Lotta Mattelmäki

Cross-Docking-toimintamallin suunnittelu Lean-menetelmin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalouden tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

14.2.2022

Tiivistelmä

Tekijä:	Lotta Mattelmäki
Otsikko:	Cross-Docking-toimintamallin suunnittelu Lean-menetelmin
Sivumäärä:	81 sivua + 4 liitettä
Aika:	14.2.2021
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Tuotantotalous
Ammatillinen pääaine:	Toimitusketjun johtaminen
Ohjaajat:	Yliopettaja Antero Putkiranta Kehityspäällikkö Mari Vepsäläinen

---

Insinöörityön tilaaja on Konecranes Finland Oy. Tutkimus tehtiin toimeksiantona Konecranes Hyvinkään toimipisteelle. Insinöörityön aiheena on Cross-Docking-toimintamallin suunnittelu Lean-menetelmin Konecranes Heavy Components -liiketoiminnassa. Tutkimusongelmana on asiakkaalle suoraan toimitettava ostomateriaali, joka kiertää tuotantosolujen läpi ennen pakkaamista. Ongelma sai alkunsa Konecranes Hyvinkäällä SAP ERP -järjestelmän käyttöönoton yhteydessä vuonna 2016.

Tutkimuksen tavoitteena on tuottaa realistinen kuvaus SAP:n ja fyysisen tilaus-toimitusprosessin nykytilasta, tunnistaa prosessin ongelmat ja löytää niiden juurisyyt. Suunnittelutyön tavoitteena on antaa kehitysehdotuksia projektin jatkotoimenpiteisiin. DMAIC-menetelmä ja sen sisältämät Lean-työkalut toimivat projektin viitekehyksenä. Kvalitatiivisen tutkimuksen menetelminä käytettiin puolistrukturoituja teemahaastatteluja ja työpajoja.

Prosessiselvityksessä löydettiin läpivirtaaviin materiaaleihin ja muihin aiheisiin liittyviä merkittäviä havaintoja. Kehitysehdotukset laadittiin projektin merkittävimpien havaintojen ja asiantuntijoiden palautteen perusteella. Kehityspäällikkö hyväksyi insinöörityön lopulliset kehitysehdotukset. Insinöörityön tuloksena tunnistettiin tutkimusongelman juurisyyt, mallinnettiin prosessikuvaajat sekä annettiin Cross-Docking-toimintamallin kehitysehdotukset ja jatkotoimenpiteiden suositukset.

Avainsanat: Lean-johtaminen, SAP, Cross-Docking, prosessisuunnittelu

Abstract

Author:	Lotta Mattelmäki
Title:	Cross-Docking Operating Model Design with Lean Methods
Number of Pages:	81 pages + 4 appendices
Date:	14 February 2022
Degree:	Bachelor of Engineering
Degree Programme:	Industrial Management
Professional Major:	Supply Chain Management
Supervisors:	Antero Putkiranta, Principal Lecturer Mari Vepsäläinen, Development Manager

---

The client of the thesis is Konecranes Finland Oy. The study was carried out for the Konecranes Hyvinkää office. The subject of the thesis is Cross-Docking operating model design with Lean methods in Konecranes Heavy Components business. The research problem is the purchase material which can be delivered directly to the customer that passes through the production cells before packing. The problem started with the implementation of the SAP ERP system in Konecranes Hyvinkää in 2016.

The objective of the study is to produce a realistic description of the current state of SAP and the physical order-delivery process, to identify problems in the process and to find their root causes. The aim of the design work is to provide development proposals for the project follow-up. The reference framework for the project is the DMAIC-method and the Lean tools. Semi-structured thematic interviews and workshops were used as methods for qualitative research.

Significant findings related to flow-through materials and other topics were found in the process study. The development proposals were formed on the basis of the most significant findings of the project and the feedback from experts. The final development proposals for the thesis were validated by the Development Manager. As a result of the thesis, the root causes of the research problem were identified, process diagrams were modeled and proposals for the development of the Cross-Docking operating model and recommendations for further measures were given.

Keywords: Lean Management, SAP, Cross-Docking, Process Design

Sisällys

Käsitteet ja lyhenteet

1 Johdanto 1

2 Konecranes Finland Oy 2

3 Lean 4

3.1 Leanin taustaa 4
3.2 Viisi periaatetta 5
3.3 Arvo 7
3.4 Kahdeksan hukkaa 7
3.5 Six Sixma 9
3.5.1 DMAIC 9
3.5.2 Gemba-kävely 11
3.5.3 5 x miksi 13

4 Toiminnan kehittäminen 15

5 SAP-toiminnanohjausjärjestelmä 18

5.1 Suunnittelun ja tuotannon tuoterakenne 19
5.2 Cross-Docking 21

6 Tilaus-toimitusprosessin nykytilan kuvaus 22

6.1 Prosessityypit 23
6.1.1 Engineer-to-Order 24
6.1.2 Configure-to-Order 25
6.2 SAP-prosessialueet 25
6.3 Tilaustenkäsittely 26
6.4 Työnsuunnittelu 28
6.5 Osto 32
6.6 Materiaalin- ja varastonhallinta 35
6.7 L16-tavaranvastaanotto 40
6.8 Tuotannonsuunnittelu 43
6.9 Vaunukokoonpano 46
6.10 Laadunhallinta 47

6.11 L25-vaunupakkaamo 49
6.12 Logistiikka 51
6.13 Prosessin suorituskyky 53
6.13.1 Ylimääräisten työvaiheiden kokonaiskesto 54
6.13.2 Varastointiaika 55
6.13.3 Läpimenoaika 57

7 Toiminnassa havaitut kehityskohteet 58

7.1 Tehtaan L16-vastaanottoon ohjataan läpivirtaava materiaali 58
7.2 5 x miksi 59
7.3 Syy-seuraus-analyysi 61

8 Kehitysehdotukset 66

8.1 Kiinteän huoltotason mallin laajentaminen 66
8.2 PTS-materiaalien ohjaus 69
8.3 Yhteisten toimintatapojen dokumentointiprojekti 70
8.4 SAP-toiminnallisuuden uudelleensuunnittelu 70
8.5 Cross-Docking-implementointi 72
8.6 CTO SAP Inbound Delivery 73
8.7 Kehitysehdotusten yhteenveto 73

9 Yhteenveto 76

Lähteet 79

Liitteet
Liite 1: Haastattelusuunnitelma
Liite 2: Vaunutehtaan materiaalivirrat
Liite 3: Kiinteän huoltotason prosessimalli
Liite 4: Köyden prosessimalli

Käsitteet ja lyhenteet

1KC:	Yhtenäiset Konecranesin toimintatavat, joita E2E-toimitusprosessit noudattavat ja järjestelmät tukevat.
Cross-Docking:	Logistinen prosessi, jossa toimittajan tuotteet lähetetään asiakkaalle mahdollisimman lyhyessä käsittely- ja varastointiajassa.
CTO:	*Configure-to-Order*, tilauksesta konfiguroitava.
E2E:	*End-to-End,* prosessi kattaa tilaus-toimitusprosessin alkaen materiaalin hankinnasta toimittajilta ja päättyen tuotteen saapumiseen loppuasiakkaalle.
ERP:	*Enterprise Resource Planning*, toiminnanohjausjärjestelmä.
ETO:	*Engineer-to-Order*, tilauksesta suunniteltava.
Jaggaer:	Hankintajärjestelmä.
KHC:	*Konecranes Heavy Components,* Konecranesin KHC-tehtaat valmistavat komponentteja ETO-liiketoimintaan.
Lean:	Johtamisfilosofia, jolla parannetaan tehokkuutta ja vaikuttavuutta eliminoimalla organisaation hukkatoiminnot.
Materiaalivirta:	Materiaalin kuljettaminen, käsittely ja varastointi.
SAP:	Toiminnanohjausjärjestelmä.
TeamCenter:	Tuote- ja suunnittelutiedon hallintajärjestelmä.

1 Johdanto

Insinöörityön tilaaja on Konecranes Finland Oy, joka on osa Konecranes Oyj -konsernia. Insinöörityön aiheena on Cross-Docking-toimintamallin suunnittelu Lean-menetelmin Konecranes Heavy Components -liiketoiminnassa (KHC).

Tutkimusongelmana on asiakkaalle suoraan toimitettava ostomateriaali, joka kiertää tuotantosolujen läpi ennen pakkaamista. Ongelmana on materiaalien ylimääräinen käsittely, joka ei tuota lisäarvoa asiakkaille. Tutkimusongelma on saanut alkunsa SAP-toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä Konecranes Hyvinkäällä vuonna 2016 ja on ollut siitä lähtien KHC-osastojen kehityslistoilla. Konecranes Hyvinkää on tilannut insinöörityön parantaakseen KHC-tehtaiden materiaalinkäsittelyn tehokkuutta.

Tutkimuksen tavoitteena on tuottaa realistinen SAP:n ja fyysisen tilaus-toimitusprosessin nykytilan kuvaus, tunnistaa ongelmat ja löytää niiden juurisyyt. Yritys on halunnut soveltaa tutkimuksessa Lean-lähestymistapaa. Suunnittelutyön tavoitteena on ollut antaa kehitysehdotuksia ja suosituksia projektin jatkotoimenpiteisiin.

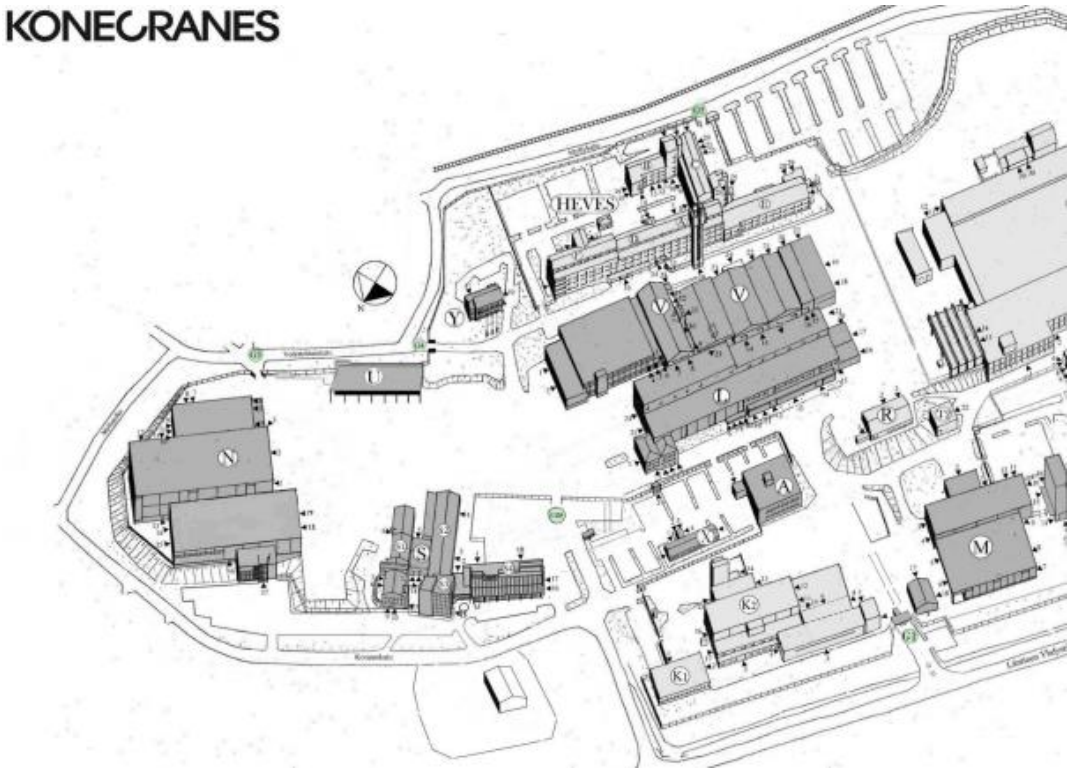
Insinöörityön laajuus on rajattu KHC-komponenttitehtaiden jalostamattomien ostomateriaalien käsittelyyn. KHC-tehtaat valmistavat komponentteja Engineer-to-Order-liiketoimintaan (ETO). Tutkimus on keskittynyt vaunutehtaan kautta ohjattaviin materiaaleihin, koska suurin volyymi materiaalia ohjataan sinne. Insinöörityö on rajattu fyysisesti materiaalivirtoihin L16-tavaranvastaanotosta ja U5-etulinjayksikön tavaranvastaanotosta N5-lähettämöön.

2 Konecranes Finland Oy

Konecranes Oyj on maailman johtava suomalainen nostinlaitteiden valmistaja. Yritys toimittaa asiakkailleen nostoratkaisuja ja huoltopalveluita kaiken merkkisiin nostureihin. Yrityksen asiakaskunta koostuu koneenrakennus- ja prosessiteollisuudesta, satamista, terminaaleista ja telakoista. Vuonna 2020 Konecranes-konsernin liikevaihto oli noin 3,2 miljardia euroa. Konsernilla on liiketoimintaa 50 maassa, yli 600 toimipisteessä, ja se työllistää noin 16 500 henkilöä. Pääkonttori sijaitsee Hyvinkäällä, jossa työskentelee noin 1 300 henkilöä.

Konecranesin liiketoiminta-alueet on jaettu kolmeen osa-alueeseen: teollisuuslaitteisiin (Industrial Equipment, IE), kunnossapitoon (Service) ja satamaratkaisuihin (Port Solutions, Ports). Konecranesin Teollisuuslaitteet-liiketoiminta-alue tarjoaa laajan valikoiman komponenteista ja kevyeen käyttöön soveltuvista nostureista vaativaan prosessikäyttöön sekä ratkaisuja, jotka palvelevat yleistä valmistusta ja monia prosessiteollisuuden aloja. (Konecranes 2022.)

Konecranes Hyvinkään tehdasalueella sijaitsee yrityksen pääkonttori Konecranes Oyj ja Konecranes Finland Oy:n eri liiketoimintayksiköiden toimipisteitä. Tehdasalueen pinta-ala on noin 20 hehtaaria. Valmistustoiminnot sijoittuvat eri puolille tehdasaluetta.



Kuva 1. Konecranes Hyvinkään tehdaskartta (Konecranes 2021a).

L-rakennuksen oikeassa päässä on mekaanisen valmistuksen L16-tavaranvastaanotto (kuva 1). V-rakennuksessa on tela- (CHC) ja vaihdevalmistuksen (CHG) tuotantotilat sekä tuotannon toimihenkilöiden toimistotilat. L-rakennuksessa on vaunujen kokoonpanolinjat (CHA).

Tehdasalueen vasemmalla puolella on N-rakennus, jonka oikeanpuoleisessa osassa toimii komponenttivalmistuksen sähkölaitetehdas (CHE) N18-tavaranvastaanottopisteineen. Keskiosassa on varaosakeskus (CPC) lähetys- ja vastaanottopisteineen ja takaosassa pakkaamo ja N5-lähettämö. Lähtevät kuormaautot lastataan lähettämön edustalla. Portti ja rakennukset N, V ja L muodostavat valmistustoimintojen merkittävimmät logistiset solmupisteet.

Konecranes Hyvinkään teollisuusnostureiden vaunujen kokoonpanotehdas (CHA) valmistaa nostovaunuja eri teollisuusalojen nostimiin. Nosturivaunu suorittaa kuorman nostotyöt ja liikkuu yhden akselin suuntaisesti nosturin rungon

päällä. Valmistettavat tuotteet voidaan suunnitellun käyttötarkoituksen perusteella jakaa ryhmiin: teollisuus- (IE) ja satamavaunuihin (Ports).

Vaunutehtaalla valmistettavat vaunut ovat asiakkaan tarpeiden mukaan räätälöityjä ETO-tuotteita (Engineer-to-Order). Suurin osa vaunuissa käytetyistä komponenteista tilataan ulkoisilta toimittajilta. Vaihtoehtoisesti komponentit valmistetaan muissa tehtaissa, jolloin vaunutehdas toimii kokoonpanotehtaana.

3 Lean

Lean on systemaattinen lähestymistapa prosessin toimintojen poistamiseen, jotka eivät tuota lisäarvoa. Leania voidaan lähestyä metodologiana, johtamisen ja kehittämisen filosofiana tai kehitystyökalujen kokonaisuutena. Lean-ajattelu korostaa lisäarvoa tuottavia vaiheita ja tarpeettomien vaiheiden poistamista prosessista. Lean-työkaluilla voidaan lyhentää prosessien läpimenoaikoja ja tuotteiden ja palveluiden toimitusaikoja, eliminoida virheitä ja hukkaa, alentaa varastotasoja sekä optimoida resurssien käyttöä. (Rastogi A. 2018.)

3.1 Leanin taustaa

Toyota-tuotantojärjestelmää (Toyota Production System, TPS) pidetään Lean-mallina ja -lähteenä. TPS on Toyota Motor Companyn vuosina 1948-1975 kehittämä tuotantojärjestelmä, joka on sittemmin levinnyt maailmanlaajuisesti. Tuotantojärjestelmä on kehitetty kahden peruspilarin pohjalta, jotka ovat Jidoka- ja Just-In-Time-tuotanto (JIT). Toyotan tuotantojärjestelmässä tuotantoprosessi alkaa asiakkaan tehdessä tilauksen ja päättyy, kun valmis tuote toimitetaan asiakkaalle.

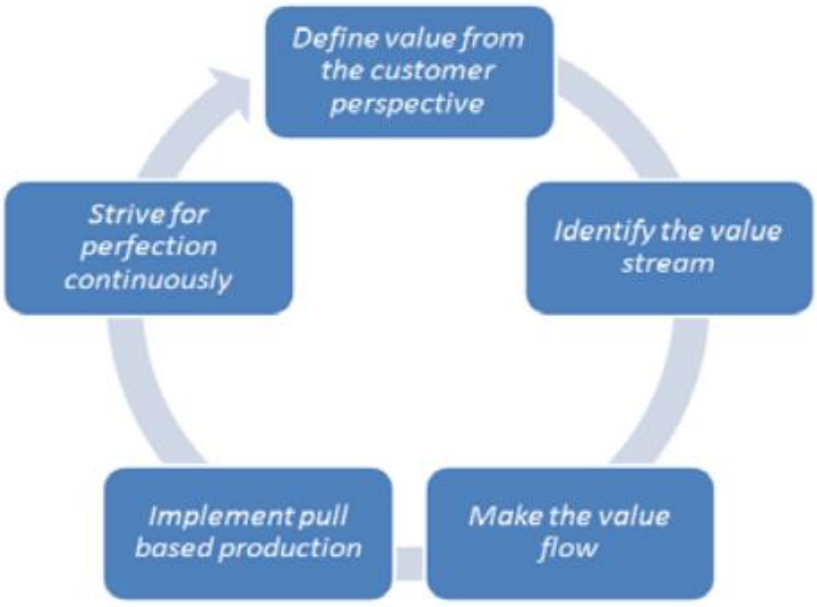
Jidoka- ja Just-In-Time-tuotantoon perustuva järjestelmä pystyy valmistamaan tuotteet tehokkaasti ja nopeasti asiakkaiden tarpeisiin. Tämä on olennaista Toyotan tuotantojärjestelmässä, jonka tavoitteina on jatkuva parantaminen ja hukkatoimintojen eliminoiminen yrityksen prosesseista. (Toyota 2021.)

Lean-filosofian käsite pohjautuu amerikkalaisen tutkijan John Krafcikin vuonna 1988 Sloan Management Review -lehdessä julkaisemaan "The triumph of the Lean production system" -artikkeliin. Krafcikin tutkimuksessa verrattiin kahden suuren autonvalmistajan tuotantotasoja ja -järjestelmiä. Artikkelissa annettiin Toyota Production System -ilmiölle nimi, joka kiteytettiin sanaksi Lean.

Lean-ajattelu tuli laajemmin tunnetuksi vuonna 1990 tieteellisestä julkaisusta "The Machine that Changed the World". Tutkijat James Womack ja Daniel Jones kuvasivat julkaisussa kattavasti Lean-filosofian tarkoitusta ja pääpiirteitä. (Modig N. & Åhlström P. 2013.)

3.2 Viisi periaatetta

Lean-filosofian keskeisten periaatteiden päätavoitteena on luoda täydellinen arvovirta sekä tunnistaen ja poistaen hukkatoimintoja että parantaen arvoa tuottavia toimintoja. Lean-periaatteiden mukaan johdettu organisaatio kehittyy jatkuvasti (kuva 2).



Kuva 2. Leanin periaatteet (Thangarajoo Y. & Smith A. 2015, s. 2.).

Ensimmäinen periaate on tuotteen tai palvelun arvon määrittäminen asiakkaan näkökulmasta. Tämä ohjaa organisaatiota valitsemaan avainasiakkaansa ja arvioimaan, mitä asiakkaat pitävät arvona. Arvo määräytyy asiakkaan mukaan. (Thangarajoo Y. & Smith A. 2015, s. 2.)

Toinen periaate on organisaation arvovirran tunnistaminen ja kartoittaminen (Value Stream Mapping, VSM) sekä arvoa tuottamattoman toiminnan eli hukan poistaminen. Yritys pyrkii ymmärtämään ja erottamaan tuote- tai palveluprosessien arvoa tuottavat toiminnot, epäsuorasti arvoa tuottavat tukitoiminnot sekä toiminnot, jotka eivät tuota asiakkaalle arvoa. Tarpeettomien toimintojen vähentäminen parantaa asiakkaiden tarpeiden täyttämistä ja minimoi tuotteen tai palvelun tuotantokustannuksia. (Thangarajoo Y. & Smith A. 2015, s. 2.)

Kolmas periaate on organisoida arvovirta niin, että tuote virtaa työvaiheesta toiseen tehokkaasti ja juuri oikeaan aikaan (Just-In-Time, JIT). Prosessin lopputuotteen komponenttien tulee liikkua tasaisesti ja sujuvasti työasemalta työasemalle. Komponenttien tulee liikkua ilman keskeytyksiä tai niiden välillä on minimiodotusaika, jotta varasto ei kasva ja työ siirtyy tehokkaasti prosessien välillä. Muutos ja jatkuva parantaminen on välttämätöntä sujuvan toiminnan varmistamiseksi. (Thangarajoo Y. & Smith A. 2015, s. 3.)

Neljännen Lean-periaatteen mukaan tuote tai palvelu tuotetaan imuohjauksella asiakkaan tarpeeseen. Ylimääräistä varastoa pidetään yhtenä tuotantojärjestelmän merkittävimmistä hukista. Imuohjauksen tavoitteena on rajoittaa valmistusta odottavien materiaalien (Work In Progress, WIP) ja puolivalmisteiden määrää. Lisäksi tavoitteena on varmistaa, että kaikki tarvittava materiaali ja informaatio ovat saatavilla sujuvaa työnkulkua varten. Imuohjautuva järjestelmä sallii JIT-toimituksen ja -valmistuksen. (Rastogi A. 2018.)

Viides periaate ohjaa organisaatiota kehittämään toimintaa jatkuvasti sekä pyrkimään täydellisyyteen. Nykyisiä liiketoimintaprosesseja parannetaan vastaamaan asiakkaiden jatkuvasti muuttuviin tarpeisiin. Näin eliminoidaan hukka ja

virheet sekä varmistetaan tuotteiden ja asiakaspalvelun laatu. (Thangarajoo Y. & Smith A. 2015, s. 4.)

3.3 Arvo

Lean-periaatteen mukaan yrityksen tärkein tehtävä on tuottaa asiakkailleen arvoa, joka on asiakkaiden itse määrittelemä. Arvo on asiakkaan käsitys tuotteesta tai palvelusta, josta asiakas on valmis maksamaan. Prosessin toiminnot jaetaan arvonluonnin kannalta kategorioihin:

- Lisäarvoa tuottavat toiminnot (Value Adding Activities, VA): Toiminnot lisäävät prosessiin arvoa ja ovat välttämättömiä. Ne parantavat prosessien tuottavuutta ja laatua.
- Lisäarvoa tuottamattomat toiminnot (Non-Value Adding Activities, NVA): Toiminnot eivät tuota arvoa valmistajan tuotteisiin. Ne ovat tarpeettomia toimenpiteitä. Asiakas ei maksa näihin toimintoihin liittyviä kustannuksia.
- Tukitoiminnot (Value Enabling Activities, VE): Toiminnot eivät tuota suoraan arvoa asiakkaalle, mutta ne ovat välttämättömiä prosessin jatkuvuuden kannalta (Rastogi A. 2018).

3.4 Kahdeksan hukkaa

Lean-menetelmän tavoitteena on tunnistaa prosessien lisäarvoa tuottamattomat toiminnot ja eliminoida nämä hukat (kuva 3). Hukkatoimintojen poistamisessa on etuja, kuten kilpailukykyisemmät hinnat, lyhyemmät toimitusajat, laadukkaammat tuotteet ja palvelut sekä tyytyväisemmät työntekijät ja asiakkaat.

Kuva 3. Kahdeksan hukkaa (TechSolve 2022).

- Virheet (Defects): Virheiden etsiminen ja korjaaminen.
- Ylituotanto (Overproduction): Tuotetaan enemmän tuotteita tai palveluita kuin asiakas tarvitsee tai loppupään prosessi käyttää.
- Odotus (Waiting): Odotusaika, kun materiaali, tiedot, ihmiset tai laitteet eivät ole valmiita prosessin seuraavaan vaiheeseen. Esimerkiksi asennusaika tai datan prosessointiaika on asetettu liian pitkäksi.
- Kuljetukset (Transportation): Tuotteiden, laitteiden, materiaalien, tiedon tai ihmisten siirto paikasta toiseen ilman lopputuotteen tai palvelun lisäarvoa.
- Varastot (Inventory): Tietojen ja materiaalien tarpeeton säilytys tai varastointi, kuten esimerkiksi WIP.
- Liike (Motion): Ihmisten tai koneiden tarpeeton liikkuminen, mikä vie aikaa ja kuluttaa energiaa.
- Yliprosessointi (Extra Processing): Prosessivaiheet, jotka eivät lisää tuotteen tai palvelun lisäarvoa. Työ ylittää asiakkaan määritykset.
- Käyttämätön osaaminen (Non-Utilized Talent): Merkittävin hukka koostuu työntekijöiden käyttämättömistä taidoista, luovuudesta ja tiedosta. (Rastogi A. 2018.)

3.5 Six Sixma

Lean Six Sigma (LSS) on prosessien systemaattista ja tuloshakuista kehittämistä. LSS:n painopisteenä on prosessien vaihtelut ja asiakastyytyväisyys. Menetelmän tavoitteena on prosessien jatkuva parantaminen ja lähes sadan prosentin todennäköisyydellä asiakkaan vaatimusten täyttyminen. Six Sigman prosessi tuottaa 3,4 virhettä tai vähemmän miljoonaa mahdollisuutta kohden. (Rastogi A. 2018.)

Six Sigma esiteltiin alun perin Motorola yrityksen laadunparannusaloitteena 80-luvun lopulla. Motorola sai tunnetun "Malcom Baldrige National Quality Award" -palkinnon yrityksen menestyksestä. Aloitteen ideat ja komponentit otettiin käyttöön sekä sovellettiin muissa yrityksissä. (John A. et al. 2013, s. 7.)

3.5.1 DMAIC

Six Sigman DMAIC-kehystä käytetään liiketoimintaprosessien ja -suunnitelmien parantamiseen, optimointiin sekä ongelmanratkaisuun. DMAIC-kehys on jäsennelty ja Lean-työkalut ovat olennainen osa sitä (kuva 4). Kehys koostuu projektivaiheista:

- DEFINE - Määritetään ongelma ja tavoite.
- MEASURE - Mitataan nykyinen suorituskyky.
- ANALYZE - Analysoidaan ja tarkistetaan ongelmien syyt.
- IMPROVE - Tunnistetaan ja toteutetaan parannustoimia.
- CONTROL - Varmistetaan tulosten kestävyys.

Kuva 4. DMAIC-kehys ja -työkalut (Konecranes 2019).

Määritysvaiheessa projekti käynnistetään sekä tehdään selvitys projektin ongelmasta, laajuudesta, tavoitteista ja osallistujista. Asiakkaiden ja liiketoiminnan vaatimukset tunnistetaan sekä liitetään projektin tavoitteeseen. Tämän jälkeen määritetään projektin keskeiset mittarit. Projektinhallintaan otetaan käyttöön kokonaisvaltainen lähestymistapa, joka sisältää muutos- ja riskinhallinnan. (John A. et al. 2013, s. 19.)

Mittausvaiheessa prosessi kartoitetaan eli prosessista laaditaan tai valitaan kuvaaja. Prosessista kerätään tietoa ja tiedon oikeellisuus vahvistetaan. Prosessin riskit ja mittausjärjestelmät arvioidaan. Asiakkaiden ja yrityksen vaatimusten perusteella valitaan sopivat suorituskykymittarit. Prosessin nykyinen suorituskyky mitataan. Kerättyjä tulosmittauksia voidaan käyttää tulosten esittämiseen graafisesti. (John A. et al. 2013, s. 75.)

Ongelman mahdolliset syyt tunnistetaan sekä mahdollisia syitä analysoidaan prosessityökaluin ja data-analyysimenetelmin merkittävimpien muuttujien priorisoimiseksi. Tehdään selvitystyötä siitä, miksi nykyinen prosessi ei pysty

vastaamaan riittävästi asiakkaiden ja liiketoiminnan vaatimuksiin. (John A. et al. 2013, s. 161.)

Parannusvaiheessa suunnitellaan, miten ongelman juurisyyt voidaan poistaa projektin tavoitteen saavuttamiseksi. Tämä edellyttää juurisyihin perustuvien ratkaisuehdotusten luomista, minkä jälkeen laaditaan yksityiskohtainen toteutussuunnitelma.

Ratkaisuvaihtoehdot tunnistetaan ja mahdolliset ratkaisut tarkastellaan yrityksen hyväksyttävyyden, vaikutustason, vaivannäön ja toteutettavuuden osalta. Ehdotuksista valitaan sopivimmat. Ratkaisujen tai osaratkaisujen yhdistäminen voi olla hyödyllistä. Valitut ratkaisut yhdistetään uudeksi Lean-prosessiksi ja varmistetaan, että projektin tavoite saavutetaan. Prosessien seuranta- ja ohjausmekanismit valmistellaan sekä prosessin käyttöönotto toteutetaan. (John A. et al. 2013, s. 267.)

Sopivan prosessinhallintajärjestelmän rakentamisessa hyödynnetään kaikki prosessista ja sen toimivuudesta saatu tieto. Projektin tuloksena organisaation tiedon kasvun tallentaminen ja dokumentointi tehdään läpinäkyvästi ja ymmärrettävästi, jotta sitä voidaan hyödyntää jatkossa.

Kun prosessidokumentaatio on valmis, päivitetyn prosessin suorituskykyä seurataan asianmukaisilla työkaluilla. Prosessinhallinta mukaan lukien vastuusuunnitelmat, otetaan käyttöön ja integroidaan turvallisesti organisaatioon. Määritellyn prosessin omistajuus ja vastuu osoitetaan. Projektin tuloksia arvioidaan, kuinka tavoitteet saavutetaan. (John A. et al. 2013. s. 347.)

3.5.2 Gemba-kävely

Gemba-kävely (Gemba Walk) on TPS:n perustajan Taiichi Ohnon kehittämä konsepti. Gemba tarkoittaa ’’todellista paikkaa’’, jossa arvoa tuottava työ tapahtuu ja jossa sitä voidaan havainnoida ja analysoida. Työkalu koostuu osista:

- Mennään ja etsitään: Gemba-kävelyn perusideana on, että kävellään tehtaalla säännöllisesti ja etsitään turhaa toimintaa.
- Kysytään miksi: Gemba-kävelyn päätavoitteena on tarkastella arvovirtaa yksityiskohtaisesti ja paikantaa sen ongelmalliset osat viestinnän avulla. Prosessin ongelmallisten osien tunnistamiseksi voidaan käyttää erilaisia tekniikoita, kuten 5 x miksi.
- Kunnioitetaan ihmisiä: Työskennellään yhteistyössä tiimin kanssa ja etsitään yhdessä ongelmia.

Kuva 5. Gemba-kävelyn vaiheet (Kanbanize 2021).

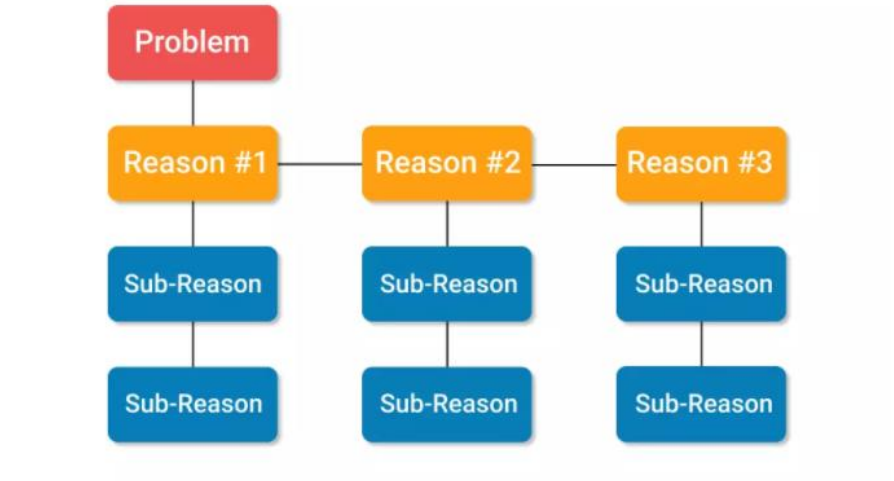
Ennen Gemba-kävelyä luodaan suunnitelma, valmistaudutaan ja otetaan huomioon kävelyn tavoitteet. Kun mennään Gembaan, noudatetaan järjestelmällisesti vaiheita (kuva 5):

- 1. Valitaan teema: Teema auttaa keskittymään ja olemaan tehokas. Erilaisia teemoja voidaan tutkia, kuten tuottavuutta, kustannustehokkuutta ja turvallisuutta. Laaditaan lista kysymyksistä, joita aiotaan kysyä.
- 2. Valmistellaan tiimi: Kaikilla tiimin jäsenillä on oltava ymmärrys siitä, että Gemba-kävely on yhteinen prosessi, jossa kohteena on jatkuva parantaminen.
- 3. Keskitytään prosessiin, ei ihmisiin: Gemba-kävelyssä ei arvioida tiimin suorituskykyä, vaan tarkkaillaan ja ymmärretään prosessia.

- 4. Seurataan arvovirtaa: Arvovirran seuranta antaa parhaat mahdollisuudet tunnistaa alueet, joilla on potentiaali hukkatoiminnalle. Toimintojen poistaminen auttaa parantamaan yleistä suorituskykyä.
- 5. Kirjataan muistiin havainnot: Havainnot analysoidaan myöhemmäksi, kun kaikki tarpeellinen tieto on kerätty. Laajempi yleiskatsaus tarjoaa mahdollisuuksia käyttää tehokkaita ongelmanratkaisutyökaluja.
- 6. Toinen silmäpari: Gembaan voidaan kutsua kollega, jolla on täysin erilaiset päivittäiset työtehtävät. Ihmiset, jotka eivät tunne kyseisiä prosesseja, tuovat usein uutta näkökulmaa prosessiin.
- 7. Seuranta: Havainnot ja tulevat toimenpiteet jaetaan tiimin kanssa. (Kanbanize 2021.)

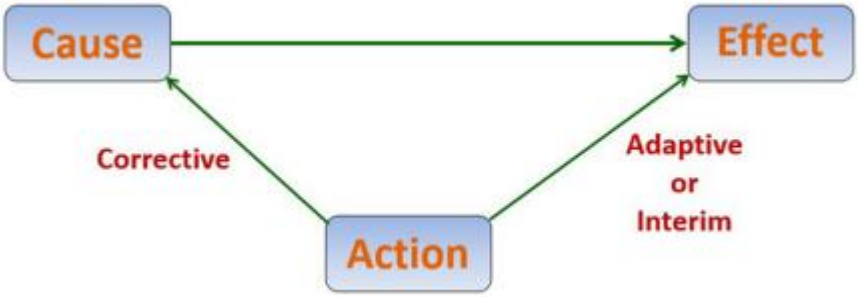
3.5.3 5 x miksi

Keksijä Sakichi Toyodan kehittämä 5 x miksi -menetelmä (5 Why's) on iteratiivinen kyselytekniikka, jota käytetään tutkimaan tietyn ongelman taustalla olevia syy-seuraussuhteita. (Gangidi P. 2019, s. 296.) 5 x miksi -menetelmä perustuu yksinkertaistettuun tapaan ratkaista ongelma ilman suurta yksityiskohtaista ja tilastollista tutkimusta, joka vaatii paljon resursseja. Menetelmää voidaan käyttää, kun ongelman tai tilanteen syy ei ole selkeä. Kun ongelmiin liittyy inhimillisiä tekijöitä, menetelmä on osallistujalle vähiten stressaava.



Kuva 6. 5 x miksi (Kanbanize, 2022).

Kun esitetään toistuvasti kysymys "Miksi?", ongelmien ja oireiden tasot poistuvat, mikä voi johtaa juurisyihin (kuva 6). Ilmeisimpien syiden taustalla havaitaan usein enemmän ongelmia. Perimmäisen juurisyyn löytäminen ei ole varmaa, ellei sen vahvistamiseksi ole näyttöä. (Gangidi P. 2019, s. 298.)



Kuva 7. Syy-seuraus-ketju (Gangidi P. 2019, s. 299).

5 x miksi -menetelmää kuvataan syy-seuraus-ketjuna, joka voi päätyä ongelman oireeseen eikä juurisyyhyn, jos kysymyksen asettelu on väärä (kuva 7). Oiretta korjaavat toimenpiteet eivät ole tehokkaita poistamaan syytä, vain juurisyyn korjaaminen on ennaltaehkäisevää. (Gangidi P. 2019, s. 299.)

Ongelma voi aiheutua monesta juurisyystä. Se voi alkaa inhimillisestä virheestä, tiedon katkosta tai vääristymästä, keskinäisessä vuorovaikutuksessa, mutta siihen voivat vaikuttaa myös muut tekijät. Järjestelmässä saattaa olla ongelma, joka vaikuttaa ihmisten vuorovaikutukseen. Monet laatuongelmat alkavat poikkeamasta, jonka juurisyy liittyy tyypillisesti suunnitteluun, toimintaan ja mittausongelmiin. (Gangidi P. 2019, s. 301.)

Inhimillinen virhe viittaa yleensä työntekijän tekemään virheeseen. Monissa tapauksissa 5 x miksi -menetelmän ongelmanratkaisu päätetään, jos ongelman juurisyyksi oletetaan inhimillinen virhe. Ongelmaa tulisi kuitenkin tutkia ja ymmärtää syvemmin sekä ottaa huomioon virheeseen vaikuttava ympäristö. Muita inhimillisiin virheisiin vaikuttavia tekijöitä ovat: erilaiset taustahäiriöt, väsymys,

kiire, asenne, stressi sekä puutteelliset säännöt, resurssit, tiedot, tiimityöt ja informaatiovirrat. (Gangidi P. 2019, s. 301-302.)

Tilastotieteilijä William Edwards Demingin 85/15-periaatteen mukaan 85 prosenttia ongelmista voidaan jäljittää johtamiseen tai järjestelmään liittyviin ongelmiin. Vain 15 prosenttia ongelmista voidaan jäljittää yksittäisen työntekijän tekemään virheeseen. Yrityksen on panostettava järjestelmiensä jatkuvaan parantamiseen. Järjestelmäongelmaan voivat myös vaikuttaa menetelmä, materiaali tai ympäristö. (Gangidi P. 2019, s. 303.)

4 Toiminnan kehittäminen

Yrityksen liiketoimintaprosessien uudelleensuunnittelu asiakkaalta asiakkaalle (End-to-End, E2E) voi johtaa suorituskyvyn parannuksiin. Täten organisaatiot voivat tarjota enemmän arvoa asiakkaille ja osakkeenomistajille. Lähes kaikkien toimialojen kaikenkokoiset yritykset ovat saavuttaneet merkittäviä parannuksia kustannuksissa, laadussa, nopeudessa ja kannattavuudessa keskittyen uudelleensuunnittelemaan asiakaslähtöiset sisäiset prosessinsa. (Hammer M. 2007, s. 111.)

Yrityksen on määriteltävä työtehtävänsä uudelleen laajemmin ja lisättävä koulutusta tehtävien tueksi sekä uusien prosessien toiminnallisuuden sujuvoittamiseksi. Yrityksen roolit ja vastuut on määriteltävä uudelleen niin, että esihenkilöt valvovat prosesseja toimintojen sijaan ja kehittävät ihmisiä valvonnan sijaan. Yrityksen on sovitettava tietojärjestelmänsä uudelleen tukemaan poikkitoiminnallisia prosesseja (Cross-functional process) sen sijaan, että tuettaisiin vain osastoja. (Hammer M. 2007, s. 112.)

The Process and Enterprise Maturity Model

Companies need to ensure that their business processes become more mature – in other words, that they are capable of delivering higher performance over time. To make that happen, companies must develop two kinds of characteristics: *process enablers*, which pertain to individual processes, and *enterprise capabilities*, which apply to entire organizations.

There are five process enablers…

Design: The comprehensiveness of the specification of how the process is to be executed.

Performers: The people who execute the process, particularly in terms of their skills and knowledge.

Owner: A senior executive who has responsibility for the process and its results.

Infrastructure: Information and management systems that support the process.

Metrics: The measures the company uses to track the process's performance.

…and four enterprise capabilities.

Leadership: Senior executives who support the creation of processes.

Culture: The values of customer focus, teamwork, personal accountability, and a willingness to change.

Expertise: Skills in, and methodology for, process redesign.

Governance: Mechanisms for managing complex projects and change initiatives.

Companies can use their evaluations of the enablers and capabilities, in tandem, to plan and assess the progress of process-based transformations.

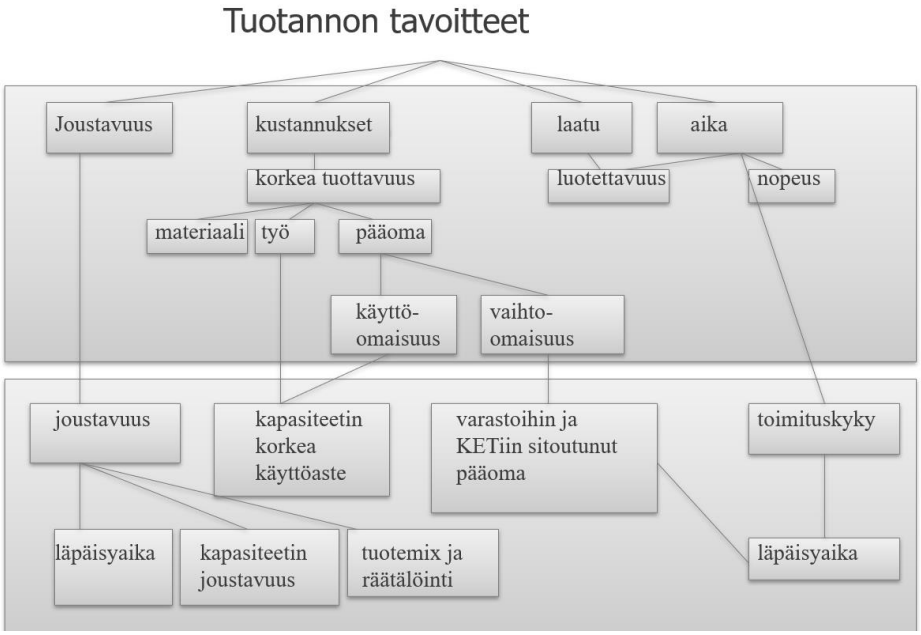
Kuva 8. Prosessin ja yrityksen kypsyysmalli (Hammer M. 2007, s. 113).

Prosessin ja yrityksen kypsyysmallin mukaan (Prosess and Enterprise Maturity Model, PEMM) prosessin mahdollistajat määrittävät prosessi kypsyyden asteen. Kypsyys viittaa siihen, kuinka prosessi pystyy suorittamaan paremman suorituskyvyn ajan myötä (kuva 8):

- Suunnittelu (Design): Prosessin suoritustapa on kattavasti suunniteltu ja määritelty.
- Suorittajat (Performers): Ihmiset, jotka suorittavat prosessin, mahdollistavat prosessin erityisesti taitojensa ja tietojensa pohjalta.
- Omistaja (Owner): Johtaja, joka on vastuussa prosessista ja sen tuloksista.
- Infrastruktuuri (Infrastructure): Tieto- ja hallintajärjestelmät, jotka tukevat prosessia. Prosessin tarpeet ovat järjestelmiin yhteensopivat.
- Mittarit (Metrics): Mitat, joita yritys käyttää prosessin suorituskyvyn seuraamiseen.

Kaikki organisaatiot eivät ole valmiita ottamaan käyttöön prosessin mahdollistajia. Yrityksellä on koko yrityksen laajuisia valmiuksia, jos se pystyy ottamaan käyttöönsä prosessin mahdollistajia (kuva 8). Yrityksen valmiudet ovat:

- Johtajuus (Leadership): Ylin johto tukee prosessin luomista.
- Kulttuuri (Culture): Kulttuuri perustuu arvoihin, asiakaslähtöisyyteen, tiimityöhön, henkilökohtaiseen vastuuseen ja haluun muuttua.
- Asiantuntemus (Expertise): Prosessien uudelleensuunnittelun taidot ja menetelmät.
- Hallinto (Governance): Mekanismit monimutkaisten projektien ja muutosaloitteiden hallintaan (Hammer M. 2007, s. 113).



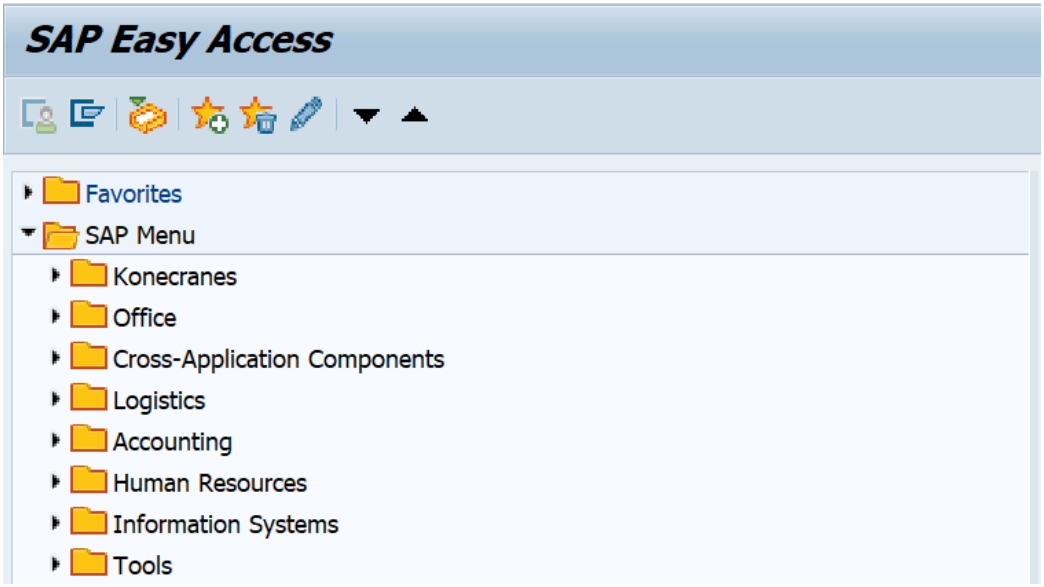
Kuva 9. Tuotannon tavoitteet (Putkiranta A.).

Yrityksen kilpailuedun saavuttaminen edellyttää kilpailuprioriteettien määrittelyä. Kilpailuprioriteetit voivat asettaa yrityksen kilpailijoita parempaan asemaan markkinoilla, kuten alhaiset kustannukset, laatu, aika, joustavuus ja luotettavuus (kuva 9). Yritysten tulee olla tietoisia, mitkä tavoitteet tukevat strategisesti tuotantoa ja lisäävät laatua.

- Kustannukset (Cost) - edulliset toiminnot
- Laatu (Quality) – huippulaatu ja tasainen laatu
- Aika (Time) – toimitusvarmuus, toimitusnopeus ja kehitysnopeus (Time to Market)
- Joustavuus (Flexibility) – räätälöinti, tuotantomäärä ja variaatiot
- Luotettavuus (Dependability) – oikea-aikainen ja -määräinen. (Putkiranta A.)

5 SAP-toiminnanohjausjärjestelmä

SAP-toiminnanohjausjärjestelmä otettiin käyttöön Konecranes Hyvinkäällä vuonna 2016. SAP on yksi maailman suosituimmista toiminnanohjausjärjestelmistä (Enterprise Resource Planning, ERP). SAP on integroitu järjestelmä, joka tukee liiketoiminnan keskeisiä toimintoja, kuten myyntiä, tuotantoa ja kirjanpitoa (kuva 10).



Kuva 10. SAP Easy Access -valikko.

Ottaessaan SAP ERP:n käyttöön organisaatio valitsee liiketoimintaprosesseihinsa sopivat sovelluskomponentit. Integroidussa järjestelmässä jokainen sovellus on yhteydessä liittyviin sovelluksiin jatkuvuuden ja johdonmukaisuuden varmistamiseksi (Sharma, K. ja Mutsaddi, A., 2010, s. 2). Konecranes 1KC SAP -materiaalintoimitusprosessin keskeiset vaiheet perustuvat muun muassa SAP-sovelluksiin:

- Sales and Distribution (SD) – Myynti- ja jakelusovellus palvelee asiakkaiden tilausten täyttämiseen liittyviä liiketoimintaprosesseja. Siihen sisältyy tilaustenhallintatoiminto (Order Management).
- Materials Management (MM) – Materiaalinhallintasovellus sisältää muun muassa materiaalitieto- (Material Master), osto- (Purchasing) ja varastonohjaustoiminnot (Inventory Management)
- Production Planning (PP) – Tuotannonsuunnittelusovellus käsittelee tuotannon suunnitteluprosesseja, kuten kapasiteetin suunnittelua, materiaalisuunnittelua, tuotantotilausta (Production Order, PO), tuoterakennetta (BOM) ja tavaransiirtoja (Goods Movement).
- Warehouse Management (WM) – SAP WM huolehtii varastonhallinnan toiminnoista. Varastoja voidaan hallita varastopaikkatasolla.
- Project System (PS) – SAP PS on integroitu projektinhallintatyökalu, jota käytetään projektien suunnitteluun ja hallintaan. Sovellus tukee projektin koko elinkaarta.
- Logistics Execution (LE) - Sovellus kattaa tuotteiden toimitusprosessit.
- Quality Management (QM) - SAP QM -sovellus auttaa hallitsemaan tuotannon laadun prosesseja. (Sharma K. & Mutsaddi A. 2010, s. 4.)

5.1 Suunnittelun ja tuotannon tuoterakenne

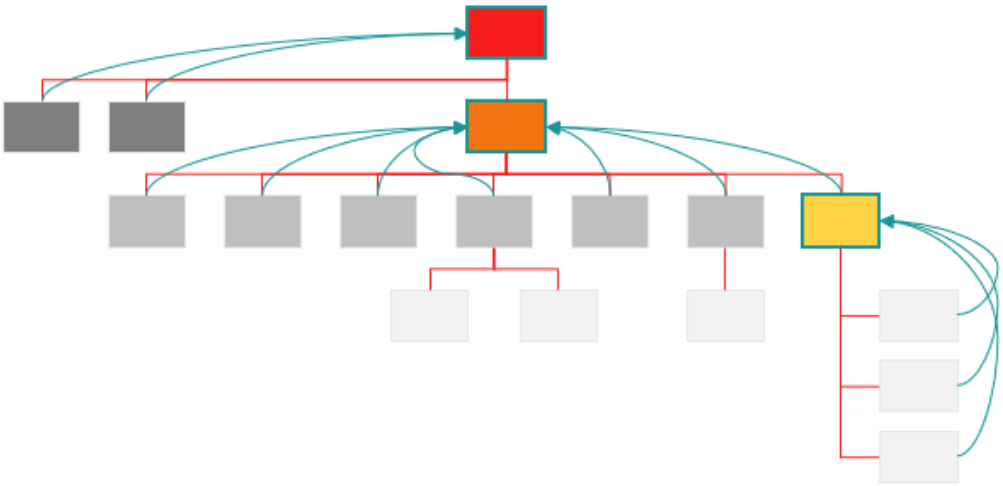
Suunnittelun tuoterakenne (Engineering Bill of Material, EBOM) tuotetaan TeamCenterissä, tuote- ja suunnittelutiedon hallintajärjestelmässä, mikä siirretään SAP:iin. EBOM koostuu materiaaleista, joissa kaikilla on tekniset tiedot, piirustukset ja tuotehierarkia (Product Hierachy) materiaalien yhdistämisestä.

EBOM voidaan tuottaa manuaalisesti alusta alkaen luomalla kokoonpanorakenne yksilöllisesti valituista materiaaleista. EBOM:n luomisessa käytetään malleja tai ennalta määritettyjä kokoonpanoja.

Suunnittelun tuoterakenne voidaan tuottaa automaattisesti käyttämällä SAP-konfiguraattoreita ja ennalta määriteltyjä sääntöjä, jotka vaikuttavat joukkoon parametreja. Näiden avulla voidaan luoda täydellinen osaluettelo tuotteelle. Vaihtoehtoisesti voidaan luoda osittainen osaluettelo tuotteelle tai tietylle kokoonpanolle.

Tuotannon tai kokoonpanon tuoterakenteet (Manufacturing Bill of Material, MBOM) sisältävät EBOM:n tai ovat tämän ohjaamia. MBOM:t muodostavat lopputuotteen sellaisena kuin se toimitetaan. MBOM sisältää EBOM:n materiaalien lisäksi muun muassa pakkausmateriaalit.

SAP-tuotehierarkia on merkkijono, jota käytetään materiaalien ryhmittelyyn (kuva 11). SAP-järjestelmässä voidaan luoda tuotehierarkia Materials Management -moduulin Material Master -toimintoon. Siinä on enintään kolme tasoa, joissa jokaisessa on tietty määrä merkkejä. Tuotehierarkiaan päivitetään ydintuote ja sen komponentit jaetaan loogisesti eri pääluokkiin ja toimintoihin.



Kuva 11. SAP:n tuotehierarkia (Konecranes 2020a).

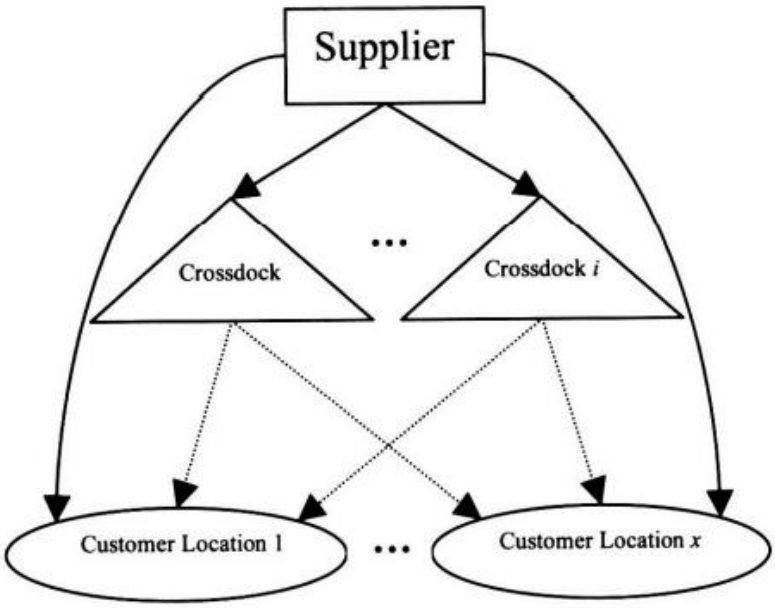
- Asennettu nosturi tai laitteisto on lopputuote, joka on etulinjan myyntitilauksen materiaali ja räätälöity nosturi asiakkaalle. Lopputuote kuluttaa kootut laitteet ja materiaalit suoraan asiakkaan toimipaikalle.
- Koottu vaunu on CHA-tehtaan lopputuote, joka kuluttaa nostintehtaan tarvitsemia alikokoonpanoja ja materiaaleja.
- Osakokoonpano on komponenttitehtaan lopputuote eli pääkomponentti, esimerkiksi nostin, vaunu tai nosturin pääty. Osakokoonpano kuluttaa komponenttitehtaan tarvitsemia varaosia ja alimateriaaleja. (Konecranes 2020a.)

Tuotehierarkia erottaa nosturivaunut erilaisten ominaisuuksien mukaan, kuten vaunutyypin ja nosturin mukaan. Vaunujen kuvaukset ovat geneerisiä, eivätkä ne eroa vaunujen välillä. KHC:n tuotantoraportit ja työlistat hyödyntävät SAP:n tuotehierarkiaa.

Läpivirtaavat materiaalit ovat tuotannon kokoonpanoista irrallisia nimikkeitä, jotka tilataan omilla myyntitilausriveillään. Osa läpivirtaavista materiaaleista on tuotannon yhteiskäyttönimikkeitä. Materiaalia tilataan eri kohteisiin ja käyttötarkoituksiin tehdasalueella, kuten vaunukokoonpanoon ja suoratoimitukseen.

5.2 Cross-Docking

Ristitelakointiprosessi (Cross-Docking, CD) mahdollistaa saapuvien toimitusten yhdistämisen lähteviin toimituksiin. Ristitelakoinnissa materiaalit saapuvat eri lähtöpisteistä. Logistisen kokonaisuuden muodostamisessa voi olla mukana useita kuljetusketjuja. Useat lähetykset yhdistetään samoihin toimitusosoitteisiin yhdeksi toimitukseksi (kuva 12). Ristitelakointi vähentää varastointitoimintoja, materiaalinkäsittelyä, eriaikaisia toimituksia ja muita toimitusketjun kustannuksia. (Galbreth M., Hill J. & Handley S. 2008.)



Kuva 12. Cross-Docking (Galbreth M., Hill J. & Handley S. 2008, s. 225).

SAP Warehouse Management -moduulissa on kaksi Cross-Docking-prosessityyppiä. Suunnitellun Cross-Docking-prosessin käyttäjät tekevät ristitelakoinnin päätökset ennen valmiin tuotteen saapumista WM:ään. Opportunistisen Cross-Docking-prosessin päätökset tehdään tuotteen varastoon saapumisen jälkeen. (Khurana V. 2019.)

SAP WM:ssa voidaan toteuttaa yksi- ja kaksivaiheinen ristitelakointi. Yksivaiheisessa ristitelakoinnissa tavarat siirretään tavaranvastaanottoalueelta (Goods Receipt, GR) suoraan lähtevän tavaran alueelle (Goods Issue, GI). Kaksivaiheisessa ristitelakoinnissa tavarat siirretään ensin tavaranvastaanottoalueelta väliaikaiseen Cross-Docking-varastotyyppiin (Storage Type). SAP:ssa lähtevän toimituksen vahvistamisen jälkeen tavarat siirretään lähtevän tavaran alueelle. (Khurana V. 2019.)

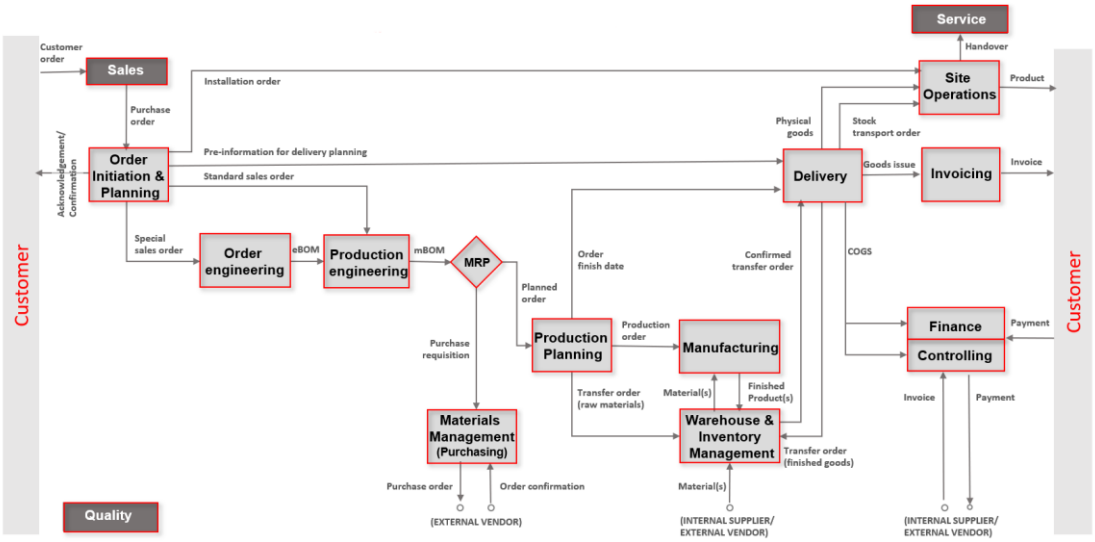
6 Tilaus-toimitusprosessin nykytilan kuvaus

Insinöörityö on rajattu tarkastelemaan KHC:n ETO-toiminnan materiaalin tilaus-toimitusprosessia. SAP:n ylätason tilaus-toimitusprosessin keskeiset vaiheet

ovat tilaustenkäsittely, työnsuunnittelu, osto, materiaalin- ja varastonhallinta, tuotannonsuunnittelu, tavaranvastaanotto, vaunukokoonpano sekä logistiikka.

6.1 Prosessityypit

Konecranes 1KC End-to-End (E2E) -prosessi kattaa koko tilaus-toimitusprosessin alkaen materiaalin hankinnasta toimittajilta ja päättyen tuotteen saapumiseen loppuasiakkaalle (kuva 13). Tukiprosessit, rahoitus, laskenta ja laadunhallinta, kulkevat rinnalla koko prosessin ajan.



Kuva 13. 1KC E2E -materiaalintoimitusprosessi (Konecranes 2020b).

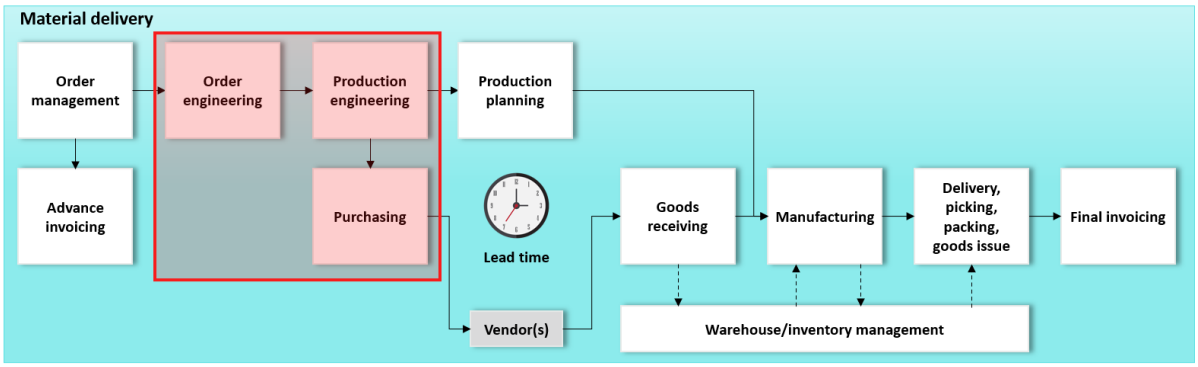
Eri prosessityyppien vaiheet organisoidaan ja otetaan huomioon eri tavoin. Esimerkiksi Konecranes-tehtaille tietyt prosessivaiheet ovat keskeisempiä kuin etulinjalle. Prosessivaiheet voidaan myös suorittaa erilaisten materiaalien osalta seuraavin menetelmin:

- Make to Stock (MTS) -prosessin vakiotuotteita valmistetaan varastoon.
- Make to Order (MTO) -prosessin tuote valmistetaan asiakkaan tilauksen pohjalta.
- Purchase to Stock (PTS) -prosessin tuote ostetaan varastoon.
- Purchase to Order (PTO) -prosessin tuote ostetaan tilaukselle.

- Delivery from Stock (DFS) -prosessin tuote toimitetaan varastosta.

6.1.1 Engineer-to-Order

Engineer-to-Order (ETO) -prosessin valmistus tehdään asiakkaan tilauksen pohjalta, mutta tilaus edellyttää tuotesuunnittelua. ETO-prosessin suunnittelutyö on yleensä suoritettava ennen kuin erikoiskomponentit voidaan ostaa tai valmistus voidaan aloittaa. ETO:n asiakkaan läpimenoaika on suunnittelun, hankinnan, valmistuksen, kokoonpanon, pakkauksen ja toimituksen ajan summa. (Hill A. 2011.)

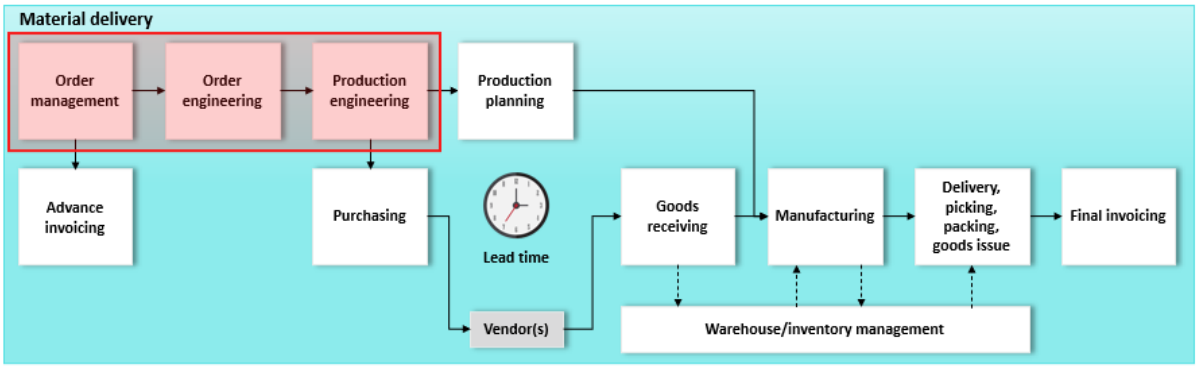


Kuva 14. ETO-toimitusprosessi (Konecranes 2020a).

Konecranesin ETO-prosessia käytetään tuottamaan laajan suunnittelun vaativia nostureita, tuotteita ja ratkaisuja, jotka eivät voi hyödyntää tilauksen uudelleenkonfigurointiprosessia (Configure-to-Order, CTO). Tilaukselle suunniteltu ETO-prosessi keskittyy erityisesti tilaussuunnitteluun, tuotannonsuunnitteluun ja ostoon (kuva 14). Prosessi soveltuu IE- ja Ports-nostureille. Nostureiden valmistukseen käytetään omia tehtaita tai alihankkijoita. ETO-toimitusprosessi perustuu SAP PS- (Project System), SAP SD- (Sales & Distribution) ja TeamCenter-järjestelmään.

6.1.2 Configure-to-Order

Configure-to-Order (CTO) -prosessin vakiotuotteet vaativat parametrien säätöjä tai moduulien lisäämistä asiakkaan tilaukseen. Tätä voidaan myös kutsua tilauksen uudelleenkonfiguroinniksi. (Hill A. 2011.)



Kuva 15. CTO-toimitusprosessi (Konecranes 2020a).

Konecranes CTO-prosessi keskittyy erityisesti tilaustenhallinnan, tilaussuunnittelun ja tuotannonsuunnittelun automatisointiin, mutta vaikuttaa myös muihin prosessin vaiheisiin (kuva 16). CTO-prosessi on yksityiskohtaisella tasolla hyvin erilainen kuin CTO-prosessi. (Konecranes 2020a.)

6.2 SAP-prosessialueet

KHC:n läpivirtaavan materiaalivirran SAP-kehitystarve liittyy kahteen prosessialueeseen. Konecranes Production Engineering -prosessialue tarkastelee tuotantoon tulevien tuotteiden tuoterakenteet ja materiaalien käsittelyn. PE-prosessissa voidaan vaikuttaa siihen, ohjataanko tuoterakenteen mukaiset materiaalit tuotantoon vai voidaanko ne erotella myyntitilauksiksi, jolloin ne voidaan keräillä koko lähetyksen lähtiessä asiakkaalle.

Konecranesin Warehouse Management- ja Logistics-prosessialue määrittävät, kuinka varaston, tuotannon ja asiakaslähetysten materiaalivirtoja sekä niiden asetuksia hallitaan. Prosessialueelle kuuluu Cross-Docking-prosessi ja sen asetukset, jos myytävä materiaali on erikseen myyntitilauksella, eikä sitä valmisteta.

Cross-Docking-prosessi yhdistää saapuvat toimitusmateriaalit suoraan lähteviin toimituksiin siten, että välissä on mahdollisimman vähän varastointia. Tätä voidaan käyttää myös yhdistämään useista paikoista saapuvat toimitukset yhdeksi lähteväksi toimitukseksi. Sisäisen materiaalivirran hallinta, tuotannon puskurit, keräilyt ja näihin liittyvät asetukset ovat prosessitiimin vastuulla.

6.3 Tilaustenkäsittely

Konecranes Hyvinkään tilaustenkäsittelyosaston (Global Order Management, GOM) työnkuvaan kuuluu tilausten käsittely, toimitusten suunnittelu sekä komponenttivalmistus ja -valvonta. Etulinjayksikkö (Frontline, FL) harjoittaa myyntiä ulkoisille asiakkaille. Osasto tarkastelee projektikokouksissa teknisiä kysymyksiä, suunnitteluaikatauluja ja komponenttien valmistusaikatauluja.

Tilaustenkäsittelijä saa impulssin eli tilauskehotteen siirtyä etulinjaan tekemään materiaalille SAP:ssa ostotilauksen (Purchase Order, PO). GOM rikastaa (Extend) SAP:ssa myyntitilausriveillä uudet projektikohtaiset nimikkeet ja kokonaisuudet, joita ei ole aiemmin tilattu. Rikastamisella luodaan perustiedot nimikkeestä, kuten toimitusosoite ja tuotekategoria (Item Category, ItCa) sekä onko se ostettava, valmistettava vai varasto-ohjattu nimike. Päätökset tulevat nimikkeen SAP Master Datasta.

Nimikkeitä ei rikasteta uudestaan, koska monien nimikkeiden Master Dataa on muokattu ajan myötä. Jos nimikkeen rikastaa uudestaan, Master Data yliajetaan ja tehdyt päätökset epäonnistuvat. Rikastustestin (Extension Test) tulokseksi saadaan, onko nimike rikastettu.

GOM keskittyy vain nimikkeisiin ja kokonaisuuksiin, jotka toimitetaan asiakkaalle. GOM tilaa vain ylimmällä myyntitilausrivillä näkyvän nimikkeen. Työnsuunnittelu tilaa sen alimateriaalit sekä määrittelee alimateriaaleille tarveaikataulut ja toimitusosoitteet. Tehtailla on täten enemmän materiaaleja hallinnassaan.

Asiakkaille toimitetaan irrallisina tilausriveinä samoja nimikkeitä, joita tehdas tarvitsee omissa kokoonpanoissaan. Material Master -toimitusosoitteeksi ei

oletusarvoisesti voida määrittää U5-vastaanottoa, koska silloin myös valmistukseen tarvittavat materiaalit saapuisivat U5-vastaanottoon.

GOM päivittää SAP:n tuotehierarkian Material Master -toimintoon. ETO-valmistuksessa tilaussuunnittelu eli tuotesuunnittelu ja kuvien tuottaminen tehdään ennen myyntitilauksen avaamista. Tilaussuunnitteluun kuuluu EBOM-osaluettelon luominen. EBOM voidaan luoda automaattisesti tai manuaalisesti. Tässä vaiheessa on selvillä, mitkä nimikkeet toimitetaan. GOM-osasto siirtää työnsuunnittelun TeamCenterissä hyväksymät nimikkeet SAP:iin. Osa tilaustenkäsittelijöistä siirtää tilaukset suunnittelun tuoterakenteelta tuotannon tuoterankenteeseen TeamCenteriin. Kun tilaukset löytyvät TeamCenteristä, valmistaminen voidaan aloittaa. Tilausrivillä on OTCC-rasti, joka kuitataan, kun suunnittelu on valmis ja tuotannonsuunnittelija voi vapauttaa materiaalit tuotantoon.

GOM luo myyntitilauksen (Sales Order, SO) ja avaa tilausrivit. Myyntitilaus voidaan luoda ETO-valmistuksessa manuaalisesti SAP:ssa. Myyntitilauksessa määritetään toimittava tehdas, toimitusosoite, toimittajan kuljetustieto ja toimitusaika. GOM:n vastuulla on materiaalin maalausohjeen oikeellisuuden tarkistaminen. GOM tarkistaa myös materiaalien kuvat varmistaakseen, ettei vaunutehtaalla tarvita asennustyötä. GOM viestii asiakkaiden projektien vaatimukset tehtaalle. Etulinjayksikkö laskuttaa ennakkoon asiakkaita.

Aikataulun vaatiessa projektitilaukset alkavat pitkän toimitusajan nimikkeiden (Long Leadtime Item, LLI) tilaamisesta. LLI:t ovat useimmiten koneistokomponentteja, kuten vaunuja, sähköhuoneita ja inverttereitä. LLI-nimikkeiden valmistaminen aloitetaan ennen OTCC-kuittausta. Tavoitteena on avata LLI-rivit SAP-järjestelmässä jo ennen suunnittelun valmistumista. Tilaustenkäsittelijä on merkinnyt rivit TeamCenterissä tarkastetuksi ostoa varten ja siirtää ne SAP:iin. Kun tilauksen tekniset vaatimukset ja kuvat ovat valmiit, nosturivaunu siirretään tehtaalle. Rajatun kokonaisuuden valmistus alkaa ja myöhemmin tulee ilmoitus, että loputkin materiaalit voidaan tilata.

Suuri osa Konecranes tilauksista on tehdastilauksia muun muassa Kiinan Dalianista ja Ukrainan Zaporižžjasta. Tehdastilauksesta on mahdollista tehdä myyntitilaukset manuaalisesti SAP-järjestelmään. Niissä ei käytetä etulinjan

ostotilauksia. Täten pitkien toimitusaikojen tilausten, kuten Dalianin, valmistus on mahdollista aloittaa jo ennen projektin luomista TeamCenteriin eli myyntitilauksella ei vielä tarvitse olla projektirakenteita. Koneistokomponenttien valmistus voidaan aloittaa etukäteen, mistä etulinja on vastuussa.

Osa ostotilauksista on alihankkijoilta suoratoimituksia etulinjayksikön U5-tavaranvastaanottoon. Tätä prosessia käytetään esimerkiksi Ukrainan Zaporižžjan tehtaalta toimitettavien nosturipäätyjen kanssa. Nämä vastaanotetaan U5-vastaanotossa, pakataan ja varastoidaan N5-lähettämön pihalle odottamaan kuljetusta.

GOM tulostaa tilausvahvistuksen ja lähettää sen asiakkaalle. Työnsuunnittelu saa ilmoituksen tilauksesta sähköpostitse. Yksinkertainen tilaus voidaan suorittaa ja siirtää työnsuunnitteluun muutamassa tunnissa. Konecranesin määrityksen mukaan selkeän tilauksen voi suorittaa kolmen päivän kuluessa OTCC-kuittaukseen asti, mutta todellisuudessa se voi kestää viikkoja. Tilausprosessin kesto riippuu monista tekijöistä, kuten tuotetyypistä, etukäteen valmistamisesta tai erikoisvaatimuksista. Tästä syystä tilausprosessin keskimääräistä toimitusaikaa ei voida määrittää. GOM toimii aikataululle määriteltyjen rajaehtojen puitteissa.

6.4 Työnsuunnittelu

Tuotantoinsinööri (Production Engineer, PE) vastaa työnsuunnittelusta, tilausten käsittelystä ja tuotannonohjauksesta. Työtehtävänä on käydä läpi tuotantoon tulevien tuotteiden tuoterakenteet, tehdä tuotannon MBOM-osaluettelo ja tukea tuotantoa. Vaunutehtaalla toimii kolme työnsuunnittelijaa.

Prosessi etenee tilaustenkäsittelystä työnsuunnitteluun. Työnsuunnittelija vastaanottaa avoimen myyntitilauksen. PE tarkastaa avoimet tilaukset ja etsii myyntitilauksen EBOM:n. PE:t käyttävät SAP:ssa työjonotransaktiota, joka listaa kaikki tehtaalta tilattavat myyntitilausrivit: valmistettavat kokoonpanot ja irralliset ostorivit.

Työnsuunnittelija rikastaa uudet nimikkeet, jotka ovat tehtaalla valmistettavan kokoonpanon alimateriaaleja. Rikastamiseen käytetään apuna referenssirikastuksia (Reference Material). Referenssirikastukset täyttävät tietyt ennalta määrätyt arvot SAP:n Material Master -tiedoissa, jotta kaikkia tietoja ei tarvitse täyttää manuaalisesti. Referenssirikasteita on mahdollista luoda ja muokata. Erilaisia rikastusvariaatioita on kuitenkin niin paljon, että referenssirikastuksen lisäksi materiaaleja muokataan yleensä myös manuaalisesti.

PE tarkistaa nimikkeiden Master Dataan määritetyn ostajan, ohjausmääritykset, seurattavuusparametrit eli erähallinnan- ja sarjanumeroinnin, saldotilanteen ja toimitusajan suhteutettuna materiaalin tarveaikaan. Ostoryhmä (Purchasing Group) ohjaa materiaalin ostajan työjonoon.

Työnsuunnittelija tekee MBOM:n TeamCenterissä EBOM:n pohjalta ja muuttaa sen rakennetta. PE tekee päätökset materiaalin hankintatavasta ja valmistuksesta. MBOM:iin määritetään tiedot: ostettavat ja valmistettavat nimikkeet, valmistuspaikat, toimittajat sekä valmistusajat. PE päättää, mitkä materiaalit ostetaan kokonaisuuksina tai irrallisina myyntitilauksina. Tässä vaiheessa on myös mahdollista määrittää tuotannosta irralliset tuotteet toimitettavaksi suoraan U5-vastaanottoon. Irralliset materiaalit voidaan kerätä vasta koko lähetyksen toimitusaikana.

MBOM voi poiketa tilaustenkäsittelyn tekemästä EBOM-rakenneluettelosta. PE voi jättää osia pois, jos esimerkiksi kokoonpanossa on osia, jotka asiakas tai etulinja hankkii suoraan nosturin asennuspaikalle. Vastaavasti MBOM:ssa voidaan käyttää eri osia kuin EBOM:ssa esimerkiksi vastaavat kaupalliset tuotteet. Tuotannolla voi olla tilaustenkäsittelyn hyväksymiä suosikkeja, joita voidaan vaihtaa MBOM:ssa. KHC-toiminnassa on ehdotettu EBOM:n ja MBOM:n välistä automatisointia tasaisin väliajoin. Tämä ei välttämättä ole täysin mahdollista, koska muuttujia on niin monia.

Yksi MBOM:n tärkeimmistä ominaisuuksista on lisätietojen määritys. Materiaalien lisätiedot voidaan lisätä TeamCenteriin, josta ne siirtyvät SAP:in tekstivälilehdelle. Kaikki jälkeiset sidosryhmät: osto, tuotanto ja logistiikka, voivat

hyödyntää niitä. Kun MBOM-osaluettelo on valmis TeamCenterissä, se lähetetään SAP:iin. PE:n sähköpostiin tulee ilmoituksia, jos työssä on virheitä.

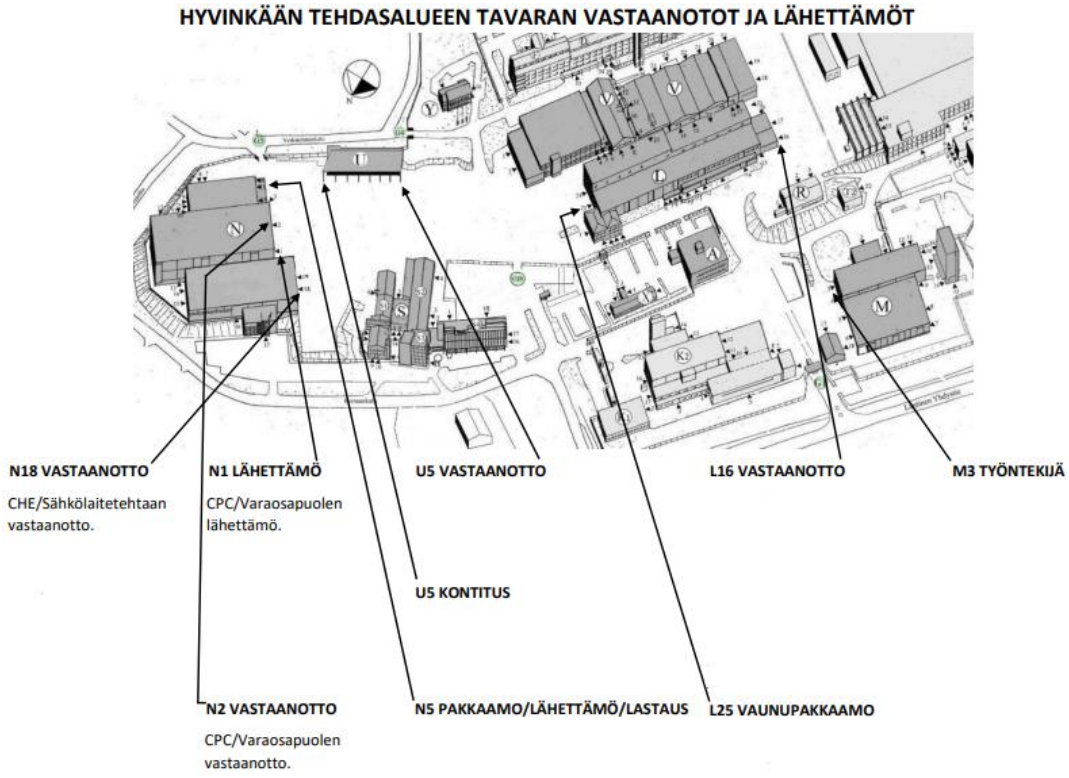
Seuraava prosessin vaihe on ohjaussyklin (Control Cycle) määrittäminen SAP:ssa. Ohjaussyklit ovat materiaalikohtaisia arvoja, jotka määrittävät, kuinka valmistettavien kokoonpanojen materiaali siirtyy vastaanoton varastopaikasta valmistusvarastoon. Ne määrittävät myös varastojen hyllypaikat, joissa materiaali varastoidaan valmistusta varten. Tehdas käyttää tähän RPA-robottia. Vaunutehtaalla on käytössä ohjaussyklit:

- Picking-materiaali nousee keräilytyöjonoon eli muodostaa siirtotilauksen (Transfer Order, TO), joka kuitataan varastotyöntekijän toimesta.
- Manual Staging-materiaali siirtyy automaattisesti tuotantoalueelle, eikä muodosta kuitattavaa keräilyä. Tätä käytetään vaunutehtaalla esikokoonpanoihin.

SAP:n reititys (Routing) määrittää kokoonpanon työvaiheet**.** Ostonimikkeiden ja kokoonpanosta irrallisten rivien osalta on myös mahdollista määrittää, mille varastoalueelle ne hyllytetään ja mistä varastoalueesta ne kerätään. SAP luo reitityksen vaiheketjun, joka sisältää yksityiskohtaisen työvaiheiden kuvauksen menneisyydestä, viimeisestä tuotantosolusta ensimmäiseen. Vaunutehdas noudattaa tiettyä tuotantojärjestystä, mutta reititys SAP:iin voidaan ohjata tietyllä tavalla.

Reititys laskee, milloin materiaalit tarvitaan tuotantoon. Tarvepäivänä SAP pyytää materiaalit keräiltäväksi. Ennen vaunun kokoonpanon aloittamista tehdään esikokoonpanot, joilla on omat reititykset. Reititys luo automaattisesti valmistusvarauksen SAP-järjestelmään.

Konecranes Hyvinkää on varaosia toimittava tehdas. Se on keskusvarasto, jossa on omia tuotteita, joita käytetään itse lopputuotteisiin ja joita myös asiakas tilaa varastosta toimitettavaksi. Monien materiaalien osalta on selvää, että niitä ei käytetä Konecranes-tuotannossa. Esimerkiksi yritykseltä tilataan projekti, jossa valmistetaan vaunu ja tilataan huoltotaso, jota ei käytetä tuotannossa.



Kuva 16. Hyvinkään tehdasalueen tavaran vastaanotot ja lähettämöt (Konecranes 2021b).

Nimikkeelle voidaan osoittaa SAP:n Material Master -ohjausarvot, että materiaali ohjataan suoraan etulinjan U5-vastaanottoon. Jos kokoonpanosta irrallinen materiaali saapuu tehtaan L16-vastaanottoon, työnsuunnittelija on tehnyt inhimillisen virheen materiaalinohjauksessa. Jos työnsuunnittelija on ohjannut materiaalin U5-vastaanottoon ja se saapuu tehtaan L16-tavaranvastaanottoon, kuljettaja, toimittaja tai L16-vastaanoton työntekijä on tehnyt inhimillisen virheen.

KHC:ssa ei ole virallista toimintatapaa, joka edellyttäisi tuotannosta irrallisten materiaalien tilaamista suoraan U5-tavaranvastaanottoon. Työnsuunnittelijoiden kesken toimintatavoista on näkemyseroja asiakkaista sekä tuoteperheistä johtuen. Kaikilla tehtailla tunnistetaan olevan sama ongelma. Kaikki vastuussa olevat työntekijät eivät tilaa tuotannosta irrallisia läpivirtaavia materiaaleja joka kerta suoraan U5-vastaanottoon.

Nykyisessä mallissa huoltotasot on ohjeistettu tilattavaksi tehtaan kautta. Syynä tähän on huoltotasojen koesovittaminen vaunuihin, mikä on lopetettu, koska

työvaihe on osoittautunut tarpeettomaksi. Vasta viime aikoina huoltotasoja on tilattu suoraan U5-vastaanottoon. Kiinteän huoltotason ohjausarvot ovat oletuksena U5-vastaanotossa. KHC:ssa on yhteisesti sovittu, että tämä ei ole osa kokoonpanoa, eikä sitä soviteta vaunuun.

SAP:n myyntitilausrivillä on ZM-kuittaus, jonka tilaksi muutetaan CP, kun myyntitilaus on valmis siirtymään materiaaliresurssien suunnitteluun (Material Resource Planning, MRP). Nimikkeet käsitellään erikseen työjonosta. PE vapauttaa materiaalit SAP:ssa MRP-ajolle, joka luo automaattisesti ostoehdotukset (Purchase Requisition) ostettaville tai suunnitellun tilauksen (Planned Order) valmistettaville nimikkeille Material Master -tietojen perusteella. Vaihtoehtoisesti MRP-ajo voidaan suorittaa manuaalisesti SAP:ssa, jolloin automaattista MRP-yöajoa ei tarvitse odottaa ja ostoehdotusta pääsee muokkaamaan saman tien. Myyntitilauksen tilausrivit luovat MRP-ajolla materiaalitarpeita SAP:ssa. Tässä vaiheessa tehtaalla on mahdollisuus vielä vaikuttaa sisäiseen kokoonpanojen valmistusjärjestykseen ja -aikaan.

6.5 Osto

Haastatellun ostajan työnkuvaan kuuluu ostajan rooli ja toimiminen SAP Material Management -moduulin pääkäyttäjänä, kouluttajana ja IT-osaston yhteyshenkilönä. Ostaja työskentelee erilaisissa SAP-kehityshankkeissa. Konecranes Hyvinkään ostotiimi huolehtii ostoista ja toimittajavahvistuksista, valvoo toimituksia sekä käsittelee toimittajien laskuja. Ostajat varmistavat, että nimikkeiden ostotiedot ja Master Data ovat SAP:ssa ajan tasaisia. Ostajat tekevät myös yksittäisten materiaalien tarjouskyselyitä ja kilpailuttamista.

Materiaalien ostotarpeet generoituvat MRP-ajossa. Ostajat seuraavat SAP:ssa ostoehdotusten työjonoa. Ostoehdotus saattaa poistua MRP-yöajon aikana työjonosta, jos esimerkiksi nimike vaihdetaan korvaavaan. Kun ostettava nimike siirtyy työnsuunnittelusta ostoon, kaikki nimikkeen taustatiedot ovat oikein, ja se on valmis ostettavaksi.

MRP Controller (MRPC) on Material Master -ohjausarvo. Ohjausarvon takana on nimikkeen toimitusosoitetieto, joka määrittää vastaanoton ovinumeron. MRPC-arvon taakse ohjataan nimikkeet, jotka kuuluvat kyseiseen toimintoon. MRPC-arvossa ei ole muita materiaalinohjaukseen vaikuttavia ominaisuuksia. Toimitusosoite on määritelty toimitusosoitekentässä ostoehdotuksella. KHC:ssa on sovittu, että toimitusosoitteen määrittäminen on PE:n vastuulla.

Ostotietue (Purchase Info Record, PIR) on materiaali- ja toimittajakohtainen tietue. Samaa materiaalia varten on useita ostotietueita useilta eri toimittajilta. Ostajat tallentavat ostotietueeseen toimittajakohtaisen toimitusajan, materiaalin oston vähimmäis- tai vakiomäärän, kuljetusmuodon ja nykyisen hinnoittelun. PIR-tietoja ei tarkisteta joka kerta vanhojen ja usein ostettujen nimikkeiden osalta, mutta virheelliset tai vanhentuneet tiedot korjataan aina, kun ne havaitaan. Hinta päivitetään ostotietueeseen sen muuttuessa.

Lähdeluettelo (Source List) on nimikekohtainen listaus materiaalintoimittajista, joille on luotu PIR. Samalla nimikkeellä voi olla useita toimittajalähteitä. Toimittajalähteistä valitaan kiinteä toimittaja eli vakiotoimittaja. Ostotietue ja lähdeluettelo ovat synkronoituja keskenään. Nimikkeen Material Master -tietoihin päivitetään kiinteän toimittajan toimitusaika sekä eräkokotieto. Pyöristysarvo (Rounding Value) päivitetään kappaletta tai lavakokoa kohden. Lisäksi varmuusvarastotieto päivitetään lähdeluetteloon.

Ostaja luo nimikkeen ostotietueen ja Material Master -dataan toimittajan lähdeluettelon. Nimikkeet voi ostaa suoraan, jos niiden Material Master -data ja ostotietue on luotu. Ostotilaus generoidaan SAP:ssa ja lähetetään toimittajalle. Tarjouspyyntöä ei tarvitse tehdä, jos toimittajan hintatiedot ovat luotu ja tuotteen ostosta on lyhyt aika, jolloin hinta ei ole todennäköisesti muuttunut. Uusien vakio- tai kertaostonimikkeiden perustietoja ei ole luotu. Niistä tehdään tarjouskysely- ja kilpailutuskierros. Hinnan- ja toimitusaikalupauksen välinen suhde vaikuttaa toimittajan valintaan. Ostaja tekee tarjouspyynnön toimittajalle. Sourcing-organisaatio vastaa suurempien projektikohtaisten hankintakokonaisuuksien kilpailutuksista ja tarjouskyselyistä.

Ostaja muuttaa ostoehdotuksen ostotilaukseksi (Purchase Order, PO). Lähes kaikki ostotilauksen tiedot perustuvat ostoehdotukseen. Ostaja lisää ostotilaukseen tarvittavat tiedot: kuljetustiedot, PIR-lisätiedot ja toimitusajan muutokset.

Ostaja tekee päätöksen toimituksen ajoituksesta ja määrittää toimitusajan ostotilaukselle. Haastateltu ostaja jättää tarvepäivän ja toimituspäivän väliin puskuria eli tilaa tuotteet tarvepäivää aiemmin. Ostaja tekee päätökset toimitusajasta asiantuntemuksensa ja kokemuksensa perusteella.

Jos toimittaja ilmoittaa ennakkoon saapuvasta toimituksesta, ostaja tekee päätöksen: hyväksyy tai pidättää toimituksen toimituspäivään. Ostaja hyväksyy ennakkotoimituksen, jos toimituspäivä on muutamasta päivästä viikkoon ennen sovittua toimituspäivää. Toisinaan varastotilan takia kielletään toimittamasta ennakkoon.

Jos toimittaja ei ilmoita sovittua aiemmin saapuvista toimituksista, ostajat eivät ole tietoisia niistä. Ostajat saavat toisinaan ennakkotoimituksista palautetta vastaanotosta, varastosta tai tehtaalta. Ostaja lähettää tarvittaessa huomautuksen toimittajalle. Toimittajia ei huomauteta vain viikkoa aikaisemmista toimituksista, mutta kaksi viikkoa aiemmat toimitukset vaikuttavat merkittävästi varastointiin.

Projektien aikataulut muuttuvat toisinaan. Jos projekti aikaistuu, ostaja on saattanut ennakoida tämän ja ostanut tarvittavat materiaalit hyvissä ajoin ennen tarvepäivää. Ostoja täytyy aikaistaa, jos materiaalien toimitusajat niin vaativat. Jos projekti viivästyy, ostoja ei aina määritetä uudestaan, koska toimitusvarmuuden riski kasvaa.

Ostaja lähettää ostotilauksen toimittajalle. Jaggaer-järjestelmä on ostoportaali, jossa toimittajat käyvät vahvistamassa tuotantotilauksia. Jos toimittajalla on SAP- tai Jaggaer-yhteys, tilaukset ohjataan suoraan toimittajan järjestelmään. Vaihtoehtoisesti ostaja lähettää tilauksen pdf-muodossa toimittajan sähköpostiin.

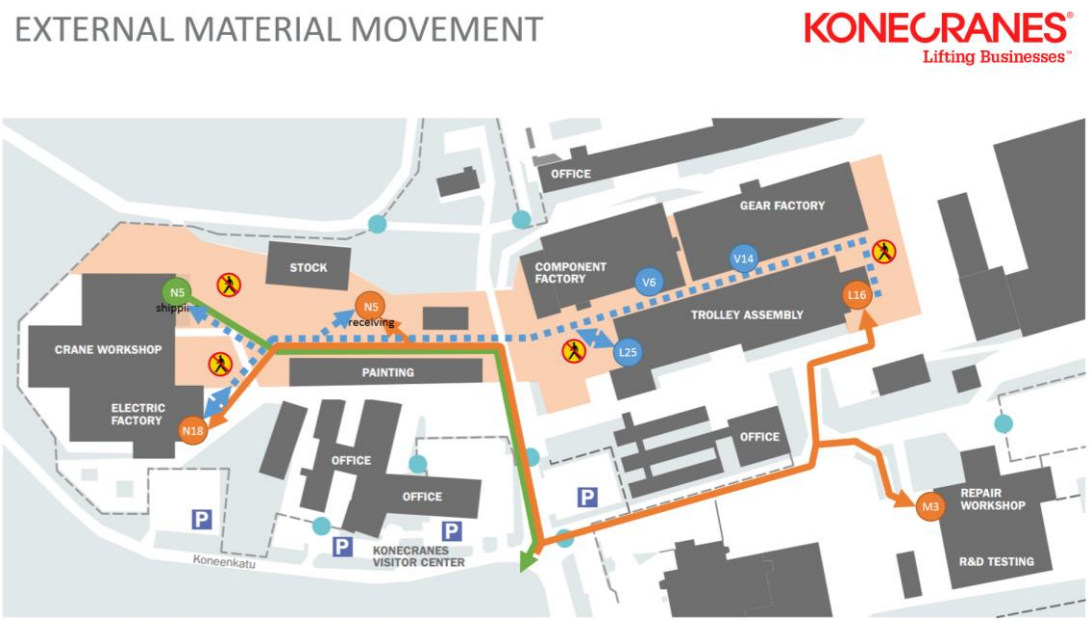
Tiettyjen nimikkeiden tilaukset generoituvat ja siirtyvät SAP:n automaattisella ostotilaustoiminnolla toimittajan joko SAP- tai Jaggaer-järjestelmään tai

vaihtoehtoisesti sähköpostiin pdf-tiedostona. Ostaja vastaanottaa ja päivittää toimittajan hyväksymän tilausvahvistuksen SAP:iin. Rahdin varaaminen on tavarantoimittajan vastuulla. Toimittaja käyttää Konecranes-rahtisopimuksia rahdin varaamiseen. Osa toimittajista tekee lähetyskuittauksen Jaggaeriin, kun tilaus on toimitettu. Kaikki toimittajat eivät tee lähetyskuittauksia. Lähetyskuittauksesta SAP luo saapuvan toimituksen (Inbound Delivery).

6.6 Materiaalin- ja varastonhallinta

KHC:n varastopäällikön (Warehouse Supervisor) toimenkuvana on toimia SAP:n ja varastonhallinnan kehityksen teknisenä tukena. Varastonhallinta alkaa tavaroiden vastaanottamisesta.

Saapuva toimitus kuljetetaan pääportilta tavaranvastaanottoon L16 tai U5 (kuva 17). Vastaanottotyöntekijät tekevät arvollisen tavaranvastaanottokirjauksen SAP-järjestelmään. Tavarakuitti (Goods Receipt, GR) on arvollinen vastaanottoasiakirja, joka vahvistaa materiaalien vastaanoton varastoon.



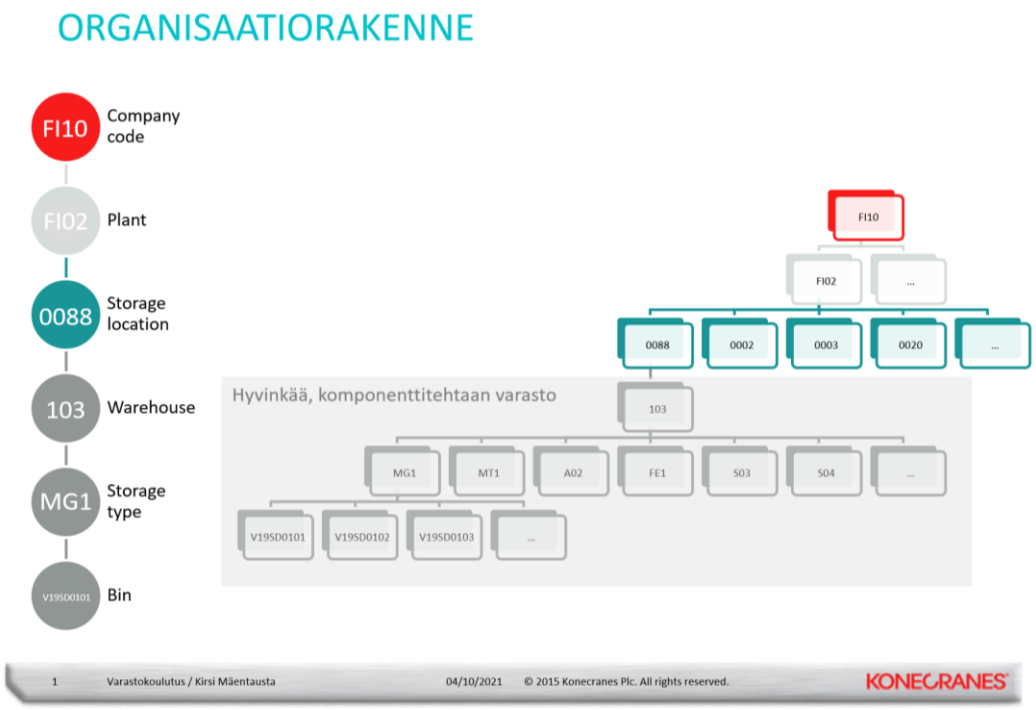
Kuva 17. Materiaalin ulkoinen liike (Konecranes 2015).

Siirtotilaukset (Transfer Order, TO) generoituvat SAP:n tavaranvastaanotosta. Nimikkeen Master Data -tiedoissa on WM-ohjausarvo materiaalin sijoitus (Stock Placement), joka määrää lopullisen materiaalin sijoituspaikan. TO:t ovat SAP:ssa työnsuunnittelijan ja tuotannonsuunnittelijan ylläpitämiä tietoja. Transaktio LS26 näyttää saldoseuratun materiaalin nykyisen sijainnin ja avoimen materiaalin keräyksen.

Ulkoisen logistiikkapalveluntarjoajan (Logistics Service Provider, LSP) työntekijät vastaavat materiaalin vastaanottamisesta ja hyllytyksestä vastaanottovarastoon. Tehtaalla vastaanotetut materiaalit merkitään SAP:sta tulostetulla lavalapulla ja TO-dokumentilla, jotka laitetaan tarrataskuun ja liimataan kiinni materiaalin tai lavan kylkeen.

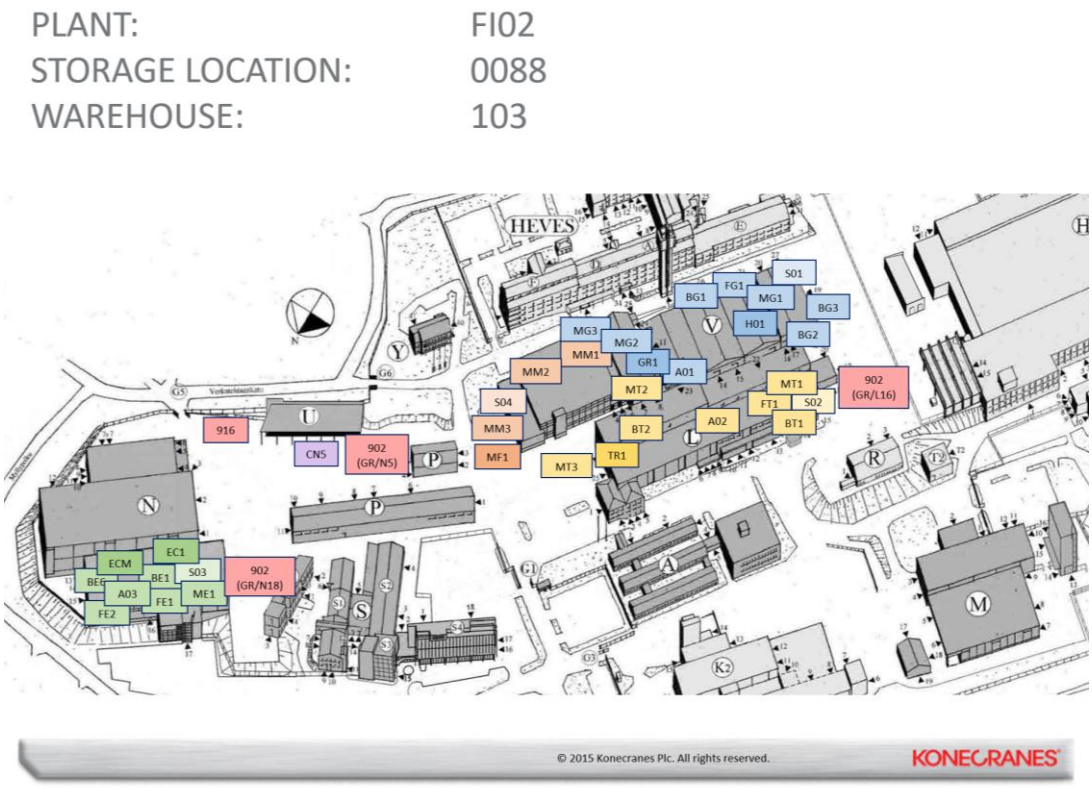
Varastonhallinta siirtyy Konecranes-työntekijöiden vastuulle, kun merkinnät ovat tehty SAP:iin ja materiaalit ovat toimitettu niille määrättyihin varastopaikkoihin. Konecranesin varastotyöntekijät ovat vastuussa vaunutehtaalla materiaalien keräämisestä vastaanottovarastosta työsolujen varastoihin ja niiden materiaalien kuljettamisesta lähettämön CN5-varastoon, joita ei tarvita tuotannossa.

WM-toiminnot aktivoituvat vastaanottokirjauksesta. Varastotyöntekijä hyllyttää SAP:n tarjoamaan varastopaikkaan ja kuittaa sen tehdyksi. Varastopaikat edellyttävät hieman erilaista tavarankäsittelyä. Osalle materiaaleista tehdään vain vastaanotto SAP:iin ja osa kuljetetaan trukilla tehtaiden varastopaikoille tai pihaalueen ulkovarastoon. Lisäksi erä- tai sarjanumerohallitut materiaalit vaativat numerotarkistukset ja -kirjaukset SAP:iin. Osalle vastaanotetuista materiaaleista tehdään laaduntarkastus laaduntarkastussolussa ennen hyllyttämistä. Materiaalin laatuprofiili määritetään Master Dataan tai oston lisätietoihin. Tässä vaiheessa SAP:n QM-toiminnot aktivoituvat.



Kuva 18. Hyvinkään komponenttitehtaan varaston SAP-organisaatiorakenne (Konecranes 2015).

Warehouse Management -moduulia käytetään SAP:ssa tarkkaan varaston- ja materiaalinhallintaan (kuva 18). Moduulissa on mahdollista ohjata materiaalia hyllypaikkakohtaisesti. Vastaanoton jälkeen SAP luo siirtotilauksen trukkikuskille. Materiaali siirretään lopulliseen hyllypaikkaan. Kun siirtotilaus on kuitattu tehdyksi SAP:ssa, materiaali löytyy WM-moduulin mukaan oikeasta varastopaikasta (kuva 19). WM:n materiaalinohjaus tapahtuu Stock Placement -ohjausarvolla.



Kuva 19. Konecranes Hyvinkään varastopaikat (Konecranes 2015).

Inventory Management -moduulia käytetään ainoastaan BULK-materiaaleihin, joissa materiaaleille tehdään vain arvokirjaus, eikä niiden saldoja seurata. Materiaalin lavalapussa saattaa olla maininta sijoituspaikasta.

Inventory Management -moduulin liiketyyppi (Movement Type) erottaa erilaiset materiaalien liikkeet. Jokainen tavaraliikenne kohdistetaan järjestelmän liiketyypille. Yleisimmin käytetyt liiketyypit ovat tavaranvastaanotto ja sen peruminen, tuotannon kulutus sekä N5-lähettämön kulutus.

Kun tuote on hyllytetty, SAP luo automaattisesti keräilyn siirtotilauksen 15 minuutin kuluessa. Siirtotilaus ohjautuu MRP Controller -ohjausarvon osoittaman tehtaan varastotyöntekijöiden työjonoihin. Logistiikkaa operoi ja materiaalia keräilee tehtaalla kaksi tahoa: komponenttisolun työntekijä noutaa pienemmät materiaalit ja IE-puolen varastotyöntekijä noutaa suuremmat materiaalit. Suuret ulkotrukilla ajettavat materiaalit ohjautuvat SAP:ssa samoihin työjonoihin kuin pienet materiaalit.

Material Master MRP Controller on ostotoimitusten ohjaustietoa. Warehouse Management -moduulin materiaalin hyllytyksen (Stock Placement) ja materiaalin keräilyn (Stock Removal) ohjausarvot ovat varastosaldoihin liittyvää tietoa tavaranvastaanoton yhteydessä. Ohjausparametreillä ei ole suoraa yhteyttä toisiinsa, mutta ne voidaan ylläpitää vastaamaan toisiaan. Esimerkiksi suoratoimituksissa MRPC on N05 sekä Stock Placement- ja Stock Removal -ohjausarvot ovat CN5, jolloin materiaali ei kierrä tuotannon läpi. Tuotannon tarpeet tulevat aina suoratoimitusten edelle. MRPC on oletusarvoisesti tehtaan toimitusosoite, jos materiaalia käytetään myös tuotannossa.

Puskurivarasto (Buffer Stock) on SAP:ssa yksi hyllypaikka. Puskurivarasto on laaja kenttä tai halli, jossa kaikki vastaanotettavat materiaalit varastoidaan. SAP-järjestelmässä materiaalin kulutus tapahtuu varastosta automaattisesti ilman keräilykuittauksia. Jos puskurivarastossa samassa varastopaikassa ei ole tarpeeksi tilaa, sama materiaali hyllytetään eri paikkoihin.

Kiinteäpaikkaisessa varastossa (Fixed Stock) on kiinteät varastopaikat materiaalille. Varastopaikkoja ei ole mahdollista muuttaa ja yksi varastopaikka voidaan jakaa monen materiaalin kesken.

Agilon on Konecranes-valmisteinen automaattivarasto, jonka fyysinen varasto on automaattikone. Automaatissa on käskytyspäätteet, joilla voidaan ohjata toimintoja. Kolmannen osapuolen toiminnanohjausjärjestelmät Agilon ja Fastems keskustelevat SAP:n kanssa.

Tuotantotilaus on valmis ja vaunun valmistusprosessi alkaa. Varastotyöntekijä kerää tuotantotilauksen materiaalit varastosta tarvepäivänä, jolloin materiaalia tarvitaan tuotantoon. Keräily tapahtuu SAP:ssa FIFO-järjestyksessä. SAP:n kokonaisvarasto sisältää myös keräilyssä olevat materiaalit. Varastotyöntekijä siirtää materiaalit hyllypaikkaan ja vahvistaa keräyksen siirtotilauksen.

Valmiit vaunut siirretään L25-vaunupakkaamoon pakattavaksi ja välivarastoon TR1-valmistuotealueelle. N5-lähettämön työntekijä siirtää valmiin vaunun

siirtotilauksella CN5-varastopaikkaan ja kuittaa SAP:iin. Lähtevän tavaran osalta vastuu siirtyy logistiikkapalveluntarjoajalle, kun TO-kuittaus on tehty.

SAP luo taustatyönä lähtevän toimitusdokumentin (Outbound Delivery). Varastotyöntekijä tarkistaa SAP:n työjonon sekä tulostaa TO:n ja keräilydokumentin. Varastotyöntekijä keräilee materiaalit, siirtää ne varastosta pakkaamoon ja kuittaa TO:n SAP:iin. Lähtevät tavarat pakataan N5-lähettämön edustalla tai hallissa pakkauslinjastolla. Varastotyöntekijä tulostaa pakkaus- ja lähetyslistan, jotka kiinnitetään kolliin ja toimittajan dokumentit poistetaan. Toimitus keräillään lastausta varten. Toimittajan varaama rahti noutaa lähtevät tavarat ja lastaus kuitataan SAP:iin. Logistiikan työntekijä tekee SAP:ssa tavaroiden lähetyskuittauksen (Post Goods Issue, PGI).

6.7 L16-tavaranvastaanotto

L16-tavaranvastaanotossa materiaalin vastaanottamisesta ja hyllytyksestä vastaavat ulkoisen logistiikkapalveluntarjoajan työntekijät. Haastatellun vastaanottotyöntekijän työnkuva on tavaranvastaanotto sekä ongelmien raportointi ja ratkaisu.

Tuotannon L16-päävastaanotossa vastaanotetaan vaunu-, tela- ja vaihdetehtaan materiaalit. U5 on projektivastaanotto eli etulinjan vastaanottopiste. Modernisaation, Ports-yksikön ja ICS:n prosessinosturimateriaalit vastaanotetaan U5-vastaanotossa.

Vastaanotto valvoo saapuvia kuljetuksia. Saapuvien toimitusten liitteenä ovat lavalappu, rahtikirja ja lähete. Tavarat kulkevat tehtaille vastaanottopisteiden kautta (liite 2). Kuorma-auto tuo ensin tavarat L16-ovelle. Metrimitaltaan suuret tuotteet puretaan L-hallin viereen, koska ne eivät mahdu vastaanoton katokseen. Rahdinkuljettaja ilmoittaa etukäteen vastaanottoon huoltotason saapumisesta. Rahdinkuljettaja purkaa huoltotason L25-oven vasemmalle puolelle kulkureitille. Toimitusdokumentit viedään LSP:n toimistoon vaunupakkaajan pöydälle.

Loput tavarat toimitetaan eri vastaanottopaikoille toimitusosoitteen mukaan. Oven numero, johon rahdinkuljettaja toimittaa, lukee kaikissa asiakirjoissa. Suuria kappalemääriä sisältävät saapuvat pientavarat jaetaan käsin vastaanotosta eri vastaanottopaikoille.

Toimittajan tilaama kuljetusliike on usein lastannut tavarat kuorma-autoon loogisesti toimitusjärjestyksessä. Vastaanoton työntekijät avustavat rahdinkuljettajaa kuorman purkamisessa ja ohjaavat seuraaviin vastaanottopisteisiin. Suuret materiaalit puretaan suoraan varastopaikkaan. Haastatellun mukaan vastaanotolla on hyvät suhteet toimittajiin ja kuljettajiin, kuljetukset sujuvat hyvin ja ongelmat usein ratkeavat.

L16-vastaanotossa on SAP Fiori Zebra -käsipääte, jolla tavarat voidaan vastaanottaa. Haastatellun mukaan sitä ei käytetä, koska sen koetaan pidentävän hyllytykseen käytettävää aikaa ja muut vastaanottotyöt hidastuvat. U5-vastaanottoon saapuu paljon pientavaroita, jotka voidaan vastaanottaa sisätiloissa. SAP Fiori Zebra -käsipäätettä käytetään siellä enemmän tavaran vastaanottoon.

Tavaroiden vastaanottokirjaus (Goods Receipt, GR) tehdään LSP:n toimistolla manuaalisesti. SAP:ssa tehdään saapuvan tavaran toimituskuitti. Oikea ostotilaus etsitään ja sen tiedoista tarkistetaan tuotteen vastaanotto- ja tarkastusohje. Vastaanotettavat tuotteet valitaan ja lisätiedot kirjataan. Tositepäivämäärä (Document Date) muutetaan, jos tavarat ovat saapuneet aiemmin. Vastaanottaminen vahvistetaan. Lavalappu ja TO-lappu tulostuu SAP:sta automaattisesti ja säännöllisesti. Osalle tuotteista pitää tulostaa hyllytysohjeet manuaalisesti. TO-paperit säilytetään nimetyissä kansioissa tulevaisuuden virheiden selvittämistä varten. Vastaanotetut materiaalit merkitään lavalapulla, joka kiinnitetään lavan tai materiaalin kylkeen.

Kun tavara saapuu vastaanottoon, tositepäivämäärä kirjataan SAP:iin. Joskus tavaraa ei pystytä vastaanottamaan saman päivän aikana. Tositepäivämäärä näissä tapauksissa aikaisemmin kuin julkaisupäivämäärä (Posting Date). Julkaisupäivämäärä luodaan automaattisesti SAP:ssa, kun materiaali vastaanotetaan, eikä sitä voi muuttaa. Rahtikirjaan tulostetaan aikatarra, jossa näkyy julkaisupäivämäärä ja reaaliaikainen tavaran vastaanoton kellonaika. Vastaanoton

tavoiteaika vastaanotolle ja hyllytykselle on 24 tuntia. Hyllytyksen jälkeen suunniteltu tilaus on mahdollista muuttaa tuotantotilaukseksi ja materiaali on mahdollista vapauttaa tuotannon käyttöön.

Osalle tuotteista tehdään laaduntarkastus ennen hyllyttämistä. Vastaanoton työntekijät jakavat laaduntarkastuksen piirissä olevat tuotteet tehtaille eri laaduntarkastajille. Vastaanottotarkastuksessa tarkistetaan toimituksen oikea kappalemäärä, ominaisuudet, sarjanumero sekä tuotteen ja pakkauksen kunto. Pakkausten lukumäärä on selkeästi merkitty lähetteeseen. Riviä ei voi kuitata vastaanotetuksi, jos kaikki rivillä tilatut pakkaukset eivät ole saapuneet.

Vastaanotossa ilmoitetaan vastaanottotarkastuksessa havaitut virheet ja poikkeamat järjestelmään. Työntekijät tekevät selvitystyötä, jos tuotteen asiakirjoista puuttuu tarvittavia tietoja, kuten sarjanumero tai eränumero. Jos lava on hajonnut tai pakkausmateriaali on huonokuntoinen, pakkaus puretaan, tarkastetaan ja reklamoidaan. Valitaan poikkeamaluokka, kuten esimerkiksi toimittajan tai kuljettajan virhe. Ostaja saa sähköpostin poikkeamasta ja selvitysprosessi alkaa. Vastaavaa poikkeamadataa kerätään ja seurataan myös N5-lähettämössä.

LSP:n poikkeamatietoa kokoaa laatuinsinööri. LSP:n mittareiden tietoa raportoidaan ja visualisoidaan Microsoft Power BI -työkalulla. Vastaanoton työntekijöillä on näkyvyys SAP:issa, että tavara on pidossa poikkeaman vuoksi. Poikkeamia keräämällä saadaan historiatietoa vastaanoton ja lähettämön ongelmista, mikä mahdollistaa toiminnan kehityksen.

Tuotteet hyllytetään oikeisiin vastaanoton varastopaikkoihin. SAP:n materiaalidokumenttiin (Material Document) kirjataan rivin kohdalle hyllypaikka. Toimistolla kirjataan hyllypaikka manuaalisesti SAP:iin ja hyllytys kuitataan tehdyksi. Osa vakiotuotteista säilytetään ulkona maassa tai ulkohyllyllä, jossa on vain yksi hyllynumero. Nämä hyllytetään ilman lava- ja TO-dokumenttia ja hyllytys vahvistetaan SAP:ssa.

Monet vastaanoton ja varaston työntekijöiden toimintatavat perustuvat kunkin tuoteosaamiseen ja -tuntemukseen. Vastaanoton työntekijät tietävät, mitä tuotteita on tulossa ja ohjaavat kuriiria sen perusteella. Vastaanottotarkastukset

tehdään usein myös tuotetuntemuksen perusteella. Vastaanotossa tiedetään, mitkä tuotteet tarkastetaan. Konecranesin varastotyöntekijät näkevät silmämääräisesti pakkauksesta, mistä vakiotuotteesta on kyse ja osaavat hyllyttää sen perusteella.

Varastonhallinta siirtyy Konecranesin työntekijöiden vastuulle, kun merkinnät on tehty SAP:iin ja materiaalit on toimitettu niille määrättyihin vastaanoton varastopaikkoihin. Tarkempi tehdasosaston ja varastoalueen määritys tapahtuu vastaanoton jälkeen TO:lla, jonka tieto tulee Master Datan Stock Placement -määrityksestä. Konecranesin varastotyöntekijät ovat vastuussa materiaalien keräilemisestä varastosta vaunutehtaan työsolujen varastoihin ja niiden materiaalien kuljettamisesta lähettämön CN5-varastoon, joita ei tarvita tuotannossa.

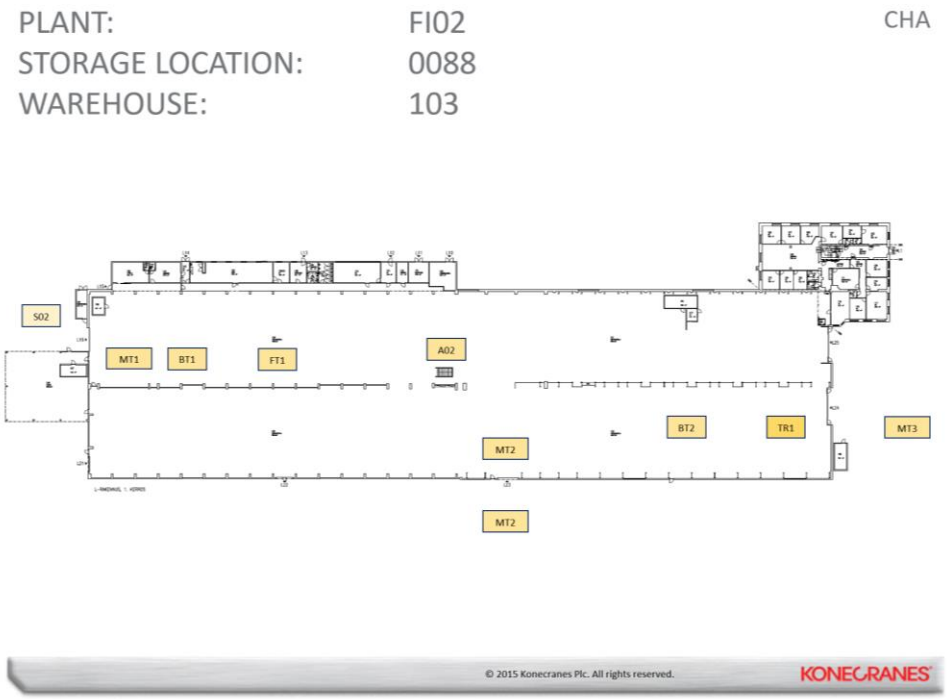
6.8 Tuotannonsuunnittelu

Vaunutehtaan tuotannonsuunnittelijat (Production Planner, PP) aikatauluttavat RTG-, IE- ja MPW-vaunulinjojen tuotannon. Tuotannonsuunnittelijat suunnittelevat resurssit ja määrittelevät valmistuskapasiteetin eli määrittävät materiaali-, laite- ja työvoimatarpeet, laativat tila- ja suorituskykyraportteja sekä ratkaisevat tulevaisuuden tuotanto-ongelmia.

Prosessi etenee SAP:ssa taustatyönä. SAP luo valmistettaville nimikkeille suunnitellun tilauksen (Planned Order), jotka ohjatuvat tuotannonsuunnittelijoiden työjonoon. Tuotannonsuunnittelija tarkistaa SAP:ssa materiaalien saatavuuden. Tuotannonsuunnittelija tarkistaa, onko tilaus hinnoiteltu ja suorittaa uusien valmistettavien materiaalien kustannushinnoittelun. Tuotannonsuunnittelija muuntaa suunnitellun tilauksen tuotantotilaukseksi (Production Order) sekä vapauttaa rivit tuotantoon.

Tuotannosta irralliset materiaalit myös vapautetaan, jos ne ovat PE:n toimesta määritelty sisältävän työtä. Omalla myyntitilauksellaan irralliset materiaalit tai kokonaisuudet, jotka toimitetaan suoraan toimittajalta, kulkevat SAP:ssa taustalla, eikä niille tehdä erillisiä vapautuksia. Tämä aiheuttaa sen, että

tuotannossa ei ole tietoa niiden määrästä tai niiden hoitamiseen vaadittavasta kapasiteetista.



Kuva 20. Vaunutehtaan varastopaikat (Konecranes 2015).

Valmistus on varsinainen tuotantovaihe, jossa materiaalia vapautetaan yksi tuotanto-operaatio kerrallaan. Konecranesin varastotyöntekijä keräilee tuotantotilauksen materiaalit ja vahvistaa keräilyn TO:n (kuva 20). Suoraan sellaisenaan keräiltävät valmiit tuotteet, jotka toimitetaan muihin sijainteihin, eivät vaadi tuotannossa työvaiheita.

Tuotannon materiaalitarve on noin 14 päivää ennen toimitusaikaa, jolloin SAP luo TO:n. Tuotannosta irralliset materiaalit tulevat myös komponenttisolun työntekijöiden työjonoon, josta tuotteet keräillään aikajärjestyksessä. Jos tuote ei ole akuutti nykyisessä kokoonpanossa, päivä voidaan käyttää alikokoonpanon valmistamiseen ja tuotannosta irrallinen tavara odottaa edelleen varastossa. Kun tuotannosta irrallinen materiaali ohjataan tehtaalle, turhia työvaiheita ovat: hyllytys, keräily, TO-dokumentin tulostus, keräilykuittaus SAP:iin, materiaali ajetaan

trukilla tehtaan läpi L24-ovelle, painetaan N5-noutopainiketta, että se noudettaisi lähettämön varastopaikkaan ja työntekijät N5-lähettämöstä noutavat osan. Vastaavia tapauksia on useita päivässä.

Vaunutehtaan tuotannonsuunnittelijoilla tai varastotyöntekijöillä ei ole näkyvyyttä asiakkaalle myydyistä tehtaalle saapuvista läpivirtaavista materiaaleista. Tuotannonsuunnittelijat ja ostajat toimivat välikätenä läpivirtaavien materiaalien ongelmien selvittelyssä. Näkyvyyttä läpivirtaavaan materiaaliin ei ole, joten tuotannonsuunnittelija tiedustelee materiaalin tilaa ja sijaintia ostajalta. Ostaja selvittää asiaa GOM:lta. Asiakkaan projektilla voi olla tarve, että materiaali pitäisi lähettää aikaisemmin. Jos projektista irrallinen materiaali on tullut varastoon, eikä tarvepäivää aikaisteta, se odottaa tarpeettomasti varastossa, ja asiakas odottaa materiaalia.

Yhtenä tapausesimerkkinä tuotteen pitäisi lähteä toimitukseen, mutta sitä löydetä tehdasalueelta. Tuotannonsuunnittelija tarkistaa ostotilauksen numeron ja selvittää ostajalta, mikä tuote on kyseessä ja onko se saapunut varastoon. Kun tuotteita ei löydy, ne seisovat tarpeettomasti paikoillaan, voivat kärsiä ulkovarastossa kosteudesta, kuormittaa tuotannon varastoja, tukkia kulkureittejä, pidentää toimitusaikaa, nostaa varastoarvoja ja aiheuttaa asiakaspalvelun laadun ongelmia.

Toisena tapausesimerkkinä tuotantotilauksen ostorivillä saapuu L16-vastaanottoon apuvaunu kaapeleineen valmiiksi pakattuna. Ylimääräisiä työvaiheita ovat: apuvaunu siirretään, puretaan vastaanotossa, tarkastetaan kaapelirummun olevan kiinni, hyllytetään, keräillään, siirretään pakkaamoon, pakataan uusiin pakkauksiin, viedään lähettämön varastoon ja hyllytetään.

Kun tuotantovaihe on saatu päätökseen, se kuitataan SAP:iin ja käytetyt työtunnit kirjataan tuotantotilaukseen. Tuotantotilaus kuluttaa materiaaleja varastosta valmistuksen edetessä tuotantovaihe kerrallaan. Vaiheiden välissä varastotyöntekijät hakevat tarvittavat materiaalit varastosta valmistuspaikalle. Valmistettava lopputuote syntyy.

6.9 Vaunukokoonpano

Vaunutehtaan kahdessa solussa seurataan SAP:n keräiltävien lähetyksien työjonoja. Näissä soluissa haastatellut työntekijät nimesivät materiaaleja, joita ei tarvita tuotannossa ja jotka voidaan ohjata suoraan U5-vastaanottoon:

Kuva 21. Huoltotaso.

Kuva 22. Virtaraudat.

- Apuvaunut (Aux Trolley) - Apuvaunuilla on projektikohtaiset ID:t. Osa apuvaunuista tarvitaan vaunutehtaalla, koska niitä sovitetaan vaunun kanssa samalle rungolle. Jos nämä tilataan omina SO-riveinä, eikä niitä tarvita tuotannossa, voidaan toimittaa suoraan U5-vastaanottoon. Apuvaunut toimitetaan usein Konecranes Hämeenlinnan tehtaalta.
- Huoltotasot (Service Platform) – Huoltotasojen ID:t ovat usein projektikohtaisia. Jos nämä tilataan omina SO-riveinään, eikä niitä tarvita tuotannossa, voidaan toimittaa suoraan U5-vastaanottoon (kuva 21).
- Kamera (Camera) - Jos nämä tilataan omina SO-riveinä, voidaan toimittaa suoraan U5-vastaanottoon.
- Kaupalliset osat (Commercial Parts) – Jos kaupallisten osien ID:tä käytetään suoraan toimitettaviin varaosiin, se voidaan määrittää toimitettavaksi U5-vastaanottoon. ID:tä käytetään myös vaunutehtaan omiin tarpeisiin, jolloin vakiovaraston parametrit on säilytettävä vaunutehtaalla.
- Koukkulohko (Hook Block) - Vaunutehdas ei kokoa kyseisiä koukkuja. Nykyinen toimintatapa johtuu tilaajasta. Tilaaja on ottanut hiljattain käyttöönsä 1KC SAP:n. Kun tilaaja voi tilata irrallaan toimitettavat rivit omina tilausriveinään, koukut eivät enää kulje vaunulinjan läpi.
- Köydet ja vaijerit (Rope, Wire Rope) Jos nämä tilataan omina SO-riveinä, eikä niitä tarvita tuotannossa, voidaan toimittaa suoraan U5-vastaanottoon.
- Hydraulipuskuri (Buffer) – Hydraulipuskurit saapuvat vanerilaatikoissa. Niitä ei avata pakkauksistaan, vain lähetysdokumentit vaihdetaan.
- Varaosapaketti (SP Package) - Varaosapakettia ei tarvita vaunutehtaalla, joten ne voidaan toimittaa suoraan U5-vastaanottoon.
- Virtarauta (Power Rail, Conductor Bar) - Virtarauta tilataan osana vaunua. Jos GOM ei avaa virtaraudalle omaa SO-riviä, tätä ei voida toimittaa suoraan U5-vastaanottoon, vaan se on pakattava vaunun mukana (kuva 22).

6.10 Laadunhallinta

Laatuinsinööri ylläpitää ja kehittää laatujärjestelmää yhdessä henkilökunnan kanssa. Toimenkuvaan sisältyy prosessien ja tarvittavien laatumenetelmien kehittäminen sekä kehitysprojektien toteuttaminen esimerkiksi Lean-menetelmien

avulla. Laatuinsinööri osallistuu sisäisiin ja ulkoisiin auditointeihin, seuraa poikkeamia ja tukee laatuasioista vastaavia.

L16-vastaanotossa tarkastaja työskentelee kokopäiväisesti ja tarkastaa vaunutehtaalle saapuvat materiaalit. Työsolussa on vastaanottotarkastuksen edellyttämät työkalut ja laitteet. Material Master -tietoihin määritetään laatuprofiili tai oston lisätietoihin laaduntarkastus. SAP:n laatutoiminnot aktivoituvat. Vastaanottotarkastuksessa tarkistetaan materiaalin yhdenmukaisuus kuvien kanssa: pinnan laatu, maalikalvon paksuus ja toimittajien toleroidut mitat. Vastaanottotarkastuksessa havaituista virheistä avataan toimittajareklamaatio ja seurataan reklamaatioprosessin etenemistä.

SAP:ssa ADI-prosessi määrittää automaattimitoitusta, kuinka paljon materiaalia vastaanottotarkastetaan. SAP:iin on määrätty raja-arvot ja luokat, joihin tarkastettava materiaali sisältyy.

Laatuosasto pitää listaa vastaanottotarkastuksen piirissä olevista materiaaleista. Laatuinsinööri valvoo, kuinka paljon lisätyötä tehtailla tehdään toimittajan laatuvirheiden vuoksi. Uusien poikkeamien ilmetessä tehdään päätökset: otetaanko materiaali tarkastukseen, aloitetaanko toimittajan auditointi tai reklamaatioprosessi. Poikkeamat johtavat siihen, että uusia tuotteita nousee lisää vastaanottotarkastuksen piiriin.

Kun tuotannossa havaitaan virheitä, joita ei ole havaittu vastaanottotarkastuksessa, tuotannolle avataan notifikaatti. Notifikaatin taakse kirjataan uudelleentyöstötunnit (Rework), kuinka kauan komponentin korjaus kesti. Laatuosasto saa tiedot: kuinka monta virhettä syntyy asennuksesta, kuinka paljon niiden korjaamiseen kuluu aikaa, kuinka monta suunnittelulähtöistä virhettä korjataan.

Notifikaatti- ja Rework-prosessit liittyvät suurelta osin tuotannossa jalostettaviin materiaaleihin. Notifikaatti avataan vain tuotannossa havaituille virheille. Materiaalin kulun virhe tuotannossa luokitellaan laatuvirheeksi. Logistiikan toimintoja ei kirjata Rework-kustannuksiksi, joten laatuosastolla ei ole mittareita seurata läpivirtaavia materiaaleja.

Valmiille vaunulle tehdään tehdaskoeajo (Factory Acceptance Testing, FAT). FAT-tehdaskoeajon tarkoituksena on varmistaa lopputuotteen toiminnallisuus vastaamaan sille määriteltyjä vaatimuksia. Tehdaskoeajossa ajetaan koneistoa kuorman kanssa eri nopeuksilla ja taajuuksilla. Koeajossa varmistetaan, että tuote on laadultaan valmis toimitettavaksi asiakkaalle.

Tarkastus- ja testaussuunnitelmassa (Inspection and Test Plan, ITP) on määritetty, mitkä materiaalit ovat jäljitettävissä. Jos asiakkaan komponentti hajoaa, laatuosasto saa sarjanumerosta ja asennuskannasta (Installed Base) tiedot: mikä komponentti on, mistä se on toimitettu ja mitä materiaalia se on. Näin voidaan lähettää tarvittavat lisätiedot toimittajalle. Jos havaitaan, että tietyn sarjanumeroalueen komponenteissa on vikoja, on mahdollista käynnistää laaduntarkastusprosessi (Field Quality Inspection, FQI) ja aloittaa komponenttien vaihtaminen asiakkaille.

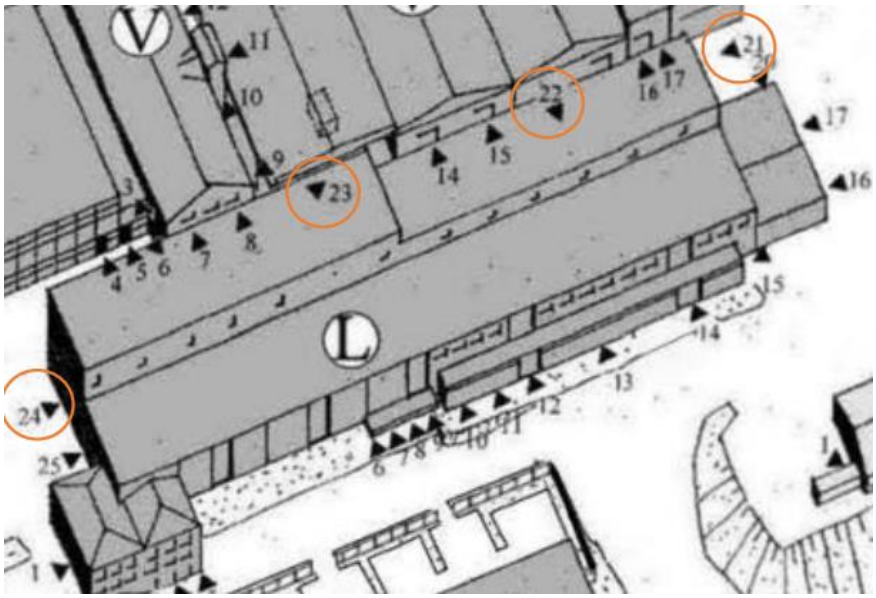
6.11 L25-vaunupakkaamo

LSP vastaa vaunujen pakkaamisesta CHA-vaunutehtaan L25-vaunupakkaamossa ja valmiiden vaunujen siirrosta U5-vastaanottoon ja N5-lähettämöön. Haastateltu vaununpakkaaja vastaa alustojen tilaamisesta, vaunun nostamisesta, vaunun ulkoisten osien keräämisestä ja kiinnittämisestä, vaunun pakkaamisesta sekä valmiin vaunun ja materiaalien kuljettamisesta.

Vaununpakkaaja seuraa SAP:n työjonoa, jossa näkyvät valmistuvat vaunut. Vaunupakkaaja tilaa valmistuviin vaunuihin sopivat alustat. Vaunu on valmis ja tuotetiedot on liitetty vaunuun. Pakkaamon työntekijä siirtää valmiin vaunun vaunupakkaamoon ja kuittaa siirtotilauksen SAP:iin.

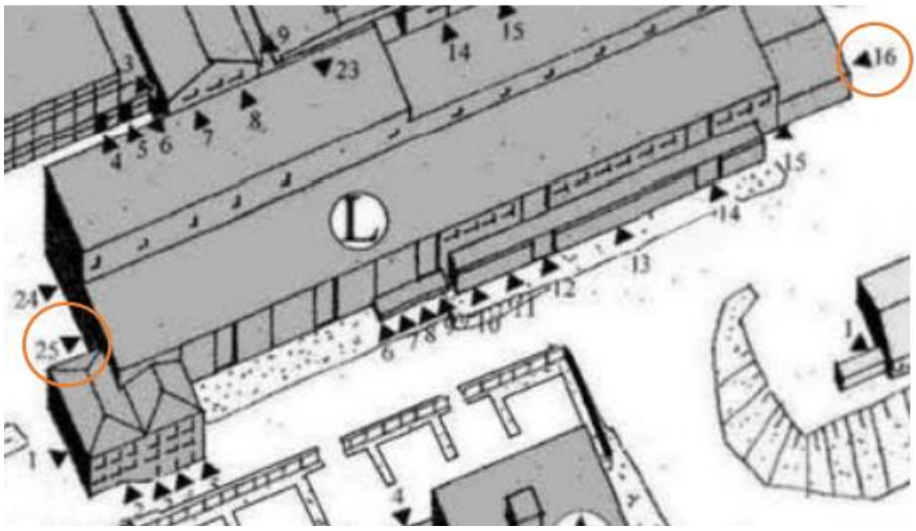
Suuret kokoonpanosta irralliset materiaalien toimitukset esimerkiksi huoltotasot, joilla ei ole tehtaalla työvaiheita, voidaan ohjata suoraan U5-vastaanottoon. Suuret materiaalit tuodaan kuitenkin L16-vastaanotosta L25-oven vasemmalle puolelle, jossa toimitus tukkii kulkureitin. Vaihtoehtoisesti materiaali tuodaan L24-oven eteen pihalle. Keräilylista tuodaan L16-vastaanotosta LSP:n toimistoon vaunupakkaajan pöydälle ilman erillistä ilmoitusta. Vaunupakkaaja keräilee

materiaalit listan mukaan, kuljettaa Ports-yksikön materiaalit U5-vastaanottoon, jossa ne otetaan vastaan ja viedään N5-lähettämöön sekä kuljettaa loput materiaalit N5-lähettämöön. Pientavaraa ohjataan myös L-hallin edustalle, mutta nykyisin U5-vastaanoton ja N5-lähettämön työntekijät keräilevät ne.



Kuva 23. RTG-vaunulinja.

Vaunutehtaan RTG-linjalla valmiit suuret vaunut nostetaan nosturilla pakkaamoon (kuva 23). Pukit asetetaan vaunun alle ja sidotaan kiinni vaunuun. Pressu laitetaan vaunun päälle ja solmitaan vaunuun kiinni. RTG-vaunut nostetaan pakkaamisen jälkeen kuljetuslavetille ja siirretään valmiiden tuotteiden alueelle odottamaan toimitusta. Valmiiden tuotteiden alueelta vaunut siirretään N5-lähettämöön ja TO kuitataan SAP:iin.



Kuva 24. UM-vaunulinja.

IE-puolen UM-vaunulinjalla pienemmät vaunut nostetaan trukilla ja suuremmat nosturilla vaunupakkaamoon (kuva 24). Vaunu nostetaan lavan päälle, muovitetaan ja kiinnitetään naulapyssyllä lavaan. Vaunupakkaamon työntekijä siirtää valmiin vaunun valmiiden tuotteiden alueelle tai pyytää toista LSP:n työntekijää siirtämään sen.

6.12 Logistiikka

Logistiikkapäällikkö vastaa tilaus-toimitusketjusta ja logistiikasta. Logistiikkapäällikkö vastaa logistiikkaprosessin ja -palveluiden kehittämisestä asiakkaille ja sidosryhmille sekä tehtaan projektien logistiikan suunnittelusta ja organisoinnista. Lisäksi logistiikkapäällikkö toimii LSP:n Konecranes-yhteyshenkilönä ja valvojana. Haastateltu logistiikkapäällikkö työskentelee komponenttitehtaalla.

Vaunu kuitataan tuotannossa valmistuneeksi, joten sen sijainti on SAP:ssa valmistuotevarasto. SAP tarkistaa noin 15 minuutin välein uudet tilaukselle valmistuneet tuotteet. Kun SAP huomaa valmistuneen tuotteen, lähtevä toimitusdokumentti muodostuu SAP:ssa taustalla automaattisesti. SAP luo sille automaattisesti siirtotilauksen lähettämön varastoon, joka on samalla ilmoitus logistiikalle tuotteen valmistumisesta. Tehtaan varastotyöntekijälle tulostuu automaattisesti

keräilydokumentti, jonka mukaan keräilee tavaran, toimittaa LSP:n haltuun dokumentti mukana vaunussa ja kuittaa keräilyn SAP:iin.

LSP:n työntekijät keräilevät muut tuotteet kuin vaunut pakkaamoon, kiinnittävät TO-lapun tuotteeseen ja kuittaavat keräilyn. Jos tuote jää ulkovarastoon, TO-lappu viedään LSP:n toimistoon. Jos tuote viedään sisälle pakattavaksi, TO-lappu viedään pakkauslinjastolle. LSP päättää pakkauksesta tai valmiista vientipakkauksesta ammattitaidollaan. Pakkaaja noutaa TO:n toimistosta ja etsii oikean tuotteen. Pakkaaja kirjoittaa TO-lapulle kollin mitat ja painot toimittajan lähetteestä tai ne mitataan, jos tiedot puuttuvat. Tuotteen pakkausmerkinnät tehdään SAP:n Outbound Delivery -toiminnossa. Pakkaaja tekee pakkausraportoinnin ja kirjaa SAP:iin kollin mitat. Pakkaajalle tulostuu pakkaus- ja lähetyslista, jotka kiinnitetään kolliin ja toimittajan dokumentit poistetaan.

Logistiikkaosasto monitoroi lähtevien toimitusten tilaa ja valmistautuu tuleviin toimituksiin. Kun tuote on pakattu, toimitus voidaan aloittaa. SAP:ssa logistiikkaosasto luo tavaroille rahtikirjan (Shipment), joka on koontilista kolleista. Huolitsijalle lähetetään ilmoitus, että tuotteet ovat valmiina ja niille tarvitaan kuljetus. Logistiikkaosaston vastuulla on varata kuljetukset ulkomaisille toimituksille ja laatia kuljetusasiakirjat, kuten rahtikirja, alkuperätodistus tai muu asiakkaan vaatima dokumentti. Lähtökohtaisesti LSP vastaa kuljetusten varaamisesta Suomen sisäisiin toimituksiin.

Lähettämön työntekijät keräilevät lähtevän toimituksen. Kuljettaja noutaa tavarat, lastaa kuljetusyksikköön ja kuljettaa ulos tehdasalueelta. Logistiikkaosasto tekee SAP:ssa tavaroiden lähetyskuittauksen, joka poistaa lähetetyt tuotteet varastosaldoista. Logistiikkaosasto tarkistaa laskutustyölistan ja luo mahdollisesti tarvittavan proforma-laskun sekä varsinaisen myyntilaskun siirtotilauksiin pohjautuen. Myyntitilaus kuitataan SAP:iin valmiiksi.

6.13 Prosessin suorituskyky

Cross-Docking-toimintamallin suunnitteluprojektin ensimmäisessä vaiheessa määriteltiin suorituskykymittarit. Mittareiden avulla arvioidaan, kuinka merkittävä vaikutus projektilla on mittarikohtaisten kustannusten vähentämiseen. Määritellyt mittarit tukevat projektin tavoitteita:

- Ylimääräisten työvaiheiden kokonaiskesto → €
- Materiaalin läpimenoaika → kiertonopeus → toimituksen oikea-aikaisuus → WIP → €.

Ylimääräisten työvaiheiden ajan kokonaiskestoon sisältyvät ylimääräiset fyysiset materiaalisiirrot ja SAP TO -kuittaukset siirtoa kohden logistiikan työntekijöille sekä näistä aiheutuvat lisäkustannukset yritykselle. Haastatteluissa kävi ilmi, että ongelmatilanteissa ylimääräisiin työvaiheisiin sisältyy lisäksi logistiikan, oston sekä tuotannonsuunnittelun selvitystyötä ja etsintää (liite 1). Tutkimuksessa selvitettiin läpivirtaavan materiaalin läpimenoaika, joka vaikuttaa toimituksen oikea-aikaisuuteen. Oikea-aikainen toimitus parantaa varaston kiertonopeutta ja vähentää keskeneräiseen työhön sitoutunutta arvoa.

Taulukko 1. Komponenttitehtaiden projekti- ja päävarastot.

Komponenttitehtaiden projekti- ja päävarastot			
Varastotyyppi	Tehdas	Nimike	Selite
S01	CHG	PTO	Projektivarasto
S02	CHA UM	PTO	Projektivarasto
S05	CHA RTG	PTO	Projektivarasto
FT1	CHA UM	PTS	Kiinteäpaikkainen varastoalue
MG1	CHG	PTS	Päävarasto
MT1	CHA UM	PTS	Päävarasto
MT2	CHA RTG	PTS	Päävarasto

Tutkimuksessa mukana olivat vaihdetehtaan projektivarasto (S01), vaunutehtaan UM-linjan projektivarasto (S02) ja vaunutehtaan RTG-linjan projektivarasto (S05), joissa varastoidaan PTO-nimikkeet. Mukana olivat myös vaunutehtaan UM-linjan kiinteäpaikkainen varastoalue (FT1) ja päävarasto (MT1), vaihdetehtaan päävarasto (MG1) sekä vaunutehtaan RTG-linjan päävarasto (MT2), joissa PTS-nimikkeet varastoidaan (taulukko 1).

6.13.1 Ylimääräisten työvaiheiden kokonaiskesto

SAP:sta ajettiin raportti vuoden 2021 ajalta nimikkeistä, jotka oli varastoitu tuotannon varastoihin, josta ne oli siirretty suoraan N5-pakkaamoon (taulukko 2). Raportti sisälsi komponenttitehtaiden projekti- ja päävarastot (taulukko 1). Uloslähteviä rivejä oli yhteensä 2169, joista uloslähteviä PTO-nimikkeitä oli 1332 ja PTS-nimikkeitä 837. Vaunutehtaan UM-linjan S02-projektivarastoon ohjataan 976 nimikettä 1332 PTO-nimikkeistä.

Taulukko 2. SAP-raportin rivit tuotannon varastoista pakkaamoon 2021.

Rivit tuotannon varastoista pakkaamoon 2021						
Rivimäärä	Vahvistettu	Peruutettu	PTO	PTS	S02	L16PIHA
2230	2169	61	1332	837	976	72

Taulukko 3. Ylimääräisten työvaiheiden arvioitu kokonaiskesto.

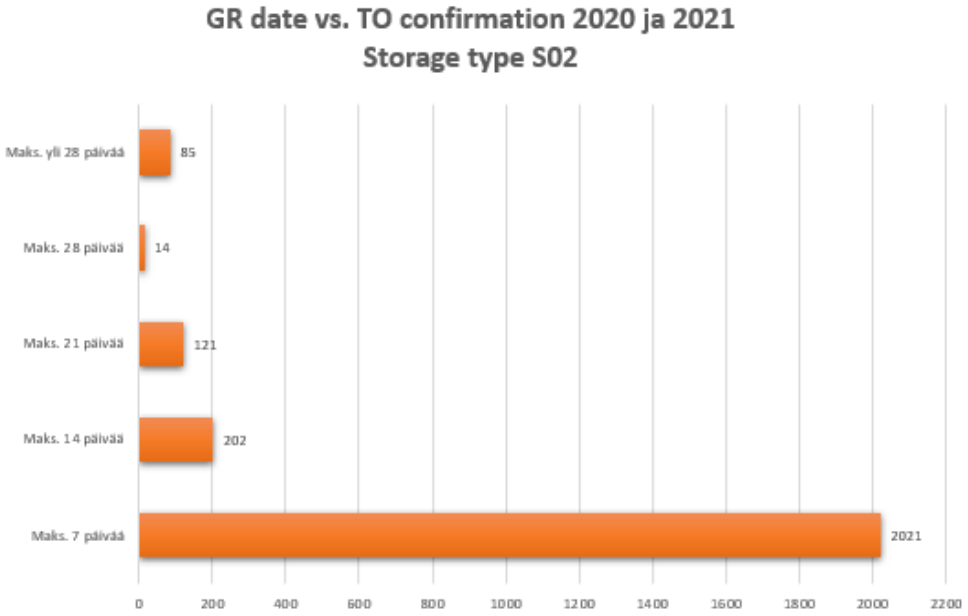
Ylimääräisten työvaiheiden arvioitu kokonaiskesto					
	h/nimike	nimikettä/vk	h/vk	nimikettä/a	h/a
Sisälogistiikka	0,25	24,6	6,15	1260	315
Vaunupakkaamo (L16PIHA)	0,75	1,4	1,05	72	54
Osto	0,75	7	5,25	371	278,25
Tuotannonsuunnittelu	1,25	5	6,25	265	331,25
Yhteensä	3		18,7		978,5

Asiantuntijoiden kanssa arvioitiin ylimääräisten työvaiheiden kestojen keskiarvot toiminnoittain haastattelujen perusteella (taulukko 3). Läpivirtaavan materiaalin etsiminen, siirto ja TO-kuittaus vie sisälogistiikan työntekijältä ylimääräistä työaikaa yhteensä noin 15 minuuttia. L16PIHA-varastopaikkaan ohjatun suuren toimituksen pakkaaminen, siirto ja TO-kuittaus vie vaunupakkaamon työntekijältä ylimääräistä työaikaa yhteensä noin 45 minuuttia. Ongelmatilanteessa selvitystyö kestää noin 45 minuuttia ostajalta ja noin 75 minuuttia vaunutehtaan tuotannonsuunnittelijalta. Tuloksena saatiin, että PTO-suoratoimitusnimikkeet aiheuttavat Konecranesin työntekijöille ja toimihenkilöille ylimääräistä työaikaa arviolta yhteensä 978,5 tuntia vuodessa.

6.13.2 Varastointiaika

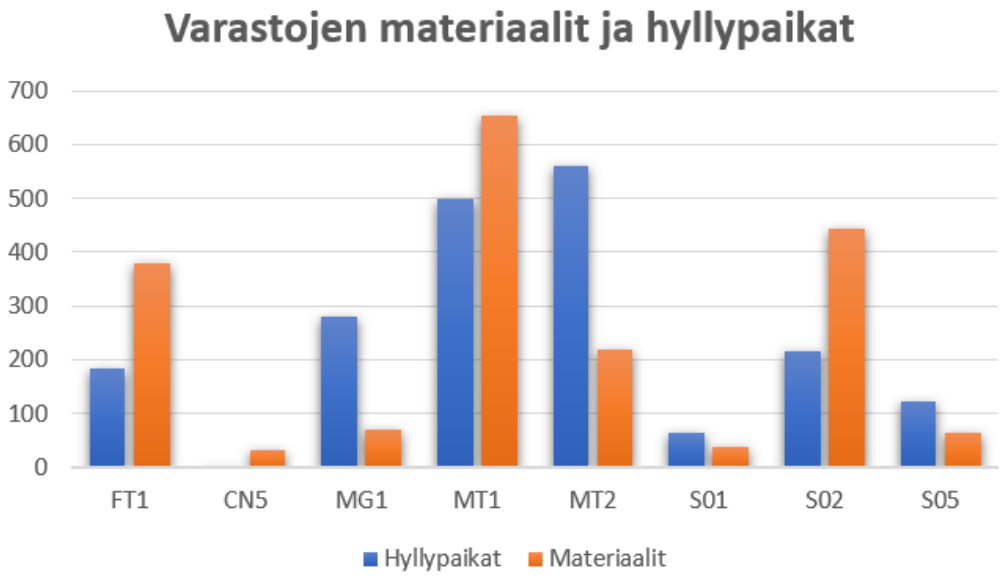
Tutkimuksessa selvitettiin komponenttitehtaiden projekti- ja päävarastojen varastointiaika. SAP:n LT22-transaktiossa varastonhallintatiedoista vertailtiin vuosien 2020 ja 2021 ajalta tavaran vastaanoton päivämääriä (GR Date) ja varaston keräilykuittausten päivämääriin (TO Confirmation date) (taulukko 4). GR Date on päivämäärä, jolloin materiaali on vastaanotettu eli sijaitsee vastaanottovarastossa. TO Confirmation date on päivämäärä, jolloin materiaali on kuitattu keräillyksi eli siirretään vaunutehtaan UM-linjan S02-projektivarastosta pakkaamoon.

Taulukko 4. Varastointiaika.



SAP-raportin avulla selvitettiin materiaalien varastointiaika, kuinka pitkään läpivirtaavat materiaalit kuormittavat tuotannon S02-varastoa. Tuloksena saatiin, että uloslähtevät nimikkeet viettävät pääsääntöisesti maksimissaan viikon vastaanottovarastossa ja vaunutehtaan UM-linjan S02-projektivarastossa.

Taulukko 5. Varastojen materiaalit ja hyllypaikat 28.09.2021.

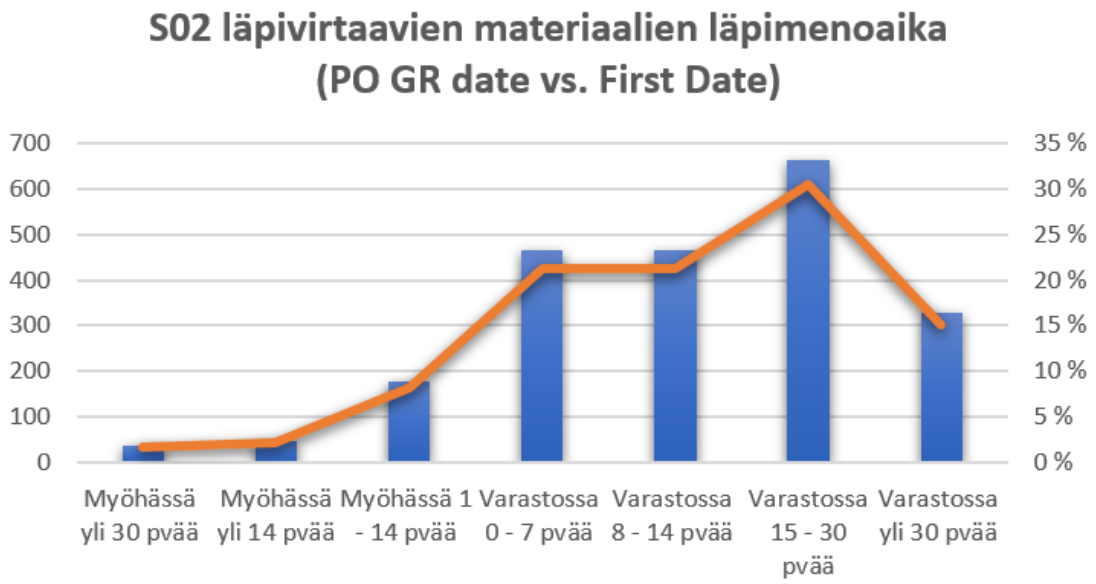


SAP:sta ajettiin 28.09.2021 varastomateriaalien ja hyllypaikkojen raportti (taulukko 5). Varastoraportti osoitti komponenttitehtaiden projekti- ja päävarastojen materiaalien- sekä hyllypaikkojen määrät kyseisenä päivänä. Tuotannon hyllypaikkoja vapautuisi, jos läpivirtaava materiaali ohjattaisiin suoraan U5-vastaanoton kautta lähettämön CN5-varastoon.

6.13.3 Läpimenoaika

Läpivirtaavien PTO-nimikkeiden SAP:n varastonhallintatiedoista vastaanottopäivää (GR date) verrattiin toimituspäivään (First Date) (taulukko 6). Toimituspäivät haettiin SAP-transaktiosta VL06O lähtevien toimitusten perusteella. Tuloksena havaittiin, että kokonaisuudessaan 45 prosenttia kaikista PTO-nimikkeistä varastoidaan yli kaksi viikkoa ennen toimituspäivää.

Taulukko 6. Läpivirtaavien materiaalien läpimenoaika.



Osa toimituksista sisältää useita eri toimittajien tuotteita, jotka lähetetään Hyvinkäältä asiakkaalle samaan aikaan. Koko toimituksen saapumisen odottaminen voi pidentää toimitusaikaa. WIP vähentyisi sekä toimituksen oikea-aikaisuus ja nopeus kasvaisivat, jos tuotteen osto suoritettaisiin tarvittaessa lähempänä toimituspäivää tai vaihtoehtoisesti aikaistettaisiin toimituspäivää.

7 Toiminnassa havaitut kehityskohteet

Läpivirtaavan materiaalivirran nykytilan prosessiselvityksessä havaittiin ongelmia. Projektissa järjestettiin kaksi työpajaa, joiden tavoitteina oli käydä läpi, analysoida ja priorisoida havaittuja ongelmia. Työpajat suunniteltiin ja ideoitiin laatuinsinöörin kanssa aivoriihimenetelmän avulla. Työpajoihin osallistuivat keskeiset osastojen edustajat: tilaustenkäsittely, työnsuunnittelu, tuotannonsuunnittelu, osto, varastonhallinta, logistiikka ja laatu. Läpivirtaaviin materiaaleihin liittyvät ongelmahavainnot tuotiin esille työpajassa. Asiantuntijoiden kanssa päätettiin, mitkä niistä valitaan jatkotutkimukseen. Näiden lisäksi prosessiselvityksen yhteydessä havaittiin myös muihin aiheisiin liittyviä ongelmia.

Työpajoissa tehtiin yhteistyössä kolme tehtävää. Työpajan ensimmäisessä tehtävässä ongelmahavainnot esiteltiin yksitellen. Ongelman tunnistanut asiantuntija kertoi siitä tarkemmin. Työpajan toisessa tehtävässä arvioitiin toiminnoittain ongelmien ylimääräisiin työvaiheisiin käytetyn ajan minimi- ja maksimikestot ja laskettiin niiden keskiarvot (taulukko 2). Tärkeimmät kehityskohteet priorisoitiin ylimääräisen työn kokonaiskeston perusteella. Projektin kehityskohteeksi valittiin eniten ylimääräistä työaikaa vievä ongelma: ’’Tehtaan L16-vastaanottoon ohjataan läpivirtaava materiaali’’.

7.1 Tehtaan L16-vastaanottoon ohjataan läpivirtaava materiaali

Työnsuunnittelija ohjaa läpivirtaavan materiaalin tehtaan L16-vastaanottoon. Materiaali voitaisiin sellaisenaan ohjata suoraan etulinjayksikön U5-tavaranvastaanottoon, koska materiaali on tuotannosta irrallinen. Tästä seuraa ylimääräisiä työvaiheita, jotka aiheuttavat lisäkustannuksia yritykselle.

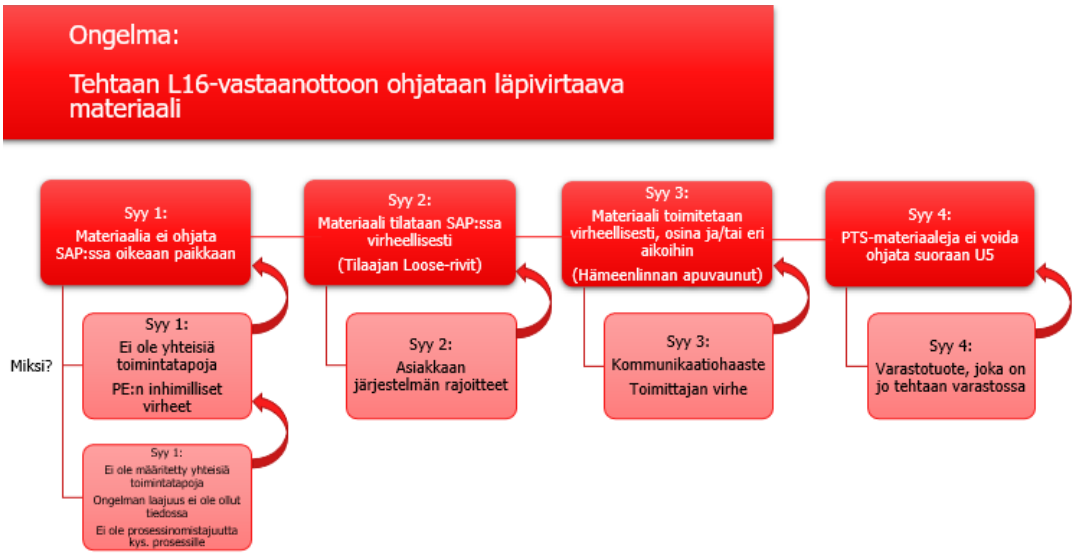
Tuotannonsuunnittelijoilla ei ole SAP:ssa näkyvyyttä tehtaalle saapuvien läpivirtaavien materiaalien tilaan ja sijaintiin. Lisäksi sisälogistiikan ja tuotannon työntekijöillä ei ole näkyvyyttä niiden sijaintiin. Materiaalit tulevat työntekijöiden keräilyjonoihin, joten niitä etsitään tehdasalueelta. Tuotannonsuunnittelijat ja

ostajat toimivat välikätenä, kun tehtaalta tiedustellaan materiaalien tilaa tai sijaintia. Tuotannonsuunnittelija tarkistaa ostotilausnumeron selvittääkseen, mikä tuote on kyseessä, onko se saapunut varastoon ja missä se sijaitsee. Tuotannonsuunnittelijalla ei ole näkyvyyttä materiaalin tarkempiin tietoihin, joten selvittää materiaalin tilanteen ja sijainnin ostajalta. Ostaja puolestaan selvittää läpivirtaavan materiaalin tilanteen GOM:n kanssa.

Nosturivaunun ulkoisten materiaalien, kuten huoltotasojen, toimitukset tuodaan L16-vastaanotosta L25-oven vasemmalle puolelle vaunupakkaamon viereen. Suuret toimitukset tukkivat kulkureitin, mikä on turvallisuusriski. Vaihtoehtoisesti toimitus tuodaan pihalle L24-oven edustalle ulkovarastoon. Keräilylista tuodaan ilman erillistä ilmoitusta vaunupakkaajan pöydälle LSP:n toimistoon, jolloin toimitus voi odottaa kulkureitillä pidempään. Vaunupakkaaja keräilee materiaalit listan mukaan ja kuljettaa ne U5-vastaanottoon ja N5-lähettämöön. L16-vastaanotosta tuodaan myös pientavaraa L-hallin edustalle. Suurin osa pientavarasta on saatu hallintaan, sillä LSP:n työntekijät N5-lähettämöstä ja U5-vastaanotosta keräilevät ne.

7.2 5 x miksi

Työpajassa valitusta kehityskohteesta tehtiin syy-seuraus-analyysi Lean Six Sigman 5 x miksi -menetelmän avulla. Ongelman syyt ja niiden juurisyyt tunnistettiin, miksi tehtaan L16-vastaanottoon ohjataan läpivirtaava materiaali (kuva 25).



Kuva 25. 5 x miksi.

Syy 1: Materiaalia ei ohjata SAP:ssa oikeaan paikkaan. GOM ja PE eivät aina tarvittaessa tilaa läpivirtaavia materiaaleja suoraan etulinjayksikön U5-tavaran-vastaanottoon. KHC-toiminnassa ei ole yhteistä toimintatapaa, joka edellyttäisi tuotannossa tarpeettomien materiaalien tilaamista suoraan U5-vastaanottoon. Työnsuunnittelijoiden välillä on näkemyseroja toimintatavoista asiakkaiden ja tuoteperheiden suhteen.

Nimikkeitä on paljon ja niitä lisätään jatkuvasti uusien projektien myötä. PE:t käsittelevät suuria määriä materiaaleja SAP:ssa. Läpivirtaaviin toimituksiin ei ole määritetty yhteisiä virallisia toimintatapoja, koska ongelman laajuutta ja siitä aiheutuvaa ylimääräisen työn määrä ei ole aiemmin tunnistettu. Prosessille ei ole määrätty prosessinomistajaa. Täten inhimilliset virheet materiaalinohjauksessa ovat mahdollisia. Sama ongelma tunnistetaan kaikilla Konecranes Hyvinkään tehtailla.

Syy 2: Materiaali tilataan SAP:ssa virheellisesti. Nykyinen toimintatapa johtuu tilaajasta, koska tilaajan järjestelmässä on tällä hetkellä tilausrajoitteita. Tilaaja on hiljattain ottanut käyttöön 1KC SAP:n ja nykyisellä mallilla ei ole mahdollista tilata irrallaan toimitettavia rivejä omina myyntitilausriveinään. Tästä johtuen

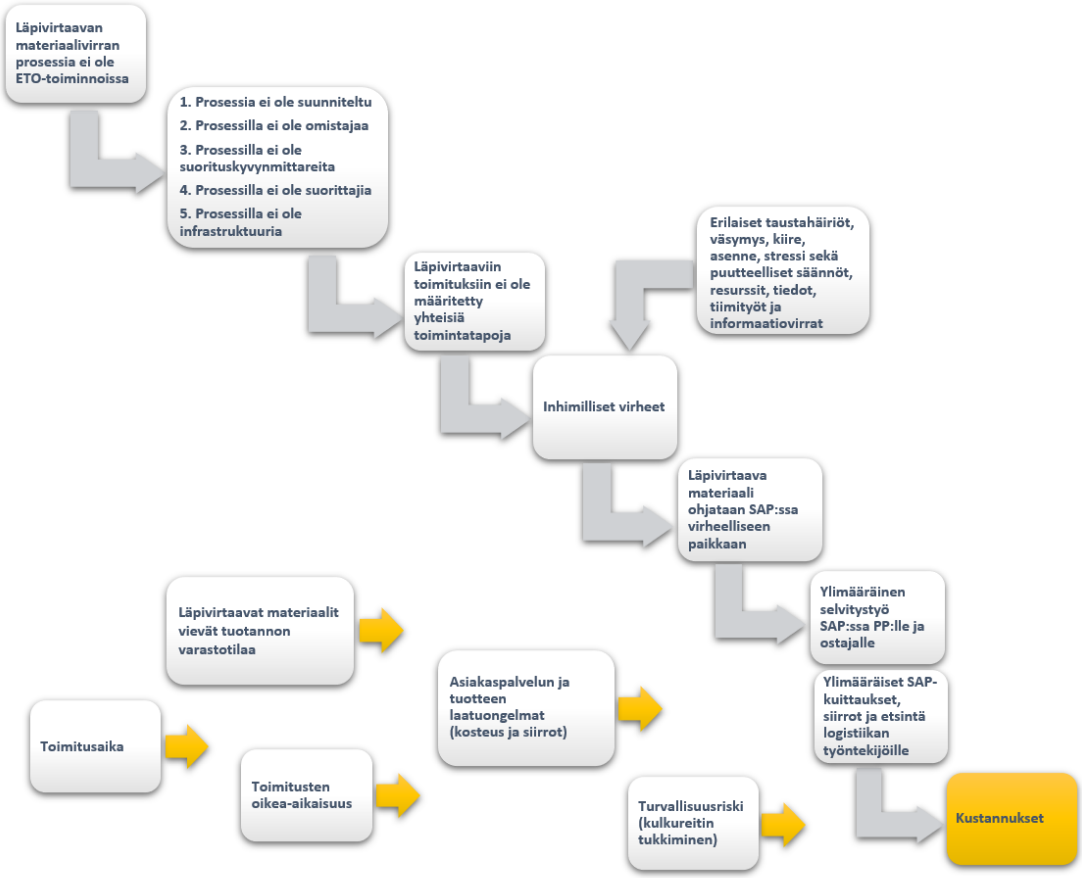
materiaali tilataan Loose-riveinä. Kun tilaajan tilausprosessi on kunnossa, toimituksia ei enää ohjata vaunutehtaan kautta.

Syy 3: Materiaali toimitetaan virheellisesti, osina tai eri aikoihin. Konecranes Hämeenlinna lähettää Hyvinkään tehtaalle apuvaunuja sovitusta poiketen. Materiaalia ei aina toimiteta tilauksessa sovittuna kokoonpanona, pakkausmääränä ja samana toimitusaikana. Pakkausten sisältö tulee tarkistaa ja koko toimituksen saapumista odottaa. Joskus tehtaalla tehdään apuvaunulle pieni työ. Näistä syistä johtuen ne on ohjattava tehtaan L16-vastaanottoon. Hämeenlinnan ja Hyvinkään tehtaiden välillä on kommunikaatiohaasteita.

Syy 4: Purchase to Stock -materiaaleja ei voi ohjata suoraan U5-vastaanottoon. PTS-materiaaleja voidaan käyttää yhdessä sekä tuotannossa että läpivirtaavissa toimituksissa. Materiaalit varastoidaan aina sen tehtaan varastoissa, jossa käyttöä on eniten. Tuotannon tarvitsemat PTS-materiaalit voidaan mahdollisesti myydä loppuun asiakkaalle, jolloin tuotanto jää ilman materiaaleja ja tuotanto keskeytyy. Usein näillä nimikkeillä on kuitenkin varmuusvarastoja.

7.3 Syy-seuraus-analyysi

SAP ERP -järjestelmä otettiin käyttöön Konecranes Hyvinkäällä vuonna 2016. Tästä lähtien läpivirtaavien materiaalien toimituksissa on havaittu ongelmia. Läpivirtaavan materiaalin prosessin kehittämistarve liittyy kahteen prosessialueeseen: Warehouse Management ja Logistics sekä Production Engineering, jotka ovat prosessitiimien omistamat.



Kuva 26. Syy-seuraus-analyysi.

Konecranes Hyvinkään ETO-toiminnassa ei ole läpivirtaavan materiaalivirran prosessia. Hämeenlinnan toimipisteen CTO-toiminnassa on vastaavaan ongelmaan luotu Inbound Delivery -ratkaisu, mutta prosessi vaatii vielä SAP-kehitystä. Näistä syistä johtuen läpivirtaavan materiaalin prosessilla ei ole mahdollistajia.

Läpivirtaavan materiaalivirran prosessia ei ole tunnistettu, mikä tarkoittaa, että prosessin toteutusta ei ole kattavasti suunniteltu ja määritelty. Prosessinomistaja tuntee prosessin ja siihen kuuluvat järjestelmät. Prosessilla ei ole omistajaa, joka olisi vastuussa prosessista, sen kehityksestä ja tuloksista. Läpivirtaavan materiaalivirran prosessilla ei ole omistajan määrittelemiä suorituskyvynmittareita, eikä niiden laatua valvota. Läpivirtaavia materiaaleja ei ole aiemmin seurattu tai dokumentoitu, joten niiden tarkkaa määrää ei ole tiedossa. Prosessissa ei ole suorittajia, jotka suorittavat prosessin tiedoillaan ja taidoillaan.

Prosessilla ei ole sitä tukevaa infrastruktuuria eli siihen sopivia tieto- ja hallintajärjestelmiä. SAP-järjestelmää ei ole kehitetty vastaamaan prosessin tarpeita. Konecranesin nykyiset prosessinomistajuudet on suunniteltu tukemaan suurempia prosessikokonaisuuksia, mutta ei niinkään pienempiä poikkitoiminnallisia prosesseja. Konecranesin liiketoimintaprosessien uudelleensuunnittelu voisi parantaa suorituskykyä ja tarjota lisäarvoa asiakkaille. Yrityksen on aina ajan mittaan uudistettava prosessejaan.

Haastattelujen perusteella ongelman laajuus ja sitä seurannut ylimääräinen työ eivät olleet aiemmin tiedossa. KHC-tehtailla ei ole määritetty ja dokumentoitu yhteisiä virallisia toimintatapoja läpivirtaaviin toimituksiin. Yhteiset toimintatavat ja säännöt ovat perusta yrityksen jatkuvaan kehitykseen sekä jokapäiväiseen työhön. Toimintatavat ja säännöt määräävät myös, kuinka tehokkaasti yritys voi hyödyntää järjestelmiään.

Yhteisten toimintatapojen puuttuminen mahdollistaa inhimillisten virheiden toistumisen. Lisäksi inhimillisiin virheisiin vaikuttavia tekijöitä on erilaiset taustahäiriöt, väsymys, kiire, asenne, stressi sekä puutteelliset säännöt, resurssit, tiedot, tiimityöt ja informaatiovirrat. (Gangidi P. 2019, s. 301-302.)

Järjestelmän ongelman aiheuttama inhimillinen virhe johtaa läpivirtaavan materiaalin virheelliseen ohjaukseen tehtaan L16-vastaanottoon. Tämä johtaa ylimääräisiin työvaiheisiin, kuten tuotannonsuunnittelijan ja ostajan ylimääräiseen selvitystyöhön SAP:ssa. Tuotannonsuunnittelija ja ostaja toimivat välikätenä materiaalin tilan ja sijainnin selvittämiseksi. Inhimillinen virhe materiaalinohjauksessa johtaa myös ylimääräisiin fyysisiin materiaalisiirtoihin ja SAP TO -kuittauksiin sisälogistiikan ja tuotannon työntekijöille.

Haastatteluissa kävi ilmi, että virheitä tapahtuu usein prosessin vaiheissa, joissa vastuu siirtyy seuraavalle osastolle. Osastojen edustajat eivät tiedä yksityiskohtaisesti toisten osastojen työtehtävistä. Kaikilla työntekijöillä on omat työtehtävänsä ja toimintatapansa. Läpivirtaaviin toimituksiin ei ole määritetty osastojen välisiä yhteisiä toimintaohjeita. Informaatiovirtoja tilaustenkäsittelyn,

työnsuunnittelun, oston ja tuotannonsuunnittelijoiden välillä voitaisiin kehittää. Toistuvien virheiden selvittäminen ja korjaaminen vie aikaa, mikä aiheuttaa yritykselle lisäkustannuksia. Nykyinen lähestymistapa virheiden korjaamiseen ei ole ennaltaehkäisevää, vaan virheet korjataan, kun ne ovat jo tapahtuneet.

Taulukko 7. Projektin löydökset.

Projektin löydökset	
1.	ETO-toiminnassa ei ole tunnistettu läpivirtaavan materiaalin prosessia.
2.	Läpivirtaavan materiaalin prosessilla ei ole mahdollistajia: suunnittelua, omistajuutta, mittareita, suorittajia ja infrastruktuuria.
3.	Läpivirtaaville materiaaleille ei ole määritelty yhteisiä toimintatapoja.
4.	Materiaalinohjauksessa esiintyy inhimillisiä virheitä.
5.	Virheellisesti ohjatut läpivirtaavat materiaalit aiheuttavat ylimääräisiä työvaiheita tuotannonsuunnittelijalle, ostajille ja logistiikan työntekijöille.
6.	PTO-suoratoimitusnimikkeet aiheuttavat arviolta 978,5 tuntia ylimääräistä työaikaa vuodessa.
7.	Tuotannossa tarvittavat PTS-materiaalit voidaan myydä asiakkaalle, jolloin tuotanto jää ilman materiaaleja.
8.	Materiaali tilataan SAP:ssa virheellisesti Loose-riveinä johtuen tilaajan järjestelmän rajoitteista.
9.	Konecranesin Hämeenlinnan tehtaan apuvaunut toimitetaan Hyvinkäälle sovitusta poiketen.
10.	Läpivirtaavat materiaalit vievät tuotannon varastotilaa.
11.	Läpivirtaavan materiaalin ongelma tunnistetaan kaikilla Konecranes Hyvinkään tehtailla.
12.	Ongelma vaikuttaa negatiivisesti tärkeimpiin tuotannon tavoitteisiin ja mittareihin sekä aiheuttaa lisäkustannuksia yritykselle.
13.	Toimittajien toimitusvaatimuksia ei oston toimesta usein noudateta.
14.	Ostojen toimitusajat määritetään usein huomattavasti ennen tarvepäivää.
15.	45 prosenttia kaikista PTO-nimikkeistä varastoidaan yli kaksi viikkoa ennen toimituspäivää.

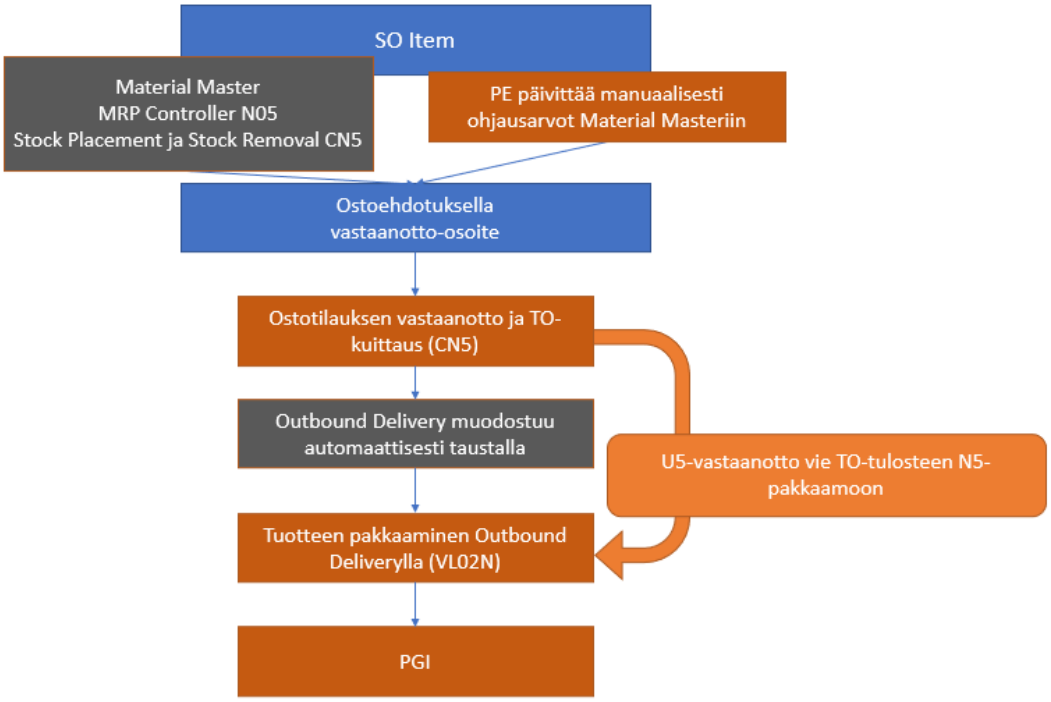
Läpivirtaavan materiaalin ongelmalla on negatiivinen vaikutus tärkeimpiin tuotannon tavoitteisiin ja mittareihin. Toimitusten oikea-aikaisuus voi heikentyä, toimitusaika voi pidentyä, materiaalit voivat viedä tuotannon varastotilaa, varaston kierto voi hidastua, WIP voi kasvaa sekä asiakaspalvelun ja tuotteen laatu voivat heikentyä. Turvallisuusriski kasvaa kulkureitin tukkimisesta. Materiaalin hajoamisriski kasvaa ylimääräisten materiaalinsiirtojen vuoksi. Materiaalin kosteusvaurioiden riski kasvaa ylimääräisestä ulkona varastoinnista. Näistä aiheutuu yritykselle lisäkustannuksia.

8 Kehitysehdotukset

Cross-Docking-toimintamallin suunnittelun kehitysehdotukset perustuvat projektin tutkimustietoihin, yhteistyöhön prosessinomistajan kanssa ja asiantuntijoiden palautteisiin. Kehityspäällikkö hyväksyi toimeksiantajan toimesta lopulliset ehdotukset, joiden kehitystä viedään eteenpäin. Insinöörityön kehitysehdotukset koostuvat kuudesta kokonaisuudesta.

8.1 Kiinteän huoltotason mallin laajentaminen

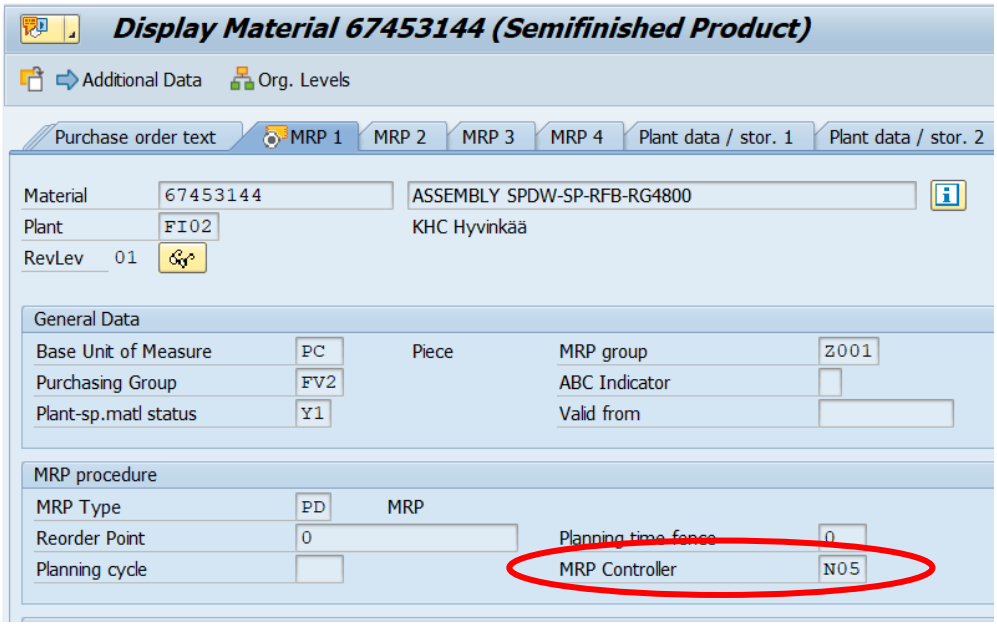
Kiinteä huoltotaso on vakiotuote, joka ohjataan nykyisen mallin mukaan suoraan U5-vastaanottoon (liite 3). Sama toimittaja toimittaa huoltotason kokonaisuudessaan. Kiinteä huoltotaso ei sisällä kaupallisia osia, eikä sitä tarvita vaunutehtaan kokoonpanoihin. PTO-nimikkeen SAP Material Master -datan ohjausarvot on määritetty pysyvästi suoraan U5-vastaanottoon.



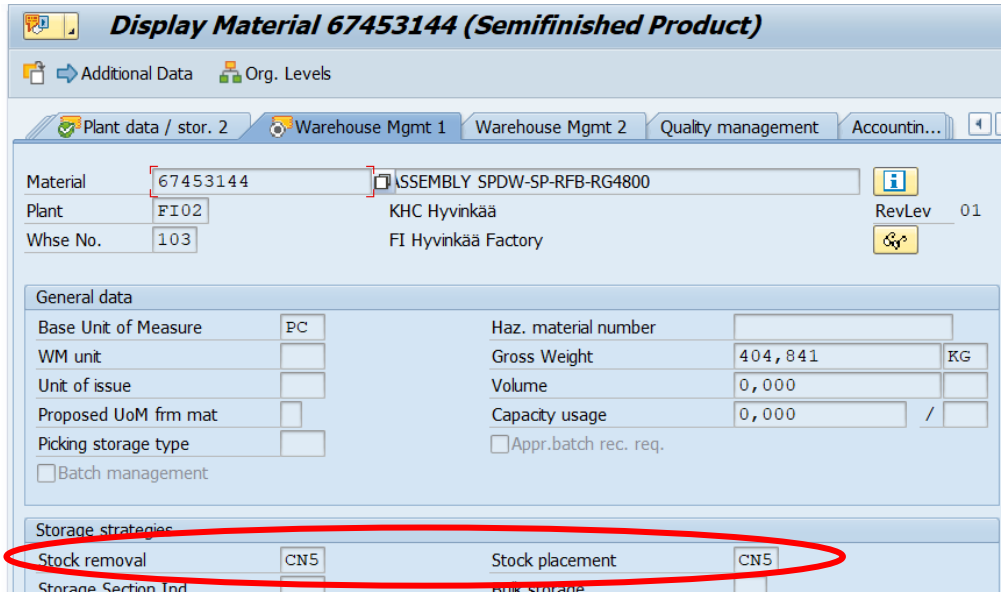
Kuva 27. Kiinteän huoltotason yksinkertaistettu malli.

Kiinteän huoltotason ohjauksen SAP-määritykset ovat Material Master -toiminnossa. MRP 1 -välilehdellä on MRP Controller, joka ohjaa fyysisen vastaanottopisteen, johon materiaali ohjataan (kuva 28). Warehouse Mgmt 1 -välilehdellä on varaston hyllytys- ja keräilyparametrit: Stock placement ja Stock removal (kuva 29). Purchasing Group ohjaa materiaalin ostajan työjonoon (kuva 30).

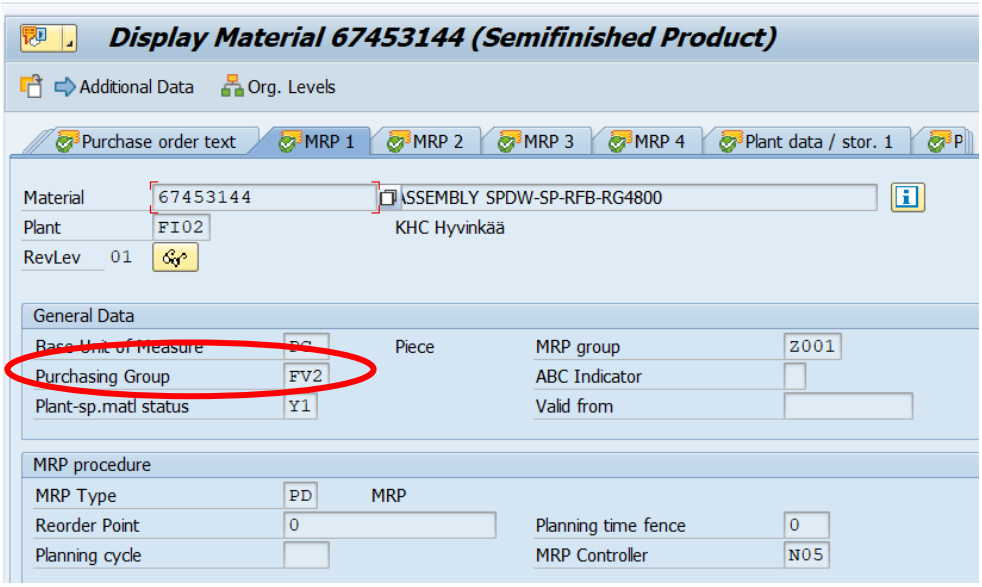
Kiinteän huoltotason SAP-ohjausmäärityksiä käytetään mallina ja laajennetaan muihin läpivirtaaviin materiaaleihin. PTO-nimikkeiden, joita Konecranes ei käytä tuotannossaan, Master Datan ohjausmääritykset voidaan muuttaa pysyvästi U5-vastaanottoon.



Kuva 28. MRP Controller.



Kuva 29. Stock removal ja Stock placement.



Kuva 30. Purchasing Group.

PTO-materiaaleilla voi olla yhteiskäyttöä sekä tuotannossa että suoratoimituksissa. Tuotannon yhteiskäyttönimikkeitä ovat esimerkiksi köydet, joiden MM:n ohjausarvot on pidettävä oletusarvoisesti tehtaalla. Näissä tapauksissa työnsuunnittelu määrittää ohjausarvot manuaalisesti suoraan U5-vastaanottoon (liite 4). Työnsuunnittelu tekee manuaalisen MRP-ajon, jotta nimikkeen ohjausarvot päästään saman tien muokkaamaan ostoehdotuksella kiinteän huoltotason mallin mukaisesti. Kiinteän huoltotason mallin laajentamisen kehitysehdotus esitellään tuotantoyksiköille.

8.2 PTS-materiaalien ohjaus

Tuotannossa tarvittavat PTS-materiaalit voidaan myydä myös asiakkaalle. Asiakastilaus voi mahdollisesti varata SAP:ssa tuotannon varastoa, jonka seurauksena tuotanto jää ilman kyseisiä materiaaleja ja tuotantoprosessi keskeytyy varaston materiaalitäydennykseen asti. SAP-järjestelmä varaa PTS-materiaalit tilauksiin toimituspäivän mukaan priorisoimatta tuotantotilauksia. Jos nämä PTS-materiaalit ostettaisiin suoraan myyntitilaukselle niiden määrän ja toimitusajan perusteella, tuotanto ei jäisi ilman materiaaleja myynnin asiakasvarausten vuoksi.

GOM voi avata PTS-myyntitilausrivin ja tarkistaa materiaalin varastosaatavuuden ottaen huomioon eräkoon ja toimitusajan. Jos varastosaatavuutta ei ole tai tilattu määrä on niin suuri, että ei ole perusteltua toimittaa tehtaan varastosta, tilauksenkäsittelijä tapauskohtaisesti kääntää tuotteen ostoon DFS-riviksi. DFS-nimike voidaan ohjata suoraan U5-vastaanottoon. GOM merkitsee tekstivälilehdelle lisätiedon toimituksesta U5-vastaanottoon. PTS-rivin ostoon kääntämisen etuja ovat: tuotannon materiaalien saatavuus varmistuu, keräilyn ja pakkaamisen määrä vähenee sekä varaston ennustettavuus paranee, kun DFS-myyntitilaukset eivät vaikuta ennusteeseen, mikä vähentää varaston ennenaikaisen loppumisen riskiä.

8.3 Yhteisten toimintatapojen dokumentointiprojekti

Työnsuunnittelijoille ei ole määritetty läpivirtaaviin toimituksiin yhteisiä toimintatapoja. Työnsuunnittelijat tekevät yhteistyötä tarkastellakseen ja analysoidakseen nykyisiä käytäntöjään. Tämän jälkeen määritetään ja dokumentoidaan työnsuunnittelijoiden viralliset yhteiset toimintatavat läpivirtaaviin toimituksiin. Dokumentointi sisältää vakiotuotteiden ja tuoteperheiden ohjausmääritykset.

Kun Cross-Docking-prosessi konseptoidaan ja implementoidaan KHC:n ETO-toimintaan, jatkoprojektissa päivitetään työnsuunnittelun yhteiset toimintatavat. Yhteiset ja selkeät toimintatavat mahdollistavat työnsuunnittelun sujuvan etenemisen, parantavat sisäistä viestintää ja työilmapiiriä sekä vähentävät materiaalinohjausvirheitä.

8.4 SAP-toiminnallisuuden uudelleensuunnittelu

Warehouse Management- ja Logistics-prosessinomistajan kanssa on aloitettu yhteistyö, joka toteutetaan hänen koulutuksensa tapaustutkimuksen yhteydessä. Tapaustutkimuksen tavoitteena on suoraviivaistaa ja automatisoida nykyistä läpivirtaavan materiaalin prosessia.

Kiinteän huoltotason prosessiin mahdollinen muutos on U5-tavaranvastaanoton jälkeisen TO-hyllytyskuittauksen SAP-automatisointi CN5-varastopaikkaan, joka luo automaattisesti siirtotilauksen. Vastaanottotyöntekijät tekevät nykyisessä mallissa erikseen TO-kuittauksen SAP:ssa, vaikka fyysistä hyllytystä ei tapahdu. Tämä muutos ei vaatisi SAP-kehitystä, vain SAP-asetusten muuttamista.

Projektin edetessä havaittiin, että materiaalit odottavat tarpeettomasti varastoissa tietyissä prosessin vaiheissa. Nykyisessä mallissa U5-vastaanottotyöntekijät odottavat lähtevän toimitusdokumentin (Outbound Delivery) muodostumista ennen materiaalin siirtämistä pakkaamoon. Lisäksi valmistuotevarastossa L-hallin edustalla odottavat valmiiksi pakatut vaunut ennen siirtämistä lähettämöön, ja 45 prosenttia suoratoimitettavista PTO-nimikkeistä varastoidaan yli kaksi viikkoa ennen lähetystä. Täten SAP:n ennalta määritetyt ajoitukset eivät ole oikea-aikaisia kaikissa prosessin vaiheissa. SAP-aikavälien täsmällisyys tarkistetaan ylimääräisen odotusajan välttämiseksi.

Suunnitteilla on myös valmiiksi vientipakkauksissa olevien tuotteiden SAP-pakkausraportointi U5-vastaanotossa. Sellaisenaan vientipakkauksissa toimitettavia tuotteita ovat esimerkiksi huoltotasot. Näissä tapauksissa U5-vastaanoton työntekijöiden ei tarvitsisi viedä TO-dokumenttia N5-pakkaamoon, eikä N5-pakkaajan tarvitsisi tehdä erillistä pakkausraporttia valmiiksi pakatulle tuotteelle. Nämä muutokset voivat suoraviivaistaa ja tehostaa Outbound-prosessia.

SAP:ssa merkitään läpivirtaavan materiaalin indikaatti U5-vastaanottoa varten esimerkiksi nimikkeen lisätietoihin, josta henkilöstö tunnistaa materiaalin. Kaikkien lähtevien materiaalien toimitusalue on sama. Kiinteän huoltotason mallin laajentamisen jälkeen läpivirtaavien tuotteiden volyymi kasvaa. Jos valmiiksi vientipakkauksiin pakatuille materiaaleille voisi tehdä pakkausraportoinnin U5-vastaanotossa, vastaanoton työntekijä tunnistaisi indikaatista, mille toimituksille pakkausraportointi voidaan tehdä. Tämä selkeyttäisi henkilöstön työtä ja läpivirtaavan materiaalin luokittelua.

8.5 Cross-Docking-implementointi

Insinöörityöprojektissa tunnistettiin SAP:n Cross-Docking-prosessin tarve Konecranes Hyvinkään ETO-toiminnassa. Warehouse Management- ja Logistics-prosessitiimi on myös tunnistanut Cross-Docking-prosessin tarpeen, mutta sitä ei ole vielä resursoitu.

Warehouse Management- ja Logistics-prosessitiimi aloittaa Cross-Docking-prosessin suunnittelu- ja konseptointiprojektin. Prosessitiimi vertaa yrityksen toimintaa Benchmarking-menetelmällä yrityksiin, jotka jo käyttävät SAP:ssa Cross-Docking-prosessia. Tämän jälkeen selvitetään, tarvitsevatko muut Konecranesin toimipisteet ja yksiköt globaalisti kyseistä prosessia. Prosessin käyttäjät ovat mukana prosessin suunnitteluvaiheessa. Yrityksen keskeisten sidosryhmien kanssa suoritetaan sisäinen auditointi, jotta uuden prosessin käyttöönotto tapahtuu asianmukaisesti ja että muutokset vastaavat yrityksen odotuksia ja standardeja. Prosessitiimi kehittää SAP-järjestelmää niin, että Cross-Docking-prosessi voi toimia sujuvasti. Luodaan 1KC:n mukainen pilottiprosessi.

Tämän jälkeen aloitetaan käyttöönottoprojekti. Prosessin mahdollistajat tarvitsevat tuekseen yrityksen valmiuksia. Warehouse Management- ja Logistics-prosessitiimi esittelee Cross-Docking-prosessin liiketoimintayksikölle. Yksikkö kohdentaa resurssit, aikataulut, vastuut ja toimenpiteet prosessin implementointiin. Liiketoimintayksikkö määrittelee uudelleen prosessialueen roolit ja nimittää Cross-Docking-prosessille prosessinomistajan. Ylin johto tukee prosessitiimiä uuden Cross-Docking-prosessin käyttöönotossa.

1KC:n mukainen pilottiprosessi testataan ja implementoidaan ensin ETO-toimintoihin ja sen jälkeen mahdollisesti muihin yksiköihin. Muutokset yrityskulttuurissa tukevat uuden prosessin implementointia. Implementointi arvioidaan mahdollisten ongelmien ja poikkeamien varalta. Ongelmien ja poikkeamien juurisyyt pyritään poistamaan.

8.6 CTO SAP Inbound Delivery

Konecranes Hämeenlinnan toimipiste konseptoi ja implementoi Inbound Delivery -prosessin CTO-toiminnalle SAP-järjestelmän käyttöönoton yhteydessä vuonna 2015. Hämeenlinnan toimipiste on ratkaissut vastaavan läpivirtaavan materiaalivirran ongelman ja luonut sille oman prosessin. Hämeenlinnan ratkaisua esittelivät tilaustenkäsittelyn, varastonhallinnan, logistiikan ja oston edustajat. Hyvinkään ETO-toiminnassa on SAP:ssa Inbound Delivery -prosessi, jota käytetään eri tavoin.

Warehouse Management- ja Logistics-prosessinomistajan tapaamisessa varmistui, että CTO:n ratkaisu vaatii vielä SAP-kehitystyötä ja suoraviivaistamista. Prosessia sellaisenaan ei ole mahdollista käyttää ETO-toiminnassa. CTO Inbound Delivery -prosessille ei ole päivitettyä prosessikaaviota tai kaikille osastoille yhteistä ohjetta. Projektin tuotoksena luotiin kuvaajat läpivirtaavien materiaalien CTO- ja non-CTO-perusprosesseista. Non-CTO- ja CTO Inbound Delivery -prosesseja kehitetään ja tutkitaan edelleen sekä mahdollisesti hyödynnetään ETO-toimintojen uuden prosessin suunnittelussa.

8.7 Kehitysehdotusten yhteenveto

Kiinteän huoltotason malli laajennetaan läpivirtaaviin materiaaleihin. Läpivirtaavien PTO-nimikkeiden ohjausarvot määritetään SAP Master Dataan pysyvästi U5-vastaanottoon. Läpivirtaavien PTO-yhteiskäyttönimikkeiden osalta ohjausarvot muutetaan manuaalisesti, kun materiaalia ei käytetä tuotannossa. Tarkemmat ohjeet SAP-ohjausarvoista toimitetaan prosessinomistajille ja tuotannolle.

GOM kääntää tapauskohtaisesti SAP:ssa läpivirtaavat PTS-nimikkeet ostoon DFS-nimikkeeksi, jolloin ne voidaan toimittaa suoraan U5-vastaanottoon. Läpivirtaavat PTS-nimikkeet ostetaan suoraan omalle myyntitilaukselle määrän ja toimitusajan perusteella, jolloin tuotanto ei jää asiakasvarausten vuoksi ilman materiaaleja.

Taulukko 8. Kehitysehdotukset.

Kehitysehdotukset		
8.1	Kiinteän huoltotason mallin laajentaminen	Kiinteän huoltotason SAP-ohjausmäärityksiä käytetään mallina ja laajennetaan muihin läpivirtaaviin materiaaleihin.
8.2	PTS-materiaalien ohjaus	GOM kääntää tapauskohtaisesti SAP:ssa läpivirtaavat PTS-nimikkeet ostoon DFS-nimikkeeksi, jotka voidaan toimittaa suoraan U5-vastaanottoon.
8.3	Yhteisten toimintatapojen dokumentointiprojekti	Työnsuunnittelu määrittää ja dokumentoi yhteiset toimintatavat läpivirtaaviin toimituksiin.
8.4	SAP-toiminnallisuuden uudelleensuunnittelu	SAP-toiminnallisuutta uudelleensuunnitellaan ja automatisoidaan nykyisen kiinteän huoltotason prosessin vaiheissa.
8.5	Cross-Docking-implementointi	Warehouse Management- ja Logistics-prosessitiimi aloittaa Cross-Docking-prosessin suunnittelu- ja käyttöönottoprojektit.
8.6	CTO SAP Inbound Delivery	Hämeenlinnan CTO- ja non-CTO Inbound Delivery -ratkaisua hyödynnetään uuden prosessin suunnittelussa Hyvinkään ETO-toimintoihin.

Työnsuunnittelu määrittää ja dokumentoi yhteiset toimintatavat läpivirtaaviin toimituksiin, kun kiinteän huoltotason malli otetaan laajemmin käyttöön. Dokumentointiprojektissa työnsuunnittelijat yhteistyöllä tarkastelevat ja analysoivat nykyisiä käytäntöjään. Kun Cross-Docking-prosessi on otettu käyttöön yrityksessä onnistuneesti, jatkoprojekti toimintatapojen päivityksestä toteutetaan.

SAP-toiminnallisuutta uudelleensuunnitellaan ja automatisoidaan nykyisen kiinteän huoltotason prosessin vaiheissa. Mahdollisia kehityskohteita ovat vientipakkauksissa olevien materiaalien pakkausraportointi U5-vastaanotossa, tavaranvastaanoton jälkeisen TO-kuittauksen automatisointi ja läpivirtaavien materiaalien indikaatti U5-vastaanotolle.

Warehouse Management- ja Logistics-prosessitiimi aloittaa Cross-Docking-prosessin suunnitteluprojektin. Benchmarking-menetelmän avulla vertaillaan toimintaa yrityksiin, joissa on SAP:ssa käytössä Cross-Docking-prosessi. Muiden Konecranes-yksiköiden Cross-Docking-prosessin tarpeet selvitetään ja luodaan 1KC:n mukainen pilottiprosessi.

Tämän jälkeen prosessitiimi aloittaa Cross-Docking-prosessin käyttöönottoprojektin. Prosessitiimi esittää Cross-Docking-prosessin liiketoimintayksikölle, joka nimeää Cross-Docking-prosessille prosessinomistajan ja kohdentaa resurssit. 1KC:n mukainen prosessi testataan ja implementoidaan ETO-toimintoihin.

Hämeenlinnan toimipisteen non-CTO- ja CTO Inbound Delivery -prosesseja edelleen kehitetään ja suoraviivaistetaan jatkossa. Tämän jälkeen kyseisiä prosesseja mahdollisesti hyödynnetään läpivirtaavan materiaalin prosessin suunnittelussa ETO-toimintaan. Insinöörityöprojektin tuotoksena on luotu kuvaajat läpivirtaavien materiaalien non-CTO- ja CTO-perusprosesseista.

9 Yhteenveto

Insinöörityön tutkimustavoitteena oli tuottaa nykytilan kuvaus SAP:n ja fyysisen materiaalivirran prosessista, tunnistaa prosessin ongelmat ja löytää niille juurisyyt. Kehitystyön tavoitteena oli antaa kehitysehdotuksia ja projektin jatkotoimenpiteiden suosituksia. Insinöörityön laajuus rajattiin KHC-komponenttitehtaiden jalostamattomien ostomateriaalien käsittelyyn. DMAIC-menetelmä ja sen sisältämät Lean-työkalut toimivat projektin viitekehyksenä (taulukko 9). Kvalitatiivisen tutkimuksen menetelminä käytettiin puolistrukturoituja teemahaastatteluja ja työpajoja.

Insinöörityön tuloksena tunnistettiin ongelmien juurisyyt, mallinnettiin prosessikuvaajat sekä laadittiin läpivirtaavan materiaalin prosessin kehitysehdotukset ja projektin jatkotoimenpiteet. Lopullisiksi kehitysehdotuksiksi hyväksyttiin kehityspäällikön toimesta kokonaisuudet: kiinteän huoltotason mallin laajentaminen, PTS-nimikkeiden ohjaus, yhteisten toimintatapojen dokumentointiprojekti, SAP-toiminnallisuuden uudelleensuunnittelu, Cross-Docking-prosessin implementointi sekä Hämeenlinnan CTO- ja non-CTO Inbound Delivery -prosessin hyödyntäminen Hyvinkään ETO-toimintoihin. Täten insinöörityön määritetyt tavoitteet saavutettiin.

Taulukko 9. DMAIC.

DMAIC	
D	• Tutkimuksen aihe, ongelma, tavoitteet ja rajaus • Suorituskykymittarit • Tutkimusmenetelmät • Keskeiset prosessin suorittajat • Haastattelusuunnitelma
M	• Tilaus-toimitusprosessin nykytilan kuvaus • Tutkimus ja tiedonkeruu • Suorituskyvyn mittaus ja graafinen esitys
A	• Ongelmien ja hukan tunnistaminen • Ideointi aivoriihimenetelmän avulla • Työpajat • Ongelmien analysointi ja priorisointi • Juurisyiden tunnistaminen 5 x miksi -menetelmän avulla • Syy-seuraus-analyysi
I	• Kehitysehdotusten ja prosessisuunnitelman luominen • Prosessinomistajan yhteistyö • Gemba-kävely • Prosessikuvaajien laatiminen • Kehitysehdotusten valinta, validointi ja hyväksyminen
C	• Projektin jatkotoimenpiteiden suunnitelma • Tulosten ja tavoitteiden saavuttamisen arviointi • Projektiraportin viimeistely • Projektin luovutus ja päättäminen

Työskentely opinnäytetyöntekijänä Konecranes Finland Oy:ssä oli minulle oppimiskokemus. Mahdollisuus antoi arvokkaita oppitunteja projektin keskeisistä osa-alueista: Lean-johtamisesta, prosessisuunnittelusta ja SAP ERP -järjestelmän toiminnoista sekä tutkimuksesta ja analyysistä. Työskentely tarjosi mahdollisuuden kehittää itseäni ja osaamistani alalla.

Haluan kiittää esihenkilöä ja kaikkia Konecranes-kollegoita, jotka ovat olleet mukana projektissa ja mahdollistaneet sen asiantuntemuksellaan. Erityiskiitokset haluan osoittaa sekä työnohjaajalle kehityspäällikkö Mari Vepsäläiselle että ohjaavalle yliopettaja Antero Putkirannalle tuesta, ohjeistuksesta ja onnistuneesta yhteistyöstä läpi insinöörityön.

Helsinki, 14.2.2022

Lotta Mattelmäki

Lähteet

Galbreth, M., Hill, J. & Handley, S. 2008. *An Investigation of the Value of Cross-Docking for Supply Chain Management.* Journal of Business Logistics. Vol. 29 (1), S. 225.

Gangidi, P. 2019. *A systematic approach to root cause analysis using 3 × 5 why's technique.* International journal of lean six sigma. Vol 10(1), s. 296-303. ISSN: 2040-4166.

Hammer, M. 2007. *The Process Audit.* Verkkoaineisto. Harvard Business Review. S. 111-113. Saatavilla: <The Process Audit (hbr.org)> Luettu 10.1.2022.

Hill, A. V. 2011. *The Encyclopedia of Operations Management: A Field Manual and Glossary of Operations Management Terms and Concepts*. Pearson. ISBN: 0-13-288375-9.

John, A., Lunau, S., Meran, R. & Schmitz, A. 2013. *Six Sigma+Lean Toolset*. Springer, Berliini Heidelberg. S. 7-347. ISBN: 3-642-35882-9.

Kanbanize. 2021. *Gemba Walk: Where the Real Work Happens.* Verkkoaineisto. Saatavilla: <Gemba Walk: Where the Real Work Happens (kanbanize.com)> Luettu 13.12.2021.

Kanbanize. 2022. *5 Whys: The Ultimate Root Cause Analysis Tool.* Verkkoaineisto. Saatavilla: <5 Whys: The Ultimate Root Cause Analysis Tool (kanbanize.com)> Luettu 30.11.2021.

Kekkonen, J. 2018. *Nosturivaunutehtaan layout-suunnittelu.* Verkkoaineisto. Diplomityö. Aalto-yliopisto, Espoo. Saatavilla: <http://urn.fi/URN:NBN:fi:aalto-201812146548> Luettu 25.9.2021.

Khurana V. 2019. *Two Step Cross Docking in SAP Warehouse Management.* Verkkoaineisto. SAP Community. Technical Article. Saatavilla: <Two Step Cross Docking in SAP Warehouse Management | SAP Blogs> Luettu 21.1.2022.

Konecranes. 2015. *Varastokoulutus.* Intranet. Rajoitettu saatavuus.

Konecranes. 2019. *What is Lean Six Sigma?* Intranet. Rajoitettu saatavuus.

Konecranes. 2020a. *Düsseldorf E2E Process Variants*. Intranet. Rajoitettu saatavuus.

Konecranes. 2020b. *Material Delivery Main Steps.* Intranet. Rajoitettu saatavuus.

Konecranes. 2021a. *Hyvinkää General Information. Tehdaskartta / Factory map.* Intranet. Rajoitettu saatavuus.

Konecranes. 2021b. *Hyvinkään tehdasalueen tavaran vastaanotot ja lähettämöt.* Intranet. Rajoitettu saatavuus.

Konecranes. 2022. *Tietoa yhtiöstä.* Verkkoaineisto. Saatavilla: <Tietoa yhtiöstä | Konecranes Suomi> Luettu 20.9.2021.

Modig, N. & Åhlström, P. 2013. *This is lean: Resolving the efficiency paradox*. Tukholma: Rheologica Publishing. ISBN: 978-91-980393-0-6.

Putkiranta, A. *Tuotannonohjaus.* Toiminnan johtaminen. Metropolia ammattikorkeakoulu.

Rastogi, A. 2018. *A Brief Introduction to Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma.* Verkkoaineisto. GreyCampus. Saatavilla: <A Brief Introduction To Lean And Six Sigma And Lean Six Sigma (greycampus.com)> Luettu 15.11.2021.

Sharma, K. & Mutsaddi, A. 2010. *Configuring SAP® ERP Sales and Distribution*. Hoboken: Sybex. S. 2-4. ISBN: 978-0-470-40473-7.

TechSolve. 2022. *8 Wastes of Lean Manufacturing.* Verkkoaineisto. Saatavilla: <8 Wastes of Lean Manufacturing - TechSolve> Luettu 15.11.2021.

Thangarajoo, Y. & Smith, A. 2015. *Lean Thinking: An Overview.* Industrial Engineering & Management. Vol 04(2). S. 2-4. ISSN: 2169-0316.

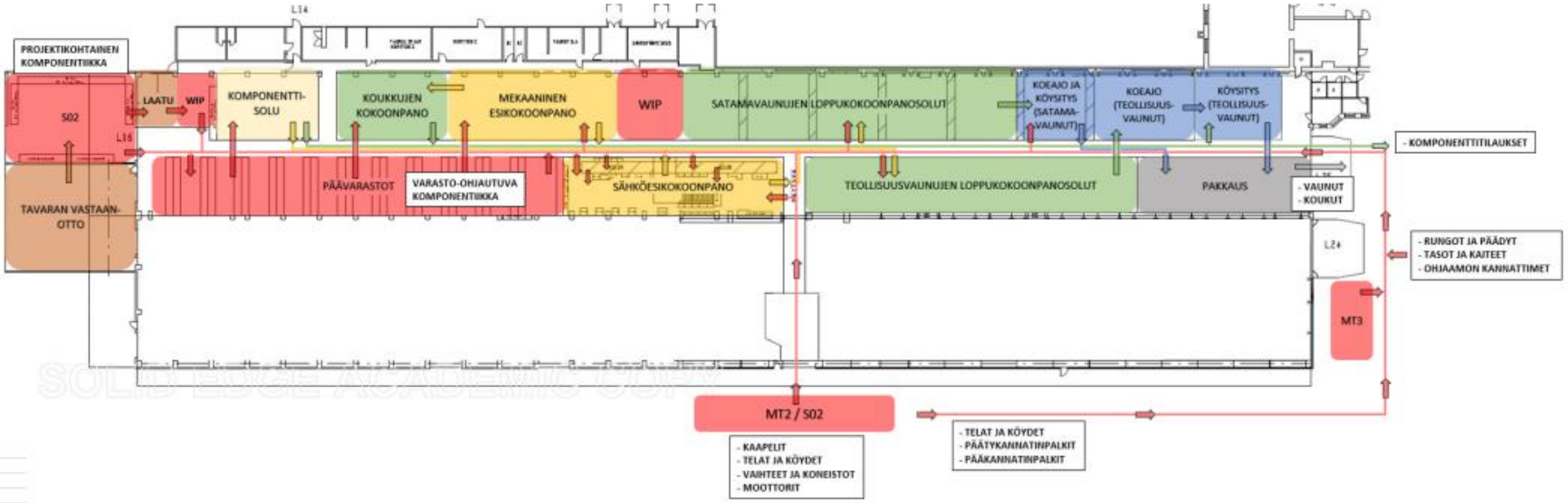
Toyota. 2021. *Toyota Production System.* Verkkoaineisto. Saatavilla: <https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/> Luettu 12.11.2021.

Vorne Industries. 2019. *TPM (Total productive maintenance).* Verkkoaineisto. LeanProduction. Saatavilla: <https://www.leanproduction.com/tpm.html > Luettu 12.11.2021.

Liite 1: Haastattelusuunnitelma

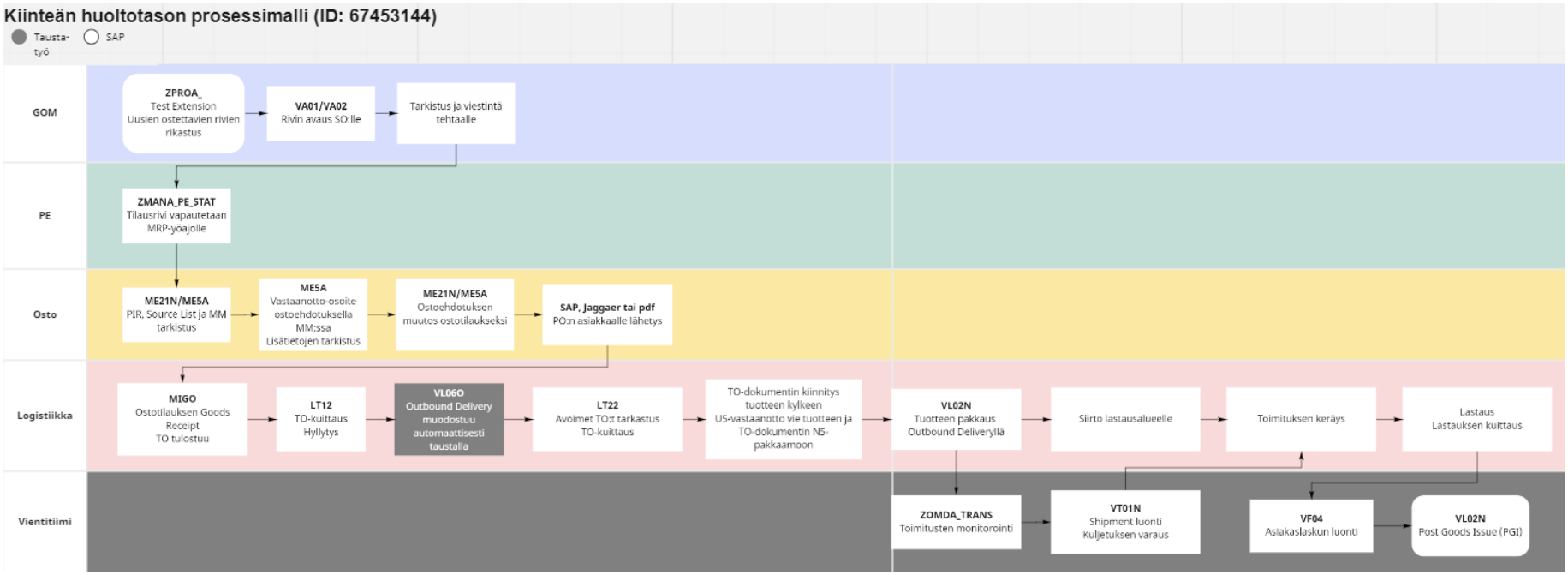
HAASTATTELUAIKATAULU		VKOT	AJOITUS	PÄIVÄÄ
Cross-Docking-toimintamallin suunnittelu KHC-toiminnassa		38-44	24.9.-1.11.2021	39
VAIHE	TEHTÄVÄN NIMI	VKO	PVM	AIKA
1.	Global Order Management: Project Engineer	38	25.9.2021	10:00-11:00
2.	Production Engineering: Production Engineer	39	29.9.2021	12:00-13:30
3.	Order & Project Management: Process Owner	39	1.10.2021	13:30-15:00
4.	Materials Management: Warehouse Manager	40	6.10.2021	8:30-10:00
5.	Purchasing: Purchaser	40	8.10.2021	9:00-10:00
6.	Manufacturing: Production Planner	41	12.10.2021	10:00-11:00
7.	Manufacturing: Production employees	41	13.10.2021	10:00-11:00
8.	Quality Management: Quality Manager	42	18.10.2021	14:00-15:00
9.	Logistics: Logistics Manager	42	22.10.2021	13:00-14:00
10.	Goods Receiving L16	43	27.10.2021	9:00-10:00
11.	Trolley Packing L25	43	27.10.2021	10:00-11:00
12.	KHF CTO Inbound Delivery process	43	29.10.2021	9:30-10:50
13.	Production Engineering: Process Owners	44	1.11.2021	13:00-14:00

Liite 2: Vaunutehtaan materiaalivirrat



(Kekkonen J. 2018)

Liite 3: Kiinteän huoltotason prosessimalli



Liite 4: Köyden prosessimalli