

Samuel Pietilä

Prosessi- ja layout-suunnittelu osana varastoautomaatin kehitysprojektia

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalouden tutkinto-ohjelma

Insinööriytyö

14.5.2018

Tekijä Otsikko	Samuel Pietilä Prosessi- ja layout-suunnittelu osana varastoautomaatin kehitysprojektia
Sivumäärä Aika	31 sivua + 4 liitettä 14.5.2018
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	tuotantotalous
Ammatillinen pääaine	logistiikka
Ohjaajat	logistiikkapäällikkö Ilkka Penttilä varaston työnjohtaja Hannu Juhola yliopettaja Juha Haimala
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli kehittää kohdeyrityksen varaston keräilyä ja hyllytystä, jossa varaston tämänhetkisen pientavaravaraston tilalle tulee kolme uutta varastoautomaattia, mikä muuttaa manuaalisen keräilyn avustavan automaation suuntaan.</p> <p>Työ keskittyi projektin alkuvaiheiden määrittelyyn ja suunnittelun vaiheisiin, joiden pohjalta ensin kartoitettiin varaston ja vastaanoton nykytila. Tämän jälkeen luotiin uudet prosessin kuvaukset ennen varastoautomaattien käyttöönottoa. Uusia prosesseja hyödyntäen suunniteltiin kuusi eri layout-mallia, joiden pohjalta valittiin paras malli. Kohdeyrityksen vanhat työohjeet myös päivitettiin uusien prosessien pohjalta.</p> <p>Kehitystyössä käytettyä tietoa kerättiin kohdeyrityksen logistiikkapäällikön ja varaston työnjohtajan ohjaamana pääasiassa yrityksessä pidetyissä workshoppeissa. Niissä mukana olivat niin varaston ja vastaanoton työntekijät kuin myös itse automaatin ja siihen kuuluvan sovelluksen toimittajat.</p> <p>Pääosainen työskentely nykytilan kartoittamiseksi tapahtui kohdeyrityksen workshoppeissa haastatteluilla, kyselyillä ja itse prosessin läpikävelyllä. Suuri osa prosessitiedosta oli myös jo valmiiksi opittu kesätyön kautta. Taustatiedot koottiin alan kirjallisuudesta, haastatteleamalla alan asiantuntijoita ja internetistä.</p> <p>Työn tuloksena saatiin selkeä kuva varaston ja vastaanoton senhetkisestä nykytilasta, jonka pohjalta uudet prosessit suunniteltiin. Uusien prosessien osalta saatiin esille mahdollisia poikkeuksia ja huomioon otettavia seikkoja vanhojen ja uusien prosessien välillä. Layout-malleilla suunniteltiin useita vaihtoehtoja pientavaravaraston uudelle layoutille, arviointiin niitä sekä päätettiin lopuksi yksi layout, joka on tarkoitus ottaa jatkokehitykseen.</p>	
Avainsanat	varastoautomaatio, varasto, prosessi, layout

Author Title Number of Pages Date	Samuel Pietilä Process and layout planning as a part of a storage lift project 31 pages + 4 appendices 14 May 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Engineering and Management
Professional Major	Logistics
Instructors	Ilkka Penttilä, Logistics Manager Hannu Juhola, Warehouse Supervisor Juha Haimala, Principal Lecturer
<p>The purpose of this thesis was to develop the target company's order picking and shelving where three new storage lifts would be replacing the current small parts warehouse, changing manual picking into assisting automation.</p> <p>The work focused on the project's initial stages of defining and designing, from which the current state of the warehouse and reception were first mapped. Subsequently, new descriptions of the process were created prior to the deployment of storage lifts. Utilizing new processes, six different layout designs were created, one of which was chosen the best. The target company's old work instructions were also updated based on the new processes.</p> <p>The information used in the development work was collected under the direction of the target company's logistics manager and warehouse manager. Most of the work took place in the company's workshops. The workshops included both warehouse and reception workers, as well as the vendors of the storage lift and its application.</p> <p>Most of the work on mapping the current situation was done in the workshops and by interviews, surveys and process walkthrough. Much of the process data was also already learned through a summer job. The theoretical part was collected from field-specific literature, and from the internet.</p> <p>As a result of the work, a clear picture of the current state of the warehouse and reception were created on the basis of which the new processes were designed. With the help of the new processes, there were possible exceptions and considerations between old and new processes. The purpose of the layout models was to design several options for the new layout of the small parts warehouse, to evaluate them, and finally choose one layout that was supposed to be further developed.</p>	
Keywords	warehousing, warehouse, process, layout

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Parhaiden käytäntöjen hyödyntäminen varaston prosessi- ja layout-suunnittelussa	4
2.1	Varastoautomaatio	4
2.2	Lean	6
2.3	Tuotannon layout	8
2.4	Prosessien kehittäminen	9
3	Varaston ja vastaanoton nykytila-analyysi	10
3.1	Metso Oyj	11
3.2	Vastaanoton nykytila	12
3.3	Keräilyn nykytila	14
4	Varaston ja vastaanoton uuden prosessin suunnittelu	19
4.1	Keräilyn uusi malli	19
4.1.1	Nimikkeiden käsittely	20
4.1.2	Layout-suunnittelu	21
4.1.3	Keräilyprosessi	21
4.2	Vastaanoton uusi malli	21
5	Varaston uuden layoutin suunnittelu	23
5.1	Layoutin uusi malli	23
5.2	Vanhojen työohjeiden päivitys	28
6	Yhteenveto	29
	Lähteet	31
	Liitteet	
	Liite 1. Varaston nykyinen layout	
	Liite 2. Layout-malli 4	
	Liite 3. Layout-malli 5	
	Liite 4. Layout-malli 6	

1 Johdanto

Varaston automatisointi ja digitalisaatio ovat jatkuvasti kasvava trendi, joka muuttaa perinteisiä manuaalisia toimintatapoja hyvin nopeasti. Logistiikassa ollaan menossa avustavan automaation suuntaan, jolla manuaalista tekemistä pystytään muuttamaan mielekkäämmäksi. Avustava teknologia tarkoittaa esimerkiksi kehittyneempiä trukkeja tai keurolaitteita, joiden avulla tieto ja raportit liikkuvat verkossa (Puro 2018: 52).

Varastoautomaatio ei tule korvaamaan henkilötyötä, vaan teknologia ja sitä hyödyntävät ihmiset tulevat toimimaan yhä enemmän rinnakkain ja yhdessä. Henkilötyön tehostamiseen tullaan hyödyntämään uutta teknologiaa huomattavan paljon tulevaisuudessa. (Puro 2018: 52.)

Työn kuvaus ja tavoitteet

Insinööryö keskittyy Metso Flow Control Oy:n uuden varastoautomaatin kehitysprojektiin, joka toteutettiin Vantaalla sijaitsevan venttiilitehtaan varastossa. Insinööryön tarkoituksena on kehittää kohdeyrityksen varaston keräilyä ja hyllytystä, jossa varaston tämänhetkisen pientavaravaraston manuaalisen keräilyn tilalle tulee kolme uutta varastoautomaattia, mikä muuttaa keräilyn avustavan automaation suuntaan. Tällä hetkellä nimikkeillä on kiinteät varastopaikat ja tilauspohjainen keräily, joka tapahtuu perinteisesti paperisilla keräyslistoilla. Automaattien myötä pientavaroiden paperiset keräyslistat poistuvat ja muuttuvat digitaalisiksi ja nimikkeiden etsiminen automatisoituu.

Työn rajaus

Työ keskittyy projektin alkuvaiheiden määrittelyyn ja suunnittelun vaiheisiin, joiden pohjalta suunnitellaan uudet työmenetelmät, prosessikaaviot ja layout-mallit ennen uusien varastoautomaattien käyttöönottoa. Uusien prosessien ja layoutin avulla tarkoitus on parantaa pientavarakeräilyn ja hyllytyksen tehokkuutta poistamalla keräilyvirheet ja nopeuttamalla nimikkeiden keräilyä. Automaattien myötä myös varaston lattiatila tehostuu, työergonomia paranee ja osa lavanimikkeistä voidaan siirtää automaattiin, mikä nopeuttaa myös lavakeräilyä.

Työn keskeisimmät tulokset saadaan

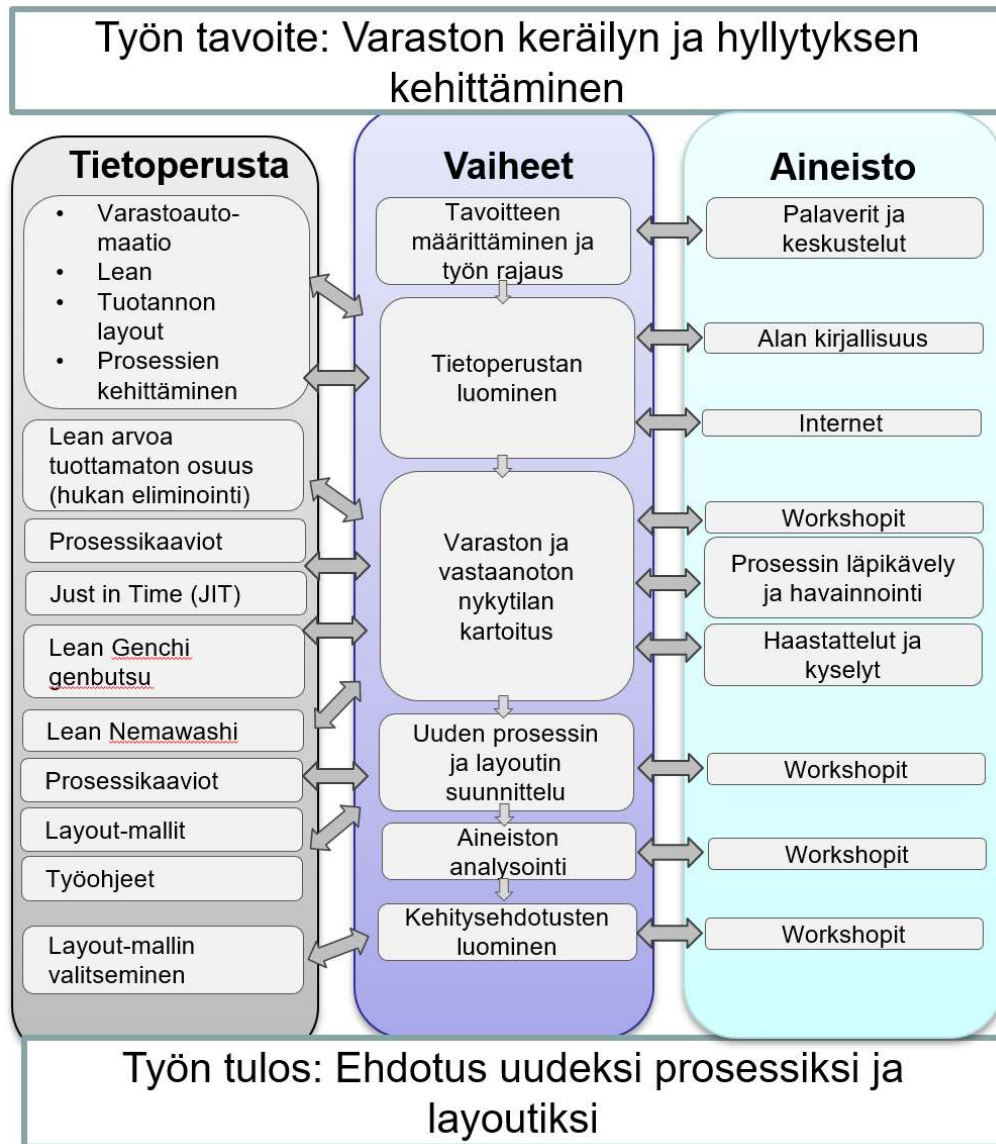
- kartoittamalla varaston ja vastaanoton tämän hetken nykytila
- luomalla uudet prosessimallit varastolle ja vastaanotolle ennen automaattien tuloa
- suunnittelemalla uusia vaihtoehtoja layoutille ennen automaattien tuloa
- päivittämällä vanhat keräilyn, hyllytyksen ja vastaanoton työohjeet uusien prosessimallien pohjalta.

Työn toteutustapa

Kehitystyössä käytettyä tietoa kerättiin kohdeyrityksen logistiikkapäällikön ja varaston työnjohtajan ohjaamana pääasiassa yrityksessä järjestetyissä workshoppeissa. Niissä mukana olivat niin varaston ja vastaanoton työntekijät kuin myös itse automaatin ja siihen kuuluvan sovelluksen toimittajat. Workshopien myötä syntyi merkittävä määrä työn tuloksista, joita työssä käsitellään laajemmin. Pääosainen työskentely nykytilan kartoittamisesta tapahtui haastatteluilla, kyselyillä ja itse prosessin läpikävelyllä. Suuri osa prosessitiedosta oli myös jo valmiiksi opittu kesätyön kautta. Teoriaosuus koottiin alan kirjallisuudesta ja Internetistä.

Ongelmanratkaisuun sopivan toteutustavan rakennetta on kuvattu kuvassa 1, jossa käydään läpi kehitystyön teoreettista viitekehystä. Teoreettinen viitekehys tarkoittaa näkökulmaa, josta kehitystyön aihetta tarkastellaan. Viitekehys antaa selvän kuvan, mistä näkökulmasta opinnäytetyö tehdään, millaisten käsitteiden varassa ongelmaa aiotaan tarkastella, kehittää ja tutkia sekä perustelu miksi juuri nämä valinnat ovat tarkoituksenmukaisia.

Kuvattuun viitekehukseen kuuluu kehitysaiheeseen pohjautuva tietoperusta, jossa käsitellään työn kannalta keskeisiä teorioita, käsitteitä ja määritelmiä, työn vaiheet, joihin kuuluvat työn edistyminen ja aikataulun suunnittelu, ja lopuksi aineisto, jossa ovat työn vaiheiden kannalta keskeiset elementit.



Kuva 1. Insinööriyön teoreettinen viitekehys.

2 Parhaiden käytäntöjen hyödyntäminen varaston prosessi- ja layout-suunnittelussa

Tässä luvussa käsitellään työn kannalta keskeisiä aiheita ja teorioita, jotka liittyvät läheisesti kehitystyön vaiheisiin. Osa aiheista valikoitui työhön kohdeyrityksen jo olemassa olevien toimintatapojen mukaan, kuten Lean-ajattelu. Aiheet liittyvät keskeisesti varastoautomaattien hankinnan kehitystyön alkuvaiheiden suunnitteluun ja määrittelyyn.

Aluksi käsitellään varastoautomaatiota ja vertaillaan eri varastoautomaatteja keskenään. Tämän jälkeen käydään läpi Lean-periaatteita ja niiden soveltamista etenkin varastossa. Lean-kulttuurin kehittäminen on ollut yksi kohdeyrityksen merkittävistä strategisista tavoitteista viime vuosina, joten aihealueeseen perehtyminen on oleellinen osa tietopohjan luontia.

Nykytila-analyysin ja uuden prosessin ja layoutin suunnittelun kannalta perehdyttiin prosessien kehittämiseen ja layout-suunnitteluun, jonka pohjalta keskeiset määrittely-, suunnittelun ja kehittämisen teoriat ja työkalut käydään läpi.

2.1 Varastoautomaatio

Varastoautomaation avulla voidaan saada varaston toimintaan monia hyötyjä, kuten työn tehostumista, nopeutumista, parempaa laatua ja kulujen vähentymistä. Pientavarakeruussa varastoautomaatit ovat yleisimmin joko perinteisiä paternostereita tai modernimpia hissi- ja hyllystöratkaisuja. (Pientavarakeruu ja automaatio 2018.)

Yleistä ratkaisua automaatin valintaan ei ole, vaan jokaisessa tapauksessa pitää analysoida erikseen automaatioon rakennettu ohjelmisto ja sen soveltuvuus ja mahdollinen päivitettävyyys aiemmasta järjestelmästä. On esimerkiksi huomioitava automaattiin tuotavat nimikkeet ja laatikot, kerättävät määrät, keräilyyn varattu aika ja kiinteistön soveltuvuus eri ratkaisuille sekä verrattava aiempia toimintatapoja perinteisiin menetelmiin ja tutkittava järjestelmän takaisinmaksuaikaa sekä otettava huomioon tulevaisuudessa eteen tulevat haasteet ja mahdollisuudet. Varastoautomaatio tulee olemaan yksi osa koko keräilyprosessia, ja sen pitää linkittyä tehokkaasti perinteisiin ratkaisuihin, kuten lavakeräilyyn ja hyllytykseen.

Oikein kalibroidulla varastoautomaatilla tuotannon materiaalivirta on tehokas ja läpäisy- ja toimitusajat ovat nopeita. Varastoautomaatit mahdollistavat ergonomisemman työskentelyn, joka tukee henkilöstön parempaa jaksamista. Inventaariotarve vähenee, sillä varastointiautomaatit pitävät ajan tasalla sitä, kuinka paljon tavaraa on hyllyissä. (Su-vanto 2011: 18.)

Paternosterit ja hissi- ja hyllystöautomaatit

Paternosterit eli vertikaalikäruusellit ovat varastoautomaatteja, joiden sisällä olevat varas-tohyllyt pyörivät pystylinjassa. Paternostereissa rajoittavana tekijänä on yleensä niiden hitaus perättäisten kerättävien tuotteiden osuessa eri puolille kierrosta. Se sopii erityisesti pienille nimikkeille, jotka ovat kooltaan esimerkiksi ruuveja ja muttereita. Paternosterissa tuotteita ei voida varastoida toistensa taakse, vaan tuotteet tulee kerätä automaa-tin palettien muodostamista lokerikoista. Paletit ovat automaatin sisällä olevia tasoja, joille tuotteet sijoitetaan. Paletit ovat syvyydeltään enintään kädenmittaisia, jotta perim-mäisiinkin tuotteisiin on mahdollista ylettyä.

Hissityyppiset varastoautomaatit tuovat kerättävät tuotteet keräilijälle kerättäväksi ta-soilla erilliselle käyttöaukolle, jossa tuotteita säilytetään erikokoisissa muovilaatikoissa. Varastohissia voisi verrata valtavan suureen vetolaatikostoon, jossa on keräilyalustoja edessä ja takana. Pinojen välissä liikkuu hissi, joka vetää pinoista yksittäisiä kaukaloita ja siirtää ne oikean käyttöaukon kohdalle (Varastohissi 2018). Modernimmat hyllystöhis-siratkaisut voivat olla jopa sellaisia, joissa tuotteet tuodaan hissillä hyllystä keräilijän luokse laatikossaan. Laatikko tai standardipakkaus palautetaan takaisin varastoitavaksi. Edellä mainittuihin työvaiheisiin voidaan yhdistää robotiikkaa ja täysautomaattista keräi-lyä. (Pientavarakeruu ja automaatio 2018.)

Hissityyppisten automaattien hyöty tulee niiden nopeudesta. Hissi voi tehdä työtä sa-maan aikaan toiselle tasolle, kun toinen taso on käyttöaukossa, ja tuoda seuraavan ta-son edellisen päälle tasojen ollessa riittävän matalia. Lisäksi etuna on automaattien jous-tava lisääminen, minkä ansiosta kapasiteetin kasvattaminen on helpompaa kuin moni-mutkaisemmissa automaattivarastoissa.

Useampien varastoautomaattien tehokas toiminta edellyttää kuljetinratkaisun ja ohjaus-logiikan molemminpuolista soveltuvuutta. (Pientavarakeruu ja automaatio 2018). Use-ampi varastoautomaatti voidaan integroida toisiinsa niin, että varastonhallintaohjelma

hajauttaa nimikkeistöä tasaisesti jokaiseen eri automaattiin, jolloin keräysten odotusajat vähentyvät ja kaikkien automaattien käyttöaste on tasainen. Nimikkeiden hajauttamiseen voidaan käyttää erilaisia menetelmiä riippuen varastonhallintasovelluksen soveltuvuudesta, kuten ABC- tai XYZ-analyysia tai niiden yhdistelmää.

2.2 Lean-ajattelu

On ensin ymmärrettävä, minkälaiset ajatuskulttuurit, toimintatavat ja arvot yrityksellä on, jotta kohdeyrityksen toimintaa voidaan kehittää. Metso on viime vuosina panostanut paljon resursseja oman yrityskulttuurinsa kehittämiseen, ja merkittävimpänä teemana on Lean-ajattelu.

Lean-ajattelu on Toyotan toimintatapaan perustuva kokonaisvaltainen kehittämisfilosofia, joka on ollut suuressa roolissa menestyvien yritysten kehittäessä toimintaansa. Lean-käsitettä on käytetty myös toimitusketjuajattelussa kuvaamaan kustannustehokasta toimitusketjua.

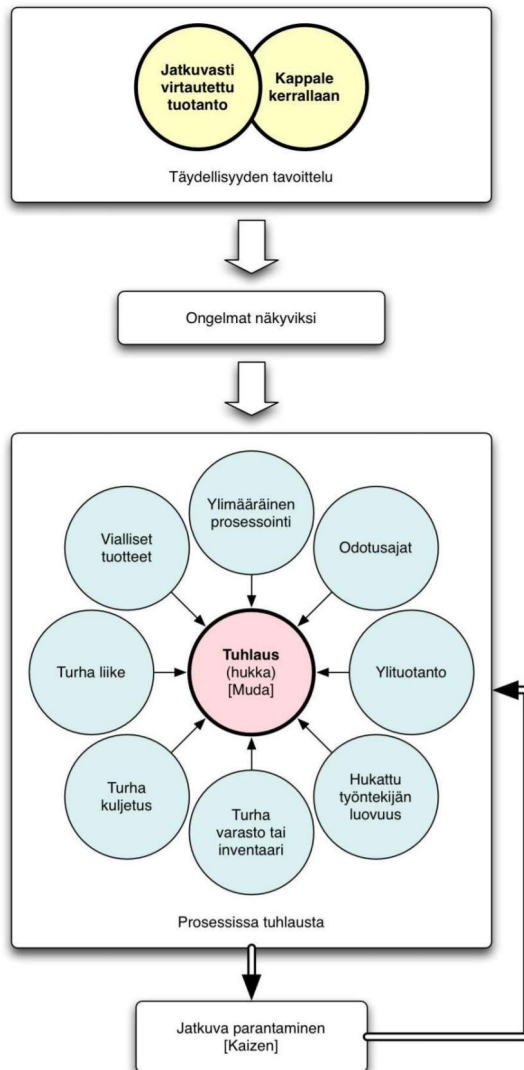
Lean-ajattelun perustana on asiakkaalle tuotettu arvo. Kun on määritelty tarkasti, mitä arvoa tuotetaan, ja halutaan tuottaa asiakkaille, toimintoja voidaan tarkastella arvontuoton kannalta. Kaikki aktiviteetit voidaan jakaa arvoa tuottaviin aktiviteetteihin (toiminnot, jotka muokkaavat materiaalia, tietoa tai jopa ihmistä asiakkaan haluamaan suuntaan), tukitoimintoihin (aktiviteetit, jotka eivät suoraan tuo asiakkaalle arvoa mutta ovat tärkeitä, jotta arvontuotto olisi mahdollista) tai hukkaan (toimintoon, joka ei tuota arvoa eikä muutoin ole välttämätön ja joka voitaisiin pienillä investoinneilla poistaa). (Lean-ajattelu 2018.)

Kehittäminen Lean-ajattelun mukaisesti tarkoittaa, että kun asiakkaan arvo on määritelty ja tunnistettu arvoa tuottavat ja tuottamattomat aktiviteetit, pyritään eliminoimaan kaikki hukka ja järjestämään arvoa tuottavat aktiviteetit mahdollisimman sujuviksi virtauksiksi. Virtauksina voi ajatella esimerkiksi tilaus-toimitusprosessia tai materiaalivirtaa. (Lean-ajattelu 2018.)

Virtauksen kehittämisessä on tärkeää myös ymmärtää siihen liittyvää vaihtelua ja poistaa ei-toivottuja hajonnan lähteitä. Näin prosesseista saadaan tasaisempia ja toiminnaltaan varmempia sekä varmistetaan hyvä laatu. Hyvän virtauksen edellytys on toiminnan

yhdenmukaistaminen: yhteisten standarditoimintatapojen luonti, ylläpitäminen ja kehittäminen. (Lean-ajattelu 2018.)

Lean-ajattelun kulmakivi on myös jatkuva parantaminen: hukkaa eliminoidaan ja virtausta parannetaan jatkuvasti (kuva 2). Kehittämisessä keskeisessä roolissa ovat itse työtä tekevät ihmiset. Tähän myös liittyy yksi suurimmista hukista, joka on ihmisten osaamisen käyttämättä jättäminen. (Lean-ajattelu 2018)



Kuva 2. Lean-tuotanto (Kyrenius 2015).

Jatkovaa parantamista tuetaan toiminnan mittaamisella ja mittareiden viemisellä osaksi päivittäistä johtamista. Näin poikkeamat havaitaan ajoissa, ja niiden alkusyyihin päästään pureutumaan ajoissa. Systemaattinen jatkuva parantaminen edellyttää, että ongelmia

tuodaan esille ja tutkitaan, jotta ne ymmärretään huolellisesti, ratkaisuvaihtoehtoja testataan, niiden toimivuutta seurataan ja toimivat ratkaisut viedään laajasti käytäntöön. (Lean-ajattelu 2018.)

2.3 Tuotannon layout

Tuotannon layoutilla tarkoitetaan sitä, miten tuotantotila on järjestetty. Se sisältää laitteet, työpisteet, kulkureitit, varastot ja muut tarvittavat asiat, jotka on sijoitettu tehtaaseen. Tuotannon layoutiin sitoutuu usein aikaa, työtä ja rahaa, eikä layoutin muuttaminen ole helppoa. Layoutilla on kuitenkin suuri merkitys tuotannon sujuvuuden ja tehokkuuden kannalta, joten layout-päätökset ovat hyvin tärkeitä tuotannon kannalta.

Hyvä tuotannon layout on

- turvallinen työntekijöille ja mahdollisille vierailijoille
- organisoitu siten, että materiaalivirta on mahdollisimman tehokas: materiaaleja ja tuotteita ei kuljetella pitkiä matkoja eikä edestakaisin; usein suora tai U:n muotoinen päämateriaalivirta on tehokas
- helposti ja joustavasti muutettavissa
- tuotteen läpäisyajan minimoiva
- työntekijöiden turhan liikkeen minimoiva
- hyvää laatua tuottava
- käytettävissä olevan tilan tehokkaasti hyödyntävä
- visuaalinen ja sisäisen kommunikaation mahdollistava. (Haverila ym. 2009: 482; Tuotannon layout 2018.)

Layoutin suunnittelussa on otettava huomioon mahdolliset laajennus- ja muutostarpeet. Tuotetyyppien ja tuotantomäärien puitteissa layoutia on pystyttävä muuttamaan joustavasti tarpeen vaatiessa. Muutostarpeet pitää muistaa ottaa huomioon erityisesti vaikeasti siirrettävien raskaiden koneiden ja laitteiden sijoittelussa. Varastot ja tuotantolinjat on sijoitettava alueelle niin, että ne eivät häiritse myöhempää kehittämistä. (Haverila ym. 2009: 482.)

2.4 Prosessien kehittäminen

Prosessi on toisiinsa liittyvien tapahtumien ja tehtävien muodostama kokonaisuus, joka alkaa asiakkaan tarpeesta ja päättyy asiakkaan tarpeen tyydyttämiseen. Asiakkaan kokemus arvo muodostuu prosesseissa, minkä vuoksi eri prosessien tulee sopia yhteen ja prosesseja tulee johtaa ja kehittää. (Prosessien kehittäminen 2018.)

Siitä, millainen on hyvä prosessi, voidaan esittää monia kysymyksiä, mutta yksiselitteistä vastausta tähän ei ole. Hyvän prosessin piirteitä on kuitenkin se, että se luo arvoa asiakkaalle ja liittyy liiketoiminnan tavoitteisiin. Se tuottaa, mitä lupaa halutussa laadussa ja ajassa, tehokkaasti ilman viiveitä. Hyvä prosessi on nopea, ja sen läpäisyajan hajonta on pieni. Hyvä prosessi on myös yksinkertainen ja estää virheitä tapahtumasta. Se tuo poikkeamat esiin, jotta niihin voidaan puuttua. (Prosessien kehittäminen 2018.)

Hyvän prosessin tunnusmerkkejä on myös se, että siitä on minimoitu hukka ja sen vaiheet kytkeytyvät toisiinsa jatkuvana virtana. Prosessi on dokumentoitu ja kaikkien tiedossa, ja yhteisiä toimintatapoja noudatetaan. Hyvään prosessiin liittyy keskeisesti johtaminen: prosessilla on mittarit, joita seurataan. Prosessia myös kehitetään jatkuvasti. Lyhyesti:

- Prosessit tulee tunnistaa, suunnitella tehokkaiksi ja dokumentoida.
- Prosesseja tulee johtaa.
- Prosesseja tulee kehittää. (Prosessien kehittäminen 2018.)

Prosessien kehittämisessä keskeistä on saada mukaan todelliset asiantuntijat eli prosessissa työtä tekevät ihmiset. Prosessien kehittämisessä usein ensimmäinen askel on prosessien kuvaaminen yhdessä. Vaikka prosesseista olisikin olemassa kuvaukset esimerkiksi laatustandardeissa, yhteinen kuvaaminen ja prosessin ”läpikävely” auttaa löytämään kehityskohteita, tunnistamaan hukkaa ja viiveitä, joita pitäisi poistaa, ja luomaan yhteistä ymmärrystä prosessin nykytilasta. Usein prosessien kehittämiselle tärkeä lähtökohta on läpäisyajan lyhentäminen, koska tällöin väistämättä kasvatetaan arvoa tuottavan ajan osuutta prosessista. (Prosessien kehittäminen 2018.)

3 Varaston ja vastaanoton nykytila-analyysi

Tässä luvussa esitellään kohdeyritys ja käsitellään vastaanoton ja varaston nykytilaa, jotta saadaan selkeä kuva sen tämänhetkisestä tilasta. Nykytilakartoitus toteutettiin yhdessä kohdeyrityksen kanssa prosessi-workshopin yhteydessä. Nykytilan kuvauksen keskeisimpänä tarkoituksena on olla visuaalisena tukena ja tuoda myös mahdollisia ongelmia ja huomioita esiin ennen uusien mallien suunnittelua.

Vastaanoton ja varaston toiminta keskittyy hyvin paljon Lean-kulttuurin toimintatapoihin. Toiminnan nykytilan jokapäiväiseen toimintaan on sovellettu esimerkiksi seuraavia työkaluja:

- Genchi genbutsu, jossa jalkaudutaan itse tehtaan lattialle selvittämään ongelmien perimmäinen syy ja poistetaan alkusyy lopullisesti.
- *Muda*, eli 8 hukkaa, jossa eliminoidaan arvoa tuottamattomat työvaiheet, jotka eivät tuota lisäarvoa loppukäyttäjälle tai seuraavalle vaiheelle.
- 5S, joka on organisointiin ja työmenetelmien standardointiin keskittyvä menetelmä, jonka tavoitteena on kasvattaa työn tuottavuutta.
- Nemawashi, joka on konsensukseen pohjautuva valmistelu ja nopea implementointi. Se tarkoittaa ratkaisujen etsimistä ongelmiin työntekijöiden kanssa, joita ongelma koskee.
- Just in Time (JIT), jossa tavoitteena on antaa asiakkaille juuri oikeaan tarpeeseen sitä mitä he haluavat, silloin kun he sitä haluavat ja tietyn laatuisena hyödyntäen mahdollisimman vähän voimavaroja. (Lean-sanasto 2018.)

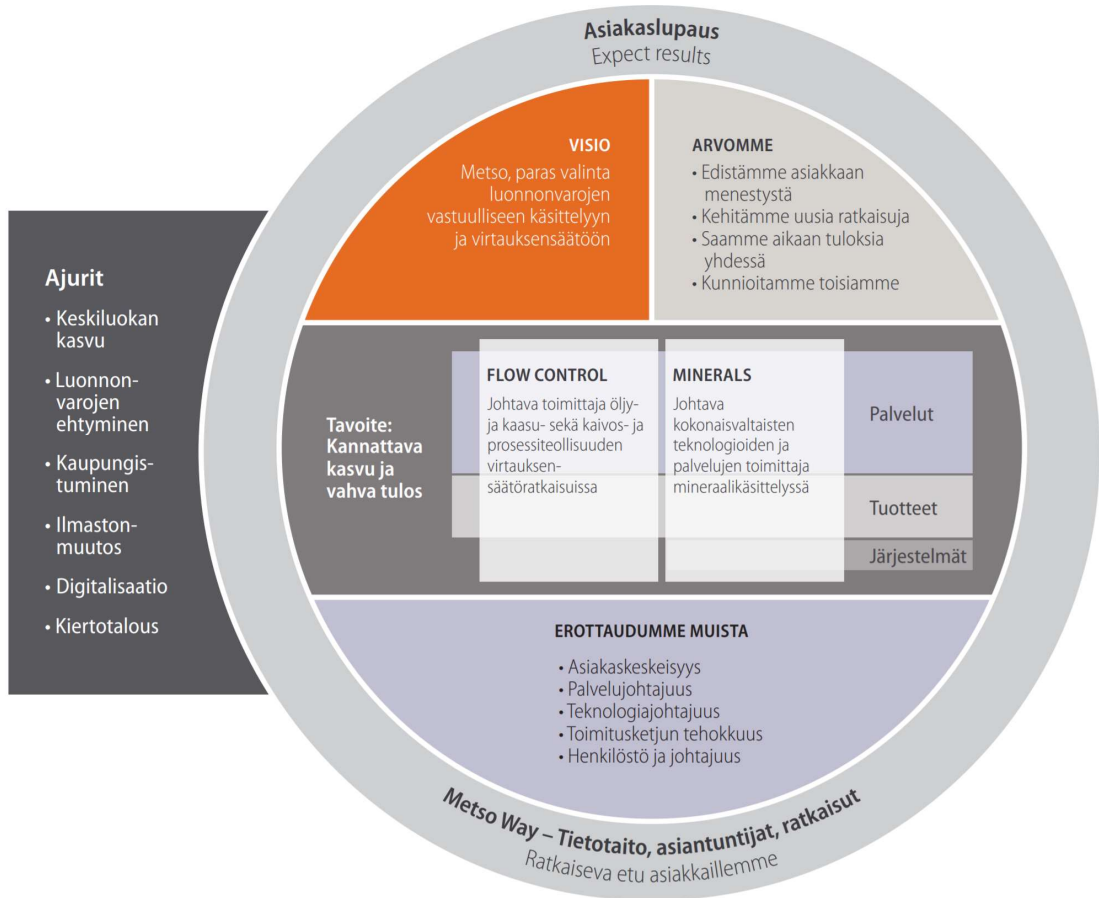
3.1 Metso Oyj

Metso Oyj on suuri kansainvälinen pörssiyritys, jolla on liiketoimintaa monissa eri segmenteissä ympäri maailmaa. Liiketoiminta on pääasiallisesti projektiluonteista B2B-liiketoimintaa. Suurimman osan liikevaihdosta tuottaa kivenmurskaus- ja kaivostoiminta ja siihen liittyvä palveluliiketoiminta. Kolmas suuri segmentti on virtausliiketoiminta eli Flow Control, joka valmistaa teollisuusventtiileitä öljy- ja kaasuteollisuudelle. (Metso vuosikertomus 2016.)

Metso toimii maailmanlaajuisesti yli 50 maassa kuudella eri mantereella, ja sillä on henkilöstöä yli 12 000. Metson tarjonta asiakkaille koostuu tuotteista, projektitoimituksista ja palveluliiketoiminnasta. Suuret projektitilaukset ovat tyypillisiä kaivosteollisuudelle, kun taas kivenmurskaus- ja prosessiteollisuuden toimitukset koostuvat pääosin yksittäisistä laite-toimituksista ja pienemmistä kokonaisuuksista. Vuoden 2016 saaduista tilauksista noin 55 % oli kaivossektorilta, josta palveluliiketoiminnan osuus oli 75 %. Kivenmurskauksen osuus oli 26 %, josta palveluliiketoiminnan osuus oli 43 %. Prosessiteollisuuden osuus oli 19 %, josta palveluliiketoiminnan osuus oli 65 %. Vuoden 2016 koko liikevaihto oli noin 2,6 miljardia euroa. (Metso vuosikertomus 2016.)

Palveluliiketoiminnan kasvattaminen on Metson strategian ydin (kuva 3). Metso on tällä hetkellä johtava kokonaisvaltaisten palvelujen toimittaja mineraalienkäsittelyssä, ja tavoite on jatkuvasti kehittää tarjontaa ja resursseja tarjoamalla entistäkin parempaa arvoa asiakkaille. (Metso vuosikertomus 2016.)

Asiakkaidemme tarpeet määrittelevät strategiamme, ja meillä on samat painopistealueet kuin heillä. On selvää, että digitalisaatio avaa Metsolle kasvumahdollisuuksia. Älykkäät tuotteet ja prosessit, automaation lisääntyminen ja mahdollisuus käsitellä suuria määriä tietoa nopeammin lisäävät tuottavuutta ja läpinäkyvyyttä ja tehostavat toimintaa. Olemme omaksuneet käytännönläheisen lähestymistavan digitalisaatioon ja etenemme liiketoimintalähtöisesti ilman raskasta organisaatiota. Lähtökohtana ovat asiakkaalle koituvat hyödyt. (Metso vuosikertomus: 4.)



Kuva 3. Metson toimintamalli (Metso 2016 Vuosikertomus: 10).

3.2 Tehtaan vastaanoton nykytila

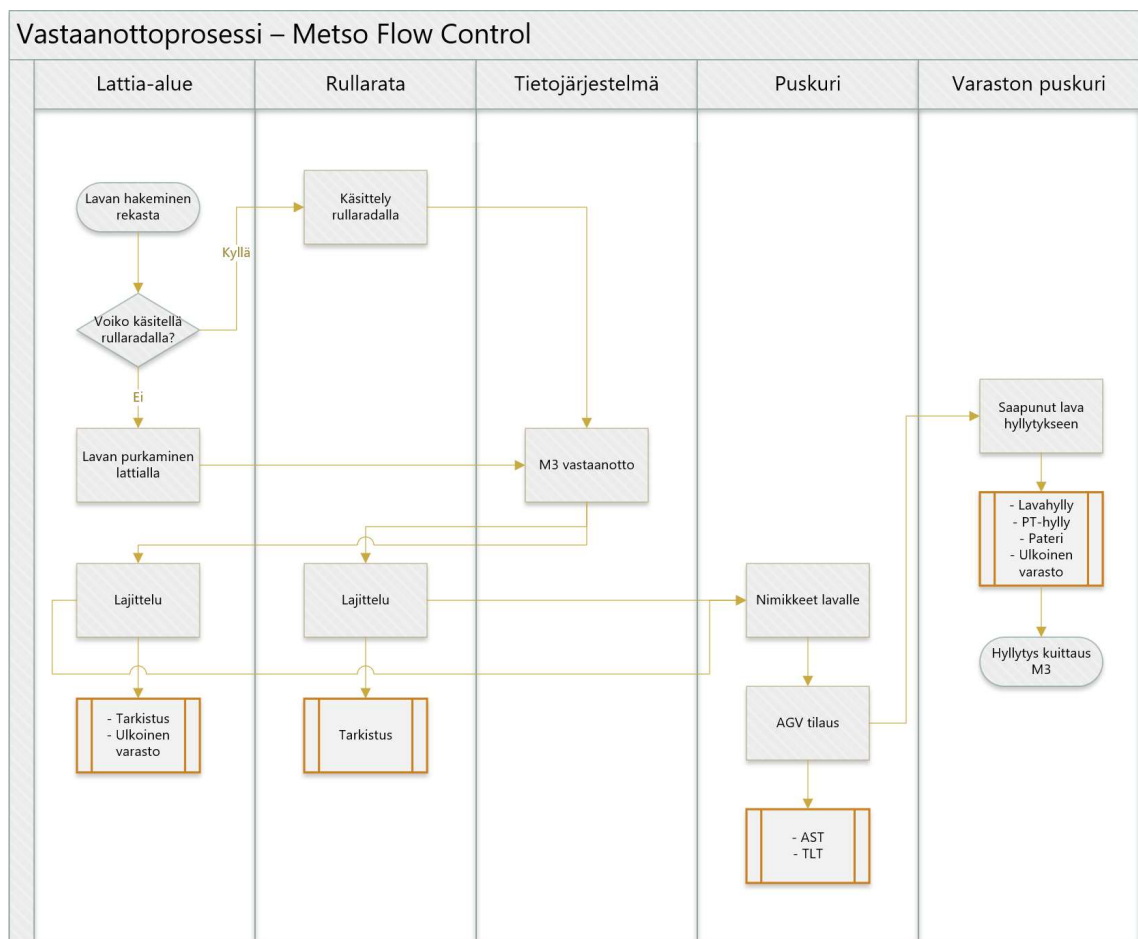
Vastaanoton nykytilakartoituksella on tarkoitus saada selvä kuva siitä, mikä on tehtaan vastaanoton todellinen nykytila, ja tuoda esiin mahdollisia epäkohtia, ennen kuin uusia malleja lähdetään kehittämään.

Yksi hyvän prosessin keskeisimmistä piirteistä on se, että se luo arvoa asiakkaalle ja liittyy liiketoiminnan tavoitteisiin. Se tuottaa mitä lupaa, halutussa laadussa ja ajassa, tehokkaasti ilman viiveitä.

Vastaanoton tarkoitus ja asiakas tässä tapauksessa on vastaanottaa oikea määrä tilattuja tavaroita rekasta, oikeaan aikaan ja oikeassa laadussa ilman virheitä, minkä jälkeen

lähetetään tarkastetut tuotteet varaston hyllyttäjälle. Tämän jälkeen hyllyttäjä hyllyttää tavarat tehokkaasti ja siististi oikeaan kohtaan hyllyä keräilyä varten.

Kuvassa 4 on tehtaan vastaanoton tämän hetken yleinen prosessimalli. Nykyisen mallin tarkoitus on olla visuaalisena tukena uuden mallin suunnittelussa sekä hahmottaa selkeämmin ne prosessin vaiheet, jotka tulevat muuttumaan tai poistumaan kokonaan, sekä ne, joissa on jotakin kehitettävää.



Kuva 4. Tehtaan vastaanoton prosessikaavio.

Prosessikuvaus on malliltaan uimarata-tyyppinen. Sen pystysarakkeessa on jokainen vastaanotto prosessiin kuuluva funktio:

- Lattia-alue, johon rekoista puretut lavat ensin tuodaan. Lattialla käsitellään sellaiset tavarat, joita ei voi käsitellä rullaradalla.
- Rullarata, jossa käsitellään sellaiset tavarat ja laatikot, jotka kokonsa ja painonsa puolesta mahtuvat kulkemaan rullaradalla.
- Tietojärjestelmä, jossa kirjataan vastaanotetut tuotteet järjestelmään. Kirjaus voidaan tehdä toimistossa, rullaradalla tai mobiilisti.
- Puskuri, johon prosessin lopussa laitetaan käsitellyt tavarat. Automaattinen trukki tulee tämän jälkeen hakemaan lavat, josta se vie ne varastoalueen puskureihin.
- Varaston puskuri, josta hyllyttävä poimii tavarat hyllytykseen ja hyllyttää oikeisiin paikkoihin.

3.3 Keräilyn nykytila

Keräilyn nykytilakartoituksella on tarkoitus saada selvä kuva siitä, mikä on keräilyn nykytila ja tuoda esiin mahdollisia epäkohtia, ennen kuin uusia malleja lähdetään kehittämään. Keräilyn tavoite asiakkaalle on kerätä oikea määrä osia, oikein lajiteltuna lavalla, oikeassa puskuripaikassa ja oikeaan aikaan niin, että kun kokoonpano tilaa lavan puskurista, uusi lava voidaan heti laittaa vanhan tilalle.

Keräilyprosessin asiakas tässä tapauksessa on tehtaan kokoonpano, johon kerätyt nimikkeet siirtyvät keräyksen jälkeen joko automaattisten trukkien avulla tai osastojärjestelijän manuaalisesti hakemana. Asiakkaan tavoitteena on saada oikeat tuotteet oikeaan lavapaikkaan, oikeaan aikaan ja oikein pakattuna sekä suojattuna.

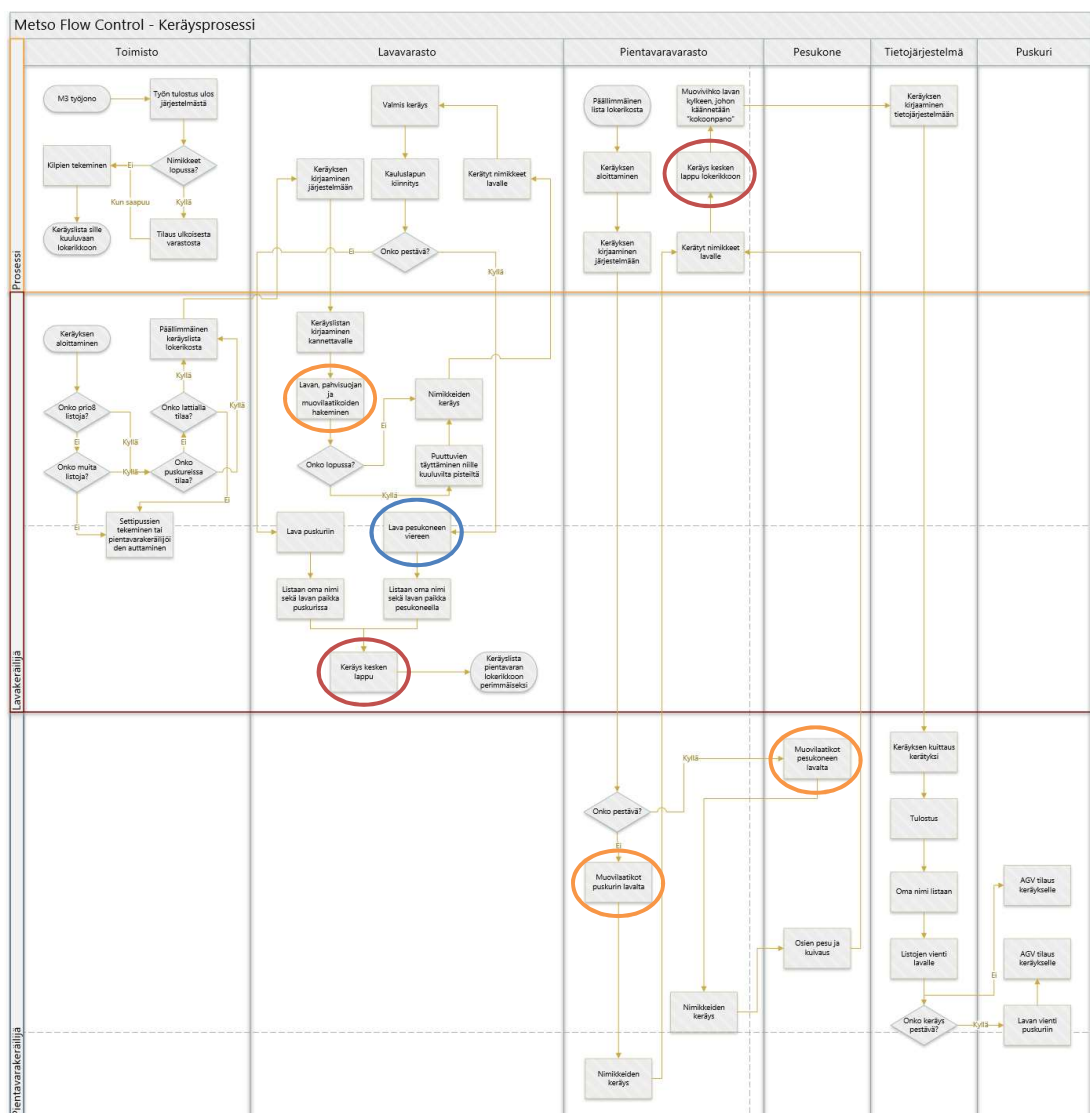
Prosesseja arvioitiin neljän eri kriteerin mukaan:

- turvallisuus
- joustavuus
- läpimenoaika
- tehokkuus.

Arvioinnin tavoitteena on panostaa ensin työn turvallisuuteen ja laatuun. Tämän lopputuloksena määrä ja tuottavuus tulevat laadukkaan tekemisen sivutuotteena. Nykytila-analyysin yhteydessä suoritettiin myös keräilijöiden haastattelu, jonka tarkoituksena oli tuoda esiin henkilöstön omia mielipiteitä tämän hetken keräilystä ja kirjata hyviä ja huo-

noja puolia prosessissa. Tavoitteena oli näin saada kuva mahdollisista arvoa tuottamattomista prosessin vaiheista tämän hetken toimintatavassa sekä tuoda esiin mahdollisia poikkeuksia tai ongelmia, jotka täytyy ottaa huomioon ennen uusien prosessien suunnittelua. Uusien koneiden tultua käyttöön voidaan nykyiset ongelmat näin jo tunnistaa ja ratkaista etukäteen.

Kuvassa 5 on lavakeräilyn ja pientavarakeräilyn prosessikaavio. Kaaviossa pystysarakkeessa ovat prosessiin kuuluvat funktiot ja vaakarivillä on työntekijän rooli kussakin funktiossa. Prosessissa on kuvattu pääasiassa prosessin kulku yleisellä tasolla, ja näin osa työvaiheista on jätetty kuvauksesta pois.



Kuva 5. Varaston keräilyn prosessikaavio.

Keräilyprosessin keskeisimmät funktiot ja niiden toiminta prosessissa etenevät kaaviossa loogisesti alusta loppuun vasemmalta oikealle, jossa toimistossa ensin tarkastetaan mahdolliset työt, jotka voidaan tulostaa. Toimisto tulostaa keräyslistat ja kilvet, minkä jälkeen valmiit keräyslistat laitetaan lokerikkoihin oikean venttiilin kohdalle FIFO-periaatteella.

Lavakeräilijän tavoite on ensin tarkastella puskurien visuaalisuutta, minkä jälkeen hän ottaa mahdollisen keräyksen. Ennen nimikkeiden keräystä tarkastetaan erilaisia laadullisia seikkoja ja valmistellaan lava nimikkeiden keräystä varten. Nimikkeiden keräyksen jälkeen lavan kylkeen kiinnitetään kauluslappu, josta ilmenevät keräyksen tiedot. Tämän jälkeen lava viedään joko pesupaikalle tai puskurin riippuen siitä, onko keräys pestävä vai ei. Lopuksi laitetaan keräyslistaan oma nimi ja lavan paikka puskurissa tai pesupaikalla, kiinnitetään ”keräys kesken”-lappu ja viedään keräyslista pientavaravaraston lokeriin pientavarakeräilijälle.

Pientavarakeräilijä ottaa keräyslistan lokerikosta FIFO-periaatteella ja aloittaa keräyksen. Lavan paikka tarkastetaan listasta, minkä jälkeen haetaan tyhjät muovilaatikot lavalta ja aloitetaan nimikkeiden keräys. Venttiilin lava- ja pienosat pestään nimikkeiden keräyksen jälkeen, minkä jälkeen lava viedään trukilla oikealle puskuripaikalle, jos kyseessä on pestävä keräys. Muuten pienosat viedään puskurin lavalle ja viedään ”keräys kesken”-lappu takaisin sille kuuluvaan lokeriin. Lopuksi kirjataan tietojärjestelmään keräys kerätyksi, tehdään tarvittavat tulostukset ja merkinnät ja tilataan automaattinen trukki keräykselle, jos lava on AGV:n puskuripaikalla.

Seuraavaksi käydään läpi nykytilan analyysin yhteydessä keräilijöille tehtyä kyselyä. Haastatteluiden perusteella työntekijöiden mielestä toimintaa voisi kehittää seuraavasti:

- Turvallisuus

Työturvallisuus ja sen parantaminen ovat kohdeyrityksen keskeisin tavoite varastotoiminnassa. Työturvallisuuden mittareita ovat esimerkiksi työtaturmien lukumäärä, työtaturmista johtuvien poissaolotuntien tai -päivien määrä tai läheltä piti -tilanteiden määrä.

Haastatteluiden perusteella pesupaikan nosturityyppiin tulisi kiinnittää huomiota. Puominosturit ovat jatkuvassa käytössä ja saattavat aiheuttaa turvallisuusriskin liian kaukaa

nostettaessa. Uusien layout-mallien suunnittelussa tulisi harkita erilaisia nosturityyppejä, kuten siltanostureita, jotka ovat jatkuvassa käytössä vaivattomampia ja turvallisempia käyttää kuin puominosturit.

Pesupisteen saapuvan ja lähtevän tavaravirran lavapaikat olisi hyvä myös merkitä ja standardoida 5S:n mukaisesti. Näin pesupaikan nostot ja tavaravirta saadaan turvallisemmaksi. Lisäksi lavakeräilijä voi jättää valmiin lavakeräyksen pesupaikalle sille merkitylle kohdalle, josta nostot ovat aina mahdollisia. Näin pientavarakeräilijän ei tarvitse käyttää trukkia lavan uudelleen siirtämiseen, jos nosto ei onnistu. Lavakeräilijän prosessin vaihe pesupaikalle on havainnollistettu kuvassa 5 sinisellä merkillä.

- Tehokkuus

Täysiin pahvinkeräysroskalaatikoihin tulisi kiinnittää huomiota uudessa layoutissa. Roskalaatikot täyttyvät välillä nopeasti, ja ne tyhjennetään kerran päivässä. Toiseen roskalaatikkoon vieminen synnyttää turhaa kuljetusta ja liikettä. Uudessa layoutissa tulisi ottaa huomioon mahdollisuus kahteen roskalaatikkoon niiden jätteiden kohdalla, joilla kulutus on korkea.

- Läpimenoaika

Pienosakeräilyn osalta ”keräys kesken”-lapun käyttöä tulisi harkita niiden venttiilien kohdalla, jotka menevät automaattisten trukkien puskuripaikkoihin. Lapun laittaminen tuo lavakeräilijälle ylimääräistä matkan kulkemista eikä tuo lisäarvoa prosessille, muuten kuin niiden venttiilien kohdalla, jotka haetaan manuaalisesti puskurista.

Tämän prosessivaiheen poistamista ei mitattu käytännössä, mutta havaintojen ja kokemuksen perusteella lava- ja pientavarakeräilijän prosessista saisi pois noin 10–20 sekuntia riippuen käsittelyssä olevien keräyksien määrästä. Uuden layoutin suunnittelussa lapuista voidaan luopua kokonaan, koska puskureihin ei laiteta keskeneräisiä keräyksiä. Lapun käyttöä on havainnollistettu kuvan 5 prosessissa punaisella merkillä.

Pienosakeräilijä hakee tällä hetkellä tyhjät laatikot oikealta lavalta ennen nimikkeiden keräystä. Joskus pienosia voi olla enemmän, minkä vuoksi pienosakeräilijä joutuu hakemaan lisää laatikoita lavavaraston pisteeltä. Tämä tuo turhaa matkan kulkemista ja hukkaa prosessille. Pienosavaraston yhteyteen tulisi harkita tyhjien laatikoiden pistettä, jolloin lavakeräilijän ei tarvitse ottaa tyhjiä laatikoita pienosakeräilijälle. Näin pienosakeräi-

lijä pystyy ottamaan oikean määrän laatikoita keräyslistojen lokerikon vierestä ilman turhaa kävelyä lavalle. Laatikoiden hakeminen on merkitty prosessissa (kuva 5) oranssilla merkillä.

Varaston keräilyprosessin nykytila-analyysin ja tekijän omien havaintojen pohjalta ilmenneet kehitysehdotukset ovat seuraavat:

- Pesupisteen tavaravirran lavapaikat tulisi merkitä 5S:n mukaisesti, jotta tavaroiden nostot olisivat turvallisempia. Nosturityypin vaihtoa tulisi myös harkita siltanosturiin, mikä lisäisi nostojen vaivattomuutta ja turvallisuutta.
- Kierrätyspisteiden kapasiteetti tulisi huomioida uudessa layoutissa, etenkin pahvinkeräyksen kohdalla, jolloin välttäisiin roskalaatikoiden nopeasta täyttymisestä.
- ”Keräys kesken”-lapun käyttöä tulisi harkita niiden venttiilien kohdalla, jotka menevät automaattisten trukkien puskuripaikkoihin.
- Pientavarakeräilijöille tulisi harkita tyhjien laatikoiden pistettä, jolloin välttäisiin mahdollisilta turhien matkojen kulkemisilta.

4 Varaston ja vastaanoton uuden prosessin suunnittelu

Tässä luvussa käsitellään tuloksia, jotka syntyivät prosessi-workshopin yhteydessä uusien prosessimallien suunnittelussa. Prosessien osalta tuodaan esille mahdollisia poikkeuksia ja huomioon otettavia seikkoja vanhojen ja uusien prosessien välillä.

4.1 Keräilyn uusi malli

Keräilyn uudella prosessimallilla on tarkoitus saada yleinen prosessin kuva siitä, miten varastoautomaattien tulo pientavaravarastojen tilalle muuttaa prosessia. Tässä vaiheessa projektia tarkoitus oli tuoda uuden prosessin päävaiheet esiin ja tuoda visuaalinen kuva, siitä miten se muuttaa vanhaa prosessia. Tarkoitus on antaa selkeä kuva jatkokehitystä varten, kuten layout-suunnitteluun ja työohjeiden päivittämiseen, jota käsitellään luvussa 5 laajemmin. Uudessa mallissa prosessin tavoitteet ja asiakas pysyvät samana kuin vanhassa prosessissa.

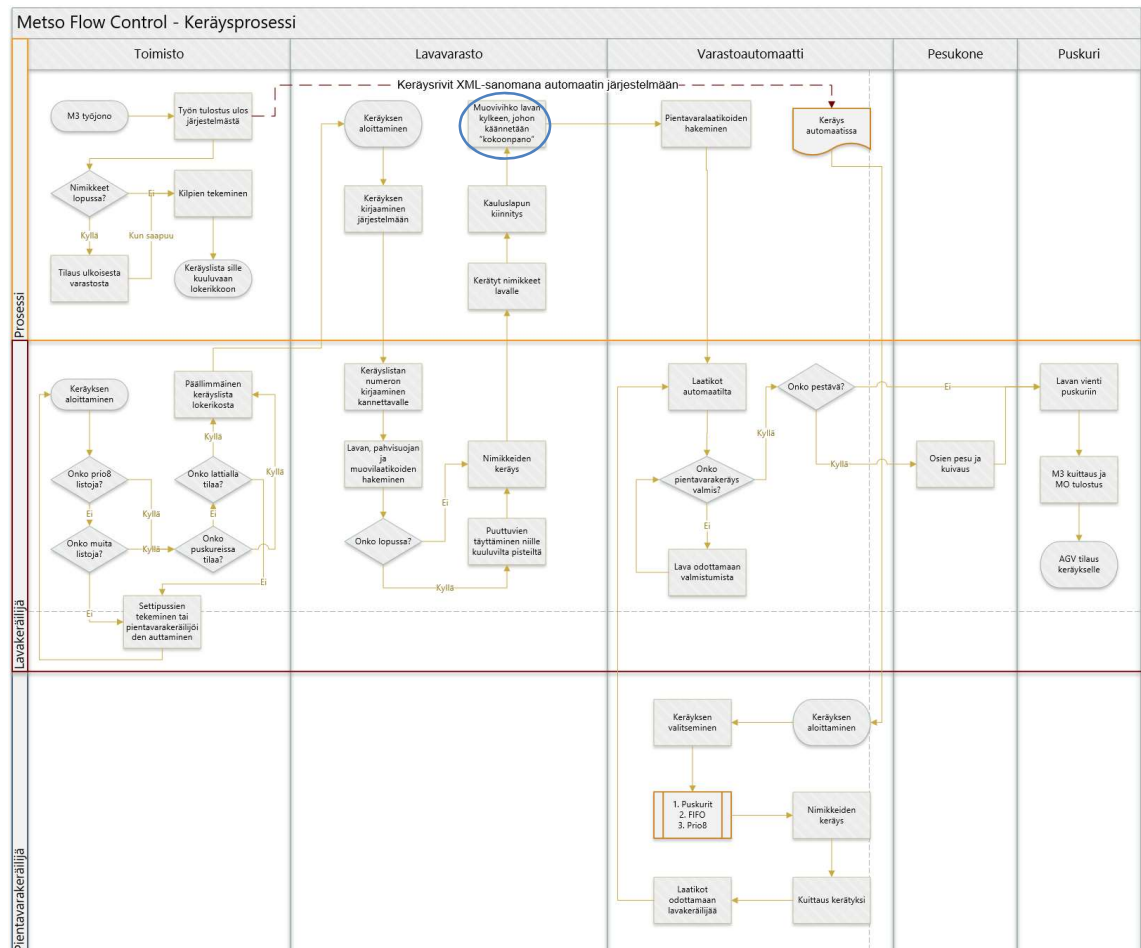
Kuvassa 6 on kuvattu uuden prosessin kulku päävaiheittain sekä se, miten uuden mallin funktiot ja työntekijät muuttuvat uusien varastoautomaattien yhteydessä.

Prosessin kulku funktioittain on samankaltainen tämän hetken prosessin kanssa (kuva 5), mutta pientavaravarasto on korvautunut varastoautomaatilla. Toimiston puolella muutos tapahtuu työn tulostuksen yhteydessä, jolloin pienosakeräys menee XML-sanoma automaatin järjestelmään. Muuten keräyslistat tulostetaan tavalliseen tapaan lavakeräilijälle.

Lavakeräilijän prosessi ei muutu nykyiseen verrattuna lavavaraston osalta muuten kuin muovivihkon laittamisella lavalle, mikä oli ennen pienosakeräilijän tehtävä. Muovivihko on kuvattu tarkemmin prosessissa (kuva 6) sinisellä merkillä. Lavanimikkeiden keräyksen jälkeen lavakeräilijä hakee valmiiksi kerätyt pienosat varastoautomaatin yhteydestä. Pientavarakeräilijän tarkoitus on pysyä lavakeräilijän edellä koko ajan, jolloin lavakeräilijän ei tarvitse jättää keräystä automaatin läheisyyteen odottamaan pienosien keräystä.

Lava- ja pienosanimikkeiden keräyksen jälkeen lavakeräilijä pesee osat tarvittaessa ja lopuksi keräys kuitataan ja viedään puskuriin nykyisen prosessin mukaisesti.

Pienosakeräilijän tehtävä uudessa prosessissa on olla automaatin läheisyydessä keräämässä pienosia. Pienosat on tarkoitus kerätä hyllyköihin venttiilien mukaan merkityille kohdille, mikä auttaa lavakeräilijää oikeiden pienosien hakemisessa. Pienosakeräilijän prosessia ja varastoautomaatin layoutia käsitellään tarkemmin luvussa 5 uuden layoutin suunnittelussa. Pienosien keräyksen jälkeen keräys kuitataan kerätyksi varastoautomaatin järjestelmään.



Kuva 6. Keräilyn uusi malli.

Vanhaa ja uutta prosessia vertailtiin keskenään, jonka johdosta ilmaantui poikkeuksia ja huomioon otettavia seikkoja, jotka on selvitettävä ennen uuden prosessin käyttöönottoa.

4.1.1 Nimikkeiden käsittely

Nimikkeiden käsittelyssä tuli ilmi poikkeuksia, jotka liittyivät etenkin ylikokosiin ja erikoiisiin nimikkeisiin, jotka on vaikeaa tai mahdotonta laatikoida automaattiin. Hälytysrajojen

määrittelemisen on myös otettava huomioon nimikkeiden käsittelyssä. On myös päätettävä, mitkä nimikkeet olisi järkevä siirtää automaattiin, jotka aikaisemmin kerättiin lavahyllyistä.

Tuli myös ilmi, että suurimman volyymin nimikkeet olisi tehokkaampaa pitää manuaalisesti kerättävinä läpivirtaushyllyissä, jolloin keräyskapasiteetin riittävyys varmistetaan.

4.1.2 Layout-suunnittelu

Uudessa layoutissa on otettava huomioon ”palvelutiski”, joka palvelee venttiilien asentajia. Asentajat voivat tulla hakemaan venttiilin rakenteesta puuttuvia tai muuten ylimääräisenä tarvittavia osia palvelutiskiltä.

4.1.3 Keräilyprosessi

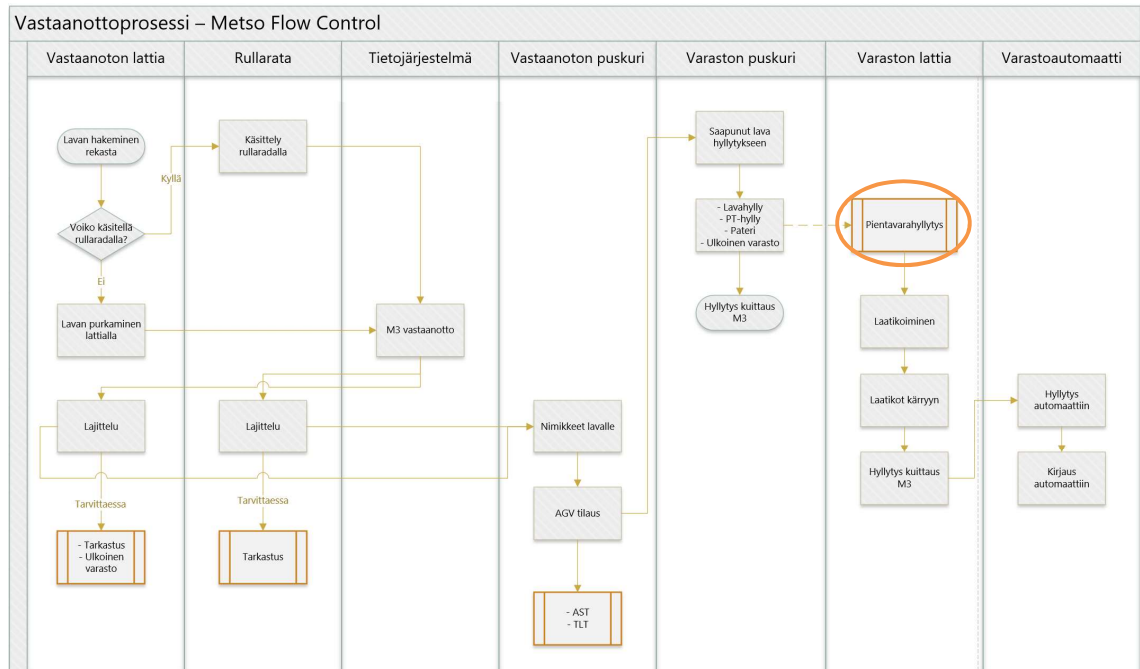
Keräilyprosessissa tuli ilmi itse prosessiin sisältyviä seikkoja, jotka on otettava huomioon. Etenkin lava- ja pientavarakeräily tulisi ajoittaa niin, että pientavarakeräys pysyy koko ajan edellä. On myös mietittävä automaattien yhteyteen tuleva hyllykkö, ryhmäkeräilyn suunnittelu, varastosiirtojen hoitaminen, työn keskeytymisen kirjaus ja pientavarakeräyksen valinnan peruste puskurien, FIFO:n ja kiireellisten keräysten mukaan. Automaattien tietojärjestelmässä on myös huomioitava, miten tehdään saldon korjaus, jos automaatin saldo ei täsmää kerättäviin tuotteisiin.

Osa tiedoista on salattu toimeksiantajan pyynnöstä.

4.2 Vastaanoton uusi malli

Vastaanoton uudella prosessimallilla on tarkoitus saada selkeä kuva siitä, miten varastoautomaattien tulo pientavaravarastojen tilalle muuttaa prosessia. Vastaanoton osalta prosessikaavioon on otettu mukaan myös varaston hyllytysprosessi. Uudessa mallissa prosessin tavoitteet ja asiakas pysyvät samana kuin vanhassa prosessissa.

Kuvassa 7 on kuvattu uuden prosessin kulku päävaiheittain ja se, miten uuden mallin funktiot muuttuvat uusien varastoautomaattien yhteydessä. Vastaanoton puolelta ilmenneitä huomioita otettavia seikkoja olivat muun muassa satunnaiset odotusajat rullaradalla, visuaalisuus ja lavojen käsittely FIFO-periaatteella.



Kuva 7. Vastaanoton uusi malli.

Vastaanoton puolelta uusi prosessi ei muutu nykyiseen (kuva 4) verrattuna, mutta keskeisin muutos tulee vastaanoton jälkeen, kun tarkastettu lava tulee varaston puskuriin. Varaston hyllyttäjälle tulee uusi prosessi, pientavarahyllytys, joka on kuvattu uuden mallin (kuva 7) varaston lattian kohdalla. Pientavarahyllytyksen tarkoitus on laatikoida varastoautomaattiin hyllytettävät pienosat valmiiksi laatikoihin, minkä jälkeen ne hyllytetään automaattiin. Pientavarahyllytystä ja laatikointia käsitellään tarkemmin luvussa 5 uuden layoutin suunnittelussa.

5 Varaston uuden layoutin suunnittelu

Tässä luvussa käsitellään tuloksia, jotka syntyivät kohdeyrityksen layout-workshopin yhteydessä. Varaston tämänhetkisen pientavaravaraston hyllystö (liite 1) tullaan korvaamaan kolmella varastoautomaatilla. Layoutien suunnittelussa varastoautomaatti ja puskurit (kuva 8) ovat ainoat kiinteät elementit, joiden paikka on jo määritelty, eikä niitä ole tarkoitus muuttaa.

5.1 Layoutin uusi malli

Layoutin malleilla on tarkoitus määritellä useita vaihtoehtoja varaston uudelle layoutille ja arvioida niitä. Arvioinnin perusta on samankaltainen kuin uusien prosessien arvioinnissa, jossa ensin panostetaan työn turvallisuuteen ja laatuun. Näiden lopputuloksena määrä ja tuottavuus tulevat laadukkaan tekemisen sivutuotteena.

Layoutien suunnittelu ja arviointi toteutettiin yhdessä kohdeyrityksen kanssa layout-workshopissa, jonka tuloksena syntyi kuusi eri layout-mallia. Tässä luvussa esitellään kolme layout-mallia, jotka olivat parhaan layout-mallin kannalta periaatteellisimmat vaihtoehdot. Muut layout-mallit on kuvattu työn liitteissä, mukaan lukien varaston nykyinen layout.

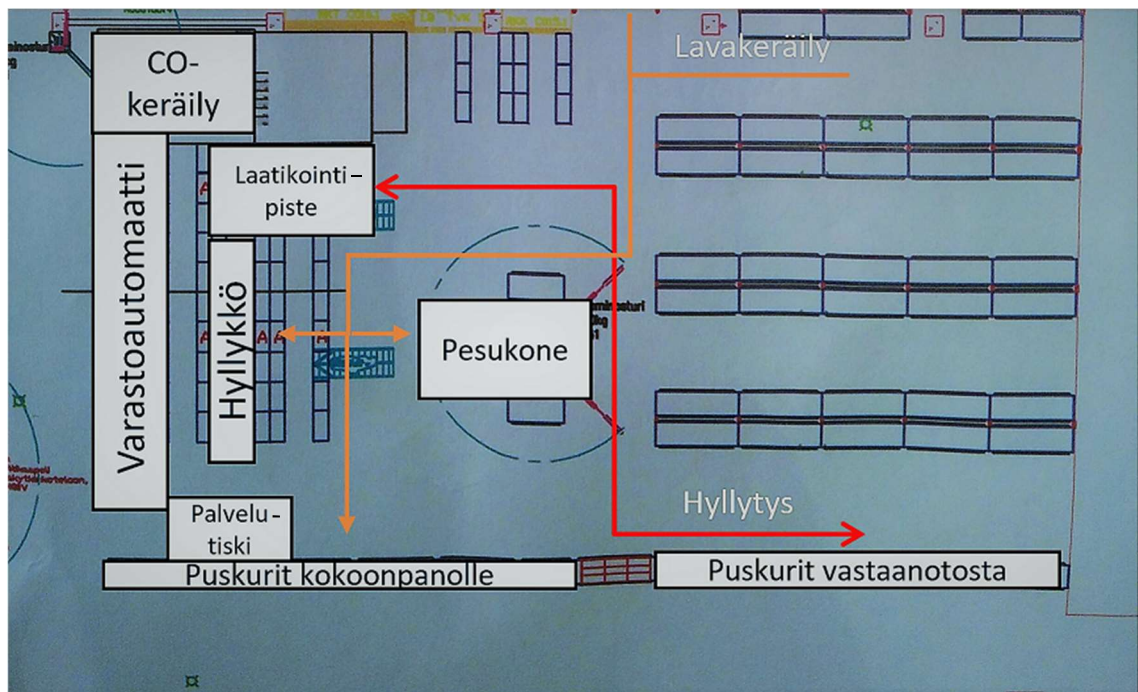
Aluksi määriteltiin layouteille tavoitteet, joiden mukaan niitä myöhemmin arvioitiin. Tavoitteiden jälkeen kerrattiin uudet vastaanoton ja keräilyn prosessit, joiden pohjalta uudet layout-mallit suunniteltiin. Tämän jälkeen malleja arvioitiin tavoitteisiin perustuen ja annetaan plussia ja miinuksia, minkä pohjalta saatiin jokaisen mallin hyvät ja huonot puolet. Lopuksi valittiin paras layout-malli, joka on tarkoitus ottaa jatkokehitykseen.

Layouteille määritellyt tavoitteet olivat

- turvallisuus
- materiaalivirran kulku (ei risteävää liikennettä tai umpikujia)
- purkamisen ja järjestelemisen työtila
- visuaalisuus
- siirtojen määrät
- välimatkat
- muunneltavuus

- muutoksien tarpeen määrä.

Seuraavaksi arvioidaan syntyneitä malleja ja tuodaan esiin hyvät ja huonot puolet määriteltävien tavoitteiden mukaisesti. Kuvassa 8 on kuvattu ensimmäinen layout-malli. Kuvassa on osa varaston tämänhetkistä layoutia, jossa varastoautomaatit ovat nykyisen pientavaravaraston kohdalla. Varastoautomaattien oikealla puolella on kaksipuoleinen hyllykkö, johon on tarkoitus laittaa valmiit pientavarakeräykset laatikoihin niin, että lavakeräilijä pystyy hakemaan oikeat pienosat omaan keräykseensä hyllykön toiselta puolelta. Hyllyköiden on tarkoitus olla kiinteästi asennettu varastoautomaattien läheisyyteen niin, että pientavarakeräilijällä on mahdollisimman lyhyt välimatka hyllykön täyttämiseen.



Kuva 8. Varaston layout-malli 1.

Täyttäminen on suunniteltu siirrettävän kärryn avulla niin, että kärryyn täytetään ensin tietty määrä valmiita keräyksiä, minkä jälkeen valmiit keräykset siirretään kärrystä hyllykköön. Toinen vaihtoehto on myös viedä yksi laatikko kerrallaan hyllyyn, mutta tällöin syntyy paljon turhaa liikettä varastoautomaatin ja hyllykön välille, joten tehokkuuden kannalta kärryyn täyttäminen ensin on järkevämpi vaihtoehto. Tällöin on myös otettava huomioon, että saattaa syntyä mahdollisia odotusaikoja pientavara- ja lavakeräilijän välille, jos kärryyn kerätään liian monta keräystä ennen hyllykköön täyttämistä.

Hyllykön jaottelemisen kerättävän venttiilin mukaan on myös suunniteltava niin, että lavakeräilijä löytää oikeat laatikot mahdollisimman nopeasti. Hyllyjen visuaalisuus voisi olla suunniteltu esimerkiksi niin, että joko pysty- tai vaakasuunnassa hyllykköä on vain yhdentyypisiä venttiilikeräyksiä. Lavakeräilijän kannalta laatikkojen tulisi olla selvästi merkitty niin, että niistä näkee nopeasti keräyksen tilausnumeron, joka täsmää lavakeräilijän keräyslistaan. Tällöin laatikoiden sijoittelussa täytyy ottaa myös huomioon, että laatikot on sijoitettu hyllykköön niin, että ne ovat mahdollisimman nopeasti otettavissa hyllyköstä. Yksi vaihtoehto tällöin voisi olla esimerkiksi hyllykön jaottelu venttiilityypin mukaan pystysuunnassa ja laatikoiden täyttäminen hyllykköön ylhäältä alaspäin ja vasemmalta oikealle. Laatikoita voisi olla hyllykössä myös syvyysuunnassa, mutta tällöin on otettava huomioon, että laatikoiden visuaalisuus ja helppous kerätä säilyy.

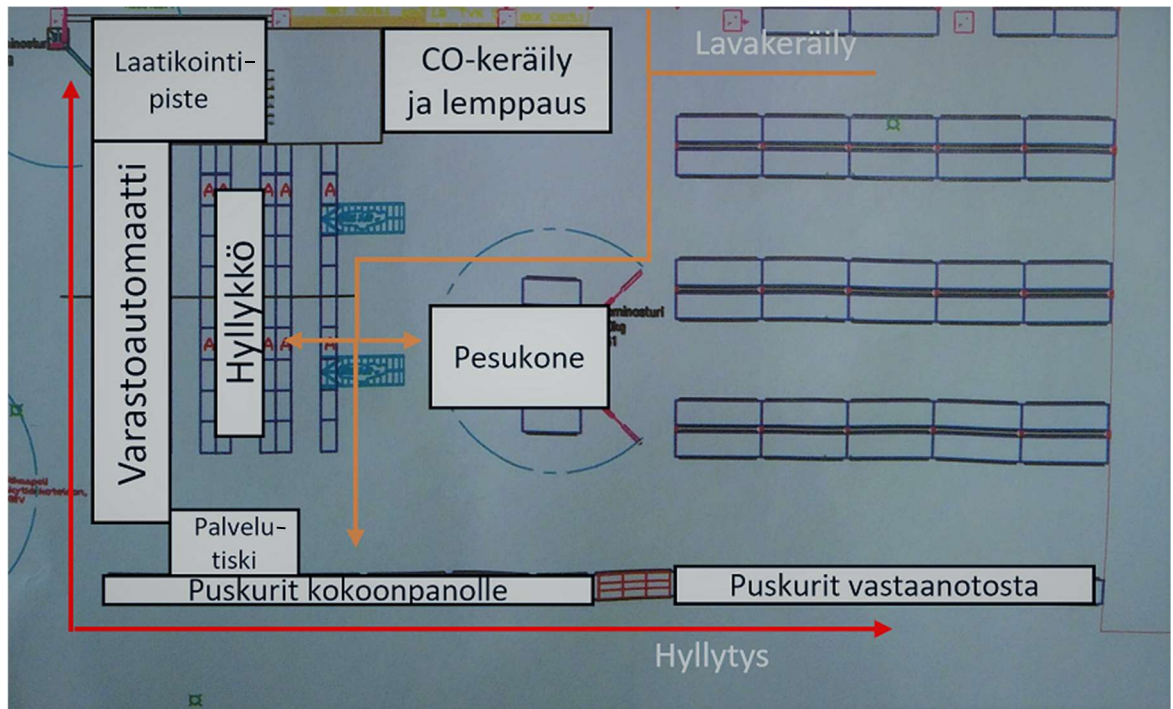
Tässä mallissa hyllykön päässä pohjoispuolella on laatikointipiste, jota hoitaa varaston hyllyttäjä. Hän hakee ensin vastaanotosta tulleet lavat varaston puskurista, minkä jälkeen hän vie lavat laatikointipisteelle. Tällöin syntyy myös risteävää liikennettä hyllyttäjän ja lavakeräilijän kesken, mikä vaikuttaa turvallisuuteen. Laatikoinnin yhteydessä hyllytettävät tavarat laitetaan laatikoihin ja laatikot laitetaan kärryihin. Täydet kärryt kuljetetaan automaattien läheisyyteen, josta ne hyllytetään automaattiin.

Hyllykön alapuolella on palvelutiski, jonka tarkoituksena on palvella venttiilien asentajia, jotka pyytävät tarvittavia pienosia rikkoutuneiden tai puuttuvien osien tilalle, joille ei ole erillistä keräyslistaa. Malliin piirretty alue "CO-keräily" on tila, jossa hoidetaan tavaroiden järjesteleminen ja purkaminen.

Mallin 1 mukainen arviointi tavoitteita mukaillen:

- Turvallisuus ei ole paras mahdollinen, koska hyllyttäjän ja lavakeräilijän kesken muodostuu risteävää liikennettä.
- Pientavarakeräys ja laatikointipiste ovat hyvin näkyvillä, joten koko keräysprosessin visuaalisuus on hyvä.
- Siirtojen määriä on yhteensä kuusi. Hyllyttäjä vie lavan puskurista laatikointipisteelle, laatikot kärryllä automaattipisteelle, laatikot kärrystä automaattiin, automaatista keräykset hyllykköön, hyllyköstä lavakeräilijälle ja lavakeräilijältä puskuriin kokoonpanijalle.
- Välimatkat ovat hyvät, paitsi hyllyttäjällä tulee hieman pitempi välimatka laatikointipisteelle verrattuna aikaisempaan tapaan.
- Nykyiseen layoutiin verrattuna muutoksien tarve on pieni.

Kuvassa 9 on toinen layout-malli. Se osoittautui myös tällä hetkellä parhaaksi vaihtoehtoksi. Mallissa korostuu etenkin turvallisuus, koska risteävää trukki liikennettä ei synny. Tässä mallissa laatikoimispiste on siirtynyt entisen CO-keräilypisteen tilalle, mikä vaikuttaa osittain visuaalisuuteen. Vastaanotosta tulevat lavat siirretään eri reittiä uudelle laatikoimispisteelle, jolloin hyllyttäjän kulkema matka hieman pitenee. Toinen vaihtoehto on myös ohjelmoida automaattiset trukit tuomaan vastaanotosta varaston puskureihin tulevat lavat suoraan laatikoimispisteelle.



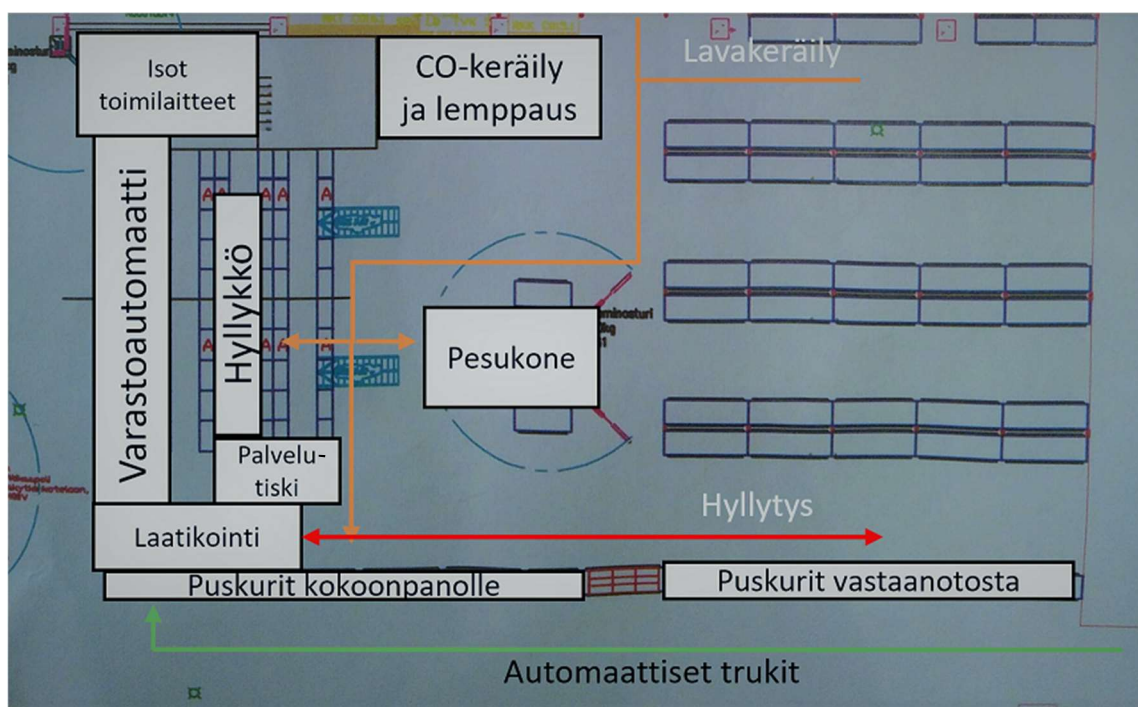
Kuva 9. Varaston layout-malli 3.

Mallin 3 arviointi tavoitteita mukailleen:

- Risteävää trukki liikennettä ei muodostu, joten turvallisuus on hyvä.
- CO-keräyspiste on hyvällä paikalla eikä synnytä risteäviä materiaalivirtoja.
- Yleinen layoutin visuaalisuus on hyvä mutta laatikoimispiste on kuitenkin hieman sivussa.
- Siirtoja muodostuu yhteensä kuusi ja automaattisella trukilla viisi. Hyllyttäjä vie lavan puskurista laatikoimispisteelle, laatikot kärryllä automaattipisteelle, laatikot kärrystä automaattiin, automaattista keräykset hyllykköön, hyllyköstä lavakeräilijälle ja lavakeräilijältä puskuriin kokoonpanijalle.
- Hyllyttäjän välimatkat ovat pidemmät ilman automaattisia trukkeja.
- Muunneltavuus on hyvä eikä vaadi isoja rakenteellisia toimenpiteitä.

- Automaattisten trukkien ohjelmointi vaatii muutoksia, jos lavat tuodaan suoraan laatikoimispisteelle.

Layout-malli 4 on kuvattu kuvassa 10. Mallissa laatikointipiste on siirtynyt puskureiden läheisyyteen. Tässä mallissa tarkoitus on, että automaattiset trukit tuovat lavat suoraan automaattien eteen, missä tapahtuu myös laatikointi. Tässä vaihtoehdossa hyllyttäjän välimatkat lyhentyvät ja laatikoimispisteen visuaalisuus paranee, mutta voi syntyä risteävää liikennettä, jos lavakeräilijän tarvitsee päästä nostamaan edessä oleviin puskureihin tai lavahyllyihin. Tämän takia mallin turvallisuus ei ole paras mahdollinen, ja malli saattaa synnyttää odotusaikoja puskurien kohdalle.



Kuva 10. Varaston layout-malli 4.

Mallin 4 arviointi tavoitteita mukailten:

- Risteävään liikenteeseen on mahdollisuus laatikoimispisteen läheisyydessä.
- CO-keräily on hyvällä paikalla eikä muodosta risteäviä materiaalivirtoja.
- Visuaalisuus on hyvä kaikilla pisteillä.
- Siirtoja on yhteensä kuusi ja automaattisella trukilla viisi.
- Välimatkat ovat lyhyet niin hyllyttäjällä kuin lavakeräilijälläkin.

- Malli vaatii enemmän muutoksia automaattisten trukkien uudelleen ohjelmoinnissa.

5.2 Vanhojen työohjeiden päivitys

Kohdeyrityksen vanhojen työohjeiden päivitys toteutettiin jo olemassa olevien vastaanoton ja keräilyn työohjeiden päivittämisellä. Työohjeet sisältävät tarkat kuvaukset työn vaiheista ja mahdollisista poikkeuksista ja huomioista, jotka prosessissa on otettava huomioon.

Työohjeet päivitettiin vastaanoton ja keräilyn osalta tässä työssä syntyneiden uusien prosessimallien pohjalta. Täten uudet työohjeet ovat uusien prosessien yleisellä tasolla ja tarkemmat prosessin vaiheiden kuvaukset tulee päivittää myöhemmin niiden vakiintuessa.

Keräilyn ja vastaanoton työohjeet on salattu toimeksiantajan pyynnöstä.

6 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli kehittää kohdeyrityksen varaston keräilyä ja hyllytystä, jossa varaston nykyinen pientavaravarasto poistuu ja tilalle tulee kolme uutta varastoautomaattia. Työ keskittyi Metso Flow Control Oy:n venttiililiiketoiminnan Vantaalla sijaitsevaan tehtaan varastoon.

Varastoautomaateilla pientavaravaraston tämänhetkinen manuaalinen keräily keräyslistoilla lähtee pois ja muuttuu avustavan automaation suuntaan. Tämä tuo lisää tehokkuutta digitaalisilla työkaluilla. Tällä hetkellä nimikkeillä on kiinteät varastopaikat ja tilauspohjainen keräily, joka tehdään perinteisesti paperisilla keräyslistoilla. Manuaaliset toiminnot, epätarkat varastosaldot ja keräilyvirheet tuovat tällä hetkellä turhia kustannuksia.

Työ keskittyi projektin alkuvaiheiden määrittelyn ja suunnittelun vaiheisiin, joiden pohjalta luotiin uudet prosessikaaviot, työohjeet ja layout-vaihtoehdot ennen uusien automaattien käyttöönottoa. Keskeisimmät työn tulokset olivat ensin kartoittaa keräilyn ja vastaanoton nykytila luomalla prosessikaaviot, joita kohdeyrityksessä ei vielä ollut kuvattu työohjeiden lisäksi. Tuloksena saatiin senhetkisestä nykytilasta selkeä kuva, jonka tarkoituksena oli olla visuaalisena tukena ja tuoda myös mahdollisia ongelmia ja huomioita esiin ennen uusien mallien suunnittelua.

Nykytilan kartoituksen jälkeen suunniteltiin uudet prosessinkuvaukset keräilylle ja vastaanotolle. Tässä vaiheessa projektia tarkoitus oli tuoda uuden prosessin päävaiheet esiin ja tuoda visuaalinen kuva siitä, miten se muuttaa vanhaa prosessia. Uusien prosessien osalta saatiin esille mahdollisia poikkeuksia ja huomioon otettavia seikkoja vanhojen ja uusien prosessien välillä. Tarkoitus oli myös antaa selkeä kuva jatkokehitystä varten, esimerkiksi layout-suunnitteluun ja työohjeiden päivittämiseen.

Uusien prosessin kuvauksien jälkeen suunniteltiin useampia eri vaihtoehtoa uudelle varaston layoutille. Tuloksena saatiin kuusi vaihtoehtoa pientavaravaraston uudelle layoutille, joita arvioitiin ja päätettiin lopuksi yksi layout, joka on tarkoitus ottaa jatkokehitykseen.

Lopuksi kohdeyrityksen vanhoja työohjeita päivitettiin uusien prosessien mukaisesti. Toistaiseksi työohjeita päivitettiin vain yleisellä tasolla ja yksityiskohtaisemmat työvaiheet ja kuvaukset tulee päivittää ohjeisiin myöhemmin automaattiin integroidun sovelluksen valmistuttua ja työvaiheiden vakiintuessa.

Varastoautomaatit on tarkoitus asentaa ja ottaa käyttöön noin kaksi kuukautta tämän työn valmistumisen jälkeen, joten layout-muutoksia tai uusia työvaiheita ei päästy tarkastelemaan vielä käytännössä. Uusien laitteiden ja toimintatapojen muuttuessa on kuitenkin selvää, että prosessit ja layout tulee suunnitella hyvissä ajoin ennen uusien automaattien tuloa.

Työlle asetetut tavoitteet saavutettiin mielestäni hyvin. Tavoitteena oli kehittää varaston keräilyä ja hyllytystä uusien automaattien tullessa varastoon, ja tämän pohjalta suunniteltiin uusi keräily- ja hyllytysprosessi sekä layout-malli. Automaattiprojektia ajatellen prosessi- ja layout-suunnittelu olivat projektin alussa hyvin keskeinen osa, joka oli oleellisessa asemassa projektin kulun kannalta. Automaattien tullessa varastoon on kohdeyrityksellä hyvä lähtökohta uudelle prosessille ja layoutille.

Jos katsotaan koko projektia, varastoautomaattiin integroitu sovellus on myös hyvin kriittisessä asemassa. On otettava huomioon työssä uusien prosessien myötä ilmenneet poikkeukset ja huomioon otettavat seikat. On myös selvitettävä vanhan järjestelmän ja varastoautomaatin järjestelmän integraatio ja nimikedatan siirtäminen.

Automaatin muuttoprosessi tulee myös ottaa huomioon lähitulevaisuudessa. Täytyy suunnitella vanhan hyllystön purku ja uusien automaattien asennus. Tämän lisäksi on mietittävä väliaikainen keräilyratkaisu muuttoprosessin yhteyteen.

Lähteet

Haverila, Matti; Uusi-Rauva, Erkki; Kouri, Ilkka & Miettinen, Asko. 2009. Teollisuustalous. Infacs Johtamistekniikka Oy.

Kyrenius, Pekka. 2015. Tuotantojärjestelmät. Verkkoaineisto. <https://mycourses.aalto.fi/pluginfile.php/154333/mod_resource/content/1/Kon_15_3118_s2015_L1.pdf>. Luettu 21.2.2018.

Lean-ajattelu. 2018. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/lean-ajattelu/>>. Luettu 20.2.2018.

Lean-sanasto. 2018. Verkkoaineisto. <<http://leaniksi.fi/lean-sanasto/>>. Luettu 21.2.2018.

Metso vuosikertomus. 2016. Verkkoaineisto. Metso Oyj. <<http://huolin.info/3017/R/2083319/785298.pdf>>. Luettu 9.2.2018.

Pientavarakeruu ja automaatio. 2018. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/logistiikkakeskus/pientavarakeruu-ja-automaatio/>>. Luettu 20.2.2018.

Prosessien kehittäminen. 2018. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/prosessien-kehittaminen/>>. Luettu 21.2.2018.

Puro, Johannes. 2018. Logistiikan ja varastoinnin trendit 2018: toimitusketju, IoT ja varaston automaatio. *Osto & Logistiikka* 01/2018, s. 52.

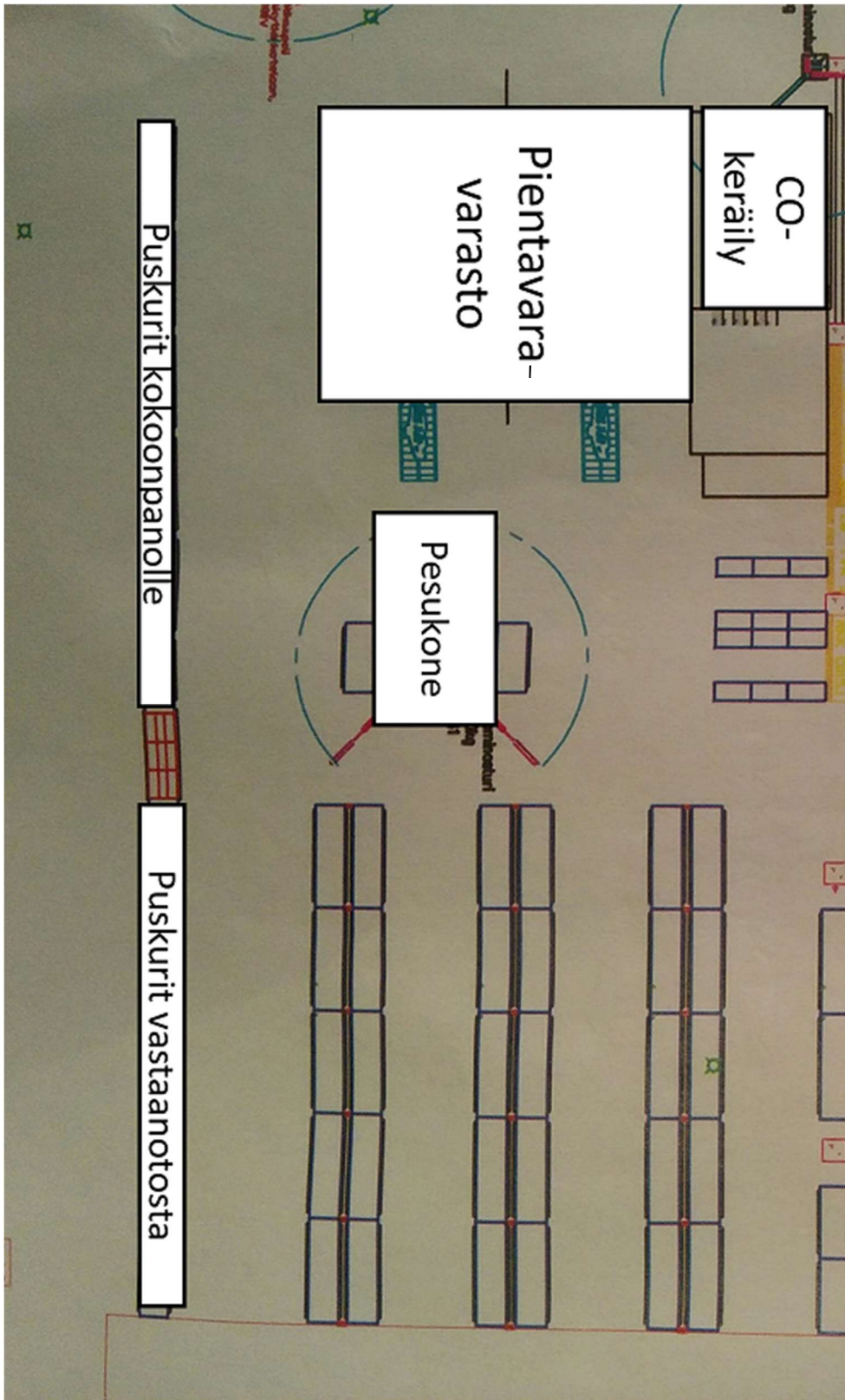
Raunio, Helena. 2018. Nopeammin ja varmemmin. *Osto & Logistiikka* 01/2018, s. 40.

Suvanto, Virve. 2011. Varastoautomaatio osana varastoinnin tehostamista. *Insinööri*. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

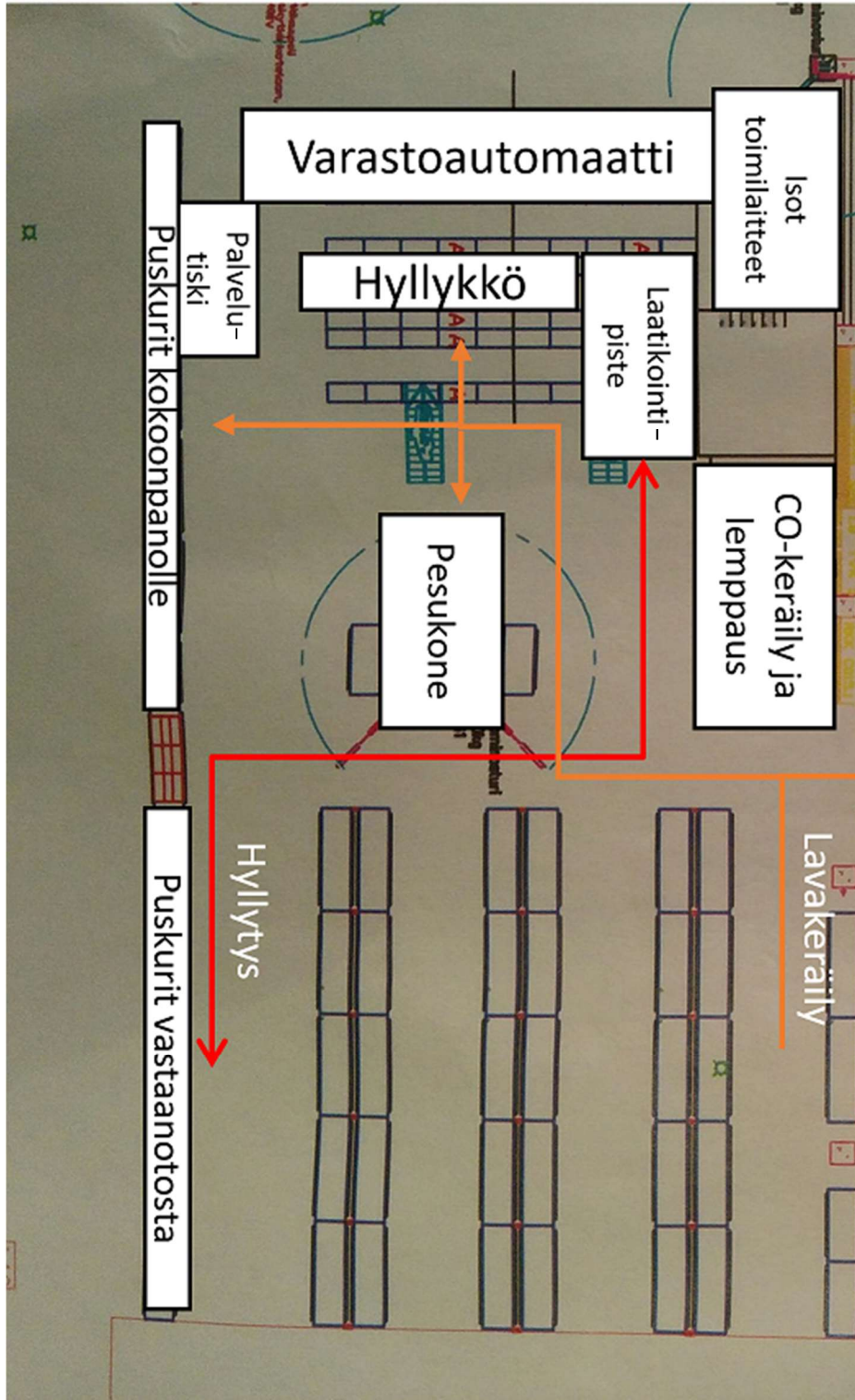
Tuotannon layout. 2018. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotannon-layout/>>. Luettu 1.3.2018.

Varastohissi 2018. Verkkoaineisto. SSI Schäfer. <<https://www.ssi-schaefer.com/fi-fi/tuotteet/order-picking/manuaalinen-keraily/logimat-varastohissi-131762>>. Luettu 7.3.2018.

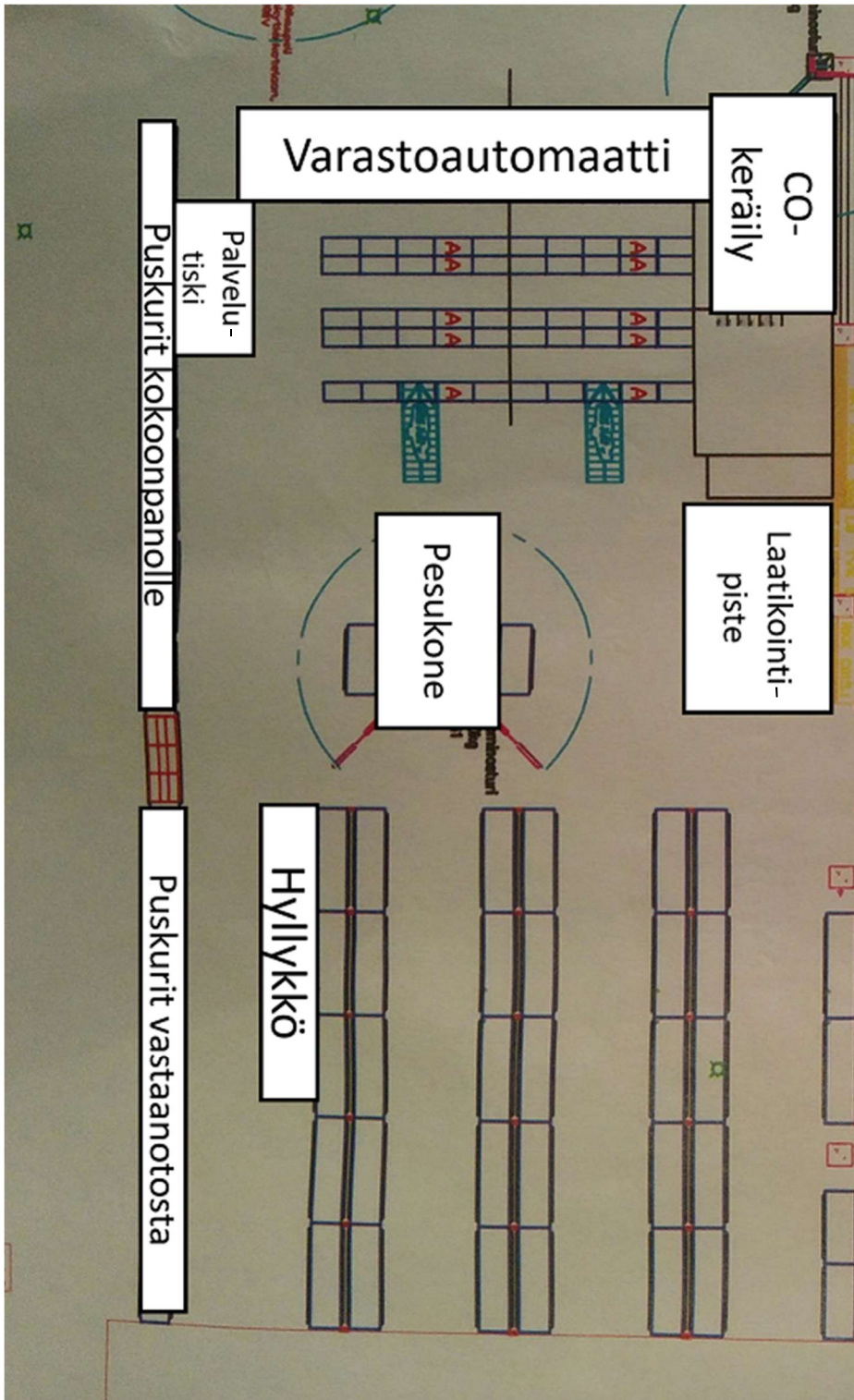
Varaston nykyinen layout



Layout-malli 4



Layout-malli 5



Layout-malli 6

