

Juha Heiskanen

# Automaatiojärjestelmän aluejako ja virheseurannan suunnittelu

---

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

8.8.2017

Tekijä(t) Otsikko	Juha Heiskanen Automaatiojärjestelmän aluejako ja virheseurannan suunnittelu
Sivumäärä Aika	25 sivua 8.8.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Automaatiospesialisti Rami Kinnunen Lehtori Markku Inkinen
<p>Tämä insinöörityö tehtiin Inex Partners Oy:n rakennuttamaan automaattiseen logistiikkakeskukseen, johon Witron suunnittelee ja rakentaa automaatio-osuuden.</p> <p>Työn aiheena oli jakaa rakenteilla oleva automaatiojärjestelmä nimettyihin alueisiin, joita tulitisiin hyödyntämään virheseurannassa ja kunnossapitoinsinöörien työssä. Toisena osiona työssä oli automaatiojärjestelmän liikenteen seurannan suunnittelu, jonka avulla suhteutetaan virheiden määrä järjestelmässä liikkuvien kuljetusyksiköiden tai kerättyjen tuotteiden määrään.</p> <p>Työssä käsitellään järjestelmän alueiden jaottelu ja se, miksi päädyttiin tiettyihin lopputuloksiin, liikenteen seurantaan tarvittavat toimenpiteet sekä miten edellä mainittuja käytetään virheidenseurantaan. Lisäksi työssä käydään läpi teoriaa kunnossapidosta, johon tämä työ on tiukasti sidoksissa, sekä esitellään lyhyesti Witronin kehittämiä logistiikan automatisointimenetelmiä.</p> <p>Työn tuloksena syntynyt aluejako ja liikenteenseuranta yhdistettynä tullaan ottamaan käyttöön osaksi uuden automaatiojärjestelmän virheidenseurantaa. Lopputulosta tullaan hyödyntämään kunnossapidon vastuualueiden jaossa ja automaatiojärjestelmän alueiden virhetrendien seurannassa.</p>	
Avainsanat	Varastoautomaatio, virheseuranta, kunnossapito

Author(s) Title	Juha Heiskanen Automation System Development – Dividing the System into Sections and the Planning of Fault Diagnosis
Number of Pages Date	25 pages 8 August 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Technology
Specialisation option	
Instructor(s)	Rami Kinnunen, Automation Specialist Markku Inkinen, Senior Lecturer
<p>This study was made for Witron who is building an automated logistic solution for a new Inex Partners Oy distribution center. The distribution center will be fully automated and when ready, it will be one of the world's biggest logistic projects.</p> <p>The first goal of this study was to divide the third phase of the distribution center into sections to help make fault diagnostics possible. The second goal was to investigate possibilities of keeping track of traffic in each of the areas divided. The final goal was to support maintenance team finding repeating faults in the system and help them keep track of each section of the automation system.</p> <p>In this study, the steps made for the planning of the divided areas and how the traffic is tracked in each area are presented. The materials used to plan the new areas were manufacturing flow charts, local area control charts and building plans. The maintenance as a field and different types of maintenance are introduced in the theory section of this thesis.</p> <p>The result of this study is a configuration of the new areas to a database and the information needed for tracking the traffic in each of the areas. The results will be used in the monitoring of faults and in a presentation of fault trends to see the overall situation of the automation system, regarding faults. Each one of the divided areas will be handed over to a maintenance engineer to be responsible for that certain area.</p>	
Keywords	Warehouse automation, fault diagnostics, maintenance

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Työn tarkoitus ja tavoitteet	2
2.1	Automaatiojärjestelmän virheiden seuranta	2
2.2	Järjestelmän aluejako	3
2.3	Liikenteen seuranta	4
3	Kunnossapito	6
3.1	Kunnossapidon määrittely	6
3.2	Tehokkuus, tekninen suorituskyky ja käyttövarmuus	7
3.3	Kunnossapitomenetelmiä	8
3.3.1	Ehkäisevä kunnossapito	8
3.3.2	Korjaava kunnossapito	10
4	Tuotantoalueet ja käytettävät menetelmät	11
4.1	Keräysmenetelmät (CPP, ACS, DPS)	12
4.1.1	CPP	12
4.1.2	ACS	12
4.1.3	DPS	13
4.2	Järjestelmässä sijaitsevat pääalueet	13
4.2.1	High Bay Warehouse	13
4.2.2	Dispatch	13
4.2.3	Receiving	14
4.2.4	Tray warehouse	14
5	Työn valmistelu ja suunnittelu	15
5.1	Materiaalivirta	15
5.2	Liikenteen seurannan suunnittelu	17
6	Työn toteutus	18

6.1	Aluejako	18
6.1.1	Aluemäärittelyn ensimmäinen vaihe - Kuljetusalustajaottelu	19
6.1.2	Toinen vaihe - Lämpötila-alueiden määrittely	21
6.1.3	Kolmas vaihe - Alueen nimi	22
6.1.4	Neljäs vaihe - alaryhmä ja yksikön nimi	22
6.2	Liikenteen seurannan toteutus	23
7	Loppusanat	24
	Lähteet	25

## Lyhenteet

ACS	Automatic Case Stacking. täysautomaattinen tuotelaatikoiden pinoaja.
CPP	Case Piece Picking. Puoliautomaattinen keräysmenetelmä, jossa tuotteiden pinoamisen suorittaa ihminen.
DPS	Dynamic Picking System. Puoliautomaattinen keräysmenetelmä, jossa tuotteet kerätään valo-opasteiden avustuksella.
GC	Group Control. Suurempi alue, johon sisältyy useita Local Area Control -moduuleita.
HBW	High Bay Warehouse. Korkeavarasto, johon varastoidaan pitkäaikaisesti säilytettävät lavat.
LAC	Local Area Control. Alue johon sisältyy useita eri laitteita, jotka kuuluvat samaan moduuliin.
MFC	Manufacturing Flow Control. Materiaalivirran ohjaus. MFC kertoo ohjelmoitavalle logiikalle, minne kuljetusyksiköt ohjataan.
TC	Transfer Car. Horisontaalisuunnassa kiskoilla kulkeva kuljetusvaunu.
VC	Vertical Conveyor. Vertikaalisuunnassa kulkeva tarjotin- tai lavahissi.

## 1 Johdanto

Insinööri työ tehdään WIOSS Witron On Site Services GmbH -yhtiölle, joka on emoyhtiö Witronin kunnossapitoyksikkö. Työ on tehty Sipooseen rakennettavaan jakelukeskukseen, johon Witron suunnittelee ja rakentaa automaatio-osuuden. Jakelukeskus on Inex Partners Oy:n tilaama ja yksi maailman suurimmista automatisoiduista logistiikkaprojekteista. [1.]

Työn tarkoituksena on automaattisen logistiikkakeskuksen automaatiojärjestelmän jaottelu osiin, ja virheseurannan valmistelu ja toteutus kunnossapidon tueksi. Tässä työssä jakelukeskuksen kolmannen rakennusvaiheen automaatiojärjestelmä on jaettu soveltuviin alueisiin, jotta määritellyt alueet voidaan jakaa alueista vastaaville kunnossapitoinsinööreille ja jokaiselle järjestelmässä tapahtuvalle virheelle on määritetty osoite järjestelmässä. Kyseessä on suuri alue, vaikka tämä kolmas vaihe on vain yksi vaihe viidestä. Alue koostuu useista kerroksista, joissa jokaisessa on useita automaatiolaitteita. Aluejako on myös perusteltua, jotta alueinsinööreille voidaan määrittää omat vastuualueet, joiden vikoja he voivat seurata, ja pureutua niiden ongelmiin. Alueiden määrittämisen jälkeen ne on tarkoitus konfiguroida Witronin seurantajärjestelmään. Jotta järjestelmän tuottamaa virhedataa pystyttäisiin seuraamaan suhteutettuna järjestelmässä liikkuvien kuljetusyksiköiden tai kerättyjen tuotteiden määrään, täytyy myös määrittää, miten alueiden liikennemääriä saadaan seurattua ja mikä liikenne kuuluu mihinkin alueeseen.

## 2 Työn tarkoitus ja tavoitteet

Työn ydintavoitteisiin kuuluu kunnossapidon työn edesauttaminen. Kunnossapidon työtä helpottaa merkittävästi, kun asiantuntijat pystyvät seuraamaan oman vastualueensa vikojen määrää suhteutettuna liikenteen määrään. Tässä työssä perehdytään tähän vikojen ja liikenteen määrän suhteeseen.

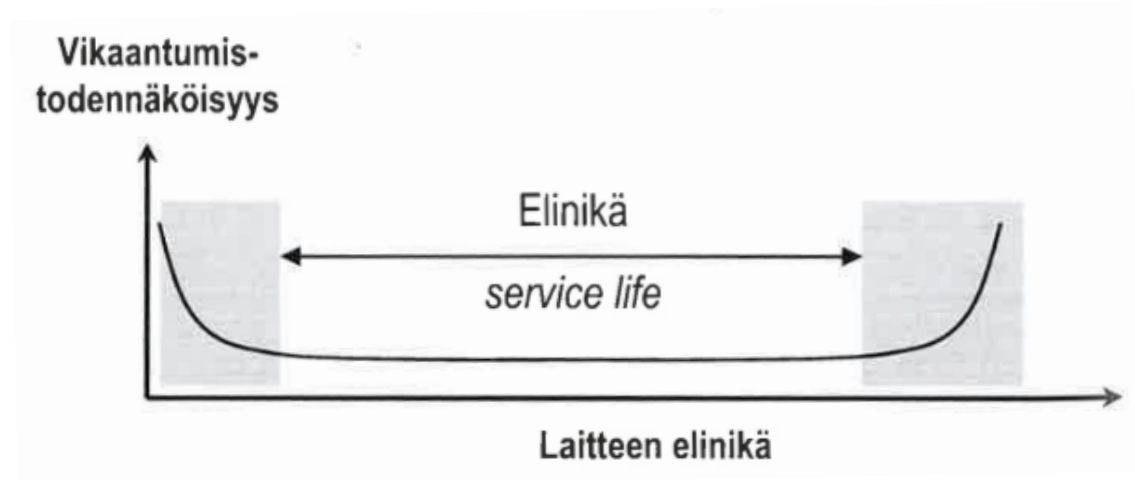
Tässä tapauksessa logistiikkakeskuksen aluejako on tarpeellinen, sillä keskus on fyysiseltä kooltaan erittäin suuri. Inexin vuonna 2018 valmistuva jakelukeskus käsittää noin 195 000 m<sup>2</sup> pinta-alan, ja on tilavuudeltaan 3 400 000 m<sup>3</sup> [1]. Keskus rakennetaan asteittain viidessä vaiheessa, joista viimeisin on tarkoitus ottaa käyttöön vuoden 2018 loppuun mennessä. Jakelukeskuksen ensimmäisessä ja toisessa vaiheessa käsitellään kuivat elintarvikkeet, joita voidaan varastoida huoneenlämmössä. Kolmannessa vaiheessa käsitellään vihannekset ja hedelmät, joita käsitellään +4 °C, +8 °C ja +13 °C:n lämpötiloissa. Neljäs vaihe liittyy tuoretuotteiden käsittelyyn +2° C, ja viides vaihe pakasteiden käsittelyyn (-26 °C). [2.]

### 2.1 Automaatiojärjestelmän virheiden seuranta

Kun automaatiojärjestelmän laitekanta kasvaa ja järjestelmässä alkaa olla useita samantyyppisiä laitteita, niitä pystytään vertaamaan keskenään. Tämä tekee huoltotarpeen ja huoltojen suunnittelusta ja arvioimisesta helpompaa.

Valmistuessaan lähes täysin automaattinen logistiikkakeskus on merkittävän suuri myös maailmanlaajuisella mittapuulla verrattuna, joten alueet, koneiston määrä, ja välimatkat ovat suuria. Täten myös automaatiojärjestelmän tuottamaa virhedataa, muun datan ohella, on luonnollisesti paljon. Automaatiojärjestelmän virheiden seuranta on erityisen tärkeää tuotannon ylösajon aikana, jolloin virhemäärät ovat vielä normaalia suuremmat, kuten alla olevassa kuvassa 1 esitetään.





Kuva 1. Laitteen vikaantumistodennäköisyys eliniän funktiona [3, s. 57]

Järjestelmän kehitystä kohti tasaisempaa ja alhaisempaa virhetaajuutta on erityisen tärkeää seurata rakennettavan uuden logistiikkakeskuksen käyttöönottovaiheen alussa. Järjestelmän alussa tuottamat viat johtuvat lähinnä asennusvaiheessa syntyneistä virheistä, laitteistosuunnittelun virheistä, ohjelmistosuunnittelun ja -toteutuksen virheistä sekä laitteistossa olevista valmistusvirheistä.

## 2.2 Järjestelmän aluejako

Työn aiheena oleva logistiikkajärjestelmä on moniulotteinen ja se käsittää useita erityyppisiä prosesseja. Koko järjestelmän virheitä seuraamalla ei saa hyvää käsitystä eri prosessivaiheiden toiminnallisuudesta tai toimimattomuudesta, vaikkakin myös yleiskäsityksen ja suunnan näkeminen on tärkeää ylätason seurannassa.

Teknisen käytettävyyden seurattavuuden kannalta on hyödyllistä jakaa iso kokonaisuus pienempiin lohkoihin, jotta järjestelmän ylösajon aikana voidaan helpommin seurata tietyn prosessin ongelmakohtia ja päästään kehittämään niitä. Lisäksi tämä mahdollistaa sen, että vastuualueet voidaan jakaa niistä vastaaville henkilöille ja tietyn alueen toimintaa voidaan seurata muiden alueiden siihen vaikuttamatta.

Järjestelmän fyysisesti koosta ja sen monimutkaisuudesta johtuen prosessin jokaista ongelma-kohtaa on vaikea seurata yksityiskohtaisesti, eivätkä toistuvat viat ole jokaisella keralla yksiselitteisiä tai helppoja ratkaista, vaan vaativat prosessin tai laitteen syvää tuntemusta ja ongelmaan paneutumista. Kun järjestelmä on lohkottu omiin prosesseihinsa, on myös helpompi määrittää jokaiselle alueelle oma vastuuhenkilönsä, joka vastaa sen prosessilohkon toiminnallisuudesta ja ymmärtää oman alueensa materiaalivirrankulun ja ongelmakohdat erinomaisesti. Tästä vastuuhenkilöstä tulee oman alueensa asiantuntija, joka ohjaa ja ohjeistaa huoltohenkilökuntaa alueiden laitekannan korjauksessa ja huolloissa. Vastuuhenkilö voi delegoida helpoimpia korjauksia ja vian etsintöjä kunnossapitohenkilöstölle, jotta voi itse paneutua suurempiin ja hankalampiin ongelma-kohtiin.

### 2.3 Liikenteen seuranta

Järjestelmässä kulkevaa liikennettä täytyy seurata ja sen historiaa tallentaa, jotta virheiden määrä voidaan suhteuttaa järjestelmän tai tiettyjen alueiden läpi kulkevaan liikenteeseen. Ilman liikenteen seuranta saataisiin pelkästään dataa järjestelmän virheistä tietyllä aikavälillä ja tuotannon tai laitteiden tehokkuutta olisi mahdoton tilastoida.

Liikenteen seurannan toteutuksella saadaan myös seurattua tuotannon tehokkuutta. Eli tässä tapauksessa kuinka paljon lavoja, tarjottimia tai yksiköitä saadaan tuotannosta läpi esimerkiksi työvuoron tai vuorokauden aikana. Tuotannon liikenteen historiaa tallentamalla voidaan ennustaa työvoiman tarve järjestelmässä mallintamalla ja ennakoimalla tulevia päiviä. Kuitenkin uuden vaiheen käyttöönoton alkuvaiheessa liikenne on vielä vähäistä, eikä teknistä käytettävyyttä tai virheiden suhdetta liikenteen määrään päästä vielä tilastollisesti luotettavasti mittaamaan. Pienellä liikennemäärällä yhden tai kahden virheen vaikutus virhetrendiin prosentuaalisesti on valtava, eikä täten tilastojen laatiminen ole kovin järkevää vielä järjestelmän käyttöönoton alkuvaiheessa. Liikenne kasvaa tasaisesti kohti täyttä tuotantoa, ja samalla tilastoinnin merkitys kasvaa.

Tässä tapauksessa Witronin automaatiojärjestelmässä itsessään on jo valmiina liikenteen laskenta tietyissä pisteissä, eikä siis liikenteen laskennan fyysinen toteutus kuulu tähän työhön. Sen sijaan tämän työn piiriin kuuluu arvioida ja analysoida sitä, mistä liikenteen tilastointia on järkevää kerätä, jotta saadaan laitteiden ja tuotannon tehokkuus tilastoitua

luotettavasti ja jotta samalla pystytään esittämään nämä tilastot yksinkertaisesti. Liikenne tilastoidaan tietokantaan, josta voi suorittaa SQL-kyselyjä halutuilla parametreilla, ja dataa voidaan modifioida haluttuun muotoon esiteltäväksi muulle henkilöstölle.

### 3 Kunnossapito

Yksi tämän insinööriyön tavoitteista on kehittää kunnossapitoa tehokkaammaksi, auttaa kunnossapitoa löytämään toistuvat virheet ja poistaa järjestelmästä virheitä, jotka eivät johdu operatiivisesta toiminnasta. Tämän työn kohteena olevan logistiikkakeskuksen automaation kunnossapito suoritetaan kahdella päämenetelmällä: ehkäisevällä ja ennakoivalla kunnossapidolla ja korjaavalla kunnossapidolla. Tämä insinööriyö keskittyy auttamaan korjaavaa kunnossapitoa löytämään ja poistamaan järjestelmässä toistuvat virheet ja helpottaa löytämään tietyllä alueella toistuvat virheet. Lisäksi työ tukee ehkäisevää kunnossapitoa tunnistamaan ongelma-alueet ja kehittämään niiden ennakoivaa kunnossapitoa jatkossa.

Seuraavaksi avataan kunnossapidon määrittelyjä ja esitellään käytettäviä kunnossapitomenetelmiä.

#### 3.1 Kunnossapidon määrittely

Kunnossapidon määritelmä on hyvin moninainen ulottuen hallinnollisista ja johtamiseen liittyvistä toimenpiteistä, aina teknisiin saakka. Itse kunnossapidolla tarkoitetaan yksinkertaisesti ”säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana”. [3]

Laitteiden kunnossapidolla on myös merkitystä vikaantumisvälin harventamisessa. Kun laite alkaa olla huollon tarpeessa, rupeaa se usein tuottamaan virheitä, joita ei esiinny normaalitilanteessa. Tässäkin on vain kyse kunnossapidon kustannusten, virheiden ja tuotantokatkojen välisestä optimoinnista. Milloin laite on ”tarpeeksi” rikki, jotta ryhdytään pysäyttämään tuotantoa koneen huoltamiseksi, on johtavien henkilöiden päätettävä tilanteen mukaan. [3.]

### 3.2 Tehokkuus, tekninen suorituskyky ja käyttövarmuus

Yksi kunnossapidon tehtävistä on pitää järjestelmä mahdollisimman tehokkaana ja käyttövarmana. Järjestelmän tehokkuutta voidaan mitata toteutuneen tuotannon määrällä [3], mutta tämä on hyvin laaja-alainen mittaustapa eikä anna yksityiskohtaista kuvaa miten tai miksi prosessi toimii hyvin, tai huonosti. Toisaalta tehtaan tai koneen toteutunut tuotanto on usein tärkein asia, mikä tuotantoa pyörittävää toimijaa kiinnostaa, sillä vain toteutuneella tuotannolla tehdään tuottoa.

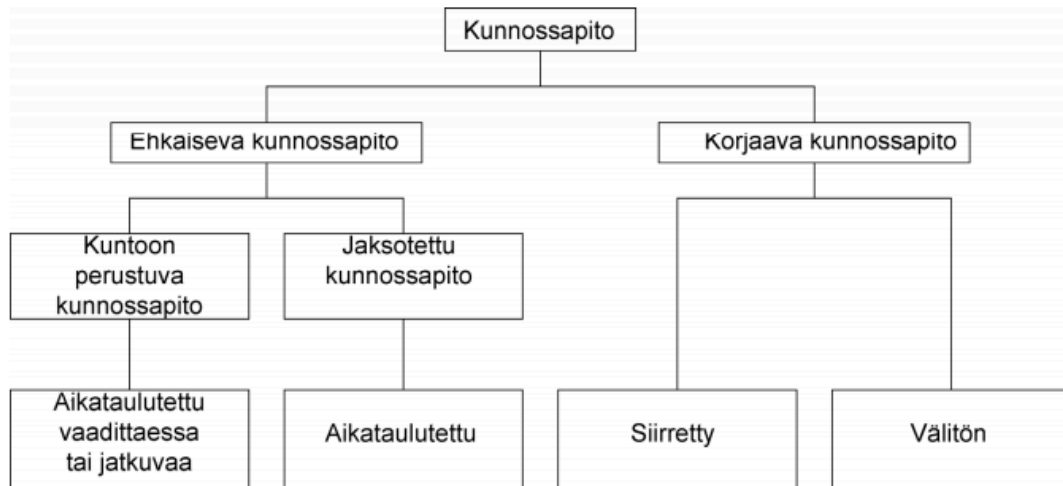


Kuva 2. Toteutuneen tuotannon osatekijät [3, s. 35]

Yllä olevassa kuvassa 2 olevat kolme osatekijää määrittävät miten hyvin laite tai prosessi tuottaa toteutunutta tuotantoa. Tekninen suorituskyky tarkoittaa prosessin fyysistä suorituskykyä, eli miten nopeasti koneisto voi toimia ja miten paljon valmista tuotantoa se pystyy tuottamaan. Käyttövarmuudella tarkoitetaan, miten hyvin kone pystytään pitämään käynnissä ilman, että se vikaantuu. Käytön tehokkuus taas tulee konekäyttäjien tehokkuudesta, mikäli sellaista tarvitaan. [3.]

### 3.3 Kunnossapitomenetelmiä

Kuvassa 3 esitetyt kunnossapitolajit havainnollistavat kahden eri kunnossapitomenetelmän jakautumisen. Yleisesti ehkäisevälle ja korjaavalle kunnossapidolle on omat henkilöstöt, jotka suorittavat korjaustoimenpiteitä toisistaan poikkeavilla tavoitteilla. Ehkäisevä kunnossapito pyrkii nimensä mukaisesti ehkäisemään vikoja, huoltamalla kohdetta ennen kuin vikoja esiintyy. Korjaava kunnossapito sen sijaan korjaa jo rikkoontuneet koneet välittömästi kuntoon tai korjaa ne kuntoon sen verran, että kone pystyy operoimaan siihen asti, kunnes konetta pystytään korjaamaan tuotantoa pysäyttämättä. [3.]



Kuva 3. Kunnossapidon kokonaisnäkyminen [4, s. 34]

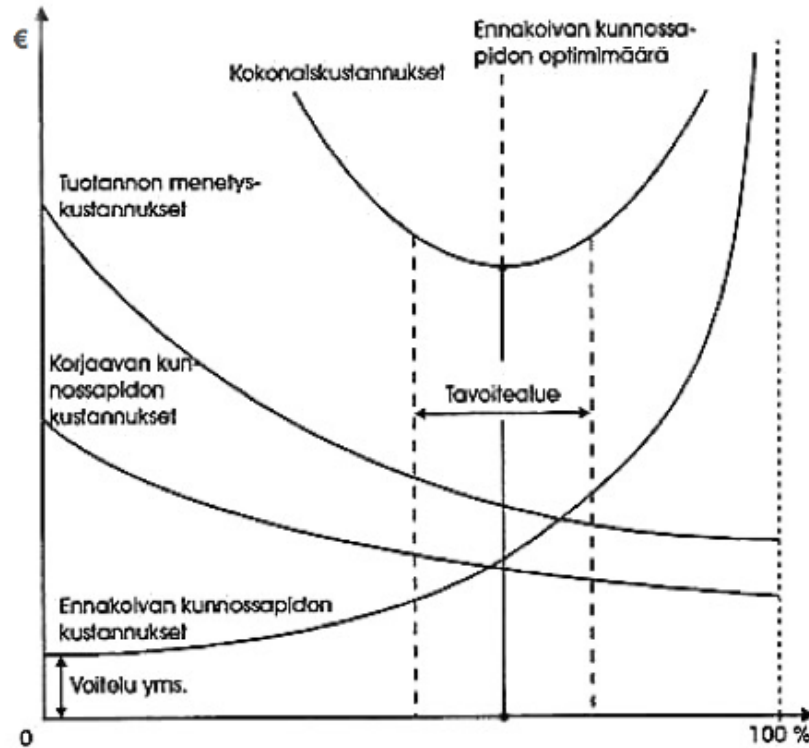
#### 3.3.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevällä kunnossapidolla pyritään pitämään laite toimintakunnossa, jotta tuotanto ei keskeytyisi. Ehkäisevää kunnossapitoa suoritetaan etenkin kriittisissä laitteissa tai tuotannonkohdissa, joissa laitteen rikkoutuminen tietäisi tuotannon keskeytymistä tai sen merkittävää viivästymistä. Laitteet täytyy tuntea hyvin, jotta ehkäisevää kunnossapitoa pystytään suorittamaan. Tämän avulla tiedetään, mitkä ovat kriittisiä kohtia itse laitteessa, jotta niiden ennakoivaan huoltoon voidaan kiinnittää erityistä huomiota.

Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu merkittävänä osana laitteiden määräaikaistarkistukset. Laitteista tarkastetaan toimintaan vaikuttavien osien kunto ja tehdään päätöksiä osista, jotka ovat tarkastuksen ja testauksen perusteella rikkoontumassa ennen seuraavaa huoltoa. Tällä tavoin voidaan estää korjaavan kunnossapidon tarvetta jatkossa. Osia myös vaihdetaan, vaikka ne olisivat vielä osittain käyttökelpoisia, jos tiedetään, että ne rikkoontuvat suurenevilla todennäköisyydellä käytön aikana jo ennen seuraavaa määräaikaishuoltoa. Vaihdeettaviin osiin kuuluvat yleensä edulliset osat, jotka rikkoontuessaan aiheuttaisivat koneen vikaantumisen ja korjaavaa kunnossapitoa.

Ehkäisevän kunnossapidon tarvetta voi myös analysoida laitteen historiatietoja tutkimalla. Historiatietoja tutkimalla voidaan saada tietoa vikaantumisvälin tihenemisestä, joka indikoi jonkin osan vaihto- tai säätötarpeesta, tai uusista vioista, joita ei normaalilla toiminnalla, normaaleissa olosuhteissa, pitäisi esiintyä.

Ehkäisevä kunnossapitoa on yleensä tuotannon kannalta halvempi toimintatapa, kuin koneiden ajo rikkoontumiseen asti (Run To Failure), jolloin tuotanto keskeytyy. Oikea balanssi ehkäisevän ja korjaavan kunnossapidon välillä olisi tärkeä saavuttaa, jotta säästytään turhilta huolloilta ja osien vaihdoilta, mutta tämän määritys ei välttämättä ole aina yksinkertaista. Kuvassa 4 on osoitettu tavoitealue, johon ennakoivien huoltojen määrä pyritään optimaalisissa tapauksissa saamaan. Graafista näkyy, kuinka ennakoivan huoltojen määrällinen nostaminen laskee kokonaiskustannuksia vain tiettyyn rajaan saakka, ennen kuin huoltojen tarpeellisuus laskee ja kokonaiskustannukset lähtevät nousuun. [5.]



Kuva 4. Ennakoivan kunnossapidon optimimäärä. Vaaka-akselilla näkyy ennakoivan kunnossapidon määrä. Pystyakselilla näkyy kokonaiskustannukset. [6]

Rajapinta ehkäisevän ja korjaavan kunnossapidon välillä on häilyvä. Esimerkiksi liikkuvan osan laakereiden öljyäminen voi helposti kuulua molempiin kunnossapitolajeihin, sillä se voi ehkäistä laitteen rikkoontumisen tulevaisuudessa (Ehkäisevä kunnossapito) tai korjata laitteeseen jo ilmestyneen vikaantumisen (Korjaava kunnossapito).

### 3.3.2 Korjaava kunnossapito

Korjaava eli reaktiivinen kunnossapito on käytännössä ehkäisevän kunnossapidon vastakohta, jossa viat korjataan niiden ilmaantuessa. Ennakoivalla ja ehkäisevällä kunnossapidolla pystyttäisiin teoriassa estämään koneiden rikkoontuminen ja sitä kautta tuotannon seisahduminen, mutta tämä ei usein toteudu käytännössä, sillä tarpeeksi varman ja kustannustehokkaan ennakoinnin järjestäminen on vielä tällä hetkellä vaikeaa. Korjaava kunnossapito korjaa viat mahdollisimman nopeasti, päämääränä saada laite takaisin tuotantokuntoon. Jos vika on suurempi, eikä tuotantoa ole suotavaa keskeyttää vian korjauksen



ajaksi, voidaan laite mahdollisuuksien mukaan korjata tuotantokuntoon, missä se pystyy operoimaan, muttei täydellä teholla tai nopeudella.

Reaktiivinen kunnossapito on moninkertaisesti kalliimpaa ennakoivaan huoltoon verrattuna, joten luonnollisesti huoltomenetelmän suunnittelussa pyritään käyttämään mahdollisimman paljon hyödyksi ehkäisevää ja ennakoivaa menetelmää. Näin voidaan vähentää laiterikkojen todennäköisyyttä.

Tuotannon tehokkuuden kannalta olisi ehdottoman tärkeää, että laitteet toimisivat maksimaalisella tehokkuudella ja mahdollisimman vähäisillä laiterikoilla. Tämän toteuttamiseksi taas tarvitaan laiterikkojen ennakointia sekä ehkäisevää kunnossapitoa. Vaikka tämä tiedetään, laiterikkojen eliminoiminen kokonaan on epätaloudellista normaalissa tuotannossa, jos lainkaan mahdollista. Tästä johtuen korjaavaa kunnossapitoa tarvitaan edelleen vahvasti, *kun* laiterikkoutumisia ilmenee. Normaalilla tuotannolla tarkoitetaan tässä kontekstissa tuotantoa, jossa joidenkin laitteiden rikkoontumiset eivät aiheuta vaaraa ihmisille tai ympäristölle tai muuta sen tyyppistä onnettomuutta, missä laitteen tai prosessin katastrofaalinen vikaantuminen ei tule kysymykseenkään. Tai vaihtoehtoisesti tuotantoa, joka on suunniteltu erittäin tarkasti, pienentäen vikaantumiseen mahdollisuuden minimaaliseksi. [5.]

#### **4 Tuotantoalueet ja käytettävät menetelmät**

Automaattisen logistiikkakeskuksen tai jakelukeskuksen toiminta ei poikkea merkittävästi vanhemman mallisen logistiikan menetelmistä. Automatisoimattoman jakelukeskuksenkin toimintaan kuuluu tavaran vastaanotto toimittajalta, tavaroiden varastointi, tavaroiden keräys tai lajittelu asiakkaalle meneviin lähetyksiin ja niiden lähetys [7]. Tämän työn kohteena oleva automaattinen logistiikkakeskus noudattaa tätä samaa kaavaa, mutta kaikki yllä oleva toiminta suoritetaan automaattisesti tai vähintään puoliautomaattisesti. Seuraavana on esitelty järjestelmässä käytettävät automaattiset ja puoliautomaattiset keräysmenetelmät.

## 4.1 Keräysmenetelmät (CPP, ACS, DPS)

Automatisoidussa logistiikassa on lukemattomia määriä eri menetelmin toteutettuja prosesseja, joiden kaikkien tarkoitus on korvata perinteinen ihmisen suorittama tuotteiden kerääminen lavalle, rullakkoon tai muuhun kuljetusyksikköön. Automaatiolla pyritään parantamaan eri asioita tavoitteesta riippuen – toki lähtökohtaisesti pyritään tehokkaampaan tuotantoon. Ergonomia, nopeus, laatu, virheiden vähentäminen ja mukavuus ovat joitakin esimerkkejä, mihin automaatiolla pyritään. Tutkitussa logistiikkakeskuksessa Witronilla tuoretuotekeräys on toteutettu kolmella pääasiallisella keräysmenetelmällä, jotka on esitelty alla.

### 4.1.1 CPP

CPP eli Case Piece Picking on osittain automaattinen keräysmenetelmä, jossa kerättävä tuote tuodaan automaattisesti ennalta määritetyssä järjestyksessä tarjottimella ihmisen luo, joka nostaa tuotteen tarjottimelta ja laittaa sen vieressä olevan järjestelmän automaattisesti tuodulle keräysalustalle. Tätä toistetaan, kunnes keräyserä on valmis, jonka jälkeen keräysalusta lähetetään automaattisesti eteenpäin. Kerääjän ei siis tarvitse liikkua paikaltaan, vaan tuotteet ja kuljetusyksiköt tuodaan kerääjän luo. Keräysmenetelmä on toteutettu ergonomiia ajatellen ja pyrkien vähentämään kerääjälle tuotettavaa fyysistä kuormitusta.

### 4.1.2 ACS

ACS eli Automatic Case Stacking on käytännössä sama prosessi kuin ATS (Automatic Tote System [8]), jossa pinotaan erikokoisten ja muotoisten pahvilaatikoiden sijaan täysin identtisiä muovilaatikoita. Tämä on täysin automaattinen prosessi, jossa hedelmä- ja vihannekselaatikot erotetaan automaattisesti systeemissä kuljetusalustana käytetystä tarjottimestaan ja laatikot pinotaan toistensa päälle, tehden korkeita laatikkotorneja. Tämän jälkeen tornit siirretään yksitellen keräysalustalle, jotka muodostavat täysiä keräysyksiköitä.

### 4.1.3 DPS

DPS eli Dynamic Picking Systemiä kutsutaan myös epävirallisesti valokeräykseksi. Tällä osittain automatisoidulla keräysmenetelmällä kerätään pieniä ja kevyitä tuotteita, joita ei pysty tehokkaasti keräämään täysin automaattisilla keräysmenetelmillä. DPS- järjestelmä ohjaa kerääjää valojen avulla oikeaan keräyspaikkaan ja osoittaa kerättävän määrän näyttöllä. Kerättävät tuotteet ja kuljetusyksiköt (DPS-laatikot) tuodaan ja viedään automaattisesti laatikkonosturin avustuksella. [9.]

## 4.2 Järjestelmässä sijaitsevat pääalueet

Seuraavaksi esitellään järjestelmässä sijaitsevat pääalueet. Pääalueilla tarkoitetaan tässä kontekstissa suuria alueita, joissa suoritetaan tietty prosessi, josta voidaan siirtyä seuraavaan prosessiin tai alueeseen. Nämä alueet ovat myös korkeasti automatisoituja. Vastaanotto- ja lähetysalueet tarvitsevat manuaalista kuljetuksen toimintaa tuekseen, koska lavojen lastausta rekasta tai niiden lastausta rekkaan on hankala toteuttaa automatisoidulla järjestelmällä. Näillä alueilla lavoja täytyy käsitellä lavansiirtoon tarkoitetuilla lavansiirtimillä.

### 4.2.1 High Bay Warehouse

High Bay Warehouse on vastaanotosta järjestelmään sisään syötettyjen lavojen varastointiin tarkoitettu korkeavarasto. Järjestelmään sisään syötetyt lavat säilytetään korkeavarastossa, kunnes lavalla oleville tuotteille on käyttöä järjestelmässä, jolloin lavat siirretään korkeavarastosta lavan purkuun. Korkeavarasto toimii täysin automatisoidulla lavanosturilla, joka hoitaa lavojen siirtelyn varastossa, aina varastosta sisään- ja ulossyöttöön asti.

### 4.2.2 Dispatch

Dispatch on lähetysalue, johon kuuluu automaattinen lavojen säilytys puskurissa, kunnes kuljetusauto on valmiudessa ottamaan lavat kyytiin kuljetusautoon. Alueen ainoa manuaalinen osuus tapahtuu kuljetushenkilökunnan siirtäessä kuljetusyksiköt lavapuskurin ulostulosta kuljetusautoon. Järjestelmä osaa siirtää kuljetusyksiköt oikeassa järjestyksessä ulos

järjestelmästä, joten kuljetushenkilön työksi jää vain siirtää kuljetusyksiköt järjestelmän ulostulosta sisään kuljetusautoon.

#### 4.2.3 Receiving

Receiving-alueella suoritetaan lavojen sisäänsyöttö järjestelmään. Automaatiojärjestelmä alkaa lavojen sisäänsyötöstä ja loppuu Dispatch-alueen jälkeen. Jakelukeskuksen tehtäviin kuuluu jakaa isoja pakkauksia ja isoja myyntieriä pienempiin osiin, ja jakaa nämä asiakkaille. Tämä tarkoittaa sitä, että jakelukeskus ostaa suuria määriä tuotteita varastoonsa. Nämä kaikki toimittajilta tulevat tuotteet syötetään automaatiojärjestelmään sisään Receiving-alueelta. Jokainen tuote, jota järjestelmässä käsitellään, tulee vastaanoton kautta, ainoastaan lavalla. Tällä alueella ainoa manuaalinen osuus on kuljetushenkilön lavojen siirtäminen kuljetusautosta sisäänsyöttöasemalle. Tämän jälkeen lava siirtyy automaattisesti kuljettimia pitkin korkeavarastoon.

#### 4.2.4 Tray warehouse

Purettujen lavojen yksittäiset tuotteet lastataan järjestelmässä kuljetusalustoina käytettyihin tarjottimiin, jotka varastoidaan väliaikaiseen varastointiin tarjotinvarastoon, eli Tray Warehouseen. Tällä alueella siis varastoidaan asiakkaalle meneviä yksittäisiä tuotteita, jotka odottavat järjestelmän käskyä lähteä kohti keräysasemaa, jossa tuotteet kerätään tarjottimilta osaksi asiakkaalle lähtevää lähetysyksikköä. Alue toimii täysin automaattisesti tarjotintinnostureiden, hissien ja tarjotinkuljettimien avulla.

## 5 Työn valmistelu ja suunnittelu

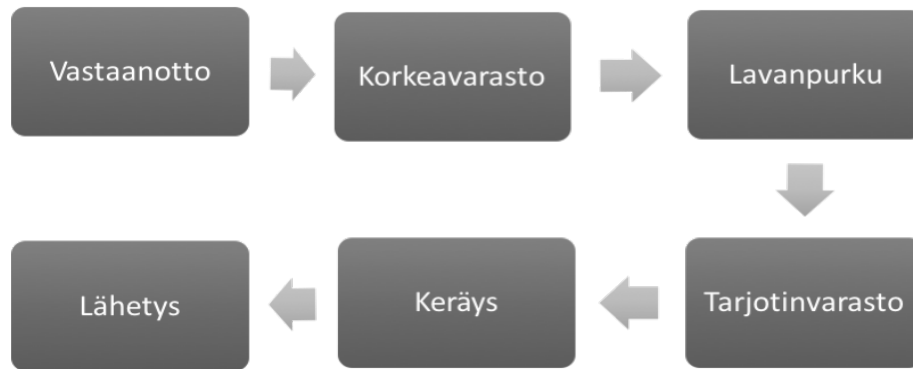
Tämän insinööriyön tuloksena syntynyt toteutus on tarkoitus ottaa käyttöön logistiikkakeskuksen kolmannen vaiheen alustavan käyttöönottopäivämäärän jälkeen. Projektin valmistelu aloitettiin tutustumalla ensin alueesta laadittuihin 3D-malleihin, materiaalivirtamalleihin, pohjapiirustuksiin ja alueiden mallinnuksiin. Laadituista malleista ja piirustuksista sai hyvän kokonaiskuvan koko prosessiin kuuluvista laitteistoista, mutta fyysinen vierailu työmaalla selkeytti kokonaiskäsitystä järjestelmästä ja syvensi ymmärrystä. Työn toteutuksen kannalta oli oleellista ymmärtää, miten järjestelmä toimii. Aiempi käsitys ja tietämys logistiikkakeskusta edeltävistä vaiheista auttoi ymmärtämään yleisesti käytössä olevien laitteiden toimintaa ja valmisti myös ennalta tuntemattomien laitteiden toiminnan ymmärtämiseen. Aiempi kokemus auttoi myös helposti ymmärtämään materiaalinkulun järjestelmässä, sen miten kokonaisuus toimii ja miltä logistiikkakeskus näyttää toimiessaan tehokkaasti.

Alueesta luotuihin mallinnuksiin tutustumisen jälkeen työssä paneuduttiin materiaalivirran kulkuun ja selvitettiin, miten parhaiten yhden prosessin alue tulisi rajata toisesta, jotta valitun alueen virhetilastot näyttäisivät halutun prosessin virheet. Materiaalivirran selvityksestä sai paremman kuvan siitä, miten alueen liikenne kulkeutuu, helpottaen liikenneseurauksen toteutusta ja järjestelmän virhealueiden määrittämistä.

### 5.1 Materiaalivirta

Järjestelmän materiaalivirran kokonaispiirteinen ymmärtäminen ei ollut itsessään erityisen suuri haaste, mutta on hyvä huomata, että kokonaisuus käsittää paljon pienempiä prosesseja ja taustalla piilossa olevaa prosessointia, joiden ymmärrys ja hallinta vaativat paljon paneutumista. Materiaalivirran ymmärtäminen oli keskeisessä osassa tämän työn suunnittelussa, joten siihen perehdyttiin kunnolla.

Materiaalivirta noudattaa normaalia logistiikassa käytettyä kehystä, kuten kuva 5 sen pelkistettynä esittää. Tehtailta tai tavarantoimittajilta tuleva tavara syötetään sisään järjestelmään (vastaanotto), tavara varastoidaan (korkeavarasto), tuotteet kerätään (lavanpurku, tarjotinvarasto, keräys: ACS, CPP, DPS), ja valmiit keräisyksiköt lähetetään (lähetys).



Kuva 5. Materiaalin kulku järjestelmässä

Yksityiskohtaisemmin materiaalivirta kulkeutuu seuraavasti:

1. Tavarat otetaan vastaan tavarantoimittajilta lavalla.
2. Lava syötetään järjestelmään.
3. Lava ohjautuu kuljettimilla automaattisesti korkeavarastoon.
4. Lava kulkeutuu korkeavarastosta automaattisesti hissien ja kuljettimien avulla lavan purkuun, kun tavaralle on kysyntää keräyksessä.
5. Lavalla olevat tuotteet puretaan yksittäin tarjottimille.
6. Tarjottimet kulkeutuvat kuljettimia pitkin tarjotinvarastoon.
7. Tavarat kulkeutuvat kuljettimien ja hissien avulla tarjotinvarastosta keräysasemille.
8. Tuotteet kerätään eri keräysmenetelmillä kuljetusyksikköön.
9. Valmiisiin lavoihin printataan kuljetustarrat ja ne kulkeutuvat lähetyspuskuriin.

## 10. Valmiit kerätyt lavat lastataan kuljetusautoon ja kuljetetaan asiakkaille.

Tämän listauksen lisäksi järjestelmässä on erittäin paljon muita vaiheita materiaalin kulussa, kuten esimerkiksi miten tyhjät tarjottimet ja lavat kulkeutuvat järjestelmässä, mutta tämän listauksen tarkoituksena on selvittää, miten itse tuotteet kulkeutuvat järjestelmän läpi.

Logistiikkakeskuksen kolmas vaihe oli tämän työn tekovaiheessa vielä keskeneräinen, eikä liikennettä fyysisesti vielä ollut muutamaa testiajtoa lukuun ottamatta, joten materiaalin kulun seuraaminen paikan päällä ei ollut mahdollista. Sen sijaan materiaalin kulku selvitettiin työn toteuttajan aiemman tiedon pohjalta, alueista tehdyistä mallinnuskuvista ja haastattelemalla alueen paremmin tuntevia henkilöitä.

### 5.2 Liikenteen seurannan suunnittelu

Liikenteen seurannan suunnittelussa logistiikkakeskuksen aiemmista vaiheista oli hyötyä, sillä aiemmissa vaiheissa on paljon samoja elementtejä kuin tässä uudessa vaiheessa. Aiemmista osioista voitiin nähdä, miten liikenne toteutuu samantapaisissa sekä samanlaisissa kohdissa. Vaikka aiemmissa vaiheissa oli samoja elementtejä ja toteutustapoja, logistiikkakeskuksen kolmas vaihe oli silti hyvin erilainen kokonaisuus, sisältäen uudenlaisia laitteita ja eri tavalla toteutettuja prosesseja.

Suunnittelu aloitettiin liikenteen rakennetta tutkimalla sekä miettimällä, mitä tietoja käytettävyyden ja eri alueiden virhetrendien seurantaan tarvitaan. Tietyissä järjestelmän osissa liikenteen seuranta oli yksinkertaisempi toteuttaa. Esimerkiksi lavojen vastaanotossa on selvää, että sisäänsyötettyjen lavojen määrä tulee tietää, jotta sitä voidaan verrata sisäänsyöttöasema-alueen virheiden määrään. Mutta järjestelmän kaikki alueet eivät ole yhtä yksiselitteisiä ja selviä, vaan vaativat materiaalivirrankulun selvitystä ja prosessin toiminnan perusteellista selvitystä.

## 6 Työn toteutus

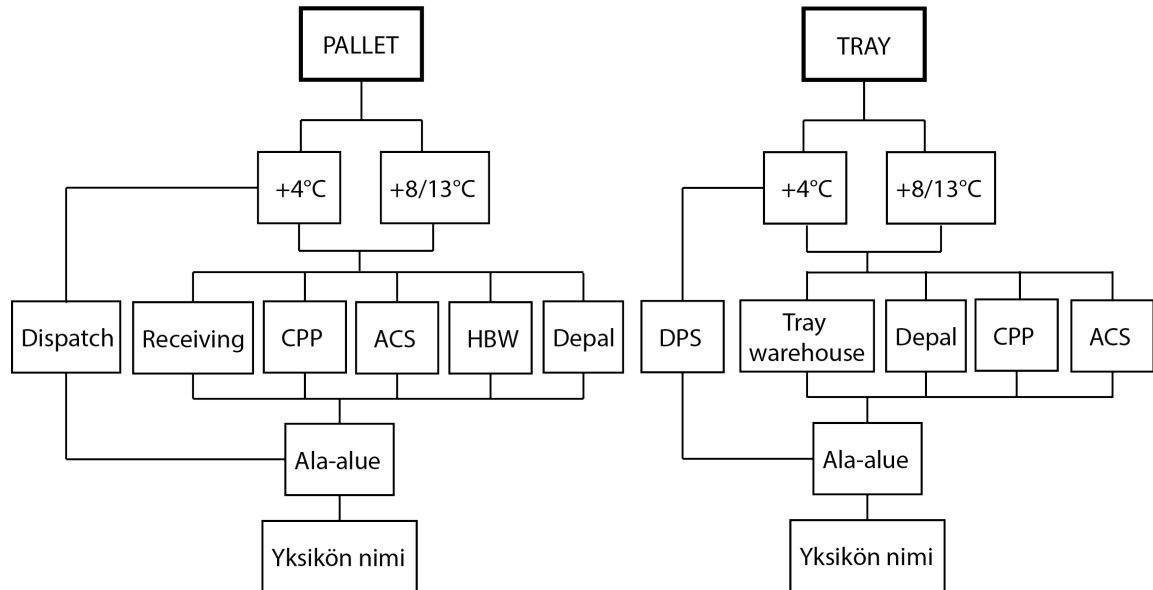
Tämän työn toteutukseen kuului aluejaon määrittely ja liikenteen seurannan suunnittelu. Näiden avulla saadaan tarvittavat työkalut virhetrendien ja liikennemäärien visuaaliseen seurantaan. Tästä on hyötyä niin kunnossapidon ylemmälle johdolle isomman skaalan järjestelmän virhetehokkuuden seurantaan, kuin alempien tasojen kunnossapitoinsinöörien päivittäiseen toimintaan, omien vastuualueidensa virheiden seurantaan.

Alueiden jaossa oli tärkeää ottaa huomioon se, ettei järjestelmää lohkota liian pieniin alueisiin, mikä tekisi alueiden jaosta alueinsinööreille vaikeaa, kuin myös lisäisi suunnittelijan työmäärää suotta. Tästä syystä tässä työssä pienempiä alueita on sulautettu isommiksi yhteisiksi alueiksi, näin välttämällä liiallisen määrän aluenimikkeitä.

### 6.1 Aluejako

Valmiin aluejaon on tarkoitus päätyä hierarkiseen jaotteluun, johon kuuluu pääryhmän lisäksi neljä alaryhmää. Hierarkian ylin taso on kuljetusalustan tyyppi eli pallet tai tray, joka jakaa järjestelmän käytännössä kahtia. Toisella tasolla alue jaetaan lämpötilojen välillä, joita on kolme. Kolmannella tasolla on alue, joka kertoo jo melko tarkasti, missä päin järjestelmää alue sijaitsee. Tämä alue jaetaan vielä ala-alueisiin, joka tarkoittaa aluetta. Viimeisenä on yksikön nimi, joka kertoo, mikä laite tai alueella sijaitseva prosessi on kyseessä. Näin jokainen yksikkö on nimetty, ja pelkästään tällä kokonaisnimellä voidaan todeta, onko tietty osa lava- vai tarjotinaluetta, millä lämpötila-alueella, millä pääalueella ja millä ala-alueella se sijaitsee. Kuvassa 6 on visualisoitu, miten tämä aluejako tulee toteutumaan. Hierarkia siis kulkeutuu ylhäältä tarjotinalueen ja lava-alueen jaon jälkeen alaspäin, aina yksikön nimeen asti.





Kuva 6. Aluejaon hierarkia graafisena esityksenä

### Kuljetusalustan tyyppi + Lämpötila-alue + Alueen nimi -- ala-alue -- yksikön nimi

Witronin järjestelmässä käytetään laitteelle tai muutaman pienen laitteen kokonaisuudelle nimitystä LAC, joka on lyhenne sanoista Local Area Control. Jokaiselle LAC:lle määritetään nimi, ja nimetty osio voi muodostua useasta LAC:sta, mutta jokainen LAC kuuluu johonkin nimettyyn osioon. LAC tai LAC:t ovat siis hierarkiassa alimmaisena yllä olevassa hierarkiassa kuvassa 6 (yksikön nimi). Joissakin tapauksissa myös LAC:n sisäiset osat eli elementit, jotka ovat LAC:n sisällä olevan koneen liikkuvia osia, erotellaan eri alueille. Mutta yleisesti koko LAC nimitetään kaikkine elementteineen yhden nimen alle.

#### 6.1.1 Aluemäärittelyn ensimmäinen vaihe - Kuljetusalustajaottelu

Työssä määriteltiin ensin isoihin alueisiin kuuluvat laitteistokokonaisuudet. Myöhemmissä vaiheissa määritellään, miten näiden laitteistokokonaisuuksien rajat piirtyvät käytännössä ja miten niiden osia jaotellaan myös toisiin alueisiin tapauskohtaisesti.

Käsiteltävän kuljetusyksikön määrittelyllä pystytään helposti rajaamaan isoja kokonaisuuksia. Tässä tapauksessa systeemissä käsiteltäviä kuljettimilla liikkuvia kuljetusyksiköitä on vain kaksi: tarjotin (Tray) ja lava (Pallet). Ensimmäiset isot alueet siis määritellään lava- tai tarjotinpuoleksi. Tällä määrittelyllä pystytään seuraamaan ison alueen virhekehitystä ja vertaamaan aluetta muiden vaiheiden lava- tai tarjotinalueen virheisiin, saaden näin hyvää kuvaa, aiheuttaako lavoja tai tarjottimia käsittelevät koneet enemmän vai vähemmän virheitä kuin muualla.

Lava- ja tarjotinalueet ovat järkevää erottaa toisistaan myös sen takia, että lavaa käsittelevät koneet ja tarjottimia käsittelevät koneet ovat käytännössä täysin erilaisia, joten tällä jaottelumallilla saadaan eroteltua systeemi helposti kahteen pääosioon. Osiot liittyvät toisiinsa, ja ovat osittain riippuvaisia toistensa toiminnasta, mutta ne on silti eroteltu toisistaan aluemäärittelyssä täysin.

Tällä jaottelulla pystytään siis seuraamaan lavapuolen virheitä ja tarjotinpuolen virheitä omissa lohkoissaan. Kaikki osiot missä kuljetusalustana käytetään lavaa, ovat lavapuolta (Pallet), ja kaikki missä kuljetusalustana käytetään tarjotinta, ovat tarjotinpuolta (Tray).

Lavapuoleen määriteltiin kokonaisuudessaan High Bay Warehouse (korkeavarasto), Receiving (vastaanotto), Dispatch (lähetys). Näillä alueilla käsitellään ainoastaan lavoja, joten näitä alueita ei tarvitse jakaa erikseen tarjotinpuolen kanssa.

Tarjotinpuoleen määriteltiin kokonaisuudessaan Tray Warehouse (tarjotinvarasto) ja DPS (keräys). Näillä alueilla käsitellään ainoastaan tarjottimia.

Osittain lavapuolelle ja osittain tarjotinpuolelle alueista piti jakaa Automatic Case Picking (keräys), Depal (lavanpurku), Case Piece Picking (keräys) ja Ugly Repack (lavanpurku). Näillä alueilla käytetään molempia, lavoja ja tarjottimia, joten rajanveto täytyi määrittää kohtaan, jossa lava vaihtuu tarjottimeen tai toisin päin. Itse LAC ei voi kuulua samalla tarjotinalueelle ja lava-alueelle. Näissä lava- ja tarjotinpuolen rajakohdissa tuli määrittää ja päättää, mihin raja vedetään. Aina ei ollut täysin selvää, kumpaan alue kuuluu, joten määrittelyssä näkyy aina jonkin verran alueen määrittäneen suunnittelijan omaa näkemystä. Esimerkiksi lavan purussa lavalta otetaan tavaraa ja yksittäiset tuotteet siirretään jonkin matkan päähän kuljettimia pitkin ennen kuin ne naitetaan tarjottimille. Tässä voi olla monta

näkemyistä siitä, missä kohtaa tarjotin- ja lavapuolen rajanveto menee, mutta tärkeintä on, että sama rajanveto toistuu samanlaisilla alueilla kaikkialla systeemissä, jotta vertailukelpoisuus pysyy.

### 6.1.2 Toinen vaihe - Lämpötila-alueiden määrittely

Lämpötila-alueet on eroteltu fyysisesti toisistaan lämpöä eristävillä seinillä, jotka myös rajaavat hyvin osioita systeemissä. Tätä rajausta oli mahdollista hyödyntää osittain myös aluejakomäärittelyssä. Eri lämpötila-alueita on kolme: +4, +8 ja +13 astetta. Näistä alueista +4 asteen ja +8 asteen alueet ovat fyysisestikin reilusti erossa toisistaan, eivätkä ne liity suoranaisesti toisiinsa mitenkään, muutamaa pientä erikoistapausta lukuun ottamatta. Molemmilla alueilla on omat laitteensa, joilla ne pystyvät toimimaan täysin toisesta lämpötila-alueesta riippumatta. +13 asteen lämpötila-alueella käsitellään kahta edellistä aluetta selvästi vähemmän tuotteita, koska +13 asteen lämpötilaa tarvitsevia tuotteita on käytössä vähemmän. Tämän takia +13 asteen puolella on vain tarjotin- ja lavavarastointia, eikä tällä alueella suoriteta keräystä tai lavanpurkua lainkaan. Tästä johtuen +13 asteen tarjotin-osuus liitettiin yhteen +8 asteen alueen kanssa, joka nimettiin +8/+13 alueeksi.

Myös tällä alueella on tärkeää huomioida niissä kohdissa, missä lämpötila-alue vaihtuu, miten alue jaetaan raja-alueella. Tässäkin kaikista tärkeintä on johdonmukaisuus, eli määritetään samanlaiset alueet muualla systeemissä samalla menetelmällä. Systeemissä on myös erityistapauksia varten tarjottimia lämpötila-alueesta toiseen siirtävä Temperature Exchange, jonka toinen pää kuuluu toiseen lämpötila-alueeseen ja toinen pää toiseen. Tässä oli suunnittelijan tehtävä valinta, mihin alueeseen kyseinen osuus järkevästi ajateltuna kuuluu. Temperature Exchange liitettiin lopulta osaksi +4 asteen puolta, sen ollessa kriittisempi alue matalammalla lämpötilallaan.

Alueita tuli siis loppujen lopuksi kaksi, +13/+8 ja +4. Alueelle +13/+8 kuuluu +8 asteen lavanpurkualue, kaikki +8-puolella olevat keräysasemat, +8- ja +13-alueilla sijaitsevat korkeavarasto- ja tarjotinvarastoalueet sekä molempien lämpötila-alueiden vastaan-ottoalueet (Receiving).

+4-alueelle kuuluu samalla tavalla +4 asteen lavanpurku-, keräys- ja varastointialueet sekä +4-alueella olevat sisäänsyöttöasemat. Tämän lisäksi +4-alueelle kuuluu koko lähetyalue eli Dispatch, koska se pidetään jatkuvasti +4 asteen lämpötilassa, jotta jokaiselta lämpötila-alueelta tulevat tavarat voidaan pitää samassa tilassa, lähetystä odottamassa.

### 6.1.3 Kolmas vaihe - Alueen nimi

Alueen nimi -osio kertoo eniten, minkälainen alue on kyseessä ja mitä alueella tehdään. Lähes kaikilla alueilla on jo ennestään oma nimensä, mutta alueita ei ole sen tarkemmin rajattu. Tämän osion alueisiin lukeutuvat CPP, Dispatch, TWH, Depal, Receiving, ACS, HBW ja DPS. Nämä alueet rajattiin tutkimuksien jälkeen järkevästä kohdasta, suunnittelijan näkemyksen mukaan. Alueissa suurin osa LAC:eista oli suoraviivaista kohdistaa tiettyyn alueeseen, mutta haasteina oli viereisten alueiden raja-alueet ja pienemmät alueet, joita ei ole järkevää nimetä omiksi alueikseen. DPS-alue, Temperature Exchange ja Ugly Repack sulautettiin yhdeksi alueeksi.

### 6.1.4 Neljäs vaihe - alaryhmä ja yksikön nimi

Neljänteen sarakkeeseen tulee pääalueen ala-alue, josta tarkentuu, mikä kohta alueesta on kyseessä. Tällainen alue on esimerkiksi +4\_Pallet\_Receiving\_Infeed01, jossa *Infeed01* tarkoittaa vastaanottoalueen ensimmäistä vastaanottoasemaa. Eli tällä ryhmäjaolla voidaan verrata tässä tapauksessa vastaanottoasemia keskenään. Sama ryhmäjako tehtiin korkeavaraston jokaiselle nosturille ja keräysalueiden jokaiselle keräysasemalle.

Viimeisenä on yksikön nimi, johon kuuluu lähes poikkeuksetta monta eri LAC:ia, yksittäisten LAC:ien nimitykset. Ylläolevaa esimerkkiä jatkamalla saataisiin +4\_Pallet\_Receiving\_Infeed01 *receiving lanes*. Receiving lanes on siis yksittäinen LAC, joista jokainen nimetään parhaiten yksikköä havainnollistamalla nimellä. Receiving Lanes tarkoittaa tässä +4-alueen, lavapuolen, vastaanoton ensimmäisen vastaanottoaseman kuljettimia ja muita laitteita joita ohjataan tästä LAC:sta.

Koko logistiikkakeskuksen kolmannen vaiheen jokainen LAC nimettiin tällä periaatteella. Lopulta jokainen LAC kuuluu johonkin ala-ryhmään, joka kuuluu johonkin pääryhmään ja niin edelleen, aina lämpötila-alueeseen asti.

## 6.2 Liikenteen seurannan toteutus

Liikenteen määrästä haluttiin dataa jokaiselta alueelta, jotta pystytään suhteuttamaan liikenteen määrä alueen virhemääriin. Käytävissä olevalla SQL-hakuja toteuttavalla ohjelmistolla pystyy hakemaan tuotannonohjausjärjestelmän tallentamaa dataa toteutuneesta liikenteestä tietyssä kohdassa järjestelmää, tietyn ajan puitteissa. Kaikki tarvittava data ei välttämättä ole helposti saatavilla, joten ohjelmiston tuottamia raportteja jouduttiin tutki-  
maan tarkasti ja vertailemaan tiedon oikeellisuutta seuraamalla liikennettä systeemissä.

Liikenteen seurannan kannalta täytyi ottaa huomioon jo alueiden jaon toteutuksen aikana se, pystyykö halutulla alueella toteuttaa liikenteen seurantaa järkevästi. Esimerkkinä, jos HBW-alueiden lavanosturit jaettaisiin erillisiin alueisiin esimerkiksi HBW1 ja HBW2, olisi huomattavasti hankalampi toteuttaa liikenteen seurantaa, koska koko korkeavarastoon tulevat lavat ja lähtevät lavat on helppo laskea korkeavaraston kokonaisliikenteeksi. Eli jaettuna osiin täytyisi miettiä lavaliiikenne monimutkaisemmin, eikä tämä jaettu toteutus toisi enempää hyötyä, kuin isompi kokonainen alue.

Liikenteen seurantaan jakautui lopulta alueina erikseen High Bay Warehouse, Receiving, Tray Warehouse, ACS-alueen tray-osuus, CPP-alueen tray-osuus ja Dispatch. Näiltä alueilta seurataan kokonaisliikennettä, alueesta riippuen joko kuljetusyksiköiden liikennemäärinä tai yksiköiden keräysmäärinä.

Virhemäärien kannalta oleellisten liikennekohtien tarvittavan datan löydyttyä, tullaan tietoa käyttämään myöhemmin virhemäärien liikenteeseen verraten, josta nähdään alueen virheiden taso.

## 7 Loppusanat

Työstä lopputuloksena kehittynyt aluejako otetaan käyttöön Witronin virheiden seurannan toteutukseen logistiikkakeskuksen kolmannessa vaiheessa. Tämän työn lopputuloksia ja aluejakoa tullaan hyödyntämään ja edelleen hienosäätämään siinä vaiheessa, kun alueiden toiminta selviää tarkemmin tuotannon ylösajon aikana.

Työn tuloksena syntyneet alueet jaetaan kunnossapitoinsinöörien vastuualueiksi, jotka tulevat kehittämään oman alueensa laitteistoa ja pyrkivät vähentämään alueiden virheet minimiin.

Liikenteen seurannan osalta liikenteen määrää suhteutetaan jokaisen alueen virhemääriin, jolloin saadaan arvio alueen virheherkkyydestä liikenteeseen verraten.

Lopuksi haluan kiittää ohjaajaani Rami Kinnusta työn suunnan selkeyttämisestä ja asiantuntevasta ohjauksesta.

## Lähteet

1. Witron realizes one of the world's largest food retail logistics centers in Finland. Verkkodokumentti. <<http://www.witron.de/en/news-detail/article/witron-realisiert-in-finnland-eines-der-groessten-food-retail-logistikzentren-weltweit.html#>> Luettu 1.8.2017.
2. PTDC-logistiikkakeskus. Verkkodokumentti. <<https://www.tekla.com/fi/referenssit/ptdc-logistiikkakeskus>> Luettu 8.6.2017
3. Järviö, Jorma, Piispa, Taina (Lehtiö), Parantainen, Timo, Åström, Thomas, 2007 Kunnossapito 4. uudistettu painos, KP-Media Oy, Helsinki
4. Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry. 2010. SFSEN13306. <<https://online.sfs.fi/>>. Luettu 3.8.2017
5. Heinonkoski, Risto. 2013. Kone- ja prosessiautomaation kunnossapito. Opetushallitus
6. Kunnossapidon käsitteet ja määritelmät. Verkkodokumentti. <[http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet\\_2-1\\_kunnossapidon\\_kasitteet\\_ja\\_maaritelmät.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_2-1_kunnossapidon_kasitteet_ja_maaritelmät.html)>. Luettu 1.7.2017
7. Bertorello, Craig. 2008. Guest Column: The Five Most Common Mistakes when Planning a Distribution Center. Verkkodokumentti. <<http://www.sdexec.com/news/10327113/guest-column-the-five-most-common-mistakes-when-planning-a-distribution-center>>. Luettu 1.8.2017
8. ATS. Verkkodokumentti. <<http://www.witron.de/en/storage-systems-warehouse-technology/automated-storage-and-picking-systems/order-picking-into-totes-shipping-cartons/ats-automated-tote-system.html>>. Luettu 5.7.2017
9. DPS. Verkkodokumentti. <<http://www.witron.de/en/storage-systems-warehouse-technology/automated-storage-and-picking-systems/order-picking-into-totes-shipping-cartons/dps-dynamic-picking-system.html>>. Luettu 5.7.2017