

Jouni Lindqvist

# Avix-ohjelman soveltuvuus kohdeyrityksen tuotannon kehittämiseen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Insinöörityö

15.12.2015

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Jouni Lindqvist Avix-ohjelman soveltuvuus kohdeyrityksen tuotannon kehittämiseen 33 sivua 15.12.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Tuotantotalous
Suuntautumisvaihtoehto	Tilaus-toimitusketjun hallinta ja liiketoiminta
Ohjaajat	Production Engineering Manager Virpi Kokkila Yliopettaja Antero Putkiranta
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli selvittää, soveltuuko tuotannon kehitykseen tarkoitettu Avix-ohjelmisto kohdeyrityksen valmistusprosessien parantamiseen. Työssä tarkasteltiin lähemmin lean-ajattelua, joka on yksi nykyajan tuotannon kehittämisen kulmakivistä.</p> <p>Aluksi selvitettiin, miten Avix-ohjelmaa käytetään yleisellä tasolla videoiden kuvaamista ja analysoimista varten. Tämän jälkeen perehdyttiin TPS (Toyota Production System) -järjestelmään, joka on erinomaisesti dokumentoitu lean-järjestelmä, jossa pyritään poistamaan kaikki lisäarvoa tuottamaton hukka. Tämän jälkeen suoritettiin pilottityö kohdeyrityksessä, jossa valittua työpistettä kuvattiin kolmeen otteeseen. Ottojen välissä videokuvaa analysoitiin, ja sen tuloksena tehtiin hukkaa poistavia parannustoimenpiteitä työpisteellä.</p> <p>Työn tuloksena työpisteen hukkatyötä saatiin vähennettyä miltei 90 prosenttia. Kokonaisläpimenoaikaa saatiin lyhennettyä yli puolella. Ohjelma osoittautui tehokkaaksi valmistusprosessien analysointityökaluksi.</p>	
Avainsanat	Avix, TPS, JIT, Kaizen

Author Title Number of Pages Date	Jouni Lindqvist Suitability of Avix software in production development for the target company 33 pages 15 December 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Management
Specialisation option	Supply Chain Management and Business
Instructors	Virpi Kokkila, Production Engineering Manager Antero Putkiranta, Principal Lecturer
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to examine if the software Avix, which was designed for production development, would suit the target company in improving production processes. The theory chapter in this thesis focused on Lean thinking, which plays a very significant role in contemporary production development.</p> <p>At first, how to use Avix for recording and analyzing video material was clarified. After this, a closer look was taken on TPS (Toyota Production System), which is a very well documented Lean-system, where the focus is on eliminating all non-value adding waste. Then a pilot shooting was conducted where the workstation was filmed three times. Between the shots the footage was being analyzed, which resulted in actions that removed waste.</p> <p>As a result, loss was decreased by almost 90 percent. Total throughput time was shortened by more than a half. The software proved to be a very effective tool in analyzing production processes.</p>	
Keywords	Avix, TPS, JIT, Kaizen

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Avix-ohjelmisto	3
2.1	Solme Ab	3
2.2	Tuotannon analysointijärjestelmä Avix Method	3
2.3	Avixin käyttö	5
3	Lean: Toyota production system -järjestelmä	8
3.1	Yleistä	8
3.2	JIT-menetelmä	10
3.3	Jidoka-menetelmä	11
3.4	Jatkuva parantaminen (Kaizen)	13
4	Avix Methodin soveltuvuus kohdeyritykseen	15
4.1	Jatkuvan parantamisen nykytila Eatonilla	15
4.2	Avixin pilotointi virtamuunninkokoonpanotyöpisteellä	15
5	Johtopäätökset	24
6	Yhteenveto	26
	Lähteet	29

## 1 Johdanto

Insinööriyön tavoitteena on selvittää, soveltuuko tuotannon analysointiin tarkoitettu Avix-ohjelmisto kohdeyrityksen valmistusprosessien parantamiseen. Työssä käsitellään Avix-ohjelmistoa ja TPS (Toyota Production System) -järjestelmää, jota voidaan hyvällä syyllä kutsua lean-järjestelmäksi. [1.]

Avix-ohjelmistoa voidaan käyttää moneen eri tuotannon kehityksen osa-alueeseen, mutta tässä työssä tarkastellaan vain sen soveltuvuutta valmistusprosessien parantamiseen kohdeyrityksen tuotannossa. Parantamisella tarkoitetaan tässä tapauksessa lähinnä ajallisen hukkan poistamista, jotta läpimenoaikaa saadaan lyhennettyä. Kohdeyrityksen tavoitteena on kuitenkin kiinnittää huomiota muuhunkin kuin ajalliseen hukkaan analysoitaessa videokuvaa Avixin avulla.

Yritys, jossa työ on tehdään, Eaton Power Quality Oy, on Suomen UPS (Uninterruptible Power Supply) -myynnin markkinajohtaja. Takanaan Eaton P.Q. Oy:llä on 45 vuoden kokemus UPS:ien suunnittelusta, valmistuksesta ja toimituksista. Espoossa sijaitseva tehdas työllistää Suomessa noin 200 henkilöä. Amerikkalaisomisteisella Eatonilla on alan kattavin tuote- ja palveluvalikoima, joka koostuu häiriöttömän sähkönsyötön järjestelmistä (UPS:eista), ylijännitesuojista, sähkökeskuksista, virranjakoyksiköistä, rakkikaapeista, sähköanalysointilaitteista, kaukovalvonnasta, hallintaohjelmistoista ja kokonaisvaltaisista huoltopalveluista. Eaton P.Q. Oy on Suomen UPS-markkinajohtaja 60 prosentin markkinaosuudella. 95 prosenttia Suomen tehtaan tuotteista menee vientiin. [2.]

Insinööriyö alkoi siten, että kohdeyritykseen hankittiin kellova lisenssi Avixin käyttöön. Työn suunnittelupalaverissa sovittiin alustava aihe ja suunta. Ensimmäinen ajatus työn aiheesta oli järjestelmän implementointi tuotantoon. Se oli kuitenkin liian iso kokonaisuus ei vähiten ajallisesti, joten aihe rajattiin käsittämään järjestelmän koekäyttö valitulla työpisteellä tuotannossa. Tultiin siihen tulokseen, että viimeistään koekäytön jälkeen voidaan tehdä päätös järjestelmän käyttöönoton laajentamisesta yrityksessä. Avixin käytön perusteissa alkuun auttoi Cimteam Oy:n Samuli Vuorinen, jonka välityksellä järjestelmän hankintakin saatiin hoidettua. Ohjelmiston saaminen yritykseen vei hieman enemmän aikaa, kuin oli ajateltu, joten työn varsinainen aloittaminen lykkäytyi. Se ei johtunut järjestelmän toimittajasta, vaan kohdeyrityksen omasta byrokratiasta. Kun ohjelma viimein

saatiin, alkoi kuvattavan kohteen etsiminen tuotantolinjoilta. Kohteeksi valittiin ensin hie-  
man liian iso kokonaisuus, joten valitseminen tehtiin uudelleen. Lopulliseksi pilotoitavaksi  
työpisteeksi valittiin virtamuunninpeltikokoonpano, jonka pituus ja luonne koettiin sopi-  
vaksi työtä ajatellen.

## 2 Avix-ohjelmisto

### 2.1 Solme Ab

Avix-ohjelmiston kehittäjä, ruotsalainen Solme Ab perustettiin vuonna 1998 sellaisen idean pohjalta, että manuaalisia kokoonpanoprosesseja voitaisiin analysoida tehokkaasti yhdistämällä videokuvaa aika- ja liikeanalyysien kanssa, jotka perustuvat standardiaikoihin. Tähän päivään asti perusajatusta on jalostettu, erillisiä sovelluksen lisäosia kehitetty ja uusia käyttökohteita tunnistettu.

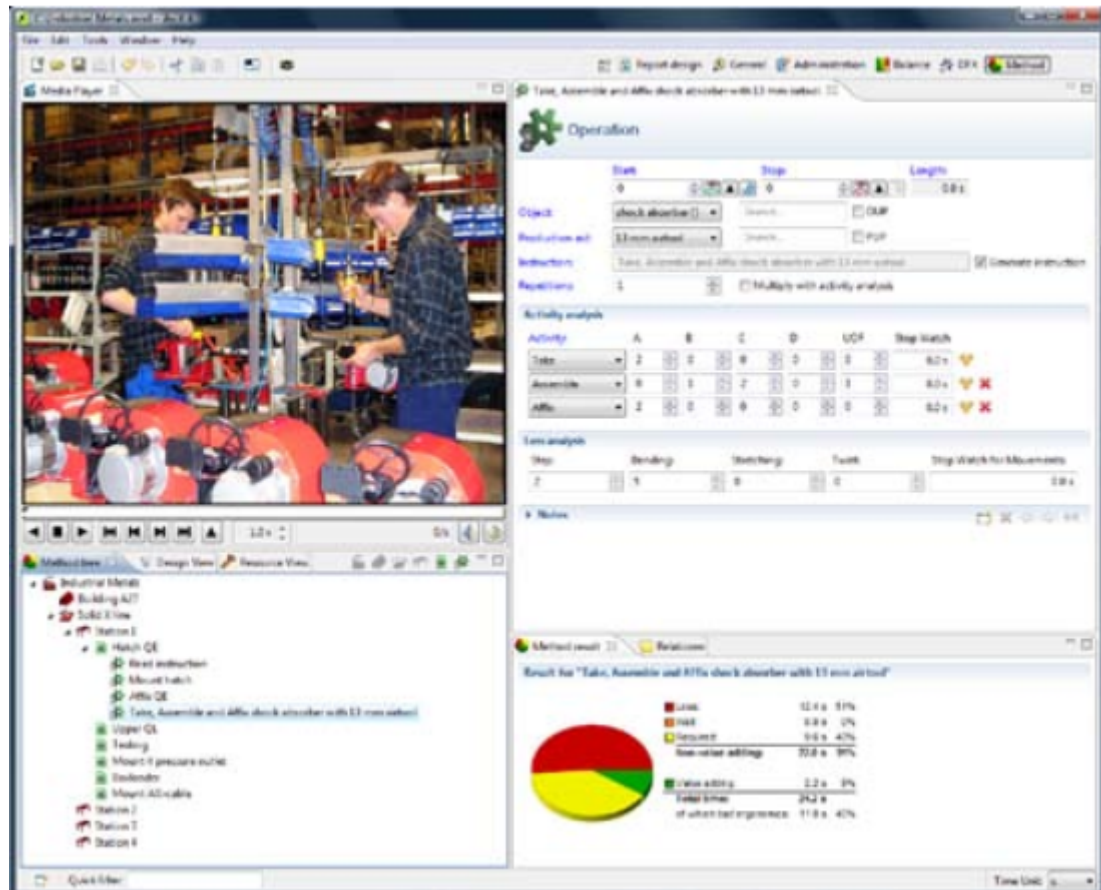
Käytännön sovellukset löytyvät tuottavuuden, tuotannon kehityksen, optimoinnin ja tehokkuuden alueilta, jotka ovat kaikki läheisesti kytköksissä työn mittaamiseen ja analysoimiseen.

Solmen ensimmäisiä isoja asiakkaita oli Göteborgissa sijaitseva SKF (alun perin Svenska Kullagerfabriken AB), jota Avix on auttanut lyhentämään asetusaikoja jopa viisikymmentä prosenttia. Tämän onnistumisen jälkeen Solme uskalsi edetä Avixin kehittämisessä entistä rohkeammin. [3.]

### 2.2 Tuotannon analysointijärjestelmä Avix Method

Avix on laaja tuotannon analysointiin kehitetty järjestelmä, josta tässä työssä keskitytään sen yhteen osaan, Avix Methodiin. Avix Methodin avulla eri työt saadaan vaiheistettua, luokiteltua ja aikataulutettua. Ohjelma antaa yksityiskohtaista tietoa työpisteestä ja koko tuotantolinjasta. Tätä tietoa voidaan käyttää jatkuvassa parantamisessa, kustannuslaskennoissa, töiden vaiheistuksissa sekä investointipäätöksissä. Sovelluksen tavoite on tuottaa suoria hyötyjä yrityksille, kuten tuottavuuden lisääntyminen, potentiaalisten parannuskohteiden tunnistaminen, lyhyemmät tahtiajat, hukan vähentyminen ja paremmat työohjeet. Ohjelman avulla voi myös määritellä, missä kohden prosesseja käytetään eniten resursseja. Tämän tarkoitus on auttaa ohjelman käyttäjää löytämään ne kohdat, joiden parantamisesta on saavutettavissa eniten hyötyä. Ajan säästö on täysin simuloitavissa jokaista parannuskohtaa kohden. Parannuskohtia voi sitten vertailla ja valita parhaan vaihtoehdon. Käyttämällä videoteknologiaa analysointityötä saadaan nopeutettua ja tuloksia on tehokkaampaa esitellä kuin ennen. Värejä hyödyntämällä tuloksia on

helppo havainnollistaa muille, ja tätä kautta jatkuvaan parantamiseen on isonkin ryhmän helppo osallistua. (Kuva 1.)

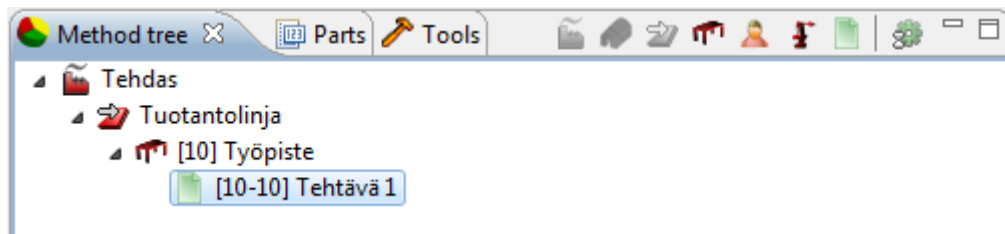


Kuva 1. Avix Method -ohjelman jatkuvan parantamisen värikartta. Punainen väri kuvastaa hukkaa, keltainen osittaista hukkaa ja vihreä tuottavaa työtä [3].



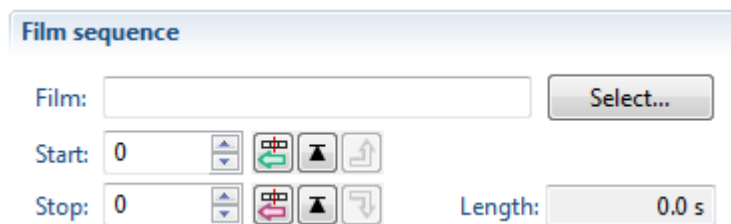
### 2.3 Avixin käyttö

Avix-ohjelmiston käyttö ja siinä navigoiminen on helppoa, jos Windows-käyttöjärjestelmä on entuudestaan tuttu. Ohjelman yläosassa on Windowsista tutut valikot, joiden kautta päästään esimerkiksi avaamaan uusi projekti ja tallentamaan se. Kun uusi projekti on avattu ja tallennettu haluttuun sijaintiin kiinto- tai verkkolevyllä, luodaan ensimmäisenä tehdas, jossa valmistustyö tapahtuu. Tämän jälkeen luodaan rakennus, tuotantolinja ja työpiste. Kukin komponentti tulee nimetä halutulla tavalla. Kun työpiste on luotu, sille voidaan luoda tehtävä. Kuvattu videomateriaali sidotaan aina tiettyyn tehtävään. Yleensä yksi videotiedosto on sidottu enempään kuin yhteen tehtävään, eikä rajaa tehtävien määrille videokohtaisesti ole olemassa. (Kuva 2.)



Kuva 2. Avix Methodin peruskomponenttien luominen. Kuvassa rakennuksen luominen on jätetty pois. Se ei ole pakollinen, vaan tehtaalle voidaan suoraan määrittää tuotantolinja.

Kun video on valittu tehtävälle, sille tulee määrittää alku- ja loppukohta. Seuraava tehtävä alkaa oletusarvoisesti edellisen videon loppukohdasta. (Kuva 3.)



Kuva 3. Videon valitseminen. Alku- ja loppukohtien arvot ovat kuvakehyksiä.

Kun työpisteen tehtävät on nimetty ja videot määritelty, tulee jokainen erillinen työtehtävä luokitella painamalla Work classification -kuvaketta. Avixin luokitusvaihtoehdot ovat lisäarvoa tuottava, vaadittu, odotus, hukka tai luokittelematon. Töiden oikea luokittelu on tärkeää analysoinnin johtopäätösten oikeellisuuden kannalta. Jokaiselle tehtävälle annetaan kuvaus, kommentti, käytetyt osat ja työkalut. Mikään näistä ei ole pakollinen tieto, mutta esimerkiksi kuvauskentän tiedot tulostuvat työohjeeseen. Käyttötarkoitus määritteleekin pitkälti sen, mitä kaikkea tietoa halutaan syöttää. (Kuva 4.)

**Task**    General    Additional

**Identification and Time**

Name:

Number:

Time:     Frequency:

**Film sequence**

Film:    

Start:     Length:

Stop:

**Used parts**

Part	Consumpti...	Position
Kaapeliankkuri	1 pcs	-

**Description**    B I U S

Tähän kuvaus, mitä ja/tai miten tehtävä suoritetaan.

**Notes**    1/1

   Comment

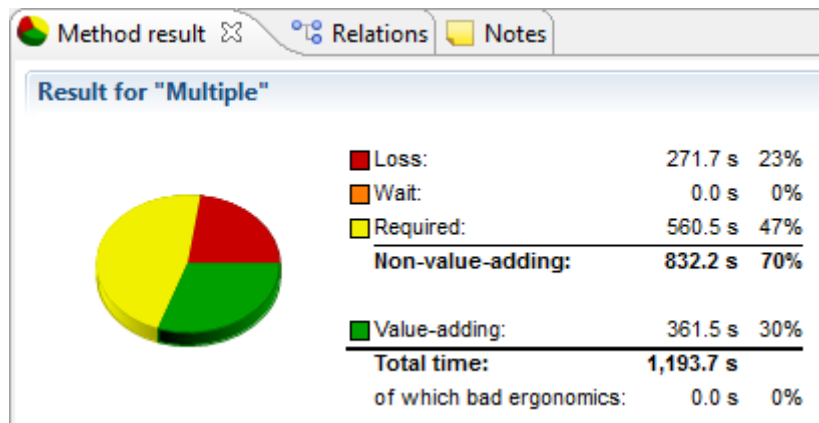
Tähän muuta tehtävään liittyvää kommenttia.

**Used tools**

Tool	Consumpti...
Ruuviväänin	1 pcs

Kuva 4. Tehtävän määrittelynäky Avixissa.

Kun tarvittavat tiedot on syötetty, voidaan valita kaikki tehtävät luonti- ja valitsemisnäky- mässtä, jolloin niiden tulos näkyy Method result -ikkunassa. (Kuva 5.)



Kuva 5. Method result -näkyvä näyttää, kuinka iso osa työpisteellä suoritettavasta työstä on lisäarvoa tuottavaa tai jotain muuta.

Tuloksen visuaalisuuden ansiosta voidaan hyvin nopeasti nähdä, kuinka iso osa tehdystä työstä on lisäarvoa tuottavaa. Työn luokittelun pelisäännöt ovat ohjelman käyttäjän päätettävissä. Tärkeää on kuitenkin luokitella työt niin, että mahdolliset parannuskohdat näkyvät selkeästi erottuvana osana kokonaisuudesta.

### 3 Lean: Toyota production system -järjestelmä

#### 3.1 Yleistä

TPS (Toyota Production System) on ehkä parhaiten dokumentoitu lean-järjestelmä, ja se on osoittanut toimivuutensa pitkällä aikavälillä. TPS:n perustaja Taiichi Ohno on todennut järjestelmän pohjalta kehittyneestä kulttuurista seuraavan ajatuksen:

”Me katsomme ainoastaan aikajanaa siitä hetkestä, kun asiakas antaa meille tilauksen, siihen pisteeseen, kun keräämme rahat. Ja me pienennämme tuota aikajanaa poistamalla lisäarvoa tuottamattoman hukkan.” [6.]

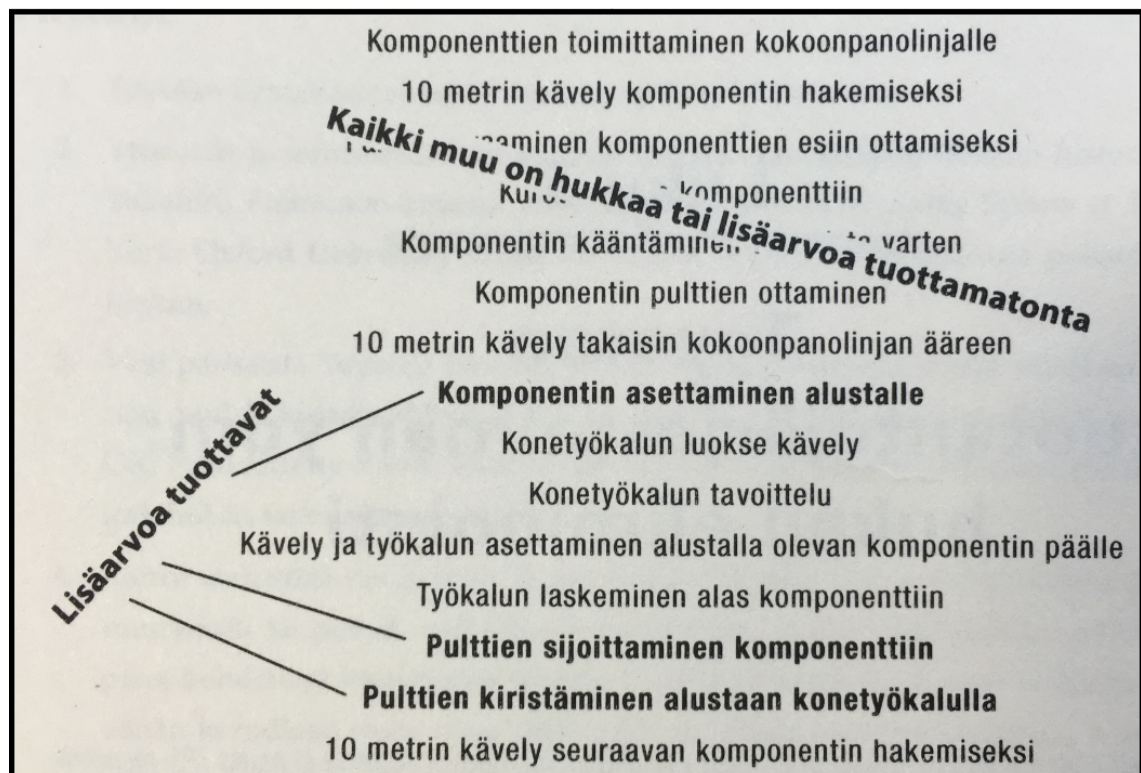
Leanin ja TPS:n kantava ajatus on siis poistaa kaikki toiminnot, jotka eivät tuota lisäarvoa tuotteelle. Näitä toimintoja kutsutaan leanissa hukaksi. Taiichi Ohnon mukaan [5] TPS koostuu monesta eri tekniikasta, joiden tavoitteena on vähentää valmistuksen kustannuksia. Ohnon tapa vähentää kustannuksia on vähentää hukkaa. Toyota on tunnistanut lisäarvoa tuottamattomasta hukasta seitsemän päätyyppiä, joita voidaan soveltaa valmistustuotannon lisäksi tuotekehityksessä, tilausten vastaanottamisessa ja toimistossa:

1. **Ylituotanto.** Tilaamattomien osien valmistaminen, mikä aiheuttaa tarpeetonta henkilökunnan palkkaamista ja varasto- ja kuljetuskustannuksia liiallisen varaston vuoksi.
2. **Odottelu.** Työntekijät joutuvat vain seuraamaan automatisoitua konetta tai seisoskelemaan odotellen seuraavaa käsittelyvaihetta, työkalua, toimitusta, komponenttia ja niin edelleen, tai heillä ei yksinkertaisesti ole mitään tekemistä varaston loppumisen, käsittelyviiveiden, välineistön sammuttamisen ja kapasiteetin pullonkaulojen vuoksi.
3. **Tarpeeton kuljettelu.** Keskeneräisen työn kuljettaminen pitkiä matkoja, tehoton kuljetuksen luominen tai materiaalien, osien tai valmiiden hyödykkeiden siirtely varastoon, varastosta tai prosessista toiseen.
4. **Ylikäsittely tai virheellinen käsittely.** Tarpeettomien vaiheiden suorittaminen osien käsittelyssä. Tehoton käsittely kehnon työkalun tai tuotesuunnittelun

vuoksi, mistä aiheutuutarpeetonta liikkumista ja virheitä tuotteeseen. Hukkaa syntyy, kun tuotetaan laadukkaampia tuotteita, kuin on välttämätöntä.

5. **Tarpeettomat varastot.** Liikaa raakamateriaalia, keskeneräisiä tuotteita tai valmiita työdykkeitä, mistä seuraa pidempiä läpimenoaikoja, vanhentuneisuutta, vahingoittuneita hyödykkeitä, kuljetus- ja varastokustannuksia ja viivettä. Lisäksi liian suuret varastot kätkevät sellaisia ongelmia kuin tuotannon epätasapainon, myöhästyneet toimitukset alihankkijoilta, viat, välineistön alhaallaoloajan ja pitkät asennusajat.
6. **Tarpeeton liikkuminen.** Kaikki turha liike, mitä työntekijöiden täytyy suorittaa työn aikana, kuten osien, työkalujen ja niin edelleen etsiminen, kurkottelu ja pinoaminen. Myös kävely on hukkaa.
7. **Viat.** Viallisten osien tuottaminen tai korjaaminen. Korjaaminen tai uudelleentyötäminen, pois heittäminen, täydennysosan tuottaminen ja tarkastus tarkoittavat tarpeetonta käsittelyä, hukattua aikaa ja turhaa työtä.

Ohnon mukaan [5] ylituotanto on kaikista haitallisista hukka, sillä se tuottaa monta muuta-kin hukkaa. Kun esimerkiksi ylimääräistä materiaalia tai valmiita tuotteita jää varastoon, niistä koituu säilytyskustannuksia. Tämän lisäksi niitä täytyy siirrellä varastoon ja sieltä takaisin. Käsittelyssä on aina vaarana, että käsiteltävä tavara vahingoittuu. Kuvassa 6 on havainnollistettu, miten monesti hyvin pieni osa prosesseista itse asiassa on lisäarvoa tuottavaa. Esimerkissä käytetään pohjana kuorma-auton alustan kokoonpanolinjaa.



Kuva 6. Hukka kuorma-auton alustan kokoonpanolinjalla [1].

Jos todella puhutaan lisäarvoa tuottavasta työstä, voidaan esimerkiksi nopeasti nähdä, että reilusti suurin osa prosesseista ei tuota tuotteelle sellaista arvoa, josta asiakas olisi valmis maksamaan. TPS:n ja leanin ydinajatuksia on nimenomaan se, kuinka rajata kokonaisprosessi mahdollisimman puhtaaksi kaikesta muusta kuin lisäarvoa tuottavasta toiminnasta, koska se sitten tehtaassa sisäistä tai esimerkiksi toimittajan ja tehtaassa välistä toimintaa. Tuotteen läpimenoaikakin saadaan yleensä lyhyemmäksi, mitä enemmän sen lisäarvoa tuottamattomista valmistus- ja tukiprosesseista saadaan poistettua. Hukan poistamista varten on kehitetty prosesseja tai menetelmiä, joita tarkastellaan seuraavaksi. TPS:ssä on kaksi tätä toimintaa tukevaa tukipilaria. [5; 6; 1.]

### 3.2 JIT-menetelmä

JIT (Just In Time) on tekniikka, jossa materiaalia tuotetaan juuri oikea määrä, oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan. Se perustuu siis määrien hallintaan. Taiichi kertoo teoksessaan [6], että toisen maailmansodan jälkeen isoin huoli oli se, miten tuottaa korkealaatuisia tuotteita. Vuoden 1955 jälkeen isoimmaksi huoleksi nousi kuitenkin se, kuinka tehdä juuri sen verran, mille on tarve. Sen lisäksi, että JIT on oiva työkalu inventoinnin

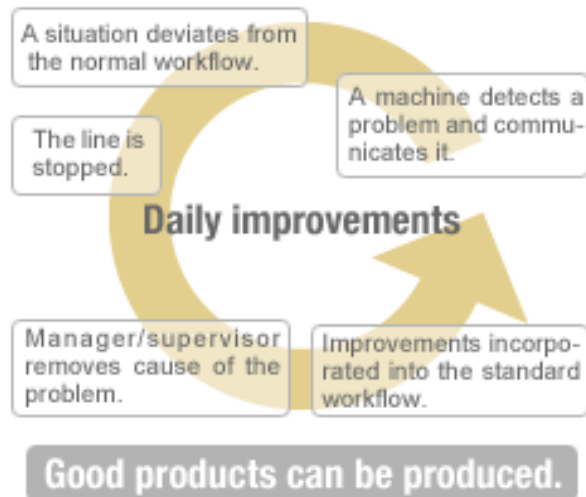
hallintaan, siihen kätkeytyy syvä tietämys ja tietoisuus tuotteiden ja kysynnän vaihteiluista. JIT on alun perin Toyotan julkaisema termi, joka on sittemmin hyväksytty lähes universaalisesti globaalissa teollisuudessa.

JIT-menetelmän mukainen tuotanto perustuu siihen, että koko tuotantoprosessi ohjautuu tarjonnan ja kysynnän luonnonlakien mukaisesti. Asiakkaan kysyntä stimuloi esimerkiksi kulkuneuvon tuottamisen. Tämän jälkeen kulkuneuvon tuottaminen stimuloi sen osien valmistamisen ja toimittamisen ja niin edelleen. Tuloksena syntyy tapahtumaketju, joka toimii JIT:n perustana. Asiakas on aina JIT:n ohjaava tekijä. Tämä johtuu siitä, että prosessi aktivoituu vain, kun asiakas tekee tilauksen. Tuotantoa ”imetään” asiakkaan toimesta, mieluummin kuin että sitä työnnettäisiin tuotantojärjestelmän toimesta. Sidos asiakkaan kysynnän ja tuotannon välillä syntyy analysoimalla tahtiaikaa. Tahtiaika on mitaustapa, jolla mitataan myynnin tahtia suhteessa tuotannon kapasiteettiin. Jos linjalla työskennellään esimerkiksi 920 minuuttia päivässä ja päivittäinen kysyntä on 400 kulkuneuvoa, tulee tahtiajaksi 2,3 minuuttia. Tuloksena saadaan siis aika, joka on käytettävissä yhden kulkuneuvon valmistamiseen. Tahtiaika voidaan toki jakaa vielä eri työvaiheisiin, mutta on tärkeää pitää koko tuotantolinjan tavoitetahtiaika aina mielessä. Jos tahtiaikaa vähennetään, on resursseja lisättävä. Toyota ei koskaan yritä sovitella kysynnän heilahteluja tekemällä merkittäviä muutoksia yksittäisten työntekijöiden työmääriin. Työntekijöiden lisääminen tuotantolinjalle tarkoittaa sitä, että jokainen työntekijä suorittaa pienemmän osuuden kokonaisuudesta. Vähentämällä työntekijöitä osuudet kasvavat. Tästä syystä on äärimmäisen tärkeää, että työntekijät ovat hyvin koulutettuja, joustavia ja moniosaajia. [6; 7.]

### 3.3 Jidoka-menetelmä

TPS:ssä käytetty termi ”Jidoka” voidaan määritellä automaatioksi, jossa on ihminen mukana. Termi juontaa juurensa automaattisen kutomokoneen keksimiseen, jonka takana oli Toyota Groupin perustaja Sakichi Toyoda. Ensimmäinen versio sai nimekseen ”Toyota Power Loom”. Se ei vielä ollut täysin automaattinen. Hän paransi tuotetta asteittain esimerkiksi sisällyttämällä automaattisen ohjelman pysäyttämisen, mikäli katkennut lanka huomattiin. Vuonna 1924 Sakichi keksi maailman ensimmäisen automaattisen kutomokoneen, joka sai nimekseen ”Type-G Toyota Automatic Loom”. Toyotan termillä ”Jido” viitataan laitteeseen, jossa on sisäänrakennettuna ominaisuutena kyky tehdä päätöksiä, kun taas japanilainen termi ”Jido” tarkoittaa vain laitetta, joka kykenee liikkumaan

itse. Jidokalla tarkoitetaan automatisaatiota, jossa on ihminen mukana eikä vain laitetta, joka vain liikkuu valvonnan alla. Koska kutomokone pysähtyi, kun ongelma ilmaantui, viallisia tuotteita ei valmistettu. Tämä tarkoitti, että yksi valvoja saattoi tarkkailla montaa kutomolaitetta, minkä tuloksena saatiin huomattava tuottavuuden lisä. Tärkeänä työkaluna osana jidokaa Toyotalla on käytössään taulu tai näyttö, johon on koottu kaikki ongelmat ja josta voidaan yhdellä silmäyksellä nähdä valmistuslinjan huomiota vaativat kohdat. [8.]

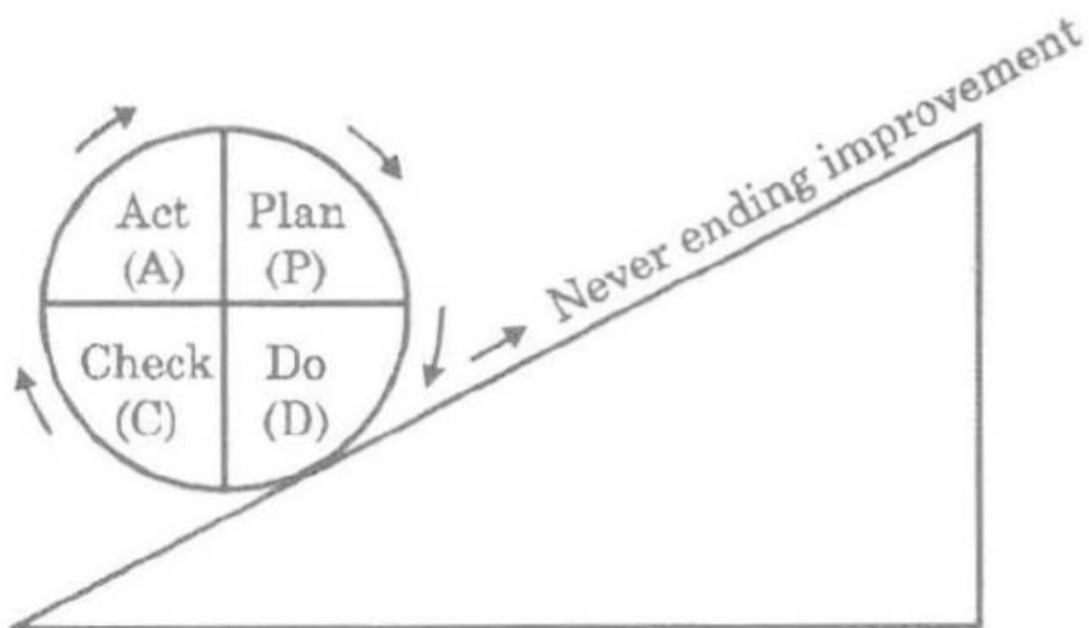


Kuva 7. Jidoka-menetelmä prosessikulkuna kuvattuna.



### 3.4 Jatkuva parantaminen (Kaizen)

Aiemmin mainitun JIT:n voima on siinä, että Toyota kykenee sen avulla reagoimaan kysynnän vaihteluihin tehokkaasti. Toyota ja sitä kautta TPS omaksui myös amerikkalaisen laatupioneerin William Edwards Demingin opetukset. Deming opetti, että jokaisen organisaation jäsenen tehtävä on täyttää ja jopa ylittää asiakkaan odotukset. Asiakkaan määritelmä muuttui myös siten, että tehtaan sisäisetkin tahot nähdään asiakkaina. Tämä opetus tukee JIT-ajattelua, jossa edellinen ja seuraava prosessi nähdään molemmat asiakkaina. Toinen merkittävä Demingin opetus oli systemaattinen lähestymistapa ongelmanratkaisuun. [9.] Tämä tuli myöhemmin tunnetuksi Demingin ympyränä. (Kuva 8.)



Kuva 8. Demingin laatuymyrä [9].

Ympyrän neljä kohtaa ovat Plan, Do, Check ja Act. Suomeksi ne voidaan kääntää suunnittele, tee, tarkasta ja toimi. Jatkuvan parantamisen japanilainen termi on kaizen, joka tarkoittaa jatkuvien parannusten tekemistä riippumatta siitä, kuinka isoja tai pieniä ne ovat. Termi tarkoittaa myös kaiken lisäarvoa tuottamattoman hukkan eliminointia. Jeffrey K. Liker kuvaa teoksessaan "Toyotan tapaan" kaizenia seuraavasti:

Kaizen opettaa yksilöille taitoja toimia tehokkaasti pienissä ryhmissä, ratkaista ongelmia, dokumentoida ja parantaa prosesseja, koota ja analysoida tietoa sekä opettaa itseohjautuvaa johtamista vertaisryhmässä. Se työntää päätöksen (tai ehdotuksen) teon alas työläisille ja edellyttää avointa keskustelua ja ryhmän yksimielisyyttä ennen kaikkien päätösten toteuttamista. [1.]

Kaizen voidaan siis nähdä TPS:sää ylläpitävänä tekijänä. Jos esimerkiksi halutaan, että JIT toimii, voidaan sen toimimisen estävät tekijät havaita ja korjata kaizenin kautta. Järjestelmän vahvuus on myös siinä, että työntekijät otetaan mukaan päätöksentekoon ja parannusehdotuksiin. Uudet työtavat ja prosessit on helpompi omaksua, jos niitä on ollut itse kehittämässä. [1.]

Jeffrey'n haastattelussa Toyotan henkilöstöä TPS:n eroavaisuuksista muihin johtamistapoihin nähden organisaation osasta riippumatta yleisin vastaus oli genchi genbutsu, mikä tarkoittaa itse paikan päälle menemistä ja katsomista. Taiichi Ohno on itse todennut seuraavasti:

Tarkkaile tuotantoa lattiatasolla ilman ennakkoluuloja ja tyhjin mielin. Kysy jokaisen asian kohdalla viidesti ”miksi”. [1.]

Yksi menetelmä, jolla kaizenissa varmistetaan ehdotetun parannustoimenpiteen toimivuus, turvallisuus ja yhteensopiminen muihin prosesseihin, on kysyä viisi kertaa miksi. Ehdotettuja parannuksia kyseenalaistetaan viisi kertaa miksi-kysymyksellä. Menetelmä pienentää huonojen päätöksien riskiä. Menetelmää voidaan myös soveltaa olemassaoleviin prosesseihin. Kysymällä viisi kertaa miksi voidaan myös löytää ongelmien juurisyy. Otetaan esimerkki. Mennään auton luo autotalliin ja huomataan, että yksi rengas on puhki. Sen sijaan, että soitetaan korjaamolle ja korjautetaan rengas, kysytään, miksi rengas on puhki. Selvityksen jälkeen huomataan, että lattialle on pudonnut teräviä ruuveja, jotka ovat puhkaisseet renkaat. Tässä kohtaa voitaisiin vastatoimenpiteenä korjata ruuvit lattialta ja ajatella, että ongelma on hoidettu, mutta kysytäänkin uudestaan, miksi ruuvit ovat lattialla. Selviää, että hylly, jolla ruuvit olivat, on pettänyt. Nyt voitaisiin jälleen korjata hylly ja ajatella, että ongelma on poissa. Kysytään silti vielä, miksi hylly on rikki. Selviää, että hyllyn kiinnikeruuvien kohta seinässä on kastunut ja sitä kautta pehmentänyt seinämateriaalia, mikä on aiheuttanut irtoamisen. Kuivaamisen sijaan kysytään, miksi se on päässyt kastumaan. Selviää, että siihen on tippunut vettä katosta. Kysytään vielä viidennen kerran, miksi. Selviää, että katossa on reikä, josta on tippunut vettä seinään. Vastatoimenpiteenä korjataan katto, joka oli juurisyy ongelmaan. Mikäli olisi pysähtytty vaikka neljänteen kysymykseen, olisi seinä voinut kastua uudestaan, mikä olisi jälleen voinut johtaa renkaan puhkeamiseen ikävien yhteensattumien kautta. Nyt kun juurisyy poistettiin, ei saman ongelman pitäisi toistua. [1; 10.]

## 4 Avix Methodin soveltuvuus kohdeyritykseen

### 4.1 Jatkuvan parantamisen nykytila Eatonilla

Eaton Power Quality Oy:llä jatkuvasta parantamisesta ei ainoastaan keskustella, vaan sitä myös toteutetaan. Tavallinen tapa toteuttaa sitä on kaizenien muodossa. Kootaan ryhmä, joka koostuu työntekijöistä, esimiehestä ja asiantuntijoista. Ryhmä käy läpi valitun valmistusprosessin paikan päällä tuotantolinjalla askel kerrallaan, minkä jälkeen ryhmän jäsenet kokoontuvat jakamaan huomioitaan ja ajatuksiaan. Analysointityökaluna käytetään esimerkiksi niin sanottua A3:sta [11], johon listataan kehityksen kohteet ja parannusehdotukset. Tähän sisältyy myös viisi kertaa miksi -menetelmän käyttö. Samalla arvioidaan, onko mahdollisilla muutoksilla vaikutusta työn turvallisuuteen, sujuvuuteen ja toiminnallisuuteen.

### 4.2 Avixin pilotointi virtamuunninkokoonpanotyöpisteellä

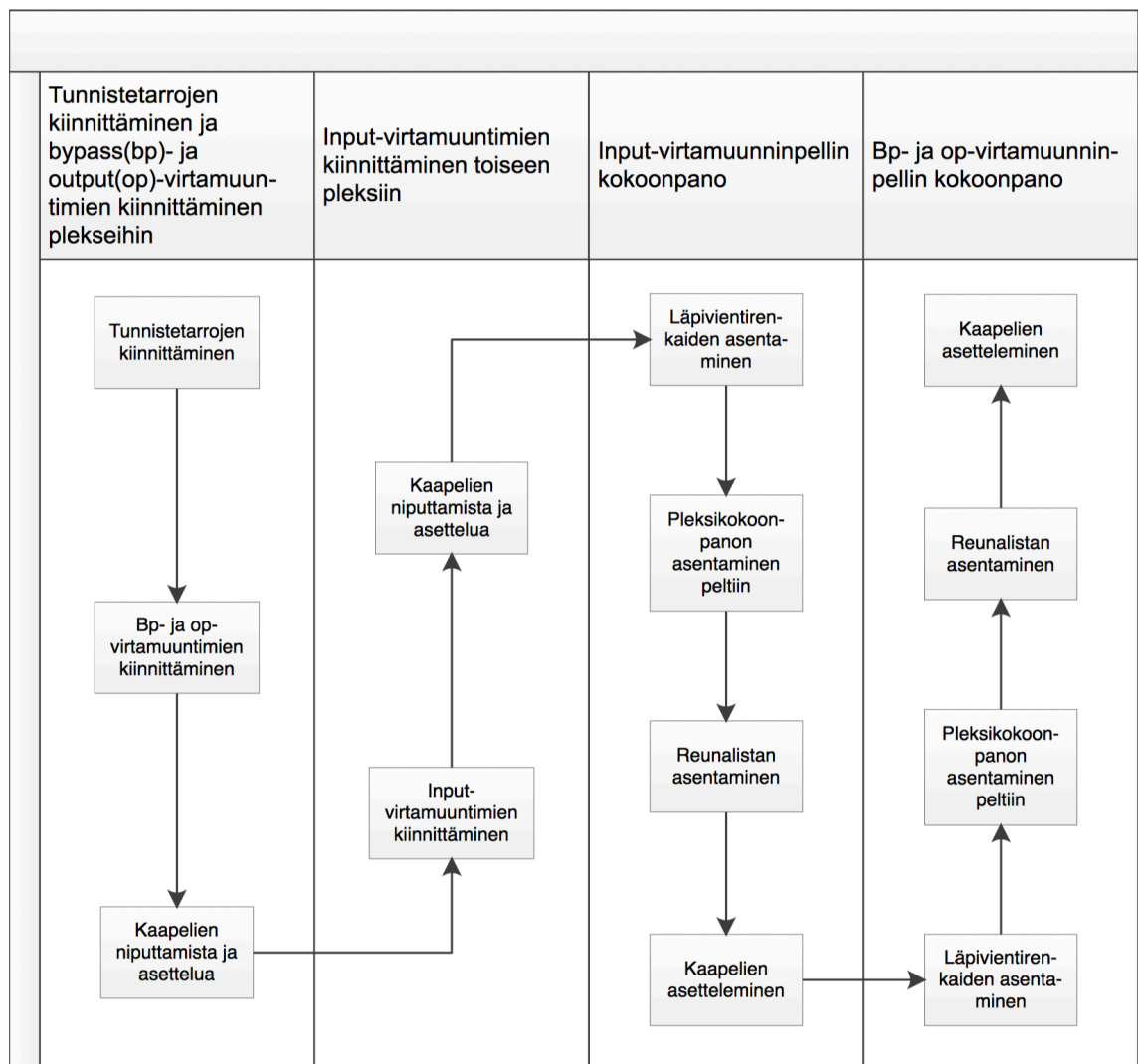
#### Kuvaamisen valmistelu

Insinööriä varten pyrittiin valitsemaan tuotantolinjalta sopivankokoinen kokonaisuus, jonka avulla voitaisiin arvioida, kuinka hyvin kohdeyrityksessä voitaisiin hyödyntää Avixia. Mikäli kohde olisi liian iso, se olisi hankala rajata sopivankokoiseksi. Jos se taas olisi liian pieni, voisi mahdollisten hyötyjen arvioiminen olla vaikeaa. Pilotoitavaksi kohteeksi valittiin lopulta virtamuunninkokoonpano, jonka läpimenoaika oli noin 45 minuuttia. Työpisteen kaikki työvaiheet suoritettiin yhdessä paikassa. Välillä jouduttiin hakemaan materiaalia tai työkaluja, mutta tavoite oli, että työntekijän ei tarvitse lähteä työpisteeltä työtä tehdessä. Kuvatessa käytettiin GoPro Hero 3 plus -kameraa. Kuvaamista varten valittiin pääteline, koska se kääntyy työntekijän pään mukana aina, kun esimerkiksi kurotetaan ottamaan jotain osaa. Rintakameratelinettäkin harkittiin, mutta kävi nopeasti selväksi, että välillä jotain tärkeää kuvatieta jää tallennuksen ulkopuolelle. Kuva on jälkimmäisellä hieman vakaampi, mutta kuvan liikkuminen pään mukana nähtiin tarpeellisemmaksi.

## Virtamuunninkokoonpanon työvaiheet

Kuvattava työ voidaan jakaa karkeasti neljään eri osaan (kuva 9):

1. pleksien tunnistetarrojen kiinnittäminen ja bypass(bp)- ja output(op)-virtamuuntimien kiinnittäminen pleksiin
2. input-virtamuuntimien kiinnittäminen toiseen pleksiin
3. input-virtamuunninpellin kokoonpano
4. bp- ja op-virtamuunninpellin kokoonpano.



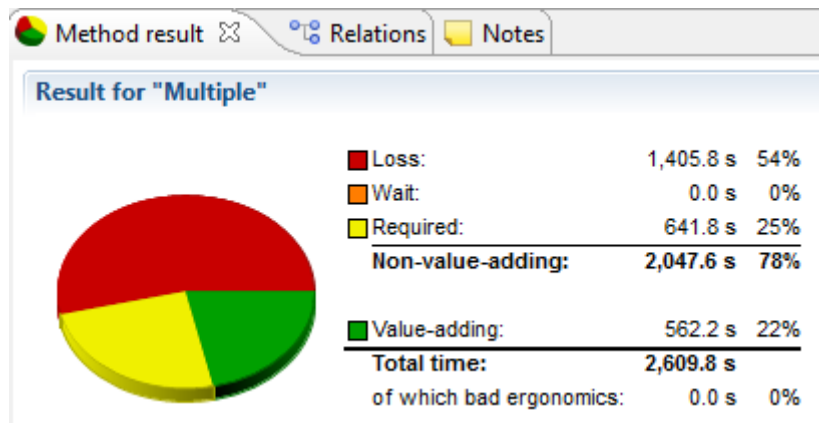
Kuva 9. Virtamuunninkokoonpanon prosessikaavio.

Työpisteellä tehdään siis ensin pleksikokoonpanot, jotka asennetaan erillisiin pelteihin. Tuloksena saadaan kaksi peltiä, joissa on virtamuuntimia kaapeleineen kiinni asennettuna ja merkittyinä. Nämä pellit asennetaan myöhemmin kiinni UPS-laitteeseen. Proses-sikaavio on pelkistetty versio työpisteen vaiheista, joita on yhteensä 89. Kaavion tarkoitus on selvittää, minkälaisesta työkokonaisuudesta on kyse.

#### Alkutilanteen kuvaaminen

Yksi leania tukeva ajatus on, että parannusta ei voida todeta tapahtuneen, ellei ensin tiedetä nykytilaa. Niinpä tässäkin työssä oli ensin tärkeää dokumentoida alkutilanne ennen parannuksien löytämistä ja suorittamista. Kuvaus suoritettiin tuotantolinjan tavallisen kuorman puitteissa, eli kuvaaminen itsessään ei vienyt aikaa työntekijältä kameran päähänasentamista lukuun ottamatta. Kun kuvaus oli saatu toteutettua, saatiin videotiedosto kopioitua tietokoneelle Avixia varten. Kun työlle oli luotu tehdas, tuotantolinja ja työpiste Avixissa, alettiin videomateriaalia vaiheistaa eri työvaiheisiin. Jokaiselle työvaiheelle annettiin sitä kuvaava nimi, merkittiin alkamis- ja päättymisajankohta videotiedostolla ja luokiteltiin joko lisäarvoa tuottavaksi työksi, tarpeelliseksi työksi tai hukaksi.

Ohjelmassa voi valita muitakin luokituksia, mutta vaiheistusta tehdessä koettiin, että nämä olivat ne, joihin työ haluttiin rajata. Avix mahdollistaa myös esimerkiksi käytettyjen työkalujen ja osien sisällyttämisen vaiheistukseen, mutta tätä ei myöskään nähty tarpeelliseksi tehdä työn aikana. Se on toki hyödyllinen ja hyvin todennäköisesti käyttöön tuleva osa Avixia, mikäli ohjelman käyttöä kohdeyrityksessä jatketaan. Mikäli vaiheistettaessa tiedettiin heti, että jokin kohta vaatii kehitystä tai huomiota, kirjoitettiin vaiheen kommentteittään muistiinpanoja. Tällä tavoin vaiheeseen liittyvät esille tulleet asiat eivät päässeet unohtumaan, kun analysointia jatkettiin myöhemmässä vaiheessa. Tämä koettiin hyväksi ominaisuudeksi ohjelmassa heti alussa. Ensimmäisen kuvauksen, vaiheistamisen ja luokittelujen tekemisen jälkeen saatiin ohjelmasta kuvio, joka näyttää eri luokitusten prosentuaalisen osuuden suoritetusta työstä. (Kuva 10.)



Kuva 10. Avixin Method result -näkymä ensimmäisen kuvauksen jälkeen.

Kuten luvussa 2 kerrottiin, on kuvion visuaalinen anti erittäin selkeä ja omiaan näyttämään työn senhetkisen tilanteen. Jos ajatellaan, että asiakas maksaa vain lisäarvoa tuottavasta työstä, voidaan heti todeta, että kehittämistä kyseiseltä työpisteeltä löytyy. Työn kokonaiskesto oli noin 45 minuuttia, josta melkein 24 minuuttia oli kuvion mukaan hukkaa. Tämän lisäksi vaadittavaa – mutta ei lisäarvoa tuottavaa – työtä oli reilut kymmenen minuuttia. Lisäarvoa tuottavaa työtä oli siis vain reilut yhdeksän minuuttia, tai 22 prosenttia. Työn luokituksiin ei käytetty mitään valmiita suosituksia, vaan ennemminkin linjan esimiehen ja muiden asiaan liittyvien tahojen yhteisymmärrykseen johtavaa harkintaa. Hukaksi valikoitui esimerkiksi sellaisia asioita kuin työkalun hakeminen ja vaihtaminen, muovipleksin puhdistaminen styroksijätteistä ja materiaalin hakeminen, jos sitä ei löytynyt valmiiksi työpisteeltä. Tarvittavaksi työksi taas valikoitui esimerkiksi työssä käytettyjen osien liikuttelu ja nippusiteiden katkominen. Lisäarvoa tuottavan työn luokituksen saivat ne vaiheet, joissa selkeästi esimerkiksi yhdistettiin kaksi eri osaa, jolloin niiden arvo yhdistämisen jälkeen oli enemmän kuin erillään ennen yhdistämistä, eli esimerkiksi ruuvien kiinnittäminen laskettiin lisäarvoa tuottavaksi työksi.

#### Ensimmäinen analysointikierron

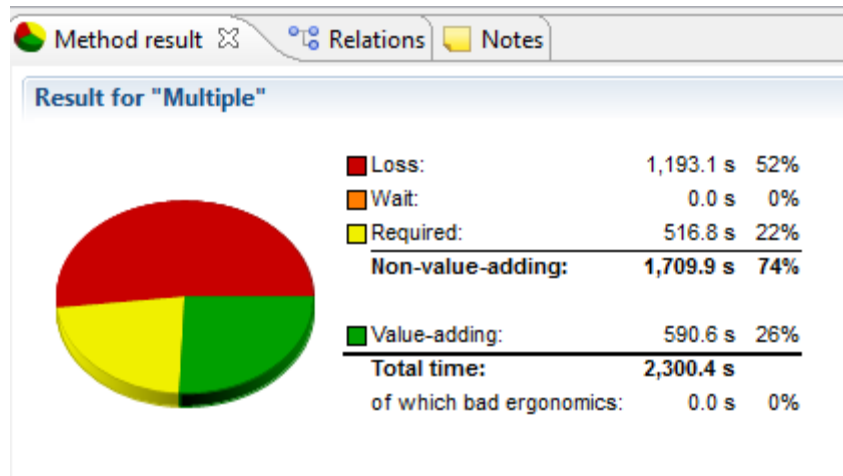
Kun kaikki työvaiheet oli saatu vaiheistettua ja luokiteltua, pidettiin ensimmäinen analysointipalaveri tämän opinnäytetyön tekijän, linjan esimiehen ja kahden työntekijän kanssa. Tarkoitus oli keskittyä varsinkin niihin työvaiheisiin, jotka oli luokiteltu hukaksi. Ensimmäinen heti videon alussa esiintyvä hukkatyö oli toimittajalta saapuneen osan puhdistaminen styroksijätteestä. Kuljetuslaatikossa oli käytetty pehmusteena styroksilevyjä, joista irtosi pieniä palasia, jotka jäivät kiinni osiin. Puhdistamista varten käytettiin

työpisteeltä löytyvää paineilmapuhallinta, johon täytyi kuitenkin hakea sopiva pää muuttaman metrin päästä työpisteeltä. Styroksista aiheutui siis turhaa kävelemistä, työkalun pään nouto ja takaisin vieminen, työkalun pään vaihtaminen paineilemaletkuun ja osan puhdistaminen. Tämä oli ensimmäinen selkeä ja helppo hukkatyö, josta piti päästä eroon. Sovittiin, että linjan esimies on yhteydessä ostoon ja sitä kautta toimittajaan, joka ei enää käyttäisi pehmusteena styroksilevyjä, vaan siihen keksittäisiin jokin muu ratkaisu. Tällä toimenpiteellä säästettäisiin noin minuutti läpimenoajasta. Seuraava selkeä hukka tuli siitä, että työpisteellä ei ollut tarpeeksi virtamuuntimia. Niinpä työntekijä joutui hakemaan niitä kevythyllystä, jonne oli kymmeniä metrejä matkaa. Kun oikeat osat löytyivät, joutui työntekijä avaamaan kuljetuslaatikon ja lajittelemaan pahvit niille kuuluvaan astiaan. Tähän kului aikaa kaiken kaikkiaan noin puolitoista minuuttia. Näiden ensimmäisten yksinkertaisten parannusten avulla säästettäisiin jo yli kaksi minuuttia läpimenoajasta. Tämän lisäksi huomattiin, että yhden työkalun lisääminen työpisteelle poistaisi tarpeen vaihdella päitä olemassa oleviin työkaluihin. Vielä päätettiin kysyä, voisiko toimittaja toimittaa valmiiksi oikeanmittaisia reunalistoja, kun niiden leikkaamiseen ja siistimiseen meni paljon aikaa alkutilanteessa. Ensimmäisen analysointikierroksen tarkoitus oli poistaa ilmeinen hukka. Mainittujen kohtien jälkeen todettiin, että tavoite oli saavutettu ja oli aika toimeenpanna parannukset työpisteellä ja valmistautua seuraavaan kuvaukseen.

#### Kuvaaminen ensimmäisen parannuskierroksen jälkeen

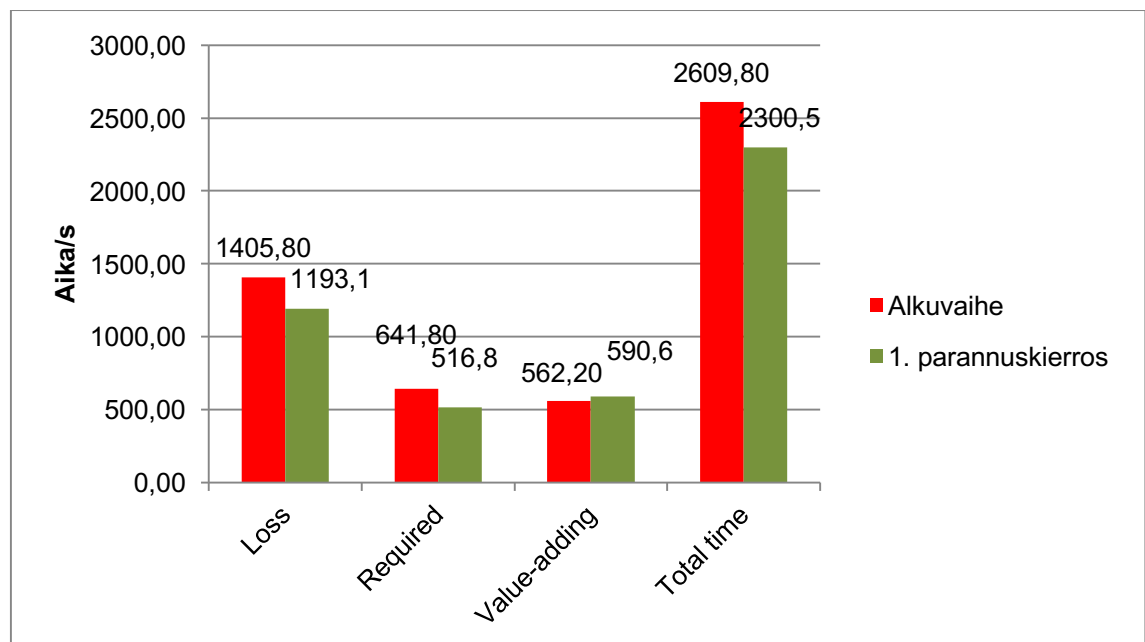
Yksi Avixin vahvuus on se, että kuvaamista ei ole välttämätöntä tehdä uudestaan kuin niiden vaiheiden osalta, joihin on tullut muutosta. On myös mahdollista vain poistaa jokin tietty osa videosta, jos se on silkkää hukkaa, johon on saatu parannus aikaiseksi. Näin tehtiin esimerkiksi työvaiheelle, jossa osa puhdistettiin styroksijätteestä. Linjan työntekijä kuitenkin kuvasi työpisteen kaikki vaiheet, sillä se ei sinänsä aiheuttanut ylimääräistä vaivaa eikä vaatinut ylimääräistä aikaa. Itse asiassa kameran kytkeminen erikseen vain niitä kohtia varten, joissa on tehty muutoksia, veisi todennäköisesti enemmän aikaa kuin pidemmän kokonaisuuden kuvaaminen. Kun kuvaaminen oli saatu tehtyä, tallennettiin Avixissa luotu projekti uudella nimellä ennen mitään suoritettuja parannuksia, jotta myöhemmin olisi helppoa siirtyä katsomaan, miten asiat olivat aiemmin. Jos aina käytettäisiin samaa tiedostonimeä ja -sijaintia, ei parannuksista jäisi yhtä hyvää dokumentointia. Ohjelma käyttää kuitenkin samoja videotiedostoja vain kerran, joten kiintolevytilaa uusi tiedosto ei vienyt nimeksikään. Tämä koettiin myös positiiviseksi ominaisuudeksi ajatellen

ohjelman käyttöä tulevaisuudessa. Kun uusi tiedosto oli luotu, siihen muokattiin parannukset uusien videoiden ja joidenkin vaiheiden poistamisen kautta. Tämän jälkeen saatiin uusi kuvio, joka kertoi parannusten vaikutuksen kokonaisuuteen. (Kuva 11.)



Kuva 11. Method result -näkökulma ensimmäisen parannuskierroksen jälkeen.

Erojen selkeämmän esittelyn vuoksi tehtiin kaavio, joka näyttää sekä lukumääräisesti että visuaalisesti, miten parannustoimenpiteet vaikuttivat työpisteen työluokitusten aikoihin. (Kuva 12.)



Kuva 12. Alkutilanteen ja 1. parannuskierroksen jälkeisen tilanteen ajalliset erot.



Kaaviosta voidaan nähdä, että kaikki palkit lisäarvoa tuottavaa lukuun ottamatta ovat pienentyneet. Tämä tarkoittaa, että parannusten avulla hukkaa ja tarvittavaa työtä on saatu vähennettyä, kun taas lisäarvoa tuottavaa lisättyä. Läpimenoaika väheni noin viisi minuuttia, mikä on melkein kaksitoista prosenttia alkutilanteeseen nähden.

#### Toinen analysointikierron

Kuten aiemmin jo mainittiin, ensimmäisellä parannuskierroksella pyrittiin löytämään niin sanotut matalalla roikkuvat hedelmät, joiden avulla saataisiin helpoilla toimenpiteillä näkyvää tulosta aikaiseksi. Toisen analysointikierroksen luonne oli heti aluksi erilainen kun tiedettiin, että parannettavaa on, mutta parannusten toteuttaminen vaatisi enemmän ponnisteluja. Ensimmäiseksi parannuskohteeksi valittiin virtamuuntimet ja niiden kaapelit. Alkutilanteessa jokainen virtamuunnin – vaikka kaikki niistä ovat identtisiä – otettiin laatikosta erilleen, minkä jälkeen niiden kaapeleita alettiin merkitä, yhdistellä ja asetella. Mikäli toimittajan olisi mahdollista toimittaa valmiiksi niputettuja virtamuuntimia, voitaisiin saada paljon lyhennyksiä asennusaikoihin. Ensimmäinen vaihe, josta haluttiin eroon, oli virtamuunninkaapelien liittimien merkitsemiset. Tämä toistui muutaman kerran kuvatus työn aikana.

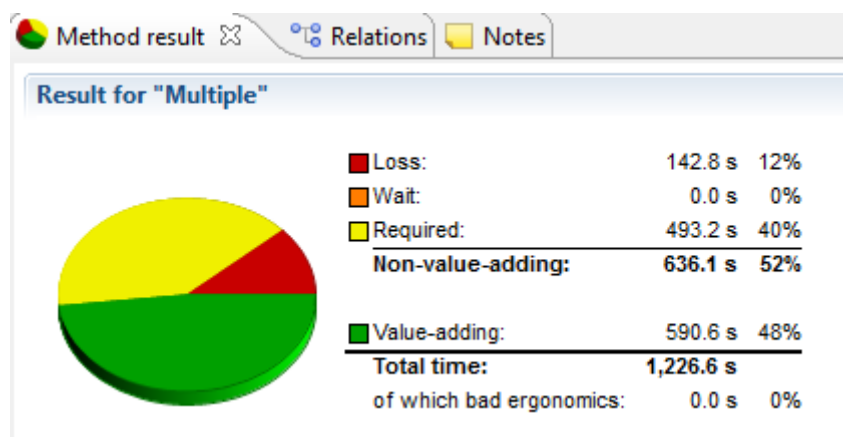
Seuraavaksi tuli virtamuuntimien kaapeleiden selvittäminen niin, että ne saatiin tiettyyn järjestykseen, minkä jälkeen ne niputettiin yhteen. Tähän liittyi niin kaapelien selvittelyä kuin nippusiteiden kiinnittämistä, kiristämistä ja katkomista. Myös nämä vaiheet toistuivat kuvatus työn aikana. Kun virtamuuntimet kaapeleineen oli käsitelty, analysoitiin loput kuvatus materiaalista. Esille nousi kaapeliankkurien kiinnittäminen, mikä tehtiin osittain käsin ja osittain työkalulla, kahdessa eri vaiheessa. Kävi ilmi, että työkalun magneetti oli sen verran heikko, että sillä oli hankalaa kiinnittää kaapeliankkuria suoraan, joten työntekijä kiinnitti sen ensin alustavasti käsin, minkä jälkeen hän kiristi sen työkalulla. Tultiin siihen johtopäätökseen, että työkalua muokkaamalla tai lisäämällä uusi voitaisiin kokonaan ohittaa käsikiristysvaihe, mikä säästäisi työaika.

Näiden parannusehdotusten jälkeen todettiin, että niissä olisi toistaiseksi riittävästi työtä. Videolla ei näiden lisäksi ilmennyt mitään ilmiselvää parannuskohtaa, jota oli alettu miettiä. Todettiin myös, että rimaa kannattaa nostaa vähän kerrallaan. Jos yrittää toteuttaa kaikki mahdolliset parannukset heti, voi työstä tulla liian haastava ja mahdolliset muutoksista johtuvat komplikaatiot voivat hidastaa tuotantolinjan päivittäistä työtä. Alusta alkaen

tavoitteena oli, että linjan työskentely ei kärsisi Avixin tuomien kuvaus- ja muutostarpeiden takia.

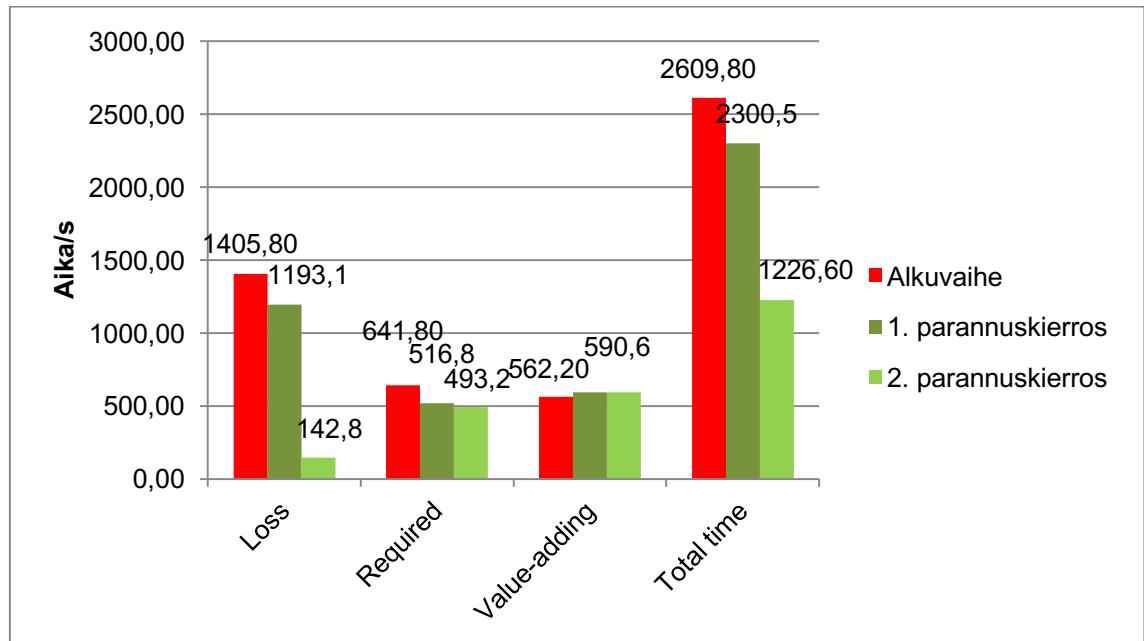
Kuvaaminen toisen parannuskierroksen jälkeen

Toisen parannuskierroksen kuvaaminen toteutettiin aiemman mallin mukaisesti, eli työpisteen kaikki työvaiheet kuvattiin siitä huolimatta, että muutokset koskivat vain tiettyjä. Samoin luotiin uusi projektitiedosto, jotta aiemmasta jäisi dokumentti myöhempää tarkastelua varten. Kun muutokset oli tehty Avixissa, saatiin taas uusi kuvio kuvastamaan senhetkistä tilannetta. (Kuva 13.)



Kuva 13. Method result -näkyminen toisen parannuskierroksen jälkeen.

Tällä kertaa Avixin kuvio oli selkeästi muuttunut, mutta siitä huolimatta muutos oli vieläkin paremmin nähtävissä, kun tehtiin kaavio, johon sisällytettiin sekä alkutilanne että tilanne molempien parannuskierrosten jälkeen. (Kuva 14.)



Kuva 14. Alkuvaiheen ja 1. ja 2. parannuskierroksen jälkeisten tilanteiden ajalliset erot.

Kaaviota katsoessa kaikista huomionarvoisin seikka on hukkapalkin moninkertainen pieneneminen. Sen ansiosta myös kokonais- eli läpimenoaika on lyhentynyt noin kaksikymmentäkolme minuuttia alkutilanteeseen nähden. Ensimmäiseen parannuskierrokseen nähden kokonaisaika oli lyhentynyt noin kahdeksantoista minuuttia, kun taas vastaava lyhennys hukkatyön osalta oli reilut seitsemäntoista minuuttia. Alkutilanteeseen nähden hukkatyö oli lyhentynyt kaksikymmentäyksi minuuttia. Tämä tekee melkein 90 prosenttia.

## 5 Johtopäätökset

Kohdeyrityksen toive Avixin suhteen oli ensisijaisesti sen tuomat mahdollisuudet hukan poistamisessa. Luvussa 4 voitiin nähdä, että varsinkin toisen parannuskierroksen jälkeen hukkaa oli saatu poistettua moninkertainen määrä alkutilanteeseen nähden. Kaikkia parannuksia ei saatu tämän työn aikana toteutettua tuotantoon, mutta siitäkin huolimatta voidaan selvästi nähdä, että videon avulla analysoiminen voi olla hyvin tehokasta. Siinä onkin yksi Avixin vahvuuksista, voidaan tavallaan simuloida tulevaisuuden näkymää ja nähdä, minkälaisiin suorituksiin tuotantolinjalla voitaisiin päästä, jos tietyistä lisäarvoa tuottamattomista prosessin osista päästäisiin eroon. Toisen parannuskierroksen tilanne vaatisi esimerkiksi, että toimittaja niputtaisi muutaman virtamuuntimen kaapelit yhteen ja lisääisi sen liittimiin merkinnät. Se voisi vaatia hieman kädenvääntöä toimittajan kanssa ja uusista hinnoista pitäisi sopia, mutta sen tuomat ajalliset säästöt tehtaan valmistuslinjalla olisivat niin merkittävät, että mahdollisuutta ei kannattaisi jättää käyttämättä. On tärkeää miettiä, mitä mahdollisuuksia nopeampi läpimenoaika tuo yritykselle. Se voi tarkoittaa esimerkiksi sitä, että voitetaan tarjouskilpailu nopeamman läpimenoajan ansiosta. Käytännössä se tarkoittaa myös, että tuotteen materiaalit ovat lyhyemmän aikaa varastoon sidotun pääoman kustannuksissa, jolloin pääomaa vapautuu esimerkiksi investointeihin.

Tämän työn loppuvaiheessa mietittiin, olisivatko samat tulokset saavutettavissa niin, että otettaisiin talletusväline, kuvattaisiin linjan valmistusprosesseja ja analysoitaisiin tallennetta Ms Excelin ja ruutupaperin avulla. Avix ei ole yritykselle ilmainen, ja siksi muitakin vaihtoehtoja mietittiin. Avix tekee kuitenkin niin monta asiaa huomaamatta ja niin paljon paremmin kuin ruutupaperilla kyettäisiin analysoimaan, että asian pohdintaa ei jatkettu kovin pitkälle. Jatkuva parantaminen on kohdeyrityksessä aidosti olemassa ja jatkuvaa. Sitä on ollut ennenkin, joten tietoa aiheen ympäriltä on. Avixin hankkimista ei ajateltu siltä pohjalta, että se opettaisi yritykselle jatkuvan parantamisen taitoja ja korjaisi lähes automaattisesti kaikki valmistusprosessien ongelmat. Ajatus hankinnan takana oli ennemminkin se, että ohjelma tuo kaivatun lisätuen jatkuvalla parantamiselle. Ohjelma voisi siis parhaimmillaan auttaa yrityksen kaizeneita tulemaan entistä tehokkaammiksi, itseohjautuvaisemmiksi ja systemaattisemmiksi. Jo projektin alussa mietittiin, olisiko analysointityön vastuu mahdollista delegoida työntekijöille, joilla on paras näkemys siitä, miten valmistustyö käytännössä toimii. Esimiehen on toki aina syytä olla mukana, mutta hyvillä ideoilla saataisiin tätä kautta entistä parempi foorumi ja dokumentointi. Idea vaatii jatkojalostamista, mutta se on varmasti tutkimisen arvoisen.

Tämän pohdinnan valossa Avix todella voi parantaa tuotannon valmistusprosesseja siinä mielessä, että hukkaa saadaan poistettua. Muitakin hyötyjä ohjelmasta on mahdollista saada, mutta niitä ei tässä työssä käsitelty. Niitä käsiteltiin kuitenkin työn tekemisen lomassa yrityksen kanssa, ja vaikuttaa siltä, että ohjelmaan ollaan tähän saakka tyytyväisiä. Jokaiselle yritykselle on etua siitä, että päällekkäisistä ja turhista toiminnoista päästään eroon. Kun pidetään perinteinen kaizen, valmistuslinjalla kokoontuu tietty määrä ihmisiä seuraamaan ja analysoimaan siellä suoritettavaa työtä. Inhimillisten tekijöiden vuoksi on kuitenkin väistämätöntä, että esimerkiksi kaikkien keskittymiskyky ei ole koko ajan huipussaan. Voi siis olla, että joitain asioita jää tietyiltä osallistujilta näkemättä, jolloin heillä ei ole annettavaa niiden parantamisessa. Tähän saakka yrityksessä on kokoonnuttu linjalla käymisen jälkeen neuvotteluhuoneeseen, jolloin nähtyä ja koettua aletaan analysoida. Tällöin ainoa kytkös analysoitavaan työhön ovat ne muistikuvat, jotka linjakäynniltä jäivät käteen. Avixin avulla jokainen pääsee näkemään näköalapaikalta suoritettavan työn, silloin kun itse kullekin sopii. Sen voi tehdä vaikka omalla työpisteellä tai palaverissa heijastetun kuvan kautta. Videokuvattu työ antaa myös realistisen kuvan siitä, miten asiat oikeasti tehdään linjalla. Tällöin analysoiminen on tehokkaampaa, ja videokuvan etu on myös siinä, että aina voi kelata taaksepäin, jos jotain jäi huomaamatta tai jos jokin asia vaatii lisähuomiota. Analysoiminen voidaan siis tehdä koko ajan linjan työskentelyä seuraten, toisin kuin perinteisessä kaizenissa.

## 6 Yhteenveto

Insinööriyössä testatun Avix-ohjelmiston käyttö on helppoa ja suoraviivaista. Jos on käyttänyt ennen Windows-käyttöjärjestelmää, on ohjelman alkuun pääseminen yksinkertaista. Tässä työssä käytiin läpi Avixin käytön perusteet ja todettiin, että analysoimisvaiheeseen pääseminen ei vaadi käyttäjältä paljon taitoa.

Lean-järjestelmistä ehkä parhaiten dokumentoitu on Toyotan oma TPS (Toyota Production System). Se on tehokas menetelmä turhan hukan poistamiseen ja jatkuvan parantamisen toteuttamiseen. Järjestelmän kaksi tukipilaria ovat JIT (Just In Time) ja jidoka, joita tukemassa ovat genchi genbutsu sekä kaizen. JIT:llä varmistetaan, että materiaalia on vain tarpeen verran, ei enempää eikä vähempää. Jidokalla pidetään huoli siitä, että virheet korjataan heti, kun ne ilmaantuvat. Genchi genbutsulla todetaan, miten asiat oikeasti tehdään esimerkiksi valmistuslinjalla. Kaizen on sitä varten, että saadaan laatua parannettua, minkä kautta esimerkiksi virheiden mahdollisuudet pienenevät.

### Työn toteutuminen ja tulokset

Kohdeyrityksen valittua työpistettä kuvattiin kolmeen otteeseen. Ensimmäisenä kuvattiin lähtötilanne, jotta tiedettiin, mitä asioita voisi parantaa. Tavoitteena oli löytää ja karsia lisäarvoa tuottamatonta hukkatyötä. Kun ensimmäiset parannukset oli saatu tehtyä, kuvattiin seuraava ote. Kun uutta tallennetta analysoitiin uudemman kerran ja parannusehdotukset saatiin toteutettua työpisteelle, kuvattiin valmistusprosessi kolmannen kerran. Viimeisen kuvauksen tuloksena saatu tilastotieto osoitti, että hukkatyötä saatiin vähennettyä melkein 90 prosenttia alkutilanteeseen nähden. Kokonaisläpimenoaikaa saatiin lyhennettyä yli puolella alkutilanteeseen nähden.

Työn tulosten perusteella kohdeyrityksen toive Avix-ohjelmiston suhteen näytti olevan täysin mahdollinen toteuttaa. Toiveena osana tavoitetta oli löytää ne osat prosessista, jotka ovat hukkaa kokonaisuutta ajatellen, ja tehdä niihin muutoksia. Huomattiin, että Avixin avulla päästään tehokkaasti näkemään ja analysoimaan, mitä valmistusprosesseissa voitaisiin tehdä paremmin, jotta työstä mahdollisimman iso osa olisi lisäarvoa tuottavaa.

## Linjan esimiehen haastattelu

Tuotannon esimiehen mukaan Avixin vahvuus on esimerkiksi siinä, että ohjelmasta näkee heti, miten parannusehdotukset vaikuttavat läpimenoaikaan. Videoita poistamalla ja niiden järjestystä muokkaamalla voi nähdä mahdollisen tuloksen jopa ilman, että prosesseja kuvataan uudestaan. Ohjelman avulla voi tätä kautta simuloida ehdotettuja parannuksia. Hän painotti, että aikoja ei tarvitse itse alkaa laskea, vaan ohjelma hoitaa ne automaattisesti. Haastattelussa kävi myös ilmi, että videon katsomisen selkeys verrattuna esimerkiksi tekstin lukemiseen on huomattava. Hän lisäsi myös, että samalla kun videota katsoo, voi kirjoitella parannusehdotuksia ohjelman kommenttikenttiin ja tehdä päätelmiä. Ainoana kehittämisen kohteena ohjelmassa linjan esimies näki sisäänrakennetun mediasoittimen, joka toisti videota aika ajoin nykien, riippumatta käytettävän tietokoneen tehosta.

Kun haastateltavalta kyseltiin, miten yrityksen tavoitteet ja siihenastiset käyttökokemukset kohtasivat, hän oli ehdottomasti sitä mieltä, että ohjelma täytti sille asetetut odotukset. Hän lisäsi vielä, että työntekijöiden saaminen mukaan analysointiin on oikea suunta. Työn varsinaiset tekijät näkevät suorittamansa työn eri valossa videota katsellessa, jolloin parannusehdotuksia alkaa huomata ja miettiä entistä herkemmin.

## Jatkotutkimushankkeet

Ohjelmaan on olemassa vielä muitakin moduuleja, joita on mahdollista ottaa käyttöön myöhemmin:

- SMED: Työkalu asetusaikojen vähentämiseen ja sitä kautta läpimenoaikojen lyhentämiseen.
- DFX: Tuotekehityksen työkalu. Auttaa tehostamaan esimerkiksi kommunikointia eri sidosryhmien välillä.
- ERGO: Auttaa nimensä mukaan tunnistamaan ergonomisia haasteita valmistus- ja muussakin työssä.

Avix on mahdollinen työkalu kohdeyritykselle muussakin mielessä kuin hukan poistamisessa. Tulevia tutkimuksen arvoisia osia ovat ainakin ohjelman Balance- ja FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) -moduulit. Yrityksessä on todettu, että tuotantolinjan työn tasapainottaminen on liikaa esimiehen muistin varassa, joten olisi hyvä saada jokin selkeä työkalu käyttöön. Avix voisi olla yksi ratkaisu. Tämän työn yritysohjaajan mukaan FMEA saataisiin toteutettua tehokkaammin, jos sitä alettaisiin hallinnoida ohjelman avulla.



## Lähteet

- 1 Liker, Jeffrey K. 2004. Toyotan tapaan. New York: McGraw-Hill Education.
- 2 Tietoja Eatonista. Verkkodokumentti. Eaton Power Quality Oy. <<http://powerquality.eaton.com/Suomi/About-Us/FI-Our-Story.asp>> Luettu 25.2.2014.
- 3 Tietoa Solme Ab:sta. Verkkodokumentti. Solme Ab. <<http://www.solme.se/index.php?id=62&L=1>> Luettu 2.3.2015.
- 4 Avix Method. Verkkodokumentti. <[http://www.solme.se/fileadmin/user\\_upload/en/documents/Avix\\_4.0\\_Method\\_ENG\\_Low-Res.pdf](http://www.solme.se/fileadmin/user_upload/en/documents/Avix_4.0_Method_ENG_Low-Res.pdf)> Luettu 2.3.2015.
- 5 Wilson, Lonnie. 2010. How to implement Lean manufacturing. New York: McGraw-Hill Professional.
- 6 Ohno, Taiichi. 1988. The Toyota Production System: Beyond Large Scale Production. Florida: Productivity Press.
- 7 Toyota Production System. Verkkodokumentti. Toyota Corporation. <<http://www.toyota.com.au/toyota/company/operations/toyota-production-system>> Luettu 24.1.2014.
- 8 Jidoka, manufacturing high-quality products. Verkkodokumentti. Toyota Corporation. <[http://www.toyota-global.com/company/vision\\_philosophy/toyota\\_production\\_system/jidoka.html](http://www.toyota-global.com/company/vision_philosophy/toyota_production_system/jidoka.html)> Luettu 21.10.2015.
- 9 Aswathappa, K., Shridharabhat, K. 2009. Production and operations management. Mumbai: Himalaya Publishing House.
- 10 Toyotan tuotantojärjestelmä ja sen merkitys liiketoiminnalle. Verkkodokumentti. Toyota Corporation. < [http://www.toyota-forklifts.fi/sitecollectiondocuments/pdf%20files/about%20us/tmh%20tps%20esite\\_web.pdf](http://www.toyota-forklifts.fi/sitecollectiondocuments/pdf%20files/about%20us/tmh%20tps%20esite_web.pdf) > Luettu 22.10.2015.
- 11 Shook J. 2008. Managing to Learn: Using the A3 Management Process to Solve Problems, Gain Agreement, Mentor and Lead. Massachusetts: Lean Enterprise Institute.