

Opinnäytetyö AMK

Prosessi- ja materiaalitekniikka

2021

Teemu Huovinen

TIEDONKERUU- JA OHJAUSJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN JA KÄYNTIAJAN SEURANTA

Teemu Huovinen

TIEDONKERUU- JA OHJAUSJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN JA KÄYNTIAJAN SEURANTA

Opinnäytetyön tavoite on kehittää toimiva tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmä, jolla seurataan pakkauslinjan käyntiaikaa ja siihen liittyviä pysähdyssyitä ja häiriöitä. Toimihenkilöt puolestaan näkevät tuotantodatan suoraan koneelta. Tavoite on myös päivittää järjestelmää työntekijöiden haastattelujen perusteella ja tehdä havaintoja pakkauslinjan käyntiajasta.

Opinnäytetyön ensimmäisessä osuudessa käsitellään työn keskeisiä tutkimuskohteita. Työn tutkimuskohteet ovat tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmä ja käyntiaikaan vaikuttavat tekijät. Tutkimuskohteet käsitellään pääasiassa teoriaosuutena, mutta myös osittain kokeellisena osuutena. Käyntiaika ja vaikuttavat tekijät osuudessa tarkastellaan käyntiaikaa, tuotantoaikaa, odotusaikaa, suunniteltua seisonta-aikaa ja käyntiastetta.

Toisessa osuudessa keskitytään lean-ajatteluun ja automaattiseen tiedonkeruuseen. Käsitellään lean-ajattelun peruseriaatetta ja, sen hyötyjä ja työkaluja. Automaattinen tiedonkeruu perustuu jatkuvaan parantamiseen ja tietojen hyödyntämiseen tuotannosta. Tuotannon tunnusluvut kertovat tuotannon mahdolliset puutteet ja kehittämiskohteet. Operaattoreilla on keskeinen rooli tuotantodatan tiedonkeruussa ja heidän avullaan saadaan päivitettyä ja kehitettyä tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmää.

Kokeellisessa osuudessa käsitellään pakkauslinjan läpimenoja, pysähdyssyitä ja häiriöitä. Läpimenoista ja häiriöistä on tehty taulukot ja kuvaajat osoittamaan seuranta-ajan sisällä tulleet pysähdyssyyt. Näiden tietojen perusteella on myös tehty pakkauslinjan käyntiajan havainnot ja tarkastelut. Pakkauslinjan operaattoreiden avoimet haastattelut auttoivat tekemään päivityksiä tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmään.

Havaintojen, haastatteluiden ja lopputulosten perusteella voidaan todeta, että moni asia vaikuttaa pakkauslinjan käyntiaikaan. Häiriöt ja pysähdyssyyt muodostavat odotusajan ja suunnitellut seisonta-ajat, jotka vaikuttavat tuotantoaikaan. Käyntiaste kertoo prosenttimäärän, jolla pakkauslinja on käynyt. Erityisesti paljon aikaa vieviä pysähdyksiä olivat tuotevaihdot, tarvikkevaihdot ja vuoronvaihdot. Suunnitelluista seisonta-ajoista tauot veivät eniten aikaa. Tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmän päivittämisen myötä myös kunnossapidon häiriöt tulivat selkeämmin esille ja varsinkin röntgenlaitteen aiheuttamat ongelmat. Pakkauslinjan käyntiaikaa ja pysähdyssyiden tarkkoja tietoja on helpompi seurata järjestelmän päivitettyjen tietojen pohjalta.

ASIASANAT:

tuotanto, tiedonhankinta, ohjausjärjestelmät, häiriötilaukset

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Chemical and Materials Engineering

Spring 2021 | 50 pages, 3 pages in appendices

Teemu Huovinen

DEVELOPMENT OF DATA COLLECTION AND CONTROL SYSTEM AND MONITORING OF RUNNING TIME

The objective of the thesis was to develop a functioning data collection and control system and to monitor the running time of the a packaging line and the reasons for stoppages and disturbances. Supervisors see the production data directly on their computer. A further aim was to update the system based on employee interviews and observe the running time of the packaging line.

The first part of the thesis deals with the main research topics of the thesis. These are the data collection and control system, and the factors affecting the running time. The research topics are treated mainly from a theoretical perspective but also partly experimentally. The running time and affecting factors section looks at running time, production time, waiting time, planned downtime and operating rate.

The second part focuses on lean thinking and automated data collection. It deals with the basic principle of lean thinking and its benefits and tools. Automatic data collection is based on continuous improvement and utilization of data from production. Production indicators reveal possible shortcomings and areas for improvement. Operators play a key role in the collection of production data and can be used to update and develop the data collection and control system.

The experimental section deals with packaging line throughput, stops and disturbances. Tables and graphs on throughput and disturbances were created to show the reasons for stops within the monitoring period. Based on this information running time was observed and reviewed. Open interviews with packaging line operators helped to update the data collection and control system.

Based on the findings, interviews and results, it can be concluded that many factors affect the running time of the packaging line. Disturbances and stoppages constitute waiting times and planned downtimes. Those reasons affect production time. The operating time ratio indicates the percentage of time during which the packaging line has been running. Particularly time-consuming reasons for stoppages were product changes, supplies changes and shift changes. Of the planned downtime took the most time. With the updating of the data collection and control system, maintenance disturbances also became more apparent, and especially concerning the X-ray machine. Based on the updated information in the system, it is easier to monitor the running time of the packaging line and the exact data on the reasons for stoppage.

KEYWORDS:

production, data acquisition, control systems, disruption orders

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 TUTKIMUSKOHTEET	11
2.1 Pakkauslinja	11
2.2 Gema by Pinja- järjestelmä	13
2.3 Käyntiaika ja vaikuttavat tekijät	14
3 LEAN-AJATTELU	17
3.1 Mitä Lean on?	17
3.2 Perusperiaate	17
3.3 Työkalut	17
3.4 Hyödyt	19
3.5 Jatkuva parantaminen	19
3.6 Automaattinen tiedonkeruu	20
3.7 Tiedon hyödyntäminen	21
3.7.1 Tuotanto	21
3.7.2 Kunnossapito	21
3.7.3 Tuotannonsuunnittelu	22
3.7.4 Tuotantopalaverit	23
3.7.5 Tiedon visualisointi	23
3.8 Tuotannon tunnusluvut	24
3.8.1 KNL	24
3.8.2 Käyttösuhde	26
3.8.3 Tuottavuus	27
3.8.4 Sisäinen toimitusvarmuus	27
3.8.5 Prosessin läpimenoaika	27
3.9 Operaattorit	28
3.9.1 Pysähdysten syyt	28
3.9.2 Laatupoikkeamat	28
3.9.3 Tuotevaihdot	29
4 PAKKAUSLINJAN LÄPIMENOT JA HÄIRIÖT	30

4.1 Läpimenot	30
4.2 Häiriöt	30
5 HAVAINNOT JA TOIMENPITEET	35
5.1 Pakkauslinjan käyntiajan havainnot	35
5.2 Pakkauslinjan häiriöiden ja pysähdyssyiden tarkastelu	41
5.3 Tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmän toimenpiteet	45
5.4 Avoimet haastattelut	46
6 YHTEENVETO	48
LÄHTEET	50

LIITTEET

- Liite 1. Pakkauslinjan 5 viikon käyntiajan seuranta.
Liite 2. Pakkauslinjan 5 viikon seuranta häiriöistä ja kestoista.
Liite 3. Pakkauslinjan 5 viikon seurannan häiriöiden syyt ja kestot.

KAAVAT

Kaava 1. Käyntiaika. (OEE 2019.)	15
Kaava 2. Tuotantoaika. (Vorne industries 2008.)	15
Kaava 3. Käyntiaste. (PSK 6201 2011.)	16
Kaava 4. Tuotannon kokonaistehokkuus. (Prosessitaito 2013.)	25
Kaava 5. Käytettävyys. (Prosessitaito 2013.)	25
Kaava 6. Nopeus. (Prosessitaito 2013.)	26
Kaava 7. Laatu. (Prosessitaito 2013.)	26

KUVAT

Kuva 1. Gema by Pinja päänäkymä.	13
Kuva 2. Gema by Pinja häiriönäkymä.	14
Kuva 3. Gema by Pinja pysähdyssyyt.	46
Kuva 4. Gema by Pinja kunnossapidon häiriöiden alasyt.	46

KUVIOT

Kuvio 1. Opinnäytetyön rakenne.	10
Kuvio 2. Suunnitellut seisonta-ajat.	31
Kuvio 3. Kunnossapito.	32
Kuvio 4. Tuotanto.	32
Kuvio 5. Laadunvalvonta.	33
Kuvio 6. Tuotevaihto.	33
Kuvio 7. Tarvike/vuoronvaihdot.	34
Kuvio 8. Viikko 1. Käyntiaika ja laskuri.	36
Kuvio 9. Viikko 1. Tuotantoaika, odotusaika, suunnitellut seisonta-ajat.	36
Kuvio 10. Viikko 2. Käyntiaika ja laskuri.	37
Kuvio 11. Viikko 2. Tuotantoaika, odotusaika, suunnitellut seisonta-ajat.	38
Kuvio 12. Viikko 3. Käyntiaika ja laskuri.	38
Kuvio 13. Viikko 3. Tuotantoaika, odotusaika, suunnitellut seisonta-ajat.	39
Kuvio 14. Viikko 4. Käyntiaika ja laskuri.	39
Kuvio 15. Viikko 4. Tuotantoaika, odotusaika, suunnitellut seisonta-ajat.	40
Kuvio 16. Viikko 5. Käyntiaika ja laskuri.	40
Kuvio 17. Viikko 5. Tuotantoaika, odotusaika, suunnitellut seisonta-ajat.	41
Kuvio 18. Suunnitellut seisonta-ajan häiriöt.	42
Kuvio 19. Laadunvalvonnan häiriöt.	43
Kuvio 20. Tarvike- ja vuoronvaihdon häiriöt.	43
Kuvio 21. Kunnossapidon häiriöt.	44
Kuvio 22. Tuotannon häiriöt.	44
Kuvio 23. Tuotevaihdon häiriöt.	45

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

Häiriöjärjestelmä	Havaitsee ja ilmoittaa pakkauslinjan pysähdyssyyt.
KNL	Tuotannon tehokkuutta mittaava tunnusluku. Tulee sanoista käytettävyys, nopeus ja laatu.
Käyntiaika	Tuotannon koneiden yleisin mittauskohde. Kertoo pakkauslinjan käynnissä oloajan.
LEAN	Johtamisfilosofia, joka perustuu turhuuden poistamiseen tuotannosta.
Odotusaika	Kattaa pakkauslinjalta ajan, jolloin tuotanto on pysähdyksissä.
Ohjausjärjestelmä	Mahdollistaa tiedonkeruun automaattisesti pakkauslinjalta. Tieto tulee suoraan selaimelle.
Suunniteltu seisonta-aika	Pakkauslinjalla tehty suunniteltu pysähdys tai tauko.
Tiedonkeruu	Operaattoreiden avulla tapahtuva tuotantodatan keruu pakkauslinjalta.
Tuotantoaika	Kattaa pakkauslinjan ajanjakson erän alusta tuotannon loppuun.

1 JOHDANTO

Merkittävämpiä ongelmia tämän päivän teollisuusyrityksissä on se, että tuotantodataa on joka paikassa, mutta ihmisiä ei saada datan äärelle. Tämä voi johtua siitä, että tieto on liian vaikeassa muodossa tai sitä on vaikea etsiä. Usein yrityksen kannalta kriittisetkin päätökset perustuvat arvioihin faktoihin perustuvan tiedon sijaan. (Pinja 2016.)

Yleinen harhaluulo on, että kytkeytymällä tuotantokoneisiin ja linjastoihin, saadaan kaikki tuotannon tehostamiseen tarvittava tieto. Tämä toimii hyvänä lähtökohtana, mutta usein tietoa tarvitaan myös operaattoreilta ja muilta järjestelmiltä. Tuotannosta kannattaa kerätä tietoa häiriöistä, joiden takia tuotantolinja joudutaan pysäyttämään tai hidastamaan. Tuotannon tiedonkeruulla on monenlaisia hyötyjä, joilla pystytään parantamaan linjaston tai koneiden tehokkuutta. (Pinja 2016.)

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Naantalissa sijaitseva elintarvikeyritys Mauste-Sallinen Oy, joka on vuonna 1961 perustettu suomalainen perheyriety. Mauste-Sallinen Oy maa-hantuo, valmistaa ja pakkaa elintarvikkeita vähittäiskauppaan ja teollisuuteen. Yritys työllistää suoraan noin 60 henkilöä ja lisäksi siltä löytyy laaja yhteistyöverkosto. Koko tuotanto on keskitetty nykyaikaiseen tehtaaseen, jonka yhteydessä toimii raaka-aine- ja valmistusvarastot. Raaka-aineet toimitetaan hyväksytyiltä toimittajilta eripuolin maailmaa. Yritys valmistaa, pakkaa, varastoi ja markkinoi tuotteita. (Mauste-Sallinen Oy 2021.)

Yrityksellä on käytössä ISO 9001 laatujärjestelmä ja ISO 14001 ympäristöjärjestelmä. Käytössä ovat myös omavalvontajärjestelmä sekä elintarviketurvallisuusjärjestelmä FSSC 22000. Lähtökohtana on jatkuva kehitys ja ympäristönäkökulmien huomiointi kaikessa toiminnassa. (Mauste-Sallinen Oy 2021.)

Opinnäytetyön tavoitteena on kehittää pakkauslinjalle toimiva tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmä ja seurata ja havainnoida käyntiaikaa. Toimivana järjestelmänä se tukee ja auttaa pakkauslinjan työntekijöitä häiriöiden ja ongelmien havaitsemisessa. Tavoitteena on tehdä raportoisesta vaivatonta ja helppokäyttöistä. Järjestelmän toimiessa myös muu yrityksen ja tuotannon henkilöstö näkevät tarvittavan tuotantodatan.

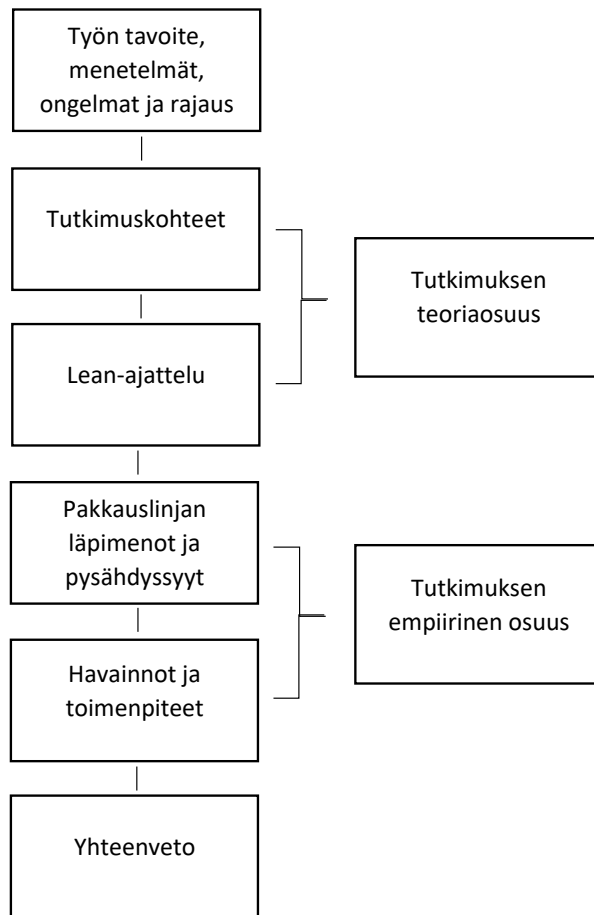
Työn pääasialliset tutkimuskohteet ovat tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmä sekä pakkauslinjan käyntiaika. Tutkimusaineiston kerääminen tapahtuu haastatteluilla linjastolla työskenteleviltä operaattoreilta ja tiiminvetäjältä. Kerättyä tietoa pyritään visualisoimaan taulukoilla ja kuvaajilla. Haastatteluissa kerätään tietoa henkilöiltä, joilla on pitkä

työkokemus linjastolla. Toisena pääasiallisena menetelmänä työssä toimii oma havainnointi. Havainnointi perustuu pakkauslinjan käyntiaikaan ja sen seurantaan. Omilla havainnoilla ja seurannalla saadaan kerättyä tarvittavaa tietoa tutkimuskohteista ja aineistoista.

Tutkimusongelma on luoda toimiva järjestelmä, josta nähdään reaaliaikaista tuotantodataa pakkauslinjalta. Tarkoituksena on myös seurata ja tarkastella käyntiaikaan liittyviä tekijöitä, ja selvittää linjastoon vaikuttavia pysähdyssyitä ja häiriöitä. Tarkoitus olisi, että tuloksilla ja toimivalla järjestelmällä pystytään ennakoimaan mahdollisia ongelmia ja tekemään tarvittavia parannuksia pakkauslinjalla.

Työ rajattiin koskemaan ensimmäistä pakkauslinjaa, joka on kaikista eniten käytössä, ja jossa ongelmia ja häiriöitä ilmenee. Pakkauslinja on myös samalla suurin linja, joten järjestelmän käyttöönotto ensimmäisenä siinä, on loogisin ratkaisu. Työ rajattiin koskemaan pakkauslinjan käyntiaikaa ja siihen liittyviä pysähdyssyitä ja muita tekijöitä.

Työ koostuu neljästä osasta ja kuudesta luvusta. (Kuvio 1.)



Kuvio 1. Opinnäytetyön rakenne.

Rakenteen neljä osaa kattaa koko tutkimuksen. Ensimmäisessä osassa perehdytään työn tavoitteeseen, menetelmiin, ongelmakohtiin ja rajaukseen.

Toisessa osuudessa siirrytään käsittelemään työn teoriaosuutta, johon kuuluu tutkimuskohteiden tarkastelu ja havainnointi sekä lean-ajatteluun tutustuminen.

Työn kolmannessa osuudessa siirrytään empiiriseen osuuteen eli tutkimuksen koeosuuteen. Siinä tehdään toimenpiteitä ja tarvittavia havaintoja pakkauslinjan läpimenoista ja pysähdysyistä sekä tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmästä.

Neljänten osuuteen kuuluu tutkimuksen yhteenveto.

2 TUTKIMUSKOHTEET

Tutkimuskohde on tutkittava asia tai yksittäinen kohde, jota tutkitaan. Tutkimuskohteen määrittely ja valinta on osa tutkimusprosessia. Useimmin tutkimuskohteen valinta perustuu kehityshankkeeseen tai aikaisemman tutkimuksen aukkoihin, jotka halutaan paikata. Tutkimuskohteen määrittelyyn vaikuttaa myös tutkijan ymmärrys kohteesta. (Tutkimusmetodeja ammatilliselle kentälle 2014.)

Tässä tutkimuksessa esille on otettu kaksi eri kohdetta. Tutkittavat kohteet ovat Gema by Pinja -järjestelmä ja käyntiaika. Lisäksi luvussa 2.1 on kerrottu pakkauslinjan prosessin kulun eri vaiheista.

Gema by Pinja -järjestelmässä tutkitaan raportoinnin sujuvuutta ja tarkempia tietoja pysähdyssyistä. Käyntiajan seurannassa tutkitaan linjaston ongelmia ja häiriöiden kestoja.

2.1 Pakkauslinja

Pakkauslinja on tuotantolinja, jossa valmiit tuotteet pakataan niiden suojaamiseksi kuljetuksen ja käsittelyn ajaksi ennen käyttöä. Pakkauslinjat koostuvat erilaisista laitteista, koneista ja roboteista, joiden avulla pystytään tuottamaan suuria määriä pakkauksia. Tutkimuskohteena oleva linjasto koostuu syöttöasemasta, annostelijasta, pussituskoneesta, röntgenlaitteesta, laatikkokoneesta ja lavausroboteista. Lisäksi linjastolla on liukuhihnoja, sensoreita ja antureita. Sensorien ja anturien tarkoitus on lukea tuotantotietoja linjastolta.

Pakkauslinjalla tuote laitetaan syöttökuiluun. Enimmäkseen linjalla pakataan siemeniä, pähkinöitä ja muita kiinteitä kuivatuotteita. Pakkauskoort vaihtelevat pienistä pusseista suurempiin pusseihin. Linjastolla työskentelee neljä operaattoria yhdessä vuorossa, joista kaksi huolehtii tuotteen syötöstä ja koneiden käytöstä. Muut kaksi operaattoria tekevät muita asetuksia linjastolla ja huolehtivat materiaaleista. Pakkauslinjalla työskennellään kahdessa vuorossa, aamu- ja iltavuorossa.

Pakkauslinjan alkutoimenpiteisiin kuuluvat tuotteen- ja erän valmistelut. Näiden lisäksi tehdään materiaalien lisäykset ja mahdolliset alkupesut. Tuotantovaiheessa kuin myös alku- ja loppuvaiheessa huolehditaan linjaston hygieniasta ja toimivuudesta. Operaattorit

huolehtivat, että pakkaaminen tapahtuu laadullisesti hyvin ja pakkauksesta löytyy tarvittavat tiedot.

Tuotteen syöttö

Tuotteen syöttö tapahtuu joko suursäikeistä tai laatikoista. Operaattorit tarkastavat tuotteen, kun he kaatavat sen eteenpäin linjastolla. Pakkauslinjan yleisimmät pakattavat tuotteet ovat pähkinät, siemenet ja rusinat.

Annostelija

Tuote tulee kuilua pitkin annostelijalle, jossa sisäinen vaaka punnitsee tuotetta oikean määrän. Annostelijassa on tuotteelle eri välejä, jotta tuotetta mahtuu kerralla enemmän eikä ruuhkaa synny. Kun tuotetta on oikea määrä annostelijassa, niin anturi lukee sen ja tuote voi siirtyä eteenpäin pussituskoneelle.

Pussituskone

Pussituskoneelle laitetaan oikeat kalvot ja pakkausmateriaalit ennen pussittamista. Kone saumaa pussin alaosan kiinni ja siirtyy annostelijan suuaukolle, josta tuote tulee pussiin. Pussin yläosa saumataan kiinni ja pussi siirtyy leimasimelle, jossa siihen laitetaan päivämäärä ja erätiedot. Pussi siirtyy liukuhihnalle eteenpäin röntgenlaitteelle.

Röntgenlaite

Röntgenlaitteen toiminta perustuu siihen, että se lukee vialliset pussit tai pakkaukset. Tähän kuuluu myös, jos röntgenlaite havaitsee pussin sisällä olevan vierasesineitä tai joukkoon kuulumatonta laadullisesti huonoa tuotetta.

Laatikkokone

Operaattorit linjastolla laittavat pahveja valmiiksi koneeseen tai lisäävät tuotannon aikana lisää pahveja. Laatikkokone asettelee ja taittaa pahvit oikean muotoisiksi. Pahveja voi olla erikokoisia riippuen tuotteesta. Linjastolla operaattorit laittavat valmiit pussit pahveihin ja siirtävät valmiit laatikot liukuhihnalle eteenpäin lavausrobotille.

Lavausrobotti

Valmiit laatikot tulevat lavausrobotille, joka nostaa tietyn määrän kerralla eurolavalle. Laatikoiden koosta riippuen asetuksia pystytään säätämään ohjauspaneelistä. Valmiit eurolavat kelmutetaan ja siirretään varastoon.

2.2 Gema by Pinja- järjestelmä

Gema by Pinja- järjestelmä perustuu moderniin koneseurantaan. Halutuilla ominaisuuksilla sitä voi laajentaa täysimittaiseksi MES -järjestelmäksi (Manufacturing Execution System). Gema antaa johdolle mahdollisuuden avoimeen ja visuaaliseen tapaan johtaa tuotantoa. Gema on helppo ja kustannustehokas tapa lähteä kehittämään tuotantoa Lean -periaatteiden mukaisesti. Tarkoituksena on myös kehittää ja motivoida tuotannon operaattorit mukaan jatkuvaan parantamiseen. Geman tekee helppokäyttöiseksi järjestelmän mobiilioptimoinnin mahdollisuus sekä sen asentaminen, mille tahansa päätelaitteelle. (Pinja 2021.)



Kuva 1. Gema by Pinja päänäkymä.

Ominaisuudet

Geman koneseurannan ominaisuudet ovat laajat ja monipuoliset. Järjestelmästä on mahdollisuus saada reaaliaikainen näkymä koko tuotantolaitoksen tilannekuvaan kolmessa sekunnissa. Kun järjestelmän aukaisee, niin näkyviin saa yhdestä käyttöliittymästä kaikki tarvittavat tiedot. Suurin ja yksi tärkeimmistä ominaisuuksista Gemassa on pysähdysyiden seuranta ja raportointi, joka on tässä opinnäytetyössä yksi tarkastelun kohde. Muita mahdollisia ominaisuuksia on KNL- (Käytettävyys, Nopeus, Laatu) tunnusluvun- ja prosessidatan mittaaminen ja erilaisia raportoinnin ominaisuuksia kuten käytösuhde, käytettävyys, tuotantomäärät, nopeudet ja tuotetiedot. Hallintatyökalulla pystytään hallitsemaan erilaisia elementtejä. (Pinja 2019.)

Gema by Pinja -järjestelmä on kehitetty tuotannon tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmäksi. Tuottavuuden parantaminen alkaa tiedon keräämisellä koneilta ja ihmisiltä. Järjestelmän tarkoitus on ottaa tehtaan työt ja kehittäminen haltuun yhdellä järjestelmällä. Tuotannon

kehittämisen alkupisteessä on tärkeää selvittää nykytilanne ja tuoda se läpinäkyväksi. Teollinen IoT (Internet of Things) tuo paljon mahdollisuuksia tuotantodatan automaattisesta keräämisestä nykytilanteen kartoittamiseksi. Useimmiten koneilta kerätty tieto ei kuitenkaan riitä vaan tietoa tarvitaan myös tuotantolinjalla työskenteleviltä operaattoreilta. (Pinja 2019.)

Syitä automaattiselle tiedonkeruulle tuotantokoneilta ja linjoilta

1. Tiedetään tuotannon reaaliaikainen tilanne
2. Tunnistetaan ongelmat koneilta ja linjoilta
3. Selvitetään juurisyyt pysähdyksille (Pinja 2019.)

Tila --	Syy 1 --	Syy 2 --	Syy 3 --	Kommentti --	Aika -	Kesto --
Suunnitellut seisokit	Suunnitellut seisokit	Ei tuotantoa			04.05. 20:45	9h 21m 47s
Suunnitellut seisokit	Suunnitellut seisokit	Tauko			04.05. 19:33	0h 18m 16s
Tuotevaihto	Tuotevaihto	Eränvaihto			04.05. 18:46	0h 4m 59s
Tarvike/vuoronvaihdot	Tarvike/vuoronvaihdot	Tarvikevaihto	Kalvonvaihto		04.05. 17:44	0h 3m 20s
Suunnitellut seisokit	Suunnitellut seisokit	Tauko			04.05. 17:02	0h 32m 28s
Kunnossapidon häiriöt	Kunnossapidon häiriöt	Muu syy			04.05. 16:45	0h 8m 57s
Kunnossapidon häiriöt	Kunnossapidon häiriöt	Röntgenlaite			04.05. 16:33	0h 2m 19s
Tuotevaihto	Tuotevaihto	Tuotevaihto ja pesu			04.05. 14:23	2h 7m 5s
Tarvike/vuoronvaihdot	Tarvike/vuoronvaihdot	Vuoronvaihto			04.05. 13:39	0h 18m 39s
Tarvike/vuoronvaihdot	Tarvike/vuoronvaihdot	Vuoronvaihto			04.05. 13:31	0h 6m 15s
Tarvike/vuoronvaihdot	Tarvike/vuoronvaihdot	Vuoronvaihto			04.05. 13:22	0h 6m 34s

Kuva 2. Gema by Pinja häiriönäkymä.

2.3 Käyntiaika ja vaikuttavat tekijät

Käyntiaika ja siihen vaikuttavat tekijät ovat tärkeimpiä mittareita tuotannossa ja linjastolla. Niiden avulla pystytään puuttumaan mahdollisiin poikkeamiin ja kehittämään tuotantoa ajallisesti ja laadullisesti. Tuotantoon liittyviä ongelmatekijöitä on tärkeä ehkäistä, koska tätä kautta saadaan parannuksia tuotantoaikoihin.

Käyntiaikaan haitallisia tekijöitä on monia ja näitä kuvaa laajemmassa kaavassa odotusaikat. Odotusaika kertoo sen, että tuotanto on pysähdyksissä ja mahdollisia ongelmia ilmenee. Näihin syihin on tärkeä puuttua, että tuotanto pysyy jatkossakin sujuvana.

Käyntiaika

Käyntiaika (Running time) on tuotannossa yleisin koneiden mittauskohde. Käyntiaika kertoo, kuinka kauan linja tai kone on ollut käynnissä. Tähän liittyvät tuotantoaika, odotusaika, suunniteltu seisonta-aika ja käyntiaste. Käyntiaikaan liittyvät myös pysähdyssyyt ja häiriöt.

Käyntiaika voidaan laskea kaavalla

$$T_k = (T_{stot} - T_s)$$

Kaava 1. Käyntiaika.

jossa T_k on käyntiaika, T_{stot} on suunniteltu tuotantoaika ja T_s on suunniteltu seisonta-aika. (OEE 2019.)

Tuotantoaika

Tuotantoaika (Production time) kattaa ajanjakson erän alusta tuotannon lopetukseen. Tuotantoajasta voidaan käyttää myös nimeä valmistusaika. Tuotantoajan voi jakaa erilaisiin osiin, jolloin siitä tulee selkeämpää. Näitä osia ovat muun muassa prosessiaika, asetusaika, siirtoaika, jonotusaika ja odotusaika. Eri osat tuotantoajan sisällä ovat niitä, joita kehittämällä saadaan tuotantoaikaa lyhennettyä.

Tuotantoaika voidaan laskea kaavalla

$$T_{tot} = (T - T_a)$$

Kaava 2. Tuotantoaika.

jossa T_{tot} on tuotantoaika, T on työvuoron aika ja T_a on tauot. (Vorne industries 2008.)

Odotusaika

Odotusaika (Waiting time) kuvaa aikaa, jolloin tuotanto on pysähdyksissä. Se on yksi seitsemästä eri haaskauksen tyypistä, jota tuotannossa pyritään vähentämään. Odotusaika vaikuttaa suoraan kustannuksiin, tuotteiden laatuun ja prosessin läpimenoaikaan. Odotusaikaan lasketaan myös kaikki sellaiset pysäytykset, jotka eivät johdu häiriöistä tai konerikoista. Odotusaikaa pystytään ehkäisemään huolellisella ja tarkalla tuotantosuunnitelmalla sekä nopealla reagoinnilla ongelmiin.

Suunniteltu seisonta-aika

Suunniteltu seisonta-aika (Planned downtime) koostuu pakkauslinjalla pääasiassa tauoista ja erilaisista huoltotoimenpiteistä. Tauot kattavat suurimmaksi osaksi päivittäiset suunnitelmalliset seisonta-ajat. Suunnitelmallisia huoltotoimenpiteitä ei tule eteen joka päivä, mutta niissä voi mennä toimenpiteestä riippuen todella kauan. Suunniteltuun seisonta-aikaan kuuluu myös vaihe, kun ei ole tuotantoa.

Käyntiaste

Käyntiaste (Occupancy rate) kertoo, kuinka suuri aidosti tuottavan työn osuus on pakkauslinjan miehityksestä ajasta. Käyntiaste on käyntituntien (T_0) suhde tarkastelujakson vertailtavaan kokonaisaikaan (T). Tässä työssä käyntitunnit ovat pakkauslinjan tehokas tuotantoaika ja tarkastelujakson vertailtava kokonaisaika on pakkauslinjan miehitysaika. Käyntiastetta ei kuitenkaan pidä sekoittaa käyttöasteeseen, joka taas kuvaa käytötuntien suhdetta kokonaisaikaan.

$$K = \frac{T_0}{T} \cdot 100 \%$$

Kaava 3. Käyntiaste.

jossa K on käyntiaste, T on tarkastelujakson kokonaisaika ja T_0 on käyntitunnit. (PSK 6201 2011.)

3 LEAN-AJATTELU

Lean-ajattelu toimii tuotannon kehittämisen tukena. Teollisuudessa hyödyt näkyvät kaikkialla ja toimiva järjestelmä antaa parhaan välineen kerätä tietoa tuotannon nykytilasta ja kehityssuunnasta. Yksi suurimmista teollisuuden haasteista on tuotannon tehokkuuden kehittäminen. Teollisuudessa KNL-luku on yleisin tapa saada selville tuotannon kehittämiskohdat. (Modig & Åhlström 2013.)

3.1 Mitä Lean on?

Lean on tuotannon tarpeisiin kehitetty filosofia ja ajattelutapa. Toiminnan tarkoitus on tuottaa paremmin ja enemmän lisäarvoa asiakkaille. Kun yrityksen omaa toimintaa kehitetään, täytyy sen tuottaa asiakkaalle lisäarvoa. Lean on kehittämisen työkalu, jolla saadaan yrityksen toimintaa kehitettyä. Siinä, missä tarkoitus on poistaa turhaa tekemistä tuotannosta, niin leanin ytimessä on myös vakioidut toimintamallit sekä jatkuvan parantamisen tarkoitus. (Modig & Åhlström 2013.)

3.2 Peruseriaate

Leanin peruseriaatteena on poistaa turhaa työtä ja lisätä tuottavan työn arvoa. Lean-filosofiassa turha työ eli hukka luokitellaan seitsemään lajiin, joiden näkökulmasta toimintaa pyritään tarkastelemaan. Hukkaa ovat ylituotanto, vialliset tuotteet ja niiden korjaaminen, turhat siirrot ja kuljetukset sekä turhat liikkeet ja tavaroiden etsintä, turhat prosessit ja työvaiheet, odottelu sekä turhat varastot. Kahdeksantena hukan muotona on kehityspotentiaalinen hukkaaminen. Tämä tapahtuu, kun työyhteisössä olevaa tietoa ei hyödynnetä tai, kun kukaan ei kysy tai kysyttäessä ei tule sanottua. (Modig & Åhlström 2013.)

3.3 Työkalut

Leanin toteuttamiseen on kehitetty monenlaisia työkaluja ja menetelmiä. Työkalut ovat tärkeitä ja ne muodostavat johtamissysteemin. Tunnetuimmat työkalut ovat 5S, VSM, imuohjaus, Poka-Yoke, SMED ja Kanban. (Lean Six Sigma 2021.)

5S

Alun perin japanilainen viisiportainen työympäristön organisointimenetelmä. 5S on kehitystyökalu, jonka avulla työpiste organisoidaan toimivaksi. 5S auttaa pääsemään eroon turhista tavaroista ja helpottaa pitämään tarpeelliset tavarat järjestyksessä. 5S ei ole siivousohjelma, vaan jokapäiväinen omaan työhön kuuluva toimintamalli. (Lean Six Sigma 2021.)

VSM

Arvovirtakuvausta (Value Stream Map) käytetään virtauksen esteen tunnistamiseen ja priorisointiin. Oikeiden ongelmien tunnistaminen ja ratkaiseminen on keskeistä tehokkuuden eli nopeuden nostamisessa. Arvovirtaus on kokonaisjakso- tai läpimenoaika, joka kuluu, kun asiakas esittää tilauksensa ja saa sen käyttöönsä. (Lean Six Sigma 2021.)

Imuohjaus

Lean-ajattelun ja tehokkaan tuotannon periaatteita on ohut, tasainen ja tarkoituksenmukainen materiaalivirta, jota ohjaa asiakkaiden tarve eli kysyntä. Imuohjaus on tärkeä periaate materiaalivirran kehittämisessä. (Lean Six Sigma 2021.)

Poka-Yoke

Järjestelmä on japanilainen, Toyotalla luotu tuotannon malli. Mallilla on saavutettavissa nollavirhetaso. Poka-Yoke on koneperustainen järjestelmä, jonka keskeinen ajatus on virheiden alkuperän 100 % tutkiminen. (Lean Six Sigma 2021.)

SMED

SMED (Single Minute Exchange of Die) on Toyotalla kehittämä metodi, jonka tarkoituksena on vähentää tuotantolinjojen tuotevaihtoihin kuluva kokonaisaika. (Pinja 2017.)

Kanban

Lean-periaatteiden mukainen tuotannon ajoitusjärjestelmä, joka auttaa määrittämään, mitä pitää tuottaa, milloin ja millaisissa määrissä. Kanban on työkalu tehokkuuden optimointiin ja sujuvoittamiseen. Kanban antaa lähtökohdan omalle prosessikehitykselle. (Lean Six Sigma 2021.)

3.4 Hyödyt

Lean-ajattelu oikein sisäistettynä lisää yrityksen kannattavuutta ja tuottavuutta. Tuotannon ja toiminnan laatu sekä tasalaatuisuus paranevat. Kun työ on selkeää ja hyvin johdettua, niin saadaan taloudellisia säästöjä, inhimillisiä hyötyjä ja poistettua kiirettä. Lean vaatii johdolta 100 prosenttista sitoutumista, päivittäistä vuoropuhelua, viestintää esimiesten, työntekijöiden ja asiakkaiden sekä sidosryhmien välillä. (Lean Six Sigma 2021.)

Kun ajatellaan leanin hyötyjä yritykselle, niin kannattaa aloittaa toimintatapojen muuttaminen pienistä asioista ja asenteiden muuttamisella. Pelkällä kiinnostuksella työkaluja kohtaan ei saada tarvittavaa muutosta aikaiseksi. Kun yritys aloittaa johtamis- ja toimintakulttuuriin kohdistuvan muutoksen tai uudistuksen, kannattaa pitää maalaisjärki mukana ja edetä asteittain. (Lean Six Sigma 2021.)

3.5 Jatkuva parantaminen

Jatkuva parantaminen on oikein toteutettuna yksinkertaista, innostavaa ja ennen kaikkea tuottavaa. Lean-ajattelu rakentuu jatkuvan parantamisen periaatteen ympärille. Tärkeimmät periaatteet ja keinot jatkuvassa parantamisessa ovat työolosuhteiden kehittäminen, visuaalinen ohjaus, systemaattinen hukkajahti, datapohjainen seuranta ja päätöksenteko, systemaattinen ongelmanratkaisu ja juurisyyanalyysit sekä monipuoliset Lean ja Six Sigma -menetelmät virtauksen kehittämiseen. (Kohti laatua 2017.)

Pysyvä ja kestävä muutos edellyttää yrityksen johdossa muutoksia. Tämä vaatii uudenlaista näkökulmaa päivittäisjohtamiseen sekä nopeaa reagointia tilanteisiin. Yrityksen tulee luoda sopivat mittarit ja seurata tuloksia. Jatkuvaan parantamiseen kuuluu suunnittelu, suunnitelman toteutus, seuraaminen ja arviointi sekä toimintojen kehittäminen. (Kohti laatua 2017.)

3.6 Automaattinen tiedonkeruu

Automaattisen tiedonkeruun (Automated Data Collection, ADC) tarkoitus on mahdollistaa jatkuva kehitys tuotannossa. Tiedonkeruun automatisoinnilla saadaan yksityiskohtaisempaa tietoa tuotannosta, jota voidaan hyödyntää päivittäisjohtamisen tukena. Automaattinen tiedonkeruu on yksi tavallisimmista tekniikoista tämän päivän tuotannossa ja yhteiskunnassa. (Pinja 2017.) (1)

Kun tuotannon tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmä kerää systemaattisesti tuotantodataa koneilta ja linjoilta, on päivittäin mahdollista tehdä valintoja, jotka ohjaavat tuotantoa parempaan suuntaan. Tässä kohtaa iso rooli on operaattoreilla, jotka työskentelevät linjastolla. Operaattorien tekemien havaintojen ja tarkastelujen perusteella pystytään ennakoimaan mahdollisia häiriöitä ja ongelmia yhdessä kunnossapidon kanssa. (Pinja 2017.) (1)

Tuotantodatan jatkuvaa seurantaan helpottaa, jos koneiden ja linjastojen tuottama tieto saadaan visuaaliseen muotoon ja näkyväksi jokaiselle. Yksinkertaisin ratkaisu tähän on tiedon saanti pilvestä selaimeen. Tuotannonsuunnittelijat pystyvät näkemään suunnitelman toteutuksen, kun tuotannon tiedonkeruujärjestelmästä saatu reaaliaikainen ja visuaalinen tieto on saatavilla kaikille. (Pinja 2017.) (1)

Tuotannon automaattinen tiedonkeruu helpottaa myös informaation kulkua. Jos kerätyillä tiedoilla tehty tuotantosuunnitelma ei pidä paikkaansa, on sillä vaikutusta aina muun muassa logistiikkaan, hankintaan ja myynnin onnistumiseen. Automaattisen tiedonkeruun lisääminen edesauttaa myös tuotannon, kunnossapidon sekä muiden osastojen välistä kommunikointia. (Pinja 2017.) (1)

Yksi tärkeimmistä automaattisen tiedonkeruun elementeistä on kokonaistehokkuuden selvittäminen. Kun tuotantodataa kerätään koneilta ja linjoilta, niin saadaan selville kokonaistehokkuuden elementit, joita käsitellään vielä tarkemmin seuraavissa luvuissa. Kolmeen osatekijään jaettu KNL, joka tulee sanoista käytettävyys, nopeus ja laatu, mittaa useampia tuotantoon liittyviä syitä, kuten pysäytyksiä, häiriöitä, materiaali- puutteita, alentunutta tuotantonopeutta ja laatua. (Pinja 2017.) (1)

3.7 Tiedon hyödyntäminen

Tiedolla johtamisen yksi suurimmista pullonkauloista liittyy johtamiseen ja tiedon hyödyntämiseen. Tietoa löytyy, mutta sitä ei osata analysoida siten, että saataisiin aidosti hyötyä. Tieto on vaikeassa muodossa eikä olennaisimpia asioita osata erotella.

Jotta tiedolla johtaminen olisi nimensä mukaista, tulisi tiedon johtaa myös päätöksiin. Tiedonkeruulla tulisi olla jokin päämäärä, jotta siitä saadaan datan hyöty irti.

Tuotantodatan hyödyntämisessä esille nousevat tuotanto, kunnossapito, tuotannon suunnittelu, tuotantopalaverit ja tiedon visualisointi. Näistä jokainen on tärkeä osa-alue päivittäisjohtamisessa ja lean -ajattelutavassa. Kunnossapito ratkaisee, kehittää ja analysoi tuotannosta saatua dataa. Tuotannonsuunnittelu ja tuotantopalaverit edesauttavat toimintaa, ja tuovat myös linjaston työntekijöille tarvittavat tiedot esille. Tiedon visualisoinnin tarkoituksena on tuoda jokaiselle saatu tieto helposti ymmärrettäväksi. (Pengon Oy 2017.)

3.7.1 Tuotanto

Tiedon hyödyntäminen tuotannossa tapahtuu pääasiassa työntekijöiden kautta linjastoilla ja koneilla. Tuotantolinjoilla saadaan tietoa muun muassa käyntinopeuksista, käyntiajoista ja pysähdyssyistä. Tiedon hyödyntäminen tapahtuu, kun dataa saadaan kerättyä tuotannosta, ja se saadaan visuaaliseen muotoon luettavaksi. Tässä auttaa paljon tiedonkeruujärjestelmä, jonka ideana on saada tietoa tuotannon erilaisista vaiheista. Kun on saatu luotettavaa dataa, niin pystytään hyödyntämään sitä erilaisissa linjastojen ja koneiden parannuksissa ja kehityksissä.

3.7.2 Kunnossapito

Laadukkaan tuotantodatan merkitys korostuu kunnossapidon päivittäisen työskentelyn johtamisessa. Kunnossapito voi aloittaa tiedon hyödyntämisen, kun dataa toiminnasta kertyy riittävästi ja kerätyn tiedon laatu on hyvä. Tärkeitä päivittäisessä johtamisessa on operatiivisten työntekijöiden kanssa yhteiset palaverit, jossa tiedon jakaminen sekä tunnuslukujen ja poikkeamien visualisointi ovat merkittävässä roolissa. Päivittäisessä johtamisessa tärkeää on, että päätöksiä pystytään tekemään tarvittaessa nopeasti

luotettavaan dataan perustuen. Päivittäisjohtamisella voidaan vaikuttaa tuotannon sujuvuuteen ja kunnossapidon sekä tuotannon yhteistyön varmistamiseen. (Pinja 2021.) (2)

Riittävän laadukkaan ja oikein tulkitun tiedon avulla varmistetaan, että kunnossapidon KPI-mittarit kehittyvät oikeanlaisesti ja, että päivittäin tehtävät asiat vievät kohti asetettua tavoitetta. (Pinja 2021.) (2)

Tiedolla johtamiseen voi liittyä monenlaisia ongelmia ja näitä on tärkeää ennaltaehkäistä. Kunnossapitojärjestelmän avulla pystytään tekemään luotettavia päätelmiä ja päätöksiä. Kirjausten laatu tulee olla yksityiskohtaisia, jotta niistä saadaan paras hyöty irti. Pelkkä tapahtumakirjaus ei anna lisäarvoa päätöksentekoon. Jatkuvan parantamisen prosessissa tehdyt kirjaukset eivät pelkästään riitä, vaan kerättyä dataa tulee pystyä hyödyntämään niin, että se konkretisoituu toimintaan riittävällä tavalla. Kunnossapitojärjestelmän tulee tukea myös raportointia, jotta pystytään etsimään ongelmakohtat ja pullonkaulat. (Pinja 2021.) (2)

3.7.3 Tuotannonsuunnittelu

Tuotannonsuunnittelun tavoitteena on suunnitella ja ohjata asiakastarpeeseen pohjautuen materiaalien ja kapasiteettien tarpeita, jotta tuotanto voi tehokkaasti ja laadukkaasti täyttää asiakkaan tarpeet ja saavuttaa muut tavoitteensa. (Pinja 2021.) (1)

Tuotannonsuunnittelun perustana on kysyntä. Modernissa toiminnassa tuotannonsuunnittelu tehdään laskennallisiin ennusteisiin ja tulevaisuuden kysyntään pohjautuen. Tuotannonsuunnittelun tärkeimmät osa-alueet ovat materiaalin ja kapasiteetin suunnittelu. Yhteisesti sovitun kysyntäsuunnitelman perusteella luodaan karkea tuotantosuunnitelma, josta voidaan laskea materiaalit tarpeet. Materiaalit tarpeiden lisäksi määritellään kapasiteettitarpeet. Kapasiteettitarpeita voidaan joutua tarkastelemaan enemmän, jos varastossa tai kuljetuksessa esiintyy pullonkauloja. Kapasiteettia voidaan joutua myös sopeuttamaan joko henkilö- tai konekapasiteettia lisäämällä tai vähentämällä. (Pinja 2021.) (1)

3.7.4 Tuotantopalaverit

Tuotantoa tehostettaessa ja Lean -ajattelutapaa hyödyntäessä on hyvä miettiä, että mistä kaikesta ylimääräisestä syntyy hukkaa ja, mitä olisi mahdollista karsia pois. Tällainen tekijä voi olla tehottomat ja aikaa vievät tuotantopalaverit.

Tuotantopalavereissa oleellista on, että paikalla on oikeat henkilöt oikeaan aikaan. Vuorovaihdot saadaan sujuvammiksi, jos seuraava vuoro on tietoisena, mitä edellinen vuoro on tehnyt. Jos tuotantopalaverissa käsitellään linjastoon liittyviä asioita, on tärkeää, että paikalla on linjaston operaattorit ja työnjohtaja. Ylimääräiset henkilöt paikalla aiheuttavat Lean-ajattelutavalla tuttua hukkaa. (Pinja 2017.) (2)

Jokaisen tulee olla perillä palaverien aiheista, jotta siitä saadaan tarvittava hyöty irti. Tuotannosuunnittelua tehdessä on tarpeellista olla paikalla joku kunnossapidosta, materiaalogistiikasta sekä tuotannosta, jolloin pystytään luomaan hyvä suunnitelma. Tuotannon henkilö pystyy kertomaan muille, että onko tuotannossa riittävästi henkilöstöä suunnitelman toteuttamiseen. Kunnossapito voi avata tarvittavia huoltotoimenpiteitä, joilla voi olla vaikutusta suunnitteluun. Materiaalogistiikka vastaa olemassa olevista tuotteista ja niistä, mitä on vastaavasti tilattu. (Pinja 2017.) (2)

Palaverin tavoite ja käsiteltävä aihe tulee olla selvillä. Lean-ajattelun mukaisesti palaverista pitäisi karsia kaikki turha ja hyvissä ajoin sopia palaverin ajankohta. Kannattaa myös panostaa selkeään ja visuaaliseen esitykseen, jotta jokaisen on helppo seurata olennaisia asioita. (Pinja 2017.) (2)

3.7.5 Tiedon visualisointi

Tiedon visualisointi on toimiva tapa tehostaa tiedonkulkua ja lisätä toiminnan läpinäkyvyyttä tehdasympäristössä. Visuaalisen johtamisen yhteydessä puhutaan usein kolmen sekunnin nyrkkisäännöstä, jolla viitataan tärkeän informaation välittymiseen nopeasti visualisoinnin avulla. Tuotantopäällikön pitäisi näyttää vilkaisemalla pystyä kolmessa sekunnissa havaitsemaan, jos joku tarvitsee apua. Päivittäisjohtamisessa tuotannon kulkua voidaan seurata visuaalisten signaalien, kuten erilaisten värikoodien avulla. (Pinja 2018.)

Visualisoinnin tarkoitus on luoda datasta erilaisia kaavioita ja graafeja, jotka kokoavat taulukkomuotoisen rivitiedon yhdeksi kokonaisuudeksi. Lukujen tarkastelu visuaalisessa muodossa tehostaa lukujen tarjoaman tiedon ymmärrystä. Visualisointi antaa vaihtoehtoja datan tarkastelulle. (Pinja 2018.)

Tiedon visualisointi helpottaa poikkeamien hahmottamista. Poikkeamien löytäminen ja niiden syy-seuraussuhteiden ymmärtäminen voi olla merkittävä tekijä yrityksen kannattavuuden näkökulmasta. Tiedon visualisointi auttaa myös hahmottamaan trendejä. Trendeillä seurataan tietoja pitkällä aikavälillä, jolloin nähdään muutokset ja vaikutukset. Tiedon visualisointiin on olemassa monenlaisia työkaluja. (Pinja 2018.)

3.8 Tuotannon tunnusluvut

Tunnusluvut ja mittarit kehitetään asiakaskohtaisesti. Ne tuottavat tarvittavaa tietoa automaatio- ja tuotantojärjestelmien suorituskyvystä ja toiminnalle asetetuista tavoitteista. Tieto kerätään järjestelmästä, jossa se syntyy. Tietoa voidaan syöttää myös manuaalisesti, mutta raportointi tapahtuu selainpohjaisesti.

Asetettujen tavoitteiden toteutumista ja toiminnan tehokkuutta on seurattava, jotta pystytään kehittämään toimintaa sekä puuttumaan mahdollisiin ongelmakohtiin. Seuranta-työkaluiksi ovat muodostuneet erilaiset tunnusluvut. Tunnusluvut ovat oleellinen osa tavoitteellista johtamista ja ne ovat keskeinen osa tulosten määrittelyä. Tunnusluvut, jotka on määritelty tässä työssä, tulevat suoraan lyhenteestä KNL (Käytettävyys, nopeus, laatu). Muut tunnusluvut ovat käyttösuhde, tuottavuus, sisäinen toimitusvarmuus ja prosessin läpimenoaika.

3.8.1 KNL

KNL (OEE, Overall Equipment Effectiveness) on tuotannon tehokkuutta mittaava tunnusluku. Sen avulla voidaan seurata ja parantaa kokonaisten tuotantolaitosten ja yksittäisten tuotantokoneiden tehokkuutta. Lyhenne KNL, tulee sanoista käytettävyys, nopeus ja laatu.

KNL on osa ajattelutapaa, jolla pyritään saavuttamaan mahdollisimman sujuva tuotanto ilman pysähdyksiä, konerikkoja, hidastumisia tai vikoja. Sujuvassa tuotannossa koneet toimivat moitteettomasti ja koneet käyvät täydellä nopeudella eikä laatuhävikkiä synny.

Silloin KNL-luku on 100 %. Yleisesti yli 85 % KNL-luku tarkoittaa, että tuotanto on tehokasta. On kuitenkin tutkittu, että suurin osa yritysten tuotannoista jää vain 60:een %.

Kolmeen osatekijään jaettu KNL ottaa huomioon ja mittaa useampia tuotantohävikin syitä, kuten pysäytyksiä, häiriöitä, materiaalipuutteita, alentunutta tuotantonopeutta sekä laaturvirheitä. KNL-mittaus tuo esiin ongelmia aiheuttavia pullonkauloja tuotannossa. (Prosessitaito 2013.)

Tuotannon kokonaistehokkuus KNL lasketaan kaavalla,

$$KNL = K \cdot N \cdot L$$

Kaava 4. Tuotannon kokonaistehokkuus.

jossa K on käytettävyys, N on nopeus ja L on laatu. (Prosessitaito 2013.)

Käytettävyydelle, nopeudelle ja laadulle löytyvät omat laskukaavat.

Käytettävyys

Kun mittaustietoa ja tunnuslukuja on saatu selville, niin päästään selvittämään käytettävyys. Tuotantoympäristöissä käytettävyydellä tarkoitetaan yleensä järjestelmien teknistä toimivuutta ja toimivuusastetta. Käytettävyydellä viitataan siihen, kuinka suuren osan vuorokaudesta järjestelmä on toiminnassa ja käyttäjien saatavilla. Toinen yleisesti käytetty termi käytettävyydestä on saatavuus. (Prosessitaito 2013.)

Käytettävyys lasketaan kaavalla,

$$\text{Käytettävyys} = \frac{T - T_0}{T}$$

Kaava 5. Käytettävyys.

jossa T_0 on suunniteltu seisonta-aika ja T on työaika nettona. (Prosessitaito 2013.)

Nopeus

Tuotantolinjan nopeus eli suorituskyky tulee suoraan kokonaistuotannosta ja linjaston nopeudesta. Suorituskykyyn voi vaikuttaa alennettu nopeus, jos tuotteen ominaisuuksiin tulee hajontaa. Eri tuotteiden nopeudet on myös tunnettava, jotta saadaan linjaston

toiminta sujuvaksi. Suorituskykyyn vaikuttaa myös lyhyet pysähdykset, joiden vuoksi linja tai kone on pysäytettävä. (Prosessitaito 2013.)

Nopeus eli suorituskyky lasketaan kaavalla,

$$Nopeus = \frac{(A \cdot A_0)}{(T - T_0)}$$

Kaava 6. Nopeus.

jossa T on työaika nettona, T₀ on suunniteltu seisonta-aika, A on tuotteen valmistettu määrä ja A₀ on tuotteen valmistettu määrä minuutissa. (Prosessitaito 2013.)

Laatu

Laatu eli saanto kertoo huonojen tuotteiden määrän kokonaistuotannosta. Laatuun vaikuttaa tuotteiden korjaustöiden määrä ja, se paljon aikaa näihin kuluu. Linjaston ja koneiden erilaiset käynnistymisvaikeudet ovat myös syy laadun alenemiseen. (Prosessitaito 2013.)

Laatu lasketaan kaavalla,

$$Laatu = \frac{A - C}{A}$$

Kaava 7. Laatu.

jossa A on tuotteen valmistettu määrä ja C on hylkyyn menneet tuotteet. (Prosessitaito 2013.)

3.8.2 Käytösuhde

Kapasiteetti eli käytösuhde on operaatioiden ensimmäinen vaikuttava ja määriteltävä tekijä. Kapasiteetti vaikuttaa suoraan yrityksen rahan tekoon. Jos kapasiteettia on liian paljon vapaana, niin yrityksen on vaikea tehdä tulosta. Jos tilanne on toisinpäin eli kapasiteettia on liian vähän, niin ei voida vastata kysyntään. Kapasiteetti tulee myös asettaa oikein liiketoimintaympäristöön. Se on vähemmän kuin 100 %. (Lean Six Sigma 2017.)

Käytösuhde voidaan helposti määritellä virheellisesti. Silloin asiaa tarkastellaan liian suppeasta näkökulmasta. Käytösuhteeseen vaikuttavia tekijöitä ovat kysyntä,

resursseilla saatava ulostulon nopeus, kapasiteettia kuluttavat tekijät ja tarvittavien koneiden ja laitteistojen käytettävyys. (Lean Six Sigma 2017.)

3.8.3 Tuottavuus

Tuottavuus riippuu suoraan tuotannon prosessien sujuvuudesta. Tuottavuutta mitataan ja käytetään pääasiassa yrityksen sisäisessä arvioinnissa. Tuottavuutta voidaan käsitellä työntekijöiden kautta, jossa mitataan aikaansaamaa tuotannon määrää työtuntia kohti. Yrityksen pääasiallinen tavoite on saada tuottavuus kasvuun, jolloin saadaan enemmän aikaan vähemmällä ajalla. Tuottavuuden kasvu johtaa suoraan varallisuuden ja arvonnäkökulman nousuun. Tuottavuuden parantaminen alkaa tiedon keräämisellä koneilta ja ihmisiltä.

3.8.4 Sisäinen toimitusvarmuus

Sisäinen toimitusvarmuus kertoo tuotannon tehokkuudesta ja siitä, miten hyvin tuotantosuunnitelman täytäntöönpanossa on onnistuttu. Toimitusvarmuus on myös tärkeä osa yrityksen laadunvalvontaa sekä asiakastytyväisyyden seuranta. Sisäinen toimitusvarmuus kattaa tuotannossa koko prosessin kulun ja sen seuraaminen on tärkeää, jotta tuotannon kehitykseen pystytään puuttamaan. Toimitusvarmuudessa on tärkeää työvaiheiden oikea-aikaisuus. Asiakaslähtöinen näkökulma mittaa ulkoista toimitusvarmuutta. (Pinja 2021.) (1)

3.8.5 Prosessin läpimenoaika

Prosessin läpimenoaikaa ei tule sekoittaa läpimenoaikaan, joka sisältää odotusajan prosessia ennen, aikana ja jälkeen. Prosessin läpimenoaika puolestaan kertoo sen, kuinka kauan tehtävän toistaminen vie alusta toisen samankaltaisen tehtävän aloitukseen. Prosessin läpimenoaika voi liittyä kokonaisen linjaston toimintaan tai yksittäisen koneen toimintaan. Tuote-erissä ajo voi kestää myös kauemmin, jolloin linjastot ja koneet ovat enemmän kuormituksessa. Linjastojen ja koneiden käyntiajoista saadaan tietoa, jolla voidaan kehittää läpimenoaikaa.

3.9 Operaattorit

Tuotannon kehityksen ja digitalisaation ydintä ovat koneet, järjestelmät ja teknologia, mutta nämä ovat vain välineitä työntekijöille toteuttaa digitalisaatiota ja saada enemmän irti olemassa olevista tuotantokoneista. Tuotantodatan keruuseen liittyvissä digitalisaatiohankkeissa operaattori tulisi olla tärkeässä roolissa teknologian, koneiden ja erilaisten järjestelmien ohella. (Pinja 2020.)

Kun tuotantodatan digitalisaatiohankkeeseen otetaan tuotannon operaattorit mukaan, saadaan selville pysähdyssyyt teknisten häiriöiden lisäksi. Operaattori kuittaa järjestelmään odotuksen syyn, jolloin saadaan tieto koneelle. Operaattorilla on merkittävä rooli sekä digitalisaation hyödyntäjänä, mutta myös tuotannon kehittäjänä havaintojen ja kommenttien kirjaamisen kautta. (Pinja 2020.)

3.9.1 Pysähdysten syyt

Operaattori merkitsee järjestelmään pysähdysten syyt. Tarkoituksena on, että nähdään merkittävimmät pullonkaulat tuotantolinjalta tai koneelta. Pysähdysten syyt vaikuttavat myös aina tuotannon käyntiaikaan, ja raportoinnilla järjestelmään saadaan reaaliaikaista tietoa tuotannon tilasta. Pysähdyssyiden merkinnällä pystytään myös puuttumaan tarpeellisiin ongelmakohtiin. Operaattoreilla on vastuu raportoida pysähdyssyyt ja ilmoittaa kunnossapidon henkilöstölle ongelmista.

3.9.2 Laatupoikkeamat

Tuotannon laadunhallintaan liittyy erilaisia tarkastuksia. Tarkastukset ovat tärkeitä, jotta saadaan tuotannon laatu pysymään korkealla. Tyypillisiä tarkastuksia ovat erilaiset linjaston puhdistukset, välineiden kunnossapidot ja materiaalien pitäminen tasalaatuisena. Mittauksia ja tarkastuksia voidaan käyttää laadunvalvonnassa hyödyksi. Puutteet näissä synnyttävät helposti laatupoikkeamia, jotka voivat johtaa asiakkaiden reklamaatioihin tai tuotteiden poisvetoon markkinoilta. (Pinja 2017.) (3)

Huolellisuus ja täsmällisyys ovat keskeisiä asioita laadunhallinnassa. Ongelmaksi muodostuu usein tiedon vaikea jäljitettävyyys, ajantasaisuus sekä tarkkuus. Työn tehokkuuteen vaikuttaa paperiraportointi, ja se voi vaikuttaa koko yrityksen kilpailukykyyn.

Operaattorien vastuulle tulee havainnoida ja raportoida laatupoikkeamista. Tähän auttaa, kun raportointi on tehty helpoksi, jolloin kirjaaminen on vaivatonta. Toimivalla raportoinnilla voidaan nopeasti varmistaa tehdyt työvaiheet, tarkastukset ja kirjaukset. Poikkeamat on myös mahdollista selvittää nopeasti, kun laatuun liittyvä historiatieto on sähköisesti saatavilla. (Pinja 2017.) (3)

3.9.3 Tuotevaihdot

Teollisuuden tämän päivän haasteista, yksi on tuotantotehokkuuden ylläpitäminen. Eräköot vaihtelevat paljon ja tuotannossa lisääntyvät tuotevaihdot. Tuotevaihtoon kuluva aika voidaan saada selville luotettavan tiedonkeruujärjestelmän avulla. Tuotantokoneilta ja operaattoreilta saatu data antaa tietoa tuotevaihdosta. Päivätasolla tehdyt kirjaukset, seurannat ja päätöksenteot ohjaavat vaihtoprosessin kehittämistä tehokkaammaksi. (Pinja knowledge.)

4 PAKKAUSLINJAN LÄPIMENOT JA HÄIRIÖT

Kokeellisen osuuden tarkoituksena oli selvittää pakkauslinjan läpimenoja ja häiriöitä, ja myös havainnoida ja tehdä toimenpiteitä kerättyjen tietojen perusteella. Pakkauslinjan läpimenot ja häiriöt ovat itse kerättyjä tietoja, jotka perustuvat Gema by Pinja tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmään sekä muihin kerättyihin tietoihin linjastolta perustuen ajosuunnitelmaan ja haastatteluihin.

Työssä on nostettu esille pysähdyssyyt, häiriöt ja niiden vaikutus pakkauslinjan käyntiaikaan. Gema by Pinja tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmän avulla saatiin selville syyt, jotka aiheuttivat eniten pysähdyksiä ja häiriöitä. Pysähdyssyiden ja häiriöiden pohjalta tehtiin myös taulukot ja kuvaajat, joista nähtiin jakaumat eri syiden välillä. Tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmää päivitettiin ja kehitettiin linjaston operaattoreiden vastausten pohjalta, jotta saatiin pysähdyssyyt ja häiriötiedot ajan tasalle.

4.1 Läpimenot

Pakkauslinjan läpimenot on määritelty linjaston ajosuunnitelman, häiriöiden ja haastatteluiden pohjalta tehtyihin tietoihin. Haastavaksi tämän teki se, kun linjastolla pakataan paljon erilaisia tuotteita ja erikokoisia pakkauksia. Tuotteet ovat myös koostumukseltaan ja rakenteiltaan erilaisia. Pähkinät ja siemenet ovat kuivempia ja pölyisempiä, kun taas rusinat tahmeita ja öljyisempiä.

Läpimenoissa otettiin huomioon linjaston pysähdyssyyt ja häiriöt. Osalla tuotteista läpimeno kesti kauemmin pakkauksen koon tai koneiden hitaamman nopeuden takia. Osa tuotteista aiheutti myös enemmän pysähdyksiä kuin toiset.

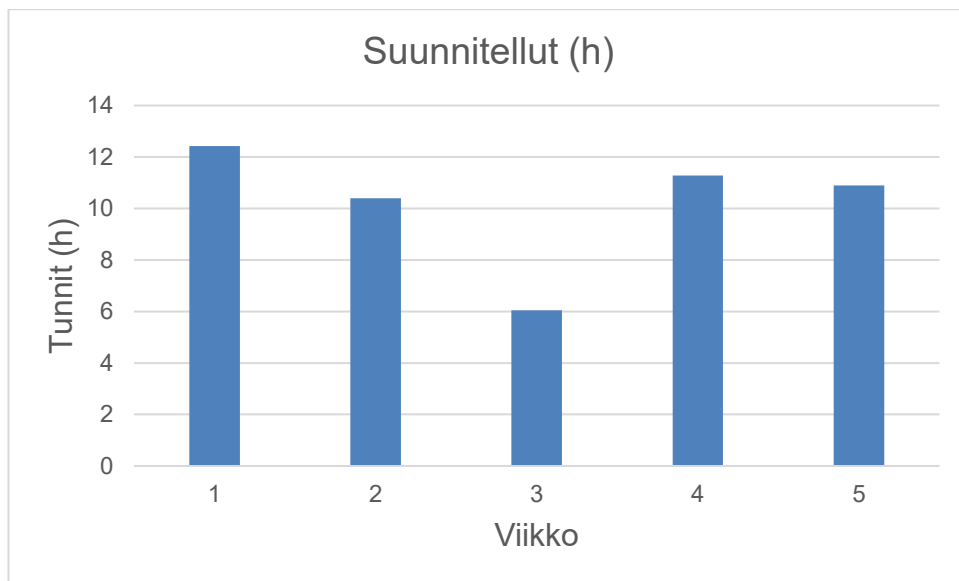
4.2 Häiriöt

Työn yksi tärkeimmistä tavoitteista oli tuoda käyntiaikaan vaikuttavat pysähdyssyyt ja häiriöt esille. Työn aikana havaittiin, että linjaston käyntiaikaan vaikuttavat monet syyt. Suunniteltuihin seisonta-aikoihin kuuluneet tauot kattoivat suurimman osan käyntiajan seurannasta. Tuote- ja tarvikevaihdot olivat myös paljon aikaa vieviä, koska näitä tuli

päivän aikana paljon. Vuoronvaihdot eivät kattaneet suurta osaa, vaikka ne ovat laskettu samaan kuin tarvikevaihdot.

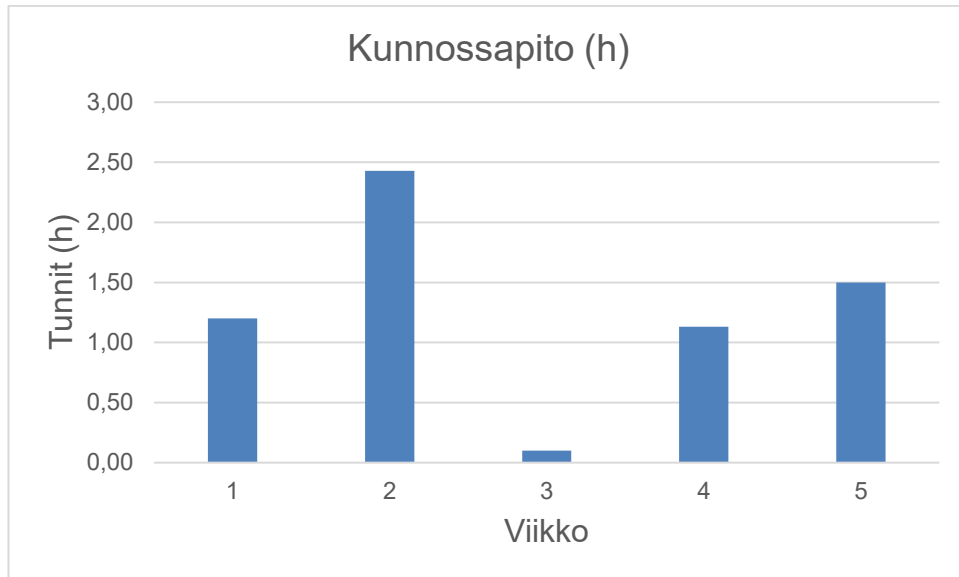
Muista tuotannollisista häiriöistä kunnossapidollisiin meni huomattavasti aikaa, kun taas tuotanto ja laadunvalvonta jäivät alhaisiksi. (Liite 2 ja kuviot 2-7.)

Suunnitellut seisonta-ajat veivät tuotantoajasta aikaa. Suurin syy tälle oli tauot. Viiden viikon seurannassa seisonta-ajat muodostivat tuntimääriltään tasaisen jakson. Viikko 3 oli poikkeus, koska tuotannossa esiintyi vähemmän pysähdyksiä.



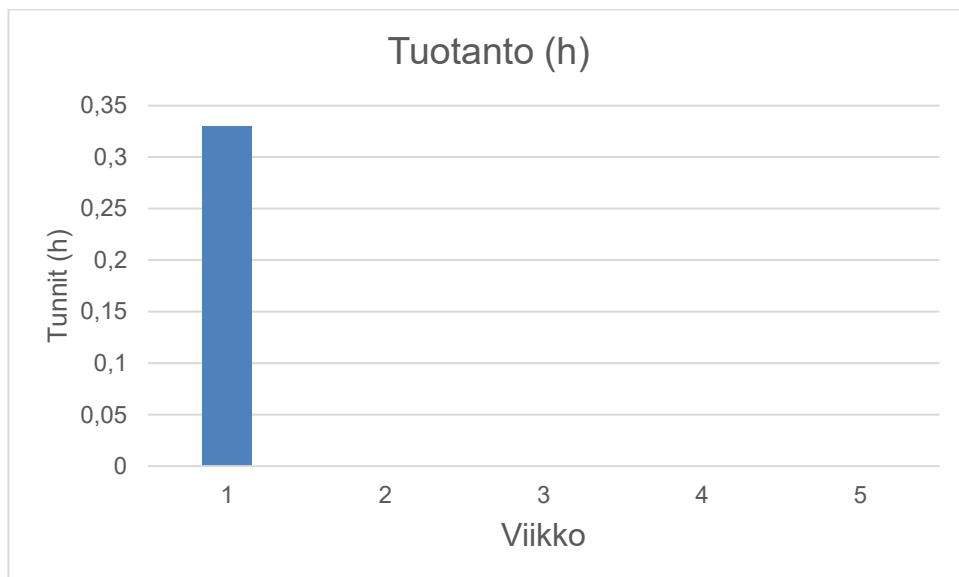
Kuvio 2. Suunnitellut seisonta-ajat.

Kunnossapidon häiriöt olivat konekohtaisia ja niitä tuli vaihtelevasti. Tuntimäärät pysyivät myös suunnilleen samoina, vaikka viikoilla 2 ja 3 tuli poikkeuksia. Viikolla 2 esiintyi enemmän konekohtaisia häiriöitä, kun viikolla 3 häiriöt pysyivät alhaisina.



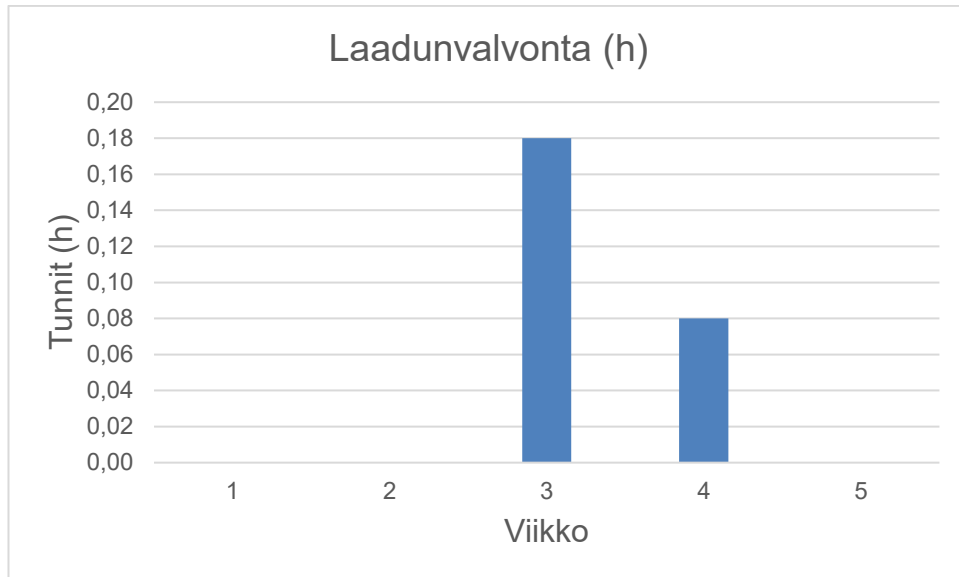
Kuvio 3. Kunnossapito.

Tuotannollisia häiriöitä ei ilmennyt viikkoa 1 lukuun ottamatta ja se oli laadunvalvonnan kanssa vähäisin häiriöiden aiheuttaja. Viikon 1 häiriöt muodostuivat henkilöstövajeesta.



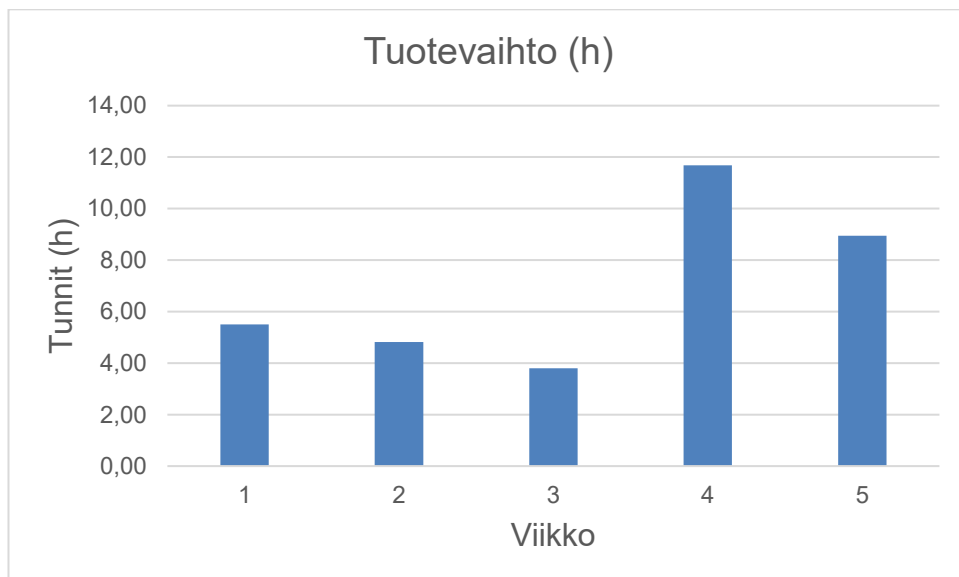
Kuvio 4. Tuotanto.

Laadunvalvonnallisia häiriöitä ilmeni myös vähän ja ne eivät vaikuttaneet odotusaikaan.



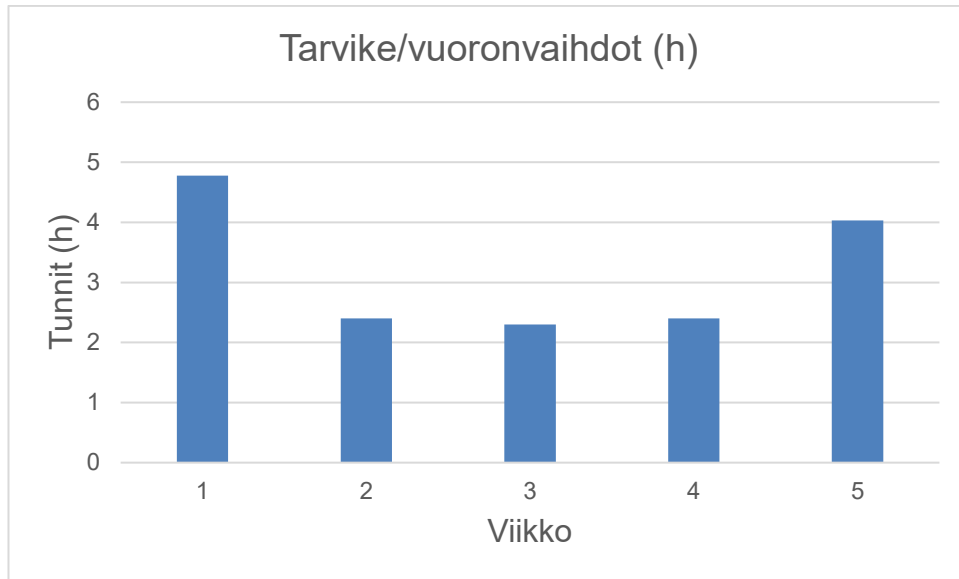
Kuvio 5. Laadunvalvonta.

Tuotevaihtoihin meni aikaa, koska tähän kuului myös pesut ja erän vaihdot. Tuotevaihto oli suunnitellun seisonta-ajan ohella eniten häiriöitä aiheuttanut syy.



Kuvio 6. Tuotevaihto.

Tarvikevaihdoissa eli materiaalivaihdoissa kului myös huomattavasti aikaa ja tässä kalvon vaihdot oli eniten aikaa vievä toimenpide. Tuntimäärät olivat myös tasaisia kolmella viikolla. Alku- ja loppuviikossa on havaittavissa nousua.



Kuvio 7. Tarvike/vuoronvaihdot.

5 HAVAINNOT JA TOIMENPITEET

Opinnäytetyön yhtenä osana oli tehdä havainnot ja toimenpiteitä. Havainnot liittyivät käyntiajan seuraamiseen, toimenpiteet Gema by Pinja tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmään ja tarkastelut pysähdyksiin. Pakkauslinjan operaattoreiden ja tiiminvetäjän kanssa käytiin avoimia haastatteluita.

Pakkauslinjan käyntiajan havainnot suoritettiin linjastoa seuraamalla ja kyselyiden pohjalta. Omat havainnot tehtiin myös tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmästä. Pakkauslinjan pysähdyksiiden ja häiriöiden tarkastelu tehtiin samalla periaatteella kuin käyntiajan havainnot. Tehtiin kyselyitä ja tarkasteltiin tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmää. Järjestelmässä olevien tietojen pohjalta tehtiin taulukoita ja kuvaajia kuvaamaan pysähdyksiä ja aikoja. Tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmän toimenpiteet perustuivat suoraan linjastolta saaduilta haastatteluilta.

5.1 Pakkauslinjan käyntiajan havainnot

Pakkauslinjan käyntiajasta tehdyt havainnot ovat tarkemmin esillä liitteissä ja kuvioissa. (Liite 1 ja kuvat 8-17.)

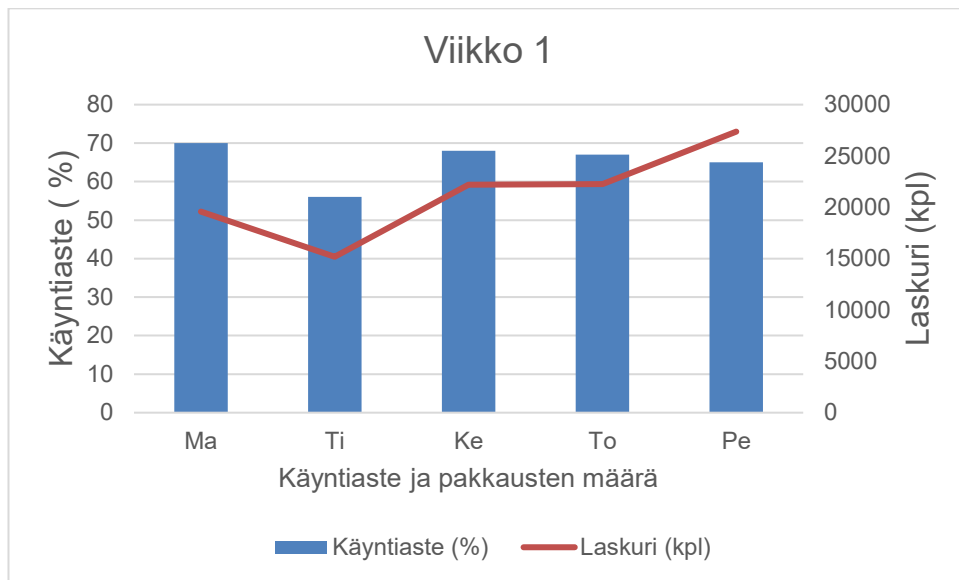
Käyntiajan seuranta suoritettiin viiden viikon ajalta tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmään pohjautuen. Kahden ensimmäisen viikon aikana huomattiin, että suunnitellut seisontajat jäivät ajallisesti pieniksi, koska järjestelmä otettiin vasta kunnolla käyttöön. Tämä muuttui jälkimmäisillä viikoilla, koska odotusajasta saatiin tiputettua aikaa pois. Odotusajassa oli myös pieniä muutoksia, kun verrattiin kahta ensimmäistä viikkoa jälkimmäisiin viikkoihin.

Käyntiaste vaihteli paljon viiden viikon aikavälillä. Yksittäisinä päivinä käyntiaste on voinut olla lähempänä 50 %, kun taas parempina päivinä lähes 80 %. Muutokset käyntiasteessa johtuivat tuotantoajan vaihtelevuudesta. Lyhyt tuotantoaika johtui pakkauslinjan odotusajasta. Odotusaika kertoi ajallisesti sen, kuinka kauan pakkauslinja oli pysähdyksissä. Pysähdyksistä ja häiriöistä kerrotaan enemmän luvussa 5.2.

Laskurin kappalemäärä eli pakattujen tuotteiden määrä pysyi suhteellisen korkealla koko ajan. Määrät vaihtelivat jonkin verran ja tämä johtui osittain pakatusta tuotteesta ja sen

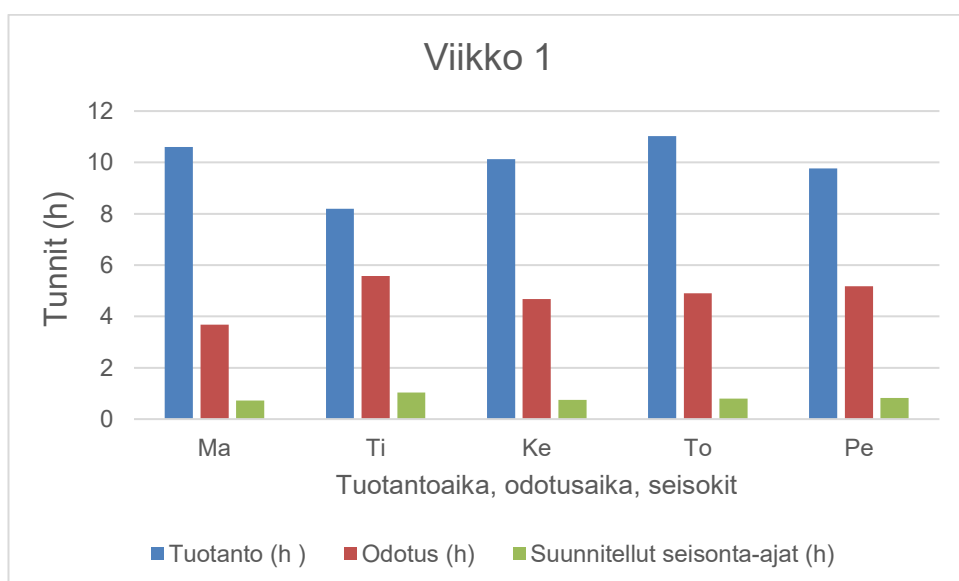
koosta. Käyntiaste on voinut olla korkealla, mutta pakattujen tuotteiden määrä puolestaan alhaisempi.

Viikon 1 pakkauslinjan käyntiaste ja valmistettujen pakkausten määrä esitettynä kuvajassa 8. Käyntiaste pysyi pääasiassa yli 60 %, joka oli hyväksyttävä tulos. Valmistettujen pakkausten määrä oli myös hyvällä tasolla ylittäen 15 000 kappaleen rajan.



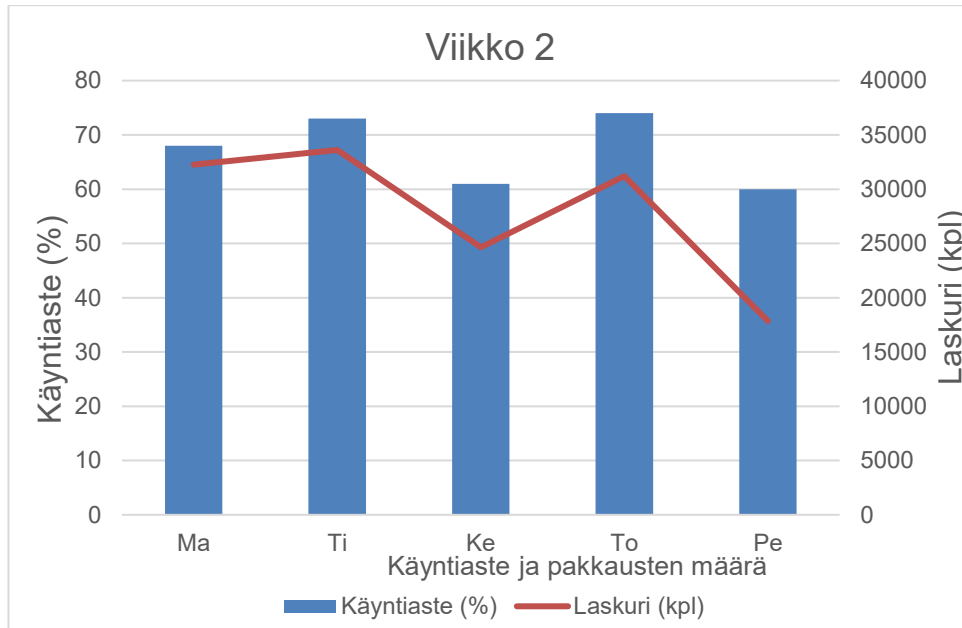
Kuvio 8. Viikko 1. Käyntiaste ja laskuri.

Tuotantoaika saatiin pidettyä 10 tunnin tasolla ja hieman ylikin. Yhtenä päivänä oli heikompi tulos, jolloin odotusaika piteni ja tuotantoaika pysyi alhaisena.



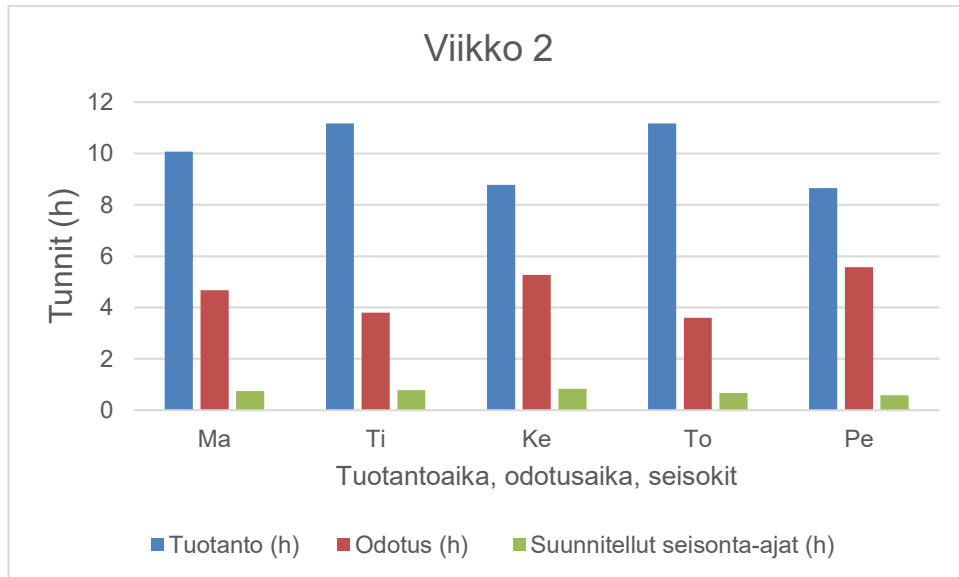
Kuvio 9. Viikko 1. Tuotantoaika, odotusaika, suunnitellut seisonta-ajat.

Viikolla 2 päästiin käyntiaikojen suhteen jokaisena päivänä yli 60 %. Valmistettujen pakkausten määrä ylitti myös edeltävän viikon lukemat. Perjantaina valmistettujen pakkausten määrä oli alhaisempi, koska tuote-erä loppui aikaisemmin.



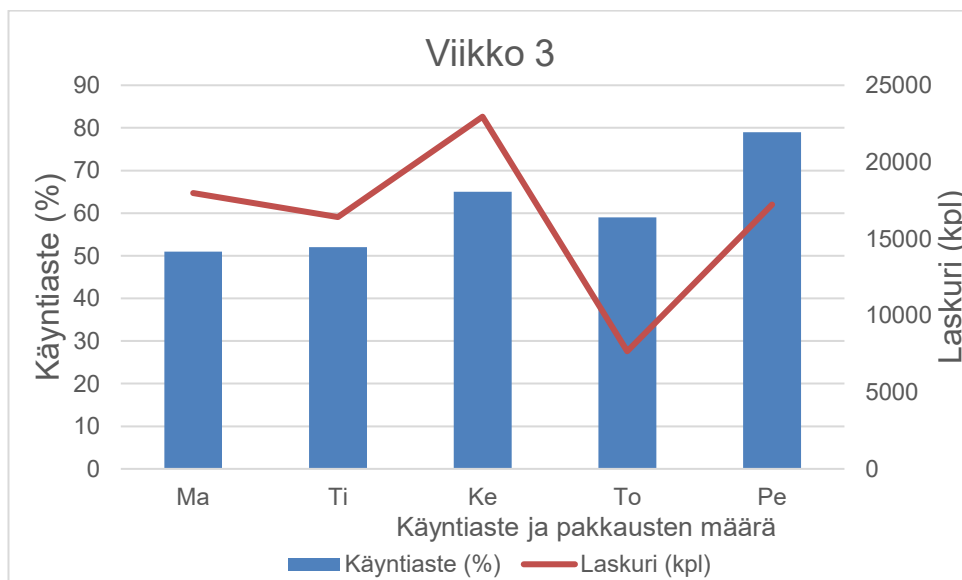
Kuvio 10. Viikko 2. Käyntiaste ja laskuri.

Tuotantoaika on suoraan verrannollinen käyntiasteeseen ja valmistettuihin pakkauksiin. Tiistaina ja torstaina päästiin hyvälle lukemille ja saatiin pidettyä odotusaika alhaisempana.



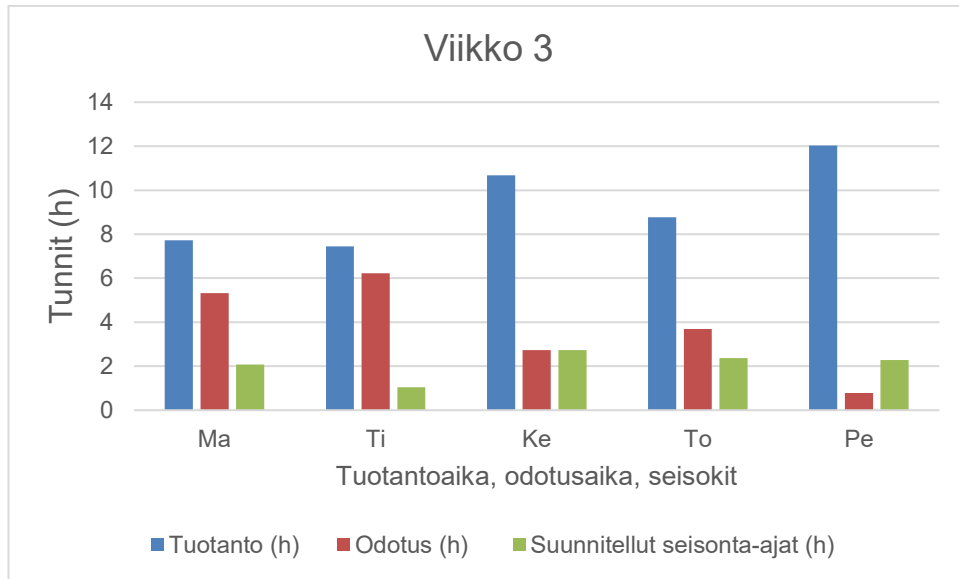
Kuvio 11. Viikko 2. Tuotantoaika, odotusaika, suunnitellut seisonta-ajat.

Viikolla 3 oli hajontaa jonkin verran valmistetuissa pakkauksissa. Tämä johtui osittain pesuista ja tuotevaihdosta, mutta myös muista pysähdyksistä. Käyntiaste saatiin perjantaina 80 %, joka oli erittäin hyvä tulos. Alkuviikosta jäätiin alle tavoitetason, joka oli 60 %.



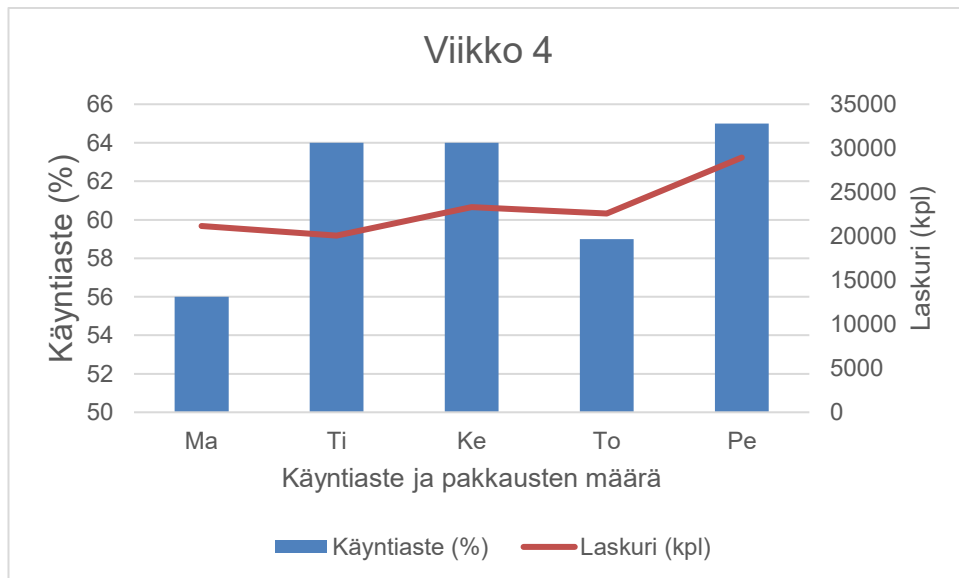
Kuvio 12. Viikko 3. Käyntiaste ja laskuri.

Alkuviikosta huomattiin, että tuotantoaika oli jäänyt matalaksi ja, että odotusaika oli ollut lähellä samoja lukemia. Perjantaina oli päästy lukemille, jotka olivat erittäin hyviä.



Kuvio 13. Viikko 3. Tuotantoaika, odotusaika, suunnitellut seisonta-ajat.

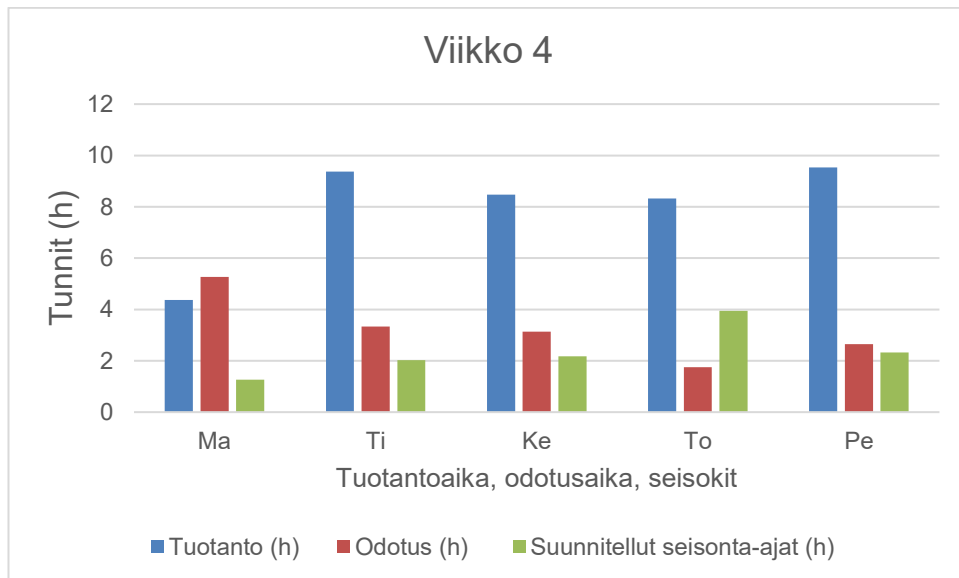
Viikko 4 oli valmistetuissa pakkauksissa tasaisin. Käyntiaste jäi kuitenkin osaksi hyvin alhaiselle tasolle, mikä johtui pääasiassa tuotevaihtoista ja pesuista. Maanantaina jäätiin reilusti alle 60 %.



Kuvio 14. Viikko 4. Käyntiaste ja laskuri.

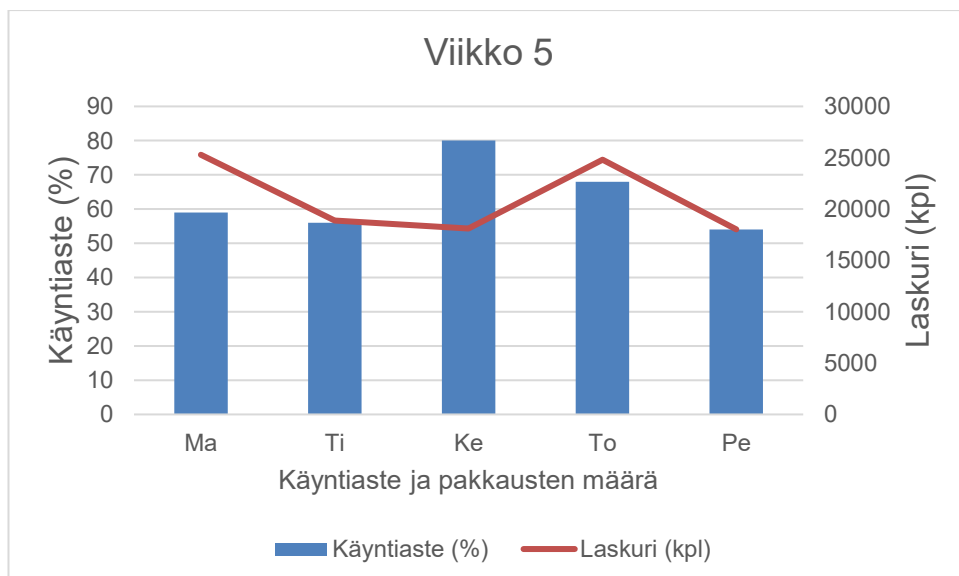
Viikon 4 tuotantoaika jäi alhaiseksi, koska viikon aikana oli enemmän tuotevaihtoja ja pesuja. Odotus-aikaa oli maanantaina enemmän kuin tuotantoaikaa. Tällä viikolla

odotusaikojen vuoksi myös suunnitellut seisonta-ajat eli tauot nousivat ajallisesti korkeammalle kuin normaalisti.



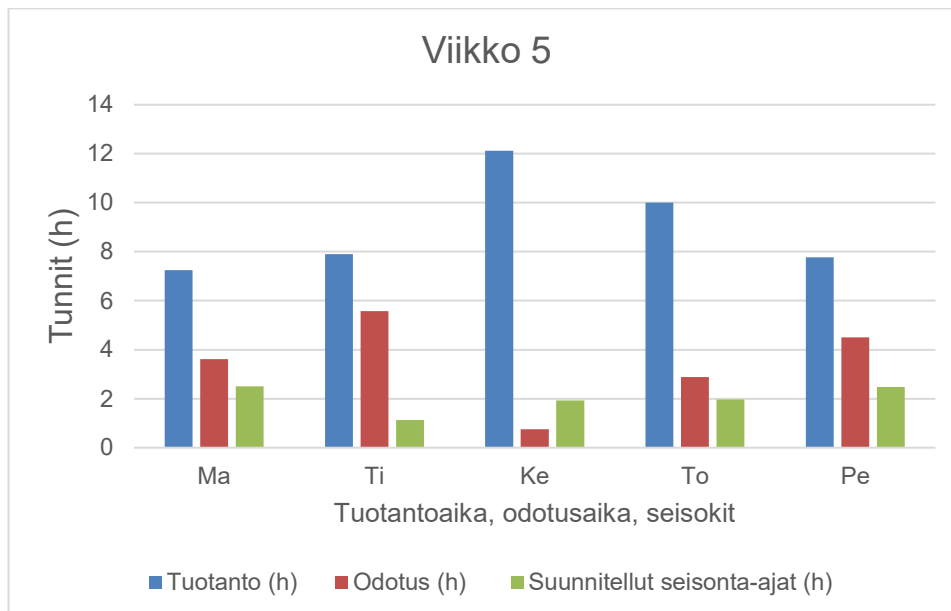
Kuvio 15. Viikko 4. Tuotantoaika, odotusaika, suunnitellut seisonta-ajat.

Viikon 5 käyntiasteen tulokset olivat aika tasaisia. Muutamana päivänä päästiin reilusti hyvälle tuloksille, mutta kolmena päivänä alle tavoitetason. Valmistettujen pakkausten määrä oli myös suurimmaksi osaksi hyvällä tasolla ylittäen 15 000 rajan. Aina käyntiaste ei vaikuta suoraan valmistettuihin pakkauksiin, vaan tämä riippuu paljon tuotteesta, ajonopeudesta ja odotusajasta. Tämä oli huomattavissa maanantain tuloksesta.



Kuvio 16. Viikko 5. Käyntiaste ja laskuri.

Tuotantoaika saatiin muutamana päivänä hyvälle tasolle, mutta jäätin myös osittain vajaaksi. Odotusaajoissa oli myös parannusta havaittavissa ja päästiin alle 4 tunnin monena päivänä.



Kuvio 17. Viikko 5. Tuotantoaika, odotusaika, suunnitellut seisonta-ajat.

5.2 Pakkauslinjan pysähdysyiden ja häiriöiden tarkastelu

Pysähdysyiden ja häiriöiden tarkastelussa nousi useita syitä esiin. Suurimmalta osin pysähdysyöt johtuivat tuote-, tarvike- ja vuoronvaihoista. Näihin syihin aikaa kului eniten, kuten myös suunniteltuihin seisonta-aikoihin, johon kuului tauot. Pakkauslinjalla tehtiin tuottavaa työtä kahdessa vuorossa, joten suunniteltuihin seisonta-aikoihin merkattiin järjestelmässä myös tuotannon kokoaikainen pysähdysvaihe. Kokoaikaista pysähdysvaihetta ei otettu kuitenkaan huomioon lopputuloksissa. Pysähdysyöt ja häiriöt vaihtelivat päivittäin paljon.

Järjestelmässä oli tuotevaihto kohdassa merkattu kaksi kohtaa, jotka olivat tuotevaihto ja pesut. Tuotevaihdon ja pesun yhdistämisessä meni eniten aikaa yksittäisenä pysähdysyynä. Tarvike- ja vuoronvaihoissa meni hieman enemmän aikaa vuoronvaihoissa.

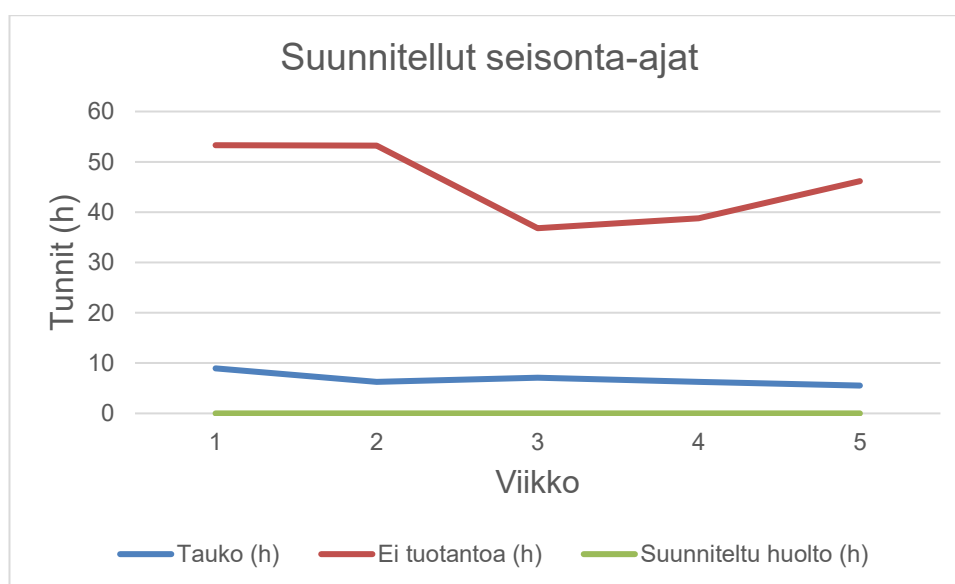
Tuotannon ja kunnossapidon häiriöissä meni odotettua vähemmän aikaa. Kunnossapidon häiriöiden puolesta suurimmat pysäytykset johtuivat robottihäiriöistä, pakkauskonehäiriöistä ja röntgenlaitteen häiriöistä. Röntgenlaite oli uusi, joten siitä ei löydy

järjestelmästä vielä tarkempaa pysähdystietoa. Tuotannon häiriöiden puolesta pysähdykset olivat minimaalisia ja syyt olivat lähinnä ruuhkaa tai henkilöstövajetta.

Laadunvalvonnallisia syitä ei löytynyt kuin yksi ongelma, joka ei ajallisesti kauaa kestänyt.

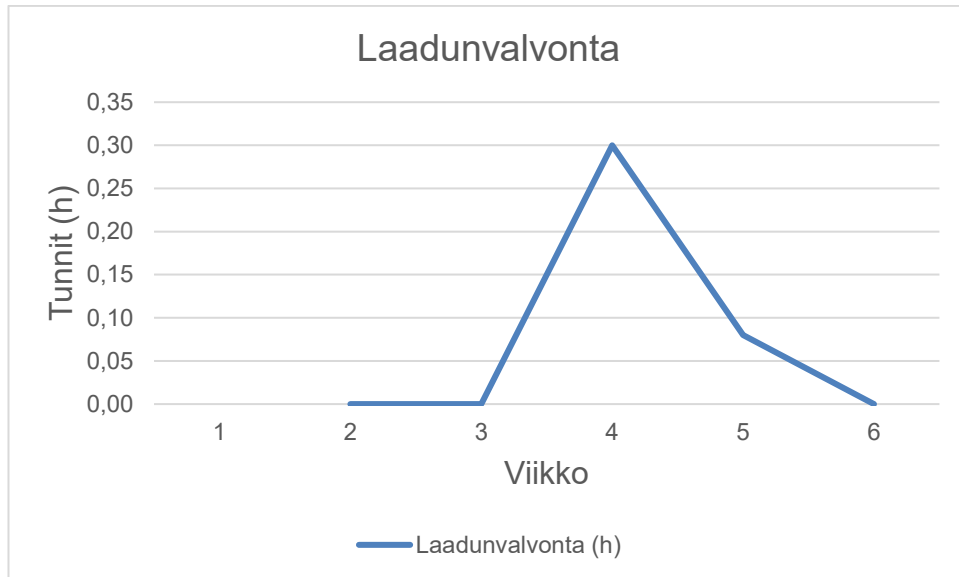
Tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmään lisättiin päivitettäessä uusia pysähdyssyitä, jotka perustuivat linjaston operaattoreiden näkemyksiin ja omiin tarkasteluihin. Näistä suurin osa oli aika yleisiä pysähdyksen aiheuttaneita syitä. Röntgenlaite hylkää linjastolta paljon tuotepakkauksia pois, jotka eivät ole aina viallisia. Tarvike- ja vuoronvaihtoihin lisättiin kalvon vaihto. Pakkausmateriaalien kalvon vaihto tulee usein, koska materiaalia tarvitaan pakkauksiin. Tuotevaihtoihin lisättiin erän vaihto, koska tuotteiden aloituksia ja loppetuksia tulee paljon.

Suunnitellut seisonta-ajat koostuivat enimmäkseen tauoista. Suunniteltuja huoltoja ei tullut esille 5 viikon seurannan aikana. Kuviossa näkyy myös tuotannon kokoaikainen pysähdysvaihe, koska se oli osa suunniteltua seisonta-aikaa.



Kuvio 18. Suunnitellut seisonta-ajat.

Laadunvalvonnallisia syitä tuli esille vähän ja tähän ei kulunut aikaa.



Kuvio 19. Laadunvalvonta.

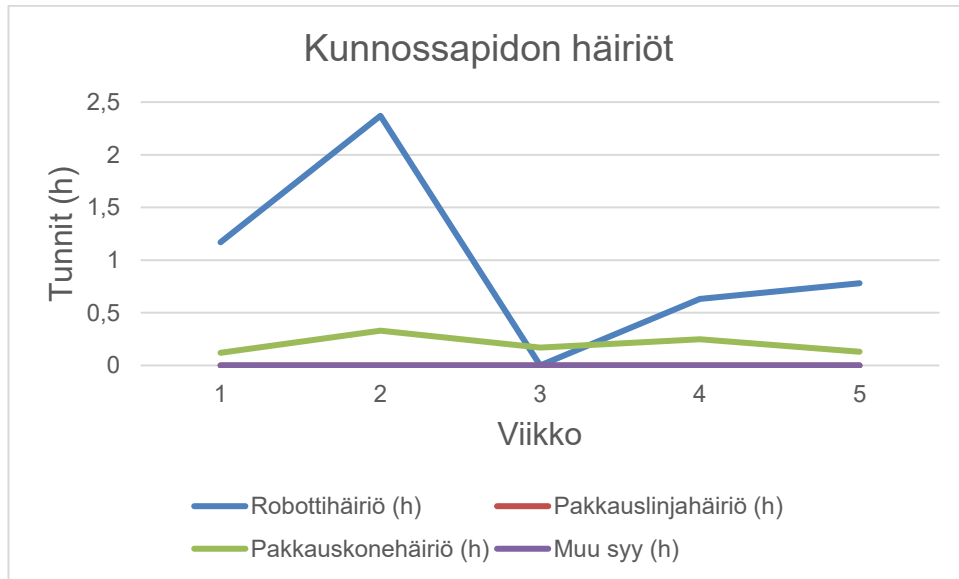
Tarvikevaihdossa aika meni pääasiassa kalvon vaihtoihin. Kuvioista voi huomata, että ajallinen aika oli päivittäin vaihteleva. Vuoronvaihdot pysyivät suunnilleen samoissa viiden viikon seuranta-aikavälillä, koska näihin oli ennalta varattu aika.



Kuvio 20. Tarvike/vuoronvaihdot.

Kunnossapidon häiriöissä oli monipuolisesti alasyitä. Näistä robottihäiriö teki eniten py-sähdyksiä. Röntgenlaite ei ehtinyt tulosten puolesta kuvioon, mutta se aiheutti robottihäi-

riön ohella paljon pysähdyksiä. Pakkauskonehäiriö tuli myös muutaman kerran, mutta sillä ei ollut suurta vaikutusta käyntiaikaan.



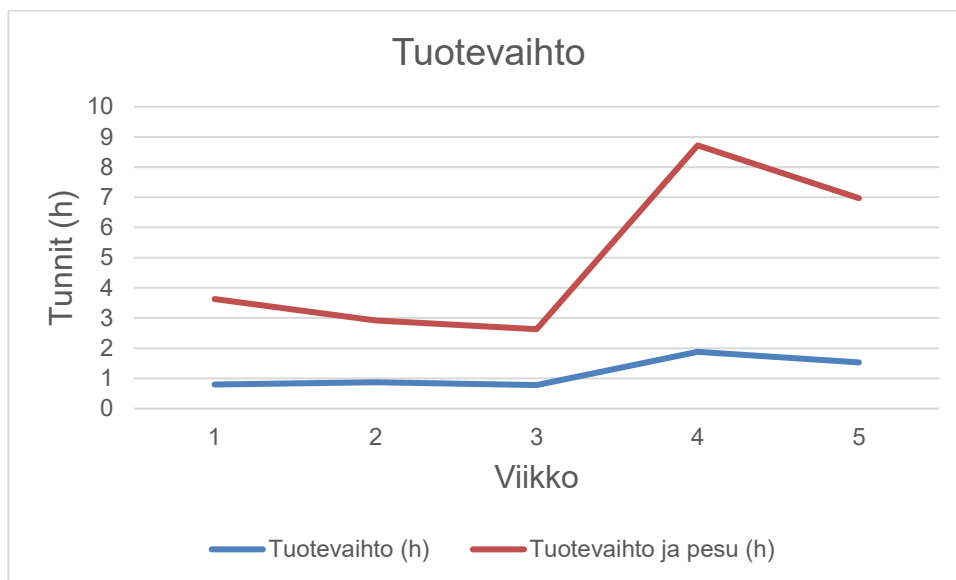
Kuvio 21. Kunnossapidon häiriöt.

Tuotannon häiriöihin meni suunnilleen saman verran aikaa kuin laadunvalvonnan häiriöihin. Alasyistä ainoastaan henkilöstövaje aiheutti pysähdyssyyn.



Kuvio 22. Tuotannon häiriöt.

Tuotevaihtoihin meni eniten aikaa verrattuna muihin syihin. Tämä johtui enemmän siitä, kun tuotevaihtojen yhteydessä suoritettiin myös pesu. Pesuissa kesti keskimääräisesti noin 2,5 tuntia.



Kuvio 23. Tuotevaihto.

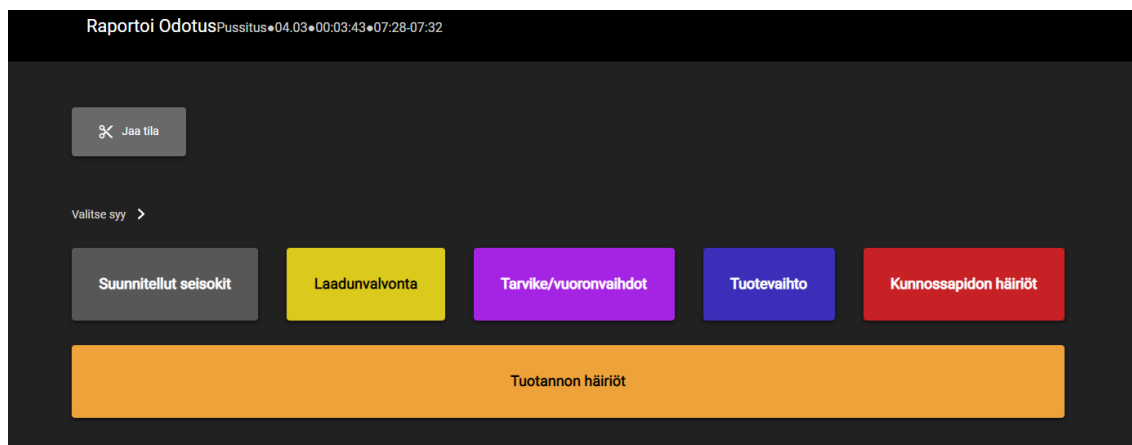
5.3 Tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmän toimenpiteet

Tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmän toimenpiteisiin kuului järjestelmän kehittäminen ja päivittäminen haastattelujen ja muistiinpanojen avulla. Pakkauslinjalle asennettiin päätte operaattoreiden avuksi, jotta raportointi helpottuu ja linjastolta nähdään tuotantotietoja reaaliaikaisesti. Työn aikana tehtiin viiden viikon seuranta pakkauslinjalta, minkä aikana saatiin järjestelmään tietoja, joita käytettiin myös työn muissa osuuksissa.

Tuotannon tiedot tulivat suoraan selaimelle, josta nähtiin pysähdyssyyt ja häiriöt. Järjestelmän pääsivulla on käyntiaste, laskuri ja aikajana, jossa näkyy tuotannon pysähdykset. Aikajana ilmoittaa raportoidut häiriöt eri väreillä. Tuotanto on merkattu vihreällä, raportoitamaton odotusaika keltaisella ja suunnitellut seisonta-ajat harmaalla. Keltaisella merkattu odotusaika tuli raportoida varsinaisiksi pysähdysyiksi. (Kuva 3.) Jokainen pysähdyssyy piti merkata vielä alasyiksi. (Kuva 4.)

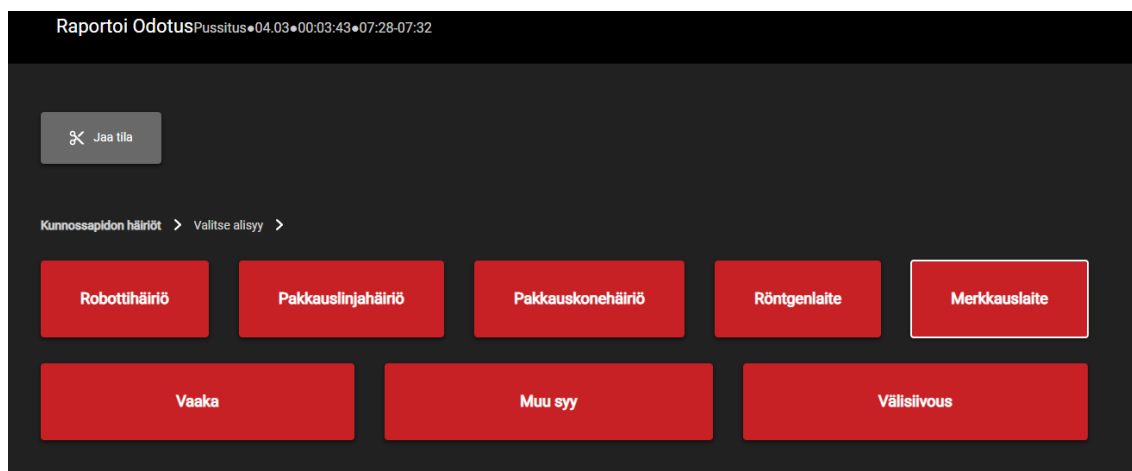
Järjestelmää täydennettiin haastatteluiden pohjalta, jolloin saatiin lisää tarvittavia pysähdyssyytä analysoitavaksi. Jokaisen syyn raportointi on tärkeää, koska silloin saadaan tarkat tiedot, mitä on tapahtunut. Raportoimaton syy näkyi pääsivulla punaisella.

Tarkoituksena oli myös päivittää jokainen pysähdykseen johtanut alasy syy oikeaan pääsyy alle. Tässä autoivat pääasiassa linjastolla työskennelleet operaattorit. Alla olevassa kuvassa näkyy pääsyyt, joiden alle operaattorit merkkasivat pysähdykset.



Kuva 3. Gema by Pinja pysähdyssyyt.

Pääsyyden alle merkattiin alasytyt, joita päivitettiin haastattelujen pohjalta. Näiden perusteella saatiin tarkempaa tietoa pysähdyksistä. Alle otettiin esimerkkinä kunnossapidon häiriöt.



Kuva 4. Gema by Pinja kunnossapidon häiriöiden alasytyt.

5.4 Avoimet haastattelut

Avoimet haastattelut käytiin keskusteluina pakkauslinjalla olleiden operaattoreiden ja tiiminvetäjän kanssa. Käytiin keskusteluja useamman kerran ja käsiteltiin useampia

aiheita. Varsinaista pohjaa kysymyksille ei ollut, vaan keskustelut määritettiin työn tarpeiden mukaan.

Työn alussa keskusteltiin pakkauslinjan yleisestä toiminnasta, koneista ja prosesseista. Näiden tietojen pohjalta pystyttiin aloittamaan pakkauslinjan teoriaosuutta. Myöhemmässä vaiheessa käytiin läpi vielä yksityiskohtaisemmin linjasto ja koneet.

Pakkauslinjan toiminnan jälkeen keskustelut siirrettiin enemmän pysähdyssyihin ja häiriöihin. Keskusteluissa nostettiin esille yleisimmät pysähdyksien syyt ja, kuinka paljon ne vievät aikaa. Tässä kohtaa tuli selväksi jo, että tuotevaihdot ja tarvikkevaihdot aiheuttivat eniten pysähdyksiä. Tuotevaihdon yhteydessä tehtävä pesu vaati myös paljon aikaa. Yleisimmät pysähdykset näkyivät myös pakkauslinjaston käyntiajassa. Tuotevaihtoihin ja tarvikkevaihtoihin kului odotusajasta helposti yli puolet ajasta.

Yleisimpien pysähdyssyiden jälkeen siirrettiin keskustelu tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmään. Kysyttiin, että mitä operaattorit haluaisivat järjestelmään pysähdyssyiksi. Heille annettiin tähän myös aikaa miettiä ja tarkoitus oli myös, että he kirjaavat ylös heidän mielipiteitään ja ajatuksia. He tekivät myös muistiinpanoja tarvittavista lisäyksistä järjestelmään.

Tärkeimpinä lisäyksinä heidän mielestään oli erän vaihto, kalvon vaihto ja röntgenlaite. Erän vaihtoja tuli eteen useamman kerran viikossa ja kalvon vaihtoja tuli useamman kerran päivässä. Röntgenlaite puolestaan heitti pakkauksia pois linjastolta ja aiheutti häiriöitä. Muita tarvittavia syitä, joita järjestelmään lisättiin, olivat välisiivous, vaaka, merkkuslaite ja tuotevaihto, jonka yhteydessä tehtiin pesu.

Lisäksi työn aikana ja loppuvaiheessa kysyttiin, miten järjestelmä on toiminut ja, onko järjestelmä ollut helppokäyttöinen. Vastauksien perusteella järjestelmä toimii hyvin ja ei ole ollut suurempia ongelmia. Järjestelmän käyttöön liittyen tuli muutamia muita ongelmia. Nämä ongelmat olivat sellaisia, että järjestelmä ei näyttänyt tuotannon tietoja ollenkaan.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyö käsitteli toimeksiantaja Mauste-Sallisen tuotannon pakkauslinjalle asentamaa tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmää. Tavoite oli kehittää ja päivittää järjestelmä toimivaksi kokonaisuudeksi. Järjestelmään pohjautuen suoritettiin käyntiajan seuranta ja selvitettiin tuotannon pakkauslinjan pysähdyssyitä ja häiriöitä.

Työn teoriaosuus koostui tutkimuskohteista ja lean-ajattelusta. Tutkimuskohteina olivat tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmä, tuotannon pakkauslinja ja käyntiaika ja niihin vaikuttavat tekijät. Lean-ajattelu muodostuu johtamisfilosofian perusperiaatteista, jatkuvasta parantamisesta, automaattisesta tiedonkeruusta ja tuotannon tunnusluvuista. Teoriaosuudessa käytiin läpi myös operaattoreiden merkitystä tuotannon raportoinnissa. Kirjallisuuden lisäksi tietoa hankittiin havaintojen, haastattelujen ja tarkastelujen pohjalta.

Työn kokeellinen osuus koostui tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmän toimenpiteistä, käyntiajan havainnoista, pysähdyssyiden ja häiriöiden tarkastelusta. Tuotannon pakkauslinjan käyntiajasta tehtiin viiden viikon seuranta, jonka aikana päivitettiin järjestelmän pohjalta taulukkoa. Taulukosta saatiin ajalliset tiedot tuotantoajoista, odotusajoista ja suunnitelluista seisonta-ajoista. Käyntiajan havainnoista laadittiin myös kuvaajat, joista nähtiin tarkempia tuloksia. Tiedonkeruu- ja ohjausjärjestelmän toimenpiteet olivat järjestelmän kehittämistä ja päivittämistä reaaliaikaiseksi. Alkuun käytiin läpi järjestelmää ja sen ominaisuuksia. Tietoa aloitettiin keräämään haastatteluilla ja muistiinpanoilla pakkauslinjan operaattoreilta. Kerätyn tiedon perusteella pystyttiin tekemään päivityksiä järjestelmään ja laittamaan alasyyt oikeiden pääsyiden taakse. Järjestelmän päivityksen ansiosta saatiin tarkempaa tietoa pysähdyssyistä ja kestoista. Tarkempien tietojen pohjalta pystyttiin luomaan taulukoita ja kuvaajia, jotka kertoivat yksityiskohtaisesti tiedot syistä ja kestoista. Pysähdyssyiden ja häiriöiden tarkastelu koostui järjestelmästä saatuihin tietoihin ja haastatteluihin operaattoreilta. Pysähdyssyyt ja häiriöt päivitettiin reaaliaikaisiksi järjestelmään ja tarkoituksena oli, että saataisiin mahdollisimman paljon tietoa pysähdyksistä.

Opinnäytetyön lopputulokset olivat onnistuneet ja päästiin tavoitteisiin. Järjestelmä saatiin kehitettyä ja päivitettyä ajantasaiseksi ja myös raportointi oli onnistunutta. Järjestelmästä pystytään keräämään tietoja pysähdyssyistä ja kestoista. Päivitetyt alasyyt antavat myös tarkempia tietoja pakkauslinjan häiriöistä ja käyntiajoista. Opinnäytetyön tulosten avulla pystytään puuttumaan pakkauslinjan ongelmiin nopeammin ja paremmin.

Järjestelmän kehittymismahdollisuuksista nousi esille tuotannon tunnuslukujen lisääminen. Tunnuslukujen avulla saataisiin tuotannosta vielä enemmän yksityiskohtaisempaa tietoa. Toinen kehittymismahdollisuus on tuotekohtaisten tietojen lisääminen järjestelmään, jolloin saadaan linjastolla ajettavien eri tuotteiden tietoja. Kehitysehdotuksena oli myös järjestelmän lisääminen toiselle pakkauslinjalle.

LÄHTEET

- Kohti Laatu 2017. Viitattu 1.5.2021. <https://www.kohtilaatu.fi/l/laatuajattelu-on-yrityksen-kehittamisen-perusta/>
- Lean Six Sigma 2017. Viitattu 3.5.2021. <http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/artikkelit/tehdasfysiikka-hyva-kaveri/>
- Lean Six Sigma 2021. Viitattu 22.4.2021. <http://www.sixsigma.fi/index.php/fi/lean/yleinen/lean-tyoekalut/>
- Mauste-Sallinen Oy 2021. Viitattu 20.4.2021. <https://www.mauste-sallinen.fi/yritys>
- Modig N. & Åhlström P. 2013. Tätä on lean. Ratkaisu tehokkuusparadoksiin. Tillman M. (suom.). 2. painos. Tukholma: Rheologica publishing.
- OEE 2019. Viitattu 20.5.2021. <https://www.oee.com/calculating-ooe.html>
- Pengon Oy 2019. Viitattu 1.5.2021. <https://blogi.pengon.fi/tiedolla-johtamisen-pullonkaulat-johdatko-leanisti>
- Pinja knowledge. Viitattu 8.6.2021. <https://knowledge.pinja.com/tuotevaihtoaikojen-optimointi-smed>
- Pinja 2016. Viitattu 15.4.2021. <https://blog.pinja.com/tiedonkeruu-ei-ole-yhta-kuin-kasvat-kpit>
- Pinja 2017. (1) Viitattu 30.4.2021. <https://blog.pinja.com/automaattinen-tiedonkeruu-tuotantokoneilta-mahdollistaa-jatkuvan-kehityksen>
- Pinja 2017. (2) Viitattu 1.5.2021. <https://blog.pinja.com/4-vinkkia-tehokkaaseen-tuotantopalaveriin>
- Pinja 2017. (3) Viitattu 8.6.2021. <https://blog.pinja.com/tuotannonaikainen-laadunhallinta-paljastaa-poikkeamat-heti>
- Pinja 2018. Viitattu 2.5.2021. <https://blog.pinja.com/tiedon-visuaalisuuden-merkitys-lean-paivittaisjohtamisessa>
- Pinja 2019. Viitattu 22.4.2021. <https://blog.pinja.com/konaseuranta-ensimmainen-askel-kohti-parempaa-tuottavuutta>
- Pinja 2020. Viitattu 29.4.2021. <https://blog.pinja.com/operaattorin-rooli-tuotannon-digitalisaatiossa>
- Pinja 2021. (1) Viitattu 26.4.2021. <https://blog.pinja.com/tuotannonsuunnittelu-parantaa-menestysta-avainmittareissa>
- Pinja 2021. (2) Viitattu 29.4.2021. <https://blog.pinja.com/kunnossapidon-mittarit-tiedolla-johtamisen-valineena>
- Prosessitaito 2013. Viitattu 26.4.2021. http://www.prosessitaito.fi/Tuotantokoneiden_konaistehokkuus_OEE.pdf

PSK 6201 2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. PSK Standardisointiyhdistys ry

Tutkimusmetodeja ammatilliselle kentälle 2014. Viitattu 13.5.2021.

<http://hanna.vilka.fi/wp-content/uploads/2014/02/Tutki-ja-kehitt%C3%A4.pdf>

Vorne industries 2008. Viitattu 20.5.2021. <https://www.vorne.com/pdf/fast-guide-to-ooe.pdf>

Liite 1. Pakkauslinjan 5 viikon päivakohtainen käyntiajan seuranta.

5 vko seuranta					
Pakkauslinja P1 käyntiajan seuranta vko 1					
Päivä	Käyntiaste (%)	Tuotanto (h)	Odotus (h)	Suunnitellut seisona-ajat (h)	Laskuri (kpl)
Ma	70	10,6	3,68	0,72	19575
Ti	56	8,2	5,58	1,03	15183
Ke	68	10,13	4,68	0,75	22197
To	67	11,03	4,90	0,8	22262
Pe	65	9,77	5,17	0,83	27370
Pakkauslinja P1 käyntiajan seuranta vko 2					
Päivä	Käyntiaste (%)	Tuotanto (h)	Odotus (h)	Suunnitellut seisona-ajat (h)	Laskuri (kpl)
Ma	68	10,08	4,68	0,75	32257
Ti	73	11,17	3,80	0,78	33613
Ke	61	8,78	5,27	0,83	24653
To	74	11,17	3,60	0,67	31210
Pe	60	8,65	5,57	0,58	17856
Pakkauslinja P1 käyntiajan seuranta vko 3					
Päivä	Käyntiaste (%)	Tuotanto (h)	Odotus (h)	Suunnitellut seisona-ajat (h)	Laskuri (kpl)
Ma	51	7,72	5,32	2,08	17967
Ti	52	7,45	6,22	1,05	16409
Ke	65	10,67	2,73	2,73	22951
To	59	8,77	3,70	2,37	7664
Pe	79	12,03	0,78	2,28	17218
Pakkauslinja P1 käyntiajan seuranta vko 4					
Päivä	Käyntiaste (%)	Tuotanto (h)	Odotus (h)	Suunnitellut seisona-ajat (h)	Laskuri (kpl)
Ma	56	4,37	5,27	1,27	21153
Ti	64	9,37	3,33	2,03	20077
Ke	64	8,47	3,13	2,18	23296
To	59	8,32	1,75	3,95	22585
Pe	65	9,53	2,65	2,32	28945
Pakkauslinja P1 käyntiajan seuranta vko 5					
Päivä	Käyntiaste (%)	Tuotanto (h)	Odotus (h)	Suunnitellut seisokit (h)	Laskuri (kpl)
Ma	59	7,25	3,62	2,50	25289
Ti	56	7,9	5,58	1,13	18888
Ke	80	12,12	0,75	1,93	18120
To	68	10	2,88	1,97	24819
Pe	54	7,77	4,50	2,48	18026

Liite 2. Pakkauslinjan 5 viikon seuranta häiriöistä ja kestoista.

5 vko seuranta						
Häiriöt ja kestot						
Viikko	Suunnitellut (h)	Kunnossapito (h)	Tuotanto (h)	Laadunvalvonta (h)	Tuotevaihto (h)	Tarvike/vuoronvaihdot (h)
1	12,42	1,20	0,33	0,00	5,50	4,78
2	10,40	2,43	0,00	0,00	4,82	2,40
3	6,05	0,10	0,00	0,18	3,80	2,30
4	11,28	1,13	0,00	0,08	11,68	2,40
5	10,90	1,50	0,00	0,00	8,95	4,03

Liite 3. Pakkauslinjan 5 viikon seurannan häiriöiden syyt ja kestot.

5 vko seuranta			
Suunnitellut linjaston seisonta-ajat			
Viikko	Tauko (h)	Ei tuotantoa (h)	Suunniteltu huolto (h)
1	8,95	53,30	0,00
2	6,27	53,20	0,00
3	7,08	36,81	0,00
4	6,28	38,75	0,00
5	5,53	46,15	0,00
Laadunvalvonta (h)			
Viikko			
1	0,00		
2	0,00		
3	0,30		
4	0,08		
5	0,00		
Tarvike/vuoronvaihdot			
Viikko	Tarvikevaihto (h)	Vuoronvaihto (h)	
1	2,85	1,83	
2	0,78	1,70	
3	1,58	0,75	
4	0,90	1,58	
5	2,47	1,17	

5 vko seuranta						
Kunnossapidon häiriöt						
Viikko	Robottihäiriö (h)	Pakkauslinjahäiriö (h)	Pakkauskonehäiriö (h)	Muu syy (h)		
1	1,17	0,00	0,12	0,00		
2	2,37	0,00	0,33	0,00		
3	0,00	0,00	0,17	0,00		
4	0,63	0,00	0,25	0,00		
5	0,78	0,00	0,13	0,00		
Tuotannon häiriöt						
Viikko	Ruuhka linjalla (h)	Ruuhka lavauksessa (h)	Raaka-ainepula (h)	Materiaalipula (h)	Henkilöstövaje (h)	Muu syy (h)
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00
2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tuotevaihto						
Viikko	Tuotevaihto (h)	Tuotevaihto ja pesu (h)				
1	0,8	3,63				
2	0,87	2,92				
3	0,78	2,63				
4	1,88	8,72				
5	1,53	6,97				