



Lasse Lindfelt

Laadun parantaminen automaatiokeräyksessä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Insinöörityö

25.11.2022

Tiivistelmä

Tekijä:	Lasse Lindfelt
Otsikko:	Laadun parantaminen automaatiokeräyksessä
Sivumäärä:	41 sivua
Aika:	25.11.2022
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Konetekniikka
Ammatillinen pääaine:	Tuotanto- ja valmistustekniikka
Ohjaajat:	Lehtori Pekka Hirvonen Kehityspäällikkö Sami Korhonen, Inex Partners Oy

Opinnäytetyön tavoitteena oli Inex Partnersin automatisoidussa logistiikkakeskuksessa kerättävien myymälätoimitusten laadun parantaminen ja kuljetusyksiköiden reunan ylittävistä tuotteista aiheutuvien virheiden vähentäminen. Työssä selvitetään reunan ylitysten juurisyitä ja sitä, kuinka niitä voitaisiin vähentää automaation toimintaa tai työskentelytapoja muuttamalla. Tietoperustana ja ongelmaa lähestyttäessä käytettiin apuna laadun tarkastelua eri näkökulmista ja siihen liittyviä laatutyökaluja.

Automaatiojärjestelmässä esiintyvistä kuljetusyksikön reunan yli tulevien tuotteiden aiheuttamista virhetilanteista kerättiin tarkastelujaksolla tietoa, jonka perusteella pohdittiin kehitystoimenpiteitä järjestelmän toimintaan ja työskentelytapoihin. Tarkastelujaksolta, jolta virheitä kirjattiin, saatiin tietoa siitä, mitkä tuotteet aiheuttavat virheitä, miltä puolelta kuljetusyksikköä ylitykset tulevat ja mikä virheen todennäköisesti aiheuttaa. Myös eri kuljetusyksiköiden välisistä virhetilanteista saatiin eriteltyä niille tyypillisiä virheitä ja ylityspuolia.

Työn tuloksena tehtiin muutoksia yksittäisten tuotteiden tuotetietoihin, jotka vaikuttavat niiden käsittelyyn automaatiojärjestelmässä ja jätettiin kehityspyyntöjä automaatiojärjestelmän toimittajalle Witronille, jolla on mahdollisuuksia tehdä suurempia muutoksia järjestelmän toimintaan. Myös saatu tieto, miltä puolelta kuljetusyksikköä ylitykset tulevat, on tärkeää tulevaisuuden kehitystoimia ajatellen. Lopuksi pohdittiin, kuinka virhetilanteiden raportointia tulisi kehittää niin, että se vastaisi paremmin jatkuvan parantamisen periaatetta.

Avainsanat: Laatu, Inex Partners, automaatio, jatkuva parantaminen

Abstract

Author: Lasse Lindfelt
Title: Quality Improvement in Automation Production
Number of Pages: 41 pages
Date: 25 November 2022

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Mechanical Engineering
Professional Major: Production and Manufacturing Technology
Supervisors: Pekka Hirvonen, Senior Lecturer
Sami Korhonen, Development Manager, Inex Partners Oy

The purpose of the thesis was to improve the quality of the operations of the transport units in the Inex Partners automated logistics center and reduce errors caused by products crossing the edge of the transport units. The work explores the root causes of the edge crossings and how they could be reduced by modifying the automation system or changing the working methods. Viewing quality from different perspectives with different quality tools were used as data base when approaching the problem.

Information about the error situations occurring in the automation system caused by products coming over the edge of the transport unit was collected during the review period. Based on that data development acts for improving the operation of the system and for better working methods were considered. The data that were collected during the review period gave information about which products cause errors, which side of the transport unit the product crossings come from and what is likely to cause the error. Error situations between different transport units were also noticed.

As a result of the thesis changes were made to the product data of individual products, which affect their handling in the automation system. Also development requests were submitted to the automation system supplier Witron, which has opportunities to make bigger changes to operation of the automation system. The obtained information from which side of the transport unit the crossings come from is also important for future development acts. At the end the thesis discusses how reporting of error situations should be developed so that it would correspond better to the principle of continuous improvement.

Keywords: Quality, Inex Partners, automation, continuous improvement

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Työn tavoitteet	1
1.2	Inex Partners	1
2	Logistiikka	2
3	Laatu	3
3.1	Tarkastelunäkökulma	3
3.2	Laatutyökalut	5
3.3	Yleinen ja erityinen syy	12
3.4	Jatkuva parantaminen	12
4	Lähtötilanne	13
4.1	Inex Partnersin logistiikkakeskus Sipoossa	13
4.1.1	Ohjausjärjestelmä	14
4.1.2	Materiaalivirta	17
4.2	Reunanylitysvirheiden käsittely	21
4.3	Tiedonkeruu	23
5	Havainnot	24
5.1	Kuljetusyksiköiden ylitykset	25
5.2	Ongelmia aiheuttavat tuotteet	29
6	Kehitystoimet	34
6.1	Tuotetietojen muutokset	34
6.2	Muutokset automaatiojärjestelmään	35
7	Tulokset	37
8	Yhteenveto	39
	Lähteet	40

Lyhenteet

- CC: *Chain conveyor*. Ketjukuljetin.
- COM: *Case order machine*. Automaattinen lavauskone, joka pinoaa tuotteet kuljetusyksikköön ennalta määritetyssä järjestyksessä.
- FIFO: *First in First out*
- HBW: *High bay warehouse*. Korkeavarasto systeemilavoille.
- MFC: *Material Flow Control*. Materiaalin ohjauksen tietojärjestelmä.
- OPM: *Order Picking Machinery*. Automaattinen keräysjärjestelmä.
- PPC: *Pack pattern calculation*. Tietojärjestelmän laskema järjestys, jolla tuotteet asetetaan lavauksessa.
- PTDC: *Päivittäistavara distribution center*. Päivittäistavaroiden logistiikka-keskus.
- RC: *Roller conveyor*. Rullakuljetin.
- SPC: *Statistical process control*. Tilastollinen prosessinohjaus.
- TWH: *Traywarehouse*. Tarjotinvarasto.
- VC: *Vertical conveyor*. Pystykuljetin.
- WMS: *Warehouse Management System*. Varastonhallintajärjestelmä.

1 Johdanto

Insinööriyön aiheena oli selvittää automatisoidussa logistiikkakeskuksessa syntyvien virhetilanteiden juurisyitä. Virheet automaatiossa aiheuttavat pysähdyksiä materiaalivirrassa ja ylimääräistä työtä tuotannossa. Virheen aiheuttajien juurisyiden löydyttyä pohditaan, kuinka virheitä voitaisiin vähentää ja näin saada tuotannosta tehokkaampaa. Työssä käsitellään myös, kuinka automaatiojärjestelmää tulisi muuttaa, jotta virheiden käsittely olisi helpompaa. Työn aikana tutustuttiin laatua käsittelevään kirjallisuuteen ja olemassa oleviin laatutyökaluihin, joita voidaan käyttää apuna työn tekemisessä ja laadun parantamisessa.

1.1 Työn tavoitteet

Insinööriyön päätavoitteena oli automatisoidussa kuivatuotelogistiikassa valmistuneiden myymälätoimitusten laadun parantaminen ja erityisesti syiden löytäminen sille, miksi tuotteita tulee kuljetusyksiköiden reunan yli. Lisäksi pohdittiin, kuinka ylityksiä voitaisiin vähentää. Reunanylityksistä aiheutuneiden virhetilanteiden vähentämisellä tavoiteltiin automaatiotuotannon parempaa tehokkuutta ja työkuorman vähentämistä tuotannossa. Reunanylitykset aiheuttavat automaatiotuotannossa virhetilanteita, jotka pitää korjata manuaalisesti.

Tavoitteena oli myös tarkastella nykyisiä toimintatapoja sekä järjestelmän toimintaa, joilla on vaikutusta ylitysvirheiden syntymiseen ja käsittelyyn tuotannossa. Virheitä lajiteltiin eri luokkiin ja etsittiin niille juurisyitä.

1.2 Inex Partners

Insinööriyö tehtiin S-ryhmän logistiikkapalveluita tuottavalle Inex Partners Oy:lle. Työ tehtiin pitkälle automatisoidussa päivittäistavaralogistiikkakeskuksessa Sipoossa. Automaatiojärjestelmän keskukseen on suunnitellut saksalainen yhtiö Witron, joka myös vastaa sen huollosta ja korjauksesta. Inex Partners Oy on SOK:n omistama logistiikkayhtiö. SOK eli Suomen Osuuskauppojen Keskuskunta toimii osana S-Ryhmää. (Tietoa meistä 2022.) Inex Partnersin

tehtävänä on tuottaa S-Ryhmän päivittäis- ja käyttötavarakaupan logistiikkapalvelut ketjujen kilpailukykyä vahvistavalla tavalla. Yrityksessä työskentelee noin 1200 logistiikka-alan työntekijää. Inex Partners on huoltovarmuuskriittinen yritys, joka jakelee yli 40 % suomalaisten syömästä ruuasta. (Inex yrityksenä 2022.)

2 Logistiikka

Logistiikalla tarkoitetaan yleisesti tavaroiden kuljetukseen ja varastointiin liittyvää toimintaa. Myös tiedon ja materiaalin hallintaa voidaan käsittää osaksi logistiikkaa. Nykyään uusimpien määritelmien mukaan logistiikka katsotaan vieläkin laajemmaksi kokonaisuudeksi, joka sisältää koko toimitusketjun toimintojen ja taloudellisuuden hallintaa. (Mitä on logistiikka? 2022.)

Logistiikkakeskus

Logistiikkakeskus on paikka, jossa kuljetetaan, varastoidaan ja tehdään muita toimintoja, jotka liittyvät tuotteiden jakeluun (Logistiikkakeskus 2022). Perinteisesti näitä toimintoja on tekemässä ihminen apunaan siihen liittyviä apuvälineitä kuljetukseen, kuten trukkeja. Tietojärjestelmät, joilla hallitaan varastointia ja kuljetuksia ovat myös suuressa osassa nykyaikaista logistiikkaa.

Kun pohditaan, kuinka logistiikasta saataisiin tehokkaampaa, voi esiin nousta ajatus automatisoinnista. Varastoautomaatio ei itsestään tee logistiikkakeskuksesta parempaa, jos sillä ei saavuteta kustannusten laskua tai tehokkaampaa toimintaa. Automatisoinnin kannattavuus tulee arvioida aina tapauskohtaisesti ennen sen tuomista osaksi logistiikkakeskusta. Varastoautomaatiolla on suuremmat perustamiskustannukset ja pidemmät takaisinmaksuajat, kuin niin sanotulla perinteisellä logistiikkakeskuksella. (Varastoautomaatio 2022.)

3 Laatu

Laatu voidaan nähdä moniselitteisenä asiana, eikä sitä voida yksiselitteisesti määritellä tai mitata. Usein laatu sana nähdään synonyyminä hyvyyden tai muun ylivoimaisuutta tarkoittavan sanan kanssa. Laatu on henkilökohtainen, tilanteesta ja ajasta riippuva käsite. Laatu käsite voi tarkoittaa esimerkiksi tuotteen vaatimusten mukaisuutta. (Salomäki 1999: 23; Andersson 1997: 16–17)

3.1 Tarkastelunäkökulma

Laatuajattelun kehittymisen myötä laatua on alettu määritellä. Laadun merkityksen ja tietoisuuden lisääntyessä määrittelemisen on tullut entistä vaikeammaksi. Laatua voidaan tarkastella monesta eri näkökulmasta. Eri perspektiiveistä tarkastelu on tärkeää, jotta voidaan ymmärtää, mitä laadulla tarkoitetaan tietyissä tilanteissa. Laadun määritelmä voi vaihdella suuresti, riippuen tarkastelukulmasta. (Salomäki 1999: 23) Seuraavana laatua tarkasteltuna eri näkökulmista.

Tuoteominaisuudet

Tuoteominaisuuksien perusteella laadun määrittelemisen perustuu tuotteen tai palvelun keskeisiin ominaisuuksiin. Kilpailevilla tuotteilla voi olla erilaisia ominaisuuksia, jotka nähdään laatuksina. Tällaisia ominaisuuksia voivat olla esimerkiksi koneistuskeskuksen nopea työkalunvaihtoaika tai auton moottorin sylinterien lukumäärä. Yleensä tämänkaltaiset ominaisuudet vaikuttavat suoraan tuotteen hintaan. Laatustandardi SFS-EN ISO 9000 määrittelee tuotteiden ja palveluiden laadun niiden kyvyllä täyttää asiakkaan vaatimukset. (Andersson 1997: 17–18; SFS-EN ISO 9000: 6.)

Asiakasmielipide

Asiakasmielipiteellä laatua mitattaessa on keskeinen kysymys se, kuinka hyvin asiakas tunnistaa oman tarpeensa ja muodostaa tätä kautta itselleen sopivat laatuksina. Erilaisiin tarpeisiin on erilaisia tuotteita. Myös tuotteiden saatavuudella voi olla vaikutusta. Joku voi olla erittäin tyytyväinen yleisesti huonommaksi

katsottuun tuotteeseen, kun taas toinen ei ole tyytyväinen markkinoilla arvostetuimpaan tuotemerkkiin. Tässä tapauksessa asiakas määrittelee laadun itse täysin omasta näkökulmastaan ja tarpeestaan. (Andersson 1997: 18–19.)

Opinnäytetyössä asiakasmielipide nousee esiin, kun logistiikkakeskuksessa valmistuneet myymälätoimitukset saapuvat kauppoihin. Myymälätoimituksissa on silloin tällöin rikkoutuneita tai huonosti pinottuja tuotteita, jotka aiheuttavat hävikkiä ja hankaloittavat kuorman purkua. Kaikki rikkoutuneet tuotteet ovat pois kaupan hyllyiltä ja heikentävät saatavuutta. Logistiikassa rikkoutuneet tuotteet voivat vaikuttaa siis yksittäisiin asiakkaisiin, jos heidän haluamansa tuote onkin loppu.

Asiakkaiksi voidaan laskea edellä mainittujen ulkoisten asiakkaiden lisäksi sisäiset asiakkaat. Sisäiset asiakkaat ovat tuotantoprosessissa kaikki tulevat työvaiheet, joiden kautta myymälätoimitukset rakentuvat. Jos aiemmissä prosessin vaiheissa tapahtuu virheitä tai sellaisia asioita, joita myöhemmissä työvaiheissa joudutaan korjaamaan, syntyy haittaa sisäiselle asiakkaalle ja tyytyväisyys laskee.

Arvo

Arvon perusteella laatua tarkastellaan hinta-laatusuhtella seuraavasti (kaava 1).

(1)

$$arvo = \frac{laatu}{hinta}$$

Kaavan perusteella korkealaatuinen tuote voi olla yhtä laadukas kuin kilpailevat tuotteet, mutta sen hinta on pienempi. Jos hinta on sama kuin kilpailijalla mutta tuotteella on enemmän tai parempia ominaisuuksia, on sen laatu tällöin parempi arvoperusteisesta tarkastelunäkökulmasta katsottuna. (Andersson 1997: 19.)

Tuotantoperusteinen laatukriteeri

Tuotannossa valmistettavien tuotteiden on täytettävä valmistajan määrittelemät vaatimukset, jotta voidaan varmistua tuotteen laadusta. Valmistajan määrittämiä vaatimuksia ovat esimerkiksi mittatoleranssit, joiden sisällä tuotteen on oltava. Laadun kannalta oleellisinta ei tässä tapauksessa ole se, kuinka pienet toleranssialueet ovat, vaan kuinka hyvin niiden sisällä pysytään. Tuotannossa laatu tarkoittaa siis yhdenmukaisuutta ja pientä vaihtelua valmistusprosessissa ja että sitä pystytään tekemään taloudellisesti. (Andersson 1997: 19–20.)

Näkökulmana opinnäytetyössä voidaan pitää myös tuotantoperusteista laatukriteeriä. Tavoitteena on, ettei virhetilanteita syntyisi ja prosessi toimisi häiriöttä – niin kuin se on suunniteltu. Todellisuudessa häiriötön toiminta on mahdotonta, joten virhetilanteita pyritään vähentämään.

3.2 Laatutyökalut

Ongelmien tunnistamiseen on useita eri menetelmiä, ja on tärkeää valita aina tilanteeseen sopivin tapa. Yleispätevää laatutyökalun valintaohjetta ei ole olemassa, sillä sellainen olisi mahdotonta luoda sopimaan kaikkiin tilanteisiin. Työkalun valinta riippuu tutkittavasta tilanteesta, osaamisesta ja käytettävissä olevista resursseista. Laadun parantaminen varsinaisen työn ohella on vaikeaa ja aikaa vievää, eikä näin ollen kumpaakaan voida välttämättä tehdä asianmukaisesti. Aikaa työkalujen käyttöön on kuitenkin uhrattava, sillä harvoin voidaan ryhtyä suoraan kehitystoimenpiteisiin ilman tarkempaa asian tutkimista. Laatutyökalut ovat pääasiassa hyvin yksinkertaisia, mutta oikean työkalun valinta oikeaan tilanteeseen voi olla hankalaa ja vaatia asiaan perehtymistä. (Salomäki 1999: 317.)

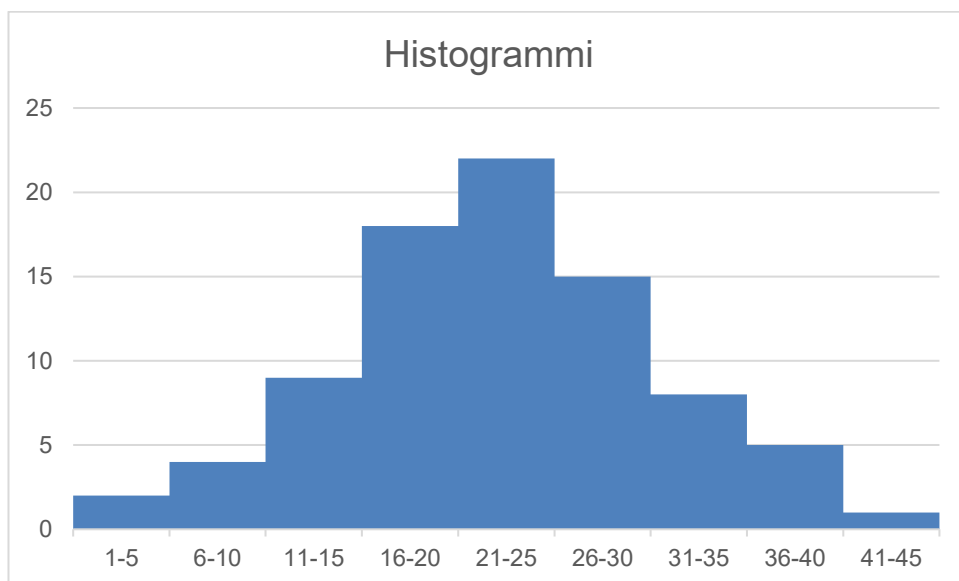
Laatutyökalut on jaettu alun perin Japanissa seitsemän ryhmiin, joista ensimmäinen on nimeltään Seitsemän laatutyökalua (Seven Basic Quality Tools) (Andersson 1997: 56). Ryhmään kuuluvat työkalut ovat

- histogrammit

- syy–seuraus-analyysit
- tarkastuskortit
- Pareto-kuvaajat
- kuviot ja käyrät
- valvontakortit
- hajontakaaviot.

Histogrammi (pylväsdiagrammi)

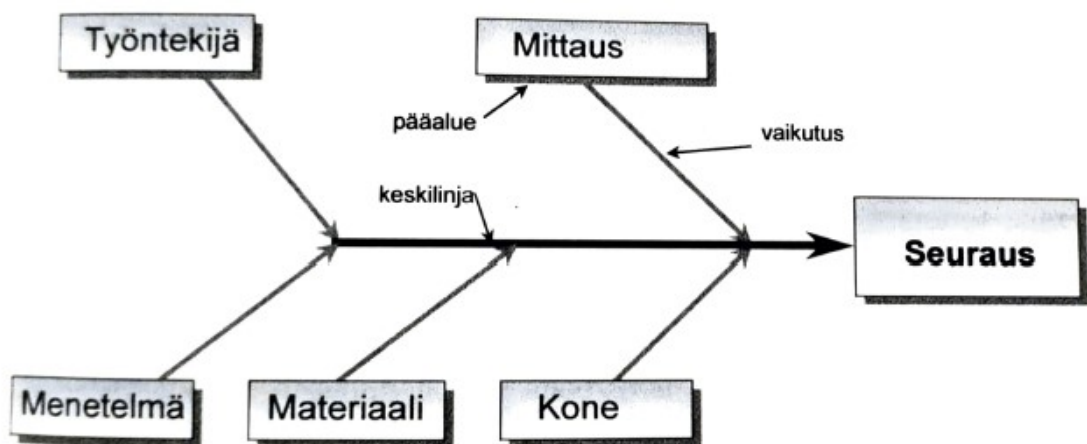
Histogrammi (kuva 1) tarkoittaa tarkasti määriteltynä frekvenssijakauman graafista esitystä. Frekvenssi on esiintymistiheys tai -taajuus. Histogrammissa esitetään mittaustulosten määrää ennalta määrätyissä asteikkoväleillä eli jakoluokissa. Tiettyyn luokkaan osuneiden mittausten määrää kuvaa pylvään pituus. Pylväät piirretään kiinni toisiinsa. Niiden muodostamasta kuviosta nähdään nopeasti yhdellä silmäyksellä, miten tulokset ovat jakautuneet jakoluokkien välille ja mikä luokka on suurin. (Salomäki 1999: 319.)



Kuva 1. Normaalijakautunut histogrammi

Syy–seuraus-analyysit

Syy–seuraus-analyysityökalu tunnetaan myös nimellä kalanruotokaavio. Kaavioilla (kuva 2) pyritään löytämään ongelman aiheuttajaa eli etsitään seuraukselle syytä. Kaavion ”selkäruodon” päähän kirjoitetaan ongelman seuraus ja selkäruodosta piirretään pienempiä haaroja syiden pääluokiksi, joista syntyy puumainen rakenne. Pienempiin haaroihin kirjataan mahdollisten syiden pääluokat, joille myös ideoidaan tarkemmat syyt. (Salomäki 1999: 326–327)



Kuva 2. Kalanruotokaavio (Andersson 1997: 69)

Työkalu on tehokas löytämään eri tekijöitä, joilla on vaikutusta ongelman synty-miseen. Prosessia voidaan hallita paremmin, kun tiedetään mitkä asiat vaikutta-vat toisiinsa. (Salomäki 1999: 326–327)

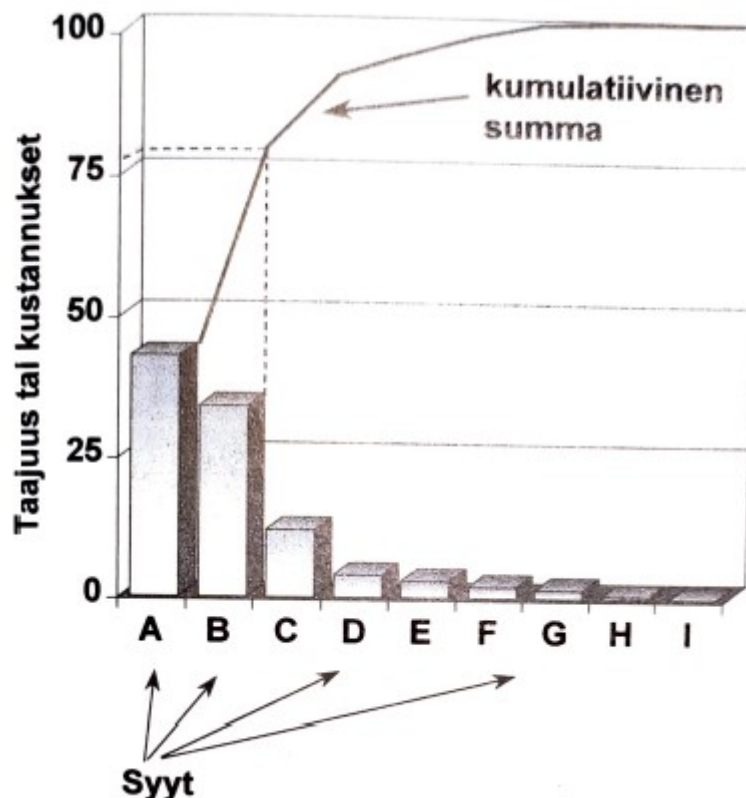
Tarkastuskortit

Tarkastuskortti on yksinkertainen työkalu, johon kirjoitetaan havaintoja tutkitta-vasta kohteesta ja luokitellaan niitä eri ryhmiin. Se on kätevä työkalu havainto-jen kirjaamiseen esimerkiksi tuotantoprosessista. Yksinkertaisimmillaan se voi olla tukkimiehen kirjanpito, jossa havainnot luokitellaan omiin ryhmiin. Jos tar-kastuskortilla on useampi käyttäjä, pitää varmistua siitä, että havaintoja kirja-taan samoilla kriteereillä eikä esimerkiksi luokitella niitä eri perustein.

Tarkastuskortit suunnitellaan aina käyttökohteen mukaan. Kerätyistä tuloksista voidaan tehdä yhteenveto esimerkiksi Pareto-kuvaajalla. (Salomäki 1999: 328–329.) Työn tekemisessä käytettiin tarkastuskorttia, johon kirjattiin tietoa virhetilanteista ja niiden aiheuttajista.

Pareto-kuvaaja

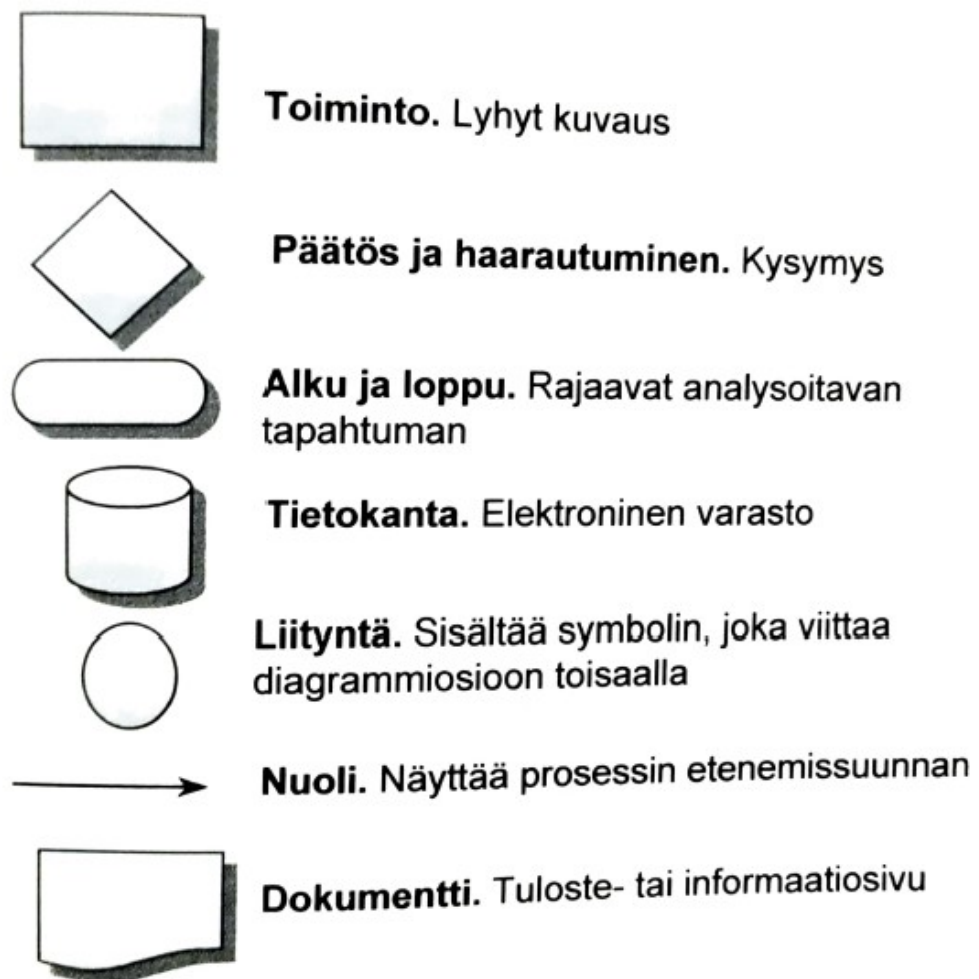
Pareto-periaate perustuu siihen, että monesti pieni määrä syitä aiheuttaa suurimman osan seurauksista. Karkeana nyrkkisääntönä yleisesti pidetään 20/80-periaatetta, jossa 20 % syistä aiheuttaa 80 % seurauksista. Työkalulla tunnustetaan siis syyt, jotka aiheuttavat suurimman osan ongelmista esimerkiksi tuotantoprosessissa. Näin kehityskohteiden priorisointi on helpompaa. Pareto-kuvaaja (kuva 3) muistuttaa histogrammia, jossa havainnot on asetettu suuruusjärjestykseen. Kuvaajassa esitetään viivalla kumulatiivista kertymää (0–100 %) havainnoista. (Andersson 1997: 64–66; Salomäki 1999: 330.)



Kuva 3. Pareto-kuvaaja (Andersson 1997: 65)

Vuokaavio

Vuokaaviot auttavat ymmärtämään prosessien kulkua. Ne esittävät, kuinka prosessin tulisi toimia. Prosessia kuvataan vuokaaviossa symboleilla ja niiden välillä nuolilla, jotka kuvaavat prosessin etenemistä. Symboleiden käyttöön ja piirtämistapaan voi olla erilaisia ohjeita. (Andersson 1997: 57.) Kuvassa 4 on esitettyinä yleisimmät prosessia kuvaavat symbolit.

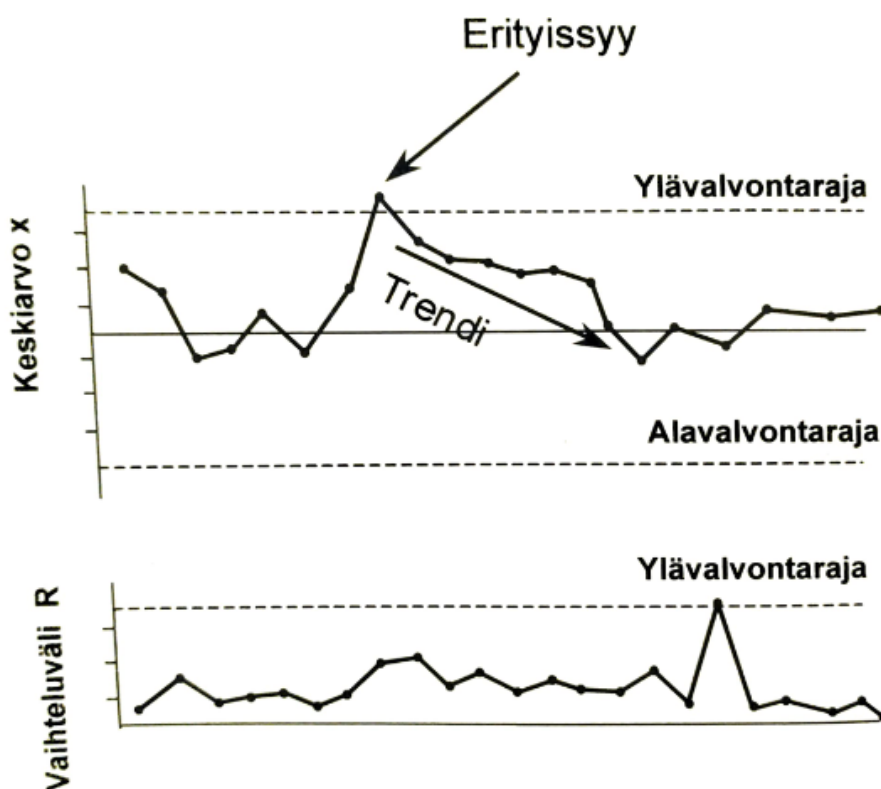


Kuva 4. Yleisiä vuokaavion symboleja (Andersson 1997: 57)

Vuokaavion tulisi olla selkeä ja helposti ymmärrettävistä. Sen tekeminen tulisi aloittaa kuvaamalla prosessia ensin karkeasti ja tarkentamalla sitä myöhemmin tarvittaessa. Kaavio pitäisi pystyä hahmottamaan kerralla. (Salomäki 1999: 333–334)

Valvontakortit

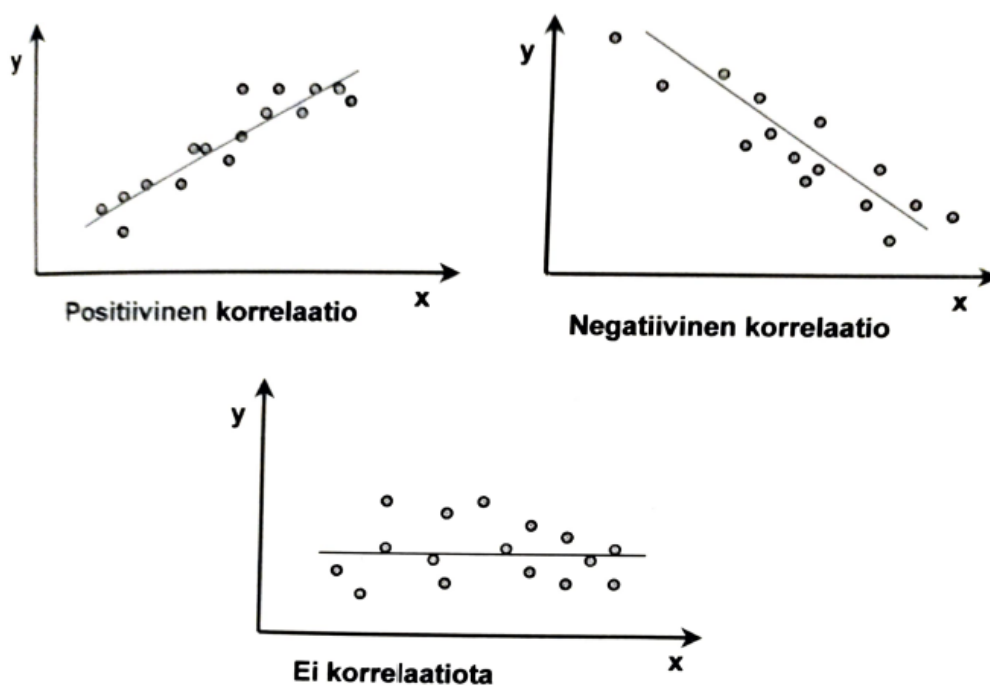
Valvontakortteja käytetään tilastollisen prosessinohjauksen (SPC) päätyökäluna. Kortteja hyödynnetään selvittämään, toimiiko prosessi tilastollisesti asetuissa rajoissa ja antamaan mahdollisuus reagoida prosessin vaihteluun. Kortit ovat diagrammeja, joihin merkitään mittaustulokset tietyltä ajanjaksolta, esimerkiksi päivän tai viikon ajalta. Korteilla pyritään erottamaan prosessin normaali vaihtelu ja siihen kohdistuvat erityisyyistä johtuvat häiriöt. (Salomäki 1999: 336) Kun prosessista saadaan numeerista tietoa, kuten pituusmitat tai massa, ehkä eniten käytetty valvontakortti on X–R-kortti (kuva 5), jossa X on näytteen keskiarvo ja R hajonta-arvo eli vaihteluväli. (Andersson 1997: 57.)



Kuva 5. X–R-kortti (Andersson 1997: 60)

Hajontakaavio

Hajontakaavio on kuvaaja (kuva 6), jossa x- ja y-akselille merkitään kahdesta muuttujasta mitatut havainnot, jotka vaikuttavat toisiinsa. Havaintopareja voivat olla esimerkiksi auton nopeus ja sen jarrutusmatka. Molempien muuttujien asteikko pitää säätää taulukkoon sopivaksi, jotta ne vastaisivat järkevästi toisiaan. Havaintojen keräämisen jälkeen voidaan kuvaajasta arvioida, korreloivatko mitatut asiat keskenään. Havainnoista voidaan myös laskea korrelaatiokerroin eli arvo, kuinka voimakkaasti tulokset vaikuttavat toisiinsa. Korrelaatiokerroimen arvo voi olla mitä vain lukujen -1 ja 1 välillä. -1 tarkoittaa, että asiat korreloivat toisiinsa negatiivisesti (y laskiessa x kasvaa) ja 1 positiivisesti. Korrelaatiokerroin 0 tarkoittaa, ettei mitattujen asioiden välillä ole vaikutusta toisiinsa. (Salomäki 1999: 336–337.)



Kuva 6. Hajontakaaviossa esitetty korrelaatio (Andersson 1997: 71)

3.3 Yleinen ja erityinen syy

Laatuun vaikuttavat prosessissa esiintyvät virheet voidaan jaotella yleisiin tai erityisiin syihin. Yleiseksi syyksi luokitellaan prosessin sisällä tapahtuva normaali vaihtelu. Otetaan esimerkiksi lämpötila. Jos lämpötilan vaihtelu vaikuttaa prosessista valmistuvien tuotteiden mittoihin, johtuu mittojen vaihtelu yleisestä syystä. Yhden valmistuneen tuotteen mittapoikkeamaan ei ole löydettävissä erityistä häiriöstä johtunutta syytä. Mittapoikkeama johtuu luonnollisesta kohinasta keskiarvon ympärillä. Parannukset prosessiin tehdään yleisiksi luokiteltavien syiden perusteella. (Salomäki 1999: 172)

Erityisiä syitä prosessissa ovat esimerkiksi yhteen valmistuneen tuotteen mittoihin vaikuttaneet tekijät. Jos mitta poikkeaa epätavallisesti keskiarvosta, voidaan päätellä, että tuotteen valmistuksessa on ollut häiriö, joka on johtunut erityisestä syystä. Erityinen syy ei ole normaalisti mukana prosessissa. Prosessia ei saa yrittää säätää erityisyyden perusteella, vaan erityisyyden aiheuttaja on pyrittävä löytämään ja poistamaan. Erityinen häiriön syy prosessissa voi olla esimerkiksi rikkoutunut tuotantolinjan osa, joka vaikuttaa valmistuneen tuotteen mittoihin. (Salomäki 1999: 173.)

3.4 Jatkuva parantaminen

Laadunhallinnan standardin ISO 9000 mukaan laadunhallinta sisältää yhteensä seitsemän periaatetta, joista yksi on parantaminen. Parantamisen katsotaan olevan keskeinen osa menestyvän yrityksen toiminnassa. Yksi saaduista parantamisen hyödyistä kerrotaan olevan prosessin suorituskyvyn kasvu. (SFS-EN ISO 9000: 11–12.)

Jatkuvalla parantamisella tarkoitetaan organisaation aktiivista kehityskohteiden havainnointia ja niihin puuttumista kaikessa sen toiminnassa. Edellytykset jatkuvan parantamisen toiminnalle lähtee yrityksen johdosta, joka pyrkii luomaan koko toiminnalle myönteisen suhtautumisen ja ilmapiirin asian ympärille. Kaikkien ihmisten osaamista organisaatiossa pyritään käyttämään hyödyksi

ongelmien havaitsemisessa ja niiden ratkaisussa. Jatkuva parantaminen ei kuitenkaan ole pelkkää ongelmakohtien etsimistä vaan niiden tehokasta ratkomista. Toiminta ei saisi tuoda lisää byrokratiaa kehitystoimenpiteiden tekemiseen. Kaikki ilmenneet kehityskohteet käsitellään yhtenevällä tavalla, joista helpot ja nopeat toimenpiteet pyritään toteuttamaan välittömästi. (Salomäki 1999: 10–33)

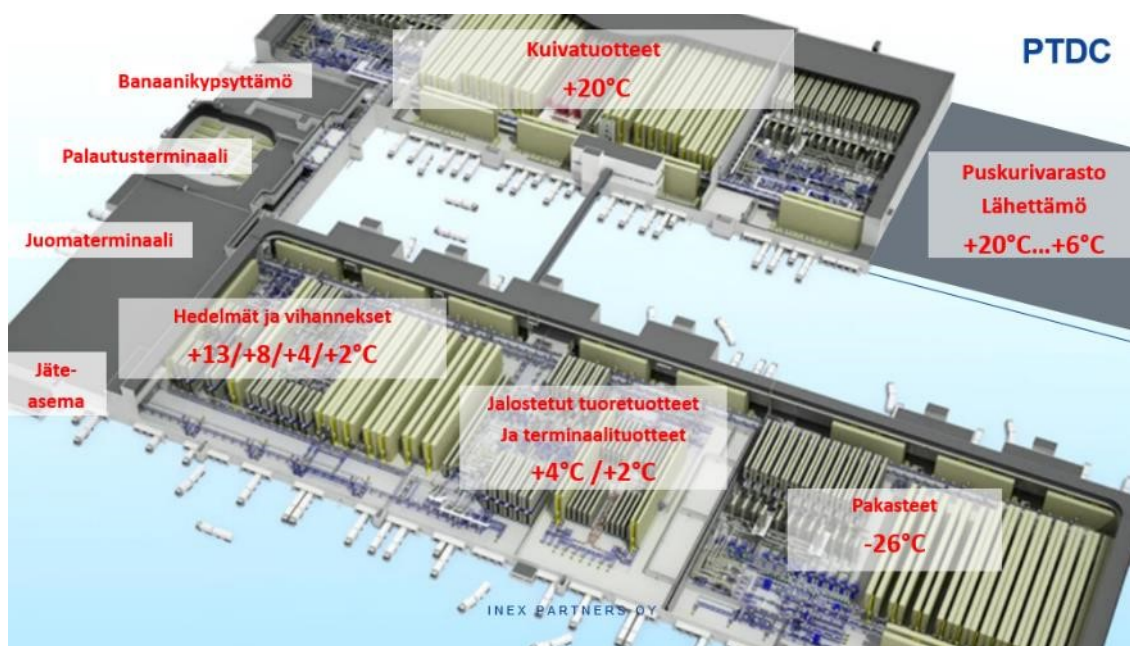
4 Lähtötilanne

Inex Partnersilla on Sipoossa käyttö- ja päivittäistavaroiden logistiikkakeskukset. Insinööriyön aihe koskee päivittäistavaroiden logistiikkakeskusta (PTDC, päivittäistavara distribution center). Päivittäistavaralogistiikkakeskuksen käyttöönotto alkoi vuonna 2016. Keskus on hyvin pitkälti automatisoitu. Automatisoituihin keräysprosesseihin soveltuvia pakkauksia on noin 80 % volyymista. (Inex esittely 2020) Päivittäistavaralogistiikassa käsitellään kaikki elintarvikkeet ja hygieniatuotteet.

Inex Partnersin varastoautomaation toimittaja on saksalainen perheyhtiö Witron. Laitteiston toiminnasta ja kunnossapidosta vastaa *Witron On Site Service Wioss*, mutta laitteistoa käytetään yhdessä Inexin henkilöstön kanssa.

4.1 Inex Partnersin logistiikkakeskus Sipoossa

Alla olevasta kuvasta 7 nähdään, että rakennus on u-kirjaimen muotoinen. Tavaravirta on ohjattu keskuksessa siten, että u:n ulkoreunoilta vastaanotetaan saapuva tavara ja sisäreunoilta valmiit kerätyt myymälätoimitukset lähtevät rakennuksesta kuljetukseen. Lattiapinta-alaa keskuksessa on yhteensä noin 270 000 m². Keskuksen tilat on jaoteltu eri lämpötiloihin niissä käsiteltävien tuotteiden vaatimalla tavalla.



Kuva 7. PTDC:n rakenne (Inex esittely 2020)

PTDC on jaoteltu viiteen eri vaiheeseen seuraavasti:

- vaihe 1 ja 2 – kuivatuotteet +20 °C
- vaihe 3 – Tuore, hedelmät ja vihannekset +13/+8/+4/+2 °C
- vaihe 4 – Jaloste, liha ja maito +4°C/+2 °C
- vaihe 5 – Pakaste -26 °C.

Edellä mainittujen vaiheiden lisäksi keskuksessa sijaitsee myös banaaninkypsyttämö ja palautusterminaali. Banaanien kypsytyks tapahtuu huoneissa, joissa ilma korvataan kypsytyskaasulla ja kypsytyks tapahtuu tarkalla lämpötilan säädöllä 5–7 vuorokaudessa. (Inex esittely 2020.)

4.1.1 Ohjausjärjestelmä

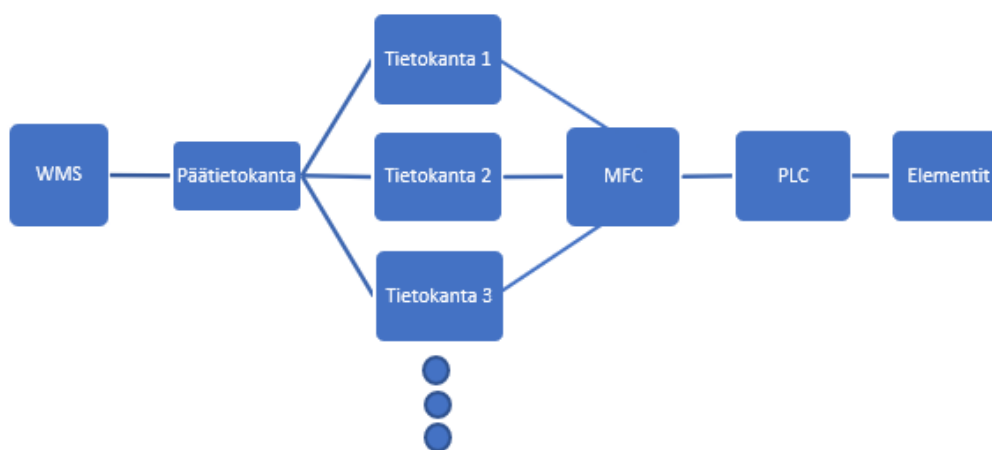
Witron on suunnitellut OPM (Order Picking Machinery) -järjestelmän, joka vastaa tuotteiden keräilystä logistiikkakeskuksessa kauppojen tilausten mukaisesti. OPM on kokonaisuus, joka sisältää useita eri tietokantoja. Tietokantoja, jotka hakevat tietoja WMS:stä (Warehouse Management System), käytetään

ohjaamaan keskuksen kaikkea materiaalivirtaa automaatiossa. MFC (Material Flow Control) toimii rajapintana tietokantojen ja laitteiston elementtejä ohjaavan PLC:n (Programmable Logic Controller) välissä (OPM system training 2016).

Tyypillisesti PLC-järjestelmä koostuu seuraavista peruskomponenteista:

- prosessoriyksikkö
- muisti
- virtalähde
- tulo/lähtöliitäntäosa
- tietoliikennesäätöosa
- ohjelmointilaite (Bolton 2009).

PLC ohjaa puolestaan elementtejä, kuten fyysisiä kuljettimia sekä muita automaation laitteistoa. Kuvassa 8 on esitetty automaation ohjausjärjestelmän rakennetta.



Kuva 8. Automaatiojärjestelmän ohjaus

MFC:n kanssa samassa lohossa voidaan kuvitella olevan myös PPC (pack pattern calculation). PPC on toimielin, joka laskee kullekin lähetysyksikölle tuotteiden pakkausjärjestyksen lavauksessa perustuen järjestelmään syötettyihin tuotetietoihin, esimerkiksi mitat, paino ja murskaantuvuus. Sen toiminta ja laskukaavat ovat salaisia, joten sen toimintaa ei tarkemmin selvitetä. Kuvassa 9 esimerkki PPC:n laskemasta eurolavan pakkausjärjestyksestä.

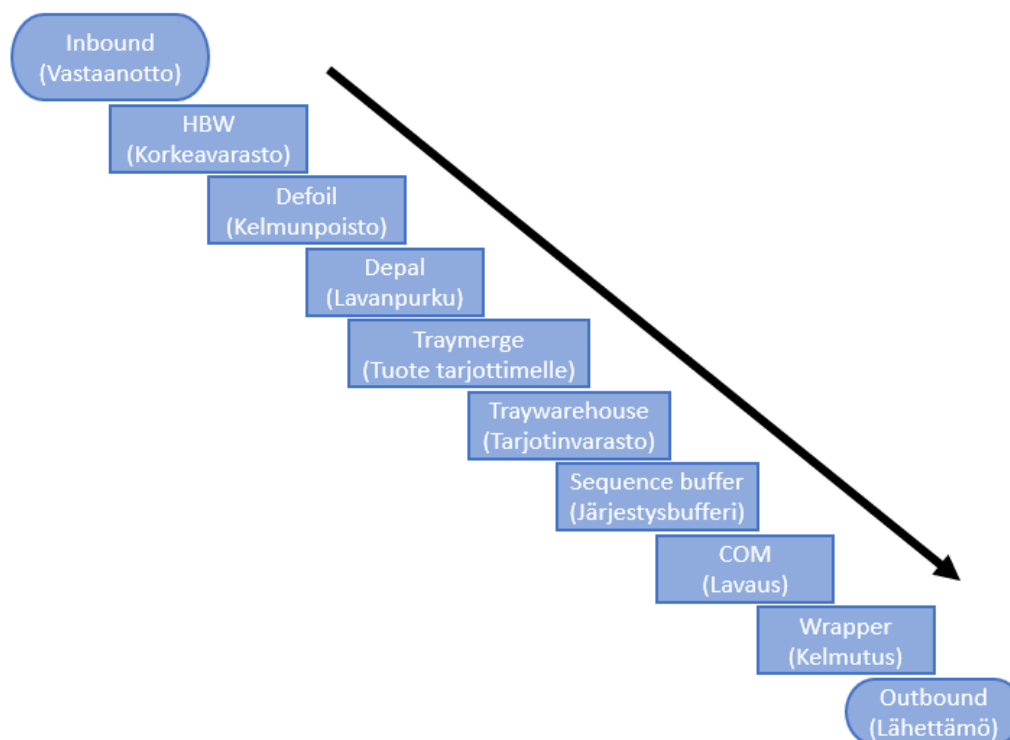


Kuva 9. Järjestelmän laskema PPC

Inex Partners hallitsee tuotetietojaan WMS-järjestelmällä. WMS on varastonhallintajärjestelmäohjelmisto, joka auttaa yrityksiä hallitsemaan ja käyttämään päivittäisiä varastotoimintoja. Varastonhallinnan lisäksi WMS tarjoaa työkaluja keräily- ja pakkausprosesseihin, resurssien käyttöön ja analytiikkaan. WMS-järjestelmiä käytetään nykyään yleisesti varastoautomaatiojärjestelmien yhteydessä. (What is WMS? 2022.)

4.1.2 Materiaalivirta

Kuvassa 10 kuivatuotteiden materiaalivirta on kuvattuna logistiikkakeskuksessa jaoteltujen alueiden välillä. Keskukseen saapuvan kuljetusyksikön matka alkaa sen syöttämisellä automaatiojärjestelmään vastaanotossa, jossa sen tiedot kirjataan järjestelmään ja se yhdistetään systeemilavalle.



Kuva 10. Kuivatuotteiden kulkema reitti automaatiojärjestelmässä

Saapuvia automaatiiossa käsiteltäviä kuljetusyksiköitä ovat

- eurolavat 800 x 1200 mm
- FIN-lavat 1000 x 1200 mm
- puolilavat 800 x 600 mm (Tuotteet 2022).

Kuljetusyksiköt asetetaan saapuessaan systeemilavalle, jonka mitat ovat 900 x 1200 mm. Tämä tekee erilaisten kuljetusyksiköiden käsittelystä ja seurannasta helpompaa, sillä systeemilavat ovat suunniteltu toimimaan automaatio-

järjestelmässä niiden ollessa mahdollisimman tasalaatuisia. Jokaisessa systeemilavassa on sen yksilöivä viivakoodi, joka helpottaa sen seuraamista ja ohjaamista järjestelmässä.

Vastaanotosta systeemilava jatkaa matkaansa ketjukuljettimia (CC, Chain Conveyor) pitkin korkeavarastoon (HBW, High Bay Warehouse), jossa on noin 90 000 lavapaikkaa, tai suoraan kelmunpoistoon Defoil-asemalle riippuen tuotteen varastotilanteesta. Korkeavarastossa on lavoja noin viikon tarpeeseen, ja se toimii FIFO (First In First Out) -periaatteella, eli vanhin tavara lähtee ulos ensimmäisenä (Inex esittely 2020). Korkeavarasto koostuu monesta eri hyllyköstä, joiden välissä on automaattinosturi. Nosturi lastaa lavoja hyllyyn ja sieltä pois.

Automaatiojärjestelmä laskee tuotteiden tarvetta keräyksessä ja tilaa korkeavarastosta lavoja lavanpurkuun Defoil-asemalle tarpeen mukaan. Defoil-asemalla laitekäyttäjä poistaa kelmumuksen lavan ja tuotteiden ympäriltä sekä huolehtii aseman automaation toiminnasta. Defoil-asemalla työskentelevän tehtäviin kuuluu myös insinööriyön aiheena olevien valmiiden kerättyjen kuljetusyksiköiden virheselvitys ja -korjaus.

Kelmunpoiston jälkeen lava nousee pystykuljetinta (VC, Vertical Conveyor) pitkin lavanpurkuun Depal-asemalle, jossa lava puretaan automaattisesti tuotekerroksittain eteenpäin kuljettimelle. Kuvassa 11 kerroksittain rullakuljettimella (RC, Roller Conveyor) olevat tuotteet erottuvat yksittäisiksi tuotteiksi, jotka naitetaan tarjottimille Traymerge-linjastolla. Tarjottimia on isoja sekä pieniä, ja ne on myös yksilöity systeemilavojen tapaan viivakoodilla. Tästä eteenpäin järjestelmä tuntee, mikä tuote tarjottimella on.

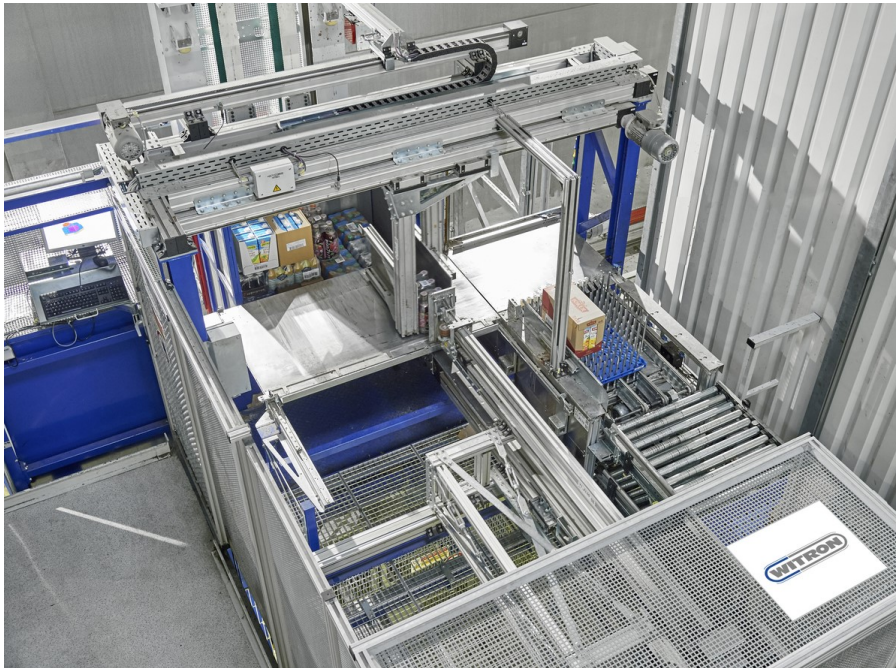


Kuva 11. Depal-asemalla tuotteita purettuna lavasta kerroksittain (Inex esittely 2020)

Tarjottimet suuntaavat tarjotinvarastoon (TWH, Tray Warehouse), joka koostuu monesta eri hyllyköstä. Kahden hyllykön välissä on automaattinen hyllystöhissi, eli crane, joka lastaa tarjottimia hyllyyn ja sieltä ulos. Tarjotinvarasto toimii myös puskurivarastona lavauksen ja korkeavaraston välissä. Tarjotinvarastossa on noin 800 000 tarjotinpaikkaa, joka riittää noin vuorokauden tuotantoon. (Inex esittely 2020.)

Tarjotinvarastosta tarjottimet siirtyvät puskurivarastoon (SEB, Sequence Buffer), jossa ne järjestellään oikeaan järjestykseen lavausta varten. SEB on rakenteeltaan tarjotinvaraston kaltainen, mutta siinä kaksi cranea järjestelevät tuotteita yhdessä hyllykössä.

Kun tarjottimet ovat keräysjärjestyksessä, ne saapuvat lavaukseen COM-asemalle (kuva 12) (Case Order Machine). Lavauksessa tuotteet erotetaan tarjottimesta ja ne asetetaan automaattisesti järjestelmän laskemalla tavalla kuljetusyksikköön, joka on roco-lava tai pack corner. Roco-lavalla on kaksi rullakkoa ja pack cornerin sisällä eurolava, johon tuotteita kerätään. Pack corner tukee lavalle asetettuja tuotteita kolmelta sivulta.



Kuva 12. COM keräysasema (OPM 2022)

Valmiit kerätyt kuljetusyksiköt kulkevat COMilta kelmutus koneelle eli wrapperille. Wrapper erottaa pack cornerin eurolavasta ja kelmuttaa eurolavan tuotteineen. Rullakot kelmutetaan erikseen, ja ne jatkavat matkaansa vielä roco-lavan päällä lähettämön puskurivarastoon.

Kelmutetut kuljetusyksiköt kulkevat tarratulostimelle, jossa ne saavat toimitustietonsa ja jatkavat Outbound-alueelle puskurivarastoon odottamaan kuljetukseen lastausta. Kuvassa 13 lavat ja rullakot siirtyvät puskurivarastosta automaattisesti lähetysohjelmaan odottamaan kuljetusta.



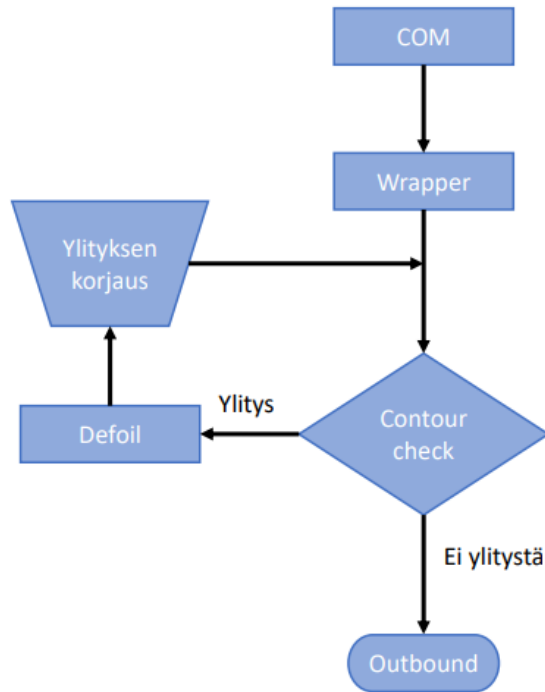
Kuva 13. Lähetysjonot Outboundissa (Inex esittely 2020)

Kuljettaja lastaa lavat ja rullakot lähetysjonosta suoraan kuljetukseen ja lukee kunkin kuljetusyksikön viivakoodin kuorman oikeellisuuden varmistamiseksi.

4.2 Reunanylitysvirheiden käsittely

Jos COMilta valmistuneissa kuljetusyksiköissä havaitaan kelmutuksen jälkeen contour checkissä ylitys, saa kuljetusyksikkö järjestelmältä käskyn mennä defoi-
lin clearing-asemalle, jossa virhe tulisi korjata. Contour check on alumiiniprofiili-
lista tehty kehikko, jonka läpi kaikki valmiit yksiköt kulkevat kelmutuksen jäl-
keen. Profiiliin kiinnitetty anturointi havaitsee mahdolliset lavan reunojen yli tule-
vat tuotteet. Clearing-asemalle ohjautuvat kaikki sellaiset kuljetusyksiköt, jotka
ovat saaneet järjestelmässä jonkin virheen, kuten reunan ylitys, virheellinen vii-
vakoodi tai tyhjän lavan korkeusvirhe. Yleisin syy clearing-asemalle saapuvassa
lavassa on kuljetusyksikön reunan ylitys. Kuljetusyksiköt voidaan käskyttää
myös itse järjestelmän kautta clearing-asemalle, jos niissä havaitaan sellaisia
virheitä, ettei niitä voida päästää jatkamaan automaatioissa. Clearing-asemalta
kuljetusyksiköt voidaan tarvittaessa nostaa kokonaan pois järjestelmästä ja

toimittaa ne manuaalisesti lähettämöön. Vuokaaviossa (kuva 14) esitetty CO-Milta valmistuneen kuljetusyksikön reitti lähettämöön.



Kuva 1. Vuokaavio contour checkissa ylityksen saaneista lavoista

Clearing-asemalle mahtuu vain yksi lava kerrallaan. Jos lavalla on käsky mennä clearing-asemalle mutta se on varattu, se ohjautuu automaattisesti defoil kelmunpoistoasemalle, jossa lavan virheet voidaan myös korjata. Tällä tavoin toimiminen on useimmissa tapauksissa tehokkaampaa, sillä defoil-työntekijän ei tarvitse erikseen kävellä clearing-asemalle vaan hän voi hoitaa virheet omalla työasemallaan kelmunpoiston ohessa. Ylitysvirheiden korjaaminen clearing-asemalla (kuva 15) ei usein edes ole mahdollista, sillä asema on noin puoli metriä lattiatason yläpuolella ja näin ollen lavan ylimmät tuotekerrokset ovat liian korkealla käsiteltäväksi.



Kuva 2. Eurolava systeemilavan päällä clearing-asemalla

Yleiseksi tavaksi tuotannossa operoivilla laitekäyttäjillä onkin muodostunut pitää clearing-asemalla tyhjää systeemilavaa, jotta kaikki ylitysvirheet ohjautuisivat suoraan heidän defoil-asemalleen. Tällä tavoin toimiminen on haitallista silloin, kun clearing-asemalle on tulossa lava, joka pitäisi nostaa pois järjestelmästä. Tällöin lava kiertää ylimääräisen lenkin defoil-aseman läpi, minkä jälkeen se koettaa päästä uudestaan clearing-asemalle. Tässä välissä laitekäyttäjän tulisi vapauttaa clearing-asema tyhjäksi. Ylimääräinen lenkki heikentää lavanpurun tehokkuutta syöden kuljetinkapasiteettia defoilissa ja lisää työkuormaa laitekäyttäjälle.

4.3 Tiedonkeruu

Tietoa virheellisistä kuljetusyksiköistä kerättiin COM- ja defoil-työasemilla työkennellessä. Tarkoituksena oli arvioida ja muodostaa kuva siitä, kuinka paljon ylitysvirheiden korjaus työllistää defoil-operaattoria ja miten ylitysvirheet

pääsevät syntymään. Ylitysvirheen saaneista kuljetusyksiköstä kirjattiin tarkastuskorttiin seuraavat asiat:

- kuljetusyksikkö (rullakko tai eurolava)
- ylityspanuoli
- vian aiheuttaja
- vikatilanteeseen vaikuttaneen tuotteen tuotenumero
- kuvaus tapahtuneesta.

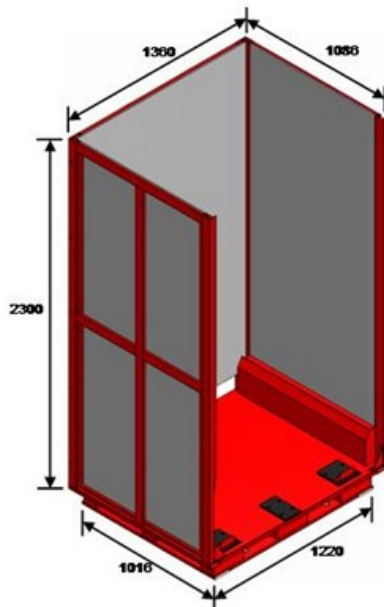
Virheen syy pyrittiin määrittelemään yleiseksi tai erityiseksi syyksi. Huomiota pyrittiin kiinnittämään etenkin yleisiksi syiksi luokiteltaviin tilanteisiin, jotka syntyvät prosessissa prosessista itsessään. Ylitysvirheitä saaneita kuljetusyksiköitä oli tarkastelujakson aikana 64 kappaletta. Tarkastelujakson havainnot on pääasiassa kerätty viiden 8 tunnin työvuoron ajalta defoil-asemilta, mutta myös varsinaisen jakson ulkopuolelta on kirjattu huomioita ja tietoja virhetilanteista COM-työasemilta. Tiedot virhetilanteista kerättiin tuotannossa tarkastuskorttiin, minkä jälkeen ne purettiin Excel-taulukkoon. Otannassa oli tarkoitus kerätä riittävä määrä virhetilanteita, jotta voidaan nähdä toistuvasti ilmeneviä tyypillisiä virhetilanteita. Virheiden kokonaismäärään ajanjaksolla ei niinkään kiinnitetty huomiota, sillä määrät vaihtelevat suuresti vuorosta ja viikosta toiseen automaattiossa käsiteltävien eri tuotteiden perusteella. Osa taulukkoon kirjatusta tiedoista on luottamuksellista, joten sitä ei tässä insinööriyössä esitetä. Kerättyä materiaalia käytiin läpi yhdessä Witronin insinöörien ja Inexin pakkausasiantuntijan kanssa.

5 Havainnot

Tarkastelujakson aikana kirjatusta tiedoista tehtiin havainnoja kuljetusyksiköiden välisiin virhe-eroihin, ongelmallisiin tuotteisiin ja laitteiston toimintaan liittyen. Huomiota kiinnitettiin kuljetusyksiköissä siihen, miltä puolelta ylitykset tulevat. Ongelmallisista tuotteista löydettiin tiettyjä pakkaus- tai tuotetyyppejä, joiden virheet toistuivat tarkastelujaksolla.

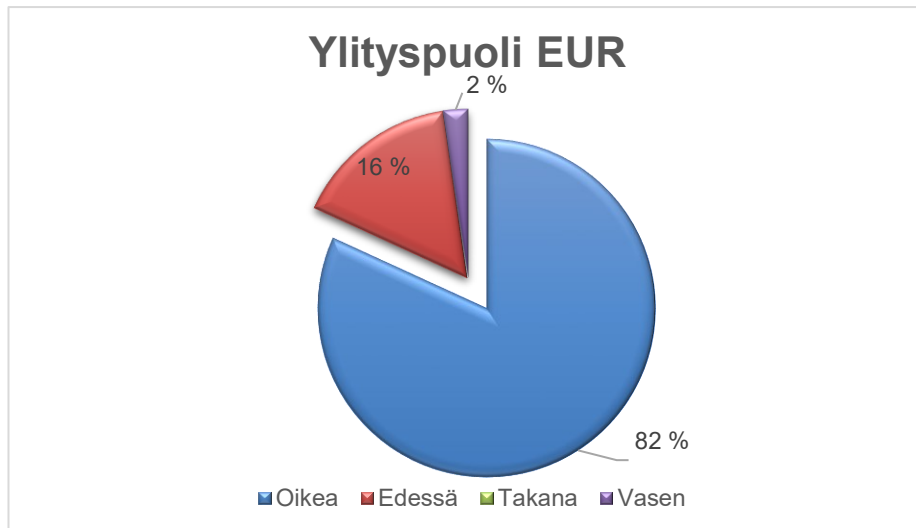
5.1 Kuljetusyksiköiden ylitykset

Ylitysvirheen saaneita kuljetusyksiköitä oli tarkastelujakson aikana yhteensä 64 kappaletta, joista 67 % oli eurolavoja ja loput 33 % rullakoita. Eurolavoista tuotteet tulivat yleisimmin yli oikealta puolelta lavaussuunnasta katsoen. Oikealta tulevat ylitykset kattoivat 84 % kaikista ylityksistä eurolavoissa. Oikealta puolelta tulevat ylitykset selittyvät osin sillä, että keräyksessä eurolavan ympärillä olevasta pack cornerista (kuva 16), joka tukee kerättyjä tuotteita sivuilta, oikealla oleva seinä on hieman irti lavasta. Syytä pack cornerin rakenteelle selvitettiin Witronin insinööreiltä ja sen arveltiin helpottavan eurolavan laittoa pack cornerin sisään automaatioprosessissa.



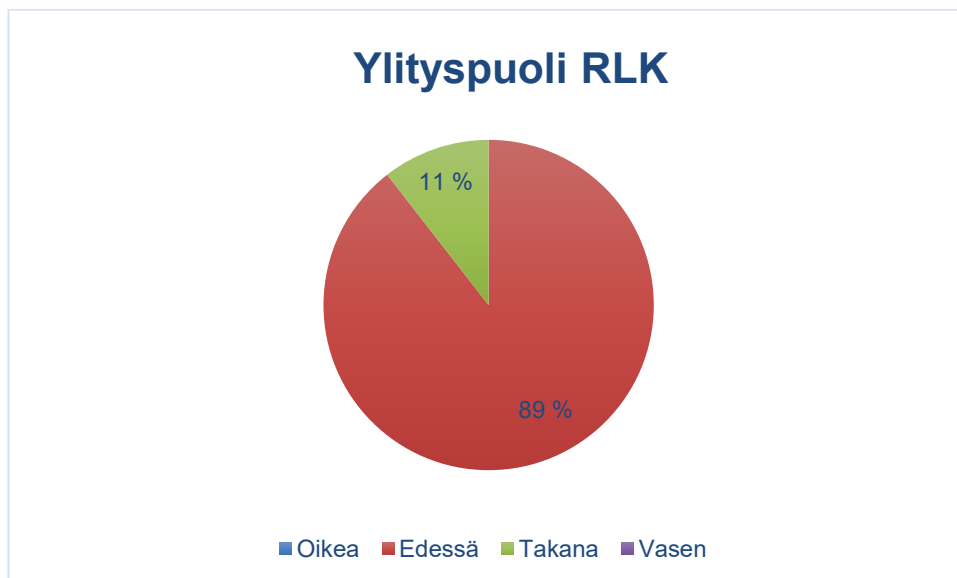
Kuva 3. Pack corner (OPM System Training 2016)

Tuotteet pääsevät keräyksen aikana liikkumaan oikealle tärinän takia. Pack cornerin vasen ja taaimmainen seinä ovat kiinni eurolavassa, joten ne tukevat tuotteita paremmin keräyksen aikana aina kelmutukseen asti, jossa pack corner erotetaan lavasta. Kuvassa 17 on havainnollistettuna eurolavan ylitysvirheet ylityspuolen mukaan.



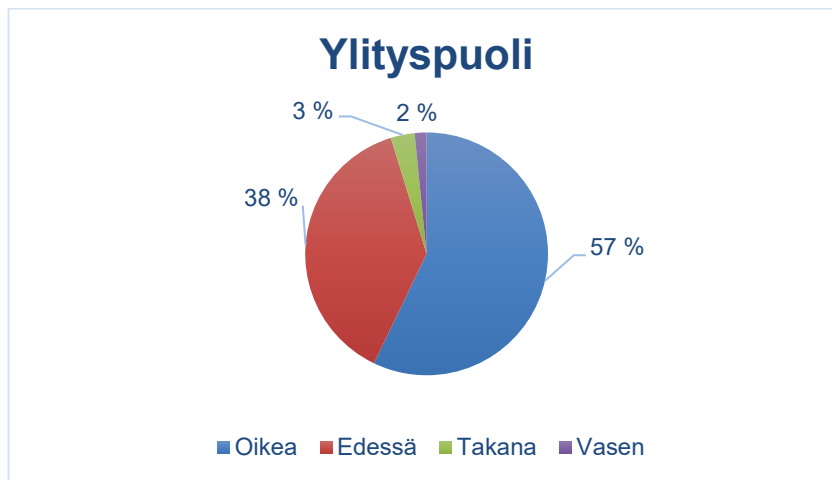
Kuva 4. Ylitykset eurolavoissa

Rullakoissa ylitykset kohdistuivat etu ja takapuolelle, koska rullakoissa on oikealla ja vasemmalla puolella seinät, joista harvoin pääsee ylityksiä läpi. Rullakoissa ylitykset olivat enimmäkseen (89 %) etupuolella. Lorausvaiheessa COM-työasemalla rullakkoa tukee takaa päin seinä, joten ylityksiä tulee takaa vähemmän. Kuvassa 18 on havainnollistettu rullakoiden ylitysvirheiden jakautuminen.



Kuva 5. Ylitykset rullakoissa

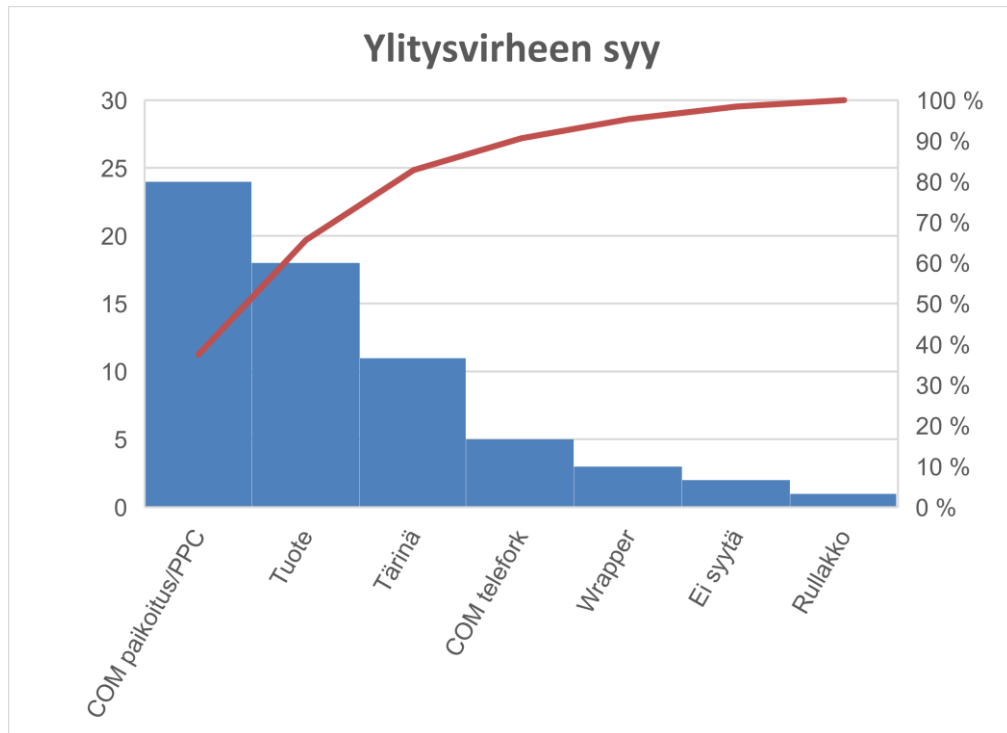
Tarkastelujakson aikana ylitysvirheet kaikissa eurolavoissa ja rullakoissa yhteensä jakautuvat seuraavalla tavalla (kuva 19).



Kuva 6. Kuljetusyksiköiden ylitykset yhteensä

Kokonaisylytyksistä voidaan havaita selvästi oikean puolen ylitysten korostuminen. Ylitykset pääsevät syntymään oikealle keräyksessä käytetyn pack cornerin rakenteen vuoksi. Seuraavaksi eniten ylityksiä tulee edestä, sillä lavaussuunnasta katsottuna edessä ei ole tukirakenteita, jotka tukisivat kerättyjä tuotteita. Keräysvaiheessa COM-työasemilla laitteiston anturointi osin kitkee edessä olevat ylitykset pois jo lavausvaiheessa, mutta anturointi sallii pienen ylityksen kuljetusyksikön etupuolelle. Nämä pienet ylitykset saattavat kuitenkin aiheuttaa virheen contour checkissa kelmutuksen jälkeen.

Virhetilanteista pyrittiin arvioimaan myös virheen aiheutumisen syy. Selkeitä juurisyytä löydettiin yhteensä seitsemän kappaletta. Virheen aiheuttajista laadittiin Pareto-kuvaaja (kuva 20).



Kuva 7. Ylitysvirheen syyt

Kaavion mukaan melkein 40 % virheistä aiheutui tuotteen virheellisestä paikoksesta COM-työasemalla tai käytännössä toimimattomasta PPC-laskelmasta. Seuraavaksi eniten virheitä aiheuttivat hajonneet tuotepakkaukset ja laitteistosta aiheutuva tärinä. COM teleforkin syyksi kirjatut virheet tunnistettiin murskaantuneista sipsilaatikoista. Murskaantuminen johtui virheellisestä teleforkin anturin säädöstä. Ylitysvirheen syyksi kirjattiin Wrapper silloin, kun kelmutetusta kuljetusyksiköstä tuli yli "kelmuhäntä". Muutamassa kuljetusyksikössä ei ollut näkyvää syytä siitä, miksi ylitysvirhe oli siihen kirjautunut. Yksi mahdollinen syy on kuorman heiluminen lavan päällä silloin, kun se kulkee contour checkin läpi. Yksittäisen virheen aiheutti vääntynyt rullakko, joka ylitti hieman roco-lavan reunan.

Excel-taulukkoon kirjattuja juurisyitä arvioitiin kokemuksen perusteella ja osan virhetilanteista voidaan katsoa aiheutuneen useammasta kuin yhdestä syystä. Taulukko ei siis kerro yksiselitteisesti juurisyiden jakautumista, mutta sitä voidaan pitää suuntaa antavana. Juurisyistä korostui esiin COM paikoitus / PPC, josta voidaan päätellä, että järjestelmän laskentatavassa, miten se tuotteet

kuljetusyksikköön asettaa, on vielä parantamisen varaa. Tähän pystytään vaikuttamaan tuotetietojen säädöllä, kun vikatilanteita ilmenee. Myös toimittajilta saapuvien tuotteiden kriittisempi arviointi niiden soveltuvuudesta automaatioke-
räykseen on tarpeen. Tuotteita ei tulisi syöttää automaatiojärjestelmään, jos niiden pakkauksien havaitaan vahingoittuneen edes vähän. Tämä vähentäisi ha-
jonneista tuotteista johtuneita virhetilanteita.

5.2 Ongelmia aiheuttavat tuotteet

Tarkastelujakson aikana kirjatuista virhetilanteista nousi esiin yksittäisiä pak-
kaustyyppisiä, jotka aiheuttavat toistuvasti ongelmia keräyksessä. Ongelmallisia
tuotteita on käyty yhdessä läpi Inex Partnersin pakkausasiantuntijan ja auto-
maatiolaitetoimittaja Witronin kanssa ja pohdittu ratkaisua, mitä niille voitaisiin
tehdä.

Sipsilaatikot

Ylitysvirheet, joissa sipsilaatikot olivat osallisena, kattoivat noin 10 % kaikista
virheistä tarkastelujaksolla. Virheet johtuivat sipsilaatikoiden kannen heikosta
rakenteesta ja COM-laitteiston toiminnasta. Sipsilaatikot pääsivät murskaantu-
maan COMin asettaessa tuotetta sipsilaatikon päälle. Murskaantuminen tapah-
tuu COM telefork -elementin anturoinnin virheellisen säädön takia. Anturi on tyy-
piltään peilivalokennoanturi, joka heijastaa pistemäisen säteen peilin kautta ta-
kaisin itseensä. Anturi on vaikuttuneena, kun sen säteen ja peilin välissä ei ole
mitään. Anturointi tunnistaa COMilla, kun VC:n kyydissä oleva pack corner nou-
see ylöspäin ja nostaa teleforkin pois säteen edestä. Tästä järjestelmä saa tie-
toon oikean korkeuden, jolle tuote tulee asettaa. Anturin säädön ollessa väärä
telefork ei nouse tarpeeksi, jotta säde kulkisi sen alta, mikä aiheuttaa teleforkin
uppoamisen sipsilaatikon kannesta läpi VC:n nostaessa pack corneria edelleen.
Kuvassa 21 havainnollistettu teleforkin anturin lähettämää sädettä.



Kuva 8. Teleforkin anturoinnin säde kuvattuna punaisella viivalla

Alueella, johon anturoinnin säde osuu, teleforkissa on noin 2 mm:n toleranssi (Niemi 2022). Toleranssin ollessa pieni pienikin liikahdus anturissa voi muuttaa laitteiston toimintaa. Teleforkin alla olevan mustan muovilistan kuluminen teleforkin liikkua jatkuvasti sen päällä muuttaa myös anturin oikeaa kohdistusta ajan kuluessa. Kun lista kuluu, pääsee telefork liikkumaan alemmas kuluneista kohdista ja näin anturoinnin säde osuu korkeammalle teleforkissa.

Pullojen monipakkaukset

Aikaisemminkin yrityksen tiedossa olleet ongelmia aiheuttaneet pullojen monipakkaukset, etenkin 6 x 0,5 l:n pakkaukset aiheuttivat edelleen tarkastelujakson aikana muutamia reunanylityksiä kuljetusyksiköissä. Kapeat kuuden pullon monipakkaukset kaatuvat herkästi, jos ne asetetaan alla olevan tuotteen reunalle. Kuuden pullon monipakkausten painopiste on fyysisesti lähellä tuotteen reunaa, joka aiheuttaa tuotteen helpon kaatumisen, jos se ei ole kokonaan alla olevan

tuotteen päällä. Ongelmaa pystytään vähentämään asettamalla pullojen alle välipahvi, joka tekee alustasta tasaisemman. Aina järjestelmä ei kuitenkaan laske välipahville tarvetta tilauksessa, vaikka se olisikin tarpeen. Kuvassa 22 nähdään vichy-monipakkausten kaatuneen, koska niiden alla ei ole välipahvia ja ne on asetettu alla olevien tuotteiden reunalle, jolloin vichy-pakkauksen pohja ei ole kokonaan kosketuksissa alla olevan tuotteen kanssa.



Kuva 9. Kaatuneita pullopakkauksia

Suuri osa pullojen monipakkauksista on saatu jo muutettua suurempiin pakkauskokoihin, mutta pieniä kuuden pullon pakkauksia on edelleen tuotannossa.

Kevyet tuotteet

COM-keräyksessä kevyet ja etenkin liukkaaseen materiaaliin pakatut tuotteet pääsevät liikkumaan herkästi laitteistosta johtuvan värinän takia. Usein havaittiin kuljetusyksikön päällimmäisessä kerroksessa olevien kevyiden pakkaus-ten, kuten tee ja mausteet liikkuneen kuljetusyksikön reunan yli. Pakkausasian-tuntijan kanssa selvitettiin, voiko tarkastelujakson aikana ilmenneet yksittäiset tuotteet siirtää kokonaan pois automaatiokeräyksestä manuaalikeräykseen. Siir-ron mahdollisuutta arvioidaan tuotteen menekin perusteella. Jos menekkiä on vähän, voi sen siirto manuaalikeräykseen olla mahdollista. (Hämäläinen 2022.)

Jauhopakkaukset

Jauhopakkausten havaittiin tarkastelujakson aikana kerätyn aineiston perus-teella aiheuttavan muutamia samankaltaisia virhetilanteita pakkaustyyppinsä ta-kia. Tyypillisessä jauhopakettin myyntierässä on neljä yksittäistä jauhopussia, jotka on pakattu kuumakutistettuun muoviin. Pakkauksen reunat ja kulmat ovat hieman kaarevia, mikä voi aiheuttaa pakkauksen päälle asetetun tuotteen kaa-tumisen tai liikkumisen. Järjestelmä käsittelee pakkausta suorakulmaisena sär-miönä, joten kaarevat reunat ovat pakkauksissa haitallisia. Kuvassa 23 tyypilli-nen jauhopakkausista aiheutunut virhetilanne. Pakkaustyyppi ei ole paras mahdollinen automaatiokeräykseen, sillä tuotteesta syötetään vain kolme mittaa järjestelmään (pituus, leveys, korkeus). Mittojen syötössä ei ole mahdollista ker-toa järjestelmälle, että pakkaus on esimerkiksi kartiomainen eli kapeampi yl-häältä kuin alhaalta.



Kuva 10. Tapaus, jossa jauhopakkauksen päällä olleet tuotteet päässeet liikkumaan ja kaatumaan

Edellä olevassa kuvassa jauhopakkauksen sisällä olevat yksittäiset jauhopussit ovat useamman senttimetrin sivusuunnassa toisiinsa nähden. Kun pakkauksen reunalle asetetaan tuote järjestelmän laskemaan kohtaan, ei sen alla todellisuudessa olekaan tarpeeksi pinta-alaa, jotta tuote pysyisi pystyssä.

Murskaantuneet tuotteet

Välillä havaittiin mihinkään tiettyyn tuoteryhmään tai -tyyppiin kuulumattomia tuotteita, joiden pakkaus oli hajonnut päälle asetetun tuotteen painosta. Tuotenimikkeet kirjattiin myöhempää läpikäyntiä varten pakkausasiantuntijan kanssa. Tarkastelujaksolla defoil-asemalle lavanpurkuun saapui myös eräs täytekeksilava, jonka pakkaukset olivat sen näköisiä, että ne olivat epämuodostuneet jo

kuljetuksen aikana logistiikkakeskukseen. Myös tästä kirjattiin tiedot muistiin myöhempää tarvetta varten.

6 Kehitystoimet

Tässä luvussa käsitellään toimenpiteitä, joita on tehty havaintojen perusteella. Muutokset keskittyivät yksittäisten tuotteiden tuotetietojen muokkaamiseen. Lisäksi käsitellään kehitystarpeita, joita tulisi tehdä automaatiojärjestelmään.

6.1 Tuotetietojen muutokset

Osaan ongelmallisten tuotteiden tuotetietoihin saatiin tehtyä muutoksia tarkastelujakson aikana tehtyjen havaintojen perusteella. Tiettyjen jauhopakkausten korkeusmittoja muutettiin siten, että ne toimisivat paremmin lavauksessa PPC:n laskemalla tavalla. Korkeusmittaan tehtiin 4 mm:n muutos. Joissain tapauksissa mittoja voitiin syöttää järjestelmään tarkoituksellisesti virheellisesti, esimerkiksi tekemällä tuotteesta tietojen mukaan kapeampi kuin todellisuudessa, jotta järjestelmä ei asettaisi sen päälle toista tuotetta niin reunalle.

Toinen tuotetietojen muutos tehtiin makeispakkaukseen, jonka oli havaittu murskaantuvan lavauksessa sen päälle asetetusta painosta. Tuotteen arvoa, joka määrittää, paljonko tuotteen päälle saa kuormata painoa, rajoitettiin vähemmän sallivaksi jatkossa. Näin automaatiojärjestelmä ei lastaa sen päälle niin painavia tuotteita.

Eräälle tavarantoimittajalle jätettiin pyyntö toimittaa saapuvat tuotelavat siten, ettei niitä kasata päällekkäin kuljetukseen. Päällekkäin pinoaminen aiheutti tuotteiden murskaantumisen tai pakkausmateriaalin epämuodostumisen, mikä taas vaikuttaa tuotteen käsittelyä automaatiojärjestelmässä. Tällaisia päällekkäin saapuvia tuotelavoja ei aina välttämättä voitu käsitellä ollenkaan automaatiossa.

Loput havainnoissa esitellyt ongelmia aiheuttaneet tuotteet käytiin yhdessä läpi Witronin alueinsinöörin ja Inex Partnersin pakkausasiantuntijan kanssa.

Ongelmat sipsilaatikoista aiheutuneista virheistä oli alueinsinöörin tiedossa, mutta tähän pohdittiin vielä erilaisia ratkaisuja virheiden vähentämiseen ja siihen, kuinka murskaantumista aiheuttavat laiteviat saataisiin nopeammin havaittua. Lopulta päädyttiin tekemään muutos COMeille niin, että VC-elementtiä ei nosteta teleforkia vasten sipsilaatikoita asettaessa niin paljoa kuin muiden tuotteiden kohdalla. Muutos estää teleforkia murskaamasta sipsilaatikkoo, vaikka teleforkin anturoinnin säätö ei olisikaan kohdallaan.

Kevyistä ylimmän kerroksen tuotteista, jotka aiheuttivat ylitysvirheen, selvitettiin, voitaisiinko niitä siirtää manuaalikeräykseen. Näiden tuotteiden menekki oli kuitenkin niin suuri, että ne oli pidettävä vielä toistaiseksi automaatiokeräyksessä. Kaatuvien pullojen monipakkauksiin oli hiljattain tehty muutospyyntöjä toimittajille. Nykyiset kuuden pullon pakkaukset tulevat vaihtumaan tulevaisuudessa suurempiin pakkauskokoihin, jotka eivät aiheuta ongelmia automaatiiossa.

6.2 Muutokset automaatiojärjestelmään

Osana työn tuloksia havaittiin muutostarpeita ja kehityskohtia automaatiojärjestelmän toimintaan. Yksi havaittu kehityskohde oli saada defoil-operaattorille näkyviin tietojärjestelmään, miltä COM-asemalta ylitysvirheen saanut kuljetusyksikkö on tullut, jotta päästäisiin nopeammin puuttumaan virhetilanteita aiheuttaviin laitevikoihin, joista ei aiheudu virheilmoitusta järjestelmään. COM-asemia, joista ylitysvirheen saaneita kuljetusyksiköitä tulee yhdelle defoil-operaattorille, on 13. Jos operaattori havaitsee työvuoronsa aikana yhdeltä COM-asemalta tulleen selvästi enemmän kuljetusyksiköitä korjattavaksi, voisi hän ilmoittaa tästä automaatiovalvomoon nykyisen toimintamallin mukaisesti radiopuhelimella, jotta saadaan kunnossapito paikalle tarkistamaan keräyslaitteiston kunto ja säädöt, joista virheet voivat johtua. Nykyinen COM-asemien huoltoväli on noin 3 kk, jolloin myös aiemmin mainittu teleforkin anturin säätö tarkistetaan ja säädetään tarvittaessa uudelleen. (Räsänen 2022.) Jos esimerkiksi teleforkin anturoinnin säätö pääsee huoltojen välissä muuttumaan, eivät automaation laitekäyttäjät sitä todennäköisesti huomaa. Huoltojen välissä COM-asemilta voi siis päästä paljon virheellisiä kuljetusyksiköitä eteen päin ilman, että juurisyytä havaitaan.

Kehitysidea tietojärjestelmän muuttamisesta siten, että COM-keräysaseman yksilöivä numero tulisi näkyville virhedialogiin, josta kuljetusyksikön muutkin virheet näkyvät, on jätetty laitetoimittaja Witronille. Muutospyyntöjen jono on tällä hetkellä erittäin pitkä, joten ajankohtaa, jolloin muutos toteutetaan ei ole tiedossa. Kun muutos saadaan toteutettua, voisi siitä vielä kehittää automaattisen raportin tietojärjestelmään, joka yksilöisi jokaisen ylitysvirheen saaneen kuljetusyksikön tietylle COM-asemalle. Näin seuranta olisi huomattavasti helpompaa ja tehokkaampaa.

Työn aikana havaittiin myös muutostarve ylitysvirheen saaneiden kuljetusyksiköiden kohdistumisesta clearing-aseman sijaan suoraan defoil-työasemille. Aiemmin mainittiin, ettei ylitysvirheitä voida clearing-asemalla korjata ja kuljetusyksiköt kulkevat joka tapauksessa defoil-asemien läpi clearing-aseman jälkeen, joten olisikin järkevää ohjata kuljetusyksiköt suoraan defoiliin. Muutos vähentäisi defoil-operaattorin työkuormaa ja turhaa lavaliiikennettä kelmunpoistoasemien läpi. Turhaa lavaliiikennettä syntyy silloin, kun clearing-asema on varattu ja sinne on tulossa kuljetusyksikkö, joka pitäisi nostaa pois järjestelmästä. Tällöin se kulkee turhan lenkin kelmunpoistolinjojen läpi yrittäen uudestaan clearing-asemalle, kunnes se on vapaana. Jos contour checkissä ylitysvirheen saaneet lavat ohjautuisivat suoraan kelmunpoistolinjastolle, vaikka clearing-asema olisikin vapaana, helpottaisi se clearing-aseman tyhjänä pitoa sitä varten, kun on oikeasti tarvetta käyttää sitä.

Edellä kuvattua muutostarvetta eteenpäin vietäessä kävi ilmi, että vastaava kehityspyyntö oli jo jätetty Witronille vuoden 2020 alussa, mutta sitä ei ollut vielä toteutettu. Muutostoimenpide saattaisi vaatia ohjausjärjestelmämuutoksien lisäksi pieniä säätöjä ja muutoksia ketjukuljettimien anturointiin.

7 Tulokset

Työssä kerätyn aineiston perusteella saatiin uutta tietoa siitä, miltä puolelta ylitykset kuljetusyksiköissä tulevat ja mikä todennäköisesti on virheen aiheuttaja. Vastaavaa tutkimusta ei tiedettävästi ole aikaisemmin tehty, joten havainnot antavat mahdollisuuden myös jatkossa paneutua paremmin kysymykseen, miksi oikean puolen ylitykset ovat tuloksissa korostuneet.

Tarkastelujakson aikana ei mikään yksittäinen COM-asema erottunut merkittävästi joukosta ylitysvirheiden määrää laskettaessa. Tästä voidaan päätellä, että selvitystä tehdessä olivat kaikki COM-asetat yhtenevissä säädoissä, eikä havaittavaa poikkeamaa niiden välillä ollut. Jatkossa tilanne voi olla kuitenkin toinen ja laitteiston säädöt muuttua. Siksi seuranta olisi tulevaisuudessa hyvä jatkaa, jotta havaitaan poikkeamat nopeasti.

Sipsilaatikoiden asettamiseen COM-aseilla tehty muutos estää telefork-elementtiä murskaamasta sipsilaatikoita täysin, vaikka teleforkin anturoinnin säätö olisi virheellinen. Muutoksen toimivuutta seurataan jatkossa käytännössä. Toimenpide vähentää clearing-asemalle tulevia ylitysvirheitä, jotka johtuvat sipsilaatikoiden murskaantumisesta.

Työn aikana yksittäisiin tuotetietoihin tehtyjen muutosten vaikutusta kokonaisvirhetilanteisiin pidemmällä ajanjaksolla on vaikeaa arvioida luotettavasti, sillä virhemäärät vaihtelevat esimerkiksi muuttuvien kausituotteiden mukaan. Kausituotteet, kuten joulumakeiset, aiheuttavat aina ylimääräisiä virhetilanteita, koska niiden pakkauksia ei ole välttämättä pystytty optimoimaan lyhyen menekkikauden aikana automaatiojärjestelmään sopivaksi. Yksittäisten tuotteiden kohdalla muutokset voidaan havaita siitä, etteivät tuotenimikkeet, joihin muutoksia on tehty, aiheuta enää vastaavia ongelmia kuin tarkastelujaksolla.

Työn aikana jätetyt kehityspyynnöt järjestelmän toimintaan liittyen ovat osittain tuloksia. Muutosten toimivuutta voidaan arvioida, kun ne ovat saatu toteutettua. Muutosten pitäisi helpottaa laitevikojen tunnistamista tuotannossa ja sujuvoittaa työskentelyä sekä lavaliiikennettä defoil-aseilla.

Jatkotoimenpiteet

Juurisyiden etsiminen sille, miksi ylitysvirheet tulevat eurolavoissa lähes poikkeuksetta oikealta puolelta, olisi tulevaisuudessa tärkeää. Laitetoimittaja Witron piti tätä mahdollisena tutkimisen aiheena jatkossa, kun resurssit sen sallivat. Kun todelliset syyt oikean puolisille ylityksille on tiedossa, tulisi selvittää, kuinka niitä voidaan vähentää. Muutoksia ylitysten vähentämiseen voisi pohtia esimerkiksi muuttamalla toimintatapoja, pack cornerin rakennetta tai laitteistoa ja PPC-laskentaa. Järkevin ratkaisu todennäköisesti löytyy jatkuvasta PPC-laskennan optimoinnista, kun saadaan tarkempaa tietoa ylityksiin johtaneista tilanteista. Pack cornerin rakenteen muuttaminen siten, ettei se salli tuotteiden ylitystä oikealta olisi tehokas tapa virheiden vähentämiseen. Tällöin kuitenkin tulisi ongelmia pack cornerin yhteensopivuudessa automaatiojärjestelmään. Yhtenä ratkaisuna pohdittiin COM-asemille anturointia, joka havaitsee jo lavauksessa, jos tuote tulee yli oikeasta reunasta.

Seuranta siitä, miltä COM-keräysasemalta ylitysvirheen saaneet kuljetusyksiköt tulevat, olisi hyvä saada osaksi päivittäistä työntekoa defoil-aseilla. Seuranta tulee mahdolliseksi työntekijöille, kun Witron saa aiemmin mainitun tietojärjestelmää koskevan kehityspyynnön toteutettua. Laiteviat, joita ei helposti huomaa, saadaan näin entistä nopeammin selvitykseen.

Virhetilanteiden raportoimista tuotannon työntekijöiden havaintojen perusteella tulisi kehittää jatkossa ja luoda paremmat edellytykset tuoda ongelmakohtia matalalla kynnyksellä ilmi. Jos jokaisesta toistuvia ongelmia aiheuttavasta havainnosta saataisiin kirjattua tieto esimerkiksi sitä varten tehtyyn tietojärjestelmään, olisi ratkaisujen löytäminen niihin helpompaa. Tätä varten tulisikin pohtia, kuinka toimintatapoja tulisi kehittää, jotta ongelmia saataisiin tuotua ilmi vaivattomasti ja tehokkaasti osana työskentelyä.

8 Yhteenveto

Opinnäytetyön aiheena oli selvittää, mistä ylitysvirheet valmistuneissa kuljetusyksiköissä johtuvat ja kuinka niitä voitaisiin vähentää. Näin pyrittiin parempaan laatuun valmistuvassa tuotannossa. Virheiden vähentämisellä tavoiteltiin automaatioprosessin sujuvuutta ja työkuorman vähentämistä tuotannossa. Tietoa ylitysvirheistä ja niiden syntymisestä kirjattiin Excel-taulukkoon. Taulukon tietoja voidaan hyödyntää jatkossakin, kun pohditaan ratkaisuja tyypillisten virhetilanteiden vähentämiseen.

Työn aikana havaittiin suurimman osan ylitysvirheistä tulevan eurolavoista niiden oikealta puolelta. Tieto tästä auttaa tulevaisuudessa keskittymään siihen, mistä oikean puolen ylitykset johtuvat. Eri COM-keräysasemien välillä ei havaittu tarkastelujaksolla merkittäviä eroja aiheutuneiden ylitysvirheiden määrässä. Myös tiettyjen tuote- ja pakkaustyyppien havaittiin aiheuttavan toistuvasti ongelmia ja ylitysvirheitä automaatiossa. Tuotteista johtuvia virheitä käytiin läpi pakkausasiantuntijan kanssa. Tuotteiden mittoja tarkastettiin ja joitakin muutettiin.

Lisäksi pohdittiin, kuinka järjestelmän toimintaa ja toimintatapoja tuotannossa tulisi muuttaa, jotta ylitysvirheiden käsittely ja juurisyiden tunnistaminen olisi helpompaa. Järjestelmän toimintaan liittyen jätettiin kehityspyynnöjä automaatiojärjestelmän toimittajalle Witronille. Muutoksia järjestelmään ei saatu työn aikana toteutettua kehityspyynnöjen pitkän jonon vuoksi. Toimintatapojen muuttamisessa pohdittiin havaittujen virhetilanteiden raportoinnin tärkeyttä.

Lähteet

Andersson, H. & Tikka, H. 1997. Mittaus- ja laatutekniikat. Helsinki: WSOY.

Bolton, V. 2009. Programmable Logic Controllers. E-kirja. Newnes.

Hämäläinen, T. 2022. Pakkausasiantuntija. Inex Partners Oy. Sipoo. Keskustelu 12.10.2022

Inex esittely. 2020. Sisäinen tiedosto. Inex Partners Oy.

Mitä Inex tekee? 2022. Verkkoaineisto. Inex Partners Oy. <<https://inex.fi/inex-yrityksena/mita-inex-tekee/>> luettu 21.9.2022

Mitä on logistiikka? 2022. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<https://www.logistiikanmaailma.fi/aineistot/logistiikka-lukiolaisille/mita-on-logistiikka/>> luettu 31.10.2022

Niemi, J. 2022. Alueinsinööri. WIOSS WITRON On Site Services GmbH. Sipoo. Keskustelu 12.10.2022

OPM System Training – General Information. 2016. Sisäinen ohje. Witron.

OPM. 2022. Verkkoaineisto. Witron. <<https://www.witron.de/en/opm-order-picking-machinery.html>> luettu 10.11.2022

Räsänen, M. 2022. Huoltopäällikkö. WIOSS WITRON On Site Services GmbH. Sipoo. Keskustelu 12.10.2022

Salomäki, R. 1999. Suorituskykyiset prosessit – Hyödynnä SPC. MET-julkaisuja nro 9/1999. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

SFS-EN ISO 9000. Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto. 2015. SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS.

Tietoa meistä. 2022. Verkkoaineisto. S-Ryhmä. <<https://s-ryhma.fi/tietoa-meista/tietoa-s-ryhmasta>> luettu 20.10.2022

Tuotteet. 2022. Verkkoaineisto. Chep. <https://www.chep.com/fi/fi/products/search?country=country_fi&platform=31&keyword=>> luettu 27.9.2022

Varastoautomaatio. 2022. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/logistiikkakeskus/pientavarakeruu-ja-automaatio/>> luettu 31.10.2022

What is WMS? 2022. Verkkoaineisto. SAP. <<https://www.sap.com/insights/what-is-a-wms-warehouse-management-system.html>> luettu 14.10.2022