

Opinnäytetyö (AMK)

Insinööri (AMK), tuotantotalous

2023

Essi Hakanen

# MATERIAALIHALLINNAN KEHITTÄMINEN

– Case Sandvik Mining and Construction Oy



OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Insinööri (AMK), tuotantotalous

2023 | 45 sivua

Essi Hakanen

## MATERIAALIHALLINNAN KEHITTÄMINEN

- Case Sandvik Mining and Construction Oy

Sandvik Mining and Construction Oy Turun tehtaan laajennuksen yhteydessä on tarkoitus ottaa käyttöön varastohallintajärjestelmä (WMS). Järjestelmän avulla pyritään sujuvampaan materiaalinhallintaan.

Tässä opinnäytetyössä on tutkittu varaston ja kokoonpanon tuotantolinja 1 välistä materiaalivirtaa varastohallintajärjestelmän käyttöönoton tueksi. Työn teoreettinen viitekehys rakentuu materiaalinhallinnan, materiaalin eri ohjausmenetelmien, yrityksen käytössä olevan toiminnanohjausjärjestelmän sekä tulevan varastohallintajärjestelmän esittelylle. Empiirinen osuus on toteutettu keräämällä dataa yrityksen tietojärjestelmistä sekä osallistuvan havainnoinnin ja haastattelutapaamisten kautta.

Kehittämistyön konkreettisena tuloksena syntyi hyllysuunnitelma, jonka perusteella uudet hyllyt pystytettiin tuotantolinjalle. Lisäksi opinnäytetyössä hahmotettiin prosessikuvaukset erilliskeräilyn ja keräilylistan mukaan keräiltävän materiaalin kululle. Kolmas prosessikaavio sisältää mallin tulevan WMS-järjestelmän ja käytössä olevan toiminnanohjausjärjestelmän rajapinnoista.

Asiasanat:

Materiaalinhallinta, materiaalin ohjaus, varastohallintajärjestelmä, kehittäminen

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Industrial Management Engineering

2023 | 45 pages

Essi Hakanen

## DEVELOPMENT OF MATERIAL MANAGEMENT

- Case Sandvik Mining and Construction Oy

In connection with the extension of the Sandvik Mining and Construction Ltd. Turku plant, a warehouse management system (WMS) is planned to be implemented. With the system, it is aimed to achieve a smoother material management.

In this thesis, there has been studied material flow between warehouse and assembly production line 1 to support the deployment of the warehouse management system. The theoretical framework of the study is based on presentations of the material management, the different methods of control of the material, the ERP system in place by Sandvik and the future warehouse management system. Empirical part of the study has been achieved by collecting data from the company's information systems and through participating observation and interview meetings.

The concrete result of this development work was a shelf plan, the basis for the new shelves being installed to the production line. In addition, the thesis outlined process flow charts about separate collection and material collection according to the collections list. The third process diagram contains the model of the interfaces of the future WMS system and in-service ERP system.

Keywords:

Material management, material control, warehouse management system, development

# Sisältö

<b>Käytetyt lyhenteet tai sanasto</b>	<b>6</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>7</b>
1.1 Työn tausta ja tutkimuskysymykset	7
1.2 Sandvik AB	8
<b>2 Teoreettinen viitekehys</b>	<b>10</b>
2.1 Materiaalinhallinta	10
2.2 Varastonhallinta	11
2.3 Varastolähtöinen materiaalin ohjaus	12
2.4 Työntöohjaus	13
2.5 Imuohjaus	14
2.6 Lean System	16
2.7 Roima FidaWare WMS	17
2.8 Varastonhallintajärjestelmän käyttöönotto	20
<b>3 Tutkimuksen toteutus</b>	<b>23</b>
3.1 Tutkimuksen tarkoitus	23
3.2 Tutkimusmenetelmät	24
3.3 Tutkimuksen toteutus / projektityö	25
<b>4 Nykytilan kuvaus</b>	<b>28</b>
4.1 Materiaalivirta	28
4.2 Tuotannonohjaus Sandvikilla	29
<b>5 Tulokset</b>	<b>32</b>
5.1 Tuotantolinjan layout	32
5.2 Settiosat	33
5.3 Hyllypaikkojen merkitseminen ja visualisointi	34
5.4 Materiaalin keräily ja kuljetus	35
5.5 Prosessikuvaukset	37
<b>6 Tulosten arviointi</b>	<b>40</b>

<b>7 Yhteenveto</b>	<b>42</b>
<b>Lähteet</b>	<b>44</b>

## **Liitteet**

Liite 1. Tuotantolinja 1 hyllysuunnitelma	
Liite 2. Materiaalivirta varaston ja tuotantolinja 1:n välillä / ERILLISKERÄILY	
Liite 3. Materiaalivirta varaston ja tuotantolinja 1:n välillä / KERÄILYLISTA	
Liite 4. ERP ja WMS rajapinta	

## **Kuvat, taulukot ja kuvat**

Kuva 1. Toro™ LH621i (Sandvik AB 2023).	9
Kuva 2. Lattiatason päätelaitteita (Marttila 2020).	17
Kuva 3. WMS monitorointinäkymä (Marttila 2020).	18
Kuva 4. WMS käyttönäkymä (Roima Intelligence Oy, henkilökohtainen tiedonanto 23.6.2022.)	20
Kuva 5. Isot putket.	33
 Taulukko 1. P3 ja P4 hyllyratkaisu.	 34
 Kuvio 1. Tilauspistemenetelmä (Logistiikan maailma 2023).	 12
Kuvio 2. JIT (Logistiikan maailma 2023).	14
Kuvio 3. Imu- ja työntöohjaus (Logistiikan maailma 2023).	15
Kuvio 4. Erilliskeräily prosessikaaviona.	37
Kuvio 5. Keräily listan mukaan prosessikaaviona.	38
Kuvio 6. ERP ja WMS rajapinta prosessikaaviona.	39

## Käytetyt lyhenteet tai sanasto

JIT	just-in-time, materiaalin toimittaminen asiakkaalle juuri silloin kun sitä tarvitaan
Kardex	automaattivarasto
Lean System	toiminnanohjausjärjestelmä
Läpimenoaika	tarvittava aika tilauksen vastaanottamisesta tuotteen toimittamiseen asiakkaalle
Materiaalihubi	ulkoinen varastotila
Pullonkaula	prosessin hitain vaihe joka hidastaa koko prosessin etenemistä
Turku Stevedoring Oy	Turun satamassa sijaitseva ahtaus- ja logistiikkapalveluita tuottava yritys
WMS	varastonhallintajärjestelmä

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn tausta ja tutkimuskysymykset

Tämä opinnäytetyö liittyy työn toimeksiantaja Sandvik Mining and Construction Oy Turun tehtaan laajennukseen, joka kulkee projektinimellä Turku Business Park. Toimintojen uudelleenjärjestelyllä tavoitellaan työnkulun ja turvallisuuden parantamista, sillä materiaalivirta tulee kulkemaan yhdensuuntaisesti tehtaan alueella. (Sandvik, henkilökohtainen tiedonanto 24.8.2022.) Laajennuksen yhteydessä on tarkoitus ottaa käyttöön WMS-järjestelmä (Warehouse Management System) jolla pyritään sujuvampaan materiaalihallintaan. Opinnäytetyön tarkoituksena on tukea järjestelmän käyttöönottoa.

Kuluneen kesän aikana tuotannon työnjohdon kesätyöharjoittelussa ilmeni useita tilanteita, jolloin koneen tai osakokoonpanon eteneminen pysähtyi materiaalipuutteen myötä. Tällä hetkellä materiaalinhallinta toteutetaan tietojärjestelmän ja ihmisten välillä. Linjalla oleva asentaja tekee materiaalsiirtopyynnön tietojärjestelmään ja jää odottamaan toimitusta omalle työpisteelle vailla tietoa missä materiaali liikkuu ja milloin se saapuu linjalle.

Opinnäytetyön tavoitteena on mallintaa materiaalivirran kulkua varaston ja kokoonpanon tuotantolinja 1:n välillä. Tutkimuskysymyksiä ovat se, miten materiaali ohjautuu tuotantolinjalle ja mikä on materiaalityöntöjen syöttölogiikka.

Tutkimuksessa kuvataan tutkimuksen kohteen nykytila. Tutkimusmenetelminä ovat teemahaastattelu sekä osallistuva havainnointi (Hirsjärvi, Remes, Sajavaara 2015, 208–216). Tarkoitus on käydä läpi linjalla tarvittavat nimikkeet, jotta voidaan selvittää mitä ja mistä materiaalia siirtyy linjalle. Sen jälkeen on tarve suunnitella, miten materiaali liikkuu jatkossa, jotta se saadaan linjalle oikeaan aikaan ja oikean määräisenä sekä sille löytyy linjalta tilaa.

Tutkija vastaa itse tutkimuksesta sekä raportoinnista ja toimeksiantajan edustaja vastuulla on se, että tutkimukseen saadaan tarvittavat empiiriset

aineistot ja työnantajaohjaus. Turku AMK:n vastuualueeseen kuuluu se, että valmis opinnäytetyö vastaa hyvää korkeakoulun opinnäytetyökäytännettä.

## 1.2 Sandvik AB

Sandvik AB on kansainvälinen korkean teknologian teollisuuskonserni, joka on johtavassa asemassa kaivos- ja urakointiteollisuuden, metallintyöstön ja materiaaliteknologian osa-alueilla. Konserni tarjoaa laitteita, palveluita ja digitaalisia ratkaisuja sekä vastuullisuutta edistäviä teknologioita kuten automatisoidut ja täyssähköiset kaivoskoneet. (Sandvik AB 2023.)

Vuonna 2022 konsernilla oli noin 40 000 työntekijää ja myyntiä yli 150 maassa. Liikevaihto oli noin 112 miljardia Ruotsin kruunua jatkuvissa toiminnoissa. Sandvik AB:n toiminnot on jaettu kolmeen eri liiketoiminta-alueeseen, joita ovat Sandvik Mining and Rock Solutions, Sandvik Rock Processing Solutions ja Sandvik Manufacturing and Machining Solutions. (Sandvik AB 2023.)

Sandvik Mining and Construction Oy Turun tehdas kuuluu Sandvik Mining and Rock Solutions liiketoiminta-alueen alle. Tehdas on perustettu vuonna 1913 ja nykyinen tehdas valmistui vuonna 1974. Tehtaan kiinteistöjen kerrospinta-ala on 19 700 m<sup>2</sup> ja henkilökunnan määrä on n. 600. Sandvikin Turun toimipisteessä valmistetaan maanalaisia lastauskoneita ja kuljetuskoneita kovan kiven kaivoskohteisiin. Toro™ LH621i (kuva 1 s.9) on älykäs ja tehokas maanalainen lastauskone, jonka kantokyky on 21 tonnia. LH621i kuuluu Sandvik Toro™ -tuoteperheeseen. (Sandvik AB 2023; Sandvik, henkilökohtainen tiedonanto 7.2.2023.)





Kuva 1. Toro™ LH621i (Sandvik AB 2023).

## 2 Teoreettinen viitekehys

### 2.1 Materiaalinhallinta

Materiaalitalanteen hallinta käsittää yrityksen materiaalin kuten komponenttien hankinnan, varastoinnin ja jakelun hallintaa. Se kattaa lisäksi tuotannonohjauksen sekä edellä mainittuihin toimintoihin liittyvien tietojärjestelmien käytön. Materiaalihallinnan avulla koordinoidaan materiaalivirran suunnittelua ja ohjausta. Materiaalihallinnan keskeisimpiä tavoitteita on saavuttaa haluttu loppuasiakkaan palvelutaso, johon voidaan päästä varmistamalla, että oikeat ja laadukkaat materiaalit ovat saatavilla oikeassa paikassa oikeaan aikaan oikeamääräisesti ja mahdollisimman kustannustehokkaasti. Toinen tärkeä materiaalihallinnan päämäärä on maksimoida yrityksen resurssien käyttö, kun tuotanto-, toimitus- ja jakelutoiminnot ovat tehokkaasti koordinoituja. (Arnold, Chapman, Clive 2008, 10–11.)

Jokaisella yrityksen eri osastolla on omat tavoitteensa, jotka voivat olla usein ristiriidassa toistensa kanssa. Esimerkiksi yrityksen logistiikkaosasto tavoittelee mahdollisimman matalia kuljetuskustannuksia yhdistämällä toimituseriä, mikä kasvattaa varastomääriä ja varastointikustannuksia. Varastoimalla suuria määriä materiaalia yrityksen pääomaa sitoutuu tarpeettomasti ja tulos laskee. Tavoitteiden integroiminen yrityksen liiketoimintaa parhaiten edistäväksi kokonaisuudeksi edellyttää vuoropuhelua toimintojen välillä. Materiaalihallinta toimii linkkinä osastojen välillä ja ohjaa koko prosessia materiaalin toimittajalta tuotteen loppuasiakkaalle. Tärkein yrityksen kilpailukykyä edistävä tekijä on asiakastyytyväisyyden ylläpitäminen, mikä onkin materiaalihallinnan keskeisimpiä tehtäviä. (Arnold, Chapman, Clive 2008, 9–10.)

## 2.2 Varastonhallinta

Varastonhallinnalla tarkoitetaan toimenpiteitä, joilla valvotaan ja ohjataan yrityksen varastotasoa eli varastossa olevien nimikkeiden tuote- sijainti- ja saldotietoja. Varastot voivat muodostua joko tuotannon tuloksena, jolloin niissä sijaitsee myytäviä lopputuotteita, tai tuotannon tueksi, jolloin niissä varastoidaan tuotteen valmistuksessa käytettäviä komponentteja ja osakokoonpanoja. (Arnold, Chapman, Clive 2008, 254.) Liiallinen varastointi heikentää kannattavuutta ja liian vähäinen varastointi aiheuttaa herkästi puutteita vaikuttaen jopa asiakkaan luottamukseen yritystä ja sen toimituskykyä kohtaan. (Krajewski, Malhotra & Ritzman 2019, 353.)

Frazelle (2016, 70–72) nostaa esiin varastoissa usein piilevän ongelman: kun asiakas on tyytymätön varastotilan puutteeseen, kyse ei ole niinkään tilan puutteesta vaan liiallisesta tavaramäärästä varastossa. Yritykset varastoivat liian vähän kysytyimpiä kulutustuotteita ja liian paljon tuotteita, joita kukaan ei halua tai joita kukaan ei rohkene hävittää. Joissain tapauksissa on tarkoituksenmukaista varastoida vähemmän kiertäviä tuotteita kuten esimerkiksi varaosien ollessa kyseessä, jolloin niitä saatetaan tarvita jopa 20 vuoden ajan tietyn mallinumeron tukemiseksi. Vaikka kaikkia varastossa pidempään seisovia tuotteita ei voida poistaa, varaston hallitsemiseksi varastointi- ja keräilytoiminnot tulisivat olla tehokkaita. Vähemmän kiertävät tuotteet tulisi varastoida mahdollisimman ylös ja omaksi eräkokonaisuudeksi, jota liikutetaan vain tarvittaessa.

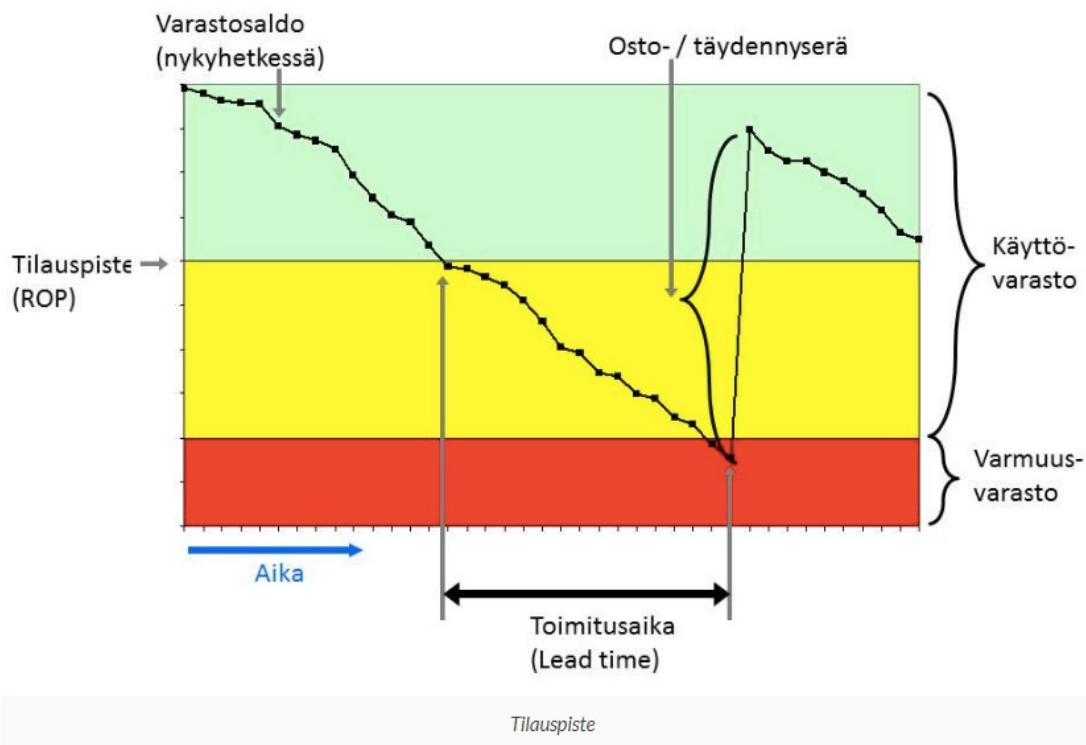
Varastointi tuottaa pääomakuluja, joten yrityksen liiketoiminnan kannalta katsottuna ihannetila olisi varastottomuus. Toisaalta joustava valmistus edellyttää jonkin verran välivarastoa ja olennaista onkin välivaraston pitäminen mahdollisimman pienenä. Vaiheiden väliset työnkulkuvarastot ovat eräs välivaraston muoto. Niiden tavoite on tehdä materiaalivirta joustavaksi poistamalla työnvaiheiden materiaalipuutteisiin liittyvä odotusaika. Tällöin työasemat voivat toimia omassa rytmissään. Työnkulkuvarastot näkyvät

selkeimmin linjatyyppisessä tuotannossa työasemien välisinä puskureina.  
(Lapinleimu, Kauppinen, Torvinen 1997, 101.)

### 2.3 Varastolähtöinen materiaalin ohjaus

Varastolähtöinen materiaalin ohjaustapa soveltuu tuotteille, joiden menekki on jatkuva ja tieto tilaustarpeesta saadaan varastosta. Näin ollen varastoon hankittavien tuotteiden menekki on pääosin riippumaton toisten tuotteiden menekistä. Riittävän varaston pitäminen katsotaan edellytykseksi nopealle toimituskyvylle. (Sakki 2009, 120, 127.)

Varaston täydentämisessä on kaksi eri menetelmää, tilauspistemenetelmä ja tilausvälimenetelmä. Tilauspistemenetelmässä (kuvio 1) tavaratäydennykset tehdään varastomäärän saavutettua erikseen määritellyn rajan eli tilauspisteen ja tilauserä pysyy usein samana. Tilausvälimenetelmässä varastoja täydennetään säännöllisemmin ja tilauserän koko vaihtelee. (Sakki 2009, 120.)



Kuvio 1. Tilauspistemenetelmä (Logistiikan maailma 2023).

Menetelmän valinnassa tulee huomioida kolme tekijää – tilauksen tekemiseen ja tavarantoimitukseen kuluva kokonaisaika, arvio keskimääräisestä menekistä hankinta-aikana ja arvioitu tuotteen minimimäärä varastossa, jonka alle varasto saisi laskea vain poikkeustapauksessa. Minimimäärän eli varmuusvaraston määrän arvioimisessa vaikuttavat hankinta-ajan pituus, menekin vaihtelut, tuotteen loppumisen kriittisyys sekä käsitys tavarantoimittajan täsmällisyydestä. (Sakki 2009, 120.)

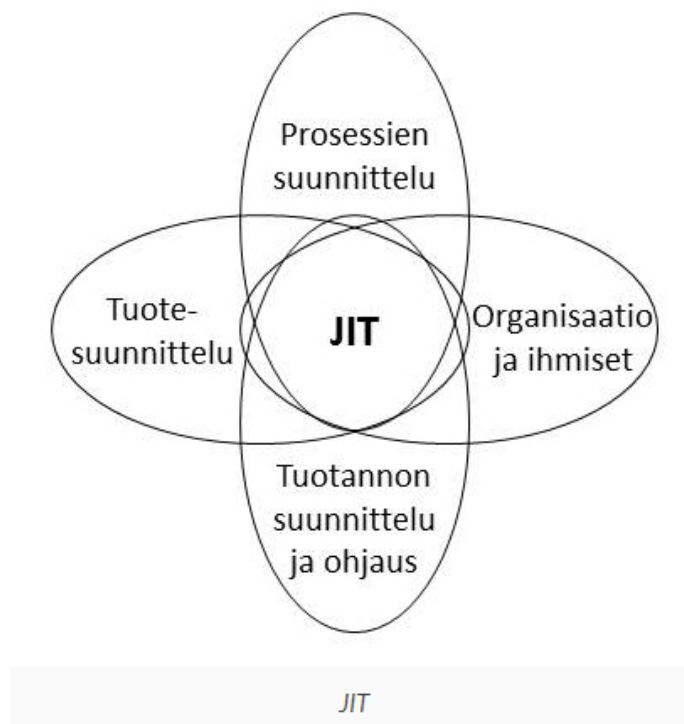
Kun varaston pitäminen katsotaan edellytykseksi riittävän nopean toimituskyvyn varmistamiseksi, osa nimikkeistä voidaan ohjata varastolähtöisesti. Teollisessa valmistustoiminnassa osien ja raaka-aineiden tarvemäärät ovat kuitenkin usein kytköksissä lopputuotteen valmistusmääriin. Lopputuotteen valmistuksen ajoituksen muuttuessa myös osien ja raaka-aineiden tarve muuttuu. Tällöin varmuusvarastoille ei ole niin suurta tarvetta, ja tarvitaan toisenlaisia ohjausmenetelmiä. Valmistustoiminnassa on olemassa materiaalitovelaskentaan sekä imuohjaukseen perustuva ohjauksen menetelmä. (Sakki 2009, 127.)

## 2.4 Työntöohjaus

Materiaalitovelaskenta perustuu tuleviin tarpeisiin eli materiaalitovel määritetään etukäteen ennusteen perusteella. Tuotannon läpi kulkeva materiaali työnnetään vaiheelta vaiheelle ja menetelmää kutsutaankin työntöohjaukseksi. Ennuste tarvittavasta materiaalmäärästä tehdään lopputuotteen myyntiennusteiden, rakennetietojen ja kulloistenkin varastomäärien pohjalta. Rakennetiedot voidaan havainnollistaa puumaisena tuoterakenteena, jossa lopputuote koostuu erikseen valmistettavista pääkomponenteista, osakokoonpanoista ja raaka-aineista. Osien ja aineiden tarveajankohdat voidaan ennakoida valmistussuunnitelman ja osien läpimenoaikojen avulla. (Sakki 2009, 128.)

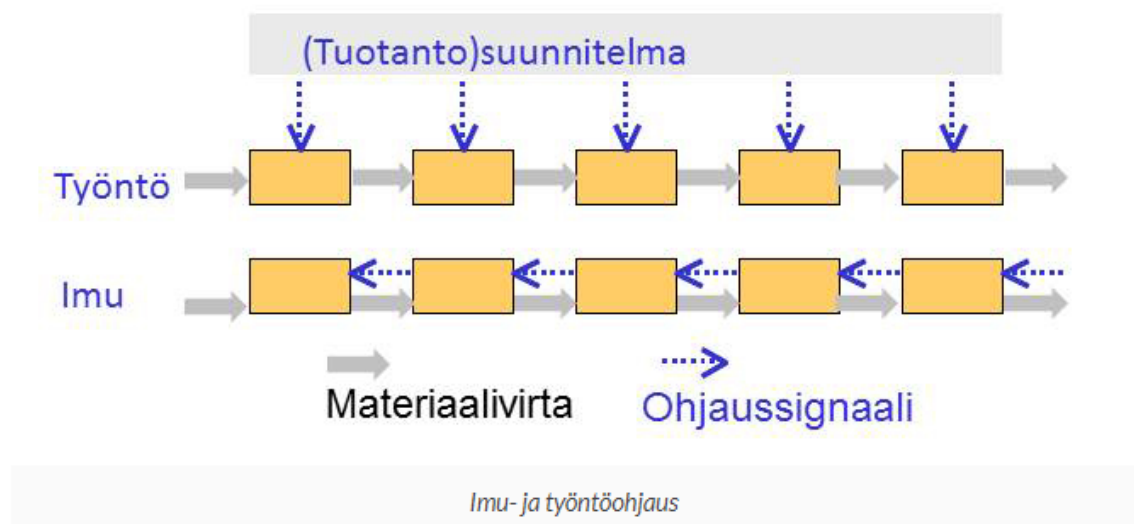
## 2.5 Imuohjaus

Imuohjaus perustuu tämänhetkiseen tarpeeseen ja sillä tähdätään joustavaan tuotantoon. Imuohjaukseen liitetään usein käsite just-in-time, joka viittaa kokonaiseen tuotannolliseen ajatteluun (kuvio 2). Materiaalin ohjauksen lisäksi tuotannon joustavuuteen vaikuttavat toimenpiteet tuotesuunnittelussa, laadun hallinnassa sekä itse valmistustyössä. Kokonaisuutta ovat määrittämässä lisäksi tuotantolaitteet ja varastomäärät. Parempaan tuottavuuteen pyritään lisäarvoa tuottamattomien työvaiheiden sekä ylimääräisen tuotantokapasiteetin ja varaston poistamisella. Työntekijöiden osaaminen ja luovuus halutaan nostaa aiempaa korkeampaan arvoon. (Krajewski, Malhotra & Ritzman 2019, 238; Sakki 2009, 129.) Sakki (2009, 129) arvioi, että läpimenoajasta eli yhden työn käsittelyyn kuluva kokonaisajasta vain 5 % kuluu valmistamiseen ja 95 % odottamiseen, virheiden korjaamiseen ja turhaan harkitsemattomaan toimintaan.



Kuvio 2. JIT (Logistiikan maailma 2023).

Kuvio 3 osoittaa työntö- ja imuohjauksen eron: ennalta tehty suunnitelma ”työntää” tilaukset tuotannon läpi, kun taas imuohjauksessa seuraava vaihe ”imee” tarpeen mukaan materiaaleja edeltävältä vaiheelta (Logistiikan maailma 2023).



Kuvio 3. Imu- ja työntöohjaus (Logistiikan maailma 2023).

Joustavassa tuotannossa tavoitellaan pienempiä keskeneräisen työn varastoja, jolloin varastoimisen kustannukset laskevat ja varastotilaa tarvitaan vähemmän. Mahdolliset laatuvirheet ovat nähtävissä nopeammin ja virheiden aiheuttajiin päästään heti käsiksi. Joustavuutta lisää myös työntekijöiden monitaitoisuus ja työvaiheiden niputus samaan paikkaan, jolloin vältetään turhalta varastoimiselta. Valmistuksen asetusaikoja tulee lyhentää tähän pääsemiseksi. Käytössä on lisäksi visuaaliseen materiaalin hallintaan ja ohjaukseen liittyviä toimintatapoja, joiden avulla toiminta muuttuu itseohjautuvammaksi ja nopeammaksi. (Sakki 2009, 129-130.)

Joustava tuotanto ja imuohjaus soveltuvat organisaatioon, jossa valmistusvolyymit ovat isoja ja materiaalivirta on voimakas. Joustava tuotanto lisää kustannustehokkuutta ja sopeutuu helposti muutoksiin. Toisaalta perinteinen valmistustoiminta pitää sitä puuteherkkänä pienten varastojen johdosta. Sakki (2009, 131) esittääkin, että useampaa menetelmää yhdistämällä voidaan päästä hyvään lopputulokseen.

## 2.6 Lean System

Lean System on Roima Intelligence Oy:n tuottama toiminnanohjausjärjestelmä, jolla ohjataan koko tilaus-toimitusketjua. Järjestelmä kattaa tuotannonsuunnittelun ja itse tuotannon, myynnin, oston, toimituksen, huollon ja varastohallinnan toimintoja. Kaikki tarpeellinen tieto on saatavilla järjestelmästä kaikkien tietoa tarvitsevien kesken. Lean System on integroitavissa muihin tilaus- ja toimitusketjua tukeviin järjestelmiin, esimerkiksi talous- ja henkilöstöhallintaan kuten kirjanpito ja palkanlaskenta, tuotteenhallintaan eli Teamcenter-järjestelmään sekä kumppaniverkoston hallintaan kuten Supplier Connect. (Roima Intelligence Oy, henkilökohtainen tiedonanto 12.1.2022.)

Nimike on Lean Systemin ”perusolio” joka voi olla joko fyysinen kappale tai esimerkiksi myytävä palvelu. Nimikkeiden ohjaustavat määrittävät nimikkeiden käyttäytymisen. Ohjaustapojen oikeellisuus on yksi tärkeimmistä kriteereistä koko järjestelmän toiminnan kannalta. Virheelliset ohjaustavat aiheuttavat paljon ongelmia. Ohjaustavat ovat valmiiksi mietitty ja testattu järjestelmän toimivuuden kannalta, joten uusia ohjaustapoja ei saa keksiä omavaltaisesti, vaan on käytettävä niitä mitä järjestelmässä on. Yksittäisen nimikkeen ohjauksen parametrit saattavat kuitenkin muuttua ajan myötä. (Roima Intelligence Oy, henkilökohtainen tiedonanto 12.1.2022.)

Nimikkeet voidaan luokitella Lean Systemissä profiiliohjattaviin, työlle ohjattaviin sekä visuaalisesti ohjautuviin. Nimikkeiden ohjaustavoilla määritellään niiden käyttäytyminen prosessissa, muun muassa se miten suuri erä nimikettä ehdotetaan hankittavaksi lisää, millä perusteella nimikettä ehdotetaan hankittavaksi lisää, miten nimikkeelle luodaan materiaalivaraukset, onko nimike saldoylläpidossa, meneekö nimike keräilyyn, miten nimike käyttäytyy vastaanotossa sekä miten kustannustapahtumat muodostuvat. Normaalitapauksessa, jolloin nimikkeen nimiketyyppi on Osto profiili, ostotilaukset luodaan käsin järjestelmän luomien ostoehdotusten perusteella. Muita profiiliohjattavia nimiketyyppejä ovat Valm. profiili (itsellä valmistettava nimike) ja Osto profiili autom. (tilaukset käännetään automaattisesti



ostoehdotuksien perusteella). (Roima Intelligence Oy, henkilökohtainen tiedonanto 12.1.2022.)

## 2.7 Roima FidaWare WMS

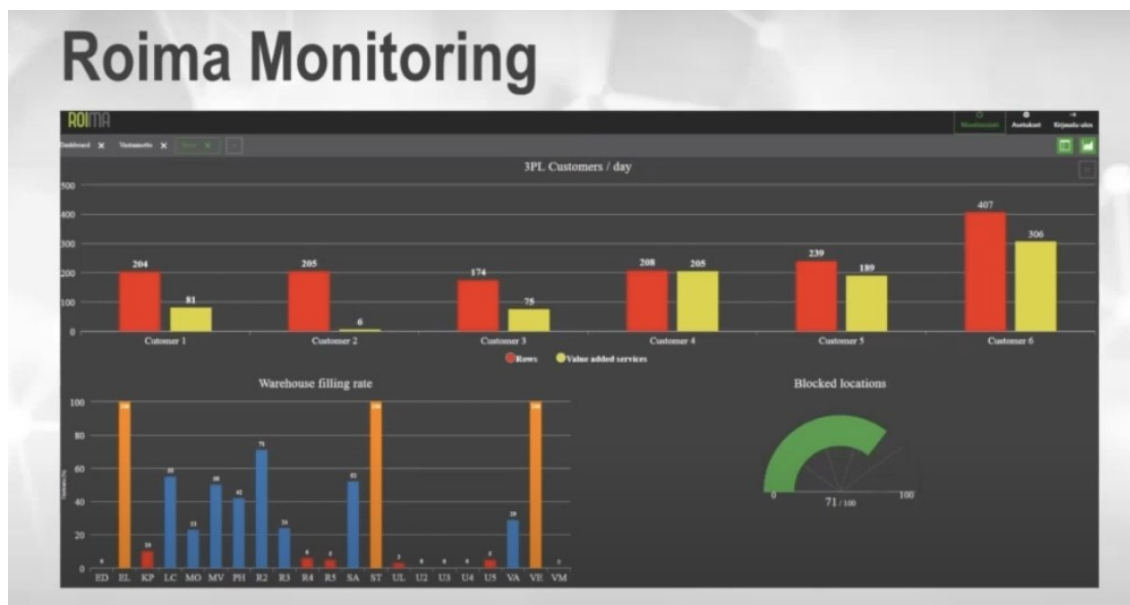
Roima FidaWare WMS on Roima Intelligence Oy:n toimittama varastohallintajärjestelmä (Roima Intelligence Oy 2022.). WMS on yhteensopiva Lean Systemin kanssa. Lattiatasolla varastotoimintoja operoidaan päätelaitteiden (kuva 2) avulla. Materiaalihubien lisääntyessä WMS voidaan ottaa myös palveluntarjoajille käyttöön, mikä mahdollistaa ulkopuolisen etäkäytön VPN-yhteyden avulla. (Roima Intelligence Oy, henkilökohtainen tiedonanto 23.6.2022.)



Kuva 2. Lattiataason päätelaitteita (Marttila 2020).

Järjestelmän avulla käyttäjä pysyy ajan tasalla varastossa olevien tavaroiden määrästä ja sijainnista, kykenee optimoimaan nimikkeiden hallintaa sekä parantamaan varaston kokonaistehokkuutta ja toimituskapasiteettia materiaalivirtojen paremman hallinnan ja monikanavaisuuden keinoin (kuva 3). WMS hyödyntää varastoautomaatiojärjestelmiä ja on integroitavissa niihin kuten KARDEX-automaatiovarastoon. WMS voi myös auttaa tuotteen optimaalisen

varastopaikan määrittämisessä ja luoda sisäisiä siirtotehtäviä. (Roima Intelligence Oy 2022.)



Kuva 3. WMS monitorointinäkymä (Marttila 2020).

Järjestelmä sisältää varastojen, raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja valmiiden tuotteiden hallinta- ja suunnitteluominaisuudet. Jokainen varastonimike (SKU) on tunnistettavissa ja nimikkeen sisältö nähtävissä reaaliaikaisesti. Järjestelmän kautta voidaan seurata, missä kyseinen varastonimike sijaitsee ja mihin tuotantoerään se kuuluu. Nimikkeet voidaan sijoittaa yhdistämällä varastointinimikkeiden jäljitettävyyttä varastopaikoille määriteltäviin ominaisuuksiin. (Roima Intelligence Oy 2022.) Järjestelmä hakee yhteensopivuutta alustan ja paikan välillä varastokartan ja tuotetietojen luokittelun perusteella. Käyttäjä voi ylikirjoittaa järjestelmän yli, mutta tämä ei ole suositeltavaa, sillä tarkoituksena on löytää automaattinen toimintamalli. (Roima Intelligence Oy, henkilökohtainen tiedonanto 23.6.2022.)

Toimintaa ohjaavat toimintamallit ja parametrit auttavat konfiguroimaan järjestelmää yrityksen liiketoiminnan mukaisesti. Toimintamalleista voidaan valita optimaalisin malli. Mallista puhuttaessa voidaan tarkoittaa esimerkiksi keruuta ohjaavia malleja kuten niputetaanko osatoimituksia samalle alustalle.

Parametrien kohdalla voidaan asettaa erilaisia kriteerejä: esimerkiksi painavat lavat lattialle ja A-luokan tuotteet A-luokan paikalle. Optimointi alkaa silloin kun tavara saapuu, jolloin nimike ohjataan optimaaliseen vapaaseen sijaintipaikkaan. (Roima Intelligence Oy, henkilökohtainen tiedonanto 23.6.2022.)

Järjestelmä toimii alustatyypilogiikalla, jolloin kaikki saldotieto liittyy alustaan. Alustaa liikuttamalla liikutetaan alustalla olevia tuotteita. Alusta voi olla joko eurolava tai FIN-lava ja järjestelmän parametreissa on asetettuna lavan pituus ja korkeus. Kun järjestelmä luo hyllytystehtävät, se luo optimaalisen sijainnin alustatunnisteen perusteella. Tämä edellyttää alustatunnuksen tallentamista järjestelmään. Materiaalin seuranta onnistuu alustatunnuksen avulla myös myöhemmin. (Roima Intelligence Oy, henkilökohtainen tiedonanto 23.6.2022.)

Järjestelmä valvoo, että vastaanotto syöttää tarvittavat tiedot, jotta toimitusketjun eheys säilyy. Vastaanoton ollessa kesken syntyy jo hyllytystehtävä, jolloin materiaaliveikko on jatkuva ja saldotieto pysyy järjestelmässä. Logistiikan työntekijä lukee alustan viivakoodin, jolloin alusta siirtyy vastaanotosta hyllytykseen ja järjestelmä tunnistaa alustan olevan liikkeellä. Alustatunnisteenä voidaan lukea hyllyviivakoodi, alustatunniste (SSCC), EAN tai tuotekoodi. (Roima Intelligence Oy, henkilökohtainen tiedonanto 23.6.2022.)

Pääte sitoo logistiikan työntekijän alusta kyydissään tiettyyn varastoon. WMS tietää varaston sijainnin, mutta Lean System tarvitsee tiedon saapuneen tavaran määrästä saldotiedon päivittämiseksi. Tiedon siirtyminen voidaan sitoa esimerkiksi hyllytysvaiheeseen, jolloin tuote on varmasti hyllyssä. Materiaalipuutteiden kohdalla jälkitoimitus hoidetaan järjestelmien integraatio-rajapinnalla. Vastaanoton yhteydessä puutetuotteelle on olemassa jo osoite, jolloin järjestelmä tunnistaa kyseessä olevan puutekeräys ja osaa keruuttaa tuotteen erikoispaikalta. (Roima Intelligence Oy, henkilökohtainen tiedonanto 23.6.2022.)

WMS-järjestelmää käytetään käyttäjärooliryhmien kautta. Kuvassa 4 on näkyvissä päätelaitteen käyttönäkyvä. Roolin kautta käyttäjälle luodaan

oikeudet operoida eri ryhmissä, joita ovat vastaanotto, kokolavakeruu, inventointi, siirrot, keruuerä, lastaus, hyllytys, mobiilikeruu, supervisor, laaduntarkkailu ja varastotapahtumat.



Kuva 4. WMS käyttönäky (Roima Intelligence Oy, henkilökohtainen tiedonanto 23.6.2022.)

Järjestelmä toimii kolmella kielellä ja kielivaihtoehtoja voidaan laajentaa. Kun tuote kerätään, keräilytapahtuma varmennetaan aina eri tavoin. Esimerkiksi varmenteita voidaan pyytää aloittelevan keräilijän kohdalla, jotta työn laatu saadaan säilytettyä. Järjestelmä seuraa ja tallentaa tehtyjä operaatiota, joten eri tapahtumia voidaan tarkistaa jälkikäteen. Järjestelmästä voidaan ajaa noin 30 eri raporttia kuten varaston saldoreportti. (Roima Intelligence Oy, henkilökohtainen tiedonanto 23.6.2022.)

## 2.8 Varastohallintajärjestelmän käyttöönotto

Logististen prosessien ohjauksessa käytetyt teknologiat ovat tärkeässä roolissa mahdollistamassa prosessien korkeampaa tehokkuutta. Kuten aiemmin mainittiin, varastoprosessein toimivuutta estävät kiertämättömät osat ja liian

suuret varastotasot. Toiseksi tehokkaan varastonpidon ongelmiksi on nähty materiaalien väärä järjestys ja siihen liittyvä materiaalien hidas keräily tuotantoa varten. Varaston tilankäytön optimoimiseen ehdotetaan materiaalin sijoittamista ABC-analyysin mukaisesti siten, että eniten kiertävät materiaalit ovat samassa paikassa ja helposti jäljitettävissä, sekä varaston työntekijät muistavat näiden materiaalien säilytyspaikan ajan myötä. (Burganova 2021, 556.)

Varastohallintajärjestelmän (WMS) käyttöönotossa olennaista on, että varastohallintaan ja materiaalivirtaan liittyvät liiketoimintaprosessit ovat mahdollisimman optimoituja, testattuja ja järjestäytyneitä. WMS:n implementointi vahvistaa sekä uudistaa prosesseja niiden tullessa tarkemman analysoinnin alle, mutta huonosti toimivan prosessin automatisointi johtaa usein epäonnistumiseen tai vähintään nopeammin vääriin tuloksiin eli käyttöönoton viivästymiseen. (Richards & Grinsted 2013, 55–56.) Atieh ym. (2015, 568-569) vahvistaa kirjoituksessaan, että ensimmäisenä askeleena automatisoidun varastohallintajärjestelmän käyttöönotossa nähdään nykyisten varastoprosessien ja menettelytapojen tunnistaminen ja uudelleensuunnittelu, jonka jälkeen tunnistetaan prosessit, jotka halutaan automatisoida.

WMS:n käyttöönotto tulee toteuttaa suunnitellusti ja organisoidusti halutun toiminnantason ja suorituskyvyn saavuttamiseksi. Tarvitaan projektitiimi, jossa projektipäällikkö omaa usein logistiikka-alan osaamista. Mukana on myös IT-alan osaajia ja tärkeässä roolissa projektin tukija, joka huolehtii siitä, että projekti palvelee organisaation liiketoiminnallisia tavoitteita.

Järjestelmätoimittajan ohjaus ja tuki tuo merkittävää lisäarvoa projektin onnistumiselle. Vahva ja osaava projektinhallinta tulee ylettyä organisaation ylätasolta sen alatasolle sekä sisältää menetelmiä, jotka auttavat tiimiä pysymään aikataulussa ja pitämään yhteyttä työn- ja vastuunjaon suhteen siinä kuka tekee, mitä on työlistan alla ja mitä on tehtävä. Tärkeintä alkuvaiheessa on keskittyä korkean tason liiketoiminnallisten edellytysten saavuttamiseen sekä varastohallintaprosessien kuvaamiseen yksityiskohtien sijaan. (Richards & Grinsted 2013, 55–56.)

Tuotantoympäristön on mukauduttava nopeisiinkin kysynnän muutoksiin. Yrityksen järjestelmien täytyy pystyä kommunikoimaan tuotantolaitteiden ohjausjärjestelmistä aina ERP-järjestelmiin asti, jotta kysynnän muutoksiin on mahdollista joustavasti vastata. Järjestelmien kautta myyntiorganisaation täytyy pystyä antamaan asiakkaalle riittävän yksityiskohtaiset tiedot tuotanto- ja toimitusajoista, jotta yritys pysyy kilpailussa mukana. Toisaalta tuotantotilausten suunnittelu vaatii reaaliaikaisen tiedon tuotannon tilasta, esimerkiksi raaka-aineiden varastoista tai käytettävissä olevasta tuotantokapasiteetista. Toimitusketjun järjestelmiin on siis välitettävä mahdollisimman reaaliaikainen kuva yrityksen tuotannon tilasta, varastomääristä ja ennusteet tietylle aikajaksolle. (Gifford 2007, 48–50.)

## 3 Tutkimuksen toteutus

### 3.1 Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, miten koneen valmistuksessa tarvittava materiaali tulee tuotantoon tuotantolinjalle. Avoimia kysymyksiä ovat miten materiaali liikkuu, miten se pyydetään sekä mikä laukaisee materiaalitypyynnön. Tavoitteena uudella 10-vaiheisella tuotantolinjalla on 10 päivän läpimenoaika, eli konetta valmistetaan jokaisella vaiheella yhden päivän ajan. Läpimenoajassa pysymisen varmistamiseksi linjalla suunnitellaan pidettäväksi kahden päivän materiaalit, jolloin päivän päätteeksi tarvitaan impulssi täydentämään uuden koneen materiaalit sekä viemään tyhjät lavat/laatikot pois. Kokonaiskuvan saamiseksi materiaalin virtaamisesta varastosta tuotantolinjalle tarvitaan ymmärrys siitä, mitä materiaalia menee millekin vaiheelle, millaisia määriä materiaalia menee ja onko linjalla riittävästi tilaa säilöä kahden päivän materiaalit. Tausta-ajatuksena on linjatyoäskentelyn tehostaminen tuomalla materiaali mahdollisimman lähelle asennuspaikkaa. Näin asentajien tarvitsee siirtyä mahdollisimman vähän ja lyhyitä matkoja pois työpisteeltään hakemaan osaa/komponenttia hyllystä tai lattialta.

Suunnitelmana on ensin muodostaa käsitys nykytilanteesta eli mitä materiaalia koneen valmistuksessa tarvitaan, mistä varastosta se tulee linjalle ja miten materiaalityvirta ohjataan. Nykytietoa tarvitaan uuden tuotantolinjan suunnittelutyössä, sillä materiaalien vaiheistus muuttuu kuudesta vaiheesta kymmeneen vaiheeseen. Tämän jälkeen tavoitteena on muodostaa selkeä käsitys materiaalityvirran kulusta ja visualisoida materiaalityvirta prosessikuvauksena.

Prosessikaavion avulla voidaan nähdä, kuinka organisaatio tekee työnsä eli miten sen eri prosessit toimivat ja miten niitä suoritetaan. Prosessikaavion koostaminen voi myös paljastaa jonkin käytännössä vakiintuneen prosessin, jota ei ole määritelty, kuvattu tai mitattu. Prosessin määrittelytekniikat sopivat suorituskyvyn puutteiden etsimiseen, prosessin parantamiseen uusien ideoiden

myötä sekä uudelleen suunnitellun prosessin visuaaliseen kuvaukseen. Uimaratakaavio on prosessikaavion muoto, joka soveltuu kuvaamaan liiketoimintaprosessia, joka ylettyy useammalle organisaation eri osastolle. Kaaviossa prosessiin liittyvät osastot eli toimijat eritellään omina ratoinaan ja radat voidaan järjestää joko pysty- tai vaaka-suuntaisesti. Prosessi alkaa asiakastilauksesta ja päättyy kun tilaus on hyväksytty, muokattu tai hylätty asiakkaan toimesta. Prosessi kuvataan askelin, joita yhdistävät nuolet kulkevat tarvittaessa läpi ratojen eli toimijoiden sen mukaan, kuka toimijoista milloinkin liittyy prosessin eri askeliin. Nuolen ylittäessä uimaradan huomio on syytä kiinnittää mahdollisiin väärinymmärryksiin ja pullonkauloihin, joissa prosessi hidastuu tai jopa keskeytyy sekä virheisiin joita ylityksissä usein esiintyy. (Krajewski ym. 2019, 90–92.)

### 3.2 Tutkimusmenetelmät

Hirsjärvi ym. (2015, 208–209) toteavat *teemahaastattelujen* tyypillisiksi piirteiksi, että haastattelun aihepiirit ovat tiedossa, mutta kysymysten tarkka asettelu puuttuu. Teemahaastattelun aihepiirit voivat liittyä esimerkiksi tutkittavan ilmiön yleistilanteen kuvaamiseen sekä työntekijöiden tyytyväisyyden kokemiseen työssään tutkittavan ilmiön parissa.

Tähän tutkimukseen teemahaastattelu soveltuu hyvin, koska haastattelujen aihepiirien pääotsikot ovat olleet etukäteen kirjoittajan ja haastateltujen sidosryhmien edustajien tiedossa sekä yhteisten intressien kohteena. Sen sijaan kysymysten tarkalle muodolle ja järjestykselle on ollut tarkoituksenmukaista jättää varaa muokkautumiselle, koska haastattelutilanteet ovat tapahtuneet usein spontaanisti, tulleet odottamattomasti keskeytetyiksi ja jatkuneet tuotannollisesti sopivassa välissä esimerkiksi työpaikkaruokalassa.

Teemahaastattelujen otanta tässä tutkimuksessa perustuu aineiston riittävyyteen viittaavaan saturaation eli kylläntymisen käsitteeseen. Haastateltujen henkilöiden lukumäärää ei ole päätetty etukäteen, vaan haastatteluja jatketaan niin kauan kuin niistä syntyy tutkimusongelman kannalta



relevanttia uutta tietoa. (Hirsjärvi ym. 2015, 182.) Yhteensä tässä tutkimuksessa haastatellaan 16 henkilöä, jotka sijoittuvat toimeksiantajan työtehtävissä heterogeenisesti päällikkö- työnjohto- ja asennustehtäviin.

Tässä tutkimuksessa toisena tutkimusmenetelmänä käytetyn *havainnoinnin* avulla voidaan saada välitöntä, suoraa tietoa organisaation toiminnasta sekä tutkittavan ilmiön kanssa työskentelevien henkilöiden ja tiimien vuorovaikutuksesta. Koska havainnointi on työläs menetelmä, on sen rinnalla käytetty tässä tutkimuksessa teemahaastatteluja. Tutkimuksessa käytetty havainnointi on osallistuvaa havainnointia, jossa kirjoittaja eli havainnoija on osallistunut ryhmän toimintaan. Havainnointimenetelmää käytettäessä on tärkeää muistaa, että tutkijan tekemät havainnot pysyvät erillään hänen omista tulkinnoistaan. (Hirsjärvi ym. 2015, 212–217.)

### 3.3 Tutkimuksen toteutus / projektityö

Aineiston kerääminen eli LH621i-lastauskoneen valmistuksessa käytettävän materiaalin (osat, osakokoonpanot) kartoitus aloitettiin nimikkeiden listaamisella. Konetyypin perusrakenne ja siinä käytettävät mahdolliset optiot selvitettiin lataamalla Lean-toiminnanohjausjärjestelmästä konetyypin materiaaivaraukset viimeisen kahden vuoden ajalta. Tästä perusjoukosta poistettiin kaksoiskappaleet, jotta yhtä nimikettä esiintyisi listassa vain kerran. Nimikkeet luokiteltiin nimiketunnuksen, nimiketyypin, varaston, varastopaikan, varastointitavan, vaiheistuksen ja määrän mukaan. Tarve luokittelulle määriteltiin yhdessä työn ohjaajan, logistiikkapäällikkö Peter Höijerin kanssa. Ostettavat nimikkeet ovat iso osuus materiaalista.

Nimiketyypeissä tarkastelun alle otettiin seuraavat:

Osto profiili – automaatit tai lavapaikoilla -> onko  
varastoautomaatista kerättävä vai lavalla

Osto profiili automaattinen – tilaus automaattinen

Osto settiosa – tilataan työlle, varastoidaan Steve/Forlog

Osto settiosa automaattinen – tilataan työlle, tilaus automaattinen, varastoidaan Steve/Forlog

Osto omavalmiste put. – tilataan työlle, valmistetaan putkivalmistuksessa, settiosa

Valm. profiili – tulee runkovalmistuksesta varastoon, nimike valmistetaan yhdistämällä

Valm. runko-osat – runkovalmistuksen osia

Alih. profiili – runkovalmistuksen osia

Visuaaliset osat eli 2-laatikko-osat jätettiin tarkastelun ulkopuolelle sillä niiden toimittamisesta vastaa toistaiseksi ulkopuolinen toimittaja Tools. Lisäksi valenimikkeet, jotka ovat osakokonaisuuksia, jätettiin pois listauksesta, sillä tarkoitus on käydä läpi yksittäisten nimikkeiden kulkua varastosta linjalle. Totesimme myös, että runko-osat sekä osakokoonpanot ovat omia isoja kokonaisuuksiaan rajaten ne pääosin kokonaan tutkimuksen ulkopuolelle.

Leanin materiaaivarauksen perusteella haetun masterdatan pätevyys ja kattavuus testattiin vertaamalla dataa hankintaosastolta saatuun konetyypin rakennelistaan. Vertailun tuloksena selvisi, että materiaaivaraukset ovat paikkansa pitäviä ja sisältävät lisäksi kattavasti mahdolliset koneeseen käytettävät optiot.

Marraskuun 2022 loppupuolella kehittämistyö eteni vaiheeseen, jossa ryhdyttiin hahmottamaan materiaalin sijoittumista uudelle 10-asemaiselle linjalle. Linjan layout-suunnitteluun liittyen ilmeni tarve kuvata materiaalien sijoittuminen eri asemien hylly-yksiköihin tarkoituksena selvittää, mahtuuko kahden koneen materiaali linjalle ja miten. Näin ollen nykyisen 6-asemaisen linjan eri vaiheiden pyytämä materiaalitieto jäi tästä syystä vähemmälle tarkastelulle ja aikataulullisesti tärkeämpää oli keskittyä uuden vaiheistuksen mukaiseen materiaalivirtaan.

Uusi 10-asemaisen tuotantolinjan vaiheistus löytyy Sandvikin sisäiseltä verkkolevyltä tuoterakenteen (*Bill of Material; BOM*) mukaan 66 eri kansioon eriteltynä. Näistä kansioista kerättiin vaiheistustieto yhdelle Excelin välilehdelle sisältäen nimikkeen nimen, vaiheen, nimiketyypin, määrän, yksikön, tyyppin ja tiedon siitä mille rakenteelle nimike kuuluu. Tässä yhteydessä toteutettiin haastattelutapaamisia tuotannonohjauksen päällikön sekä tuotannon tukihenkilön kanssa, joiden myötä nykyinen tuotannonohjauksen prosessi selkiytyi paremmin.

Tässä vaiheessa tuotannonohjaus oli vaiheistanut myös Leaniin uudella linjalla aloitettavia lastauskoneita uuden vaiheistuksen mukaisesti. Leanista saatavaa uuden vaiheistuksen mukaista materiaalivearadataa ja masterdataa yhdistämällä saatiin Microsoft PowerBi-raportti LH621i-lastauskoneen materiaaleista aiemmin mainitun luokittelun ja uuden vaiheistuksen mukaisesti. Raporttia lähdettiin hyödyntämään uuden linjan layout-suunnitelmassa erityisesti uusien hylly-yksiköiden suhteen.

Työskentely jatkui tammikuussa 2023 tavoitteena suuntautua tulevaisuuteen WMS-näkymin. Tiedossa oli se, että kahden koneen materiaalit mahtuvat uudelle tuotantolinjalle ja hylly-yksiköissä on lisäksi vapaita lavapaikkoja. Seuraavaksi tulisi selvittää miten materiaali kulkee varastosta linjalle ja mistä logistiikka tietää, että linjalle tietylle asemalle/vaiheelle voidaan toimittaa seuraavan koneen materiaali. Materiaalivirrasta ja Leanin sekä tulevan varastonohjausjärjestelmän rajapinnasta koostettiin prosessikuvaukset Microsoft Visio-ohjelmalla uimaratakaaviona, jotka ovat nähtävissä raportin liitteenä (liite 2 ja liite 3).

## 4 Nykytilan kuvaus

### 4.1 Materiaalivirta

Toiminnanohjausjärjestelmästä haettu masterdata osoittaa, että LH621i-lastauskoneen kokoonpano kattaa noin 3000 nimikettä, joista karkeasti ottaen puolet ovat keräiltäviä nimikkeitä. Lastauskoneen kokoonpano linjalla alkaa säiliövarustellun takarungon valmistuksesta, johon myöhemmin liitetään valmis eturunko. Koneen eturunko on joko omavalmisteinen tai alihankkijan valmistama. Uudella 10-vaiheisella linjalla tavoitetilana on se, että seuraavana aloitukseen tuleva takarunko on edellisenä päivänä parkissa linjan alkupäässä asennettavan rungon vieressä 0-paikalla.

Masterdatassa lastauskoneen materiaali on ryhmitelty varastointitavan mukaan, joita ovat isot osat, isot runko-osat, Kardex, lava, putkilava sekä Steve. Isot osat määräytyvät suurilta osin profiiliosiksi lukuun ottamatta muutamaa runko-osaa. Kaikki isot osat varastoidaan tehtaan ulkovarastohallissa. Isot runko-osat ovat nimensä mukaisesti koneen runkoa koskevia osia tai varusteltava takarunko. Isot runko-osat varastoidaan runkovarastossa. Kardexissa varastoitava materiaali on varastoautomaatista keräiltävä materiaali ja masterdatan mukaan tähän ryhmään kuuluu myös automaattisesti tilattuja nimikkeitä. Lavalla varastoidut ovat profiiliosia, jotka varastoidaan tehtaan omaan varastoon ja joiden tilaus on osittain automaattista. Putkilava varastointitapana näyttää sisältävän omavalmisteiset putket. Steve varastointitapana pitää sisällään ulkoisessa varastohubissa eli Forlogilla varastoitavat settiosat, hydrauliletkut, ohjaamon, sylinterit, pyörät, akselit, oskilloinnin, maskin, vaihteiston, moottorin, jäähdyttimen, säiliöt sekä shark-palat kauhaan liittyen.

Materiaali voidaan karkeasti jakaa kahteen luokkaan sen mukaan, mikä laukaisee materiaalin keräilyn toimenpiteenä. Settiosat, runko-osat sekä isot osat pyydetään erikseen tuotannosta käsin, eli asentaja tai työnjohtaja tekee erilliskeräilyä koskevan siirtopyynnön toiminnanohjausjärjestelmästä. Siirtopyyntö menee varastotyöntekijälle eli järjestelijälle, joka hakee materiaalin

varastosta varastopaikan mukaan ja toimittaa linjalle. Ulkopuolinen varastohubi on sitoutunut toimittamaan pyydetyn osan tai lavan viimeistään pyyntöä seuraavana päivänä klo 14 mennessä. Yrityksellä on käytössä paikallinen kuljetusyhtiö, joka operoi kolmesti päivässä vastaanoton sekä varastohubin välillä.

Lavatavara ja Kardexiin varastoidut osat sekä komponentit ovat järjestelijän keräilylistalla avoimina olevina keräilytehtävinä joita järjestelijä keräilee yhdistellen mahdollisuuksien mukaan keräilyjä samoille lavoille. Lava toimitetaan tuotantolinjalle tämän jälkeen ilman erillistä pyyntöä.

Toiminnanohjausjärjestelmässä keräilylistalla olevat avoimet keräilytehtävät kuitaantuvat valmiiksi sitä mukaa kun keräily etenee. Erikseen pyydetävät keräilyt kuitataan, kun materiaali on hyllyssä.

Uudella 10-vaiheisella linjalla tavoitellaan päivän tahtiaikaa, mikä edellyttää tarkkuutta materiaalin ohjauksessa. Päivän tahtiajassa kone viipyy yhdellä asemalla yhden päivän ajan. Kehittämistyön toteutushetkellä yrityksellä on käytössä puskurivarasto eli bufferivarasto, johon varastoidaan 2–3 seuraavan koneen materiaalit ja linjalla KET:ssä eli keskeneräisen tuotannon varastossa säilytetään yhden koneen materiaalit. Uudessa tuotantomallissa bufferivarastoa on tarkoitus pienentää. Kun huomataan, että seuraavan päivän eli linjalla etenevän seuraavan koneen materiaaleissa on puutteita, ehditään vielä reagoida materiaali- ja puutteeseen, jotta materiaali on linjalla asennettavissa oikeaan aikaan ja oikean määräisenä.

#### 4.2 Tuotannonohjaus Sandvikilla

Nimikkeen ohjaustapa voidaan jakaa karkeasti suoraan työlle hankittaviin, varastoon hankittaviin tai visuaalisesti ohjautuviin nimikkeisiin (2-laatikko-osat). Ohjaustapaa määrittäessä tulee pohtia mitkä tiedot vaikuttavat ohjaustapaan sekä mitkä ovat välttämättömiä tietyn materiaalin ohjauksessa tarvittavia tietoja. (Keskilä, henkilökohtainen tiedonanto 23.11.2022.)

Jos nimiketyyppi on esimerkiksi Osto settiosa, niin nimikkeen ohjauksessa tulee huomioida nimikkeen toimitus-, käsittely- sekä varmistusaika. Settiosien kohdalla määrittelevä tekijä on se, millaisilla toimitusajoilla niitä on mahdollista saada. Settiosissa on geneerisesti saman tyyppisiä osia sekä tietyt kategoriat esimerkiksi peltisetissä kannet ja lokasuojat. Osa nimikkeistä keräillään, osaa ei keräillä, jokin vastaanotetaan mikä vaikuttaa nimikkeen saldoprofiiliin. (Keskilä, henkilökohtainen tiedonanto 23.11.2022.)

Prosessina nimikkeen ohjaus alkaa siitä, kun rakennekäsittely avaa uuden nimikkeen. Tällöin nimikkeelle määritellään nimiketyyppi, esimerkiksi kaikki hydrauliletkut avataan settiosaksi. Kaikki taivutettavat hydrauliputket ovat Osto omavalmiste putki -tyyppisiä nimikkeitä. Tietyt komponentit ovat aina tietyn tyyppisiä nimikkeiltään. Käytännössä ostettavien osien kohdalla nimiketyyppi on ostoprofiili, kun tiedetään, että kyseessä on ostotaso. (Keskilä, henkilökohtainen tiedonanto 23.11.2022.)

Nimikkeen perustiedoissa löytyy tiedot, joiden kanssa määritellään, onko nimike keräiltävä osa vai erikseen pyydettävä osa. Tietyt varastot ovat erilliskeräilyä varten - jos niissä on materiaalia, ne ovat aina erilliskeräiltäviä. Varastointitapa vaikuttaa keräilytapaan ja edelleen siihen meneekö nimike automaattisesti keräilyyn vai vasta siinä vaiheessa, kun joku tekee siitä keräilypyynnön. (Keskilä, henkilökohtainen tiedonanto 23.11.2022.)

Tuotannonohjaus vaikuttaa siihen, mille vaiheille materiaalia vaiheistetaan, miten vaihemalli rakennetaan ja millaisia materiaaliennakoita vaiheille asetetaan. Nämä edelliset vaikuttavat tarvepäivämääriin, jotka osto näkee ja kykenee reagoimaan sen mukaisesti. Osto pyrkii hankkimaan osia riittävän ajoissa ja kaikki hankintatoimet vaikuttavat varastosaldojen kokoon. Nimikkeen ohjauksessa ostotoiminnalla on oma merkittävä roolinsa. On huomioitava millä tiedoilla osto työskentelee jotta osat saadaan kokoonpanoon juuri oikeaan aikaan tai tilanteessa, jossa kone esimerkiksi aikataulutetaan uudelleen. (Keskilä, henkilökohtainen tiedonanto 23.11.2022.)

Tuotannonohjauksen päällikkö Keskilä esitti henkilökohtaisessa tiedonannossaan (25.11.2022), että tuotannonohjaus tulisi ottaa mukaan suunnittelutyöhön aina, kun ohjaustavat, materiaalivirran liike tai ohjausjärjestelmä muuttuvat. Myös automaattisten vaihesiirtojen toimintavarmuus ja tiedonkulku kaikille tietoa tuotannossa tarvitseville henkilöille ovat tärkeitä tuotannonohjauksen näkökulmasta. Erikseen pyydettävien isojen osien osalta, kuten moottorit, vaihteistot, kauha ja runko, tavoitetilana nähdään imuohjaus eli seuraavalle työlle tilattu osa voidaan tuoda heti varastopaikalle kun edellinen osa on otettu.

## 5 Tulokset

### 5.1 Tuotantolinjan layout

Uuden 1-linjan layoutia mallinnettiin yhdessä linjan työnjohdon, asentajien ja asemavastaavien kanssa. Käytössä oli fyysinen pohjapiirustus, jotta saatiin käsitys siitä, miten hylly-yksiköt ja lattiapaikat saadaan mahtumaan koneen asennuksen kannalta mahdollisimman optimaalisille paikoille. Työskentelyn tuloksena laadittiin suunnitelma, jossa on visualisoituna hylly-yksiköt ja materiaalin sijoittelu hyllyyn. Suunnitelma on nähtävissä liitteessä 1.

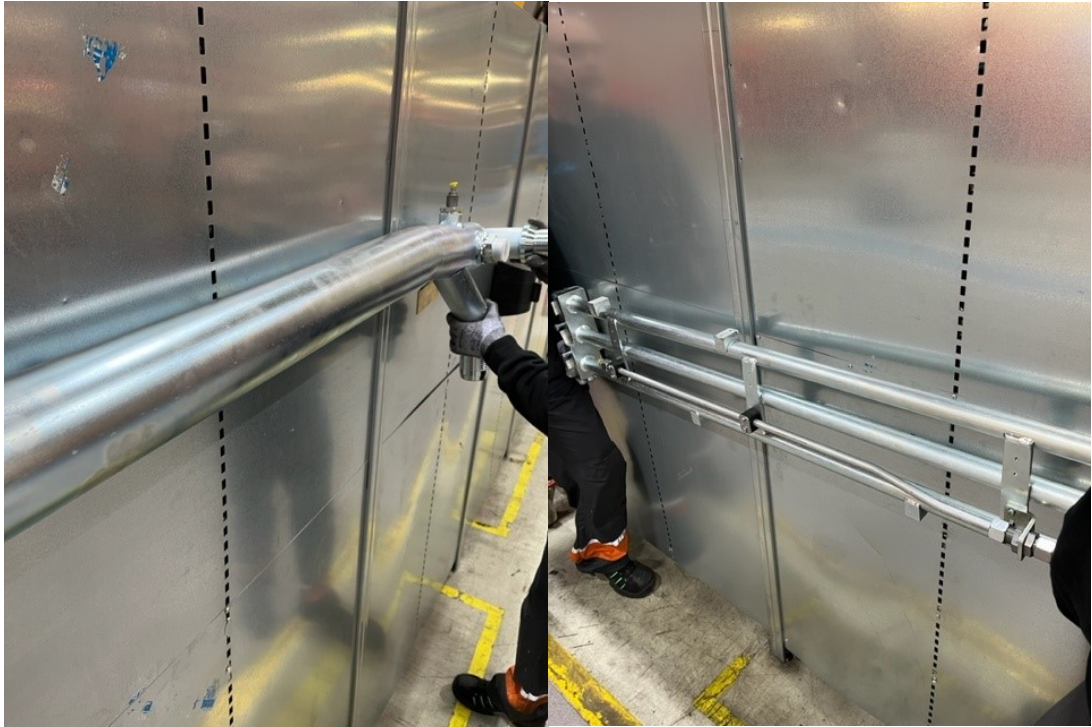
Suunnitelma toteutettiin Microsoft Excel-ohjelmalla, jossa hylly-yksiköt ovat eriteltyinä omille välilehdilleen. Hylly-yksikön lisäksi välilehdelle on tehty yhteenveto materiaalin sijoittumisesta lavapaikoille määrien perusteella.

Yhteenvedossa materiaali on jaoteltu lähtökohtaisesti varastointitavan mukaan ja koodattu väreillä. Lisäksi yhteenvedossa on eritelty erikseen sähkölavat, optiot, linjalla säilytettävät osat/tavarat sekä ja kaiteet, joiden sijoittumista käsiteltiin tarkemmin. Putket ovat uudessa tuotantomallissa sijoitettuna omalle seinälleen ja putkiseinä on suunnitelmassa merkitty linjan alkupäähän sijoittuvaksi. Letkuhäkki kulkee koneen asennuksen mukana asemalta toiselle. Maskille on varattu lattiapaikka viidennen aseman kohdalta.

Uusiin hyllyihin liittyviä muutostarpeita olivat tappien ja laippojen yhdistäminen samalle lavalle, isojen, massiivisten putkien uudenlainen sijoittelu sekä lokasuojien kohdalla hyllyn takasuojaverkon laajentaminen jotta lokasuoja mahtuu hyllyyn paremmin. Isot putket (kuva 5) on tarkoitus sijoittaa roikkumaan koukkuun sen sijaan että ne nostetaan hyllyyn. Esille nostettiin lisäksi uimarapun eli koneen päälle asennettavan kaiteen optimaalinen vaiheistus. Asentajien toive on, että kyseinen kaide on linjalla asennettavissa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa sekä riippumatta kulloisenkin työn alla olevan koneen pakoputkirakenteesta kaide saapuisi aina samalla tavalla osana isompaa kaidesettiä. Uimarapun vaiheistukseen liittyen selvisi, että suurin osa eri pakoputkirakenteelle asennettavista uimarapuista on ohjattu samalle



palletille kuin muut kaidekokonaisuuteen kuuluvat osat, eli kyseinen osa kuuluu kaidesettiin. Poikkeuksena löytyi ainoastaan Tier2-pakoputkirakenteen uimarappu, joka ei ole settiosa, vaan tulee erikseen keräiltynä linjalle. Kyseisellä kaiteella on kuitenkin sama toimittaja kuin muilla kaiteillakin.



Kuva 5. Isot putket.

Tyhjille lavoille määriteltiin oma paikkansa, johon ne kerätään pinoon. Paikka sijaitsee trukkien ajolinjan vieressä järjestelijöiden työn sujuvoittamiseksi. Hyllyyksikössä kaksi alinta tasoa ovat vetotasoja, joihin on lähtökohtaisesti sijoitettu varastokeräilyt sekä osakokoonpanot. Nämä vetotasot sovittiin asennettavan siten, että ne aukeavat linjalle päin asentajien työn sujuvoittamiseksi.

## 5.2 Settiosat

Tarkastellessa materiaalien vaiheistuksia esiin nousi lisäksi settiosat ja niiden toimivuus yleisesti ottaen. Settiosat on koettu ongelmallisiksi esimerkiksi niihin kohdistuvien setitysmuutosten osalta. Lisäksi settiosien sisältö tai sijainti ei ole kaikkien tiedossa. Esimerkiksi kun tuotannosta on tehty siirtopyyntö Leanissa

koskien settiosaa Pallet 12 sen omalla nimellä, settiosa ei liiku. Settiosa on ohjautunut linjalle vasta sitten kun pyyntö on tehty nimiketunuksella, mikä edellyttää linjan asentajalta tai asemavastaavalta lisää aikaresurssia selvittää nimiketunnus erikseen.

### 5.3 Hyllypaikkojen merkitseminen ja visualisointi

Uuden 1-linjan hyllyratkaisussa (taulukko 1) on visualisoituna materiaalien paikat eri värein sen mukaan minkä tyyppisestä materiaalista on kyse (varastokeräiltävä, settilava, osakokoonpano, erilliskeräiltävä, sähkölava, linjalla säilytettävä, hubissa varastoitava, automaatio-osa, uimarappu, visuaalinen nimike). Väreillä haluttiin havainnollistaa paremmin materiaalien sijoittumista hyllyn lavapaikoille.

isot osat								
trukkihyllyt			L430 ureasäiliön teline 1/2	L430 ureasäiliön teline 1/2	L440 settiosat			
trukkihyllyt			L430 ureasäiliön teline 2/2	L430 ureasäiliön teline 2/2	L440 settiosat			uimarappu
vetotasot	sähkösarjat	sähkösarjat	L430 keräily 1/2	L430 keräily 1/2				L440 mek. osakp
vetotasot	sähkösarjat	sähkösarjat	L430 keräily 2/2	L430 keräily 2/2	L440 äänenvaimennin	L440 äänenvaimennin	L440 keräily	L440 keräily

Taulukko 1. P3 ja P4 hyllyratkaisu.

Värien käyttö fyysisessä hyllyssä sekä lavalapussa osoittamaan tietyn materiaalin yksittäistä lavapaikkaa todettiin olevan haastava toteuttaa tällä hetkellä mm. aikataulullisesti. Ongelmakohtana on nähty se, että materiaalia toimitetaan väärin paikkoihin. Toimintaympäristön hahmottamisen tueksi päädyttiin ratkaisuun, että värikoodausta käytetään resurssien erottamiseksi toisistaan, eli väreillä koodataan hyllypaikat / lavalaput 1-linjan, 2-linjan, 3-linjan sekä osakokoonpanojen suhteen. Avoimeksi jäi, määritelläänkö solutuotantoon oma värinsä. Värikoodaus toimii materiaalinohjausta tukevana elementtinä, kun hyllypaikkatarroissa sekä lavalapuissa oleva teksti on isoin ohjaava elementti.

Tuotannon toive uuden 1-linjan värin suhteen oli kyseisen resurssin koodaaminen oranssilla värillä, mikä tarkoittaa hyllyihin kiinnitettävien tarrojen sekä lavoihin kiinnitettävien, kunkin nimikkeen nimike- ja ohjaustietoja

sisältävien lavalappujen taustaväriä. Selvitimme värien testaamisen mahdollisuutta mikä osoittautui vaikeaksi tulostusongelmien takia. Uudet 1-linjan hyllytarrat päädyttiin tilaamaan suoraan tutulta toimittajalta.

Tärkein materiaalin sijoittumista oikeaan paikkaan ohjaava tekijä todettiin olevan hyllypaikan nimi. Hyllypaikkojen nimet käytiin yhdessä läpi asentajien ja logistiikan esimiehen kanssa, jotta ne on nimetty mahdollisimman ymmärrettävästi ja loogisesti. Loogisuutta lisätäksemme yhden koneen materiaalit pyritään järjestämään hyllyssä päällekkäin. Kaikkien osien kohdalla logiikkaa ei saatu toteutumaan, sillä isot osat vievät leveydeltään useamman hyllypaikan. Näin ollen hyllypaikkatarralla on ratkaisevampi merkitys paikan osoittamisessa. Eräs kehitysidea nimenomaan isojen osien siirtämiseen liittyen oli, että logistiikan tietojärjestelmässä lukisi lisähuomio ylileveästä kuljetuksesta koskien mm. konepeltejä. Kun trukkikuski ottaa konepellin kyytiin siirtoa varten, hänellä on paremmat mahdollisuudet huomioida tarvittava tila kuljetukselle ja hyllytykselle. Pidemmälle viety idea olisi, että huomio ylileveästä kuljetuksesta olisi tiedossa kuljetusreitillä ja kohteessa seinällä olevassa huomiotaulussa.

#### 5.4 Materiaalin keräily ja kuljetus

1-linjan uuden hyllyratkaisun soveltuvuutta ja toteutuskelpoisuutta analysoitiin tammikuussa 2023 päälliköiden ja työnjohtajien palaverissa. Sisälogistiikan järjestelijoille ja trukkikuskeille pyritään järjestämään koulutustilaisuus materiaalin ohjauksesta. Koulutuksen avulla pyritään varmistamaan se, että materiaalin ohjausta ja keräilyä sujuvoittamaan suunnitellut toimenpiteet juurtuisivat myös käytäntöön ja asiat tehtäisiin alusta asti oikein. Lisäksi sisälogistiikalla tulisi olla päivitetyt ja ymmärrettävät työohjeet käytössä.

Eräs materiaalin keräilyä koskeva ongelmakohta on, että järjestelijä / trukkikuski ei tunne toimintaympäristöä riittävästi ja toimittaa materiaalin väärään paikkaan. Työnjohtaja Aaltosen mukaan tähän vaikuttavia tekijöitä ovat henkilöstön vaihtuvuus ja riittämätön perehdytys. Kun lava jätetään tehtaaseen piha-alueelle

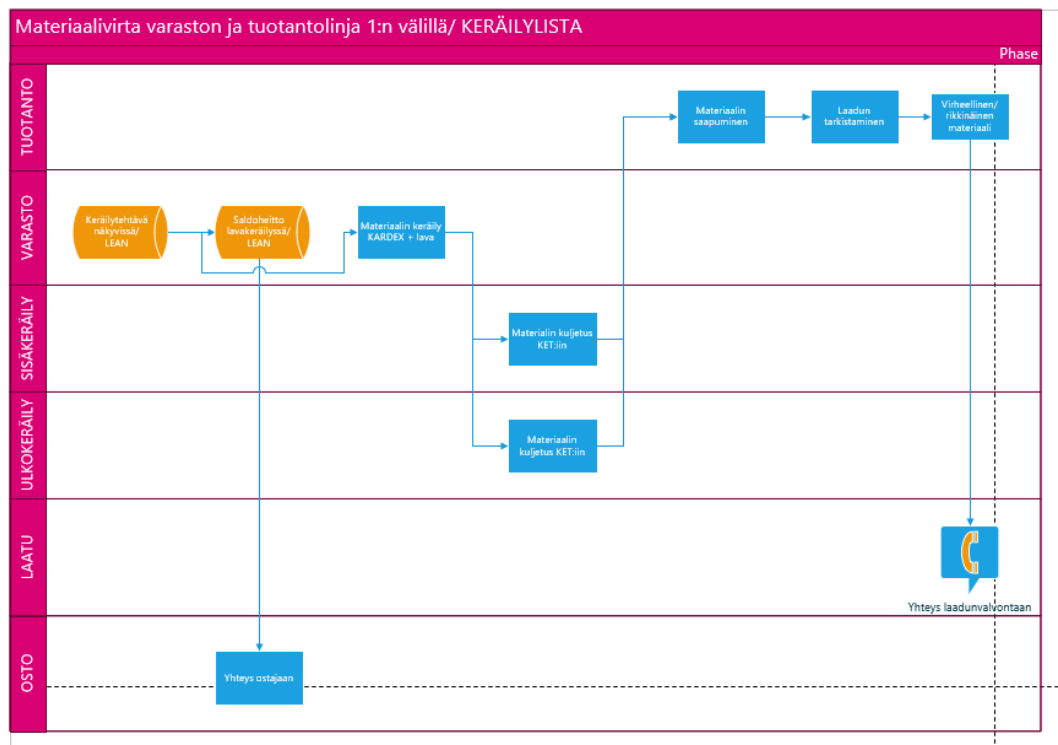
odottamaan siirtoa varastoon tai tuotantoon, lavalle tulisi olla oma merkitty paikkansa.

Varastohubista tuotantoon siirrettävä materiaali liikkuu useamman toimijan ketjussa. Tuotannosta tehty siirtopyyntö menee hubiin, jossa materiaali kerätään ja ohjataan kuljetukseen kuljetusyhtiölle. Kuljetusyhtiö kuljettaa materiaalin logistiikan haltuun ja logistiikka toimittaa materiaalin tehtaan sisällä tuotantoon. Toimitusketju on monivaiheinen ja tieto liikkuu useaan eri suuntaan. Prosessi kaipaa kuvaamista, sillä esimerkiksi ketjussa liikkuvat settilavat ovat usein kadoksissa tai puuttuu varma tieto siitä, onko materiaalia saldoilla.

Keräilyjen kuittaamiseen liittyen prosessia hankaloittaa se, että järjestelijä ei tiedota linjalle miksi materiaali ei kuittauksesta huolimatta saavu tilatulle vaiheelle. Kun materiaali puuttuu tai on kadoksissa, tieto materiaalin sijainnista pitää selvittää Leanista työnjohdon tai asentajan toimesta. Kuittaus on siis tehty, vaikka materiaali ei ole saapunut perille. On myös tilanteita, jolloin materiaali on saapunut oikealle vaiheelle oikeaan paikkaan, mutta kuittausta ei ole tehty. Leanissa tehtävä lisäkeräilypyyntö menee keräilylistassa kaiken edelle, mutta tuotannossa on jouduttu odottamaan jopa 3–4 tuntia ennen kuin koneen edistymisen keskeyttävä materiaalipuute on saatu tuotantoon. Ihanteellista olisi prosessin toimivuus siten, että kuittaaminen tapahtuisi silloin kun materiaali on toimitettu sinne, minne se on pyydetty.

Materiaalia rikkoontuu kuljetuksessa usein. Esimerkiksi jäähdyttimen päälle kasattiin tavaraa, jolloin jäähdyttimen ripojen maalipinta meni rikki. Vahingosta tulisi ilmoittaa oikeille tahoille eli vastuu vahingosta kuuluisi kantaa siellä missä vahinko tapahtuu. Työnjohdon mielestä nykyisen ulkoistetun sisälogistiikan muuttaminen in-house-järjestelyksi saattaisi heikentää logistiikan suoritusta entisestään ainakin joksikin aikaa, sillä henkilöstö tulisi todennäköisesti vaihtumaan. Pitkällä aikavälillä suorituskyvyn voisi nähdä paranevan.



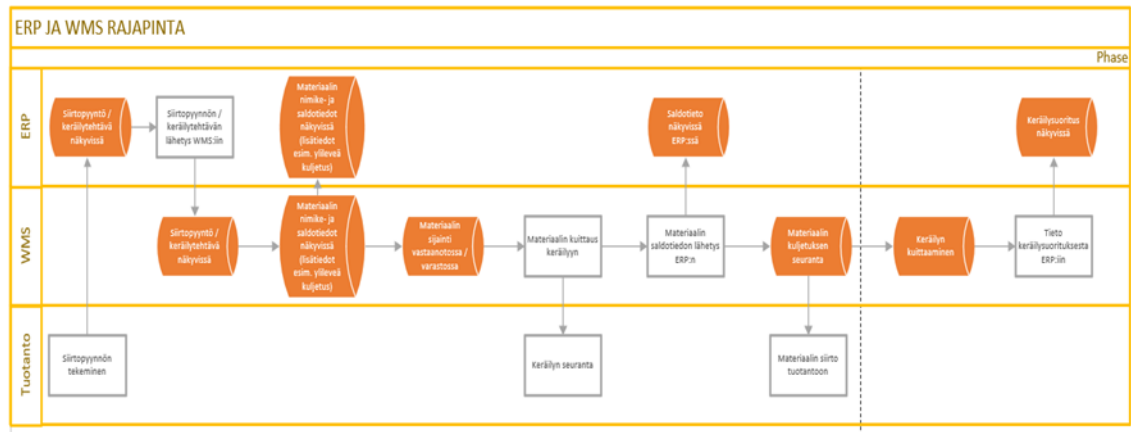


Kuvio 5. Keräily listan mukaan prosessikaaviona.

Materiaalin ohjaamisessa tulee huomioida logistiikan, eli käytännössä trukkipuskien ja järjestelijöiden tarvitsema vasteaika laskien siitä, kun paikka linjalla vapautuu siihen, kun tarvittava materiaali saapuu linjalle käytettäväksi koneen asennuksessa. Keräilyä tulisi siis aikatauluttaa eli määritellä ajankohdat, jolloin on tiedossa mitä materiaalia linjalle tuodaan ja mihin mennessä. Seuraavan päivän materiaalisuunnitelma tulisi olla tehtynä jo edellisenä päivänä.

Toisaalta tulee myös suunnitella ja määritellä miten materiaali liikkuu ulkopuolisesta varastosta oikea-aikaisesti tuotantolinjalle, jolloin välissä on useampi toimija sisälogistiikan toimijoiden lisäksi. WMS-järjestelmän käyttöönoton näkökulmasta tavoitteena on määritellä toiminnanohjausjärjestelmän ja WMS:n rajapinta, eli missä pisteissä järjestelmät kohtaavat ja operaatiot halutaan automatisoida. Lähtökohtana tulee olla se, että toiminnanohjausjärjestelmä eli käytössä oleva Lean System toimii kunnolla.

WMS ja Lean System-toiminnanohjausjärjestelmän rajapinta kuvattiin uimaratamallisella prosessikaaviolla (kuvio 6, liite 4). Kuvauksessa lähdettiin siitä, että WMS mahdollistaa toiminnallisuuksiltaan tarvittavat operaatiot yrityksen tarpeisiin, vaikka varsinaista käyttöönottoa ei olla vielä todellisuudessa aloitettu.



Kuvio 6. ERP ja WMS rajapinta prosessikaaviona.

Valmistuslinjan hyllypaikat ja lattia- sekä ulkoalueet tulee merkitä ja tunnistaa WMS:n ja käyttäjien tunnistamalla yhtenäisillä merkinnöillä. Nimikkeiden saldojen, sijainnin sekä käsittely-yksikön pakkaus- ja määrätietojen tulee olla helposti ja ajantasaisesti saatavilla ja päivitettävissä WMS:ssä.

ERP- ja WMS-järjestelmien välistä kommunikaatiota tukee sovellusten välisen hierarkian toiminallinen ja fyysinen malli sekä samanlainen terminologia. Koska toimeksiantajayrityksen käyttämä Lean System ERP-järjestelmänä ja tuleva Fidaware WMS varastohallintajärjestelmä ovat samalta toimittajalta, tämä tuo selkeää synergiaetua yritykselle ja järjestelmien käyttäjille.

## 6 Tulosten arviointi

Tutkimuskysymykset, tavoitteet ja ongelmat päivittyivät tutkimuksen edetessä useita kertoja. Tutkimusta ja tutkimukseen liittyvää projektityötä aloittaessa toimeksianto koski koko materiaalivirtaa varaston ja uuden 1-linjan välillä kattaen kaikki linjalla valmistettavan lastauskoneen osat. Projektin edetessä ilmeni tarve uudelle linjalle pystytettävien hyllykokonaisuuksien suunnittelulle, eli tarkastelu kohdentui materiaalin sijoittumiseen uudella linjalla materiaalivirran loppupäässä. Hirsjärvi ym. (2015, 126) toteavat kvalitatiivisessa tutkimuksessa olevan syytä varautua tutkimusongelman muuttumiseen tutkimuksen edetessä. Tutkimusmenetelmiin sisältyneissä teemahaastatteluissa ja henkilökohtaisissa tiedonannoissa ilmenneet vastaukset muokkasivat kirjoittajan työnkuvaa työn edetessä, ja myös tehtaan laajennusprojektin edetessä tehdyt havainnot ajankohtaisista ja uusista kehitystarpeista vaikuttivat tutkimuksen sisältöön.

Alkuperäisiin tutkimuskysymyksiin materiaalivirran ohjauksesta ja materiaalipyyntöjen syöttölogiikasta saatiin asianmukainen vastaus kappaleessa 4 nykytilan kuvauksessa, mutta lopulta työn merkittävimmiksi ja eniten tutkimusta edellyttäneiksi tuloksiksi muodostuivat kappaleessa 5.3 mainittu hyllypaikkojen määrittely ja visualisointi sekä kappaleessa 5.5 esitetyt prosessikuvaukset WMS-järjestelmän vaatimusmäärittelyn ja integroinnin taustatyöksi. Kokonaisuutena tämä opinnäytetyö vastaa riittävästi alkuperäisiin tutkimuskysymyksiin, mutta tutkimustulosten konkreettisen hyödyn sekä tutkimuksen työmäärän näkökulmasta työn suurin lisäarvo on tutkimuksen edetessä syntyneiden tutkimusongelmien ratkaisemisessa. Hirsjärven ym. (2015, 81) mainitsema joustavuus ongelmanasettelussa kvalitatiivisen tutkimuksen edetessä osoittautui tässä tutkimuksessa sekä lisäarvoksi että lisätyöllistäjäksi.

Tutkimuksen *reliabelius* tarkoittaa tulosten toistettavuutta, eli esimerkiksi sitä, että toinen tutkija saisi vastaavilla aineistoilla ja menetelmillä samat toistettavat tulokset. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa reliabelius on usein vaikeammin määritettävissä kuin kvantitatiivisessa, ja vähemmän formaalit ja strukturoidut



aineistonkeruumenetelmät aiheuttavat aineiston keruuseen kuvausten ainutlaatuisuutta. (Hirsjärvi ym. 2015, 231–232.) Tätä tutkimusta ei voida pitää kovin toistettavana, koska teemahaastattelut ja henkilökohtaiset tiedonannot on toteutettu pääosin ei-strukturoidusti perustuen kirjoittajan ja haastateltujen vapaamuotoisiin keskusteluihin tuotannollisesti sopivina ajankohtina. Mikäli tämä tutkimus toistettaisiin esimerkiksi tämän työn valmistuttua, vaikuttaisi tuloksiin myös tehtaan laajennusprojektin ja WMS-vaatimusmäärittelyn eteneminen, minkä takia osa alkuperäisistä haastatteluteemoista ei olisi enää ajankohtaisia vaan ne olisivat korvautuneet uusilla tarkentuneilla teemoilla. Toisaalta saatuihin tuloksiin päätyminen on kuvattu tässä työssä asianmukaisesti.

Tutkimuksen *validius* tarkoittaa tutkimusmenetelmän soveltuvuutta tutkimustehtävään ja mitattavaan ongelmaan (Hirsjärvi ym. 2015, 231). Käytetyt tutkimusmenetelmät on valittu tarkoituksenmukaisesti ja tutkimusongelmalähtöisesti toisiaan täydentäen. Käytetyillä menetelmillä kerätty tieto on ollut saatavuudeltaan, oikeellisuudeltaan ja autenttisuudeltaan ehjää ja suoraan tutkittavasta ilmiöstä parhaiten tietäviltä henkilöiltä kerättyä. Vastaajien joukko on ollut tehtävävastuiden ja positioiden mukaan heterogeeninen, mikä on vähentänyt yksittäisten mielipiteiden interferenssiä aineistoanalyysissä. Kokonaisuutena tätä tutkimusta voidaan pitää validina.

## 7 Yhteenveto

Esillä oleva opinnäytetyö aloitettiin syyskuussa 2022 jolloin määritettiin työn tarkoitus ja tavoitteet. Havainnointi ja haastattelutapaamiset toteutuivat syyskuu 2022 ja tammikuu 2023 välisenä aikana. Teoreettinen viitekehys rakentui samanaikaisesti empiirisen työskentelyn rinnalla, ja täydentyi lopuksi tulosten arvioinnilla sekä yhteenvedolla jossa on pyritty esittämään tutkimuksen kokonaisuus ja lopputulema.

Toimeksiantaja totesi projektityön päättyessä, että työ vastasi toimeksiantoa ja työn tilausta. Tutkimustyön ja projektityön konkreettisena tuloksena syntyi hyllysuunnitelma, jonka perusteella uudet hyllyt pystytettiin ja merkittiin uudelle tuotantolinjalle. Lisäksi opinnäytetyössä hahmotettiin prosessikuvaukset erilliskeräilyn ja keräilylistan mukaan keräiltävän materiaalin kululle. Kolmas prosessikuvaus sisältää mallin tulevan WMS-järjestelmän ja nykyään käytössä olevan ERP-järjestelmän rajapinnoista.

Alkuperäisenä tutkimuskysymyksenä oli, mikä on materiaalityöntöjen syöttölogiikka. Tutkimuksessa kävi ilmi, että materiaali virtaa tuotantolinjalle karkeasti ottaen kahdella eri tavalla: erilliskeräilynä ja keräilylistan mukaan. Erilliskeräilyn laukaisee manuaalisesti toiminnanohjausjärjestelmässä tehty siirtopyyntö, kun taas osa materiaalista, pääosin lavatavara ja KARDEX-osat ohjautuvat tuotantolinjalle keräilylistan mukaisesti ilman erillistä pyyntöä. Materiaalivirta kattaa lisäksi osakokoonpanot, runko-osat sekä visuaaliset nimikkeet, jotka jäivät tutkimuksessa tarkemman prosessikuvauksen ulkopuolelle kehittämistarpeen kohdistuessa hyllyjen suunnitteluun. Uudella tuotantolinjalla varastoidaan kahden koneen materiaalit ja tavoitellaan imuohjausta. Tällöin linjalla tyhjä lava, lavapaikka tai lattiapaikka ”imee” materiaalia seuraavan koneen valmistusta varten. Huomioitavaa on, että tarvitaan ajoitus ja aikamääre, jonka sisällä materiaalin tulee olla tuotannon käytettävissä aikataulussa pysyäksään.

Työn teoriaosuudessa käsiteltiin materiaalin- ja varastohallintaa sekä tuotannon ohjausmenetelmiä. Lisäksi esiteltiin toimeksiantajan käytössä oleva

ERP-järjestelmä sekä tuleva WMS-järjestelmä ja varastohallintajärjestelmän käyttöönottoa koskevia huomioita. Nämä järjestelmät tehostavat logistiikan prosesseja sekä toimintoja ja niiden avulla voidaan parantaa yrityksen ja organisaation toimintaa. Järjestelmien avulla voidaan poistaa turhia vaiheita liiketoimintaprosesseista, parantaa asiakastyytyväisyyttä sekä yrityksen tulosta. Ohjausjärjestelmien myötä kustannustehokkuus, työntekijöiden viihtyvyys sekä asiakastyytyväisyys nousee. Työnjohto voi keskittyä paremmin kehittämistyöhön, kun materiaalivirran manuaalisesta ohjaamisesta päästään eroon.

Oma ammatillinen osaamiseni kehittyi tätä opinnäytetyötä tehdessä paljon. Kokonaan uusina asioina opin logistiikka-alalta varastoinnin ja varastonohjauksen terminologiaa, ilmiöitä ja käytännön ongelmanratkaisua. Tuotantotalouden opinnoissani aiemmin tutuiksi tulleiden ohjausjärjestelmien ja prosessikuvausten osaaminen kehittyi merkittävästi aiempaa syvemmäksi, ja pääsin soveltamaan uutta osaamista käytännönläheisissä tutkimustehtävissä. Myös tutkimusmenetelmäosaaminen, lähdemateriaalin hakeminen sekä itseohjautuva tutkimusraportin kirjoitustaito päivittyivät tätä opinnäytetyötä tehdessäni huomattavasti. Kokonaisuutena työ oli myös haastava, ja aikaa raportin kirjoittamiselle oli paikoin vaikea löytää töiden, kurssiopintojen ja vanhemmuuden keskeltä, mutta haastavan ja hyvin opettavaisen työn valmiiksi saaminen on palkitsevaa.

## Lähteet

Arnold, J.R.T., Chapman, S.N., Clive, L. M. 2008. Introduction to Material Management. 6. painos.

Atieh, A.M., Kaylani, H., Al-abdallat, Y., Qaderi, A., Ghoul, L., Jaradat, L., Hdairis, I. 2015. Performance improvement of inventory management system processes by an automated warehouse management system. Procedia CIRP 41 (2016) 568-572.

Burganova, N., Grznar, P., Gregor, M., Mozol, S. 2021. Optimisation of Internal Logistics Transport Time through Warehouse Management: Case Study. Transportation Research Procedia 55 (2021) 553-560.

Frazelle, E. H. World-class warehousing and material handling. 2016. 2. painos.

Gifford, Charlie. 2007. The Hitchhiker's Guide to Manufacturing Operations Management; ISA-95 best practices book 1.0. Durham, North Carolina: ISA.

Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P. 2015. Tutki ja kirjoita. Porvoo: Bookwell Oy.

Krajewski, L.J., Malhotra, M.K., Ritzman, L.P. 2019. Operations management: processes and supply chains. 12. painos.

Lapinleimu, I., Kauppinen, V., Torvinen, S. 1997. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Porvoo: WSOY – Kirjapainoyksikkö.

Logistiikan maailman www-sivut 2023. Viitattu 7.2.2023. Saatavilla: [www.logistiikanmaailma.fi](http://www.logistiikanmaailma.fi)

Marttila, P. 2020. Warehouse Management as a Service. Webinaari 14.4.2020. Roima Intelligence Oy.

Richards, G., Grinsted S. 2013. The logistics and supply chain toolkit.

Sakki, J. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta. B2B – vähemmällä enemmän. 7.uudistettu painos. Helsinki: Hakapaino Oy.

Sandvik AB:n www-sivut 2023. Viitattu 7.2.2023. Saatavilla:  
[www.home.sandvik.fi](http://www.home.sandvik.fi)

Roima Intelligence Oy:n www-sivut 2022. Viitattu 24.11.2022. Saatavilla:  
[www.roimaint.fi](http://www.roimaint.fi)

[illegible]

[illegible]

L450 25 lavapaikkaa									
isot osat	L450 settiosat							varastokeräily	2
isot osat	L450 settiosat							settilava	6
trukkihylly	automaatio	automaatio						erilliskeräiltävä	3
vetotaso	kauko-ohjaus	L450 mek. osakp	L450 mek. osakp	L450 ilmansuodatus				mek. osakp	2
vetotaso	lisä- ja jälkikeräilylava	L450 keräily	L450 keräily	L450 ilm.suod. teline				sähkölavat	2
	letkuhäkki							lisä- ja jälkikeräily	1
	maskille lattiapaikka							YHTEENSÄ	16
L450 25 lavapaikkaa									
Varastokeräily (Kardex ja l									2
Erilliskeräily									3
settiosa									6
sähkölavat									2
osakokoonpano									2
lisä- ja jälkikeräilylava									1
yht.									16





L480 15 lavapaikkaa							
isot osat							
trukkihylly							
trukkihylly	L480 tapit & laipat	L480 tapit & laipat					
vetotaso	L480 settiosat	L480 settiosat	L480 ROPS				
vetotaso	L480 keräily	L480 keräily	L480 ROPS				
	L480 15 lavapaikkaa						
	Varastokeräily (Kardex ja la		2				
	Erilliskeräily		2				
	settiosa		4				
	yht.		8				

L490 15 lavapaikkaa									
L500 15 lavapaikkaa									
yht. 30 lavapaikkaa									
isot osat									
trukkihylly								varastokeräily	2
trukkihylly								settilava	2
vetotaso	L490 keräily	visuaaliset nimikkeet	visuaaliset nimikkeet	visuaaliset nimikkeet		L500 settiosat		visuaaliset nimikkeet	6
vetotaso	L490 keräily	visuaaliset nimikkeet	visuaaliset nimikkeet	visuaaliset nimikkeet		L500 settiosat		YHTEENSÄ	10
	L490 15 lavapaikkaa			L500 15 lavapaikkaa					
	Varastokeräily (Kardex ja l	2		settiosa	2				
	yht.	2		yht.	2				
	visuaaliset nimikkeet	6							

