

Juuso Kumpulainen

Elintarvikelinjaston tuotannon tehostaminen LEAN-ajattelutavan mukaisesti

Opinnäytetyö

Kevät 2017

SeAMK Elintarvike ja maatalous

Insinööri (AMK), Bio- ja elintarviketekniikka

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Elintarvike ja maatalous

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Bio- ja elintarviketekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Liha- ja valmisruokatekniikka

Tekijä: Juuso Kumpulainen

Työn nimi: Elintarvikelinjaston tuotannon tehostaminen LEAN-ajattelutavan mukaisesti

Ohjaaja: Jarmo Alarinta

Vuosi: 2017

Sivumäärä: 80

Liitteiden lukumäärä: 1

LEAN-ajattelu on Japanista lähtöisin oleva johtamisfilosofia. LEAN-ajattelutavan päämääränä on poistaa kaikki arvoa tuottamattomat, prosesseille ei-välttämättömät toiminnot eli hukat, joita löydetään tuotannosta. Tällä tavoin pyritään parantamaan laatua, vähentämään kustannuksia ja lyhentämään tuotannon läpimenoaikoja.

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehostaa erään elintarvikkeisiin keskittyvän yrityksen omistamaa nesteannostelulinjaa ja elintarviketehdasta LEAN-johtamisfilosofian oppien mukaisesti. Kehitysprosessi tuli suorittaa siten, että yrityksen ei tarvinnut investoida muutoksiin ollenkaan.

Aluksi suoritettiin tehtaan toiminnan tarkastelu ja havainnointi. Tänä aikana keskityttiin etenkin työtapoihin ja prosesseihin sekä niihin mahdollisesti sisältyviin hukkiin. Alkukartoituksen avulla tehtiin muutos- ja parannusehdotuksia, joista osa otettiin käyttöön. Muutosten käyttöönoton jälkeen elintarviketehtaan toimintaa tarkasteltiin uudestaan.

Saatujen tulosten perusteella voidaan kehitysprosessia pitää onnistuneena. Muutosten ansiosta elintarvikelinjaston toimintaa saatiin tehostettua huomattavasti ilman suuria investointeja. Etenkin aloitustöiden järjeistämällä oli suuri positiivinen vaikutus ajankäyttöön. Muutosten jälkeen asetusaikeisiin ja pakkausaikeisiin käytettävä aika on lyhentynyt. Näin ollen tuotantopäivät ovat ajallisesti lyhyempiä, joka puolestaan heijastuu positiivisesti yrityksen menoihin. Lisäksi tehtaassa ja varastoissa vallitseva parempi järjestys helpottaa yrityksen työntekijöiden toimintaa ja antaa ulkopuolisille paremman kuvan yrityksen toiminnasta.

Avainsanat: LEAN, TPM

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Food and Agriculture

Degree programme: Biotechnology and Food Processing

Specialisation: Meat Processing and Food Technology

Author/s: Juuso Kumpulainen

Title of thesis: Increasing the performance of the foodstuff production line by using LEAN philosophy.

Supervisor(s): Jarmo Alarinta

Year: 2017

Number of pages: 80

Number of appendices: 1

LEAN thinking is a Japanese management philosophy. Its goal is to eliminate all waste or in other words operations which don't add value or which are unnecessary. In this way, LEAN thinking aims to improve the quality of the products, reduce costs and shorten the lead time of production.

The objective of the thesis was to increase the performance of the foodstuff production line and enhance the foodstuff factory in general. The production line in question is used to package various kinds of liquid food products. The improvements were to be made by using LEAN thinking. In addition, the company required that the improvements should be cost-free.

The LEAN process was started by examining and observing the operations which took place in the factory. During the observation, the focus was especially on the examination of the working methods and processes. By means of this initial assessment, improvement suggestions were made and some of them were carried out.

The conclusion is that the LEAN process was successful. Due to the improvements, the performance of the foodstuff line was enhanced. Particularly rethinking the set-ups had a significant impact in reducing the lead time. Reduced work and lead time decreased production costs.

Keywords: LEAN, TPM

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	9
1 JOHDANTO.....	10
1.1 Työn lähtökohdat ja tarkoitus.....	10
1.2 Työn tavoitteet.....	10
1.3 Työn rakenne.....	11
1.4 Viitekehys.....	11
2 LEAN-JOHTAMISFILOSOFIA.....	13
2.1 Lyhyt historia.....	13
2.2 LEAN-ajattelutavan periaatteet.....	14
2.2.1 Arvon määrittely.....	15
2.2.2 Arvoketjun määrittely ja virtaustehokkuuden parantaminen.....	16
2.2.3 Imuohjaus ja täydellisyyden tavoittelu.....	19
2.3 TPM (Total Productive Maintenance).....	20
2.4 LEAN & TPM.....	21
2.5 5S.....	22
2.5.1 Erottele (Sort).....	23
2.5.2 Järjestele (Store).....	24
2.5.3 Puhdista (Shine).....	24
2.5.4 Vakioi (Standardize).....	24
2.5.5 Ylläpito ja kehittäminen (Substain).....	25
2.6 KNL (OEE).....	25
2.7 Jidoka.....	27
2.8 JIT (Just in time).....	28
2.9 Kanban.....	29
2.10 Kaizen.....	30
2.11 LEAN Six Sigma.....	31

3	NESTEANNOSTELULINJAN JA TEHTAAN ALKUKARTOITUS ...	33
3.1	Materiaalit ja menetelmät	33
3.2	Yleinen järjestys	34
3.3	Hävikki ja hukka linjastolla	35
3.4	Asetusajat	38
4	LEAN-PROJEKTIN KÄYNNISTÄMINEN	48
4.1	Aikataululomake.....	48
4.2	Hukkalomake pakkausprosessista	50
4.3	Lämpötilalomake	52
4.4	KNL-luvun laskeminen	55
5	KEHITYSPROSESSI	58
5.1	Varastojen järjestyksen parantaminen (5S)	58
5.2	Nesteannostelulinjan järjestyksen parantaminen (5S)	62
5.3	Nesteannostelulinjalla tapahtuvan hukan poistaminen (Jidoka)	63
5.4	Toiminnan järjeistäminen (Kaizen)	64
5.5	Fyysiset parannukset linjastolla.....	67
6	MUUTOSTEN VAIKUTUS.....	70
6.1	Korkittajan huolto ja huolellinen säätäminen	70
6.2	Toiminnan järjeistäminen	71
6.3	KNL-luku muutosten jälkeen	72
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	74
7.1	Yhteenveto.....	74
7.2	Kehitysprojektiehdotukset	75
	LÄHTEET	77
	LIITTEET	80

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Korkin siirtäjä ja korkittaja	36
Kuva 2. Jäterulla	37
Kuva 3. Kylmädesin kierrätys.....	40
Kuva 4. Tuotesäiliö	41
Kuva 5. Omenamehun pumppaus tuotesäiliöön	42
Kuva 6. Mehun pumppaus pastööriin.....	43
Kuva 7. 300 litran säiliö ja höyryhana	44
Kuva 8. Keskipakopumppu kiinnitettynä tuotesäiliöön	45
Kuva 9. Nesteannostelijan kiertopesu.....	47
Kuva 10. Omenamehunäytteet	55
Kuva 11. Työkaluvarasto aluksi	58
Kuva 12. Työkaluvarasto loppuksi	59
Kuva 13. Työkalukaappi aluksi.....	59
Kuva 14. Työkalukaappi loppuksi.....	60
Kuva 15. Materiaalivarasto aluksi	60
Kuva 16. Materiaalivarasto loppuksi	61
Kuva 17. Materiaalivarasto aluksi	61
Kuva 18. Materiaalivarasto loppuksi	62
Kuva 19. Nesteannostelulinjan letkut aluksi.....	63
Kuva 20. Nesteannostelulinja loppuksi	63

Kuva 21. Höyryvaippa kiinnitettynä höyrykehittimeen	65
Kuva 22. Pastööri ja tuotesäiliö aluksi.....	68
Kuva 23. Pastööri ja tuotesäiliö lopuksi.....	68
Kuva 24. Kolmipääventtiili	69
Kuva 25. Valkotaulu	69
Kuva 26. Korkki jumissa korkinsyöttäjässä (lavastettu tilanne)	71
Kuvio 1. LEAN-talo.....	12
Kuvio 2. Viisi pääperiaatetta	15
Kuvio 3. Seitsemän hukkaa	17
Kuvio 4. 5S.....	23
Kuvio 5. KNL.....	26
Kuvio 6. PDCA	30
Kuvio 7. LEAN Six Sigma	32
Taulukko 1. Fordin malli & TPS.....	14
Taulukko 2. LEAN ja TPM eroteltuna.....	22
Taulukko 3. Appelsiinimehun asetus- ja pakkausaika ennen muutoksia.....	49
Taulukko 4. Omenamehun asetus- ja pakkausaika ennen muutoksia	49
Taulukko 5. Herukkamehun asetus- ja pakkausaika ennen muutoksia.....	49

Taulukko 6. Hukka huonon korkituksen takia ennen muutoksia	51
Taulukko 7. Hukka liian matalan lämpötilan takia	51
Taulukko 8. Hukka vajaiden pullojen takia	52
Taulukko 9. Hukka huonon etiketityksen takia	52
Taulukko 10. Lämpötilalomake	54
Taulukko 11. Laatu	56
Taulukko 12. Nopeus	57
Taulukko 13. Käytettävyys	57
Taulukko 14. pH:n muutos huuhtelun aikana	66
Taulukko 15. Korkitus ennen ja jälkeen	70
Taulukko 16. Linjaston tehokkuus.....	71
Taulukko 17. Aloitusaika muutosten jälkeen	72
Taulukko 18. Laatu muutosten jälkeen	72
Taulukko 19. Nopeus muutosten jälkeen	73
Taulukko 20. Käytettävyys muutosten jälkeen	73
Taulukko 21. KNL-luku muutosten jälkeen.....	73

Käytetyt termit ja lyhenteet

Pastööri

Lämmönvaihdin, joka on tarkoitettu pastörintia varten. Lämmönvaihtimen ideana on siirtää lämpöenergiaa eri lämpötilan omaavien fluidien välillä ilman, että kyseiset aineet sekoittuvat keskenään.

1 JOHDANTO

1.1 Työn lähtökohdat ja tarkoitus

Yrityksen sisällä koetaan, että nesteannostelulinjastolla käytettäviä työtapoja voitaisiin kehittää siten, että työ linjastolla kävisi nopeammin ja vaivattomammin. Lisäksi itse elintarviketehtaan toimintaa tulisi kehittää tehokkaammaksi. Tähän toiminnan kehittämiseen yritys on valinnut LEAN-johtamisfilosofian opit ja sen tarjoamat toiminnan kehittämisen työkalut. Lisäksi yritys toivoo, että itse kehitystyöhön ei tarvitsisi kuluttaa yrityksen resursseja, vaan että kaikki muutokset pystyttäisiin tekemään ilman mittavia investointeja.

Yrityksen omistama ja käyttämä nesteannostelulinja ja pastööri ovat pääasiallisesti tarkoitettu pienien pakkausmäärien pakkaamiseen. Näin ollen prosessin asetusajat ja itse pakkausprosessi, varsinkin jos pakattavaa tuotetta on paljon, ovat aikaa vieviä ja joissain määrin työläisiä. Viikoittaiset pakkaussuunnitelmat tehdään kuitenkin siten, että päivän aikana pakataan vain yhtä tuotetta eli näin vaihtoihin ei kulu aikaa. Edellä mainituista syistä johtuen on ensiarvoisen tärkeää, että prosessit toimivat kitkattomasti ja kaikki hukkatyö minimoitaisiin.

1.2 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli havainnoida ja analysoida nesteannostelulinjastoa ja sitä ympäröivää tehdasaluetta sekä pyrkiä kehittämään niitä LEAN-ajattelutapojen mukaan, ilman suuria investointeja. Tavoitteena oli parantaa, järkeistää ja yhtenäistää tehtaassa ja nesteannostelulinjalla käytettäviä työtapoja mahdollisuuksien mukaan. Lisäksi yhtenä päämääränä oli muiden tavoitteiden ohessa saada tehtaan henkilöstö sisäistämään LEAN-ajattelutavan olennaisin tavoite eli jatkuva kehittäminen ja toiminnan parantaminen.

1.3 Työn rakenne

Opinnäytetyö koostuu teoriaosuudesta ja elintarviketehtaassa tapahtuvasta käytännön tutkimus- ja kehitystyöstä. Tutkimus- ja kehitystyö pohjautuu pääasiallisesti teoriaosuudessa käsiteltyihin asioihin. Teoriaosuudessa käsitellään LEAN-ajattelutapaa yleisesti, esittelen sen historiaa sekä LEAN-ajattelutavan muodostavia niin sanottuja LEAN-työkaluja. Käytännön tutkimus- ja kehitystyössä keskitytään Yritys Oy:n elintarviketehtaaseen ja etenkin tehtaassa olevaan nesteannostelulinjaan, siellä käytettävien työtapojen havainnointiin ja niiden mahdolliseen kehittämiseen.

Opinnäytetyöhön kuuluu ainoastaan Yritys Oy:n omistaman nesteannostelulinjan ja sitä ympäröivän tehdasalueen sekä materiaalivarastojen kehittäminen. Kyseisellä nesteannostelulinjalla voidaan pakata monenlaisia eri tuotteita, linjaston muokattavuuden ansiosta. Näin ollen tuotteet voidaan pakata erilaisiin pulloihin, joihin on myös erilaiset korkit ja etiketit. Rajatakseni opinnäytetyön laajuutta, nesteannostelulinjalla tehtävistä tuotteista keskityn pelkästään 250 ml:n lasisiin pulloihin pakattavien mehujen tuotannon havainnointiin aloitustöistä loppupesuihin. Lisäksi työssäni en keskity henkilöstöjohtamiseen, tuotannonohjaukseen ja varastonhallintaan. LEAN-johtamisfilosofiasta kertovassa teoriaosuudessa pyrin ainoastaan kertomaan pääasiallisesti työssäni käytettävistä LEAN-työkaluista, aihealueen mittavan laajuuden vuoksi.

1.4 Viitekehys

LEAN-ajattelutapa on yksi kokonaisuus, jolla on yhteinen päämäärä. LEAN-ajattelutapa muodostuu monista erilaisista, kuitenkin toisiaan tukevista LEAN-työkaluista ja periaatteista. LEAN-talo on yksi usein käytetyistä metaforista, jolla havainnollistetaan, miten LEAN-ajatusmalli muodostuu ja mihin se tähtää. Kuitenkin ennen kuin LEAN-taloa voidaan alkaa rakentaa, se tarvitsee vankan perustuksen. LEAN-ajattelumallin pohjan luo vakaus ja standardointi. (McCrystal, [viitattu 7.1.2017].) Vakauteen ja standardointiin päästään muun muassa 5S, TPM ja Kaizen työkaluilla. Toisin sanottuna perusasioiden tulee olla kunnossa ennen kuin voidaan edetä organisaation LEAN-prosessissa eteenpäin. LEAN-talon pylväät taas muodostuvat JIT ja Jidoka työkaluista. Kumpikin ovat yhtä tärkeitä osia tavoitteisiin pääsemiseksi.

Sillä jos toinen tukipilari puuttuu LEAN-talosta, se sortuu. (Baudin 2007, 1.) Kuviossa 1. nähtävä LEAN-talo toimiikin opinnäytetyössäni viitekehyksenä.



Kuvio 1. LEAN-talo

2 LEAN-JOHTAMISFILOSOFIA

2.1 Lyhyt historia

LEAN-ajattelutapa on ottanut suuresti vaikutteita japanilaisen autonvalmistaja Toyotan TPS-johtamisfilosofiasta (Toyota Production System). Itse TPS on virallisesti syntynyt Japanissa 1950-luvulla, Eiji Toyodan Yhdysvaltain vierailun jälkeen. Yhdysvalloissa vieraillessaan Toyoda otti mallia Henry Fordin autotehtaista ja yhdysvaltalaisista supermarketeista. Palattuaan takaisin Japaniin, hän alkoi kehittää Fordin käyttämää yrityskulttuuria yhdessä setänsä Ohno Toyodan kanssa ja loi siitä oman parannellun versionsa eli TPS:in. (Smith & Hawkins 2004, 6–7.)

Tuotannollisesta näkökulmasta TPS erosi Fordin länsimaisesta yrityskulttuurista muun muassa seuraavilla taulukossa 1. nähtävillä tavoilla (Womack, Jones & Roos 1990, 55–57):

Taulukko 1. Fordin malli & TPS

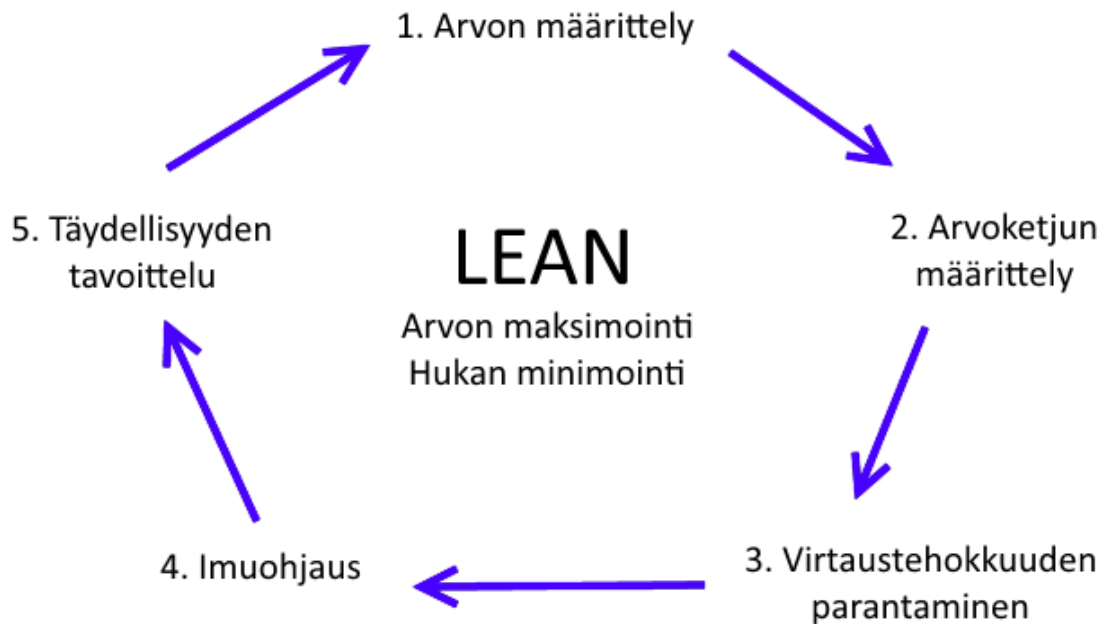
Fordin malli	TPS
Fordin mallissa työntekijät toistivat yhtä tai kahta samaa työtehtävää uudelleen ja uudelleen. Työnjohtaja varmisti, että työntekijät tekivät käskettyjä asioita. Työtehtävät suunnitelti tuotantoinsoööri, jolla oli myös vastuu tuotannon kehittämisestä.	Työntekijät jaettiin ryhmiin ja ryhmälle määrättiin ryhmänjohtaja. Ryhmänjohtajan tehtävänä oli toimia työntekijänä ja koordinoida ryhmää. Ryhmälle annettiin tietyt tehtävät prosessissa, jotka heidän piti suorittaa yhteistyönä. Ryhmä sai kuitenkin itse kehittää omaa toimintaansa, siten että heidän vastuulla oleva prosessin osa suoritettaisiin mahdollisimman tehokkaasti
Fordin yrityskulttuurissa siivouksen, työkalujen korjaamisen ja laaduntarkkailun hoitivat erilliset henkilöt.	Työryhmille määrättiin myös muita velvollisuuksia, kuten siisteyden ylläpito, työkalujen pienimuotoinen huolto ja laaduntarkkailu.
Fordin mallissa vialliset valmiit tuotteet päästettiin linjaston päässä olevaan laaduntarkkailupisteeseen, josta ne siirrettiin erilliselle ”uudelleenvalmistus” linjalle. Vaikka työntekijä havaitsikin työn aikana viallisen tuotteen, siihen ei pitänyt reagoida millään tavalla, sillä linjasto ei saanut pysähtyä töiden aikana.	Jokaiselle työpisteelle asennettiin katkaisija, jolla työntekijä pystyi pysäyttämään koko linjaston toiminnan, jos siihen ilmeni tarvetta. Linjaston pysäyttäminen tuli esimerkiksi kyseeseen, jos työntekijä huomasi linjastolla viallisen osan tai osan, joka oli epäonnistuneesti asennettu. Linjaston ollessa pysähdyksissä vialliset osat poistettiin ja selvitettiin, minkä vuoksi viallinen osa oli syntynyt. Virheen syy selvitettiin, jonka jälkeen se korjattiin.

Itse varsinainen LEAN-käsite sai periaatteessa vasta alkunsa 90-luvun alussa James Womackin julkaistua kirjan nimeltä: ”The machine that changed the world”. Kirja perustui TPS:n analysointiin ja sen tulkintaan. Kyseissä kirjassa käytiin ensikertaa läpi mitä LEAN-ajattelutapa merkitsee. (Smith & Hawkins 2004, 10.) Sana LEAN tulee englannin kielestä ja tarkoittaa vapaasti käännettynä laihaa. LEAN-ajattelutavassa sana ”lean” merkitsee ikään kuin riisuttua eli toisin sanottuna tuotannosta on ”riisuttu” kaikki epäoleellinen pois.

2.2 LEAN-ajattelutavan periaatteet

LEAN-ajattelumalli nojaa viiteen pääperiaatteeseen (kuvio 2.), joihin päästään LEAN-työkaluja hyväksi käyttämällä. Periaatteet ovat:

- arvon määrittely
- arvoketjun määrittely
- virtaustehokkuuden parantaminen
- imuohjaus
- täydellisyyden tavoittelu. (Mascitelli 2002, 7.)



Kuvio 2. Viisi pääperiaatetta

2.2.1 Arvon määrittely

Kuten kuviosta 2. nähdään, aluksi tulee määrittellä, mitä arvoja yritys tuottaa asiakkailleen. Arvon määrittely tulee aina tehdä asiakkaan näkökulmasta (Eaton 2013, 40–41). Yritys Oy:n kohdalla tuotetut arvot ovat toimintoja, joita yritys suorittaa tuotteen valmistuksen yhteydessä. Näistä esimerkkeinä: mehun valmistus, sen pastörointi, pullottaminen, etiketitys, pullojen pakkaaminen ryhmäpakkauksiin ja lopuksi ryhmäpakkauksen siirtäminen kuljetuslavalle. Hyvinä apukysymyksinä arvojen määrittelyyn toimivat seuraavat kysymykset:

- Kokeeko asiakas toiminnon?
- Haluaako asiakas toiminnon tapahtuvan?

- Onnistuuko toiminto ensimmäisellä kerralla?
- Välittääkö asiakas, jos toimintoa muutettaisiin huomattavasti? (Eaton 2013, 41.)

Kuitenkin on otettava huomioon, että kaikki toiminnot eivät ole välttämättä arvoa tuottavia toimia tuotteen valmistuksen kannalta. Tällaisia toimintoja ovat niin sanotut tukitoiminnot. Tukitoiminnot ovat aktiviteetteja, jotka eivät suoranaisesti luo asiakkaalle arvoa, mutta kuitenkin ovat välttämättömiä arvon luonnin kannalta. (Lean-ajattelu, [viitattu 3.1.2017].) Tähän kategoriaan kuuluvat muun muassa opinnäyte-työni kohdalla linjaston asetustoiminnot ja siivoustoimenpiteet.

2.2.2 Arvoketjun määrittely ja virtaustehokkuuden parantaminen

Seuraava askel on arvoketjun määrittely. Arvoketju on yksinkertaisesti kaikkien arvoa tuottavien toimintojen ketju (Eaton 2013, 41). Kun arvoketju on määritelty, on helpompi alkaa miettiä, kuinka arvoketjun virtausta parannetaan. Virtauksen parantamisen kannalta on tärkeää poistaa kaikki mahdollinen hukka, mitä prosesseissa tapahtuu. Hukka on toiminto, jolla ei ole mitään arvoa tuottavaa ominaisuutta eikä se ole välttämätön arvon tuottamisen kannalta. (Lean-ajattelu, [viitattu 3.1.2017].)

Hukka



Kuvio 3. Seitsemän hukkaa

Kuten kuviosta 3. nähdään, on olemassa seitsemän erilaista hukkaa, joita tullaan käsittelemään seuraavissa kappaleissa.

Ylituotanto on ensimmäinen hukan tyyppi. Ylituotannossa yritys valmistaa tuotetta ennen kuin asiakas on edes tehnyt tilausta tai valmistaa tuotteita enemmän kuin asiakas on niitä tilannut. Kummassakin tapauksessa yritys sitoo resurssejaan turhaan. (Carreira & Trudell 2006, 21–22.) Ylituotannon välttäminen on erityisen tärkeää etenkin elintarviketeollisuudessa, sillä valmistettavat tuotteet voivat helposti vanhentua ennen kuin ne edes saadaan myyntiin.

Varastointi on toinen hukkana pidetty asia. Siinä yritys säilyttää varastoissaan tarpeettoman paljon tuotteita tai niiden raaka-aineita, aiheuttaen näin lisäkustannuksia. Lisäksi liialla varastoinnilla on riskinä, että raaka-aineet tai tuotteet pääsevät vanhenemaan ennen kuin niitä voidaan hyödyntää. (Lean-filosofian 7+1 tuottamatonta toimintoa, [viitattu 6.2.2017].)

Kuljettaminen on toiminto, joka ei lisää tuotteen arvoa, näin ollen mitä pidempiä matkoja tuotteita tai raaka-aineita joudutaan kuljettamaan esimerkiksi tehdasalueen sisällä, sitä enemmän hukkaa syntyy (Meisel, Babb, Marsh & Schilichting 2007, 4).

Turhaa kuljettamista tapahtuu etenkin sellaisissa elintarviketehtaissa, joissa työvaiheelta toiselle siirtyminen on huonosti suunnitellut. Esimerkiksi jos jokainen prosessivaihe pitää suorittaa eri paikassa, tapahtuu turhaa kuljettamista erityisen paljon.

Tarpeettomassa käsittelyssä tuotteen valmistamiseksi tehdään enemmän työtä kuin olisi todellisuudessa tarpeellista (Meisel, Babb, Marsh & Schiliching 2007, 4). Tällaista voi tapahtua silloin kuin prosessin yksityiskohdat ovat heikosti suunnitellut. Tuotteen raaka-aineita voidaan esimerkiksi sekoittaa tai lämmittää liian kauan vain sen takia, että ei olla täysin varmoja kuinka pitkät käsittelyajat ovat riittävät.

Viat aiheuttaa ylimääräistä työtä huonojen tai viallisten tuotteiden vuoksi. Sillä yritys joutuu käyttämään resurssejaan tuotteiden uudelleen valmistamiseen ja korjaamiseen. (Meisel, Babb, Marsh & Schiliching 2007, 3.) Esimerkiksi nesteannostelulinjalla epäonnistuneet korkitukset luovat paljon ylimääräistä työtä. Jokainen epäonnistunut korkitus pakottaa yrityksen käyttämään resurssejaan turhaan työhön, joka puolestaan lisää hukkaa.

Odottelu on sananmukaisesti aikaa, jolloin työntekijät joutuvat odottamaan, että pääsisivät suorittamaan seuraavaa työvaihetta (Carreira & Trudell 2006, 25–26). Opinnäytetyössäni tarkasteltavan elintarviketehtaassa odottelua tapahtui etenkin tuotteen pastöroinnin aikana, kun työntekijöiden piti odottaa, että tuotteen lämpötila nousisi tarpeeksi korkeaksi.

Tarpeeton liikkuminen on esimerkiksi liikettä, jota tapahtuu, kun työntekijät siirtyvät työvaiheelta toiselle tai työpisteeltä hakemaan työhön tarvittavia materiaaleja tai työkaluja. Mitä huonommin tehtaan layout on suunniteltu sitä, enemmän aikaa kuluu turhaan liikkumiseen. (Carreira & Trudell 2006, 25–26.) Nesteannostelijalinjalla tarpeetonta liikkumista tapahtui välisäiliön sisällön säännöllisessä tarkastamisessa. Työntekijän täytyy pitää ajon aikana huoli siitä, että välisäiliö ei pääse tyhjenemään kesken ajon. Tämän vuoksi hänen täytyy nousta pienille tikkaille ja tarkistaa ajoittain, että välisäiliössä on tuotetta jäljellä.

Mitä paremmin virtausta saadaan tehostettua edellä mainittujen hukkioiden minimoimiseen keskittymällä, sitä parempi on virtaustehokkuus. Virtaustehokkuus siis tarkoittaa arvoa tuottavien toimintojen summaa suhteessa läpimenoaikaan. Eli toisin sa-

nottuna mitä enemmän aikaa päivittäisestä työajasta kuluu arvoa tuottaviin toimenpiteisiin, sitä parempi virtaustehokkuus on. (Modig 2013, 26–28.) Virtaustehokkuuden parantamisella on näin ollen myös tuotantokuluja pienentävä vaikutus.

Virtaustehokkuuden vastakohtana voidaan pitää resurssitehokkuutta. Resurssitehokkuudessa pääpaino on resurssien hyödyntämisessä eli on pidettävä huoli siitä, että resursseilla on aina jokin virtausyksikkö jalostettavana. Kun taas virtaustehokkuudessa pidetään huoli siitä, että koko ajan on jokin resurssi, jolla jalostetaan virtausyksiköitä. (Modig 2013, 20–21.)

Virtaus- ja resurssitehokkuuden eroja havainnollistavana esimerkkinä voisi käyttää kaupan kassaa. Jos kaupan kassalla on koko ajan jonoa ja näin ollen kassa on alinomaa käytössä, se on äärimmäisen resurssitehokas, sillä resurssi eli kassa on aina työstämässä virtausyksikköä eli asiakasta. Huonona puolena kuitenkin tässä on se, että asiakkaat eivät oletettavasti arvosta ainaista jonottamista. Virtaustehokkaassa versiossa kaupan kassoja on aina vapaana eli uusi asiakas pääsee heti maksamaan ostoksensa ilman jonottamista. Huonona puolena virtaustehokkuudessa kuitenkin on se, että resurssit saattavat olla osan päivästä täysin työttöminä.

2.2.3 Imuohjaus ja täydellisyyden tavoittelu

Neljäs periaate on imuohjauksen luominen. Imuohjaus tarkoittaa sitä, että yritys valmistaa esimerkiksi tuotteita ainoastaan silloin ja ainoastaan niin paljon, kun asiakas haluaa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että tuotteita ei valmisteta muulloin kuin tilauksen saapuessa asiakkaalta. (Eaton 2013, 47.) Imuohjauksen ansiosta sisäinen hukka vähenee huomattavasti, koska yrityksen ei tarvitse ylläpitää suuria varastoja. Lisäksi näin ei tarvitse pelätä sitä, että varastossa olevat tuotteet tai raaka-aineet vanhenisivat. (Black & Hunter 2003, 314.)

Tärkeänä LEAN-ajattelutavan viimeisenä periaatteena on jatkuva täydellisyyteen pyrkiminen. Työntekijät ja työnjohto ymmärtävät ja sisäistävät mitkä toiminnot tuovat asiakkaalle arvoa ja mitkä taas eivät. Näin he osaavat kiinnittää oikeisiin asioihin huomiota koko tuotantoprosessissa ja kehittää niitä. (Terry 2011, 8.) Viides periaate

palauttaa yrityksen aloitusruutuun eli arvojen määrittelyyn. Tällä tavoin organisaatio pysyy jatkuvasti jatkuvan kehityksen tiellä. (Eaton 2013, 47.)

2.3 TPM (Total Productive Maintenance)

TPM sai alkunsa 1960-luvulla, kun ennaltaehkäisevä kunnossapito rantautui Japaniin. TPM:n kehitti ja otti käyttöönsä Toyota Motor Corporationiin kuuluva Nippondenso niminen yritys, joka pääasiallisesti valmisti auton osia Toyota:lle. Kasvaneen automaatiotekniikan käytön tuloksena laitteiden huoltoihin jouduttiin lisäämään resursseja. Tähän Nippondenso vastasi muun muassa määrittämällä koneiden käyttäjät myös niiden huoltajiksi. Suuremmat huollot teki kuitenkin kunnossapitoryhmä. Tämä ennaltaehkäisevä kunnossapitotoiminta loi pohjan Productive Maintenance:lle ja myöhemmin TPM:lle. (Gulati 2013, 194–195.)

TPM on systemaattinen lähestymistapa, jonka tavoitteena on luoda häiriöttömiä prosesseja. Tähän päästään sillä, että jokainen työntekijä on sitoutunut vähentämään kustannuksia ja parantamaan prosessien yleistä taloudellista tehokkuutta. (Nord, Pettersson & Johansson 1998, 12.) Tämä puolestaan voi esimerkiksi tarkoittaa sitä, että työntekijät keskittyvät ennakoiviin ja ennaltaehkäiseviin kunnossapitotoimiin tuotannon työkalujen ja laitteiden käyttöiän maksimoimiseksi. TPM:n kunnossapidollisessa lähestymistavassa on ideana, että työntekijöitä ei jaeta koneiden käyttäjiin ja koneiden huoltajiin, vaan tarkoituksena on, että koneen käyttäjä huolehtii myös tietyssä määrin käyttämänsä koneen kunnossapidosta. (Munro, Ramu, & Zrymiak 2015, 355.) Yhtenä tärkeänä tavoitteena on myös saada kaikki työntekijät mukaan kehitysprosessiin (Gulati 2013, 194). TPM:n päämäärä on myös parantaa tuottavuutta parantamalla laitteiden ja työkalujen toimivuutta. Kun laitteet ja työkalut ovat aina kunnossa, ei synny virtaustehokkuutta heikentäviä seisakkeja tai viallisia tuotteita. (Munro, Ramu, & Zrymiak 2015, 355.) TPM onkin siis olennainen työkalu virtaustehokkuuden parantamiseksi, joka kuuluu yhdeksi LEAN-ajatusmallin pääperiaatteeksi (kuvio 2.)

2.4 LEAN & TPM

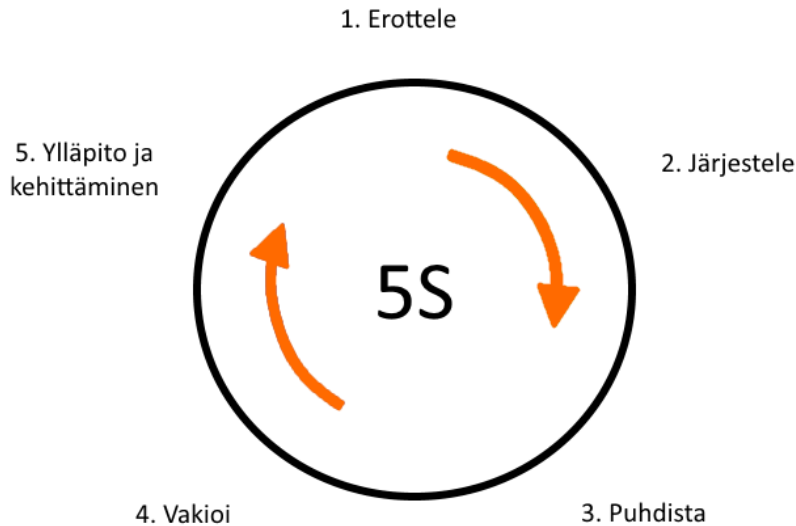
Eräiden LEAN asiantuntijoiden mukaan TPM ja LEAN ovat kuitenkin kaksi erillistä kokonaisuutta. He perustavat mielipiteensä siihen, että TPM keskittyy laajasti kaikkiin organisaation eri osa-alueisiin johtoportaan rivityöntekijöihin. LEAN ja TPM kuitenkin jakavat monia yhteisiä ominaisuuksia ja näin ollen niiden käyttäminen yhdessä on suositeltavaa. (Enaghani, Arashpour & Karimi 2009, 1.) Opinnäytetyössäni kuitenkin suosin toista määrittelytapaa, missä TPM on yksi LEAN-työkalu muiden joukossa. Kuitenkin tästä huolimatta, aiheen tärkeyden vuoksi opinnäytetyöhön on omistettu pieni osio LEAN:nin ja TPM:n vertailemiseen. Taulukosta 2. pystytään näkemään oleellisimman filosofiset erot TPM:n ja LEAN:nin välillä (Enaghani, Arashpour & Karimi 2009, 38-39).

Taulukko 2. LEAN ja TPM eroteltuna

Käsite	LEAN	TPM
Synty	Toyota, 1940-luku	Toyota, 1970
Teoria	Vähentää hukkaa	Vähentää tuotannon hävikkiä
Tavoitteet	Luotettavat prosessit. → Virtaustehokkuuden tehostaminen	Vähemmän laitteiden ja koneiden rikkoutumisia. Vähemmän seisakkeja ja virheellisiä tuotteita
Lähestymistapa	Projektitoiminta, Kaizen	Yhteistyö ja työntekijöiden ajatusten ottaminen huomioon kehitysprosesseissa
Menetelmät	Arvo, arvoketju, analysointi, imuohjaus, täydellisyys	KNL-luvun parantaminen, systemaattinen koneiden ja laitteiden kunnossapito sekä ennaltaehkäisevä laitteiden käyttö
Työkalut	Analyttiset työkalut	KNL
Vaikutukset	Vähentää läpimenoaika, parantaa tuotantokykyä ja lisää asiakasyytyväisyyttä. Lisäksi vähentää varastoja.	Vähentää odotusaikaa prosessissa. Parantaa laitteiden ja koneiden luotettavuutta ja tehokkuutta näin parantaen tuotantokykyä.

2.5 5S

5S on LEAN-talon perusrakenteen luovista työkaluista (kuvio 4.). 5S on alkuperäisesti Japanista peräisin oleva työympäristön organisointimenetelmä, joka nimensä verbeistä: sort, store, shine, standardize ja substain.



Kuvio 4. 5S

5S on kehitystyökalu, jossa on viisi tasoa, joiden avulla työpisteistä organisoidaan askel kerrallaan toimivampia. Tiivistettynä 5S:n avulla kyetään pääsemään eroon työpisteillä mahdollisesti olevista turhista tavaroista ja materiaaleista sekä pitämään tuotannon kannalta tärkeät ja olennaiset työkalut helposti saatavissa. Lisäksi menetelmään sisältyy koko työympäristön järjestyksessä ja siistinä pitäminen. (Väisänen 2013.) 5S työkalun päätarkoituksena on näin ollen parantaa prosessien virtaustehokkuutta.

Kari Tuominen (2010, 25–80) määrittelee kirjassaan Tehoa ja laatua siisteyden ja järjestyksen kehittämiseen 5S:n viisi eri porrasta seuraavalla tavalla.

2.5.1 Erottele (Sort)

Ensimmäinen vaihe on erottelu. Tässä vaiheessa työympäristöstä erotellaan kaikki tarpeettomat tavarat tarpeellisista. Kun on todettu, että erotellut tavarat ovat varmasti tarpeettomia ne poistetaan työtilasta, joko varastoon tai kokonaan pois. Erottelun tarkoituksena on luoda lisää tilaa työpisteille ja tehdasalueelle. Lisäksi erottelu selkeyttää prosessien ja työpaikkojen toimintaa sekä luo näkyvyyttä koko työalueelle. Tämä puolestaan helpottaa prosessien virtaviivaistamista ja muuta kehitystyötä. Mainittavan arvoinen hyöty on myös se, että turhan materiaalin erottelu helpottaa myös päivittäistä siivousta ja lisää työturvallisuutta. (Tuominen 2010, 25–30.)

2.5.2 Järjestele (Store)

Seuraavaksi kun työpisteellä on ainoastaan jäljellä tarpeelliset tavarat, ne järjestellään omille määritetyille ja nimetyille paikoilleen. Järjestelyssä voidaan muun muassa käyttää apuna värikoodauksia tai jotain muuta havainnollistavaa järjestelytekniikkaa. Työkalut ja materiaalit tulisi myös mahdollisuuksien mukaan nimetä, tällä tavoin varsinkin uusien työntekijöiden työskentely helpottuu. Kaikki tavarat ja työkalut tulisi järjestää siten, että kuka tahansa pystyisi löytämään tarvittavan työkalun ja laittamaan sen takaisin oikealle paikalleen. Järjestelyllä pyritään siihen, että jatkossa välttyttäisiin turhalta tavaroiden etsimiseltä. Lisäksi tavaroiden järjestelyllä voidaan vaikuttaa siihen, kuinka kaukaa materiaaleja ja työkaluja joudutaan hakemaan työpäivän aikana ja puolestaan vähentämään arvoa tuottamatonta hukkaa. (Tuominen 2010, 35–45.)

2.5.3 Puhdista (Shine)

Kolmas vaihe on puhdistaminen. Turhien tavaroiden poistaminen ja lopun järjestäminen eivät pelkästään riitä, sillä työpisteet ja laitteet likaantuvat vääjäämättä käytön yhteydessä. Tämän vuoksi on varmistettava, että laitteet, työkalut ja työpisteet pidetään aina puhtaina ja käyttövalmiina. (Tuominen 2010, 49.) Tämä on erityisen tärkeää elintarvikealalla, jossa puhtaanpidon laiminlyöminen saattaa johtaa elintarvikkeen kontaminoitumiseen. Lisäksi lika voi pahimmassa tapauksessa jopa rikkoa laitteita, vähentää niiden käyttöikää tai aiheuttaa työtapaturmia. (Tuominen 2010, 49.) Suositeltavaa myös olisi, että puhdistukseen liitettäisiin käyttäjäkunnossapitoimet. Tämä tarkoittaa sitä, että puhdistuksen yhteydessä työkalut, laitteet ja muu ympäristö tarkistettaisiin vaurioiden ja muiden vikojen varalta. (Tuominen 2010, 49–56.)

2.5.4 Vakioi (Standardize)

Seuraavaksi on vakioitava tehdyt muutokset, joita on tähän mennessä tehty. Tällä varmistetaan se, että muutoksen tuomat käytännöt pysyvät käytössä eikä niitä unohdeta ajan kuluessa. Vakioinnissa on erityisen tärkeää varmistaa, että kaikki

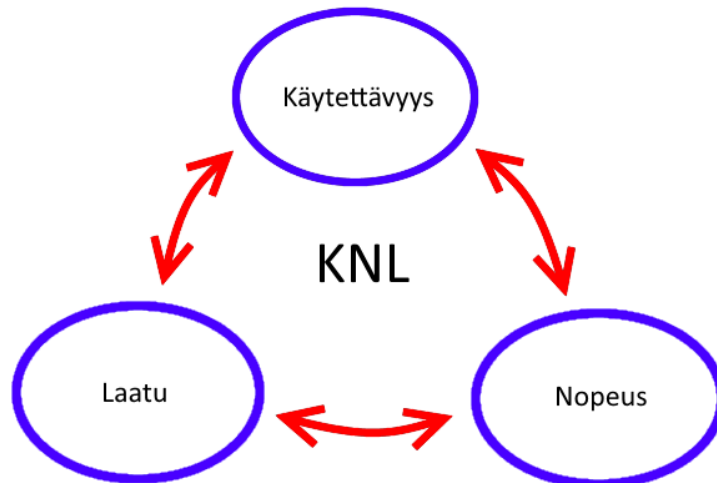
työntekijät sitoutuvat niihin täydellisesti. Työskentelytavat tulisivat olla kaikilla työntekijöillä samanlaiset ja sovittuja menetelmiä tulisi käyttää aina. Vakioinnin aikana etenkin työnjohdon tulisi aika ajoin varmistaa esimerkiksi pistokokein, että sovittuja standardeja käytetään. (Tuominen 2010, 61–71.)

2.5.5 Ylläpito ja kehittäminen (Sustain)

Ylläpidon ideana on pitää edelleen huoli siitä, että tehtyä standardeja käytetään vielä jatkossakin ja jos luotuja standardeja laiminlyödään, siihen puututaan välittömästi. Uusille työntekijöille on annettava standardien mukainen perehdytys ja heille opetettava mitä 5S merkitsee käytännössä. Lisäksi tulisi pyrkiä siihen, että 5S ei olisi vain väliaikainen kehitysprojekti, vaan se olisi jatkuva prosessi. Tämä tarkoittaa käytännössä, että kehitystyötä tulisi tehdä koko ajan ja siihen tulisi ottaa mukaan koko henkilöstö. (Tuominen 2010, 75–79.)

2.6 KNL (OEE)

OEE (overall equipment effectiveness) tai suomeksi KNL (käytettävyys, nopeus ja laatu) on käsitetty yleensä yhtenä osana TPM johtamisfilosofiaa. Nykyisellään KNL:llä on kuitenkin alettu pitämään itsenäisenä työkaluna, jonka avulla voidaan tutkia kohteen, kuten esimerkiksi elintarvikelinjaston todellista suorituskykyä. KNL-luvun laskeminen perustuu kolmen suorituskykyä mittaavan suuren (kuvio 5.); käytettävyyden, nopeuden ja laadun yhdistämiseen yhtenäiseksi suureeksi. KNL-lukua onkin yleisesti käytetty suorituskykyä mittaavana suureena etenkin LEAN-konsulttien keskuudessa. (Hansen 2001, iii.)



Kuvio 5. KNL

KNL:n tavoitteena on siis pyrkiä saavuttamaan mahdollisimman eheää tuotantoa, missä ei olisi pysähdyksiä, konerikkoja, hidastuksia tai vikoja. Täysin moitteettomassa tuotannossa kaikki toimii ilman katkoksia, täydellä nopeudella ja laatuhävikkiä ei synny. Ideaalisessa tapauksessa KNL-luku olisi 100 %, kuitenkin realistisesti KNL-luku on teollisuudessa keskimäärin 60 %. (Miksi OEE/KNL-tunnuslukua on tärkeää seurata?, [viitattu 6.1.2017].) Tähän tavoitteeseen päästään yhdistämällä kunnossapidon, tuotannon ja tekniikan asiantuntemus ja tekemällä yhteistyötä suuren kokonaisuuden, kuten esimerkiksi elintarviketehtaan tuotannon tehostamiseksi (Hansen 2001, iii).

KNL on siis eräänlainen mittari, jolla kyetään laskemaan tuotannon ja kunnossapidon tehokkuus. Laskennalliseen KNL-lukuun vaikuttaa se, kuinka laitetta, jota tutkitaan, on käytetty ja huollettu. (Venkatesh 2007, 4–5.)

Käytettävyys tarkoittaa suunnitellun käyntiajan ja toteutuneen käyntiajan suhdetta. Käytettävyys on yksi KNL-lukuun vaikuttavista määreistä. Toteutuneeseen käyntiaikaan vaikuttavat seisakkiajat, tuotteen vaihdot jne. (Jones 1999, 14–15.)

Käytettävyystekijä lasketaan kaavasta:

$$\text{Käytettävyys} = \frac{\text{suunniteltu käyntiaika} - \text{seisokkiaika}}{\text{suunniteltu käyntiaika}} \quad (1)$$

Nopeus on toinen KNL-lukuun vaikuttavista tekijöistä. Nopeus havainnollistaa missä suhteessa linjastolla valmistuu tuotteita verrattain siihen kuinka paljon tuotteita pitäisi syntyä. Nopeuteen vaikuttavat pienet seisakit, laitteen nopeuden hidastaminen jne. (Jones 1999, 18–19.)

Nopeustekijä lasketaan kaavasta:

$$\text{Nopeus} = \frac{\text{valmistuneet tuotteet}}{\text{teoreettisesti paras mahdollinen saanto}} \quad (2)$$

Laadulla tarkoitetaan hylättyjen tuotteiden osuutta kaikkiin valmistuneisiin tuotteisiin nähden. Laatuun vaikuttavat hylättyjen tuotteiden määrä, asetusajoissa syntyvät hylkäykset jne. (Jones 1999, 20–21.)

Laatutekijä lasketaan kaavasta:

$$\text{Laatu} = \frac{\text{valmistetut tuotteet} - \text{hylätyt tuotteet}}{\text{valmistetut tuotteet}} \quad (3)$$

KNL-luku saadaan kertomalla yhteen kolmen edellä mainitun laskun tulokset:

$$\text{KNL} - \text{luku} = \text{käytettävyys} * \text{nopeus} * \text{laatu} * 100 \% \quad (4)$$

2.7 Jidoka

Jidoka kuuluu kuviossa 1. olevan LEAN-talon yhdeksi pylvääksi. Jidoka-kehitystyökalu perustuu tuotannon virheiden löytämiseen ja niiden ennaltaehkäisyyn. Mark Eaton kertoo kirjassaan (2013, 291), että Jidoka perustuu seuraavan neljän periaatteen ympärille:

- virheen löytäminen tuotannosta
- pysäytys
- Korjaa välitön virhe.
- Tutki mistä virhe aiheutui ja tee parannuksia.

Nykyisissä yrityskulttuureissa suurimpana haasteena on saada työntekijät aktiivisesti puuttumaan tuotannon epäkohtiin ja sanomaan ”seis”, kun he näkevät ongelman tai työturvallisuutta vaarantavan asian (Eaton 2013, 292). Jotta Jidoka toimisi parhaalla mahdollisella tavalla, on viestittävä työntekijöille, että he saavat ja heidän pitää nostaa epäkohtia esille.

Kun epäkohta on löytynyt, tulee siitä ”lähettää” välittömästi signaali eli andon työnjohdolle tai kunnossapitohenkilöstölle. Andon on yleensä auditiivinen tai visuaalinen signaali, jolla ilmoitetaan, että jokin asia ei toimi niin kuin sen pitäisi. (Black & Hunter 2003, 313.) Andon voi olla esimerkiksi tuotantolinjalla oleva ilmoitustaulu, johon merkitään linjalla tapahtuvat virhetilanteet. Kun virhe on korjattu ja sen syy todettu, tulee virhe, sen syy ja korjaustapa dokumentoida. (Eaton 2013, 292.) Lähtökohtaisesti Jidokan tavoitteena on parantaa virtaustehokkuutta parantamalla prosessien luotettavuutta.

2.8 JIT (Just in time)

JIT-toimintatapa, joka myös tunnetaan LEAN-ajattelutavan piirissä nimellä ”cellular manufacturing” tarkoittaa:

- Tuotetaan ainoastaan niitä tuotteita, joita tarvitaan.
- Tuotteita tehdään vain silloin kuin niitä tarvitaan.
- Valmistetaan vain sen verran kuin tarvitaan. (Black & Hunter 2003, 313.)

JIT-toimintatapa poistaa monia erilaisia hukkatyyppejä ja lisäksi se vähentää suurien varastojen ylläpitoon kuluvia kuluja. JIT-toimintatapa poistaa hukkaa esimerkiksi sellaisissa tapauksissa, kun tuotantoprosessin läpi on päässyt huomaamatta suuria määriä viallisia tuotteita. Kun tuotantomäärät ovat pienet, niin mahdollisten viallistenkin tuotteidenkin määrä on pieni. (Black & Hunter 2003, 313–314.) JIT työkalu onkin pääasiallisesti tarkoitettu imuohjauksen parantamiseen, joka kuuluu olennaisesti LEAN-ajattelutapaan.

Kun organisaatio on harjaantunut JIT-toimintavan käyttöön, he voivat ruveta soveltamaan oppimiaan toimintatapoja. Kehittyneemmässä JIT-toimintatavassa voidaan

myös pyrkiä jakamaan tehtaaseen tulleet tilaukset siten, että joka päivänä tehdään jaetusti monia eri tuotteita yhden tuotteen sijaan. Tällä tavoin yrityksen resurssit saadaan jaettua tasaisesti. (Black & Hunter 2003, 314.) Kuitenkin edellä mainittu tilausten tuotekohtainen tasaaminen ei ole elintarviketeollisuudessa aina mahdollista. Tämä johtuu pääasiallisesti siitä, että eri tuotteita tehdään hyvin usein samaa laitetta käyttämällä. Näin ollen, jos tuote vaihdetaan kesken ajon, joudutaan linjasto pesemään. Tämä puolestaan johtaa pitkittyneisiin vaihtoaikoihin ja virtaustehokkuuden heikkenemiseen. (Dora & Gellynck 2015, 276.)

2.9 Kanban

Kanban on LEAN-henkinen, JIT-toimintatapaa tukeva aikataulutussjärjestelmä. Kanban aikataulujärjestelmää voisi myös kutsua kysyntäaikataulutussjärjestelmäksi, sillä Kanban järjestelmässä tuotteiden ajoaikatauluja aletaan suunnitella vasta silloin, kun tuotteiden valmistaminen nousee ajankohtaiseksi. (Gross & McInnis 2003, 2.) Tuotteiden valmistaminen nousee ajankohtaiseksi silloin, kun esimerkiksi asiakas tekee tilauksen. Raaka-aineiden tilaaminen puolestaan tehdään vasta sitten, kun niin sanottu Kanban indikaattori aktivoituu. Indikaattori voi olla esimerkiksi paperilappu, joita sijoitetaan jokaisen tehtaassa käytettävän materiaalin yhteyteen. Paperilapussa on aina tuotekohtaisesti kyseessä olevan materiaalin tärkeimmät tiedot. Lappu siis sijoitetaan siten, että se alkaa näkyä tehtaassa työntekijöille siinä vaiheessa, kun materiaali alkaa loppua. Näin tehtaassa työntekijä tietää, mitä raaka-ainetta tai pakkausmateriaalia pitää tilata lisää. (Eaton 2013, 285.)

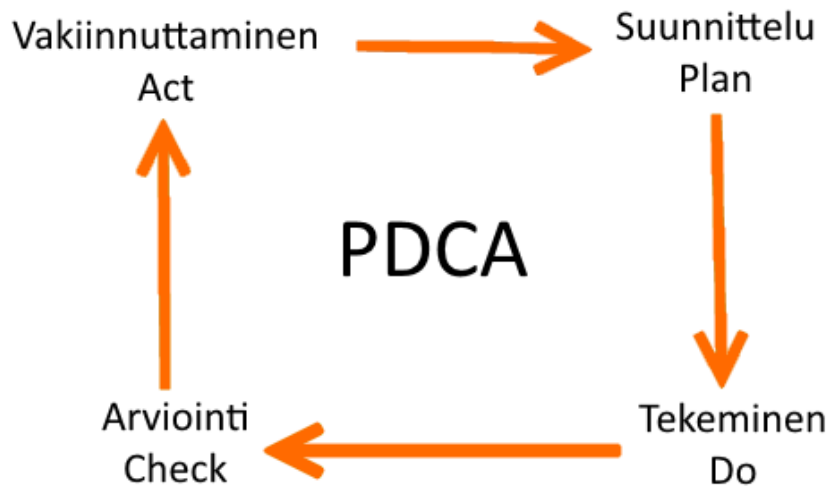
Kanban järjestelmän tavoitteina on Grossin ja McInnisin mukaan (2003, 4.):

- pienentää varastoja
- parantaa virtaustehokkuutta
- ennaltaehkäistä ylituotantoa
- vastuun jakaminen tuotannonjärjestämisestä myös työntekijöille
- luo visuaalisen signaalin
- parantaa joustavuutta kysynnän muutosten varalta
- minimoi riskiä varastossa olevien tuotteiden vanhenemiselle
- parantaa tuoteketjun hallintaa.

2.10 Kaizen

Kaizen on LEAN-työkalu, jonka tarkoitus on lisääntyvä jatkuva parantaminen. Kaizen puolestaan kuuluu LEAN-talon perustuksiin. Kaizen ajattelu keskittyy pienien, helppojen, vähäriskisten ja halpojen parannusten tekemiseen. Tällä tavoin Kaizen luo edellytykset nopealle kehitysprosessille, missä idean kehittyminen, testaaminen ja tulosten arviointi seuraavat tiiviisti toisiaan. Kehitysprosessien ollessa nopeita, kehitettävien prosessien määrä pystyy myös lisääntymään. (Munro, Ramu & Zrymiak 2015, 366.)

Kaizen tapahtuma on ryhmässä toteutettava toiminto, jonka tarkoituksena on ottaa käyttöön LEAN-työkaluja hukkan poistamiseen tietyllä ennalta määritetyllä alueella. Kaizen tapahtuma on hyvin suunniteltu ja jäsenneilty, jotta nopea ja keskitetty ongelma-kohtien syiden selvittäminen sekä parannusten toteuttamisen helpottamiseksi. Ennen Kaizen tapahtumaa sille valitaan toteutusalue, josta valitaan parannuskohde. Lisäksi lähtökohdat ovat määritetyt. Kaizen tapahtuma voi kestää viikosta puoleen päivään riippuen parannuskohdeesta. (Kaizen for the Shopfloor 2002, 12.)



Kuvio 6. PDCA

Kaizen tapahtuman runko perustuu PDCA-menetelmään, jonka tarkoituksena on ohjata sen kulkua. PDCA-menetelmä perustuu kuvion 6. mukaisiin vaiheisiin, alkaen kohdasta Plan. Suunnitteluvaiheessa rajataan Kaizen tapahtuman sisältö siten, että se on realistisesti toteutettavissa oleva annetun aikataulun puitteissa. Tapahtumalle asetetaan myös tarkemman tavoitteet, joihin pyritään pääsemään. Mahdolliset esivalmistelut suoritetaan ja tapahtuman onnistumisen kannalta valitaan oikeat henkilöt mukaan projektiin. Seuraavassa vaiheessa tarkastellaan tarkemmin, minkälaisia vaihtoehtoja on käytettävissä löydettyjen epäkohtien korjaamiseksi. Järkevimmät vaihtoehdot otetaan jatkokäsittelyyn ja niistä parhaimpaan tai mahdollisuuksien mukaan parhaimpiin keskitytään. Kolmannessa arviointivaiheessa yksinkertaisesti tarkistetaan, päästiinkö tavoitteisiin. Jos tavoitteisiin päästiin, uudet työtavat ja ratkaisut vakiinnutetaan eli ne otetaan virallisesti käyttöön. Jos kuitenkin tavoitteisiin ei päästy, siirrytään takaisin suunnitteluvaiheeseen ja käydään läpi mitä muuta on mahdollisesti tehtävissä. (Meisel, Babb, Marsh & Schiliching 2007, 9–10.) On kuitenkin huomioitava, että PDCA-menetelmä luo ainoastaan kehitysprosessin rungon. Kehitysprosessin aikana on hyvä käyttää myös tukena erilaisia analyyttisiä työkaluja, joiden avulla pystytään seuraamaan kehityksen kulkua. (Silva, Medeiros & Viera 2017, 336.)

2.11 LEAN Six Sigma

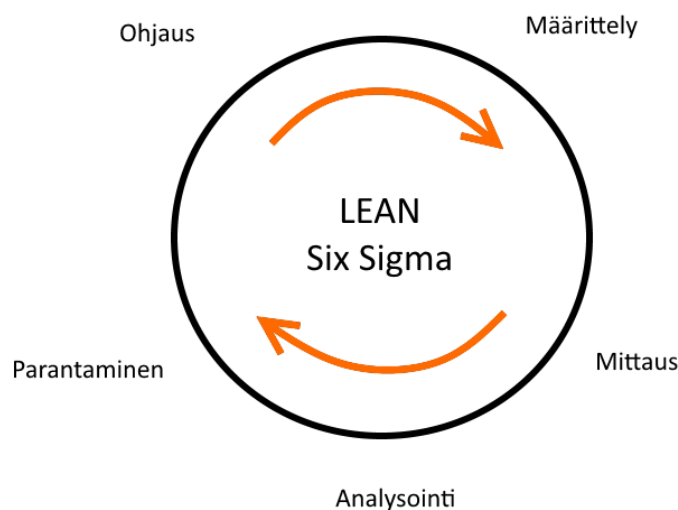
LEAN Six Sigma on hetytätöntä ja pitkäjänteistä kehitystoimintaa, joka käytännössä tarkoittaa koko ajan tapahtuvaa tuotannon analysointia. LEAN-ajattelun ansiosta tuotteet kulkeutuvat prosessin läpi nopeammin ja Six Sigma parantaa syntyvien tuotteiden laatua. Strategisesti LEAN Six Sigman tavoite on poistaa kaikki mahdollinen hukka pois organisaation jokaiselta eri osa alueelta. (Carreira & Trudell 2006, 3.)

LEAN Six Sigman pääideana on laadun parantaminen suunnitelmallisen mittaamisen avulla, mitattavia asioita voivat olla itse tuotteet ja prosessit. Laadun parantaminen puolestaan tapahtuu DMAIC prosessissa. DMAIC on LEAN Six Sigman ongel-

manratkaisumenetelmä, jonka tarkoituksena on löytää systeemistä prosessin suorituskykyä heikentäviä tekijöitä ja muuttaa niitä radikaalisti. (Carreira & Trudell 2006, 3.) Lyhenne DMAIC tulee sanoista:

- määrittely (Define)
- mittaus (Measure)
- analysointi (Analyze)
- parantaminen (Improve)
- ohjaus (Control).

LEAN Six Sigma on myös, kuten muutkin LEAN-työkalut jatkuvaan parantamiseen tähtääviä. Eli toisin sanottuna DMAIC prosessi ei lopu koskaan, kuten kuviosta 7. voidaan nähdä.



Kuvio 7. LEAN Six Sigma

Six Sigma on ikään kuin iso työkalulaatikko, josta löytyy erilaisia työkaluja laadun parantamiseen. Näitä työkaluja ovat muun muassa Pareto-analyysi tai Kaizen. Yhtenä Six Sigman hyvänä puolena on se, että parannusten teko perustuu kerättyyn dataan ja sen vertaamiseen edellä saatuun dataan. Näin kaikki saatu data voidaan kerätä yhteen, järjestellä ja analysoida. Tällä tavoin datasta saadaan mahdollisimman tehokkaasti irti kaikki mahdollinen hyöty ja resurssit voidaan näin jakaa oikeisiin kehityskohteisiin. (Carreira & Trudell 2006, 4.)

3 NESTEANNOSTELULINJAN JA TEHTAAN ALKUKARTOITUS

3.1 Materiaalit ja menetelmät

LEAN-projektin alussa minulle annettiin vapaat kädet LEAN-henkisten parannusmuutosten ideoinnin suhteen. Ohjeina oli järkeistä tehtaan toimintaa ja nesteannostelulinjalla käytettyjä toimintatapoja paremmiksi ja yrittää ajatella niin sanotusti ”laatikon ulkopuolelta”. Kuitenkin ennen muutosten toimeenpanoa, tuli työnjohdolta kysyä mitä mieltä he ovat muutoksesta ja oliko muutos edes toteutettavissa. Vaatimuksena myös oli, että muutoksiin ei tarvitsisi investoida ja muutokset eivät vaarantaisi elintarviketurvallisuutta.

Aloitin projektin tehtaan ja nesteannostelulinjan alkukartoituksella. Alkukartoitus tapahtui yksinkertaisesti havainnoimalla tehtaan toimintaa ja työntekijöiden työtapoja. Havainnointi tapahtui pääsääntöisesti omien töitteni ohella, mutta olin myös muutama kerran tehtaassa puhtaasti kellottamassa ja analysoimassa tehtaassa tapahtuvaa työskentelyä. Alkukartoituksessa pyrin määrittämään LEAN-ajattelun periaatteiden mukaan, mitä arvoa tuottavia toimintoja tehtaassa ja nesteannostelulinjalla tapahtuu. Arvojen määrittämiseen käytin apuna jo edellä esiteltyjä apukysymyksiä:

- Kokeeko asiakas toiminnon?
- Haluaako asiakas toiminnon tapahtuvan?
- Onnistuuko toiminto ensimmäisellä kerralla?
- Välittääkö asiakas, jos toimintoa muutettaisiin huomattavasti? (Eaton 2013, 41.)

Päädyin siihen, että arvoa tuottavia toimintoja elintarviketehtaassa ovat:

- Mehun valmistus.
- Mehun pastörinti.
- Mehun pulloitus ja etiketöinti.
- Mehun pakkaaminen lavalle.

Arvojen ja arvoketjun määrittelyn jälkeen erityistä huomiota pyrin kiinnittämään LEAN-ajattelutavan mukaisesti kaikkeen hukkaan eli arvoa tuottamattomaan toimintaan (kuvio 3.), kuten esimerkiksi työkalujen, koneen osien ja materiaalien etsimiseen tai niiden hakemiseen jostain muualta kesken prosessin. Tutkin myös, kuinka paljon hukkaa niin sanotut tukitoiminnot sisälsivät. Opinnäytetyössäni tukitoiminnoina voidaan pitää:

- Aloitustyöt (nesteannostelulinjan kokoaminen & pastöörin esivalmistelut).
- Lopetustyöt (nesteannostelulinjan purkaminen & pastöörin pesu).

Lisäksi kiinnitin huomiota prosesseihin ja prosessiaikoihin. Laadin lomakkeita, joiden avulla pystyin tarkkailemaan, kuinka kauan kuhunkin työvaiheeseen käytetään aikaa ja kuinka paljon mahdollista hukkatyötä syntyy. Lisäksi sain hyvää dataa tuotannon jälkeen tehdyistä tuotantoraporteista, joista pystyin laskemaan, kuinka paljon aikaa on kunakin päivänä käytetty esimerkiksi aloitustöihin ja varsinaiseen pakkaamiseen. Valitettavasti raporteista ei kuitenkaan saanut selville, kuinka kauan lopetustöihin on kulunut aikaa. Haastattelin myös elintarviketehtaan työntekijöitä ja kysyin heidän mielipiteitään ja ideoitaan tuotannon tehostamiseksi.

Alkukartoituksen jälkeen tarkoitukseni oli korjata löytämiäni epäkohtia ja tehostaa nykyisiä toimintamenetelmiä. Kehitysprosessin jälkeen arvioin, kuinka paljon korjaukset paransivat tehtaan toimintaa. Kehitysprosessin tehokkuuden arvioinnin tueksi laskin KNL-luvut nesteannostelijalinjalle ennen ja jälkeen kehitysprosessia. KNL-luvun laskemisessa otettavat tarkemmat yksityiskohdat käyn läpi tapauskohtaisesti KNL-luvun laskemisen yhteydessä.

3.2 Yleinen järjestys

Yhtenä havainnoimanani asiana oli työkalujen ja koneen osien, etenkin nesteannostelulinjaston annosteluletkujen epämääräiset säilytyspaikat. Aikaa kului mielestäni liikaa työkalujen etsimiseen työpäivän aikana. Lisäksi nesteannostelulinjan osien esivalmistelut, jotka pääasiallisesti suoritettiin tuotantopäivää edeltävänä päivänä, kestivät tarpeettoman kauan. Eli toisin sanottuna hukkaa syntyi, kun työntekijät jou-

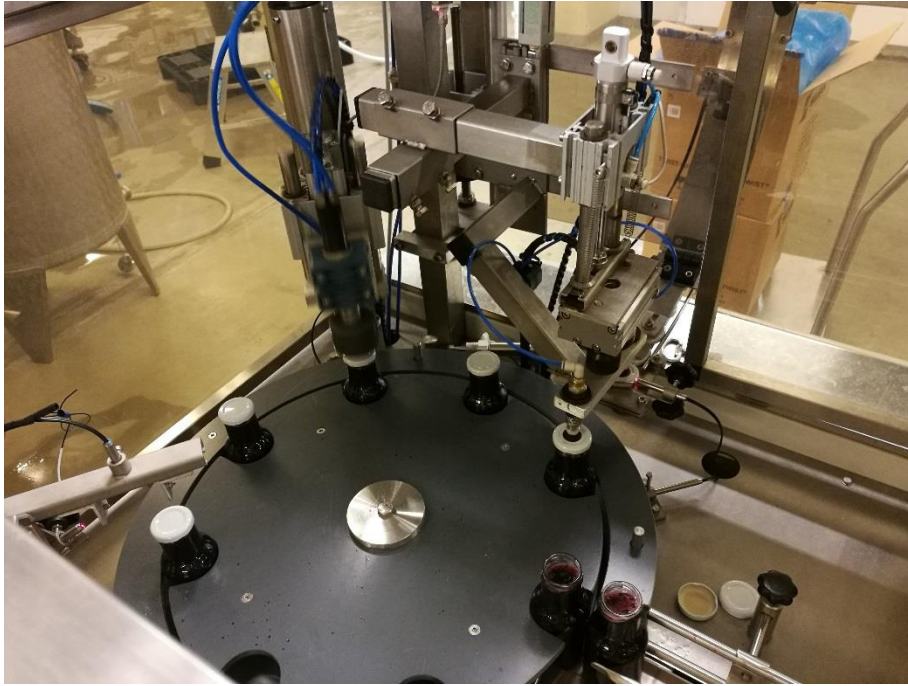
tuivat kuluttaa aikaansa ei arvoa tuottavaan toimintaan eli tässä tapauksessa tarpeettomaan liikkumiseen. Tämä johtui yksinkertaisesti siitä, että koneen osat olivat sekaisesti järjestellyt. Epäjärjestys vaikutti myös negatiivisesti tehtaan ulkoasuun, mikä ei ole toivottava asia ottaen huomioon, että tehtaassa käy säännöllisesti yritysvieraita. Epäjärjestystä oli myös havaittavissa materiaalivarastossa ja työkaluvarastossa. Kummassakin edellä mainitussa varastossa oli mielestäni paljon turhaa, ei ikinä käytettävää tavaraa, josta voisi mahdollisesti hankkiutua eroon. Kyseisiin muutosprosesseihin valjastin LEAN-työkaluista sopivimman, joka oli tässä tapauksessa 5S.

3.3 Hävikki ja hukka linjastolla

Toinen ongelma linjastolla oli ajoittainen, välillä suuri hukkatyön määrä. Hukkatyö saattaa johtua:

- nesteannostelulinjan korkittajan huonosta korkituksesta
- mehun liian alhaisesta lämpötilasta
- vajaasta annostelumäärästä
- huonosta etiketityksestä tai päiväyksestä.

Huono korkitus johtuu joko korkittajan huonosta korkeusasetuksesta tai korkinsiirtäjän toimintahäiriöstä. Kuvassa 1. nähdään korkituslaitteisto toiminnassa. Lisäksi korkinsiirtäjän imukupit tai niihin kiinnitetyt paineilmaletkun voivat likaantua, näin aiheuttaen epäonnistuneita korkituksia.



Kuva 1. Korkin siirtäjä ja korkittaja

Mehun liian alhainen lämpötila taas johtuu pastöörin liian alhaisesta lämpötilasta, joka puolestaan saattaa johtua höyrykehittimen riittämättömästä tehosta tai toimintahäiriöstä. Mehun liian alhainen lämpötila saattaa myös johtua tuotepumpun liian tehokkaasta pumppausnopeudesta, sillä mehun pumppausnopeus vaikuttaa suoraan siihen, kuinka kauan mehu viipyy lämmönvaihtimessa. Kuitenkin mehun liian alhainen lämpötila tuottaa ainoastaan ongelmia pääasiallisesti pakkausprosessin alkuvaiheessa, jolloin nesteannostelijan osien viileys vaikuttaa suuresti pakatun mehun lämpötilaan.

Huono etiketitys tai päivämäärän leimaus puolestaan johtuvat huonoista etikettilaitteen korkeusasetuksista tai jostain muusta toimintahäiriöstä. Lisäksi huono etiketitys tai heikkolaatuinen päiväyksen leimaus saattoivat johtua etiketityslaitteen jäterullan liiallisesta täyttymisestä. Jäterulla näkyy kuvassa 2.



Kuva 2. Jäterulla

Vajaat pullot johtuvat yleisesti siitä, että nesteannostelulinjan välisäiliö, johon pastöroitu mehu kulkeutuu, on tyhjentynyt. Välisäiliö saattaa tyhjentyä huomaamattomasti pakkausprosessin edetessä johtuen siitä, että pumpun teho alkaa laskea hydrostaattisen paineen laskiessa, kun tuotesäiliö alkaa tyhjetä. Asiaa hankaloittaa myös se, että välisäiliön sisälle ei näe suoraan, vaan työntekijän on noustava tikkaille nähdäkseen, kuinka paljon tuotetta on kyseisellä hetkellä välisäiliössä.

Tehtaassa on yleisenä käytäntönä, esimerkiksi vajaan tai liian matalan lämpötilan omaavan pullon ilmaantuessa, kaataa sen sisältö ruostumattomasta teräksestä valmistettuun ämpäriin, joka on sijoitettuna nesteannostelulinjan välittömään läheisyyteen. Pullon sisältö kaadetaan uudelleen pastöroitavaksi myös tilanteissa, jossa huono korkitus johtaa pullon ulkopinnan likaantumiseen pakattavan tuotteen päästessä valumaan pullosta ulos. Jos kuitenkin nähdään silmämääräisesti, että tuotteen korkki on huonosti kiinni, se voidaan vaihtaa itse uuteen korkkiin, sillä edellytyksellä, että tuote on muuten moitteettomassa kunnossa. Ämpäriin täytyttyä, se kuljetetaan tuotesäiliölle, jonne ämpäriin oleva mehu kaadetaan. Säiliöstä mehu kulkeutuu uudestaan pastöroitavaksi ja uudelleen pulloitettavaksi. Tyhjennetty pullo puolestaan laitetaan tiskitarjottimelle, mistä se myöhemmin viedään pesukoneeseen pestäväksi. Jos viallisen tuotteen pulloon on jo kuitenkin liimattu etiketti, se heitetään tyhjennyksen jälkeen lasinkeräykseen, jos etikettiä ei pystytä irrottamaan pullosta pois täysin puhtaasti.

Toisin sanottuna yksikin viallinen tuote aiheuttaa suuren määrän ylimääräistä, arvoa tuottamatonta työtä. Vialliset tuotteet saattavat myös aiheuttaa lisää hukkaa ja hävikkiä varsinkin, jos viallinen tuote, esimerkiksi osittain avonainen pullo pääsee vuotamaan pahvisen ryhmäpakkauksen päälle. Jos viallisten tuotteiden määrä on suuri, aiheutuva arvoa tuottamaton hukkakin on suurta. Näin ollen hukkan määrän pienentäminen oli tärkeä tavoite tuotannon optimoimisen ja asiakastyytyväisyyden kannalta.

Edellä mainittua hukkaa ja hävikkiä syntyy etenkin pakkausprosessin alkuvaiheessa, jolloin nesteannostelulinjan pullontäyttämisasiätyksiä hienosäädetään. Lisäksi hukkaa syntyy myös siitä, että yleensä lämpötila on pakkausprosessin aluksi liian matala. Eli toisin sanottuna noin 10–15 minuuttia pakkauksen aloituksesta kuluu väistämättä nesteannostelijan säätämiseen. Kaikki tänä aikana syntyvät vajaat ja liian kylmät tuotteet kulkeutuvat korkittajalle ja tämän jälkeen vasta tyhjennettäviksi. Eli käytännössä aikaa ja pullonkorkkeja kuluu täysin turhaan pakkauksen alkuvaiheessa, jolloin valmistuvat tuotteet pitää kaataa pois joka tapauksessa. Mielestäni tähän pitäisi löytää parempi ratkaisu, kuten esimerkiksi linjaston muuttamista siten, että pullot kykenisi poistamaan linjastolta ennen kuin ne siirtyvät korkittajalle.

3.4 Asetusajat

Kolmantena asiana, johon kiinnitin havainnointini aikana huomiota, oli asetusajoihin kuluva pitkä aika. Sillä yhteensä asetusajoihin saattoi hyvinkin mennä kolme tuntia. Asetusajoihin sisältyvät:

- linjaston kasaaminen ja asetusten säätäminen
- pastöörin valmistelu
- mehun valmistus
- mehun annostelu tuotesäiliöön ja sen lämmitys pastöörissa yli 90 °C: een
- linjaston, tuotesäiliön sekä pastöörin pesu ja purku.

Seuraaville sivuille on kuvailtu nesteannostelulinjalla tehtävät asetustoimet yksityiskohtaisemmin. Kyseiset asetustoimet suoritetaan siis aina kun linjalla ajetaan tuotetta. Kuvaukseni yhteyteen olen kirjoittanut mieleeni tulleita epäkohtia ja epäjohdonmukaisuuksia. Lisäksi olen pyrkinyt esittämään parannusehdotuksia löytämilleni virtaustehokkuutta vaarantaville asioille.

Linjaston kasaamiseen kuuluu nesteannostelulinjan osien huuhtelu kylmädesistä, johon ne ovat edellisenä työpäivänä pesun jälkeen laitettu likoamaan. Huuhtelun jälkeen nesteannostelulinja kootaan käyttövalmiiksi. Kokoamisen jälkeen, annostelijan asetukset hienosäädetään halutun laisiksi. Linjaston kokoamiseen kokeneella työntekijällä menee noin 20 minuuttia.

Linjastolla on mahdollista pakata monia erilaisia tuotteita, moniin eri kokoihin pakkauksiin. Tämä kuitenkin vaatii linjaston karkeampaa säätämistä, kuten esimerkiksi linjaston kuljettimien kapeuden muuttamista, etiketittäjän asetusten muuntamista ja valosilmien paikkojen vaihtamista. Jos linjasto joudutaan säätämään niin sanotusti alusta alkaen, siihen kuluu aikaa noin 60 minuuttia. Tästä johtuen linjaston mahdollinen karkeasäätö tehdään aina edellisenä työpäivänä, jotta varsinaisen ajopäivän asetusajat eivät venyisi liian pitkiksi ja näin virtaustehokkuus ei huononisi oleellisesti.



Kuva 3. Kylmädesin kierrätys

Pastööriin on aina jätetty edellisenä ajokertana, siivousten yhteydessä kylmädesin elintarvikehygienian takaamiseksi. Tämän vuoksi pastööri tulee aina ennen ajoa tyhjentää ja huuhdella vedellä. Kuitenkin ennen tyhjennystä ja huuhtelua pastöörissa olevaa kylmädesiä kierrätetään pastöörissa 15 minuutin ajan kuvan 3. havainnollistavalla tavalla. Kierrätyksen jälkeen pastöörin putkistot huuhdellaan jatkuvatoimisesti vedellä noin 10–15 minuutin ajan. Kylmädesin kierrätyksen yhteydessä laitetaan pastöörin höyrykehitin päälle.

Edellisessä kappaleessa mainitut työvaiheet ovat kohtalaisen aikaa vieviä ja niiden välttämättömyys elintarvikeeturvallisuuden kannalta on epäselvä. Mielestäni aamulla kylmädesin kierrättäminen pastöörin putkistoissa ei ole välttämätöntä, vaan tarpeetonta käsittelyä eli toisin sanottuna hukkaa. Pastöörin siis voisi heti työpäivän aluksi huuhdella vedellä.

Kun kylmädesin kierrätys, pastöörin tyhjennys ja huuhtelut on suoritettu, avataan pastöörin ohjauskeskuksesta kiertovesipumppu ja päästetään kuuma höyry pastöörin lämmönvaihtimiin. Seuraavaksi pastööriin pumpataan vettä ja aletaan kierrättää sitä pastöörin putkistoissa. Tällä tavoin pastöörin putket saadaan koko matkalta lämpimiksi. Kierrätys lopetetaan silloin, kun pastöörin lämpötila on noussut yli 90 °C ja valmistettava tuote on valmiina tuotesäiliössä.

Selvityksen aikana minulle kuitenkin jäi epäselväksi miksi pastöörin putkistot pitää lämmittää veden avulla kuumiksi. Tuotteenhan voisi laittaa heti pastööriin kiertämään ja siinä samalla lämmittää pastöörin putket, ilman turhaa vedellä lämmitystä. Kyseinen työvaihe on näin ollen mielestäni hukkaa.

Sillä aikaa vielä kun, pastöörissa kierrätetään kylmädesiä, annostellaan pakattava tuote kuvassa 4. nähtävään tuotesäiliöön.



Kuva 4. Tuotesäiliö

Tässä vaiheessa riippuen tuotteesta, tuote voi olla joko valmista tai keskeneräistä. Esimerkiksi omenamehu saapuu yritykseen valmiina tuotteena, joka pitää ainoastaan pumpata kuvan 5. mukaisesti tuotesäiliöön, pastöroida ja pakata.



Kuva 5. Omenamehun pumppaus tuotesäiliöön

Mutta kuitenkin appelsiinimehua valmistettaessa, on hedelmäliha, mehutiiviste ja vesi sekoitettava keskenään ennen kuin tuote on valmista. Yleensä kuitenkin mehutiiviste ja hedelmäliha punnitaan jo edellisenä työpäivänä valmiiksi, joten raaka-aineet voidaan sekoittaa keskenään ajopäivänä. Kuitenkin yhtenä suurena hukan aiheuttajana tällaisissa tilanteissa on se, että veden määrän tarkalle mittaamiselle ei ole tehokasta tapaa. Vesi joudutaan mittaamaan erillisten välisäiliöiden avulla, eli ensin joudutaan päästämään vettä niin sanottuun mittasäiliöön, jonka jälkeen se voidaan vasta pumpata tuotesäiliöön. Lisäksi myös muiden raaka-aineiden etenkin hedelmälihan ja mehutiivisteen annostelu on työlästä, sillä kyseisten raaka-aineiden reologiset ominaisuudet hankaloittavat niiden käsittelyä. Raaka-aineet on siis annosteltava ja mitattava käsin, koska raaka-aineet ovat liian viskooseja käytössä oleville pumpuille.

Riippumatta kuitenkaan tuotteesta tai sen valmiusasteesta, se noudetaan kylmävarastosta. Kun tuote on kylmää, vaaditaan luonnollisesti enemmän aikaa sen pastörointi lämpötilaan saattamiseksi. Kun tuote on tuotesäiliössä valmiina pastöroitavaksi ja pastööri on saavuttanut tavoitelämpötilan, ruvetaan tuotetta pumppaamaan pastööriin lämmitettäväksi. Samalla pastöörista ajetaan lämmitysvesi pois. Tuotteen lämpötilan noustessa yli 90 °C:een se johdetaan nesteannostelulinjalle, josta se päättyy annostelukoneiston kautta pullotettavaksi.

Tuotteen ollessa kylmää sen mennessä pastööriin, sillä kestää noin tunnin nousta tavoitelämpötilaan, riippuen tuotteen määrästä. Mitä enemmän tuotetta on sitä kauemmin, sillä luonnollisesti kestää lämmetä.

Tästä herää kysymys; onko mahdollista, että tuote tai sen raaka-aineet tuoda jo edellisenä päivänä tuotantotiloihin lämpenemään? Näin säästyttäisiin turhalta odottelulta.



Kuva 6. Mehun pumppaus pastööriin

Lopuksi, pakkauksen jälkeen suoritetaan pastöörin ja linjaston pesu. Kun tuote on loppumaisillaan tuotesäiliöstä, sinne aletaan päästää hanasta kuumaa vettä, jonka avulla tuotesäiliö ja pastööri esihuuhdellaan enimmästä orgaanisesta aineesta. Esihuhteluvdestä osa johdetaan nesteannostelulinjalle, välisäiliöön, josta sitä käytetään myös nesteannostelulinjan esihuuhteluihin. Tässä vaiheessa nesteannostelulinja pestään myös ulkoisesti ja huuhdellaan. Varsinainen pesu tapahtuu esihuuhtelun jälkeen emäsvesiliuksella. Kuitenkin ennen kuin emäs voidaan lisätä veden joukkoon, on veden lämpötilan oltava yli 75 °C. Tarvittava vesi lämmitetään kuvan 7. mukaisessa, erillisessä 300 litran säiliössä paineistetun vesihöyryn avulla, joka saadaan höyrykehittimestä.



Kuva 7. 300 litran säiliö ja höyryhana

Kun noin 300 litraa vettä on lämmitetty, pumpataan 100 litraa vedestä keskipakopumpulla kuvan 8. mukaisesti tuotesäiliöön. Kun vesi on tuotesäiliössä, lisätään sen joukkoon pesuaine ja aletaan kierrättää emäsvesiliuosta keskipakopumpulla tuotesäiliössä. Loput välisäiliöön jääneestä vedestä terästetään myöskin pesuaineella, jonka jälkeen sitä aletaan kierrättää tuotepumpulla pastöörissa. Kierrätys tehdään samalla periaatteella kuin kylmädesin kierrätys (kuva 3.). Kumpaakin kierrätyspesua suoritetaan 15 minuutin ajan, jonka jälkeen tuotesäiliö ja pastööri huuhdellaan. Käytettävän huuhteluveden tulee olla myös yli 75 °C, joten huuhteluvesi pitää myös lämmittää välisäiliössä höyryn avulla. Yleensä huuhteluvettä aletaan lämmittää heti sen jälkeen, kun pesuvesi on saatu lämmitettyä. Mutta kuitenkin ennen kuin huuhteluvettä voidaan alkaa lämmittää, pitää kuvassa 7. nähtävä höyryletku siirtää toiseen 300 litran välisäiliöön ja täyttää se vedellä. Tuotesäiliö huuhdellaan 100 litralla kuumaa vettä ja pastööri huuhdellaan 200 litralla kuumaa vettä. Huuhteluihin käytetään samoja pumppuja kuin pesuissakin.



Kuva 8. Keskipakopumppu kiinnitettynä tuotesäiliöön

Veden lämmitys emäspesua ja huuhtelua varten ovat myöskin mielestäni erittäin aikaa vieviä työvaiheita, johtuen pääasiallisesti siitä, että vesi pitää lämmittää erillisessä välisäiliössä, josta se vasta voidaan pumpata pois käyttöä varten. Työvaiheen työläyttä lisää se, että käytössä oleva tuotepumppu ei ole järin tehokas. Veden lämmitys välisäiliössä tuntuu turhalta varsinkin sen vuoksi, että tuotesäiliössä on itsessään toimiva lämmitysvaippa, jota mielestäni olisi järkevää käyttää veden lämmitykseen. Toisekseen pastöörin pesuun ei ole järkevää lämmittää erikseen pesuvettä, sillä pesuveden voisi mielestäni lämmittää pastöörissa, samalla lailla kuin tuotteenkin. Kolmas asia, joka lisää hukkaa on huuhteluveden lämmitys. Mielestäni pesuveden huuhteluun kävisi vesihanasta saatava kuuma vesi.

Yksi asia, joka myöskin kiinnitti huomioni kellottaessani linjaston toimintaa, oli linjaston pesujen yhteydessä tehtävät huuhtelut. Pesuveden kokonaismäärä, siihen lisättävän pesuaineen määrä ja kiertopesuun käytettävä aika oli kaikille työntekijöille täysin selvä, mutta pesujen jälkeisen huuhtelu-työvaiheen sisältö ei ollut yhtenäinen kaikille. Esimerkiksi tuotesäiliön huuhtelut saatettiin tehdä monella eri vesimäärällä, riippuen työntekijästä. Eräs työntekijä käytti huuhteluun yhteensä 100 litraa kuumaa

vettä, kun taas toinen käytti siihen 200 litraa vettä. Suurimpana ongelmana huuhtelu-työvaiheessa on se, että pastöörin ja tuotesäiliön huuhteluihin ei ole määritetty eksakteja vesimääriä, jotka riittäisivät työvaiheen toteuttamiseen. Näin ollen jokainen toimii huuhteluiden yhteydessä omalla tavallaan ja useimmiten huuhteluihin oletettavasti käytetään liikaa aikaa, sillä mieluummin huuhdellaan liikaa kuin liian vähän. Tämä toiminnan vakioimattomuus hankaloittaa tehtaan sisäistä kehitystyötä, sillä työntekijät eivät ole niin sanotusti samalla viivalla nykytilanteessa. Lisäksi asiakas ei saa lisäarvoa siitä, että pastööriä ja tuotesäiliötä on pesty normaalia enemmän.

Huuhteluiden jälkeen, pastööri ja tuotesäiliö viilennetään pumpaamalla niihin kylmää vettä. Ennen pastöörin viilennystä höyrynkehitin ja kierovesipumppu sammutetaan. Pastööri viilennetään jatkuvatoimisesti eli toisin sanottuna hanasta päästetään kylmää vettä tuotepumpussa kiinni olevaan välisäiliöön niin kauan, että pastöörin lämpötila on laskenut alle 20 °C: een. Kun pastööri on viilentynyt alle 20 °C: een, sen läpi pumpataan 15 minuutin ajan kierrolla noin 30 litraa kylmädesifointiliuosta. Kierrätyksen jälkeen liuos ”tulpataan” pastööriin eli sitä ei tyhjennetä. Tuotesäiliö puolestaan viilennetään ajamalla sinne keskipakopumpulla noin 300 litraa kylmää vettä. Tuotesäiliötä ei käsitellä kylmädesillä.

Kuuman emäsvesiliuoksen vielä kiertäessä pastöörissa, siitä johdetaan muutama litra nesteannostelulinjan välisäiliöön. Välisäiliöön on myös laitettu nesteannostelupillit kuvan 9. mukaisesti, näin kun nesteannostelulinja käynnistetään pesuajolla, saadaan pesuvesi kiertämään letkujen ja pillien läpi.



Kuva 9. Nesteannostelijan kiertopesu

Vettä kierrätetään 15 minuutin ajan, jonka jälkeen linjasto huuhdellaan hanakuu-
malla vedellä. Kierrätyksen aikana linjastoa pestään ulkoisesti ja huuhdellaan.
Huuhtelun jälkeen linjasto puretaan, osat pestään pesukoneessa tai käsin ja laite-
taan kuivumaan. Kuitenkin jos seuraavana päivänä on ajoja nesteannostelulinjalla,
osat jätetään likoamaan kylmädesiliuokseen.

4 LEAN-PROJEKTIN KÄYNNISTÄMINEN

Aluksi oli selvitettävä, kuinka paljon alkukartoituksessa selvinneet epäkohdat heikensivät tehtaan tuotantoa. Laadin kolme lomaketta, joiden avulla saisin numeraalisen ja vertailun mahdollistavat tulokset siitä, millä lailla esimerkiksi hävikit vaikuttavat tuotantoon. Tavoitteenani oli myös niin sanotusti ”avata henkilöstön silmiä” sille tosiasialle, että tuotannosta löytyy paljon hukkaa. Lisäksi kyseisistä lomakkeista saaduista tuloksista oli tarkoitukseni laskea nesteannostelulinjan KNL-luku.

4.1 Aikataululomake

Tähän lomakkeeseen kirjattiin tarkalleen työpäiväkohtaisesti, kuinka paljon aikaa kulutettiin eri työvaiheisiin, kuten asetusaikoihin, pakkaamiseen ja loppusiivouksiin. Lisäksi taulukkoon kirjattiin mahdolliset seisakit, niiden pituudet ja syyt.

Aikataululomakkeiden lisäksi sain hyvää dataa myös pakkauspäivien jälkeen tehdyistä tuotantoraporteista, joihin on kirjattu pakattujen tuotteiden määrän lisäksi, kuinka paljon aikaa oli kulunut asetusaikoihin ja pakkaukseen. Kuitenkin tuotantoraporttien tiedot saattoivat tapauskohtaisesti olla hieman puutteellisissa, joten osa tiedoista etenkin loppusiivouksiin kulunut aika jäi monesti uupumaan.

Taulukoista 3–5 nähdään, että varsinkin asetusajat vaihtelevat suuresti päivän mukaan. Suurin syy tähän on linjastolla toimivien työntekijöiden osaamistasojen suuri vaihtelu. Tämä johtuu puolestaan siitä, että yrityksen tuotannossa toimii vakituksessa työsuhteessa ainoastaan yksi työntekijä, joka kykenee toimimaan linjastolla kitkattomasti. Muut työntekijät ovat joko muita yrityksen työntekijöitä tai tuntityösuhteessa toimia henkilöitä, joiden osaamistasoissa on puutteita. Lisäksi työntekijöiden työtahdeissa saattoi olla suuriakin eroja. Pakkauspäivien aikana saattoi linjastolla olla myös harjoittelijoita opettelemassa linjalla tehtäviä töitä. Tämä myös puolestaan vaikutti kellotettuun aikaan. Asetusaikoihin saattoivat myös vaikuttaa, mitä esivalmisteluja edellisenä työpäivänä oli tehty. Esimerkiksi appelsiinimehun raaka-aineita ei välttämättä ole punnittu aina etukäteen tai nesteannostelulinjasto ei ole ollut täydellisesti säädetty mehun pakkaamista varten. Tästä syystä etenkin appelsiinimehun asetusajat ovat suuntaa antavia.

Lisäksi pakkausajat saattoivat vaihdella riippuen siitä, kuinka paljon hukkatyötä pakkaamisen aikana tehtiin.

Taulukko 3. Appelsiinimehun asetus- ja pakkausaika ennen muutoksia

Määrä (kg)	Asetusaika (min)	Pakkausaika (min)	Kilot / minuutti
722	175	235	3,1
558	165	240	2,3
1196	145	440	2,7
712	105	215	3,3
737	95	230	3,2
700	120	230	3,0
791	95	290	2,7
751	130	235	3,2
Keskiarvo	129	264	2,9
Keskihajonta	29 %	70 %	0,3 %

Taulukko 4. Omenamehun asetus- ja pakkausaika ennen muutoksia

Määrä (kg)	Asetusaika (min)	Pakkausaika (min)	Kilot / minuutti
1164	180	390	3,0
1161	170	420	2,8
1147	105	390	2,9
1145	90	395	2,9
1160	150	450	2,6
1161	120	420	2,8
1138	105	380	3,0
1139	120	375	3,0
1129	95	480	2,4
1133	150	430	2,6
Keskiarvo	129	413	2,8
Keskihajonta	30 %	32 %	0,2 %

Taulukko 5. Herukkamehun asetus- ja pakkausaika ennen muutoksia

Määrä (kg)	Asetusaika (min)	Pakkausaika (min)	Kilot / minuutti
758	110	280	2,7
768	100	260	3,0
764	115	310	2,5
749	110	240	3,1
764	110	260	2,9
Keskiarvo	109	270	2,8
Keskihajonta	5 %	24 %	0,2 %

Mielenkiintoista oli huomata, että appelsiinimehun ja herukkamehun asetusajat olivat suurin piirtein samat tai lyhyemmät kuin omenamehulla, vaikka appelsiinimehun ja herukkamehun raaka-aineet pitääkin sekoittaa yhteen ennen sen pakkaamista. Tulos on kuitenkin looginen, sillä appelsiinimehun ja herukkamehun kohdalla tuote pumpataan pastööriin kuumana, kun taas omenamehu ajetaan pastööriin kylmänä. Tämä alleviivaa suuresti sitä, että ajettavan tuotteen pitäisi ehdottomasti olla vähintään huoneenlämpöistä ennen kuin se pumpataan pastööriin lämmitettäväksi.

Valitettavasti datan vähyyden vuoksi loppupesuihin kulutetusta ajasta, ennen muutoksia en saanut luotettavia tuloksia, mutta arvioni mukaan niihin kuitenkin käytettiin noin 2 tuntia.

Kuten taulukoista 3., 4. ja 5. voidaan nähdä asetusajat ovat kohtuullisen pitkiä verrattain pakkaamiseen käytettyyn aikaan, etenkin silloin kun tuotetta ajetaan alle 1000 kiloa. Aetusajat yhteensä appelsiinimehun pakkaamisessa olivat noin 4 tuntia, kun taas itse pakkaukseen kuluva aika oli myös noin 4 tuntia.

4.2 Hukkalomake pakkausprosessista

Kyseiseen lomakkeeseen kirjattiin ylös tuotantopäivittäiset hukat. Kyseisessä lomakkeessa hukka miellettiin tuotteina, jotka piti pastöroida ja pakata uudestaan tai tuotteina, joihin piti asettaa korkki uudelleen kiinni. Hukkatyö merkittiin pullomääräisesti, lisäksi hävikit eroteltiin syykohtaisesti toisistaan.

Taulukosta 6. kyetään näkemään, kuinka suuri ongelma epäonnistunut korkitus oli linjastolla. Huonoimpana päivänä jopa joka kuudes pullo piti joko kaataa uudelleen pastöroitavaksi tai siihen piti kiinnittää uusi korkki epäonnistuneen korkituksen takia. Tämä suuri hukkan ja ylimääräisen työn määrä luonnollisesti lisäsi pakkaustyövaiheeseen kuluvaa aikaa huomattavasti.

Kuten taulukosta 6. nähdään en kerennyt keräämään dataa linjastolla, kuin neljänä kertana. Tämä johtuu osittain siitä, että projekti keskeytyi muutaman kuukauden ajaksi, kun siirryin kesätöihin eräälle toiselle yritykselle. Kun olin siirtynyt tauon jälkeen takaisin Yritys Oy:lle, oli korkittaja huollettu ja näin ollen en kyennyt keräämään

enempää dataa korkittajan alkukartoitusta varten. Tästä huolimatta kyseisestä taulukosta nähdään hyvin ongelman vakavuus.

Taulukko 6. Hukka huonon korkituksen takia ennen muutoksia

Määrä (kg)	Tuote	Korkki huonosti kiinni/ei korkkia ollenkaan	Pulloja myyntiin	Hukkaprosentti
800	Appelsiini	102	2712	3,8 %
843	Appelsiini	329	3036	10,8 %
800	Herukka	231	2880	8,0 %
1200	Omena	750	4380	17,1 %

Taulukosta 7. puolestaan nähdään, kuinka paljon alilämpöisiä tuotteita piti kaataa uudelleen pastöroitavaksi. Hukkaprosentti on pieni verrattuna huonosta korkituksesta syntyneeseen hukkaan, mutta mielestäni tästäkin syntyvää turhaa työtä olisi mahdollista vähentää.

Taulukko 7. Hukka liian matalan lämpötilan takia

Määrä (kg)	Tuote	Liian matala lämpötila	Pulloja myyntiin	Hukkaprosentti
800	Appelsiini	44	2712	1,6 %
843	Appelsiini	51	3036	1,7 %
800	Herukka	16	2880	0,6 %
1200	Omena	91	4380	2,1 %
800	Mustikka	40	2904	1,4 %
600	Omena	45	2208	2,0 %
600	Omena	63	2208	2,9 %
784	Appelsiini	14	2832	0,5 %
800	Herukka	23	2976	0,8 %

Taulukosta 8. nähdään, kuinka paljon vajaita pulloja syntyi työpäivän aikana. Vajaat pullot eivät myöskään ole liian suuri ongelma linjastolla. Tälle ongelmalle on vaikea keksiä helppoa ratkaisua. Mutta yhtenä vaihtoehtona olisi asentaa välisäiliöön pinta-anturi, joka pysäyttäisi pumpun aina silloin, kun välisäiliö on täyttymässä liikaa. Tämän avulla tuotepumppua voitaisiin pitää suuremmalla teholla, ilman pelkoa siitä, että välisäiliö täytyisi liikaa. Tämä kuitenkin vaatisi niin suuren investoinnin verrattuna ongelman vakavuuteen, että se ei olisi kannattavaa.

Taulukko 8. Hukka vajaiden pullojen takia

Määrä (kg)	Tuote	Vajaa pullo	Pulloja myyntiin	Hukkapro-sentti
800	Appelsiini	6	2712	0,2 %
843	Appelsiini	57	3036	1,9 %
800	Herukka	63	2880	2,2 %
1200	Omena	44	4380	1,0 %
800	Mustikka	25	2904	0,9 %
600	Omena	12	2208	0,5 %
600	Omena	3	2208	0,1 %
784	Appelsiini	25	2832	0,9 %
800	Herukka	23	2976	0,8 %

Taulukosta 9. voidaan nähdä huonon etiketityksen vaikutus tuotantoon. Kuten voidaan huomata, huono etiketitys on päiväkohtaista ja yleensä se riippuu esivalmistelujen laadusta. Eli toisin sanottuna, jos etiketityslaitteen asetukset ovat tehty huolimattomasti, se vaikuttaa päivän ajoin. Tästä syystä etenkin linjaston karkeammat asetukset pitäisi suorittaa edellisenä työpäivänä, jolloin ne voidaan tehdä rauhassa ja huolellisesti.

Taulukko 9. Hukka huonon etiketityksen takia

Määrä (kg)	Tuote	Epäonnistunut etiketti/päiväys	Pulloja myyntiin	Hukkapro-sentti
800	Appelsiini	8	2712	0,3 %
843	Appelsiini	2	3036	0,1 %
800	Herukka	0	2880	0,0 %
1200	Omena	22	4380	0,5 %
800	Mustikka	48	2904	1,7 %
600	Omena	0	2208	0,0 %
600	Omena	26	2208	1,2 %
784	Appelsiini	6	2832	0,2 %
800	Herukka	1	2976	0,0 %

4.3 Lämpötilalomake

Yhtenä hävikin tuottajana on mehun liian alhainen lämpötila. Nesteannostelulinjan omavalvontasuunnitelma edellyttää mehun lämpötilan mittaamista 30 minuutin välein. Näin varmistetaan, että mehu annostellaan pulloihin koko prosessin ajan sen

lämpötilan ollessa yli 75 °C. Lämpötila mitataan korkittajalta tulevasta pullosta, lämpötilan tulee olla vähintään 75,0 °C. Raja-arvo perustuu yleisesti käytettävään 72 °C:n lämpötilaan, jossa tuotteen pitää olla vähintään 15 sekunnin aja (Pasteurization, [viitattu 9.1.2017].) Jos lämpötila alittaa lämpötilarajan, tulee linjalta tulevia tuotteita mitata niin kauan, että lämpötila on noussut raja-arvon yli. Kuitenkin ennen mehun lämpötilan nousua on kaikki alilämpöiset mehupullot tyhjennettävä. Tämä puolestaan aiheuttaa suuren määrän hukkatyötä.

Tekemäni lämpötilalomakkeen tarkoitus oli selvittää, kuinka paljon mehun lämpötila laskee prosessin aikana. Tämä tieto on erityisen tärkeä, sillä mielestäni 75,0 °C:n raja-arvo on liian korkea ottaen huomioon, että mehun lämpötila ehtii laskemaan paljon pulloitus- ja korkitusprosessien aikana. Joten lämpötilan ei enää tarvitsisi olla korkituksen jälkeen 75 °C, vaan 75 °C vähennettynä se lämpötilan muutos, mikä tapahtuu pulloitus- ja korkitusprosessien aikana.

Lämpötilalomakkeesta saaduista tuloksista voidaan todeta, että mehun lämpötila laskee eniten eli noin 10 °C sen siirtyessä välisäiliöstä annostelukoneiston letkujen läpi pakattavaan pulloon. Kuitenkin pakatun tuotteen siirtyessä korkittajan kautta pakkauspisteelle tuotteen lämpötila laskee ainoastaan noin yhden asteen. Toisin sanottuna tuotteen lämpötilarajaa ei voitaisi juurikaan laskea, sillä tuotteen on oltava yli 75 °C sen mennessä pulloon.

Taulukko 10. Lämpötilalomake

Lämpötila lomake	Tuote: Omena	Pvm: 3.1.2017
------------------	--------------	---------------

Kellonaika	Pas- tööri	Välisäi- liö	Annostelun jäl- keen	Korkituksen jäl- keen	ΔT
12:20	92,3	87,2	78,4	77,5	0,9
13:20	91,9	87,5	79,2	77,8	1,4
14:20	91,7	88,2	79,5	76,2	3,3

Lämpötila lomake	Tuote: Omena	Pvm: 16.2.2017
------------------	--------------	----------------

Kellonaika	Pas- tööri	Välisäi- liö	Annostelun jäl- keen	Korkituksen jäl- keen	ΔT
11:00	92,3	87	77,5	76,3	1,2
11:30	92	87,5	78,8	77,8	1
12:00	92,3	86,6	76,6	75,5	1,1

Lämpötila lomake	Tuote: Mustikka	Pvm: 26.1.2017
------------------	-----------------	----------------

Kellonaika	Pas- tööri	Välisäi- liö	Annostelun jäl- keen	Korkituksen jäl- keen	ΔT
11:40	92,5	86,3	77,5	75,6	1,9
12:10	92,7	85,4	76,7	75,5	1,2
12:40	92,3	86	76,6	76	0,6
13:10	92,2	86	76,6	76	0,6

Tuloksista huolimatta halusin selvittää olisiko lämpötilarajaa teoriassa mahdollista laskea 10 °C eli 65 °C:seen. Selvitys tehtiin lähettämällä yksi pullollinen, alemmalla lämpötilarajalla pakattua mehua ja toinen pullo nykyisellä lämpötilarajalla pakattua mehua laboratorioon tutkittavaksi. Lisäksi yksi pullollinen alemmalla lämpötilalla pakattua mehua otettiin hyllynäytteeksi tarkkailuun. Kuvassa 10. nähdään tutkittavaksi otetut mehunäytteet.



Kuva 10. Omenamehunäytteet

Laboratorioon lähetetystä pullosta ei löytynyt elintarviketurvallisuutta vaarantavia mikrobeja eli näin ollen uusi lämpötila olisi periaatteessa mahdollista ottaa käyttöön. Kuitenkin ennen kuin rajan laskua voidaan alkaa edes harkita, tulee odottaa kuinka hyllynäytteeksi otetulle mehulle käy. Näin ollen lämpötilarajan lasku siirtyy seuraavaan kehitysprojektiin.

4.4 KNL-luvun laskeminen

Saadusta datasta, joka saatiin kerättyä lomakkeista sekä yrityksen täyttämistä tuotantoraporteista kyettiin laskemaan suuntaa antavan KNL-luvun. KNL-luvun laskussa keskityttiin pääasiallisesti omenamehun, herukkamehun ja appelsiinimehun tuotantoprosesseihin. Jokaiselle tuotteelle laskettiin omat KNL-luvun muodostamat laatu, nopeus ja käytettävyys arvot, joista johdetut keskiarvotulokset käytin KNL-luvun laskemiseen. Näin ollen laskettiin ainoastaan yksi KNL-luku. Toisin sanottuna kaikkien tuotteiden prosessoinnille laskettiin yhteinen KNL-lukunsa, kuitenkin muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta. Laadullisen arvo laskettiin käyttämällä useiden eri tuotteiden ajoista täytettyjä laatulomakkeita, sillä itse pakkausprosessiin ei vaikuta mitä tuotetta ajetaan ja lisäksi halusin maksimoida laskuissa käytettävän datan määrän. Nopeus ja käytettävyys arvot laskettiin kuitenkin käyttämällä pelkästään

appelsiini-, herukka- ja omenamehujen ajoista saatuja tietoja, sillä dataa oli riittävästi saatavilla. Valitettavasti kuitenkin emme saaneet tarpeeksi dataa lopetustöiden pituuksista, joten käytettävyys luvun laskemiseen sisällytettiin pelkästään aloitus- ja pakkaustyöt.

Laatu-arvon laskemiseen käytettiin kaavaa numero 3. Jokaiselle ajopäivälle laskettiin omat lukunsa, joista laskettiin keskiarvon. Tulokseksi saatiin taulukon 11. mukaisesti 0,87. Otanta on valitettavan pieni johtuen korkittajan pikaisesta huollosta, joka suoritettiin aikana jolloin en ollut projektissa aktiivisesti mukana. Tästä huolimatta tulokset tulos antaa ymmärtää kuinka paljon linjastolla tapahtuva hukka vaikutti laatu arvoon.

Taulukko 11. Laatu

Yht. hylätyt tuotteet	Pulloja myyntiin	Laatu
160	2712	0,94
439	3036	0,86
310	2880	0,89
907	4380	0,79

Keskiarvo:	0,87
-------------------	------

Nopeusarvon laskemiseen käytettiin kaavaa numero 2. Ennen nopeus arvon laskemista jouduttiin määrittämään nesteannostelulinjan optimaalinen käyttönopeus. Käyttönopeutta ei löytynyt nesteannostelulinjan teknisistä tiedoista, sillä linjan nopeus riippuu täysin siitä millä asetuksilla tuotetta ajetaan. Tästä johtuen kelloitettiin linjaston ajoa 10 minuuttia, siten että linjasto toimi täydellisesti, ilman katkoksia koko tämän ajan. Kaikki mehut ajetaan miltei samoilla asetuksilla, joten jokaista tuotetta ei tarvinnut kellottaa erikseen. Linjastolla kyettiin ajamaan noin 14 pulloa minuutissa. Tästä pystyttiin laskemaan kuinka nopea pakkausprosessi voisi optimaalisesti olla ja vertaamaan sitä toteutuneeseen ajoaikaan. Nopeus-arvot näkyvät taulukosta 12. Taulukosta nähdään siis erillisten tuotteiden ajoista saadut nopeus arvojen keskiarvot ja lisäksi näistä keskiarvoista saatu keskiarvo.

Taulukko 12. Nopeus

Omenamehu	0,75
Appelsiinimehu	0,80
Herukkamehu	0,76
Keskiarvo	0,77

Käytettävyysarvon laskemiseen käytettiin kaavaa numero 1. Käytettävyysarvoon laskemiseen sisällytettiin asetus aika ja pakkaus aika. Lopetustöitä ei huomioitu, sillä dataa ei saatu kerättyä tarpeeksi lopetustöiden pituuksista luotettavien tulosten saamiseksi. Teoreettiseksi tai suunnitelluksi käyntiajaksi laskettiin aloitus- ja pakkaus työt. Suunniteltu käyntiaika saatiin summaamalla teoreettinen ajo aika ja aloitustöihin varattu 120 min yhteen ja vertaamalla sitä toteutuneeseen vastaavaan arvoon. Tulokset näkyvät taulukossa 13.

Taulukko 13. Käytettävyys

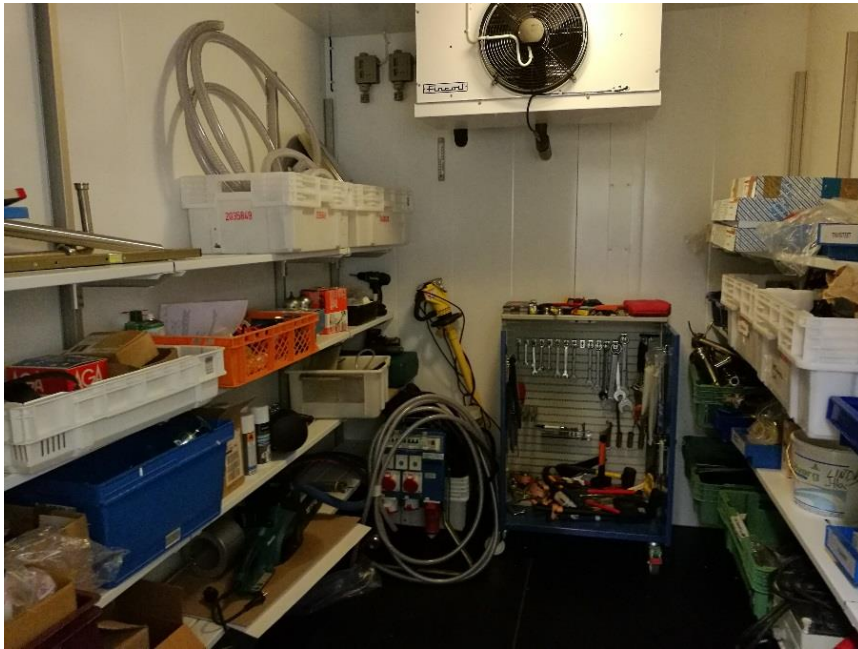
Herukka	0,86
Omenamehu	0,80
Appelsiinimehu	0,81
Keskiarvo	0,82

KNL-luku laskettiin laskukaavalla numero 4. Laskuissa käytettiin siis edellisistä taulukoista saatuja keskiarvotuloksia. KNL-luvuksi saatiin 55 %. KNL-luku oli sangen alhainen, joka oli odotettavissa linjastolla tapahtuvan suuren hukan vuoksi.

5 KEHITYSPROSESSI

5.1 Varastojen järjestyksen parantaminen (5S)

Yksinä kehityskohteina olivat työkaluvarasto ja materiaalivarasto. Kummankin varaston sisältö käytiin yrityksen edustajan kanssa läpi, kaikki turhaksi mielletty tavara kerättiin syrjään. Lopuksi päätettiin tuotantopäällikön kanssa mistä syrjään siirrettyistä tavaroista voitaisiin luopua. Kun varastoissa olivat jäljellä enää vain välttämättömät tavarat ja materiaalit, ne järjestettiin ja nimettiin. Lisäksi kaikille tavaroille määriteltiin omat paikkansa, johon ne tulisi palauttaa käytön jälkeen. Varastot ennen ja jälkeen järjestelyn pystyy näkemään kuvista 11–18.



Kuva 11. Työkaluvarasto aluksi



Kuva 12. Työkaluvarasto lopuksi



Kuva 13. Työkalukaappi aluksi



Kuva 14. Työkalukaappi lopuksi



Kuva 15. Materiaalivarasto aluksi



Kuva 16. Materiaalivarasto lopuksi



Kuva 17. Materiaalivarasto aluksi

Materiaalivarastossa oli paljon pahvilaatikoita, joissa ei ollut mitään merkintää mitä ne sisälsivät. Materiaalivaraston järjestelyn ohella tutkimme mitä pahvilaatikoissa oli ja kuinka paljon, jonka jälkeen merkitsimme pahvilaatikkoihin mitä kukin sisälsi.



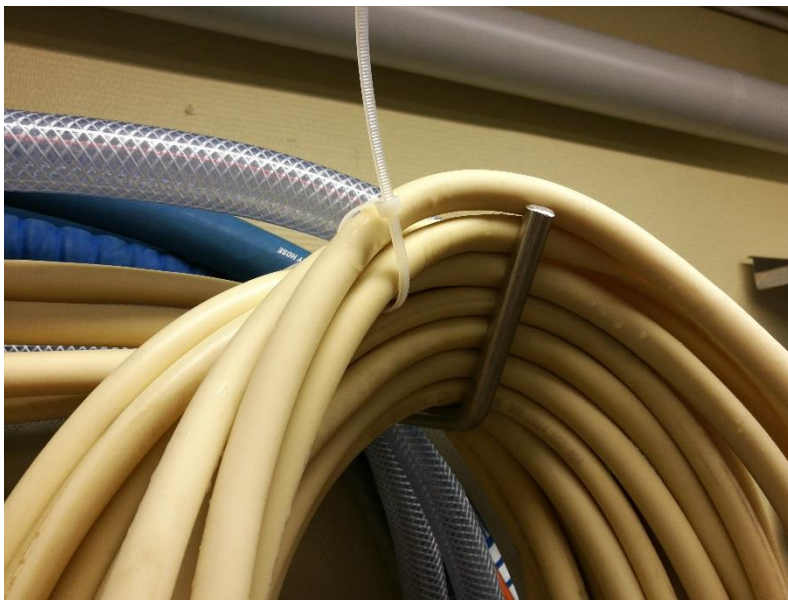
Kuva 18. Materiaalivarasto lopuksi

5.2 Nesteannostelulinjan järjestyksen parantaminen (5S)

Nesteannostelulinjan välittömässä läheisyydessä säilytettävät työkalut ja nesteannostelulinjan osat järjestettiin ja nimettiin. Valitettavasti letkuille ei löytynyt parempaa säilytyspaikkaa, joten jouduimme tyytymään tuoteletkujen niputtamiseen tuotekohdaisesti kuvan 20. mukaisesti. Tuoteletkujen niputtamisella säästetään letkujen etsimiseltä muiden tuoteletkujen seasta.



Kuva 19. Nesteannostelulinjan letkut aluksi



Kuva 20. Nesteannostelulinja lopuksi

5.3 Nesteannostelulinjalla tapahtuvan hukan poistaminen (Jidoka)

Yhtenä suurimpana ongelmantuottajana ja näin ollen myös hukan tuottajana nesteannostelulinjastolla oli korkittajan toimimattomuus. Suuri viallisten tuotteiden määrä heikensi prosessin virtaustehokkuutta huomattavasti. Ongelmaa alettiin korjata selvittämällä mistä korkittajan toimintahäiriöt johtuivat. Paikalle muun muassa kutsuttiin laitevalmistajan edustaja, joka tutki mistä laitteen huono toiminnan taso johtui. Kävi ilmi, että korkinnostajan ilmaletkut olivat likaantuneet niin pahasti, että

imukupin imu ei riittänyt nostamaan korkkia pullon päälle. Toisena syynä huonoihin korkituksiin olivat itse korkinkiristimen väärät korkeusasetukset, korkittaja oli toisin sanottuna liian korkealla korkitettavan pullon korkeuteen nähden. Edellä mainitut asiat korjattiin ja niihin alettiin kiinnittää jatkossa suurempaa huomiota. Esimerkiksi korkinnostajan imukuppeja ja niihin kiinnitettyjä ilmaletkuja alettiin huoltaa entistä useammin.

Toisena yhtä suurena ongelmana voidaan pitää kuitenkin myös sitä, että linjastolla ei ollut yleisesti käytettävää toimintaohjetta ongelmatilanteiden varalle. Tämä tarkoitti yleensä sitä, että jos korkittaja ei toiminut optimaalisella tavalla ”sen kanssa vain elettiin” eikä tilannetta viitsitty korjata ennen kuin tilanne muuttui poikkeuksellisen pahaksi. Itse korkittajan toiminnan korjaaminen tapahtui pienten, yleensä korkittajan korkeuteen liittyvien säätöjen avulla. Kuitenkin säätöjen tekeminen kesken ajon tarkoittaa sitä, että mehunannosteluprosessi pitää keskeyttää hetkeksi ja välisäiliössä oleva mehu pitää viedä takaisin tuotesäiliöön. Tästä syystä prosessin keskeyttämiselle oli noussut korkea kynnyks.

Ratkaisuna edellä mainittuun ongelmaan esitin yleisten ohjeiden luomista ongelmatilanteiden varalle. Lisäksi on sovittava yhteiset toimintatavat, kun havaitaan korkittajasta aiheutuvaa hukkaa. Esimerkiksi kun havaitaan, että korkittaja ei toimi halutulla tavalla ja todetaan että ongelma ei johtunut satunnaisesta virheestä, linjasto pysäytetään Jidoka-ajattelutavan mukaan ja korjataan ongelman aiheuttaja. Kuitenkaan uuden ohjeen tekemistä ei sisällytetty opinnäytetyöhön sen laajuuden vuoksi.

5.4 Toiminnan järjeistäminen (Kaizen)

Veden lämmittäminen erillisessä 300 litran säiliössä osoittautui turhaksi ja aikaa vieväksi työvaiheeksi, kokeillessamme kuvassa 21. olevan tuotesäiliön höyryvaipan toimivuutta veden lämmittämiseen. Kävi ilmi, että höyryvaippa oli tarpeeksi tehokas lämmittämään veden tarpeeksi korkeaan lämpötilaan kohtuullisessa ajassa. Lisäksi pastööriin pesuihin käytettävän pesuveden pystyy lämmittämään hyvin pastöörissa.

Tulimme työnjohdon kanssa siihen tulokseen, että loppusiivousten yhteydessä tehtävä 15 minuutin kylmädesinfiointi on tarpeeksi tehokas steriloimaan pastöörin putkisto. Olin myös yhteydessä pesuainevalmistajan edustajan kanssa ja kysyin hänen mielipidettään kylmädesin kierrätyksestä. Edustajan mukaan aamuinen kierrätys ei luo lisäarvoa putkiston puhtaudelle. Näin ollen päätimme luopua joka aamuisesta kylmädesin kierrätyksestä. Muutoksen jälkeen aamu aloitetaan huuhtelemalla pastööri puhtaaksi kylmädesinfiointiaineesta, jonka aikana tuote valmistellaan tuotesäiliöön. Kun pastööri on huuhdeltu kylmädesistä, aletaan tuotetta heti lämmittää pumpaamalla sitä pastöörin läpi. Lisäksi tällä tavoin pääsimme eroon yhdestä turhasta työvaiheesta eli pastöörin putkien lämmittämisestä vedellä. Kävi myös ilmi, että ennen muutoksia tehty putkien ”esilämmitys” vedellä itseasiassa oli viilentänyt pastöörin putkia. Eli kun tuote pumpattiin vedellä lämmitettyyn pastööriin, sillä kesti noin 20-30 minuuttia lämmitä tavoitelämpötilaan. Nyt kun tuote pumpataan pastööriin, jossa ei ole kierrätetty lämmitysvettä, sillä kestää lämmitä tavoitelämpötilaan noin 5-10 minuuttia. Näin ollen pääsimme eroon yhdestä turhasta ja linjaston tehokkuuden kannalta haitallisesta työvaiheesta eroon.



Kuva 21. Höyryvaippa kiinnitettynä höyrynkehittimeen

Kolmas asia joka järjeistettiin, oli pesujen yhteydessä käytettävän huuhteluveden lämpötila. Tulimme siihen tulokseen, että jatkossa pastöörin ja tuotesäiliön emäspesun jälkeinen huuhtelu voidaan tehdä hanakuumalla vedellä. Näin säästetään paljon aikaa ja vaivaa loppupesuisissa.

Lisäksi tehtaaseen harkitaan tilattavan vedenvirtausmittari, jonka avulla kyetään mittaamaan tarkasti, kuinka paljon vettä esimerkiksi vesihanasta päästetään. Kyseisen vesimittarin ansiosta veden annostelu tuotteiden valmistuksen yhteydessä helpottuisi huomattomasti, sillä veden voi annostella suoraan tuotesäiliöön.

Yhtenä muutettavana asiana oli myös omenamehua pakattaessa, pakattavan tuotteen säilytyspaikka ennen pakkausprosessia. Omenamehu oli alun perin pidetty aina kylmiössä siihen asti, kunnes tuotetta alettiin pakata. Nyt kuitenkin käytännöksi otettiin mehun tuominen huoneenlämpöön jo edellisenä työpäivänä. Omenamehut säilytetään umpinaisissa muovipusseissa, jotka ovat puolestaan sinetöityjen terästyntyreiden sisällä. Mehut eivät siis ole huoneilman kanssa tekemisissä, joten tuotteen säilömisestä huoneenlämmössä ei koidu riskiä elintarviketurvallisuudelle.

Pastöörin ja tuotesäiliön yhteydessä tehtävien huuhteluiden yhtenäistäminen oli myös yksi asia, johon halusin kiinnittää huomiota. Ongelmana kuitenkin oli, että käytettävien pesuaineiden käyttöohjeissa ei ollut mainintaa esimerkiksi huuhteluihin käytettävästä ajasta tai vesimäärästä, jolla puhdistettavan kohteesta saataisiin varmasti huuhdeltua kaikki pesuaine pois. Näin ollen päätin kokeilla, kuinka nopeasti pesuaine huuhtoutuu pois mittaamalla huuhteluveden pH:ta ajan funktiona. Testi toteutettiin pastöörin huuhteluiden yhteydessä. Testinäytteet otettiin pesuvedestä, johon oli lisätty emäspesuaine. Lisäksi näytteet otettiin huuhteluvdestä, kun pastöörin huuhtelua oli tehty jatkuvatoimisesti 5 minuuttia ja 10 minuuttia pumpun ollessa täydellä teholla.

Taulukko 14. pH:n muutos huuhtelun aikana

	Pesuvesi	Huuhtelu 5 min	Huuhtelu 10 min	Referenssi (puhdas hanavesi)
pH	12,55	9,21	8,45	8,1

Kuten taulukosta 14. voidaan nähdä, huuhteluveden pH on laskenut lähes normaaliin lukemiin 10 minuutissa. Näin ollen huuhteluajaksi kyettiin määrittämään 10–15

minuuttia. On myös otettava huomioon, että huuhteluiden jälkeen pastööri ja tuotesäiliö viilennetään kylmällä vedellä, joka puolestaan lisää kohteiden läpi menevän huuhteluveden määrää. Lisäksi mitattiin, kuinka pitkä huuhtelu vaaditaan kylmädesin poistamiseksi pastöörin putkista. Pastöörin kylmädesin huuhteluiden yhteydessä mitattiin pH:n laskua kertakäyttöisten pH liuskojen avulla. pH oli laskenut normaalisti 10 minuutin huuhtelun jälkeen, joten huuhtelun pituudeksi kyettiin myös määrittämään 10–15 min.

5.5 Fyysiset parannukset linjastolla

Linjastolle tehtiin myös konkreettisia parannuksia työturvallisuuden, toiminnan tehostamisen ja työ mukavuuden parantamiseksi. Kuten kuvista 22–24. voidaan nähdä, parannuskohteet olivat tuotesäiliön pesuletku ja pastöörin ulostuloputki. Tuotesäiliön pesuletku vaihdettiin kiinteään metalliseen putkeen, joka on kestävämpi ja helppokäyttöisempi kuin ennen käytössä ollut irrallinen pesuletku. Toisena parannuskohteena oli pastöörin ulostuloputki. Putken päähän asennettiin kolmi-pääventtiili, jonka avulla pastööristä tuleva vesi voidaan ohjata viemäriin aina kun siihen on tarve. Tämä on erityisen käytännöllistä silloin kun tuote ajetaan pastööriin ja siellä valmiina oleva kiertovesi alkaa valua ulostuloputkesta ulos. Ulos tuleva vesi voidaan näin ollen johtaa viemäriin. Heti kun veden syrjäyttämää tuotetta alkaa valua putkesta, kyetään tuote ohjaamaan helposti tuotesäiliöön. Ennen muutosta pastööristä tuleva neste pystyttiin ohjaamaan ainoastaan yhteen paikkaan kerralla.



Kuva 22. Pastööri ja tuotesäiliö aluksi

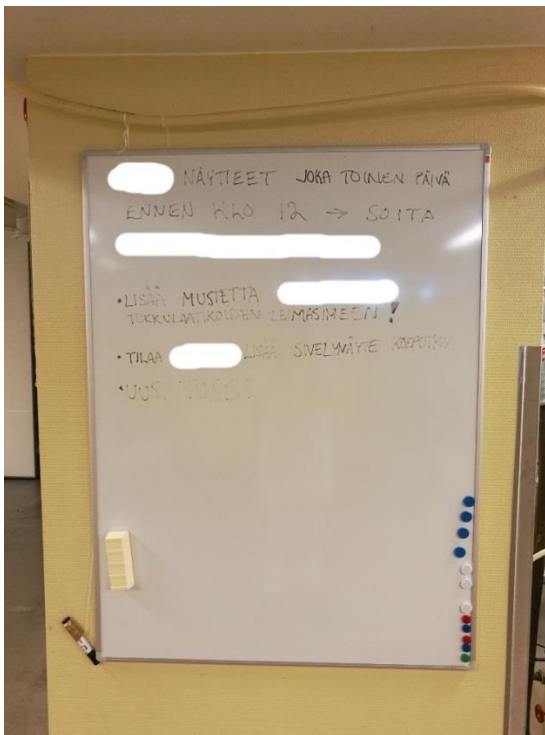


Kuva 23. Pastööri ja tuotesäiliö lopuksi



Kuva 24. Kolmipääventtiili

Linjastolle hankittiin kuvan 25. mukainen yrityksen sisäisen viestinnän parantamiseksi valkotaulu, johon tärkeitä asioita voidaan kirjoittaa ylös.



Kuva 25. Valkotaulu

6 MUUTOSTEN VAIKUTUS

6.1 Korkittajan huolto ja huolellinen säätäminen

Korkittajan huoltamisella ja säätötoimenpiteillä oli suuri vaikutus linjastolla tapahtuvan hukan määrään, kuten taulukosta 15. voidaan havainnoida. Lisäksi korkittajan huoltotoimenpiteillä oli vaikutus linjaston tehokkuuteen, kuten taulukosta 16. voidaan nähdä. Huollon jälkeen nesteannostelijan toimintavarmuuden paranemisen myötä, myyntiin kelpavaa tuotetta saatiin pakattua noin 500 g enemmän minuutissa, kuin huoltoa edeltävänä aikana.

Taulukko 15. Korkitus ennen ja jälkeen

Määrä (kg)	Tuote	Korkki huonosti kiinni/ei korkkia ollenkaan	Pulloja myyntiin	Hukkaprosentti
800	Appelsiini	102	2712	3,8 %
843	Appelsiini	329	3036	10,8 %
800	Herukka	231	2880	8,0 %
1200	Omena	750	4380	17,1 %
800	Mustikka	5	2904	0,2 %
600	Omena	4	2208	0,2 %
600	Omena	5	2208	0,2 %
784	Appelsiini	4	2832	0,1 %
800	Herukka	12	2976	0,4 %

Korkittajan huollon jälkeen mahdolliset epäonnistuneet korkitukset johtuvat pääasiassa siitä, että korkki saattaa jäädä kuvan 26. mukaisesti korkinsyöttäjään jumiin. Tämä johtui puolestaan siitä, että korkki oli yleensä hieman vioittunut.



Kuva 26. Korkki jumissa korkinsyöttäjässä (lavastettu tilanne)

Taulukko 16. Linjaston tehokkuus

Kilot / minuutti	Herukka	Omena	Appelsiini	Uusi tuote	Keskiarvo
Aluksi	2,8	2,9	2,8		2,8
Lopuksi	3,1	3,3	3,2	3,4	3,3

6.2 Toiminnan järjeistäminen

Valitettavasti aloitustöiden pituudet muutosten jälkeen, jouduttiin laskemaan ajan puutteen vuoksi erään uuden tuotteen ajon yhteydessä. Eli toisin sanottuna asetusajat ennen muutoksia ovat laskettu omena-, appelsiini- ja herukkamehujen asetusajojen keskiarvosta ja asetus aika muutosten jälkeen on pääasiallisesti laskettu uutuustuotteen ajossa kellotetuista tuloksista. Tilanne ei ole optimaalinen etenkin sen vuoksi, että uuden tuotteen valmistus oli huomattavasti monimutkaisempaa kuin esimerkiksi appelsiinimehun valmistus. Tästä syystä uuden tuotteen raaka-aineet

oli aina edellisen työpäivän aikana punnittu valmiiksi, jotta aikaa ei kuluisi liikaa punnitukseen. Mutta kuitenkin kaikesta huolimatta saaduista tuloksista saadaan hyvä käsitys siitä, millä lailla muutokset ovat vaikuttaneet aloitusaikaan.

Aloitustöiden yhteydessä tehtävien pastöörin valmistelutoimien kehittämisellä oli vaikutusta asetusajojen pituuteen, kuten taulukosta 17. voidaan nähdä. Etenkin kylmädesin kierrättämisen ja pastöörin putkien turhan esilämmityksen lopettamisella oli suuri vaikutus aloitusajan pituuteen.

Taulukko 17. Aloitusaika muutosten jälkeen

Aloitusaika (min)	Herukka	Omena	Appelsiini	Uusi tuote	Keskiarvo
Aluksi	109	129	129		122
Lopuksi	75	100	85	93	88

6.3 KNL-luku muutosten jälkeen

Seuraaville sivuille on laskettu KNL-luku muutosten jälkeen. Tulokset näkyvät taulukoissa 18–20.

Laatu

Taulukko 18. Laatu muutosten jälkeen

Yht. hylätyt tuotteet	Pulloja myyntiin	Laatu
118	2904	0,96
61	2208	0,97
97	2208	0,96
49	2832	0,98
59	2976	0,98

Keskiarvo aluksi:	0,87
Keskiarvo lopuksi:	0,97

Nopeus

Taulukko 19. Nopeus muutosten jälkeen

	Aluksi	Lopuksi
Omenamehu	0,75	0,94
Appelsiinimehu	0,8	0,92
Herukkamehu	0,76	0,92
Uusi tuote		0,93
Keskiarvo	0,77	0,93

Käytettävyys

Taulukko 20. Käytettävyys muutosten jälkeen

	Aluksi	Lopuksi
Omenamehu	0,8	0,95
Appelsiinimehu	0,81	1,06
Herukkamehu	0,86	1,09
Uusi tuote		1,03
Keskiarvo	0,82	1,03

Kuten taulukoista 18–20. voidaan nähdä, on muutoksilla selkeästi ollut vaikutus laatuun, nopeuteen ja käytettävyyteen.

KNL-luku

Taulukko 21. KNL-luku muutosten jälkeen

	Aluksi	Lopuksi
KNL-luku	0,55	0,93

KNL-luvuksi sain muutosten jälkeen 0,93 eli luku parani 0,38 yksikköä.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1 Yhteenveto

LEAN-kehitysprosessi oli erittäin onnistunut. Eri prosessien etenkin aloitustöiden uudelleenjärjestelyillä ja järkeistämällä oli suuri vaikutus, kuinka paljon esimerkiksi aikaa aamuisin kuluu erilaisiin asetusaikeisiin. Toisena isona positiivisena vaikuttajana LEAN-prosessissa pidän nesteannostelulinjan korkittajan huoltoa. Korkittajan toimiessa parhaalla mahdollisella tavalla ei aikaa kuluu korkittajasta johtuvan epäonnistuneen työn uudelleentekemiseen. Näin myös omavalvontaan keskittyminen ja työntekijöiden työssä viihtyminen paranivat huomattavasti.

Hukkatyötä vähensivät myös 5S-menetelmän soveltaminen Yritys Oy:n varastoissa ja tehtaassa. Työntekijöiden ei enää tarvitse tuhlata aikaa koneen osien, materiaalien ja työkalujen etsimiseen työpäivän aikana. Varastojen paremman järjestyksen ansiosta varastonhallinta on helpompaa, joka myös puolestaan tehostaa ajan käyttöä yrityksessä. Lisäksi työtilat ja varastot ovat ja sekä näyttävät siistimmiltä mikä on aina myönteistä, kun on kyse yrityksestä, jossa käy säännöllisesti yritysvieraita seuraamassa tehtaan toimintaa.

Fyysiset parannukset nesteannostelulinjalla olivat myös eduksi tehtaan toiminnalle. Pienikin muutos linjastolla, kuten esimerkiksi kolmipääventtiin asennus lisäsi työturvallisuutta ja työn ergonomisuutta huomattavasti. Lisäksi työpäivän loppuun tehtävien pesujen helpottamisella ja järkeistämällä oli vaikutus niihin käytettyyn aikaan. Vaikka datan puutteen vuoksi ei voida olla valitettavasti täysin varmoja, kuinka paljon pesuihin kulutettava aika muuttui muutosten jälkeen. Tästä huolimatta voidaan sanoa täydellä varmuudella, että lopetustöiden suorittaminen helpottui huomattavasti.

7.2 Kehitysprojektiehdotukset

LEAN-ajattelutavan keskiössä olevan alinomaisen kehitystoiminnan hengessä kirjoitettiin vielä opinnäytetyön loppuun, LEAN-projektin jälkeen mahdollisesti toteutettavia kehitysideoita.

Ensimmäisenä myöhemmin parannettavana asiana on nesteannostelulinjan työohjeen selkeyttäminen ja päivittäminen. Jo ennen LEAN-projektia ja etenkin sen jälkeen linjastolla on tehty paljon muutoksia, jonka vuoksi nykyinen työohje on vanhentunut auttamattomasti. Lisäksi päivitettyyn työohjeeseen tulisi sisällyttää päivitetty ohjelista ongelmatilanteiden varalle. Päivitetyn työohjeen olemassaolo olisi erityisen tärkeää, sillä linjastolla tehtävät asetustoiminnot ja itse nesteannostelulinjan käyttö ovat suhteellisen monimutkaisia etenkin uusille työntekijöille. Työohje tukisi myös hyvin uusien työntekijöiden perehdytystä linjaston käyttöön.

Lisäksi nesteannostelilaitteelle tulisi tehdä TPM:n kunnossapitosuunnitelma. Suunnitelmaan kirjattaisiin siis laitteelle tehtävät säännölliset huoltotoimenpiteet ja tarkistukset. Näin voitaisiin lisätä koneen käyttöikää, parantaa laitteen toimivuutta ja vähentää hukkaa.

Nesteannostelijaa tulisi fyysisesti muuttaa myös siten, että ajon alkuun tehtävien asetustöiden helpottamiseksi työntekijät kykenisivät poistamaan vajaat ja liian matalan lämpötilaan omaavat tuotteet pois linjastolta ennen kuin ne siirtyvät korkittajalle. Tämän voisi esimerkiksi toteuttaa tekemällä linjaston suojalasiin reiän, josta pullot voisi napata pois. Toisena fyysisenä muutosehdotuksena linjastolla on, pinta-anturin asentaminen välisäiliöön.

Yhtenä kehitysehdotuksena on nesteannostelulinjalla olevan pastöörin lämmönvaihtimen eristys. Nykyisellään tehtaassa katossa sijaitseva lämmönvaihdin ei ole millään lailla eristetty, tämä puolestaan huonontaa osaltaan pastöörin omaa hyötysuhdetta. Eristysten asentamisella voitaisiin vähentää syntyvää hukkalämpöä ja näin parantaa pastöörin hyötysuhdetta sekä parantaa elintarviketehtaan viihtyvyyttä.

Pastöörin ja tuotesäiliön pesujen kehitys entistäkin tehokkaammaksi. Nykyisellään pesut tehdään kummallekin kohteelle erikseen, kahdella eri pumpulla. Jatkossa voisi tutkia mahdollisuutta, jossa pastööri ja tuotesäiliö pestäisiin, huuhdeltaisiin ja viilennettäisiin samalla pumpulla saman aikaisesti. Pesuvesi ja emäs siis annosteltaisiin tuotesäiliöön, josta se pumpattaisiin pastöörin kautta takaisin tuotesäiliöön. Kyseinen menetelmä ei kuitenkaan välttämättä olisi linjaston puhtaanapidon kannalta parhain mahdollinen. Tässä syystä asiaa tulisi tutkia jatkossa, vaikka erillisen Kaizen tapahtuman yhteydessä.

Lopuksi yhtenä tärkeimpänä kehitysehdotukseni on säännöllisten kehityspalaverien käyttöönotto. Palavereissa tehtaan työntekijät ja työnjohto voisivat keskustella tehtaan asioista ja mahdollisista kehitysehdotuksista. Tällä tavoin pystytään varmistamaan, että yritys pysyy jatkuvan kehittämisen tiellä.

LÄHTEET

- Baudin, M. Working with Machines: The nuts and bolts of Lean operations with Jidoka. 2007. New York: Productivity Press. [Kirjan esikatseluversio]. Sivun 1. [Viitattu 7.1.2017]. Saatavana: https://books.google.fi/books?hl=fi&lr=&id=wYy-JoS3Cex4C&oi=fnd&pg=PA1&dq=jidoka&ots=WfY5iLGTIT&sig=ymjGs47Li8Ncnr_OVgdhUw_1Olk&redir_esc=y#v=onepage&q=jidoka&f=false
- Black, J. & Hunter, S. L. 2003. Lean manufacturing systems and cell design. Dearborn: Society of manufacturing engineers.
- Carreira, B. & Trudell, B. 2006. Lean Six sigma that works: A powerful action plan for dramatically improving quality, increasing speed, and reducing waste. New York: Amacon.
- Dora, M & Gellynck, X. 2015. House of lean for food processing SMEs. Trends in food science & technology. 44 (2). 272–281.
- Eaton, M. The Lean practitioner's handbook. 2013. India: Replika Press Pvt Ltd.
- Enaghani, M., Arashpour, M. & Karimi, M. 2009. The relationship between Lean and TPM. [Verkkojulkaisu]. University of Borås. Opinnäytetyö. [Viitattu 19.4.2017]. Saatavana: <http://bada.hb.se/bitstream/2320/5630/1/Arashpour,%20Enaghani,Karimi.pdf>
- Gulati, R. 2013. Maintenance and reliability best practices. Second edition. New York: Industrial Press, Inc.
- Hansen, R. 2001. Overall equipment effectiveness: A powerful production / maintenance tool for increased profits. New York: Industrial Press Inc.
- Jones, K. 1999. OEE for operators: overall equipment effectiveness. Portland: Productivity.
- Kaizen for the Shopfloor. 2002. New York: Malloy Lithographing, Inc.
- Lean-filosofian 7+1 tuottamatonta toimintoa. 2016. [Blogikirjoitus]. Arrow Engineering. [Viitattu 6.2.2017]. Saatavana: <http://blogi.arroweng.fi/lean-filosofian-71-tuottamatonta-toimintoa>
- LEAN-ajattelu. Logistiikan maailma. [Verkkosivu]. [Viitattu 3.1.2017]. Saatavana: <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Lean-ajattelu>

- Mascitelli, R. 2002. Building a project-driven enterprise: How to slash waste and boost profits through lean project management. Northridge: Technology perspectives.
- McCrystal, C. The first six bricks to lay in the house of Lean. [Verkkootikkeli] LeanCor. [Viitattu 7.1.2017]. Saatavana: <http://blog.leancor.com/the-first-six-bricks-to-lay-in-the-house-of-lean>
- Meisel, R., Babb, S., Marsh, S. & Schilichting. 2007. Executive guide to understanding and implementing Lean Six sigma - The financial impact. Wisconsin: ASQ Quality Press.
- Miksi OEE/KNL –tunnuslukua on tärkeää seurata? Arrow. [Verkkosivu]. [Viitattu 6.1.2017]. Saatavana: <http://www.arroweng.fi/fi/ratkaisut/machine-track-tuotantotehokkuus-kasvuun-lean-tuotannolla/oe-knl-kokonaistehokkuuden-mittaaminen/>
- Modig, N. & Åhlström, P. 2013. Tätä on Lean: Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. 2.p. Suomentaja Maarit Tillman. Halmstad: Rheologica Publishing.
- Munro, R., Ramu, G. & Zrymiak, D. J. 2015. The certified Six sigma green belt handbook. 2. edition. Wisconsin: ASQ Quality Press.
- Nord, C., Pettersson, B. & Johansson, B. 1998. TPM - Total productive maintenance med erfarenhet från Volvo. Upplaga 2. Göteborg: Institutet för Verkstadsteknik Forskning och Volvo.
- Pasteurization. IDFA: International dairy foods association. [Verkkosivu]. [Viitattu 9.1.2017]. Saatavana: <http://www.idfa.org/news-views/media-kits/milk/pasteurization>
- Silva, A., Medeiros, F. & Viera, R. 2017. Cleaner production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company. Journal of Cleaner Production. 150. 324–338
- Smith, R. & Hawkins, B. 2004. Lean maintenance. Burlington: Butterworth-Heinemann publications.
- Terry, A. & Smith, S. 2011. Build Lean: Transforming construction using Lean thinking. London: Ciria.
- Tuominen, K. 2010. Tehoa ja laatua siisteyden ja järjestyksen kehittämiseen: 5S. Jyväskylä: WS Bookwell Oy.
- Venkatesh, J. 2007. An introduction to total productive maintenance (TPM). [Verkkootikkeli]. [Viitattu 5.1.2017]. Saatavana: http://www.plant-maintenance.com/articles/tpm_intro.pdf

Womack, J., Jones, D. & Roos, D. 1990. The machine that changed the world. New York: Macmillan Publishing Company.

Väisänen, J. 15.01.2013. Viiden ässän kehitystyökalu. [Verkkosivu]. [Viitattu 4.1.2017]. Saatavana: <http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/viiden-assaen-kehitystyoevalu/>

LIITTEET

Liite 1. Tehdaskoe lomake

LIITE 1. Tehdaskoe lomake

Tehdaskoe:

Aika:

Työvaihe / työntekijöiden määrä	Aika (min / h)
Esivalmistelut /	
Pakkaaminen /	
Loppupesut /	
Yht.	
Virtausnopeus	
Seisakkiajat	Aika (min)
Tuote loppunut välisäiliöstä	
Tuote liian kylmää	
Muut ongelmat	
Yht.	

Uudelleen korkittavien pullojen lukumäärä:

Syy	Pullojen määrä
Korkkia ei ollenkaan	
Muu syy	
Yht.	

Pois kaadettavien pullojen lukumäärä:

Syy	Pullojen määrä
Tuotteen lämpötila liian matala	
Korkki huonosti kiinni	
Epäonnistunut etiketitys	
Pullo vajaa	
Yht. pullojen määrä	

Ennen ajopäivää tehdyt valmistelut:

Esivalmistelut:

Tuote / tuotteen määrä (kg):

Ajo:

Loppupesut:

Lämpötilat pakkausprosessin eri vaiheissa:

T:n ottoaika	T (C)
Pastööri	
Välisäiliö	
Annostelupiste	
Karusellin jälkeinen	