materiaalien hyödykkeiden koordinoititehtäviä. (Karrus 1998, 12)

Eräs logistiikalle annettu määritelmä kuuluu: ”Logistiikka on materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun ja kierrätyksen huolto- ja tukipalvelu-

jen, varastointi-, kuljetus- ja muiden lisäarvopalvelujen sekä asiakaspalvelun ja -suhteiden kokonaisvaltaista johtamista ja kehittämistä.” (Karrus 1998, 13.)

## 2.2 Tuotannonohjauksen määritelmä

Tuotannonohjaukseen kuuluu toiminnan tarvitsema suunnittelu, toteutus, informointi ja valvonta. Yrityksessä on useita ohjausjärjestelmiä: mm. tuotannon-, talouden-, materiaalin-, laadun- ja markkinoinninohjaus. (Miettinen 1993, 49.)

Tuotannonohjauksella tarkoitetaan tuotantojärjestelmän eri osien yhteen sopeuttamista tuotantotavoitteiden saavuttamiseksi. Tavoitteet määräytyvät usein yrityksen ulkopuolelta, asiakkaiden tarpeista käsin. (Miettinen 1993, 49.)

Tuotannonohjausperiaatteella tarkoitetaan sitä tapaa, jolla tuotannonohjaus yleensä yrityksessä toteutetaan. Tärkeimpiä tuotannonohjausperiaatteita ovat mm. JIT ja Lean-management. (Miettinen 1993, 49)

## 2.3 Materiaaliohjaus

Materiaaliohjaus on materiaalivirtojen sekä niihin liittyvien tietovirtojen suunnittelua ja valvontaa. Materiaaliohjauksella on mm. seuraavat osatavoitteet: sitoutuneen pääoman pienentäminen, asiakkaalle tuotettavien lisäarvojen maksimointi ja kustannustehokkuuden parantaminen. (Miettinen 1993, 69.)

Materiaaliohjaus on vastuussa siitä, että valmistukseen tarvittava materiaali on oikeassa paikassa, oikeaan aikaan ja sovitun laatusena. Materiaaliohjaus jakaantuu kolmeen toimintoon: hankinta, varastointi sekä kuljetukset ja jakelu. (Miettinen 1993, 69)

Tärkeintä materiaaliohjauksessa on yksinkertaisten periaatteiden ja toimenpiteiden ymmärtäminen. Kun ne opitaan, voidaan jokaiseen yritykseen kehittää oma materiaaliohjausjärjestelmä. Tähän päästäkseen yrityksen on opetettava materiaaliohjauksen periaatteet ja käsitteet kaikille niille, jotka tavalla tai toisella joutuvat työssään tekemisiin materiaaliohjauksen kanssa. (Sakki 1986, 17)

### 3 LEAN-TOIMINTA

Käsite lean-toiminta (Lean Production) otettiin käyttöön vuonna 1990 eri maiden autoteollisuusyritysten kilpailukykyä selvittäneessä tutkimuksessa. Siinä löydettiin menestyneiden yritysten toiminnasta useita yhteisiä piirteitä. Tutkimuksessa huomattiin, että keskittymällä vain asiakkaalle lisäarvoa tuottavaan toimintaan voidaan säästää merkittävästi kustannuksia ja aikaa. (Kajaste&Liukko 1994, 8.)

Suomeksi lean-toimintatavan voi määritellä kevyeksi ja joustavaksi toiminnaksi, jois-  
sain yhteyksissä puhutaan myös ohuttuotannosta. Sen tärkeimpinä periaatteina pidetään mm. asiakaskeisyyttä, laadukkuutta, joustavaa tuotantojärjestelmää ja imuohjausta, lyhyitä asetusajoja ja väli- ja tuotevarastojen minimointia. (Miettinen 1993, 61)

#### 3.1 JIT – Just In Time

Japanilaiset ovat kehittäneet toistuvan tuotannon tuotannonohjaukseen JIT-periaatteen (Just-In-Time), jonka mukaan yksinkertaisuus tuotannonohjauksessa on tuotannon avain. Suomessa JIT kääntyy muotoon JOT, Juuri Oikeaan Tarpeeseen. Kajasteen ja Liukon (1994, 11) mukaan JIT-tuotantoperiaate antaa hyvän pohjan lean-toimintaa.

Miettisen (1993, 51) mielestä JIT-tuotannossa pätevät tuotannonohjauksen yleiset periaatteet:

- alhaiset valmistuskustannukset
- tasainen valmistuksen kuormitus
- tuotantoon sitoutunut pääoma minimoidaan
- varastoihin sitoutunut pääoma minimoidaan
- lyhyet läpäisyajat
- hyvä asiakaspalvelu.

Yleisten tuotannonohjausperiaatteiden lisäksi JIT-tuotannon tavoite on kaiken turhan poistaminen, millä tarkoitetaan lähinnä turhia varastoja, keskeneräistä tuotantoa, joka ei ole työn alla, sekä turhaa työtä esim. virheiden muodossa. (Miettinen 1993, 52.)

Imuohjauksen käyttöönotto on yksi tärkeimmistä muutoksista siirryttäessä JIT-tuotantoon (Miettinen 1993, 52).

### 3.2 Imuohjaus

Toyotan kolmas periaate on ”Käytä imujärjestelmiä välttääksesi ylituotantoa”. Tätä Taiichi Ohno selittää kirjassa Toyotan tapaan näin: ”Mitä enemmän yrityksellä on varastoa, sitä epätodennäköisemmin sillä on sitä mitä se tarvitsee.”(Liker 2008, 104.)

Likerin (2008, 106) mukaan Taiichi Ohno ja hänen virkaveljensä ihastelivat supermarkettien tärkeyttä päivittäisessä elämässä 1950-luvun Amerikassa. Se vangitsi japanilaisten jälleenmyyjien mielikuvituksen ja tuotiin Japaniin, missä Ohno perehtyi siihen perusteellisesti. Imuohjaus syntyi supermarket-ajatusmallista.

Supermarketeissa asiakkaat keräävät tarvitsemansa tuotteet ostoskoriinsa, jolloin liikkeen hoitajan vastuulle jää tuotteiden täydentäminen, jotta tavaraa riittäisi. Edellä mainittu esimerkki ei ole puhdasoppista imuohjausta, mutta se on hyvä esimerkki sen yksinkertaisuudesta. (Tiainen 1996, 89.)

Perinteisessä tuotannosuunnittelussa ohjaus on tarkinta valmistuksen alkupäässä, ts. suunnitellaan, milloin työt aloitetaan. Imuohjauksessa suunnittelun painopiste on valmistuksen loppupäässä. Esimerkiksi kokoonpano suunnitellaan tarkasti. Kokoonpano sitten ”pyytää” tarvitsemansa osat osien valmistuksesta. (Miettinen 1993, 54.)

Imuohjaus on tehostettu ohjaustapa, jossa materiaalin ohjaus kulkee kulutuksen mukaan. Tämä sopii hyvin suurille materiaalivirroille, jolloin sen ohjaus ei kuormita tuotannosuunnittelua ja ostotoimintaa päivittäin, vaan tilannetta tarkastellaan esim. keran viikossa. (Consulting Teconomark Oy 2011.)

Kanban-järjestelmä on eräs imuohjauksen edellyttämä järjestelmä. (Miettinen 1993, 55)

### 3.3 Kanban

Imuohjauksen edellyttämää informaatiojärjestelmää kutsutaan nimellä kanban. Menetelmän esitteli ensimmäisenä Toyota Motor Company. Kanban tarkoittaa korttia tai visuaalista tulostetta. Miittisen (1993, 55) mukaan järjestelmä edellyttää muun muassa, että tuotannon on oltava jossain määrin jatkuvan prosessin luonteista ja siihen on sovelluttava suuret sarjasuuruudet, lopputuotteen kysyntä on pystyttävä ennustamaan hyvin, jotta kuormituksen tasaus onnistuu sekä puolivalmistenimikkeillä on oltava suuri volyyymi- tai yksittäisarvo, jotta menetelmän käyttö olisi kannattavaa.

Schneider Electric Chemin de la Vallée	
<b>W103819240111</b>	
<b>PROFILE DIN COFFRET T4-1 (1/3)</b>	
Départ :	<b>C8GI42</b>
Arrivée :	<b>C4EP08</b>
Quantité fixe :	<b>140 (CAF)</b>
Secteur :	<b>Tesys Module 5</b>
N° CB :	<b>4515400101</b>
<small>Léonard Mahel 28-01-02 Verdon 2.2</small>	
	

**Kuva 1. Esimerkki kanban-kortista (SPS esitys, Schneider)**

Kanban -ohjeita (Bicheno 2004, 110):

1. Loppupään toimintojen tulee imeä osia alkupään toiminnoista.
2. Tuota vain kanbanissa oleva määrä.
3. Vain volyymiosat ovat sallittuja työpisteillä ja niillä tulee olla merkattu paikka.
4. Valmistus tapahtuu vain korttien avulla.
5. Jokainen kanban-kortti kiertää vain muutaman tietyn työpisteen välillä.

6. Laatu alkupäässä on vaatimus. Huonoja osia ei saa lähettää työpisteille.
7. Kanbaneiden määrää on vähennettävä sitä mukaa, kun ongelmat vähenevät.

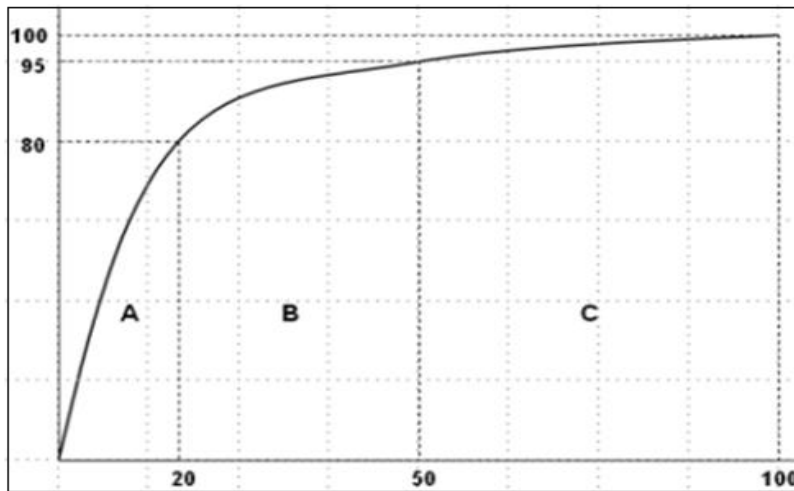
Kanban-järjestelmä on siis imuohjaukseen pohjautuva kapasiteetin ja varastojen ohjausjärjestelmä. Sen avulla kaikki materiaali imetään loppukokoonpanoon ja kaikki työvaiheet on liitetty loppukokoonpanolinjaan yksinkertaisin visuaalisin ohjauskeinoin. (Miettinen 1993, 55.)

Kanban-ohjaus voidaan toteuttaa yhden tai kahden kortin menetelmällä. Yhden kortin kanban on suosituin menetelmä. Siinä käytetään vain yhtä korttia ohjaamaan osien valmistusta ja niiden kuljetusta osavalmistuksen ja kokoonpanon välillä. Kahden kortin menetelmässä käytetään sekä tilaus- että valmistuskortteja. Kahden kortin menetelmää käytettäessä tilauskortin osamäärän ei tarvitse olla sama kuin valmistuskortin. Tämä mahdollistaa valmistuskorttien lyhyemmän läpäisyajan, ja se osaltaan johtaa nopeampaan reagointiin vaihtelujen välillä ja pienempään varastotasoon. ( Bicheno 2004, ?)

Strömfors Electricin tehtaalla tavoitteena on, että kanban-kortit tehdään vain kiinteillä paikoilla oleville osille. Osat saadaan selville Baanin avulla ja niille tehdään ABC-analyysi. Volyymiosat kuuluvat luokkiin A ja B ja vähemmän kuluvat osat luokkaan C. Aina ei voida kuitenkaan sijoittaa kaikkia volyymiosia linjalle, koska tietyissä paikoissa tila on rajallista. Silloin vain A-luokkaan kuuluvat osat sijoitetaan kiinteille paikoille. Kiinteille paikoille on hyvä muistaa laittaa myös pakkausosia. Ne ovat ABC-analyysin jälkeen lähes aina C-luokan osia, koska niitä kuluu valmista tuotetta kohden vähemmän kuin muita osia. Esimerkiksi jakelupakkaukseen voi mennä 60 kappaletta valmista tuotetta, jolloin sen kulutus on 60 kertaa pienempi kuin jonkun toisen osan, jota menee vain yksi kappale.

### 3.4 ABC-analyysi

ABC-analyysin lähtökohta on usein 20/80-sääntö. Esimerkiksi vuosimyynnin perusteella arvojärjestykseen ryhmitellyistä nimikkeistä sellaiset, joiden osuus kokonaisy-myynnistä on 80 %, kuuluvat A-luokkaan (yleensä noin 20 % nimikkeistä). B-, C- ja D- luokkaan voidaan vastaavasti sopia kuuluvaksi tietty %-osuus jäljelle jäävistä nimikkeistä. ABC-luokittelun perustana pidetään yleensä ns. Pareton kaaviota (Kuva 3). (Miettinen 1993, 79.)



**Kuva 2: Tuotteiden tyypillinen jakautuminen ja ABC-luokittelu**

Seuraavassa on esitelty muutamia ABC-analyysin yleistuloksia:

- 80 % myynnistä tulee 20 %:sta myytäviä tuotenimikkeitä
- 20 % tuotenimikkeistä tuottaa noin 80 % kokonaiskatteesta
- 80 % pääomasta sitoutuu 20 %:in tuotenimikkeitä (Miettinen 1993, 80.)

Normaalitilanteessa ABC-luokittelu tehdään aina tilastollisen kokonaiskertymän perusteella. ABC-luokittelussa pyritään etsimään ne taloudellisesti tärkeät nimikkeet, joiden ohjaukseen tulisi keskittyä muita nimikkeitä tarkemmin. Samalla voidaan karottaa myös vain hyvin satunnaisesti tai jopa ei ollenkaan liikkuvat nimikkeet. (Karrus, 124.)

## 4 PROSESSI

Termiä prosessi voidaan käyttää useassa eri yhteydessä. Prosessiksi voidaan kutsua lähestulkoon mitä tahansa toimintaa. Laamanen (2002 19.) määrittelee prosessin seuraavasti: ”Toimintaprosessi on joukko loogisesti toisiinsa liittyviä toimintoja ja niiden toteuttamiseen tarvittavia resursseja, joiden avulla saadaan aikaan toiminnan tulokset.”

### 4.1 Prosessin kehittäminen

Toiminnan kehittäminen prosessien mukaiseksi etenee vaiheittain. Aluksi prosessit on tunnistettava. Tämä luo perustan organisaation kehittämiseksi asiakassuuntautuneeksi, nopeaksi ja joustavaksi. Toisessa vaiheessa organisoidaan kehitystyö ja kuvataan prosessit. Hankalin ja haastavin vaihe on ottaa askel kuvauksista käytännön toimintaan.

Prosessin mukaisen toiminnan kehittämisen vaiheet ovat:

1. Avainprosessien tunnistaminen
2. Prosessien kuvaaminen
3. Toiminnan organisointi prosessien mukaiseksi
4. Prosessien jatkuva parantaminen. (Laamanen 2002, 50.)

### 4.2 Prosessin kuvaaminen

Fyysisiä tuotteita valmistavan yrityksen prosesseja on huomattavasti helpompi kuvata kuin palveluja tarjoavan yrityksen. Fyysisiä tuotteita tarjoavan yrityksen prosessit voidaan kuvata peräkkäisinä toimintoina, kun taas palveluyrityksen palveluprosesseissa täytyy ottaa huomioon asiakkaiden käyttäytyminen. Prosessien kuvausten tarkoituksena on auttaa ymmärtämään toiminnan tavoitteita, tarkoitusta ja näistä syntyviä tuloksia. (Laamanen 2002, 20)

Prosessin kuvaaminen on viestinnän väline, eikä kuvaus ole itsessään mikään tavoite. Hyvä prosessin kuvaus auttaa ymmärtämään organisaation toimintaa. Hyvällä prosessikuvauksella autetaan työntekijää ymmärtämään sekä kokonaisuutta että omaa roolia osana tavoitteiden saavuttamisessa. Tällä myös saadaan aikaan ihmisten välistä yhteistyötä prosessissa ja samalla pyritään näyttämään asioiden välisiä riippuvuuksia. Hyvä prosessin kuvaaminen sisältää myös prosessin kannalta kriittiset asiat. Prosessin

kuvauksella on myös teknisiä vaatimuksia. Kuvauksen täytyy olla tarpeeksi lyhyt sekä sovitun esittämistavan mukainen. Lyhyt siksi, että pitkät selostukset hämärtävät tärkeää viestiä ja toiseksi ihmiset eivät jaksane paneutua kunnolla pitkiin selostuksiin. Kuvauksessa esiintyvät termit ja käsitteet ovat yhtenäisiä sekä ennalta sovittuja. Tällä pyritään varmistamaan ymmärrettävyys sekä loogisuus, jolloin vältetään kuvauksessa mahdollisesti esille tulevia ristiriitoja. (Laamanen 2002, 75.)

#### 4.3 Prosessilajit

Prosessilajeja on useita. Ydinprosesseja ovat loppuasiakasta palvelevat prosessit, kuten tuotekehitys tai asiakaspalvelu. Ydinprosesseja voi olla yrityksessä useita riippuen yrityksen toimialasta ja koosta. Ydinprosessit palvelevat yrityksen ulkoista asiakasta. Tukiprosessit ovat puolestaan yrityksen sisäisiä prosesseja ja ne tukevat ydinprosesseja. Avainprosessit voivat olla ydin- tai tukiprosesseja tai niiden osaprosesseja ja ne ovat yrityksen tärkeimpiin kuuluvia prosesseja ja tätä kautta myös tärkeimpiä kehityskohteita. Pääprosessit ovat ydinprosesseja. Osa- ja alaproessit ovat prosessihierarkiassa alemmalla tasolla olevia prosesseja. (Lecklin 2002, 130.)

## 5 NYKYTILAN SELVITYS

Strömfors Electricin tehtaalla on käytössä kaksi erilaista kanban-korttia, valmistus- ja tilaus-kanban. Pääperiaatteena on, että yksi kortti vastaa yhtä kuljetusyksikköä, esimerkiksi laatikkoa, ja kuljetusyksiköt sisältävät osakohtaisesti aina saman määrän osia.

Kanbaneita valmistettaessa ensimmäisenä tehtävänä on tarvittavien osien määrittäminen Baanin avulla. Sen jälkeen osille tehdään ABC-analyysi kulutuksen mukaan. Analyysin avulla saadaan selville volyymituotteet. Tilauskanbaneiden kohdalla volyymiosille tehdään kiinteät paikat linjojen läheisyyteen ja muut osat tulevat tilausten mukaisten osien paikalle. Valmistuskanbaneissa vain volyymiosat otetaan mukaan laskuihin ja muut osat jätetään tilausohjautuviksi. (Uusnäkki, haastattelu 19.05.2011)

## 5.1 Valmistuskanbanit

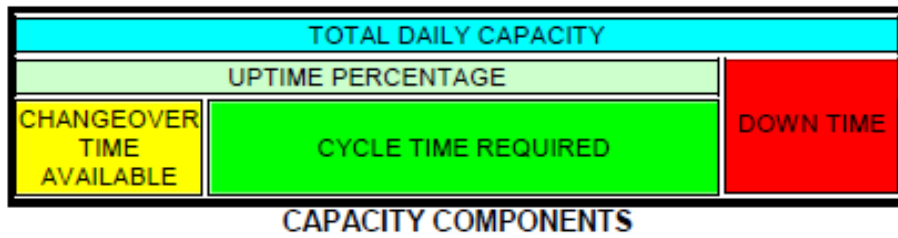
Valmistuskanban-menetelmä alkaa tarvittavien osien ja valmistavan koneen tai linjan määrittämisellä. Kun nämä ovat tiedossa, voidaan suorittaa ABC-analyysi ja tarvittavat laskut, jotka esitellään tulevissa kohdissa. Tämän jälkeen suunnitellaan supermarket ja osastolle tuleva kanban-ohjaustaulu. Sitten on jäljellä vain itse korttien valmistaminen ja käyttöönotto.

Valmistuskanbaneiden määrien ja osien eräkokojen optimointiin tehtaalla käytetään muun muassa Every Part Every Interval (EPEI) -laskentamallia. Se soveltuu erityisesti muoviosastolle, koska laskut suoritetaan kysynnän ja vaihtoaikojen perusteella. Muoviosastolla vaihdot kestävät yli 30 minuuttia, joten optimointi tulee tarpeeseen. (Appel, haastattelu 20.04.2011)

### 5.1.1 Every Part Every Interval -laskentamalli

EPEI on kapasiteettiperusteinen laskentamalli, jolla optimoidaan kanban-korttien määrät ja eräkoot. Kapasiteettiperusteinen laskenta ei perustu kustannusten minimoimiseen vaan eräkokojen minimoimiseen. EPEI-laskennan avulla voidaan laskea pienimmän mahdollisen tuotettavissa olevan ajosarjan pituus eli tuotantoerän koko. EPEI-laskenta perustuu siten Lean-ajatteluun. Tämän takia EPEI soveltuu Strömfors Electricin muoviosastolle. (Appel, haastattelu 20.4.2011; Guild 2009. )

EPEI:n avulla pyritään pieniin eräkokoihin ottamalla kuitenkin tuotteiden vaihtoajat huomioon, jotta kaikkien tuotteiden kysyntään voitaisiin vastata. Säästöt kustannuksissa tulevat varastointikulujen pienentymisenä, läpimenoajan nopeutumisenä ja tällöin kokonaistaloudellisesti tuotantokulujen pienentymisenä. Lyhyesti sanottuna EPEI-laskenta on käytettävissä olevan kapasiteetin optimointimenetelmä, jonka avulla pyritään löytämään pienimmät mahdolliset ajosarjakoot. EPEI -laskennan perusta on päivittäisen tuotantokapasiteetin jakaminen komponentteihin kuvan 4 osoittamalla tavalla. (Guild 2009.)



**Kuva 4. Tuotantokapasiteetin komponentit (Guild 2009)**

Yhden koneen valmistus sykli lasketaan EPEI-kaavalla:

$$EPEI = (POT \times OEE - SPT) / COT$$

missä

EPEI = pienin mahdollinen valmistusväli, jonka aikana kaikkia koneella valmistettavia osia voidaan ajaa yksi erä

POT = päivittäin käytettävissä oleva tuotantoaika (min)

OEE = koneen kokonaistehokkuus ilman lajinvaihtoja (%)

SPT = tuotteiden valmistamiseen tarvittava aika päivässä (min)

COT = keskimääräinen lajinvaihtoaika (min).

Tilauspiste lasketaan kaavalla:

$$ROP = SS + DC \times LT$$

missä

ROP = tilauspiste

SS = puskurivarasto (kpl)

DC = keskimääräinen päiväkulutus (kpl)

LT = täydennysaika (d), aika joka kuluu ohjausimpulssin syntymisestä siihen, että osat ovat puskurivarastossa.

Laskussa kannattaa ottaa huomioon lajinvaihtoaikojen pituus. Ei ole järkevää käyttää esimerkiksi kolmasosaa päivästä vaihtoihin. ABC-analyysin avulla eniten kuluville osille valmistusväli on hyvä säätää pienemmäksi kuin vähemmän kuluville.

Kun kaikille osille on määritetty valmistuseräkoko, voidaan laskea supermarketiin tulevien osien kokonaismäärä. Määrä koostuu kiertovarastosta ja varmuusvarastosta.

Kun kaikki tarvittavat laskut on suoritettu, voidaan suunnitella ja valmistaa tarvittavat kanban-kortit. Kortteihin merkitään osan numero ja nimi, pakkausyksikkö, kappalemäärä, valmistava kone, osaa käyttävä kokoonpanolinja sekä kortin numero. Kortissa ei ole korttien yhteismäärä, jotta tarvittaessa uusien lisäkorttien valmistamiseksi ei kaikkia kortteja tarvitse tehdä uudelleen.

Omat haasteensa EPEI-laskennalle aiheuttavat koneiden muottien vaihdot. Ideaalitilanteessa jokaisella koneella käytettäisiin vain yhtä muottia. Käytännössä tämä on kuitenkin mahdotonta, koska valmistettavia osia on paljon. (Appel, haastattelu 20.04.2011)

Myös tilauspiikit ovat haaste, vaikka osille on laskettu varmuusvarastot. Supermarket elää tasaisella tilausrytmillä, ja jos tilauspiikkejä tulee, signaali tästä liikkuu kanban-korttien mukana muoviosastolle. Näin muoviosastolla voidaan reagoida tilauspiikkeihin. Tämä tuo kuitenkin haasteen muoviosastolle, koska koneiden kapasiteetti on rajallinen. Välillä joudutaankin ajamaan osaa eri koneella kuin kanban-ohjaustaulusta käy ilmi. Tämä johtaa muottien vaihteluun ja liika vaihtelemineen johtaa EPEI-mallin toimimattomuuteen. (Appel, haastattelu 20.04.2011)

Kortit ja parametrit pitäisi käydä läpi kerran kvartaalissa tai vähintään kerran puolessa vuodessa, jotta nähdään, ovatko osien kulutukset muuttuneet. Harvempi läpikäynti voi johtaa liian pitkiin läpimenoaikoihin tai tuotannon pysähtymiseen.

(Appel, haastattelu 20.04.2011)

### 5.1.2 Valmistuskanbanit muoviosastolla

Strömforsin muoviosaston valmistuskanbanit sijaitsevat osavalmistuspisteiden läheisyydessä olevalla kanban-ohjaustaululla (Liite 1). Tauluun on merkitty koneiden nimet, niillä valmistettavat osat, tilauspiste ja valmistettavien osien lukumäärä saavutettaessa tilauspiste. Tilauspiste on merkitty punaisella värillä, ja sen täytyttyä kyseistä

osaa aletaan valmistaa. Ensimmäisenä tilauspisteen saavuttanut osa valmistetaan koneella ensimmäisenä.

Osien valmistuttua kortit liitetään täysinäisiin osalaatikoihin ja laatikot siirretään supermarketiin eli välivarastoon odottamaan niiden noutamista. Supermarket on rakennettu volyymilinjojen volyymiosille. Kortti vapautuu, kun osat siirretään supermarketista kokoonpanolinjalle. Muoviosastolla vapautuneet kortit jätetään supermarketin läheisyydessä olevaan palautuslaatikkoon, josta muoviosaston tuotannon suunnittelija noutaa kortit ja vie ne takaisin tauluun.



**Kuva 3. Valmistuskanban(oranssi kortti) muoviosastolla osalaatikossa**

### 5.1.3 Valmistuskanbanit esikokoonpano-osastoilla

Kokoonpano-osastoilla ei käytetä EPEI-mallia, koska valmistuskanbanit on otettu käyttöön vuonna 2008 ja EPEI-mallia alettiin testata vasta vuonna 2009. Osien kokonaismäärä lasketaan kaavalla:

$$Q_{\max} = SS + LS + (DC \times LT)$$

missä

$$Q_{\max} = \text{osien kokonaismäärä}$$

SS = puskurivarasto (kpl)

LS = valmistuserän koko (kpl)

DC = keskimääräinen päiväkulutus (kpl)

LT = täydennysaika (d), aika joka kuluu ohjausimpulssin syntymisestä siihen, että osat ovat puskurivarastossa.

Puskurivarasto lasketaan tavoitellun toimitusvarmuuden ja kulutuksen keskihajonnan perusteella:

$$SS = K \times \sigma \times \sqrt{LT}$$

missä

K = kerroin, joka on määritelty toimitusvarmuuden mukaan

$\sigma$  = nimikkeen kulutuksen keskihajonta.



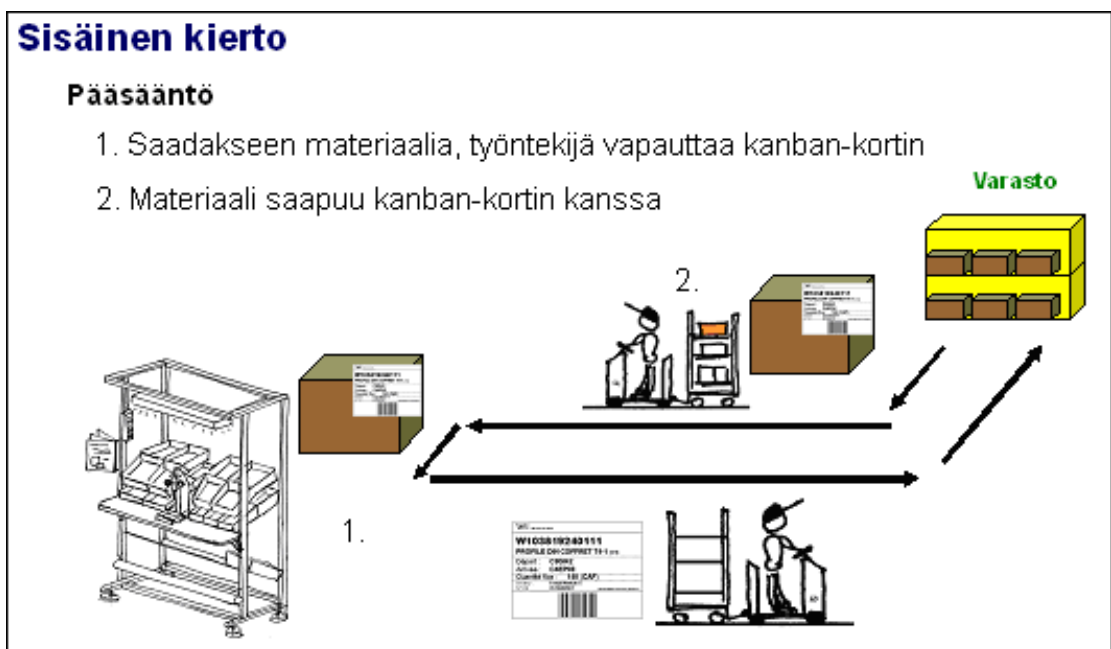
**Kuva 5: Valmistuskanban esikokoonpano-osastolla osalaatikossa**

Kanbaneiden määrä saadaan jakamalla osien kokonaismäärä valmistuserän koolla. Tilauspiste saadaan vähentämällä puskurivarasto osien kokonaismäärästä ja lisäämällä siihen kaksi kertaa valmistuserän koko. Liitteessä 2 on esimerkki valmistuskanbanien määrien laskemisesta esikokoonpano-osastolla.

## 5.2 Tilauskanbanit

Ennen kanban-ohjauksen käyttöönottoa työnvalvojat tilasivat osat ennakkoon Baan-järjestelmästä. Osien määrät eivät olleet hallittuja ja niitä saatettiin joutua odottamaan linjalla joskus useita tunteja. Ne tilattiin usein lava kerrallaan ja ylimääräiset osat jäivät linjalle. Kanban-ohjauksen käyttöönotto alkoi toteuttaa JIT-periaatetta. Linjat otettiin yksi kerrallaan kehityskohteeksi, kunnes kaikki linjat, joille oli järkevää luoda kanban-ohjaus, olivat käytössä. (Uusnäkki, haastattelu 19.05.2011)

Tilauskanban-kortit otetaan Strömfors Electricillä käyttöön, kun linja siirtyy materiaalin alaisuuteen. Kortteja käytetään osien tilaamiseen tuotantolinjoille. Kun tuotantolinjalla on tarvetta osille, työntekijä asettaa tilauskanban-kortin sovittuun korttilaatikkoon. Ohi ajaessaan junaakuljettaja poimii kortin mukaansa ja toimittaa osat seuraavalla kierroksellaan tuotantolinjalle. Kanban-kortin junankuljettaja laittaa palautuslaatikkoon. Näin kortti kiertää koko ajan ja kortin avulla tuotanto imee osia kohti lopputuotetta. Tunti on materiaalin junan maksimikiertoaika, jonka sisällä sen on kyettävä käymään linjalla.



**Kuva 6: Kanban-kortin kierto (MPAH-esitys Schneider)**

### 5.2.1 Tilauskanban-menetelmä

Menetelmä alkaa kaikkien linjalle menevien osien kartoituksella. Ensin täytyy tietää linjalla valmistettavat lopputuotteet, ja niiden perusteella saadaan linjalla tarvittavat osat. Tämä kaikki tieto löytyy Baanista. On hyvä muistaa, että Baanista voi löytyä lopetettuja lopputuotteita tai osia, jotka ovat vaihtuneet toisiin osiin. Tällöin linjalla varastoitavat osat on syytä tarkastaa. (Mutikainen, haastattelu, 29.4.2011)

Tämän jälkeen osille lasketaan linjakohtainen ideaalinen eräkoko kaavalla:

$$\text{Ideal box quantity} = ((N_{\max} \times C_{\max}) \times (2 \times n) \times (1 + (s / 100))) / e,$$

missä

Ideal box quantity = ideaalinen eräkoko tietyllä linjalla

$N_{\max}$  = osien maksimimäärä/lopputuote (kpl)

$C_{\max}$  = osaa käyttävän koneen maksimi kapasiteetti (kpl/h)

$n$  = materiaalijunan syöttöväli (h)

$s$  = safety rate (käytetään 10 %)

$e$  = laatikoiden määrä hyllyssä (käytetään 2).

Oletetaan, että jotakin osaa menee kaksi kappaletta lopulliseen tuotteeseen. Valmistavan linjan maksimikapasiteetti on 1000 kpl/h ja juna käy linjalla tunnin välein. Tällöin ideaalinen eräkoko olisi:

$$\text{Ideal box quantity} = ((2 \times 1000) \times (2 \times 1) \times (1 + (10 / 100))) / 2 = 2200 \text{ kpl}$$

Yleensä kuitenkin eräkokoina käytetään suoraan valmistajalta tulevia eräkojoja. Joihinkin yrityksiin voi vaikuttaa pyytämällä laskettua ideaalista eräkokoja, jos se vain on niille mahdollista. SPS kuitenkin määrittää, että yli 45-vuotiaat naiset eivät saisi nostaa yli 12 kg painavia laatikoita. Tämä sääntö on otettu käyttöön, koska tehtaalla

työskentelee yli 45-vuotiaita naisia. Näin ollen se tarkoittaa, että myös paino on otettava huomioon eräkokoja määritettäessä. (Uusnäkki, haastattelu 19.05.2011)

Yleensä valmistajilta saadut eräkoot ovat paljon suurempia kuin kaksilaatikkojärjestelmän vaatima kahden tunnin tarve. Joidenkin osien kohdalla taas, kun ideaali eräko on suurempi kuin valmistajalta tuleva, joudutaan linjalle ottamaan enemmän kuin kaksi laatikkoa. Näissä tilanteissa käytetään välillä rullakoita, jotka kulkevat materiaaliyunan perässä. Laatikot asetellaan rullakolle päällekkäin. Tarve pitää olla vähintään kahden tunnin varalle, koska se on tilauskanbanin maksimikiertoaika. Kiertoaika alkaa, kun työntekijä asettaa kortin tilauslaatikkoon, ja loppuu, kun junankuljettaja palauttaa kortin. Kaksilaatikkojärjestelmän avulla osa ei pääse loppumaan linjalta, vaikka työntekijä asettaisi kortin tilauskanban-laatikkoon juuri, kun materiaaliyuna on ajanut linjan ohi.



**Kuva 7: Tilauskanban-kortti**

Kortissa on kaikki tarvittava tieto tavaran toimittamiseksi. Siinä on kaksi viivakooditunnistetta, jotka junankuljettaja lukee viivakoodinlukijallaan. Järjestelmä antaa tiedon, missä osa sijaitsee ja minne se viedään. Koska osaa voi olla useassa eri paikassa,

antaa järjestelmä aina tiedon vanhimmasta osasta, joten se on verrattavissa FIFO-periaat- teeseen (First in – First Out). (Valpio, haastattelu 20.04.2011)

### 5.2.2 Viivakoodit

Viivakoodit ovat optisesti tunnistettavia merkkijonoja tai -muodostelmia. Koodien merkit, kirjaimet, numerot ja erikoismerkit koostuvat tummista sekä vaaleista elementeistä ja jokaiselle merkille on määritelty oma elementtien yhdistelmänsä. Viivakoodi koostuu kolmesta osasta: itse viivakoodista, marginaaliosista koodin reunoilla ja selkokielisestä osasta, joka on kirjattu koodin alapuolelle. (Tamtron Group)

Viivakoodit ovat olleet Strömforsin tehtaan kanban-korteissa vuodesta 2009 asti. Viivakodeihin päädyttiin niiden nopeuden takia. Viivakoodien käytön ansiosta ei tarvita tietokonetta. Käytössä on kaksiulotteinen (2D) Datamatrix-viivakoodi. Kapasiteetiltaan Datamatrix on iso verrattuna esimerkiksi CODE 39:ään, joka myös on tehtaalla käytössä, eli toisin sanoen siihen mahtuu paljon tietoa. Data-matrix on myös joustava viivakoodi, koska sitä eivät sido viralliset standardit. Käytännössä Datamatrix-viivakoodiin voi laittaa mitä tahansa tietoja. Se on fyysiseltä kooltaan pieni, ja se helpottaa koodin asettelemista kanban-korttiin. (Valpio, haastattelu 20.04.2011)

### 5.3 Kanbaneiden valmistus

Kun tarvittavat tiedot kanbaneiden valmistusta varten ovat tiedossa, kanbaneiden valmistus voidaan aloittaa. Tarvittavat tiedot syötetään excel-pohjaan (Liitteet 3 ja 4).

Tilauskanban-pohjan selitykset:

Varasto = varasto, jossa osa fyysisesti sijaitsee

Hylly = ei siirtoa tarkoittaa, ettei osista tarvitse tehdä varastosiirtoa Baaniin

Nimike = osan koodi

Kuvaus = osan nimi

Pakkaus = kertoo, onko kyseessä laatikko, pussi vai jokin kuljetin

Linjavarasto = paikka, johon osat siirretään Baanissa

Toimitusosoite = kertoo tarkan sijainnin linjalla, mihin osat viedään

Kanbaneiden lukumäärä = yksi kanban vastaa yhtä laatikkoa, pussia tai kuljetinta

Kortin väri = linjoilla on omat värinsä, mikä helpottaa materiaaliyunan osien viemistä

Valmistuskanban-pohjan selitykset:

Nimike = osan koodi

Kuvaus = osan nimi

Määrä = osien määrä laatikossa tai kuljettimella

Yksikkö = laatikko vai rullakko

Valmistus = valmistavan koneen nimi

Linjavarasto = paikka, johon osat siirretään Baanissa

Kortin numero = Suurin numero kertoo korttien kokonaismäärän. Ennen käytettiin korttien määrää, mutta silloin päivitettäessä jouduttaisiin uusimaan kaikki kortit.

Excel-pohja siirretään Codesoft-ohjelmaan, jonka avulla kanbanit tulostetaan tarrakoneesta. Kanbanit tulevat koneesta ulos tarroina ja ne liimataan kiinni muovisiin kortteihin. Kun kortit ovat valmiit, ne voidaan viedä linjalle käyttöön. Jos linjalla on jo kanban-ohjaus käytössä, vanhat kortit kerätään pois uusien tieltä.

## 6 MENETELMIEN HAASTEET JA PARANNUSEHDOTUKSET

Suurimmat haasteet liittyvät päivityksien tekoon. Ennen päivitykset ovat olleet projektiluonteisia ja tehtävää ei ole implementoitu vakituiselle työntekijälle. Kuten jo aikasemmin on mainittu, olisi valmistuskanbanit päivitettävä kvartaalin tai vähintään puolen vuoden välein. EPEI-malli otettiin käyttöön muoviosastolla tehtaalle tehdyn diplomityön yhteydessä vuonna 2009. Sen jälkeen sitä on päivitetty vain kerran. Kokoonpano-osastoille päivityksiä ei ole tehty ollenkaan käyttöönoton jälkeen.

Samoin myös tilauskanbaneita olisi seurattava mahdollisten muutosten varalta. Varsinkin uusien tuotteiden kohdalla tulee tehdä päivityksiä, koska ennusteet eivät aina pidä paikkaansa. Myös osien pakkausten muutokset, esimerkiksi eräkokojen tai pakkausten kokojen muuttuminen, lisäävät päivittämisen tarvetta.

Yleensä muutokset tulevat toimittajan taholta, esimerkkinä laadun parantaminen. Pienemmissä eräko'oissa osat eivät niin sanotusti paina toisiaan kasaan. Tieto pakkausten muutoksista tulee kanban-korttien tekijöiden tietoon vasta, kun osa on käytös-

sä linjalla. Siksi informaatiovirran kulkemista täytyy tehostaa. Tämän kaiken takia prosessien vastuualueiden määrittäminen on tärkeä osa prosessin selkeyttämistä. Yhdessä Mikael Appelin ja Jenni Uusnäkin kanssa kävimme työvaiheet läpi ja määritimme niille vastuuosastot. Liitteissä 5 ja 6 on esitetty prosessien vastuualueet ja -osastot. Vihreällä värillä merkityt ovat uusia tehtäviä, joita ei ennen ollut määritelty.

Seuraava haaste on kaikkien tarvittavien tietojen saaminen Baan-järjestelmästä. Strömforsin tehtaalla käytössä oleva Impromptut-ohjelma on hyvä apuväline tietojen hakemiseen, mutta sen käyttö on aikaa ja taitoja vaativaa työtä. Olisi suotavaa suunnitella valmis pohja, jossa olisi kaikki tarvittava tieto ainakin tilauskanbaneiden tekoon. Päivittäjän tarvitsisi vain tehdä tarvittavat muutokset valmiiseen pohjaan. Myös Baanin tietojen paikkaansa pitävyys voidaan kyseenalaistaa. Esimerkiksi kulutusten kohdalla Baan saattaa eri paikoista katsottuna antaa erilaisia tuloksia, johtuen osien kulutusten vaihtelusta kuukausittain. Lisäksi on syytä verrata kulutuksia ennusteeseen. Myös tietojen muokkaaminen Baanissa on mahdollista kaikille niille, joilla on oikeudet Baaniin. (Mutikainen, haastattelu, 29.4.2011)

Seuraavana haasteena on kanban-korttien suuret määrät. Tällä hetkellä linjoilla on käytössä tilauskanbanit kaikille osille. C-osia varten ajurit kiinnittävät pienillä post-it lapuilla haluamansa määrän kanban-korttiin, koska osia tilataan valmistukseen tarvittava määrä. Tämä rikkoo kanbaneiden idean. Ajureilla menee myös turhaa aikaa korttien etsimiseen ja junankuljettajan on vaikea hallita suuria korttimääriä kierroksillaan. Tätä varten tehtaalla ollaan ottamassa käyttöön tilauskortti, joka on tilausohjautuva. Työmääräimen mukana tulostuu lista linjalla tarvittavista osista. Listalla työntekijät voivat tilata tarvitsemansa määrän niitä osia, joille ei ole kanban-korttia, eli toisin sanoen ei-volyymiosia. Liitteessä 7 on esimerkki tilauskortista.

Viimeisenä haasteena on tilauskanban-korttien kulumiset ja häviämiset. Varsinkin sellaisten korttien kohdalla, jotka liikkuvat paljon, on havaittavissa selviä kulumisia. Kun kortit kuluvat tarpeeksi, viivakoodinlukija ei enää lue koodia ja junankuljettaja joutuu näpyttelemään tiedot manuaalisesti. Korttien häviämisen estämiseksi, kortit voitaisiin laittaa laatikoiden sisään. Ainut ongelma on toimittajilta tulevat suljetut pahvilaitokset, joita varten täytyisi kehittää oma järjestelmänsä. Kulumisia varten on otettu käyttöön uusi menetelmä: junankuljettajat poimivat tiedot kuluneista korteista varas-

ton metodille, joka päivittää kortit. Alkuun tätä toistettiin kolme kertaa viikossa ja nyt korttien vähentyessä kerran viikossa tai jopa harvemmin.

## 7 YHTEENVETO

Tämän työn tavoitteena oli määrittää kanban-prosessi Strömfors Electric Oy:lle. Tällaista määrittelyä ei ollut vielä kevääseen 2011 mennessä tehty, joten kanbaneiden menettelyn kohdalla ei voitu puhua prosessista. Tarkoituksena oli selventää miten eri työvaiheet tapahtuvat ja kuka on niistä vastuussa.

Vanhat menetelmät koettiin melko toimiviksi ja siksi niitä ei lähdetty liikaa muuttamaan. Sekä tilaus- että valmistuskanbaneiden kohdalla tärkeintä oli selventää työvaiheet ja niiden vastualueet, jotta korttien määriä päivitettäisiin ja seurattaisiin kvartaalin tai vähintään puolen vuoden välein.

Korttien kulumisia ja häviämisiä varten materiaalijunan kuljettajat toimittavat tiedot korteista varaston metodille, joka valmistaa uudet kortit. Myös ajatus korttien sijoittamisesta laatikoihin toimisi, jos menetelmä saadaan toimimaan myös suljettujen pahvilaatikoiden kanssa. Junankuljettajan tehtäviin ei ole määritelty pahvilaatikoiden avaamista, joten siksi he eivät laittaa korttia niihin.

Korttien suurien määrien pienentämiseksi tullaan jatkossa käyttämään tilauskortteja, jotka toimivat tilausohjautuvasti niille tuotteille, joilla ei ole kiinteää paikkaa linjalla. Tämä pienentää huomattavasti kanban-korttien määriä.

## LÄHTEET

Appel, M. Haastattelu 22.4.2011 Ruotsinpyhtää: Strömfors Electric Oy.

Bicheno, J. 2004. The new lean toolbox: Towards fast, flexible flow. Buckingham, Englanti: Picsie Books.

Consulting Teconomark 2011. Lean ja logistiikka-Imuohjaus. Saatavissa: [http://www.teconomark.fi/index.php?option=com\\_content&view=article&id=39&Itemid=48&limitstart=6](http://www.teconomark.fi/index.php?option=com_content&view=article&id=39&Itemid=48&limitstart=6) [viitattu 1.4.2011].

Guild, D. 2009. Capacity-Based Lot Sizing. Saatavissa: <http://www.synchronousmanagement.com/capacitylotsizing.pdf> [viitattu 29.4.2011].

Kajaste, V. & Liukko, E. 1994. Lean-toiminta. Tampere: Metalliteollisuuden kustannus Oy.

Karrus, K.E. 1998. Logistiikka. Porvoo: WSOY.

Laamanen, K. 2002. Johda liiketoimintaa prosessien verkkona - ideasta käytäntöön. Helsinki: Laatukeskus.

Lecklin, Olli. 2002. Laatu yrityksen menestyksentekijänä. Helsinki: Kauppakaari.

Liker, J.K. 2008. Toyotan tapaan. Jyväskylä: Readme.fi.

Miettinen, P. 1993. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Helsinki: Painatuskeskus Oy.

Mutikainen, K. Haastattelu 29.4.2011. Ruotsinpyhtää: Strömfors Electric Oy

Sakki, J. 1986. Käytännön materiaalinohjaus kaupassa ja teollisuudessa. Espoo: Weilin+Göös kirjapaino.

Strömfors Works-Tulevaisuuden tehdas. Esite.

Tamtron Group. Saatavissa: <http://www.tamtron.fi/page/tuotetunnistus-rfid-ja-viivakoodi>. [viitattu 21.04.2011]

Tiainen, J. 1996. JOT tie tulevaisuuteen ja menestykseen. Kuhmo: Kuhmon kirjapaino Oy

Uusnäkki, J. Haastattelu 19.05.2011. Ruotsinpyhtää: Strömfors Electric Oy.

Valpio, J. Haastattelu 22.4.2011. Ruotsinpyhtää: Strömfors Electric Oy



## Liite 2. Valmistuskanbanien määrien laskeminen

SPS rules		$\text{Kanban} = \frac{SS + LS + (DC \cdot LT)}{SS = K(\mu) \times \sigma \times \sqrt{LT}}$																	
ITEM	DESCR.	ABC	FMR	Targeted service rate (%)	Standard deviation of the daily consumption (pcs/d)	Replenishment lead time (d)	Safety stock	Daily consumption	Lot size of the supplying process (pcs)	Total quantity in the Kanban	Number of parts per Kanban	Theoric number of Kanban	Number of Kanban	Average cross Lead time kanban	varasto max	varasto päivinä	varasto valmistus raja	käytetty kortteja	
X001	Kuvaus1	A	F	98	18000	1	36967	18000	2500	57467	2500	22,9868	23	2,62	57467	3,19	25500	31967	14,530
X002	Kuvaus2	A	F	98	10000	1	20537	10000	2500	33037	2500	13,2148	13	2,68	33037	3,30	17500	15537	7,062
X003	Kuvaus3	A	F	98	6000	1	12323	6000	1100	19423	1100	17,6573	18	2,65	19423	3,24	9300	10123	9,203
X004	Kuvaus4	A	F	98	5000	1	10269	5000	1100	16369	1100	14,8609	15	2,66	16369	3,27	8300	8069	7,335
X005	Kuvaus5	A	M	98	4000	1	8215	4000	1100	13315	1100	12,1045	12	2,69	13315	3,33	7300	6015	5,468
X006	Kuvaus6	C	M	98	100	1	206	100	1100	1406	1100	1,27818	1	8,06	1406	14,06			
X007	Kuvaus7	C	M	98	50	1	103	50	1100	1253	1100	1,13909	1	13,56	1253	25,06			
X008	Kuvaus8	C	R	98	50	1	103	50	1100	1253	1100	1,13909	1	13,56	1253	25,06			
X009	Kuvaus9	C	R	98	0	1	0	0	1100	1100	1100	1	1		1100	#DIV/0!			

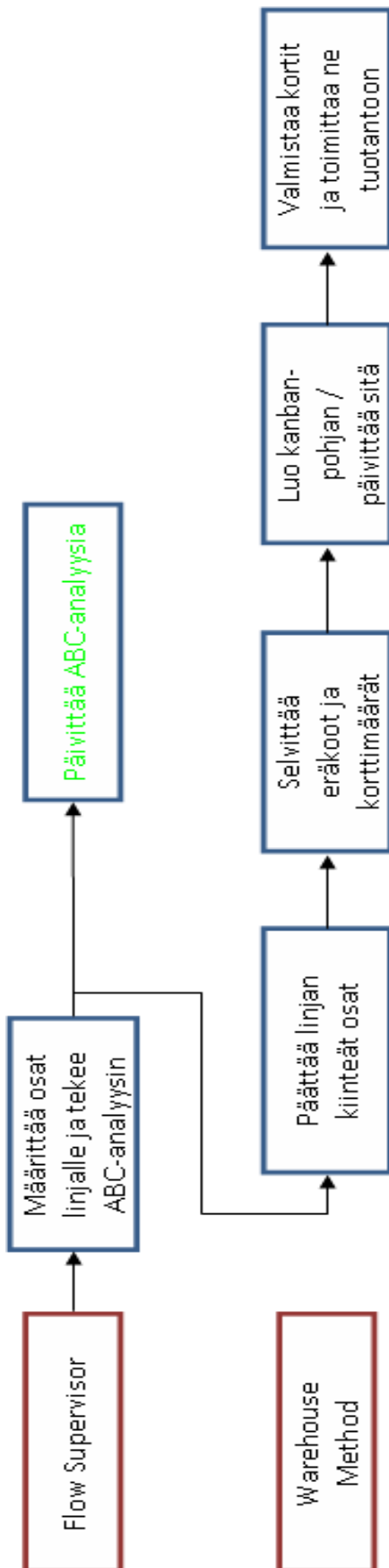
## Liite 3. Tilauskanban pohja

Varasto	Hylly	Nimike	Kuvaus	Pakkaus	Linjavarasto	Toimitusosoite	Kanbaneiden lukumäärä	Kortin väri
STR1		Y001	Kuvaus1	Rullakko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
STR1		Y002	Kuvaus2	Rullakko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
STR1		Y003	Kuvaus3	Pahvilaatikko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
STR1		Y004	Kuvaus4	Pahvilaatikko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
STR1		Y005	Kuvaus5	Pahvilaatikko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
STR1		Y006	Kuvaus6	Pahvilaatikko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
STR1		Y007	Kuvaus7	Pahvilaatikko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
STR1		Y008	Kuvaus8	Pahvilaatikko	RVP	F32.F.02	1	Purppura
STR1		Y009	Kuvaus9	Nippu	RVP	F32.F.02	1	Purppura
STR1		Y010	Kuvaus10	Pahvilaatikko	RVP	F32.F.02	1	Purppura
E2P		Y011	Kuvaus11	Laatikko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
E2P		Y012	Kuvaus12	Laatikko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
Sokkelivarasto	Ei siirtoa!	Y013	Kuvaus13	Rullakko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
Sokkelivarasto	Ei siirtoa!	Y014	Kuvaus14	Rullakko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
Sokkelivarasto	Ei siirtoa!	Y015	Kuvaus15	Rullakko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
Sokkelivarasto	Ei siirtoa!	Y016	Kuvaus16	Rullakko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
STR1		Y017	Kuvaus17	Lava	RVP	F32.F.02	1	Purppura
STR1		Y018	Kuvaus18	Rullakko	RVP	F32.F.02	1	Purppura
Sokkelivarasto	Ei siirtoa!	Y019	Kuvaus19	Rullakko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
Sokkelivarasto	Ei siirtoa!	Y020	Kuvaus20	Rullakko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
STR1		Y021	Kuvaus21	Laatikko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
STR1		Y022	Kuvaus22	Laatikko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
Sokkelivarasto	Ei siirtoa!	Y023	Kuvaus23	Rullakko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
Sokkelivarasto	Ei siirtoa!	Y024	Kuvaus24	Rullakko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
STR1		Y025	Kuvaus25	Laatikko	RVP	F32.F.02	1	Purppura
E2P		Y026	Kuvaus26	Laatikko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
Sokkelivarasto	Ei siirtoa!	Y027	Kuvaus27	Rullakko	RVP	F32.F.02	1	Purppura
STR1		Y028	Kuvaus28	Laatikko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
STR1		Y029	Kuvaus29	Laatikko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
STR1		Y030	Kuvaus30	Laatikko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
STR1		Y031	Kuvaus31	Laatikko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
STR1		Y032	Kuvaus32	Laatikko	RVP	F32.F.01	1	Purppura
STR1		Y033	Kuvaus33	Laatikko	RVP	F32.F.02	1	Purppura

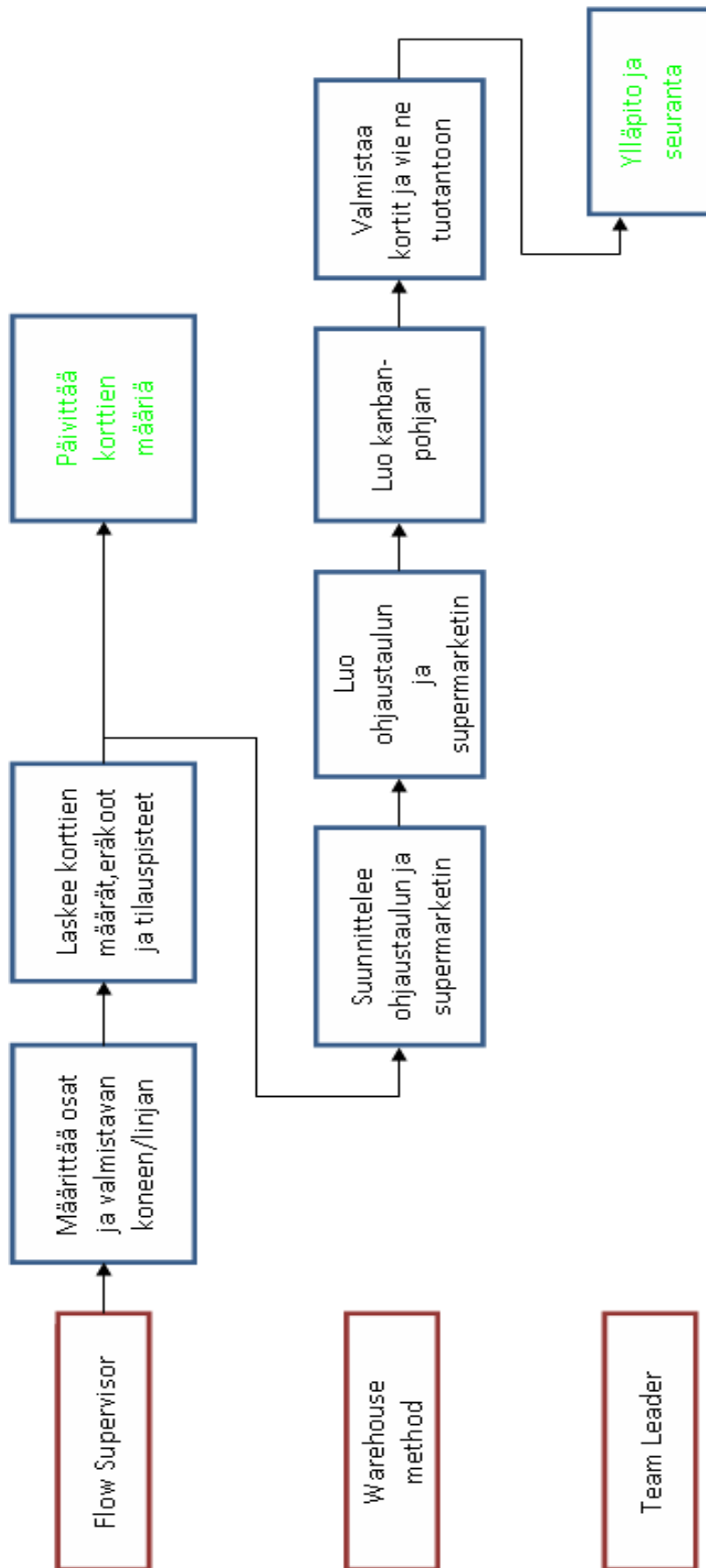
## Liite 4. Valmistuskanban pohja

Nimike	Kuvaus	Määrä	Yksikkö	Valmistus	Linjavarasto	Korttien määrä
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	1
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	2
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	3
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	4
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	5
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	6
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	7
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	8
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	9
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	10
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	11
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	12
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	13
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	14
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	15
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	16
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	17
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	18
Z001	Kuvaus1	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	19
Z002	Kuvaus2	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	1
Z002	Kuvaus2	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	2
Z002	Kuvaus2	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	3
Z002	Kuvaus2	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	4
Z002	Kuvaus2	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	5
Z002	Kuvaus2	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	6
Z002	Kuvaus2	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	7
Z002	Kuvaus2	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	8
Z003	Kuvaus3	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	1
Z003	Kuvaus3	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	2
Z003	Kuvaus3	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	3
Z004	Kuvaus4	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	1
Z004	Kuvaus4	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	2
Z004	Kuvaus4	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	3
Z005	Kuvaus5	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	1
Z005	Kuvaus5	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	2
Z006	Kuvaus6	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	1
Z006	Kuvaus6	4500	Rullakko	Kone1	3-KYT	2
Z007	Kuvaus7	7200	Rullakko	Kone1	3-KYT	1
Z007	Kuvaus7	7200	Rullakko	Kone1	3-KYT	2
Z007	Kuvaus7	7200	Rullakko	Kone1	3-KYT	3
Z007	Kuvaus7	7200	Rullakko	Kone1	3-KYT	4
Z007	Kuvaus7	7200	Rullakko	Kone1	3-KYT	5
Z007	Kuvaus7	7200	Rullakko	Kone1	3-KYT	6
Z007	Kuvaus7	7200	Rullakko	Kone1	3-KYT	7
Z007	Kuvaus7	7200	Rullakko	Kone1	3-KYT	8
Z007	Kuvaus7	7200	Rullakko	Kone1	3-KYT	9































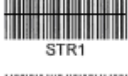






## Liite 5. Tilauskanban prosessin kulku



## Liite 6. Valmistuskanban prosessin kulku



## Liite 7. Tilauskortti

Item	Kuvaus	Määrä	Yks	Tyhjä	Haku
Item Kuvaus TilausNro Muu koodi					
Tilauskortti					
					
STR1					
		8640	pcs	Tyhjä	 MUO
		8640	pcs		 STR1
		4320	pcs		 MUO
		4320	pcs		 STR1
		8640	pcs		 BUFAB
		72,5760	pcs		 STR1
		432	pcs		 STR1
		432	pcs		 STR1
		72,5760	pcs		 STR1
		432	pcs		 STR1
		4320	pcs		 E2P
		2,16	pcs		 STR1