

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Liiketalouden koulutusohjelma

Jussi Asikainen

HANKINTAMALLIN PÄÄTÖSPUU JA MATERIAALINKERÄYKSEN
TOIMINTAVARMUUDEN PARANTAMINEN

Lokakuu 2020



OPINNÄYTETYÖ
Lokakuu 2020
Liiketalouden koulutusohjelma

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä(t)
Jussi Asikainen

Nimeke
Hankintamallin päätöspuu ja materiaalin keräyksen toimintavarmuuden parantaminen

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tarkoitus oli kehittää yritykselle hankintamallin päätöspuu, jolla määritetään, mitä hankintamallia käyttämällä ostettava materiaali hankitaan tuotannon käyttöön. Lisäksi opinnäytetyössä esitetään yrityksen materiaalinkeräyksen toimintavarmuutta parantavia toimenpiteitä sekä keräystoiminnan toimintavarmuuden mittaamiseen suunnattuja seurantatyökaluja. Opinnäytetyö kunnioittaa yrityksen vaatimusta anonymiteetistä.

Opinnäytetyö on toteutettu toiminnallisella tutkimusmenetelmällä. Menetelmän avulla on saavutettu työlle paras hyödynnettävyys ja reaaliaikaisuus. Tutkimukseen sisältyy yrityksestä saatavilla olevan datan analysointia sekä teemahaastatteluita. Haastattelut suunnattiin asiantuntijoille yrityksen ulkopuolella laajemman kokonaiskuvan saavuttamiseksi. Työn teoriaosuus käsittelee opinnäytetyön aiheita yleisesti lähdekirjallisuuden ja aiheista tehtyjen tutkimusten avulla.

Hankintamallin päätöspuu on visuaalinen ohje hankintamallin valintaan. Päätöspuu noudattaa yrityksen määrittämiä kriteerejä hankittavalle materiaalille ja sisäisille toimintamalleille. Se luo pohjan standardinomaiselle menettelylle materiaalin hankintaan. Materiaalinkeräyksen toimintavarmuuden parantamisen tuloksena esitetään toimintamalleittain porrastetut menetelmät, joilla yrityksen tavoitteet saavutetaan. Toimintavarmuuden mittaamiseen esitetään selkeät ja informoivat mittarit, joilla pyritään toimitusvarmuuden parantamiseen ja työntekijää motivoivaan vaikutukseen.

Kieli
suomi

Sivuja 62
Liitteet 2
Liitesivumäärä 2

Asiasanat

päätöspuu, hankintamalli, materiaalinkeräys, toimitusvarmuus, toiminnan mittaaminen



THESIS
October 2020
Degree Programme in Business Economics

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600 (switchboard)

Author (s)
Jussi Asikainen

Title
Design of a Decision Tree for a Procurement Model and the Improvement of Operational Reliability in Material Collection

Abstract

The purpose of this thesis was to create a decision tree for a company's supply department. The decision tree is a visual guideline that determines which procurement model is used to purchase material for production. The thesis also presents measures to improve the reliability of material collection, as well as monitoring tools for measuring operational reliability in the company. The target company operates in manufacturing industry and the thesis respects the company's request for anonymity.

The thesis is implemented using a practice-based method, which has enabled the best usability and real time results. The study analyses the data that is derived from the company records and collected through thematic interviews. The interviews were targeted to experts outside the company in order to achieve a wider perspective on the subject. The theoretical section deals with the thesis topic in general with the help of literature and former research.

The decision tree follows the defined criteria for purchased materials and internal operating models of the company. It creates the foundation for a standard procedure for material procurement. As a result of improving the reliability of material collection, the study presents step-by-step methods for achieving the company's objectives. For the measurement of operational reliability, the thesis presents clear and informative indicators, the aim of which is to improve reliability and motivate the employees.

Language

Finnish

Pages 62

Appendices 2

Pages of Appendices 2

Keywords

Decision tree, procurement model, material collecting, operational reliability, operational measuring

Sisältö

1	Johdanto	5
2	Opinnäytetyön menetelmät	6
2.1	Luotettavuus ja eettisyys	8
2.2	Työn rajaus	9
3	Materiaalinohjaus	11
3.1	Hankintamalli	11
3.2	Imu- ja työntöohjaus	12
4	Yrityksen hankintamallit	14
4.1	Kanban ja kaksilaatikkajärjestelmä	15
4.2	Materiaalitarvelaskenta, MRP	17
4.3	Sekvenssi	18
4.4	Yhteenveto.....	20
5	Päätöspuu.....	21
5.1	Yleistä	22
5.2	Yrityksen hankintamallin päätöspuu	24
6	Materiaalinkeräys.....	28
6.1	Yrityksen keräysmenetelmät.....	28
6.2	Materiaalinkeräyksen datan analysointi	30
6.3	Tulokset	31
6.4	Lavakittauksen toimintavarmuuden parantaminen.....	45
6.5	Lavakittaus ja teknologia	47
6.6	Heavykittauksen toimintavarmuuden parantaminen	52
6.7	Heavykittaus ja teknologia	53
6.8	PDCA.....	54
7	Toiminnan mittaaminen.....	56
7.1	Nykytila	58
7.2	Mittareiden luominen	60
8	Pohdinta.....	63

Liitteet

Liite 1	Teemahaastattelurunko: hankintamallin päätöspuu
Liite 2	Teemahaastattelurunko: materiaalinkeräyksen toimintavarmuuden parantaminen

1 Johdanto

Opinnäytetyön tarkoitus on tuottaa yritykselle hankintamallin päätöspuu ja kehittää materiaalin keräyksen toimintavarmuutta parantavia menetelmiä ja seuranta-työkaluja. Opinnäytetyön aihe valikoitui työnantajan tarpeesta kehittää ja yhtenäistää hankintaosaston toimintaa ja materiaalivirran hallintaa. Hankintaosaston toimintamallin lisäksi yrityksellä on tarve kehittää sisäisen logistiikan mekanismeja, joilla minimoidaan virheitä ja maksimoidaan virtaus sekä edesauttaa hankinnan ja logistiikan pakkauskoordinoinnin yhteistyötä.

Yritys on kehittämässä toiminnallista tapaansa, jolla nimikkeitä ohjataan tuotannon käyttöön, ja tarvitsee yhtenäisen ja selkeästi seurattavan ohjeen. Ohjetta noudattamalla nimikkeelle saavutetaan tavoiteltu ohjautuvuus ja materiaalivirran tehokkuus. Tuotettava päätöspuu on visuaalinen ohjausmalli tilaus-toimitusketjun toimintaan, eli miten nimikkeelle valitaan oikea hankintamalli ja millaisilla määrillä materiaalia ohjataan tuotannon käyttöön.

Yritys toimii valmistavassa teollisuudessa ja työssä kunnioitetaan yrityksen anonymiteettiä, joten tunnistettavia tietoja yrityksestä ei julkaista. Opinnäytetyössä on mahdollista viitata empiirisiin havaintoihin, jotka ovat kertyneet yli 13 vuoden kokemuksesta logistiikan tehtävistä. Työvuosista 5 vuotta on kohdeyrityksessä hankintaosaston ja logistiikan tehtävistä.

Yritys käyttää hankinnassa eri hankintamalleja. Lisäksi materiaalivirtaa ohjataan hankintamallien parametreilla, jotka materiaalin eri osastoille yrityksen sisällä. Parametreilla tarkoitetaan toiminnanohjausjärjestelmän muuttujia, joille asetetaan jokin määritelty arvo. Opinnäytetyö vastaa tarpeeseen päivitetystä hankintamallin päätöspuusta. Lisäksi materiaalin ohjauksesta puuttuu selkeä ohjeistettu jaottelu nimikkeiden välillä, jotka määrittävät jatkokäsittelyn eli materiaalin loppusijoituspaikan. Jaottelun puuttuminen korostuu varsinkin uusien nimikkeiden kanssa, jolloin parametrien ja työvaiheiden läpikäyminen hidastuu sekä aiheuttaa käytännöllisiä eroja mahdollisten toimittaja- tai työntekijämuutosten aikaan.

Materiaalin keräys eli kittaus, on materiaalivirran seuraava askel. Kittaus on johdannainen englanninkielisestä sanasta kit, jolla tarkoitetaan muun muassa pakattua osakokonaisuutta tuotannon käyttöön (Merriam-Webster 2020a). Materiaalin keräys sisältää yrityksen sisällä tapahtuvaa logistiikkaa, jossa osakokonaisuudet kerätään ja toimitetaan tuotannon eri vaiheisiin. Tarkoitus on tehostaa kittauksen toimintavarmuutta sekä määrittää toiminnalle tarpeelliset raja-arvot ja havainnolliset, toimintavarmuutta parantavat toimintamallit sekä visuaaliset mittarit. Opinnäytetyön pyrkimys on vastata yrityksen hankintaosaston tarpeeseen selkeään ja visuaaliseen toimintaohjeeseen sekä esittää tapoja, joilla on mahdollista parantaa sisäisen logistiikan toimintavarmuutta. Opinnäytetyö on tarkoitettu yrityksen toiminnan kehittämisen tueksi.

Yritys on kehittänyt sisäistä logistiikkaansa tuotannon tehostamiseksi ja hukan poistamiseksi. Toiminnan tehostamisen sekä kehittämisen edellytyksenä on keräyksen toimintavarmuuden parantaminen. Käytössä on erilaisia menetelmiä materiaalin keräämiseksi, joilla on erilaiset tarpeet kehitystä varten. Opinnäytetyö käsittelee keräysmenetelmät niiden tarpeiden mukaan yhtenäistä linjaa noudattaen ja hyödyntäen.

Opinnäytetyön aihe rajautuu päätöspuuhun ja sen periaatteisiin sekä hyödynnettävyyteen ja avainparametreihin. Materiaalinkeräys rajautuu sen vaikutusmahdollisuuksiin tuottavuuteen ja toimitusvarmuuteen käyttäen apuna keräyksestä saatavaa analytiikkaa ja teknologisia mahdollisuuksia.

2 Opinnäytetyön menetelmät

Opinnäytetyön tarkoituksesta ja käytännöllistä lähestymistavasta johtuen on selkeintä ja tuottavinta valita toiminnallinen menetelmä, jolloin on mahdollista toteuttaa toimenpiteet tavoitteiden saavuttamiseksi yhdenaikaisesti käytännöllisellä ja kirjallisella tasolla. Toiminnallisesti siten saavutetaan paras hyödynnettävyys yritykselle ja samalla saadaan reaaliaikaista vastinetta tukemaan teoriaa.

Päätöspuun tuloksen saavuttamiseksi on määritettävä nimikkeiden ominaisuuksiin perustuvat raja-arvot sekä kriteerit, joiden avulla materiaali ohjataan oikeaan varastoon jatkokäsittelyä varten. Lisäksi määritetään avainparametrit materiaalin ohjaukseen ja tutkitaan niiden vaikutusta varastotasoon ja varastoarvoon. Materiaalin ominaisuuksien ja avainparametrien kautta päätöspuussa esitetään visuaalisesti ja yksinkertaisesti täsmällisesti määritetyt vaihtoehdot ratkaisumalleihin, toimintatapoihin sekä mahdollisiin ongelmatilanteisiin.

Toiminnallista tutkimusta ja käytännön näkökulmaa tukevaa materiaalia esitetään teemaa noudattavien henkilöhaastatteluiden kautta. Teemahaastattelu on aihepiiriin kohdennettu haastattelu, jossa kysymyksiä ei ole välttämättä määritetty etukäteen vaan keskustelu aihepiiristä on vapaamuotoista. Teemahaastattelun kysymyksenasettelun pohjana on mahdollista käyttää vapaammin kohdehenkilön kokemusta teemasta (Puusa 2020, 112). Haastattelumallista käytetään myös nimitystä puolistrukturoitu haastattelu eli käsiteltävä aihe tai aiheet on määritetty valmiiksi, mutta vastauksissa ei vaadita valitsemaan määritellyistä vaihtoehdoista, vaan vastaaja voi käyttää omia sanoja. Teemahaastattelu antaa huomion ihmisen omalle tulkinnalle käsiteltävästä teemasta. (Hirsjärvi & Hurme 2000, 47–48).

Teemahaastatteluissa on otettava huomioon haastateltavan suhde yritykseen, jotta tuloksena on mahdollisimman hyödyllinen ja tarkoituksenmukainen lopputulos. Tulos huomioi myös aihepiiristä tehtyjen tutkimusten ja ulkopuolisten asiantuntijoiden näkökulman. Lähdekirjallisuutena käytetään toiminnanohjausta, toiminnanohjausjärjestelmiä ja päätöspuuta käsittelevää kirjallisuutta ja tutkimuksia.

Materiaalin keräyksen toimintavarmuuden parantaminen alkaa toiminnan lähtötason määrittämisestä, jolloin tehdyistä toimenpiteistä saadaan hyödynnettävää dataa ja pystytään havainnoimaan kehityksen aste. Lähtötason määrittämisen jälkeen toiminnalle määritetään tavoitteet, kuinka paljon keräystä on suoritettava tuotantoa varten, ja raja-arvot, jotka määrittävät laadullisesti riittävän keräyksen tason. Tasojen määrittämiseen käytetään olemassa olevaa dataa materiaalin käsittelystä varastossa sekä vertauksellisesti tuotannon volyymin tasoa. Realististen keräystä mittaavien tasojen ja tavoitteiden määrittelyn jälkeen toiminnasta

luodaan ehdotuksia visuaalisiksi mittareiksi. Mittareiden on tarkoitus olla työkohtaisia, suoritusperusteisia, helposti tulkittavia, reaaliaikaisia ja kannustavia mallinnuksia, joihin työntekijällä on vaikutusmahdollisuus. Keräysmenetelmien ja visuaalisten mittareiden kehittämällä pyritään minimoimaan keräysvirheet ja lisäämään tehokkuutta poistamalla varaston toiminnoista hukkaa.

Työskentelymenetelmien kehittämisen ja toimintojen priorisoimisen tukemiseksi työssä käytetään Demingin ympyrää, joka tunnetaan myös PDCA-kehityssyklinä. Sykli on yksinkertaisella periaatteella toimiva jatkuvan parantamisen työkalu ongelmanratkaisuun ja toiminnan kehittämiseen. Syklin nimitys tulee sen neljästä järjestyksessä etenevästä vaiheesta: Plan, Do, Check ja Act eli suunnittele, toteuta, arvioi ja paranna. PDCA-kehityssykliä apuna käyttäen on mahdollista toteuttaa jatkuvaa suunnitelmallista kehitystä ja dokumentointia pienissä erissä (Hokkanen & Strömberg 2006, 80–82). Toiminnan kehittäminen pohjautuu leanajattelun johtamisfilosofiaan (ks. Moisio 2018) hukkan poistamisesta ja virtauksen lisäämisestä. Tukea kehittämiseen haetaan myös teemahaastatteluista sekä tuotannonohjauksesta ja työnkulkua käsittelevistä tutkimuksista ja lähdekirjallisuudesta.

2.1 Luotettavuus ja eettisyys

Kolme käsitettä määrittelevät laadullisen tutkimuksen luotettavuuden: uskottavuus, luotettavuus ja eettisyys. Uskottavuudella viitataan siihen, että tutkimuksen tulokset ovat hyväksytyjä lukijoiden ja kollegoiden keskuudessa ja tuloksia pidetään luotettavina. Luotettavuus tarkoittaa tutkijan perusteltua tutkimuksen kuvausta ja siten vakuuttamista ammattitaidostaan. Eettisyydellä tarkoitetaan sitä, että käytetyt menetelmät ja analyysit täyttävät määriteltyjen eettisten ohjeiden kriteerit. Tutkimuksella on pyrkimys tuottaa positiivista vaikutusta ja tuloksia tutkittavaan kohteeseen. (Puusa & Juuti 2020, 175.)

Tieteellisen tutkimuksen laadullisuutta, uskottavuutta ja eettisyyttä määritetään hyvän tieteellisen käytännön mukaan. Hyvän tieteellisen käytännön noudattamisessa ja soveltamisessa edellytetään rehellistä ja tarkkaa toimintatapaa, avoimia

toimintamenetelmiä ja arvostusta tehdyille tutkimuksille. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2012, 6.) Opinnäytetyön tekijä on vastuussa työssään käytännön noudattamisesta ja toimintamenetelmien hyväksytystä soveltamisesta.

Opinnäytetyön tarkoituksen ja menetelmän suhteen on käytettävä kriittistä lähdearviointia ja pyrittävä hankimaan luotettava ja puolueeton näkökulma. Työn luotettavuutta sekä hyödyllisyyttä parannetaan haastattelemalle alan asiantuntijoita yrityksen ulkopuolelta sekä tutkimalla jo tehtyjä tutkimuksia ja kirjallista tuotantoa. Aiheen monimuotoisuuden takia ei ole tarvetta tehdä yhdenmukaista kyselylomaketta, koska tarkoitus on haastatella eri alojen asiantuntijoita teemallisesti. Luotettavuuden parantamiseksi kysymykset noudattavat tietynlaisia runkoa ja perusajatusta, joka määritetään aihepiirin mukaan, ja niiden muotoilussa ja tulkinnessa on käytettävä harkintaa, jotta niin sanottu myyntipuhe suodatetaan.

Toiminnallisen tutkimuksen läpinäkyvyys ja julkisuus muodostavat haastavan yhtälön, jonka ratkaisemiseen kohdeyritys osallistuu. Tutkimus ja analysointi kestävät hyvien tapojen mukaisen tarkastelun, mutta työn julkisuusarvon takia kokonaisuus on muokattava molempia tyydyttäväksi ratkaisuksi. Kohdeyrityksen määrittelemänä työ julkaistaan mutta työn suorittajan vastuulla on liike- ja ammattisalaisuuksien salassa pitäminen (Arene 2018, 8).

Opinnäytetyöllä on sidonnaisuus yritykseen mutta pyrkii tarkoituksella poistamaan yrityksen tunnistamisen. Työ kunnioittaa yrityksen vaatimusta anonymiteettistä ja esittelee tuloksen siten, että sitä on mahdollista hyödyntää eri aloilla ja tarkoituksissa.

2.2 Työn rajaus

Opinnäytetyön jakautuu kahteen osa-alueeseen, joilla on oma päämäärä. Ensimmäinen käsiteltävä osa on materiaalivirran ohjaamiseksi tuotettava hankintamallin päätöspuu. Päätöspuu on visuaalinen ohje tai kartta päätöksenteon tueksi.

Päätöspuussa esitetään määritettyjen kysymysten avulla erilaiset mahdolliset tulokset (Magee 1964). Toinen osa-alue on materiaalikeräyksen eli kittauksen toimintavarmuuden parantaminen ja seurantatyökalujen kehittäminen. Työkaluilla tarkoitetaan yrityksen toiminnan tehostamiseen ja tuottavuuden lisäämiseen tarkoitettuja visuaalisia mittareita sekä selkeitä työkohtaisia raja-arvoja. Osa-alueet käsitellään erillisinä kokonaisuuksina. Opinnäytetyö havainnollistaa erilaisten kokonaisuuksien yhdistymisen yrityksen materiaalivirraksi. Täsmällisesti määritellyn rungon, eri variaatioiden sekä nimikeparametrien jälkeen päätöspuusta on mahdollista kehittää tavoitteen mukainen visuaalinen ohje.

Opinnäytetyön tehtävä on kehittää yritykselle hankintamallin päätöspuu, joka on selkeä ja visuaalinen toimintaohje, kuinka materiaalia tulee ohjata toimittajalta tuotannon käyttöön. Materiaalin ohjausta varten on määritettävä ominaisuudet, joiden mukaan nimikkeet erotetaan toisistaan. Päätöspuusta käyvät ilmi kriteerit, joiden mukaan kunkin nimikkeen toimituskäytäntö ja varastosijoittelu määräytyy.

Materiaalin keräyksen toimintavarmuuden parantamisen päämäärä on esittää menetelmät, toimintamallit ja teknologiset ratkaisut, joilla on mahdollista tehostaa toimintaa minimoiden keräysvirheet sekä tuottaa realistisia raja-arvoja keräyksen seurantatyökaluihin. Seurantatyökalujen datan raja-arvoista tuotetaan toiminnalle hyödyllisiä ja kannustavia tehtävä- ja henkilökohtaisia visuaalisia mittareita.

Tulosten saavuttamiseksi on määritettävä analysointia varten kerättävä aineisto. Käytössä on valmista informaatiota hyödynnettäväksi mutta tulosten parantamiseksi on lisäksi suoritettava reaaliaikaista tiedonkeräystä. Tiedon keruu onnistuu parhaiten luomalla käytössä olevaan informaation perustuvaa hakuparametrien ohjausta ja yhdistämistä. Eli yhdistetään eri tietolähteistä saatava tarpeelliseksi katsottu data.

Tiedonkeruun tuloksista pystytään analysoimaan ja kehittämään toimintamalleja ja mittareita sekä esittämään hyödynnettäviä laadullista toimintaa tukevia teknologiaratkaisuita. Opinnäytetyössä tarkastelun kohteena on materiaalikeräykseen ja sen toimintavarmuuteen liittyvä mittaristo, eikä työ ota kantaa muihin yrityksen käyttämiin mittareihin ja mitattaviin asioihin.

3 Materiaalinohjaus

3.1 Hankintamalli

Hankinta on logistisen ketjun aloituspiste ja yrityksen ensimmäinen kosketus materiaalivirtaan. Logistinen ketju etenee hankinnasta fyysiseksi materiaalinkäsittelyksi kuljetusten ja varastoinnin myötä sekä jalostuu edelleen valmistettavaksi lopputuotteeksi. Yrityksen hankinnasta puhuttaessa on mahdollista käyttää nimityksiä osto ja hankinta. Opinnäytetyössä käytetään molempia nimityksiä tilanteen mukaan, koska aihe käsittelee tuotantotarvikkeiden operatiivisen ostotoiminnan toimintamallia, johon on lisätty hankintatoimeen sisältyviä tyypillisiä logistisia tehtäviä. Yleisesti osto käsittää operatiivisen oston ja hankinta sen lisäksi myös kuljetukset, vastaanoton ja varastoinnin. Oston ja hankinnan pääpiirre on kuitenkin sama: hankittu materiaali ostetaan ja kuljetetaan logistisen ketjun läpi asiakkaalle. (Hokkanen 2014, 69–71.)

Hankinta on yksi yrityksen menestyksen tekijöistä, koska sen rooli liiketaloudellisen tehokkuuden ohjaimena on kasvanut merkittäväksi. Hankinnat kasvattavat yrityksen kannattavuutta ohjaamalla hankintojen ajoitusta ja optimaalista tavaraerää. Näillä molemmilla tekijöillä pyritään saavuttamaan häiriötön tuotantoprosessi. Tavarantoimituksen ongelmat heijastuvat tuotantotavoitteisiin, -järjestykseen sekä pahimmassa tapauksessa tuotannon seisahtumiseen. (Hokkanen 2014, 70.)

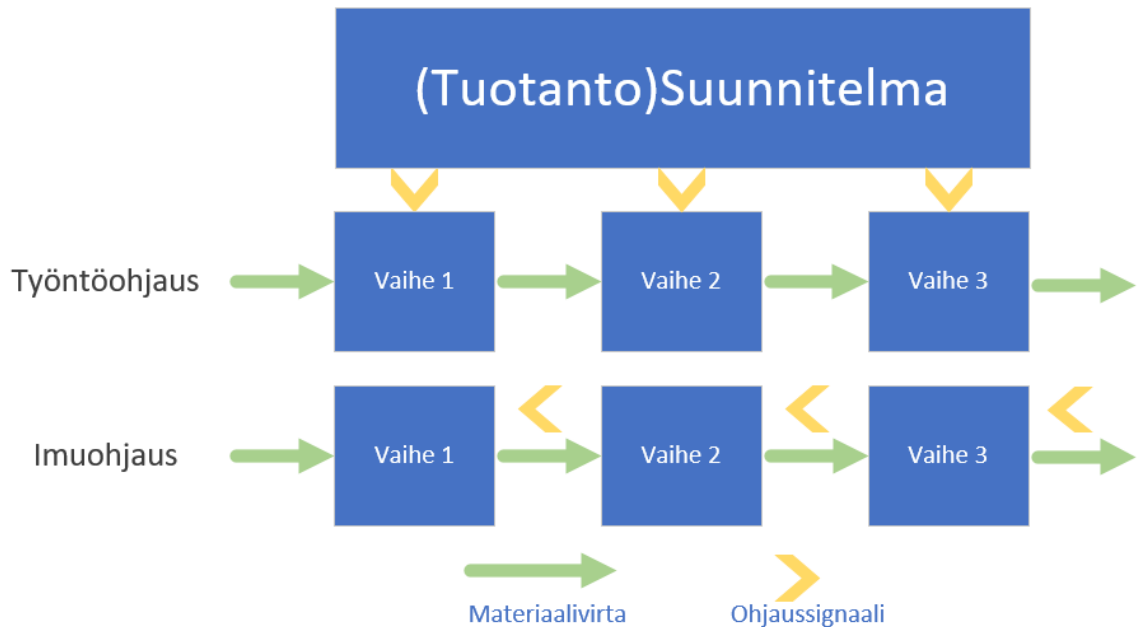
Tuotantotarvikkeiden hankinnalla on suuri rooli yritystoiminnassa, erityisesti kilpailukyvyssä. Tuotantotarvikkeilla tarkoitetaan lopputuotteen valmistamiseksi tarvittavia, osia, tarvikkeita ja puolivalmisteita. (Hokkanen 2014, 71.) Hankintojen ajoittamisella ja eräkokojen optimoinnilla pyritään parantamaan kannattavuutta, koska silloin materiaalivarastot pysyvät maltillisina eivätkä aiheuta ylivarastoinnista johtuvaa sitoutuneen pääoman kasvamista. Hankintojen tehokkuudella on myös välitön vaikutus lopputuotteen kustannuksiin. Lopputuotteen kustannukset

vaikuttavat myyntiin ja kilpailukykyyn. Näiden vaikutusten tehostaminen alentaa kokonaiskustannuksia, parantaa myyntikatetta, vahvistaa yrityksen strategista asemaa ja kasvattaa tuottoa. (Logistiikan maailma 2020a.)

3.2 Imu- ja työntöohjaus

Teollisessa tuotannossa hankintamallit eli materiaalin ohjauksen periaatteet voidaan jakaa kahteen eri kategoriaan, imu- ja työntöohjaukseen. Kategorioiden sisällä on erilaisia tarkennettuja ohjausmenetelmiä eli tilaustyyppejä, joista lisää jäljempänä seuraavissa kappaleissa. Kohdeyrityksen puhekielessä käytetään hankintamalli-termiä, kun halutaan ilmaista lopullinen tilaustyyppi ohjausmallin sisällä. Hankintamalli ja tilaus- tai prosessityyppi tarkoittavat siis tässä työssä samaa asiaa.

Yksi materiaalin ohjausmenetelmä perustuu niin sanottuun työntöohjaukseen, joka tarkoittaa tilausten pohjautumista tuleviin tarpeisiin. Työntöohjauksen nimitys tulee siitä, että materiaalityrpeet ennakoitaan ja ne kuvaannollisesti työnnetään tulevaan valmistusvaiheeseen. Materiaalin hankinta ja -virta suunnitellaan tarpeiden mukaan peilaten varastomääriin, tuoterakenteeseen ja myyntiennusteeseen eli suoritetaan materiaalityrvelaskentaa. (Sakki 2014, 90.) Toinen hankintamalli on niin sanottu imuohjaus, jossa hankinta pohjautuu sen hetkiseen tarpeeseen. Imuohjauksen indikaattorina toimii asiakas eli kysyntä. Kysyntä määrittää materiaalin tarpeen ja sitä kautta hankittavat materiaalit. (Logistiikan maailma 2020b.) Kuviossa 1 on havainnollistettu työntö- ja imuohjauksen periaatteet ja ohjaavan signaalin suunta.



Kuvio 1. Imu- ja työntöohjaus (Mukaillen Logistiikan maailma 2020b).

Päätettäessä imu- ja työntöohjauksen välillä tulee punnita vaihtoehtojen sopivuutta kyseessä olevalle nimikkeelle. Imuohjauksen tehokkuus ilmenee selkeimmin tasaisessa suuren menekin tarpeessa eli nimikkeissä, joita käytetään paljon ja/tai useilla tuotantopaikoilla. Suuren menekin nimikkeissä, kuten esimerkiksi pultit ja mutterit, on yleensä haasteena myös tuoterakenteellinen paikkansapitävyys. Tarpeen ennakointi työntöohjauksella on silloin erittäin haasteellista, ja imuohjauksella pystytään paremmin varmistamaan nimikkeen saatavuus. Toisaalta imuohjaus yleensä piilottaa prosessin tai tuoterakenteen ongelmat, jolloin tieto todellisesta tarpeesta ja kulutuksesta on puutteellista.

Imuohjauksen toimivuus korostuu tilanteessa, jossa täydennys tapahtuu nopealla syklillä ja näin ollen nimikkeitä on aina saatavilla. Jos toimitusaika on liian pitkä ja kyseessä olevan hankittavan nimikkeen kysyntä vaihtelee, on harkittava siirtymistä työntöohjaukseen, koska pitkän toimitusajan materiaalia on usein tilattava ennusteisiin pohjautuen. (Logistiikan maailma 2020a.) Imuohjausta voidaan pitää varastolähtöisenä ohjauksena, koska impulssi hankintatarpeesta tulee tuotannon tai varastotyöntekijän suorittamana. Tällainen materiaalinohjaus on perinteisin käytössä oleva tapa (Sakki 2014, 82).

Työntöohjaus pohjautuu kulutuksen ennustamiseen eli materiaalitovelaskentaan. Sillä on mahdollista optimoida varaston koko ja varastoivat tuotteet pohjautuen myyntiennusteisiin, varastosaldoihin ja tuoterakenteeseen. Tarvelaskennan parametrien avulla ostoerien ja varaston määrä yleensä vähenee, jolloin kustannustehokkuus ja kannattavuus paranevat Työntöohjauksen haasteena on todellisen tarpeen määrittäminen, koska osa tulevasta tarpeesta on vahvistettuja tilauksia ja osa on ennusteeseen perustuvaa arvausta. Muutokset ennusteessa voivat tapahtua nopeasti, ja sen vaikutukset aiheuttavat hankinnan reagointia ja uudelleenlaskentaa. Yksi työntöohjauksen kulmakivi on tuoterakenne, josta käyvät ilmi aineet ja osat, joista valmistetaan tietty osakokonaisuus tai lopputuote. Tuoterakenne kestää harvoin samanlaisena tuotteen koko eliniän, jolloin rakennetietojen ylläpitämisen merkitys kasvaa ja heijastuu myös hankintaan. Edellytyksenä tarvelaskennan toimivuudelle on myös varastomäärien ylläpito ja inventointi. (Sakki 2014, 89–91.)

Työntöohjauksella otetaan siis kantaa valmistettaviin tuotteisiin (ennustaminen), materiaalin tarpeeseen (tuotannon tarve), varaston tilanteeseen (varastomäärät) ja siihen, mikä on valmistuksen aikataulu eli milloin materiaali tarvitaan (Sakki 2014, 91). Kun kaikki nämä asiat ovat tiedossa, on tarvelaskennan parametreilla mahdollisuus ohjata materiaalia automatisoidusti.

Seuraavassa kappaleessa esitetään yrityksen käyttämät hankintamallit sekä tilaustyytit niiden takana ja niiden toimintaperiaatteet. Hankintamallien ja niiden parametrien hyödyntäminen korostuvat lopputuloksena esitettävässä päätöspuussa.

4 Yrityksen hankintamallit

Yrityksellä on käytössään imu- ja työntöohjausta materiaalin hankintaan. Yrityksessä hankintamalli-termiä käytetään ilmaisemaan lopullinen tilaustyyppi, ei vain ohjaustapa. Kahden hankintamallikategorian sisällä on erilaisia tilaustyyppiejä,

joita yritys hyödyntää materiaalin ohjaamiseksi tuotannon käyttöön. Hankintamalleja tai tilaustyyppejä käytetään siis monipuolisilla variaatioilla, jotta säilytetään laajan nimikkeistön hallittavuus sekä mahdollistetaan toimintojen automatisointia. Tilaustyyppejä ei kuitenkaan luoda toimittajien asettamien ehtojen mukaan vaan yrityksen sisäisten toimintamallien asettamana.

Yrityksen käytössä olevat hankinta- ja toimintamallit ovat kehittyneet nykyiselle tasolleen jatkuvan parantamisen seurauksena. Imu- ja työntöohjauksen monipuolinen käyttäminen mahdollistaa tehokkaan materiaalivirran sekä yrityksen sisäisten toimintamallien kehittämisen ilman heikentävää vaikutusta materiaalivirtaan.

4.1 Kanban ja kaksilaatikkojärjestelmä

Kanban on korttia tarkoittava japanin kielen sana. Kortin toiminta on Japanissa kehitetty ohjaamaan materiaalia tuotannossa. Kortti on visuaalinen tapa ilmaista esimerkiksi kuljetus- tai siirtotarvetta. (Hokkanen & Virtanen 2016, 192.)

Kanban pohjautuu leanin johtamisfilosofiaan ja sen JIT eli Just-in-time -periaatteeseen. Leanilla tavoitellaan kokonaisuuden optimointia eli prosessien virtaus- ja resurssitehokkuuden maksimointia ja arvoa lisäämättömän ajan (hukan) minimoimista (Six sigma 2020). JIT-periaatteessa materiaalin kuljetus tai valmistus suoritetaan vain asiakaskysynnästä tulevan todellisen tarpeen mukaan eli niimensä mukaisesti juuri oikeaan aikaan. JIT on siis imuohjauksen muoto, jolla tavoitellaan tarkoituksenmukaista materiaalivirtaa. (Logistiikan maailma 2020a.)

Kaksilaatikko-järjestelmä on yksinkertainen järjestelmä, jossa nimikkeen eräkoot ovat kahdessa erillisessä laatikossa tai hyllyssä. Tilaus tehdään silloin, kun toinen laatikko on käytetty loppuun. Toinen erä koko säilyy siihen asti koskemattomana. Tällöin tilausimpulssi tehdään vain tarpeen mukaan ja jäljellä oleva erä koko varmistaa tuotannon tilauserän saapumiseen asti. Järjestelmän vahvuuksina ovat toteuttamisen helppous ja soveltuvuus volyyminimikkeille. (Hokkanen & Virtanen, 79.) Tällöin varastovolyymit ovat tarpeenmukaisia eikä ylivarastoinnista johtuvia

kustannuksia aiheudu. Ongelmaksi kuitenkin voi muodostua menetelmän mukautuminen muutoksiin. Miten tulee toimia käytön lisääntyessä tai vähentyessä ja käytöstä poistuvien tai tulevien nimikkeiden kanssa. (Sakki 2014, 85.) Muutokset tuovat mukanaan monia huomioitavia asioita, jotta tuote ei lopu kesken, eikä sitä ei jää ylimääräiseksi tai käyttämättömäksi. Varastonarvon sitoutuminen tuotteisiin on huomioitava ja oltava muutoksessa järjestelmällinen.

Yritys on yhdistänyt kaksilaatikko- ja kanban -järjestelmän läpivirtaushyllyihin. Läpivirtaushyllyt toteuttavat automaattisesti FiFo-periaatetta. First-in-First-out eli FiFo on eräs varastonohjauksen periaate, jossa materiaali liikkuu varastossa saapumisjärjestyksessä. Siten on mahdollista käyttää aina vanhinta saldoa ja estää nimikkeiden seisottaminen. (Logistiikan maailma 2020b.) Läpivirtaushyllyissä on peräkkäin kaksi laatikkoa ja jälkimmäisessä on kanban-tilauskortti. Kun etulaatikko tyhjenee, se nostetaan läpivirtaushyllyn päälle. Takana olleesta laatikosta otetaan tilauskortti, joka luetaan järjestelmään. Toimittaja tai logistiikkatyöntekijä täyttää tyhjän laatikon ja asettaa sen takalaatikoksi. Tällöin signaalin materiaalitarpeesta tekee asiakas, tässä tapauksessa tuotantotyöntekijä.

Kanban-kortti on fyysinen ohjaukorkortti, johon on määritelty nimike, erä koko ja hyllypaikka. Kanban-kortti "nostetaan" tilaustauluun ja kortin muodostaman kehotuksen perusteella suoritetaan täydennys, joko tilaamalla tai sisäisellä siirrolla toiselta paikalta. Sisäistä siirtoa käytetään usein nimikkeillä, joita on edullisempi tilata suuremmissa erissä tai jotka ovat toimitusajaltaan haasteellisia volyyymiin nähden. Tällöin sisäinen siirto tapahtuu yhdeltä määritellyltä paikalta logistiikkatyöntekijän suorittamana. Jos nimike tilataan toimittajalta, täydennys tapahtuu määritellyn toimitusajan puitteissa joko täyspalvelutoimittajan hyllytyspalveluna tai varaston kautta. Jäljelle jäänyt erä koko on laskettu toimitusajan mukaan, jotta nimike ei loppuisi kesken. Kuitenkin siten, että varastonkierto pysyy mahdollisimman lyhyenä.

Empiiristen havaintojen perusteella on mahdollista todeta, että toimintamalli saattaa aiheuttaa ylivarastointia, materiaalipuutteita ja mahdollisten rakenteellisten ongelmien piilottamista. Ylivarastointia aiheutuu tapauksissa, joissa työntekijän kontrolloima tilauskehotus tehdään ennen etulaatikon tyhjenemistä. Perusteena

toiminnalle on, että materiaali ei lopu ennen seuraavaa toimitusta. Työntekijällä on mahdollisuus tehdä ennakkointia tehtävässään tai materiaalissa on aikaisemmin esiintynyt toimitusviivettä. Ennenaikainen tilaaminen peittää kuitenkin mahdollisia rakenteellisia virheitä sekä tarvittavaa eräkokoja. Materiaalipuutteita ilmenee liian myöhäisen kanban-kortin nostamisen tai kortin katoamisen seurauksena.

Yrityksessä pyritään vähentämään kanbanin osuutta järjestelmällisesti, jotta toimintaa saataisiin automatisoitua mahdollisimman paljon. Automatisoinnilla vapautetaan resursseja sekä poistetaan hukkaa. Yrityksen sisäisen järjestelmän mukaan kanbanin osuus on tällä hetkellä 15,6% aktiivisista nimikkeistä. Kanbanin käyttöä pyritään minimoimaan, mutta on sillä kuitenkin oma käyttökohteensa tuotannon materiaaleista. Esimerkiksi materiaalit, jotka ovat volyyminimikkeitä eli kulutettava määrä on korkea ja nopean toimitusajan materiaalit. Rakenteellinen oikeellisuus on myös haasteena osassa näistä nimikkeistä, joten ne sopivat parhaiten tähän hankintamalliin.

4.2 Materiaalitarvelaskenta, MRP

MRP (material requirements program) on ohjelmatyyppi, joka perustuu materiaalityökalujen ennakkointiin eli suoritetaan tarvelaskentaa. Tarvelaskennan periaate on, että materiaaleja tilataan vain tarpeen eli tilauskantaan ja ennusteisiin perustuvan kulutuksen mukaan. Hankintamallina MRP kuuluu työntöohjaukseen, koska materiaalia työnnetään seuraavaan valmistusvaiheeseen eikä edellinen vaihe määritä tilausta. Tarvelaskennalla materiaaleja hankitaan tuotantosuunnitelmasta saadun tarpeen perusteella. Lisäksi tarpeen kartoittamiseen käytetään myyntiennusteita, tilauskantaan, varaston kokoa, varmuusvarastoa ja tuoterakennetta. Tarvelaskennan parametrit hyödyntävät näitä tietoja laskiessaan tilauksen ajankohtaa. (Hokkanen & Virtanen 2016, 80.)

Toiminnanohjausjärjestelmien kehittyminen auttaa materiaalityökalujen prosessissa, koska laadukkaasti parametreja käyttämällä sekä oikeilla lähtötiedoilla toiminta on mahdollista automatisoida kokonaan. MRP:n yleisimpänä haasteena

on epävarmuuden hallinta, koska hankintamalli ei perustu täysin tarkkaan tietoon. Epävarmuustekijöitä ja monimutkaisuutta ilmenee aina, kun tietolähteeseen liittyy ennustamista ja monitahoisia tuoterakenteita. Tuoterakenteiden virheellisyys nostaa esiin ongelmia saatavuudessa ja varastotasoissa. Epävarmuutta voidaan käsitellä parametrien hallinnalla, jolloin määritetään varmuusvarasto tai lisätään pidempi täydennysaika. (Logistiikan maailma 2020d.) Parametrit tulkitsevat silloin, että materiaali on tilattava aikaisemmin kuin on reaalitarve tai varmuusvaraston koko ei saa alittaa suurempaa määrää kuin toimitusajan kulutus olisi.

Yritys on järjestelmällisesti kasvattanut MRP:n osuutta hankinnassaan ja samalla pyrkinyt viemään toimintaansa ja tehokkuuttaan seuraavalle askeleelle. Automatisoitu toimintamalli edesauttaa painottamaan resursseja strategiseen hankintaan, koska päivittäisten tilausten ja hankintojen käsittelyyn kuluva aika saadaan automatisoitua (Aho 2020). Automatisoinnilla hallitaan kaikkea itse tuotettua informaatiota, jolla taas pyritään hillitsemään olosuhteiden muutosta (Soininen 2020). Hallinta pohjautuu toiminnanohjausjärjestelmän perustietoihin ja asetettuihin määreisiin. Datan on oltava laadukasta, jotta toiminnan ennustettavuudella on pohja. (Laukkanen 2020.)

Toiminnanohjausjärjestelmän parametreilla muokataan MRP:n sisältöä tilaustyypeiksi, joilla on mahdollista asettaa yhteneväisiä parametreja tilaustyyppin sisälle. Tällä tavoin luodaan erilaisia tarvelaskentaan perustuvia tilaustyyppejä. Tilautyypeissä voi olla esimerkiksi kyse siitä, onko ostonimikkeen hankintatapa puoli-automaattinen eli se toimittaa kehotuksen ostosta mutta ei tee tilausta, tai täysautomaattinen, jolloin järjestelmä vapauttaa tilauksen. Tilautyypeillä on myös mahdollista määrittää, mikä on nimikkeen varaston sijoituspaikka eli varastoryhmä, jolloin toimitusosoite määräytyy tilaukselle automaattisesti.

4.3 Sekvenssi

Sekvenssi kuuluu MRP:n tavoin työntöohjaukseen ja on yksi edellisessä alaluvussa mainituista tilausvariaatioista. Yrityksen käyttämistä työntöohjauksen me-

netelmistä sekvenssi eroaa siten, että sekvenssillä tilattavan materiaalin kytkentänä toimii valmistettava tuote, ei varastosaldo. Sekvenssi tarkoittaa jatkuvaa tai toisiinsa kytkettyä sarjaa, jolla tilaukset tehdään ja ajoitetaan tuotantoaikataulun mukaan (Merriam-Webster 2020B). Pääasiallinen käyttökohde sekvenssitalauksille on sarjanumeroseurattava arvokas materiaali tai toimittajakittaus, jolla tarkoitetaan suoraan toimittajalta saatua valmistusvaihekohtaista osakokonaisuutta.

Sekvenssissä ostotilaus muodostuu tuoterakenteen ja tuotantoaikataulun perusteella. Tuotantoon vahvistetun ja ajoitetun aikataulun mukaan järjestelmä luo automaattisesti ostotilauksen, jolla hankitaan valmistusvaiheen vaatimat konekohtaiset osat samalta toimittajalta. Sekvenssin yhtenä etuna on välivaraston minimoiminen, koska valmistusvaiheen materiaaleja ei tarvitse varastoida itse vaan toimittaja ajoittaa toimituksen lähelle valmistusajankohtaa. Tilaustavan ansioista varastoarvon hallinta paranee ja resursseja on mahdollista kohdentaa toimintaa tukeviin tehtäviin.

Sekvenssin haasteisiin kuuluu tuoterakenteen oikeellisuus. Poiketen MRP:n varastosaldoa tarkkailevasta automatiikasta, sekvenssi tarkastelee tuoterakennetta ja tuotantosuunnitelmaa. Se tekee tilauksen automaattisesti eikä ota huomioon, vaikka varastossa olisi tarvittavaa nimikettä ylimääräisenä. Kokonaisuus tulee tuoterakenteeseen määritetyistä materiaaleista, jotka tilataan valmistusvaiheen tarpeen mukaisesti. Tuoterakenteen muutokset saattavat aiheuttaa eroavaisuuksia tilauksessa ja tarpeessa. Järjestelmällisellä tuoterakenteen hallinnalla riski on mahdollista minimoida. Toinen haaste tilaustavassa liittyy tuotantosuunnitelman muutoksiin. Tuotantoaikataulun radikaalit muutokset voivat aiheuttaa materiaali- puutteita tai ylivarastointia. Aikataulumuutoksien informaatiokulku ja tiedon hallinta ovat oleellisessa osassa mahdollisten seurausten ehkäisemiseksi.

Sekvenssi-tilaustyypin etuna on toimittajaverkon hyödyntäminen oman toiminnan tehostamiseen. Siirtämällä lisäarvoa tuottamaton kittaus toimittajalle säästetään resursseja ja varastoa. Sekvenssi parantaa suurivolyymisten vakionimikkeiden hallittavuutta, vähentää hankinnan päivittäistä työtä sekä automatisointi yhtenäistää materiaalit samalle tilaukselle. Silloin ei järjestelmässä ole suuria määriä ostokehotuksia tai erillisiä tilauksia kaikista nimikkeistä ja materiaaleista. Yrityksen

sisäisen järjestelmän mukaan sekvenssissä on nimikkeistä 28,8 %, joista kahden toimittajan osuus on 80,8 %. Sekvenssin kokonaismäärästä ja toimittajakaumasta on havaittavissa tilaustyypin keskittäminen kahdelle toimittajalle, jotka suorittavat toimittajakittausta. Nimikemäärän osuus kuvastaa myös varaston kooka ja sitä, miten paljon materiaalia olisi varastoitava ja jatkokäsiteltävä itse ilman sekvenssillä tilattavaa toimittajakittausta.

4.4 Yhteenveto

Hankinnan merkitys on kasvanut yritystoiminnassa suureen rooliin. Toimialakoh- taisten vaikutusten ja liiketoimintamallin vaikutus korostuvat kokonaiskustannuk- sen osuudessa. Yrityksen kokonaiskustannuksista jopa 50–80 % muodostuu hankinnoista. Epäsuorien hankintojen ja investointien huomioiminen voi nostaa osuuden yli 80 %:in teollisuusyrityksissä (Iloranta & Pajunen-Muhonen 2015, 21– 22). Hankinnan toimintatavalla on merkitystä yrityksen kannattavuuteen ja tuot- tavuuteen.

Yritys käyttää monipuolisesti hankintamalleja ja niiden eri variaatioita. Toiminta- mallien, toiminnanohjausjärjestelmän ja tilausvariaatioiden avulla yritys pyrkii te- hostamaan toimintaansa ja suuntaamaan resursseja oikein. Yrityksen tarkoitus on löytää jokaiseen hankittavaan materiaaliin kannattavin hankintamalli. Moni- muotoisuudella on vaikutuksensa materiaalin hankintaan ja siihen, mikä on oikea hankintamalli ja tilaustyyppi. Variaatioiden lisääntyessä tilaustapojen potentiaali lisääntyy, mikä madaltaa automatiikan käyttöönottokynnystä. Hankintamallien kehityksen tulee olla tarkkaan harkittua, sillä se saattaa johtaa variaatioiden yli- tarjontaan, jolloin käytännöllisyys on vaikeasti hallittavissa sekä päätöksenteossa huomioon otettavat aspektit kasvavat. Valintojen liiallinen lisääntyminen voi ai- heuttaa eroavaisia käytäntöjä sekä toteutuksia hankinnoissa.

Kanban- ja kaksilaatikkojärjestelmä on yksinkertainen tilaustapa, jolla pystytään ohjaamaan tilauksia ja materiaalivirtaa niin sanotulla viimeisen laatikon periaat- teella. Viimeiseksi käytettävässä laatikossa olevalla tilauskortilla tai vastaavalla ilmaistaan materiaalin tilaustarve (Hokkanen & Virtanen 2016, 79). Materiaali

hankitaan tarpeeseen, toisin sanoen imuohjautuvasti. Hyödynnettävyys on parhaimmillaan nimikkeissä, joissa kulutus on suurta ja arvo matala. Kanban on pyritty minimoimaan kyseisiin materiaaleihin mutta tarvitsee edelleen optimointia nimiketasolla.

Materiaalitarvelaskenta pohjautuu materiaalin perustietoihin, varastotasoon ja myynti- ja valmistusennusteisiin. Parametrein määriteltynä tarvelaskenta tekee hankinnan ostokehoksia ja tilauksia. Automatisointimahdollisuudet parantavat menetelmän tehokkuutta. Käytännöllisin ero kaksilaatikkojärjestelmän ja tarvelaskennan välillä on se, että toinen tarkastelee nykyhetkeä ja toinen tulevaisuutta. (Logistiikan maailma 2020d.)

Tarvelaskentaan perustuvat hankintamallit ovat suuressa roolissa yrityksen hankinnoissa, ja niitä on tarkoitus jalostaa tulevaisuudessa edelleen. Tarvelaskennan automatisoinnilla pyritään hallitsemaan laajaa materiaalivirtaa tehokkaasti. Yrityksen käyttämät tilaustyyppit on räätälöity parametreillä tarpeen mukaan, ja ne mahdollistavat monipuoliset variaatiot hankinnassa. MRP on niin sanotusti helppo ratkaisu hankkia materiaalia varastoon. Varsinkin uusien tuotteiden kohdalla oletuksena on, että tuoterakenne on kunnossa ja luonnollisesti myös varastotaso. MRP:n sisällön määrittämiseen vaikuttavia tekijöitä ovat hinta, läpimenoaika ja koko.

5 Päätöspuu

Opinnäytetyön päämäärä on tuottaa yritykselle hankintamallin päätöspuu eli toimintaohje, joka toimii päätöksenteon tukena materiaalia hankittaessa. Hankinnan lisäksi päätöspuu tarjoaa hyötyä myös pakkauskoordinointiin, jolla kehitetään ratkaisuja toimittajan kuljetuspalveluihin ja toimitustapoihin. Työn lähtökohtana on helppotulkintainen ja visuaalinen ohje, jolla vastataan tärkeimpiin hankinnan kriteereihin hankintamallia päätettäessä. Lopputuloksena esitettävä päätöspuu on pelkistetty visuaalinen toimintaohje, kuinka materiaali ohjautuu toimittajalta tuotannon käyttöön ja millä tavalla sitä hankitaan. Hankinta- ja toimituskäytäntöä

sekä varastosijoittelua varten on määritettävä ohjauksen kriteerit, joilla materiaali saadaan kategorisoitua.

Opinnäytetyön lähtökohtana on hyödynnettävyys ja toiminnan kehittäminen, ei pelkästään nojaamalla olemassa olevaan teoriaan ja tutkimukseen vaan erityisesti kohdennetulla ja käytännöllisellä tasolla. Työn tarkoitus on esitellä aikaa kestävä ohjenuora hankinnan apuvälineeksi tuotteiden ryhmittelyyn sekä toimitusketjun määreisiin. Päätöspuun runko esitetään tavalla, johon on helppo tuoda uutta tietoa tai muuttaa toimintatapaa, jolloin hyödynnettävyys ja jatkokehitysmahdollisuudet korostuvat.

Hankintamallin päätöspuuta käyttämällä hankittavalle nimikkeelle tai materiaalille määritetään hankintamalli ja ohjaus varastoon. Hankintamalli toimii tilaustyyppinä, josta ilmenee hankintatavan lisäksi tapa, jolla hankittava materiaali ohjautuu tuotannon käyttöön. Tilaustyyppin koodi ja parametrit kertovat, mikä on toimitustapa ja mikä on materiaalin tai nimikkeen käsittelytapa yrityksen sisällä.

Tilaus- ja toimintamallien kehittymisen myötä yritys tarvitsee päivitetyn päätöspuun. Yrityksen nykyinen päätöspuu on ollut pohjana nykyiselle työlle. Suurin muutos edellisen päätöspuun laatimisen jälkeen on ollut materiaalinkeräyksen kehittyminen nykyiseen toimintamalliin sekä toiminnan ennustettavuuden parantuminen tasolle, jossa on mahdollista hyödyntää automatiikkaa hankinnassa.

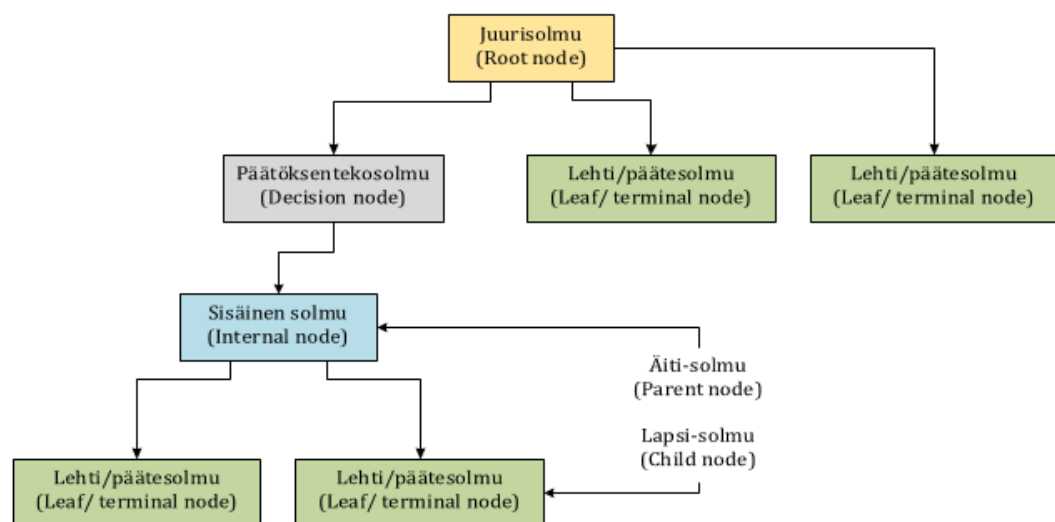
5.1 Yleistä

Päätöspuu on työkalu päätöksien mallintamiseen, ja se auttaa ymmärtämään ja selittämään ongelman rakenteen. Päätöksentekijälle kuvataan tapahtumaketju, jossa osoitetaan odotettu arvo lähtötietojen perusteella. (Kaminski, Jakubczyk & Szufel 2017.) Päätöspuu etenee sarjana yksinkertaisia kysymyksiä, joihin on etukäteen määritelty vastausvaihtoehdot, jotka on yleensä rajoitettu kahteen. Vastaus määrittelee seuraavan kysymyksen tai vaihtoehtoisesti esittää lopputuloksen tai ratkaisun, joka kuvataan puun lehtinä. Tulkinnan kannalta ei ole välttämätöntä esittää päätöspuuta ylöspäin kohoavana, vaan se on mahdollista esittää myös eri suuntiin etenevänä jatkumona. Variaatioiden eroavaisuuksista

huolimatta päätöspuun periaate säilyy. Yleensä päätöspuu esitetään päättelyketjun vuoksi ylhäältä alaspäin suuntautuvana. (Nisbet, Miner & Yale 2018, 138.)

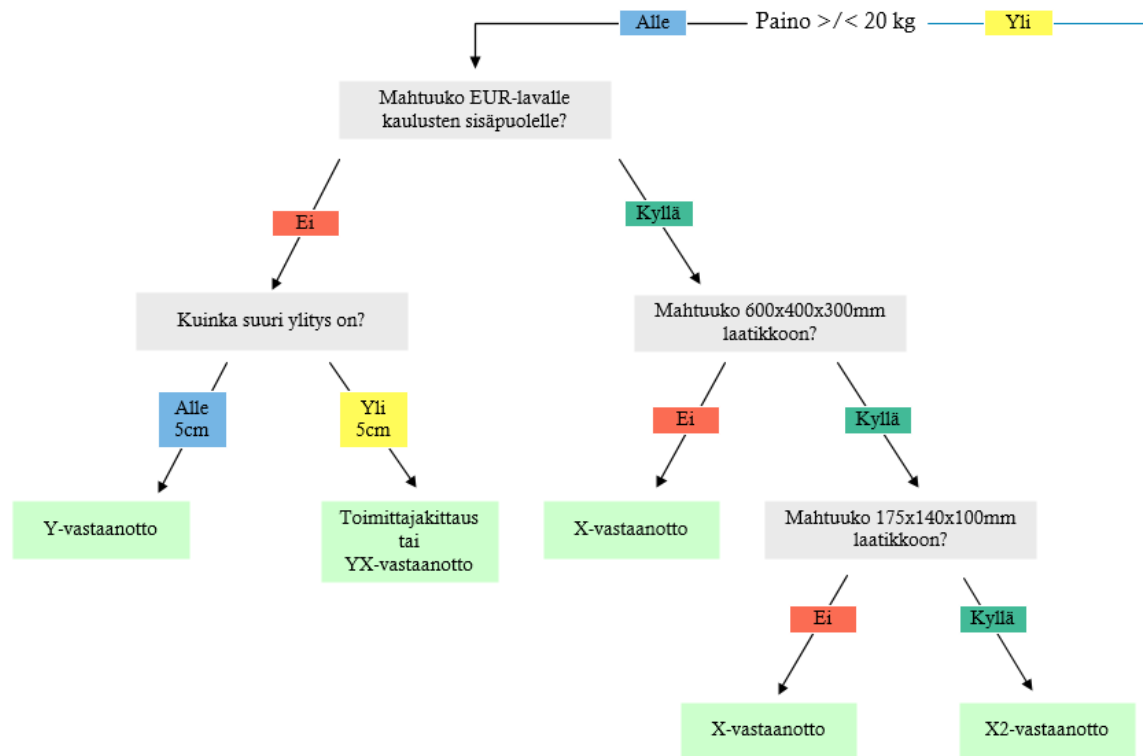
Päätöspuun kuvausta varten on vakiintunut termistö, jolla kuvataan päätöspuun vaiheita ja merkityksiä. Alla ovat pääasialliset päätöspuun termit, ja ne ovat myös kuvattuina kuviossa 2.

- Juurisolmu (engl. root node) on prosessin tai ongelman lähtöpiste, josta puu jakautuu kahteen tai useampaan osaan.
- Päätöksentekosolmu (engl. decision node) on alisolmu, johon liittyy päätöksentekoa mutta ei lehteä tai päätesolmua.
- Lehti tai päätesolmu (engl. leaf/terminal node) tarkoittaa viimeistä vaihtoehtoa, kun solmuja ei enää jaeta. Käytetään myös nimitystä lapsi-solmu (engl. child node).
- Sisäinen solmu (engl. internal node) tarkoittaa alisolmua, joka on lähellä lopputulosta. Käytetään myös nimitystä äiti-solmu (engl. parent node). Sisäisestä solmusta edetään lehteen/päätesolmuun. (Black 2017.)



Kuvio 2. Päätöspuun rakenne ja termit (Mukaillen O'Madadhain 2005).

Kuviossa 3 on esitetty esimerkki hankintamallin päätöspuusta, kun kriteeriksi on määritetty nimikkeen paino. Päätöspuun lopputulos kertoo nimikkeen tilaustyyppin, sijoituspaikan sekä muut käytettävät parametrit. Käytettävät parametrit määritetään jokaiselle loppusijoituspaikalle erikseen.



Kuvio 3. Esimerkki päätöspuusta painokriteerin mukaan.

Havainnointia ja tulkintaa parannetaan käyttämällä värejä ja muotoja oikeissa paikoissa, kuten vastausvaihtoehdoissa tai tuloksissa. Päätöspuu soveltuu toimintaperiaatteeltaan erinomaisesti työohjeistuksen laadintaan, koska siten saadaan esitettyä yksinkertaisella tavalla toiminnan kokonaisuus sekä toimintatapa haluttuun lopputulokseen huomioiden mahdolliset ongelmatilanteet. Päätöspuuhun on myös hyödyllistä lisätä määrittelyn vaiheeseen liittyviä huomioita tai mahdollisesti pyytää tarkastamaan ja hankkimaan puutteellisia tietoja. (Aho 2020.)

5.2 Yrityksen hankintamallin päätöspuu

Hankintamallin päätöspuuta laatiessa on ensin kartoitettava, mitä asioita tulee ottaa huomioon hankintamalla päätettäessä sekä priorisoida ne. Priorisoinnin avulla päätöspuuhun tulee johdonmukaisuutta ja selkeyttä sekä se korostaa hankinnassa tarvittavia parametreja, jotka on selvitettävä ennen kuin päätöksiä voidaan tehdä. Toiminnan kehittymisen myötä on tunnistettavat yrityksen sisäisten toimien vaikutukset hankintamalliin ja erotettava ne niistä, jotka eivät tuo lisäarvoa päätöspuun rakenteeseen. Kun hankintamallin päättämiseen kohdistuu

useita erilaisia vaikuttavia tekijöitä, niiden huomioiminen kasvattaa puun rakennetta. Se on kuitenkin välttämätöntä, koska asioiden tiivistämisellä saattaa jäädä liikaa poikkeavuuksia, jotka taas vaikeuttavat päätöspuun käyttäjää.

Hankintamallia päätettäessä on laadittava erillinen ohjeistus siitä, millä kriteereillä tiettyä hankintamallia tulee käyttää. Ohjeistuksessa ei anneta suoraan vastausta hankintamallista, koska sen tulkitseminen monipuolistuu eikä nimikkeiden hankintamallien standardointi toimi samalla tavalla kuin päätöspuun kautta. Ohje siis täydentää päätöspuuta ja selittää määräävät toleranssit ja parametrit hankintamallille. Tärkeimpinä jakavina tekijöinä käytetään nimikkeen ABC-luokittelua, toimittajan toimitustarkkuutta sekä läpimenoaikaa. Läpimenoajalla tarkoitetaan aikaa, joka on tuotteen valmistus- ja toimitusaika yhteensä. Läpimenoaikaan voidaan myös lisätä sisäiseen logistiikkaan kuluva aika.

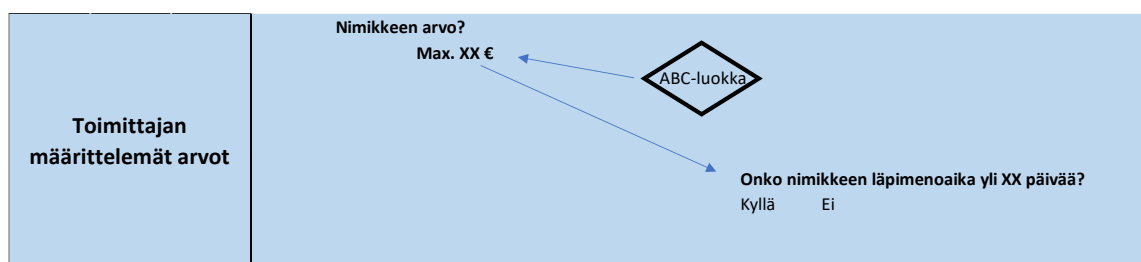
Opinnäytetyössä tehtävä päätöspuu on jaettu kolmeen eri kategoriaan:

- Toimittajan määrittelemät arvot, joihin kuuluvat nimikkeen hinta ja läpimenoaika.
- Toimintamalli, johon kuuluu, millä tavalla nimikettä varastoidaan tai millä tavalla niitä halutaan toimitettavan ja kuinka nimikettä käsitellään ennen tuotantoa.
- Kriteerit, jotka yhdistävät oman toiminnan vaatimukset sekä toimittajalta vaaditut ominaisuudet.

Kategoriat etenevät päätöspuussa yllä mainitussa järjestyksessä selkeyden ja painoarvon vuoksi. Painoarvoltaan kriteerit voidaan tulkita toimintamalleja korkeammalla prioriteetilla, mutta yrityksen sisäisen logistiikan takia toimintamalli on tarpeellista nostaa päätöspuussa sisäisten kriteerien yläpuolelle.

Tavarantoimittajan määrittelemät arvot (kuvio 4), aloittavat jakamalla päätöspuun rakenteen neljään erilliseen kysymyssektoriin. Ensimmäinen nimikkeen määräävä tekijä on hinta. Hinnan avulla nimikkeelle määritetään ABC-luokittelu. A- ja B-luokan nimikkeitä yhdistää korkeampi hintataso mutta muuten ne eivät eroa toisistaan hankintamallia päätettäessä. Ne siis käyttäytyvät saman mallin mu-

kaan ja etenevät samaa kysymyssarjaa pitkin. C-luokan nimikkeet ovat matalamman arvon nimikkeitä ja käsittävät yrityksen sisäisen järjestelmän mukaan 86,5 % kaikista yrityksen ostettavista nimikkeistä. C-luokittelun nimikkeet ja hankintamallit eroavat merkittävästi A- ja B-luokan nimikkeistä, joten ne on määritelty ensimmäiseksi tarkasteltavaksi asiaksi. Toinen merkittävä tekijä toimittajan arvoissa on läpimenoaika. Sen asettamat rajoitukset poissulkevat käytettäviä hankintamalleja mutta eivät juurikaan vaikuta sisäiseen toimintamalliin. ABC-luokittelua ja läpimenoaikaa käyttämällä päätöspuu jakaantuu neljäksi selkeäksi kokonaisuudeksi, esimerkiksi C-luokka, läpimenoaika alle XX päivää.



Kuvio 4. Toimittajan määrittelemät arvot päätöspuuhun.

Toimintamallit (Kuviossa 5) käsittelevät yrityksen tapaa ohjata ja käsitellä nimikettä varastossa. Nimikkeen käsittely vaikuttaa hankintamalliin, sillä eri tavalla käsitellyt tai jatkojalostetut ovat optimaalisempia toiselle hankintamallille. Toimintamalli tarkoittaa varastoitavan nimikkeen käsittelyä eli kitataanko nimike ja missä kitissä, vai varastoidaanko se suoraan käyttöpaikalle. Sisäiseen käsittelyyn luokitellaan myös toimittajakittaus, koska se asettaa omat vaatimuksensa varastoinnille ja toimittajan kriteereille. Toimittajakittaus ei ole mahdollista jokaisen toimittajan osalla, koska sen on täytettävä tietyt kriteerit.

6 Materiaalinkeräys

Materiaalinkeräys kuuluu materiaalinkäsittelyssä sisäisiin siirtoihin, jotka eivät niimestään huolimatta välttämättä kuitenkaan rajoitu fyysisiin sisätiloihin vaan sisältävät myös yrityksen tontin sisällä tapahtuvan materiaalin liikkumisen, esimerkiksi ulkoisesta varastosta tuotantotiloihin. Hokkasen (2014) mukaan, materiaalinkäsittelyä voidaan suorittaa kolmella periaatteella:

- Mekaanisesti, jolloin materiaalinkäsittely suoritetaan henkilötyövoiman ja työkoneiden avulla, kuten siltanosturi. Automaation käyttö on rajoitettua tai olematonta.
- Puoliautomaattisesti, jolloin käsittelyn tueksi automatisoidaan määriteltyjä toimintoja, kuten kuljettimia, jolle nimikkeitä asetetaan ja kuljetin toimittaa ne määritettyyn paikkaan.
- Automaattisesti, jolloin erilaisiin liikeratoihin kykenevä mikroprosessori-ohjattu laite suorittaa useampia toimintoja, kuten pakkauskone tai kuormanpurkaja.

Toimintojen automatisoinnilla pyritään toiminnan tehostamiseen, työku-
stannusten pienentämiseen sekä parantamaan tarkkuutta ja nopeutta (Hokkanen 2014,
140–148). Yrityksellä on käytössään pääasiallisesti mekaanista keräystä, joka
suoritetaan koneiden avulla. Mekaanisen ja puoliautomaation rajaa pyritään ka-
ventamaan toiminnan jatkuvalla parantamisella.

Toimintavarmuuden parantaminen edellyttää toimintamallin ja työohjeiden kehit-
tämistä tavalla, joka on helposti käyttöön otettavissa sekä yhdistää oikeassa mää-
rin teknologian ratkaisuja ja fyysistä työtä. Molemmat osatekijät täydentävät ja
hyödyntävät toisiaan tuottamalla tehokkuutta ja toimintavarmuutta. (Puro 2018.)

6.1 Yrityksen keräysmenetelmät

Yrityksen sisäisessä logistiikassa on käytössä kolme erilaista kittaussmallia. Kit-
taussmalliin vaikuttavat materiaalin ominaisuudet ja hankintatapa. Mallit toimivat

hajautetusti yrityksen eri osastoilla ja niiden toiminta on eri kehitysvaiheissa. Kaikkiaan kitattavia asemapaikkoja on 43; lavatavarakeräystä suoritetaan 33:lle raskaan tavaran 9:lle ja pienosakittausta 4:lle eri asemalle. Samalle asemapaikalle on siis mahdollista toimittaa eri kittilajeja.

Lavatavarakeräys eli lavakittaus on ollut yrityksen toiminnassa pisimpään. Kittausmallissa kerätään korkeakeräilijöillä alle 20 kg painoisia nimikkeitä, jotka kokonsa puolesta sopivat toimitettavaksi eurolavoilla. Keräyskorkeus vaihtelee lattiatasosta 5,4 metriin. Yhdessä kerättävässä kitissä voi olla asemasta ja kokoonpanosta riippuen 1–52 keräysriviä. Lavatavarakeräyksen virtaa hallitaan kuljettavilla kittikärreillä, joihin on mahdollista lastata 1–3 kittiä asemapaikan mukaan. Kittikärret ohjaavat kittaustoimintaa ja toimivat indikaattoreina tuotannon tarpeesta. Jokaiselle asemapaikalle on määriteltä oma kittikärrä, ja kärrin tyhjentäessä se kuljetaan kittausalueelle täydennettäväksi.

Raskaan materiaalin keräys eli heavykittaus on ollut yrityksen toiminnassa mukana toiseksi pisimpään. Kitattava materiaali on muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta joko yli 20 kg painoista tai sitä ei ole mahdollista toimittaa eurolavalla kauluksien sisällä. Poikkeukset johtuvat siitä, että on asemia, joille ei tule lavakittä eikä niiden nimikkeiden takia niitä ole järkevä erottaa toiminnallisuuden ja tehokkuuden kannalta kahdeksi eri kitiksi.

Pienosakittaus on uusin yrityksen toiminto, joka käsittää pienosat, jotka eivät kokonsa puolesta ole sopivia lavakittaukseen tai ovat suuren volyymin nimikkeitä, kuten pulitit ja mutterit. Keräys suoritetaan 60 cm x 40 cm kokoiseen muovilattikkoon, jossa on kahdeksan osastoa. Keräysrivien ja osien määrän takia osat jaetaan osastoihin aseman työohjeen mukaisessa etenemisjärjestyksessä. Toiminto on ylösajovaiheessa ja siinä on meneillään oma kehitysprojekti toimintavarmuuden parantamiseksi. Kittaus suoritetaan käyttäen niin sanottuja käsilistoja eli toiminnossa ei ole vielä sähköistä keräysjärjestelmää tai kittaustyökalua. Sähköisen kittaustyökalun puuttuessa keräyksestä ei ole saatavilla laadukasta dataa, joten toimintoa ei voi analysoida perusteellisesti. Menetelmän tilanteen vuoksi, opinnäytetyössä ei ole tarpeellista käsitellä tätä enempää.

6.2 Materiaalinkeräyksen datan analysointi

Analysoitava aineisto materiaalinkeräyksestä tulee yrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä. Yrityksellä on käytössään paljon keräykseen liittyvää dataa eli pieniä tiedon osia, joista saadaan hyödyllistä informaatiota liittämällä tiedon osaan merkitys. Tällä hetkellä dataa ei käytetä parhaalla mahdollisella tavalla toiminnan kehittämiseksi. Parhaan vastineen saamiseksi on yhdistetty toiminnanohjausjärjestelmän varastomoduurista saatavaa tietoa. Datan laatu on ollut sillä tasolla, että sitä on mahdollista yhdistää manuaalisesti. Manuaalinen työ lisää riskejä virheisiin ja saattaa sitä kautta vaikuttaa analyysin tuloksiin. Aineiston käsittely on suoritettu parhaalla mahdollisella tarkkuudella minimoiden virheiden mahdollisuus, ja ennen kaikkea tavoitteena on auttaa yritystä kiinnittämään huomioita oikeisiin asioihin ja näkökulmiin (Väre 2019, 12–13).

Kittauksessa materiaalin liikkuminen kirjataan toiminnanohjausjärjestelmän lokeriin. Lokista käy ilmi muun muassa kittiin siirretyn nimikkeen kuvaustiedot, siirron suorittaja eli kittaja sekä tapahtuman ajankohta. Historian ja kokonaiskuvan saamiseksi kittausdatan analysointi aloitettiin vuoden 2017 alusta. Tällöin oli mahdollista verrata toiminnan kehittymistä kronologisesti sekä verrata tehtyjen toimenpiteiden vaikutusta. Keräysrivikohtainen data yhdistettiin raportoituihin materiaali puutteisiin, jolloin oli mahdollista verrata työntekijäkohtaisia keräysmääriä, asemapaikkakohtaista toimitusvarmuutta sekä toistuvia materiaali puutteita. Materiaali puutteiden alta oli mahdollista analysoida potentiaaliset virhenimikkeet sekä asemat, joilla virheitä raportoidaan eniten. Analysoinnin avulla on mahdollista myös suorittaa korjaavia toimenpiteitä, jotka eivät välttämättä vaadi resursseja mutta parantavat kittauksen toimintavarmuutta.

Kittauksen datan analysoiminen rajoittuu lavatavaran ja raskaan tavaran kittaukseen, koska niissä on käytössä kittausohjelma, joka on linkitetty yhdessä yrityksen omaan erp:n eli toiminnanohjausjärjestelmän kanssa. Kittausohjelma kommunikoi erp:n kanssa reaaliaikaisesti, joten syntyvää dataa voidaan pitää laadukkaana. Pienosakittaus on vasta ylösajovaiheessa omana kehitysprojektina eikä siinä ole vielä käytössä kittausohjelmaa, joten toiminnosta on saatavilla tallennettua dataa vain materiaali puuteraporttien kautta. Datan analysoinnissa

keskitytään siis saatavan informaation valossa vain heavy- ja lavatavarakittaukseen.

Materiaalinkeräyksen toimintalokien ja materiaalipuuteraporttien kehittymisen myötä syntynyttä dataa on mahdollista tarkastella laadukkaasti vuodesta 2017 alkaen, jolloin vakiintui kittaushjelman käyttö sekä raportoinnin ja toimintamallin laatu. Analyysissä tulokset esitetään neljässä eri aikasyklissä: 2017-> (01.01.2017–30.6.2020) sekä edelliset täydet työkuukaudet ennen yrityksen lomakautta 6:n (1.6.–30.6.2020), 3:n (1.4.–30.6.2020) ja 1:n (1.6.–30.6.2020) kuukauden aikajaksoissa. Tuloksista pystytään tällöin huomaamaan mahdolliset poikkeukselliset olosuhteet tai tapahtumat sekä havainnoimaan toiminnan kehitysmuutokset.

6.3 Tulokset

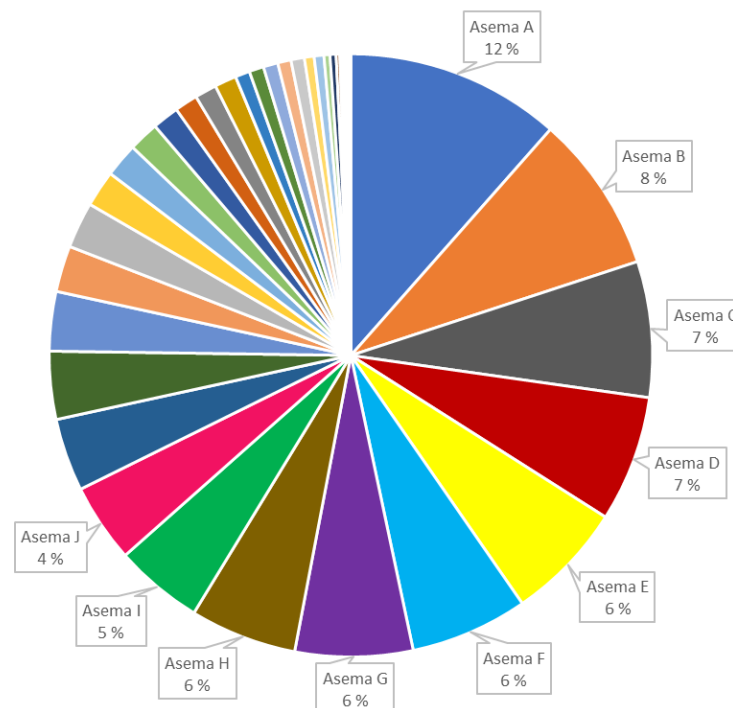
Toimintavarmuutta yrityksessä mitataan vertaamalla keräysrivien määrää raportoituihin materiaalipuutteisiin. Yrityksellä on käytössään sähköinen raportointijärjestelmä, josta informaatio välittyy suoraan kittaamoon. Raportointijärjestelmän lokista tarkastellaan kuukausitasolla toimintavarmuutta, tavoitteena 99,98 % toimitustarkkuus eli jokaista 1000 keräysriviä kohden raportoidaan kaksi materiaalipuutetta. Materiaalinkeräystä käsitellään jäljempänä sitä koskevassa kappaleessa.

Yrityksen materiaalinkeräyksestä aiheutuneet materiaalipuutteet on esitetty asemapaikoittain tietyillä aikaväleillä. Yrityksen kokonaistuloksessa on esitetty yrityksen käyttämä esitystapa, jossa lava- ja heavykittaus on yhdistetty. Tuloksen tarkentamiseksi ja kehitystoimien kohdentamiseksi tuloksissa on myös ilmoitettu keräysvirheprosentti lava- ja heavykittauksen osalta.

Kuviossa 7 on esitetty asemapaikkakohtaisesti keräysvirheiden jakautuminen vuoden 2017 alusta alkaen. Huomioitavaa tässä erittelyssä on se, että eniten keräysvirheitä aiheuttaneiden 10 eri aseman osuus on noin 67% kaikista keräysvir-

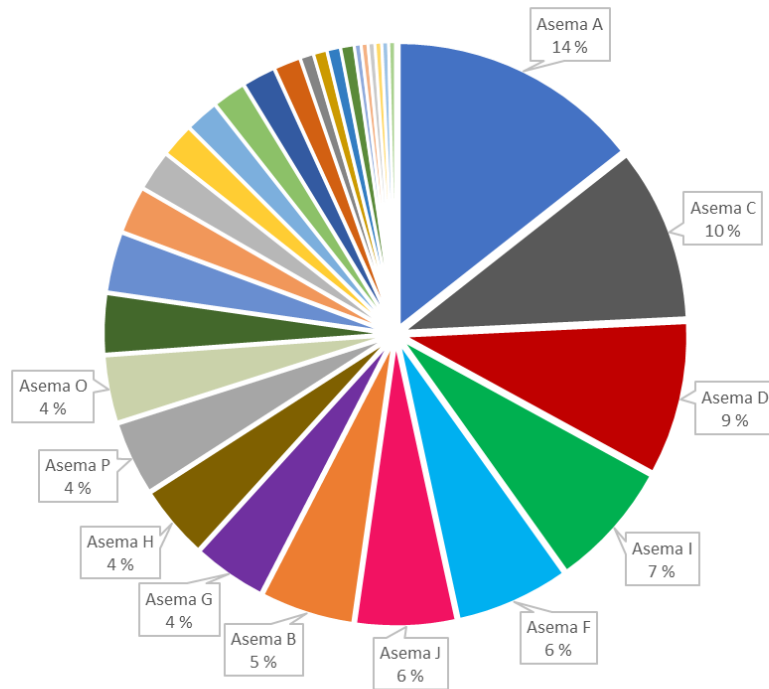
heistä. Keräysvirheiden määrän perusteella kymmenen suurinta paikkaa esitetään jäljempänä kuviossa. Prosentuaalisesti vähiten virheitä aiheuttavat voivat mahdollisesti selittyä inhimillisillä virheillä mutta määrän kasvaessa yli 5 %:n on haasteita toimintaympäristössä ja menetelmissä. Kuvioissa 8 ja 9 on esitetty keräysvirheet asemoittain edellisen kuuden ja kolmen kuukauden jaksoilta. Kuviot esitetään havainnollistamisen helpottamiseksi ja avuksi selvittämään kriittiset asemat, joille suoritetaan keräystä. Edellisen 6 kuukauden ajanjakso ajoittuu kalenterivuoden 2020 alkuun minkä jälkeen toiminnassa ei ole tapahtunut suuria muutoksia. On mahdollista olettaa siinä esiintyvien 10 virheprosenttiltaan suurimman aseman olevan verrattavissa vuoden 2017 vastaaviin ja tekemään johtopäätöksiä sen perusteella.

Keräysvirheiden jakautuminen asemakohtaisesti
01.01.2017 - 30.6.2020



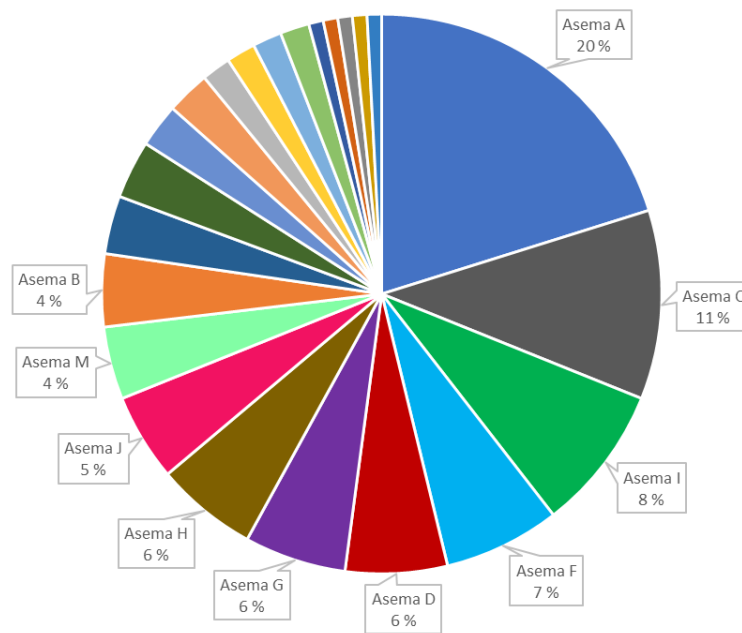
Kuvio 7. Asemakohtainen keräysvirheiden jakautuminen vuoden 2017 alusta alkaen.

Keräysvirheet asemoittain edelliset 6 kk
01.01.2020 - 30.6.2020



Kuvio 8. Asemakohtainen keräysvirheiden jakautuminen 6 kuukauden tarkastelujaksolta.

Keräysvirheet asemoittain edelliset 3kk
1.4.20 - 30.6.2020



Kuvio 9. Asemakohtainen keräysvirheiden jakaantuminen 3 kk tarkastelujaksolta.

Realistisen nykytilanteen kuvaamiseksi on syytä yhdistää analyysissä suurimpien materiaalipuutteita aiheuttavien asemien tiedot, jotta toiminnan kokonaiskuva hahmottuu. Taulukossa 1 esitetään suurimmat asemat keräysvirheprosentin ja määrän perusteella nykyisellä mittaustavalla. Lisäksi taulukossa 1 esitetään TOP 5 ja TOP 10-asemat, kun verrataan keräysvirheiden kokonaismäärää asemoittain. Taulukosta on mahdollista erottaa suurimmat toistuvuudet ja keskittää analysointia niihin sekä käyttää näitä tuloksia kehittämisen lähtökohtana. Kuvioiden 8 ja 9 sekä taulukon 1 perusteella on huomattavissa eniten keräysvirheitä aiheuttavat asemat ja niiden toistuvuus. Taulukoiden perusteella voidaan päätellä myös toiminnan kehittymisen ja vakiintumisen myötä haasteellisimpien asemapaikkojen korostuminen ja niiden vaikutus toimintavarmuuteen.

2017 ->			6 kk		
Asemapaikka	Määrä/Asemapaikka	%/Asemapaikka	Asemapaikka	Määrä/Asemapaikka	%/Asemapaikka
Asema A	177	11,51 %	Asema A	38	14,39 %
Asema B	130	8,45 %	Asema C	26	9,85 %
Asema C	112	7,28 %	Asema D	23	8,71 %
Asema D	104	6,76 %	Asema I	19	7,20 %
Asema E	98	6,37 %	Asema F	17	6,44 %
Asema F	97	6,31 %	Asema J	15	5,68 %
Asema G	97	6,31 %	Asema B	14	5,30 %
Asema H	88	5,72 %	Asema G	11	4,17 %
Asema I	73	4,75 %	Asema H	11	4,17 %
Asema J	65	4,23 %	Asema P	11	4,17 %
3 kk			1 kk		
Asemapaikka	Määrä/Asemapaikka	%/Asemapaikka	Asemapaikka	Määrä/Asemapaikka	%/Asemapaikka
Asema A	24	20,17 %	Asema C	7	12,50 %
Asema C	13	10,92 %	Asema I	6	10,71 %
Asema I	10	8,40 %	Asema J	5	8,93 %
Asema F	8	6,72 %	Asema D	5	8,93 %
Asema D	7	5,88 %	Asema F	4	7,14 %
Asema G	7	5,88 %	Asema M	4	7,14 %
Asema H	7	5,88 %	Asema B	4	7,14 %
Asema J	6	5,04 %	Asema A	4	7,14 %
Asema M	5	4,20 %	Asema Q	3	5,36 %
Asema B	5	4,20 %	Asema K	3	5,36 %
			Asema G	3	5,36 %
		2017->	6 kk	3 kk	1 kk
TOP -10 asemien osuudet		67,69 %	70,08 %	77,31 %	85,71 %
TOP -5 asemien osuudet		40,38 %	46,59 %	52,10 %	69,64 %

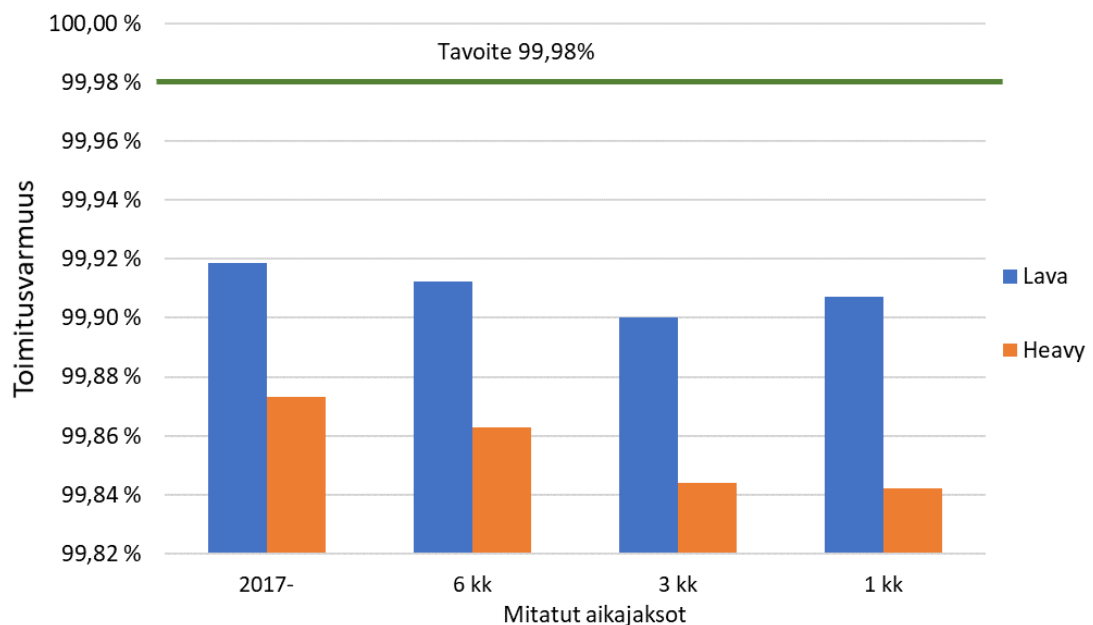
Taulukko 1. Keräysvirheiden mukaan kymmenen suurinta asemapaikkaa.

Edellä kuvatuissa kuvioissa ja taulukossa esitetään yrityksen keräämä data materiaalinkeräyksen materiaali puutteista. Materiaali puutteissa sisäinen kittaussyykoodin alla on lavatavara- ja heavykittaus. Asemapaikalle merkityissä keräysvirheissä on siis mukana kaksi eri kittausten menetelmää. Kittausten menetelmät eroavat kuitenkin käytännöllisellä tavalla toisistaan, joten taulukkoon 2 on eroteltu menetelmien keräysrivimäärät ja toimitusvarmuudet. Taulukosta on havaittavissa heikompi toimitusvarmuus heavykittauksessa, vaikka kerätty nimikemäärä on huomattavasti pienempi kuin lavakittauksessa. Heavykittaus aiheuttaa datan mukaan noin 8,5 % raportoiduista keräysvirheistä. Myös eri nimikkeiden määrä on huomioitava, kun verrataan lava- ja heavykittauksia. Heavykittauksessa eri nimikkeitä on 166 kappaletta ja lavatavarakeräyksessä on jopa 4369 eri nimikettä. Nimikemäärän eroavaisuus korostaa osaltaan heavykittauksen heikompa toimitusvarmuustasoa. Kun toimitusvarmuutta verrataan kerättyihin riveihin, havaitaan heavykittauksen toimitusvarmuuden olevan alemmalla kymmenyksellä lavakittaukseen verrattuna. Kuvio 10 visualisoi toimintavarmuuden tason mitatuilla ajanjaksoilla. Kuvioista on havaittavissa selkeä ero asetetun tavoitteen ja nykytilanteen välillä.

Toimintavarmuuden tavoitteeksi on asetettu 99,98 %. Tavoite on asetettu realistiselle tasolle, kun ottaa huomioon toimintamallin, tavoitteellisuuden ja virheiden vaikutuksen tuotantoon.

Kittityyppi	Kerätty rivimäärä		Kerättyjen rivien jakautuminen		Raportoitujen materiaalipuutteiden määrä		Materiaali puutteiden määrän jakautuminen		Toimitusvarmuus, kerätyt rivit verrattuna	
	Lava	Heavy	Lava	Heavy	Lava	Heavy	Lava	Heavy	Lava	Heavy
2017->	1650752	124739	92,97 %	7,03 %	1343	158	87,32 %	12,68 %	99,92 %	99,87 %
6 kk	276526	16050	94,51 %	5,49 %	242	22	91,67 %	8,33 %	99,91 %	99,86 %
3 kk	109163	6408	94,46 %	5,54 %	109	10	91,60 %	8,40 %	99,90 %	99,84 %
1 kk	55005	3166	94,56 %	5,44 %	51	5	91,07 %	8,93 %	99,91 %	99,84 %

Taulukko 2. Kittaustyyppien keräysmäärä ja toimitusvarmuus



Kuvio 10. Kittaustyyppien toimitusvarmuus.

Taulukoissa 3 ja 4 on kuvattu aikasykleittäin, millainen vaikutus asemapaikkoihin on, kun kaksi keräystapaa erotetaan toisistaan. Taulukossa näytetään vain lava-keräyksen TOP 10-asemien ja heavykittauksen TOP 5-tilastot esitystavan selkeyttämiseksi. Taulukkojen avulla tarkentuvat haasteellisimmat asemat minkä avulla on myös parempi mahdollisuus kehittää toimintavarmuutta nostavia toimenpiteitä. Tilastoista on myös havaittavissa, kuinka suuri osuus keräysvirheistä koostuu TOP 10 ja TOP 5-asemapaikoista. Esimerkiksi lavakeräyksessä hieman yli puolet keräysvirheistä raportoidaan TOP 5-asemilla.

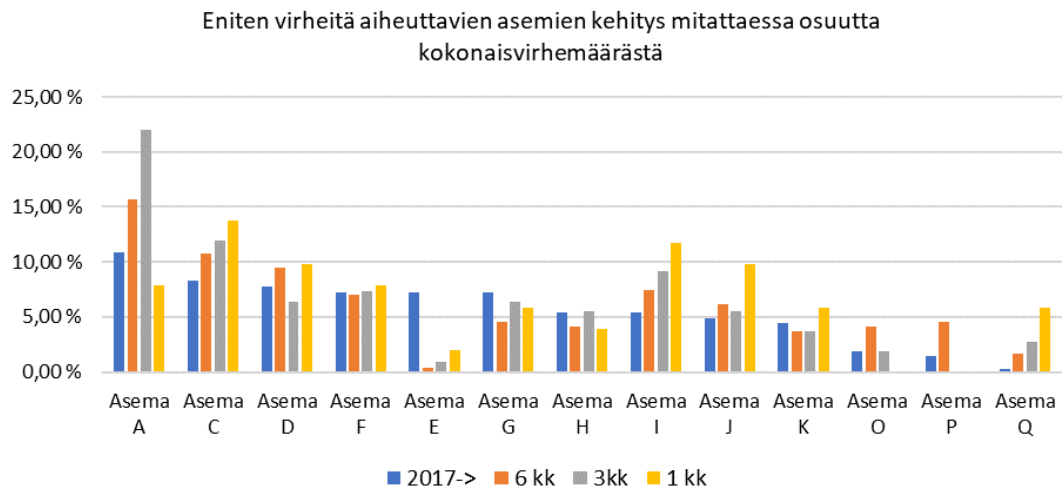
2017 ->			6 kk		
Asemapaikka	Määrä/Asemapaikka	%/Asemapaikka	Asemapaikka	Määrä/Asemapaikka	%/Asemapaikka
Asema A	146	10,87 %	Asema A	38	15,70 %
Asema C	112	8,34 %	Asema C	26	10,74 %
Asema D	104	7,74 %	Asema D	23	9,50 %
Asema F	97	7,22 %	Asema I	18	7,44 %
Asema E	97	7,22 %	Asema F	17	7,02 %
Asema G	97	7,22 %	Asema J	15	6,20 %
Asema H	73	5,44 %	Asema G	11	4,55 %
Asema I	72	5,36 %	Asema P	11	4,55 %
Asema J	65	4,84 %	Asema H	10	4,13 %
Asema K	60	4,47 %	Asema O	10	4,13 %
3 kk			1 kk		
Asemapaikka	Määrä/Asemapaikka	%/Asemapaikka	Asemapaikka	Määrä/Asemapaikka	%/Asemapaikka
Asema A	24	22,02 %	Asema C	7	13,73 %
Asema C	13	11,93 %	Asema I	6	11,76 %
Asema I	10	9,17 %	Asema J	5	9,80 %
Asema F	8	7,34 %	Asema D	5	9,80 %
Asema D	7	6,42 %	Asema F	4	7,84 %
Asema G	7	6,42 %	Asema M	4	7,84 %
Asema J	6	5,50 %	Asema A	4	7,84 %
Asema H	6	5,50 %	Asema Q	3	5,88 %
Asema M	5	4,59 %	Asema K	3	5,88 %
Asema K	4	3,67 %	Asema G	3	5,88 %
		2017->	6 kk	3 kk	1 kk
TOP -10 asemien osuudet		68,73 %	73,97 %	82,57 %	86,27 %
TOP -5 asemien osuudet		41,40 %	50,41 %	56,88 %	52,94 %

Taulukko 3. Lavakittaus: keräysvirheiden mukaan kymmenen suurinta asemapaikkaa.

2017 ->			6 kk		
Asemapaikka	Määrä/Asemapaikka	%/Asemapaikka	Asemapaikka	Määrä/Asemapaikka	%/Asemapaikka
Asema B	108	68,35 %	Asema B	14	63,64 %
Asema S	18	11,39 %	Asema S	4	18,18 %
Asema H	13	8,23 %	Asema H	1	4,55 %
Asema A	10	6,33 %	Asema Q	1	4,55 %
Asema P	2	1,27 %	Asema R	1	4,55 %
3 kk			1 kk		
Asemapaikka	Määrä/Asemapaikka	%/Asemapaikka	Asemapaikka	Määrä/Asemapaikka	%/Asemapaikka
Asema B	5	50,00 %	Asema B	4	80,00 %
Asema S	2	20,00 %	Asema S	1	20,00 %
Asema H	1	10,00 %			
Asema Q	1	10,00 %			
Asema R	1	10,00 %			
		2017->	6 kk	3 kk	1 kk
TOP -5 asemien osuudet		95,57 %	95,45 %	100,00 %	100,00 %

Taulukko 4. Heavykittaus: Keräysvirheiden mukaan 5 suurinta asemapaikkaa aikajaksoilla.

Kuviossa 11 on esitetty lavakeräyksen TOP 10-paikat taulukon selkeyttämiseksi ja kehityssuunnan visualisoimiseksi. Taulukosta ja kuviosta on havaittavissa selkeästi nykytilan ja toiminnan kehittymisen eteneminen vuoden 2017 alusta alkaen.



Kuvio 11. Tarkastelun kohteena olevien heikoimpien toimintavarmuuksien kehitys.

Taulukossa 5 on huomioitu keräysvirheiden nimikkeiden ABC-luokittelu. ABC-luokka kuvaa lukumäärien eroavaisuutta tuotteissa ja menekissä, joka perustuu 20/80-sääntöön. Säännön perusteella 80 % tuotteista tuo 20 % liikevaihdosta. Säännön nimestä huolimatta sitä on mahdollista soveltaa useampaan eri luokkaan. (Sakki 2014, 61–63.) Eli arvokkaat nimikkeet, joiden kulutus on suhteellisesti vähäistä, kuuluvat A-luokkaan, ja C-luokkaan kuuluvat ne, joita kuluu määrällisesti paljon mutta niiden arvo on yrityksen mittapuulla vähäinen. Luokittelu korostaa entisestään haasteellisimpia nimiketyyppejä. Toistuvuudet nimikkeiden osalta on saatu nykyisen toimintamallin kehityksessä karsittua minimiin, joten tarkastelua on syytä ulottaa laajemmin nimiketyyppeihin.

Kun keräysvirheitä tarkastellaan ABC-luokittelun mukaan, huomataan että lavakittauksessa yli 2/3 raportoiduista virheistä koostuu C-luokan nimikkeistä. Kerättävät nimikkeet jakautuvat siten, että A-luokkaan kuuluu 5,6 %, B-luokkaan 12,7 % ja C-luokkaan 81,7 % nimikkeistä. C-luokan nimikkeissä on paljon nimikkeitä, jotka ovat lava- ja pienosakittauksen välissä ominaisuuksiensa puolesta. Ne olisi

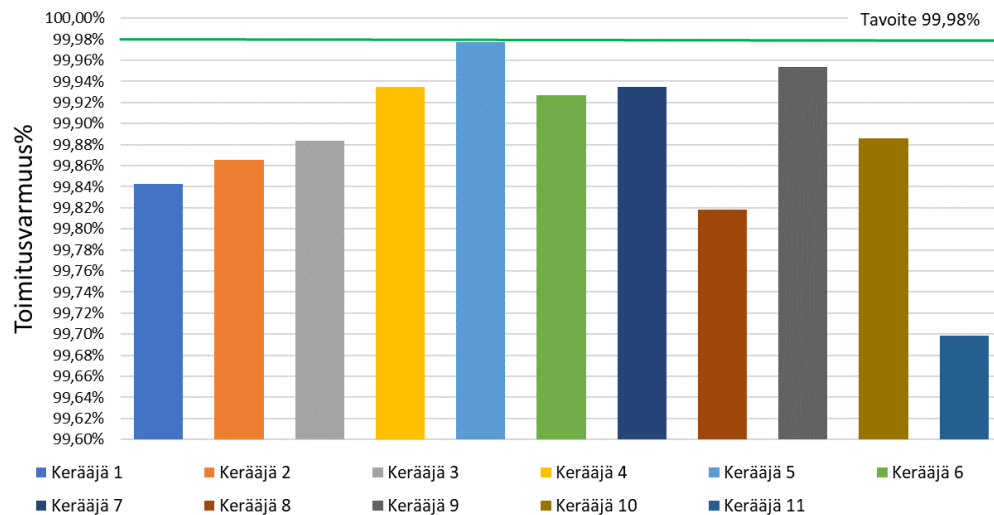
mahdollista siirtää pienosakittaukseen, ja osa tulisi joko jättää lavakeräykseen tai niille tulisi kehittää eri kittaumenetelmä.

Heavykittauksen tilastoista ilmenee, että jakauma ABC-luokittelun osalta on tasaisempaa mutta painopiste on B- ja C-luokan nimikkeissä. Kerättävät nimikkeet jakautuvat luokitteluun siten, että A-luokkaan kuuluu 25,3 %, B-luokkaan 28,3 % ja C-luokkaan 46,4 % kerättävistä nimikkeistä. Jakauma luokkien välillä on siis tasaisempaa mutta on tärkeää huomioida se, että keskimäärin 65,5 % keräysvirheistä on asemalle B, jossa on tilastojen mukaan eniten B- ja C-luokan nimikkeitä sekä eniten keräysvirheitä kyseisten luokkien nimikkeissä.

Lavakittaus				Heavykittaus			
Nimikeluokittelu	A	B	C	Nimikeluokittelu	A	B	C
2017->	9,83 %	25,76 %	64,41 %	2017->	22,15 %	52,53 %	25,32 %
6 kk	10,74 %	21,49 %	67,77 %	6 kk	36,36 %	36,36 %	27,27 %
3 kk	6,42 %	21,10 %	72,48 %	3 kk	30,00 %	30,00 %	40,00 %
1 kk	9,80 %	13,73 %	76,47 %	1 kk	20,00 %	40,00 %	40,00 %

Taulukko 5. Keräysvirheiden jakautuminen nimikeluokittelun mukaan.

Yrityksen datasta on mahdollista saada selville, kuka on kerännyt kitin ja nimikkeen, josta materiaali puute on tehty. Tämän informaation perusteella on mahdollista tulkita, henkilöityvätkö vai jakautuvatko materiaali puutteet, ja tämän perusteella on mahdollista luoda laadukkaampaa ja vertailukelpoista kohdennettua dataa. Kuvio 12 kuvaa edellisen 6 kuukauden ajanjaksolla vakituisesti keräyksessä työskentelevien henkilöiden keräysmääriä ja toimitusvarmuutta. Kerääjät 8 ja 11 työskentelevät heavykittauksessa. Ajanjakso on määritetty sen mukaan, että kyseisellä ajanjaksolla ovat olleet käytössä nykyiset puitteet sekä vakituiset kerääjät ja se summaa hyvin kuluneen mittausajanjakson. Toimitusvarmuudessa on havaittavissa hajontaa kerääjien suhteen. Heikoimmat toimitusvirhelukemat ovat heavykittauksesta, kun taas keskiarvillisesti lavatavarakittaus on lähempänä tavoitetta 99,91 % ja vastaavasti heavykittaus 99,76 %. Molemmat kuitenkin ovat alle asetetun 99,98 %:n tavoitteen, joten kumpaankin on suoritettava toimintaa kehittäviä toimenpiteitä.



Kuvio 12. Kerääjäkohtainen toimitusvarmuus.

Toimintaan vaikuttavana tekijänä on tilastojen mukaan myös varastonimikkeen paikan laatu. Yrityksessä on käytössään niin sanotusti kelluva varasto suurimmalla osalla nimikkeistä. Kelluvalla varastolla tarkoitetaan, että nimikkeelle on määritelty varastoryhmä mutta ei tiettyä paikkaa. Tällöin nimikettä hyllytettäessä on mahdollista laittaa se mille tahansa vapaana olevalle paikalle varastoryhmässä. Kiinteässä paikassa nimike pysyy samalla paikalla ja täydennys suoritetaan samalle paikalle. Yleensä lavatavaran kittaamon kiinteissä paikoissa on käytössä kaksilaatikkojärjestelmä MRP:llä eli tilaus tapahtuu automaattisesti asetettujen parametrien mukaan. Taulukosta 7 on havaittavissa, että edellisen 6 kuukauden tarkastelujaksolla 61,16 % lavakittauksen ja 60,55 % heavykittauksen keräysvirheistä on nimikkeitä, jotka ovat kiinteillä varastopaikoilla. Kokonaisten kittien puuttuminen on minimaalisessa osassa materiaalipuutteissa mutta sen vaikuttavuus tuotantoon on verraten suurempi, koska kokonainen työvaihe ei voi alkaa puutteen takia. Nimikkeen varastointitavasta ei ole saatavilla dataa, joka olisi tarpeeksi laadukasta, että pelkästään siitä olisi mahdollista tehdä johtopäätöksiä. Tilastointi suoritettiin ottamalla nimikkeen perustiedot järjestelmästä ja vertaamalla sitä nimikkeen varastointihistoriaan sekä fyysisen varaston tarkastuksella.

Paikka	6 kk				Paikka	3 kk			
	Lava		Heavy			Lava		Heavy	
	Määrä	%-Osuus	Määrä	%-Osuus		Määrä	%-Osuus	Määrä	%-Osuus
Kelluva	86	35,54 %	6	27,27 %	Kelluva	41	37,61 %	6	60,00 %
Kiinteä	148	61,16 %	16	72,73 %	Kiinteä	66	60,55 %	4	40,00 %
Koko kitti	8	3,31 %	-	-	Koko kitti	2	1,83 %	-	-
Yhteensä	242		22		Yhteensä	109		10	

Taulukko 7. Varastonimikkeen varastointityypin vaikutus keräysvirheisiin 6 ja 3 kuukauden ajanjaksoilla.

Taulukosta 7 on havaittavissa myös se, että suurimmaksi haasteeksi kiinteiden paikkojen osalta on muodostunut lavakittaukseen. Heavykittauksessa kiinteän paikan osuus on kääntynyt laskuun ja tilanne on saatu hallintaan, mutta lavakittauksessa ongelmaan ei ole löytynyt ratkaisua. Taulukko 8 esittelee lavakittauksen eniten virheitä aiheuttaneet asemat, keräysvirheiden jakautumisen ABC-luokittelun mukaan sekä keräysvirheet varastointityypin mukaan. Tarkasteluajanjakso on otettu 6 kuukauden mukaan, jotta tuloksista saadaan parhaiten esiin nykytilanne. Taulukosta 8 on selkeästi huomattavissa kiinteillä paikoilla olevien C-luokan nimikkeiden runsaus, ja tilastojen perusteella voidaan myös suunnata toimia toimintavarmuuden parantamiseksi. Kiinteiden paikkojen osuus kuvaa myös sitä, millainen vaikutus on työntekijän rutinoitumisella keräykseen. Rutinoitumisen kautta on mahdollista ennakoida kerättäviä nimikkeitä ja siten myös nopeuttaa keräämistä.

6 kk		Osuus			Osuus	
Asemapaikka	Osuus keräysvirheistä	A	B	C	Kiinteä paikka	Kelluva paikka
Asema A	16 %	0 %	21 %	79 %	63 %	37 %
Asema C	11 %	19 %	15 %	65 %	62 %	38 %
Asema D	10 %	13 %	26 %	61 %	70 %	30 %
Asema I	7 %	5 %	21 %	74 %	63 %	37 %
Asema F	7 %	12 %	18 %	71 %	59 %	41 %
Asema J	6 %	13 %	0 %	87 %	73 %	27 %
Asema G	5 %	0 %	55 %	45 %	100 %	0 %
Asema P	5 %	36 %	36 %	27 %	27 %	73 %
Asema H	4 %	9 %	36 %	55 %	60 %	40 %
Asema O	4 %	10 %	30 %	60 %	38 %	63 %

3 kk		Osuus			Osuus	
Asemapaikka	Osuus keräysvirheistä	A	B	C	Kiinteä paikka	Kelluva paikka
Asema A	22 %	0 %	21 %	79 %	67 %	33 %
Asema C	12 %	15 %	23 %	62 %	69 %	31 %
Asema I	9 %	0 %	10 %	90 %	70 %	30 %
Asema F	7 %	13 %	25 %	63 %	38 %	63 %
Asema D	6 %	14 %	29 %	57 %	57 %	43 %
Asema G	6 %	0 %	57 %	43 %	100 %	0 %
Asema J	6 %	0 %	0 %	100 %	50 %	50 %
Asema H	6 %	14 %	29 %	57 %	50 %	50 %
Asema M	5 %	20 %	0 %	80 %	40 %	60 %
Asema K	4 %	0 %	0 %	100 %	100 %	0 %

1 kk		Osuus			Osuus	
Asemapaikka	Osuus keräysvirheistä	A	B	C	Kiinteä paikka	Kelluva paikka
Asema C	14 %	14 %	29 %	57 %	71 %	29 %
Asema I	12 %	0 %	17 %	83 %	67 %	33 %
Asema J	10 %	20 %	0 %	80 %	40 %	60 %
Asema D	10 %	0 %	0 %	100 %	60 %	40 %
Asema F	8 %	0 %	0 %	100 %	25 %	75 %
Asema M	8 %	25 %	25 %	50 %	50 %	50 %
Asema A	8 %	0 %	33 %	67 %	50 %	50 %
Asema Q	6 %	0 %	0 %	100 %	0 %	100 %
Asema K	6 %	0 %	50 %	50 %	100 %	0 %
Asema G	6 %	0 %	0 %	100 %	100 %	0 %

Taulukko 8. Asemapaikkojen virheprosentit, virheiden ABC-luokkajako ja varas-
topaikantyyppi kuuden, kolmen ja yhden kuukauden tarkastelujaksoilla.

Taulukossa 9 on esitetty kitissä olevan rivimäärän vaikutus keräysvirheisiin. Keräysrivillä tarkoitetaan kerättävää nimikettä. Taulukosta on mahdollista huomata, että suurin osa kiteistä on sellaisia, joiden rivimäärät ovat 10 ja 29 kappaleen välillä. Yli 40 rivin keräykset ovat harvinaisempia mutta niissä todennäköisyys keräysvirheelle on suurempi. Taulukossa on nähtävillä keräysvirheiden kappalemäärät sekä virheiden määrä verrattuna kittimäärään, jossa on määritelty rivimäärä. Tuloksella pyritään havainnoimaan kerättävän rivimäärän vaikutusta

virheherkkyyteen. Esimerkiksi 3,29 % kerätyistä kiteistä sisältää 40–49 kerättävää riviä. Niissä on ilmennyt keräysvirheitä 20 kappaletta. Kun virheiden määrää verrataan 40–49 riviä sisältäviin kerättyihin kitteihin havaitaan, että 3,57 %:ssa kerätyistä kiteistä on keräysvirhe. Tulos kertoo, että määrällisesti suuririvisimmät kitit ovat keräysmäärältä todennäköisimpiä virheiden aiheuttajia.

Rivimäärä kitissä	Osuus kerätyistä kiteistä		Keräysvirheet (kpl)		Virheiden määrä verrattuna kerättyyn kittimäärään	
	Lava	Heavy	Lava	Heavy	Lava	Heavy
1-9	20,81 %	47,21 %	20	5	0,56 %	0,36 %
10-19	40,22 %	40,36 %	84	15	1,23 %	1,27 %
20-29	23,55 %	11,07 %	71	2	1,77 %	0,62 %
30-39	10,42 %	1,36 %	35	0	1,97 %	0,00 %
40-49	3,29 %	0,00 %	20	0	3,57 %	0,00 %
50-59	1,35 %	0,00 %	7	0	3,04 %	0,00 %
60-67	0,36 %	0,00 %	5	0	8,06 %	0,00 %

Taulukko 9. Kerättävä rivimäärä kiteissä ja rivimäärän vaikutus keräysvirhemäärään.

Taulukossa 10 on esitetty jokainen kerätty asema sisäisen kittauksen raportoinnista eli mukana on heavy- ja lavakittaus. Taulukosta voi havaita, onko tietyillä konemalleilla suurempi virheherkkyys ja millä tavalla se vaihtelee asemapaikkojen mukaan. Viisi ja sitä suuremmat virhemäärät malleittain on koristettu, koska tilastojen mukaan niissä on enemmän poikkeavuuksia. Suurempi poikkeavuusaste indikoi sitä, että kyseisten mallien kohdalla asemapaikoilla on jotain huomioitavaa.

	Malli 1	Malli 2	Malli 3	Malli 4	Malli 5	Malli 6	Malli 7	Malli 8	Malli 9	Malli 10	Malli 11
Asema A	0	14	2	4	4	1	9	0	2	2	0
Asema B	0	1	3	1	0	1	1	0	2	4	1
Asema C	1	4	1	4	5	0	1	1	2	4	3
Asema D	1	2	0	2	2	0	0	1	6	7	2
Asema E	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Asema F	0	0	0	0	0	0	0	1	5	6	5
Asema G	1	1	0	0	3	0	2	1	2	1	0
Asema H	0	3	1	2	1	0	0	0	1	2	1
Asema I	0	1	0	1	3	0	1	0	1	8	4
Asema J	0	5	0	0	0	1	0	1	1	5	2
Asema K	0	4	2	0	0	0	0	0	2	1	0
Asema L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
Asema M	1	3	1	0	2	2	0	0	0	0	0
Asema N	1	1	0	1	4	0	0	0	0	0	0
Asema O	1	1	1	0	2	0	1	1	0	3	0
Asema P	0	0	0	0	0	0	0	1	1	8	1
Asema Q	0	0	1	1	2	0	0	0	1	0	0
Asema R	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Asema S	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Asema T	0	2	1	0	2	0	0	0	1	0	0
Asema U	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0
Asema V	0	3	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Asema W	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Asema X	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Asema Y	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Asema Z	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
Asema Ä	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Asema Å	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Asema Ö	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Asema AA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Taulukko 10. Keräysvirheet asemien ja konemallien perusteella.

Yrityksen datan laatu on sellaisella tasolla, jotta siitä on mahdollista suorittaa tässä kappaleessa esitettyjä analyysejä. Empiiristen kokemusten perusteella voidaan todeta, että datassa tai järjestelmään kirjaamisessa tulisi olla yhdenmukainen. Järjestelmään kirjattavan materiaali puutteen syykoodin tulee olla tilanteen mukaan oikea. Sisäinen kitta -syykoodi pitää mahdollisesti sisällään myös muiden syiden aiheuttamia materiaali puutteita, jotka voivat ohjata parannustoimet väärään suuntaan. Tilastollisesti merkintöjen vaikutusta on mahdoton sanoa, mutta oletuksena on, ettei sillä ole suurta prosentuaalista vaikutusta. Datan ja siitä tehtävien tulkintojen tulee olla mahdollisimman realistisia, jotta toimet voidaan kohdistaa oikeisiin asioihin.

6.4 Lavakittauksen toimintavarmuuden parantaminen

Toimintavarmuuden parantaminen on mahdollista suorittaa nopealla aikataululla tehtävillä muutoksilla, jotka eivät välttämättä vaadi teknologisia ratkaisuja, eli investointeja ei tarvita vaan muutokset toteutettavissa käytännön järjestelyin. Toisin sanoen oman prosessin ja varastoinnin kehittäminen matalan kynnyksen ratkaisuille luo pohjaa tuleviin toimiin ja investointeihin. Toimintavarmuuden parantamisessa voidaan nojata yrityksestä saatuun dataan ja sen analysointiin ja suorittaa toimenpiteet haasteellisimpiin asemiin kohdistamalla. Teknologian käyttöönotto vaikuttaa automaattisesti kaikkiin kerättäviin asemiin ja auttaa viimeistelemään toiminnan kehityksen ja jatkuvuuden.

Analysoinnin tuloksien perusteella yrityksen olisi tarpeellista erottaa sisäisen kittauksen menetelmät omiksi mitattaviksi kokonaisuuksiksi. Pienosakittauksella on käytössään oma syykoodi, mutta lava- ja heavykittaus kulkevat saman syykoodin alla. Kittausmallien erottaminen tuottaisi reaaliaikaista tietoa kittausmallin toimintavarmuudesta sekä auttaisi kohdentamaan toiminnan kehittämistä sekä parantaisi yrityksen datan laatua.

Käytännön järjestelyillä, kuten esimerkiksi haasteellisiksi osoittautuneiden osien siirtämisellä toiseen kittausmenetelmään, pyritään minimoimaan keräysvirheen mahdollisuutta. Vastareaktion voi olla ongelman siirtyminen nimikkeen mukana, joten kittausmenetelmän muutos tulisi suorittaa vain välttämättömille nimikkeille eli niille, jotka ovat ominaisuuksiensa puolesta siihen soveltuvimmat. Toiseen kittausmenetelmään siirtämistä täytyy tarkastella kummastakin näkökulmasta: se ei voi aiheuttaa ruuhkautumista toisessa menetelmässä mutta samalla sen on mahdollista keventää lähtökittiä. Empiirisen tutkimuksen perusteella on havaittu 144 nimikettä, jotka ovat ominaisuuksiensa ja varastointinsa perusteella sopivia pienosakittaukseen. Varastonimikkeiden siirtäminen kohdentaisi varaston toimintaa sekä ohjaisi oikeat nimikkeet oikeaan kittausmalliin.

Tuloksissa havainnoitiin, millainen vaikutus on nimikkeen varastointityypillä toimitusvarmuuteen. Vertaamalla materiaalipuutteita nimikkeen varastointityyppiin oli

havaittavissa selkeä trendi nimikkeiden suhteen, jotka ovat kiinteällä varastopaikalla. Empiiristen havaintojen perusteella kiinteän varastopaikan nimikkeet säilytetään pääosin 600 x 400 millimetrin laatikoissa, niin sanotussa korissa. Pakkaustapa johtuu siitä, että nimikkeen vaatima varastointitila on pienempi, ja siten eri nimikkeitä on mahdollista varastoida enemmän. Keräysmenetelmä on sama kuin muiden lavalla säilytettävien kanssa. Kiinteä paikka mahdollistaa työntekijän rutinoitumisen tiettyjen muuttuvien variaatioiden mukaan. Rutinoitumisen avulla työntekijä saattaa pyrkiä nopeuttamaan omaa toimintaansa ja toiminnan tarkkuus kärsii. Kelluvan varaston etuna on nimikkeen siirtyminen uuden tilauksen myötä, ja siten se rikkoo muodostuvaa rutiinia sekä altistaa tarkkaavaisuudelle. Kyseisille nimikkeille tulisi järjestää oma hyllyryhmä, jossa niillä ei ole kiinteää hyllypaikkaa. Hyllyryhmällä tarkoitetaan, että paikka voi olla mikä vain kyseisen hyllyryhmän sisällä. Hyllyryhmässä nimikkeen paikka vaihtuisi ja toimisi tilastojen mukaan toimitusvarmuutta parantavana tekijänä.

Vaihtoehto kokonaan kellovalle varastolle olisi erottaa varastonimikkeet ja tehdä korissa säilytettävistä nimikkeistä oma kitti. Tällainen kitti olisi mahdollista yhdistää lavakittiin, kun molemmat keräykset ovat valmiita. Varastonimikkeiden erottamisella omiin kitteihin yritys saisi kohdennetumpaa dataa toimintoihin liittyen sekä todennäköisesti parantaisi toimintavarmuuttaan.

Yrityksen datan perusteella on havaittavissa useita keräysvirheitä nimikkeissä, joiden määrä järjestelmässä eroaa fyysisestä varastosta. Esimerkiksi tietynlaiset kiinnikkeet, joita järjestelmä pyytää keräämään kaksi kappaletta mutta fyysisessä varastossa se tarkoittaa, että nimikettä on kerättävä neljä kappaletta, sillä yksi kappale koostuu kahdesta puolikkaasta. Keräystyökalu erottaa väri-ilmaisimella, että on kerättävä muu määrä kuin yksi. Järjestelmän ja fyysisen eroavaisuuden täsmäämistä ei voi tehdä, joten muutos tulisi tehdä kittaustyökaluun. Työkalu näyttää kuvan nimikkeestä, joten kuvan visualisoinnilla olisi mahdollista huomioida nämä poikkeukselliset nimikkeet. Kuvassa tulisi olla yhtä monen kappaleen kuva kuin todellisuudessa tarvitaan.

ABC-luokittelu mahdollistaa nimikkeiden jaottelun ja edesauttaa toimintojen kohdentamista oikeaan materiaaliluokkaan. ABC-analyysiä on mahdollista täydentää

XYZ-analyysillä, jota käytetään erityisesti, kun tavarankäsittelyyn tarvitaan tehostamista, kuten esimerkiksi varastopaikkojen suhteen. X-nimikkeillä kuvataan vähäisen käyttökerran nimikkeitä, jotka ovat arvokkaita, kun taas Z-nimikkeet ovat arvoltaan vähäisiä mutta niiden käyttö on jatkuvaa. (Sakki 2014, 67, 134.) Analyysien yhdistäminen ja esiintuominen parantaa datan laatua ja tuottaa enemmän hyödynnettävää informaatiota toiminnan kehittämiseksi. Nimikkeiden lisäanalyysiin olisi mahdollista yhdistää varastonimikkeen arvo ja kiertonopeus tai muu kuvaava ominaisuus. Nimikevalikoiman ollessa määrällisesti erittäin korkea olisi tärkeää, että nimikkeitä olisi jaoteltu nykyistä tarkemmin. Tällä tavoin vältettäisiin mahdollisia käsin tehtävän datan analysoinnin virhetulkintoja.

6.5 Lavakittaus ja teknologia

Teknologisissa ja automatisoinnin ratkaisuissa on mahdollista hyödyntää tekoälyä koneoppimisen muodossa. Tekoäly on käsite, joka kuvaa koneen automaattisesti suorittamaa toimintoa kuten esimerkiksi päättely, oppiminen, päätöksenteko ja ennakointi eli toimintoja, jotka ovat ihmisen tekemänä niin sanotusti. älykkäitä. Kone oppii itsenäisesti datasta ja pystyy hyödyntämään sitä määritellyllä tavalla. Tekoälyn hyödyntämisen lähtökohta ja peruste tehokkaalle käytölle edellyttää reaaliaikaista yhteyttä tekoälyn ja aineellisen välillä. (Merilehto, 2018,18–19, 25.) Aineellisella voidaan tarkoittaa esimerkiksi fyysistä varastoa tai varaston toiminnanohjausjärjestelmää.

Tekoäly on siis ohjelmisto tai ohjelma, joka pitää sisällään oppimismekanismin. Ohjelma käsittelee tietoa matemaattisen teorian, informaation ja laskennan perusteella. Ohjelman suoritukseen tarvitaan algoritmien lisäksi halutun toiminnan esimerkkejä, joita on mahdollista syöttää yrityksen datasta. Laskentatehon yhdistäminen ihmisen suorittamaan työhön auttaa parantamaan toimintaa ja lisäämään tuottavuutta. (Siukonen & Niettaanmäki 2019, 29–30, 44–45.) Keräyksen mukana rekisteröivät varastotapahtumat ovat reaaliaikaisia, joten tekoäly voidaan määrittää esimerkiksi suorittamaan yksinkertaisia toimenpiteitä, kuten ohjeistus nimikkeen satunnaistarkastukselle tai nimikkeen tarkastus datasta saadun

keräysvirheherkkyyden mukaan. Siinä kittaustyökalu, ennen siirtymistä seuraavaan kerättävään osaan, pyytää tarkastamaan kerätyn osan ja määrän. Tarkastukseen olisi hyvä asettaa aikarajoitus, minimiraja, jotta kehotusta ei voi suoraan kuitata vaan se kehottaa tarkastamaan tilanteen oikeasti.

Satunnaistarkastus olisi yrityksen datan avulla mahdollista yhdistää käyttäjäkohtaiseksi. Tuolloin järjestelmä rekisteröisi materiaali puutteen, hakisi tiedon kerääjästä ja lisäisi datan kerääjän tietoihin. Satunnaistarkastus kehottaisi kerääjää tarkastamaan saman ABC-luokan tai aseman nimikkeitä sitä enemmän, mitä heikompi on käyttäjäkohtainen toimitusvarmuusprosentti. Jos satunnaistarkastus määritetään tarkastamaan suuremmalla otannalla ja tarkastuksen määrä pienenee, kunnes tavoite olisi saavutettu, on sillä tarkkaavaisuuteen kannustava vaikutus. Satunnaistarkastusta tulisi suorittaa kaikille kerääjille vakiomäärän verran mutta toimintavarmuuden laskiessa lisääntyvästi, silti kuitenkin tiheydellä, jolla sitä ei katsota työtä haittaavaksi tai motivaatiota laskevaksi.

Laadukkaan prosessin voi saavuttaa hallitsemalla kokonaisuuksia sekä yksityiskohtia. Tarkastus ei itsessään jalosta prosessia mutta toimii kuitenkin työntekijää toimintaan sitouttavana yksityiskohtana. Työntekijää vastuuta toiminnan laatuun kasvatetaan, jolloin hän kiinnittää tarkempaa huomiota tekemiseensä. Tällä tavoin on mahdollista suorittaa tehtävä kerralla oikein, jolloin toiminnan laatu on yli tavoitetason. Prosessissa on painotettava, että kyse ei ole seurauksista tai virheiden kartoittamisesta vaan toiminnan laadun parantamisesta. (Hokkanen & Strömberg 2006, 30–37.)

Lavakittauksen varaston koosta ja volyyymista johtuen teknologisiin ratkaisuihin on suhtauduttava suurella harkinnalla. Kustannustehokas ratkaisu keräykseen olisi kerättävien nimikkeiden skannaaminen. Silloin kerääjä lukee viivakoodilukijalla jokaisen keräämänsä nimikkeen tuotekoodin. Tuotekoodi olisi mahdollista toteuttaa kelluvan varaston nimikkeisiin vastaanotossa, jossa tulostettavaan tarakylttiin voi lisätä viiva- tai QR-koodin. Kiinteäpaikkaisille nimikkeille riittäisi hyllypaikan lisämerkintä. Viiva- tai QR-koodin skannaavia laitteita on mahdollista saada puettavina, jolloin työn tehokkuus ei kärsisi liikaa. Esimerkiksi ranteeseen

ja kämmenselkään kiinnitettävä laite on mahdollista kiinnittää suojavarusteiden päälle.

Puettavasta teknologiasta löytyy kaksi erilaista mallia, jotka ovat toiminnaltaan samanlaisia ja soveltuvat keräilyyn. Toinen on sormiin kiinnitettävä lukija. Laitteen voi kiinnittää yhteen sormeen, esimerkiksi Zebran valmistama RS5100 (kuva 1), tai kahteen sormeen, saman valmistajan malli RS507. Kahden sormen kiinnitys tuo lisää vakautta. Viivakoodin lukija skannaa viiva- tai QR-koodin peukaloa avuksi käyttämällä. Painike on kiinnitetty niin sanottuun sormitelakkaan, jolloin laitteen kätisyys on vaihdettavissa. Yhteen sormeen kiinnitettävänä RS5100-laitteen paino on 70 grammaa, käyttöaika normaalilla akulla 12 tuntia tai 14 400 skannausta. (Finn-ID 2020.) Kahteen sormeen kiinnitettävänä RS507-laitteen paino on 143 grammaa ja käyttöaika yhdellä latauksella 10 tuntia, 9 000 skannausta (Zebra 2020). Hinnaltaan sormiskannerit ovat 600 eurosta ylöspäin, ja hintaa nostaa, jos skanneriin hankitaan käsivarteen kiinnitettävä näyttö (Kaikkonen 2020).



Kuva 1. Zebra RS5100 sormilukija (Kuva: Finn-ID 2020).

Vaihtoehto sormeen kiinnitettävälle lukijalle on kämmenselkään kiinnitettävä Honeywell 8680i-lukija (kuva 2). Lukijaa on mahdollista käyttää ranteeseen ja kämmenselkään tai sormeen kiinnitettynä. Yrityksen materiaalinkeräykseen parempi soveltuvuus on kämmenselkään kiinnitettävällä lukijalla, johtuen laitteen koosta, joka on 81 x 56 x 31,3 millimetriä. Lukijan paino on perusakulla 151 grammaa,

käyttöaika yhdellä lautauksella 8 tuntia ja 3 000 skannausta. Käyttöaika on mahdollista pidentää tehoakulla, jolloin käyttöaika pitenee 10 tuntiin, 8 000 skannaukseen. (Honeywell 2020.) Laitteen hankintahinta on hieman korkeampi kuin sormiskannerilla, hinnoittelu on noin 1 000 euroa ja se sisältää lukijan ja kiinnityshansikkaan. Lisäinvestoinnilla on mahdollista saada myös käsivarteen kiinnitettävä päätelaite. (Kaikkonen 2020.)



Kuva 2. Honeywell 8680i (Kuva: Honeywell 2020).

Puettavien skannereiden etuna on, että työntekijän kädet ovat vapaana keräystä varten ja viiva- tai QR-koodin lukeminen onnistuu saman käden peukalolla. Teknologia olisi helppo tuoda toimintaan mukaan, sillä koneeseen linkittäminen ei vaadi enempää kuin johdollisen käsipäätteenkään. Erona on, että yhdistäminen tehdään bluetooth-yhteydellä. Skannaaminen lisää keräilijän tarkkuutta ja parantaa sitä kautta toimitusvarmuutta. Yleistä käyttöönottoa varten yhtä laitetta tulee testata käyttäjien kanssa keräilyn luonteen takia. Vaarana on, että skanneri kolhiintuu lavojen reunoihin ja särkyä helposti tai kerätessä laite tarttuu kiinni esimerkiksi pakkausmateriaalin ja vahingoittaa kerääjää. Toisaalta laitteen käytössä tehtävät havainnot voivat auttaa toimittajien pakkaussuunnittelussa, jolloin hankalasti pakatut tuotteet saadaan kartoitettua tehokkaammin ja niille saadaan kittausta tehostava pakkaustapa.

Lavakeräyksestä erotettavalle niin sanotulle koritavaralle on olemassa teknologinen ratkaisu perinteisen varastoinnin lisäksi. Markkinoilla olevilla vertikaalisilla paternoster-automaattivarastoilla, joissa varastointi tapahtuu liikkuvilla hyllytaasoille. Paternoster tuo automaattisesti seuraavan kerättävän osan tason kerääjän

ulottuville. Laitteistolla on mahdollisuus säästää varaston tilaa ja parantaa toimintavarmuutta. Laitteisto sopisi koritavaran keräykseen, koska kerättävä volyymi on hallittavissa sekä nimikkeiden ominaisuudet ovat sopivat laitteistoon. Esimerkiksi Kardex RS 650-mallissa yhden tason leveys on suurimmillaan 3,2 metriä, tason korkeus 48 cm ja syvyys 62,8 cm. Mallissa tason paino voi enimmillään olla 650 kg ja yksikköpaino 19 kg. Tehokkuutta ja tarkkuutta on mahdollista parantaa lisävarusteena hankittavalla valo-ohjatulla keräyksellä. Valo-ohjattu keräys osoittaa tasolla kerättävän nimikkeen ja mahdollisesti viestittää myös määrän. (Southwest Solutions 2020.) Näiden ominaisuuksien perusteella korissa säilytettävät nimikkeet on mahdollista varastoida käyttämällä paternoster-automaattivarastoa.



Kuva 3. Vertikaalinen paternoster-automaattivarasto (Kuva: Southwest Solutions 2020).

Tulevaisuudessa trukilla suoritettavan tai käsin tehtävän hyllykeräyksen tukena on mahdollista käyttää konenäköä, joka on kameroihin kytketty kokonaistietojärjestelmä. Kameroiden avulla tekoäly tunnistaa paikoillaan olevan tekstin tai kuvan, kuten esimerkiksi kerättävän nimikkeen lavatunnuksesta ja osoittaa sen kerääjälle valolla. (Siukonen & Niettaanmäki 2019, 74–75.) Teknologian kehittyessä ja vaihtoehtojen lisääntyessä on kuitenkin kriittistä saavuttaa toiminnallisuus ennen teknologiaa. Sen jälkeen on mahdollista kartoittaa, mitä teknologia tuo ympäristöön.

Teknologian hyödyntäminen tarvitsee pohjalle toimivan ympäristön, muuten on vaarana väärin investointipäätösten tekeminen. On otettava käyttöön sellainen teknologia, joka on olemassa oleva, yleisesti hyväksytty ja käytetty. Kannattavinta on hyödyntää valmista teknologiaa eikä olla ensimmäinen kokeilija, koska silloin kehityskuluista tulevat kustannukset tulevat yrityksen maksettavaksi eikä toimivuudesta ole takeita. (Soininen 2020.) Matalan kynnyksen ratkaisuihin puhtuessa on tulevaisuuden trendinä puettava teknologia, jolla parannetaan keräystehokkuutta ja tarkkuutta sekä mahdollistetaan työntekijän helpompi liikkuminen. Yksi suuri kehityskohde on AR-lasit, joilla informaatio ja visuaaliset opasteet sulautuvat yhteen todellisuuden kanssa, jolloin lasit tuovat halutun datan käyttäjän näkyville (Tulevaisuuspankki 2020). Esimerkiksi lasit tunnistavat kerättävän nimikkeen tunnisteiden, opastavat paikalle ja ilmoittavat kerättävän määrän. Tämä saadaan kuitenkin toimivaksi vasta muutaman vuoden kuluttua, kunhan teknologia ja akkukapasiteetti kasvaa. Tämänhetkiset AR-lasit eivät ole laitteiston koon ja kapasiteetin asettamien rajoitusten takia sillä tasolla, että niitä voitaisiin käyttää suurivolyymiseen ja kokopäiväiseen keräykseen. (Kaikkonen 2020.)

6.6 Heavykittauksen toimintavarmuuden parantaminen

Heavykittauksen varastoinnin haasteena on nimikkeiden varastopaikkojen paikansäilyvyys. Keräys suoritetaan vapaammalla liikkuvuudella kuin esimerkiksi lavakeräys, joka mahdollistaa nimikkeiden kittaamisen eri paikoilta kuin mitä kitattustyökalu osoittaa. Ennen teknologian tuomista on kriittistä saada toiminta sille tasolle, että teknologiasta on hyötyä.

Heavykittauksen tuloksista huomataan, että suurin osa (keskiarvo 65,5 %) keräysvirheistä tapahtuu B-aseman kiteissä. B-aseman kitti on ainoa heavykitti, jossa on mukana myös osia, jotka olisivat ominaisuuksiensa perusteella sopivia myös lavakittaukseen. Haasteena B-aseman lavakitissä on tilankäyttö ja tehokkuus. Kitattavat määrät eivät ole sellaisia, että niitä kannattaisi jakaa kahteen kittiin eivätkä aseman tilat eivät anna myöten lisävarastoinnille. Heavykittauksen

keräysmäärät ja vakioitu rakenne mahdollistavat lava- tai lattiavaa'an käytön keräyksen yhteydessä. Kittien paino jakautuu 23,30 kg–424,88 kg sekä nimiketasolla vaihteluväli on 0,084 kg–190,542 kg. Kitin painovariaatioiden määrä on suhteellisen pieni 99 kpl, joten mittaus olisi mahdollista suorittaa tarkastellen kokonaisuutta eikä kappalekohtaista painoa. Heavykittauksen menetelmä tukee terminaaleista tutun lattiavaa'an käyttöä keräyksen tukemiseksi. Keräys suoritetaan kiinteän vaa'an päällä ja lopuksi painoa verrataan keräystyökalussa ilmoitettavaan kokonaispainoon.

Heavykittauksen käyttöön soveltuva lattiavaaka on esimerkiksi DiniArgeon-sarjan vaaka FLB600V, jossa standardina 600 kg kapasiteetti ja tarkkuus 0,05 kg. Vaa'kaan on mahdollista asentaa herkemmat anturit, jolloin vaa'an kapasiteetti olisi 500 kg, tarkkuudella 0,02 kg. (Räisänen 2020.) Lattiavaaka mahdollistaa valmiin kitin painovertailun mutta ei edellytä kytkemistä keräystyökaluun nimikekohtaista reaaliaikaista seurantaa varten. Mittalaitteen tarkkuus olisi kuitenkin sellainen, että se mahdollistaa tällä osastolla virheen huomaamisen. Lattiavaaka olisi myös mahdollista asentaa vakaalle ja tukevalle pöytätasolle, jolloin keräilytyön ergonomia säilyisi nykyisellä tasollaan. Nimikekohtainen painonseuranta edellyttää tarkkuudeltaan suurempia vaakoja mutta johtuen suuresta kokonaispainosta vaa'an epävakaus korostuu ja pienetkin häiriöt saattavat muuttaa lukemaa. Toimintatapaa on kuitenkin mahdollista kehittää tulevaisuudessa kappalekohtaiseen mittaukseen sekä vaa'an ja keräystyökalun yhteyteen. Tämä olisi ensimmäinen kehityssaskel kittien punnitsemiseen.

6.7 Heavykittaus ja teknologia

Kun heavykittauksen varastointi ja prosessi ovat tarpeeksi laadukkaalla tasolla, voidaan teknologiaa hyödyntää. Yksi hyödynnettävä teknologinen investointi on puheohjattu keräily. Se on sijoituksena edullinen, ja se pitää huolen varaston tarkkuuden noudattamisesta sekä lisää työntekijän tarkkuutta äänikomennoilla, jotka kerääjä kuittaa vastaamalla. Nykyisellä menetelmällä kittaustyökalua käytetään tabletilla. Laite ei kuitenkaan sovellu täysin mukana kuljetettavaksi ja sijaitsee usein pakkauspaikalla. Puheohjattu laitteisto toimii puhepäättteen ja kuulokesetin

avulla, joten laitteisto kulkee luonnollisesti kerääjän mukana. Puhepäätteessä on myös integroitu viivakoodin lukuja, jota voidaan käyttää esimerkiksi tavaran vastaanotossa.

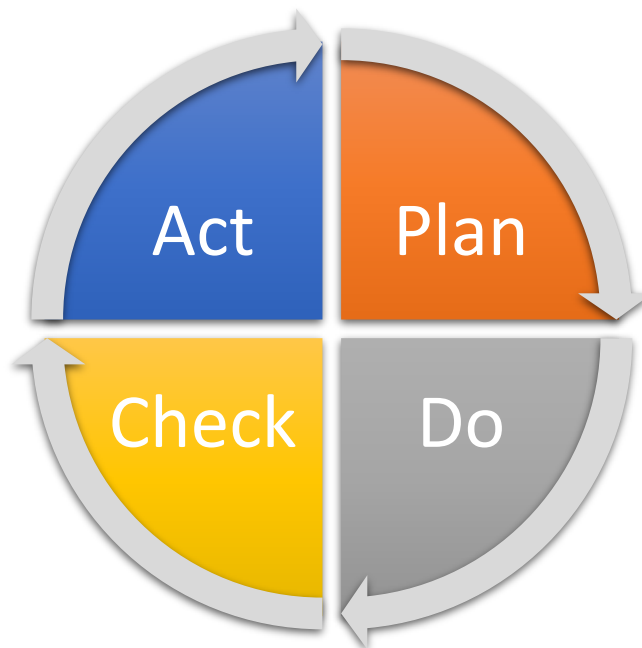
Puheohjatun keräyksen kustannukset tulevat puhepäätteestä, laitteesta, lisensistä sekä toiminnanohjaus- tai keräysjärjestelmän integraatiosta. Suurimpana hintaan vaikuttavana tekijänä on yhtäaikaisten käyttäjien määrä, joka on suorassa yhteydessä lisensointien määrään. Kustannukset ovat karkeasti arvioiden 3500 euroa per yhtäaikainen käyttäjä. (Kaikkonen 2020.) Keräilijöiden töitä organisoimalla on mahdollista, että käytössä on vain yksi puhepääte. Siinä tapauksessa kustannukset ovat maltilliset.

6.8 PDCA

Materiaalin toimintavarmuuden parantamisessa on monta eri osatekijää, joita tulee suorittaa laadun parantamiseksi. Yksittäisillä nopeilla ratkaisuilla ja käytännön järjestelyillä on mahdollista kehittää työympäristöä ja sitä kautta toiminta oikeaan suuntaan. Pysyvien tulosten sekä todellisen laadun saavuttamiseksi tarvitaan myös investointeja teknologiaan. Materiaalinkeräyksen suurimpina haasteina ovat varaston koko, keräysrivien volyyymi sekä osavariaatiot, joiden yhteisvaikutuksesta kehitystyöstä tulee tehdä jatkuvaa. Ratkaisujen tulee olla työyhteisöä kehittäviä, vaikka osa suoritetaan yksilöivän datan perusteella. Toiminta on siis jatkuvassa liikkeessä, joten suoritettavien toimenpiteiden rakenne tulee olla joustava.

Parannusehdotusten toteutukseen ja seurantaan on syytä ottaa avuksi PDCA-kehityssykli (kuvio 13), jonka ydinajatus on jatkuvan prosessin jatkuva kehittäminen. Syklin avulla kehitystoimia on mahdollista toteuttaa pienessä mittakaavassa sekä estää toistuvat virheet prosessissa. PDCA on itseään toistava prosessi, jossa on neljä vaihetta: Suunnittelu (plan), toteuttaminen (do), tarkastaminen (check) ja parannus (act). Suunnitteluvaiheessa projektin koon mukaan voidaan suunnitella kokonaisuus tai vaiheittainen päämäärä. Suunnittelu vastaa kysymykseen mikä on ratkaistava ongelma tai mitkä ovat tavoitteet. Toteutusvaiheessa

suunnitellut toimenpiteet suoritetaan mahdollisimman pienessä mittakaavassa, jotta toteutuksen hallinta ja ympäristö säilyy. Tarkastusvaihetta pidetään syklin tärkeimpänä, koska silloin on mahdollista selventää suunnitelmaa sekä eliminoida toistuvia virheitä. Vaihe auttaa tunnistamaan nykyisen prosessien ongelmia ja selvittämään juurisyyn. Parannusvaiheessa päätetään, otetaanko toimet käyttöön vai jalostetaanko niitä edelleen aloittamalla sykli uudelleen. (Kanbanize 2020.) Edellisessä kappaleissa käsitellyt parannustoimenpiteet ja teknologiset ratkaisut asetetaan syklille kuvaamaan prosessin etenemistä.



Kuvio 13. PDCA-kehityssykli (Mukaillen Kanbanize 2020).

Suunnitelmavaiheen prioriteetit ovat työskentelymenetelmien kehittäminen ja toimintavarmuuden parantaminen. Toteutusvaiheessa minimoidaan kittaustyyppille epäsovivat nimikkeet ja parannetaan saatavan datan laatua erottelemalla kittaustyyppien virheet omakseen. Lisäksi sitoutetaan työntekijää laadun tuottamiseen, parannetaan ympäristön visuaalisuutta, tuotetaan toimintaa tukevia mittareita ja tuodaan teknologiaa avuksi. Tarkastusvaiheessa verrataan toimenpiteiden tulosta haluttuun tulokseen tarkastelemalla toimitusvarmuutta kokonaisuudessa sekä kittaustyyppin ja asemapaikkojen mukaan. Parannusvaiheessa voimistetaan toimivia ratkaisuja, vakiinnutetaan päämäärän saavuttaneet toimenpiteet sekä

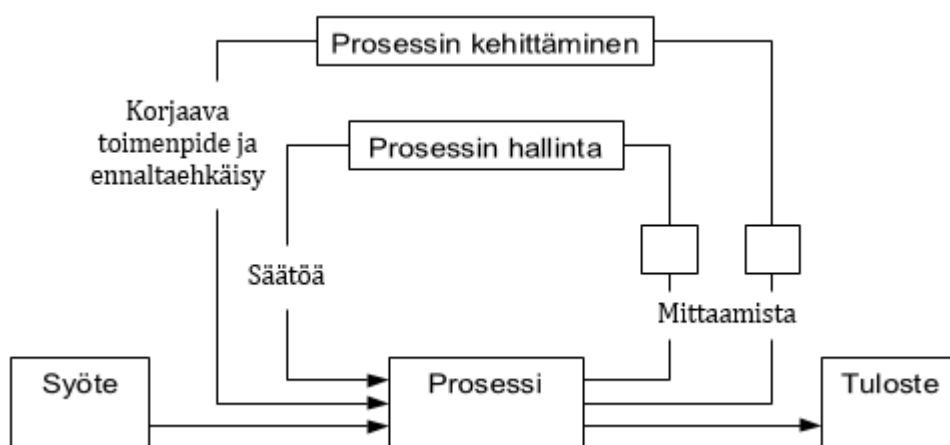
aloitetaan uusi sykli toimimattomien ratkaisuiden kanssa. PDCA-kehityssyklin tukemiseksi ja analysoinnin parantamiseksi tulisi ensimmäisenä kiinnittää huomiota saatavan datan laatuun ja sen tehostamiseen. Datan parantaminen auttaa jatko-toimenpiteiden seuraamista ja havainnointia.

7 Toiminnan mittaaminen

Toiminnan laatua mitatessa ongelmien ratkominen ja järjestelmällinen ennalta-ehkäiseminen ovat avaintekijät jatkuvaan parantamiseen. Mittareiden ja menetelmien avulla tarkoitus on siirtyä materiaalikeräyksessä niin sanotusta tulipalonsammutusmallista ennakoitua ehkäisemiseen. Tulipalomallissa ongelmat ratkaistaan sitä mukaa, kun ne ilmenevät, jolloin kyseinen ongelma ratkaistaan mutta ei paranneta toimintaa siten, että vastaavaa ei voisi enää tapahtua. Järjestelmällisellä lähestymistavalla pääsee lähemmäs ennakoitua, koska silloin mahdollisiin ongelmatilanteisiin haetaan ratkaisua systemaattisesti analysoimalla ongelmia. Toimintatapa muuttuu niin sanotuksi laatujärjestelmäksi, eli ongelmat ehkäistään oireisiin reagoimalla ja systemaattisilla toimenpiteillä. (Hokkanen & Strömberg 2006, 40–41.)

Prosessien hallinnan ja kehittämisen kannalta on olennaista lisätä ymmärrystä mittaamalla. Paras vastine saadaan, kun mittausjärjestelmä määritetään oikeisiin asioihin. Oman tai yksikön toiminnan havainnollistaminen mittaamalla parantaa prosessia olemassaolollaan, koska oman työn tekemiseen kiinnitetään huomiota eri tavalla sekä analyysin kautta saatavilla kehitystoimenpiteillä. Mittaamista ja niistä laadittavaa mittaristoa kohtaan suhtautuminen vaihtelee henkilökohtaisesti. Kielteinen reaktio aiheutuu, kun työntekijä kokee, että hänen työtään seurataan ja virheistä rankaistaan. Mittaaminen on kuitenkin keino saavuttaa päämäärä eikä itse tarkoitus. Toiminnan kehittämisessä statistiikan käyttö on ainoa menetelmä, jolla prosesseja voidaan seurata ja hallita niiden kehitystä. (Hokkanen & Strömberg 2016, 48–51.) Kuviossa 14 esitetään mittaamisen ja prosessien hallinnan sykliä, jossa mittaamista tuetaan toimintatapojen tai menetelmien säätämällä.

Sillä saavutetaan korjaavien toimenpiteiden ja ennaltaehkäisyn kautta parempi prosessin hallinta ja kehittyvä prosessi.



Kuvio 14. Mittaaminen ja prosessin hallinta (Mukaillen Hokkanen & Strömberg 2006).

Prosessin mittaamista varten on valittava oikeat ulottuvuudet sekä tapa, jolla ulottuvuutta mitataan. Ulottuvuus voi ilmaista datan puutteita tai virheen seurauksia. Toiminnan parantamiseksi on oleellista syventyä dataan ja käyttötarkoitukseen sekä perehtyä mitä vaikutuksia datan laatu puutteilla on toimintaan. Mittareiden laadinnassa on hyvä painottaa, onko tarkoitus mitata onnistumista määrällisesti luvuilla, millainen tulos on onnistumisen merkki, millä tavalla tulos esitetään ja millä tavalla muodostuu vertailu- ja tavoitearvo. Hyvän mittarin tarkoitus on kertoa, miksi esitetty tulos on merkityksellinen. Data paranee mittareiden mukana ja sen mukana mittareita on mahdollista kehittää monipuolisemmaksi, mikä taas auttaa työtä ja dataa kehittymään. Kehittymiseen liittyy tilastotieteen hyödyntämistä, laadullisten virheiden ilmentymien seuranta sekä korjaavien vaikutusten toimenpiteet, ennen kuin ne kasvavat korjaamisen kustannuksia suuremmaksi. (Väre 2019, 216–218.)

Työssä mittarit käsittelevät toiminnon tulosta visuaalisessa muodossa, joka voi olla yksittäisen työntekijän toimia mittaava tai osastokohtainen. Mittareiden on oltava yrityksen tavoitteita noudattava mutta myös kannustava työnseurantamalli, joka parantaa tehokkuutta ja vähentää virheitä. Yrityksen tavoitteet eivät aina välttämättä toimi tehostavana ja motivoivana, joten huomioon on hyvä ottaa voi-

maantumisen filosofiaan perustuva näkökulma, joka luo henkilöstä lähtevää itsestä kehityksen prosessia sekä tuo kehitystä myös työyhteisöön. Visuaalisilla mittareilla pyritään vaikuttamaan työntekijän motivaation ja tavoitellaan voimaantumista. Voimaantuminen liitetään omien päämäärien ja itsensä kehittämisen prosessiin sekä mahdollisuuteen parantaa tehokkuutta ja toiminnallisuutta. Voimaantumisen mukana päämäärä konkretisoituu ja muuttuu selkeämmäksi sekä nostaa motivaatiota työskentelyyn ja työn laadun seurantaan. Motivoinnin parantamiseksi mittareiden on oltava sellaisia, joihin voi itse vaikuttaa. Mittareita, joiden laadullinen onnistuminen kasvattaa pätevyuden tunnetta ja niistä saatu tavoitteellisuus otetaan huomioon. (Oksanen 2014, 43–44, 259–260.)

Jatkuvan parantamisen ja tehostamisen keinona voidaan myös pitää toiminnanohjausjärjestelmään liitettävää pelillistä lisäosaa. Lisäosa seuraa varastohallinnan dataa ja antaa vertailukelpoista informaatiota käyttäjälle pelillisessä muodossa, kuten palkkeina, mittareina tai kerättävänä pistesaaliina. Informaatio on jo yrityksellä olemassa, se on vain tuotava esiin motivoivalla tavalla. Pelillistämisen vaikuttavuudessa ja seurannassa on kuitenkin huomattu selkeästi sukupolvien välinen ero. Nuoremmilla työntekijöillä muodostui hieman kilpailullista asetelmaa siitä, kuka saa parhaan tuloksen, kun taas vanhemmat henkilöt eivät juuri tarkkaileet mittareita. (Leuhtonen 2020.)

Mittareiden luominen noudattaa prosessijohtamisen ja -ohjaamisen periaatetta ja, jotta niistä saadaan vaikuttavia ja kannustavia on tarkasteltava määritellyn tehtävän prosesseja. Mittareiden laatiminen liian yleiseen tasoon aiheuttaa yleensä ymmärtämisen ongelmia eikä vaikuttavuutta näin saada aikaan. Perusajatuksena on, että mittareiden kohdentaminen tulee tehdä mahdollisimman tarkasti ja lähelle työntekijää ja tehtävää, jolloin työntekijällä on vaikutusmahdollisuus vertailukelpoiseen dataan. (Soininen 2020.)

7.1 Nykytila

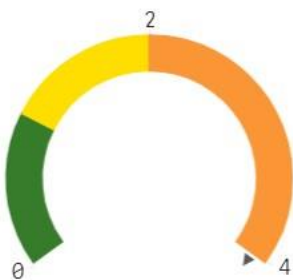
Yrityksessä on jo käytössään visuaalinen mittari, josta on mahdollista havainnoida kittipuskuria eli sitä, kuinka monta päivää koko tuotanto tai tietty asema

selviää ilman uuden kitin keräämistä. Kuvio 15 havainnollistaa puskurimittarin, jossa osoitin näyttää nykyhetken tilanteen sekä rajat, joiden sisällä mittarin olisi oltava. Liian pieni puskuri tarkoittaa mahdollisia puutteita valmistuksessa. Suurella puskurilla taas on vaikutus valmiiden kittien ylivarastointiin, jolloin reagointi tuotantoaikataulun muutoksiin heikkenee.



Kuvio 15. Yrityksen kittipuskurin mittari.

Mittari on visuaaliselta ilmeeltään helppotulkintainen ja visuaalinen mutta ei välttämättä täysin toimi informatiivisena työntekijälle tuloksen laaja-alaisuuden takia. Mittarin perusteella on kuitenkin mahdollista ennakoida tulevaa ja nykyistä työkuormaa. Kittipuskurin mittaaminen on myös ollut ajankohtaista aikana, jolloin yrityksessä välivarastoitiin kittejä suurella volyymillä. Kittauksen alkuvaiheessa kittejä kerättiin lavoille ja ne toimitettiin varastoitavaksi lähelle valmistusasemaa. Tämä menetelmä edesauttoi kittien ylivarastointia ja haasteita sisäiseen logistiikkaan. Nykyisin kittejä ei enää välivarastoida vaan menekkiä ohjaa kittejä varten kehitetty kuljetusalusta, johon voi varastoida 1–3 kittiä. Kuljetusalusta kerätään täyteen, kun se palautuu tyhjänä kittaamoon.



Kuvio 16. Kittausvirhemittari.

Lavatavarakittauksen keräysvirheiden mittari (kuvio 16), on myös helppotulkintainen ja visuaalinen, mutta sen tuottama informaatio ei ole arvokasta työntekijän näkökulmasta. Mittari ilmoittaa kittaussvirheiden määrän kuukauden tarkastelujaksolla ja tukee toimintaa helppotulkintaisella tiedolla. Mittariston visuaalinen ilme kertoo pyrkimyksestä mahdollisimman vähäisiin virheisiin mutta ei kerro merkityksellisyydestä.

7.2 Mittareiden luominen

Mittareiden luomisen lähtökohtana on määrittelemisen, mitä mittarilla halutaan viestittää ja kenelle se on tarkoitettu. Määrittely auttaa kohdentamaan informaation ja sen vaikutuksen oikeille henkilöille. Ilman määrittelyä mittarit kertovat vain datasta datan itsensä tähden. (Väre 2019, 216.) Opinnäytetyön lähtökohtana oli kehittää toimiva ja kannustava mittaristo parantamaan keräystoiminnan toimitusvarmuutta.

Mittariston määrittelyn ja tarkoituksen kautta ensisijainen kohderyhmä on työntekijät, jotka työskentelevät kittaamoissa. Toinen kohderyhmä on yritysjohto, jonka päätöksenteon tueksi mittaristo ja sen käyttämä data soveltuu. Suunnitellun mittariston data on tällä hetkellä saatavilla yrityksen järjestelmästä mutta sen käsittelyyn tarvitaan manuaalisesti tehtävää työtä, joten lähtökohdat ovat hyvät. Nykytilanteessa toimintavarmuutta osoittava mittari informoi keräysvirheet mitattavalla aikajaksolla eli kertoo määrän.

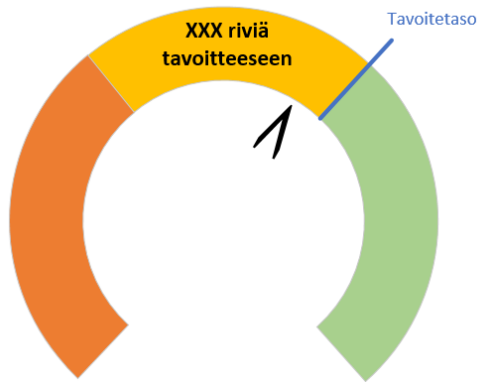
Mittarilla on tärkeää viestittää nykytilanne, eli mikä on sen hetkinen toimitusvarmuus, kun verrataan tarkasteluajanjaksolla kerättyä rivimäärää järjestelmään kirjattuihin materiaalipuutteisiin. Tällöin mittari viestittää olennaisen informaation toiminnan laadusta. Jos mitattu taso on yli tavoitearvon, se ilmaistaan visuaalisesti värejä käyttämällä. Jos mitattu taso on alle tavoitearvon, mittarin tulee visuaalisesti ohjata ja ilmaista kuinka paljon onnistuneita keräysrivejä tai kittejä tavoite-tason saavuttamiseksi. Mittaamisen reaaliaikaisuus toteutuu vain kitattujen rivien osalta, kun taas keräämisen ja materiaalipuutteen raportoimisen välillä voi olla

useita päiviä. Mittari on silti mahdollista toteuttaa mainituilla määreillä, koska tuotannon ja keräämisen välillä on oma vasteaika, jota tarkastellaan myös nykyisissä muissa mittareissa. Suurimpana asiana myöhäisemmästä materiaalipuutteen kirjaamisajasta voi olla, että keräysvirhe siirtyy seuraavan tarkastelujakson tilastoihin. Keräysvirhe on kuitenkin tapahtunut, ja tapahtuma ei vaikuta prosentuaalisesti merkittävästi kummankaan mitattavan ajanjakson tulokseen.

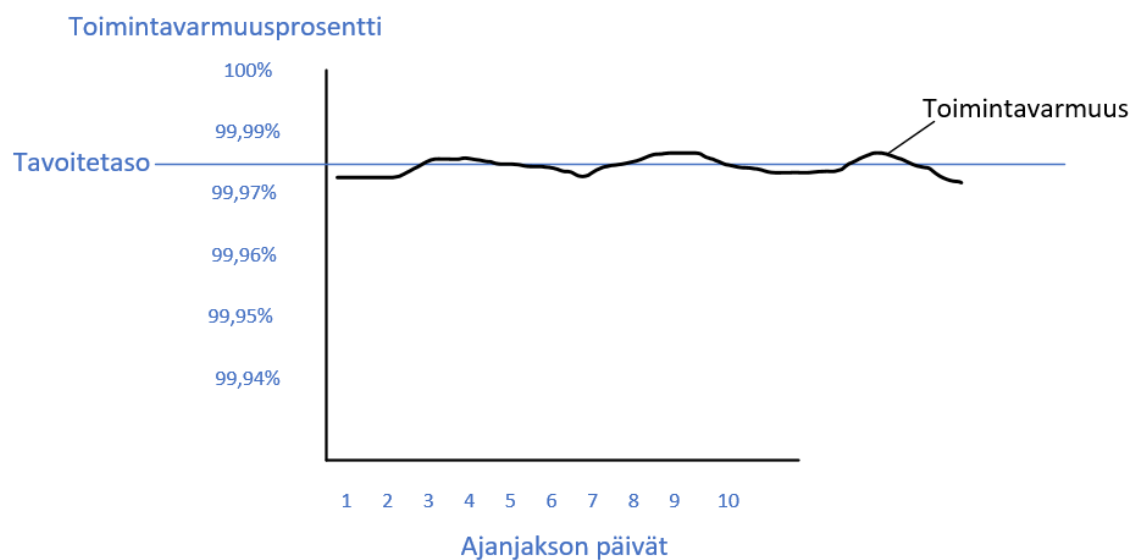
Mittarin lähtökohta on olla helppotulkintainen ja samalla informaation merkittävyyttä korostava. Mittarin ilmeenä voidaan käyttää nykyistä lähes ympyrän muotoa. Tällöin on mahdollista myös pitää käytössä nykyinen virhemäärään perustuva mittari. Samanlaisella mittarilla tuodaan lisäarvoa, ja tyyliään samankaltaisten mittareiden tulkitseminen on mielekkäämpää. Kuvioissa 17 ja 18 on esimerkkejä informatiivisista mittareista, jotka ovat todella yksinkertaisia mutta välittävät tärkeää informaatiota. Kuvio 17 on malli, miten tilanne voidaan ilmaista ylöspäin kohoavana palkkimittarina ja kuinka palkin muuttuva väri kertoo toiminnan tasosta. Kuvio 18 noudattaa yrityksen nykyistä linjaa mittarin ulkoasusta. Kuvio 19 on malli vaihtoehtoisesta visuaalisesta mittarista, jossa mukana on myös toiminnan historia mitattavalla ajanjaksolla. Mallin kuvaaja toimii myös päivittäisjohtamisen työkaluna. Kaikkia mittareita yhdistävät helppotulkintaisuus ja visuaalisuus sekä se, että informaation laatu tukee toimintavarmuuden parantamista.



Kuvio 17. Tavoitteellinen toimintavarmuusmittari palkilla kuvattuna.



Kuvio 18. Tavoitteellinen toimintavarmuusmittari.



Kuvio 19. Toimintavarmuuden kehittyminen mitattavalla ajanjaksolla.

Mittariston käyttämää dataa on mahdollista hyödyntää edelleen kohdentamalla mittaristo kerääjäkohtaiseksi. Yrityksen keräämä data mahdollistaa kittirivin kerääjän tunnistamisen, jota voidaan hyödyntää yhdistämällä se raportoidun materiaali puutteen tietoihin. Järjestelmään kirjatussa materiaali puutteessa on mukana asemapaikka ja konemalli, jossa puute on ilmennyt. Nämä informaatiot yhdistämällä on mahdollista tuottaa kerääjäkohtainen kuvaaja, josta kerääjä voi havaita oman toimintavarmuustasonsa. Samaa dataa käytetään myös materiaalikeräyksen toimintavarmuuden parantamiseksi ehdotetussa satunnaistarkastuksessa, jossa järjestelmä pyytää henkilökohtaisen toimintavarmuusprosentin perusteella tarkastamaan kerättyjä nimikkeitä. Henkilökohtaisen mittarin tarkoituksena ei ole

olla virheitä korostava, vaan tarkoitus on olla huolellisuuteen kannustava ja motivoiva sekä sitä kautta toimintavarmuutta parantava. Henkilökohtainen mittaaminen tuottaa myös tärkeää tietoa yritykselle ja konkreettista ja vertailukelpoista informaatiota esimiehille työntekijän arviointia ja mahdollista henkilökohtaista palkitsemista varten.

8 Pohdinta

Opinnäytetyön lähtökohta on hyödynnettävyys ja toiminnan kehittäminen, ei pelkästään nojaamalla olemassa olevaan teoriaan ja tutkimukseen vaan erityisesti kohdennetulla ja käytännöllisellä tasolla. Työn tarkoitus on esitellä aikaa kestävä ohjenuora hankinnan apuvälineeksi tuotteiden ryhmittelyyn sekä toimitusketjun määreisiin. Päätöspuun runko on esitetty tavalla, johon on helppo tuoda uutta tietoa tai muuttaa toimintatapaa, jolloin hyödynnettävyys ja jatkokehitysmahdollisuudet korostuvat. Päätöspuu auttaa yritystä standardisoimaan hankintamallin valintaa sekä asettaa selkeitä tavoitteellisia arvoja toimittajille.

Päätöspuun jatkokehitystä varten yrityksen tulisi tarkastella materiaalin arvoon perustuvaa jaottelua. Tämänhetkiset määreet ovat liian suurpiirteiset ja jättävät liikaa tulkinnanvaraa. Yrityksen käyttämä ABC-luokitteluun tulisi tehdä selkeä ero A- ja B-luokan nimikkeille sekä harkita D-luokan käyttöönottoa. Nykyisten A- ja B-luokkien sisällä olevien osien variaatiot ovat liian suuret eivätkä ne siten ilmennä täyttä tarkoitustaan. D-luokkaan tulisi sijoittaa materiaali, jonka arvo on todella vähäinen. Tämä lisäluokka olisi mahdollista kohdentaa halpoihin volyyminimikkeisiin, jotta ne erottuisivat selkeästi muusta materiaalista. Näiden muutoksien avulla päätöspuuta olisi mahdollista tarkentaa epäselvyyksien minimoimiseksi, ja se parantaisi yrityksen materiaalidatan analysointia. Yrityksellä on jo käytössään laadukkaita datan analysointimalleja ja niitä säätämällä on mahdollista saada datasta täysi potentiaali hyödynnettäväksi.

Hankintamallin päätöspuun laatiminen oli mielenkiintoinen projekti, joka opetti allekirjoittanutta siitä, mitä kaikkea tulee huomioida päätöstä tehdessä. Työ syvensi

osaamista materiaalinhankinnan käytännöissä, hankintamallien ominaisuuksissa ja niiden vaatimuksissa sekä tavoitteellisuudessa.

Toimintamallit ja teknologiat ovat jatkuvassa liikkeessä, ja opinnäytetyön ensisijainen tarkoitus oli esittää vaihtoehdot ja realiteetit toiminnan kehittämiseksi, jotta kehittäminen saadaan suunnitelmallisemmaksi ja nykyajan vaateita noudattavaksi toiminnoksi. Mahdolliset teknologiaratkaisut on esitetty tavalla, josta on löydettävissä toimintokohtaisesti ja tulevaisuuden kannalta parhaat ratkaisut.

Matalan kynnyksen muutoksia on mahdollista suorittaa nopealla aikataululla. Suurempien investointien suhteen yrityksen on ensin tehtävä päätös suunta, johon toimintaa halutaan kehittää. Työ esittelee keräystoiminnan kehityssuunnan, joka on investoinneiltaan maltillinen mutta oikein toteutettuna se lisää tehokkuutta ja tarkkuutta merkittävästi.

Mittariston tarkoitus on luoda toiminnan rajat prosessikohtaisesti ja kerätä hyödynnettävää informaatiota reaaliaikaisesti, jotta toiminnan kehittämistoimet voidaan suorittaa kohdennetusti. Jatkokehitysmahdollisuudet ovat edellytys toimiville mittareille, ja mahdollisuudet paranevat sitä mukaa, mitä laadukkaampaa pohjalla oleva informaatio on. Mittaristo on myös kehitystoiminnan seurantatyökalu, jolloin se toimii apuvälineenä teknologisten ja manuaalisten ratkaisuiden kannattavuutta arvioitaessa. Samalla se on päivittäisjohtamisen tukityökaluna, antamalla arvokasta informaatiota esimiehille ja yritykselle päätöksenteon tueksi.

Lähteet

- Aho, J. 2020. Materiaalipäällikkö. John Deere Forestry. Nauhoitettu haastattelu. 16.6.2020.
- Arene. 2018. Opinnäytetyön eettiset suositukset ja muistilistat opiskelijalle ja ohjaajalle. https://student.karelia.fi/fi/opinnot/oppari/opinnaytetyo_asiakirjakirjasto/Opinn%c3%a4ytety%c3%b6prosessin_eettiset_suosituksset_muistilistat_opiskelijalle_ohjaajalle_2018.pdf. 17.7.2020.
- Black. P. 2017. Tree. National institute of standards and technology. <https://xlinux.nist.gov/dads/HTML/tree.html>. 16.7.2020.
- Finn-ID. 2020. Sormilukija. <https://kauppa.finn-id.fi/tuote/zebra-rs5100-sormilukija-se4770-kammenen-paalle/>. 8.10.2020
- Hirsjärvi, S & Hurme, H. 2000. Tutkimushaastattelu. Helsinki: Yliopistopaino.
- Hokkanen, S. 2014. Johdatus logistiseen ajatteluun. Jyväskylä: Sho business development Oy.
- Hokkanen, S. Virtanen S. 2016. Varastonhoitajan käsikirja. EU: Sho business development Oy.
- Hokkanen, S. Strömberg, O. Laatuun johtaminen. Jyväskylä: PainoPorras Oy.
- Honeywell. 2020. 8680i wearable mini mobile computer. <https://www.honeywellaidc.com/products/wearable/8680i>. 8.10.2020.
- Iloranta, K. Pajunen-Muhonen, H. 2015. Hankintojen johtaminen. Ostamisesta toimittajamarkkinoiden hallintaan. Helsinki: Tietosanoma Oy.
- Kaikkonen, M. 2020. Myyntipäällikkö. Optiscan Oy. Nauhoitettu haastattelu. 7.9.2020.
- Kaminski, B. Jakubczyk, M. Szufel P. 2017. A framework for sensitivity analysis of decision trees. National Center for Biotechnology Information. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5767274/>. 19.5.2020.
- Kanbanize. 2020. What is PDCA-cycle. <https://kanbanize.com/lean-management/improvement/what-is-pdca-cycle>. 19.8.2020.
- Laukkanen, M. 2020. Hankintapäällikkö. Abloy Oy. Haastattelu. 11.8.2020.
- Leuhtonen, J. 2020. Avainasiakaspäällikkö. Leanware. Nauhoitettu haastattelu. 12.3.2020.
- Logistiikan maailma. 2020a. Hankintojen taloudellinen merkitys. <http://www.logistiikanmaailma.fi/osto-ja-myynti/hankintatoimi-ja-ostotoiminta/hankintojen-taloudellinen-merkitys/>. 25.6.2020.
- Logistiikan maailma. 2020b. JIT (Just In Time) ja imuohjaus. <http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/jit-just-in-time-ja-imuohjaus/>. 25.6.2020.
- Logistiikan maailma. 2020c. Varastonohjaus. <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastonohjaus/>. 7.7.2020.
- Logistiikan maailma. 2020d. Tarvelaskenta. <http://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/materiaalinohjaus/materiaalin-ohjaus-nimiketasolla/tarvelaskenta-mrp/>. 9.7.2020.
- Magee, J. 1964. Decision Trees for decision making. [Verkkolehti]. Harvard business degree 7/1964. Saatavissa: <https://hbr.org/1964/07/decision-trees-for-decision-making>. 18.5.2020.
- Merilehto, A. 2018. Tekoäly. Helsinki: Alma talent.
- Merriam-Webster. 2020a. Dictionary. Merriam-Webster, Incorporated. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/kit>. 28.5.2020.

- Merriam-Webster. 2020b. Dictionary. Merriam-Webster, Incorporated.
<https://www.merriam-webster.com/dictionary/sequence>. 10.7.2020.
- Moisio, J. 2018. Lean-kultturi ja -menetelmät tukevat organisaatioiden prosessien kehittämistä. Lean-kulttuuri. 12.9.2018. <https://www.ar-ter.fi/lean-kulttuuri-ja-menetelmat-tukevat-organisaatioiden-prosessien-kehittamista/>. 29.10.2020.
- Nisbet, R. Miner, G. Yale, K. 2018. Statistical analysis and data mining applications. United Kingdom: Elsevier Inc.
- Oksanen, J. 2014. Motivointi työvälteenä. Juva: PS-kustannus.
- O'Madadhain, J. 2005. Decision tree structure.
<https://xlinux.nist.gov/dads/HTML/tree.html>. 16.7.2020.
- Puro, J. 2018. Logistiikan ja varastoinnin trendit: toimitusnopeus, IoT ja varaston automaatio. Itewiki. <https://www.itewiki.fi/blog/2018/01/logistiikan-ja-varastoinnin-trendit-2018-toimitusnopeus-iot-ja-varaston-automatio/>. 20.5.2020.
- Puusa, A & Juuti, P. 2020. Laadullisen tutkimuksen näkökulmat ja menetelmät. Helsinki: Gaudeamus.
- Räisänen, H. 2020. Tarkka vaaka EUR-lavalle. asikainenjussim@gmail.com. 25.8.2020.
- Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta – Digitalisoitumisen haasteet. Vantaa: Jouni Sakki Oy.
- Six sigma. 2020. Mitä lean on? <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/>. 7.7.2020.
- Siukonen, T & Neittaanmäki, P. 2019. Mitä tulisi tietää tekoälystä. Jyväskylä: Docendo Oy.
- Soininen, H. 2020. Toimitusjohtaja. Hannu Soininen Consulting Group Oy. Nauhoitettu haastattelu 12.3.2020.
- Southwest solutions. 2020. Vertical carousel. https://c3.southwestsolutions.com/public_pdf/VertCarousel_SSG913.pdf. 13.9.2020.
- Tulevaisuuspankki. 2020. Älylasit, AR-lasit ja laajennettu todellisuus. <https://tulevaisuuspankki.fi/fi/basket/%C3%84lylasit,%20AR-lasit%20ja%20laajennettu%20todellisuus>. 8.10.2020.
- Tutkimuseettinen neuvottelukunta. 2012. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa. Tutkimuseettinen neuvottelukunta. https://www.tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf. 28.5.2020.
- Väre, T. 2019. Master data. Helsinki: Alma talent
- Zebra. 2020. RS507x hands-free imager. https://www.zebra.com/content/dam/zebra_new_ia/en-us/solutions-verticals/product/Mobile_Computers/Wearable%20Computers/RS507%20Cordless%20Ring%20Scanner/spec-sheet/rs507x-spec-sheet-en-us.pdf. 8.10.2020.

Teemahaastattelun runko: hankintamallin päätöspuu

Hankinnan nykytila

- Rooli yritystoiminnassa
- Sähköiset järjestelmät
- Toimittajayhteistyö

Hankinnan haasteet

- Toiminnanohjausjärjestelmän haasteet
- Toimitusketjun haasteet

Hankinnan kriteerit

- Hankittavan nimikkeen määritettävät ominaisuudet

Hankinnan tulevaisuus

- Todellinen suunta
- Visio

Teemahaastattelun runko: materiaalinkeräyksen toimintavarmuuden parantaminen

Varastojärjestelmien nykytila pk-yrityksissä

- Manuaalisen ja automaattisen varaston käyttö
- Materiaalin keräys
- Hyödynnettävyys

Toiminnan mittaamisen merkitys

Materiaalinkeräyksen mahdollisuudet

- Toiminnan varmentaminen
- Teknologiset ratkaisut
- Visio