



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Jani Järvenpää

# Häiriötilatietojen keräys prosessista

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

03.05.2021

Tekijä Otsikko	Jani Järvenpää Häiriötilatietojen keräys prosessista
Sivumäärä Aika	28 sivua + 1 liite 03.05.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	automaatiotekniikka
Ohjaajat	Development Lead Ilari Sandborg Yliopettaja Erkki Räsänen
<p>Insinööriyössä suunniteltiin Witronin kehittämän tuotantoautomaatiojärjestelmän kattavaan kuljetinverkostoon aluejaot materiaalivirran tuotantovaiheiden mukaan. Aluejaoissa muodostuneista tuotantovaiheista kirjattiin jokainen järjestelmään kuuluva laite tietokantaan. Ennen laitteiden kirjausta tietokantaan toteutettiin tarkistusmenetelmä, jonka avulla mahdollistettiin laiteluettelon eheys.</p> <p>Työn tavoitteena oli saada valmis kirjasto tietokantaan, jossa jokainen laite on kirjattu omalle tuotannon vaiheelle. Työn vaatimuksena oli, että jokainen laite saa ilmetä tietokannassa vain kerran. Myös jokaiselle laitteelle täytyy löytyä oma tuotannon vaihe.</p> <p>Työ toteutettiin tutkimalla tuotantovirran kulkua järjestelmässä käyttämällä apuna jakelukskeskuksen automaatiojärjestelmää valvovaa visualisointityökalua, laitekohtaisia piirustuksia sekä tutkimalla tuotannon kulkua kohteessa. Tuotantovirran kulusta ensimmäisenä laadittiin suunnitelma, jonka avulla pystyttiin rajaamaan laiteosoitteet omille tuotannon vaiheille. Ennen tietokantaan lopullista kirjausta laitteiden listaukset sekä tarkistukset suoritettiin Microsoft Excelillä.</p> <p>Lopputuloksena tuotantovirrasta saatiin muodostettua tietokantaan kirjasto, joka sisältää jokaisen automaatiojärjestelmään kuuluvan laitteen. Jokainen laite on kirjattu omalle tuotannon vaiheelle, mikä mahdollistaa vikojen seurannan materiaalivirrasta.</p> <p>Materiaalivirran vikojenseurannasta pystytään tutkimaan tuotteisiin kohdistuvia häiriötilanteita. Tämä mahdollistaa järjestelmän lisäoptimoinnin helpottaen vikatilanteiden paikantamista laitteilla, joilla on suora vaikutus järjestelmässä liikkuviin tuotteisiin.</p>	
Avainsanat	Tietokanta, tuotantoprosessi, automaatiojärjestelmä, vikatilasto

Author Title	Jani Järvenpää Data Collection of Error States in Automation Processing
Number of Pages Date	28 pages + 1 appendix 03 May 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Degree programme in Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Automation Engineering
Instructors	Ilari Sandborg, Development Lead Erkki Räsänen, Principal Lecturer
<p>The purpose of this thesis work was to produce regional divisions according to the production stages of the material flow for the comprehensive conveyor network of the production automation system developed by Witron. From the production steps formed in the regional divisions, each device belonging to the system was recorded in the database. Prior to the registration of the devices in the database, a verification method was implemented to enable the integrity of the device list.</p> <p>The aim of the work was to get a readymade library in a database, where each device is recorded for its own production phase. The requirement of the work was that each device should appear in the database only once, and each device must have its own production phase.</p> <p>The work was carried out by studying the flow of production in the system, using a visualization tool that monitors the automation system of the distribution center, device specific drawings and by studying the flow of production on site. As a first step, a plan was drawn up about the production flow to enable defining the device addresses to their own stages of production. Prior to the final entry in the database, device listings and checks were performed with Microsoft Excel.</p> <p>As a result, a library was created in the database from the production flow, which contains each device belonging to the automation system. Each device is recorded for its own production phase, enabling system faults to be monitored from the material flow.</p> <p>From material flow fault monitoring, it is possible to study product disturbances. This allows for further optimization of the system, making it easier to locate faults with devices that have a direct impact on the products moving in the system.</p>	
Keywords	Database, production process, automation system, fault rate

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Materiaalivirta	2
2.1	Jakelukeskuksen alueet	2
2.2	Tuotannon vaiheet ja prosessit	3
2.2.1	Vastaanotto	4
2.2.2	Tuotteen purku	4
2.2.3	Tilauksen keräys	4
2.2.4	Lähetämö	5
2.3	Alueiden väliset erot tuotannossa	5
3	Automaatiojärjestelmä	6
3.1	Vikatiedon keräys	7
3.2	Järjestelmä	8
4	Työn suunnittelu	9
4.1	Aiheen rajaus	9
4.2	Tuotantovaiheiden muodostaminen	10
4.3	Tuotantovirran vaiheiden määrittäminen	18
5	Työn toteutus	19
5.1	Prodis-tietokanta	20
5.2	Tuotantoalueiden laiteosoitteiden kirjaaminen	21
5.3	Materiaalivirrasta muodostettujen ryhmien tarkistus	23
6	Vikatietotilastojen tulkinta ja käyttö	26
7	Yhteenveto	28
	Lähteet	29
	Liitteet	

Liite 1. Lista laiteosoitteista materiaalivirran mukaan. *Liite vain tilaajan käyttöön.*

## Lyhenteet

PLC	Programmable Logic Controller. Ohjelmoitava logiikka, joka sisältää mikroprosessorin, jolla ohjataan automaatiolaitteita.
GC	Group Control. Laajan laiteryhmän osoitenumero, jota ohjaa yksi PLC.
LAC	Local Area Control. Pienen laiteryhmän osoitenumero, jotka ovat GC:n sisällä.
MFC	Material Flow Control. Ohjelma, joka vastaa tuotannossa liikkuvista tuotteista, niiden tilaamisesta, keräämisestä ja kulkureiteistä.
HBW	High Bay Warehouse. Varasto, jossa automatisoitu nosturi hyllyttää tuotelavoja.
AP	Action point. Tuotantokuljettimissa olevat risteyskohdat, joissa luetaan tuotteen viivakoodi ja tuotteelle valitaan kulkusuunta.
CPP	Case Piece Pick. Keräyspiste, jossa tuotteet saapuvat työpisteelle yksittäin tarjottimelle, ja tyhjä lava, johon tuotteet kerätään manuaalisesti. Tuotteet ja lava saapuvat työpisteen viereen niin, että keräys voidaan suorittaa aiheuttamatta rasitusta työntekijälle.
CPS	Car Piece Pick. High bay warehouse -lattiatasossa sijaitsevat hyllypaikat, joista tuotteet kerätään käsin lavan päälle, jotka trukilla siirretään järjestelmään valmiiksi kerättyinä lavoina.
ACS	Automated Case Stacking. Keräyskone, joka poistaa tuotteet tarjottimelta ja kokoaa tuotteet pinoiksi, jotka siirtyvät PTZ-laitteelle pinoissa.
PTZ	Palletizer. ACS:n pinoamat tuotepinot työnnetään riveihin, joista Palletizer työntää tuotteet rullakoille ja lavoille.

COM	Case Order Machine. Keräyskone, joka järjestelee tuotteet lavan tai rullakon päälle automatisoidusti. Se asettaa painavimmat paketit alas ja kevyemmät paketit päälle.
VC	Vertical Conveyor. Hissikuljetin, jossa tuotelavat siirtyvät kerroksien välillä.
SQL	Structured Query Language. Tietokannan rakennus- ja hallinnointiohjelmointikieli.
LBS	Logical Bus System. Asiakkaan tuotetilauksista sekä saldoista vastaava järjestelmä.

## 1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on tutkia, suunnitella ja rajata Inex Partners Oy:n omistamaan automatisoituun jakelukeskukseen aluejaot tuotannon jokaiselle vaiheelle. Työssä kirjataan ylös kaikkien tuotantoalueiden laitteiden osoitteet tilaajan omaan Prodis-nimiinseen tietokantaan, jonka avulla voidaan seurata vikatilanteiden toistuvuutta.

Työ tehdään mahdollistamaan automaation aiheuttamien häiriötilanteiden paikantamista paremmin. Erityisesti vikatilanteet, joilla on suoria vaikutuksia jakelukeskuksen tuotteille, halutaan paikantaa ja korjata järjestelmästä. Tavoitteena on kehittää valmis vikatiedonkeräysjärjestelmä, jonka avulla voidaan lisätä tuotantolaitteiden kestävyyttä sekä tehostaa tuotteiden läpimenoaika järjestelmässä.

Tietokannasta löytyy valmiiksi erilaisia toimivia vianseurantamääritelmiä, mutta ne keskittyvät kokonaisuun tuotantoalueisiin ja erilaisten tuotantolaitteiden välisten vikojen seurantaan. Tässä työssä keskitytään materiaalivirtaan ja sen jakamiseen osiin tuotannon eri vaiheiden mukaan. Työtä lähestytään tutkimalla tuotannon materiaalivirtaa. Materiaalivirralla tarkoitetaan tuotteiden liikettä jakelukeskuksen tuotantoprosessissa. Koko tuotantoprosessi jaetaan pienempiin osiin tuotantovaiheiksi, joihin kuuluvat laiteryhmät kirjataan tietokantaan.

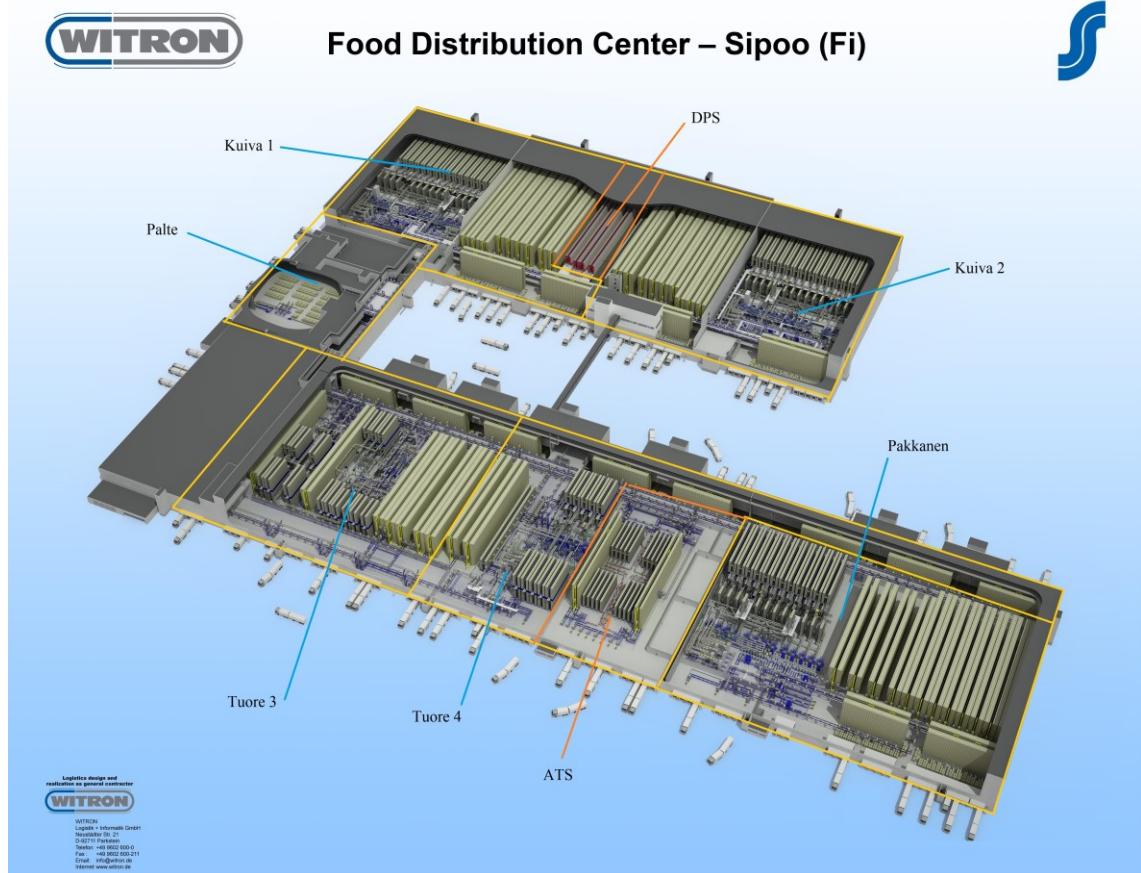
Työn tilaajana toimii Wioss Witron on Site Services GMBH, joka on Witron Logistik + Informatik GmbH:n omistama tytäryhtiö. Witron on saksalainen perheyrittäjä, jonka perusti diplomi-insinööri Walter Winkler vuonna 1971. Witron tuottaa automaatiotratkaisuja logistiikkavarastoille ja sisältää täysin kattavia automaatiokeräysjärjestelmiä. Tuotantojärjestelmän valmistumisen jälkeen Witron pysyy asiakkaan tukena automaatiojärjestelmän ylläpidossa koko jakelukeskuksen elinkaaren ajan. Witron työllistää maailmanlaajuisesti noin 4000 työntekijää, joista vajaa 200 työskentelee Sipoon jakelukeskuksella. [1; 2.]

## 2 Materiaalivirta

### 2.1 Jakelukeskuksen alueet

Inexin jakelukeskus koostuu viidestä eri päätuotantoalueesta. Kuvassa 1 on havainnollistettu näiden tuotantoalueiden sijainnit jakelukeskuksessa. Kuiva 1- ja Kuiva 2 -tuotantoalueilla kulkee huoneenlämmössä säilyviä elintarvikkeita kuten jauhot, perunalastut ja makeiset. Tuore 3 on viileämpi tila, jossa liikkuu hedelmiä ja vihanneksia. Tuore 4 -tuotantoalueella liikkuu jääkaappilämpötilassa säilyvät lihatuotteet ja maitotuotteet. Kylmimpänä tilana on pakkanen, jossa liikkuvat jäätelöt ja muut pakastetuotteet. Näiden viiden tuotantoalueen lisäksi jokaisen tuotantoalueen vierestä löytyy HBW (High Bay Warehouse) -nimellä tunnettu hyllyvarasto, jossa automatisoidut nosturit hyllyttävät ja noutavat tuotteita ohjelmakäskyjen mukaan. Nämä varastot sijaitsevat kahden tuotantoalueen välissä, jolloin tuotteet pääsevät liikkumaan molempiin viereisiin tuotantoalueisiin mahdollisimman lyhyin matkoin. Jakelukeskuksessa on myös Kuivan 1 ja Kuivan 2 välissä muusta tuotannosta erotettuna DPS (Dynamic Picking System) -alue, jossa liikkuu arvokkaammat tuotteet kuten tupakkatuotteet ja mausteet. Tuore 4 -tuotantoalueen sisällä on myös erillinen ATS (Automated Totes Stacking) -alue, joka näkyy kuvassa 1 erotettuna muusta Tuoreen 4 tuotannosta. ATS-alueelle lihatuotteet saapuvat valmiiksi laatiin pakattuina.





Kuva 1. Jakelukeskuksen tuotantoalueita esittävä kuva. [3.]

## 2.2 Tuotannon vaiheet ja prosessit

Jokaiselta jakelukeskuksen tuotantoalueelta löytyvät omat tuotantovaiheet. Tuotantovaiheella tarkoitetaan tuotteen liikkumista eri tuotantoprosessien välillä. Automaatiojärjestelmä on yhdistetty koko rakennukseen mahdollistaen tavaran liikkumisen mihin tahansa jakelukeskuksen tuotantojärjestelmässä. Tuotantoalueiden toimintaympäristöt on suunniteltu alueilla liikkuvien tuotteiden säilyvyyden mukaan. Keskittyessä yhteen tuotannon alueeseen voidaan todeta tuotannon jakautuvan neljään eri tuotannonvaiheeseen. Nämä ovat vastaanottovaihe, tuotteen purkuvaihe, tilauksen keräysvaihe ja lähetysvaihe.

### 2.2.1 Vastaanotto

Tuotantoprosessi alkaa siitä, kun tuotelava syötetään lavakuljettimelle systeemiin sisään ja systeemi hyväksyy tuotteen vastaanotossa. Tuotteen hyväksymiseksi tarvitaan tieto, mitä tuote sisältää. Tuotteen tulee päästä virheettömästi läpi portista, joka mittaa tuotteen pituuden, painon, korkeuden ja leveyden todeten, että tuote on kunnolla lavan päällä kyydissä, eikä siinä ole mitään epämääräisyyksiä. Järjestelmän hyväksytyä saapuneen tuotelavan paritetaan se järjestelmässä liikkumiseen suunnitellun systeemilavan päälle, jonka avulla tuote pystyy liikkumaan erilaisilla automatisoiduilla kuljettimilla. Systeemilavan kyydissä tuote ajetaan kohti HBW:tä, jossa lavanosturi ottaa tuotelavan kyytiin ja asettaa sen hyllyyn odottamaan purkauskäskyä. Poikkeustapauksissa, jossa tilaaja on tilannut täyden lavallisen yhtä tuotetta, voidaan tuotannosta ohittaa HBW ja ajaa tuotelava suoraan ketjukuljettimilla eteenpäin. [4; 5.]

### 2.2.2 Tuotteen purku

Järjestelmän saatua käskyn purkaa tuotelava lavanosturi tuo tuotteen hyllystä linjastolle. Ketjukuljettimet ajavat tuotelavan erilaisia lavankuljetuskuljettimia ja hissejä hyödyntäen kohti kelmunpoistoa. Tuotteen ympäriltä poistetaan kelmua sen verran kuin tuotetta aiotaan purkaa. Tämän jälkeen tuote ajaa ketjukuljettimilta hissiin, joka nostaa lavan Depalnimiseen koneeseen, joka käyttää paineimua tuotteiden nostamiseen lavalta kerroksittain. Tuotteet kerätään lavalta rullakuljettimelle, jossa ne erotellaan muista tuotteista. Tuotteiden päästyä erilleen toisistaan, paritetaan jokainen tuote omalle viivakoodilla varustetulle tarjottimelle. Tämän jälkeen tuotteet kulkeutuvat kohti tarjotin-nosturivarastoa, jossa tuotteet varastoidaan tilausten keräyskäskyä odottamaan. [4.]

### 2.2.3 Tilauksen keräys

LBS (Logical Bus System) seuraa järjestelmässä olevaa tuotteiden saldomäärää ja tarvittaessa tuottaa noutokäskyn MFC:lle (Material flow control), jossa tiedotetaan HBW-varastossa oleva tuotelava purettavaksi tarjotinvarastoon. LBS tuottaa automaattisesti tilauksen puuttuvista tuotteista, jos tuotetta ei löydy HBW-varastosta. Vastaavasti asiakkaan tilauksen saapuessa LBS antaa myös käskyn tarjotinvarastosta keräykseen lähte-

ville tuotteille. Käskyn saatuaan MFC ohjaa TWH-varaston Tray crane -nimisen tarjotinnosturin noutamaan hyllystä tuotteen, jolle on saapunut tilaustarve. Tray crane purkaa TWH:sta tilauksen tuotteet rullakuljettimille, joissa yksittäiset tuotteet kulkevat tarjottimen päällä kohti keräyspistettä. [6, s. 4.]

Jakelukeskus sisältää monia erilaisia keräyslaitteita kuten COM (Case Order Machine), jossa tuotteet ajetaan tietyssä järjestyksessä keräyskoneen luo. Tuotteiden asento, pituus, leveys ja paino on järjestelmällä tiedossa keräyskoneelle saapuessa. Case order machine erottaa tuotteen tarjottimelta, siirtää tuotteen haluttuun leveyssuuntaan ja nostaa tuotteen oikeaan syvyyteen rullakolla tai lavalla. Tilauksen saatua keräyskone laskee automaattisesti parhaimman tavan rakentaa tukeva tuotelava. Keräyskone järjestää painavimmat tuotteet tuotepinon pohjalle ja kevyimmät tuotteet pinon päälle. [4.]

#### 2.2.4 Lähettäminen

Kun tuotteet on saatu kerättyä rullakoiden tai lavan päälle, ajaa kuljettimet valmiiksi kootun tilauksen kohti kelmutuskonetta, jossa tuotteet nostetaan ylös ja kelmutetaan tiiviiksi paketuksi. ATS-tuotannossa liikkuvat laatikot pakataan kelmun sijasta kiristysnauhalla. Tiivis paketti ajetaan printterille, jossa järjestelmä tulostaa tilaukselle lähetystiedot. Tuotantoprosessi päättyy valmiin kootun tuotelavan tai rullakon pääsyyn lähettämöön, johon automatisoitu nosturi laskee valmiit tuotteet jonoittain tilausten mukaisesti gravitaatiolinjoille. Tästä rekkakuskit ottavat tuotteet ajoneuvon kyytiin. [4, s. 12.]

#### 2.3 Alueiden väliset erot tuotannossa

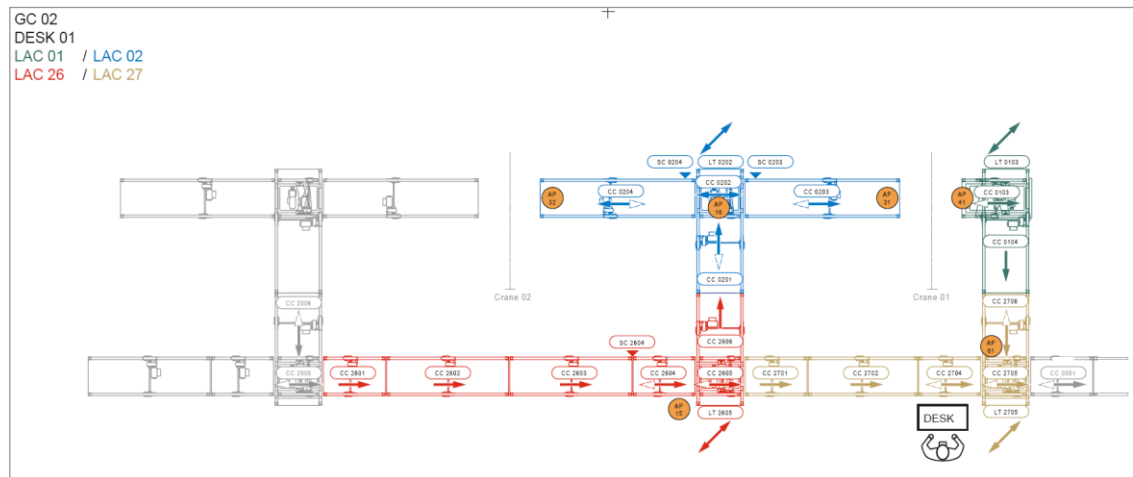
Tuotannon vaiheet eroavat pienesti jakelukeskuksen eri alueissa, sillä Kuiva 1 ja Kuiva 2 keskittyvät keräykseen COM (Case Order Machine) -laitteiden avulla, kun Tuore 3:n tuotantoalueella kerätään tuotteita ACS:n (Automated Case Stacker) avulla. Lisäksi Tuoreen 3 puolella on CPP (Case Piece Pick) -keräilyä, jossa tuotteet tuodaan yksitellen tarjotinkuljettimilla työpisteelle ja tyhjä lava tai rullakko ajaa odottamaan tilauksen keräystä työpisteelle. Lavanosturivarastoissa on CPS (Car Picking System) -keräilyä, jossa varastotyöntekijät keräävät tuotteita, jotka eivät sovellu automatisoituun tuotantoon. Täl-

laisia ovat tuotteet kuten öljyt, suuret paketit tai muuten muodoltaan automaatioon soveltumattomat tuotteet. Lisäksi kuivan puolella oleva DPS-varastoalue eroaa muista sillä, että alueen tuotteet liikkuvat tarjottimien sijaan laatikoissa, jolloin myös tuotteiden purku ja keräys on jouduttu toteuttamaan manuaalisesti. Tuoreen 4 tuotantoalueella on myös erillinen ATS (Automated totes stacking) -alue, jossa liikkuvat lihatuotteet, sillä liha tarvitsee vielä viileämmän ympäristön säilyäkseen muihin tuotteisiin verrattuna. Lihatuotteet ovat järjestelmään tullessaan laatikoissa, jotka menevät asiakkaille sellaisinaan, mutta laatikot puretaan lavoilta ja varastoidaan kuten muuallakin varastossa. ATS-varaston puolella ei myöskään käytetä tarjottimia, vaan tuotteet liikkuvat loppuun asti alkuperäisissä lihalaatikoissaan kuljettimilla. Tämän takia myöskin automatisoidut nosturit eroavat hieman muista jakelukeskuksen Tray crane -nostureista. [7.]

### 3 Automaatiojärjestelmä

Systeemissä olevat automaatiolaitteet on kaikki nimikoitu omilla laiteosoitteilla. Jakelukeskuksen tuotantojärjestelmä on niin suuri, ettei kaikkien laitteiden ohjaamiseen riitä yksi PLC (Programmable Logic Controller). Tämän takia automaatiolaitteistot on jaettu useisiin GC (Group Control) -ryhmiin, joita ohjaa aina yksi PLC. Jokainen GC sisältää useita LAC (Local Area Control) -osoitteita, joissa on pienempiä laitekokonaisuuksia. Jokainen laitekokonaisuus sisältää vielä yksittäisiä elementtejä, joita voidaan ohjata käsin laitteen vieressä olevalta ohjauspaneelilta. [4.]

Kuvassa 2 nähdään LAC-alueet eroteltuina omilla väleillään muista LAC-alueista yhden GC-ryhmän sisällä. Harmaana oleva alue kuvassa kuuluu eri GC-alueeseen, joten sitä ei tässä kuvassa ole tarkemmin elementteineen esitetty. LAC-alueen neliömäiset jaot kuvaavat elementtejä, joista pystytään yksitellen ajamaan yksittäisiä laitteen osia kentällä olevasta ohjauspaneelistä.



Kuva 2. LAC-aluetta havainnollista kuva. [4, s. 27.]

### 3.1 Vikatiedon keräys

Tuotannossa voi satunnaisesti tapahtua virhetilanteita kuten tarjotinkuljettimen hihna voi pudota paikaltaan, pyörivästä moottorin akselista voi kuluu laakeri tai lavakuljettimesta voi löystyä ketju. Nämä tilanteet voivat aiheuttaa erilaisia vikatilanteita tuotannossa, jonka PLC havaitsee huomaamalla normaalista poikkeavan lämpötilan moottorilla tai jos tuotteella kestää odotettua pidempään päästä tuotteen havaitsevalta sensorilta seuraavalle. PLC tuottaa vikatilannetta kuvaavan vikaviestin, jonka se lähettää tietokantaan. Tuotannonseurantaohjelma saa tietokannasta PLC:n lähettämän viestin ja näyttää vikatilassa olevan alueen punaisena, jolloin kyseiseen kohtaan tulee myös PLC:ltä saatu kuvaava vikatilanne kuten "Conveying time". Vikaviesti saadaan myös siirrettyä paikan päällä työskenteleville kenttäoperaattoreille EGS (Event Guidance System) puhelimeen viestinä, jossa näkyy vikaviesti ja laitteen sijaintitiedot.

Automaatiossa tapahtuvia vikatietoja saadaan kerättyä valmiiksi tietokantaan. Vikaraportissa näkyy tapahtumapaikan GC- (Group Control) ja LAC (Local Area Control) -osoite sekä tarkennettu laitteen elementti. PLC:n tuottamassa vikaraportissa näkyy vikatilassa olevan laitteen osoitetietojen lisäksi, vian kesto sekä vikatilannetta aiheuttajan kuvaus kuten "conveying time" tai "occupation error". Joissain tunnetuissa tapauksissa tietokannasta on myös nähtävissä, mikä olisi oikea toimintaratkaisu vikatilanteen selvitykseen, esimerkiksi kuljettimen akselia pyörittävän hihnan kiristäminen oikeaan kireyteen.

Kuvassa 3 nähdään, miten tuotannossa tapahtuvasta häiriötilanteesta saadaan tilannekuvaus tietokantaan vikatilassa olevalta laitteelta. Vikatilanteesta rakennetaan oma tilannekuva. Kuvan 3 sarakkeessa "Type\*" nähdään tilatieto "SET". Tässä kerrotaan laitteen vikatilauksen launneen aktiiviseksi. Tilannekuvassa "UNLOCK" kerrotaan vikatilanteen kuitaamisesta järjestelmässä. Virheen kuitaaminen ei kuitenkaan tarkoita, että virheen aiheuttanut fyysinen tekijä olisi korjattu. Laitteen asettaminen automaattitilaan vian ollessa edelleen korjaamatta, aiheuttaisi se uuden SET-tilan laitteelle. Vasta vikatilanteen mennessä QUITT-tilaan, on vikatilanne luokiteltu ohimenneeksi. Vikatietokannan tarkoitus olisi kerätä kuvassa 3 näkyvän vikatilanteen tyyppisiä vikoja, laskea ne yhteen ja luokitella nämä yksittäisiksi vioiksi. Vikojen toistuvuutta seurattaessa täytyy vikatilanteen sisältä pystyä suodattamaan järjestelmän lähettämät vikatiedot. Tämän takia vikatilanteiden luokittelu omiksi kokonaisuuksiksi auttaa säilyttämään todenmukaisuuden viian seurannassa.

Work Start Time	Last Set Time	Type *	Class *	Ident *	Location *	Duration *	Active Flag *	Fault Description *	LAC Group Area/Part Description *	GC *	LAC *	POS *
20210409 06:29:25 *												
09/04/2021 00:25:43	09/04/2021 00:29:32	QUITT	S	W-BELEGT	CC-01_39,01-2	0.00:03:49	-	occupation error	WI RECEIVING+HBW Dry_Decision Receiving/Inbound Loop to HBW -> Decision PSSM-Destac_HBW I/O Loop WIOSS DRY 1. Pallet 2. HBW_HBW <-> Receiving_Phase1 HBW I/O Loop WI RECEIVING+HBW Dry Complete_Decision Receiving/Inbound Loop to HBW -> Decision PSSM-Destac_HBW I/O Loop	01	39	01
09/04/2021 00:25:43	09/04/2021 00:29:02	UNLOCK	S	W-BELEGT	CC-01_39,01-2	0.00:03:19	-	occupation error	WI RECEIVING+HBW Dry_Decision Receiving/Inbound Loop to HBW -> Decision PSSM-Destac_HBW I/O Loop WIOSS DRY 1. Pallet 2. HBW_HBW <-> Receiving_Phase1 HBW I/O Loop WI RECEIVING+HBW Dry Complete_Decision Receiving/Inbound Loop to HBW -> Decision PSSM-Destac_HBW I/O Loop	01	39	01
09/04/2021 00:25:43	09/04/2021 00:25:43	SET	S	W-BELEGT	CC-01_39,01-2	0.00:00:00	-	occupation error	WI RECEIVING+HBW Dry_Decision Receiving/Inbound Loop to HBW -> Decision PSSM-Destac_HBW I/O Loop WIOSS DRY 1. Pallet 2. HBW_HBW <-> Receiving_Phase1 HBW I/O Loop WI RECEIVING+HBW Dry Complete_Decision Receiving/Inbound Loop to HBW -> Decision PSSM-Destac_HBW I/O Loop	01	39	01

Kuva 3. Tuotannossa tapahtuneesta vikatiedosta saatu ilmoitus. [8.]

### 3.2 Järjestelmä

Tuotantoa ohjaa MFC (Material Flow Control), joka valvoo tuotteiden liikkumista järjestelmässä jäljittämällä tuotteita AP (Action Point) -kohdissa. Action pointit ovat risteyskohdita järjestelmässä, joissa tuotteista luetaan viivakoodi ja tuotteelle määritetään kulkusuunta. Elintarvikkeiden rajallisen säilyvyyden takia tarkoituksena on tilata tuotteet vasta, kun jakelukeskukseen on saapunut tilaus, johon kyseistä tuotetta halutaan. Tuotteiden saavuttua jakelukeskukseen kerätään asiakkaan tilaamat elintarviketilaukset yhteen keräysasemilla ja lähetetään ne välittömästi asiakkaalle mahdollistaen samalla mahdollisimman nopean toimitusajan. [4; 6, s. 4.]

Tuotteiden määrästä jakelukeskuksessa vastaa LBS (Logical Bus System). Asiakkaan tilauksen saavuttua LBS tarkistaa tilaukseen kuuluvien tuotteiden saldot. Jos tuotetta

löytyy tarjotinvarastosta, LBS antaa käskyn siirtää tuotteet tarjotinvarastosta keräykseen. Tilauksessa tarvittavien tuotteiden puuttuessa tarjotinvarastosta LBS tarkistaa, löytyykö tuotteita HBW-varastosta, josta voidaan purkaa tuotelavasta tarvittava määrä tuotteita tarjottimille. Tarvittaessa LBS tekee tilauksen uusille tuotteille. [4; 6, s. 4.]

Itse laitteiden ajoa käskyttää PLC (Prgoramable Logic Controller), joka on automaatiokoneiden ohjelmointityökalu. PLC toimii saamalla sensoreista signaalin. Signaalin saatua PLC aloittaa ohjelmapirosessin käsittelyn, joka käynnistää kuljettimia ohjaavat moottorit päälle ajastetusti tai kunnes seuraava sensori tunnistaa tuotteen olevan kohdalla. Risteyskohtiin päästyä MFC kertoo PLC:lle, mihin suuntaan tuotteen tulisi jatkaa matkaa. [4; 6, s. 4.]

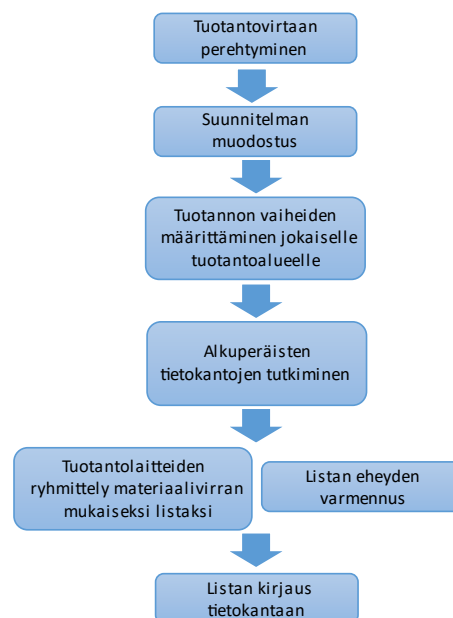
## 4 Työn suunnittelu

### 4.1 Aiheen rajaus

Työn laajuutta oli alkuun vaikea määritellä, sillä jakelukeskuksen tuotantoalue on niin kattava, että ajan riittämistä oli vaikea laskea. Työtä helpotti olemassa oleviin vikatietskantoihin rakennettujen kirjastojen hyödyntämismahdollisuus ja se, että järjestelmästä löytyi työkalut uusien vikatietskantaryhmien tekemiseen valmiiksi. Vikojen tilastotietojen tulkitseminen rajattiin tästä työstä pois, sillä sen toteuttaminen vaatisi tietokannasta vastaavaa ohjelmoijaa lisäämään uudet laiteryhvät ohjelmaan, jonka avulla tietokannasta pystyttäisiin piirtämään havainnollistavat vikatilastojen kuvaajat. Työ tehtiin valmistelevasti siihen pisteeseen, että lopullinen ohjelma pystytään toteuttamaan ohjelmointiressurssien riittäessä. Tietokannasta voidaan kuitenkin nähdä kaikki vikatietskantatiedot työssä rajatuilta alueilta, mutta tilastotietoja havainnollistavat kuvat, jäivät toistaiseksi alueilta näkemättä.

Työhön kuuluu jokaisen automaatiolaitteen jakaminen tuotannon ryhmiin seuraten tuotteiden kulkua jakelukeskuksessa. Laiteryhvät kirjataan listamaiseen muotoon, joka tarkistetaan käymällä läpi, esiintyykö mikään laite useamman kerran listassa. Lisäksi täytyy tarkistaa jokaisen automaatiojärjestelmän laitteen löytyvän listasta. Lopuksi materiaali-virran mukaan rakennetut listat kirjataan tietokantaan.

Kuvassa 4 on havainnollistettu työn kulun toteutuksesta muodostunutta prosessikaaviota. Järjestys työn edetessä säilyi kaavion mukaisena. Työ aloitettiin perehtymällä tuotannossa liikkuvien tuotteiden tuotantovirtaan eli järjestykseen, jossa tuotteet liikkuvat tuotannon laitteilla eteenpäin. Tuotantovirtaan perehdyttyä oli työstä rakennettava etenemissuunnitelma. Suunnitelmassa kuului määrittää laitteiden kirjaustapa, johon valittiin Microsoft Excel. Suunnitelmassa pohdittiin myös lopullisten laitelistojen tarkistustmenetelmät. Tuotannon vaiheiden määrittäminen oli yksi keskeisimmistä työvaiheista, sillä tuotannon vaiheet määrittävät kohdat, joissa tuotantolaitteen rajapinta siirtyy tuotannon vaiheelta seuraavalle. Nämä laitteet kirjattiin tuotantovaiheiden mukaisiksi listoiksi ja lopuksi tarkistettiin, että jokainen laite on kirjattu listaan. Materiaalivirran mukaan rakennettun listan eheyden tarkastettua lista kirjattiin lopuksi tietokantaan.



Kuva 4. Prosessikaavio työn toteutuksesta.

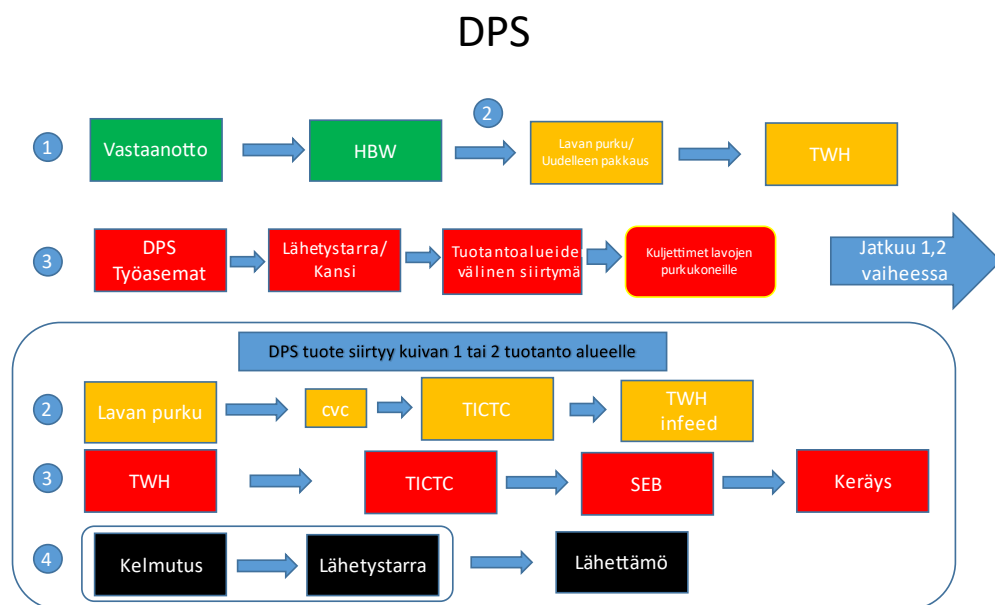
## 4.2 Tuotantovaiheiden muodostaminen

Suunnittelu aloitettiin perehtymällä materiaalivirran kulkuun järjestelmässä. Materiaalivirrasta tutkittiin, miten tuotteet liikkuvat vastaanotosta lähettämöön, josta tuotteet kerätään kuorma-autoihin asiakkaille kuljetettavaksi. Materiaalivirran selkeä ymmärrys oli työn kannalta erittäin tärkeää ja jakelukeskuksen alueellisten erojen vaikutus työntekoon



oli jo suunnitteluvaiheessa otettava huomioon. Jokaiselle kuvassa 1 havainnollistetulle tuotantoalueelle oli tehtävä erillinen kaavio tuotantovirrasta. Kaaviosta muodostettiin havainnollistava kuva, mistä ilmenee tuotteiden liikkumisjärjestys automaatiojärjestelmässä. Tuotantoprosessi voidaan jaotella pienempiin osiin, joiden yleiskuva on vastaanotto, lavojen purku, keräys ja lähetys. Tuotannossa nämä vaiheet pysyvät merkityksellisesti samoina kaikilla jakelukeskuksen alueilla, mutta näissä on huomattavia laitteellisia eroja varsinkin kuivan ja tuoreen keräysvaiheessa.

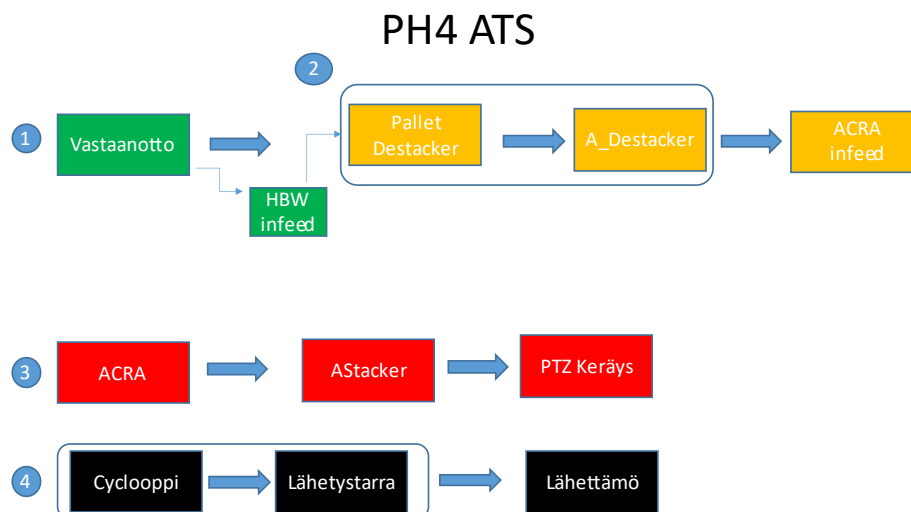
DPS- ja ATS-tuotantoalueet ovat täysin omanlaisia tuotantoalueitaan, vaikka niissäkin esiintyy sama tuotantovaiheiden kaavan perusrakenne. DPS-tuotannon vaiheiden erikoinisuus muuhun tuotantoon verrattuna on se, että DPS-alue on yhdistettynä Kuivan 1 ja Kuivan 2 lavanpurkamiskoneeseen. Tämä aiheuttaa väistämättä sen, että DPS-tuotannon tuotteet sulautuvat kuivan tuotantoalueen mukaan tehtyyn materiaalivirran tuotantovaiheeseen. Kuten kuvassa 5 on havainnollistettu tuotteet siirtyvät kuivan tuotannossa aiempaan vaiheeseen, mikä on havainnollistettu keltaisella värillä ja tuotannon vaihe numerointijärjestyksellä.



Kuva 5. DPS-tuotannon materiaalivirrasta tehty suunnitelma.

DPS-tuotannossa tuotteet liikkuvat taitettavissa DPS-laatikoissa, joiden pohjan pinta-ala on suunniteltu tarjottimien kanssa samankokoiseksi. DPS-laatikko yhdistyy lavanpurukoneen loppuosaan, jossa tuotteet erotellaan toisistaan ja asemoidaan omille tarjottimilleen. Tämän avulla myös DPS-laatikot kykenevät liikkumaan normaaleilla tarjotinkuljettimilla.

ATS-tuotantoalue toisin kuin DPS on täysin eristetty muusta tuotannosta. Kuvassa 6 on havainnollistettu ATS-alueen materiaalivirtaa. Vastaanottovaihe on huomattavasti lyhyempi muihin tuotantoalueisiin verrattuna, sillä tuotteet ajavat suoraan tuotteiden syötettyä vastaanottoon purettavaksi. Alue sisältää kaksi lavanosturia, joihin tuotteet voidaan väliaikaisesti varastoida tarvittaessa. Tämän takia kuvassa 6 HBW on merkitty pienempänä, ja tuotannon toinen vaihe alkaa lähes välittömästi.



Kuva 6. ATS-tuotannon materiaalivirrasta tehty suunnitelma.

Tuotteet saapuvat lavoittain vastaanottoon lihalaatikoihin pinottuina, joissa tuotteet pysyvät asiakkaalle asti. Tämän takia ATS-tuotantoalueella ei ole samanlaista lavanpurkamispistettä kuin muualla jakelukeskuksessa. Tuotteet nostetaan lavan päältä kaikki kerrallaan ja lasketaan lavan poistuttua alas. Tämän jälkeen laatikot puretaan pinoista yksittäisiksi laatikoiksi. Yksittäiset laatikot kulkevat TWH-varastoon. Kuvassa 6 tämä on merkattu ACRA-nimellä, sillä nosturit käsittelevät tuotteita ATS-laatikoissa samalla tavalla kuin muuallakin jakelukeskuksessa, jossa TCRA-nosturit käsittelevät tarjottimia.

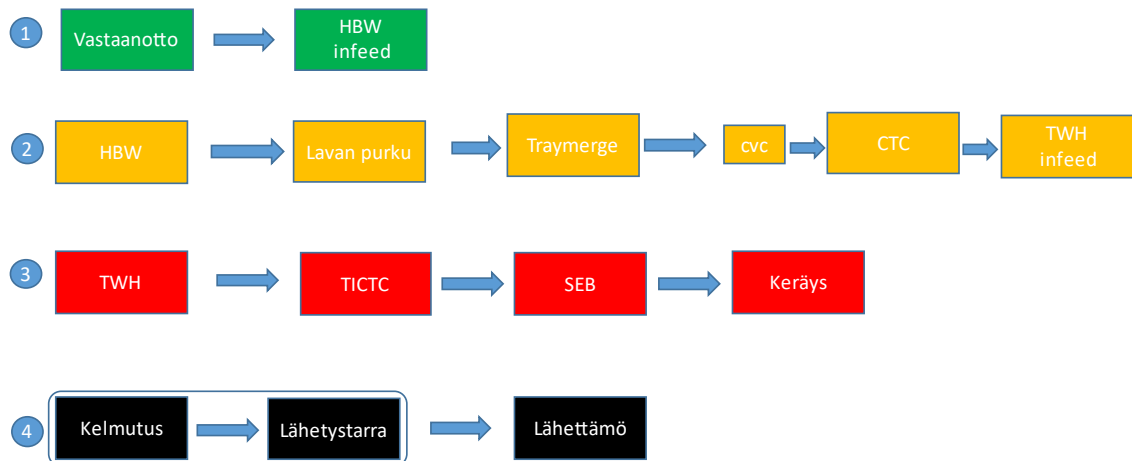
Tuotannon toinen vaihe pystytään rajaamaan ACRA-nosturivarastoon. Keräysvaiheessa ATS-laatikot pinotaan päällekkäin samalla tavalla kuin tuotannon purkuvaiheessa laatikot on purettu. Laatikkotornit ajetaan kiinni toisiinsa ja työnnetään rullakon tai lavan kyytiin. Tätä keräyskonetta käytetään myös Tuoreen 3 tuotannossa, joten tuotantovaiheen rajaus onnistuu samalla tavalla. Rajaus tuotteen lähetysvaiheessa asetettiin alkamaan keräyspisteessä olevan lavan tai rullakon lähdettyä eteenpäin keräysasemalta. Lähetysvaiheen kuvan 6 suunnitelmassa nähdään Cyclooppi. Tämä on ATS-tuotannossa keltomuttamisen korvannut laite, joka sitoo kiristysnauhalla ATS-laatikot toisiinsa.

Pakkanen seuraa samaa tuotannon kaavaa kuin Kuiva 1 ja Kuiva 2. Keräyksenä pakkasessa on vain automaatti COM-asemat ja HBW:n sisältämät CPS-asemat. Pakkanen sisältää oman lähettämön, joka on jakelukeskuksessa muusta poikkeava, sillä kaikista tuotantoalueista ainoastaan pakkasella on oma lähettämö. Ainoa yhteys pakkasesta muuhun tuotantoon on ”lähettämön silmukka” -nimellä tunnettu reitti, jossa lähettämön nostureihin menevien tuotteiden lisäksi tyhjä rullakot pääsevät liikkumaan eri tuotantoalueiden välillä. Tyhjiä rullakoita syötetään järjestelmään pelkästään Kuivan 1 ja Tuoreen 3 välissä olevassa Palte-nimisestä tilasta, joka näkyy kuvassa 1 merkittynä.

Jakelukeskuksessa Palte-alue toimii tyhjen rullakoiden syöttönä järjestelmään. Palte on muusta tuotannosta selkeästi erillään, ja se olisi toimintatarkoituksen perusteella järkevää sijoittaa tuotannontukemialueeksi. Alueen sijainnista johtuen se on määritettävä täysin omaksi alueekseen. Paltten sisältä löytyy myös pieni vastaanottopiste. Jakelukeskukseseen saapuneet tuotteet, jotka ovat valmiiksi pakattu asiakkaille lähteviksi, voidaan lähettää Paltten vastaanotosta suoraan lähettämöön ohittaen tuotannon kaikki vaiheet. Tuotteet kuten kukat, ovat automaation keräysjärjestelmään soveltumattomia tuotteita, joita ei voida päästää tuotantoon edes CPS-keräysasemille.

Kuvassa 7 on havainnollistettu pakkasen materiaalivirtaa, joka on suunnitelmallisesti identtinen Kuivan 1, Kuivan 2 ja Tuoreen 4 tuotannon kanssa. Punaisella merkattuun tuotannon keräysvaiheen on merkitty TICTC ja SEB, jotka ovat laitteita, joiden tehtävä on siirtää tuotteet oikeassa järjestyksessä kohti tilausten keräyskoneita.

## Pakkanen



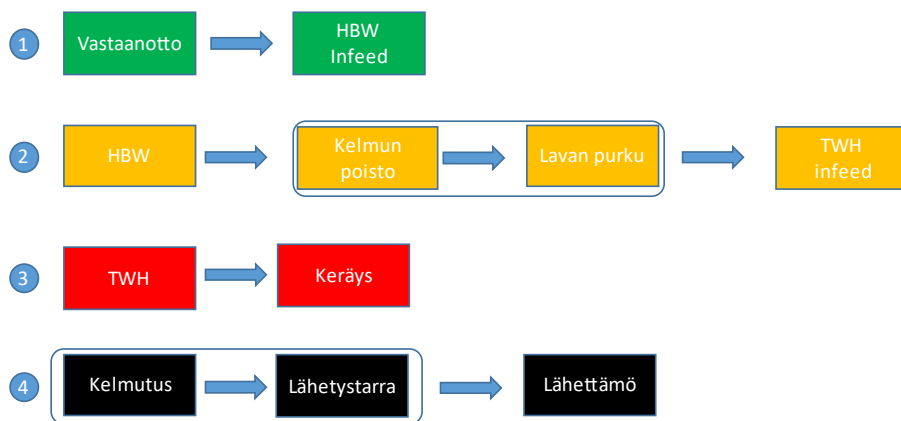
Kuva 7. Pakkanen materiaalivirrasta tehty suunnitelma.

Kuivan 1, Kuivan 2 ja Tuoreen 4 ovat tuotantovirran suunnittelutasolla identtisiä pakkanen kanssa. Ne eroavat kuitenkin laitteita yhdistävien linjastoverkoston rakennusarkkitehtuurissa huomattavasti. Ainoastaan Kuivan 1 ja Kuivan 2 tuotantoalueet ovat identtiset peilikuvat toisistaan. Alueiden samankaltaisuuden ansiosta tuotantovaiheiden suunnitelmat muodostui kuivan tuotannon osalta samanaikaisesti. Myös näiden tuotantoalueiden GC-ryhmät sijoittuvat tuotantoalueilla vastaavassa järjestyksessä. Tämä helpotti laiteluettelon muodostamista sekä kuljettimien piirroskuvien hakua ja tulkitsemista. Alkuperäisiä tuotannon laiteryhmiä tutkiessa kaikkien tuotantoalueiden jokainen laite oli kirjattu omilla laitetunnuksilla.

Kuvassa 8 on havainnollistettu tuotantovirran jakamista eri vaiheisiin Tuoreen 3 alueella. Vihreällä värillä on merkitty tuotannon vastaanottovaihe, keltaisella lavanpurkuvaihe, punaisella tilauksen keräysvaihe ja mustalla tilausten lähetysvaihe. Infeed-termeillä tarkoitetaan sitä, että tuotantovaihe vaihtuu kuljettimien siirrettyä tuotteet nosturivarastojen sisään syötöstä nosturin kyytiin. Vastaanottovaiheen määrittäminen oli materiaalivirran kannalta selkein, sillä tuotteen saapuessa jakelukeskukseen ajaa se pääsääntöisesti suoraan HBW-varastoon, jolloin tuote on materiaalivirran vaiheiden näkökulmasta saapunut jakelukeskukseen. Varsinaisesti tuote kuitenkin vastaanotetaan järjestelmään heti, kun järjestelmä hyväksyy tuotelavan vastaanoton lavasyöttöpisteestä [4, s. 5]. Lisäksi

Tuoreen 3 tuotantoalueen vastaanotosta tuotteet eivät pääse ohittamaan HBW-nosturi-varastoa. Jotta tuotteet pääsevät tuotantotilaan, on tuotteen kuljettava lavanosturin kyydillä. Jonka takia vastaanottovaihe vakiintui jokaiseen tuotannon alueeseen. Poikkeustapauksissa kuivan tuotantoalueelle saapunut tuote voidaan määrittää kulkemaan suoraan kohti kelmunpoistoa purettavaksi tai mahdollisesti suoraan leimauskoneelle ja lähettämöön, jos samaa tuotetta on tilattu täysi lavallinen. Tämänkaltaisissa poikkeustapauksissa, missä vastaanottoon saapunut tuote ajettaisiin suoraan lähettämöön sellaisenaan, eivät tuotteet seuraa materiaalivirran mukaan tehtyä suunnitelmaa samassa järjestyksessä. Tuotteet siirtyvät suoraan vastaanottovaiheen kuljettimilta lavanpurkuvaiheen kuljettimille ohittaen kuvassa 8 punaisella näkyvän keräysvaiheen ja siirtyen suoraan mustalla värjättyyn lähetysvaiheeseen.

### Tuore 3



Kuva 8. Materiaalivirtaa kuvaava suunnitelma tuotannon vaiheista, jossa tuotanto on jaettu Tuoreen 3 tuotantoalueella.

Edellä esitetyt materiaalivirtojen suunnitelmat toimivat aputyökaluina kirjatessa laiteosoitteita listaan, jossa laitteet täytyy kirjata tuotantovaiheittain järjestykseen. Valmiiksi muodostettuihin suunnitelmiin pystyi tukeutumaan laiteosoitteita kirjatessa. Erityisesti tutkiessa lähellä seuraavan tuotannonvaiheen rajapintaa. Suunnitelmaa rakentaessa pyrittiin muodostamaan jokainen tuotantoalue mahdollisimman samankaltaiseksi ja selkeäksi huomioiden kuitenkin tuotantoalueiden väliset erot. Suunnitelman saman kaltaisuu-della haettiin helpottamaan laiteosoitteiden kirjausta tuotannon eri alueilla.

Materiaalivirtaan perehtyessä olivat työkaluina käytettävissä automaatiojärjestelmän visualisaatio-ohjelma sekä LAC-kuvat, joissa jakelukeskuksen kuljetinreitit on piirretty GC-alueittain. Tuotteiden kulkua seurattaessa oli todettavissa, että automaatiojärjestelmässä on reittejä ja sijainteja, joissa eri suunnista tuotantoa saapuvat tuotteet kokoontuvat ja yhdistyvät. Tuotantoverkostossa olevat laitteet kuten lavanpurku- ja kelmuttamiskoneet ovat tämänkaltaisia laitteita, joissa materiaalivirta kokoontuu. Ongelmana näissä on se, että materiaalivirran kannalta tuotantovaihe vielä jatkuu näissä kohdissa. Jakelukeskuksessa on paikkoja, joissa kelmutuslaitteen jälkeen tuotteelle välittömästi leimataan lähetystarra. Tämän takia oli todettava, että näihin laitteisiin ei tuotantovaiheen rajaa voida laittaa. Tuotannon vaiheista oli piirrettävä vaiheittain laitteelta laitteelle suunnitelma helpottamaan laitteiden ryhmittelyä jakelukeskuksessa.

Kun on saatu tuotantovirran laitteet kirjattua kokonaisuuksina jokaiselle jakelukeskuksen tuotantoalueelle, oli huomattavasti helpompaa tarkastella, missä kohdissa tuotantovirralla on yhdistäviä tekijöitä alueiden välisien erojen välillä. Näistä selkeitä yhdistäviä vaiheita ovat tuotteen syöttäminen automaatiojärjestelmään ja sen kulkeutuminen HBW-varastoon. Tässä vaiheessa tuotteet ovat siis lavoilla niin, että jokaisella lavalla on vain yhtä tuotetta, kuten lavallinen banaanilaatikoita. HBW-varastosta tuotteet kulkevat TWH-varastoon, jossa tuotteet on eritelty lavan päältä omille tarjottimilleen.

Kuvassa 9 on nähtävissä erilaisia tuotepaketteja tarjottimilla menossa TWH-alueen tarjotinnosturin kyytiin, jossa tämä sijoittaa tuotteen sille määritettyyn hyllypaikkaan. Tämän tuotantovaiheen väliin jää lavanpurkukone, jossa tuotteet puretaan pois lavojen päältä ja asetetaan omille tarjottimilleen. Yksi vaihtoehto olisi ollut rajata tämä tuotantovaihe kahden osaan. Lavanpurkulaiteen kokonaisuuteen kuitenkin kuuluu kelmun poisto sekä tuotteiden asettaminen tarjottimille. Tämä vaikeutti aluejaon rajaamista pisteeseen, jossa tuotteet siirtyvät lavalta tarjottimelle.



Kuva 9. TWH (Tray Ware House) -tarjotinnosturi, jossa on tuotteita tarjottimilla [9.]

Tuotantovaiheen rajattua HBW-varastosta TWH-varastoon jakautuu tuotantovirran jokaiselle vaiheelle yksi tuotannon keskeisistä päälaitetekonaisuuksista. Tähän ratkaisuun päästiin kokeilemalla molempia vaihtoehtoja ja tutkimalla, miten molemmat ratkaisut sopivat kaikilla jakelukeskuksen tuotantoalueilla. Lisäksi tuotantoprosessissa tuotteet kulkevat tarjotinvarastoon pysähtymättä HBW-varastoon saapuneen käskyn saavuttua. Järjestelmä toimii lähettämällä HBW-varastoon käskyn kerätä hyllyllä olevasta tuotelavasta tarvittava määrä tuotteita tarjotinvarastoon, joten järkevintä oli lopulta rajata tämä alue kokonaan yhdeksi tuotantovaiheeksi.

Lisäksi erikoistuotantoalueet kuten DPS- ja ATS-alueilla tuotannon kohdat, joissa tuotteet puretaan lavoilta pois, ovat huomattavasti erilaisia muusta tuotannosta. Alueiden välillä säilyy selkeämpi samankaltaisuus rajattua tuotantovaiheet niin, että lavanpurku kuuluu tuotteiden varastointiin tarjotinvarastoon. Samalla tuotantovaiheelle muodostuu selkeämpi kokonaisuus, jossa tuotteet puretaan ja asetetaan tarjottimille. Tarjottimien kyydissä tuotteet kykenevät liikkumaan tarjottimille suunnitelluilla kuljettimilla kohti tarjotinvarastoa odottamaan keräyskäskyä.

Tuotannosta oli myös selkeästi huomattavissa jokaisessa tuotantoalueessa olevan tuotteiden keräyspiste, jossa tuotteet asetetaan joko automaattisesti tai manuaalisesti rullakon tai lavan kyytiin. Vaikka keräyspisteet eroavat eri tuotantoalueilla, on niiden käyttötarkoitus ja lopputulos sama, joten nekin olivat selkeä osakokonaisuus tuotantovaiheena. Tuotannon keräysvaiheeseen kuuluu tarjotinvarasto, sillä keräysvaihe alkaa järjestelmän vastaanotettua tilauksen, minkä jälkeen tarjotinnosturi aloittaa siirtämään tuotteita hyllypaikoilta kuljettimille.

Jakelukeskuksen tuotantoalueissa on huomattavia eroja tuotannonkeräysvaiheeseen siirryttäessä. Kuivan 1, Kuivan 2 ja pakkasen tuotannossa tarjotinvarastosta tuotteet ajetaan erilliseen lajittelunosturiin. Tuotteet ajetaan lajittelunosturin avulla oikeassa järjestyksessä kohti keräyspistettä. Tuoreen tuotantoalueilla tuotteet ajetaan oikeassa järjestyksessä suoraan TWH-varaston nostureista.

Keräyslaitteen rajaaminen tuotannon lähetysvaiheeseen kohdistettiin valmiin tuotelavan siirtymiseen keräyspisteeltä pois. Tästä muodostui samalla tuotannon viimeinen vaihe, sillä tuotteiden kerättyä ajaa kuljettimet valmiit tilaukset suoraan kelmutettavaksi ja leimattavaksi, jonka jälkeen tilaukset ajetaan lähettämöön odottamaan noutoa asiakkaille.

#### 4.3 Tuotantovirran vaiheiden määrittäminen

Tuotannon jakaminen eri vaiheisiin tuotteiden liikkumisen perusteella jakelukeskuksessa sisälsi useita haasteita. Poikkeustapauksissa tuotannosta voidaan määrittää tuotteet kulkemaan normaalista eroaviin reitteihin. Kulkureittien ollessa poissa käytöstä korjaustöiden takia voidaan valvomosta määrittää, että kyseinen linjasto on poissa käytöstä. MFC osaa ohjelmoida tuotteille uuden kulkureitin käytössä olevien reittien perusteella. Jokainen linjasto on kuitenkin rakennettu niin, että kulkusuunta on mahdollista vain tiettyyn suuntaan. Risteyskohdissa kuljettimet voivat ajaa tuotteita molempiin suuntiin. Tämän takia kriittisiin kohtiin ilmaantuneet viat aiheuttavat tuotannon seisomista.

Jakelukeskuksen kattavasta tuotantojärjestelmästä löytyy useasta paikasta kuljettimia, joissa tuotteet voivat liikkua useampaan eri suuntaan materiaalivirran tuotantovaiheesta riippuen. Esimerkiksi hedelmä- ja vihannesalueella tuotelavoja ajaessa HBW-varastosta



kohti kelmunpoistopistettä tuotelavat käyttävät matkan aikana VC0101-nimistä lavahissikuljetinta. Tuotelavan päästyä pois hissien kyydistä voi sama kyyseinen VC0101-hissi ottaa kyytiin valmiiksi kerätyn ja kelmuun pakatun tilauksen ja viedä tuotteet kohti lähettämää printterin kautta. Nämä aiheuttavat ristiriitaisia tulkintoja, mille tuotannon vaiheelle näiden yhteisten reittien kuljettimet kuuluu laittaa. Ratkaisuna tähän päädyttiin valitsemaan kyseiset kohdat alueisiin, joissa keskimääräisesti tuotteet kulkevat enemmän tuotannon kussakin vaiheessa. Laitteet kuten hissikuljettimet, jotka ulottuvat useampaan kerrokseen, voidaan jakaa osiin, joissa hissiin vievät ketjukuljettimet voidaan jakaa eri tuotannon vaiheille. Kuitenkin itse hissikuljetin täytyy päättää, mille tuotannon vaiheelle se asetetaan, vaikka sitä käyttää useampi tuotannonvaihe. Hissikuljetinta käyttävät enemmän tuotelavat, jotka liikkuvat HBW-varaston ja lavanpurkuaseman välillä. Tämä oli todettavissa siten, että tuotteet liikkuvat purkukoneelta takaisin HBW-varastoon, jos niitä ei pureta kokonaan. Tämän takia tuotelavoja liikkuu alueella enemmän kuin valmiiksi kerättyjä lavoja. Täten hissikuljetin valittiin lavanpurkuvaiheen osaksi.

Tuotantotiloista löytyy useita tuotannon tukilaitteita, kuten tyhjien lavojen ja tarjottimien pinontakoneita ja kokonaisia alueita, joissa liikkuu pelkästään tyhjiä tarjottimia, joille ei ole vielä määrätty mitään tuotetta. Myös nämä täytyy erotella materiaalivirrasta ja jakaa omille tuotannon alueille omaksi tuotannon tukiryhmäksi, koska jakelukeskuksen tuotteet eivät kulje näillä tyhjien tarjottimien kuljettimilla.

## 5 Työn toteutus

Materiaalivirran jakaminen toteutettiin kirjaamalla laiteryhmät Prodis-nimiseen tietokantaan, jossa jokainen laite tulisi ottaa huomioon vain kerran. Laiteryhmiä sai muodostettua tulostamalla tietokanta xlsx-tiedostona. Vanhoista laiteryhmistä täytyi tutkia, löytyykö uuteen laiteryhmään käyttökelpoisia laitekokonaisuuksia. Kun materiaalivirtaan käyttökelpoiset ryhmät löytyivät, pystyi pienempiä laitekokonaisuuksia siirtämään vanhoista laiteryhmistä uusiin ryhmiin Excelin avulla. Lopulta valmiiksi rakennettuun laiteryhmään oli suunniteltava ja toteutettava tarkistusmenetelmät, joiden avulla on todettava uuden laiteryhmän olevan puutteeton.

## 5.1 Prodis-tietokanta

Jakelukeskuksen automaatiolaitteistoissa tapahtuvat vikatilanneraportit kerätään yhteen Prodis-tietokantaan, jossa järjestelmä laskee automaattisesti samojen vikojen toistuvuuden samoilta laitteilta ja alueilta. Tätä tietokantaa pystytään rajaamaan hakemalla pudotusvalikosta LAC-ryhmä, jonka avulla pystytään tarkastelemaan halutuilta tuotantoalueilta ja laiteryhmiltä. Tähän kyseiseen pudotusvalikkoon pystytään rakentamaan omia määriytyksiä ja alueita, joita käyttäjä haluaa tarkastella tuotannosta. Hakurajaukseen pystytään määrittelemään myös haluttu ajanjakso ja näiden tietojen avulla tietokannasta voidaan rakentaa vikatiedoista tilastotaulukot.

Kuten kuvassa 10 on nähtävissä, tietokantaan rakennettavat laiteryhmät tulevat näkyviin "LAC Group\*" -sarakkeen alle. Tämän avulla voidaan hakea haluttu tuotantoalue, jota tarkastellaan. Lisäksi ajanjakso, jolta vikaraporttia halutaan kerätä, voidaan määrittää erikseen kuvassa 10 näkyvillä olevasta Start time\*- ja End time\* -valinnoista. Haun rajauksia sisältää myös erilaisia suodattimia, joiden avulla voidaan rajata hakutuloksista pois samat vikatilanteet, jotka tapahtuvat samalla laitteella pienen aikavälin aikana. Tämä auttaa suodattamaan tietokannasta jo vikatilassa olevan laitteen korjaustöistä aiheutuneet vikatilanteet.

The screenshot shows a search interface with the following fields and values:

- Start time \*: 28/02/2021 00:00
- End time \*: 01/03/2021 00:00
- 1. Blockings and Full-Load Options \*: %
- 2. Ident / Descr \*: %
- 3. Min/Max Duration[s] / Active Events (-1) \*: 10
- 4. Repeat-Filter (None or seconds) \*: 30
- 5. LAC Group \*: STD %

The LAC Group list includes:

- WIOSS FSH 1. Pallet 2. HBW
- WIOSS FSH 1. Pallet 3. Pallet Network
- WIOSS FSH 1. Pallet 4. Dispatch
- WIOSS FSH 2. Tray 1. Depal
- WIOSS FSH 2. Tray 2. Tray Warehouse
- WIOSS FSH 2. Tray 3. ACS/CPP/COM Supply
- WIOSS FSH 3. Tote 1. ATS
- WIOSS FSH 3. Tote 2. ATS/CPS Cranes
- WIOSS HBW GC
- WIOSS MDB Cranes
- WIOSS MDB Dispatch Lanes
- WIOSS MDB I/O Feeds
- WIOSS PROCESS PH3 +4 DEPAL

Repeat Filter counts multiple faults within x seconds as one single fault

Kuva 10. Kuvakaappaus raportin haku- ja suodatustyökalusta. [10.]

## 5.2 Tuotantoalueiden laiteosoitteiden kirjaaminen

Jokaisen kuljettimen GC- ja LAC-osoite elementteineen tulee kirjata SQL (Structured Query Language) -ohjelmointikielellä rakennettuun taulukkomaiseen tietokantaan. Jokaisen laitteen osoitetietojen lisäksi laitteilla on oltava lyhyt kuvaus, missä järjestelmän osassa laite on, mihin laiteryhmään se kuuluu ja mille tietokanta kokonaisuudelle se asetetaan. Näiden laitekirjausten avulla lopullinen vikatieto saadaan kerättyä järjestelmästä tilastotiedoiksi.

Tällä hetkellä tietokannasta löytyy valmiita laitekokonaisuuksia ja aluekokonaisuuksia, jotka pitävät sisällään kokonaisuudessaan kaikki jakelukeskuksen kuljetinlaitteet. Näitä valmiita tietokannan tietoja pystyttiin hyödyntämään uutta tietokannan kirjastoa rakentaessa tuotannon materiaalivirran mukaan. Työssä säästyi huomattavasti aikaa siinä, että järjestelmästä löytyy valmiita erilaisia tietokantoja, joissa laitteet on jo nimetty ryhmiensä mukaan, eikä niitä tarvitse uudelleen jokaista yksitellen kirjata ja nimetä. Jokainen tietokannan laiteryhmä oli tutkittava kuitenkin perusteellisesti läpi, jotta mahdolliset laitteet, jotka haluttiin siirtää eri ryhmiin, löytyivät. Jos laiteryhmä piti sisällään yhdenkin osoitteen, joka haluttiin siirtää eri tuotannon vaiheeseen, oli koko laiteryhmä kirjoitettava uudelleen uudeksi ryhmäksi.

Valmiisiin tietokantoihin perehtyminen oli siis tärkeää, sillä kyseinen tiedosto sisälsi noin 13 000 riviä kuljetinosoitteita, mutta raportin saatavuus Excel-muodossa tehosti työntekeä huomattavasti. Tietokannoista oli pantava merkille, mitkä laitekokonaisuudet ovat hyödyllisiä tuotannon materiaalivirran kannalta ja löytyykö niistä eroavaisuuksia. Jos eroavaisuuksia löytyi, oli kyseisen laiteryhmäkokonaisuuden avulla mahdollista kirjoittaa halutut laitteet ylös. Käyttämättömille laitteille täytyi myös löytää oma tuotannonvaihe, johon laitteet kirjataan. Esimerkkinä tyhjien lavojen pinoamiskoneet kuljetinyksiköiden seassa voitiin liittää tuotannon tukemislaiteryhmään.

Alkuperäiset järjestelmässä olevat laitelistat eroavat uudesta, materiaalivirran mukaan rakennetusta listasta. Alkuperäisissä laiteryhmissä keskitytään jakelukeskuksen kokonaisuuteen tuotantoalueisiin. Yhdeksi listaksi on kerätty esimerkiksi kaikki laitteet, jotka ovat koko tuoreen tuotantoalueella, sisältävät ATS-tuotannon. Samassa listassa on myös

Tuore 3 -vihannesalue sekä Tuore 4 -tuotantoalue. Materiaalivirran mukaan tuoreen alueesta rakennetusta listasta, Tuore 3, ATS-alue sekä Tuore 4 on jaoteltu tuotannon vaiheiden neljään osaan, kukin omille tuotantoalueilleen sekä kaikki omiksi laiteryhmiiksi. Alkuperäisiin listoihin on myös koottu erilaisia laitekokonaisuuksia jakelukeskuksen jokaisesta keräyskoneesta sekä lähettämön nostureista. Näitä ryhmiä ei uuden ryhmän muodostamisessa tarvinnut hyödyntää, sillä samat laitteet oli kirjattu myös WIOSS-tuotantoalueiden ryhmiin. Tarkistusvaiheessa oli kuitenkin hyödyllistä varmistaa myös keräyskoneiden sekä lähettämön nosturit sisältämät listat, jotta nämä laitteet oli varmasti lisätty materiaalivirran mukaan rakennetusta listasta.

Kuvassa 11 nähdään pieni osa Kuivan 1 tuotantoalueen tuotteiden vastaanottovaiheesta. Laitteet on ryhmitelty omiin laitekuvauksiin taulukon "Description" -sarakeessa, aluetarkennuksiin sekä omilla väreillä rajattuihin osiin. Näiden lisäksi jokainen rivi sisältää Group Control -sarakeen, LAC-sarakeen sekä POS-sarakeen. Nämä viittaavat laitteiden ohjelmallisiin osoitteisiin. POS-sarakeella tarkoitetaan kyseisen laitteen tarkennettuun elementtiin. Prosenttimerkillä tarkoitetaan SQL-kielellä käytettyä muuttujaa, joka tässä tapauksessa tarkoittaa kaikkia LAC-osoitteen sisältämiä elementtejä.

ALG System Area *	ALG Description *	ALG System Area Part *	ALG Group Control *	ALG LAC *	ALG POS *
1					
5368	WIOSS DRY 1. Pallet 1. Receiving	Phase1 Destacker	Lanes 001/002	01	05 %
5369	WIOSS DRY 1. Pallet 1. Receiving	Phase1 Destacker	Lanes 001/002	01	06 %
5370	WIOSS DRY 1. Pallet 1. Receiving	Phase1 Destacker	Lanes 003/004	01	15 %
5371	WIOSS DRY 1. Pallet 1. Receiving	Phase1 Destacker	Lanes 003/004	01	16 %
5372	WIOSS DRY 1. Pallet 1. Receiving	Phase1 Destacker	Lanes 005/006	01	25 %
5373	WIOSS DRY 1. Pallet 1. Receiving	Phase1 Destacker	Lanes 005/006	01	26 %
5374	WIOSS DRY 1. Pallet 1. Receiving	Phase1 Output Lane	Output Lane Receiving	01	17 %
5375	WIOSS DRY 1. Pallet 1. Receiving	Phase1 Pallet Conveyor	←-10190	01	41 %
5376	WIOSS DRY 1. Pallet 1. Receiving	Phase1 Pallet Conveyor	←-10190	01	42 %
5377	WIOSS DRY 1. Pallet 1. Receiving	Phase1 Pallet Conveyor	←-5000	01	31 %
5378	WIOSS DRY 1. Pallet 1. Receiving	Phase1 Pallet Conveyor	←-5000	01	32 %
5379	WIOSS DRY 1. Pallet 1. Receiving	Phase1 Pallet Conveyor	←-5000	01	33 %
5380	WIOSS DRY 1. Pallet 1. Receiving	Phase1 Pallet Conveyor	←-5000	01	34 %
5381	WIOSS DRY 1. Pallet 1. Receiving	Phase1 Pallet Conveyor	←-5000	01	35 %
5382	WIOSS DRY 1. Pallet 1. Receiving	Phase1 Pallet Conveyor	←-5000	01	36 %
5383	WIOSS DRY 1. Pallet 1. Receiving	Phase1 Receiving Lanes	Lane 001	01	00 %
5384	WIOSS DRY 1. Pallet 1. Receiving	Phase1 Receiving Lanes	Lane 001	01	01 %
5385	WIOSS DRY 1. Pallet 1. Receiving	Phase1 Receiving Lanes	Lane 001	01	03 %

Kuva 11. Kuvakaappaus Prodis 11 -tietokannasta Exceliin tulostetusta vikatielokantojen ryhmäluettelosta.

Keltaisella näkyvät Destacker eli tyhjen lavapinojen purkukoneet ovat juuri näitä laitteita, jotka tulisi siirtää vastaanottovaiheesta tuotannon tukemisen laiteryhmään. Tässä tapauksessa keltaisella värillä olevat Destackerit voidaan helposti siirtää pois vastaan-

otosta, sillä laiteryhmä ei sisällä laitteita, joita haluttaisiin tässä tapauksessa muihin ryhmiin. Vaaleanpunaisella värjätyt lavakuljettimet sisältävät laitteita, joita halutaan jakaa kahdelle eri tuotantoryhmälle. Osa kyseisellä ryhmällä olevista kuljettimista on käytössä vain tyhjillä lavapinoilla. Eli nämä olisi siirrettävä tuotantotukemisryhmään, mutta kaikki muut kuljettimet halutaan säilyttää vastaanoton tuotantovaiheessa. Tämän kaltaisissa tapauksissa täytyi laiteryhmät jakaa osiin ja kirjata tietokantaan uudestaan.

### 5.3 Materiaalivirrasta muodostettujen ryhmien tarkistus

Valmiiden laiteryhmiä tarkistamisessa täytyi saada selville, että jokainen laite on kirjattu tietokantaan. Tietokantaan kirjattavissa laiteryhmissä mikään laite ei saa esiintyä kahta kertaa tietokannassa. Jos laite olisi kirjattu useampaan tuotantovaiheen ryhmään samanaikaisesti, se aiheuttaisi vikojen keräyksessä kyseisen laitteen vikojen ilmenemisen kahdessa eri paikassa. Vikojen seurannassa vikoja olisi siis enemmän mitä todellisuudessa.

Tietokantojen laiteryhmät saatiin tarkistettua Microsoft Excelillä tekemällä erillisen taulukon työssä tehdystä laiteluettelosta sekä toisen taulukon valmiista laiteryhmistä, joista löytyy automaatiojärjestelmän jokaisen laitteen osoitteet. Näihin taulukoihin täytyi jokaiselle laiteosoitteelle rakentaa oma merkkijonotunnus eli ID-osoite. Merkkijonon muodostus onnistui Excel komennolla ”=CONCATENATE”, jolla yhdistettiin laitteen GC, LAC ja elementtiosoitteet omaksi ID-osoitteeksi. Tämän jälkeen pystyttiin ”=ISNUMBER(MATCH(...))” -komentoyhdistelmällä tarkistamaan, löytyykö jokainen laiteosoite materiaalivirran mukaan tehdystä laiteryhmästä. Jos jokin laite puuttui, se ilmeni Check list -sarakeesta arvona false. Lopuksi pystyttiin tarkistamaan koko laiteluettelosta, löytyykö saman laitteen osoitteita mistään muualta listaa käyttämällä Excelin työkalua ”Korosta soluja, joissa on samoja arvoja”. Samojen laitteiden haku kohdistettiin aiemmin luotuun ID-listaan, josta kaikki laitteen tarkentavat osoitetiedot oli kerätty yhdeksi merkkijonoksi. Näiden työkalujen avulla taulukoista pystyttiin rajaamaan esille kaikki eroavaisuudet kahden eri taulukon välillä, jolloin mahdollisten virheiden tai puutteiden paikantaminen oli mahdollista.

Kuvassa 12 on havainnollistettu, miten ID-sarakkeelle muodostuu Group Control-, LAC- ja POS-sarakkeiden mukaan oma ID-osoite. Sarakkeessa ”Check list” on käytetty ID-

sarakkeessa luotua merkkijonoa, jota on verrattu toisessa välilehdessä olevan luettelon jokaiseen ID-osoitteeseen. Tarkistuslistaa rakentaessa oli huomioitava, että haettavan listan rivit oli lukittava komentoriviä rakentaessa. Jos hakualuetta ei oltaisi lukittu, olisi hakemisto mennyt aina yhdellä rivillä eteenpäin seuraavaa laitetta hakiessa. Tästä olisi aiheutunut tapaus, jossa viimeistä tarkistettavaa laitetta olisi haettu ainoastaan verrattavan listan viimeiseltä riviltä. Verrattava lista on materiaalivirran mukaan rakennettu laiteryhmäluettelo, johon on myös rakennettu ID-osoitteet jokaiselle laitteelle. Ehjä laiteluettelo, johon on kirjattu jakelukeskuksen jokainen laite, oli verrattava työssä tehtyyn materiaalivirran mukaan rakennettuun luetteloon. Jokainen laite oli käytävä laiteryhmistä läpi materiaalivirran luettelosta. Jos haku olisi tehty vastakkain, olisi puuttuvien laitteiden ollut mahdollista jäädä vertailun ulkopuolelle.

	B	C	D	E	F	G	H	I
	ALG Description *	ALG System Area Part *	ALG Group Control *	ALG LAC *	ALG POS *	ID	CHECK LIST	GC/LAC/ID
1								
2	Phase1 Destacker	Lanes 001/002	01	05	%	0105%	TRUE	0105
3	Phase1 Destacker	Lanes 001/002	01	06	%	0106%	TRUE	0106
4	Phase1 Destacker	Lanes 003/004	01	15	%	0115%	TRUE	0115
5	Phase1 Destacker	Lanes 003/004	01	16	%	0116%	TRUE	0116
6	Phase1 Destacker	Lanes 005/006	01	25	%	0125%	TRUE	0125
7	Phase1 Destacker	Lanes 005/006	01	26	%	0126%	TRUE	0126
8	Phase1 Output Lane	Output Lane Receiving	01	17	%	0117%	TRUE	0117
9	Phase1 Pallet Conveyor	+10190	01	41	%	0141%	TRUE	0141
10	Phase1 Pallet Conveyor	+10190	01	42	%	0142%	TRUE	0142
11	Phase1 Pallet Conveyor	+5000	01	31	%	0131%	TRUE	0131
12	Phase1 Pallet Conveyor	+5000	01	32	%	0132%	TRUE	0132
13	Phase1 Pallet Conveyor	+5000	01	33	%	0133%	TRUE	0133
14	Phase1 Pallet Conveyor	+5000	01	34	%	0134%	TRUE	0134
15	Phase1 Pallet Conveyor	+5000	01	35	%	0135%	TRUE	0135
16	Phase1 Pallet Conveyor	+5000	01	36	%	0136%	TRUE	0136
17	Phase1 Receiving Lanes	Lane 001	01	00	%	0100%	TRUE	0100
18	Phase1 Receiving Lanes	Lane 001	01	01	%	0101%	TRUE	0101

Kuva 12. Ehjästä laiteryhmäluettelosta otettu kuvakaappaus, johon on lisätty tarkistusmenetelmät

Kuvassa 13 nähdään ID-osoitteiden avulla tarkistuksessa ilmenneet laitteet, joista sama laite oli kirjattu useampaan paikkaan. Samojen laitteiden paikannusmenetelmissä tuli kuitenkin ilmi, että rivit, joissa position paikalla on käytössä prosentimerkki, ei kata vaihtoehtoa, joissa jokin laitteen elementti olisi rajattu eri ryhmässä prosentilla. Toisessa ryhmässä laite olisi rajattu tarkennetuin elementtiosoitteineen.

ALG Material flow step *	ALG System Area *	ALG Description *	ALG System Area Part *	ALG Group Control *	ALG LAC *	ALG POS *	Column1
Palte	WIOSS DRY 1. Pallet 6. XDock / Reverse	Phase1 XDock Inbound	Destacker Dolly	03	05	05	030505
Palte	WIOSS DRY 1. Pallet 6. XDock / Reverse	Phase1 XDock Inbound	Inbound Dolly	03	05	05	030505
HBW/Desi	WIOSS FSH 1. Pallet 2. HBW	Phase4 2C PCRA Outfeed	PCRA59B	34	55	%	3455%
ATS Dispa	WIOSS FSH 1. Pallet 3. Pallet Network	Phase4 2C ATS Outbound	Conveyor + 5000	34	55	%	3455%
Fresh4. su	WIOSS FSH 2. Tray 3. ACS/ CPP/ COM S	Phase4 4C Empty Tray Buffer	COM Tray Stackers	47	04	%	4704%
TWH to CC	WIOSS FSH 2. Tray 3. ACS/ CPP/ COM S	Phase4 4C TEXTC	Conveyor + 6400	47	04	%	4704%
Fresh3. su	WIOSS FSH 2. Tray 2. Tray Warehouse	Phase3 8C TWH Conveyors	Clear/Empty Tray Supply	44	59	%	4459%
Fresh3. su	WIOSS FSH 2. Tray 2. Tray Warehouse	Phase3 8C TWH Conveyors	Temperature Exchange	44	59	%	4459%
DEP to TW	WIOSS FSH 2. Tray 1. Depal	Phase3 4C TWH Infeed + 7600	TCHN422	42	12	04	421204
DEP to TW	WIOSS FSH 2. Tray 1. Depal	Phase3 4C TWH Infeed + 7600	TCRA012	42	12	04	421204
Dry 2. DEP	WIOSS DRY 2. Tray 1. Depal	Phase2 Empty Tray Supply	WS X-Dock	56	71	%	5671%
Dry 2. DEP	WIOSS DRY 2. Tray 1. Depal	Phase2 VC Outfeed	CVC-5561	56	71	%	5671%

Kuva 13. Materiaalivirran laiteryhmäluettelosta otettu haku, josta ilmenivät ei-halutut laiteparit.

Ratkaisuna oli tehdä toinen haku, jossa rakennetaan kuvan 12 mukaisesti ID-osoitteet laitteille ilman elementtiosaa. Tästä pystyttiin tarkentamaan hakua samoihin LAC-osoitteisiin asti. Nämä ryhmät voitiin suodattaa erillään prosenttimerkin ja numeroiduin elementtien mukaan.

Lopputarkistuksen menetelmänä olisi vaihtoehtoisesti voitu rakentaa erillinen SQL-ohjelmapohjainen tietokanta. Erilliseen tietokantaan olisi syötetty kaikki olemassa olevat laiteryhvät. SQL-tietokannan avulla oltaisiin saatu luotua lista olemassa olevista laitteista, jossa laitteet olisi saatu näkymään numerojärjestyksessä. Tämän kaltaisen järjestyksellisen listan avulla olisi laiteryhmiä tarkastaminen ollut huomattavasti helpompaa tarkistusvaiheessa. Oli kuitenkin todettavissa, että erillistä SQL-tietokantaa ei ollut järkevä lähteä rakentamaan, sillä se olisi tuottanut paljon ylimääräistä lisätyötä. Tarkistukset oli mahdollista toteuttaa myös Excelillä käyttämällä sisään rakennettuja työkaluja ja ohjelmakomentoja. Lukuisten rivien ja suodatusten muodostuessa laiteryhmiin tehtävien hakujen latausajoissa alkoi olemaan kuitenkin huomattavia kasvuja ja mahdollisuuksia tiedoston kaatumiseen. Tämä ei ollut kuitenkaan työn kannalta ongelma, sillä nämä olivat vain tietokannan tarkistukseen tehdyt työkalut. Tarkistuksessa todettiin materiaalivirran laiteryhmiä olevan tarkoituksen mukaiset, jonka jälkeen voitiin aloittaa laiteryhmiä kirjoittaminen tietokantaan.

## 6 Vikatietotilastojen tulkinta ja käyttö

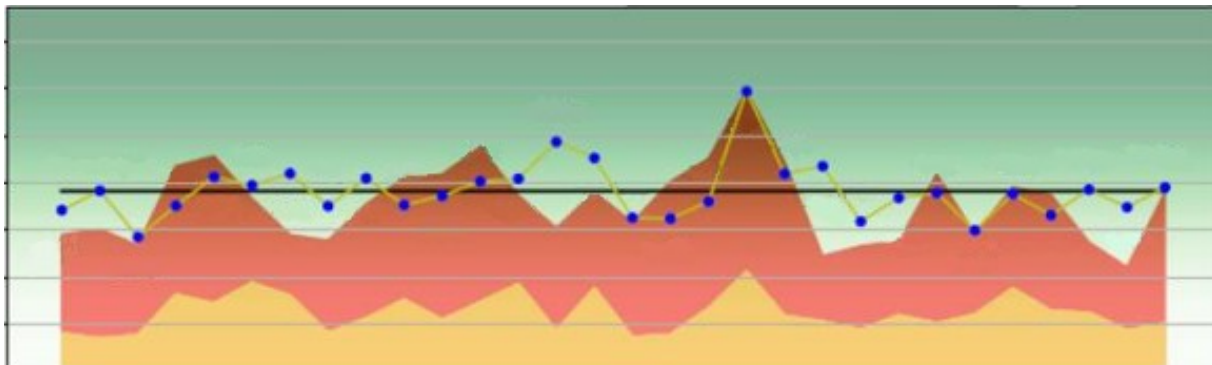
Työssä rakennetun vikatietojen avulla tietokannasta voidaan tulevaisuudessa tehdä erillisen ohjelman avulla piirtää kuvaajat, jotka näyttävät tilastoina tuotannon vikatilanteiden keskittymiä. Kuvaajista tullaan näkemään heti, jos näytteenottoalueella on muusta tuotannosta poiketen enemmän vikoja tuottava laite. Kuvaajista voidaan myös nähdä, montako vikaa alueelle syntyy sataa tuotelavallista kohden. Tarjotinalueilla otantalaajuus on tuhatta tarjotinta kohden. Tietokantaan materiaalivirran mukaan rakennetussa vianseurantaryhmässä keskitytään tuotteiden kulkuun järjestelmässä. Sen avulla saadaan parempi kuva vioista, joilla on vaikutusta tuotannosta johtuvaan hävikkiin. Vikatietoraporttien avulla voidaan siis seurata tarkemmin vikojen keskittymiä materiaalivirran kannalta, jolloin toistuvien vikojen paikantaminen onnistuu tuotantovirrasta helpommin. [11.]

Toistuvia vikoja voidaan paikantaa järjestelmästä vianseurantakaavioiden avulla. Kaavioiden avulla voidaan kehittää laitteiden sekä järjestelmän teknistä käytettävyyttä. Kestävyyden lisääminen järjestelmässä tuo vuorovaikutuksena tuotannolle lisää läpimenon tehokkuutta. Virhetilanteita aiheuttavan laitteen syy olisi selvitettävä. Vikojen aiheutuminen voi johtua muun muassa tuotannossa tapahtuvista operatiivisista syistä, laitteiden ajan myötä muuttuneista säädöistä, osien kulumisesta tai ajoitusvirheistä. Järjestelmässä voi aiheutua häiriötilanne, jos peili sekä sensori on liikahtanut pois niille tarkkaan määritetyiltä paikoilta. Vikoja voi olla vaikea paikantaa, sillä laitteet voivat toimia pitkään aiheuttamatta virhettä. Tämän kaltaiset vaikeasti havaittavat häiriöt, jotka eivät välittömästi aiheuta vikatilannetta, on tietokannan avulla helpompi paikantaa. Tietokanta mahdollistaa myös järjestelmässä aiheutuvien vikojen kehittymisen seurannan tutkimalla tuotantoa pitkillä aikajaksoilla. Tietokannan avulla voidaan myös seurata korjaavien toimenpiteiden positiivisia vaikutuksia järjestelmässä. [12; 13.]

Tietokannassa olevista alkuperäisistä laiteryhmistä on jo rakennettu ohjelma, jossa laitteiden vikatiedoista on saatu rakennettua kuvaajat vikojen tilastotiedoista, kuten kuvassa 14 on havainnollistettu. Kuvaaja muodostetaan vikojen määrästä, joita verrataan käyttäjän valitsemaan ajanjaksoon. Kuvaajasta voidaan tulkita teknillisten sekä operatiivisten vikojen verrannollisuutta tuotannosta ja näiden muodostamaa vikasuhdetta. Ohjelma täytyisi muokata uudelleen niin, että se sisältäisi uudet materiaalivirran mukaan raken-



netut laiteryhvät. Tämän takia tilastotietoja tuotantovirran mukaan rakennetuista laiteryhmistä ei tässä raportissa tulkita. Tilaajan pyynnöstä kuvaajasta on poistettu numeraaliset arvot sekä otsikkosarakkeet.



Kuva 14. Esimerkkikuva ennestään olevasta vikatiheyden kuvaajasta. [14.]

Työssä tietokantaan tehdyn lisäyksen avulla nähdään erityisesti tuotteisiin vaikuttavien vikatilanteiden tilastotietoa, joista voidaan paremmin tulkita vikojen keskittymiä laitteilla, joilla on suora vaikutus tuotteiden kulkuun. Erityisesti mahdollisia myyntikelvottomia tuotteita aiheuttavat viat ilmenevät helpommin. Tulevaisuudessa rakennettavan visuaalisten materiaalivirtakuvaajien avulla tietokannasta voidaan tulkita tehokkaammin vikakohdat, joilla on suora vaikutus tuotteisiin.

## 7 Yhteenveto

Opinnäytetyössä tavoitteena oli tutkia materiaalivirran kulkua Inex Partnersin omistaman jakelukeskuksen automaatiojärjestelmässä, toteuttaa rajaukset materiaalivirran liikkumisen perusteella ja kirjata jokaisen laitteen osoitetiedot Prodis-tietokantaan. Työhön kuului rakennetun tietokantalaiteryhmän tarkistusmenetelmän suunnittelu ja toteutus. Lopuksi tarkistettut laiteryhvät kirjattiin tietokantaan.

Työn ansiosta tietokannasta pystyy seuraamaan työssä määritellyistä alueista automaatiojärjestelmässä tapahtuvia vikoja. Työ toimii valmisteluna erilliselle ohjelmalle, jolla laiteryhmästä voidaan tulostaa kuvaajia vikojen tilastotiedoista. Kuvaajat vikojen tilastotiedoista rajattiin työstä pois, sillä tietokantaa käsittelevästä ohjelmasta vastaa erillinen ohjelmoija.

Kaikki työn vaiheet saatiin toteutettua ja tavoitteisiin päästiin. Tuloksena työssä saatiin toteutettua tuotannolle vaiheet jakelukeskuksen jokaiselle tuotantoalueelle materiaalivirran mukaan. Uusi laiteryhmäisyys saatiin rakennettua Prodis-tietokantaan, johon on otettu jakelukeskuksen jokainen laite huomioon niin, että jokainen laite esiintyy listassa vain yhden kerran. Laiteryhmälistan tarkistusmenetelmät onnistuttiin rakentamaan Microsoft Excelin avulla tekemällä siihen pienimuotoisia komentorivejä, joiden avulla laiteosoitteita voidaan verrata alkuperäisen tietokannan mukaan rakennetuista laiteluette-loista uuteen materiaalivirran mukaan rakennettuun luetteloon.

## Lähteet

- 1 Storage systems, order picking, warehouse software, warehouse logistics - economic automation and optimization with WITRON. 2019. Verkkoaineisto. Wioss Witron On Site Services GmbH. <<https://www.witron.de/en/>>. Luettu 9.3.2021.
- 2 WITRON SERVICE Life Cycle & Operative Solutions. 2020. Verkkoaineisto. <<https://www.witron.de/en/witron-service.html>> Luettu 16.4.2021.
- 3 WITRON realizes one of the world's largest food retail logistics centers in Finland. Verkkoaineisto. Wioss Witron On Site Services GmbH. <<https://www.witron.de/en/news-detail/article/witron-realisiert-in-finnland-eines-der-groessten-food-retail-logistikzentren-weltweit.html>> Luettu 30.3.2021.
- 4 OPM Geneal Information. 2014. Tilaajayrityksen sisäinen dokumentti.
- 5 Sandborg, Ilari. 2021. Development Lead, Wioss Witron On Site Services GmbH, Sipoo. Keskustelu 18.02.2021.
- 6 Sandborg, Ilari. 2020. Tiedon toistuvan analysoinnin automatisointi. Insinööri-työ. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 7 Moisanen, Antti. 2021. Technical Training, Wioss Witron On Site Services GmbH, Sipoo. Haastattelu 08.02.2021.
- 8 Pr01. 2021. Tilaajayrityksen sisäinen dokumentti.
- 9 Intelligent dynamics for the promise of freshness. Verkkoaineisto. Wioss Witron On Site Services GmbH. <<https://www.witron.de/en/news-detail/article/intelligente-dynamik-fuer-das-frischeversprechen.html>> Luettu 9.3.2021.
- 10 Sandborg, Ilari. 2021. Development Lead, Wioss Witron On Site Services GmbH, Sipoo. Sähköpostikeskustelu 1.3.2021.
- 11 Sandborg, Ilari. Development Lead. Räsänen, Marko. Head of Maintenance. Vuorio, Antti. 2021. Maintenance Manager, Wioss Witron On Site Services GmbH, Sipoo. Keskustelu. 3.2.2021.
- 12 Marttinen, Niko. 2021. Service Technician, Wioss Witron On Site Services GmbH, Sipoo. Haastattelu 27.03.2021.
- 13 Räsänen, Marko. 2021. Head of Maintenance, Wioss Witron On Site Services GmbH, Sipoo. Sähköpostikeskustelu 20.4.2021.

14 Fault Rate and Duration. 2021. Tilaajayrityksen sisäinen dokumentti.