

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Ari-Matti Toivanen

RFID-TEKNIIKAN INTEGROIMINEN
PIENTAVARALOGISTIIKKAAN

Opinnäytetyö
Toukokuu 2017



Karelia
AMMATTIKORKEAKOULU

jelma

OPINNÄYTETYÖ

Toukokuu 2017

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusoh-

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
(013) 260 600

Tekijä

Ari-Matti Toivanen

Nimeke

RFID-tekniikan integroiminen pientavaralogistiikkaan

Toimeksiantaja

Metalliteollisuuden yritys

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä kerrotaan tuotannonsuunnitteluprojektista, jossa tavoitteena oli integroida RFID-tekniikkaa pientavaralogistiikkaan sekä jatkossa laajentaa sitä myös muuhun logistiikkaan tehtaalla. Työn päätavoitteina olivat prosessin helpottaminen, ihmistyön vähentäminen sekä virheiden minimointi prosessissa. Työn toimeksianto tuli työnantajalta, joka on suuri kansainvälinen yritys, joten tässä työssä kaikkea ei voi kertoa aivan tarkasti salassapitosopimusten takia.

Tehtävänä oli selvittää soveltuvat nimikkeet simulointiin, prosessin simulaatio sekä simulaation tulosten tarkastelu. Myös soveltuvan tekniikan kartoitus ja testit sekä layoutsuunnittelu.

Työssä päästiin tavoitteisiin eli saatiin laadittua suunnitelma, jolla projektia voitiin lähteä viemään eteenpäin kohti käyttöönottoa. Suunnitelman sekä simulaation mukaan tekniikan käyttöönoton pitäisi vähentää resursseja sekä helpottaa prosessia.

Työssä tuli eteen paljon kiperiä kysymyksiä ja vaikeuksia, mutta kaikkeen löytyi lopulta vastaus ja keino ratkaista ongelmat.

Kieli

Suomi

Sivuja 36

Asiasanat

RFID, tuotannonohjaus, logistiikka, tuotanto, tekniikka, tehdas



THESIS
May 2017
**Degree Programme in Mechanical and
Production Engineering**
Karjalankatu 3
80220 JOENSUU
FINLAND
+358 13 260 600

Author
Ari-Matti Toivanen

Title
Integrating RFID Technology into Small Part Logistics

Commissioned by
A metal industry company

Abstract

This thesis describes a production planning project, where the goal was to integrate RFID technology into small parts logistics, and to expand it to other logistics in the factory in the future. The primary objectives were to ease the process, to reduce the amount of human labour, and to minimize errors in the process. The assignment came from the employer which is a large international company, so everything in this thesis cannot be revealed in detail because of confidentiality agreements.

The tasks were to finding out the suitable parts for simulation, carrying out the process simulation and reviewing the simulation results. Also mapping the appropriate technology and tests, as well as designing the layout.

The thesis achieved its objective, a plan, to proceed forward towards the implementation. According to the plan and the simulation, the new technology should reduce the resources and ease the process.

The work brought up a lot of difficult questions and obstacles, but the questions were finally answered and a way to solve these problems was found.

Language

Finnish

Pages 36

Keywords

RFID, production management, logistics, production, technology, factory

Sisältö

1	Johdanto	6
2	Teoria.....	7
2.1	Kanban, tuotannon ajoitusjärjestelmä	7
2.2	Imu- ja työntöohjaus	8
2.3	Tuotantomalli tehtaalla.....	10
3	RFID-tekniikka	11
3.1	Käytettävän tekniikan kartoitus	14
3.2	Tekniikan toimivuuden testaus tehtaalla	15
3.3	Testin tuloksia ja päätelmiä.....	15
4	Tarve muutokselle.....	17
4.1	Nykyisen tilaus- ja logistiikkaprosessin ongelmat	17
4.2	Lavatavaran toimitus trukkihylyyn	18
4.3	Pientavaran toimitus pienosahylyyn	18
4.4	Tavoiteltavat muutokset prosessiin	20
4.5	RFID- tekniikan vaikutukset muutoksiin	22
5	Työn simulointi.....	23
5.1	Simulaation vaatimukset.....	23
5.2	Simulaatioon tarvittavan datan muodostus	24
5.3	Simulaation datan esimerkit.....	25
5.4	Simulaation mitattavat tulokset	29
6	Layoutsuunnittelu.....	30
7	Uuden suunnitellun prosessin kuvaus.....	31
7.1	Muutokset alueittain.....	31
7.2	Suunnitellun pientavaraprosessin kuvaus.....	34
8	Pohdinta.....	36

Lyhenteet

ERP	Enterprise Resource Planning. Toiminnanohjausjärjestelmä teollisuudessa.
MES	Manufacturing Execution System. Tuotannonohjausjärjestelmä teollisuudessa.
MRP	Manufacturing Requirements Planning. Tarvelaskenta.
RFID	Radio Frequency Identification. "On yleisnimitys radiotaajuuksilla toimiville tekniikoille, joita käytetään tuotteiden ja asioiden havainnointiin, tunnistamiseen ja yksilöintiin" (RFIDLab 2016).
TULOUTUS	Tavaran vastaanotossa tehtävä työvaihe, jossa saapuneet tuotteet kirjataan tehtaan toiminnanohjausjärjestelmään.
TUNNISTE	Langaton muistilaite RFID-tekniikassa.

1 Johdanto

Raportissa kerrotaan RFID-tekniikan integroimisesta suuren metalliteollisuuden tehtaan pientavaralogistiikkaan, millä pyritään sujuvoittamaan tehtaan logistiikkaprosessia kokonaisuudessaan. Työ liittyy tuotannosuunnitteluun, joten raportissa painotetaan työn vaikutuksia tavaran tilaus- ja logistiikkaprosessin kokonaisuuteen. Työssä keskitytään siis nimenomaan pientavaran logistiikkaprosessiin, mutta muustakin logistiikasta kerrotaan hieman, koska niiden välillä on yhtäläisyyksiä. Moni toimittaja toimittaa isoa "lavatavaraa" sekä myös pientavaraa.

Työssä kerrotaan tuotannosuunnitteluprojektin eri vaiheista, tarvittavasta datankeruusta sekä huomioon otettavista asioista, joita ei välttämättä osata etukäteen tiedostaa projektin alkuvaiheessa. Vaaditaan paljon pohjatyötä, ennen kuin tekniikka voidaan ottaa käyttöön. Myös vanhan ja uuden prosessin haitat sekä hyödyt selvitetään työssä.

Työ on osa isompaa kehitysprojektia tehtaalla, jonka aikana RFID-tekniikka otetaan käyttöön vähitellen. Toteutus rajoittuu alkuvaiheessa pientavaralogistiikkaan lähitoimittajilta, mutta laajennusmahdollisuudet tekniikassa ovat tulevaisuudessa rajattomat. Se tullaankin ottamaan käyttöön vaiheittain kaikessa tehtaan logistiikassa, jos tulokset ovat halutun kaltaisia. Sitä voidaan laajentaa mahdollisesti myös ulkomaisille toimittajille asti.

Tehtävänä oli kartoittaa sopiva toimittaja RFID-tekniikalle, sekä tekniikan testaus. Tehtäviin kuului myös simulaatiodatan selvitys ja simulaatioiden tulosten tarkastelu. Toimintamallin aiheuttamien muutoksien kartoitus ja ratkaisu olivat isossa osassa, kuin myös layoutsuunnittelu. Layoutmuutoksen aikana uusi tekniikka otetaan käyttöön, joten projekti vaikuttaa myös layoutin suunnitteluun.

Toimeksiantaja on suuri kansainvälinen yritys ja siitä johtuen en voi paljastaa työssä kaikkia yksityiskohtia salassapitosopimuksen takia.

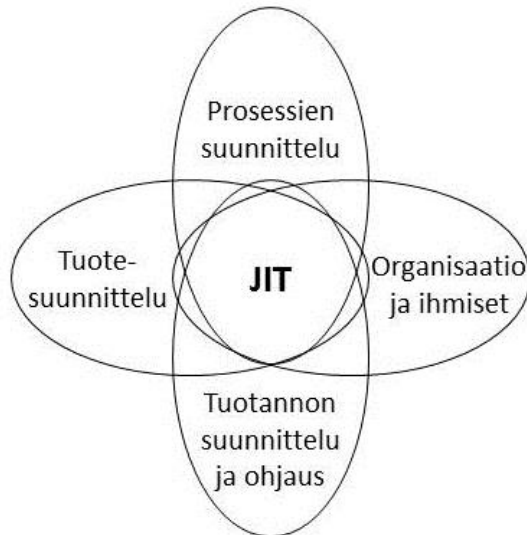
2 Teoria

2.1 Kanban, tuotannon ajoitusjärjestelmä

Tehtaalla käytetään tavaran tilaukseen ja varastointiin Lean-ajattelun mukaista varasto kanban-järjestelmää. Kanbanilla voidaan myös ohjata tuotantoa, mutta kyseisessä tehtaassa kanbania käytetään pelkästään varaston ohjaukseen. Kanban-korttien määrä voidaan määritellä jokaiselle prosessille sopivaksi tilanteen mukaan. Kanban järjestelmässä liikutellaan korttia, joka antaa luvan toimittaa varastoon lisää tavaraa. Kortilla voidaan myös lähettää toimittajalle toimituslupa eli tehdä ostotilaus.

Tehtaalla varasto kanban toimii yhdellä kortilla kaksilaatikkajärjestelmässä. Kun ensimmäinen erä tuotetta on käytetty, toinen erä otetaan käyttöön ja tämän tapahtuessa syntyy tilauskäsky joka kertoo toimittajalle että osaa tarvitaan lisää. Tämän tehtaan tapauksessa tilauskäsky tehdään kanban-kortilla, joka luetaan viivakoodilla tehtaan ERP- (Enterprise Resource Planning) järjestelmään. Viivakoodi on kortissa, joka säilytetään jälkimmäisen erän mukana laatikossa. Kortista ilmenee tuotteen toimittaja, eräkoko, varastopaikka, sekä muutakin tarpeellista tietoa, mutta nämä kolme ovat tilauksen toimituksen kannalta tärkeimmät.

Kanban on osa JIT- (Just In Time) tuotantomallia, jossa tavaraa tehdään juuri sinne, missä sitä tarvitaan, niin paljon kuin sitä tarvitaan, sekä se toimitetaan juuri silloin, kun se tarvitaan. Suomen kielessä käytetään nimitystä JOT (Juuri Oikeaan Tarpeeseen). Kuten kuviosta 1 ilmenee, JIT on tuotannon suunnittelua ja ohjausta, mutta siihen vaikuttavat muutkin tekijät tuotannossa. (Logistiikanmaailma 2017.)



Kuvio 1. JIT- tuotantomallin laajuus (Logistiikanmaailma 2017).

Kanban toimii hyvin osana imuohjautuvaa tuotantomallia. Siihen tuovat kuitenkin haasteita kaukana olevat toimittajat, koska niissä häiriöiden mahdollisuus korostuu riskien ollessa isommat, ottaen huomioon logistiikka ja sen vaiheet verrattuna lähitoimittajiin. Tehtaalla pyritään saamaan kaikki tarvittava mahdollisimman läheltä, joka on aina etu logistiikan kannalta.

2.2 Imu- ja työntöohjaus

Lean-ajattelussa tärkeää on tuotannon tasainen ja tarkoituksenmukainen materiaalivirta. Imuohjauksella voidaan vaikuttaa tähän materiaalivirtaan, sekä vähentää keskeneräistä tuotantoa ja välivarastoja eli "puskuria".

Imuohjaus:

Tuotannonohjausmenetelmä, jonka toiminta perustuu asiakastarpeen tahtiin ja jossa varastojen ja keskeneräisen tuotannon määrä on rajoitettu. Tuotteita ja puolivalmisteita valmistetaan ja siirretään eteenpäin ainoastaan mikäli niille on tarve, eli ketjun seuraava vaihe (alavirtaan eli

asiakkaaseen päin) pyytää sitä. Ketjun seuraava vaihe on siis asiakas, jonka tarve ohjaa edellistä vaihetta. (Logistiikanmaailma 2017.)

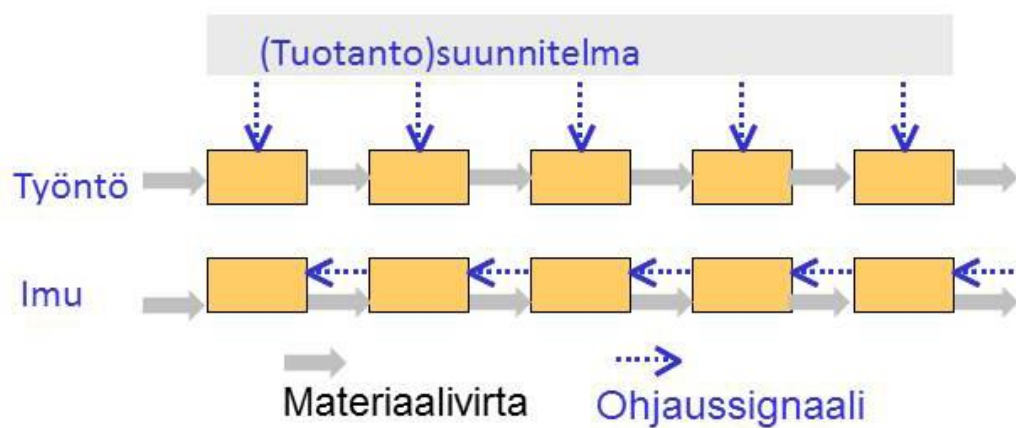
Työntöohjaus:

Työntöohjaus kuvaa periaatetta jossa asiakkaan tarve ei suoranaisesti ohjaa käytännön materiaalivirtaa, vaan kunkin vaiheen toiminnot perustuvat ennalta tehtyyn suunnitelmaan, esimerkiksi tuotantosuunnitelmaan. Yleensä ohjauksessa hyödynnetään tarvelaskentaa (MRP). Keskenpäin toteutetulle tuotannolle ja varastolle ei ole ylärajaa.

Käytännössä imu- ja työntöohjausta esiintyy harvoin läpi koko tuotannon tai toimitusketjun puhtaana periaatteena. Käytännössä näitä periaatteita yhdistetään, jotta saadaan kulloinkin vallitsevissa olosuhteissa kokonaisuuden kannalta tarkoituksenmukainen ohjaus materiaalivirrälle. (Logistiikanmaailma 2017.)

Imu- ja työntöohjauksen sekoitus esiintyy myös kyseisessä tehtaassa, joka on selitetty seuraavassa kappaleessa 2.3.

Kuvassa 1, on kuvattu imu- ja työntöohjauksen periaatteet.

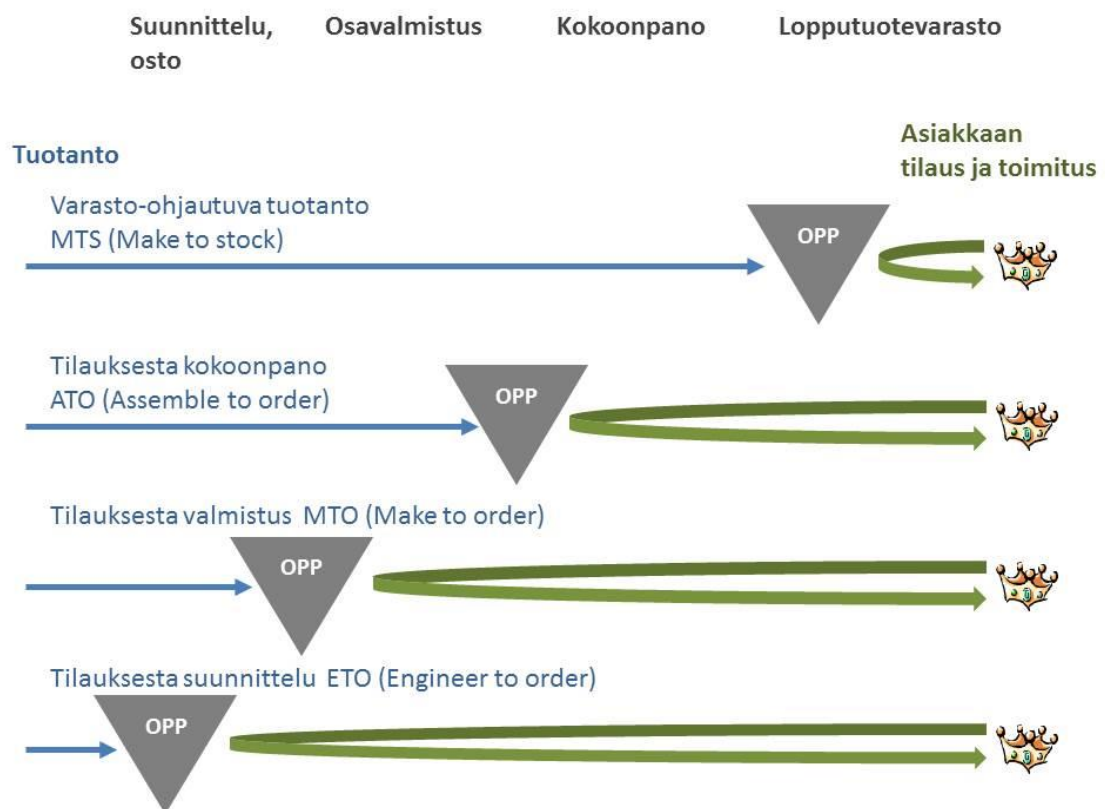


Kuva 1. Työntö- ja imuohjauksen ero (Logistiikanmaailma 2017).

2.3 Tuotantomalli tehtaalla

Tehtaan tuotanto perustuu asiakastilauksiin eli ns. "Make To Order" -menetelmään (kuva 2), eli tuotetta aletaan valmistamaan asiakkaan tilauksesta. Kun tuote valmistetaan asiakkaan tilauksesta, niiden toimitusaika on pidempi kuin varasto-ohjautuvassa tuotannossa. Tuotteet ovat ennalta suunniteltuja, sekä niistä on olemassa työohjeet sekä piirustukset. Tarvittavat materiaalit ovat jo varastossa tai toimitettuna paikalleen tarvittaessa.

Tilauksesta valmistus on tyypillinen ratkaisu tilanteissa, joissa tuotantomäärä on suhteellisen pieni verrattuna eri lopputuotevaihtoehtojen määrään. Tällöin lopputuotevarasto ei ole käytännössä mahdollinen: kaikkien eri lopputuotevarianttien varastointi vaatisi suhteettoman paljon sitoutunutta pääomaa ja aiheuttaisi paljon kustannuksia. Jo varastotila voi olla rajoittava tekijä. (Logistiikanmaailma 2017.)



Kuva 2. Tilauksen eri kohdennuspisteet tuotantomalleittain (Logistiikanmaailma 2017).

Tehtaan tuotantomalli on sekoitus linja- ja osakokoonpanoa. Linjalla olevien tuotteiden mallit vaihtelevat jatkuvasti ja asiakas saa valita jokaiseen malliin lukuisia eri optioita. Tästä johtuen osakulutukset vaihtelee päivittäin ja tuo suurta haastetta logistiikkaan, tavarankäytön tilaukseen sekä niiden varastointiin.

Tehtaalla tehdään osakokoonpanosoluissa kokoonpanoja, jotka toimitetaan pääkokoonpanolinjalle. Tehtaan tuotantomalli onkin sekoitus työntö- ja imuohjautuvuutta. Pääkokoonpanolinja toimii työntöohjauksella, mutta osakokoonpanosolut toimivat imuohjauksella. Koska imuohjautuvassa tuotannossa tehdään tuotteita asiakkaan tarpeen mukaan, on tuotantolinja täten osakokoonpanosolujen asiakas. Päälinjaan työnnetään asiakkaan tilauksien mukaan tuotetta ja niiden vaiheet sekä järjestys ovat ennalta suunniteltuja, joten linjan ohjausmalli kuuluu työntöohjauksen puolelle. (Logistiikanmaailma 2017.)

3 RFID-tekniikka

RFID on lyhennelmä sanoista Radio Frequency Identification. Toista nimeä RFID-pohjautuvasta tekniikasta käytetään myös, joka on NFC (Near Field Communication) eli "lähikenttäluku". Tämä on ehkä maanläheisempi ja enemmän tunnettu nimitys tälle tekniikalle kuluttajien keskuudessa. Tässä työssä käytetään ainoastaan lyhennettä RFID. Tekniikka voi olla tuttu monelle esim. työajanseurantajärjestelmästä työpaikalla (ns. "kellokortti"), tai jopa omasta älypuhelimesta, jos se on varustettu NFC-ominaisuudella. Nimitystä NFC käytetään nimensä mukaisesti "lähiluvusta", jossa lukualue on vain senttimetrin luokkaa, kun taas RFID-tekniikassa se voi olla jopa kymmeniä metrejä. (RFID-Lab 2017.)

Radiotaajuuksia käyttäen RFID-tunnisteesta voidaan lukea tietoja jotka on sinne radiotaajuuksia käyttäen tallennettu. Tunnisteelle voidaan syöttää tietoa RFID-lukijan avulla, kuten myös muokata sen sisältöä. Viivakoodiin verrattuna RFID:n etu on se, että se ei ole ns. "kertakäyttöinen", vaan tietosisältöä voidaan muoka-

ta, sekä sitä sopii todella paljon tunnistamiseen. Tunniste voidaan myös lukea ilman tunnisteen näkemistä tai sen luokse pääsemistä, koska tehokas lukija voi lukea tunnisteen esteettömässä ympäristössä jopa 30 metrin päästä. (RFIDLab 2017.)

RFID- tunniste kestää myös likaa sekä kulutusta ja säilyy silti paremmin luettavana, kuin tavalliset tarrat, jotka on tulostettu ja joiden täytyy olla "visuaalisesti tunnistettavissa". Tunnisteita on aktiivisia sekä passiivisia. Aktiivinen tunniste lähettää määrätyn väliajoin signaalia lukijalle joka lukee signaalin tiedon. Passiivinen tunniste "luovuttaa" tiedon vasta luettaessa se lukijalla. (RFIDLab 2016.)

RFID- tekniikka mahdollistaa myös niin sanotun "visuaalittoman luvun". Verrattuna viivakoodiin, luku voidaan tehdä todella kaukaa ja tunnistetta ei tarvitse nähdä. Tämä mahdollistaa tunnisteiden luvun "lukuportilla", jonka läpi tavara ajetaan ja portti lukee kaikki kyydissä olevat tunnistet kerralla. Erillistä ihmis-työtä ei täten luetaan tarvita.

Idea RFID:n käytöstä on ollut jo pitkään tiedossa tehtaalla, mutta tarvittavaa tekniikkaa ei ole vielä löytynyt, tai se on ollut hyvin kallista. Nykyään RFID-tunnisteet ja niiden luentalaitteiden hinnat ovat hyvinkin kilpailukykyisiä, verrattaessa esimerkiksi viiva- tai QR koodiin ja niiden lukulaitteisiin sekä ominaisuuksiin.

Tunnisteen hinta määräytyy sen ominaisuuksien mukaan. Tunnisteen kappalekustannukset vaihtelevat muutaman sentin paperitarrasta kalliimpaan kovaa kuumuutta, sekä painetta ja kemikaaleja kestävänn tunnisteen (kuva 3) välillä.

Jotkin tunnistet kestävät esimerkiksi autoklaavikäsittelyn ja toimivat jopa -40 - +85 celsiusasteen välillä (Atlasrfidstore 2017). Nämä tunnistet maksavat jo noin 10 €/kpl.



Kuva 3. Autoklaavin kestävä RFID- tunniste (Atlasfridstore 2017).

Yleisimmin käytetty tunniste logistiikassa on liimattava kosteuden kestävä tarra, jolle voidaan tulostaa tietoa ja jonka sisällä RFID- silmukka on (kuva 4). Nämä tunnisteet voidaan koodata tulostettaessa, sekä niiden lukuetaisyys ja lukuvarmuus pysyvät hyvinä.



Kuva 4. Yleinen paperinen / muovinen tunniste jolle voidaan tulostaa (Atlasfridstore 2017).

3.1 Käytettävän tekniikan kartoitus

Tehtaalla halutaan käyttää kehityksen kestävästä tekniikasta, eli sen täytyisi olla muunneltavissa sekä laajennettavissa myös tulevaisuudessa.

RFID-tekniikka antaa hyvät mahdollisuudet kaikkiin tavoiteltaviin asioihin. Käytännössä automaatio ja seuranta-aste on rajaton. Esimerkiksi koko tehtaan tuotannon pinta-ala pystyttäisiin kytkemään seurannan piiriin. Näin voitaisiin seurata tuotetta tuotantolinjalla ja miten pitkään se viipyy asemilla, vaikkapa reaaliaikaisesti.

Tekniikan sekä palvelun toimittajaa en voi salassapitosyistä paljastaa. Tekniikan ja palvelun toimittajan selvittyä, tehtiin kartoitus käytettävissä olevasta tekniikasta, jota he tarjoavat. Toimittajan kanssa määriteltiin halutut vaikutukset mitä projektilla tavoitellaan, jonka jälkeen voitiin alkaa suunnittelemaan siihen soveltuvia laitteita ja sovelluksia.

Tekniikan käyttöönoton ensimmäisessä vaiheessa tavaralogistiikassa päädyttiin pysymään vain tehtaalla kuljetettavien osien piirissä, sekä lähitoimittajilla kiertävissä laatikoissa. Lisälaajennus mahdollisuuksia on myös kaukana sijaitseville toimittajalle asti. Päädyttiin kuitenkin tulokseen, että aluksi kannattaa aloittaa pienemmällä osalla ja laajentaa tekniikan käyttöä vasta tulevaisuudessa, jos tekniikka toimii halutusti.

Lukuporttien tekniikaksi valikoituivat tehokkaat "porttilukijat" jotka lukevat RFID-tunnisteet massana kuljetusräkistä oviaukosta ajettaessa. Nämä sijaitsevat ovilla joista tavara ajetaan sisään tehtaalle. Lukijat tulevat porttiin oviaukon molemmille puolille ylös ja alas. Näin saadaan lukusignaali monesta suunnasta ja tasosta.

Käsipäätteiksi valikoituivat näppärät yhdellä kädellä käytettävät lukijat, joissa on suuri kosketusnäyttö sekä RFID- ja viivakoodin lukijat. Eroa nykyisiin viivakoodinlukijoihin ei uusissa laitteissa juurikaan ole muuta kuin RFID-ominaisuudet.

Tunnisteet valikoituvat käyttökohteen mukaan joita oli kymmeniä erilaisia mahdollisia malleja: tarroja, teipattavia, liimattavia, porattavia yms. Pientavaralogis-

tiikassa tulisi käyttöön tarrat, joihin voi tulostaa tarvittavat laatikkomerkinnot ja liimata ne laatikkoon. Tämä ei vaikuta nykyiseen laatikkomerkinnot prosessiin paljon, koska tehtaalla jo käytössä olevat tulostimet tukevat RFID-tekniikkaa.

3.2 Tekniikan toimivuuden testaus tehtaalla

Tekniikan toimivuutta haluttiin testata käytännössä. Tekniikan toimittaja kutsuttiin paikalle järjestämään testaus. Testillä pyrittiin tuomaan esille tilanteita joissa tunnisteen luku epäonnistuu, jotta kuljetuskalusto voitaisiin suunnitella varmasti toimivaksi.

Testissä rakensimme oikealle oviaukolle lukuportin, jotta paikasta ja lukutilanteesta saatiin autenttinen. Kuljetusräkinä käytimme metalliverkko seinämäistä räkkiä jossa on pyörät. Tämä oli todella huono vaihtoehto metalliverkon takia, mutta haluttiin testata lukeeko portti kaikki tunnistet jopa tämän kaltaisessa räkissä, jossa vain yksi sivu on avoin. Metalliverkko luo lukusignaalille ns. "Faradayn häkin", joka estää kaiken sähköisen signaalin pääsyn verkon läpi (Wikipedia 2016).

3.3 Testin tuloksia ja päätelmiä

Testissä saimme tulokseksi 100-prosenttisen lukuvarmuuden normaalitilanteessa. Laatikoita liikutettiin portin ohi hitaasti sekä nopeasti (nopeus 0-15km/h) räkissä, jossa kummallakaan tyylillä ei ilmennyt ongelmia. Lukuongelmia ilmeni vain tilanteessa jossa laatikot olivat hyllyssä limittäin ja niissä oli metallia sisällä. Tämä estetään sillä, että kuljetusräkissä laatikoiden etureuna tulee aina tasaisesti samalle paikalle, sekä laatikon molempiin päihin tulee tunnistet. Käsi-päätteitä ei tarvinnut sen tarkemmin testata, koska ne ovat samanlaisia kuin

muutkin lukijat tehtaalla. Niiden kohdalla ainoastaan toiminta tehtaan ERP- järjestelmän kanssa täytyy varmistaa.

Tyypillisimpiä asioita jotka voivat estää luvun ovat metalliverkot, metallia tunnisteiden edessä, liian alhainen teho (vaihtelevalla etäisyydellä) ja magneetit. Lukusäteet heijastelevat paljon heijastavilta pinnoilta joka lisää lukutehoa, koska säteet kimpoilevat eri suunnista tunnisteelle. Heijastelu voi myös kuitenkin aiheuttaa harmia, jos säteet heijastuvat lukukohdan ulkopuolelle ja lukevat väärän tunnisteiden. Porttia asennettaessa tämä heijastelu täytyy testata portin ympäristöstä jotta vältetään virheluvut.

Kuljetusräkin täytyy olla mahdollisimman avoin ainakin yhdeltä sivulta jolta laatikon tunnisteita luetaan, mutta myös laatikoiden kyydissä pysyvyys täytyy varmistaa, jos kuljetusräkki pääsee pompahtamaan kuljetuksessa. Myös lukijan teho täytyy olla säädettävissä. Tämä johtuu siitä, että jos lukusignaali on täydellä teholla lukija lukee tunnisteiden esteettömässä ympäristössä jopa kymmenien metrien päästä, joten virhelukujen mahdollisuus kasvaa. Lukijan teho täytyy säätää siis tietylle etäisyydelle oven leveyden mukaan.

Lukutuloksen varmistukseksi asennetaan näyttö, joka kertoo monta tunnistetta lukukerralla luettiin. Tämä ilmaisee sen, että luku on tapahtunut sekä kuljettaja voi arvioida oliko luku onnistunut. Esimerkiksi jos kyydissä on 100 laatikkoa ja lukuilmaisoin ilmoittaa että vain 50 tunnistetta on luettu, kuljettaja tietää että luennassa tapahtui jokin virhe.

Mahdolliset luentavirheet jäävät kiinni myös ajokierrolla. Jos laatikon tunnistetta ei lueta portissa ei järjestelmä tiedä että kyydissä on kyseinen laatikko, joten sen hyllypaikkaa ei myös tiedetä, joka johtaa siihen että laatikko jää kierroksella hyllyttämättä. Laatikko on täten täytenä takaisin ajettaessa joten kuljettaja huomaa virheen heti. Tällöin testataan tunnisteiden toimivuus, tehdään tarvittavat toimenpiteet ja toimitetaan laatikko oikealle paikalleen.

4 Tarve muutokselle

4.1 Nykyisen tilaus- ja logistiikkaprosessin ongelmat

Koska tehtaalla on käytössä pientavaroiden osalta kaksilaatikkojärjestelmä, edellyttää se nykyään kanban-korttien käyttöä. Tuotannon työntekijöiden vastuulle jää kortin luku eli tavaran tilauskäsky tai kortin toimittaminen keräystaaluun. Tämän takia kortteja välillä häviää ja hukkuu matkalle, joka johtaa materiaalipuutteisiin jos kortin lukua ei ole tehty. Syitä siihen voi olla kortin unohtuminen laatikkoon tai korttia ei yksinkertaisesti muisteta lukea, jolloin toista erää aletaan jo kuluttaa. Myös kortin häviäminen täyttövaiheessa aiheuttaa päänvaivaa vaikka kortti olisi luettu. Silloin on tehtävä uusi kortti laatikkoon tai lavaan täyttövaiheessa, joka on turhaa työtä.

Nykyinen järjestelmä on kankea ja vaatii paljon ihmistyötä. Papereita käsitellään paljon jokaisen lähetyksen yhteydessä, niin toimittajalla pakkaus-, kuin tehtaalla tuloutusvaiheessa. Niistä löytyvät tarvittavat tiedot asiakkaalle ja toimituksen jälkeen lähetys tuloutetaan yrityksen ERP- toiminnanohjausjärjestelmään lukeamalla viivakoodi paperista tai syöttämällä tiedot manuaalisesti tietokoneelle. Vasta tämän jälkeen tiedot kulkevat sähköisessä järjestelmässä ilman papereiden käsittelyä.

Tiivistettynä papereiden ja korttien käsittelyä tulee nykyisessä prosessissa todella paljon ja joista johtuvia ongelmia on tehtaalla runsaasti.

Seuraavissa kappaleissa 4.2 ja 4.3, on kuvattuna erikseen kokonaiset prosessit tehtaalla sisällä lavatavaralle sekä pientavaralle.

4.2 Lavatavaran toimitus trukkihyllyyiin

Lavatavaraa ovat fyysisesti isot kappaleet, eräkooltaan isot kappaleet, tai painavat kappaleet.

Tilaus tuloutetaan yrityksen ERP- järjestelmään sen saapuessa tehtaalle. Tilauksen tuloutuksen jälkeen se viedään kellovalle varastopaikalle odottamaan siirtoa käyttöpaikalle tuotannossa. Lähetys koodataan kellovalle varastopaikalle trukki pc:ssä olevalla lukijalla. Nimikkeen saldo siirtyy täten kyseiselle varastopaikalle ERP- järjestelmässä.

Näiden nimikkeiden tilaus hoidetaan kanban-kortilla, joka säilytetään käyttöpaikalla ja lavan tyhjentyessä sillä voidaan tilata uusi erä tavaraa. Kortin luku MES-järjestelmään työpisteillä olevilla tietokoneilla lähettää sähköisen siirtopyynnön varastopaikalta käyttöpaikalle, joka tulee näkyviin trukkien näytöille. Lavatavaran kanban-kortti on erivärinen verrattuna pientavaran korttiin jotta ne erotetaan toisistaan. Väri myös kertoo heti, että kortin tilausprosessi on erilainen kuin pientavaralla.

Kelluva varastopaikka tarkoittaa sitä, että tietylle tuotenimikkeelle ei ole etukäteen määritettyä paikkaa varastossa, joten lava voidaan jättää minne vaan vaapaalle varastopaikalle jolla on varastopaikka koodi.

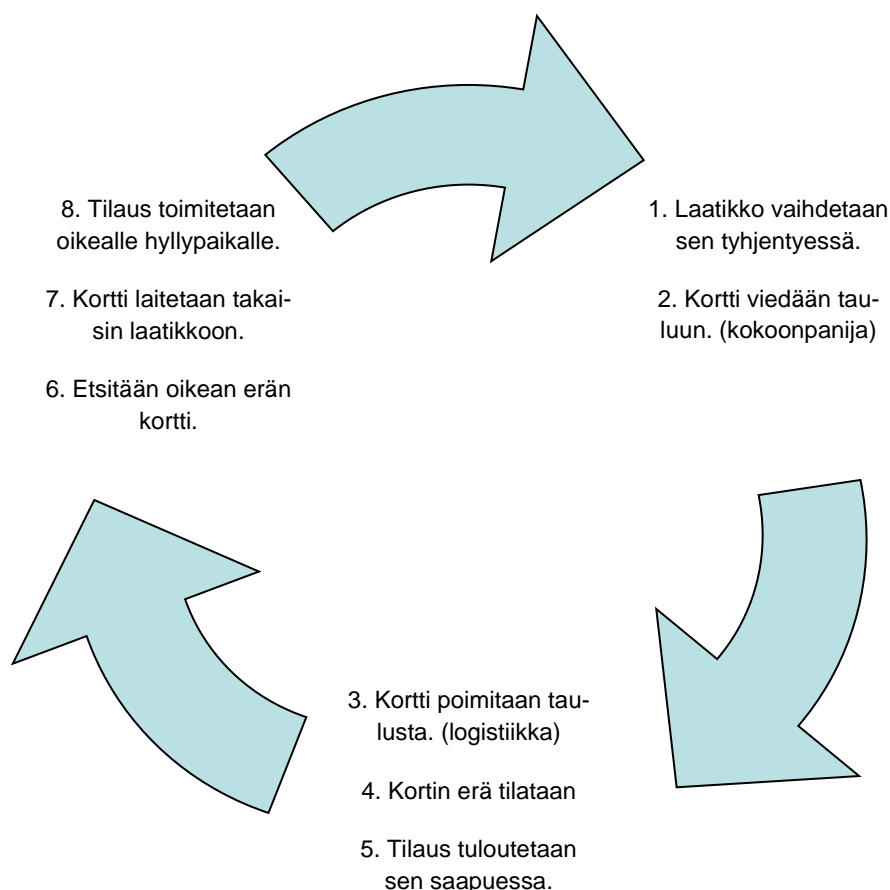
4.3 Pientavaran toimitus pienosahyllyyiin

Pientavaraa ovat tehtaan omiin pienosalaatikkoihin pakattavat nimikkeet, jotka ovat kaikki hyllyissä työpisteellä. Yleensä pieniä ja kevyitä nimikkeitä, jotka tulevat toimittajalta esimerkiksi pahvilaatikoissa.

Pientavarahyllyt toimivat kaksilaatikkojärjestelmällä. Kaksilaatikkojärjestelmässä tavara tilataan vaihtamalla laatikko täyteen ensimmäisen laatikon tyhjentyessä.

Saman erän laatikot ovat hyllyissä peräkkäin. Jälkimmäisessä laatikossa on kanban-kortti. Kanban-kortti toimitetaan laatikon vaihtuessa keräystauluun, josta logistiikka työntekijä poimii kortin mukaan odottamaan tilauksen saapumista. Logistiikka työntekijä joutuu kiertämään taulut vähintään kerran päivässä ja keräämään kortit tauluista. Jokaiselle henkilölle on määritetty omat toimittajat, joiden korteista ja toimituksista he huolehtivat. Kanban-kortit luetaan tietokoneella, josta lähtee niin sanottu "täydennyspyyntö" eli tilaus toimittajalle. Kun tilaus saapuu tehtaalle, se tuloutetaan ERP- järjestelmään ja toimitetaan kortissa lukevalle hyllypaikalle. Kortti palautetaan samalla laatikkoon.

Kuviossa 2 on kuvattuna tämä sama prosessi.



Kuvio 2. Nykyinen tilaus- ja logistiikkaprosessi vaiheineen pientavaralogistiikassa.

4.4 Tavoiteltavat muutokset prosessiin

Nykyistä tilaus- ja logistiikkaprosessia halutaan tehostaa kauttaaltaan. Seuraavaksi on listattu nykyisiä ongelmia ja niiden syitä, joihin projektissa halutaan muutosta parempaan.

1. Turha paperinpyörittely on jäätävä pois ja varastosaldo muutokset yms. halutaan hoitaa automaattisesti. Jokainen toimittaja myös toimii eri tavalla, eli jokaisella on omat järjestelmät ja hieman erilaiset paperit. Tämä tuottaa ongelmia ja epäselvyyksiä tuloutuksessa. Toimittajan toimintatapaa halutaan yhdenmukaistaa samanlaiseksi, jotta kaikilla olisi aina sama ja selkeä tapa tavarantoimituksessa ja toimituksessa.

2. Trukkiliikennettä pyritään vähentämään tehtaassa sisällä. Sitä on nykyään todella paljon, se on aikaa vievää toimintaa ja tuo riskejä sekä terveyshaittoja tehtaassa työntekijöille. Esimerkiksi polttomoottorikäyttöisestä trukista tulee pakokaasuja, sekä kaikissa trukeissa on törmäyksen vaara huonon näkyvyyden takia. Nykyisessä tuotannon layoutissa trukeilla joudutaan ajamaan tuotantosolujen välissä ja kävelemällä toimittamaan tavaraa pienosahyllyyn tuotantosolun sisälle. Tämä tuo hankaluuksia ja hidastaa logistiikka työntekijöitä, sekä solun työntekijöitä.

Trukit joutuvat odottelemaan kapeilla käytävillä toisiaan, koska ohi ei pääse trukkien leveyden takia. Tätä pyritään parantamaan logistiikkajunalla. Eli sähkökäyttöisen veturin perään laitetaan vaunuja, joihin voidaan lastata erilaisia räkkeitä tai lavoja. RFID-tekniikka mahdollistaa helpon ja tehokkaan junaliikenteen tehtaassa sisälogistiikassa. Yhden junan kyytiin saa x-määrän vaunuja vetokyvyn ylittymiseen saakka. Näin lähetykset voidaan saada tehtaassa sisällä toimitettua käyttöpaikoille yhdellä kierroksella, eikä trukilla enää tarvitse ajella edestakaisin yksi nimike kerrallaan. Lisäksi juna on vain noin 1,5m leveä, joten niillä pystyy ohittamaan toisensa käytävällä helposti, jos junia on useampi samaan aikaan liikenteessä.

3. Laatuongelmat nimikkeissä, etenkin maalatuissa osissa ovat nykyprosessissa melko suuressa osassa. Toimittaja pakkaa tuotteet lavalle, jonka jälkeen ne kuljetetaan tehtaalle. Tehtaalla ne pakataan hyllylaatikkoon, josta se lopuksi otetaan ja asennetaan paikalleen. Tässä tulee nimikkeelle turhia käsittelykertoja joissa nimikkeet voivat naarmuuntua. Tässä pyritään vähentämään nimikkeen käsittelykertoja.

4. Logistiikan tehostaminen. Tehtaan läheisyydessä sijaitsee toimittajia joiden asiakastarve painottuu kyseisen tehtaan tarpeisiin. Lähellä tehdasta toimii myös tehtaan "keskusvarasto", josta työasemille toimitetaan osia. Nykyään tavara toimitetaan näistä paikoista rekalla, joten näiden toimittajien logistiikka halutaan hoitaa tehokkaammin.

4.5 RFID- tekniikan vaikutukset muutoksiin

Tähän kaikkeen edellisessä kappaleessa mainittuun asiaan liittyy jollakin tavalla RFID- tekniikka. Esimerkiksi laatuongelmiin odotetaan parannusta, koska RFID-tekniikka mahdollistaa pienosalaatikoiden olevan "kelluvia" eli niitä ei ole merkattu yhdelle tietylle nimikkeelle. Laatikon tyhjentyessä se vapautetaan käytettäväksi muualla, sekä muulle nimikkeelle. Tämä mahdollistaa sen, että laatikot voidaan kuljettaa pois hyllystä odottamaan täyttöä. Tänä aikana ne voidaan pestä liasta, sekä kuljettaa suoraan toimittajalle. Näin he voivat asettaa nimikkeen suoraan oikeankokoiseen hyllylaatikkoon. Näin ylimääräisiä käsittelykertoja ei enää tarvita.

Laatikolle siis luodaan tunnistetarra, jossa on RFID- siru sekä tarrassa lukeva numerosarja joka on laatikon oma koodi. Enää laatikon koodi ei määritä mitä sen sisällä on, vaan RFID- tunnistuksessa on tieto nimikkeestä jota se pitää sisällään. Laatikon tyhjentyessä tunnisteen tieto nollataan, jolloin se voidaan täyttää taas uudella nimikkeellä. Täten laatikot eivät ole kiinnitetty vain yhdelle nimikkeelle. Tunnisteen uudelleen koodaus tapahtuu RFID- lukijalla laatikon täyttövaiheessa.

Logistiikassa RFID- tekniikalla yleensä pyritään näihin asioihin:

- prosessien tehokkuuden parantaminen
- ihmistyön vähentäminen
- ihmisten tekemien virheiden vähentäminen
- automaatioasteen nostaminen
- kanban täydennyksien nopeuttaminen
- varastoarvon pienentäminen (nopeampi ja tarkempi kierto)

5 Työn simulointi

5.1 Simulaation vaatimukset

Uutta toimintamallia haluttiin simuloida tietokoneohjelmalla. Tietokoneohjelma tarvitsee mallinnetun layoutin tehtaasta sekä Excel dataa osista joita kerätään ja kuljetetaan tehtaalla. Simulaatio-ohjelmalla saadaan hyvinkin tarkkoja tuloksia haluttaessa, kun vaan pohjatiedot ovat kunnossa. Simulaatioon ajettiin tuotannon kahden viikon aikana valmistamien tuotteiden rakenteet, joka on muodostettu oikeista tilauksista. Tuotteiden optiot katsottiin läpi, että sieltä löytyy hieinan harvinaisempia optioita seassa, sekä kaikki tuotemallit. Tällä päästään lähelle oikeita osakulutuspäämääriä ja näin vaihtoehtoiset optiot otetaan myös huomioon.

Simulaatioon täytyy ajaa kaikkien työvaiheiden ajat, kuten esimerkiksi junan nopeus, laatikon lastaus kyytiin ja laatikon lastaus hyllyyn. Simulaatiossa ei tarvitse konkreettisesti tapahtua esimerkiksi lastausta vaan juna pysähtyy sille määrättyksi ajaksi paikalleen, kun laatikkoa lastataan. Junan ajoreitti simuloitiin oikeasti layoutiin, jossa juna liikkuu ja pysähtyy aina työasemalle jossa on tyhjä laatikko tai täydennettävä hylly. Näin saadaan suuntaa antavaa tietoa resurssitarpeista prosessissa.

Simulaatioon syötetään myös aika, jonka täytössä oleva laatikko viipyy toimittajalla. Tästä saadaan selville missä nimikkeissä on liian pieni erä koko, eli toinenkin hyllylaatikko tyhjenee täyttökierron aikana. Näiden nimikkeiden osalta täytyy tarkastella eräkokoja ja tarvittaessa neuvotella toimittajan kanssa lyhyemmästä toimitusajasta, jotta osapuutteita ei tulisi.

5.2 Simulaatioon tarvittavan datan muodostus

Simulaation hoiti paikallinen suunnittelutoimisto, joka on erikoistunut simulaatiomalleihin sekä layout muutosten suunnitteluun. Sama toimisto hoitaa samalla myös layoutin piirtämisen ja mallinnuksen. Simuloijalle toimitettiin yhteenveto asioista joita haluttiin simulaatiosta tietää ja näiden perusteella saatiin tietoon mitä dataa niiden selvitykseen tarvitaan.

Kun tarvittava data oli tiedossa, alkoi tietojen kerääminen suuresta datasta. Yrityksen ERP- järjestelmästä ajettiin erilaisia tietoja nimikkeistä ja niiden kautta alettiin selvittämään mitkä nimikkeet kuuluvat pienosiin.

Lista tehtiin *Microsoft Office Excel* ohjelmalla. Listaan haettiin kaikki nykyiset pienosat, joista alettiin selvittämään uuteen prosessiin soveltuvia nimikkeitä. Nimikkeet voitiin kartoittaa järjestelmästä varastopaikkakoodilla, sekä nimiketilaus luokan mukaan. Tässä vaiheessa myös kartoitettiin pois listalta fyysisesti liian suuren nimikkeet, jonka rajoituksena maksimissaan 300mm*500mm laatikko koko.

Nimikkeiden paino näyttelee suurta roolia eräkoon riittävydessä. Tehtaalla asetettiin pienosalaatikon eräpainoksi maksimissaan 20 kg. Tästä on kerrottu lisää kappaleessa 7.1.

Listaa muodostaessa on tärkeää huomioida että kaikki osat ovat varmasti listalla. Myös listan haluttu ulkoasu kannattaa miettiä etukäteen mahdollisimman lähelle haluttua, jotta säästyttäisiin virheilta myöhemmässä muokkauksessa. Listasta kannattaa tehdä mahdollisimman yksinkertainen ja sellainen, että siihen voidaan ajaa helposti massa-ajoa ja tehdä hakuja erilaisilta listoilta. Itselläni tuotti aluksi ongelmia, kun aloin muokata listan ulkonäköä kesken kaiken ja joidenkin solujen tiedot sekoittuivat, koska muutin listan järjestystä väärällä tavalla. Onneksi huomasin tämän pian ja sain virheen korjattua. Myös toisilta listoilta kopioidessa tietoa kannattaa alkuperäinen solun tai rivin otsikko säilyttää muuttamattomana. Myöhemmin tarkasteltaessa mistä mikäkin tieto on haettu voi tämä tuottaa ongelmia, jos alkuperäisiä nimiä on muuteltu. Pienillä eroilla on iso

vaikutus, koska esim. "tilauskäsittelytyyppi" ja "tilaustyyppi" voivat helposti sekoittua, vaikka ovat täysin eri tietoja.

5.3 Simulaation datan esimerkit

Ensin selvitettiin nimikkeiden eräkoko 20kg:n rajalla (kuva 5).

Eräkoko laskettiin laskukaavalla 1.

$$20 \text{ (kg)} / \text{nimikkeen paino (kg)} = X \text{ (määrä)} \quad (1)$$

Esimerkkilasku: $20\text{kg} / 0,37\text{kg} \approx 54\text{kpl}$

	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR
1														
2														
3														
4	Pakkaus	om / Lava	Korkeus	Kanban korttien määrä	Tarkasta varastopaikka eräkoko	Nimikkeen paino (kg)	MAX eräkoko (20kg rajalla)	MAX eräkoko pyöristetty alaspäin	Toimitusaika	Toimitusajan kulutus (Toim.aika*päiväkulutus)	max eräkoko - toimitusajan kulutus	Tarvittava toimitusaika	TOIMITUS AIKA TARKIST. (yli 21pv)	TOIMITUS AIKA TARKIST. (pienene)
211	LTK	10		1		0,01	2000	2000	6	2	1998	5000		
212	LTK	10		1		0,02	1000	1000	6	67	933	89		
213	LTK	30		1		0,02	1000	1000	6	57	943	105		
214	LTK	10		1		0,02	1000	1000	6	20	980	303		
215	LTK	20		1		0,06	333	333	30	152	181	66	x	
216	LTK	20		1		0,25	80	80	6	4	76	123		
217	LTK	20		1		0,01	2000	2000	10	7	1993	2915		
218	LTK	20		1		0,00	20000	20000	6	8	19992	14588		
219	LTK	20		1		0,09	222	222	6	2	220	555		
220	LTK	20		1		0,09	222	222	10	16	206	139		
221	LTK	30		1		0,37	=20/AJ221	54	37	93	-39	22	x	x
222	LTK	20		1		0,06	333	333	6	0	333	4440		
223	LTK	30		1		1,10	18	18	10	2	16	95		
224	LTK	10		1		0,50	40	40	30	15	25	80	x	
225	LTK	20		1		1,18	17	16	6	3	13	33		
226	LTK	10		1		0,04	455	454	45	78	376	261	x	
227	LTK	10		1		0,04	455	454	6	0	454	6306		
228	LTK	10		1		0,04	455	454	6	2	452	1261		
229	LTK	20		1		0,01	3333	3333	6	32	3301	617		
230	LTK	20		1		0,01	3333	3333	10	58	3275	571		
231	LTK	20		1		0,20	100	100	45	54	46	83	x	
232	LTK	20		1		0,03	800	800	6	49	751	97		

Kuva 5. Eräkoko 20kg:n rajalla

Sen jälkeen laskettiin toimitusajan kulutus (kuva 6).

Kulutus laskettiin laskukaavalla 2.

osan päiväkulutus (kpl/pv) x toimitusaika (pv) = toimitusaikana kulunut määrä (kpl) (2)

Esimerkkilasku: 2,53kpl/pv x 37pv ≈ 93kpl

	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR
1														
2														
3														
4	Pakkaus	cm / Lava	Korkeus	Kanban korttien määrä	Tarkasta varasto-paikka eräkoko	Nimikkeen paino (kg)	MAX eräkoko (20kg rajalla)	MAX eräkoko pyöristetty alaspäin	Toimitusaika	Toimitusajan kulutus (Toim.aika*päiväkulutus)	max eräkoko - toimitusajan kulutus	Tarvittava toimitusaika	TOIMITUS AIKA TARKIST. (yli 21pv)	TOIMITUS AIKA TARKIST. (pienenee)
211	LTK	10		1		0,01	2000	2000	6	2	1998	5000		
212	LTK	10		1		0,02	1000	1000	6	67	933	89		
213	LTK	30		1		0,02	1000	1000	6	57	943	105		
214	LTK	10		1		0,02	1000	1000	6	20	980	303		
215	LTK	20		1		0,06	333	333	30	152	181	66	x	
216	LTK	20		1		0,25	80	80	6	4	76	123		
217	LTK	20		1		0,01	2000	2000	10	7	1993	2915		
218	LTK	20		1		0,00	20000	20000	6	8	19992	14588		
219	LTK	20		1		0,09	222	222	6	2	220	555		
220	LTK	20		1		0,09	222	222	10	16	206	139		
221	LTK	30		1		0,37	54	54	37	=AM221*L221	-39	22	x	
222	LTK	20		1		0,06	333	333	6	0	333	4440		
223	LTK	30		1		1,10	18	18	10	2	16	95		
224	LTK	10		1		0,50	40	40	30	15	25	80	x	
225	LTK	20		1		1,18	17	16	6	3	13	33		
226	LTK	10		1		0,04	455	454	45	78	376	261	x	
227	LTK	10		1		0,04	455	454	6	0	454	6306		

Kuva 6. Toimitusajan kulutus

Toimitusajan kulutuksen ja painorajan korrelaatio sanallisesti:

Esimerkiksi, jos nimikkeen osakulutus on 15 kpl/päivä, nimikkeen paino on 0,5kg/kpl ja toimitusaika 5pv, saadaan osakulutukseksi laskukaavalla:

$15 \times 5 = 45$. Osaa siis kuluu viidessä päivässä 45kpl.

$45\text{kpl} \times 0,5\text{kg/kpl} = 22,5\text{kg}$.

Tuloksena painoraja ylittyy ja erän painoa täytyy pienentää lyhentämällä toimitusaikaa ja pienentämällä eräkokoja. Tässä täytyy muistaa jättää eräkokoihin tuotannon vaihtelun niin sanottu safety raja eli "pelivara", jotta osapuutteilta vältyttäisiin. Tämä johtuu tuotantolinjalla valmistettavien tuotteiden vaihtelevuudesta.

Seuraavaksi laskettiin tarvittava toimitusaika (kuva 7).

Tarvittava toimitusaika laskettiin laskukaavalla 3.

Maksimi eräkkö (kpl) / nimikkeen päiväkulut (kpl/pv) = määrä (pv) (3)

Tämä siis tarvitaan laskea vain seuraavaa tarkistus vaihetta varten. Eli voidaan tarkastella onko tarvittava toimitusaika pienempi kuin alkuperäinen toimitusaika.

SUMMA		=AL221/L221													
	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	
1															
2															
3															
4	Pakkauk	cm / Lava	Korkeus	Kanban korttien määrä	Tarkasta varasto-paikka eräkkö	Nimikkeen paino (kg)	MAX eräkkö (20kg rajalla)	MAX eräkkö pyöristetty alaspäin	Toimitusaika	Toimitusajan kulutus (Toim.aika*päiväkulut)	max eräkkö-toimitusajan kulutus	Tarvittava toimitusaika	TOIMITUS AIKA TARKIST. (yli 21pv)	TOIMITUS AIKA TARKIST. (pienene)	
211	LTK	10		1		0,01	2000	2000	6	2	1998	5000			
212	LTK	10		1		0,02	1000	1000	6	67	933	89			
213	LTK	30		1		0,02	1000	1000	6	57	943	105			
214	LTK	10		1		0,02	1000	1000	6	20	980	303			
215	LTK	20		1		0,06	333	333	30	152	181	66	x		
216	LTK	20		1		0,25	80	80	6	4	76	123			
217	LTK	20		1		0,01	2000	2000	10	7	1993	2915			
218	LTK	20		1		0,00	20000	20000	6	8	19992	14588			
219	LTK	20		1		0,09	222	222	6	2	220	555			
220	LTK	20		1		0,09	222	222	10	16	206	139			
221	LTK	30		1		0,37	54	54	37	93	=AL221/L221			x	
222	LTK	20		1		0,06	333	333	6	0	333	4440			
223	LTK	30		1		1,10	18	18	10	2	16	95			
224	LTK	10		1		0,50	40	40	30	15	25	80	x		
225	LTK	20		1		1,18	17	16	6	3	13	33			
226	LTK	10		1		0,04	455	454	45	78	376	261	x		
227	LTK	10		1		0,04	455	454	6	0	454	6306			

Kuva 7. Tarvittava toimitusaika

Seuraavaksi haettiin tieto, jos tarvittava toimitusaika on pienempi kuin alkuperäinen toimitusaika (kuva 8).

	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT
	Paksuus	mm / Läp.	Korkeus	Kanban korttien määrä	Tarkasta- varasto- paikka eräkoko	Nimikke- en paino (kg)	MAX eräkoko (20kg rajalla)	MAX eräkoko pyöristett y alaspäin	Toimitusaika	Toimitusajan kulutus (Toim.aika* päi väkulutus)	max eräkoko toimitusajan kulutus	Tarvittava toimitusaika	TOIMITUS AIKA TARKIST. (ylli 21pv)	TOIMITUS AIKA TARKIST. (pienenee)		
211	LTK	10		1		0,01	2000	2000	6	2	1998	5000				
212	LTK	10		1		0,02	1000	1000	6	67	933	89				
213	LTK	30		1		0,02	1000	1000	6	57	943	105				
214	LTK	10		1		0,02	1000	1000	6	20	980	303				
215	LTK	20		1		0,06	333	333	30	152	181	66	x			
216	LTK	20		1		0,25	80	80	6	4	76	123				
217	LTK	20		1		0,01	2000	2000	10	7	1993	2915				
218	LTK	20		1		0,00	20000	20000	6	8	19992	14588				
219	LTK	20		1		0,09	222	222	6	2	220	555				
220	LTK	20		1		0,09	222	222	10	16	206	139				
221	LTK	30		1		0,37	54	54	37	93	-39	22				
222	LTK	20		1		0,06	333	333	6	0	333	4440				
223	LTK	30		1		1,10	18	18	10	2	16	95				
224	LTK	10		1		0,50	40	40	30	15	25	80	x			
225	LTK	20		1		1,18	17	16	6	3	13	33				
226	LTK	10		1		0,04	455	454	45	78	376	261	x			

Kuva 8. Toimitusaika pienenee

Exceeliin syötettiin kaava joka lisää kaavasoluun arvon "x", jos tarvittava toimitusaika on pienempi kuin alkuperäinen toimitusaika. Näin voidaan erotella listasta ne nimikkeet jotka vaativat toimitusajan muuttamista. Jos tarvittava toimitusaika on suurempi kuin alkuperäinen, nimike ei vaadi enempää tarkastelua.

Simulaatioon ajettavien nimikkeiden määrä rajoittui lopulta muutamaan tuhatteen kappaleeseen. Määrä sisältää kaikki osat jokaiselle työpisteelle tehtaan kokoonpanopuolella, jotka täyttivät annetut kriteerit pienosille.

5.4 Simulaation mitattavat tulokset

Työtä simuloitiin yhteensä 600 tuntia, jossa on päivässä 16 tuntia työaika. Eli päivän pituudeksi on asetettu 16 tuntia, jonka jälkeen simulaatiossa vaihtuu vuorokausi. Tässä on tärkeä tuloksia tarkastellessa muistaa ottaa huomioon tehokas työaika, joka määritettiin olevan 13 tuntia/päivä kahdessa vuorossa. Tehokkaassa työajassa huomioidaan pois tauot kokonaisajasta.

Erilaisia mittareita ja skenaarioita oli lukuisia joilla ajoja tehtiin, mutta en voi niistä salassapitosopimuksen puitteissa kertoa kaikkea. Avaan tässä vain asioita joita simulaatiolla voidaan tarkastella, sekä miten hyvin tällaisella simulaatiolla voidaan saada konkreettista aikatietoa prosesseista suunnitteluvaiheessa.

Simulaation tuloksena näyttäisi siltä, että pientavaralogistiikka voitaisiin hoitaa yhdellä junalla joka liikkuu työpäivän ajan kahdessa vuorossa. Ajotahdiksi muodostui noin tunti, joka tarkoittaa että keskimäärin joka toinen tunti ajetaan kierros junalla, jossa kyytiin päätyy noin kuusitoista laatikkoa. Tämä sykli olisi toimiva, koska tunnissa voisi hoitaa ensin pienosat, jonka jälkeen voidaan keskittyä muihin junalla kulkeviin nimikkeisiin tai järjestelyihin tavarantoimituksessa. Lopullisesti sisäjunan liikenteessä paino tulee olemaan muissa nimikkeissä kuin pienosissa, mutta ensimmäisessä vaiheessa junaliikenne koskee suuremmilta osin pienosia. Tarpeen lisääntyessä voidaan ottaa käyttöön lisää junia.

Myös laatikkojen kasaantumista toimittajille tarkasteltiin, josta saatiin selville tilantarve tyhjille ja täysille laatikoille jotka odottavat täyttöä tai toimitusta. Tässä täytyy muistaa ja ottaa huomioon että luvut ovat keskimääräisiä, joten maksimi- ja minimilukuja on myös tarkasteltava tuloksista. Jos toimittajalle kiertäviä laatikoita jossakin tilanteessa voi kasaantua kolminkertainen määrä, niille on silti oltava joku tila, jossa ne odottavat täyttöä tai poistamista. Eli jos toimittajalla keskimääräisesti odottaa kerralla 50 laatikkoa ja simulaatiossa on kerran tullut tilanne että siellä on 100 laatikkoa, tila täytyy varata sadalle laatikolle.

Simulaatiosta saatiin ulos junan käyttöaste, jonka mukaan junan ajoaika oli 420 tuntia ja lopun ajan se seisoi paikallaan. Myös muita hyödyllisiä lukuja, kuten käyttöaste, täyttöajat, lastausajat ja ajoajat voidaan mitata tai laskea, kuten esimerkiksi resurssitarve. Näin voidaan verrata resurssitarvetta vanhaan pro-

sessiin ja katsoa tuoko muutos konkreettisesti parannusta, ennen kuin sitä aletaan toteuttamaan.

6 Layoutsuunnittelu

Layoutsuunnittelu on tärkeä osa tämänkaltaisen projektin toimintaan saattamisesta, jotta käytettävää tekniikkaa sekä toimintamallia voidaan hyödyntää tehokkaasti. Jos esimerkiksi pienosahyllyjä ei uudistettaisi ja paikoitettaisi uudelleen hyödyt rajoittuisivat pelkästään varaston puolelle, eivätkä sielläkään tulisi voimaan täydellisesti.

Layoutinsuunnittelussa keskitytään logistiikan tehokkuuteen ja tilansäästöön. Osakokoonpanosolut, jotka valmistavat aliosakokoonpanoja isommalle kokoonpanolle yhdistetään samalle alueelle lähelle toisiaan. Tämän seurauksena materiaalit saadaan halutessaan samaan hyllyyn keskitetyille "keräyspaikalle" solujen läheisyyteen. Soluissa on paljon nimikkeiden kaksoiskappaleita, joten hyllytilaa säästyy tämän johdosta paljon. Myös hyllyjen sijoittelua tuotannossa pitää miettiä tarkasti, jotta hakumatkat työpisteelle eivät jää liian pitkäksi.

Visuaalisuuden parannusta pienosahyllyissä tavoitellaan normaalien kiinteiden tasohyllyjen sijaan läpivirtaavilla rullatasoilla, joissa laatikot pysyvät aina suorassa ja reunat ovat automaattisesti samalla tasolla siististi hyllyn etureunassa. Myös laatikon laitto hyllyyn on helppoa koska reunat eivät pääse koskemaan toisiinsa ja työntämään esimerkiksi viereistä laatikkoa lattialle. Tasot asennetaan hieman viettäväksi, jotta laatikko valuu automaattisesti tarjolle tason etureunaan. Nykyiset hyllyt ovat kiinteitä, joten uudet hyllyt tulee seisomaan pyörillä, jotta esimerkiksi layoutin muutos ja siivous hyllyjen alta voidaan toteuttaa jatkossa helpommin. Trukkia tms. laitetta ei enää hyllyn liikutteluun tarvita.

Layout suunnittelussa täytyy ottaa huomioon käytettävä tekniikka. RFID-lukuportit täytyy sijoittaa oikeille oville, koska ajosuunta junalla on vakio. Tavara rakkien purku tapahtuu junan kulkusuunnassa oikealta puolelta, joten hyllyt ja

tavaran lastauspaikat täytyy jäädä junan oikealle puolelle. Junaan on myös saatavilla läpiajettavia vaunuja jotka voidaan lastata molemmilta puolilta.

7 Uuden suunnitellun prosessin kuvaus

7.1 Muutokset alueittain

Seuraavassa kuvataan uuden suunnitellun prosessin muuttuneet vaiheet alueittain. Nämä kaikki asiat pyritään tulevaisuudessa saattamaan toimintaan ja helpottamaan prosessia.

Logistiikkaprosessi:

Nykyistä logistiikkaprosessia haluttiin helpottaa ja keventää. Tämä tullaan hoitamaan kokonaisuudessaan RFID- lukutekniikalla, käsin tai automaattisesti portteilla, joten erillistä ihmistyötä ei enää tarvita.

Kun toimittaja on tehnyt lähetyksen valmiiksi ja pakannut sen lähetyksvalmiiksi, voi käsipäätteestä nappia painamalla lähettää kutsun tehtaan logistiikalle että lähetyks on noudettavissa. Tämä tieto kulkee järjestelmää pitkin automaattisesti junalle, josta näkee kaikki haettavissa olevat tilaukset sekä missä ne ovat. Tämä toimintamalli pyritään ottamaan käyttöön kaikilla lähitoimittajilla tulevaisuudessa.

Nimikkeen loppuessa pienosahyllyssä, tilaus tehdään visuaalisesti ja kanban-korttitilaus voidaan poistaa käytöstä. Kokoonpanija nostaa tyhjän laatikon läpivirtaushyllyn päälle ns. "paluutasolle". Junan kuljettaja poimii kyytiin tämän laatikon ja tilaus tapahtuu luettaessa laatikon tunnistete RFID- lukuportilla tai käsipäätteellä, kuljetuksen yhteydessä. Näin saadaan vähennettyä työntekijöiden vastuuta tilausprosessissa, jonka seurauksena materiaali puutteet vähenevät ja kokoonpanija voi keskittyä vain omaan työhönsä.

Lähtöimittajalta pientavaralogistiikka haluttiin hoitaa tehokkaasti. Tämä toteutetaan ns. "ulkojunalla", eli jokin veturi vetää samoja räkkeitä kuin tehtaassa sisällä. Vaunut joihin nämä raketit lastataan ovat kuitenkin ulkokäyttöön soveltuvia. Tavarat myös täytyy voida suojata säältä. Näin tavaraa saadaan yhdellä ajokerralla kulkemaan todella paljon, sekä pidetään lastausajat maltillisena verrattuna rekkaan, koska kuormaa ei tarvitse sitoa tai nostella kyytiin trukilla.

Layout:

Layout pyritään suunnittelemaan niin, että junalla päästää ajamaan läpivirtaavien pientavarahyllyjen viereen joihin laatikko on nopea nostaa, sekä tyhjät laatikot poimia samalla kyytiin. Käytävät pyritään myös suunnittelemaan solujen "ulkopuolelle", jotta työpisteiden sisälle ei tarvitse kuljettaa tavaroita, vaan niiden täyttö tapahtuu käytävältä käsin.

Trukkiliikenne:

Trukkiliikennettä pyrittiin vähentämään tehtaassa sisällä. Uudessa mallissa trukilla kuljetetaan vaan raskaimmat osat sekä sellaiset, jotka eivät sovellu junan kyydissä kuljetettaviksi.

Logistiikkajunan eli sähkökäyttöisen veturin perään laitetaan vaunuja, joihin voidaan lastata erilaisia räkkeitä tai lavoja. Yhden junan kyytiin saa x-määrän vaunuja vetokyvyn ylittymiseen saakka. Näin lähetykset saadaan tehtaassa sisällä toimitettua käyttöpaikoille yhdellä kierroksella eikä trukilla tarvitse ajella edestakaisin yksi nimike kerrallaan.

Tehtaalla kuljetetaan jo nykyään sekalaista osaa tuotantoon muualta kuin pienosahyllystä tai trukkihyllystä. Tämä liikenne tullaan kuljettamaan myös sähkökäyttöisellä junalla ja niiden paikat ovat myös käytävän vieressä, joihin ne on helppo siirtää junan vaunusta. Myös kaikki muu "junatavara" pyritään säilyttämään käytävän vieressä, jotta junakuskin ei tarvitse tehdä täyttötyötä työpisteen sisällä. Muu tavaralogistiikka liitetään RFID-tunnistuksen piiriin tulevaisuudessa.

sa. Nimikkeet jaotellaan painon ja fyysisen koon perusteella "trukkinimikkeisiin" sekä "junanimikkeisiin".

Laatuongelmat:

Laatuongelmia pyritään parantamaan sillä, että täytettävät pienosalaatit kiertävät toimittajalla, joten tuotteita ei tarvitse pakata ja purkaa moneen otteeseen. Kun tuote on kerran pakattu laatikkoon, seuraavan kerran niitä laatikosta siirrelään työntekijän toimesta kokoonpanolinjalla. Myös puhtaus paranee, koska kiertävät laatikot mahdollistavat niiden pesemisen ja muun puhdistamisen täytöjen välillä.

Tila:

Tehtaalla on nykyään käytössä viittä eri laatikkokokoa. Isoimmat laatikot ovat kooltaan 800mm*1000mm, sekä 400mm*600mm. Näiden isoimpien laatikoiden takia jotkin erät hyllyissä ovat liian isoja ja yksi erä voi riittää jopa puoli vuotta, tai harvinaiset "optio nimikkeet" jopa vuoden. MRP järjestelmän ja RFID- tilauksen tuoman tehokkuuden mukana toimituseriä voidaan pienentää niin, että ne mahtuvat vähintään 300mm * 500mm laatikkoon, kuitenkin toimitusajan puitteissa. Näin saadaan vapautettua hyllytilaa tuotannolle. Tämän tuloksena tilansäästöksi laskettiin jopa 30 neliötä.

Ergonomia:

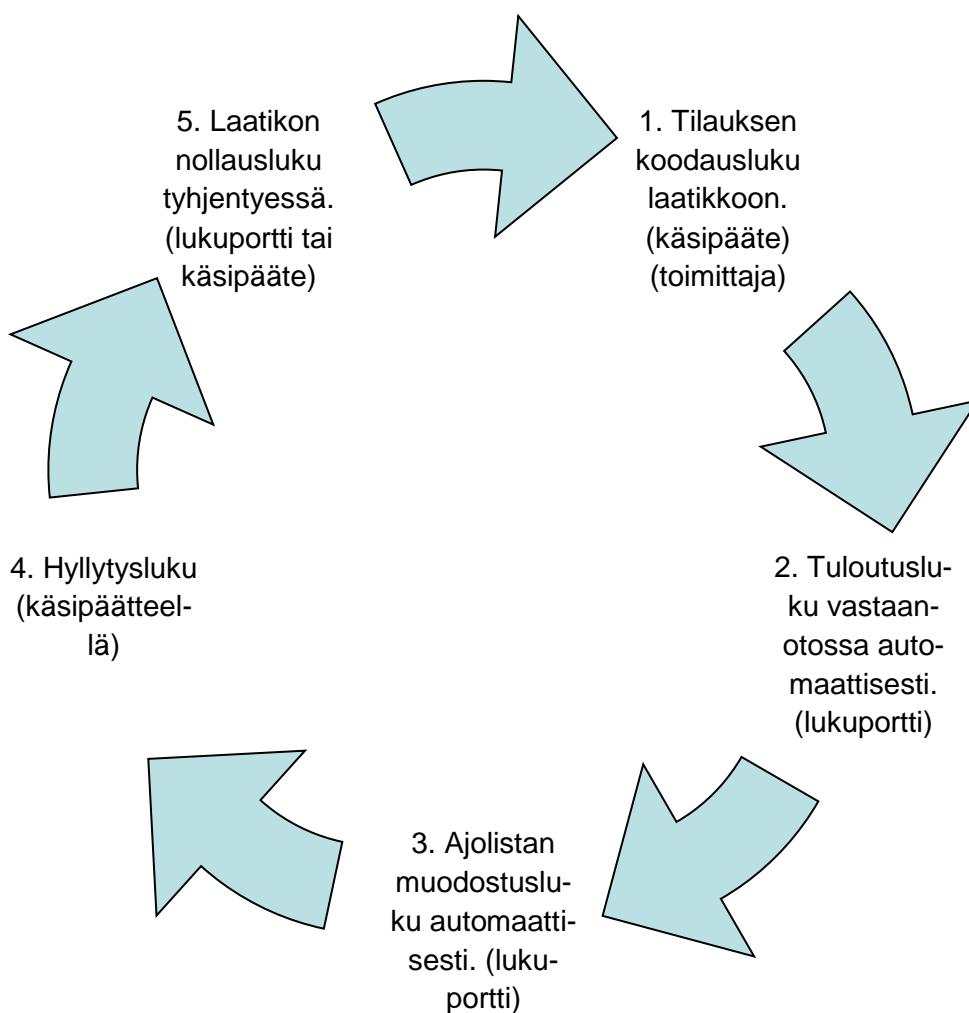
Muutoksen yhteydessä pienosalaatikon enimmäispainoksi asetetaan 20kg:n painoraja. Tämä parantaa laatikoiden käsiteltävyyttä ja työntekijän ei tarvitse liikutella liian painavia laatikoita käsin. Nostokorkeus ylimmälle hyllytasolle on rajattu noin 1700 millimetriin, mutta ylimmille tasoille pyritään sijoittamaan kevyimmät laatikot.

7.2 Suunnitellun pientavaraprosessin kuvaus

Suunnitellun pientavaraprosessin kierron kuvaus vaiheittain:

1. Toimittaja pakkaa tuotteen oikeankokoiseen kiertävään laatikkoon, koodaa nimikkeen laatikon ID:lle ja kuittaa erän olevan noutovalmis.
2. Tehtaan ulkojuna hakee laatikon kyytiin, jonka jälkeen se ajaa portista sisään tavarantoimitukseen. RFID-portti lukee laatikon tunnisteen, jolloin laatikossa oleva erä tuloutetaan tehtaalta automaattisesti.
3. Laatikko siirretään sisäjunan vaunun kyytiin, se ajaa portin läpi, jolloin kyydissä olevat tunnisteen tulevat luetuiksi ja muodostavat ns. "ajolistan" trukkipöydille trukki pöydän, josta nähdään missä asemalla pitää pysähtyä. Ajolista järjestetään oikean ajosuunnan mukaan.
4. Juna pysähtyy oikean hyllyn luo, etsii räkistä oikean laatikon numeron avulla, nostaa sen hyllyyn ja koodaa käsipöydällä laatikon hyllytetyksi. Tuotteen saldo siirtyy sille paikalle järjestelmässä.
5. Laatikko tyhjenee ja kokoonpanija nostaa laatikon hyllyn päälle "paluutasolle". Kuljettaja ajaa junalla käytävällä, huomaa tyhjän laatikon hyllyn päällä ja nostaa sen kyytiin. Kuljettaja vie laatikon takaisin tavarantoimitukseen odottamaan täyttöä, jolloin portti lukee laatikon tunnisteen ja vapauttaa sen edelliseltä nimikkeeltä. Sama voidaan myös tehdä käsilyyjällä.

Kuviossa 3 on kuvattu suunnitellut pientavaran lukuvaiheet RFID- tekniikan käyttöönoton jälkeen. Vaiheita prosessista saatiin pois sekä ihmistyötä vähennettyä reilusti. Kuten kuviossa 3 nähdään, tehtaan sisällä manuaalisesti luettavaksi jää pelkästään hyllytysluku, sekä käsittelykertoja saadaan vähennettyä.



Kuvio 3. Kiertävien laatikoiden lukukerrat.

8 Pohdinta

Työ oli mielestäni haastava tehtäväksi heti ensimmäisenä kehitystyönä harjoittelussa. Alussa mietinkin selviävätkö minulle annetuista vastuista, mutta lopulta kaikki sujuikin hyvin. Asioissa minua tukivat asiantuntevat työtoverit, jotka auttoivat aina ongelmien ilmestyessä. Työ sujui mielestäni hyvin, mutta monia asioita osaisi tehdä kerralla oikein ja eri tavalla nyt jälkeenpäin mietittynä. Missäpä työssä näin ei yleensä olisikaan?

Työhön olen tyytyväinen koska lopputuloksena saatiin toteutuskelpoinen suunnitelma, vaikka monia haasteita tulikin matkan varrella eteen. Monta kertaa työn aikana iski epätoivo, että voikohan tämän ratkaista mitenkään, mutta kaikesta lopulta selvitettiin. Projekti on todella laaja kokonaisuus kun se on loppuun asti toteutettu, mutta onneksi suunnitteluun oli varattu riittävästi aikaa sekä resursseja. Se myös toteutetaan vaiheittain joten ensimmäisestä vaiheesta selviää varmasti paljon asioita joissa ollaan onnistuttu, sekä niitä, jotka vaativat vielä kehittelyä. Olen kuitenkin luottavainen sen suhteen, että tavoitteisiin päästään myös käytännön tasolla.

Opinnäytetyön kannalta projektin toteutus olisi ollut todella hieno saada tehtyä käytäntöön, jotta opinnäytetyöhön olisi saanut esiin käytännön tuloksia. Koska ensimmäistä vaihetta aletaan toteuttamaan vasta myöhemmin ei tuloksia käytännöstä ollut mahdollista saada.

Tällaisien projektien yhteydessä löytyy yleensä muitakin kehityskohteita niin sanotusti "sivutuotteena". Hyllylaatikon kokotiedon arvostus nousi esille projektin aikana. Se olisi helpottanut tätäkin projektia huomattavasti, jos laatikon kokotieto olisi järjestelmässä saatavilla. Se otetaankin käyttöön ja aletaan säilyttämään kokotieto ERP- järjestelmässä.

Lopuksi voi todeta, että tavoitteisiin simulaation mukaan päästiin ja saatiin laadittua toteutuskelpoinen toimintasuunnitelma RFID- tekniikan käyttöönottoon. Prosessia voidaan helpottaa ja hukkatyötä vähentää tällä tekniikalla, joka olikin työn päätavoite. Tämän johdosta tehtaalla päätettiin jatkaa projektia eteenpäin kohti käytäntöä.

Salassapitosopimuksen takia opinnäytetyön tekeminen aiheesta oli melko haastavaa, koska tärkeitä asioita ei saa paljastaa. Tämä vaikeuttikin kirjoitusprosessia, koska asiat joutui selvittämään normaalia monimutkaisemmin.

Lähteet

Atlas RFIDstore.com. 2017. Autoclavable rfid tags.

<https://www.atlasrfidstore.com/xerafy-roswell-autoclavable-rfid-tag/>.
15.3.2017

Logistiikanmaailma. 2017. JIT (Just-In-Time) ja Imuohjaus

[http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/JIT_\(Just-in-time\)_ja_imuohjaus](http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/JIT_(Just-in-time)_ja_imuohjaus).
18.1.2017

Logistiikanmaailma. 2017. Tilauksen kohdennuspiste (OPP)

<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tilauksen-kohdennuspiste-opp/>. 9.4.2017

RFIDLab Finland. 2016. Mitä on RFID?

<http://www.rfidlab.fi/rfid-teknologia/mita-on-rfid>. 5.2.2017

RFIDLab Finland. 2016. NFC

<http://www.rfidlab.fi/rfid-teknologia/nfc/>. 5.2.2017

Wikipedia. 2016. Faradayn häkki

https://fi.wikipedia.org/wiki/Faradayn_h%C3%A4kki. 15.12.2016