LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
LUT School of Engineering Science
Kemiantekniikan koulutusohjelma

Niina Oikarinen

LÄÄKETEHTAAN VALMISTUSOSASTON TOIMITUSKETJUN ARVOVIRTAMALLINTAMINEN

(julkinen versio)

Työn tarkastajat: Professori Tuomas Koiranen
DI Samuli Puhakka

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
LUT School of Engineering Science
Kemiantekniikan koulutusohjelma

Niina Oikarinen

Lääketehtaan valmistusosaston toimitusketjun arvovirtamallintaminen

Diplomityö

2016

50 sivua, 20 kuvaa, 5 taulukkoa ja 6 liitettä

Tarkastaja: Professori Tuomas Koiranen
DI Samuli Puhakka

Hakusanat: Lean, arvovirtamallinnus, IDEF0

Tässä diplomityössä laadittiin prosessikuvaus lääketehtaan valmistusosaston toimitusketjusta. Työn tavoitteena oli kuvata toimitusketjun eri prosessit nykytilassaan ja luoda samalla työkalu arvovirtakarttojen luomiseen lean-tuotantomallin mukaisesti.

Prosessikaaviot toteutettiin soveltaen IDEF0-prosessienmallinnusmenetelmää. Kaavioissa kuvattiin järjestelmällisesti eri organisaatioiden prosessit sekä niihin liittyvät informaatio- ja materiaalivirrat.

Esimerkki arvovirran tunnistamisesta ja arvovirtakarttojen luomisesta tehtiin yhdestä prosessivaiheesta, pakkausprosessista, josta myös määritettiin lean-tuotantomallin mukaisesti sen arvoa tuottavat, arvoa tuottamattomat, mutta välttämättömät ja arvoa tuottamattomat työvaiheet eli hukka. Arvovirran tunnistus suoritettiin työntutkimuksen avulla.

Pakkausprosessin arvovirran määrittämisessä havaittiin, että tuotevaihdon aikana työntekijöiden käyttämästä työajasta arvoa tuottavia työvaiheita oli 3 %, arvoa lisäämättömiä työvaiheita, mutta välttämättömiä oli 53 % ja arvoa lisäämätöntä eli hukkaa oli 44,0 %. Pakkaustyön aikana työntekijöiden työajasta arvoa lisääviksi työvaiheiksi saatiin 4 %. Arvoa lisäämättömiä työvaiheita, mutta välttämättömiä oli 38 % ja arvoa lisäämätöntä eli hukkaa oli 58 %. Koneajasta tuotteen arvoa lisäävää oli koneesta riippuen 50–76 % ja arvoa lisäämätöntä 24–50 %.

Työn lopuksi esitettiin jatkotoimenpiteitä hukan eliminoimiseksi.

ABSTRACT

Lappeenranta University of Technology
LUT School of Engineering Science
Department of Chemical Technology

Niina Oikarinen

Value stream mapping of a production department's supply chain in a pharmaceutical company

Master's Thesis

2016

50 pages, 20 figures, 5 tables and 6 appendixes

Examiners: D.Sc. Tuomas Koiranen
M.Sc. Samuli Puhakka

Keywords: Lean, VSM, IDEF0

This Master's Thesis covers process modelling in a pharmaceutical company. The aim of this Thesis was to create a process model of a pharmaceutical company's supply chain in its current state. The aim was also to create a tool for value stream mapping based on lean production methods.

For process models IDEF0-modelling were applied. Process models were made according to interviews of the members in the supply chain. A structured process map with all process steps, material and information flows were created.

A more specific process model of one process step, packaging process, were also made. All the value adding and non-value adding process steps in the process were identified by lean methods.

In order to identify all the value adding time and non-value adding time in packaging process, a time and motion study were done. As a result 3 % of the employee's working time during a product change was value adding, 53 % was non-value adding but necessary and 44 % non-value adding time. During packaging process values were 4 %, 38 % and 58 %. Based on machine time value adding time was from 50 to 76 % and non-value adding time from 24 to 50 %.

Some ideas to eliminate waste in packaging process were suggested.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö tehtiin Orion Oyj:n toimeksiantamana. Työskenneltyäni jo muutaman vuoden Orion Oyj:n inhalaattorituotannon parissa, koin tämän diplomityön tekemisen mielenkiintoiseksi, sillä pääsin sitä tehdessäni tutustumaan inhalaattorien toimitusketjuun entistä syvemmin ja samalla ”avartamaan hieman katsetta”. Usein nimittäin työvaiheet ja prosessit eri osastojen välisillä rajapinnoilla jäävät tuntemattomiksi, koska toimitusketju kokonaisuutena nähdään vain oman työpisteen näköpiiristä.

Vaikka diplomityö aiheeltaan oli mielenkiintoinen, oli sen aikataulutus kuitenkin haasteellista, sillä tein diplomityön vuorotyön ohella, mikä puolestaan rajoitti diplomityön toteutusmahdollisuuksia. Aihe oli myös laaja, sillä inhalaattorien toimitusketju koostuu lukuisista eri toiminnoista, jotka sisältävät monia työvaiheita ja paljon informaatiota. Diplomityön alkuvaiheessa toimitusketjun eri työvaiheiden lukuisa määrä ei ollut selvillä, jonka vuoksi diplomityötä jouduttiin myöhemmässä vaiheessa rajaamaan uudelleen.

Haluan kuitenkin antaa kiitokset haastatteluihin osallistuneille henkilöille ja erityiskiitokset diplomityöni ohjaajalle Samuli Puhakalle sekä tarkastajalle Tuomas Koiraselle neuvoista, ohjaamisesta ja kärsivällisyydestä.

Helsingissä 6.5.2016

Niina Oikarinen

SISÄLLYS

1 JOHDANTO ... 4
1.1 Työn tausta ... 4
1.2 Työn tavoitteet ja rajaukset ... 5
1.3 Orion Oyj ... 6
1.4 Inhalaattorituotanto ... 8
I KIRJALLISUUSOSA ... 10
2 LEAN-TUOTANTOMALLI ... 10
2.1 Arvo ... 13
2.2 Hukka ... 14
2.2.1 Muda ... 14
2.2.2 Muri ... 16
2.2.3 Mura ... 16
2.3 Arvovirta ... 17
2.4 Virtaus ... 17
2.5 Pull- eli imuohjaus ... 18
2.6 Täydellisyys ... 18
3 LEAN-TYÖKALUT ... 19
3.1 Kanban ... 19
3.2 Yksiosainen virtaus ja tahtiaika ... 19
3.3 Kaizen ... 20
3.4 5S ... 20
3.5 SMED ... 20
3.6 Arvovirtakuvaus (VSM) ... 21
4 IDEF0 -PROSESSIEN MALLINNUSMENETELMÄ ... 23
4.1 Symbolit ... 24
4.2 Kaaviot ... 26
4.3 Kaavioiden erityispiirteet ... 28
II SOVELTAVA OSUUS ... 30
5 TUTKIMUSSUUNNITELMA JA -MENETELMÄT ... 30
5.1 Haastattelut ... 30
5.2 Kaavioiden mallinnus ... 31
5.3 Työntutkimus ... 33
6 TULOKSET ... 35
6.1 Haastattelut ... 35
6.2 Kaaviot ... 36
6.3 Pakkausprosessi ... 36
6.3.1 Pakkausprosessin kuvaus ... 37
6.3.2 Työn mittaus ... 38
6.3.3 Pakkaajien arvoa lisäävät ja arvoa lisäämättömät työvaiheet ... 40
6.3.4 Pakkauskoneiden arvoa lisäävät ja arvoa lisäämättömät työvaiheet ... 42
6.3.5 Muut tunnusluvut ... 44
7 YHTEENVETOA IDEF0-MENETELMÄN SOVELTAMISESTA ARVOVIRTAKAAVIODEN LUOMISESSA ... 45
8 JOHTOPÄÄTÖKSET ... 46
LÄHTEET ... 49

LIITTEET

I HAASTATTELULOMAKE 1 JA 2
II KAAVIOPOHJA
III HAVAINNOINTILOMAKE
IV INHALAATTORITUOTANNON TOIMITUSKETJUN UIMARATAKAAVIO
V TYÖNTUTKIMUS
VI ARROW-DATA

LYHENTEET

5S	Työpisteiden organisointi- ja standardointityökalu
API	Active Pharmaceutical Ingredient, lääkkeen vaikuttava aine
C/O	Changeover time, vaihtoaika
C/T	Cycle time, sykliaika
HEIJUNKA	Tuotantoaikataulun tasapainottaminen
JIT	Just In Time, juuri oikeaan aikaan, japanilainen tuotantomalli
KAIZEN	Jatkuva parantaminen
KANBAN	Materiaalitarpeen ilmoittava signaali, esim. tyhjä materiaalilaatikko
MUDA	Hukka, arvoa lisäämätön toiminto
SMED	Single Minute Exchange of Dies, vaihtoaikojen vakiointimenetelmä
TAKT TIME	Tahtiaika eli taajuus, jolla asiakas ostaa tuotteen
TPS	Toyota Production System, Toyotan tuotantomalli
VSM	Value Stream Mapping, arvovirtakuvaus
WIP	Work In Process, keskeneräinen työ tai materiaali

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Lääkeyhtiö Orion Oyj valmistaa Espoon tehtaallaan muun muassa inhaloitavia Easyhaler®-jauheinhalaattoreita. Easyhaler® on Orionin kehittämä, kuivajauheen muodossa olevia lääkkeitä annosteleva inhalaattori ja niitä käytetään astman ja keuhkoahtaumataudin hoitoon. Astman hoitoon valmistettavia tuotteita ovat Budesonid Easyhaler®, Buventol Easyhaler® ja Beclomet Easyhaler® sekä keuhkoahtaumataudin hoitoon tarkoitettu Formoterol Easyhaler®. Budesonidi-formoteroli Easyhaler®- ja parhaillaan kehitteillä olevan flutikasoni-salmeteroli-yhdistelmälääkkeiden avulla voidaan puolestaan hoitaa samanaikaisesti sekä astmaa että keuhkoahtaumatautia.

Orionin valmistamien inhaloitavien lääkkeiden kysyntä on ollut viime vuosina nousujohteista. Easyhaler®-tuoteperheeseen kuuluvat valmisteet olivat vuonna 2014 Orion Oyj:n kolmanneksi myydyimpiä 35 miljoonan euron liikevaihdollaan. Kasvua vuoteen 2013 nähden oli 22 % (Orion Oyj 2015). Kysynnän on ennustettu vielä nousevan seuraavien vuosien aikana jo myynnissä ja vasta kehitteillä olevien yhdistelmälääkkeiden vuoksi.

Nykyisellään inhalaattorituotannon kattaa yhden massanvalmistustilan, kaksi täyttö- ja kokoonpanolinjaa sekä yhden pakkauslinjan. Easyhaler®-tuotteiden kysynnän kasvettua on osaston toiminnan kehitykseen ja tehostamiseen täytynyt panostaa entistä enemmän, jotta asiakkaiden tarpeet saadaan täytettyä myös tulevaisuudessa.

Osaston toiminnan kehittämiseen ja tehostamiseen on käytetty maailmalla eri yrityksissä sovellettua ja suuren suosion saavuttanutta lean-tuotantomallia. Kyseinen ajattelumalli käsittää viisi pääperiaatetta: 1. arvon määritys, 2. arvovirran tunnistus, 3. virtaus, 4. imuohjaus 5. täydellisyys (Womack ja Jones 2003, 16–26). Lean-tuotantomallin tarjoamia työkaluja, kuten 5S ja SMED oli osastolla jo aikaisemmin hyödynnetty. Tässä diplomityössä keskityttiin pääperiaatteisiin 1. ja 2. ja käsiteltiin lean-tuotantomallin mukaista työkalua, arvovirtakuvaamista (Value, Stream Mapping, VSM). Osaston toimitusketjua,

eikä myöskään sen eri työvaiheita ole kuvattu havainnollistavin prosessikaavioin, jonka vuoksi nähtiin tarpeelliseksi tehdä inhalaattorituotannon toimitusketjusta prosessikuvaukset. Näihin käytettiin arvovirtakuvaamista, jotta toimitusketjun nykytila saatiin selville.

1.2 Työn tavoitteet ja rajaukset

Työn tavoitteena oli luoda kokonaiskuva inhalaattorituotannon toimitusketjusta nykytilassaan. Toimitusketjun nykytilan kuvaamiseen käytettiin arvovirtakuvaamista (VSM). Arvovirtakuvaaminen kattoi koko prosessin raaka-aineiden ja muiden materiaalien hankinnasta tuotteiden valmistukseen, pakkaamiseen ja asiakkaille toimittamiseen saakka. Tavoitteena oli myös luoda Orion Oyj:lle työkalu arvovirtakarttojen luomiseen, mikä toimisi tulevaisuudessa apuna ja mallina myös muiden osastojen prosessien kuvaamisessa.

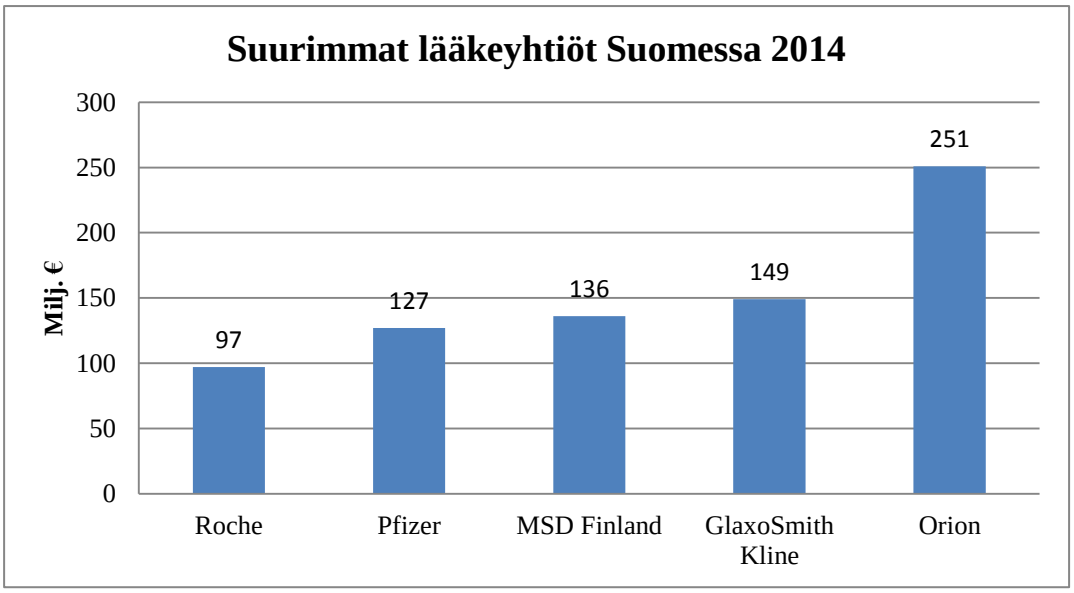
Alkuperäisenä tavoitteena oli kartoittaa ja kuvata inhalaattorituotannon koko toimitusketjun eri prosessien muodostama arvovirta kokonaisuudessaan, mutta diplomityön laajuudesta johtuen sitä jouduttiin myöhemmässä vaiheessa rajaamaan uudelleen. Inhalaattorituotannon toimitusketjun kaikki prosessit kuvattiin kaavioin, mutta varsinainen arvovirran määrittäminen tehtiin ainoastaan toimitusketjun yhdestä osiosta, inhalaattorituotannon pakkausprosessista. Tarkempi prosessikuvaus materiaali- ja informaatiovirtoineen määritettiin pakkausprosessista, josta myös osoitettiin arvoa lisäävät ja arvoa lisäämättömät toiminnot. Työ rajattiin myös koskemaan ainoastaan nykytilan kartoittamista, joten tavoitetilan kuvaaminen jätettiin työn ulkopuolelle.

Työ koostuu kahdesta osasta: kirjallisuusosasta ja soveltavasta osuudesta. Koska työn tavoitteena oli kuvata inhalaattorituotannon toimitusketjun prosessit, ja leanissa puolestaan on kyse kokonaisesta tuotantofilosofiasta ja johtamiskulttuurista, keskityttiin kirjallisuusosuudessa enemmän yleisiin lean-käsitteisiin ja arvovirta- ja prosessikuvaamiseen. Soveltavassa osuudessa kuvattiin miten kaaviot toteutettiin ja jäljempänä esitettiin johtopäätelmät.

1.3 Orion Oyj

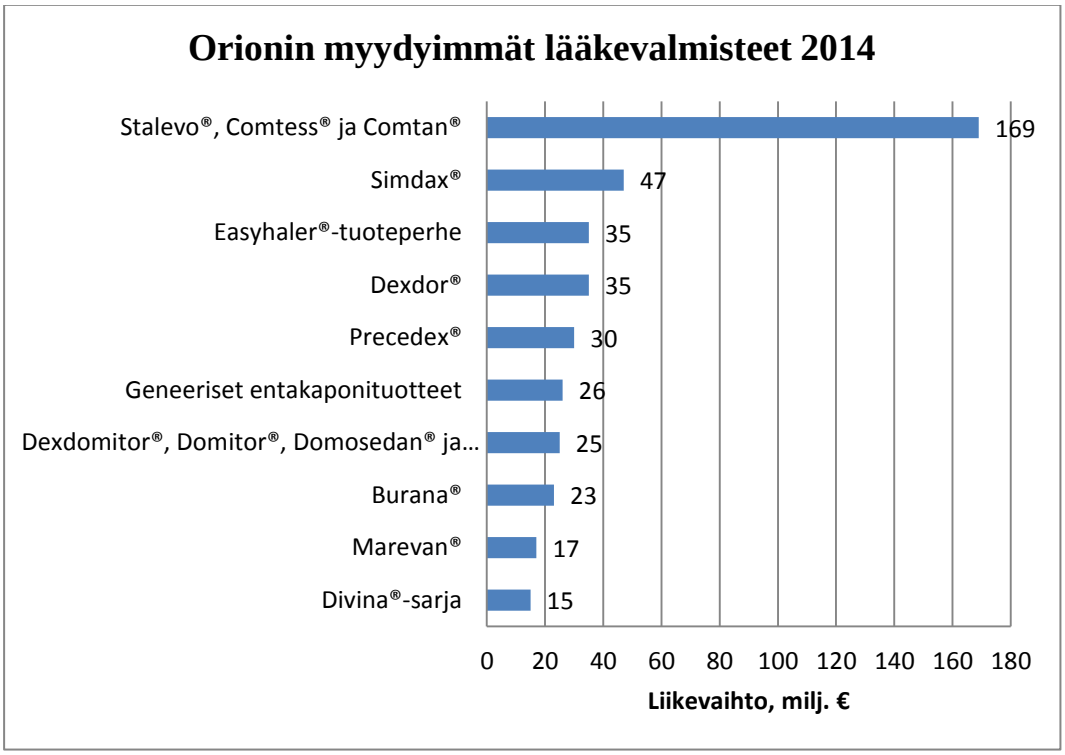
Orion Oyj on suomalainen, maailmanlaajuisesti toimiva lääkkeiden ja diagnostisten testien kehittäjä. Orion kehittää, valmistaa ja markkinoi ihmis- ja eläinlääkkeitä, lääkkeiden vaikuttavia aineita sekä diagnostisia testejä. Orionin liiketoiminta jakaantuu lääkeliiketoimintaan ja diagnostiikkaliiketoimintaan. Lääkeliiketoimintaan kuuluvat tulosyksiköt ovat Alkuperälääkkeet, Erityistuotteet ja Eläinlääkkeet sekä lääkkeiden vaikuttavia aineita kehittävä ja valmistava Fermion. Diagnostiikkaliiketoimintaan puolestaan kuuluu tulosyksikkö Orion Diagnostica. Orionilla on tuotantoa kuudella eri paikkakunnalla Espoossa, Turussa, Kuopiossa, Salossa, Hangossa ja Oulussa. Työntekijöitä vuoden 2014 lopussa oli yhteensä 3450. (Orion Oyj 2015)

Vuonna 2014 Orion johti selvästi 251 miljoonan euron osuudellaan Suomen ihmislääkemarkkinoita (kuva 1), joiden tukkumyyntihinta oli yhteensä 2167 miljoonaa euroa (Orion Oyj 2015).



Kuva 1. Suurimmat lääkeyhtiöt Suomessa vuonna 2014 (Orion 2015).

Orionin kolme myydyintä tuotetta vuonna 2014 olivat Parkinsonin tautiin käytettävät Stalevo®, Comtess® ja Comtan®, tehohoitorauhoite Dextor® sekä astmaan ja keuhkoahtaumatautiin käytettävät Easyhaler®-tuoteperheen tuotteet. Orionin vuonna 2014 myydyimmät lääkevalmisteet ovat esiteltynä kuvassa 2.



Kuva 2. Orionin myydyimmät lääkevalmisteet vuonna 2014.

Orion panostaa jatkuvasti uusien lääkkeiden sekä hoitotapojen tutkimiseen ja kehittämiseen yhteistyössä maailman johtavien tutkimuslaitosten, yliopistojen ja muiden lääkeyritysten kanssa. Tutkimuksen ydinterapia-alueisiin kuuluvat keskushermostosairaudet, syöpäsairaudet ja hengityselinsairaudet, joiden hoitoon Orion kehittää inhaloitavia Easyhaler®-tuotteita. (Orion Oyj 2015)

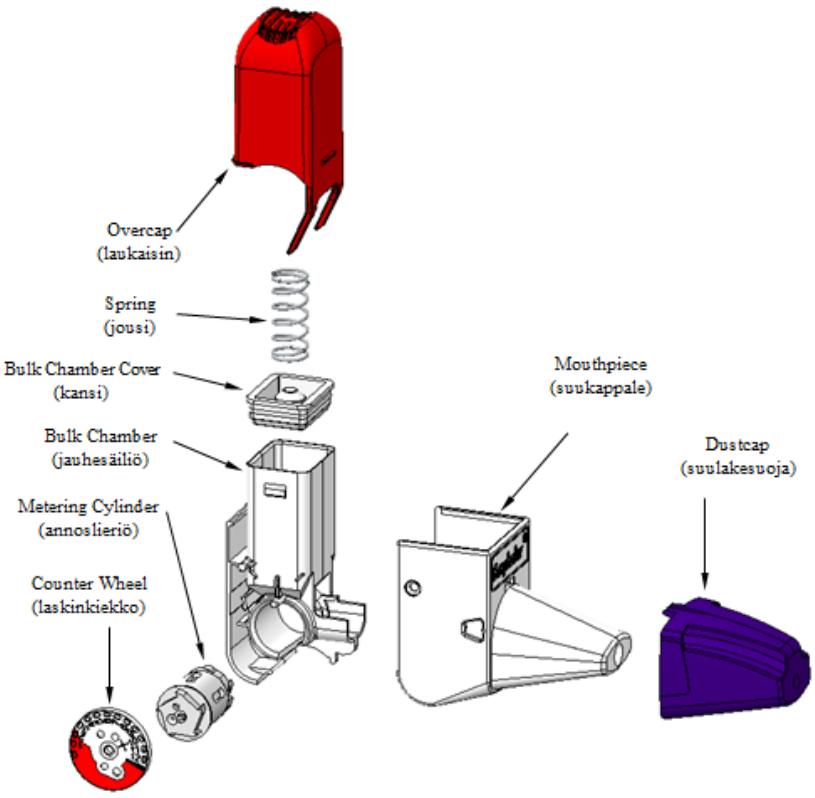
Orionin missioihin ja strategisiin tavoitteisiin kuului vuonna 2015 kannattavuuden vahva kehittyminen ja markkinoita nopeampi kasvu, uusien innovatiivisten ja kustannustehokkaiden lääkkeiden ja hoitotapojen tuominen potilaille, työskentely yhdessä asiakkaan hyväksi sekä toiminnan jatkuva parantaminen kestävän kehityksen alueella. (Orion Oyj, 2015)

1.4 Inhalaattorituotanto

Orionin Espoossa sijaitsevan lääketehtaan inhalaattorituotannossa työskentelee 22 prosessinhoitajaa/pakkaajaa, kolme työnjohtajaa, tuotantoavustaja ja tuotantopäällikkö. Inhalaattorituotanto koostuu massanvalmistus- ja täyttöprosessista sekä inhalaattorien pakkaamisesta. Massanvalmistusta ja täyttöä tehdään katkeavassa kolmessa vuorossa, pakkaamista kahdessa.

Massanvalmistusvaiheessa valmistetaan inhalaattoreihin annosteltava ja keuhkoihin inhaloitava kuivalääkejauhe. Massa koostuu vaikuttavasta lääkeaineesta (Active Pharmaceutical Ingredient, API) ja apuaineista. Massa sekoitetaan ja seulotaan. Tuotteesta riippuen sekoituksia ja seulontavaiheita on eri määrä.

Täyttöprosessissa inhalaattori kokoonpannaan komponenteista, minkä sisälle annostellaan lääkejauhe. Kuvasta 3 poiketen esikoottu laite, joka koostuu jauhesäiliöstä, annoslieriöstä, annoskiekosta ja suukappaleesta, toimitetaan Orionille jo valmiiksi kokoonpantuna.



Kuva 3. Inhalaattorin muodostavat komponentit

Kokoonpanotyö ja jauheen annostelu inhalaattoriin tapahtuu täyttölinjalla. Esikoottuun laitteeseen annostellaan lääkejauhe, jonka jälkeen laitteeseen asennetaan kansi, jousi, laukaisin ja suulakesuoja.

Täyttöprosessin jälkeen inhalaattorit pakataan myyntipakkauksiin.

I KIRJALLISUUSOSA

2 LEAN-TUOTANTOMALLI

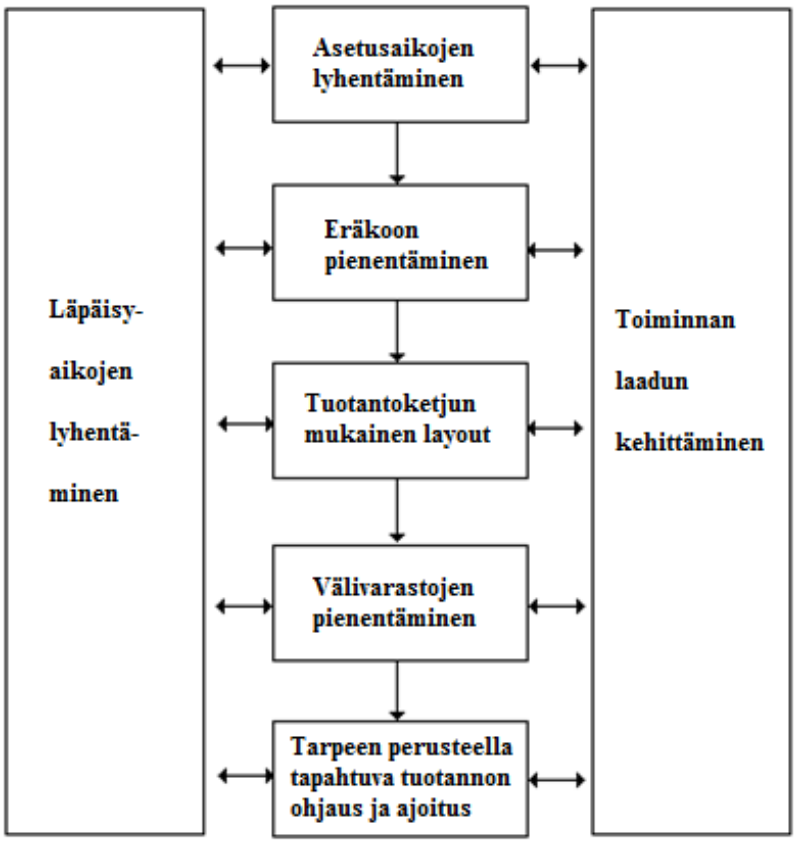
Lean-tuotantomalli syntyi Japanissa autoteollisuudessa toisen maailman sodan jälkeen. Sen esikuvana pidetään autonvalmistaja Toyotan kehittämää tuotantojärjestelmää (Toyota Production System, TPS). Toyotan tuotantojärjestelmä loi uuden tavan katsoa asioita, ymmärtää ja tulkita mitä prosessissa tapahtuu. Toyota ei pelkästään suunnitellut autoja nopeammin ja kilpailukykyisin hinnoin, vaan sillä oli lisäksi taito suunnitella ja valmistaa autoja niin, että se johti ennennäkemättömään yhdenmukaisuuteen prosessissa ja tuotteessa. (Liker 2004, 3, 7)

Toyotan tuotantojärjestelmä tunnetaan Toyotan ulkopuolella paremmin nimellä lean tai lean-tuotanto, koska kahden TPS:ään pohjautuneen menestyksekkään kirjan ”The Machine That Changed the World” ja ”Lean Thinking” kirjoittajat tekivät nuo termit tunnetuiksi. (Liker 2004, 15). Lean-tuotanto levisi ensin autoteollisuuden parissa ja sieltä edelleen muualle teollisuuteen. Vaikka lean kehitettiin teollisuuden parissa, on sitä sovellettu useisiin eri toimintoihin. Näistä esimerkkeinä ovat hankinta, logistiikka, huolto, myynti ja laskentatoimi. Leania on sovellettu myös esimerkiksi muilla toimialoilla, kuten pankki- ja vakuutustoiminnassa, päivittäistavarakaupassa, konsultti-toiminnassa, media- ja viihdealalla, terveydenhuollossa, lääketeollisuudessa, televiestinnässä ja IT-alalla. (Åhlström ja Modig, 2013, 84) Lean-tuotantomalli on tunnustettu osa myös prosessi- ja tehdassuunnittelua (Seider *et al* 2009, luku 25). Esimerkiksi prosessi- ja tuotekehityksessä leania on käytetty yhdessä tilastollisen analyysimenetelmä Six Sigman kanssa tuottavuuden parantamisessa ja työkaluna hukan ja tuotevirheiden eliminoimisessa vähentämällä valmistusprosesseissa esiintyvää vaihtelua (Seider *et al* 2009, 662, 667).

Leanin tulkintatapoja on monia. Lean on kehittynyt ajan myötä TPS:ää käsittelevien kirjojen rinnalla, mutta se kytkeytyy vahvasti edelleen TPS:ään (Åhlström ja Modig, 2013, 84). Lean-ajattelumalli perustuu myös Japanissa kehitettyyn JIT-tuotantoon (Just in Time, juuri oikeaan aikaan), jossa perinteisestä

massatuotannosta poiketen pyritään valmistaan tuotteita pienissä erissä, vain välittömän tarpeen verran ja toistuvasti lyhyin väliajoin. Puolestaan massatuotannossa, joka juontaa juurensa Frederick Taylorin 1900-luvun alun ”tieteelliseen liikkeenjohtoon”, pyritään kustannukset pitämään alhaisina toteuttamalla valmistus ja hankinnat mahdollisimman suurissa erissä. JIT-tuotannossa materiaalivirrat pidetään ohuina ja nopeina ja materiaalit toimitetaan suoraan käyttöpisteisiin todellisen tarpeen mukaisesti. Liikatuotantoa ja varmuusvarastoja pyritään välttämään ja tuotannon läpimenoaikaa alentamaan. Näin saadaan pienennettyä toimintaan sitoutunutta pääomaa. (Haverila *et al.* 2009, 361–362, Liker 2006, 8)

JIT-tuotannon yhtenä lähtökohtana on laitteiden asetusaikojen lyhentäminen asetustekniikkaa ja -menetelmiä kehittämällä (kuva 4). Lyhyiden asetusaikojen avulla voidaan pienentää eräkokoja kannattavuuden kärsimättä. Lyhyiden asetusaikojen avulla saadaan tuotannon läpäisyaikoja lyhennettyä ja resurssien käyttöastetta nostettua. Välivarastoja voidaan puolestaan pienentää kehittämällä layout-ratkaisuja työn etenemisen mukaisiksi. Lyhyellä läpimenoajalla mahdollistetaan puolivalmiste- ja lopputuotevarastojen pieneneminen, koska tuotetta voidaan valmistaa nopeasti lisää. Tämä lopulta mahdollistaa tuotteen valmistamisen tilauksen perusteella ilman varastointia. (Haverila *et al.* 2009, 428–429)



Kuva 4. JIT-tuotannon kehittämisvaiheet (Haverila *et al.* 2009, 429).

JIT-tuotannon tehokkuus perustuu tuotteen nopeaan läpäisyaikaan ja toiminnan korkeaan laatuun. Laatua pyritään jatkuvasti kehittämään parantamalla tuotantoprosesseja ja poistamalla turhia toimintoja. Kysyntä sekä asiakkaiden nopeasti muuttuvat tarpeet pystytään tyydyttämään nopeasti mukautuvan tuotantoprosessin ansiosta. (Haverila *et al.* 2009 428–429)

Lean-tuotantomallia voidaan pitää alkuperäistä JIT-tuotantoa laajempana käsitteenä. Lean-ajattelumallissa keskitytään asiakaspalvelun parantamiseen sekä läpimenoajan lyhentämiseen vähentämällä tai poistamalla turhia toimintoja, jotka lisäävät kustannuksia, mutta eivät tuo lisäarvoa. Ehkä yksi tunnetuin tulkintatapa on ”Lean thinking ” -kirjan kirjoittajien James P. Womackin ja Daniel T. Jonesin (2003) esittämä malli, jossa lean-ajattelumalli tiivistetään viiteen pääperiaatteeseen:

1. Arvon määritys
2. Arvovirran tunnistus

3. Virtaus
4. Imuohjaus
5. Täydellisyys

Ensimmäisessä vaiheessa määritetään tuotteen tai palvelun arvo asiakkaan näkökulmasta. Tämän jälkeen muodostetaan arvovirta tunnistamalla kaikki tuotteen tai palvelun valmistamiseen käytettävät vaiheet, määritetään niistä arvoa tuottavat ja poistetaan ne, jotka eivät tuo arvoa eli ovat hukkaa. Kun arvo on määritetty ja arvovirta tunnistettu, järjestetään arvoa tuottavat vaiheet niin, että ne virtaavat. Kun virtaus on järjestetty, valmistetaan sitä, mitä asiakas haluaa silloin, kun asiakas haluaa. Näin asiakas vetää, toisin sanoen ”imee”, tuotetta itseään kohti, päinvastaisena sille, että tuotetta työnnettäisiin asiakasta kohti. Kun nämä neljä vaihetta on toteutettu, aloitetaan prosessi uudestaan alusta ja sen parantamista jatketaan kohti täydellisyyden tavoittelua. (Womack ja Jones 2003, 16–26)

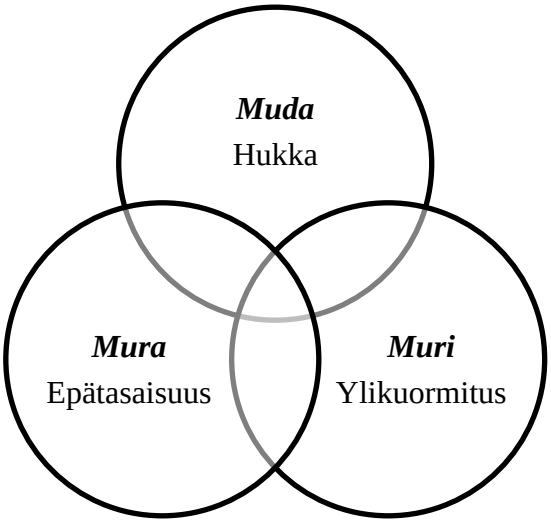
2.1 Arvo

Lean-ajattelumallin tärkeimpiä periaatteita on arvon määritteleminen. Arvo määritetään aina asiakkaan näkökulmasta. Asiakas voi olla joko sisäinen asiakas, tuotantolinjan seuraavassa vaiheessa oleva asiakas tai loppukäyttäjä eli ulkoinen asiakas. Prosessista, oli kyse sitten esimerkiksi valmistuksesta, tiedottamisesta tai palvelusta, voidaan erottaa lisäarvoa tuottavat vaiheet lisäarvoa tuottamattomista. Arvoa lisää tuotteen, palvelun tai toiminnon fyysinen tai tiedollinen muuntuminen joksikin, mitä asiakas haluaa. (Liker 2006, 9, 27) Arvoa tuottavien toimintojen aikana tuote tai palvelu jalostuu jollain tavalla (Åhlström ja Modig, 2013, 23).

Arvo käsittää kaiken sen, mikä muodostaa arvoa asiakkaalle tai loppukäyttäjälle. Arvon voidaan ajatella käsittävän oikeita osia ja määriä oikeassa paikassa oikeaan aikaan. Sillä tarkoitetaan myös tuotteita tai palveluja, jotka tekevät sen, mitä asiakas haluaa, tekevät sen hyvin ja toistuvasti sekä ovat saatavilla silloin, kun asiakas haluaa siihen hintaan, mistä asiakas on valmis maksamaan. Ideaalinen tuote voi saavuttaa kaikki asiakkaan toiveet ja se tuotetaan ilman hukkaa sekä hyödyntämällä hyvin materiaaleja. (Arnold *et al.* 2008, 430–431)

2.2 Hukka

Arvon vastakohta on hukka ja lean-ajattelumallissa siitä käytetään japanilaista termiä *muda*. Hukasta käytetään kuitenkin myös kahta muuta termiä, *muri* ja *mura* (Liker 2006, 114). Nämä kolme hukan termiä ovat yhtä tärkeitä ja muodostavat yhdessä hukan kokonaisuuden (kuva 5).



Kuva 5. Kolme hukan termiä (Liker 2006, 115).

2.2.1 Muda

Muda tarkoittaa lisäarvoa tuottamatonta työtä ja toimintoja, jotka pidentävät läpimenoaikoja. Mudalla tarkoitetaan myös toimintoja, jotka aiheuttavat turhaa liikettä osien tai työkalujen saamiseksi, luovat ylimääräistä varastoa tai aiheuttavat odottelua. Muda luokitellaan seitsemään hukan päätyyppiin, mutta näiden lisäksi on olemassa myös kahdeksas hukkatyyppi (Liker 2006, 28–29, 114):

1. Ylituotanto
2. Odotus
3. Tarpeeton kuljetus
4. Ylikäsittely tai virheellinen käsittely
5. Tarpeeton varastointi
6. Tarpeeton liikkuminen
7. Virheet
8. Osaamisen alihyödyntäminen

Ylituotanto: Ylituotannolla tarkoitetaan tilaamattomien tuotteiden valmistamista ja tuotteiden valmistamista aikaisemmin tai suurempia määriä kuin todellinen tarve on. Tästä syntyy muuta hukkaa, kuten tarpeetonta henkilökunnan palkkaamista, liikavarastointia ja liikavarastoinnin seurauksena ylimääräisiä kuljetuskustannuksia. (Liker ja Meier 2006, 35)

Odotus: Hukkaa syntyy myös esimerkiksi työntekijöiden odottaessa seuraavaa työvaihetta, työkalua, osaa tai materiaalin toimitusta. Odotusta syntyy myös työntekijöiden seuratessa automatisoitua konetta. (Liker ja Meier 2006, 35–36) Tuotanto tulisikin järjestää niin, että kaikelta tarpeettomalta odottelulta vältyttäisiin sekä työntekijöiden että koneiden osalta (Åhlström ja Modig, 2013, 75).

Tarpeeton kuljetus: Tarpeetonta kuljetusta syntyy materiaalien sekä osien tai lopputuotteiden kuljettamisesta prosessien välillä tai tuotannosta varastoon (Liker ja Meier 2006, 36). Materiaalien ja tuotteiden kuljetusta tulee välttää mahdollisimman paljon, mihin voidaan vaikuttaa esimerkiksi muuttamalla tehtaan tilaratkaisuja (Åhlström ja Modig, 2013, 75).

Ylikäsittely tai virheellinen käsittely: Hukkaa syntyy tarpeettomien vaiheiden suorittamisesta. Hukkaa syntyy myös tehottomasta käsittelystä kehnon työkalun tai tuotesuunnittelun vuoksi. Hukkaa on myös laadukkaampien tuotteiden tuottaminen kuin on välttämätöntä ja ajankäyttäminen asiakkaan näkökulmasta epäolennaisiin asioihin. (Liker ja Meier 2006, 36, Kouri 2011, 11).

Tarpeettomat varastot: Varastoinnista syntyy aina tarpeettomia kustannuksia. Näin ollen ylimääräisen materiaalin, keskeneräisen tuotteen tai lopputuotteiden varastointi lisää kustannuksia entisestään. Liian suuret varastot voivat kätkeä ongelmia, kuten tuotannon epätasapainoa, myöhästyneitä toimituksia alihankkijoilta, vikoja ja pitkiä seisotusaikoja. (Liker ja Meier 2006, 36)

Tarpeeton liikkuminen: Hukkaa oat kaikki ne ylimääräiset liikkeet, joita työntekijät joutuvat ottamaan löytääkseen esimerkiksi oikeat työkalut tai osat (Liker ja Meier 2006, 36). Toiminta tulisi suunnitella niin, ettei työntekijöiden tarvitse siirtyä paikasta toiseen tehdessään erilaisia tehtäviä (Åhlström ja Modig, 2013, 75).

Tarpeettomat virheet: Virheet aiheuttavat katkoksia sujuvaan työskentelyyn. Jos virheen aiheuttanutta tekijää ei heti tunnisteta ja korjata, aiheuttaa tämä entisestään häiriötä seuraavassa työvaiheessa. Virheellisiä tuotteita voidaan joutua heittämään pois tai osia uudelleen työstämään, korjaamaan tai tarkastamaan. Tästä aiheutuu tarpeetonta käsittelyä, hukattua aikaa ja turhaa työtä (Liker ja Meier 2006, 36)

Osaamisen alihyödyntäminen: Hukkaa on myös työntekijöiden osaamisen ja luovuuden alihyödyntäminen. Jos työntekijöitä ei kuunnella ja heidän luovuuttaan ei myöskään hyödynnetä, menetetään aikaa, ideoita, taitoja, parannusehdotuksia ja oppimismahdollisuuksia. (Liker ja Meier 2006, 36)

2.2.2 Muri

Termillä muri tarkoitetaan ihmisten ja laitteiden kapasiteetin ylikuormitusta. Sillä tarkoitetaan koneen tai työntekijän työntämistä yli luonnollisten rajojen. Toisinaan tuotantojärjestelmissä voi olla kysynnän piikkejä, jolloin vaaditaan ihmiset ja koneet työskentelemään kovemmin kuin he tehokkaasti pystyvät. Sen seurauksena ihmisistä ja koneista tulee ylikuormitettuja. Lopulta ihmisten ylikuormittaminen voi aiheuttaa turvallisuus- ja laatuongelmia, laitteiden ylikuormittaminen puolestaan laitekatkoksia ja -vikoja. (Liker 2006, 114–115)

2.2.3 Mura

Muralla tarkoitetaan epätasaisuutta, mikä aiheutuu kahden muun hukan, mudan ja murin, seurauksena. Toisinaan tuotantojärjestelmissä on enemmän työtä kuin ihmiset tai koneet voivat käsitellä, toisinaan taas työtä on liian vähän. Epätasaisuus johtuu epäsäännöllisestä tuotantoaikataulusta tai tuotantomäärien heilahtelusta esimerkiksi laiterikkojen tai osien puuttumisen vuoksi. Käsitteellä *heijunka* tarkoitetaan työaikataulun tasapainottamista sekä volyymin että tuotevalikoiman suhteen. Tuotteita ei valmisteta todellisen asiakaskysynnän mukaan, mikä voi välillä vaihdella paljonkin, vaan ajanjakson tilaukset tasoitetaan niin, että valmistetaan tuotteita sama määrä ja valikoima päivittäin. Heijunka on

täten elintärkeää muran poistamiseksi ja edelleen murin ja mudan eliminoimiseksi. (Liker 2006, 114–116)

2.3 Arvovirta

Arvovirralla tarkoitetaan kaikkia niitä toimintoja, jotka vaaditaan tuotteen tai palvelun jalostamiseksi. Kun toiminnot tunnistetaan ja laitetaan toteutusjärjestykseen, muodostuu niistä arvovirta. Arvovirran toiminnot voidaan jakaa kolmeen osaan: 1. asiakkaan näkökulmasta lisäarvoa tuottaviin toimintoihin, 2. lisäarvoa tuottamattomiin, mutta tuotteen tai palvelun jalostamisessa välttämättömiin toimintoihin ja 3. lisäarvoa tuottamattomiin toimintoihin. (Womack ja Jones 2003, 19–20) Lisäarvoa tuottavia toimintoja ovat vaiheet, josta asiakas on valmis maksamaan. Lisäarvoa tuottamattomat, mutta välttämättömät toiminnot ovat vaiheita, jotka eivät tuo lisäarvoa asiakkaalle, mutta ovat kuitenkin välttämättömiä työvaiheita, kuten tarkastukset ja dokumentointi. Lisäarvoa tuottamattomat toiminnot ovat hukkaa esimerkiksi odottelu, kävely ja työn uudelleen tekeminen. (Liker 2006, 280) Arvoa tuottamattomat toiminnot pyritään poistamaan prosessista ja arvoa tuottavia toimintoja puolestaan vahvistamaan. (Kouri 2011, 8)

2.4 Virtaus

Kun arvoa tuottamattomat toiminnot on poistettu prosessista, järjestetään arvoa tuottavat toiminnot niin, että tuote virtaa prosessissa eteenpäin ilman pysähdyksiä (Kouri 2011, 8). Virtaus ohjaa materiaalia liikkumaan tuotantovaiheesta toiseen ja sen avulla lyhennetään aikaa, joka kuluu raaka-aineista valmiiksi tuotteiksi tai palveluiksi jalostamiseen. Esimerkiksi asiakkaan tehdessä tilauksen, käynnistää se prosessin, jossa noudetaan tilauksen vaatima määrä materiaaleja. Materiaalit toimitetaan tehtaalle, jossa työntekijät valmistavat välittömästi materiaaleista tuotteen ja tuote toimitetaan sen jälkeen välittömästi asiakkaalle. Virtauksen edellytyksenä on se, että kukaan ei tuota mitään ennen kuin prosessin seuraava henkilö tai vaihe tarvitsee sitä. (Liker 2006, 87–88, 90). Keinoina lyhentää aikaa valmiiden tuotteiden jalostamiseksi ovat hukan poistaminen ja esimerkiksi

laitteiden sijoittelu niin, että materiaalivirrat vaiheesta toiselle on lyhyitä ja suoria. Aikaa saadaan vähennettyä myös kuljetusmatkoja lyhentämällä ja puskurivarastoja pienentämällä. (Kouri, 2011, 8)

2.5 Pull- eli imuohjaus

Imuohjauksessa tuotanto käynnistetään asiakkaan kysynnästä, kun taas perinteisessä työntöohjauksessa tuotanto aloitetaan jo ennen välitöntä tarvetta ja tavaraa valmistetaan varastoon. Työntöohjauksessa tuotantoerä ”työnnetään” ja ohjataan eri tuotantovaiheiden läpi erillisen tuotantosuunnitelman mukaisesti, kun taas lean-ajattelumallin mukaisessa imuohjauksessa ohjataan tuotantoa asiakkaan kysynnän mukaan. Imuohjaus perustuu siihen, että tuotteita tai osia valmistetaan vain välittömän tarpeen verran, jotta vältytään ylituotannolta. (Haverila *et al*. 2009, 422, Liker 2006, 37)

Imuohjauksessa tuotetaan tuotantoprosessin asiakkaille se, mitä he haluavat, silloin kuin he haluavat ja sen verran kuin he haluavat. (Liker 2006, 37) Imuohjaus määrittelee milloin materiaali siirretään vaiheesta toiseen. (Liker ja Meier 2006, 94).

Imuohjaus toteutetaan pienten, nopeasti kiertävien puskurivarastojen avulla. Imuohjauksessa materiaalien tarvesignaali saadaan seuraavasta työvaiheesta ja täten materiaalien tarvesignaalit etenevät lopusta alkuun päin. Materiaalien tilausimpulssi syntyy, kun seuraava vaihe käyttää materiaaleja imu-ohjauspuskurista. Kun materiaaleja on käytetty tästä puskurista, ilmoitetaan materiaalien täydennystarve esimerkiksi tilauskortin eli kanban-kortin avulla. (Haverila *et al*, s. 422).

2.6 Täydellisyys

Kun nämä kaikki edeltävät vaiheet on toteutettu eli arvo määritetty, arvovirta tunnistettu, arvovirran arvoa tuottavat vaiheet laitettu toteutusjärjestykseen, laitettu prosessi virtaamaan ja ohjattu tuotantoa asiakkaan kysynnän eli imun mukaisesti, aloitetaan prosessi uudestaan alusta täydellisyyden tavoittamiseksi. Vaikka edeltävät vaiheet on jo toteutettu, löytyy aina parantamisen varaa.

Pyrkimyksenä on täten hukan täydellinen poistaminen siten, että kaikki arvovirran toiminnot ovat arvoa tuottavia. (Womack ja Jones, 2003, 25–26, 350)

3 LEAN-TYÖKALUT

Lean-tuotantomallin yhtenä tavoitteena on siis lyhentää aikajanaa hetkestä, jolloin asiakas tekee tilauksen, hetkeen, jolloin tuote toimitetaan asiakkaalle. Työkaluja tämän saavuttamiseksi ovat esimerkiksi kanban, yksiosainen virtaus ja tahtiaika (Takt Time), kaizen, 5S, SMED sekä arvovirtakuvaus (Value Stream Mapping, VSM).

3.1 Kanban

Tilausimpulssi voidaan välittää tilauskortin eli kanbanin avulla. Kanbanin avulla osoitetaan materiaali- ja valmistustarpeet. Kanban voi olla esimerkiksi tyhjä materiaalilaatikko, jonka synnyttää signaalin materiaalitarpeesta. Laatikon kyljessä on kortti, jossa on tiedot tarvittavasta materiaalista. (Haverila *et al.* 2009, 422–423) Kanban-kortilla seurataan osien tai materiaalien kulkua prosessissa ”juuri oikeaan aikaan”.

3.2 Yksiosainen virtaus ja tahtiaika

Yksiosainen virtaus on imuohjauksen puhtain muoto. Yksiosaisessa virtauksessa otetaan vastaan asiakkaan tilaus ja tuotetaan yksi tuote asiakkaan tekemää tilausta varten. Yksiosainen virtaus on täten 100 % kysyntäpohjainen, ja varasto on nollassa. (Liker 2006, 105). Yksiosaisessa virtauksessa kappale siis siirtyy tuotantovaiheesta toiseen niin, ettei synny varastoa. Yksiosaisessa virtauksessa jokainen prosessin vaihe tuottaa yhden työvaiheen tahtiajassa (Takt Time) eli asiakkaan kysynnän vauhdissa. Tahtiajalla tarkoitetaan taajuutta, jolla asiakas ostaa tuotteen. Jos kappale toimitetaan nopeammin, syntyy ylituotantoa, jos hitaammin syntyy pullonkauloja. (Liker 2006, 94) Tahtiaika synkronoidaan asiakkaiden kysynnän tahtiin. Jos optimitilanteessa tuotantoprosessi on onnistuttu synkronoimaan hyvin, saadaan asiakkaiden tarpeet tyydytettyä ilman ylimääräistä varastointia ja hukkaa. (Arnold *et al*. 2008)

3.3 Kaizen

Japaninkielen sana kaizen tarkoittaa jatkuvaa parantamista. Kaizenin avulla keskitytään parantamaan yksittäistä prosessin osaa ja saavuttamaan lean-ajattelumallin päällimmäinen tavoite eli eliminoimaan hukka. (Arnold et al. 2008, 455) Kaizen-ajattelumallin mukaisesti mikään ei ole täydellistä ja kaikkea voi parantaa. Prosessi ei ole koskaan täydellinen. Riippumatta prosessin parannuskertojen määrästä, jokainen vaihe on täynnä hukkaa. Vaikka prosessi olisi täydellinen nyt, olosuhteet muuttuvat myöhemmin ja mukaan tulee lisää hukkaa. (Liker ja Convis 2012, 31)

3.4 5S

5S:n avulla pyritään organisoimaan ja standardisoimaan työpisteitä, poistamaan epäjärjestystä ja hukkaa. 5S tulee japaninkielisistä sanoista *seiri* (lajittele), *seiso* (siivoa), *seiton* (systematisoi, organisoi), *seiketsu* (standardisoi) ja *shitsuke* (seuraa). (Arnold *et al*. 2008, 456; Hellmann 2011, Kouri 2011, 26)

5S toteutetaan yleensä työpajatoimintana, jonka aluksi kaikki työpisteen työkalut ja välineet lajitellaan ja tarpeettomat hävitetään. Lajittelun jälkeen työpiste siivotaan ja pidetään siistinä. Kun työpiste on siivottu, työkalut järjestellään käyttötarpeen mukaan. Työkalut, joita tarvitaan päivittäin, sijoitetaan mahdollisimman lähelle työpistettä. Työkaluja, joita tarvitaan harvemmin, säilytetään kauempana. Kaikki työkalut, materiaalit ja tarvikkeet merkitään ja niille etsitään oma merkitty säilytyspaikka, josta ne on helppo noutaa ja palauttaa takaisin. Tämän jälkeen alue standardisoidaan eli luodaan yhteiset pelisäännöt ja vastuualueet. Pelisääntöjen ja vastuualueiden tarkoituksena on varmistaa, että kaikki osapuolet ovat vastuussa kokonaisuuden ylläpitämisessä. Lopuksi aluetta seurataan toistuvasti ja pidetään huolta siitä, että sovittuja tapoja, järjestystä ja siisteyttä pidetään yllä. (Arnold *et al*. 2008 456; Hellmann 2011.)

3.5 SMED

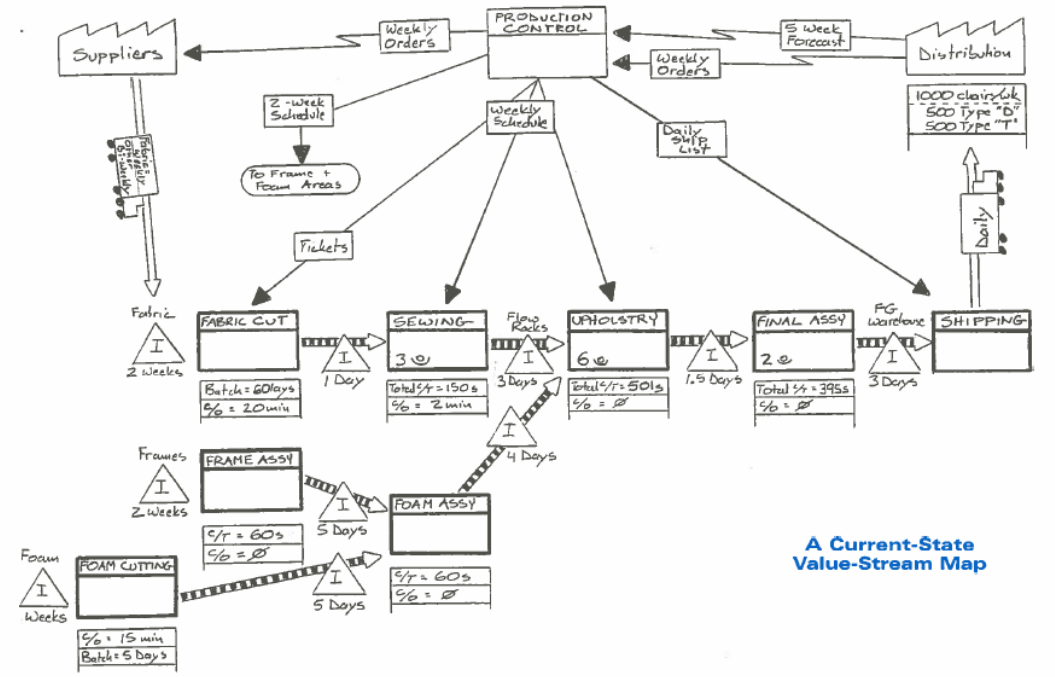
SMED, joka tulee englanninkielisistä sanoista *Single Minute Exchange of Dies*, tarkoitetaan vaihtoaikojen vakiointiin käytettyä menetelmää. Laitteen fyysinen tila

muutetaan toiseksi esimerkiksi työkalu-, materiaali- tai tuotevaihdon yhteydessä. SMED-menetelmällä pyritään lyhentämään ja vakioimaan näiden asetus- ja vaihtoaikaa. (Liker ja Meier 2006, 71–72)

3.6 Arvovirtakuvaus (VSM)

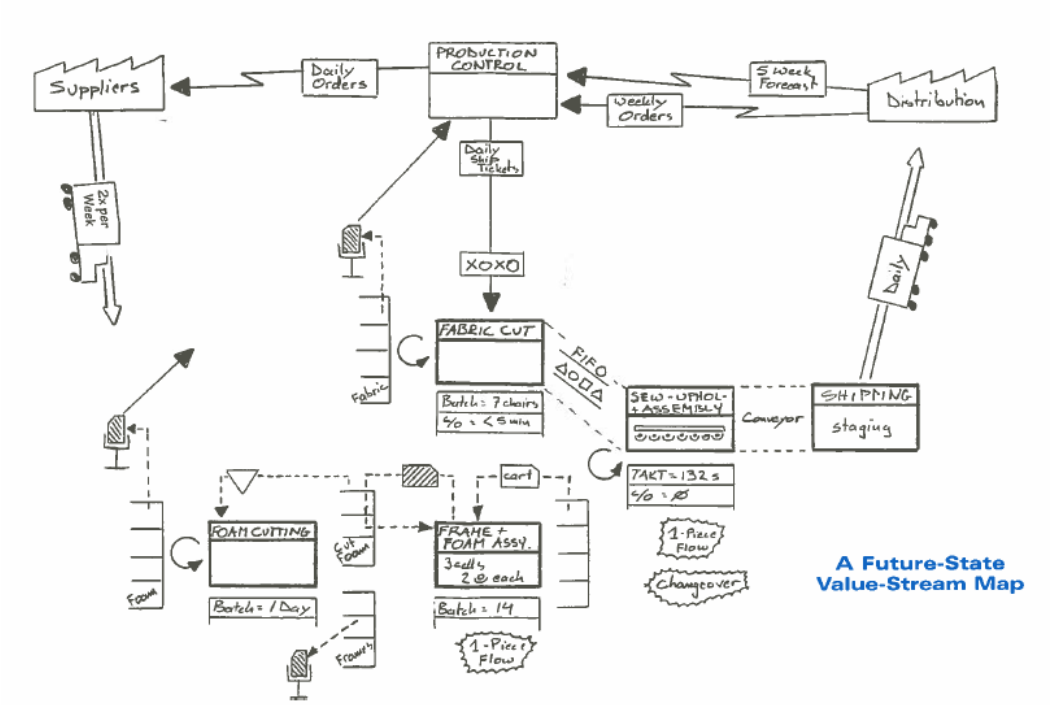
Arvovirtakuvauksen tavoitteena on kuvata tuotantoketjun materiaali- ja informaatiovirrat toimittajalta asiakkaalle asti. Arvovirtakuvan avulla nähdään tuotantoketjun hukkaa aiheuttavat kohdat ja osoitetaan arvoa lisäävät toiminnot. Arvovirtakuvauksen aluksi muodostetaan kuva yrityksen nykytilasta materiaali- ja informaatiovirtoineen, minkä visualisointiin käytetään erilaisia symboleja ja nuolia. Kuvasta nähdään arvoa lisäävät ja lisäämättömät prosessivaiheet varastotasoineen. Tämän perusteella muodostetaan uusi arvovirtakuva, jossa huomioidaan hukan vähentäminen ja läpimenoajan lyhentäminen. Uuden arvovirtakuvan tavoitteena on auttaa etsimään keinot ja strategiat, joilla tähän tavoitteeseen voidaan päästä. (Arnold *et al*. 2008, 455)

Yhden ehkä perinteisimmästä arvovirtakartan mallintamistavoista ovat esittäneet Rother ja Shook (2009). Heidän mallissaan arvovirtakuvaamisen ensimmäisenä vaiheena on tuoteperheen tunnistaminen, jonka mukaan arvovirtakuvaa aletaan piirtää. Tuoteperhe on tuotejoukko, joka virtaa samojen prosessivaiheiden ja laitteiden läpi. Koko prosessi käydään vaihe vaiheelta läpi ja joka vaiheesta kerätään kaikki saatavilla olevat tiedot ylös: sykliaika (cycle time, C/T), vaihto- tai asetusaika (changeover time, C/O), koneaika (on-demand machine time), eräkoko, varaston määrä, työntekijöiden määrä, tuotevariaatioiden määrä, työaika sekä hävikin määrä. Sykliajalla tarkoitetaan aikaa, joka kuluu prosessissa yhden kappaleen valmistamiseen, vaihtoajalla puolestaan aikaa, joka kuluu, kun vaihdetaan tuotannossa olevasta tuotteesta toiseen. Prosessivaiheista kootaan yhtenäinen kuva, jossa prosessit sekä materiaali- ja informaatiovirrat kuvataan erilaisin symbolein. Muodostetun kuvan ja kerättyjen tietojen perusteella voidaan arvioida hukan määrää ja laskea koko prosessin läpimenoaika sekä tuotteen arvoa lisäävä aika (kuva 6). (Rother ja Shook 2009, 9–27)



Kuva 6. Rotherin ja Schookin tapa arvovirran nykytilan mallintamiseen (Rother ja Shook 2009).

Arvovirtakuvaamisen tavoitteena on osoittaa prosessin arvoa lisäämättömät toiminnot eli kaikki mikä on hukkaa. Kun nykytilan arvovirtakuva on piirretty ja arvoa lisäämättömät toiminnot osoitettu, muodostetaan sen jälkeen uusi kuva tulevaisuuden ideaalitilasta. Tulevaisuuden ideaalitilan arvovirtakarttaa luodessa huomioidaan läpimenoajan lyhentäminen ja hukan vähentäminen. Tämä toteutetaan poistamalla prosessin arvoa tuottamattomat toiminnot ja laittamalla prosessin työvaiheet järjestykseen joko virtauksen tai imuohjauksen avulla ja ohjaamalla materiaalivirtoja esimerkiksi kanban-korteilla. (kuva 7). Arvovirtakuvauksen viimeiseen vaiheeseen kuuluu implementointisuunnitelman tekeminen tulevaisuuden tilan saavuttamiseksi. (Rother ja Shook 2009, 49, 75)



Kuva 7. Rotherin ja Schookin tapa arvovirran tulevaisuuden tahtotilan mallintamiseen (Rother ja Shook 2009).

Osa yleisesti käytössä olevista arvovirtakarttojen mallintamistavoista on hieman sekavia ja niitä voisi kuvata jopa ”lapsellisiksi” niiden sisältämine symboleineen. Osa arvovirtakartoista on puolestaan yksinkertaisia, mutteivät niinkään informatiivisia. Myös työvaiheet kuvataan usein työkokonaisuuksina, niitä sen enempää tarkentamatta. Tämän vuoksi inhalaattorituotannon toimitusketjun arvovirtakartan mallintamiseen päätettiin soveltaa IDEF0-prosessien mallinnus-menetelmää, jossa symbolit ovat selkeitä ja prosessikartta informatiivinen. IDEF0-menetelmä perustuu 1980-luvulla Yhdysvaltojen ilmavoimien luomaan prosessien mallinnustapaan ja se on kokonaisvaltainen tapa esittää laaja-alaisesti erilaisten yritysten valmistusprosesseja ja muita toimintoja. (FIPS 183 1993)

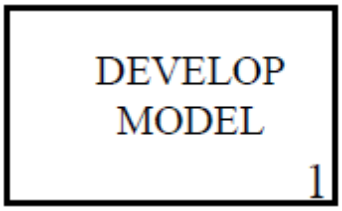
4 IDEF0 -PROSESSIEN MALLINNUSMENETELMÄ

IDEF0 (Integration Definition for Function Modelling) on prosessien mallinnusmenetelmä, joka koostuu hierarkkisessa järjestyksessä olevista kaavioista, jotka vaiheittain paljastavat enemmän ja enemmän informaatiota prosessista ja sen rajapinnoista. Sitä käytetään yritysten prosessien kuvaamiseen ja

se kertoo, mitä yksittäinen prosessi tekee, mikä ohjaa sitä, mitä se tuottaa ja mitä se tarvitsee tuottaakseen haluamansa lopputuloksen. Sen avulla voidaan kuvata ihmisten, koneiden, materiaalien, tietokoneistettujen järjestelmien ja informaation välisiä suhteita. (FIPS 183 1993, 7)

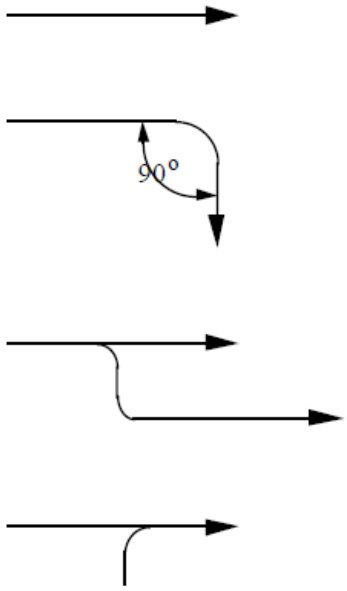
4.1 Symbolit

IDEF0-mallinnusmenetelmässä yksittäisen prosessin kuvaamiseen käytetään suorakulmaista laatikkoa (kuva 8). Prosessivaiheet nimetään yksiselitteisesti kahdella sanalla tarkoituksena kuvata, mitä kyseisessä prosessivaiheessa tapahtuu: tekemistä ilmaisevalla verbillä ja tekemiseen kohdistuvalla objektilla. Laatikko numeroidaan. (FIPS 183 1993, 9)



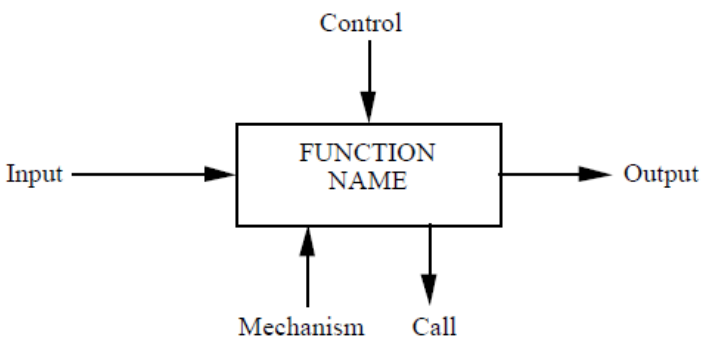
Kuva 8. Yksittäistä prosessivaihetta kuvaava laatikkosymboli. (FIPS 183 1993, 9)

Nuolilla puolestaan kuvataan prosessivaiheeseen liittyviä materiaali- ja informaatiovirtoja sekä ohjauksia (komentoja) ja resursseja. Nuolet piirretään suoriksi tai 90º kulmaan, nuolia ei piirretä diagonaalisesti. Nuolet voivat myös haarautua tai yhdistyä (kuva 9). Nuolet nimetään toimintoa kuvaavalla sanalla. (FIPS 183 1993, 9)



Kuva 9. Erityyppiset prosessivirtoja kuvaavat nuolet (FIPS 183 1993, 8–9).

Prosessivaiheet yhdistetään nuolien avulla. Nuolien suunnat osoittavat työvaiheeseen tulevat syötteet ja työvaiheesta lähtevät suoritteet. Syötteet muutetaan ja kulutetaan prosessivaiheessa suoritteiksi. Vasemmalta puolelta kohti laatikkoa tulevat nuolet ovat syötteitä ja laatikon oikealta puolelta lähtevät nuolet suoritteita. Laatikon yläpuolelta tulevat nuolet ovat ohjauksia (käskyjä). Laatikon alapuolelle tulevat nuolet ovat keinoja, joiden avulla syötteet muutetaan suoritteiksi, esim. laitteet ja koneet. Laatikon alapuolelta lähtevät nuolet ovat pyyntöjä, vaatimuksia tai keinoja jakaa tietoa kahden prosessin välillä (kuva 10). (FIPS 183 1993, 10–11)

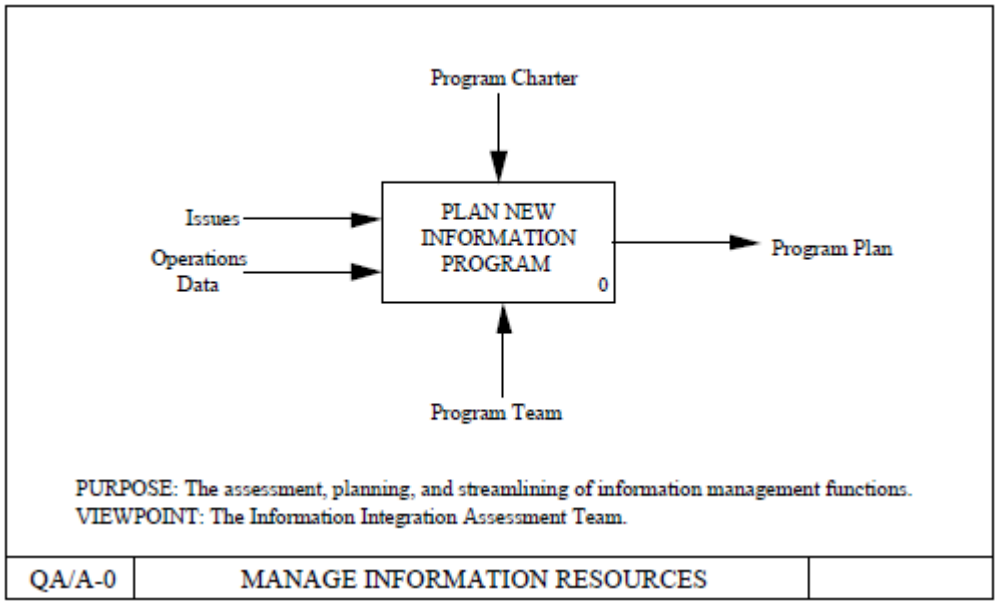


Kuva 10. Prosessivaiheeseen liittyvät nuolityypit (FIPS 183 1993, 11).

4.2 Kaaviot

IDEF0-kaaviot koostuvat kolmesta osasta: kaavio, tekstiosio ja hakemisto. Kaaviossa kuvataan itse prosessi, tekstiosiossa avataan enemmän kaavion sisältöä ja hakemiston avulla havainnollistetaan kaavion rakenne.

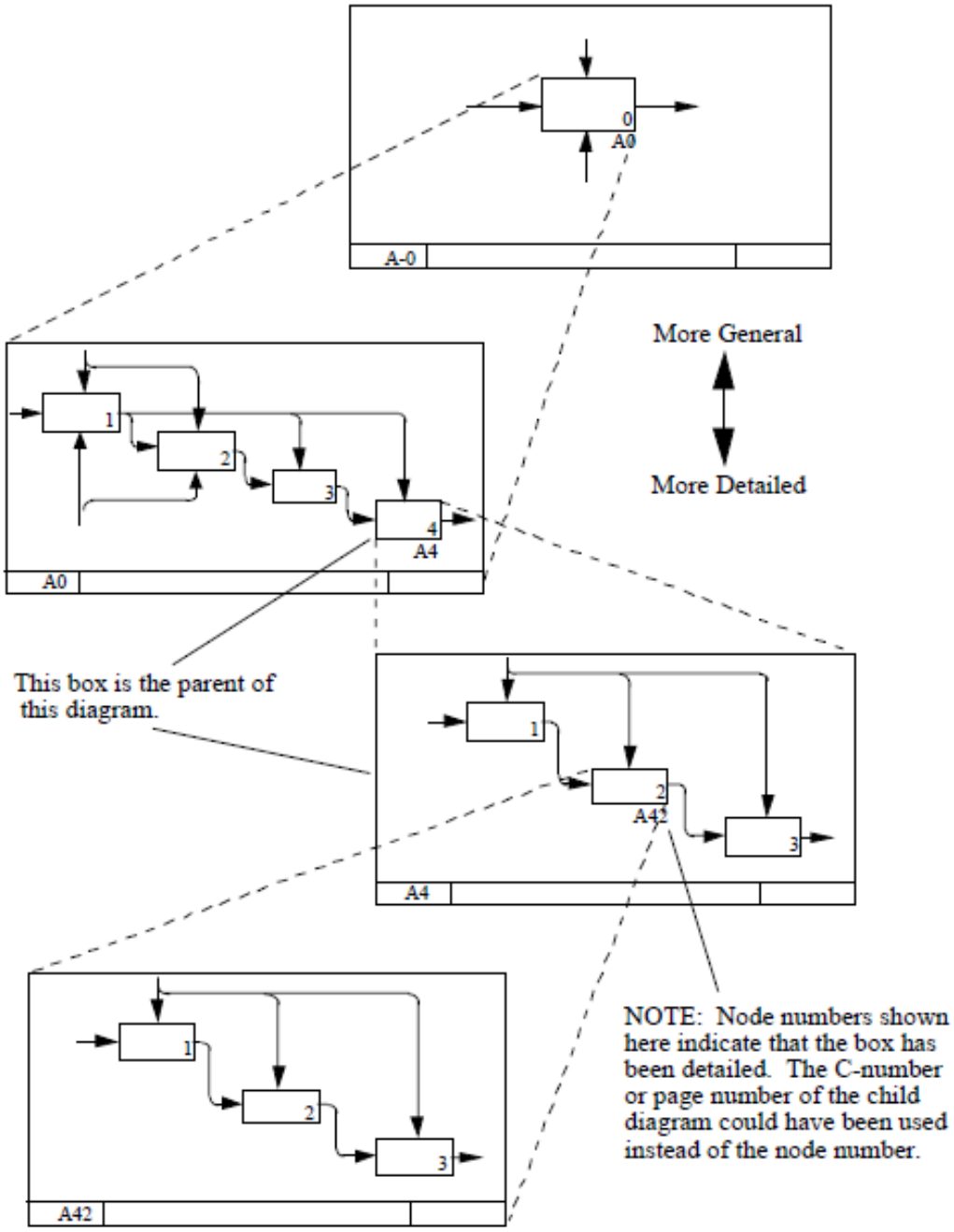
IDEF0-kaaviot jaetaan ylätason kaavioihin ja alatason kaavioihin. Jokainen ylätason kaavio voidaan jakaa alemman tason kaavioksi, jolloin alatasoa ylemmän tason kaaviota kutsutaan emokaavioksi. Ylätason pääkaaviossa A-0 (A miinus 0) kuvataan koko mallinnettava prosessi hyvin yleisellä tasolla ja tiivistetysti yhden numeroidun prosessia kuvaavan laatikon A0 ja siihen liittyvien nuolten avulla (kuva 11). Kaaviossa kuvataan myös lyhyesti sen tarkoitus ja näkökulma, josta kaavio on mallinnettu ja mistä näkökulmasta kaavioita tulee tarkastella. (FIPS 183 1993, 13)



Kuva 11. Ylätason kaavio (A-0) (FIPS 183 1993, 14).

Ylätason pääkaaviossa A-0 esitetty yksittäistä prosessikokonaisuutta kuvaava A0-laatikko voidaan jakaa prosessivaiheisiin ja alemman tason kaavioihin A1, A2, …, A6. Alemman tason kaavioissa prosessi avataan tarkemmin, jolloin myös niiden sisältämä informaatio tarkentuu (kuva 12). Tällöin A0-kaavio toimii emokaaviona alemman tason A1–A6 kaavioille. Alemman tason kaaviot A1–A6 voidaan jakaa

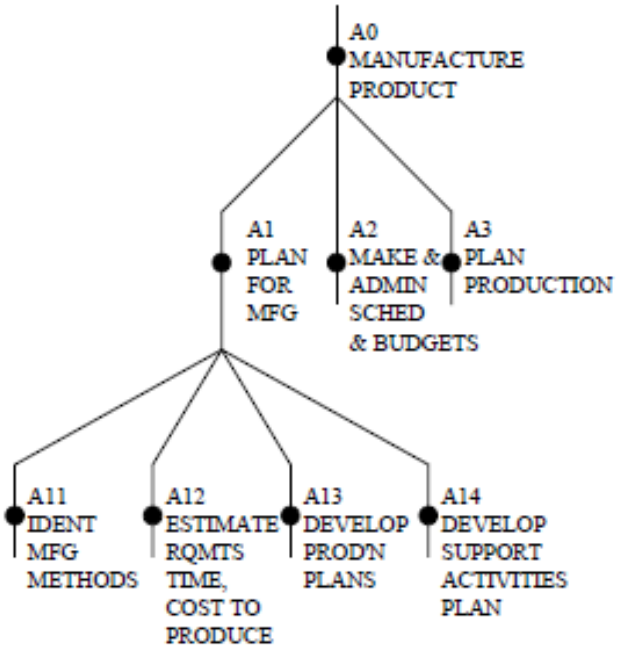
yhä edelleen alemman tason kaavioiksi A11, A12, …, A16, …, A66 ja aina yhä alemmalle tasolle. (FIPS 183 1993, 34)



Kuva 12. Ylätason kaavio (A-0) jaettuna emokaavioksi (A0) ja edelleen alemman tason kaavioksi (A4) ja (A42) (FIPS 188 1993, 14).

Kunkin kaavioiden yhteyteen voidaan myös lisätä tekstiosio, jossa lyhyesti kuvataan prosessin eri vaiheet. Tekstiosiossa annetaan yleiskatsaus kaaviosta ja siinä voidaan korostaa prosessin erityisiä tai merkittävimpiä osa-alueita. (FIPS 183 1993, 19)

Kaavioiden rakenteen hahmottamiseksi kootaan hakemisto ja puukaavio. Hakemistossa kaaviot laitetaan hiearkiseen järjestykseen sisällysluettelomaisesti niin, että siinä esitetään kaavioiden numerot ja kaavioiden tai prosessivaiheiden nimet järjestyksessä. Puukaaviossa puolestaan hahmotellaan koko mallinnettu prosessi puun muotoon (kuva 13). (FIPS 183 1993, 35)

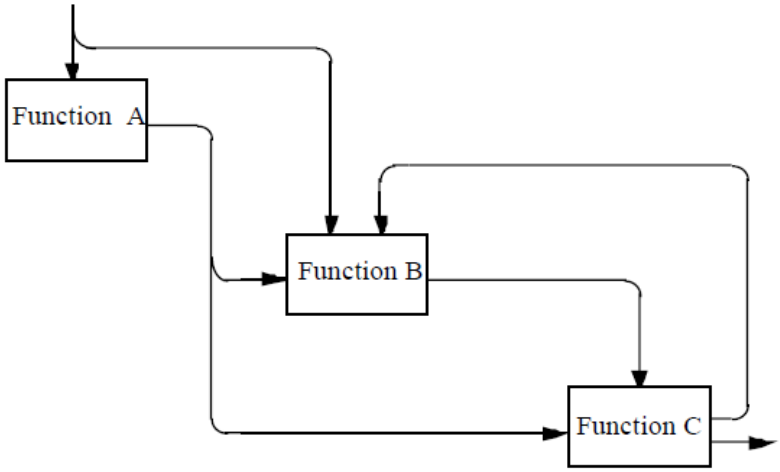


Kuva 13. Puukaavio (FIPS 188 1993, 36).

4.3 Kaavioiden erityispiirteet

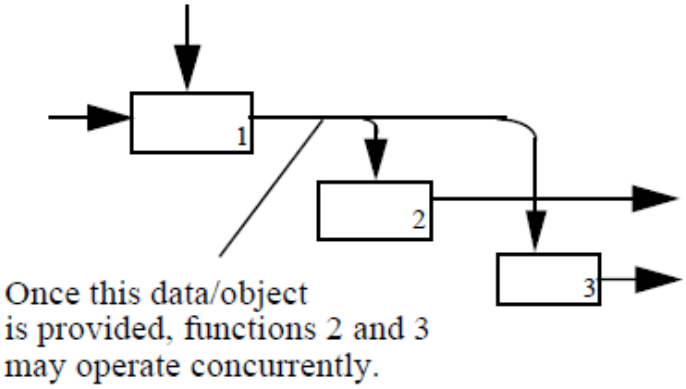
Nuolet voivat ilmaista kaavioissa dataa tai esiintyä ohjauksina toiselle prosessivaiheelle. Yhdistettäessä yhdestä prosessivaiheesta ulostuleva suorite toisen prosessivaiheen syötteeksi, voi syöte toimia kyseistä prosessia ohjaavana. Kuvassa 14 on esitettynä kolmesta vaiheesta koostuva prosessi. Prosessivaiheeseen B tulee yksi syöte, mutta sitä ohjaa prosessivaiheesta A ja C

tulevat ohjaukset, ja prosessin tuotoksena muodostuu lopulta yksi suorite. (FIPS 183 1993, 49).



Kuva 14 Esimerkki ohjausprosessista (FIPS 183 1993, 49).

Rinnakkaisessa prosessissa puolestaan useat eri toiminnot voivat suorittaa yhtä aikaa. Yhden prosessin suorite voi siis toimia usean prosessin syötteenä samanaikaisesti (kuva 15). (FIPS 183 1993, 21)



Kuva 15. Rinnakkainen prosessi (FIPS 183 1993, 21).

II SOVELTAVA OSUUS

5 TUTKIMUSSUUNNITELMA JA -MENETELMÄT

Työn tavoitteena oli luoda kokonaiskuva inhalaattorituotannon toimitusketjusta nykytilassaan aina raaka-aineiden ja muiden materiaalien toimittamisesta, tuotteen valmistamiseen ja asiakkaalle toimittamiseen saakka. Prosessien mallintamiseen sovellettiin IDEF0-menetelmää. Kaavioiden rakenne luotiin menetelmään pohjautuen, kuitenkin visuaaliselta ulkoasultaan hieman poiketen. Kaavioiden piirtämiseen käytettiin MS Visio -ohjelmaa ja ne piirrettiin toimitusketjun eri henkilöiden haastatteluihin perustuen. Haastattelujen lisäksi prosessin hahmottamisen apuna käytettiin esimerkiksi menetelmä- ja työohjeita.

Työn tavoitteena oli myös tehdä malliksi arvovirtakuvaus yhdestä prosessivaiheesta, inhalaattoreiden pakkausprosessista. Tavoitteena oli tunnistaa kyseisestä prosessivaiheesta sen arvoa tuottavat työvaiheet ja arvoa tuottamattomat työvaiheet eli hukka. Tämä toteutettiin työntutkimuksen avulla.

5.1 Haastattelut

Toimitusketjun kokonaiskuvan ja eri työvaiheiden hahmottamiseksi haastateltiin inhalaattorituotannon toimitusketjun eri organisaatioiden jäseniä. Henkilöitä haastateltiin seuraavista organisaatioista: myynti, osto, logistiikka, tuotannonsuunnittelu, varastot, tuotanto, kemiallinen laadunvalvonta (CQC), mikrobiologinen laadunvalvonta (MQC), fysikaalisanalyyttinen laadunvalvonta (CQCF), valmiina ostettavien komponenttien ja pakkausmateriaalien laadunvalvonta (PATEO) sekä laadunvarmistus (QA). Osasta organisaatioista haastateltiin useampiakin henkilöitä. Toimittajat ja jakelijat rajattiin kuitenkin haastattelujen ulkopuolelle.

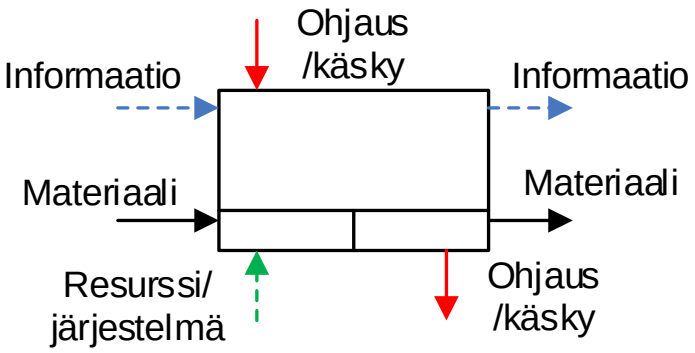
Haastattelujen pohjana käytettiin liitteen I lomakkeita. Liitteen I lomaketta 1 käytettiin tuotannonsuunnitteluorganisaatiolle, lomaketta 2 muille organisaatioille. Haastattelujen tavoitteena oli selvittää, mistä työvaiheista prosessi muodostuu, mitä informaatiota ja/tai materiaaleja prosessi tarvitsee ja mitä se tuottaa muille sekä mitä järjestelmiä tai resursseja se käyttää.

5.2 Kaavioiden mallinnus

Toimitusketjun eri prosessivaiheet mallinnettiin IDEF0-menetelmään pohjautuen. Kaavioissa käytettiin kappaleessa 4 esiteltyä rakennetta ja symboleja. Kaaviot numeroitiin hierarkkisesti.

Prosessin kunkin työvaiheen symbolina käytettiin suorakulmaista laatikkoa. Laatikon vasemmalta puolelta tulevat syötteet eli materiaali- ja informaatiovirrat ja laatikon oikealta puolelta lähtevät suoritteet kuvattiin erilaisilla nuolilla niiden havainnollistamiseksi: materiaalivirta mustalla yhtenäisellä nuolella, informaatiovirta sinisellä katkoviivaisella nuolella. Materiaalivirrat muodostuivat esimerkiksi raaka-aineista tai muista materiaaleista ja komponenteista, joita kulutettiin tai muokattiin prosessissa. Materiaalivirtoja olivat myös puolivalmisteet ja lopputuotteet. Informaatiovirrat puolestaan koostuivat muun muassa erilaisista dokumenteista, ohjeista tai muusta datasta, jota tarvittiin prosessivaiheen suorittamisessa.

Prosessiin laatikon yläpuolelta tulevia ja prosessista laatikon alapuolelta lähteviä ohjauksia (käskyjä toimia) kuvattiin punaisella nuolella. Resurssit, joita tarvittiin prosessin suorittamiseen, esimerkiksi työvoima, laitteet, koneet, ja työvälineet, merkittiin vihreällä katkoviivaisella nuolella. Kuvassa 16 on esimerkki prosessivaiheen kuvaamisesta.



Kuva 16. Prosessin työvaiheen kuvaaminen.

Koska kaavioissa haluttiin myös tuoda esiin prosessivaiheissa ilmeneviä päätöstilanteita, käytettiin päätöstilanteesta omaa symbolia, vinoneliötä. Päätöstilanne kuvattiin kahdella sanalla samaan tapaan kuin kukin prosessivaihe. Kaavioita oli myös tarve jakaa osiin, joten kaksi prosessivaihetta tai -virtaa yhdistävän liittimen symbolina käytettiin ympyrää. Liittimet numeroitiin edellisen ja seuraavan prosessivaiheen järjestysnumeroilla. Päätöstilanteen ja liittimen symbolit on esitetty kuvassa 17.

Kuva 17. Päätöstilanteen symboli (vas.) ja kaksi prosessivaihetta yhdistävä liitin (oik.)

Työssä kuvattiin toimitusketjun eri organisaatioiden pääprosessit, jotka jaettiin edelleen alaprosesseihin, kuitenkin niin, että ne päättyivät joko työ-, menetelmä- tai laiteohjeeseen. Kussakin kaaviossa kuvattiin oikealla pääprosessi, joka tarkennettiin alemman tason kaavioksi kaavion vasemmalle puolelle. Kaavioon jätettiin myös tekstiosio, jossa prosessin sisältöä avattiin sanallisesti. Esimerkki kaaviosta löytyy liitteestä II.

Kokonaisprosessin hahmottamiseksi pääprosessit koottiin vielä yhteen muodostamalla niistä niin sanottu uimaratakaavio, jossa eri organisaatiot eriteltiin omille radoille. Koska diplomityö rajattiin niin, että inhalaattorituotannon toimitusketjun eri vaiheet kuvattiin prosessikaavioin ja varsinainen arvovirtamääritys muodostettiin ainoastaan yhdestä prosessivaiheesta, inhalaattoreiden pakkausprosessista, tehtiin kyseisestä prosessivaiheesta lisäksi erillinen uimaratakaavio sekä työntutkimus arvoa lisäävien ja arvoa tuottamattomien työvaiheiden tunnistamiseksi.

5.3 Työntutkimus

Työntutkimus on Orionilla yleisesti käytössä oleva kehitysmenetelmä muun muassa henkilöiden ajankäytön, konehäiriöiden sekä eri työvaiheiden keston ja ergonomian selvittämisessä.

Työntutkimuksen tutkimusmenetelmäksi valittiin havainnointitutkimus sen monikäyttöisyyden ja laaja-alaisuutensa vuoksi. Havainnointitutkimusta käytetään yleisesti usean eri työvaiheen ja työtä useissa työpisteessä tekevien henkilöiden seuraamisessa ja sen avulla saadaan yleiskuva esimerkiksi ajankäytöstä ja koneiden tehokkuudesta (Teknologiateollisuus 2015). Havainnointitutkimuksen tavoitteena oli saada kokonaiskuva pakkausprosessista, henkilöiden ajankäytöstä, konehäiriöistä ja selvittää prosessin arvoa lisäävät, arvoa lisäämättömät ja arvoa lisäämättömät, mutta pakkausprosessin etenemisen kannalta välttämättömät toiminnot.

Havainnointitutkimus toteutettiin liitteen III lomaketta apuna käyttäen. Tutkimuksessa seurattiin kolmen pakkaajan toimintaa pakkausprosessin sekä ennen pakkaustyötä tehdyn ja alkavan pakkaustyön välillä tehdyn vaihdon aikana. Tutkimuksen suorittamisen ja kirjaamisen helpottamiseksi työvaiheet jaoteltiin etukäteen eri kategorioihin, joten havainnointivaiheessa lomakkeeseen kirjattiin ainoastaan toimintoa vastaava tunnusnumero. Lomakkeeseen kirjattiin tarvittaessa mahdollisia tarkentavia tietoja tai havaintoja. Työvaiheet jaoteltiin etukäteen seuraavasti:

1. pakkausmateriaalin poisto linjalta
2. dokumentointi
3. tarrojen tulostus
4. pakkausmateriaalin nouto/vienti
5. laitteen asennus
6. linjan puhtauden tarkastus
7. pakkausmateriaalin lisäys linjalle
8. pakkausmateriaalien tarkastus
9. pakkausmateriaalimallien otto
10. linjan ylösajo

11. prosessikontrollit
12. häiriö
13. odotus
14. tauko
15. näytteenotto
16. lavaus
17. linjan alasajo
18. muuta
19. keskustelu
20. kävely

Numeron 18 muut työvaiheet käsittivät kaikkia muita ennalta määrittelemättömiä työvaiheita.

Pakkaajien toimintaa seurattiin kellottamalla ja kirjaamalla ylös tehdyt havainnot 30 sekunnin välein. Pakkaajien toimintaa seurattiin aina samassa järjestyksessä. Pakkaajien työaika jaoteltiin lopuksi arvoa lisääviin, arvoa lisäämättömiin ja arvoa lisäämättömiin, mutta pakkausprosessin etenemisen kannalta välttämättömiin toimintoihin.

Pakkaustyön aikana seurattiin myös pakkauslinjan kone- ja häiriöaikaa Arrow-tuotannonseurantajärjestelmän avulla. Koneajan perusteella selvitettiin pakkauskoneiden arvoa lisäävä ja arvoa lisäämätön aika sekä laaduntuottokyky. Laaduntuottokyky saatiin selvittämällä todennäköisyys, jolla pakkauslinja valmisti virheettömän tuotteen ensimmäisellä kerralla (Rolled Troughput Yield, RTY) (iSixSigma 2016). Todennäköisyys yksittäiselle pakkauskoneelle (Troughput Yield, TY) saatiin ratkaistua yhtälön 1 avulla:

$$\mathrm{TY} = \frac{\text{syötetty sisään} - (\text{hylätty} + \text{uudelleen työstetty})}{\text{syötetty sisään}} \tag{1}$$

jossa TY on yhden prosessivaiheen todennäköisyys tuottaa virheetön kappale (%), syötetty sisään on prosessivaiheeseen syötettyjen yksikköjen määrä (kpl), hylätty on hylättyjen yksikköjen määrä kyseisessä prosessivaiheessa (kpl) ja uudelleen työstetty on kyseisessä prosessivaiheessa uudelleen työstettyjen yksikköjen määrä (kpl).

Koko pakkauslinjan kaikkien koneiden todennäköisyys tuottaa virheetön kappale (RTY) saatiin kertomalla pakkauslinjan kaikkien prosessivaiheiden todennäköisyydet (TY) yhteen.

6 TULOKSET

6.1 Haastattelut

Toimitusketjun eri prosessien hahmottamiseksi tehtyjä haastatteluja tehtiin yhteensä 24 kpl. Haastateltavia henkilöitä oli seuraavista organisaatioista:

1. Myynti (oma myynti, partnermyynti), 2 kpl
2. Logistiikka (1 kpl)
3. Tuotannonsuunnittelu (karkea- ja hienosuunnittelu), 2 kpl
4. Osto (raaka-aineet, komponentit, pakkausmateriaalit), 2 kpl
5. Varastot (materiaalien vastaanotto, näytteenotto, materiaalien varastointi, poiminta ja toimitus, valmiiden tuotteiden lähetys ja toimitus), 5 kpl
6. Kemiallinen laadunvalvonta (apuaineet, APIt, puolivalmisteet), 3kpl
7. Mikrobiologinen laadunvalvonta (apuaineet, APIt, komponentit), 1 kpl
8. Fysikaalisanalyyttinen laadunvalvonta (laktoosit, APIt), 1 kpl
9. Valmiina ostettavien komponenttien ja pakkausmateriaalien laadunvalvonta, 1 kpl
10. Tuotanto (raaka-aineiden punnitus, massanvalmistus, täyttö, pakkaus, eräpöytäkirjojen tarkastus), 4 kpl
11. Laadunvarmistus (eräpöytäkirjojen tarkastus, käyttöpäätökset), 2 kpl

Haastattelujen tavoitteena oli selvittää, mistä työvaiheista prosessi muodostuu, mitä informaatiota ja/tai materiaaleja prosessi tarvitsee ja mitä se tuottaa muille sekä mitä järjestelmiä tai resursseja se käyttää. Haastattelujen avulla saatiin hyvin selville prosessien päävaiheet, osassa haastatteluista kuitenkin ehkä tarkemmin kuin toisissa. Osassa haastatteluista oikeiden kysymysten kohdentaminen oli haastavaa, sillä suurin osa prosesseista oli ennestään tuntemattomia. Kaavioiden rakentamiseksi jouduttiin myös esittämään jälkeenpäin tarkentavia kysymyksiä osalle henkilöistä. Tietoa ohjattiin myös etsimään suoraan esimerkiksi menetelmä-

ja työohjeista tai tutkimussuunnitelmista. Osa prosesseista oli myös laajoja ja monivaiheisia ja sen vuoksi haastattelutilanteessa yksityiskohtaisesti hankalasti kuvattavissa.

6.2 Kaaviot

Kaavioita tehtiin yhteensä 127 kpl. Kaavioita syntyi runsas määrä, koska toimitusketju kokonaisuudessaan osoittautui lukuisine työvaiheineen hyvin monimuotoiseksi. Koska kaaviot tehtiin työ-, laite- tai menetelmäohjeiden tasolle saakka, hierarkkisesti ja paljastamalla tietoa prosessista vaihe vaiheelta enemmän, muodostui kaavioita tämän vuoksi paljon.

Haastattelujen ja kaavioiden laatimisen aikana havaittiin, että toimitusketju koostui lukuisista vaiheista, joissa liikkui vaiheesta toiseen paljon informaatiota. Tämän vuoksi kaavioissa kuvattiin ainoastaan Easyhaler®-tuotteen valmistuksen perusprosessi, joten poikkeavat tilanteet tai muut erikoisuudet jätettiin työn ulkopuolelle. Esimerkiksi analysoitavia raaka-aineita oli useita ja inhalaattoripakkaamossa puolestaan useita eri pakkausnimikkeitä, joten niitä kaikkia ei ruvettu erikseen kuvaamaan, vaan kaavioihin kuvattiin yksi esimerkkitapaus.

Kaaviot koottiin yhteen muodostamalla niistä uimaratakaavio, jossa kullakin rivillä kuvattiin yksittäiset roolit, roolien ylimmän tason prosessit virtoineen ja roolien vuorovaikutus toistensa kanssa. Esimerkki inhalaattorituotannon toimitusketjun ylimmän tason prosessikaaviosta uimaratakaaviomuodossa esitettynä on liitteessä IV.

6.3 Pakkausprosessi

Työssä keskityttiin kuvaamaan inhalaattorien pakkausprosessi tarkemmin. Pakkausprosessista luotiin IDEF0-menetelmää soveltaen tehdyt prosessikaaviot sekä lisäksi uimaratakaavio. Lopuksi määritettiin työnmittauksen avulla arvoa lisäävät, arvoa lisäämättömät, mutta välttämättömät ja arvoa lisäämättömät työvaiheet.

6.3.1 Pakkausprosessin kuvaus

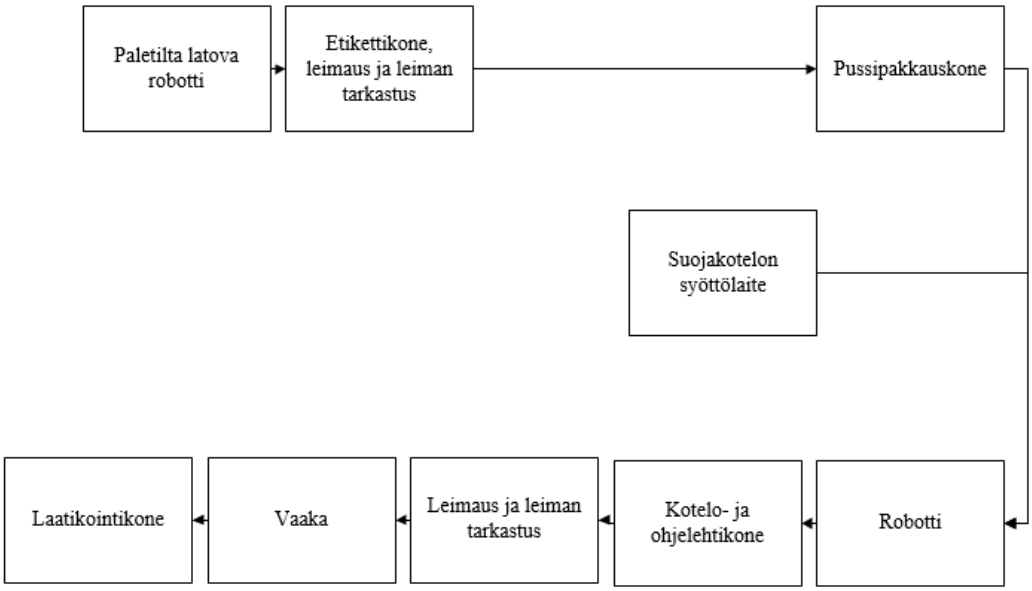
Inhalaattorituotannon pakkauslinjalla pakataan täytetyt inhalaattorit täyttötyön jälkeen. Pakkausvaiheessa inhalaattorit asetellaan tarjottimilla robotille, joka poimii inhalaattorit tarjottimilta pakkauslinjalle. Inhalaattoreihin lisätään linjalla erä- ja kelpoisuusaikatiedoilla leimatut etiketit. Etikettien leimausten oikeellisuus ja oikea sijainti inhalaattorissa tarkastetaan kameralla. Kamera hylkää automaattisesti virheellisesti leimatut etiketit ja inhalaattorit, joista etiketti puuttuu tai se on väärässä asennossa.

Etiketöinnin jälkeen inhalaattorit pakataan pussipakkauskoneella ilma- ja kosteustiiviiseen alumiinifolioon. Foliopussiin leimataan pakattavaa tuotetta koskeva ohjeistus.

Foliopussiin pakatut foliopussit ja pakkaustyypistä riippuen mahdollisesti mukaan tuleva suojakotelo poimitaan erillisellä robotilla linjalta ja asetellaan päällekkäin. Foliopussi (ja suojakotelo) pakataan myyntipakkauskoteloon, johon lisätään myös potilasohje. Kotelon ja potilasohjeen materiaalikoodi tarkastetaan koodinlukijan avulla ja kotelo leimataan erä- ja kelpoisuusaikatiedoilla. Jos kotelo tai potilasohje on väärää materiaalia, hylätään ne automaattisesti. Lisäksi potilasohjeen paikallaan olo kotelossa tarkastetaan. Lopuksi koteloon leimatut erä- ja kelpoisuustiedot tarkastetaan. Myyntipakkaus on nyt valmis.

Valmiit myyntipakkaukset punnitaan yksitellen vaa’alla, jolla varmistetaan, että myyntipakkaus sisältää vaadittavat materiaalit. Myyntipakkaukset asetellaan lopuksi pahvilaatikoihin ja pahvilaatikoihin lisätään SAP-järjestelmästä tulostetut materiaalitarrat. Pahvilaatikot pakataan manuaalisesti vientilavoille, vientilava kelmutetaan ja lavaan lisätään lavatarra.

Koko pakkausprosessi dokumentoidaan SAP-tuotannonohjausjärjestelmään. Pakkaustyön aikana tehdään pakkauslaitteille myös prosessikontrollit, joilla varmistetaan, että laitteet toimivat moitteettomasti ja havaitsevat virheelliset tai puuttuvat materiaalit. Pakkauslinja kokonaisuudessaan on esitetty kuvassa 18.

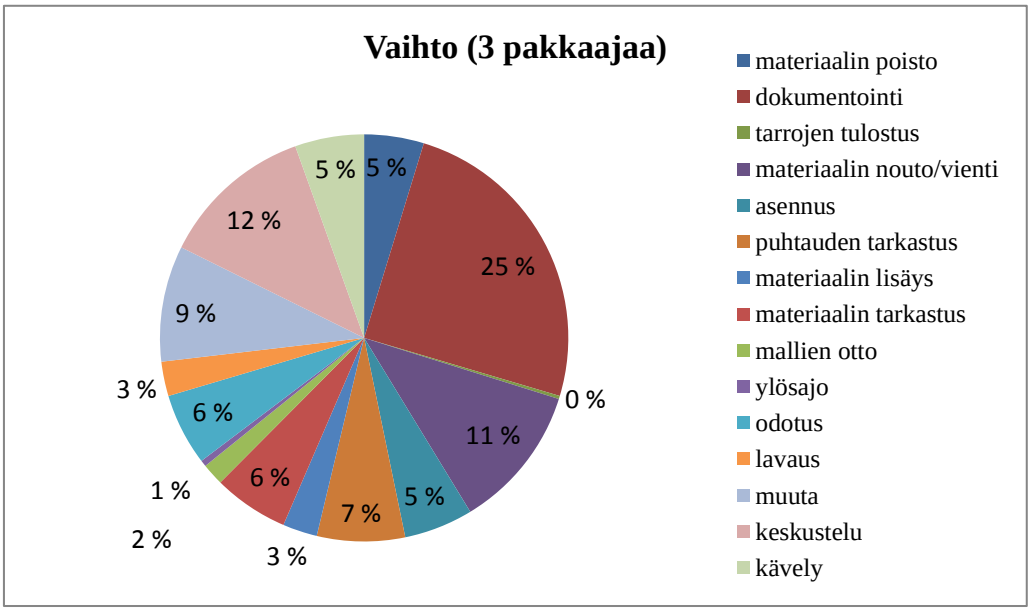


Kuva 18. Inhalaattorituotannon pakkauslinja.

6.3.2 Työn mittaus

Työnmittaus suoritettiin havainnointitutkimuksena. Tutkimuksessa seurattiin kolmen pakkaajan työskentelyä ja työajan käyttöä edellisen pakkaustyön ja tutkittavan pakkaustyön välissä tehdyn tuotevaihdon aikana sekä koko pakkausprosessin ajan. Työnmittauksen havainnointilomakkeet löytyvät liitteestä V.

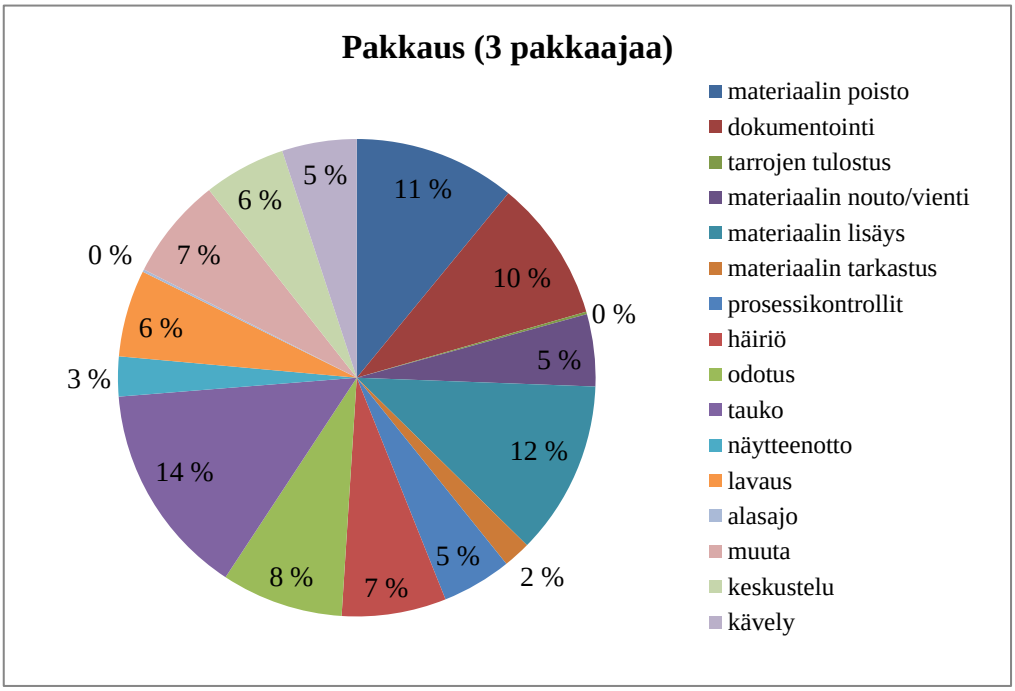
Tuotevaihto kesti 67 minuuttia. Pakkaajien ajankäyttö vaihdon aikana on havainnollistettu kuvassa 19.



Kuva 19. Kolmen pakkaajan ajankäyttö tuotevaihdon aikana.

Kuten kuvasta 19 voidaan todeta, olivat kolme eniten aikaa vievää työvaihetta vaihdon aikana dokumentointi (25 %), keskustelu (12 %) ja materiaalien nouto/vienti (11 %).

Pakkaustyössä pakattiin 2045 myyntipakkausta ja se kesti 83,5 minuuttia. Pakkaajien ajankäyttö pakkaustyön aikana on esitetty kuvassa 20.



Kuva 20. Kolmen pakkaajan ajankäyttö pakkaustyön aikana.

Kuvasta 20 havaitaan, että kolme eniten aikaa vievää vaihetta pakkaustyön aikana olivat tauko (14 %), materiaalin lisäys (12 %) ja materiaalin poisto (11 %). Pakkaustyön aikana ajankäyttö jakaantui melko tasaisesti kaikkien aikalajien suhteen.

6.3.3 Pakkaajien arvoa lisäävät ja arvoa lisäämättömät työvaiheet

Tuotevaihdon ja pakkaustyön aikana tehdyt ajankäytön havainnot jaoteltiin tuotteen arvoa lisääviin vaiheisiin (vihreä), arvoa lisäämättömiin (punainen) sekä arvoa lisäämättömiin, mutta välttämättömiin toimintoihin (keltainen). Vaihdon aikana ei esiintynyt kaikkia ennalta määriteltyjä aikalajeja, joten ne jätettiin taulukosta pois. Taulukossa I on esiteltynä tuotevaihdon tulokset:

Taulukko I Tuotevaihdon aikalajit osuuksineen.

Nro	Aikalaji	Aika/min	%
1	materiaalin poisto	9,5	5 %
2	dokumentointi	50	25 %
3	tarrojen tulostus	0,5	0 %
4	materiaalin nouto/vienti	23	11 %
5	asennus	11	5 %
6	puhtauden tarkastus	14	7 %
7	materiaalin lisäys	5,5	3 %
8	materiaalin tarkastus	12	6 %
9	mallien otto	3,5	2 %
10	ylösajo	1	0 %
13	odotus	11,5	6 %
16	lavaus	5,5	3 %
18	muuta	18,5	9 %
19	keskustelu	24,5	12 %
20	kävely	11	5 %
YHT.	3 x 67 min = 201	201	100 %

Tuotevaihdon aikana arvoa lisääviksi toiminnoiksi eli työvaiheiksi, joissa tuote jalostui, saatiin 3 %. Tuotevaihdon aikana lavattiin edellisen pakkaustyön vientilavoja, mistä tulos johtuu. Arvoa lisäämättömiä työvaiheita, mutta välttämättömiä oli 53 % ja arvoa lisäämätöntä eli hukkaa oli 44,0 %. Arvoa lisäävä osuus on tuotevaihdon aikana hyvin pieni, sillä tuotevaihto koostui lähinnä dokumentoinnista ja linjan puhdistustoimenpiteistä.

Myös pakkaustyön aikana tehdyt ajankäytön havainnot jaoteltiin tuotteen arvoa lisääviin vaiheisiin (vihreä), arvoa lisäämättömiin (punainen) sekä arvoa lisäämättömiin, mutta välttämättömiin toimintoihin (keltainen). Tulokset on esitelty taulukossa II.

Taulukko II Pakkaustyön aikalajit osuuksineen.

Nro	Aikalaji	Aika/min	%
1	materiaalin poisto	20,5	8 %
2	dokumentointi	13	5 %
3	tarrojen tulostus	0	0 %
4	materiaalin nouto/vienti	7,5	3 %
7	materiaalin lisäys	35	14 %
8	materiaalin tarkastus	5	2 %
11	prosessikontrollit	14	6 %
12	häiriö	21	8 %
13	odotus	24	10 %
14	tauko	43	17 %
15	näytteenotto	8	3 %
16	lavaus	10	4 %
17	alasajo	0,5	0 %
18	muuta	20	8 %
19	keskustelu	15,5	6 %
20	kävely	13,5	5 %
YHT.	3 X 83,5 =250,5	250,5	100 %

Pakkaustyön aikana arvoa lisääviksi toiminnoiksi eli työvaiheiksi, joissa tuote jalostui, saatiin 4 %. Arvoa lisäämättömiä työvaiheita, mutta välttämättömiä oli 38 % ja arvoa lisäämätöntä eli hukkaa oli 58 %. Arvoa tuottava osuus on myös pakkaustyön aikana vähäinen, koska pakkaajien työ pakkaustyön aikana koostuu pääasiassa materiaalien lisäämisestä ja poistamisesta, dokumentoinnista sekä koneiden valvomisesta ja häiriötilanteiden selvittelystä. Täten varsinaista tuotettava jalostavaa työtä lavaamisen lisäksi ei ole, sillä pakkauskoneet hoitavat sen.

6.3.4 Pakkauskoneiden arvoa lisäävät ja arvoa lisäämättömät työvaiheet

Koska edellä mainitut arvot laskettiin pakkaajien käyttämään työaikaan perustuen ja ainoa tuotteen arvoa lisäävä työvaihe todettiin olevan myyntipakkauslavojen manuaalinen tekeminen, seurattiin myös koko pakkauslinjan kone- ja häiriöaikaa Arrow-tuotannon seurantajärjestelmästä (liite VI). Työntutkimuksessa mitattuun pakkaustyön kestoon (83,5 min) nähden heittoa on n. 2,5 minuuttia. Ero johtunee siitä, että kellotuksen aikana pakkaustyö merkittiin alkaneeksi, kun ensimmäisiä

inhalaattoreita ruvettiin pakkaamaan, mutta Arrow merkitsee työn aloituskohdaksi ajan, jolloin ensimmäinen myyntipakkaus on vasta tullut linjalta ulos. Tulokset on esitettynä taulukossa III.

Taulukko III Häiriöiden, tuotantoajon ja odotuksen suhteellinen osuus pakkaustyön ajoajasta.

SYYKOODI	AIKA/MIN	%
Häiriöt	0:15:26	19 %
Tuotanto	0:54:56	68 %
Odotus	0:10:21	13 %
YHT.	1:20:43	100 %

Pakkauslinjan koneajasta (1 h 20 min 43 s) häiriötä, jolloin koko linja pysähtyi, oli 19 %. Häiriöitä esiintyi pussipakkauskoneen foliorullan vaihdon kanssa, kotelokoneella ja vaa'alla. Pakkauskoneet kävivät 68 % koneajasta ilman häiriötä, ja odotusta oli 13 %. Odotusta muodostui pakkaustyön alussa linjan ylösajon aikana sekä myöhemmin pakkaustyön edettyä hylättyjen pakkausten laskemisesta, tarkastamisesta ja uudelleen linjalle syöttämisestä. Pakkaajat kävivät vuorotellen tauoilla, joten pakkauslinja ei sen vuoksi pysähtynyt, eikä täten taukoaika näkynyt Arrow-datassa.

Arrow-datasta saatu pakkauslinjan häiriötön koneaika eli tuotantoaika ei kertonut koko totuutta pakkauslinjan arvoa tuottavasta, tuotetta jalostavasta ajasta. Tämä johtui siitä, että pakkauslinja koostuu useista laitteista, joiden välissä on pitkiäkin kuljettimia, jolloin tuotteen siirtyessä kuljettimella eteenpäin seuraavalle laitteelle, ei tuote jalostu. Koneet myös joutuvat aika ajoin odottamaan edellisestä vaiheesta tulevia tuotteita, eivätkä täten tehneet jalostavaa työtä. Tämän vuoksi pakkaustyön aikana otettiin myös videokuvaa pakkauslinjan eri vaiheista ja kellotettiin eri laitteiden sykliaika (C/T) eli aika, joka kuluu yhden inhalaattorin käsittelyyn eri laitteilla. Tulokset näkyvät taulukossa IV.

Taulukko IV Pakkauskoneiden sykliaika, lisäarvoa tuottava ja lisäarvoa tuottamaton aika.

Työvaihe:	C/T, s/kpl	VAT, koko koneajasta	NVAT, koko koneajasta
Paletilta purku (robotti)	1,3	55 %	45 %
Etiköinti, leimaus ja kameratarkastus	1,2	50 %	50 %
Foliointi	1,2	50 %	50 %
Paloma-robotti	1,2	50 %	50 %
Kotelointi, ohjelehti, stanssaus	1,2	50 %	50 %
Kameratarkastus, kotelon leimaus	1,2	50 %	50 %
Vaakatarkastus	1,2	50 %	50 %
Laatikointi (Pester)	1,8	76 %	24 %

Sykliajan perusteella ja Arrow-datan koneaikaan (1 h 20 min 43s) sekä pakkaustyön kokoon (2045 kpl) perustuen laskettiin koneille jalostava aika (Value Adding Time, VAT) ja jalostamaton aika (Non Value Adding Time, NVAT). Pakkauslinjan koneiden koneajasta jalostavaa aikaa oli pakkauskoneesta riippuen 50–76 % ja jalostamatonta oli 24–50 %. Pakkausvaiheista varsinaisesti tuotetta jalostavaksi vaiheiksi eli vaiheiksi, jotka muuttivat tuotetta jollain muotoa ja täten tuottivat lisäarvoa itse tuotteeseen, tunnistettiin kuitenkin ainoastaan etiketöinti, foliointi, kotelointi ja laatikointi.

6.3.5 Muut tunnusluvut

Pakkaustyön aikana selvitettiin myös todennäköisyys, jolla pakkauslinja valmisti virheettömän tuotteen ensimmäisellä kerralla (Rolled Troughput Yield, RTY). Todennäköisyys yksittäiselle pakkauskoneelle (Troughput Yield, TY) saatiin ratkaistua kappaleessa 5.3 esitetyn yhtälön 1 avulla.

Koko pakkauslinjan kaikkien koneiden todennäköisyys tuottaa virheetön kappale (RTY) saatiin kertomalla pakkauslinjan kaikkien prosessivaiheiden todennäköisyydet yhteen (taulukko V).

Taulukko V Pakkauslinjan todennäköisyys tuottaa virheetön tuote ensimmäisellä kerralla (RTY).

Prosessivaihe	Hylätty yht.	Hylätty pros.kontrolli	Uudelleen pakattu	TY
Paletilta purku (robotti)	0	0	0	100 %
Etiköinti	2	2	2	99,8 %
Foliointi	7	0	7	99,3 %
Paloma-robotti	129	0	92	91,0 %
Kotelointi	18	4	18	98,2 %
Kameratarkastus	3	3	3	99,7 %
Vaakatarkastus	9	4	9	99,1 %
Laatikointi	0	0	0	100 %
RTY				87,5 %

Pakkauslinjan todennäköisyydeksi tuottaa virheetön tuote ensimmäisellä kerralla (RTY) saatiin 87,5 %. Yksittäisten koneiden todennäköisyydet olivat 91–100 %. Hylättyihin laskettiin mukaan myös prosessikontrolleissa hylätyt, mutta uudelleen pakatut tuotteet.

7 YHTEENVETOA IDEF0-MENETELMÄN SOVELTAMISESTA ARVOVIRTAKAAVIODEN LUOMISESSA

Inhalaattorituotannon toimitusketjun prosessikaavioiden luomiseksi selvitettiin ensin mistä organisaatioista toimitusketju koostui. Toimitusketjun eri henkilöitä haastattelemalla selvitettiin mistä työvaiheista toimitusketjun prosessit kokonaisuudessaan muodostuivat, mitä materiaali- ja tai informaatiovirtoja prosesseihin liittyi ja mitä resursseja prosesseissa vaadittiin. Lisäapuna taustatiedon hankinnassa käytettiin myös työ- ja menetelmäohjeita

Haastattelujen pohjalta tehtiin organisaatioiden prosessikaaviot IDEF0-menetelmällä niin, että kunkin organisaation pääprosessi kuvattiin ylätason kaaviolla ja ylätason kaavio jaettiin edelleen alatason kaavioihin siten, että prosessikuvaus joka kerralla tarkentui. Prosessikaaviot tehtiin päättyen kuitenkin kunkin prosessivaiheen työ-/menetelmäohjeeseen.

Eri organisaatioiden prosessivaiheiden materiaali- ja informaatiovirtojen linkittymistä toisiinsa havainnollistettiin kokoamalla eri organisaatioiden

pääprosessit uimaratakaavioon. Uimaratakaavio rakennettiin hierarkkisesti niin, että pääprosesseista avautui linkit alemman tason IDEF0-kuvaajiin.

Arvovirran määritys tehtiin malliksi inhalaattoreiden pakkausprosessista ja sitä varten tarvittiin taustatietoa prosessin arvoa tuottavista eli jalostavista työvaiheista, arvoa tuottamattomista, mutta välttämättömistä työvaiheista sekä arvoa tuottamattomista työvaiheista eli hukasta. Arvovirran määrittämiseksi tehtiin pakkausprosessista työntutkimus, jotta saatiin vielä haastatteluja tarkemmin selville mistä työvaiheista pakkausprosessi koostui ja kuinka paljon niihin kului aikaa. Pakkausprossin arvoa tuottavat työvaiheet tunnistettiin sen jälkeen kappaleessa 2.1 esitellyn arvon tunnistuksen avulla. Arvoa tuottamattomat, mutta välttämättömät työvaiheet ja arvoa tuottamattomat työvaiheet puolestaan tunnistettiin kappaleessa 2.2 esitettyjen lean-tuotantomallin hukkatyyppien perusteella.

Koska esimerkkinä käytetyn pakkausprosessin jalostavista työvaiheista osa oli työntekijöiden suorittamia ja osa puolestaan pakkauskoneiden, määritettiin sen vuoksi myös pakkauskoneiden arvoa tuottava ja arvoa tuottamaton osuus. Se saatiin selvitettyä koneiden sykliajan (C/T) ja Arrow-tuotannon-seurantajärjestelmästä saadun kone- ja häiriöajan perusteella. Jotta päästiin selville ylipäätänsä pakkauslinjan laaduntuottokyvystä ja kuinka paljon hukkaa tuli uudelleenpakkaamisesta, selvitettiin myös todennäköisyys (RTY), jolla pakkauslinja tuotti virheettömän tuotteen heti ensimmäisellä kerralla.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

IDEF0-prosessien mallinnusmenetelmä soveltui hyvin toimitusketjun prosessikaavioiden luomiseen sen järjestelmällisen rakenteensa vuoksi. Menetelmällä kaaviot voitiin piirtää halutulle tasolle ja haluttuun tarkkuuteen, tässä tapauksessa työohjetasolle saakka, sillä ne luotiin hierarkkisesti paljastamalla aina kullakin tasolla enemmän ja enemmän informaatioita kuvattavasta prosessista.

Kaaviot luotiin haastattelujen, menetelmä- ja työohjeiden perusteella, mutta kaavioiden laatimisen aikana havaittiin, että yksittäisten haastattelujen sijaan olisi

voinut olla hyödyllisempää järjestää työpaja, jossa kaikki inhalaattorituotannon toimitusketjun jäsenet olisivat olleet samaan aikaan paikalla. Prosessikaavion kokoaminen työpajana, jossa kunkin organisaation työvaiheet olisi kirjattu vaiheittain esimerkiksi post it -lapuille, olisi voinut olla tehokkaampaa. Haastattelujen aikana yksittäiset henkilöt kertoivat prosessinsa omasta näkökulmastaan, joten työpajassa todennäköisesti olisi saattanut tullut esille asioita, joita ei haastatteluissa käynyt ilmi. Myös eri organisaatioiden yhteistyö prosessien rajapinnoissa ja siellä mahdollisesti piilevä tieto tai työvaiheet olisivat näin voineet tulla paremmin esille. Ajallisesti ja henkilöiden runsaan määrän vuoksi työpajan järjestäminen ei kuitenkaan ollut mahdollista.

Yhdestä työvaiheesta, inhalaattoreiden pakkausprosessista malliksi tehdyn arvovirran määrityksessä havaittiin, että hukkaa sekä tuotevaihdossa että pakkausvaiheessa oli paljon ja ne olivat työn alussa esiteltyjen lean-hukkatyyppien mukaisia. Hukka tuotevaihdon (44 %) aikana koostui pakkausmateriaalien noudosta ja viennistä, keskustelusta, odotuksesta, kävelystä ja muuksi toiminnaksi luokitelluista työvaiheista, kuten puhelimessa puhumisesta, roskakorin tyhjentämisestä, hylätyn folion määrän punnitsemisesta ja saannon laskemisesta. Pakkaustyön aikana puolestaan hukkaa (58 %) muodosti edellä mainittujen lisäksi myös esimerkiksi konehäiriöiden selvittelyt ja tauot. Vaikka pakkauslinjalle on jo vuonna 2012 tehty vaihtotyön kehitystä ja standardointia lean-työkalun, SMEDin avulla, voisi SMED-työpajan järjestäminen tuotevaihdon tehostamiseksi olla uudelleen ajankohtaista. Lean-tuotannossahan yhtenä periaatteena on täydellisyys ja jatkuva parantaminen, joten vaikka SMED-työpaja on jo kertaalleen järjestetty, on prosessissa nähtävissä parantamisen varaa. Myös esimerkiksi pakkausmateriaalien noutamiseen ja viemiseen kulutettua aikaa voisi vähentää sijoittamalla niiden nouto-/palautuspiste lähemmäksi pakkauslinjaa. Lisäksi muuta hukkaa, kuten odotusta ja keskustelua voisi vähentää miettimällä työvaiheiden järjestystä ja roolitusta uudestaan.

Pakkauslinjan koneajasta häiriötä oli 19 % ja todennäköisyys tuottaa virheetön tuote heti ensimmäisellä kerralla (RTY) 87,5 % yksittäisten pakkauskoneiden todennäköisyyksien oltua 91–100 %. Pakkaajien työaikaa kului häiriöiden selvittelyyn ja hylättyjen pakkausten uudelleen pakkaamiseen, joten

jatkotoimenpiteenä olisi hukan poistamiseksi ja läpimenoajan lyhentämiseksi aiheellista selvittää tarkemmin häiriöiden syitä ja miten niitä voisi vähentää.

Koska työnmittaus tehtiin kertaluontoisena, ei tuloksista kuitenkaan voida tehdä täysin varmoja johtopäätelmiä. Myös pakkaustyön koko ja käytetyt pakkausmateriaalit vaikuttavat yleensä huomattavasti pakkausprosessin sujuvuuteen, joten jatkoselvittelyä ajatellen olisikin suotavaa toistaa työnmittaus useamman kerran.

LÄHTEET

1. Arnold J.R. Tony, Chapman Stephen, ja Clive Lloyd M. *Introduction to materials management.* Pearson International Edition. New Jersey 2008.
2. Haverila Matti, Uusi-Rauva Erkki, Kouri Ilkka ja Miettinen Asko. *Teollisuustalous.* Infacs OY. Tampere 2009.
3. Hellmann, Juho. *Orionin 5S-opas.* Orion Oyj, 2011.
4. Integration Definition for Function Modelling (IDEF0). FIPS 183. Software Standard, Modelling Techniques. National Institute of standards and Technology, 1993.
5. ISixSigma, Rolled Throughput Yield, https://www.isixsigma.com/dictionary/rolled-throughput-yield-rty/, lainattu 6.5.2016.
6. Kouri Ilkka. *Lean management in a nutshell*. Teknologiainfo Teknova Oy, 2011.
7. Liker Jeffrey K. *The Toyota Way.* McGraw-Hill, 2004.
8. Liker Jeffrey K. *Toyotan tapaan*, Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä 2006.
9. Liker Jeffrey K. ja Convis Gary L.*Toyotan tapa lean-johtamiseen*, Kariston kirjapaino OY, Hämeenlinna, 2012.
10. Liker Jeffrey K., ja Meier David. *The Toyota Way Fieldbook.* Mcraw-Hill, 2006.
11. Orion Oyj, http://orion.fi/konserni/orion-yrityksena/, viitattu 8.6.2015.
12. Rother Mike ja Shook John. *Learning to see: Value sream mapping to create value and eliminate muda.* Cambridge: Lean Enterprice Institute, 2009.

13. Seider, W.D., Seader, J.D., Lewin, D.R., Widagdo, S. *Product and process design principles - synthesis, analysis and evaluation*, 3rd ed., J.Wiley&Sons, 2009.

14. Teknologiateollisuus ry, Työntutkimuksen käsitteitä, menettelytapoja ja käyttökohteita, www.teknologiateollisuus.fi, lainattu 12.12.2015.

15. Womack James P. ja Jones Daniel T. *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. Free Press, New York, 2003.

16. Åhlström Pär ja Modig Niklas. *Tätä on lean: ratkaisu tehokkuusparadoksiin*. Rheologica Publishing, Tukholma, 2013.

Nimi:

Nimike ja organisaatio:

1. Mitä työvaiheita prosessiinne kuuluu? Mistä saatte inputin/käskyn aloittaa prosessi?

2. Kuinka pitkälle aikavälille tuotannonsuunnittelu tehdään ja miten se on aikataulutettu?

3. Partnermyynnin ja oman myynnin eroavaisuudet tuotannonsuunnittelussa?

4. Mitä järjestelmiä tai resursseja käytätte? Jos SAP on käytössä, mitä transaktioita käytätte ja missä työvaiheissa?

5. Mitä informaatiota/dokumentteja tarvitsette ja missä työvaiheissa?

6. Mitä informaatiota/dokumentteja tuotatte itse muille? Kenelle?

7. Keiden sidosryhmien kanssa teette yhteistyötä ja miten? Missä työvaiheissa?

Nimi:

Nimike ja organisaatio:

1. Mitä työvaiheita prosessiinne kuuluu? Mistä saatte inputin/käskyn aloittaa prosessi?

2. Mitä järjestelmiä tai resursseja käytätte? Jos SAP on käytössä, mitä transaktioita käytätte ja missä työvaiheissa?

3. Mitä inhalaatio-osaston materiaaleja/dokumentteja (esim. raaka-aine, puolivalmiste, näyte, dokumentti) teille toimitetaan ja mistä ne tulevat?

4. Mistä saatte tiedon, että materiaali/dokumentti toimitetaan teille vai tilaatteko itse? (esim. SAP, puhelin, sähköposti)

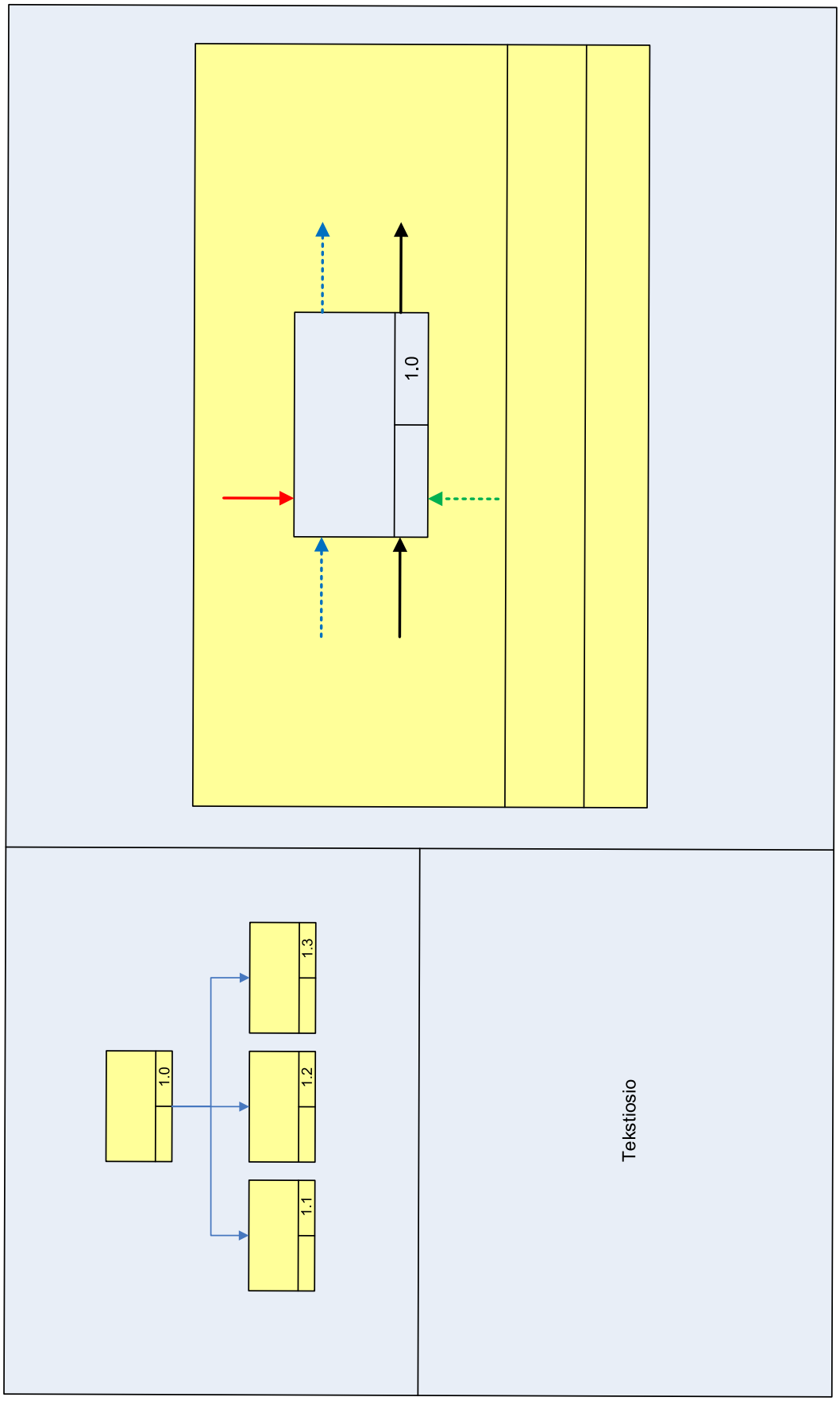
5. Mitä informaatiota/dokumentteja tarvitsette ja missä työvaiheissa?

6. Mitä informaatiota/dokumentteja tuotatte itse muille? Kenelle?

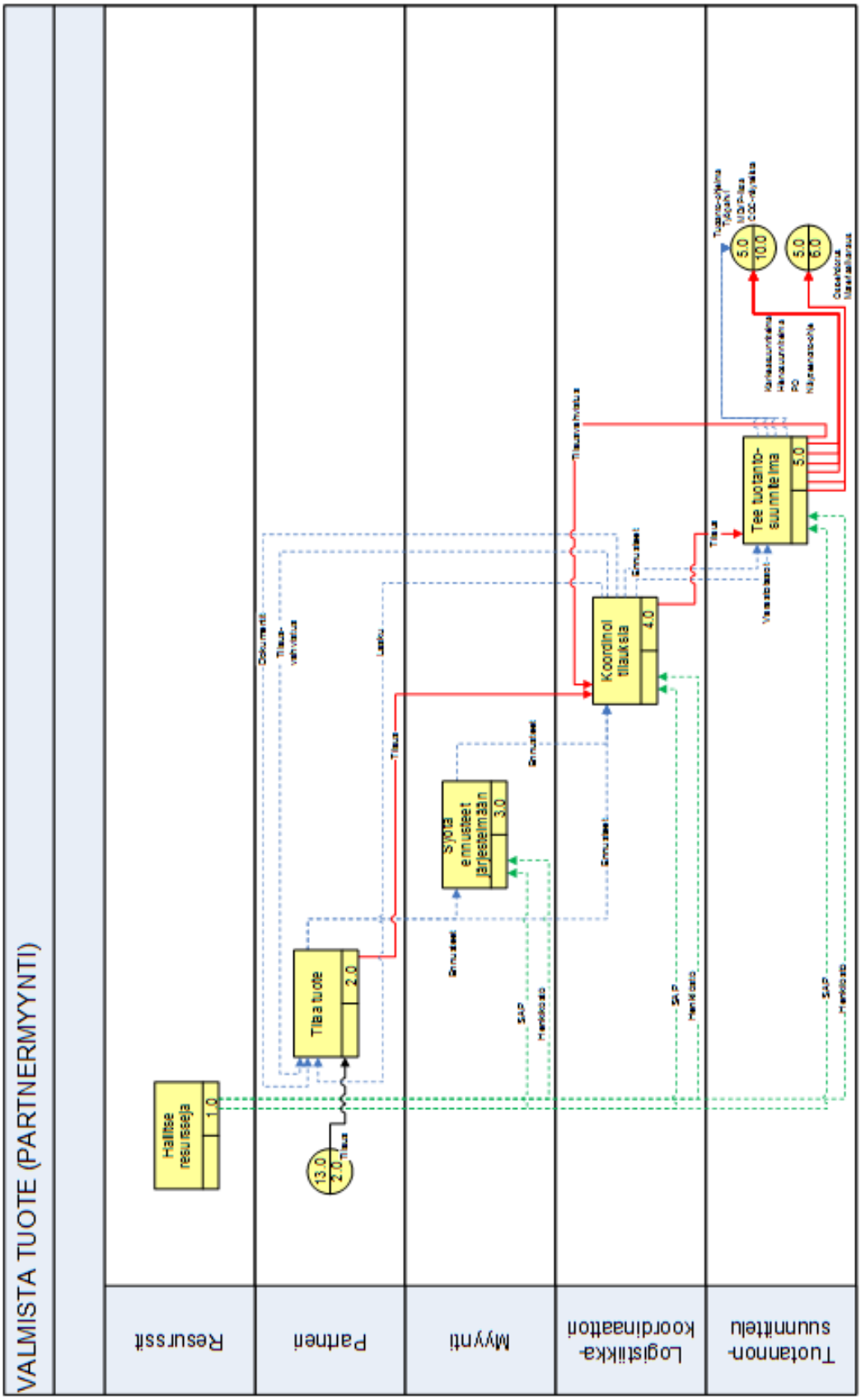
7. Minne materiaalit/dokumentit toimitetaan teiltä eteenpäin? Kuinka usein?

8. Mistä saatte tiedon, että materiaali/dokumentti tulee siirtää eteenpäin osastoltanne? (esim. SAP, puhelin, sähköposti).

9. Keiden sidosryhmien kanssa teette yhteistyötä ja miten? Missä työvaiheissa?


1.0
1.0
1.1
1.2
1.3
Tekstiosio

TUTKIMUSPAIKKA		OSASTO				TYÖPISTE				PVM		SIVU
		TYÖ										
TUTKIMUSKOHDE		TUOTE										
		ERÄ										
TUTKIMUSAIKA		TUTKIJA				ALOITUSAIKA		LOPETUSAIKA		TUTKIMUKSEN KESTO		
AIKA	HLÖ 1				HLÖ 2				HLÖ 3			
0:00:00												
0:00:30												
0:01:00												
0:01:30												
0:02:00												
0:02:30												
0:03:00												
0:03:30												
0:04:00												
0:04:30												
0:05:00												
0:05:30												
0:06:00												
0:06:30												
0:07:00												
0:07:30												
0:08:00												
0:08:30												
0:09:00												
0:09:30												
0:10:00												
0:10:30												
0:11:00												
0:11:30												
0:12:00												
0:12:30												
0:13:00												
0:13:30												
0:14:00												
0:14:30												
0:15:00												
0:15:30												
0:16:00												
0:16:30												
0:17:00												
0:17:30												
0:18:00												
0:18:30												
0:19:00												
0:19:30												
0:20:00												
0:20:30												
0:21:00												
0:21:30												
0:22:00												
0:22:30												
0:23:00												
0:23:30												
0:24:00												
0:24:30												
0:25:00												
0:25:30												
0:26:00												
0:26:30												
0:27:00												
0:27:30												
0:28:00												
0:28:30												
0:29:00												
0:29:30												
0:30:00												


VALMISTA TUOTE (PARTNERMYYNTI)
Resursit
Partneri
Myynti
Logistiikka-koordinaattori
Tuotannon-suunnittelu
Hallitse resursseja
1.0
Tilaa tuote
2.0
13.0
2.0
Syötä ennusteet järjestelmään
3.0
Koordinoi tilauksia
4.0
Tee tuotanto-suunnitelma
5.0
5.0
10.0
5.0
6.0
Tilaus
Ennusteet
SAP
Henkilöstö

(Toimeksiantajan luettavissa)

(Toimeksiantajan luettavissa)

(Toimeksiantajan luettavissa)

TUTKIMUSPAIKKA		OSASTO Inhalaatio-osasto		TYÖPISTE Pakkauslinja				PVM 10.11.2015	SIVU 1
		TUOTE XXXXXXXX							
TUTKIMUSKOHDE		MATERIAALI XXXXXX							
		ERÄ XXXXXXX							
TUTKIMUSAIKA		TUTKIJA Niina Oikarinen		ALOITUS	19:50	LOPETUS	22:35:30	TUTKIMUKSEN KESTO	2:45:30
AIKA	HLÖ 1			HLÖ 2			HLÖ 3		
0:00:00	2			1			13		
0:00:30	2			1			19		
0:01:00	2			1			13		
0:01:30	1			1			2		
0:02:00	1			19			19		
0:02:30	1			19			2		
0:03:00	1			1			2		
0:03:30	1			2			19		
0:04:00	19			19			1		
0:04:30	2			18	puhelu		1		
0:05:00	2			18			1		
0:05:30	1			18			1		
0:06:00	1	puhaltaa		18			1		
0:06:30	18	punnitsee laminaattia		18	puhelu		19		
0:07:00	18	punnitsee laminaattia		18	puhelu		19		
0:07:30	18			18			1		
0:08:00	18			2			4		
0:08:30	18			2			16		
0:09:00	18	taskulampun lataus		2			16		
0:09:30	18			2			16		
0:10:00	20			2			16		
0:10:30	6			2			16		
0:11:00	6			2			16		
0:11:30	6			2			16		
0:12:00	6			2			16		
0:12:30	6			2			4		
0:13:00	6			2			20		
0:13:30	6			2			4		
0:14:00	6			2			4		
0:14:30	6			2			4		
0:15:00	6			8			16		
0:15:30	6			8			16		
0:16:00	6			2			16		
0:16:30	6			2			4		
0:17:00	6			2			4		
0:17:30	6			2			4		
0:18:00	6			2			4		
0:18:30	6			18			4		
0:19:00	6			19			4		
0:19:30	6			4			4		
0:20:00	6			2			20		
0:20:30	6			2			20		
0:21:00	6			2			4		
0:21:30	6			2			4		
0:22:00	6			2			4		
0:22:30	4			2			4		
0:23:00	6			2			4		
0:23:30	6			2			4		
0:24:00	6			2			20		
0:24:30	6			2			4		
0:25:00	20			20			20		
0:25:30	18	puhelu		20			20		
0:26:00	18	puhelu		20			8		
0:26:30	19			19			8		
0:27:00	18			18	puhelu		8		
0:27:30	18			19			8		
0:28:00	2			5			8		
0:28:30	2			18			8		
0:29:00	2			5			20		
0:29:30	2			5			20		
0:30:00	2			19			8		

		OSASTO Inhalaatio-osasto			TYÖPISTE Pakkauslinja				PVM 10.11.2015		SIVU 2
		TUOTE XXXXXXXX									
TUTKIMUSKOHDE		MATERIAALI XXXXXX									
		ERÄ XXXXXXX									
TUTKIMUSAIKA		TUTKIJA Niina Oikarinen			ALOITUS	19:50	LOPETUS	22:35:30	TUTKIMUKSEN KESTO		2:45:30
AIKA	HLÖ 1				HLÖ 2				HLÖ 3		
0:30:30	2				5				2		
0:31:00	19				5				19		
0:31:30	2				5				19		
0:32:00	19				19				19		
0:32:30	19				19				19		
0:33:00	19				19				19		
0:33:30	2				5				2		
0:34:00	2				5				2		
0:34:30	2				19				19		
0:35:00	2				13				19		
0:35:30	2				19				19		
0:36:00	2				19				13		
0:36:30	2				19				19		
0:37:00	2				19				19		
0:37:30	2				18				19		
0:38:00	8				19				18		
0:38:30	18				13				18		
0:39:00	9				13				18		
0:39:30	9				13				13		
0:40:00	9				13				13		
0:40:30	2				13				13		
0:41:00	18				13				8		
0:41:30	18	roskapussin laitto			19				18		
0:42:00	5				19				13		
0:42:30	13				13				13		
0:43:00	13				19				4		
0:43:30	4				4				2		
0:44:00	4				5				2		
0:44:30	7				5				2		
0:45:00	7				1				2		
0:45:30	19				9				2		
0:46:00	4				8				2		
0:46:30	4				8				19		
0:47:00	7				8				2		
0:47:30	7				9				2		
0:48:00	7				8				8		
0:48:30	5				4				2		
0:49:00	5				5				2		
0:49:30	5				19				2		
0:50:00	19				19				2		
0:50:30	5				5				4		
0:51:00	20				5				4		
0:51:30	5				5				4		
0:52:00	5				9				8		
0:52:30	5				9				2		
0:53:00	20				4				20		
0:53:30	8				4				2		
0:54:00	2				13				2		
0:54:30	18	laskee			7				2		
0:55:00	20				7				2		
0:55:30	8	tarkastaa po-papereita			20				2		
0:56:00	19				19				2		
0:56:30	18	laskee			7				2		
0:57:00	18	laskee			7				2		
0:57:30	18	laskee			7				2		
0:58:00	4				7				2		
0:58:30	4				4				2		
0:59:00	4				4				2		
0:59:30	4				4				2		
1:00:00	4				4				2		

TUTKIMUSPAIKKA		OSASTO Inhalaatio-osasto		TYÖPISTE Pakkauslinja				PVM 10.11.2015	SIVU 3
		TUOTE XXXXXXXX							
TUTKIMUSKOHDE		MATERIAALI XXXXXX							
		ERÄ XXXXXXX							
TUTKIMUSAIKA		TUTKIJA Niina Oikarinen		ALOITUS	19:50	LOPETUS	22:35:30	TUTKIMUKSEN KESTO	2:45:30
AIKA	HLÖ 1			HLÖ 2			HLÖ 3		
1:00:30	4			4			2		
1:01:00	3			20			2		
1:01:30	4			2			2		
1:02:00	20			2			2		
1:02:30	18	roskapussin käsittely		2			13		
1:03:00	18			19			8		
1:03:30	18			2			8		
1:04:00	4			2			8		
1:04:30	2			18			2		
1:05:00	8			13			2		
1:05:30	8			20			2		
1:06:00	10			13			2		
1:06:30	10			13			20		
1:07:00	11			13			4	työ alkoi	
1:07:30	11			13			4		
1:08:00	2			13			4		
1:08:30	2			13			4		
1:09:00	19			19			20		
1:09:30	13			19			11		
1:10:00	13			11			11		
1:10:30	13			11			11		
1:11:00	13			11			2		
1:11:30	13			13			20		
1:12:00	8			8			7		
1:12:30	8			12			7		
1:13:00	8			4			1		
1:13:30	8			2			4		
1:14:00	8			20			19		
1:14:30	2			7			7		
1:15:00	7			20			18		
1:15:30	18			4			14		
1:16:00	7			7			14		
1:16:30	16			7			14		
1:17:00	16			7			14		
1:17:30	2			7			14		
1:18:00	20			7			14		
1:18:30	1			20			14		
1:19:00	20			13			14		
1:19:30	20			13			14		
1:20:00	15			19			14		
1:20:30	15			19			14		
1:21:00	15			19			14		
1:21:30	15			19			14		
1:22:00	15			19			14		
1:22:30	15			7			14		
1:23:00	15			7			14		
1:23:30	15			12			14		
1:24:00	15			7			14		
1:24:30	12			19			14		
1:25:00	1			18			14		
1:25:30	1			1			14		
1:26:00	15			7			14		
1:26:30	15			7			14		
1:27:00	15			20			14		
1:27:30	15			20			14		
1:28:00	20			13			14		
1:28:30	15			20			20		
1:29:00	15			4			16		
1:29:30	15			4			16		
1:30:00	12			4			20		

TUTKIMUSPAIKKA		OSASTO Inhalaatio-osasto			TYÖPISTE Pakkauslinja				PVM 10.11.2015		SIVU 4
		TUOTE XXXXXXXX									
TUTKIMUSKOHDE		MATERIAALI XXXXX									
		ERÄ XXXXXXX									
TUTKIMUSAIKA		TUTKIJA Niina Oikarinen			ALOITUS	19:50	LOPETUS	22:35:30	TUTKIMUKSEN KESTO		2:45:30
AIKA	HLÖ 1				HLÖ 2				HLÖ 3		
1:30:30	7				14				12		
1:31:00	7				14				7		
1:31:30	7				14				7		
1:32:00	12				14				7		
1:32:30	12				14				7		
1:33:00	12				14				7		
1:33:30	12				14				7		
1:34:00	12				14				19		
1:34:30	12				14				19		
1:35:00	12				14				4		
1:35:30	12				14				4		
1:36:00	12				14				12		
1:36:30	12				14				12		
1:37:00	12				14				12		
1:37:30	12				14				12		
1:38:00	12				14				12		
1:38:30	12				14				12		
1:39:00	12				14				12		
1:39:30	12				14				12		
1:40:00	12				14				12		
1:40:30	12				14				12		
1:41:00	20				14				7		
1:41:30	11				14				7		
1:42:00	11				14				7		
1:42:30	7				14				7		
1:43:00	2				14				7		
1:43:30	7				14				7		
1:44:00	7				14				2		
1:44:30	12				14				2		
1:45:00	1				14				20		
1:45:30	12				14				16		
1:46:00	1				14				16		
1:46:30	7				14				16		
1:47:00	1				14				16		
1:47:30	18				14				16		
1:48:00	19				19				16		
1:48:30	19				19				16		
1:49:00	7				13				16		
1:49:30	14				2				16		
1:50:00	14				2				1		
1:50:30	14				7				16		
1:51:00	14				1				16		
1:51:30	14				13				20		
1:52:00	14				1				8		
1:52:30	14				19				19		
1:53:00	14				19				16		
1:53:30	14				19				16		
1:54:00	14				13				7		
1:54:30	14				19				7		
1:55:00	14				8				7		
1:55:30	14				18				7		
1:56:00	14				20				11		
1:56:30	14				13				11		
1:57:00	14				13				11		
1:57:30	14				13				11		
1:58:00	14				16				11		
1:58:30	14				16				18		
1:59:00	14				20				2		
1:59:30	14				13				2		
2:00:00	14				13				7		

TUTKIMUSPAIKKA		OSASTO Inhalaatio-osasto		TYÖPISTE Pakkauslinja				PVM 10.11.2015	SIVU 5
		TUOTE XXXXXXXX							
TUTKIMUSKOHDE		MATERIAALI XXXXXX							
		ERÄ XXXXXXX							
TUTKIMUSAIKA		TUTKIJA Niina Oikarinen		ALOITUS	19:50	LOPETUS	22:35:30	TUTKIMUKSEN KESTO	2:45:30
AIKA	HLÖ 1			HLÖ 2			HLÖ 3		
2:00:30	14			13			7		
2:01:00	14			13			7		
2:01:30	14			13			1		
2:02:00	18			13			7		
2:02:30	11			13			7		
2:03:00	11			11			1		
2:03:30	11			11			18	laskee	
2:04:00	11			11			18	laskee	
2:04:30	1			13			7		
2:05:00	13			13			7		
2:05:30	13			13			13		
2:06:00	1			13			13		
2:06:30	13			2			13		
2:07:00	13			19			19		
2:07:30	13			7			18		
2:08:00	13			20			7		
2:08:30	13			7			1		
2:09:00	1			1			16		
2:09:30	12			2			20		
2:10:00	12			17			18		
2:10:30	2			18	laskee hylättyjä		18	laskee hylättyjä	
2:11:00	1			18	laskee hylättyjä		18	laskee hylättyjä	
2:11:30	20			18	laskee hylättyjä		18	laskee hylättyjä	
2:12:00	20			18	laskee hylättyjä		18	laskee hylättyjä	
2:12:30	18			18	laskee hylättyjä		18	laskee hylättyjä	
2:13:00	18			7			7		
2:13:30	18			7			7		
2:14:00	18			7			7		
2:14:30	8			7			11		
2:15:00	18			13			11		
2:15:30	18	laskee		7			11		
2:16:00	18	laskee		13			11		
2:16:30	18	laskee		20			1		
2:17:00	18	laskee		20			11		
2:17:30	18	laskee		19			11		
2:18:00	2			1			19		
2:18:30	2			1			19		
2:19:00	2			1			19		
2:19:30	1			18	dokumentoi hylätyt		13		
2:20:00	7			7			13		
2:20:30	7			1			20		
2:21:00	18			18	dokumentoi hylätyt		7		
2:21:30	18			7			12		
2:22:00	18			7			12		
2:22:30	18			7			12		
2:23:00	2			1			13		
2:23:30	1			7			1		
2:24:00	1			12			1		
2:24:30	1			7			13		
2:25:00	1			7			20		
2:25:30	1			18	dokumentoi hylätyt		12		
2:26:00	1			18	dokumentoi hylätyt		7		
2:26:30	1			1			18		
2:27:00	13			4			13		
2:27:30	1			19			2		
2:28:00	1			19			2	työ päättyi	
2:28:30	1			19			2		
2:29:00	1			19			2		
2:29:30	8			4			2		
2:30:00	2			4			1		

TUTKIMUSPAIKKA		OSASTO Inhalaatio-osasto		TYÖPISTE Pakkauslinja				PVM 10.11.2015	SIVU 6
		TUOTE XXXXXXXX							
TUTKIMUSKOHDE		MATERIAALI XXXXXX							
		ERÄ XXXXXXX							
TUTKIMUSAIKA		TUTKIJA Niina Oikarinen		ALOITUS	19:50	LOPETUS	22:35:30	TUTKIMUKSEN KESTO	2:45:30
AIKA	HLÖ 1			HLÖ 2			HLÖ 3		
2:30:30	2			16			1		
2:31:00	2			16			1		
2:31:30	2			4			1		
2:32:00	2			4			1		
2:32:30	3			4			1		
2:33:00	2	loppupaperit		4			1	siivoaa	
2:33:30	2	loppupaperit		4			1		
2:34:00	2	loppupaperit		1			1		
2:34:30	2	loppupaperit		19			1		
2:35:00	2	loppupaperit		1			19		
2:35:30	2	loppupaperit		18	dokumentoi hylätyt		1		
2:36:00	2	loppupaperit		20			16		
2:36:30	2	loppupaperit		1			16		
2:37:00	2	loppupaperit		20			16		
2:37:30	2	loppupaperit		4			16		
2:38:00	2	loppupaperit		8			16		
2:38:30	2	loppupaperit		1			16		
2:39:00	2	loppupaperit		1			16		
2:39:30	2	loppupaperit		1			16		
2:40:00	2	loppupaperit		13			16		
2:40:30	2	loppupaperit		2			16		
2:41:00	2	loppupaperit		4			16		
2:41:30	2	loppupaperit		1			16		
2:42:00	2	loppupaperit		1			16	viimeinen lava valmis	
2:42:30	2	loppupaperit		20			4		
2:43:00	2	loppupaperit		1			4		
2:43:30	2	loppupaperit		4			1	siivoaa	
2:44:00	2	loppupaperit		4			1	siivoaa	
2:44:30	2	loppupaperit		4			1	siivoaa	
2:45:00	2	loppupaperit		4			1	siivoaa	
2:45:30	2	loppupaperit valmiit		4	tuo seuraavan erän materiaalit		1	siivoaa	
2:46:00									
2:46:30									
2:47:00									
2:47:30									
2:48:00									
2:48:30									
2:49:00									
2:49:30									
2:50:00									
2:50:30									
2:51:00									
2:51:30									
2:52:00									
2:52:30									
2:53:00									
2:53:30									
2:54:00									
2:54:30									
2:55:00									
2:55:30									
2:56:00									
2:56:30									
2:57:00									
2:57:30									
2:58:00									
2:58:30									
2:59:00									
2:59:30									
3:00:00									

Alku	Loppu	Kesto yht.	Tila	Syy	Kommentti
10.11.2015 19:50	10.11.2015 20:22	0:31:49	Tuotteen vaihto	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 20:22	10.11.2015 20:23	0:00:29	Häiriö	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 20:23	10.11.2015 20:58	0:35:03	Tuotteen vaihto	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 20:58	10.11.2015 21:01	0:03:34	Odotus	Muu odotus:Työn aloitus/lopetustyöt	
10.11.2015 21:01	10.11.2015 21:13	0:11:52	Tuotanto		
10.11.2015 21:13	10.11.2015 21:14	0:00:31	Häiriö	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 21:14	10.11.2015 21:14	0:00:20	Tuotanto		
10.11.2015 21:14	10.11.2015 21:14	0:00:20	Häiriö	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 21:14	10.11.2015 21:15	0:00:21	Tuotanto		
10.11.2015 21:15	10.11.2015 21:15	0:00:10	Häiriö	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 21:15	10.11.2015 21:20	0:04:35	Tuotanto		
10.11.2015 21:20	10.11.2015 21:21	0:01:11	Häiriö	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 21:21	10.11.2015 21:21	0:00:20	Tuotanto		
10.11.2015 21:21	10.11.2015 21:22	0:01:11	Häiriö	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 21:22	10.11.2015 21:23	0:01:12	Tuotanto		
10.11.2015 21:23	10.11.2015 21:31	0:07:27	Häiriö	Pussituskone häiriö:Muu pussituskoneen häiriö	
10.11.2015 21:31	10.11.2015 21:32	0:00:41	Tuotanto		
10.11.2015 21:32	10.11.2015 21:32	0:00:20	Häiriö	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 21:32	10.11.2015 21:37	0:05:36	Tuotanto		
10.11.2015 21:37	10.11.2015 21:38	0:00:10	Häiriö	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 21:38	10.11.2015 21:59	0:21:50	Tuotanto		

Alku	Loppu	Kesto yht.	Tila	Syy	Kommentti
10.11.2015 22:00	10.11.2015 22:00	0:00:32	Tuotanto		
10.11.2015 22:00	10.11.2015 22:04	0:04:04	Odotus	Muu odotus:Muu	
10.11.2015 22:04	10.11.2015 22:05	0:01:22	Tuotanto		
10.11.2015 22:05	10.11.2015 22:06	0:00:10	Häiriö	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 22:06	10.11.2015 22:06	0:00:20	Tuotanto		
10.11.2015 22:06	10.11.2015 22:06	0:00:21	Häiriö	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 22:06	10.11.2015 22:08	0:01:11	Tuotanto		
10.11.2015 22:08	10.11.2015 22:10	0:02:43	Odotus	Muu odotus:Muu	Laskettu hylättyjen määrä jolloin linja pysähtynyt.
10.11.2015 22:10	10.11.2015 22:11	0:00:50	Tuotanto		
10.11.2015 22:11	10.11.2015 22:11	0:00:21	Häiriö	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 22:11	10.11.2015 22:13	0:01:21	Tuotanto		
10.11.2015 22:13	10.11.2015 22:13	0:00:31	Häiriö	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 22:13	10.11.2015 22:14	0:00:20	Tuotanto		
10.11.2015 22:14	10.11.2015 22:14	0:00:20	Häiriö	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 22:14	10.11.2015 22:14	0:00:21	Tuotanto		
10.11.2015 22:14	10.11.2015 22:15	0:00:20	Häiriö	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 22:15	10.11.2015 22:16	0:01:01	Tuotanto		
10.11.2015 22:16	10.11.2015 22:16	0:00:20	Häiriö	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 22:16	10.11.2015 22:16	0:00:31	Tuotanto		
10.11.2015 22:16	10.11.2015 22:17	0:00:41	Häiriö	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 22:17	10.11.2015 22:18	0:00:20	Tuotanto		

Alku	Loppu	Kesto yht.	Tila	Syy	Kommentti
10.11.2015 22:18	10.11.2015 22:19	0:01:02	Häiriö	Alle 2 min pysäytys	
10.11.2015 22:19	10.11.2015 22:39	0:20:51	Tuotteen vaihto	Alle 2 min pysäytys	