

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Jorma Astikainen

TOIMINNAN KEHITTÄMINEN LEAN-PERIAATTEELLA

Opinnäytetyö
Kesäkuu 2014

SISÄLTÖ

Tiivistelmä

Abstract

Lyhenne- ja käsiteluettelo

1	Johdanto	6
1.1	Okun Koneistuspalvelu Oy	6
1.2	Opinnäytetyö ja sen tavoitteet.....	7
2	Leanin määritelmä	8
2.1	Määritelmä	8
2.2	Asiakaslähtöisyys	10
3	Lean-tuotantojärjestelmän osa-alueet.....	11
3.1	Prosessi.....	13
3.2	Hukka	13
3.3	Keskeneräinen tuotanto.....	15
3.4	Jatkuva virtaus.....	15
3.5	Tuotannon tasapainottaminen	16
3.6	Tuotannon pullonkaulat	17
3.7	Pienet eräkoot.....	18
3.8	Henkilöstön huomioonottaminen.....	18
3.9	Työkalut	19
3.10	Kannattavuus.....	20
4	Tuotteiden analysointi	21
4.1	Pareto-analyysi	21
4.2	Visual steam mapping	23
5	Tulosten tarkastelu.....	24
5.1	Yleistä	24
5.2	Yhteenveto.....	25
6	Pohdinta.....	27
	Lähteet.....	29



OPINNÄYTETYÖ
Kesäkuu 2014
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p.+358 50 260 6800

Tekijä(t)
Jorma Astikainen

Nimeke
Toiminnan kehittäminen lean-periaatteella

Toimeksiantaja
Okun Koneistuspalvelu Oy

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli soveltaa yhtä lean-työkalua eli nykytilan arvovirtakuvauksen laadintaa toimeksiannon antajan tuotantoon valikoidulle tuoteryhmälle. Arvovirtakuvauksen perusteella voitiin paikallistaa ja poistaa tuotannosta lean-ajattelun mukaista arvoa lisäämätöntä työtä eli hukkaa, ja täten nopeuttaa läpimenoaikaa, ehkäistä varastojen ja väliavarastojen syntyä sekä tasapainottaa tuotantoa.

Teoriaosiossa on selvitetty lean-ajattelun historiaa ja taustoja. Työssä selvitetään lean-ajattelun perusperiaatteet ja leanin tärkeimmät tavoitteet. Teoriaosiossa käydään läpi myös toimeksiantajan tuotannon kehityksessä käytetyt lean-tekniikat ja niiden perusteet.

Tuotannon tulevaisuudentilasta luotiin uusi arvovirtakuvaus, jossa nykytilan arvovirtakuvauksia tehdessä ja kehityskohteita suunnitellessa löydetty kehitysideoit esitettiin. Kehitysideoilla yritys pystyi tehostamaan tuotantoa sekä laskemaan valmistuskustannuksia. Tulevaisuudentilan arvovirtakuvauksista selviää, kuinka merkittävät vaikutukset lean-ajattelutapaan siirtymisellä on yrityksen tuotantoon.

Kieli
suomi

Sivuja 30
Liitteet -
Liitesivumäärä -

Asiasanat
Lean-ajattelu, tuotannonsuunnittelu, kehittäminen



THESIS
June 2014
**Degree Programme in Mechanical and
Production Engineering**
Karjalankatu 3
FI 80200 JOENSUU
FINLAND
Tel.+358 50 260 6800

Author(s)
Jorma Astikainen

Title
Operation development of lean principles

Commissioned by
Okun Koneistuspalvelu Oy

Abstract

The purpose of this thesis was to apply a lean tool, i.e. current state value stream mapping for a selected product group of the commissioning company. On the basis of the current state value stream mapping it was possible to identify and eliminate non-value added work, i.e. waste from the production in accordance with the lean principles and thus improve the lead-time, prevent inventory and in-process inventory and balance the production.

The theory part deals with the history and background of lean principles. The thesis clarifies the basic principles and main objectives of lean thinking. Moreover, the theory part also discusses the lean techniques and their basics used in production development of the company.

As a result, a new future state value stream map of the production was created which shows the development ideas arisen when making current state value stream mapping and planning development targets. With the development ideas the company was able to improve production efficiency and decrease production costs. Future-state value stream mapping shows how significant influences transitioning into lean thinking will have on the production of the company.

Language
Finnish

Pages 30
Appendices -
Pages of Appendices -

Keywords

Lean-thinking, production planning, development

Lyhenteet ja käsitteet

ANDON	Ilmoittaa työntekijöille vioista, häiriöistä ja muista tuotannon ongelmista
Jidoka	Leanin periaate, jonka tarkoituksena on sulauttaa laatu osaksi päivittäistä toimintaa.
JIT	Just-in-time, periaate jolla varmistetaan, että oikea määrä tuotteita on oikeaan aikaan oikeassa paikassa.
Kaizen	Japanilainen filosofia, joka pyrkii jatkuvan parantamiseen.
TPS	Toyota Production System, Toyotan tuotantojärjestelmä.
VSM	Value Stream Mapping, arvovirtakuvaus
WIP	Work in process, keskeneräinen työ

1 Johdanto

1.1 Okun Koneistuspalvelu Oy

Okun Koneistuspalvelu Oy on 1978 perustettu perheyritys. Yritys toimii Outokummussa kahdessa toimipisteessä: Sätöksessä (kuvio 1) ja Joensuunkadulla (kuvio 2). Sätöksentien yksikkö on erikoistunut hiontaan, lankasahaukseen ja piensarjatuotantoon. Joensuunkadun yksikössä pääpaino on taas suursarjatuotannossa ja tankoautomaattisorvauksessa. Yritys on hienomekaanisten tarkkuusosien valmistamiseen keskittynyt alihankintakonepaja. Pääosa yrityksen valmistamista tuotteista menee kotimaan markkinoille. Yritys käy kauppaa myös ulkomaalaisten asiakkaiden kanssa. Yritys on koko sen markkinoilla oloajan panostanut moderniin teknologiaan ja henkilöstön koulutukseen. Asiakslähtöinen toiminta on eräs yrityksen tärkeimmistä perusarvoista. [1.]



Kuvio 1. Sätöksentien yksikkö. (Kuva: Jorma Astikainen)



Kuvio 2. Joensuunkadun yksikkö. (Kuva: Jorma Astikainen)

1.2 Opinnäytetyö ja sen tavoitteet

Työn pääpaino oli soveltaa pareto-analyysiä ja yhtä lean-työkalua eli arvovirtakuvauksen (Value Stream Mapping, VSM) laadintaa Okun Koneistuspalvelu Oy:n tuotantoon pienelle tuoteryhmälle. Tämä tuoteryhmä on joukko tuotteita, jotka muodostavat merkittävän osan yrityksen tuotteista tulevasta voitosta. Arvovirtakuvauksessa tuoteryhmän tuotanto kartoitetaan seuraamalla tuotannon kulkua yrityksen sisällä raakamateriaalin käsittelystä valmiiseen tuotteeseen.

Työn tavoitteena oli paikallistaa ja poistaa tuotannosta lean-ajattelun mukaista arvoa lisäämätöntä työtä eli hukkaa, ja täten nopeuttaa läpimenoaikaa, ehkäistä varastojen ja välivarastojen syntyä, sekä tasapainottaa tuotantoa. Valitun tuoteryhmän tuotannon nykytilasta luotiin arvovirtakuvaus, jonka avulla tuotteen valmistuksen prosessivaiheita tarkasteltiin kriittisesti ja pyrittiin löytämään hukkaa aiheuttavat toiminnot.

Tuotannon tulevaisuudesta visioitiin tavoitetilan arvovirtakuvaus, jossa löydetyt kehitysideat esitettiin. Kehitysideoilla yritys pystyy tehostamaan tuotantoa sekä laskemaan valmistuskustannuksia.

2 Leanin määritelmä

2.1 Määritelmä

Lähdekirjallisuudesta löytyy useita erilaisia määritelmiä leanille. Yleensä lean määritellään niin, että se on tuottavuuden ja tehokkuuden parantamiseen tarkoitettu toimintamalli, jonka tarkoituksena on valmistaa tuotteita pelkästään asiakastarpeen mukaisesti ja poistaa tuotannosta seitsemän tuottamatonta toimintoa eli hukkaa. Nämä seitsemän hukkaa ovat: tarpeettomat kuljetukset, liian suuret varastot, tarpeeton liike, odottelu, ylituotanto, yliprosesointi ja viallinen tuote. [2, s. 89.]

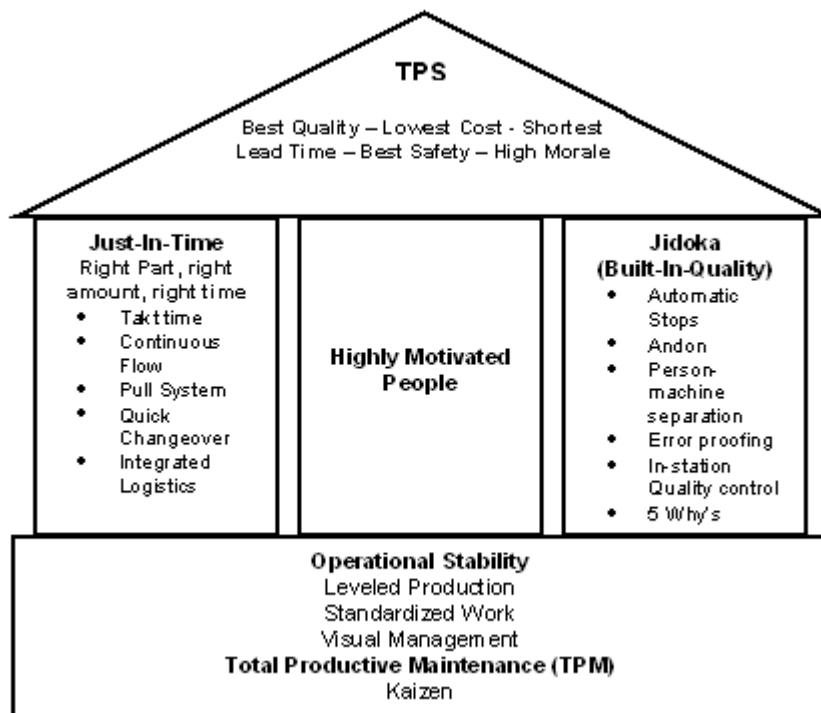
Toisen määritelmän mukaan Lean perustuu vahvasti kahden pääperiaatteen varaan: ensimmäinen näistä on materiaalien tiedon ja tuotteiden keskeytymättömän virtauksen luominen ja toinen periaate on johdon sitoutuminen investoimaan työntekijöihin ja jatkuvaan parantamiseen. [3, s 8–9.]

Lean on jatkuvan oppimisen ja kehittymisen prosessi, jonka avulla pyritään parantamaan asiakastytyväisyyttä, parantamaan laatua, pienentämään kustannuksia ja lyhentämään tuotannon läpimenoaikoja [4]. Käytännössä lean-tuotanto pyrkii tekemään oikean määrän oikeanlaisia tuotteita, oikeaan aikaan ja paikkaan. [5, s. 81.]

Lean-tuotannossa tuotteiden välivarastot on mahdollisimman pieniä tai niitä ei ole ollenkaan. Tuotanto ja virtaus on järjestetty niin, että tuotteiden kuljetusmatkat ovat mahdollisimman lyhyitä. [2, s. 101.] Lean on myös voimakkaasti sidoksissa yrityksen johtamiskulttuuriin ja usein siinä määritellään johtamisen ydinarvoiksi: Haasteisiin tarttuminen, mene paikan päälle katsomaan ymmärtääksesi kunnolla, tiimityö, toisten ihmisten kunnioittaminen, kaizen-ajattelu. [6, s. 34.]

Lean-toimintaan sisältyy myös tinkimätön laatuajattelu, jossa virheellisen tuotteen tuotanto lopetetaan välittömästi ja virheen juurisyy tunnistetaan ja poistetaan prosessista. Yleensä virheitä aiheuttavat prosessin tasapainottomuus ja hukka. Prosessin laadun ylläpitäminen kuuluu kaikille yrityksen työntekijöille aina lattiatasolta firman ylimpään johtoon asti. [5, s. 89.]

Lean-toimintamallin keksijänä pidetään Toyotaa ja varsinkin Toyotan kehittämää Toyota Production System (TPS)-konseptia. TPS-konseptia kuvataan usein talokaaviolla jossa on katto, tukipylväät ja perusta. Yksikin heikko lenkki vaarantaa koko rakennuksen. Katto kuvastaa laatua, alhaisia kustannuksia, nopeaa läpimenoaikaa, hyvää turvallisuutta ja korkeaa työmoraalia. Ensimmäinen pylväs kuvastaa juuri oikeaan aikaan tehtävää tuotantoa ja toinen nollavirheajattelua. Talon keskustan muodostavat ihmiset ja perustan tuotannon tasapainottaminen, standardoidut työt, ja visuaalinen johtaminen.[3, s. 33.]



Kuvio 4. TPS-konsepti [7].

2.2 Asiakaslähtöisyys

Yksi organisaation tärkeimmistä tavoitteista on asiakastytyväisyys. Lähtökohteisesti yrityksen tulee ymmärtää asiakaitaan ja heidän tarpeitaan. Asiakastytyväisyys koostuu muustakin kuin asiakaspalvelusta, sillä myös tilaus- ja toimitusketjun toiminta heijastuu asiakastytyvyyteen. Kehitettäessä toimintaa kokonaisvaltaisesti, tulee asiakastytyvyyden rinnalla kiinnittää huomiota myös organisaation toimintaketjuun ja toiminnan johtamiseen. [3, s. 8–9.]

3 Lean-tuotantojärjestelmän osa-alueet

Lean-tuotantojärjestelmässä on kolme selkeää toisistaan erotettavaa osaa: prosessien kehittäminen, ihmisten toiminnan kehittäminen sekä uusien työkalujen ja teknologian käyttöönotto toiminnassa. Jotta Lean-tuotantojärjestelmää voidaan hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla, tulee näiden kolmen osa-alueen olla keskenään tasapainossa. Lean-tuotantojärjestelmän tehokas toteuttaminen vaatii lähestymistavan, joka ottaa huomioon koko yrityksen organisaation. [8, s.2.]

Vaikka leanin työkalut ovat suurimmaksi osaksi kehitetty Toyotan TPS periaatteiden mukaisesti, siitä on kehittynyt seuraavien viiden periaatteen pohjalta eräs nykyajan käytetyimmistä tuotannon kehitystyökaluista. Lean-tuotantojärjestelmän viisi perusperiaatetta arvoa tuottamattoman toiminnan poistamiseksi organisaatiosta voidaan esittää seuraavasti. [8, s.2.] :

1. Tunnistetaan prosessien arvoa tuottavat toiminnot sekä arvoa tuottamattomat toiminnot.

Organisaation tavoite on tuottaa tuotteita ja palveluja, jotka luovat arvoa asiakkaalle, joko sisäiselle tai ulkoiselle, yli toiminnallisten rajojen. Eri asiakkaat määrittelevät arvon eri tavoilla kukin omista lähtökohdistaan nähtynä. On erittäin tärkeää tunnistaa myös omistajille luotava arvo. Jotta yritys voi luoda joustavan ja keveän arvovirran täytyy prosessin hukkatekijät poistaa sekä organisaation sisältä että sidosryhmien väliltä. [8, s.4.]

2. Tunnistetaan jokaisen tuotteen arvovirta.

Arvovirta on prosessin toimintojen ketju, joka käsittää kaikki tarvittavat vaiheet, jotka tarvitaan valmiin tuotteen toimittamiseksi asiakkaalle. Kartoitettu arvovirta tulee kyseenalaistaa ja siitä tulee poistaa kaikki ylimääräiset monimutkaisuudet

sekä tarpeettomat toiminnot ja turhat ominaisuudet. Toiminta tulee järjestää siten, että asiakkaan tarpeet otetaan huomioon ja toteutetaan täsmällisesti ilman ylimääräisiä hukcatekijöitä. [8, s.4.]

3. Järjestetään prosessin jäljelle jääneet vaiheet jatkuvaksi virtaukseksi.

Poistetaan varastot ja odottaminen eri vaiheiden väliltä lyhyttä läpimenoaikaa silmälläpitäen. Jatkuvalla virtauksella tarkoitetaan kaikkea arvoa asiakkaalle tuottamattoman toiminnan poistamista arvovirran prosesseista, jotta virtaus voi toimia rajoittamattomasti tuotannon alusta loppuun asti. [8, s.3.]

4. Tehdään vain se, mitä asiakas haluaa.

Muutetaan työntöohjaus imuohjaukseksi. Yrityksen ei pidä yrittää myydä väkisin asiakkaille tuotteita, joita sen on olemassa olevan organisaation puitteissa helppo tuottaa ja uskotella asiakkaille tuotteiden olevan sitä, mitä he todella haluavat. [8, s.4.]

Lopuksi, kun arvot, prosessien arvovirrat, tuotteiden virtaus ja tuotannon imuohjaus ovat määritetty ja toteutettu, aloitetaan kehittäminen uudestaan prosessin alusta kohti loputonta täydellisyyden etsimistä. Poistetaan prosessissa ilmenevät hukcatekijät heti, kun niitä esiintyy. Yrityksen täytyy tiedostaa, että sen suurin potentiaali ovat kaikki tuotantoprosessiin osallistuvat työntekijät. Onkin erittäin tärkeää, että työntekijät saadaan mukaan prosessien kehittämiseen, tiedon keskinäiseen jakamiseen ja omien ideoiden esilletuontiin. Henkilöstön tiedot, taidot ja halu kehittyä, sekä kehittää prosesseja, ovat organisaation perustekijöitä kilpailukyvyn kehittämisessä. [8, s.5.]

Näitä viittä edellä mainittua periaatetta on kritisoitu liian kuvailevista ilmauksista. Tämä on johtanut epätarkkoihin ja vaikeasti ymmärrettäviin käsitteisiin, kuten arvo. Arvo on vain termi, joka pitää Leanin viisi periaatetta yhdessä, jotta niistä voidaan muodostaa kokonaisuus. Yrityksen tulee ymmärtää asiakkaita ja heidän arvojaan, jotta se pääsee kohti lean-toimintaa. Tähän voidaan keskittyä,

kun yrityksen arvovirta kartoitetaan, eli selvitetään kaikki toiminnot, joita tarvitaan parhaan mahdollisen ratkaisun tarjoamiseksi asiakkaalle. Myöhemmin tämä tulee laajentaa koskemaan koko yrityksen tilaus-toimitusprosessia. Jotta asiakkaan haluama arvo saadaan tyydytettyä tehokkaasti, arvovirrasta tulee poistaa tai vähentää hukcatekijöitä, joista asiakas ei ole valmis maksamaan. [8, s.4–5.]

Yrityksissä jotka eivät ole soveltaneet lean-ajattelutapaa tuotantoon, voi arvontuotto toiminnassa jakaantua seuraavasti: 5 % toiminnoista on arvoa tuottava (VA = Value Adding), 35 % on arvoa tuottamatonta mutta välttämätöntä toimintaa (Necessary but Non-Value Adding) ja 60 % on arvoa tuottamatonta toimintaa (Non-Value Adding). Eräs keskeisimmistä leanin käyttöönotossa esiintyvistä ongelmista on riittämätön tavoitteiden määrittely ja puutteellinen suunnittelu niiden toteuttamiseksi. [8, s.4–5.]

3.1 Prosessi

Prosessi kattaa kaikki tehtävät ja tehtäväketjut, joita tarvitaan prosessin tuloksen aikaansaamiseksi. Tämä osa on tutkimuksen kohteena, kun kartoitetaan arvovirtaa raakamateriaaleista valmiiksi tuotteiksi. Toisaalta tarkasteltava prosessi voi olla myös muu prosessi kuin tuotantoprosessi. Jotta prosessi toimisi kunnolla, tulee organisaation kiinnittää huomiota siihen vaikuttaviin tekijöihin, kuten hukkaan, epätasaisuuteen, ylikuormittamiseen, tuotannon virtauttamiseen ja tasapainottamiseen. [8, s.4–5.]

3.2 Hukka

Leanin yksi osa-alue on hukcatekijöiden poistaminen sekä yrityksen sisältä että sidosryhmien väliltä. Hukka, japaniksi *muda*, tarkoittaa toimintoja, jotka eivät luo lisäarvoa tuotteeseen asiakkaan näkökulmasta. Hukan poistaminen organisaatiosta on hyvä esimerkki kustannustehokkaasta järkiperäisestä lähestymistavas-

ta organisaation toiminnan tehostamiseksi. Perinteisesti hukaksi on mielletty: Käytetty aika, materiaali, työntekijät, koneet ja tehty työ, joka ei luo tuotteelle lisäarvoa asiakkaan näkökulmasta (kuvio 5). Toyotan määrittämät seitsemän eri hukkatyyppiä ovat ylituotanto, odottaminen, tarpeeton kuljettaminen, virheellinen käsittely, tarpeettomat varastot, tarpeeton liikkuminen ja viat. [9, s.53.]

Hukka kategoriat	Esimerkkejä esiintymisestä ja vähentämisestä
Kuljetukset	Rakenna työsolut, minimooi siirtojen määrä, varasto käyttöpaikalle
Varastot	Vähennä eräkokoa, pienennä läpimenoaikaa, synkronoi tuotantovaiheet
Liike	Yhdistä eri vaiheita, poista etsiminen, järjestä layout 5S mukaisesti
Odotusaika	Synkronoi tuotantovaiheet, yhdistä töitä, tasoita työmäärät
Ylituotanto	Vähennä eräkokoa, vähennä asetusajaa, vähennä alussa syntyvien virheiden määrää
Yliprosessointi	Suunnittele työ/osa komponenttien/työvaiheiden minimoimiseksi
Viallinen tuote	Standardoi työ, virhemahdollisuuksien eliminointi (Poka-Yoke)

Kuvio 5. Hukan eri muodot [9] (mukailtu Carrera 2004).

Leanissa hukka täytyy sitoa aina arvon tuottamiseen ja tuotannon läpimenoon. Muissa tapauksissa yrityksessä tai organisaatiossa voidaan ajautua tilanteeseen, jossa hukka vaihtaa vain paikkaa. Kriittinen osa leania on arvoa tuottamattoman toiminnan syiden selvittäminen ja sen aiheuttajien poistaminen. [9, s.68.]

3.3 Keskeneräinen tuotanto

Yrityksessä ja organisaatioissa tuotantoon kertyneille varastoille ja jonoille on aina olemassa jokin syy. Usein ne ovat syntyneet sinne suojaamaan toimintaa erinäisiltä vaihtelun lähteiltä. Vaihtelun lähteet voivat olla epästabiilisuudesta tai alhaisesta suorituskyvystä johtuvia. Jos varastot ovat kertyneet tai asetettu aiemmin tarpeeseen, niiden tasojen laskeminen vaikuttaa virtaukseen ja tätä myötä arvon tuottamiseen. Varasto ja läpimeno ovat toisin sanoen riippuvuussuhteessa. Tässä tapauksessa arvoa lisäämättömän ajan poistaminen ei kasvatte arvoa eikä lisää läpimenoa vaan vähentää. Tämä ilmiö johtuu taustalla olevien tekijöiden keskinäisvaikutuksesta. Varastotasojen pienentäminen vaatii usein toimintaolosuhteiden ymmärtämistä ja onnistuneita toimenpiteitä toimintaolosuhteen muuttamiseksi. [10.]

3.4 Jatkuva virtaus

Jatkuva virtaus on lean-toiminnan eräs keskeisistä päämääristä. Tuotannon tulee olla virtautettu aina raaka-aineesta valmiisiin asiakkaille toimitettaviin tuotteisiin saakka. Jatkuvalla virtauksella saavutetaan laadun paranemista, pienempiä tuotantokustannuksia ja lyhyempää toimitusaikaa. Virtautuksen tarkoitus on kaiken arvoa tuottamattoman työn poistamista tuotannon prosesseista, jotta virtaus voisi toimia saumattomasti tuotannon alusta loppuun saakka. Virtautetussa tuotannossa virheet havaitaan nopeasti ja niihin joudutaan puuttumaan heti, koska muuten saattaa käydä niin, että koko osasto tai jopa koko tehdas seisoo. Virtautetussa tuotannossa eräkokotavoite on yksi. Yrityksen siirryessä jatkuvan virtauksen käyttöön tuotannossaan se tulee saamaan seuraavia hyötyjä [2, s. 95–96.]:

- sisäänrakennettu laatu
- luo todellista joustavuutta
- tuottavuuden parantuminen

- vapauttaa lattiatilaa sekä parantaa turvallisuutta
- parantaa moraalialia
- ja pienentää varastointikustannuksia [2, s. 95].

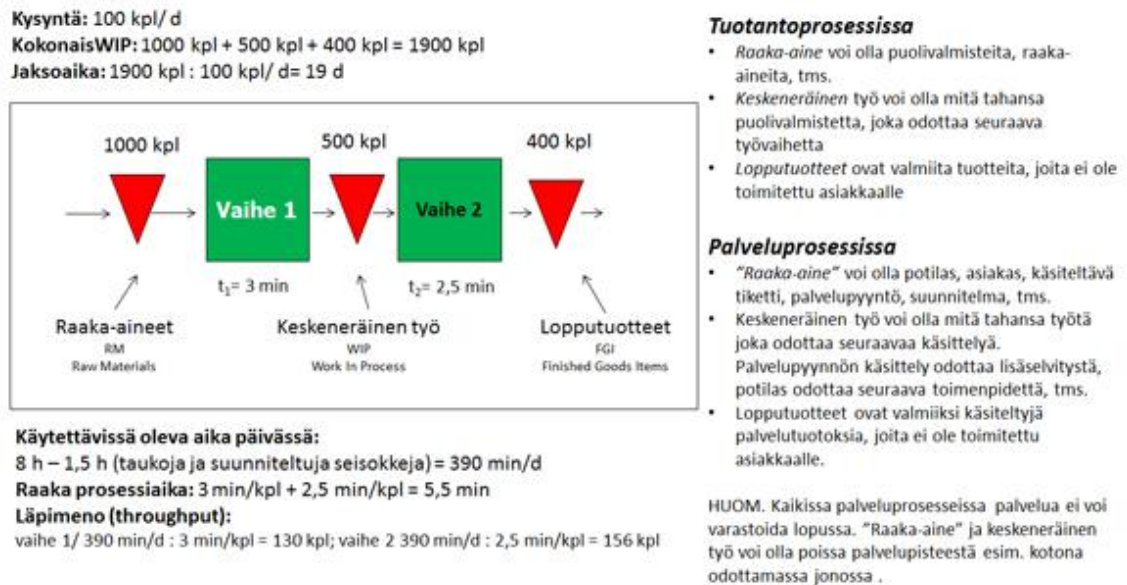
3.5 Tuotannon tasapainottaminen

Tasapainotettu tuotanto edellyttää pienten valmistuserien käyttöönottoa (tavoitteena yhden kappaleen erät). Tämä vaatii hyvin lyhyitä asetusajoja sekä hyvää yhteistyötä tuotteiden markkinoinnin, raaka-aine hankinnan ja tuotantoprosessin välillä. Myös hukkan eliminointiin täytyy kiinnittää erityistä huomiota, jotta tasapainotettua tuotantoa voidaan ylläpitää. [11, s. 23–24]

Tasapainotettu tuotanto on usein ristiriidassa länsimaisen ajattelun kanssa. Länsimaissa saadaan usein tuotantopalkkioita, kun aiemmat tuotantomäärät ylitetään. Kuitenkin tuotteiden valmistaminen varastoon odottamaan tilauksia on hukkaa. Varastoon tuottamiseen kuluvan ajan voi käyttää paremmin hyödyksi, esimerkiksi tuotantokoneiden kunnossapitoon tai toimintojen uudelleenjärjestykseen. [11, s. 23–24]

3.6 Tuotannon pullonkaulat

Seuraavassa kuviossa on esitetty yksinkertainen prosessi. Katsottaessa kuviota huomataan, että vaiheen yksi ja vaiheen kaksi edessä, sekä prosessin loppupäässä on keskeneräistä työtä. Kun tätä työmäärää verrataan asiakaskysyntään, havaitaan, että prosessissa on yhdeksäntoista päivän kysyntää vastaava työmäärä. Toinen kuviosta huomioitava tekijä on läpimenon kannalta kokonaisläpimenoaikaan vaikuttavan vaiheen tunnistaminen. Vaiheesta yksi on muodostunut tuotannon virtauksen kannalta pullonkaula. [10.]



Kuvio 6. Prosessin pullonkaula [10.]

Yleisesti pullonkaulaksi kutsutaan jotain vaihetta prosessissa, joka rajoittaa prosessin kokonaiskapasiteettia. Se voi olla työvaihe, työasema tai kone, joka aiheuttaa keskeneräistä tuotantoa, koska se ei voi käsitellä tuotteita samalla nopeudella kuin muut prosessin vaiheet. [12.] Pullonkaula voi toki vaihtaa paikkaa, jos prosessiajassa on suurta vaihtelua. Jos nyt kuitenkin oletetaan, että pullonkaula on vaihe yksi, tulee arvon tuottamiseen tähtäävät parannustoimenpiteet kohdistaa tähän vaiheeseen. Parannustoimenpiteet vaiheessa kaksi eivät kas-

vata virtausta, vaan saavat vaiheen yksi näyttämään entistä pahemmalta pullonkaulalta. Pullonkaulat on tunnistettava ja niihin on puututtava varsinkin suunniteltaessa kapasiteetin lisäystä. [10.]

3.7 Pienet eräkoot

Suurten varastojen sijaan tulisi ylläpitää mahdollisimman pieniä eräkojoja. Pienet eräkoot tuovat mukanaan etuja, kuten varaston pienenemisen ja läpimenoajan lyhenemisen. Pienet eräkoot tekevät myös laatuvirheiden havaitsemisesta helpompaa jo aikaisemmassa vaiheessa. Välivarastojen pienentäminen vähentää valmistuksessa käytettävää aikaa ja tilan tarvetta. [8.]

Tuotantoon kuluva aika on sitä suurempi, mitä isompi eräkojo on. Isot erät odottavat usein kauemmin seuraavaa tuotantovaihetta. Pienet eräkoot auttavat saavuttamaan tasaisen työkuormituksen, ne on helpompia tasapainottaa ja mahdollistavat kapasiteetin tehokkaamman käytön. [8.]

3.8 Henkilöstön huomioonottaminen

Henkilöstön huomioonottaminen on Leanissa erittäin tärkeässä osassa. Jotta Lean voi ylipäänsä toimia, täytyy työntekijöiden olla motivoituneita sekä osavia. [3.] Tiimityö, jatkuva parantaminen ja oppiminen kehittävät organisaatiota muiden osa-alueiden rinnalla kohti Leania. Tämä osa-alue pitää sisällään yhteisen kielen, symbolit, uskot ja arvot, jotka määrittävät millaiseksi organisaatio on rakentunut, miten sitä johdetaan, kuinka se oppii ja kuinka se rekrytoi, kouluttaa ja kehittää työntekijöitään. Olennaista on se, miten organisaatio saa kaikki jäsenet osallistumaan prosessien kehittämiseen ja tuotannon kehitykseen. [8.]

Lean-tuotantoon siirryttäessä henkilöstö muuttaa helposti työskentelytapoja, muttei välttämättä ajattelutapoja. Ajattelutavan ja yrityksen toimintakulttuurin

muuttaminen on huomattavasti työläämpi prosessi ja sen tulee tapahtua yrityksen jokaisella tasolla. Useimmiten muutosvastarintaa kohdataan lean-tuotantoon siirtymisen alkuvaiheissa. Leanin päämääränä on kannustaa työntekijöitä tiimityöhön sekä sitouttaa työntekijät organisaation tavoitteisiin. [8.]

Henkilöstö on avainasemassa toiminnan kehittämisessä. Virheisiin suhtautuminen on erilaista Lean-toiminnassa; kun tuotannossa havaittaessa virheitä ei pyritä löytämään syyllistä, vaan varmistetaan, ettei virhe pääse toistumaan. Työntekijöiden sitoutuminen laadun parantamiseksi on tärkeää. Työntekijöitä kannustetaan miettimään ja toimimaan työnteon tehostamiseksi ja virheiden minimoimiseksi, jolloin esimiesten rooli on tukea näitä ideoita ja mahdollistaa niiden toteuttaminen. [8.]

Jotta Leania voidaan toteuttaa organisaatiossa, tulee työntekijöiden ymmärtää sen periaatteita ja Leanin tulee olla hyväksytty menetelmä niiden keskuudessa, jotka ovat rakentamassa tuotetta ja siten omistavat arvoa tuottavan prosessin. Vastuun jakamisella sekä työntekijöiden osaamisen kehittämällä pyritään parantamaan työntekijöiden motivaatiota ja kiinnostusta Leania kohtaan. [8.]

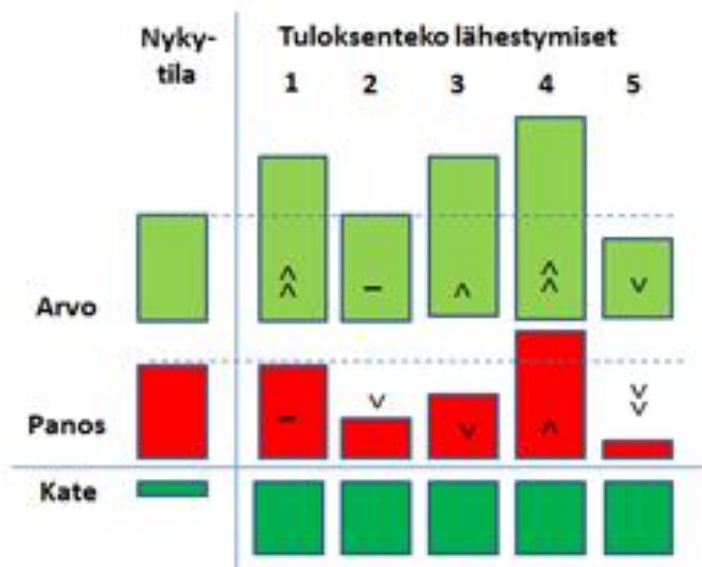
3.9 Työkalut

Leaniin kuuluu suuri joukko työkaluja, joilla pyritään saavuttamaan tiettyjä Leanin mukaisia tavoitteita. Nämä työkalut eivät ole itsetarkoitus, vaan ainoastaan apuvälineitä ilmiöiden hallintaan. Työkalujen käyttö tai paremminkin soveltaminen tulisi olla organisaatiokohtaista. Valmiilla ohjeistuksella päästään liikkeelle, mutta niillä ei saada aikaan lopullisia ja pysyviä muutoksia Tässä piileekin Leanin ydin – sillä haetaan toimintamuotoja ja työkaluja, joilla voidaan tehostaa tuotantoprosessia. Mikäli uusia tehokkaampia toimintatapoja löytyy, ne yhdistetään jo olemassa olevaan tuotantoprosessiin. [2, s.10.]

3.10 Kannattavuus

Arvolla tarkoitetaan ominaispiirrettä (asiaa tai tekijää), josta asiakas on valmis maksamaan enemmän kuin sen tuottaminen maksaa. Tästä erosta muodostuu yritykselle kate. Jos arvon tuottaminen tulee kalliimmaksi kuin siitä maksetaan, tulee liiketoiminnasta kannattamatonta. Tästä voidaan johtaa viisi keinoa parantaa kannattavuutta [10] :

1. Enemmän arvoa (hintaa) samoilla panoksilla (samalla kustannuksella).
2. Sama arvo pienemmillä panoksilla.
3. Enemmän arvoa pienemmillä panoksilla.
4. Paljon enemmän arvoa hieman kasvavilla panoksilla.
5. Vähemmän arvoa paljon vähemmällä panoksilla.



Kuvio 7. Viisi lähestymistapaa katteen parantamiseen. [10].

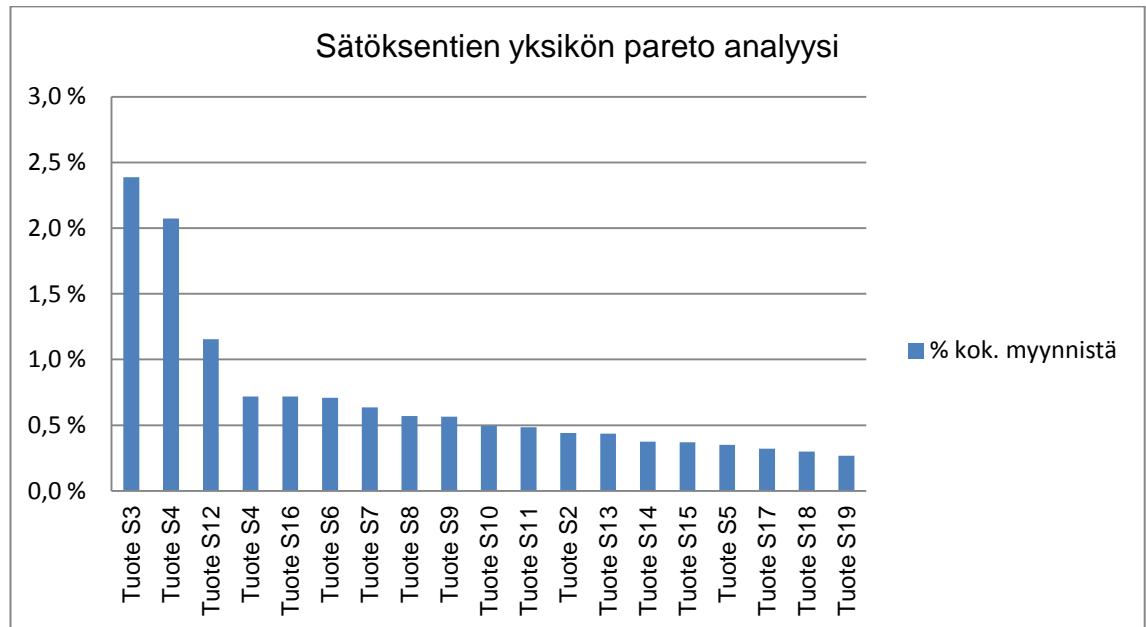
Tuotannossa arvo muodostuu toiminnossa, joka voi olla työasema, kone, laite tai työpiste, jossa myytävä tuote muodostuu. Arvon tuottaminen, se minkä asiakas kokee ja saa, vaatii aina aikaa. Koska käytettävissä oleva aika on aina rajallinen, ja arvoa lisäävä aika aina vaihtelee erilaisista syistä johtuen, saadaan tuotteita eri tarkasteluvälillä eri määrä. Mitä lyhyempi prosessiaika sitä enemmän tuotteita valmistuu tarkasteluvälillä. [10.]

Läpimeno tarkoittaa pitkän aikavälin keskimääräistä valmistumisnopeutta. Valmistumisnopeutta mitataan tyypillisesti kappalemäärinä tietyssä aikayksikössä. Esimerkkinä läpimenosta voisi olla valmistuneiden tuotteiden lukumäärä yhden työvuoron aikana. Läpimenon kasvaessa samoilla resursseilla voidaan kannattavuutta hakea edellä esitetyn viiden vaihtoehdon avulla (kuvio 7). [10.]

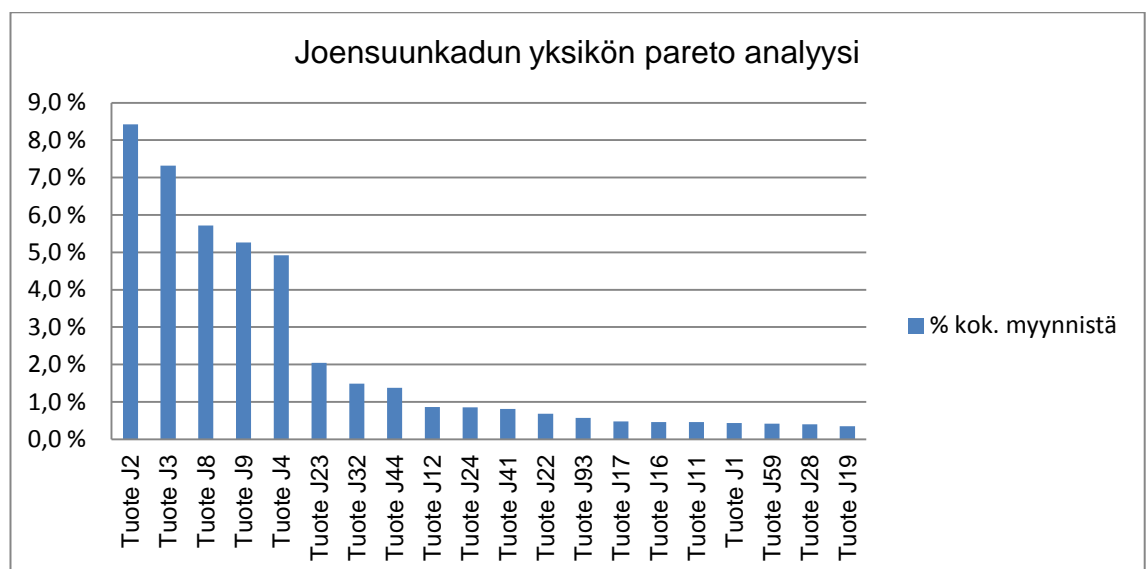
4 Tuotteiden analysointi

4.1 Pareto-analyysi

Molempien yksiköiden tuotteet analysoitiin pareto-analyysillä. Pareto-analyysillä oli tarkoitus selvittää tuotteet, joita lähdetään kehittämään lean-menetelmällä. Tuotteet analysoitiin kesäkuussa 2013, niin että tuotteita analysoitiin vuosi tarkasteluhetkestä taaksepäin. Pian kuitenkin huomattiin, että osa tuotteista oli ns. kertakauppoja, jotka tehdään vain kerran, eikä tuotteita tämän jälkeen enää valmisteta. Tämän tiedon jälkeen tuotteita tarkasteltiin uudelleen ja eroteltiin tuotteet, jotka olivat sarjavalmistuksessa jo pidemmän aikaa. Tässäkin tarkastelusta huomattiin, että osa tuotteista oli elinkaarensa loppupäässä ja näihin tuotteisiin ei enää haluttu panostaa tuotekehitystoimenpiteitä.



Kuvio 8. Pareto-analyysi Sätöksentien yksiköstä. [13].

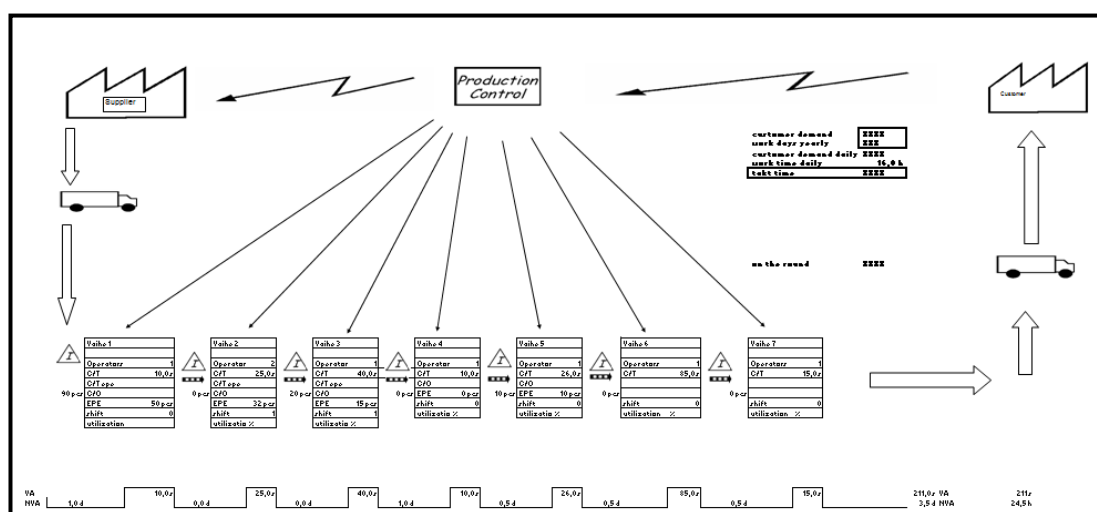


Kuvio 9. Pareto-analyysi Joensuunkadun yksiköstä. [13].

Pareto-analyysin perusteella Sätöksentien yksiköstä valittiin tuotteet: S12, S4 ja S3. Tuote S3 oli ns. yhteinen tuote molemmille yksiköille. Eli tuotteen koneistuksesta alkuosa tehdään Joensuunkadun yksikössä ja alihankintaprosessin jälkeen tuote siirtyy tehtäväksi Sätöksentien yksikköön. Joensuunkadun yksiköstä Lean-menetelmällä kehitettäväksi tuotteiksi valikoituivat tuotteet: J2, J3 ja J8. Tuotteiden valintaa vaikeutti se seikka, että osa tuotteista oli kertakauppoja, joita myytiin vain sen kerran ja välttämättä tuotteita ei tämän jälkeen tulla koskaan enää valmistamaan.

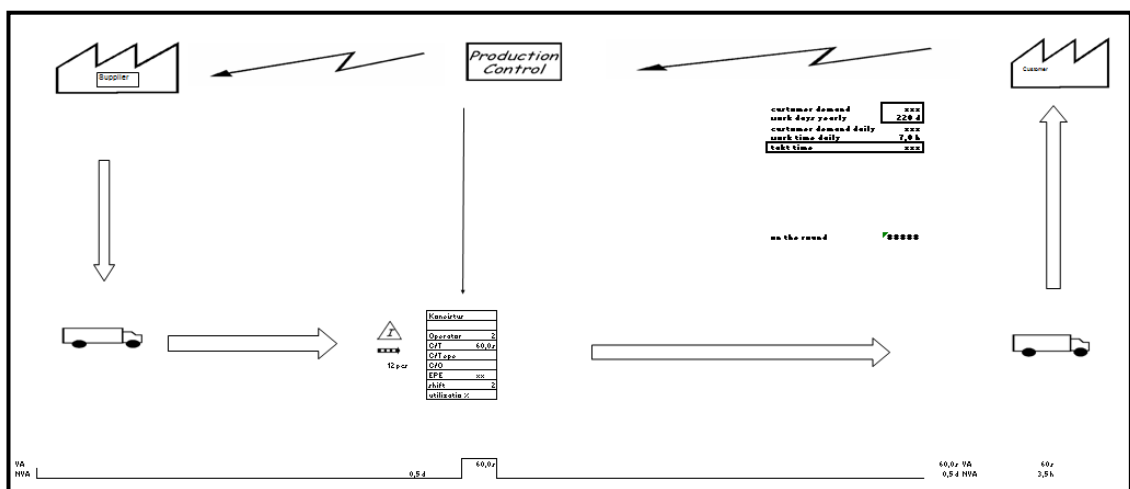
4.2 Visual steam mapping

Jokaiselle mukaan valitulle tuotteelle tehtiin nykytilan VSM-kuvaus. VSM-kuvaukseen kerättiin kaikki mahdollinen tieto tuotteen liikkeistä tuotannossa. Kuvauksesta käy ilmi tuotteen mahdolliset välivarastot ja tuotannon pullonkaulat. Jokaisen tuotantovaiheen arvoa lisäävät ajat kirjattiin nykytilan VSM-kuvaukseen.



Kuvio 10. Nykytilan VSM-kuvaus. (Kuva: Jorma Astikainen)

Kaikille tuotteille joille tehtiin nykytilan VSM-kuvaus, tehtiin myös tulevaisuudentilan VSM-kuvaus. Tulevaisuudentilan VSM-kuvauksessa esitettiin kaikki löydetty kehitysideoita, jotka kerättiin tuotannossa analysoitaessa tuotteiden nykytilan VSM-kuvauksia. Tulevaisuudentilan VSM-kuvauksesta käy ilmi tuotteen virtauksen parannus ja mahdollisten välivarastojen poistaminen. Tulevaisuudentilan VSM-kuvauksessa tuotannon pullonkaulat on saatu poistettua ja tuotanto tasa-painotettua.



Kuvio 11. Tulevaisuudentilan VSM-kuvaus. (Kuva: Jorma Astikainen)

5 Tulosten tarkastelu

5.1 Yleistä

Tuloksia tutkittaessa täytyy huomata, että VSM-kuvaukset ovat vain tietyn ajan tilanne tuotteen liikkeistä tuotannossa. Tuotteita saatetaan tehdä esimerkiksi erilaisilla koneilla kuormitustilanteesta riippuen. Suuret konekohtaiset kuormituserot saattavat lisätä vaiheita tuotteiden VSM-kuvauksiin. Tämä johtuu siitä, ettei kaikilla koneilla pystytä tekemään tuotteita niin monipuolisesti ja tuote jou-

dutaan valmistamaan kahdella koneella kahdessa vaiheessa. Myös tuotteen vaihto esimerkiksi vanhemmalle koneelle saattaa tuoda vaiheikaan tuntuva lisäyksen ja tästä vaiheesta muodostuu VSM-kuvaukseen pullonkaula.

5.2 Yhteenveto

Sätöksentien yksikön tuotteen S4 VSM -kuvauksesta käy ilmi, että vaihe 1 on tuotannon pullonkaula ja tuotteen virtausta tässä kyseisessä vaiheessa täytyy nopeuttaa. Tuotteen virtautuksen nopeuttamiseksi tuotteelle suunniteltiin uusi jigi. Tulevaisuuden tilan VSM:ssä tuotteen varastointia täytyy kehittää ja varastointimäärää optimoida.

Tuotteen S12 kohdalla huomataan, että vaiheesta 2 on muodostunut pullonkaula ja vaiheen 2 toimintaa on kehitettävä. Tulevaisuuden tilan VSM:ssä tuotteen prosessointi tässä vaiheessa on saatu tasapainoon muiden vaiheiden kanssa. Tämän tuotteen kohdalla tuotanto saatiin tasapainotettua tekemällä osa tuotteista toisella samanlaisella koneella ja kehittämällä tuotteen virtautusta tuotannossa.

Tuotteen S3 VSM kuvausta tehdessä huomattiin että, pullonkaula muodostui vaiheesta 3, jonka prosessiaika muihin vaiheisiin verrattuna on huomattava. Tulevaisuudentilan VSM-kuvauksessa tuotteen tuotantovaiheita on saatu karsittua ja tuotanto tasapainotettua. Tuotantovaiheiden karsiminen toteutettiin tuotteen tekemisellä uudenaikaisella työstökoneella, jolla tuote saadaan tehtyä tehokkaammin ja nopeammin.

Kaikkien Sätöksentien yksikön tuotteiden kohdalla WIP:ä oli tuotannossa huomattavia määriä ja näihin tuotannon suvantokohtiin täytyy kiinnittää erityistä huomiota tulevaisuudessa. Yrityksen täytyy tulevaisuudessa keskittyä myös tuotteiden tehokkaampaan prosessointiin hankkimillaan uudenaikaisilla työstö-

koneilla, koska tällöin on mahdollista saada huomattavaa tuotannon läpimenoaikojen paranemista.

Joensuunkadun yksikön tuotteen J3 VSM -kuvauksesta selviää, että prosessin pullonkaula on vaihe 1, jonka toimintaa täytyy kehittää. Tulevaisuudessa tuote tullaan valmistamaan niin, ettei toista vaihetta tarvita. Tämä toinen vaihe on nykyisin selkeä hukan aiheuttaja eli yliprosessointi hukka. Tulevaisuudentilan VSM-kuvauksessa vaihe 2 on poistettu turhana vaiheena prosessista.

Tuotteen J2 kohdalla vaihe 2 muodostaa prosessin virtauksessa selvän pullonkaulan ja tätä vaihetta tullaankin tulevaisuudessa kehittämään. Tulevaisuudentilan VSM-kuvauksessa vaiheen 2 prosessiaika on tasapainossa muiden vaiheiden kanssa ja tuotannon vaiheiden välisten varastojen tasoja on saatu pienemmiksi.

Joensuunkadun yksikön tuotteen J8 kohdalla prosessin pullonkaulaksi on muodostunut vaihe 1, jonka kehittämiseen tulee kiinnittää huomiota. Tulevaisuudentilan VSM-kuvauksessa vaiheen 1 prosessiaika on tasapainossa tuotteen muiden vaiheiden kanssa ja tuotteen suuri raaka-aine varasto on saatu pienemmäksi

Yhteisenä ominaisuutena Joensuunkadun yksikön tuotteilla oli, että tuotteet kävivät jossain prosessin vaiheessa alihankinnassa ja juuri tämän ulkoisen vaiheen hallinta oli vaikeaa. Yrityksen täytyykin tulevaisuudessa saada alihankkijatkin mukaan lean-toimintaan. Tässäkin yksikössä tuotannossa esiintyy huomattava määrä WIP:ä ja tämän asian korjaaminen onkin yksi tulevaisuuden suurimmista haasteista.

6 Pohdinta

Lean-menetelmän käyttöönotto yrityksissä ei ole ongelmaton. Suurin osa yrityksistä, jotka ovat ottaneet Lean-menetelmän käyttöön, ovat epäonnistuneet sen tuomisessa lattiatasolle. Tehdessäni VSM-kuvauksia huomasin, ettei Lean-periaate ja VSM-kuvaukset olleet tuttuja yrityksen työntekijöille. Yrityksen kannattaisikin järjestää jonkinlaista koulutusta työntekijöille ja toimihenkilöille. VSM-kuvausten perusteella tärkeimmäksi kehityskohteeksi nousi hukan eliminointi ja varsinkin keskeneräisen tuotannon vähentäminen prosesseissa. Toinen tärkeä kehityskohde on turhat liikkeet tuotannossa eli, kun etsitään tarpeellisia työssä tarvittavia työkaluja, sekä kuljetusmatkat eri työpisteiden välillä. Työpisteet tulisi järjestää mahdollisuuksien mukaan U-kirjaimen muotoon kuljetusmatkojen lyhentämiseksi.

Työn tekemistä hankaloitti se, että yrityksellä on kaksi toimipaikkaa ja toisen toimipaikan tuotanto oli itselle hiukan vierasta. Itse työtä tehdessä sain hyvin tietoja koneiden käyttäjiltä, sekä hyviä vinkkejä tuotantoprosessin ongelmista. Tuotteiden liikettä tuotannossa tutkiessani löysin monia kohteita, jotka kaipasivat korjausta ja näistä korjaustarpeista liitin yhteenvedon yritykselle luovuttamaani tulevaisuudentilan VSM-kuvaukseen. Tulevaisuudessa työntekijät pitääkin saada mukaan tuotannon kehittämiseen ja jatkuvaan parantamiseen prosessiin.

Sätöksen yksikön VSM-kuvauksen sain valmiiksi jo tammikuun lopulla. Työn etenemistä vauhditti se seikka, että työskentelen kyseisessä yksikössä ja tunsin tuotteet ennalta. VSM-kuvaukset ja kehitysideat esittelin 28.1.2014 pidetyssä palaverissa yrityksen toimitusjohtaja Päivi Kettuselle ja tuotantopäällikkö Jarmo Hassiselle. Kehitysideoiden pohjalta prosesseihin tehtiin muutoksia ja selvästi havaittavia parannuksia saatiinkin jo aikaan.

Joensuunkadun yksikön osalta työtä hankaloitti informaatiokatkokset ja se, että työ jouduttiin tekemään varsinaisen työajan jälkeen. Tästä seurasi se, että ollessani itse aamuvuorossa, saattoi Joensuunkadun yksikön työntekijät ehtiä tekemään jonkin vaiheen prosessissa, jonka olisin halunnut tallentaa. Myös asiakaskysynnän suuret vaihtelut aiheuttivat päänsäryä tuotannon VSM-kuvauksia tehdessä. Asiakkaat saattoivat vähentää tai jopa lopettaa tuotteiden tilaamisen ja näin ollen VSM-kuvausten teko oli vaikeaa.

Omasta mielestäni onnistuin VSM-kuvausten teossa ja kehityskohteiden määrittämisessä. Käyttäjät olivat myös innokkaasti tuomassa omia ideoitaan kehityskohteiksi ja monet niistä olivat varteenotettavia. Nämä ideat kerättiin talteen jatkotoimenpiteitä varten. Tulevaisuudessa yrityksen pitääkin jatkaa tuotannon prosessien ja tuotteiden arvovirtakuvauksien tekoa ja tutkia prosessien pullonkaulat. Näillä arvovirtakuvauksilla nähdään selvästi mihin osaan prosessia tuotannon kehitystoimenpiteet pitää suunnata. Tulevaisuutta ajatellen olisi syytä pohtia minkälaista koulutusta yritys voisi järjestää työntekijöilleen. Tulevaisuudessa onkin tärkeää lean-kehitystoiminnan ottaminen yrityksen keskeiseksi toimintamalliksi. Lean-menetelmää ja sen mukanaan tuomia kehitystyökaluja pitää käyttää tulevaisuudessa yhteisenä tuotannonkehitysmenetelmänä.

Lähteet

1. Okun Koneistuspalvelu Oy [verkkodokumentti]. Päivitetty 2009 [viitattu 3.4.2014]. Saatavissa: http://www.okunkoneistuspalvelu.fi/images/stories/ladattavat/brochure_2011.pdf.
2. Jeffrey K. Liker. Toyotan tapaan. Helsinki. 2010. ISBN:9789522202260.
3. Veikko Kajaste & Timo Liukko. Lean-toiminta – Suomalaisten yritysten kokemuksia. Tammer-Paino Oy, Tampere 1994. ISBN 951-817-592-6.
4. Lean Enterprise Institute. Internetsivu. [viitattu 01.04.2014]. Saatavissa: <http://www.lean.org/WhatsLean/>.
5. Kari Tuominen. LEAN kohti täydellisyyttä Mitä Toyota ja lean yritykset tekevät eri tavalla kuin muut. Readme.fi. Helsinki 2010. ISBN: 951-817-592-6.
6. Jeffrey K. Liker & Gary L. Convis. Toyotan tapa lean-johtamiseen. Readme.fi Helsinki 2012. ISBN: 978-952-220-606-0.
7. Noria Corporation. [verkkodokumentti]. [viitattu 1.4.2014]. Saatavissa: <http://www.reliableplant.com/Read/8417/toyota-total-productive-maintenance>.
8. Harri Haapasalo. Lean-filosofian ja menetelmien soveltaminen Suomessa. [verkkodokumentti]. Päivitetty 2011. [viitattu 1.4.2014]. Saatavissa: [https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/631CStSjs%3A\\$47\\$RK110702\\$46\\$RK110702\\$46\\$pdf/RK110702.pdf](https://www.rakennustieto.fi/bin/get/id/631CStSjs%3A47RK110702$46$RK110702$46$pdf/RK110702.pdf).
9. Bill Carreira. Lean Manufacturing That Works: Powerful Tools for Dramatically Reducing Waste and Maximizing Profits. AMACOM, New York 2004. ISBN 0-8144-7237-0.
10. Quality Knowhow Karjalainen Oy. Verkkodokumentti. [Viitattu 1.4.2014]. Saatavissa: <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/lean-ja-hukka-muda-mura-ja-muri/>.
11. Miettinen Pauli. Tuotannonohjaus ja logistiikka. Painatuskeskus Oy, Helsinki 1993. ISBN: 9513711935.

12. Leanmanufacture.net. [viitattu 28.03.2014]. Saatavissa: [http://www. leanmanufacture.net/leanterms/bottleneck.aspx](http://www.leanmanufacture.net/leanterms/bottleneck.aspx).
13. Okun Koneistuspalvelu Oy. Intranet. 2014.