

Tuotantolinjojen tehokkuus, taustalla vaikuttavat tekijät ja kehitysmahdollisuudet

LAHDEN
AMMATTIKORKEAKOULU
Tekniikan ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Tuotantopainotteinen mekatroniikka
Opinnäytetyö
Kevät 2017
Riku Eerola

Lahden ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka

EEROLA, RIKU:

Tuotantolinjojen tehokkuus, taustalla
vaikuttavat tekijät ja
kehitysmahdollisuudet

Tuotantopainotteisen mekatroniikan opinnäytetyö, 42 sivua, 8 liitesivua

Kevät 2017

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyö käsittelee tuotantolinjojen tehokkuutta sekä tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä suuressa elintarviketeollisuuden yrityksessä. Tutkimuksen tavoitteena oli löytää osatekijöitä, jotka vaikuttavat tuotantolinjojen tehokkuuteen. Lisäksi etsittiin tapoja, joilla tekijöitä voidaan mitata. Tutkimuksesta saadun tiedon pohjalta yritykselle esitettiin kehitysideoita, joilla tuotantoa saataisiin tehokkaammaksi. Työ tehtiin case-yritykselle syksyn 2016 aikana. Case-yritys on salainen.

Tutkimus suoritettiin case-tutkimuksena, joka on sekoitus laadullista eli kvalitatiivista tutkimusta sekä määrällistä eli kvantitatiivista tutkimusta. Tutkimus rajattiin käsittelemään tuotantolaitoksen tuotteenvalmistuksen kolmea eri tuotantolinjaa. Lisäksi se rajattiin käsittelemään linjojen ajoaikaista tehokkuutta.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään tuotantoon liittyviä käsitteitä, kuten tuotanto, valmistus, tuotantoprosessi, sarjatuotanto sekä layout. Lisäksi osuudessa esitellään tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä sekä tiedonhankinnan menetelmiä, joiden avulla tehokkuutta voidaan mitata ja tutkia.

Empiriaosuudessa käytetään tiedonhankinnan menetelmiä case-yrityksessä. Case-yrityksen atk-seurantajärjestelmästä ja käytännön mittauksilla saatujen tietojen avulla suoritettiin laskelmia, joilla esitettiin tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä. Tiedonhankintaan käytettiin myös havainnointia sekä avoimia haastatteluja.

Tutkimuksen pohjalta onnistuttiin esittämään tehokkuuteen vaikuttavia kehitysideoita case-yritykselle. Kehitysideoita keksiessä haastavaa oli tehokkuuteen vaikuttavien tekijöiden laajuus.

Asiasanat: tehokkuus, sarjatuotanto

Lahti University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

EEROLA, RIKU:

The efficiency of production lines,
contributing factors and improvement
possibilities

Bachelor's Thesis in Mechatronics, 42 pages, 8 pages of appendices

Spring 2017

ABSTRACT

This thesis deals with the efficiency of production lines, as well as the factors affecting the efficiency. The study was done for a large food processing company. The aim of the study was to find factors that affect the efficiency of production lines and examine how to measure these factors. Based on the information gained from the study, developing ideas were presented to the company to make the production more efficient. The work was done for the case company in the autumn of 2016.

The study was conducted as a case study, which is a mix of qualitative research and quantitative research. The study was limited to three production lines.

The theoretical section deals with the concepts of production, such as production, manufacture, production process, serial production and layout. The factors that affect efficiency and data acquisition methods for measuring effectiveness are also presented.

In the empirical part, data acquisition methods were used in the case company. Based on the study, some developing ideas were presented to the case company.

Key words: efficiency, mass production

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
1.1	Opinnäytetyön tausta	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimusongelmat	2
1.3	Tutkimuksen rajausta ja tutkimusote	3
1.4	Tutkimuksen rakenne	3
2	TUOTANTOLINJAN TEHOKKUUS	5
2.1	Tuotanto ja valmistus	5
2.1.1	Tuotantoprosessi	6
2.1.2	Sarjatuotanto	7
2.1.3	Layout	7
2.2	Tehokkuus ja tuottavuus	9
2.3	Häiriöt	10
2.4	Henkilöstö ja työmenetelmät	12
3	TIEDONHANKINNAN MENETELMÄT	15
3.1	Ajankäyttötutkimus	15
3.2	Tietokantatutkimus	16
3.3	KNL	16
3.4	KNL-luvun laskenta	18
3.5	Havainnointi ja avoin haastattelu	19
4	TUOTANTOLINJOJEN TEHOKKUUDEN KEHITTÄMINEN CASE-YRITYKSESSÄ	21
4.1	Yrityksessä käytössä olevat järjestelmät	22
4.1.1	Ajoerän tehokkuus	22
4.1.2	Tuotannon häiriöt ja niiden rekisteröinti	23
4.2	Suoritettavat mittaukset	26
4.2.1	Ajankäyttötutkimus	26
4.2.2	Avoimet haastattelut ja havainnointi	29
4.3	KNL- laskenta	31
4.4	Toiminnalliset kehitysmahdollisuudet	35
4.5	Teknilliset kehitysmahdollisuudet	36
5	YHTEENVETO	38
	LÄHTEET	40

1 JOHDANTO

Yrityksen tuotantoprosessin toimintavarmuus ja tuottavuus riippuvat tuotantoprosessin teknisen järjestelyn lisäksi siitä, millaisilla työmenetelmillä prosessia ja sen osatehtäviä toteutetaan. Tehokkuus tarkoittaa sekä resurssien kohdentamista olennaiseen tekemiseen että niiden korkeaa käyttöastetta. Hyvin suunnitellut, tarkoitukseen soveltuvat ja tehokkaat työmenetelmät varmistavat, että tuote voidaan valmistaa edullisesti, laadukkaasti ja nopeasti. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2016, 165.)

1.1 Opinnäytetyön tausta

Työ tehdään suuressa elintarviketeollisuuden yrityksessä. Yritys työllistää useita satoja ihmisiä, sekä välilillisesti se työllistää useita tuhansia henkilöitä. Itse olen toiminut laitoksen työntekijänä sesonkiaikoina kahden vuoden ajan. Tuotannossa olen toiminut neljän kuukauden jakson kunnossapidon tehtävissä yhdellä tuotantolaitoksen tuotantolinjalla, joten omaan kohtalaiseen käsitykseen siitä, mihin kiinnittää huomiota tutkimuksen edetessä. Aikaisempi kokemus yrityksessä mahdollisti myös opinnäytetyön tekemisen tutussa ympäristössä. Case-yritys on salainen.

Suomessa elintarviketeollisuuden yritykset työllistävät yhteensä 38 000 henkilöä 1 700 toimipaikassa. Suomalainen elintarviketeollisuus käyttää paljon kotimaisia raaka-aineita. Suomessa valmistettujen elintarvikkeiden kotimaisuusaste on 82 prosenttia. (Elintarviketeollisuusliitto 2016.)

Suomesta viedään ulkomaille erityisesti alkoholia, meijerituotteita ja viljaa. Alalla on tärkeää hakea kasvumahdollisuuksia myös ulkomailta, koska Suomessa markkinat ovat kohtuullisen pienet. Vuoteen 2020 mennessä Suomalaisella elintarviketeollisuudella on tavoitteena tuplata niiden vienti ulkomaille. Nykyisin ruokia ja juomia viedään 1,5 miljardilla eurolla ja tuodaan 4,5 miljardilla eurolla. (Elintarviketeollisuusliitto 2016.)

Kuluneen vuosisadan merkittävin teollisen tuotannon tehokkuuteen ja tuottavuuteen vaikuttanut trendi on ollut teollinen automaatio, jolla on suuri

merkitys sekä tuotannollisen työn suunnittelussa, että toteutuksessa. (Martinsuo ym. 2016, 359.)

Tuotantolaitos, jossa tutkimus toteutetaan, toimii kolmessa vuorossa. Laitoksessa on useita tuotantolinjoja, joissa hyödynnetään vahvasti nykYTEKNIikka sekä teollista automaatiota. Case-yrityksessä, tuotanto on sarjatuotantoa. Korkean automaation ansiosta valmistusmäärät ovat suuria sekä työvoiman tarve on pienentynyt. Haittapuolia korkeassa automaatiossa on suuret alkukustannukset sekä suuri riippuvuus kunnossapidosta.

Modernit tuotantolaitokset kehittyvät jatkuvasti, ja niissä tarvitaan koko ajan uusia innovaatioita. Alalla kilpailu on kovaa ja jatkuva kehittäminen niin laajasta näkökulmasta, kuin myös arjen tekemisessä on eLINEHTO menestyvälle yritykselle. Tuotannon tehokkuuden tutkiminen on yksi tärkeistä tekijöistä, joita voidaan lähteä kehittämään kilpailukyvyn parantamiseksi.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimusongelmat

Tutkimuksessa on aina tutkimusongelma, joka ratkaistaan erilaisilla tutkimusmenetelmillä. Tutkimusongelmia voi olla useampia kuin vain yksi. Tutkimusongelmana voi olla kehittäminen tai muutoksen aikaansaaminen. Syy siihen, miksi tutkimuksia suoritetaan, on halu saada ymmärrystä ilmiöstä tai halu saada aikaan muutosta parempaa. Tutkimuksen avulla tuotetaan tietoa päätöksentekoa varten. (Kananen 2013, 22.)

Pääongelmat, joihin tutkimuksella haetaan vastausta:

- Mitkä osatekijät vaikuttavat tuotantolinjojen tehokkuuteen?
- Miten tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä voidaan mitata?
- Mitä kehitysideoita voidaan tutkimuksen perusteella ehdottaa?

1.3 Tutkimuksen rajaus ja tutkimusote

Case-tutkimuksessa (tapaustutkimus) tuotetaan ongelmaan ratkaisu, mutta tutkija ei ryhdy käytännön työhön ongelman poistamiseksi. Työ jää siihen, että ratkaisu esitetään. (Kananen 2013, 15.) Tämä tutkimus suoritetaan case-tutkimuksena.

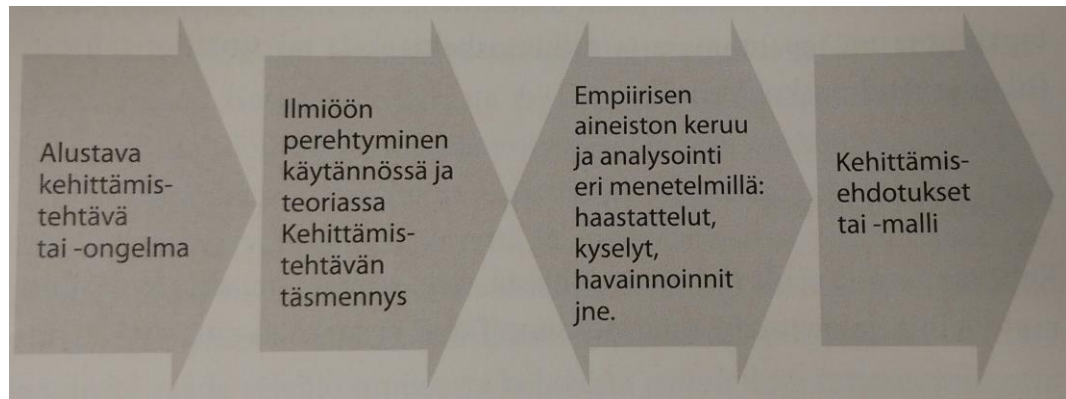
Laajaa ongelman lähestymistapaa kutsutaan tutkimusotteeksi tai lähestymistavaksi. Tutkimusote on eräänlainen tieteen filosofinen sateenvarjo, joka pitää sisällään kullekin otteelle tyypilliset tiedonkeruun, analysoinnin ja tulkinnan menetelmät. (Kananen 2013, 22.)

Perusjaottelu lähestymistavoissa on kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus sekä kvantitatiivinen eli määrällinen tutkimus. Case-tutkimus on usein sekoitus laadullista ja määrällistä tutkimusta. (Kananen 2013, 23.)

Työssä lähdetään tutkimaan tuotantolaitoksen tuotteenvalmistuksen kolmea tuotantolinjaa. Tuotantolinjat 1 ja 2 ovat samaa tuoteperhettä. Linjoilla tehtävä tutkimus rajataan ajonaikaisen tehokkuuden tutkimiseen. Ajoaika tarkoittaa aikaa alkaen siitä, kun ensimmäinen täysi lava valmistettavia tuotteita on valmis ja lähtee kuljetukseen ja loppuen siihen, kun viimeinen lava tuotteita lähtee kuljetukseen. Yhtä tällaista kokonaisuutta kutsutaan ajoeräksi.

1.4 Tutkimuksen rakenne

Kuviossa 1 havainnollistetaan case-tutkimuksen tavanomainen rakenne. Tapaustutkimukselle tyypillistä on, että käytetään monenlaisia menetelmiä. Näin saadaan syvälinen, monipuolinen ja kokonaisvaltainen kuva tutkittavasta ilmiöstä. Aineistoa kerätään yleensä luonnollisista tilanteista, esimerkiksi tilanteita havainnoimalla tai analysoimalla kirjallisia lähteitä ja yrityksen erilaisia raportteja sekä suorittamalla erilaisia haastatteluja. (Ojasalo ym. 2014, 55.)



KUVIO 1. Case-tutkimuksen vaiheet (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2014, 54)

Työ koostuu viidestä luvusta. Ensimmäinen luku on johdanto, jossa esitellään tutkimuksen taustaa, tavoitteita sekä tutkimusongelmia. Toisessa luvussa keskitytään teoretietoon tuotannon tehokkuudesta. Luvussa esitellään millä kaikella on vaikutusta tuotannon tehokkuuteen kirjallisista lähteistä kootulla aineistolla. Luvussa kolme esitellään erilaisia tiedonhankinnan menetelmiä, joita käytetään tehokkuuden mittaamiseen. Menetelmistä kerrotaan teoretietoa ja menetelmiä tullaan käyttämään tutkimuksen edetessä. Empiirisen tiedonhankintaa kuvataan tutkimuksen neljännessä luvussa. Tiedonkeruuseen käytetään apuna aikaisemmissa luvuissa esiteltyjä teorioita sekä tiedonhankinnan menetelmiä. Tietoa kerätään case-yrityksestä oikeista tilanteista sekä tilastoista. Empiirisin tiedon perusteella esitellään yritykselle kehitysideoita tuotannon tehostamiseksi. Kehitysideat jaetaan toiminnallisiin ja teknisiin ideoihin. Työn päättää luku viisi, joka on yhteenveto.

2 TUOTANTOLINJAN TEHOKKUUS

Teoria on yksinkertaistus reaali maailmasta eli empiriasta (käytännöstä). Teorian kirjoittamisessa ja kuvaamisessa voidaan käyttää apuna käsitteitä, joiden avulla määritellään ilmiöön vaikuttavat tekijät sekä niiden riippuvuus- ja vaikutussuhteet. (Kananen 2013, 45.)

Tieteellisessä tutkimuksessa ilmiötä tai menetelmää selittämään tarvitaan aina teorioita. Tieteellisessä tutkimuksessa on aina teoriaosuus, jota kutsutaan teoreettiseksi viitekehykseksi. Case-tutkimuksessa on kaksi pääosaa, jotka ovat teoreettinen ja empiirinen osa. (Kananen 2013, 45.)

Tutkimuksen keskeinen osa on tutkimuskirjallisuuteen tutustuminen. Tutkimuksessa teoria on tärkeä väline kehittämiskohteen ja ratkaisujen taustojen ymmärtämisessä. Tiedonhankinnassa tarvitaan kuitenkin kriittisyyttä ja informaation lukutaitoa. (Ojasalo, Moilanen, Ritalahti 2014, 30–31.)

Tässä luvussa esitellään teoreettista tietoa tutkimusaiheesta. Tietoa on kerätty laajasta määrästä kirjallisia lähteitä.

2.1 Tuotanto ja valmistus

Tuotteita valmistavat yritykset tarvitsevat toimintoja, joilla raaka-ainetta muokataan ja työstetään niin, että saadaan aikaiseksi asiakkaille hyötyä tuottavia ratkaisuja. Tuotanto terminä viittaa yrityksen kaikkiin toimintoihin, joita tarvitaan tuotteiden aikaansaamiseen. Valmistus taas on vain yksi tuotannon osa, joka rajautuu materiaalin olomuotoa muuttaviin tehtäviin. (Martinsuo ym. 2016, 134.)

Tuotanto (production) tarkoittaa työtä, jossa raaka-ainetta (ts. materiaalia tai komponentteja) ja informaatiota muokataan tai jalostetaan arvoa lisäävässä prosessissa asiakkaille tarjottaviksi tuotteiksi ja palveluiksi (Martinsuo ym. 2016, 134).

Tuotantojärjestelmällä tarkoitetaan teknisen välineistön ja ihmisten muodostamaa kokonaisuutta, jonka tehtävänä on tuottaa kussakin tapauksessa tuotanto-ohjelman mukaisesti tuotteita, kyseiseen tarpeeseen

hankituista raaka-aineista ja puolivalmisteista. Tuotantojärjestelmän toiminta vaatii materiaalivirtausten järjestämistä sekä hallinnollisen informaatiojärjestelmän muodostamista. (Ojanen 2008c, 9.)

Valmistus (manufacturing) tarkoittaa niitä tehtäviä, joilla yritys muuttaa materiaalien muotoa tai olotilaa ja lisää niihin arvoa esimerkiksi materiaaleja yhdistämällä tai toisistaan irrottamalla (Martinsuo ym. 2016, 135).

Valmistus on tuotannon osa, jossa yritys muuttaa materiaaleja työn ja koneiden avulla tuotteiksi. Tuoterakenne on valmistuksen lähtötietona. Tuoterakenteessa kuvataan visuaalisesti tai hierarkkisesti tuotteen valmistamiseksi tarvittavat osat lukumäärineen. Mahdolliset suoritusparametrit tulee näkyä myös tuoterakenteessa.

Tuotannosuunnittelussa lasketaan tuotantoerän vaatima materiaalarve ja lopulta myös sen kustannukset, tuoterakenteen sisältämän tiedon pohjalta. Tuoterakenteiden pohjalta pyritään myös vakioimaan tuotantoa sekä ne tekevät myös mahdolliseksi komponenttien erilaisen yhdistelyn ja tuotteiden vakioinnin. Eräs keino tuotannon tehostamiseen ja kokonaiskustannusten alentamiseen on samojen materiaalien ja komponenttien käyttö eri tuotteissa. (Martinsuo ym. 2016, 135.)

2.1.1 Tuotantoprosessi

Tuotantoprosessissa on kysymys siitä, miten tuotannon resurssit (valmistusprosessit, laitteet, työryhmät ja työntekijät) järjestetään, jotta ne toteuttavat asiakasarvoa ja yrityksen tavoitteita. (Martinsuo ym. 2016, 154)

Tuotantoprosessi (production process) tarkoittaa tuotteiden (ja palvelujen) toteuttamiseen liittyvää materiaali- ja tietovirtaa, jolla yritys tuottaa asiakkaalle toimitettavan arvon (Martinsuo ym. 2016, 154).

Yrityksillä on aina tavoitteellinen kapasiteettitaso, joka pyritään saavuttamaan. Tämän tason saavuttaminen edellyttää yritykseltä investointeja koneisiin ja laitteisiin sekä suunnittelua valmistusmenetelmien ja prosessien osalta. Tuotantoprosessissa koneet ja laitteet sekä valmistustavat ja materiaalivirrat tulee järjestää niin, että ne

toteuttavat parhaalla mahdollisella tavalla tuotannolle asetettuja tavoitteita. Tavaratuotannon prosessit edellyttävät pääosin kiinteää sekä vaikeasti liikuteltavissa olevaa laitekantaa, joten tuotantoprosessi tulee järjestää suuria sekä toistuvia materiaalivirtoja varten. (Martinsuo ym. 2016, 155.)

2.1.2 Sarjatuotanto

Tuotannon eräkoot ja toistuvuus vaikuttavat tuotannon jatkuvuuteen. Sarjatuotannossa sarjoja valmistetaan tietty erä eli sarja kerrallaan, ja eri tuotteiden sarjoja valmistetaan peräkkäin tuotantosuunnitelman mukaisesti. Sarjatuotannossa samaa tuotantojärjestelmää käytetään useiden tuotteiden valmistamiseen. Tuotantolinjan varaaminen ainoastaan yhdelle tuotteelle ei ole mahdollista, koska yhden tuotteen valmistusmäärät ovat kohtuullisen pienet verrattuna koko tuotantolinjan valmistusmäärään. Huonoa tässä järjestelmässä on se, että siirtyminen tuotteesta toiseen vaatii usein tuotantojärjestelmän koneiden vaihtotyötä ja säätöä. Näistä syntyvää aikaa kutsutaan asetusajaksi. Asetusaika halutaan minimoida. Eräkokoja määrittäessä tulee kuitenkin ottaa huomioon tilausennuste sekä varastot. Tuottavuuden nousu perustuu asetusajojen vähenemiseen, varastojen optimointiin sekä toistosta oppimiseen. (Martinsuo ym. 2016, 137 - 138.)

Teollisen tuotannon etujen saavuttamiseksi halutaan valmistussarjojen koot mahdollisimman suuriksi, koska silloin tuotantotekniikkaa pystytään parhaiten tehostamaan, mikä nykyään tehdään pääasiassa automaation avulla (Wikipedia 2016). Linjassa olevien työpisteiden asetusajojen lyhetessä voidaan linjassa valmistaa kuitenkin jopa suhteellisen pieniä sarjoja. (Ojanen 2008a, 48.)

2.1.3 Layout

Tuotannon layoutilla tarkoitetaan sitä, miten tuotantotila on järjestetty. Tähän liittyy se, kuinka laitteet, työpisteet, kulkureitit, varastot sekä muut valmistusprosessiin tarvittavat asiat on tehtaaseen sijoitettu. Tuotannon layoutiin sitoutuu aikaa, työtä ja rahaa ja sen muuttaminen on usein

haastavaa. Tuotannon sujuvuuden ja tehokkuuden kannalta layoutilla on kuitenkin suuri merkitys. (Logistiikan maailma.)

Tuotantolinja-layout on parhaimmillaan, kun tuotetaan suuria määriä saman tyyppisiä tuotteita (Martinsuo ym. 2016, 155). Linjavalmistusta on sen tehokkuuden ja pienen tilantarpeen (kuljetukset, välivarastot) vuoksi käytetty suurten sarjojen valmistuksessa (Ojanen 2008a, 48).

Ojasen (2008c, 48–49) mukaan linjavalmistuksessa koneet ja työpaikat sijoitetaan peräkkäin tietyn tuotteen tai työvaiheiltaan samankaltaisten tuotteiden työvaihejärjestyksen mukaisesti. Koneiden kapasiteetti ja työvaiheiden kestoajat suunnitellaan mahdollisimman tarkoin yhtä pitkiksi.

Linjavalmistukselle luonteenomaista on, että tuote valmistuu kulkiessaan linjan vaiheiden läpi ilman keskeytyksiä ja läpäisy nopeus on suuri sekä välivarastoja ei esiinny lainkaan. Linjalla tuote kulkee usein automaation avulla tuotantolinjoja pitkin. Järjestelmä on kuitenkin suhteellisen häiriöaltis. (Ojanen 2008a, 48.)

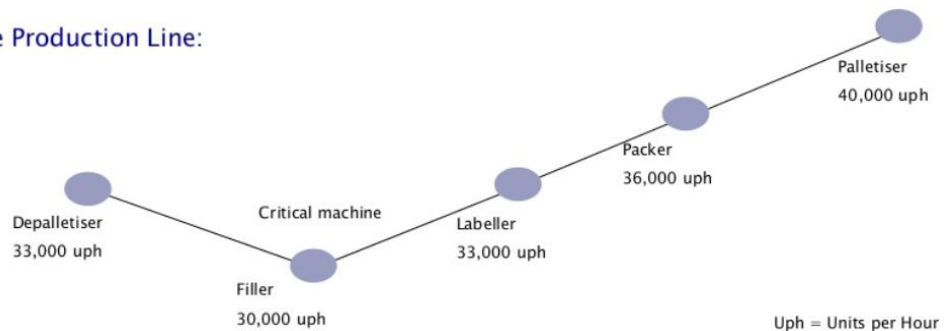
Linjakokoonpano voi olla jaettu vaiheisiin tai järjestetty siten, että henkilöstö toimii ryhmänä ja vastaa tuoteyksikön kokoonpanosta ja laadusta alusta loppuun. Äärimmillen vietyinä linjakokoonpano on ainoastaan liukuhihnatyötä. Liukuhihnatyö soveltuu suurien erien valmistukseen ja joukkotuotantoon. (Ojanen 2008a, 48.)

Linjavalmistus voi olla tuote- tai tuoteperhepohjainen. Linja pyritään tasapainottamaan siten, että kovin suuria kuormituseroja ei muodostuisi. Aina silti jää kapasiteetin ylijäämä, jota kutsutaan linjan tasapainohävikiksi. Linjalla työskentelevien henkilöiden monitaitoisuus ja oma-aloitteisuus auttavat usein linjan tasapainottamiseen. (Ojanen 2008b, 166.)

Tuotantolinjassa koneet tulisi sijoittaa, niin että ne muodostavat V-muotoisen käyrän (Kuvio 2). Kuvioista 2 nähdään, että ”critical machine”; joka on kuviossa Filler, omaa huonoimman tuotantonopeuden. Fillerin ympärillä olevat koneet ovat tuotantonopeudeltaan parempia, joten niiden

kapasiteettiin jää ylijäämää. Nopeuksia tasapainottamalla saadaan kapasiteetin ylijäämää pienennettyä ja linjan tasapainohävikit pienenevät. Pieni ylijäämä koneissa tulee olla, jotta V-käyrä toteutuu. Tärkeintä linjan tehokkaan toiminnan kannalta on, että kuviossa keskellä oleva tuotantonopeudeltaan hitain kone toimisi ilman häiriöitä. Tuotantolinjan nimellistuotantokyky määritellään linjan hitaimman koneen nopeuden mukaan.

Example Production Line:



KUVIO 2. Esimerkki tuotantolinjan V-käyrästä (Line Control Achieving Perfect flow, 2016.)

Tuotteenvalmistusprosessi koostuu välttämättä tietyistä eri vaiheista, joten työpisteiden määrää on vakio. Layoutin suunnittelussa tulee kuitenkin ottaa huomioon eri työpisteiden sijainti tuotantolinjalla. Joissakin lähekkäin olevissa työpisteissä voidaan käyttää samaa henkilökuntaa ja tällöin henkilöstön määrä voidaan käyttää tehokkaammin. Samalle henkilölle ei kuitenkaan voi antaa liikaa työpisteitä vastuulle, jotta työn laatu pysyy hyvänä.

2.2 Tehokkuus ja tuottavuus

Tuotannollisen toiminnan tehokkuus syntyy työn organisoinnista, osaavista ihmisistä, oikeasta tiedosta sekä tarpeellisesta materiaalista. Tuotannon jatkuva virta taataan, kun nämä toiminnot järjestetään toimimaan oikein. (Ojanen 2008c, 9)

Tehokkuus (efficiency) tarkoittaa toteutuneita tuotoksia (esim. volyymi) suhteessa odotettuihin tuotoksiin, joita tietyillä panoksilla oletettiin saavutettavan. Tehokkuus viittaa siis kykyyn suorittaa

tehtävä hyvin, mahdollisimman pienellä häviöllä ja alhaisin kustannuksin. (Martinsuo ym. 2016, 358.)

Tehokkuutta käytetään usein tuottavuuden rinnalla, joskus jopa sen tilalla. Tehokkuutta käytetään tuottavuutta laajempuna käsitteenä ja se tyypillisesti pitää myös sisällään ajallista sujuvuutta. Koplan ja Norton (1996) yhdistävät tehokkuuden yrityksen sisäisten prosessien toimivuuden kuvaamiseen. Tällä he viittaavat tuloksellisuuden kuvaamiseen joko ajallisina, toiminnallisina tai taloudellisina tehokkuustekijöinä. (Lumijärvi 2009, 27–28.)

Tuottavuus (productivity) tarkoittaa toteutuneita tuotoksia (esim. tuotteen volyymi) suhteessa toteutuneisiin panoksiin (esim. resurssit tai raaka-aineet) (Martinsuo ym. 2016, 358).

Tuotannon tehokkuuteen vaikuttava merkittävä tekijä on tuotannon käyttöaste. Jokaiselle tuotantolinjalle on määritetty maksimikapasiteetti, johon pyritään pääsemään. Teoreettiseen maksimikapasiteettiin kuitenkin harvoin päästää, sillä asetusajat, huoltotyöt, konerikot, laitteita käyttävän henkilökunnan poissaolot sairaustapauksissa, materiaalipuutteet, viallisten tuotteiden valmistaminen ja muut samankaltaiset häiriöt on otettava huomioon nettokapasiteettia laskiessa. Tällaisiin tekijöihin tarvitaan kehitystä. Nettokapasiteetti on siis tyypillisesti paljon pienempi kuin teoreettinen maksimikapasiteetti. (Martinsuo ym. 2016, 360–361.)

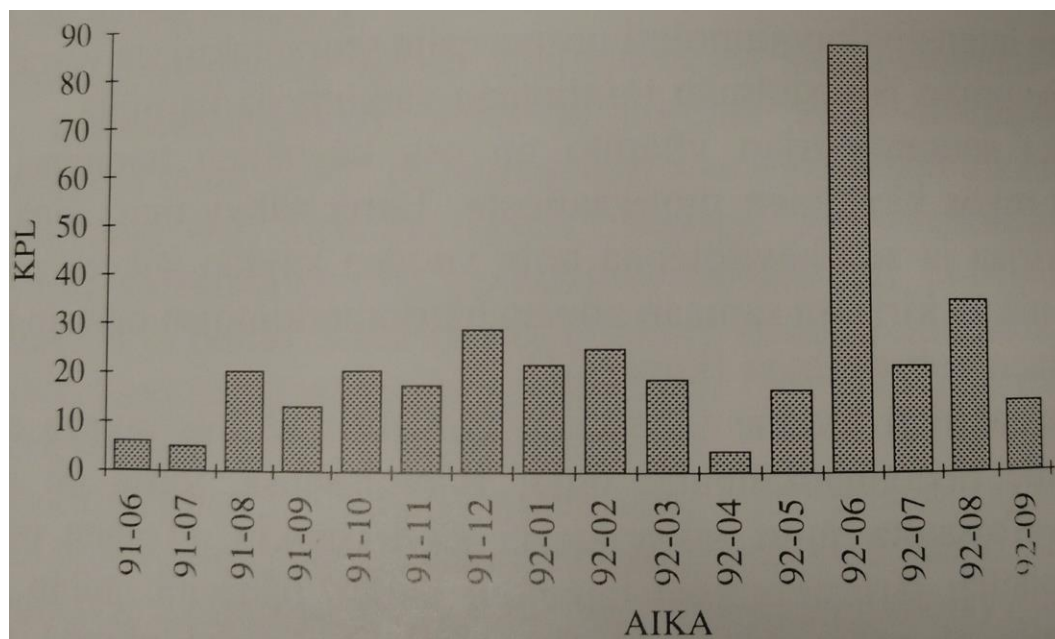
2.3 Häiriöt

Tuotantolinjat sisältävät paljon erilaisia koneita ja laitteita. Ne sisältävät paljon mekatroniikkaa, elektroniikkaa sekä paljon ohjelmistoja. Nämä kaikki ovat häiriötyviä paikkoja sekä niiden häiriöt ovat usein systemaattisia, piileviä ja monihaaraisia. (Toikka, Kuivanen 1993,14.) Häiriö on siis jokin vika laitteessa tai koneessa. Häiriön voi aiheuttaa myös jokin laiteen ulkoinen tekijä. Tuotannossa tapahtuvia pysähdyksiä kutsutaan myös yleisesti häiriöiksi. Häiriö voi olla lyhyt, joka kestää vain minuutteja tai se voi olla useita tunteja pitkä tuotantoseisokki. Tuotantolinjalla häiriön tullessa yhdessä työvaiheessa, sen vaikutus näkyy

usein koko tuotantolinjan tehokkuudessa. Häiriöt tuotannossa voivat usein pysäyttää koko tuotantolinjan.

Häiriön määrittäminen on joskus hankalaa. Kun koneeseen tai laitteeseen tulee vika, jonka korjaamiseen kunnossapito henkilöstöltä menee useita tunteja, kyseessä on selkeästi häiriö. Mutta, jos koneen käyttäjä saa koneen toimimaan esim. kääntämällä kytkintä kerran edestakaisin, tapahtumasta ei tiedä kukaan muu kuin hän itse, ja hänkin voi pitää sitä osana normaalia toimintaa. Tällaista toimintaa pidetään ”näkyttömänä” häiriövyöhykkeellä. (Toikka & Kuivanen 1993,15–16.)

Häiriöiden seurantakirjan ylläpito on osa henkilöstön toimintaa, tulokset riippuvat myös henkilöstön motivaatiosta. Tutkimuksessa Toikkanen ja Kuivanen (1993, 57) paransivat häiriökirjanpitoa ja sen käyttötapaa, jonka seurauksena näkyy häiriömerkintöjen määrän huomattava kasvu (Kuvio 3). Häiriökirjanpidon tarkoituksena on toimia käyttäjien sekä muun organisaation häiriöhallinnan kehittämisen välineenä. Sitä ylläpitäessä henkilöstö suhtautuu tietoisesti järjestelmän häiriöihin, he seuraavat niitä systemaattisesti sekä etsivät niiden syitä ja kehittävät niiden poistomenetelmiä.



KUVIO 3. Häiriömäärän kehitys 1991 - 1992 (Toikka, Kuivanen 1993, 58.)

Kuviossa 3 seurantakirjanpidon parannuksista johtuva kirjauksien nousu näkyy parhaiten 92-06 kohdassa. Silloin häiriöitä kirjattiin huomattavasti enemmän kuin aikaisempina kuukausina. Olisi kuitenkin tärkeää pystyä jatkamaan samalla parannelulla linjalla myös tulevina kuukausina.

2.4 Henkilöstö ja työmenetelmät

Tuotantolinjojen työntekijöillä on usein merkitystä linjan tehokkuuteen. Tuotantolinjat henkilöstö koostuu yksilöistä, jotka muodostavat yhdessä tuotantotiimin. Jokaisella henkilöllä on oma erityisosaaminen tietystä tuotannon prosessista. Toisilla osaamiskohteita on monia ja toiset omaavat osaamista vasta yhdestä prosessista. Suuren automaation määrän takia henkilöstön tulee olla hyvin koulutettua sekä pitkälle erikoistunutta. Tästä syystä tuotantolinjan käyttäjät enimmäkseen valvovat prosessin toimintoja ja tarvittaessa puuttuvat niihin keskusohjauksen ja koneiden automaattivalvontojen ja näyttöjen kautta. Työ on pitkälle automatisoitua linjatyötä, joka saatetaan kokea usein myös yksitoikkoiseksi.

Työmenetelmiä voidaan tarkastella joko yksittäisen työvaiheen tai laajemman kokonaisuuden, esimerkiksi koko tuotantoprosessin

näkökulmasta. Yksittäisen työvaiheen työmenetelmien suunnittelussa huomio keskittyy usein yksilön tai tuotantotiimin työhön. Taasen koko prosessin laajojen työnkulkujen suunnittelussa suunnittelun kohteena on koko tuotantojärjestelmä. Jotta tuotantoprosessi saadaan toteutettua mahdollisimman tehokkaasti, tulee työmenetelmien suunnitteluun voida sisällyttää kaikki keskeiset osat määrittelystä tuotantoprosessista. (Martinsuo ym. 2016, 165.)

Työmenetelmien oppimisen kannalta on tärkeää, että työnopastukseen on panostettu huolella. Hyvin suunnitellun työmenetelmän oppiminen nopeasti ja oikein on merkittävää hyvän työnopastuksen kannalta. Näin taataan elinkaareltaan lyhyidenkin tuotteiden sekä tilaustuotannon kannattavuus valmistuksen alusta lähtien. Kun ihmisten tavoitteet ja osaaminen kohtaavat, he usein viihtyvät paremmin työssään. Jokainen uusi työ tai uusi henkilö organisaatiossa vaatii oppiakseen työnopastusta. Kun työmenetelmien oppiminen on nopeaa ja tehokasta, saavutetaan tuottavuuden ja laadun normaali taso tuotannossa mahdollisimman nopeasti. (Ojanen 2008c, 9.)

Kokemuspohjainen oppiminen on yksi oppimiskeino, mutta se on usein hidas tapa oppia. Oppiminen käynnistyy vasta, kun eteen tulee ongelma, ja oppimisen tulos riippuu tämän ongelman luonteesta. Kun vastaan tulee uusi ongelmatilanne, jossa ennestään opitut toimintatavat osoittautuvat riittämättömiksi, uuden toimintavan muodostuminen edellyttää uutta yritysten ja erehdysten sarjaa. Kokemusoppiminen ei kuitenkaan korvaa koulutusta ja työhönopastusta, vaan ne on kytkettävä yhteen. Kokemusoppiminen mielletään usein tehottomaksi tavaksi oppia, mutta joskus se on ainoa tapa oppimiselle. (Toikka & Kuivanen 1993, 42-43.)

Henkilöstörakenne kuvaa henkilöstön vaihtuvuutta, kertynyttä työkokemusta, ikäjakaumaa sekä koulutustasoa. Suuri vaihtuvuus organisaatiossa voi merkitä kertyneen osaamisen karkaamista muihin yrityksiin. Toisaalta toimintaympäristön muutokset organisaatiossa voivat olla hankalasti sisäistettäviä vanhalle ja urautuneelle henkilöstölle. Uudet henkilöt organisaatiossa tuovat parhaassa tapauksessa uutta osaamista ja

näkemyistä vanhoihin työtapoihin. (Fogelholm & Karjalainen 2001, 35.)
Samoin liiallinen kiintymys ryhmän sisällä voi aiheuttaa sen, että kyseessä ei enää ole dynaamisesti työskentelevä tiimi. Tällöin usein keskitytään liian harvoihin vaihtoehtoihin ja toimintatapoihin, luovuus katoaa ja pitäydytään kerran omaksutuissa tavoissa. Itsekritiikin puute sekä oman toiminnan kyseenalaistaminen jäävät vähälle huomiolle, sekä arjen helppoissa tehtävissä voi ruveta syntymään virheitä. (Liukkonen, Jaakkola, Kataja 2006, 172.)

Henkilöstöä kehittäessä tulee ottaa huomioon, onko kehityksen kohteena yksilö vai ryhmä. Kun kehityksen kohteena on yksilö, on otettava huomioon muun muassa hänen oppimistyyllinsä ja omaksumiskykynsä. Kehityskohteina voivat olla esimerkiksi menetelmäosaaminen, laatutietous, tietojen ajankohtaisuus, ajattelutavat, asenne, motivaatio ja monitaitoisuus (Rissanen & Rosti 2008, 65.)

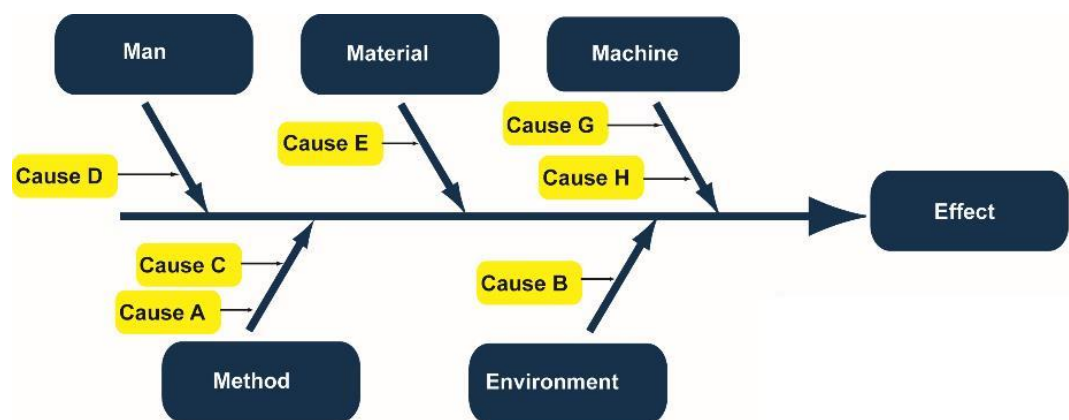
Kun kehittämisen kohteena on ryhmä, pitää huomioida ryhmädynamiikan säännöt, työnjako ja ryhmän jäsenten erilaisuus sekä erikoisosaaminen. Kehittämiskohteita voivat olla esimerkiksi prosessien kehittäminen, osaamispääoman kasvattaminen oppivan organisaation keinoin tai toimintajärjestelmien kehittäminen. (Rissanen & Rosti 2008, 65.)

3 TIEDONHANKINNAN MENETELMÄT

Tärkeitä asioita kirjallisuuteen tutustuessa ovat taustat ja menetelmät, joiden pohjalta on käsitelty samantapaisia ongelmia kuin omassa kehittämistehtävässä (Ojasalo ym. 2014, 54). Luvussa esitellään eri menetelmiä, joiden avulla kerätään empiiristä tietoa case-yrityksestä. Menetelmiin perehdytään huolella, jotta niiden käyttö sujuisi mahdollisimman hyvin tiedon keräämisen vaiheessa.

3.1 Ajankäyttötutkimus

Ajankäyttötutkimuksessa tarkoituksena on selvittää, kuinka suuri osa työvoiman ja koneiden käytettävissä olevasta ajasta kuluu aikahäviöihin ja mikä aiheuttaa aikahäviöitä. (Martinsuo ym. 2016, 166). Aikahäviöitä aiheuttavat tekijät jaetaan viiteen eri ryhmään kuvion 4 mukaisesti: materiaali, kone, henkilöstö, menetelmät ja ulkoinen. Ryhmille tehdään tarpeen mukaan tarkempia kuvauksia. Mittauspöytäkirjan pohja on liite 4.



KUVIO 4. Tuotannon aikahäviöiden kalanruoto diagrammi (Add a little chaos to your Fishbone!! 2016)

Mittauksissa saadut tulokset tullaan esittämään pareto-kuvaajassa. Lavikainen (2008, 176.) kertoo, että pareto-kuvaajassa mittauksen tulokset asetetaan suuruusjärjestykseen niin, että suurin on vasemmalla ja muut suuruusjärjestyksessä oikealle. Pareto-kuvaajaan voidaan liittää kumulatiivista kertymää osoittava viiva ja sille oma asteikko (0-100 %).

Näin voidaan havaita esim. kahden suurimman ryhmän osuus kaikista havainnoista.

3.2 Tietokantatutkimus

Yritykset ylläpitävät varsin monitahoista tuotannon seurantaa tietojärjestelmissään. Esimerkiksi automaattisista koneita tai koneisiin liitetystä sensoreista saattaa kertyä jatkuvasti dataa koneen tilasta ja käytöstä. Tätä tietokantaan kertyvää aineistoa voidaan käyttää työmittauksen datana. (Martinsuo ym. 2016, 168.)

Nykyisin kynän ja paperin avulla suoritettava tuotannon tiedonkeruu on jo useissa yrityksissä harvinaista. Nykypäivänä tietoa on helppo kerätä automaattisesti ja reaaliaikaisesti tuotantoa ohjaavista järjestelmistä ja koota se keskitetyksi tietokantaan jatkokäsittelyä varten. Automaattisesti kerättäviä tietoja yleensä ovat tuotantolaitteiden käyntitiedot, tuotantomäärät sekä tuotantonopeudet. Usein myös osa tuotantolaitteiden itsensä diagnosoimista häiriösyistä on kerättävissä suoraan tuotantoa ohjaavista järjestelmistä. Näiden tietojen avulla päästään käsiksi tuotannon tehokkuuden perustunnuslukuihin ja nähdään, mitkä tuotantolaitteet aiheuttavat eniten tuotantoseisokkeja. Tämä on kuitenkin vain yksi tapa päästä käsiksi niihin tekijöihin, joita parantamalla voidaan kehittää tuotannon tehokkuutta. Lisäksi tarvitaan kokonaisvaltaisempaa tiedonkeruuta. (Kaikkonen 2007.)

3.3 KNL

Jouni Väisänen (2013) pohtii artikkelissaan KNL:n täyttämistä seuraavasti. Vaikka tuotanto näyttää sujuvan hyvin, prosessinosissa voi olla huomattaviakin menetyksiä käytettävyyden, nopeuden tai laadun suhteen. Tehtaan tuotantolinja saavuttaa harvoin täyttä sadan prosentin kapasiteettiaan. KNL lyhenne pohjautuu alun perin englantilaiseen termiin OEE (Overall Equipment Effectiveness), joka on myös käytössä virallisen, suomalaisen rinnalla. KNL-laskennan perustana on kertoa kolme osatekijää (käytettävyyden x nopeus x laatu) keskenään, jolloin nähdään,

millä osuudella teoreettisesta kokonaistehosta tuotantolinja käy. Jos käytettävyys, nopeus ja laatu ovat kukin kohtuullisen hyviltä vaikuttavat 85 prosenttia, mutta kun ne kerrotaan keskenään, niin kokonaistehokkuus onkin vain 61,4 prosenttia.

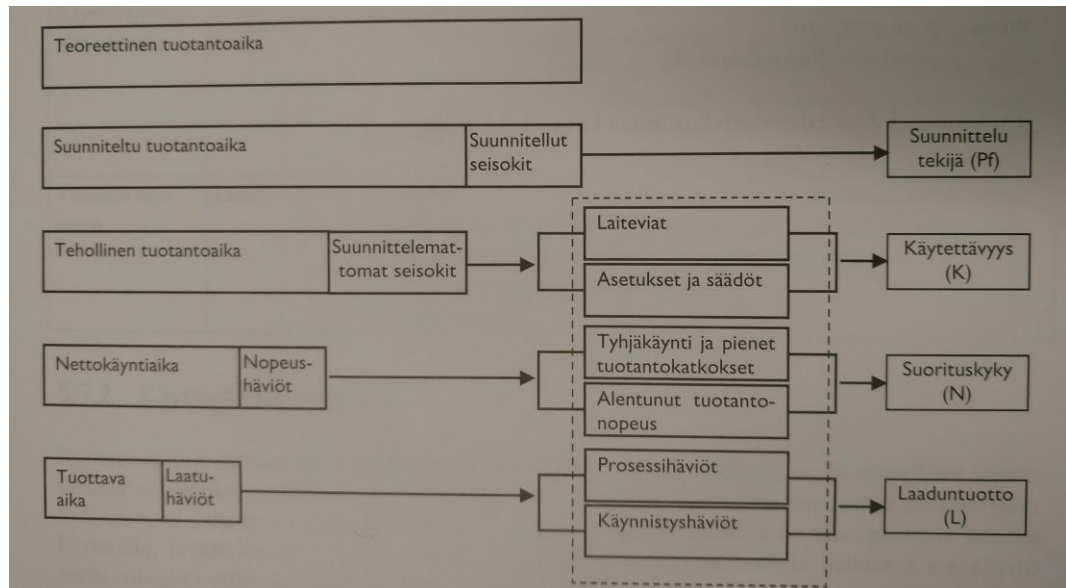
KNL on tuotannon tehokkuutta mittaava tunnusluku. Sen avulla voidaan seurata ja parantaa kokonaisen tuotantolaitoksen tai yksittäisten tuotantokoneiden tehokkuutta. (Miksi OEE/KNL – tunnuslukua on tärkeää seurata? 2016.)

KNL on osa TPM (Total Productive Maintenance) ajattelutapaa, jolla pyritään saavuttamaan mahdollisimman täydellinen tuotanto ilman pysähdyksiä, konerikkoja, hidastumisia tai vikoja. TPM kehitettiin Japanissa 1970-luvun alkupuolella ja KNL-laskennasta tuli yksi mittari TPM-konseptin seurantaan varten. TPM:ssä pyritään täydelliseen tuotantoon, jossa tuotantokoneet toimivat lakkaamatta ilman pysähdyksiä, koneet käyvät täydellä nopeudella sekä laatuhäviötä ei synny. Tällöin KNL-luku on 100 %. (Miksi OEE/KNL – tunnuslukua on tärkeää seurata? 2016.)

Mikkonen (2009, 79.) esittää, että TPM suomennetaan sanatarkasti kokonaisvaltaisesti tuottavaksi kunnossapidoksi. Mikkosen mukaan KNL-laskenta koostuu TPM:n kuudesta hävikistä. TPM:n mukaiset kuusi hävikkiä ovat seuraavat:

- suunnittelemattomat rikot
- asetusajat ja säätäminen
- pienet pysähdykset
- alinopeus
- käynnistykseen liittyvä hylky
- viallinen tuotanto

Hävikit voi kuvata seuraavasti (Kuvio 5).



KUVIO 5. TPM:n hävikkien, OEE:n ja tuotantoaikojen välinen yhteys.
(Mikkonen 2009, 81)

KNL auttaa ymmärtämään kokonaisuutta helpommin, koska eri toimintojen vuorovaikutussuhde näkyy numeroina. Mittarin avulla voidaan myös löytää vääriä toimintatapoja ja se voi paljastaa mistä aikahäviöt johtuvat.

Tiedostamattomia aikamenetyksiä ja kustannuksia voi syntyä alentuneesta tuotantonopeudesta, joka voi johtua huollon puutteesta. Huollon puutteen takia kone ei välttämättä pysty saavuttamaan sille annettua tavoitenopeutta. Kustannuksia ja aikamenetyksiä syntyy myös tuotteiden huonosta laadusta. Jos tuotteita ei saada tehtyä ensimmäisellä kerralla oikein, ne joudutaan korjaamaan tai valmistamaan kokonaan uudestaan. (Väisänen 2013.)

3.4 KNL-luvun laskenta

Mikkonen (2009, 82.) esittää, kuinka tuotannon kokonaistehokkuus KNL lasketaan kaavalla 3-1

$$KNL = K * N * L \quad (3-1)$$

missä K on käytettävyys
 N on nopeus
 L on laatukerroin

Kertoimet K, N ja L voidaan laskea kaavoilla 3-2... 3-4

$$K = \frac{t_k}{t_{k0}} \quad (3-2)$$

missä t_k on käyttöaika
 t_{k0} on suunniteltu käyttöaika

$$N = \frac{p}{p_n t_k} \quad (3-3)$$

missä p on tuotanto
 p_n on nimellistuotantokyky
 t_k on käyttöaika

$$L = \frac{p - p_h}{p} \quad (3-4)$$

missä p on tuotanto
 p_h on nimellistuotantokyky

KNL ei kuitenkaan tarjoa mitään yksittäistä keinoa, jolla tuotannon tehokkuuden epäkohdat löytyvät, vaan sen avulla saadaan ainoastaan kolme lukua, jotka antavat hyvän kuvan tuotannon tasosta lähes reaaliajassa. KNL on myös hyvä työkalu tehokkuuden visualisointiin. (Opi lisää OEE:sta/KNL:stä, 5.)

3.5 Havainnointi ja avoin haastattelu

Havainnointi on kaikille tieteenhaaroille yhteinen ja välttämätön perusmenetelmä. Voidaan jopa väittää, että kaikki tieteellinen tieto perustuu todellisuudesta tehtyihin havaintoihin. (Hirsjärvi & Hurme 2001, 37).

Havainnointi on hyvä tapa kerätä aineistoa tutkittavasta kohteesta. Havainnoinnissa tutkija seuraa kohdeilmiön tai tapauksen toimintaa. Prosesseihin, jotka liittyvät ihmisiin, on havainnointi erittäin käyttökelpoinen työkalu. Havainnoin avulla voidaan varmistaa, että prosessi tapahtuu käytännössä suunnitellun mukaisesti. Tiedonkeruu havainnoin avulla on ongelmallista, jos tutkija ei tiedä mihin asioihin tulisi kiinnittää huomiota. (Kananen 2013, 88.)

Havainnoinnin avulla voidaan löytää kohteita, joita tulee lähteä tutkimaan tarkemmin käytännön mittauksissa. Havainnointi suoritetaan tuotannossa ennen käytännön mittauksia sekä niiden aikana.

Työtehtäviin ja niiden suorittamiseen liittyvät prosessit voivat olla pitkällisen oppimisen tulosta, jolloin työntekijä ei itse välttämättä pysty kuvailemaan toimintaansa tarpeeksi laajasti. Toisten toiminnan kuvaaminen on usein myös hyvin hankalaa. Näitä molempia voidaankin tutkia hyvin havainnoin avulla. Näiden lisäksi työntekijöillä on paljon ns. ”hiljaista tietoa”, jota ei voida huomata muuten kuin havainnoimalla. (Kananen 2013, 88-89.)

Avoin haastattelu on joustava haastattelutyylit, joka muistuttaa enemmän keskustelua kuin haastattelua. Sen käyttö sopii tilanteisiin, joissa halutaan syvällisesti selvittää esimerkiksi, mitä ihmiset todella ajattelevat tai miksi he käyttäytyvät tietyllä tavalla. Avoimessa haastattelussa haastattelija ja haastateltava keskustelevat yleisesti haastatteluaiheesta tai – ongelmasta. Keskustelun tulee olla avointa ja molemmat osapuolet osallistuvat siihen aktiivisesti ja tasavertaisesti. Usein keskustelu voi olla hyvin epämuodollinen. Avoin haastattelu vaatii aikaa ja taitavan haastattelijan, joka osaa kuunnella, tulkita ja viedä keskustelua eteenpäin. (Ojasalo ym. 2014, 41, 108.)

Useat tutkijat (mm. Brannen 1992, Robson 1995) puhuvat kuitenkin eri menetelmien yhdistämisen puolesta. Tutkimuksen luotettavuus lisääntyy, kun tutkimuksen näkökulma on laaja ja kun tutkimusmenetelmiä on useampia. Joitakin tutkimuksia on jopa kritisoitu liian vähästä tutkimusmenetelmien käytöstä. Esimerkiksi Brannen (1992) toteaa, että erityisesti kenttätutkimukset, joissa ei yhdistellä esimerkiksi havainnoinnin ja haastattelun tuloksia, nähdään kapeina ja heikkoina tutkimuksina. Tämän sijaan tutkijoiden tulisi olla joustavia ja valita sellaisia menetelmiä, jotka sopivat tutkimuksen kohteena olevan ongelman ratkaisuun. (Hirsjärvi & Hurme 2001, 38-39.)

4 TUOTANTOLINJOJEN TEHOKKUUDEN KEHITTÄMINEN CASE-YRITYKSESSÄ

Tutkimusprosessin kenttävaiheessa kerätään tutkimusongelman kannalta olennaista tietoa, joka analysoidaan, ja saaduista tuloksista tehdään johtopäätöksiä (Kananen 2013, 16).

Case-yrityksessä tuotantotiimit koostuvat koneiden käyttäjistä, eli operaattoreista sekä jokaisessa tiimissä on yksi tekninen asiantuntija, laitospäällikö. Operaattori vastaa yhden tai useamman koneen käyttämisestä ja laitospäällikö vastaa ajonaikaisesta kunnossapidosta sekä koneiden vaihtotoista. Työntekijöille kuuluu myös ajonaikainen laadunvalvonta.

Yrityksen tuotantolinjat sisältävät paljon modernia automaatiota sekä erilaisia koneita ja laitteita. Sarjatuotannossa ei käytetä välivarastoja lainkaan, koska tuotanto tapahtuu linjatuotantona. Linjat on rakennettu niin, että koneet hidastavat tuotantonopeuttaan, jos linja ennen konetta rupeaa tyhjenemään tuotteista tai koneen jälkeen syntyy ruuhkaa. Näin pyritään välttämään tuotantokoneiden pysähtymistä.

Luvussa esitellään empiirisen tiedon hankintaa case-yrityksessä. Tiedonhankintaan käytetään edellisessä luvussa esiteltyjä menetelmiä. Tietoa kerätessä tullaan olemaan kriittisiä sen suhteen, että mittauksissa kerätty tieto on tutkimukselle tarpeellista sekä luotettavaa tietoa. Luvussa esitellään myös mistä tietoa kerätään ja millä tavalla. Kaikki hankitut tiedot dokumentoidaan, jotta kerättyyn aineistoon olisi helppo palata johtopäätöksiä tehtäessä.

Empiirisen tiedon sekä teoriaosuudessa kerättyjen tietojen avulla tehdään johtopäätöksiä. Johtopäätöksien pohjalta esitetään case-yritykselle kehitysideoita, joilla tutkimuksen perusteella voitaisiin parantaa tuotantolinjojen tehokkuutta.

4.1 Yrityksessä käytössä olevat järjestelmät

Case-yrityksessä on käytössä atk-seurantajärjestelmä, jonka avulla pystytään seuraamaan eri tuotantolinjoja reaaliajassa sekä takautuvasti. Järjestelmä mahdollistaa ajoerän tehokkuuden laskemisen jokaisesta erästä erikseen tai pidemmän aikavälin keskiarvon laskennan.

Järjestelmä tuottaa olennaisia tuotannon arvoja, joiden avulla voidaan laskea tuotantolinjojen kokonaistehokkuuksia sekä ajoeräkohtaisia tehokkuuksia. Järjestelmä mahdollistaa myös todellisen tuotantoajan näkemisen. Järjestelmän keräämä tieto perustuu henkilöstön merkintöihin, tuotanto ohjelmaan sekä valmiiden lavojen laskentaan tuotantolinjalla. Järjestelmä ei mahdollista tiedon keräämistä koneiden antureilta tai logiikoilta.

Järjestelmää käytetään case-yrityksessä tuotannon seuraamiseen, joten sitä voidaan pitää luotettavana tietolähteenä tutkimuksessa.

4.1.1 Ajoerän tehokkuus

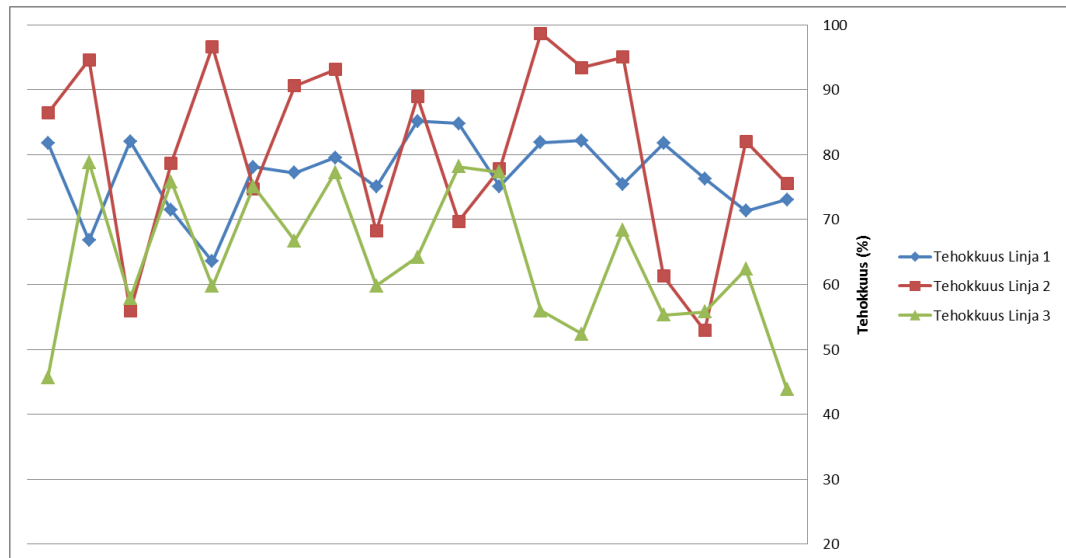
Järjestelmä laskee ajoerän tehokkuuden alkaen siitä, kun ensimmäinen täysi lava tuotteita on valmis ja lähtee kuljetukseen ja loppuen siihen, kun viimeinen lava tuotteita lähtee kuljetukseen. Ajoerän tehokkuus lasketaan seuraavasti:

$$Tehokkuus = \frac{\text{Todellinen tuotanto (units)}}{\text{Teoreettinen maksimi tuotanto(units)}} \quad (4-1)$$

Seuraavassa lasketaan yhden ajoerän tehokkuus tuotantolinjalta 2, aikavälillä 19.9.2016 03:37:36 - 19.9.2016 05:59:59:

$$Tehokkuus = \frac{17740,8 \text{ units}}{23493,3 \text{ units}} * 100\% \approx 76\% \quad (4-1)$$

Liitteissä 1, 2 ja 3 on taulukoitu tuotantolinjojen ajoerien tehokkuuksia. Kaikki linjakohtaiset tehokkuudet on mitattu samalla tuotteella. Kuvioista 6 selviää, kuinka tehokkuudet on jakautunut eri linjoilla.



KUVIO 6. Ajoerien tehokkuuksia linjoilla 1, 2 ja 3 24/2016 – 41/2016

Kuviosta 6 nähdään, että ajoerien tehokkuuksissa on suuria keskinäisiä eroja, vaikka kaikissa erissä on sama pakkaustyyppi. Vaikka pakkaustyyppi on sama jokaisessa erässä, materiaalit joita tuotteissa käytetään voivat olla erilaisia. Tuotannossa tehdyssä havainnoinnissa ja avoimissa haastatteluissa on käynyt ilmi, että jokainen ajoerä on ainutlaatuinen. Tätä tukee myös kuviosta 6 saatava tieto. Syyt huonoihin eräkohtaisiin tehokkuuksiin tulisi löytyä häiriökirjanpidosta. Myös ajoerien pituudella näyttäisi olevan merkitystä tehokkuuksiin. Pisimmät ajoerät ovat linjalla 1 ja sen kuvaaja on kaikista tasaisin.

4.1.2 Tuotannon häiriöt ja niiden rekisteröinti

Yrityksen atk- seurantajärjestelmästä pystytään näkemään, kuinka paljon linjalla on häiriöaikaa. Suunniteltu käyttöaika on viikoittainen aika, jota on käytössä tuotannon ajoaikaan. Käyttöaika on se aika, jonka tuotantolinja on ollut tuottavassa ajossa ja pysähdysaika tarkoittaa aikaa, jonka linja on ollut pysähdyksissä. Jokainen tuotannon pysähdys vähentää tuotannon tehokkuutta. Pysähdysten aiheuttajana on usein häiriö. Koneiden käyttäjien sekä kunnossapidon henkilöstön tulee merkata häiriöiden kesto-aika sekä syy järjestelmään aina häiriön tullessa. Häiriön toistuvuus on myös tärkeää merkata järjestelmään.

Rekisteröimätön aika on pysähdysaika, josta ei ole mitään selitystä seurantajärjestelmässä ja rekisteröity aikaa kuvaa sitä aikaa, josta on merkintä seurantajärjestelmässä sekä syy, josta pysähdys on johtunut.

Taulukoista 1, 2 ja 3 nähdään kolmen eri tuotantolinjan tuotantoajan jakautuminen.

TAULUKKO 1. Linjan 1 tuotantoajan jakautuminen 31/2016 – 38/2016

Vko	Suunniteltu käyttöaika (h)	Käyttöaika (h)	Pysähdysaika (h)	Rekisteröimätön aika (h)	Rekisteröity aika (h)
38	98,73	64,21	34,52	26,79	7,73
37	90,96	56,74	34,22	24,27	9,95
36	89,51	66,49	23,02	16,19	6,83
35	95,9	61,46	34,44	23,62	10,82
34	118,43	71,49	46,94	34,59	12,35
33	136,67	94,05	42,62	31,68	10,94
32	133,51	80,4	53,11	31,50	21,61
31	137,45	92,41	45,04	34,56	10,48
Yht.			313,91	223,2	90,71

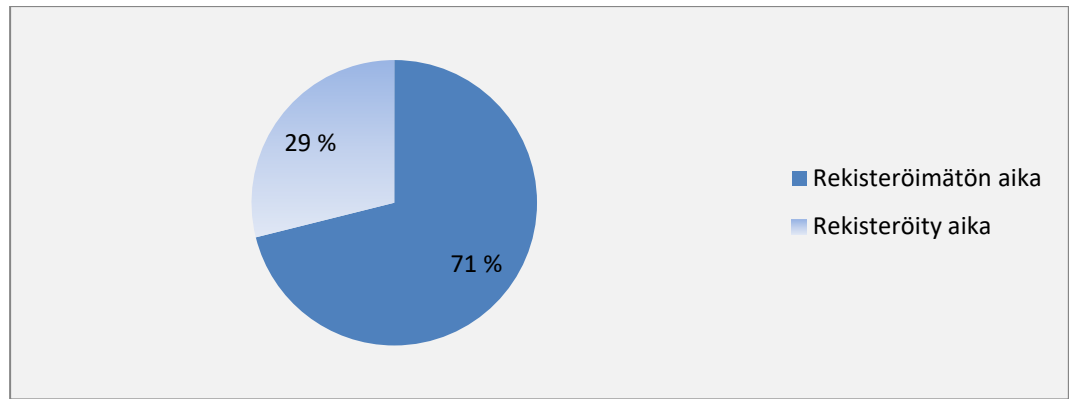
TAULUKKO 2. Linjan 2 tuotantoajan jakautuminen 31/2016 – 38/2016

Vko	Suunniteltu käyttöaika (h)	Käyttöaika (h)	Pysähdysaika (h)	Rekisteröimätön aika (h)	Rekisteröity aika (h)
38	88,36	58,05	30,31	19,76	10,55
37	75,14	53,16	21,98	7,73	14,25
36	90,84	53,6	37,24	25,55	11,69
35	99,31	62,98	36,33	30,09	6,24
34	108,07	66,05	42,02	30,72	11,30
33	102,30	70,19	32,11	29,27	2,84
32	123,15	83,8	39,35	20,83	18,52
31	140,09	70,18	69,91	42,61	27,30
Yht.			309,25	206,56	102,69

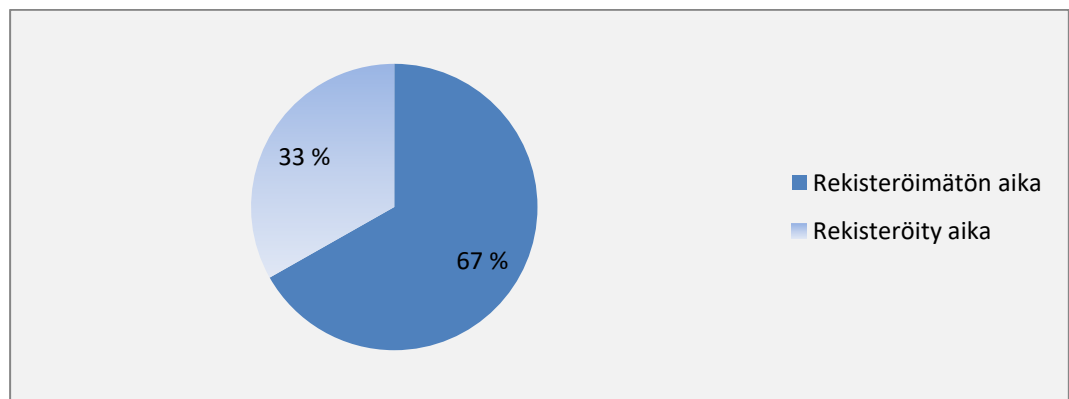
TAULUKKO 3. Linjan 3 tuotantoajan jakautuminen 31/2016 – 38/2016

Vko	Suunniteltu käyttöaika (h)	Käyttöaika (h)	Pysähdysaika (h)	Rekisteröimätön aika (h)	Rekisteröity aika (h)
38	51,83	28,02	23,81	10,97	12,84
37	69,51	38,65	30,86	15,85	15,01
36	73,27	44,94	28,33	15,23	13,10
35	70,21	34,37	35,84	19,50	16,34
34	70,55	25,63	44,92	14,98	29,94
33	86,67	54,03	32,64	18,47	14,17
32	89,57	42,78	46,79	26,00	20,79
31	96,64	48,41	48,23	22,00	26,23
Yht.			291,42	143,00	148,42

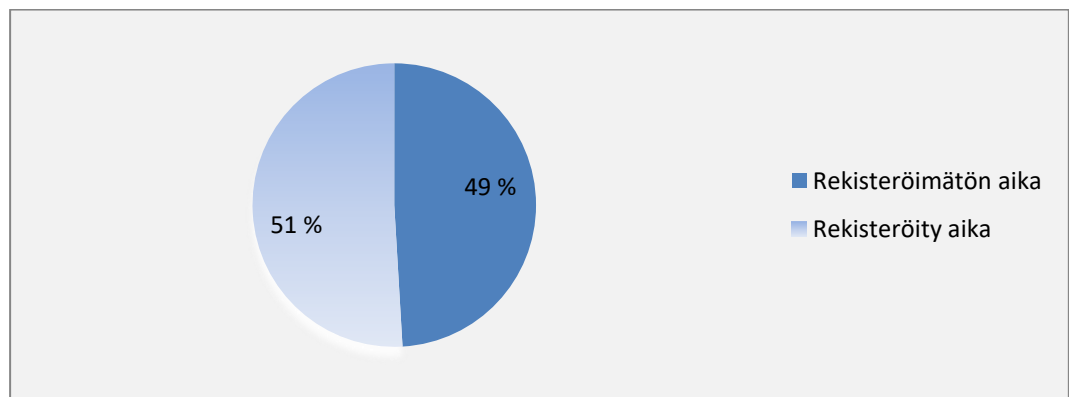
Taulukoista 1, 2 ja 3 saatujen aikatietojen perusteella voidaan laskea prosentuaalisesti, kuinka paljon pysähdysajasta on rekisteröityä aikaa ja kuinka paljon rekisteröimätöntä aikaa. Tulokset nähdään kuvioissa 7, 8 ja 9.



KUVIO 7. Pysähdysajan jakautuminen linjalla 1 31/2016 – 38/2016



KUVIO 8. Pysähdysajan jakautuminen linjalla 2 31/2016 – 38/2016



KUVIO 9. Pysähdysajan jakautuminen linjalla 3 31/2016 – 38/2016

Kuvioista 7, 8 ja 9 nähdään, että linjoilla 1 ja 2 rekisteröityä pysähdysaikaa on vain noin kolmannes koko pysähdysajasta. Linjalla 3 aika jakautuu noin puoliksi. Rekisteröidyn ajan tuottaman tiedon avulla pystytään ennaltaehkäisemään pysähdyksiä sekä näkemään, mistä pysähdykset johtuvat. Tästä syystä sen osuutta pysähdysajasta pitäisi pystyä nostamaan.

Rekisteröimätöntä pysähdysaikaa voi myös kerryttää alennetulla tuotantonopeudella tehty tuotanto. Tuotantolinoille on määritetty nimellisteho, johon niiden tulee päästä, jotta tuotannon haluttu kapasiteetti täytyisi. Jos kapasiteetti ei täyty aikahäviö lasketaan pysähdysaikaan. Esimerkiksi jos linjan maksimikapasiteetti on 50000 yksikköä ja sillä hetkellä pystytään vain 40000 yksikön tuotantoon, aikahäviötä syntyy jatkuvasti ja se sisällytetään rekisteröimättömään aikaan.

4.2 Suoritettavat mittaukset

Lavikaisen (2008, 173.) mukaan hyvän prosessimittarin tulee olla luotettava, yksiselitteinen, hyvin ymmärrettävä sekä helppokäyttöinen. On myös eduksi, että mittari on mahdollisimman edullinen. Tärkeää on myös, että mittari on kehitystyön tavoitetta tukeva.

Manuaalisiin mittauksiin liittyy aina inhimilliset tekijät sekä mittaajakohtaiset eroavaisuudet. Käytännön mittauksilla saadaan kuitenkin aina vertailevia tuloksia ja havaintoja tietojärjestelmistä saatujen tietojen rinnalle.

Mittaamiseen liittyy myös usein ennakkoluuloja. Vaikka tuotannon tehokkuuden mittaukset keskittyvät pääasiassa koneiden tehokkuuden mittaamiseen, näiden koneiden käyttäjinä toimivat ihmiset.

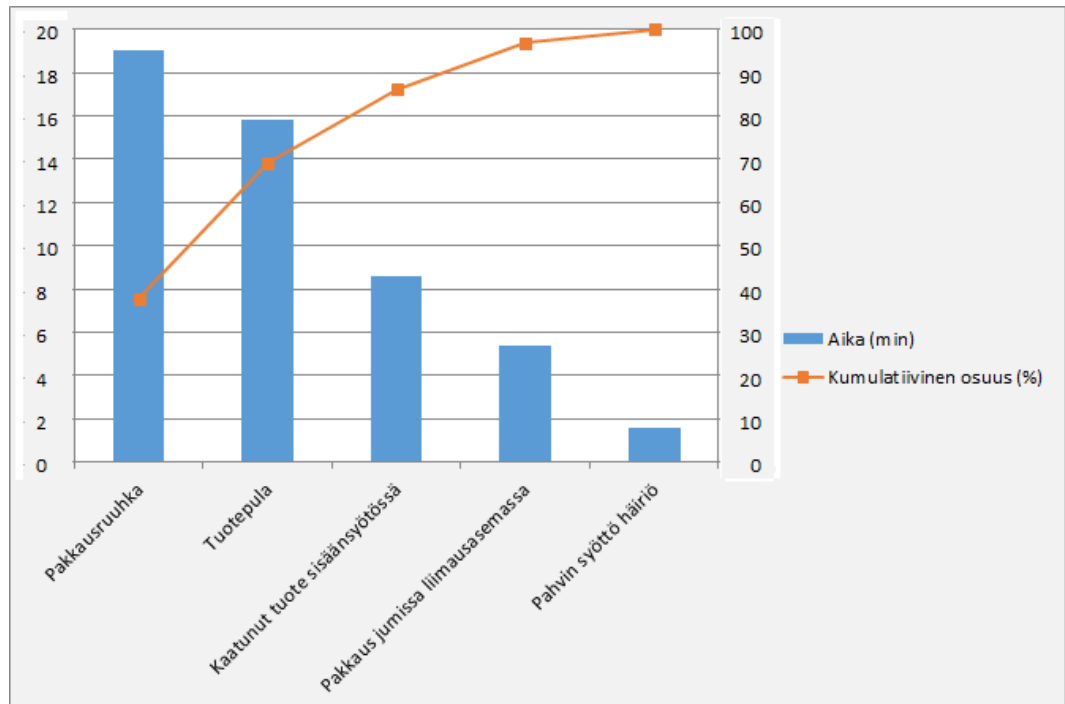
4.2.1 Ajankäyttötutkimus

Linjoille tehtävät ajankäyttötutkimukset suoritetaan samoilla tuotteilla, joilla alaluvussa 4.1.1 on laskettu ajoerien tehokkuuksia.

Ajankäyttötutkimuksista saatuja tietoja käytetään myös KNL-laskentaan luvussa 4.3.

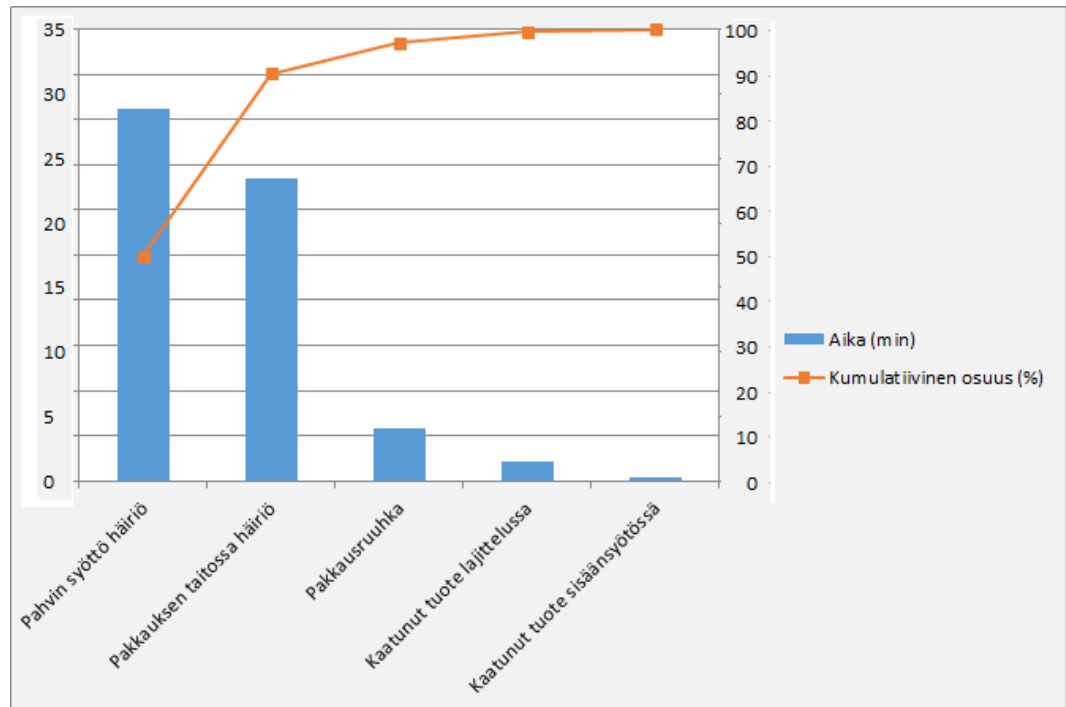
Linjalle 1 tehdyssä ajankäyttötutkimuksessa tutkimuksen kohteena oli pakkauskone. Tutkimus tehtiin samalla tuotteella kuin liitteen 1 tehokkuuksien laskenta on tehty. Tutkimuspöytäkirja on liite 5 ja siitä tehty pareto-kuvaaja on kuvio 10. Kuvioista nähdään, että noin 70 % koneen

pysähdyksistä johtuu pakkausruuhkista sekä tuotepulasta. Pakkausruuhka sekä tuotepula ovat koneen tehokkuuteen vaikuttavia ulkoisia tekijöitä. Nämä pysähdykset vaikuttavat siltä, että tuotantolinja ei toimi V-käyrän (kuvio 2) mukaan. Samoin kolmanneksi eniten häiriöitä aiheuttanut ”kaatunut tuote sisäänsyötössä” ei aina ole koneesta johtuva syy. Tuote voi olla kaatunut jo aikaisemmin tuotantolinjalla, mutta kaatuminen ilmenee vasta tässä kohdassa linjaa.



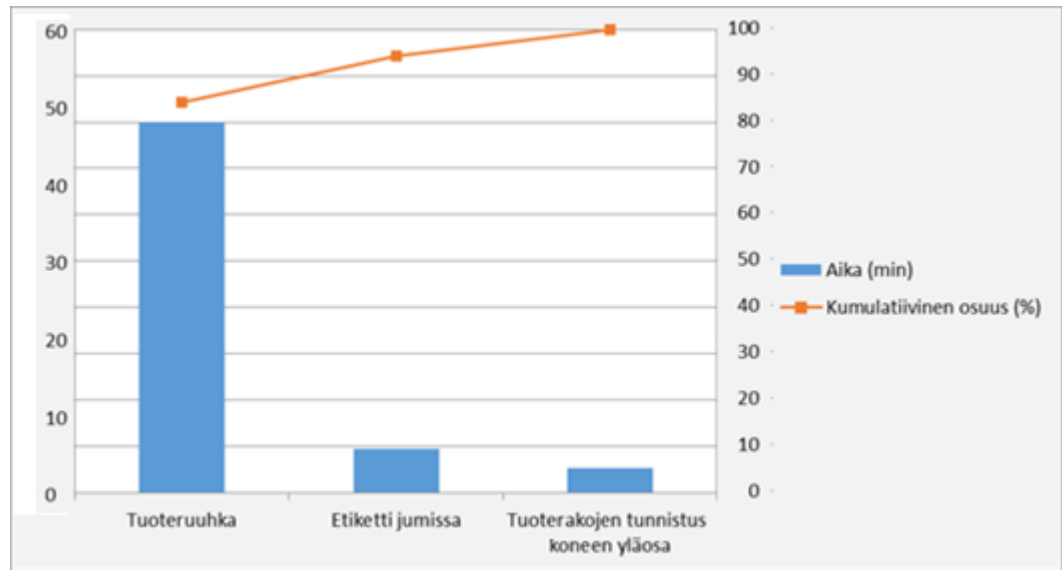
KUVIO 10. Linjan 1 pakkauskoneen ajankäyttötutkimuksen pareto-kuvaaja

Linjalle 2 tehdyssä ajankäyttötutkimuksessa tutkimuksen kohteena oli pakkauskone. Tutkimus tehtiin samalla tuotteella kuin liitteen 2 tehokkuuksien laskenta on tehty. Tutkimuspöytäkirja on liite 6 ja siitä tehty pareto-kuvaaja on kuvio 11. Kuvioista nähdään, että noin 90 % koneen pysähdyksistä johtuu pahvin syötön häiriöistä sekä pakkauksen taiton häiriöistä. Pahvin syöttö häiriöt johtuivat pakkausmateriaalista, joka ei mahdollistanut häiriötöntä tuotantoa. Pakkauksen taitossa tapahtuvat häiriöt voidaan minimoida optimoimalla koneen säätöjä.

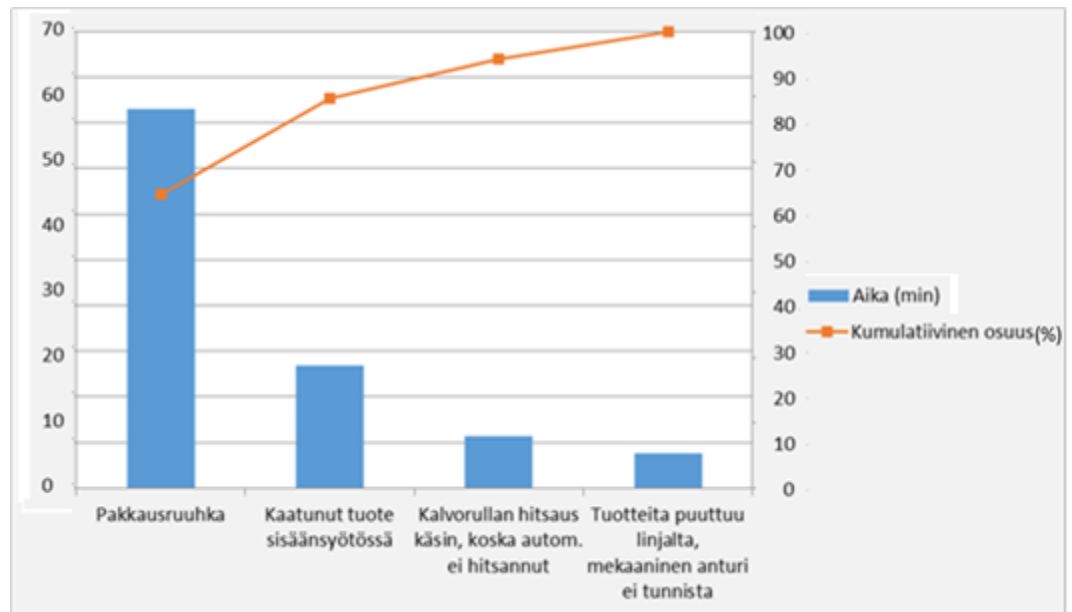


KUVIO 11. Linjan 2 pakkauskoneen ajankäyttötutkimuksen pareto-kuvaaja

Linjalle 3 tehdystä ajankäyttötutkimuksesta tutkittavina koneina olivat etikettikone, sekä pakkauskone. Tutkimus tehtiin samalla tuotteella kuin liitteen 3 tehokkuuksien laskenta on tehty. Tutkimuspöytäkirja on liite 7 ja siitä tehdyt pareto-kuvaajat ovat kuvaaja 12 ja 13. Kuvioista nähdään, että noin 80% koneiden pysähdyksistä johtuu tuote- sekä pakkausruuhkista. Tässä tilanteessa V-käyrä (kuvio 2) ei toteudu toivotulla tavalla. Varsinainen pysähdyksiä aiheuttava vika ei siis ole tutkituissa koneissa, vaan jossakin kyseisten laitteiden jälkeisessä tuotantolinjan prosessissa.



KUVIO 12. Linjan 3 etikettikoneen ajankäyttötutkimuksen pareto-kuvaaja



KUVIO 13. Linjan 3 pakkauskoneen ajankäyttötutkimuksen pareto-kuvaaja

4.2.2 Avoimet haastattelut ja havainnointi

Mittausten yhteydessä suoritettiin myös avoimia haastatteluja tuotantolinjoilla työskentelevien henkilöiden kanssa. Henkilöstö suhtautui hyvin mittausten tekemiseen. Mittausten yhteydessä koneiden käyttäjät kertoivat omia kantojaan siihen, mikä vaikuttaa tuotannon tehokkuuteen. Käyttäjillä on kuitenkin yliverlainen näkemys tuotannossa tapahtuviin

ilmiöihin, koska he toimivat eniten tuotteenvalmistuksen rajapinnassa samoin kuin linjojen kunnossapidon henkilöt.

Haastatteluissa kävi ilmi, että pakkausmateriaaleissa on suuria eroja. Pakkausmateriaaleissa voi olla eräkohtaisia eroja, joskus materiaalit eivät toimi juuri ollenkaan, vaikka koneiden säädöt ovat samat kuin edellisellä pakkausmateriaalilla. Lisäksi muut tuotannon ulkopuoliset tekijät, kuten pakkauksissa käytettävä liima eivät aina toimi halutulla tavalla, jonka seurauksena pakkausten laatu kärsii ja konetta joudutaan jatkuvasti pysäyttämään. Näiden seurauksena linjan tehokkuus pienenee. Samaan asiaan on kiinnitetty huomiota myös aikaisemman havainnoinnin perusteella.

Tuotannon tehokkuuteen vaikuttaa myös työntekijöiden määrä linjalla. Jokaiselle linjalle tulisi olla aina tietty määrä koneiden käyttäjiä, mutta sairastapauksista tai muista poissaoloista johtuen määrää ei aina pystytä täysin täyttämään. Vajaalla miehityksellä toimiminen lisää yksittäisen työntekijän työmäärää. Työmäärän kasvaminen liian suureksi vaikuttaa laadunvalvonnan tasoon sekä häiriötilanteiden ratkaiseminen on hankalampaa. Nämä tekijät vaikuttavat negatiivisesti tuotannon tehokkuuteen.

Kunnossapidon henkilöstön mielestä ajoerien tulisi olla mahdollisimman pitkiä ja ne tulisi suunnitella niin, että koneiden vaihtotyöt olisivat minimissään. Vaihtotöiden jälkeen tarvitsee usein tehdä hienosäätöä koneille, ennen kuin niitä voidaan käyttää niiden täydellä kapasiteetilla. Tämä otetaan jo kuitenkin huomioon tuotannonsuunnittelussa mahdollisuuksien mukaan.

Koneiden puhtaudella on myös merkitystä koneen toimivuudelle. Tuotannossa pakattavat elintarvikkeet rikkoutuvat satunnaisesti linjan eri kohdissa. Rikkoutumisesta aiheutuva koneiden likaantuminen voi vaikuttaa koneen toimivuuteen. Esimerkiksi tahmeat linjat tai linjojen kaiteet vaikeuttavat linjan toimivuutta. Samoin linjoilla olevat anturit voivat likautuessaan aiheuttaa tuotantoon häiriöitä. Linjoilla suoritetaan viikottain

useita tunteja kestävä viikkopesu. Samoin linjoilla olevien tuotantoseisokkien sekä pidempien häiriöiden aikana tulee suorittaa pesua tuotantokoneille.

Tuotteenvalmistukseen ulkoisesti vaikuttavia tekijöitä on suuressa tuotantolaitoksessa monia. Vaikka tuotantolinjat toimisivat moitteettomasti ilman vikoja, tuotteenvalmistuksen ulkopuoliset tekijät voivat pysäyttää tuotannon. Esimerkiksi lavat, joihin valmiit tuotteet kootaan sekä tuotteiden raaka-aine tulevat tuotantolinjan ulkopuolelta. Jos näissä tekijöissä on ongelmia, tuotantolinja ei saa tarvittavia edellytyksiä tuotteen valmistamiseen, ja näistä johtuen tuotannon tehokkuus kärsii.

4.3 KNL- laskenta

Seuraavassa lasketaan tuotannon kokonaistehokkuutta eli KNL-prosenttiarvoja yrityksen kolmelle eri tuotantolinjalle. Arvoja lasketaan atk-seurantajärjestelmän tiedoilla, sekä ajankäyttötutkimuksista saaduilla tiedoilla.

Lasketaan arvoja atk-seurantajärjestelmän tiedoilla. Arvot lasketaan viikoittain, perustuen kunkin viikon keskiarvoisiin lukuihin. Järjestelmä ei mahdollista laatu-arvon laskemista, joten ne oletetaan olevan 100 %. Voidaan arvioida laadun olevan todellisuudessaakin lähes 100 %, sillä yrityksen tuotantovolyymit ovat suuria sekä havainnoinnin perusteella laatuhävikkiä syntyy suhteellisen vähän.

Linjan 1 viikon 38 tuotantolinjan kokonaistehokkuus:

$$K = \frac{64,21 \text{ h}}{98,73 \text{ h}} = 0,65 \dots \quad (3-2)$$

$$N = \frac{5397168 \text{ units}}{84173,26 \frac{\text{units}}{\text{h}} * 64,21 \text{ h}} = 0,99 \dots \quad (3-3)$$

$$KNL = (0,65 \dots * 0,99 \dots * 1,00) * 100\% \approx 65\% \quad (3-1)$$

Laskentaa suorittaessa huomataan, että nopeus N on laskuissa noin 1,00. Tästä voidaan tehdä johtopäätös, että yrityksen atk-seurantajärjestelmä ei

mahdollista kokonaistehokkuuden laskennassa osana olevan nopeuden laskentaa luotettavasti. Nopeuden arvossa tulisi näkyä tuotantolinjan tyhjäkäyntistä, pienistä tuotantokatkoksista sekä alennetuista tuotantonopeuksista seuraavat aikahäviöt. Atk- seurantajärjestelmä laskee vain valmiita lavoja, joten se ei ota huomioon tuotantolinjan eri kohdissa tapahtuvaa aikahäviötä kovin tarkasti. Kaikki aikatappio, jota linjalla tulee, menee laskennassa käytettävyyden K arvoon.

Taulukoista 4, 5, ja 6 nähdään kolmen eri linjan kokonaistehokkuuden laskennasta saadut tulokset. Kuviossa 14, tulokset esitetään visuaalisti kolmena eri kuvaajana.

TAULUKKO 4. Linjan 1 KNL-laskenta taulukko 31/2016 – 38/2016

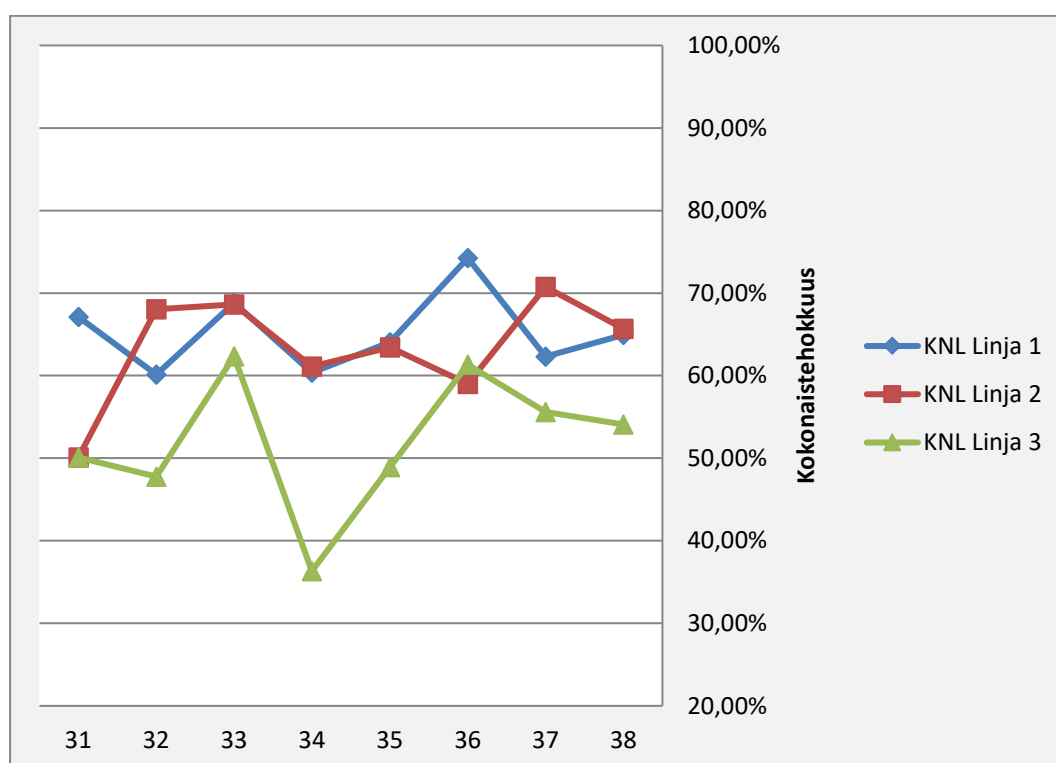
Vko	Käytettävyys	Nopeus	Laatu	KNL
38	0,65	1,00	1,00	64,94%
37	0,62	1,00	1,00	62,32%
36	0,74	1,00	1,00	74,25%
35	0,64	1,00	1,00	64,04%
34	0,60	1,00	1,00	60,36%
33	0,69	1,00	1,00	68,81%
32	0,60	1,00	1,00	60,13%
31	0,67	1,00	1,00	67,13%

TAULUKKO 5. Linjan 2 KNL-laskenta taulukko 31/2016 – 38/2016

Vko	Käytettävyys	Nopeus	Laatu	KNL
38	0,66	1,00	1,00	65,70%
37	0,71	1,00	1,00	70,75%
36	0,59	1,00	1,00	59,00%
35	0,63	1,00	1,00	63,41%
34	0,61	1,00	1,00	61,12%
33	0,69	1,00	1,00	68,61%
32	0,68	1,00	1,00	68,05%
31	0,50	1,00	1,00	50,10%

TAULUKKO 6. Linjan 3 KNL-laskenta taulukko 31/2016 – 38/2016

Vko	Käytettävyys	Nopeus	Laatu	KNL
38	0,54	1,00	1,00	54,07%
37	0,56	1,00	1,00	55,61%
36	0,61	1,00	1,00	61,34%
35	0,49	1,00	1,00	48,95%
34	0,36	1,00	1,00	36,32%
33	0,62	1,00	1,00	62,35%
32	0,48	1,00	1,00	47,76%
31	0,50	1,00	1,00	50,09%



KUVIO 14. Linjojen 1-3 KNL-laskennan tulokset 31/2016 – 38/2016

Kuviosta 14 nähdään, että linjakohtaisesti kokonaistehokkuuden arvot vaihtelevat viikoittain. Linjan 3 kokonaistehokkuus on melkein koko seuranta-ajan ollut huonoin. Linjan 1 käyrä on kaikista tasaisin. Tasaisuus kertoo siitä, että linjan toiminta pysyy samalla tasolla viikosta toiseen ja suuria häviöitä ei ilmene.

Alanluvun 4.2.2 ajankäyttötutkimuksista saatujen tulosten perusteella suoritetaan KNL-laskenta. Ajankäyttötutkimuksessa resurssit eivät riitä laaduntarkkailuun, joten laatu lasketaan arvolla 100 %, joka on erittäin lähellä todellista laatuarvoa.

Linjalta 1 tehdyn mittauksen (liite 5) perusteella KNL-luvun laskenta pakkauskoneelle:

$$K = \frac{2,65 \text{ h}}{3,50 \text{ h}} = 0,75 \dots \quad (3-2)$$

$$N = \frac{228216 \text{ units}}{90000 \frac{\text{units}}{\text{h}} * 2,65 \text{ h}} = 0,95 \dots \quad (3-3)$$

$$KNL = (0,75 \dots * 0,95 \dots * 1,00) * 100\% \approx 72\% \quad (3-1)$$

Linjalta 2 tehdyn mittauksen (liite 6) perusteella KNL-luvun laskenta pakkauskoneelle:

$$K = \frac{3,03 \text{ h}}{4,00 \text{ h}} = 0,75 \dots \quad (3-2)$$

$$N = \frac{101184 \text{ units}}{36000 \frac{\text{units}}{\text{h}} * 3,03 \text{ h}} = 0,92 \dots \quad (3-3)$$

$$KNL = (0,75 \dots * 0,92 \dots * 1,00) * 100\% \approx 70\% \quad (3-1)$$

Linjalta 3 tehdyn mittauksen (liite 7) perusteella KNL-luvun laskenta etikettikoneelle:

$$K = \frac{3,55 \text{ h}}{4,50 \text{ h}} = 0,78 \dots \quad (3-2)$$

$$N = \frac{109400 \text{ units}}{43200 \frac{\text{units}}{\text{h}} * 3,55 \text{ h}} = 0,71 \dots \quad (3-3)$$

$$KNL = (0,78 \dots * 0,71 \dots * 1,00) * 100\% \approx 56\% \quad (3-1)$$

Linjalta 3 tehdyn mittauksen (liite 7) perusteella KNL-luvun laskenta pakkauskoneelle:

$$K = \frac{3,00 \text{ h}}{4,50 \text{ h}} = 0,66 \dots \quad (3-2)$$

$$N = \frac{109800 \text{ units}}{43200 \frac{\text{units}}{\text{h}} * 3,00 \text{ h}} = 0,84 \dots \quad (3-3)$$

$$KNL = (0,66 \dots * 0,84 \dots * 1,00) * 100\% \approx 56\% \quad (3-1)$$

Laskennan tuloksista nähdään, että linjojen 1 ja 2 tulokset ovat hyvin lähellä toisiaan, mutta linjan 3 kokonaistehokkuus on paljon alhaisempi. Tulokset ovat tämän osalta johdonmukaisia kuvioiden 6 ja 14 kanssa.

Manuaalisilla mittauksilla tehdyistä tuloksista nähdään myös nopeuden N osuus kokonaistehokkuudesta. Linjan kolme laskennassa kahden koneen kokonaistehokkuus on sama, mutta tehokkuus on jakautunut eri lailla käytettävyyden ja nopeuden välille. Tästä syystä on tärkeää saada eriteltyä myös nopeuden arvo.

4.4 Toiminnalliset kehitysmahdollisuudet

Tuotantolaitoksen henkilökunta on nykyisin hyvin vakiintunutta tietyille tuotantolinjoille. Tämän seurauksena he omaavat erittäin paljon osaamista tietyn linjan valmistusprosessin eri toiminnoista. Toisaalta samalla linjalla pitkään työskentelyn seurauksena toimintatavat voivat ovat juurtuneet samoiksi ja innovatiivisuus tekemisestä puuttuu. Työntekijöitä voisi kierrättää enemmän eri linjoilla, jotta heidän osaaminen kasvaisi. Samalla he toisivat uusia näkemyksiä ja innovaatioita eri linjojen toimintaan. Kun henkilöstöllä on kokonaisvaltaisempaa osaamista eri linjoilla työskentelystä, korvaavien työntekijöiden löytäminen äkillisten poissaolojen tullessa helpottuu. Tuotantolaitoksen tuotantolinjat ovat layoutiltaan hyvin saman tyyppisiä. Niiden laitekannoissa on paljon samaa, mutta koneiden käyttämisen oppii vasta hyvän työnopastuksen sekä kokemuksen kautta. Henkilöstöä ei siis voi jatkuvasti kierrättää, se tulisi tehdä vähitellen pitkinä jaksoina.

Tuotantolinjan tulisi toimia V-kuvaajan (kuvio 2) mukaisesti. Tämä tulisi olla oletuksena jokaisessa ajoerässä, koneiden ja laitteiden ohjelmien kautta tulevien parametrien takia. Koneita ei aina kuitenkaan pystytä käyttämään niiden parhaalla kapasiteetillä, jolloin V-käyrää ei välttämättä muodostu. Henkilöstön tulisi seurata koneiden toimintaa siten, että mikään laitetta ei käytetä turhan kovalla kapasiteetilla, jolloin kapasiteetissa on ylijäämää. Nopeuksia voidaan säätää ajoerä kohtaisesti, siten että

tuotantolinja toimisi mahdollisimman tasapainoisesti ja tehokkaasti ilman suuria kapasiteetin ylijäämiä.

Jokaisella linjalla tehdyssä ajankäyttötutkimuksessa huomattiin, että yksi tai kaksi pysähdystä aiheuttavaa syytä, kattavat suuren osan linjan pysähdysajasta. Näitä eniten aikaa vieviä pysähdyksiä karsimalla saataisiin tuotannon tehokkuutta nostettua huomattavasti.

4.5 Teknilliset kehitysmahdollisuudet

Nykyinen case-yrityksen atk-seurantajärjestelmä on hyvin epätarkka esimerkiksi KNL-luvun laskennassa. Martinsuon ym. (2016, 371.) mukaan erilaisista tuotannon tai laitteiden tilaa mittaavista antureista ja sensoreista voidaan kerätä tietoa tuotantolinjoilta reaaliajassa. Ohjelmoitavista logiikoista saatavaa tietoa voisi myös hyödyntää.

Tiedonkeruuta voisi automatisoida niin, että tuotannon tehokkuuteen liittyvä data kerättäisiin suoraan antureilta ja logiikoilta automaattiseen seurantajärjestelmään. Näin saataisiin kerättyä reaaliaikaista tietoa linjojen tehokkuuksista. Tätä tietoa voitaisiin myös visualisoida tuotantolinjan henkilöstölle reaaliajassa. Tiedonkeruun automatisoinnin myötä koneiden käynti- ja häiriöaika saadaan selville ilman manuaalisten kirjausten epätarkkuuksia. Nykyiset epätarkkuudet kirjauksissa näkyvät kuvioissa 7, 8 ja 9. Manuaaliset kirjaukset tulisi jättää automaattisen kirjauksen rinnalle, jotta kirjauksista saataisiin tarkempia. Manuaalisia kirjauksia tulisi myös tehdä enemmän kuin nykyään. Tätä voisi motivoida nykyisen seurantajärjestelmän parantaminen tai kokonaan uuden käyttöönotto. Kuvioista 3 nähdään, kuinka uuden järjestelmän käyttöönotto vaikutti häiriöiden kirjaamiseen Toikkasen ja Kuivasen (1993) tutkimuksessa. Parannuksen alulla saataisiin paremmin tietoa tuotannon tehokkuuteen vaikuttavista tekijöistä.

Tehokkuudet, joita case-yrityksen atk-seurantajärjestelmästä saadaan eivät ota huomioon mahdollista säätöaikaa, jota voi syntyä, kun koneita vaihdetaan pakkauskoolta toiselle. Järjestelmä mahdollistaa tehokkuuden

laskemisen siitä, kun ensimmäinen täysi lava tuotteita on valmis ja lähtee kuljetukseen ja loppuen siihen, kun viimeinen lava tuotteita lähtee kuljetukseen. Koneiden vaihtotöistä seuraava säätö tapahtuu usein ennen kuin kokonainen lava tuotteita on valmis kuljetukseen. Olisikin parempi, jos järjestelmä pystyisi aloittamaan prosessin seuraamisen heti tuotantolinjan ensimmäisestä koneesta lähtien. Näin valmistusprosessia pystyttäisiin seuraamaan laajemmalla aikavälillä ja se ottaisi kaikki tehokkuuteen vaikuttavat osatekijät paremmin huomioon.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia tuotantolinjojen tehokkuutta case-yrityksessä. Tutkimus tehtiin case-yrityksen tilauksesta sekä tutkimukselle oli tarvetta tuotannon kehittämisen ja kilpailukykyisen toiminnan parantamiseksi. Tavoitteena oli löytää osatekijöitä, jotka vaikuttavat tuotantolinjojen tehokkuuteen sekä tutkia, miten tehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä voidaan mitata. Lisäksi tutkimuksen perusteella ehdotettiin case-yritykselle kehitysideoita, joiden avulla tehokkuutta voitaisiin parantaa. Tutkimusongelmiin etsittiin ratkaisuja aiheeseen liittyvästä teorian tiedosta, tiedonhankinnan menetelmiin tutustumalla sekä niitä käyttämällä. Tutkimuksen aikana kaikkiin tutkimusongelmiin löydettiin hyvin vastauksia.

Tutkimus suoritettiin case-tutkimuksena, jossa tutkija ei ryhdy käytännön työhön tutkimuksessa löydettyjen ongelmien poistamiseksi. Työ jää siihen, että ratkaisut, joita tutkimuksen avulla on löydetty esitetään case-yritykselle. Case- tutkimus on sekoitus kvalitatiivista eli laadullista tutkimusta sekä kvantitatiivista eli määrällistä tutkimusta. Lisäksi tutkimus rajattiin käsittelemään tuotantolaitoksen tuotteenvalmistuksessa toimivia kolmea tuotantolinjaa. Tuotteenvalmistuksessa rajaus tehtiin niin, että tutkitaan ajoerien tehokkuutta ja siihen vaikuttavia tekijöitä.

Tutkimuksen suorittaminen case-yrityksessä sujui hyvin. Tietoa etsittiin yrityksen atk- seurantajärjestelmästä sekä tekemällä omia mittauksia tuotannosta. Tietoa käsiteltiin laskemalla ajoerä kohtaisia tehokkuuksia, tutkimalla tuotantolinjojen pysähdysaikoja sekä suorittamalla KNL- luvun laskentaa. Lisäksi tietoa kerättiin havainnoinnin sekä avoimien haastattelujen avulla.

Tuotannon kehitysideoita keksittäessä sekä empiirisen tiedonhankinnan yhteydessä huomattiin, kuinka monet eri asiat vaikuttavat tuotantolinjojen tehokkuuteen. Tämä osittain loi haastetta kehitysideoiden keksimiselle, koska vaikuttavien tekijöiden määrä on niin suuri.

Case- tutkimuksessa kehitysideat esitetään yritykselle, mutta niitä ei lähdetä toteuttamaan käytännössä. Tästä johtuen tuotantolinjojen

tehokkuutta voidaan lähteä tutkimaan tulevissa tutkimuksissa tämän tutkimuksen kehitysideoiden pohjalta. Lisäksi tutkimus tehtiin tuotantolaitoksen tuotteenvalmistuksen kolmelle tuotantolinjalle, joten seuraavia tutkimuksia voisi laajentaa käsittämään myös tuotantolaitoksen muita osia.

LÄHTEET

Add a little chaos to your Fishbone!! [viitattu 27.9.2016]. Saatavissa:

<https://www.industryforum.co.uk/resources/blog/add-a-little-chaos-to-your-fishbone/>

Elintarviketeollisuusliitto 2016. Elintarviketeollisuus [viitattu 05.10.2016].

Saatavissa: <http://www.etl.fi/elintarviketeollisuus.html>

Fogelholm, J. & Karjalainen, J. 2001. Tuotantotoiminnan mittaaminen. Vantaa. Tummavuoren Kirjapaino Oy.

Hirsjärvi, S., Hurme, H. 2011. Tutkimushaastattelu. Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Gaudeamus Helsinki University Press.

Kaikkonen, A., 2007. Pelkkä kokonais-tehokkuuden mittaaminen ei riitä.

Kehittyvä elintarvike. Elintarvikealan tiede- ja ammattilehti [viitattu

08.10.2016]. Saatavissa: [http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/32-pelkka-](http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/32-pelkka-kokonais-tehokkuuden-mittaus-ei-riita)

[kokonais-tehokkuuden-mittaus-ei-riita](http://kehittyvaelintarvike.fi/teemajutut/32-pelkka-kokonais-tehokkuuden-mittaus-ei-riita)

Kananen, J. 2013. Case-tutkimus opinnäytetyönä. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisu 143.

Lavikainen, P. 2008. Laatu. Teoksessa Käki, T. (toim.) Taidolla tuottavuuteen - työkaluja tuottavuuden kehittämiseen. Lahti: Lahden ammattikorkeakoulu, 169-185.

Line Control Achieving Perfect flow 2016. [viitattu 26.9.2016]. Saatavissa:

http://oeejourney.optimumfx.com/PDFstore/Line_control_5Levels_perfect_flow_161208.pdf

Liukkonen, J., Jaakkola, T., Kataja, J. 2006. Taitolajina työ. Johtaminen ja sisäinen motivaatio. Helsinki. Edita Prima Oy. Helsinki

Logistiikan maailma. Logistiikka ja toimitusketjun hallinta. [viitattu

16.09.2016]. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Tuotanto>

Lumijärvi, I. 2009. Johtamisen vaikutus organisaation tuloksellisuuteen. Tampere. Juvenes Print – Tampereen yliopistopaino Oy.

Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. & Lyly-Yrjänäinen J. 2016. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. Keuruu. Edita Publishing Oy

Mikkonen, H. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Helsinki. KP-Media Oy

Miksi OEE/KNL –tunnuslukua on tärkeää seurata?. [viitattu 27.9.2016].
Saatavissa: <http://www.arroweng.fi/fi/ratkaisut/machine-track-tuotantotehokkuus-kasvuun-lean-tuotannolla/oee-knl-kokonaistehokkuuden-mittaaminen/>

Ojanen, R. 2008a. Prosessi- ja layout-suunnittelu. Teoksessa Käki, T. (toim.) Taidolla tuottavuuteen - työkaluja tuottavuuden kehittämiseen. Lahti: Lahden ammattikorkeakoulu, 46-64.

Ojanen, R. 2008b. Tuotannon ohjaus ja ohjattavuus. Teoksessa Käki, T. (toim.) Taidolla tuottavuuteen - työkaluja tuottavuuden kehittämiseen. Lahti: Lahden ammattikorkeakoulu, 155-168.

Ojanen, R. 2008c. Tuottavuuden kehitystyökalujen esittely. Teoksessa Käki, T. (toim.) Taidolla tuottavuuteen - työkaluja tuottavuuden kehittämiseen. Lahti: Lahden ammattikorkeakoulu, 7-19.

Ojasalo, K., Moilanen, T., Ritalahti, J. 2014. Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Helsinki. Sanoma Pro Oy.

Opi lisää OEE:stä/KNL:stä. Tietopaketti kokonaistehokkuudesta.
Saatavissa: <https://www.novotek.com/fi/ratkaisut/tehokkuudenseuranta-oee-knl/oee-mista-on-kyse>

Rissanen, J., Rosti, T. 2008, Tuottavuuden menetelmäkehitys. Saatavissa: <http://www.lamk.fi/tki-toiminta/julkaisut/b->

[oppimateriaalia/Documents/taidolla tuottavuuteen tyokaluja tuottavuuden kehittamiseen.pdf](#)

Väisänen, J. 2013. Miksi joudun odottamaan sohvaa neljä viikkoa, vaikka sen tekemiseen menee aikaa alle tunti? Saatavissa: <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/miksi-joudun-odottamaan-sohvaa-neljae-viikkoa-vaikka-sen-tekemis/>

Wikipedia. 2016. Massatuotanto. [viitattu 26.9.2016]. Saatavissa: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Massatuotanto>

LIITTEET

LIITE 1. Ajoerien tehokkuuksia linja 1, 24/2016 – 41/2016

LIITE 2. Ajoerien tehokkuuksia linja 2, 28/2016 – 38/2016

LIITE 3. Ajoerien tehokkuuksia linja 3, 27/2016 – 36/2016

LIITE 4 Ajankäyttötutkimus mittauspöytäkirja pohja

LIITE 5. Ajankäyttötutkimus mittauspöytäkirja linja 1, 13.10.2016

LIITE 6. Ajankäyttötutkimus mittauspöytäkirja linja 2, 18.10.2016

LIITE 7. Ajankäyttötutkimus mittauspöytäkirja linja 3, 07.10.2016

LIITE 1

Alku	Loppu	Nimellisteho	Teoreettinen maksimi	Todellinen tuotanto	Kesto (h)	Tehokkuus (%)
13.10.2016 09:39:16	13.10.2016 21:59:59	29700	366654.8	267886.1	12.35	73,06
06.10.2016 20:34:51	07.10.2016 02:26:37	29700	174124.5	124177.7	5.86	71,32
21.09.2016 03:32:41	21.09.2016 16:32:00	29700	370911.8	283029.1	12.49	76,31
20.09.2016 00:31:38	20.09.2016 17:55:05	29700	501657.7	410097.6	16.89	81,75
09.09.2016 16:41:49	13.09.2016 17:19:13	29700	1394258.3	1051776	46.94	75,44
05.09.2016 07:45:40	06.09.2016 18:51:55	29700	1013388.8	832645.4	34.12	82,16
02.09.2016 02:16:23	03.09.2016 17:46:18	29700	1059258.8	866923.2	35.67	81,84
16.08.2016 14:00:00	18.08.2016 05:34:53	29700	1150817.3	864642.2	38.75	75,13
10.08.2016 18:53:44	11.08.2016 07:07:40	29700	363297	307993	12.23	84,78
10.08.2016 01:08:28	10.08.2016 18:26:43	29700	513933.8	437627.5	17.3	85,15
24.07.2016 11:42:59	26.07.2016 18:28:03	29700	1532058	1149572.2	51.58	75,03
18.07.2016 07:00:47	20.07.2016 06:23:17	29700	1369417.5	1089316.8	46.11	79,55
16.07.2016 21:37:09	17.07.2016 20:23:07	29700	676153.5	521991.4	22.77	77,2
10.07.2016 19:00:15	13.07.2016 01:43:06	29700	1557195.8	1216226.9	52.43	78,1
08.07.2016 12:34:49	08.07.2016 18:58:59	29700	190162.5	120803.8	6.4	63,53
03.07.2016 07:47:22	05.07.2016 01:39:32	29700	1189072.5	849594.2	40.04	71,45
29.06.2016 11:46:00	29.06.2016 18:46:59	29700	208386.8	171008.6	7.02	82,06
23.06.2016 09:11:29	25.06.2016 02:42:33	29700	1206843	805812.5	40.63	66,77
17.06.2016 23:18:20	19.06.2016 10:42:24	29700	1051413	860270.4	35.4	81,82

LIITE 2

Alku	Loppu	Nimellisteho	Teoreettinen maksimi	Todellinen tuotanto	Kesto (h)	Tehokkuus (%)
19.09.2016 03:37:36	19.09.2016 05:59:59	9900,00	23493,30	17740,80	2,37	75,51
13.09.2016 10:30:10	14.09.2016 02:59:30	9900,00	143440,00	117691,20	14,49	82,05
08.09.2016 16:26:01	08.09.2016 17:49:27	9900,00	13766,50	7286,40	1,39	52,93
03.09.2016 06:56:49	04.09.2016 21:12:17	9900,00	132118,20	80942,40	13,35	61,27
02.09.2016 06:35:54	02.09.2016 15:23:30	9900,00	82351,50	78249,60	8,32	95,02
19.08.2016 13:42:05	19.08.2016 18:16:11	9900,00	42556,30	39758,40	4,30	93,43
16.08.2016 18:13:05	17.08.2016 03:16:47	9900,00	79810,50	78724,80	8,06	98,64
13.08.2016 03:41:49	13.08.2016 13:59:59	9900,00	89622,50	69696,00	9,05	77,77
12.08.2016 11:49:21	13.08.2016 00:08:52	9900,00	111295,30	77616,00	11,24	69,74
12.08.2016 07:38:51	12.08.2016 11:16:59	9900,00	35992,00	31996,80	3,64	88,90
09.08.2016 07:15:26	09.08.2016 20:18:53	9900,00	117719,30	80308,80	11,89	68,22
02.08.2016 06:34:54	02.08.2016 17:30:09	9900,00	88316,30	82209,60	8,92	93,09
20.07.2016 11:11:13	20.07.2016 18:26:18	9900,00	61891,50	56057,80	6,25	90,57
20.07.2016 04:56:28	20.07.2016 09:08:12	9900,00	41536,00	31046,40	4,20	74,75
19.07.2016 22:30:00	20.07.2016 02:53:13	9900,00	43430,80	41976,00	4,39	96,65
16.07.2016 10:52:38	16.07.2016 16:40:13	9900,00	57351,30	45144,00	5,79	78,71
16.07.2016 01:46:19	16.07.2016 09:21:34	9900,00	75116,30	41976,00	7,59	55,88
15.07.2016 18:42:10	15.07.2016 23:55:43	9900,00	51735,80	48945,60	5,23	94,61
14.07.2016 14:22:53	14.07.2016 21:04:02	9900,00	66189,80	57182,40	6,69	86,39

LIITE 3

Alku	Loppu	Nimellisteho	Teoreettinen maksimi	Todellinen tuotanto	Kesto (h)	Tehokkuus (%)
06.09.2016 17:32:29	06.09.2016 19:16:35	14256	24734,20	10834,6	1.74	43,80
05.09.2016 21:27:44	06.09.2016 02:39:22	14256	74044,10	46189,4	5.19	62,38
05.09.2016 16:47:37	05.09.2016 20:35:37	14256	54172,80	30222,7	3.80	55,79
05.09.2016 03:53:36	05.09.2016 13:44:28	14256	139201,90	76982,4	9.76	55,30
11.08.2016 20:46:56	12.08.2016 03:19:56	14256	93376,80	63866,9	6.55	68,40
11.08.2016 18:02:52	11.08.2016 19:34:34	14256	21787,90	11404,8	1.53	52,34
11.08.2016 02:08:12	11.08.2016 09:59:49	14256	112056,10	62726,4	7.86	55,98
01.08.2016 00:06:19	01.08.2016 10:36:40	14256	149771,20	115758,7	10.51	77,29
31.07.2016 23:23:18	01.08.2016 00:06:18	14256	10216,80	7983,4	0.72	78,14
31.07.2016 22:00:00	31.07.2016 22:14:57	14256	3552,10	2281	0.25	64,21
20.07.2016 18:57:55	21.07.2016 05:24:36	14256	73450,10	43908,5	5.15	59,78
20.07.2016 11:06:33	20.07.2016 17:22:36	14256	89345,50	68999	6.27	77,23
20.07.2016 01:33:34	20.07.2016 09:42:37	14256	116198,30	77552,6	8.15	66,74
12.07.2016 15:10:13	13.07.2016 00:35:04	14256	128268,40	96370,6	9.00	75,13
11.07.2016 19:18:26	12.07.2016 14:03:09	14256	262468,80	156816	18.41	59,75
11.07.2016 12:11:41	11.07.2016 17:50:28	14256	80494,90	61015,7	5.65	75,80
10.07.2016 23:19:07	11.07.2016 09:00:13	14256	138069,40	79833,6	9.69	57,82
10.07.2016 15:43:33	10.07.2016 21:59:59	14256	84688,60	66718,1	5.94	78,78
10.07.2016 13:32:23	10.07.2016 15:22:45	14256	26223,10	11975	1.84	45,67

LIITE 5

Ajankäyttötutkimus							
Pvm.	13.10.2016		Nro	Kone	Linja	Tuote	Tuotteiden määrä
Alku	Klo 9.25			1 Pakkauskone	1	2	9509
Loppu	Klo 13.30			2			
Yht.	3,5h			3			

Kone		Aika		Syy					Kommentti
Nro	Alku	Loppu	Kesto	Materiaali	Kone	Henkilöstö	Menetelmät	Ulkoinen	Kuvaus
1	09:28:19	09:29:08	0:00:49		x				Kaatonut tuote sisäänsyötössä
1	09:31:19	09:33:29	0:02:10					x	Pakkausruuhka
1	09:40:57	09:41:18	0:00:21		x				Kaatonut tuote sisäänsyötössä
1	09:42:00	09:42:17	0:00:17		x				Kaatonut tuote sisäänsyötössä
1	09:42:53	09:56:07	0:13:14					x	Pakkausruuhka
1	09:58:07	10:01:21	0:03:14					x	Pakkausruuhka
1	10:02:11	10:03:00	0:00:49		x				Kaatonut tuote sisäänsyötössä
1	10:04:31	10:04:56	0:00:25		x				Kaatonut tuote sisäänsyötössä
1	10:13:10	10:13:34	0:00:24					x	Pakkausruuhka
1	10:49:44	10:51:17	0:01:33					x	Tuotepula
1	10:51:36	10:52:52	0:01:16		x				Kaatonut tuote sisäänsyötössä
1	11:00:15	11:01:55	0:01:40					x	Tuotepula
1	11:05:49	11:08:46	0:02:57					x	Tuotepula
1	11:13:27	11:15:20	0:01:53					x	Tuotepula
	11:25:00	12:00:00	0:35:00						Mittastauko
1	12:10:42	12:14:03	0:03:21		x				Kaatonut tuote sisäänsyötössä
1	12:15:26	12:16:00	0:00:34		x				Kaatonut tuote sisäänsyötössä
1	12:37:16	12:37:58	0:00:42		x				Kaatonut tuote sisäänsyötössä
1	12:47:47	12:55:34	0:07:47					x	Tuotepula
1	13:09:06	13:10:12	0:01:06		x				Pakkaus jumissa liimausasemassa
1	13:10:46	13:11:45	0:00:59	x					Pahvin syöttö häiriö
1	13:16:47	13:20:59	0:04:12		x				Pakkaus jumissa liimausasemassa
1	13:24:51	13:25:26	0:00:35	x					Pahvin syöttö häiriö

Pakkauskone		
Lukumäärä	Aika	Kuvaus
4	0:19:02	Pakkausruuhka
5	0:15:50	Tuotepula
9	0:08:34	Kaatonut tuote sisäänsyötössä
2	0:05:18	Pakkaus jumissa liimausasemassa
2	0:01:34	Pahvin syöttö häiriö
22	0:50:18	

LIITE 6

Ajankäyttötutkimus						
Pvm.	Nro	Kone	Linja	Tuote	Tuotteiden määrä	
18.10.2016						
Alku Klo. 8.35		1 Pakkauskone		2	3	8432
Loppu Klo. 13.05		2				
Yht. 4h		3				

Kone		Aika		Syy					Kommentti
Nro	Alku	Loppu	Kesto	Materiaali	Kone	Henkilöstö	Menetelmät	Ulkoinen	Kuvaus
1	08:42:29	08:44:08	0:01:39	x					Pahvinsyöttö häiriö
1	08:49:18	08:51:08	0:01:50	x					Pahvinsyöttö häiriö
1	08:57:55	09:02:47	0:04:52	x					Pahvinsyöttö häiriö
1	09:17:03	09:19:26	0:02:23		x				Pakkauksen taitossa häiriö
1	09:25:02	09:25:55	0:00:53					x	Pakkauksruuhka
1	09:38:02	09:41:05	0:03:03	x					Pahvinsyöttö häiriö
1	09:53:49	09:56:37	0:02:48		x				Pakkauksen taitossa häiriö
1	10:01:22	10:03:46	0:02:24		x				Pakkauksen taitossa häiriö
	10:05:00	10:35:00	0:30:00						Mittaustauko
1	10:50:38	10:51:56	0:01:18					x	Pakkauksruuhka
1	10:55:39	10:57:28	0:01:49					x	Pakkauksruuhka
1	10:57:36	10:58:18	0:00:42	x					Pahvinsyöttö häiriö
1	11:09:51	11:10:44	0:00:53	x					Pahvinsyöttö häiriö
1	11:14:42	11:15:38	0:00:56		x				Pakkauksen taitossa häiriö
1	11:18:11	11:19:38	0:01:27		x				Kaatonut tuote lajittelussa
1	11:20:32	11:23:09	0:02:37	x					Pahvinsyöttö häiriö
1	11:24:05	11:29:02	0:04:57		x				Pakkauksen taitossa häiriö
1	11:34:47	11:35:50	0:01:03	x					Pahvinsyöttö häiriö
1	11:51:27	11:53:09	0:01:42	x					Pahvinsyöttö häiriö
1	11:54:59	11:57:13	0:02:14		x				Pakkauksen taitossa häiriö
1	11:59:48	12:00:39	0:00:51	x					Pahvinsyöttö häiriö
1	12:04:58	12:06:45	0:01:47	x					Pahvinsyöttö häiriö
1	12:20:45	12:23:10	0:02:25		x				Pakkauksen taitossa häiriö
1	12:23:20	12:24:32	0:01:12	x					Pahvinsyöttö häiriö
1	12:24:48	12:30:09	0:05:21		x				Pakkauksen taitossa häiriö
1	12:32:55	12:33:13	0:00:18		x				Kaatonut tuote sisäänsyötössä
1	12:41:27	12:44:12	0:02:45	x					Pahvinsyöttö häiriö
1	12:46:01	12:48:48	0:02:47	x					Pahvinsyöttö häiriö
1	12:56:56	12:58:08	0:01:12	x					Pahvinsyöttö häiriö

Pakkauskone		
Lukumäärä	Aika	Kuvaus
15	0:28:55	Pahvin syöttö häiriö
8	0:23:28	Pakkauksen taitossa häiriö
3	0:04:00	Pakkauksruuhka
1	0:01:27	Kaatonut tuote lajittelussa
1	0:00:18	Kaatonut tuote sisäänsyötössä
28	0:58:08	

LIITE 7

Ajankäyttötutkimus							Nro	Kone	Linja	Tuote	Tuotteiden määrä	
Pvm.	7.10.2016											
Alku	Klo 7.30							1 Etikettikone	3	1	4558	
Loppu	Klo 13.00							2 Pakkauskuone				
Yht.	4,5h							3				

Nro	Kone	Aika			Materiaali	Syy				Kuvaus	Kommentti
		Alku	Loppu	Kesto		Kone	Henkilöstö	Menetelmät	Ulkoinen		
1		07:33:35	07:39:18	0:05:43		x					Etiketti jumissa
2		07:39:35	07:40:25	0:00:50		x					Kaatonut tuote sisäänsyötössä
1		07:44:49	07:46:04	0:01:15		x					Pullorakojen tunnistus koneen yläosa
2		07:54:33	07:55:18	0:00:45		x					Kaatonut tuote sisäänsyötössä
1		07:59:00	08:00:01	0:01:01		x					Pullorakojen tunnistus koneen yläosa
2		08:00:36	08:01:17	0:00:41		x					Kaatonut tuote sisäänsyötössä
2		08:09:52	08:10:17	0:00:25					x		Pakkausruuhka
2		08:11:39	08:12:05	0:00:26					x		Pakkausruuhka
2		08:15:15	08:16:13	0:00:58					x		Pakkausruuhka
2		08:16:35	08:18:30	0:01:55		x					Kaatonut tuote sisäänsyötössä
2		08:19:55	08:20:15	0:00:20		x					Kaatonut tuote sisäänsyötössä
2		08:26:15	08:27:15	0:01:00					x		Pakkausruuhka
2		08:27:47	08:30:21	0:02:34		x					Kaatonut tuote sisäänsyötössä
2		08:31:04	08:31:29	0:00:25		x					Kaatonut tuote sisäänsyötössä
2		08:35:42	08:36:06	0:00:24					x		Pakkausruuhka
2		08:37:27	08:37:41	0:00:14					x		Pakkausruuhka
2		08:39:37	08:56:21	0:16:44					x		Pakkausruuhka, lavaajalla lava jumissa
1		08:40:34	08:57:58	0:17:24					x		Tuoteruuhka, lavaajalla lava jumissa
2		08:59:14	09:01:10	0:01:56					x		Pakkausruuhka
2		09:05:50	09:06:42	0:00:52					x		Pakkausruuhka
2		09:09:11	09:10:05	0:00:54					x		Pakkausruuhka
2		09:13:18	09:21:15	0:07:57		x					hitsannut
1		09:17:17	09:24:19	0:07:02					x		Tuoteruuhka
2		09:33:21	09:34:15	0:00:54					x		Pakkausruuhka
2		09:37:57	09:38:35	0:00:38					x		Pakkausruuhka
2		09:40:10	09:40:30	0:00:20					x		Pakkausruuhka
2		09:44:14	09:45:16	0:01:02					x		Pakkausruuhka
2		09:47:16	09:48:00	0:00:44		x					Kaatonut tuote sisäänsyötössä
2		09:51:35	09:52:13	0:00:38					x		Pakkausruuhka
2		09:54:30	09:54:46	0:00:16					x		Pakkausruuhka
2		09:58:03	09:59:06	0:01:03					x		Pakkausruuhka
		10:00:00	11:00:00	1:00:00							Mittauksen tauko
2		11:00:10	11:01:16	0:01:06					x		Pakkausruuhka
2		11:01:44	11:02:58	0:01:14					x		Pakkausruuhka
2		11:04:22	11:05:24	0:01:02		x					Kaatonut tuote sisäänsyötössä
2		11:05:50	11:06:08	0:00:18		x					Kaatonut tuote sisäänsyötössä
1		11:06:38	11:08:04	0:01:26					x		Tuoteruuhka
2		11:10:56	11:12:00	0:01:04		x					Kaatonut tuote sisäänsyötössä
2		11:12:49	11:13:31	0:00:42					x		Pakkausruuhka
2		11:13:40	11:13:58	0:00:18					x		Pakkausruuhka
2		11:14:17	11:14:48	0:00:31					x		Pakkausruuhka
1		11:15:01	11:15:48	0:00:47					x		Tuoteruuhka
1		11:17:41	11:18:07	0:00:26		x					Pullorakojen tunnistus koneen yläosa
2		11:18:42	11:19:11	0:00:29					x		Pakkausruuhka
2		11:25:19	11:26:21	0:01:02					x		Pakkausruuhka
2		11:26:43	11:27:36	0:00:53		x					Kaatonut tuote sisäänsyötössä
1		11:28:40	11:29:25	0:00:45					x		Tuoteruuhka
2		11:31:57	11:32:21	0:00:24					x		Pakkausruuhka
2		11:33:12	11:33:57	0:00:45					x		Pakkausruuhka
2		11:34:48	11:38:54	0:04:06		x					Kaatonut tuote sisäänsyötössä
1		11:35:35	11:40:49	0:05:14					x		Tuoteruuhka
1		11:45:09	11:45:42	0:00:33		x					Pullorakojen tunnistus koneen yläosa
2		11:45:10	11:45:35	0:00:25					x		Pakkausruuhka
2		11:46:30	11:46:52	0:00:22					x		Pakkausruuhka
2		11:47:21	11:48:03	0:00:42					x		Pakkausruuhka
2		11:51:44	11:52:31	0:00:47					x		Pakkausruuhka
2		11:53:19	11:58:41	0:05:22					x		Tuotteita puuttuu linjalta, mekaaninen anturi ei tunnista
1		11:54:11	12:00:45	0:06:34					x		Tuoteruuhka
2		12:08:28	12:17:00	0:08:32					x		Pakkausruuhka
1		12:11:47	12:19:01	0:07:14					x		Tuoteruuhka
2		12:19:12	12:19:38	0:00:26					x		Pakkausruuhka
2		12:20:24	12:21:39	0:01:15					x		Pakkausruuhka
2		12:23:25	12:24:21	0:00:56					x		Pakkausruuhka
2		12:25:26	12:26:26	0:01:00					x		Pakkausruuhka
2		12:26:49	12:28:48	0:01:59		x					Kaatonut tuote sisäänsyötössä
2		12:35:10	12:35:59	0:00:49					x		Pakkausruuhka
2		12:38:25	12:39:13	0:00:48					x		Pakkausruuhka
1		12:39:09	12:40:39	0:01:30					x		Tuoteruuhka
2		12:42:13	12:43:44	0:01:31					x		Pakkausruuhka
2		12:44:36	12:45:33	0:00:57					x		Pakkausruuhka
2		12:50:32	12:51:22	0:00:50					x		Pakkausruuhka
2		12:52:01	12:52:49	0:00:48					x		Pakkausruuhka
2		12:53:37	12:54:57	0:01:20					x		Pakkausruuhka
2		12:55:17	12:56:42	0:01:25					x		Pakkausruuhka
2		12:58:28	12:59:41	0:01:13		x					Kaatonut tuote sisäänsyötössä

Etikettikone		
Lukumäärä	Aika	Kuvaus
9	0:47:56	Tuoteruuhka
1	0:05:43	Etiketti jumissa
4	0:03:15	Pullorakojen tunnistus koneen yläosa
14	0:56:54	
Pakkauskone		
Lukumäärä	Aika	Kuvaus
43	0:58:08	Pakkausruuhka
15	0:18:49	Kaatonut tuote sisään syötössä
1	0:07:57	Kalvorullan hitsaus käsin, koska autom. ei hitsannut
1	0:05:22	Tuotteita puuttuu linjalta, mekaaninen anturi ei tunnista
60	1:30:16	