



Asennusvaraston kehitys ja kehityksen arviointi Lean-työkalujen avulla

Eetu Salmela

Opinnäytetyö, ylempi AMK

Maaliskuu 2022

Tekniikan ala

Teknologiaosaamisen johtaminen

Salmela, Eetu

Asennusvaraston kehitys ja kehityksen arviointi Lean-työkalujen avulla

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Maaliskuu 2022, 107 sivua.

Tekniikan ala. Teknologiaosaamisen johtaminen tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö ylempi AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Verkkojulkaisulupa myönnetty: kyllä

Tiivistelmä

Lean-toimintamalli on ollut monissa suomalaisissa teollisuusyrityksissä kiinnostusta herättävä toimintamalli 2000-luvulla. Erytisen hyvin Lean-tuotantomalli on toiminut suomalaisissa erikoisteknologiayrityksissä, joissa asiakastarvelähtöinen pienerätuotanto vaatii resurssien mahdollisimman tehokasta käyttämistä, laadun nollavirheitä sekä vaihtelun minimointia. Tämä ei ole kuitenkaan koskaan tarkoittanut, etteikö Lean soveltuisi muihinkin aloihin, yrityksiin tai toimintoihin. Yksi esimerkki tästä soveltuvuudesta toteutuu tässä työssä.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Valmet Technologies Oyj:n Field Servicen asennusvaraston toimintaa tehokkaammaksi Lean-toimintamallien ja -työkalujen avulla. Tarkoituksena oli kartoittaa asennusvaraston nykytilan tehokkuus, rakenne, toimintamallit sekä kehityskohteet. Kehitystoimenpiteiden onnistuminen varmennettiin uusilla mittauksilla sekä osaston henkilökunnan strukturoidulla haastattelulla.

Kehitystoimenpiteiden tuloksena saatiin asennusvaraston tavallisimpien työsuoritteiden tehokkuutta lisättyä merkittävästi sekä luotua täysin uusia liiketoimintamalleja yritykselle. Saavutetut tulokset osoittivat Lean-toimintamallin kehitystoimenpiteiden soveltuvuuden myös tuotannon ulkopuolisen toiminnan onnistuneeseen kehittämiseen.

Avainsanat (asiasanat)

Hukka, Lean, Layout-suunnittelu, Lomakehaastattelu, Läpäisyajan lyhentäminen, Läpäisyajakaavio, Nykytilan kartoitus, Spagettikaavio, Standardoitu työ, Virtaus

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Liitteet 1–16 ovat salassa pidettäviä, ja ne on poistettu julkisesta työstä.

Salassapidon peruste on Julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 21, teknologista taikka muuta kehittämistyötä ja niiden arviointia koskevat tiedot. Salassapitoaika on kymmenen (10) vuotta, salassapito päättyy 11.4.2032.

Salmela, Eetu

Field Service tool warehouse's development and development's evaluation using Lean tools

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences. March 2022, 107 pages.

Engineering and Technology. Master's degree Programme in Technology Competence Management. Master's thesis.

Permission for web publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

During 21st century many Finnish industrial companies have been interested in Lean operating model. Lean operating model has worked particularly well in Finnish special technology companies, where customer-driven small patch production requires the most efficient use of resources, zero quality errors and minimization of variation. However, this has never meant that Lean operating model is not suitable for other industries, companies or operations. One example of this applicability is proven in this work.

The aim of the thesis was to develop the operation of Valmet Technologies Oyj Field Service department's installation warehouse to be more efficient with the help of Lean operating model and its tools. The purpose was to map the current state efficiency, structure, operating model, and development targets of the installation warehouse. The success of the made development measures was confirmed by new measurements and with a structured interview of the whole department's staff.

As a result of the development measures, the efficiency of the most common work tasks in the installation warehouse were significantly increased and completely new business models were created for the company. The results obtained showed that Lean operating model's development measures are also suitable when developing non-production activities.

Keywords/tags (subjects)

Waste, Lean, Layout-design, Structured interview, Lead time reduction, Lead time chart, Current state mapping, Spaghetti diagram, Standardized work, Production flow

Miscellaneous (Confidential information)

Appendixes 1–16 are confidential and have been removed from the public version.

Grounds for secrecy: Act on the Openness of Government Activities (621/1999) 24 §, sections 21: documents concerning the basic materials for a dissertation or other scientific study, technological or other development project. Period of secrecy is ten (10) years, and it ends 11.04.2032.

Sisältö

Sanasto	4
1 Johdanto	6
1.1 Opinnäytetyön lähtökohdat ja tavoitteet	6
2 Valmet Oyj	7
2.1 Valmet Field Service	7
2.2 Savelan asennusvarasto	8
3 Lean-tuotantomalli.....	8
3.1 Lean-filosofia	9
3.1.1 Yleisesti.....	9
3.1.2 Hukka	10
3.1.2.1 Muda	10
3.1.2.2 Mura	14
3.1.2.3 Muri.....	14
3.1.3 Virtaus	14
3.1.4 Läpimeno.....	15
3.2 Lean-kehitystyökalut	16
3.2.1 Spagettikaavio	16
3.2.2 Läpäisyajakaavio.....	17
3.2.3 5S-menetelmä	18
3.2.3.1 Seiri (Lajittele)	19
3.2.3.2 Seiton (Järjestä).....	20
3.2.3.3 Seiso (Puhdista ja huolla)	21
3.2.3.4 Seiketsu (Vakiinnuta toimenpiteet)	21
3.2.3.5 Shitsuke (Ylläpidä).....	22
3.2.3.6 Yhteenvedo	22
3.2.4 Standardoitu työ	22
4 Layout-suunnittelu	24
4.1 Layout-mallit.....	26
4.1.1 Tuotantolinjalayout.....	26
4.1.2 Funktionaalinen layout	28
4.1.3 Solulayout	29
4.1.4 Tuoteverstaas.....	31
4.2 Layoutin valinta	31
5 Tutkimusmenetelmät ja mittarointi	32

5.1	Mittarointi yleisesti	32
5.2	Virheiden huomioiminen.....	35
5.3	Tutkimusetiikka	35
5.3.1	Luottamuksellisuus ja yksityisyydensuoja	36
5.4	Tutkimushaastattelu.....	37
5.4.1	Strukturoitu haastattelu eli lomakehaastattelu	38
5.4.2	Teemahaastattelu	38
5.4.3	Strukturoimaton haastattelu eli avoin haastattelu	39
5.4.4	Haastattelutyypin ja haastateltavien valinta	39
5.4.5	Haastattelusuunnitelma.....	40
5.4.6	Haastattelun toteutus.....	41
6	Kehitystoimenpiteet.....	42
6.1	Nykytilan kartoitus	42
6.1.1	Vanhan layoutin mallinnus	42
6.1.2	Hukan mittaus	43
6.2	Layout-muutos	44
6.3	Työkalukuutiot ja työkalulistaukset.....	46
6.3.1	Yleisesti.....	46
6.3.2	Työkalukuutioiden standardointi.....	47
6.3.3	Työkalulistaukset.....	47
6.3.4	Tulliasiakirjat	48
7	Kehitystoimenpiteiden arviointi.....	49
7.1	Uusi layout vs. vanha layout.....	49
7.1.1	Haastattelutulokset.....	49
7.1.2	Uudet mahdollisuudet	50
7.1.3	Jatkokehitys.....	51
7.2	Työkalukuutioiden standardointi ja työkalulistausten modernisointi	51
7.2.1	Hukka.....	52
7.2.2	Haastattelutulokset.....	53
7.2.3	Uudet mahdollisuudet	53
7.2.4	Jatkokehitys.....	53
8	Vertailu kilpailijoihin tai muihin tutkimustöihin	54
8.1	Kilpailijat	54
8.2	Muut tutkimus- ja kehitystyöt.....	54
9	Yhteenveto ja pohdinta.....	55

9.1	Layout-muutos	56
9.2	Työkalukuutiot.....	57
Lähteet	58
Liitteet	61
Liite 1.	Alkuperäisen asennusvaraston layout (mittakuva)	61
Liite 2.	Alkuperäinen asennusvaraston layout (mittakaavassa)	62
Liite 3.	Alkuperäinen asennusvaraston layout (spagettikaavio)	63
Liite 4.	Asennusvaraston uusi layout (2019).....	64
Liite 5.	Asennusvaraston nykyinen layout (2021).....	65
Liite 6.	Lähtötilanteen valokuvat	66
Liite 7.	Toteutusvaiheen valokuvat	71
Liite 8.	Lopputilanteen valokuvat	75
Liite 9.	Läpäisyaikakaavio (ennen työkalukuutioiden standardointia)	82
Liite 10.	Läpäisyaikakaavio (standardoidut työkalukuutiot)	83
Liite 11.	Standardoitu työkalukuutio (piirustus).....	84
Liite 12.	Standardoitu työkalukuutio (käytännössä)	85
Liite 13.	Standardoidun työkalukuutioon hankintalista	86
Liite 14.	Uusi työkalulista Excel	89
Liite 15.	Savelan asennusvaraston kehitystoimien arviointi -lomakehaastattelu.....	93
Liite 16.	Lomakehaastattelun tulokset	100

Kuviot

Kuvio 1.	Esimerkki spagettikaaviosta	17
Kuvio 2.	Esimerkki läpäisyaikakaaviosta	18
Kuvio 3.	Kamerahuollon tarkastuslista.....	24
Kuvio 4.	Esimerkki tuotantolinjalayoutista	27
Kuvio 5.	Esimerkki funktionaalisesta layoutista	29
Kuvio 6.	Esimerkki solulayoutista.....	30

Taulukot

Taulukko 1	Seurantataulukko.....	34
------------	-----------------------	----

Sanasto

Asetusaika

Ajallinen kesto, joka tarvitaan, kun tuote tai tuotantoerä vaihdetaan toiseen tuotannossa.

Heijunka

Heijunka tarkoittaa tasoitettua tuotantoa, jossa tuotanto järjestetään niin, että tuotteiden eroavaisuuksista aiheutuvat vaihtelut tasoittuvat.

Hukka

Hukka on kaikkea sitä, mikä ei asiakkaan näkökulmasta lisää arvoa lopputuotteeseen tai -palveluun.

Imuohjaus (Kanban-imuohjaus)

Imuohjauksella tarkoitetaan tuotannonohjauksen muotoa, jossa tuotteita valmistetaan vain, jos asiakas tilaa niitä. Imuohjautuvassa tuotannossa työvaiheen asiakkaana yleisesti pidetään seuraavaa työvaihetta, jolloin tuotantoon muodostuu ”imu”.

JIT-tuotanto

JIT (Just in Time) -tuotannossa tarkoituksena on, että materiaaleja valmistetaan, siirretään ja kuljetetaan vain todellisen asiakastarpeen mukaan. JIT-tuotanto sisältää tuotannon imuohjauksen.

Kaizen

Kaizenit ovat keinoja jatkuvan parantamisen toteuttamiseen hukkan eliminoimiseksi. Tulee japanin kielen sanoista Kai (muutos) ja Zen (hyvä).

Kapasiteetti

Kapasiteetilla tarkoitetaan määrää, jonka tuotanto pystyy tuottamaan.

KET (Keskeneräinen tuotanto)

KET eli keskeneräinen tuotanto tarkoittaa tuotannossa olevia keskeneräisiä töitä ja tuotteita, joihin on sidottu materiaalia ja työtunteja.

Layout

Layoutilla tarkoitetaan sitä, miten tuotantotila on järjestetty. Miten esimerkiksi työpisteet, kulureitit, laitteet ja varastot on sijoiteltu tehtaassa.

Läpimeno

Läpimenolla kuvataan sitä, miten tuote etenee tuotannossa.

Poka yoke

Poka yoke tavoitteena on pyrkiä estämään virheiden tekeminen

Pullonkaula

Pullonkaula on prosessin hitain työvaihe, se vaihe, joka hidastaa koko prosessin etenemistä.

Six Sigma

Six Sigma on Motorolan luoma menetelmäkokonaisuus, jossa pyritään prosessin parantamiseen vähentämällä vaihtelua.

Tahtiaika

Tahtiajalla tarkoitetaan aikaa, joka pitäisi kulua osatuotteen tuottamiseen yhteen lopputuotteeseen. Tahtiaika pitää tuotannon aikataulussa.

TPM

TPM (Total Production Management) on kunnossapidon muoto, jossa kehitetään henkilöstön kanssa häiriötön tuotanto. Tämän tarkoituksena on säästää kustannuksia ja nostaa prosessin tehokkuutta.

Vaiheaika

Vaiheajalla tarkoitetaan työn aloituksen ja lopetuksen välistä aikaa.

(LeanThinking 2021)

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö pohjautuu Lean-tuotantomallin mukaisiin kehitystoimiin ja niiden onnistumisen tutkimiseen. Lean-filosofia on erityisesti teollisuudessa suosittu kehityssuunta ja johtamistapa. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi työnantajani Valmet Oyj, jonka asennusvaraston toimintaa haluttiin tehostaa ja selkeyttää tämän opinnäytetyön kehitysprojekteilla.

Ennen mitään kehitystoimenpiteitä asennusvaraston nykytila kartoitettiin piirtämällä perustietona varaston alkuperäinen layout, normaalin työkalulähetysten spagettikaavio sekä työkalulähetysten valmistelun läpäisyajakaavio. Kehitystöinä asennusvaraston layout muutettiin toimivammaksi ja työkalulähetykset standardoitiin. Tämän lisäksi tehdyt kehitystoimet arvioitiin strukturoidun haastattelun avulla ja mittaamalla nykytila uudestaan läpäisyajakaavion avulla.

1.1 Opinnäytetyön lähtökohdat ja tavoitteet

Tässä opinnäytetyössä kehitetään Valmet Field Servicen asennusvaraston toimintaa ja Lean-työkalujen avulla ja tarkastellaan tehtyjen kehitystöiden vaikutusta asennusvaraston toimintaan, resursien ja tilojen käytettävyyteen sekä hukan minimointiin. Ennen tässä opinnäytetyössä esiteltyjä kehitystoimenpiteitä asennusvaraston toiminnassa oli paljon hukkaa, eikä resursseja tai tiloja käytetty tehokkaasti. Toiminnassa oli havaittu ongelmakohtia ja pullonkauloja jo useiden vuosien ajan, mutta isompia ongelmia näistä oli alkanut muodostua toiminnan kasvamisen ja kasvavien tilauskantojen myötä viimeisen vuosikymmenen aikana. Sekä työaika- että resurssimielessä työkalulähetysten valmistelut eri projekteihin veivät liikaa aikaa ja työvoimaa. Lisäksi inhimilliset erehdykset olivat yleisiä, koska työkalut kerättiin projektikohtaisesti epäjärjestyksessä olevasta työkaluvarastosta. Erityisesti unohdukset, ajatusvirheet ja aikataulupaineet aiheuttivat virheitä, jotka kävivät ilmi vasta projektin toteutusvaiheessa työmailla, jolloin ongelmia ja työkalupuutteita oli hankalaa yrittää korjata. Näistä ongelmista oli yrityksessä tahtotilana päästä eroon, koska nämä olivat hukkaa, joka ei tuonut lisäarvoa asiakkaalle, ainoastaan turhia kustannuksia. Pahimmillaan puutteellinen tai lähetyksiaikataulusta myöhästynyt työkalulähetys pakotti töiden siirtämisen takuutyönä seuraavaan ajankohtaan. Myös työntekijän näkökulmasta työtehtävien mielekkyys kärsi jatkuvien työkalulistausten laatimisen ja työmailla improvisoinnin johdosta.

2 Valmet Oyj

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimii oma työnantajani Valmet Oyj. Työskentelen paperi-, sellu- ja kartonkikoneiden puristinosien telaspecialistina. Pääpainoni on pääasiassa erilaisten telahuoltojen ja -päivitysten toteutuksien asennusvalvonta ja erilaisten mittauksien ja vianetsintöjen suoritus asiakastehtailla ympäri maailman. Työssäni yhdistyy vaihdellen sekä neuvonantajan, että työnvalvojan rooli. Kansainvälisiä matkapäiviä minulle kertyy noin 120–150 päivää vuodessa ja näen työssäni monia eri tehtaita ja asiakkaita.

Valmet-konserni on maailman johtava teknologian, automaation ja palveluiden toimittaja ja kehittäjä sellu-, paperi- ja energiateollisuudelle. Vuonna 2021 Valmetin liikevaihto oli 3,935 miljardia euroa, tilauskanta 4,096 miljardia euroa ja henkilöstöä Valmetilla työskenteli yhteensä noin 14 246. (Valmet Oyj 2022) Pääasiallinen työpisteeni, Valmet Rautpohja, on Valmetin suurin yksikkö noin 1600 työntekijän vahvuudella. Jyväskylän Rautpohjassa valmistetaan paperi-, sellu- ja kartonkikoneita sekä niiden komponentteja.

Valmetin tavoitteena on säilyttää markkinajohtajan asema paperi-, sellu- ja kartonkikoneiden tuottajana sekä tulla alallaan maailman parhaaksi asiakkaidensa palvelussa. Valmetin tarkoituksena on muuntaa ja jalostaa uusiutuvista raaka-aineista kestäviä ja vastuullisia tuloksia. (Valmet Oyj 2021)

2.1 Valmet Field Service

Valmetin Field Service nimensä mukaisesti palvelee kentällä eli asiakasrajapinnalla ympäri maailmaa. Valmetin työskentelykielenä toimii englanti, joten termistöjä ei ole tarvetta suomentaa, mutta joissain tapauksissa Field Servicestä puhutaan kenttähuoltona, vaikkakin Field Service tarjoaa paljon muutakin kuin vain huoltoja. Selvyden vuoksi käytämme tehtävässä virallista Field Service -termiä.

Field Service -organisaatiossa työskentelee ihmisiä ympäri maailmaa Valmetin eri yksiköissä. Vuonna 2021 Valmetin Service-liiketoimintalinjan liikevaihto oli 1,366 miljardia euroa ja 5 958 henkilöä työskenteli sen osa-alueilla. (Valmet Tilinpäätöstiedote 2021) Field Service on Service-liiketoimintalinjan pienempi osa-alue. Field Servicen kirjoilla on monia eri koulutuksia omaavia ihmisiä; mekaanikkoja, assistentteja, teknikkoja, insinöörejä, diplomi-insinöörejä ja tohtoreita. Työtehtävät

vaihtelevat paljonkin riippuen koulutuksesta, mutta kaikkia yhdistävä tekijä on juuri asiakasrajapinnassa työskentely. Field Service on usein suoraan yhteydessä asiakkaaseen toteuttaen myynnin tarjoamat kaupat, työnkuvasta riippuen, joko tekemällä varsinaisen työn tai koordinoimalla kyseisen projektin. Näitä projekteja toteutetaan yksistään Rautpohjan Field Service -osaston toimesta useita satoja vuodessa. Kun huomioidaan, että kyseisellä osastolla työskentelee hieman yli 40 henkilöä, se tarkoittaa, että jokaiselle henkilölle tulee kymmeniä projekteja hoidettavaksi vuoden aikana. Tämä tekee työskentelystä toisinaan hyvin kuormittavaa ja matkustuspäivien määrä projekteja toteuttavilla henkilöillä kasvaa lähemmäksi 200 päivää vuodessa.

2.2 Savelan asennusvarasto

Valmet Rautpohjan Field Servicen asennusvarasto toimii Jyväskylän Savelassa ja siksi sitä yleisesti kutsutaan Savelan asennusvarastoksi ja tällä nimellä siihen viitataan myös tässä opinnäytetyössä. Savelan asennusvarastolla työskentelee vakituisesti kaksi henkilöä, joista toinen on arkisin aina varastolla ja toinen tekee epäsäännöllisesti reissutöitä. Savelan asennusvaraston pääasiallinen tehtävä on varastoida työmailla/projekteissa tarvittavia työkaluja, mittavälineitä, turvallisuusvälineitä, asentajien ja asiantuntijoiden työvaatteita ja muita varusteita, nostoapuvälineitä sekä työkaluläheyyksissä tarvittavia kolleja ja tavaroita. Lisäksi Savelan asennusvarasto on paikka, jossa aiemmin mainittuja välineitä vastaanotetaan, huolletaan, tarkastetaan, pakataan ja lähetetään. Varastoitava tavara siis käy työmailla ja palaa takaisin. Varastolla ei säilötä myytäviä nimikkeitä.

Savelan asennusvarasto sisätilan hallitason on noin 800 neliometriä, lisäksi lisää lämmintä varastotilaa löytyy toimistorakennuksen yläkerrasta. Asennusvaraston hallitason pinta-ala oli ennen opinnäytetyössä esiteltyjä kehitystoimenpiteitä hyvin huonosti käytettävissä. Hyllytilaa Savelan asennusvarastolla on hallissa yhteensä noin 600 neliometriä ja noin 660 kuutiometriä.

3 Lean-tuotantomalli

Tässä opinnäytetyössä tehtävät kehitystoimenpiteet sidottiin vahvasti Lean-tuotantomalliin, koska muutokset haluttiin tehdä erityisesti tehostamaan toimintaa mahdollisimman pienillä kokonaisu-
muutoksilla ja budjetilla. Tämänkaltaiseen kehitystyöhön Lean-tuotantomalli soveltuu erinomaisesti. Lisäksi minulla itselläni on henkilökohtaisesti kokemuksia Lean-teoriasta, -työkaluista, -kehitystoimenpiteistä ja niiden läpiviemisestä teollisuusympäristöissä.

3.1 Lean-filosofia

3.1.1 Yleisesti

Japanilaisen autoteollisuuden valtavaa menestystä tutkimaan lähteneet James P. Womack, Daniel T. Jones ja Daniel Roos esittelivät muulle maailmalle vuonna 1990 ilmestyneessä kirjassaan ”The Machine that Changed the World” Toyotan käyttämiä tekniikoita ja toimintatapoja. Näiden tekniikoiden ja toimintatapojen pohjalta luotiin Lean-filosofia, jonka yksinkertaistettuna tarkoituksena ei ole tehdä enemmän töitä vaan tehdä enemmän töitä vähemmällä vaivalla (Jones;Womack ja Roos 1991, 54.). Lean-käsite sen sijaan syntyi IMVP-tutkimuksen myötä (International Motor Vehicle Program) vuonna 1990. Tässä tutkimuksessa tutkittiin maailman autoteollisuuden tilaa ja tutkittiin autovalmistajien silloin menestyneimpien valmistajien toimintaa. Näitä menestyjiä alettiin kutsua Lean-yrityksiksi ja niiden käyttämät tuotantomenetelmät laskettiin kuuluviksi Lean-toiminnaksi. (Salminen ja Uitti 1996, 165.)

Lean-toiminnan on tarkoituksena olla mahdollisimman ohutta, nuukaa ja kevyttä, sillä Lean-tuotannossa kaikkea käytetään tehokkaammin ja vähemmän kuin esimerkiksi massatuotannossa. Lean-toiminnassa kaikessa pyritään tahtotilana täydellisyyteen, vaikka se ei olisikaan saavutettavissa. Tähän ideologiaan perustuu Lean-toiminnan tärkeä osa-alue; jatkuva parantaminen (kaizen). Jatkuvan kehityksen tarkoituksena on pyrkiä laadussa nollavirhetilaan (Poka yoke -järjestelmä/Jidoka-tarkastukset), prosessissa nollavarastoihin (JIT-tuotanto) ja kunnossapidossa rikkoutumattomiin laitteisiin (TPM-ennakoiva kunnossapito). (Salminen ja Uitti 1996, 165.)

Lean-tuotanto on yksi keino kuvata Toyotan tuotantomallia, toinen tapa on kuvata Lean-tuotantomalli hukka-vapaaksi-tuotannoksi. (Santos;Wysk ja Torres 2006, 9.) Yksinkertaisuudessaan Lean ei ole siis tila, johon yritys joskus pääsisi, vaan Lean on jatkuvaa yrityksen toiminnan oppimista ja kehittämistä. Lean-tekniikoiden oppiminen ja ymmärtäminen yhtenä elävänä ja jatkuvasti kehitettävänä järjestelmänä on tärkein osa aloitettaessa Lean-toiminnan noudattaminen yrityksessä. (Tuominen 2010, V.) Lean-tuotantoon ei ole mahdollista siirtyä välittömästi, vaan yleensä saavutetut hyödyt alkavat tulla esiin vasta vuosien Lean-toiminnan myötä. Tämä on yksi suurimmista kompastuskivistä monissa Lean-kehitysprojekteissa, koska muutoksille ei anneta tarpeeksi aikaa ja mahdollisuuksia, vaan tuloksia odotetaan näkyväksi välittömästi. Yhtä tärkeää on myös muistaa,

että Lean-toiminta vaatii onnistuakseen kattavasti ymmärrystä ja johtoryhmästä lähtevän koko yrityksen henkilöstön sitoutumisen muutokseen ja kehitystyöhön. (Liker 2013, 7.) Erityisesti länsimaisissa yrityksissä toimenpiteitä on usein tarve pystyä perustelemaan pääomantuotolla (ROI), koska talousohjaus on monissa yrityksissä prioriteetiltaan tärkeimmässä roolissa. Tämä ei silti tarkoita, etteikö taloudellista hyötyä haluttaisi myös Lean-menetelmien kohdalla, mutta useat parannustoimenpiteet vaikuttavat vasta pitkän aikavälin jälkeen ja pääomatuoton mukaisia tuloksia ei pystytä perustelemaan. (Piirainen 2018)

Siinä missä Lean luottaa laadunhallinnassa ja -parantamisessa omiin Poka yoke ja Six Sigma työkaluihin ja vaihtelun minimointiin, vaatii se tuotantomenetelmässään taas hukan ja läpimenoajan minimointia ja virtauksen maksimointia ja näiden jatkuvaa kehittämistä. (Piirainen ja Karjalainen 2008) Seuraavissa osioissa käymme läpi näitä peruspilareita ja kuinka niitä voidaan kehittää.

3.1.2 Hukka

Hukan voidaan ajatella olevan kaikki toiminnot ja työt, jotka lisäävät kokonaiskustannuksia, mutta eivät luo tuotteeseen tai palveluun lisäarvoa. (Tuominen 2010, 86) Hukka voidaan jakaa yksinkertaistettuna kolmeen eri luokkaan. Nämä luokat ovat alkuperäisen japanilaisen nimensä mukaisesti Muda (waste), Mura (unevenness) ja Muri (overburden). (Piirainen 2014) Näistä jokaisesta hukan muodosta kerrotaan lisää seuraavissa osioissa.

3.1.2.1 Muda

Muda (waste) on hukan muodoista yleisimmin tunnettu ja käytetty muoto Lean-toimintaa harjoittavissa yrityksissä ja koulutuksissa. Mudan alaluokiksi luokitellaan ylituotanto, varastot, kuljetus, laatuhukka, prosessihukka, työvaihehukka, odotus ja osaamisen käyttämättä jättäminen. (Piirainen 2014) (Tuominen 2021, 15.)

Ylituotannolla tarkoitetaan tilannetta, kun yritys tuottaa tarpeetonta, enemmän kuin tarpeeksi tai ennen kuin on tarpeellista. Tällaista ylituotantoa on myös tuotteiden tai osien valmistus ilman, että niille on sisäistä tai ulkoista tilausta. Ylituotanto on Lean-tuotantomallin mukaisen JIT-tuotannon (Just In Time) vastakohta. (Tuominen 2021, 16.)

Ylituotanto aiheuttaa usein komponenttien ja materiaalien ennen aikaista hankintaa, häiritsee tilaustuotannon kulkua ja aiheuttaa epäjärjestystä, kasvattaa turhaan varastoja, hankaloittaa tuotantosuunnittelun joustavuutta, lisää virheiden määrää sekä aiheuttaa tuotteiden ja niiden osien pilaantumista tai vanhenemista varastoissa. Syitä ylituotannolle on usein useita. Näitä voivat olla mm. tuotannon puutteellinen suunnittelu, tuotannon tai tuotantolinjan tasapainottamisen ongelmat, suureräituotanto, suuret asetus- ja vaiheajat, ylimääräisten varakappaleiden tuotanto virheiden, konerikkojen tai poissaolojen pelossa, ylimiehitys tai työllistämistarpeet, yllättäviin tilauksiin varautuminen tai tehokkaat koneet, jotka tuottavat liian suuria määriä kappaleita. Ylituotantoa voidaan välttää, kun kehitetään tuotannon ohjausta, tasapainotetaan tuotantoa, siirrytään yhden kappaleen sarjoihin, sovelletaan Lean-tuotantomallin mukaista Kanban-imuohjausta, varmistetaan, että koneiden kapasiteetti vastaa kapasiteettitarvetta sekä lyhennetään asetus- ja vaiheajoja. (Tuominen 2021, 16-17.)

Ylituotanto johtaa usein myös ylimääräiseen varastointitarpeeseen. Varastoinnilla tarkoitetaan tässä yhteydessä ylimääräisen materiaalin, osien, komponenttien, keskeneräisen tuotannon (KET), valmiiden tuotteiden ja vastaavien varastointia joko yrityksen omissa tiloissa tai ulkopuolella. Ylimääräiset varastot aiheuttavat useita ongelmia. Ne sitovat turhaan pääomaa ja vievät tilaa, aiheuttavat tuotteiden pilaantumista tai vanhenemista, aiheuttavat epäjärjestystä, estävät tilaustuotannon kulkua sekä aiheuttavat turhaa varastoinventaarion pitämistä. Syitä tarpeettomille varastoille voi olla ylituotannon lisäksi esimerkiksi ajatusmallit tuotteiden tarpeellisesta varastoinnista, tottumisesta ylimääräiseen varastointiin, edullisten suurerien ostojen, tuottaminen varastoon seuraavan työvaiheen sijasta sekä tuotannon pullonkaulojen aiheuttamat tahtiaikaongelmat. Turhaa varastointia on mahdollista välttää aivan kuten ylituotannossakin tasapainottamalla tuotantoa, kehittämällä Kanban-imuohjausta, lyhentämällä asetusajoja sekä mittaamalla varastojen sitovan pääoman määrän ymmärtääkseen niiden kannattavuusmerkityksen. (Tuominen 2021, 18-19.)

Turhalla kuljettamisella tarkoitetaan materiaalien, komponenttien, tuotteiden ja vastaavien kuljettamista ja siirtelyä työpisteestä toiseen tai yksiköstä toiseen. Turhalle kuljettamiselle voi olla useita eri syitä. Yleensä näitä ovat erityisesti työvaiheiden pitkät etäisyydet, tuotantokoneiden vääränlainen sijoittelu (layout), materiaalien hyllytystarve sekä materiaalien siirtely pois ja takaisin esimer-

kiksi kulkureiteiltä. Tämänkaltaisia turhia kuljetteluja voidaan yrittää välttää tuotantolinjan tai vastaavan sijoittelun muutoksilla (layout), lisäämällä työntekijöiden ammattitaitoa tai tuotantokoneiden monipuolisuutta, jotta yhdessä työvaiheessa pystyttäisiin tekemään useampi eri työvaihe kerralla, valmistamalla tuotteita pienissä sarjoissa (sellaisissa, jotka mahtuvat kerrallaan työvaiheiden välille) sekä standardoimalla kuljetusyksiköt (esim. max. lavamäärä). (Tuominen 2021, 20-21.)

Laatuhukka syntyy tuotannossa tai muissa toiminnoissa tehdyistä virheistä, virheellisten tuotteiden tarkastustarpeesta, lajittelusta, korjauksesta sekä asiakasreklamaatioiden käsittelystä ja mahdollisista korvauksista. Laatuhukkaa voi esiintyä materiaaleissa, valmistettavissa osissa, valmistusprosessissa tai valmiissa tuotteissa joko omassa tuotantolaitoksessa tai pahimmillaan vasta asiakkaalla. Laatuvirheitä aiheuttavat sekä ihmiset, että koneet. Yleisesti hyvänä mittarina laatuvirheiden osalta toimivat viimeistään asiakasreklamaatiot, koska mitä enemmän laatuvirheitä tehdään, sitä enemmän laatuvalvonnat lisääntyvät. Yleisesti voidaan ajatella, että laadun valvonta auttaisi asiaan, mutta todellisuudessa tulisi keskittyä juurisyihin ja kehittää tuotantoa tai muuta prosessia siten, että virheitä ei sattuisi. Laatuhukkaa aiheuttaa yleisesti laatu- ja tarkastusstandardien puutteet, laatustandardista poikkeaminen, käsittelyssä ja kuljetuksessa aiheutetut vauriot, tuotteiden pilaantuminen tai vanheneminen varastoissa sekä puutteellinen ammattitaito tai huonot työohjeet. Näitä voidaan kuitenkin välttää laatimalla tarkat laatu-, tarkastus-, työstandardit ja kalibrointiohjeet, joita noudatetaan koko prosessissa, muuttamalla työn tarkastusvastuun valmistuksen loppuvaiheesta jokaisen työvaiheen työntekijöille, valvomalla koneiden ja prosessin toimivuutta, vähentämällä käsittelyjen ja siirtojen määrää, kehittämällä työkaluja ja aputyökaluja, kehittämällä automatisointia ja pitämällä huolta koneiden ja laitteiden kunnosta. Laatu on tärkeää suunnitella aina jo tuotteen kehitysvaiheessa. (Tuominen 2021, 22-23.)

Prosessihukka liittyy tuotantoprosessin kulkuun ja rakenteeseen. Prosessihukkaa on esimerkiksi turhat tuoteosat ja -ominaisuudet, turhat valmistusprosessit ja tarpeettomat työvaiheet. Prosessihukaksi lasketaan myös kaikki turhat tarkastusvaiheet ja tarpeettomat koneet. Tuotteisiin on mahdollista esimerkiksi revisioiden jälkeen jäädä turhia osia tai ominaisuuksia, joita ei enää tarvita, samassa tuotantolinjassa voidaan suotta yrittää tehdä liian erilaisia tuotteita, prosessisuunnittelua ei välttämättä tee kukaan tai sitä ei tutkita ja erityisesti prosessin henkilöitä ei kuunnella, kun prosessia suunnitellaan tai kehitetään. Tämä kaikki aiheuttaa prosessihukkaa, mutta sitä voidaan myös

välttää esimerkiksi kyseenalaistamalla vanhoja käytäntöjä, moduloimalla ja standardoimalla tuotantoa, analysoimalla prosessien kulkua, selvittämällä sisäisiä asiakassuhteita ja lisäämällä prosessien henkilöstön välistä yhteistyötä ja kommunikaatiota. (Tuominen 2021, 24-25.)

Työvaihehukkaa sen sijaan on kaikki työtehtäviin liittyvät hukat. Siihen sisältyy kaikki työntekijän lopputuotteelle tarpeettomat työsuoritukset, työtapojen ja -menetelmien soveltumattomuudet, ammattitaidon puutteet, asetusajat, töiden katkonaisuudet sekä tuotannon vaihtoajat. Näitä aiheuttavat puutteelliset aika- ja menetelmästandardit, heikot työhön perehdyttämiset, puutteelliset työohjeet, huono motivaatio ja kiinnostus, vähäinen yhteistyö työvaiheiden välillä, työntekijöiden lukumäärä (liian vähän/liian paljon) sekä soveltumattomat tuotantolaitteet. Näitä aiheuttajia voidaan kuitenkin välttää luomalla työvaiheisiin standardeja, lisäämällä työntekijöiden koulutusta ja käyttökunnossapito-osaamista, parantamalla työhönopastusta, kehittämällä työntekijöiden tiimityötä sekä panostamalla soveltuvien tuotantolaitteiden käyttämiseen tai hankkimiseen. Turhat liikkeet voivat tuotantolaitteiden lisäksi aiheutua myös työntekijöistä. Kaikki työntekijöiden tekemät vartalon, käsien ja jalkojen liikkeet, kuten kävely, kumartelu, ojentelu ja nostelu voi olla hukkaa. Osa edellä mainituista varmasti tuottaa työsuorituksia, jotka lisäävät tuotteen loppuarvoa, mutta osa niistä on täysin turhaa eli hukkaa ja niiden määrä tulisi minimoida mahdollisimman pieneksi. (Tuominen 2021, 28-29.)

Odotus on ehkä yksi selkeimmin havaittavista mudan tyypeistä. Odottamista aiheutuu silloin, kun työntekijä odottaa koneen suoritusta tai vastavuoroisesti, kun kone odottaa työntekijän suoritusta. Odottamista on myös se, että materiaali odottaa pääsyään prosessiin tai työkoneeseen. Odotukseksi lasketaan myös esimerkiksi kuljetuksen odottaminen, henkilön odottaminen tai kun seuraava työvaihe ei ole vielä saanut suoritustansa valmiiksi ja edellinen työvaihe ei saa tuotteitaan eteenpäin. Tämänkaltaisia tilanteita syntyy usein esimerkiksi tuotantohäiriöistä, konehäiriöistä, huonosta koneiden sijoittelusta (layout) tai työvaiheajojen epätasaisuudesta (tahtiajasta). Odotusta voidaan kuitenkin vähentää, kun näihin seikkoihin puututaan tasapainottamalla tuotantoa (tahtiaikaa), varmistamalla että tuotannon kapasiteetti on riittävä, lisäämällä käyttökunnossapitoa, monipuolistamalla työntekijöiden ammattitaitoa, sekä lisäämällä tuotantokoneiden monipuolisuutta. (Tuominen 2021, 30-31.)

Viimeisenä eli kahdeksantena mudan muotona voidaan pitää työntekijöiden osaamisen käyttämättä jättämistä. Tällä tarkoitetaan sitä, että työntekijöiden taitoja, kehitysehdotuksia, ajatuksia tai koulutusmahdollisuuksia ei käytetä. Tähän pystytään puuttumaan ottamalla työntekijät mukaan kehitysprojekteihin ja sitouttamalla heidät prosessiin. (Liker 2013, 29.)

3.1.2.2 Mura

Mura (unevenness) tarkoittaa hukkaa, joka syntyy epätasapainosta, jota voidaan havaita mistä tahansa prosessialueesta. Tähän ei lasketa pelkästään tuotannon epätasapainoista tahtiaikaa, vaan kaikkien toimintojen tai työsuoritusten epätasaisuutta. Täydellistä tasapainoa (Heijunka) ei ole koskaan mahdollista saavuttaa tuotannossa, sillä tuotantoprosesseissa on aina vaihtelua, mutta sitä on silti mahdollista vähentää ja kehittää. Vaihtelua tarkkailemalla ja mittaamalla (Six Sigma) paljastuu yleensä prosessista kuin prosessista läpimenon hidaste eli pullonkaula. (Piirainen 2014)

3.1.2.3 Muri

Muri (overburden) eli ylikuormitus tarkoittaa kuormitusongelmaa, joka voi ilmetä missä tahansa toiminnossa, jossa tapahtuu arvon lisäämistä. Kuormitusongelma syntyy kysynnän ja ominaispiirteiden muodostumisajan vaihtelusta. (Piirainen 2014) Tähän voidaan vaikuttaa suunnittelemalla kuormitusta ja tasapainottamalla tuotantoprosessia. Koneiden ja ihmisten ylikuormitus on yksi pääpiirteistä, jota JIT-tuotannolla pyritään vähentämään. Tasainen tuotannon tahtiaika takaa, että ylikuormitusta ei synny tuotantoprosessin aikana. (Toyota 2013)

3.1.3 Virtaus

Lean-tuotantomallissa tuotannon kehittäminen edellyttää virtauttamista. Virtauttamisessa tavoite on valmistaa valmistettavat tuotteet tai palvelut nopeasti välittömän tarpeen perusteella. Käytännössä tämä toteutetaan valmistamalla tuotteet toistuvissa pienerissä, joko tilauskannan tai varastotarpeen perusteella. Tuotannon tarkoituksena olisi toimia pysähtymättömänä tuotantoketjuna, jossa keskeneräistä tuotantoa (KET) tai varastoja ei olisi tai niiden määrä olisi mahdollisimman pientä. (Kouri 2009, 20.) Virtausperiaatteessa koko prosessi käynnistyy asiakastilauksesta, jolloin noudetaan tilauksessa tarvittavat raaka-aineet työntekijöille, jotka valmistavat ja kokoavat asiakkaan haluaman tilauksen. Virtausmallissa tämänkaltaisen prosessin tulisi kestää muutamia tunteja tai päiviä monesti tavattavien viikkojen tai kuukausien toimitusajan sijasta. Tämän ymmärtäminen

on olennainen osa valmistusprosessin kehitystä, sillä useimmat ihmiset helposti vain olettavat prosessin kestävän viikkoja, vaikka sama työ olisikin mahdollista tehdä tunneissa, ellei minuuteissa. Lähtökohtana on aina selvittää, mikä aikaa kuluttaa. (Liker 2013, 88-90.)

Prosessin virtauksen tehostaminen nostaa hyvin nopeasti tuotantoprosessin ongelmakohteet esiin, ne rajoittavat tekijät, joiden takia prosessissa on aiemmin kestänyt pitkään. Tämänkaltaisia ongelmakohtia tavallisesti ovat laatuongelmat, konehäiriöt, työntekijöiden ammattitaito, tuotantotilojen layout tai konekanta. Virtauttaminen vaatii siis poistamaan tämänkaltaiset ongelmat. (Kouri 2009, 21.) Virtauttaminen vaatii tämän lisäksi myös tuotannon tasapainottamista, jotta tuotannon työvaiheketju pysyy pysähtymättömänä. Haittapuolena pienerätuotannossa, nollavarastoissa ja rajoitetussa keskeneräisessä tuotannossa on tosin lisääntyneet tuotevaihtojen ja asetusajojen kasvu. Tästä syystä tasoitettu tuotanto vaatii usein merkittäviä parannuksia, jotta lyhyet asetusajat toteutuvat. Toisaalta tasoitetun tuotannon tarjoamat edut ovat myös houkuttelevat. Näitä etuja ovat muun muassa työvoiman ja koneiden tasainen kuormittaminen, materiaalikulituksen tasoittuminen, varastointitarpeen merkittävä vähentyminen, tuotannon joustavuus asiakasta palvelevan mallin mukaisesti sekä toimittajien ja alihankkijoiden helpompi ohjattavuus. (Kouri 2009, 18.)

3.1.4 Läpimeno

Virtauksen tehokkuutta mitataan ensisijaisesti tuotannon läpimenoajan avulla. (Kouri 2009, 20.) Yksinkertaistettuna voidaan ajatella, että läpimenoajan määrittävät materiaalihankintojen odotusaika sekä oman tuotannon läpimenoaika. Tuotteiden valmistuksen läpimenoaikaa kuitenkin määrittelee hyvin pitkälti eri työvaiheiden vaatimat odotusajat. Työvaiheet itsessään muodostavat vain pienen osan kokonaisläpimenoajasta. Loogisesti nämä työvaiheiden vaatimat odotusajat kasvavat työvaiheiden lukumäärän mukaisesti. (Lapinleimu;Kauppinen ja Torvinen 1997, 53.)

Läpimenoaika kuvaa yleisesti hyvin yrityksen tuotantojärjestelmän toimivuutta. Lyhyt läpimenoaika kertoo tavallisesti hyvin toimivasta, joustavasta sekä tehokkaasta tuotantoprosessista. Lyhyt läpimenoaika antaa osaltaan mahdollisuuden lyhyisiin toimitusaikoihin, tuotannonohjauksen helpouteen sekä tuotannon ajoituksen vapautta. Lyhyen läpimenoajan tuotannossa asiakastilauksia tehdään usein peräkkäin sen sijaan, että niitä tehtäisiin rinnakkain, kuten usein pitkän läpimenoajan tuotannossa. Tilausten tekeminen peräkkäin auttaa töiden järjestelemistä, eikä aiheuta

suuria sidottuja pääomia keskeneräiseen tuotantoon. Keskeneräinen tuotanto (KET) on lähes suoraan verrannollinen tuotannon läpimenoaikaan, eli mikäli tuotannossa on paljon keskeneräistä tuotantoa, puhutaan pitkistä läpimenoajoista, kun taas lyhyen läpimenoajan tuotannoissa ei ole juuri yhtään keskeneräistä tuotantoa. (Lapinleimu;Kauppinen ja Torvinen 1997, 55.)

Läpimenoaikaa voidaan yleisesti lyhentää layoutin keinoilla. Tuotannon materiaalivirtoja selkeytetään ja sijoitetaan työpisteitä lähemmäksi toisiaan. Erityisesti työpisteiden sijoittelu lähemmäksi toisiaan vähentää siirtoja niiden välillä ja välivarastot pienenevät. Läpimenoaikaa voidaan myös lyhentää merkittävästi siirtämällä tuotanto useampaan työvuoroon. Muita keinoja ovat esimerkiksi eräkokojen puolitus, tuotannon visuaalinen ohjaus, tuotannon siirtyminen imuohjatuksi, tuotantolaitteiden kehitys tai uusiin investointi sekä työvaiheiden yhdistely. (Larikka, ym. 2007, 146.)

Vaikka tässä opinnäytetyössä tavoitteena on kehittää Savelan asennusvaraston toimintaa ja arvioida kehitystoimien vaikuttavuutta, voidaan silti näitä Lean-tuotantomallin periaatteita soveltaa tavallisista tuotantoympyröistä myös varaston toimintaan. Erityisesti työkalulähetysten lähetysprosessin voidaan ajatella olevan kuin tavallinen valmistustilauksen prosessi. Näitä teorian ja käytännön yhdistelyitä käydään lisää läpi osiossa 6 Kehitystoimenpiteet.

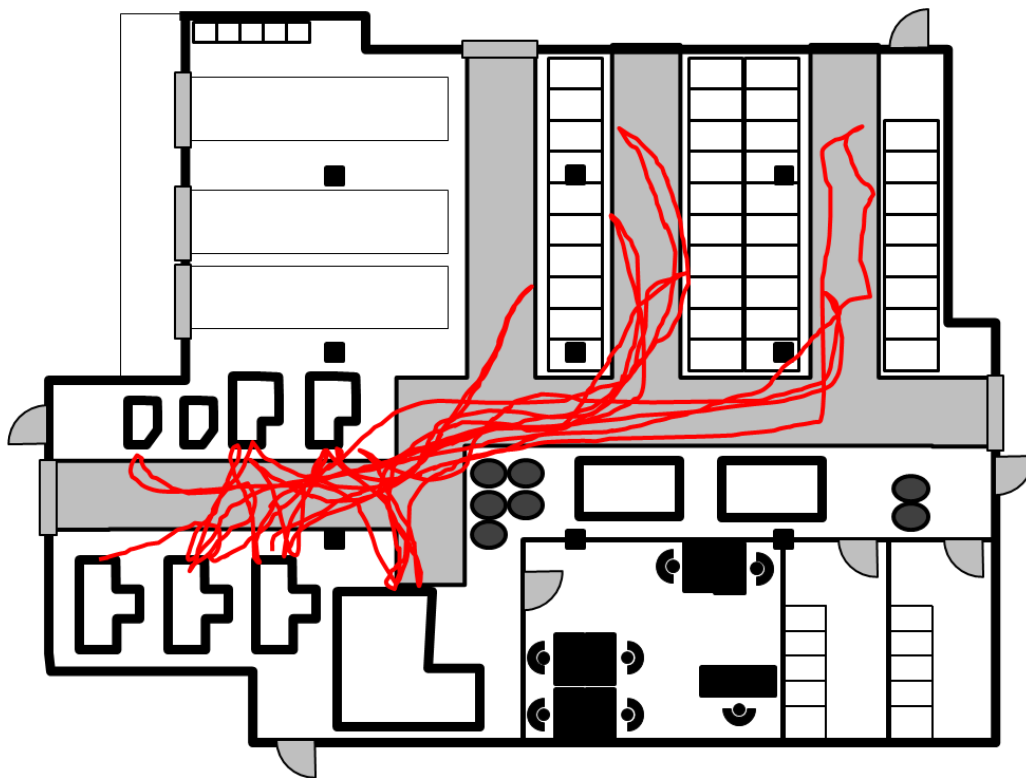
3.2 Lean-kehitystyökalut

Lean-tuotantomalliin kuuluu useita erilaisia kehitystyökaluja eri käyttötarkoituksiin ja toimintoihin. Koska tässä opinnäytetyössä tarkoituksena oli ensisijaisesti kehittää Savelan asennusvaraston toimintaa tehokkaammaksi, valikoituivat kehitystyökalut tämän mukaisesti. Nämä kehitystyökalut auttoivat mittaamaan Savelan asennusvaraston nykytilaa ennen kehitystoimia, että kehitystoimien jälkeen, varmentamaan ja mittaamaan kehitystoimien vaikuttavuutta Savelan asennusvaraston tehokkuudessa ja muussa toiminnassa.

3.2.1 Spagettikaavio

Spagettikaavion tarkoituksena on kuvata esimerkiksi työkappaleen kulkua prosessissa. Spagettikaavio piirretään tavallisesti layout-kuvan tai muun pohjapiirroksen päälle, jolloin visuaalinen hahmottaminen on mahdollisimman helppoa. Spagettikaavioon on tarkoitus merkitä kaikki työkappaleen tai esimerkiksi työn tekijän siirtymät ja liikkeet. Spagettikaavion nimi tulee lopputuloksena

saadusta kuvasta, jossa työkappaleen tai työntekijän liikkeet muodostavat spagettia muistuttavan kuvion. Tämänlainen mittaus on melko yksinkertainen, mutta myös tehokas tapa kartoittaa ja osoittaa hukan määrä prosessissa tai pelkässä työvaiheessa. Yleensä kaavioon on tarkoitus lisätä myös lukemat, kuinka pitkän matkan kappale tai työntekijä on liikkunut mittauksen aikana. Spagettikaavio on hyödyllinen työkalu kartoitettaessa layoutin toimivuutta tai ongelmakohtia. (Bicheno ja Holweg 2009, 106.) Esimerkki tyypillisestä spagettikaaviosta löytyy alempana olevasta kuvista 1.

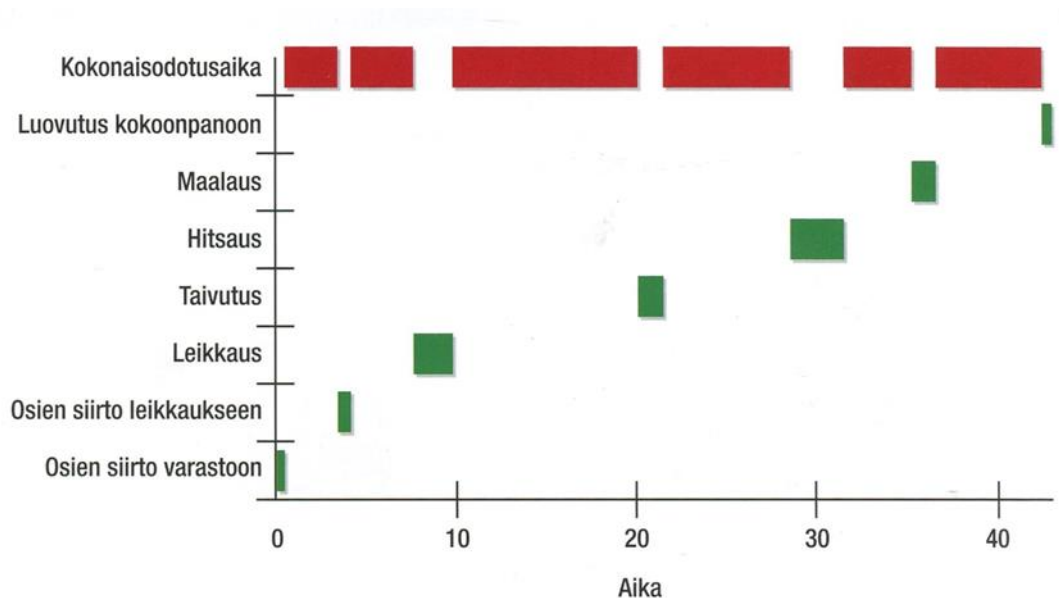


Kuvio 1 Esimerkki spagettikaaviosta (Roser 2015)

3.2.2 Läpäisyajakaavio

Läpäisyajakaavio on tarkoitettu kuvaamaan kaikkien halutun työvaiheen tai prosessin aikaa lisäävien työvaiheiden oikeassa järjestyksessä alusta loppuun. Onnistuneella läpäisyajakaavio kartoituksella prosessin tai työvaiheen ongelmakohdat on mahdollista löytää hyvin helposti ja selkeästi. Läpäisy-

aikakaaviolla on tärkeä rooli erityisesti kartoitettaessa läpimenoaikaa ja erityisesti silloin, kun halutaan panostaa pullonkaulojen löytämiseen ja parannukseen. (Bicheno ja Holweg 2009, 95.) Alempana olevassa kuvio 2 on esitetty esimerkki läpäisyajakaaviosta.



Kuvio 2 Esimerkki läpäisyajakaaviosta (Larikka, ym. 2007, 138.)

Läpäisyajakaavio on helppoa pitkässä prosessissa toteuttaa seurantalomakkeella tai datakortilla, johon merkitään tuotannon työvaiheet, työajat ja päivämäärät. Seurantalomakkeen kulkiessa prosessin läpi ja kaikkien työvaiheiden kirjatessa lomakkeeseen aloitus- ja lopetusaikansa, voidaan prosessin lopussa laskea työvaiheiden tuottavat ajat ja odotusajat ja merkitä ne esimerkissä esitettyyn läpäisyajakaavioon (kuvio 2). Pienemmässä työvaihetta tutkivassa läpäisyajakaaviossa tämänkaltaista seurantakorttia ei voida käyttää, mutta vastaavasti samat tuotanto- ja odotusajat saadaan esimerkiksi kellottamalla. (Larikka, ym. 2007, 138-139.)

3.2.3 5S-menetelmä

5S on kehityskulttuuri, jolla voidaan huolehtia siisteyden ja järjestyksen kehittamisestä ja ylläpidosta. 5S:n perimmäinen tarkoitus on pyrkiä kehittämään systemaattisuutta ja kurinalaisuutta. 5S-menetelmän nimi tulee japaninkielisestä sanoista *seiri* (lajittele), *seiton* (järjestä), *seiso* (puhdistusta ja huolla), *seiketsu* (vakiinnuta toimenpiteet) ja *shitsuke* (ylläpidä). (Kouri 2009, 26-27.)

5S-menetelmästä käytetään usein myös englanninkielisiä vastineita viisi S:ää tai viisi C:tä. Nämä viisi S:ää ovat *Sort, Straighten, Scrub, Systematize* ja *Standardize*, viisi C:tä sen sijaan *Clear out, Configure, Clean and Check, Conform* ja *Custom and practice*. Vaihtelevista nimityksistä huolimatta idea jokaisen nimen takana on sama. (Imai 1997, 64.)

5S ei ole siivousohjelma, vaan se on Leaniin perustuva toimintamalli. Tehokas toiminta, sekä hukkien tunnistus ja poisto, eivät ole mahdollisia, jos työympäristö ei ole siisti ja selkeä. (Kouri 2009, 26-27.) 5S-menetelmän perimmäinen tarkoitus on päästä eroon jo aiemmin osiossa 3.1.2.1. mainitusta hukasta, *mudasta* (Imai 1997, 64.). Seuraavaksi syvennymme jokaiseen 5S askeleeseen niiden oikeassa järjestyksessä.

3.2.3.1 Seiri (Lajittele)

5S-menetelmän ensimmäinen askel on *seiri*, lajittele. Ensimmäinen askel edellyttää tavaroiden lajittelua tarpeellisiin ja tarpeettomiin, sekä näiden tarpeettomien hävittämistä. Myös yläraja tarpeellisten tavaroiden määrälle tulee määritellä. Tuotantotila/varasto/verstas/työpöytä voi sisältää hyvin monia erilaisia tavaroita, mutta usein vain muutamaa niistä tarvitsee itse työntekoon. Muita tavaroita voidaan tarvita myöhemmin tulevaisuudessa tai ei ollenkaan. Esimerkiksi tuotantotila on täynnä käyttämättömiä koneita, jigejä, muotteja ja työkaluja, hylkyjä, keskeneräistä tuotantoa, raaka-aineita, tarvikkeita ja osia, hyllyjä, laatikoita, pöytiä, työpöytiä, asiakirjoja, karryjä, räkkejä, lavoja ja monia muita tavaroita. Yleinen hyvä nyrkkisääntö on, että kaikki mitä ei ole käytetty 30 päivään on turhaa. (Imai 1997, 65.)

Seiri on hyvä aloittaa punaisten lappujen avulla. Yksi alue valitaan lajiteltavaksi ja erikseen nimetty 5S-ryhmä käy alueen läpi ja merkitsee punaisilla lapuilla kaiken, minkä kokevat olevan ylimääräistä. Mitä suurempia laput ovat ja mitä enemmän niitä on, sen parempi. Lajittelun jälkeen kyseinen alue voi olla täynnä punaisia lappuja. Laput jätetään tavaroihin ja jäädään odottamaan sovittu aika, esimerkiksi 30 päivää. Mikäli tämän 30 päivän aikana työntekijä joutuu käyttämään punaisella lapulla merkittyä tavaraa, tulee hänen osoittaa, että kyseistä tavaraa tarvitaan ja punainen lappu poistetaan. Mikäli sovitusajan jälkeen punaisella lapulla merkityjä tavaroita vielä on kyseisellä alueella, siirretään ne pois alueelta. Tavarat, joilla on selkeää tarvetta myöhemmin tulevaisuudessa, siirretään varastoon tai muuhun sopivaan säilöön ja tavarat, joille ei nähdä tarvetta nyt eikä tulevaisuudessa, viedään hävitettäväksi. (Imai 1997, 65-66.)

Seirin keskeisenä tavoitteena on siis hukan hävittäminen prosessista, vähentää tavaroiden etsimiseen kulutettua aikaa ja vaivaa vähentämällä tavaroiden määrää, tehostaa työskentelytilan käyttöä, luoda turvallinen työympäristö poistamalla turhia ja vioittuneita osia tai tavaroita, helpottaa keskittymiskykyä työpisteillä ja erityisesti varmistaa tuottavuus, tehokas tilankäyttö ja työvoiman turvallisuus. (Savant 2018, 64.)

Jos tätä ensimmäistä askelta ei ole tehty huolellisesti, eikä ylimääräistä tavaraa ole poistettu, seuraava vaihe (järjestä) ei onnistu. (Tuominen 2010, 35.)

3.2.3.2 Seiton (Järjestä)

Seirin jälkeen kaikki turha tavara tuotantotiloista on hävitetty, ja vain kaikista tarpeellisin tavara ja välineistö on jätetty. Näistä jätetyistä tavaroista ja välineistä ei kuitenkaan ole mitään hyötyä, mikäli ne on säilötty kauaksi työpisteiltä, missä niitä tarvitaan. Tätä auttamaan otetaan seuraava askel, *seiton*. (Imai 1997, 68.)

Seiton tarkoittaa tavaroiden luokittelua käytön mukaan ja niiden järjestelyä oikein, jotta tavaroiden etsimiseen kuluva aika ja vaiva saadaan minimoitua. Jotta tähän päästään, täytyy jokaisella tavaralla olla nimetty paikka, nimi ja määrä. Työkalut tulee asettaa niin, että ne ovat helppo ottaa ja laittaa takaisin. Esimerkiksi työkalujen ääriviivat voi teipata tai maalata, jolloin nähdään nopeasti mitkä työkalut puuttuvat tai ovat käytössä. Myös keskeneräiselle tuotannolle on syytä merkitä lattiaan omat paikkansa. Tällä rajoitetaan keskeneräisen tuotannon määrää tehokkaasti ja luodaan visuaalisesti tuotantoon imu. Imuohjautuvassa tuotannossa yksi työvaihe saa käskyn valmistaa lisää tuotetta, kun lattialla olevaan keskeneräisen tuotannon ruutuun ilmestyy tyhjä lavapaikka tai laatikko. (Imai 1997, 68-69.)

Seitonin keskeisenä tavoitteena on siis helpottaa välineiden ja tavaroiden järjestelyä loogisesti, auttaa saamaan tavarat takaisin paikalleen tuomalla ne helposti saataviksi ja huomattaviksi, helpottaa löytämään sopivat työkalut valittaviksi oikeaan työhön, vähentää oikeiden työkalujen löytämiseen kuluva aikaa ja vaivaa, helpottaa huomaamaan puuttuvat työkalut sekä helpottaa toteuttamaan visuaalinen ohjaus tuotantotiloissa. (Savant 2018, 69.)

3.2.3.3 Seiso (Puhdista ja huolla)

Seiso tarkoittaa työpaikan siivoamista. Tähän kuuluu kaikki koneista ja työkaluista, lattioihin, seiniin ja muihin alueisiin työpaikalla. Erityisesti koneiden siivoaminen ja pitäminen puhtaana edesauttaa ennakkohuoltoa. Siivotessaan konetta, käyttäjä voi helposti huomata erilaisia vikakohteita kuten öljyvuotoja, murtumia, löysällä olevia ruuveja tai muttereita, kun taas jos kone on öljyn, pölyn ja pölyn peitossa, on näitä vaikea huomata. Tämänkaltaisten vikakohteiden huomaaminen on erittäin tärkeää, sillä eniten konerikkoja aiheutuu juuri värinän (löystyneet ruuvit ja mutterit), ulkopuolelta tulevan lian (murtumat/pölyisyys) tai puutteellisen voiteluöljyn tai rasvauksen aiheuttamista ongelmista. (Imai 1997, 69.)

Seison keskeinen tavoite on siis helpottaa työpaikan siistinä pitämistä ja tämän myötä parantaa työviihtyvyyttä, pitää työpaikka turvallisena, helpottaa helppoa ja nopeaa ongelmien havaitsemista sekä ylläpitää välineiden kuntoa. (Savant 2018, 74.)

3.2.3.4 Seiketsu (Vakiinnuta toimenpiteet)

Seiketsu tarkoittaa yksinkertaistettuna jatkuvaa päivittäistä *seirin*, *seitonin* ja *seison* kanssa työskentelyä. *Seirin*, *seitonin* ja *seison* läpikäynti on kerran toteutettuna helppoa tehdä ja parannusta saadaankin usein aikaan, mutta mikäli järjestelmää ei jatketa tai ylläpidetä, palaa tilanne samaan pisteeseen, mitä se oli alussakin. Tämän vuoksi onkin tärkeää, että toimenpiteet vakiinnutetaan ja parannuksia tehdään jatkuvasti. Tässä esiin nousee erityisesti johdon sitoutuneisuus. Johdon täytyy ottaa käyttöön järjestelmä ja toimintamalli, jolla *seiriä*, *seitonia* ja *seisonia* voidaan jatkaa ja ylläpitää myös tulevaisuudessa. Tämän lisäksi johdon täytyy määritellä kuinka usein *seiri*, *seiton* ja *seiso* suoritetaan ja keiden toimesta. Suositeltavaa onkin ottaa 5S-menetelmät osaksi vuosittaista aikataulusuunnittelua. (Imai 1997, 70.)

Seiketsun keskeinen tavoite on siis vakiinnuttaa helpot tavat, pitää työpaikka lajiteltuna, järjestyksessä ja siistinä, saada kaikki ymmärtämään velvollisuutensa työpaikan siisteydessä, sekä edistää osallistumista. (Savant 2018, 79.)

3.2.3.5 Shitsuke (Ylläpidä)

Viimeisenä askeleena 5S-menetelmässä on *shitsuke*, ylläpidä. *Shitsuke* tarkoittaa itsekuria. Itsekuria vaaditaan, jos aikoo saada säilytettyä jatkuvan *seiri*, *seiton*, *seiso* ja *seiketsu* kehityskulttuurin yrityksessä. (Imai 1997, 70-71.)

Shitsuken keskeinen tavoite on siis saada saavutetut saavutukset pysymään, pitää painopiste työpaikan jatkuvassa kehityksessä, taata työvoiman jatkuva panos työpaikan siisteyteen, sekä tietysti ylläpitää 5S-kulttuurin noudattamista työpaikalla (Savant 2018, 84.)

3.2.3.6 Yhteenveto

5S on siis kehityskulttuuri, jonka tarkoitus on olla osa jokapäiväistä elämää työpaikalla. 5S:n tarkoitus on noudattaa sovittuja asioita. Se alkaa kaiken turhan hävittämällä (*seiri*), sen jälkeen siirtyy järjestelemään kaiken tarpeellisen (*seiton*), siivoaa työympäristön ja pitää sen siistinä, jotta poikkeavuudet voidaan havaita (*seiso*) ja kun näitä kolmea askelta noudatetaan, kehitetään ja ylläpidetään, saavutetaan vakiintuneet toimenpiteet (*seiketsu*). Työntekijöiden on seurattava näitä perustettuja ja sovittuja sääntöjä jokaisella askeleella, jolloin lopuksi, kun saavutetaan viimeinen askel (*shitsuke*), on heillä vaadittava itsekuri säilyttämään 5S-kehityskulttuuri työpaikallaan. (Imai 1997, 71.)

3.2.4 Standardoitu työ

Standardoitu työ on yksi Toyotan tuotantojärjestelmän peruspilareista. Standardoidun työn tarkoitus on luoda prosessit ja menetelmät, jotka ovat toistettavia, luotettavia ja kykeneviä. Standardoitu työ on kehityksen lähtökohta. Standardoitu työ on pelkkä filosofia, SOP-menetelmillä (Standard Operating Procedures) saavutetaan standardoidun työn tavoite. (Bicheno ja Holweg 2009, 84.)

Paras ja kestävin standardi on itsestään selvin tapa tehdä työ. Standardin tarkoitus on olla niin hyvä, että tehtävän tekeminen jollakin toisella tavalla tuntuu vain tyhmältä. Tämä ei aina ole niin yksinkertaista toteuttaa, mutta toimii tavoiteltavana visiona. (Bicheno ja Holweg 2009, 84.)


Jotta jokin työtapa voidaan standardoida, täytyy kyseisestä työstä olla tiedossa kaikki mahdolliset tavat tehdä työ ja valita näistä paras. Toimivaa standardia ei siis voida kirjoittaa työpöydän ääressä, vaan standardia on testattava, korjattava ja päivitettävä monta kertaa. Standardin tarkoitus on myös olla tarpeeksi selkeä, jotta jokainen voi sen omaksua nähtyään. Tästä syystä käyttäjien onkin helpointa itse tehdä työohjeet/standardit, jolloin he itse ymmärtävät heidän työnsä yksityiskohdat ja miksi jotkin asiat täytyy tehdä tietyssä järjestyksessä. Vain näin toimimalla voidaan saavuttaa jatkuva kehitys. Standardi ei ole siis pysyvä, vaan se paranee päivitysten myötä. Standardia ei myöskään anneta johdosta tai yläpuolelta, vaan käytännönläheisesti lattiatasolla. Hyvä standardi tulee alhaalta ylöspäin kysyvässä kulttuurissa, etsimällä aina helpompaa, yksinkertaisempaa tai turvallisempaa tapaa tehdä jokin asia. (Bicheno ja Holweg 2009, 85.)

Standardoidusta työstä puhuttaessa voidaan helposti ajatella sen koskevan vain toistuvaa työtä. Tämä ei kuitenkaan pidä paikkaansa, vaan myös esimerkiksi kunnossapidossa, huollossa, suunnittelussa ja johtoportaassa voidaan harjoittaa standardoitua työtä. Hyvä, joustava kunnossapito ja huolto koostuvat useista pienemmistä standardoidun työn elementeistä. Hyvä suunnittelu sen sijaan luovuudesta, yhdistettynä standardoituihin menetelmiin ja materiaaleihin. (Bicheno ja Holweg 2009, 85.)

Bichenon ja Holwegin kirjan *The Lean Toolbox* (2009, 85.) mukaan standardoitu työ voidaan jakaa kolmeen näkökulmaan:

1. Standardoitu työ ei ole pysyvää, vaan joka kerta kun löydetään jokin parempi keino, standardia päivitetään
2. Standardoitu työ tukee vakautta ja vähentää vaihtelua, koska työ tehdään joka kerta samalla tavalla. Näin toimimalla myös vaihtelut kuten hylky, poikkeavuudet ja eroavuudet on helppo havaita prosessista.
3. Standardoitu työ on välttämätön jatkuvan kehityksen kannalta, sillä siirryttäessä yhdestä standardista parempaan, ei ole mahdollisuutta ottaa askelta taaksepäin.

Standardoidun työn ei aina tarvitse tarkoittaa yksityiskohtaisia työohjeita, vaan esimerkiksi koonpano, huolto tai kunnossapitotöissä voidaan käyttää avuksi tarkastuslistoja, joissa käydään esimerkiksi huollon kaikki huolto- ja tarkastuskohteet läpi ja merkitään rastilla ruutuun, kun ne ovat saatu valmiiksi. Näin toimimalla ehkäistään työn tekeminen puutteellisesti, jolloin työ voidaan joutua aloittamaan alusta myöhemmin. (Bicheno ja Holweg 2009, 86.) Kuviossa 3 (Lynx System Developers Inc. 2019) on esitelty esimerkkinä kamerahuollon tarkastuslista.

Camera Service and Certification		 Lynx System Developers, Inc.
Customer:	<i>Anytown High School</i>	
Camera Serial Number:	<i>5L1009703076100</i>	
New Oscillator Serial Number:	<i>2349867-GFK7-3487</i>	
Lynx Technician:	<i>Daniel DiRusso</i>	
Date of Service:	<i>Thursday, April 21, 2005</i>	

✓	Procedure	Comments
✓	• Visual Inspection	
✓	○ Case Condition	
✓	○ Lens Mounting Threads	
✓	○ Through-The-Lens Viewer calibration and alignment (if fitted)	
✓	○ Filter Slide Operation	
✓	○ Filter Condition - replace if necessary	<i>Replaced</i>
✓	○ Condition of Electrical Input/Output sockets	
✓	• Install new certified temperature-compensated oscillator (Calibrated Time Base)	
✓	• Check Image Sensor Function – replace if necessary	<i>Sensor OK. No need for repair or replacement</i>
✓	• Test AutoGain	
✓	• Test Manual Gain	
✓	• Check Color Fidelity	
✓	• Check White Balance Operation	
✓	• Test Operation of Peripherals through Remote Control Port	
✓	○ Motorized lens operation	
✓	○ Motorized Camera Positioner operation	
✓	• Test 802 Network Connectivity and Throughput rate	
✓	○ 10BT Interface	
✓	○ AUI Interface	
✓	○ 10B2 Interface	
✓	• Test Connection box operation	
✓	○ Start Signal	
✓	○ Serial Port	
✓	○ Photocell switch	
✓	○ 12 volt supply	
✓	• Verify Image Quality	
✓	• Zero Gun Test	
✓	• Run 24 hour Camera Burn-in test	<i>No errors.</i>

Kuvio 3 Kamerahuollon tarkastuslista (Lynx System Developers Inc. 2019)

4 Layout-suunnittelu

Layout on yleisesti vakiintunut termi, joka tarkoittaa tuotantoyksikön kuten esimerkiksi kokoonpanolinjan tai kokonaisen tehtaan osien, kuten koneiden, laitteiden, varastojen, työpisteiden ja muiden osien sijoittelua. (Haverila, ym. 2009, 475.)

Savelan asennusvarasto muutti nykyisiin tiloihinsa vuonna 2014 ja koska tällöin ei ollut aikataulullista systä mahdollisuutta miettiä tarkemmin varaston layoutia, asennettiin hyllyt ja muut työpisteet niille sijoille, mihin ne tuntuivat sopivan silloin. Ajan kuluessa ja toiminnan vakiintuessa layout

on kuitenkin huomattu ongelmalliseksi ja oli alusta lähtien selvää, että layoutia tulisi ehdottomasti muuttaa, mikäli asennusvaraston toimintaa haluttaisiin kehittää. Yleisesti layout-suunnittelu varastotiloissa ei ole kovin monimutkaista, mutta koska asennusvarastolla on muutakin toimintaa, tuli layout suunnitella yhdistelemällä erilaisia layout-malleja ja luomalla kompromisseja. Seuraavassa teoriaosuudessa käydään läpi layout-suunnittelun periaatteet, layout-mallit ja uuden layout-mallin valintaperusteet.

Layout-suunnittelu on monimutkainen prosessi, jossa tulee ottaa huomioon suuria määriä erilaisia tekijöitä. Tuotantolaitoksissa layout on aina eräänlainen kompromissi, koska kaikkia tuotantoon vaikuttavia tekijöitä on mahdotonta saada täysin optimoituja. (Haverila, ym. 2009, 480-481.)

Layout-suunnittelussa tarvitaan Haverilan, Uusi-Rauvan, Kourin ja Miettisen Teollisuustalous kirjan (2009, 481.) mukaan tietää seuraavat tekijät:

1. Tuotteiden rakennetiedot kuvaavat käytettävät puolivalmisteet, komponentit sekä raaka—aineet
2. Työnvaiheistus kertoo tuotteen työnvaiheet ja niiden järjestyksen
3. Tuotantomäärän perusteella mitoitetaan tuotantokoneisto ja määritellään tuotantomuoto ja -tekniikka
4. Tuotannon aikajänne kertoo, kuinka pitkän ajan tuotanto tulee säilymään suunnitelman mukaisena. Aikajänneen pituus vaikuttaa investointien kannattavuuteen
5. Tukitoiminnot kertovat, mitä valmistusta tukevia toimintoja tarvitaan. Tukitoimintoja ovat esimerkiksi sosiaalilaitat, työkaluhuolto, jätteiden käsittely ja paineilmakehityslaitteisto

Layout-suunnittelun keskeisenä tavoitteena on suunnitella materiaalivirrat mahdollisimman tehokkaiksi. Materiaalien kuljetuskerrat ja kuljetusmatkat tulisivat olla mahdollisimman pieniä, kun osastojen tai työpisteiden sijoittelua suunnitellaan. Selkeät materiaalivirrat mahdollistavat myös helpon tuotannonohjauksen ja toiminnan. Työpisteet tulisi sijoittaa aina siten, että materiaalien siirtoetäisyydet ovat mahdollisimman lyhyitä. (Haverila, ym. 2009, 482.)

Haverila, Uusi-Rauva, Kouri ja Miettinen ovat kirjassaan Teollisuustalous (2009, 482.) luetelleet hyvän layoutin ominaisuudet seuraavanlaisesti:

- materiaalivirrat ovat selkeät
- layout on helposti ja joustavasti muutettavissa
- materiaalien siirtotarve on pieni
- kuljetusmatkat ovat lyhyet
- erityisosaamista vaativa valmistus on keskitetty samaan paikkaan

- tehtaan sisäisten palvelujen sijoitus käyttöpaikan lähelle
- materiaalien vastaanoton ja jakelun tehokkuus
- sisäisen kommunikation helppous
- eri valmistusvaiheiden erityistarpeet on otettu huomioon
- kaikki tila on tehokkaasti käytetty ja työturvallisuus ja -tyytyväisyys on otettu huomioon

Näiden seikkojen lisäksi layout tulisi suunnitella siten, että mahdolliset laajennus- ja muutostarpeet on otettu huomioon. Layoutia tulisi pystyä joustavasti muuttamaan, mikäli tuotantomäärät tai tuoteportfolio muuttuu. Tämä on erityisen tärkeää silloin, kun suunnitellaan vaikeasti siirrettävien koneiden tai laitteiden paikoitusta. (Haverila, ym. 2009, 482.)

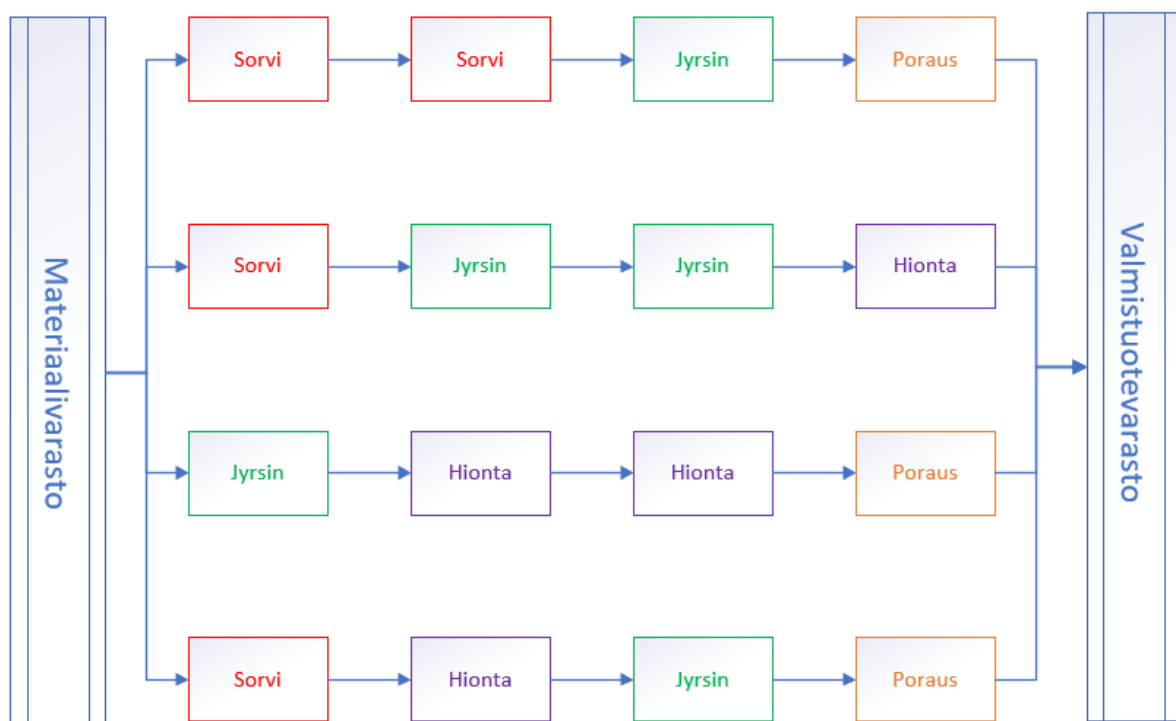
4.1 Layout-mallit

Yleisesti teollisuudessa layout-tyypit jaotellaan kolmeen eri layout-tyyppiin. Nämä tyypit ovat tuotantolinja-, funktionaalinen ja solulayout. (Haverila, ym. 2009, 475.)

4.1.1 Tuotantolinjalayout

Tuotantolinjalayoutissa kaikki valmistettavan tuotteen valmistuksessa tarvittavat koneet ja laitteet asetetaan valmistettavan tuotteen työnkulun mukaiseen järjestykseen. Tuotantolinjalayoutia käytetään pääsääntöisesti, kun on erikoistuttu yhden tietyn tuotteen valmistukseen, kuten esimerkiksi autoteollisuudessa. Yleensä kappaleenkäsittely ja jopa valmistus on automatisoitu tehokkuuden maksimoimiseksi. Tuotteiden virtaus on selkeää ja eri työvaiheiden siirrot toteutetaan yleisesti mekaanisilla kuljettimilla. (Haverila, ym. 2009, 475.) Tuotantolinjalayout siis rakennetaan valmistettavan tuotteen tai palvelun ympärille. Teollisuuden ulkopuolella tällaiseen tuotantolinjalayoutiin voi törmätä esimerkiksi monissa itsepalveluliikkeissä, kuten esimerkiksi huoltoasemilla. (Greasley 2008, 30.)

Yleisesti tuotantolinjalayout tulee kyseeseen silloin, kun jollakin tuotteella/tuoteryhmällä on suuri volyyymi ja korkea kuormitusaste. Tuotteen yksikköhinta muodostuu yleisesti sitä alhaisemmaksi, mitä suurempi niiden valmistusmäärä on. Tämä periaate mahdollistaa kustannuksiltaan korkeiden tuotantolinjojen järkevän takaisinmaksun. Tuotantolinjat sietävät huonosti tuotanto- tai muita häiriöitä, koska yhden työvaiheen viive vaikuttaa kaikkiin muihinkin seuraaviin työvaiheisiin. Tästä syystä erityisesti laadunvalvonta ja -hallinta on tärkeää, koska tämankaltaiset tuotannon häiriöt ja viiveet voivat aiheuttaa suurienkin tuotantoerien hylkäämistä tai korjaamista. Yleensä tuotantolinjaa rakennettaessa haluttu kapasiteetti tulee olla valmiiksi mietittynä, koska kapasiteetin kasvattaminen on yleensä hankalaa tuotantolinjan rakentamisen jälkeen. Myös tuotevalikoima ja tuotantosunnittelu tulee miettiä etukäteen siten, että tuotantosarjat ovat mahdollisimman pitkiä, koska eri tuotteiden vaatimat asetusajat ovat työläitä ja aikaa vieviä. Tuotantolinjassa yleisesti on selkeä työnkulku, jolloin linjan tuotannonohjaus on yksinkertaista imuohjaukseen perustuvaa tuotantoa. (Haverila, ym. 2009, 475-476.)



Kuvio 4 Esimerkki tuotantolinjalayoutista (Flow line manufacturing 2021, muokattu)

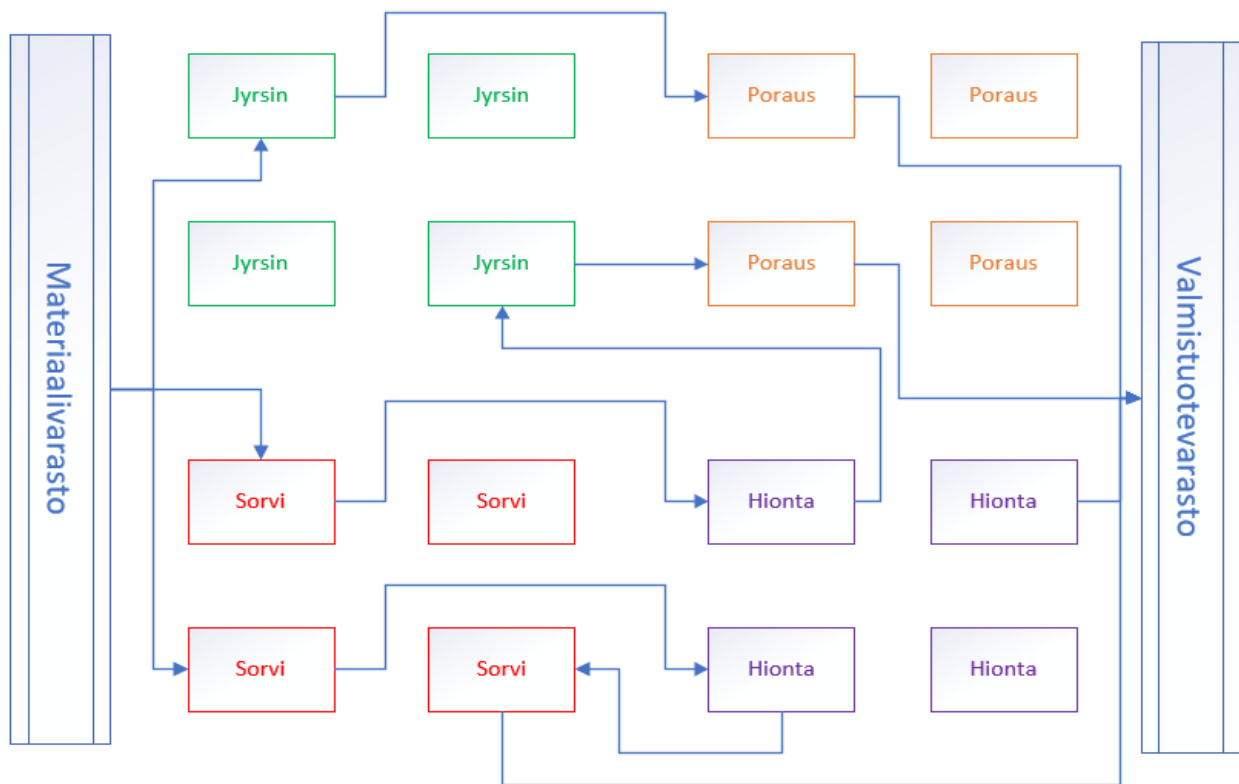
4.1.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa ryhmitellään tuotteen valmistuksessa tarvittavat koneet, laitteet ja työpisteet työtehtävän samankaltaisuuden perusteella omiin ryhmiin. Esimerkiksi siis kaikki hitauslaitteet ovat samassa tulityöpisteessä tai kaikki hiontalaitteet samassa hiontapisteessä. Funktionaalinen layout tulee yleensä kyseeseen silloin, kun tuotantomäärät ja tuotetyypit vaihtelevat merkittävästi. Koneet ja laitteet valitaan yleensä sen mukaan, että niillä pystyy monipuolisesti valmistamaan erilaisia tuotteita mahdollisimman joustavasti. Kalliita yhteen työvaiheeseen suunniteltuja erikoislaitteita ei siis yleisesti suosita, eikä niille ole tarvetta, koska tuotteita yleensä valmistetaan vain yksittäiskappaleina tai yksittäissarjoina. (Haverila, ym. 2009, 476.)

Funktionaalisisessa layoutissa on harvoin mahdollista käyttää hyödyksi automaatiota esimerkiksi materiaalinkäsittelyssä tai työvaiheiden siirroissa, koska tuotteiden työnkulut voivat vaihdella merkittävästi. Myös tuotannonohjaus voi olla hankalaa, sillä sen tehtävä on pääasiassa järjestellä tuotantoa eri koneille tulevien tuotteiden jonojärjestelyä muuttamalla. Tämänkaltaisessa tuotannonohjauksessa tuotannon läpäisy aika voi vaihdella todella suuresti ja oikea-aikaiseen tuotantoon on hyvin hankala päästä. Pitkät työjonot kerryttävät aina keskeneräistä tuotantoa (KET), joka itsessään jo hidastaa tuotannon läpimenoaikaa. Myös työpisteiden väliset etäisyydet voivat kasvaa suureksi ja näin aiheuttaa turhia viiveitä tuotantoon ja erityisesti turhia kuljetus- ja käsittelykustannuksia. Näiden lisäksi myös laadunhallinta voi olla hankalaa, sillä välivarastojen ja työpisteiden etäisyyksien johdosta syntyy informaatiokatkoksia ja laatu poikkeamia ei havaita nopeasti. (Haverila, ym. 2009, 476.)

Funktionaalinen layout on erityisesti tuotantolinjalayoutiin verrattuna helppo ja halpa rakentaa. Kapasiteettia voidaan kasvattaa joustavasti laitehankinnoilla ja valmistettavien tuotteiden erilaisuus ei aiheuta ongelmia. Yksinkertaistettuna funktionaalista layoutia voidaan pitää tuotantolinjalayoutin vastakohtana. Siinä missä tuotantolinjalayout mahdollistaa pienet yksikkökustannukset, korkean kuormitusasteen (80–100 %), pienen keskeneräisen tuotannon lukumäärän ja helpon tuotannonohjauksen, vaatii funktionaalinen layout hankalan tuotannonohjauksen, paljon keskeneräistä tuotantoa, suuret yksikkökustannukset ja matalan kuormitusasteen (60–90 %). Sen sijaan funktionaalinen layout mahdollistaa joustavan tuoteportfolion, helpon ja halvan rakentamisen, pienen häiriöalttiuden ja joustavan kapasiteetin, kun taas tuotantolinjalayout rajoittaa merkittävästi tuoteportfoliota, vaatii suuret rakennusinvestoinnit, ei kestä tuotantohäiriöitä, eikä pysty

joustamaan kapasiteetin kasvattamiseen. (Haverila, ym. 2009, 477.) Yleisesti funktionaalinen layout on hyvin paljon käytössä sen monipuolisen käyttötarkoituksen johdosta ja onkin hyvin usein tavattavissa monille tutuissa paikoissa, kuten ruokakaupoissa, sairaaloissa, myymälöissä jne. Näissä kaikissa asiakas saa itse määrittellä reittinsä, aivan kuten tuotevalmistuksessa valmistettava tuotekin. (Greasley 2008, 28.)



Kuvio 5 Esimerkki funktionaalisesta layoutista (Job shop manufacturing 2021, muokattu)

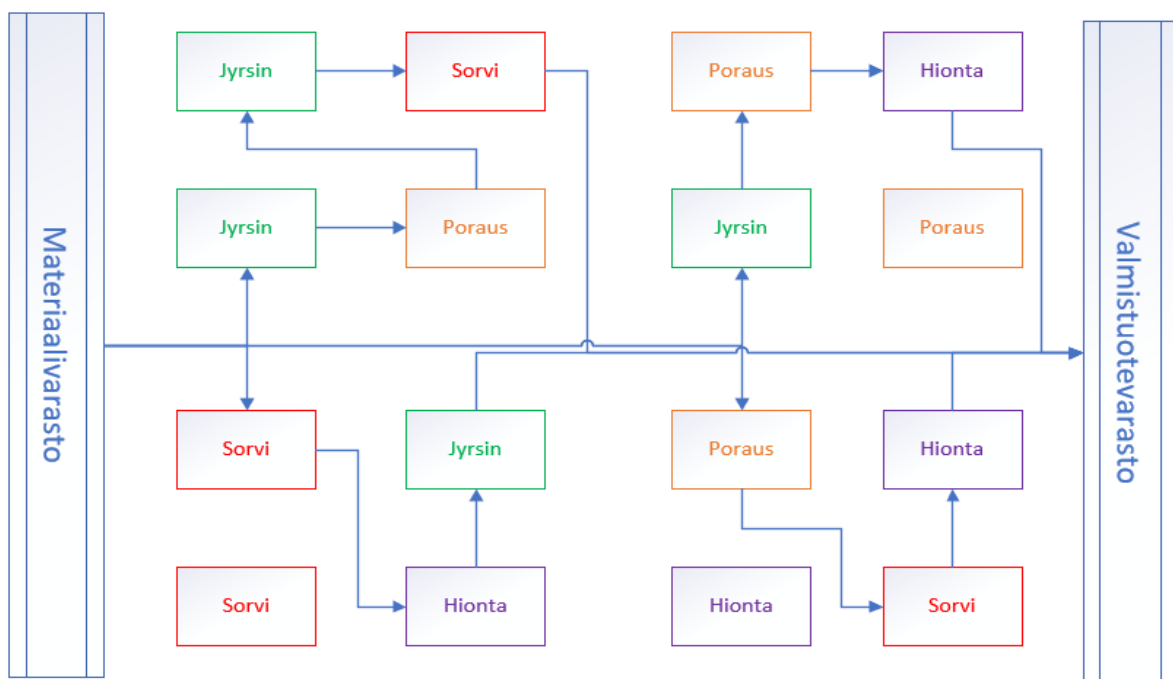
4.1.3 Solulayout

Kuten aiemmassa osiossa käytiin läpi, voidaan tuotantolinjalayoutia ja funktionaalista layoutia pitää yksinkertaistettuna toisiensa vastakohtina. Näiden kahden eräänlaiseksi välimuodoksi on kehitetty tässä osiossa selitetty solulayout. Solulayout perustuu ajatukseen, jossa yksi solu muodostaa oman itsenäisen eri koneista, laitteista ja työpisteistä kootun ryhmän, joka on suunniteltu valmistamaan vain tiettyjä tuotteita tai työvaiheita.

Solulayoutin ehdottomana etuna ovat nopeat läpimenoajat funktionaaliseen layoutiin verrattuna. Tuotteiden materiaalivirta on selkeä, eikä keskeneräistä tuotantoa synny. Tuotteiden valmistus-

määrät ovat joustavia ja koska solut on suunniteltu valmistamaan tiettyjä tuotteita, on eri tuotteiden asetusajat nopeita. Näin ollen voidaan ajatella, että solulayout on joustavampi kuin tuotantolinjalayout ja tehokkaampi kuin funktionaalinen layout. Myös laadunvalvonta on funktionaaliseen layoutiin verrattuna helppoa, koska virheet löydetään ja korjataan samassa työpisteessä mahdollisesti jopa saman työntekijän toimesta. (Haverila, ym. 2009, 478.) Tämä on mahdollista vain, kun eri työvaiheet suoritetaan peräkkäin ja yleensä yksi kerrallaan. Myös tuotannonohjaus on helppoa, koska yksi solu muodostaa vain yhden kuormituspisteen, jonka toimintaa on helppo mitata ja ohjata. Tuotteita on tarkoitus valmistaa yksittäiskappaleina tai pieninä sarjoina. (Greasley 2008, 29.)

Tuotantolinjalayoutiin verrattuna solulayoutissa vaihtelee koneiden ja laitteiden kuormitusaste ja keskimäärin ne ovat alhaisemmat. Funktionaaliseen layoutiin verrattuna solulayout ei kestä suuria tuoteportfolion muutoksia eikä kuormituksen vaihteluita. Solulayout yleensä vaatii myös työntekijöiltä monipuolisempaa osaamista, vaikka töitä tehtäisiinkin ryhmänä. (Greasley 2008, 29.) Toisaalta työntekijän näkökulmasta vaihtelevat työt voivat myös motivoida ja nostaa työntekijän tuottavuutta, kun moniosaaminen on opittu. Yleisesti solulayoutissa työskentelevä ryhmä vastaa itse työtehtäviensä suunnittelusta ja suorittamisesta, sillä solun ulkopuolinen töiden ohjaus voi olla hyvin hankalaa. (Haverila, ym. 2009, 478.)



Kuvio 6 Esimerkki solulayoutista (Inman 2021, muokattu)

4.1.4 Tuoteverstas

Yleensä suurissa tuotantolaitoksissa tuotantoa voidaan jakaa omiin pienempiin erikoistuneisiin toimintoihin, yksiköihin, tuoteverstaisiin. Tuoteverstas nimitys voidaan tuntea myös nimellä tuote-tehdas. Tuoteverstas on oma itsenäinen organisaationsa, joka vastaa omista tuotteistaan tai osavalmistuksesta. Tuotannon jako tuoteverstaisiin toteutetaan yleensä valmistusteknologian mukaisesti. Tuoteverstaalla on yleisesti oma johtonsa, sekä oma tuotannon ja materiaalitoimintojen suunnittelu. Tuoteverstaan henkilömäärät liikkuvat yleensä noin 30–100 henkilössä. Tuoteverstaisten tarkoituksena on pyrkiä nostamaan tuottavuutta ja yksinkertaistamaan toiminnanohjausta. Tuottavuuden nostaminen mahdollistetaan tuoteverstaan erikoistumisella, sekä omien talous-, tuottavuus- ja laatuvarustuiden noudattamisella. Mikäli tuoteverstaan tuotantotehtävät ovat toistuvia, niitä voi ja kannattaa automatisoida, jolloin tuottavuus paranee entisestään. Tuoteverstaan tuotannonohjaus on yleensä helppoa, sillä se luetaan yrityksen omaksi sisäiseksi toimittajaksi, joka toimittaa tarvittavat tuotteet tai osat. (Haverila, ym. 2009, 478-479.)

4.2 Layoutin valinta

Layout-mallin valinta perustuu pääasiassa tuotevalikoiman laajuuteen ja tuotemääriin. Yksinkertaistettuna tuotantolinjalayout tulee silloin kyseeseen, kun tuotetaan suuria määriä samantyyppisiä tuotteita. Funktionaalinen layout sen sijaan silloin, kun valmistettavien tuotetyyppien määrä on suurta, mutta tuotantomäärät ovat pieniä. Solulayout taas käytetään silloin, kun valmistetaan eri tuotteita toistuvasti, mutta pienissä tuotemäärissä, jolloin omia tuotantolinjoja ei kannata rakentaa. Tehdas on myös mahdollista rakentaa omista erityyppisistä osalayouteista, jolloin esimerkiksi kokoonpano voi toimia tuotantolinjalayoutin mukaisesti, kun taas oma osavalmistus tehdään funktionaalisissa- tai solulayouteissa. Funktionaalisessa layoutissa on myös mahdollista jokin työvaihe rakentaa omaksi solulayoutiksi (esimerkiksi hitsaus, hionta, maalaus). Joskus on myös kannattavaa yhdistellä riittävä määrä erilaisia tuotteita samaan valmistusprosessiin, jolloin yhteinen tuotemäärä voi olla kannattavaa valmistaa tuotantolinjassa tai solussa. (Haverila, ym. 2009, 479-480.)

Layoutia rakennettaessa on myös syytä miettiä, minkä tuoteperheen tuotteiden mukaisesti layout suunnitellaan. Tämä yleensä vaatii analyysseja ja kompromisseja suurten volyymien tuotteiden ja kannattavimpien tuotteiden valmistuksen välillä. Tämä päätös usein myös vaikuttaa siihen, onko

jokin prosessi syytä automatisoida, muuntaa tietyn tuoteperheen osavalmistus solulayoutin/funktionaalisen layoutin mukaisesti tai onko päätuotannon tahtiajan suhteen syytä valita osa tuotannosta tuotantolinjan mukaiseksi. Näihin päätöksiin vaikuttaa tietenkin myös olemassa oleva konekanta, työntekijät ja tuotantotilat. (Greasley 2008, 33.)

5 Tutkimusmenetelmät ja mittarointi

Koska opinnäytetyön ei haluttu olevan vain kehitystyötä ja koska aikataulut mahdollistivat tulosten mittaroinnin, haluttiin tehtyjen kehitystoimenpiteiden tehokkuutta myös tutkia. Tähän parhaana tutkimusmenetelmänä valikoitui avainhenkilöiden henkilöhaastattelut, sekä työkaluina aiemmin jo mainitut Lean-tuotantomallin nykytilan kartoituksen työkalut ja mittarit.

5.1 Mittarointi yleisesti

Mittaamisen keskeisenä tavoitteena on luoda ymmärrys prosessin toiminnasta. Mittareilla voidaan seurata esimerkiksi valmistusprosessien tuottavuutta, laatua, tuotantoaikoja, keskeneräisen tuotannon (KET) määrää sekä aiemmissa osioissa käytyjen hukkien esiintymistä. Mittareilla ei koskaan ole tarkoituksena valvoa työntekijöitä, koska tuotantotavoitteet määrittävät työntekijöiltä odotetun suoritustason. (Kouri 2009, 28.)

Mittariston kehittämisen lähtökohtana on määritellä yrityksen keskeisen liiketoiminnan strategiset tavoitteet ja eritellä ne toimet, joilla voidaan vaikuttaa näiden tavoitteiden saavuttamiseen. Analyysien jälkeen voidaan valita ne toimet, joita on hyödyllistä mittaroida. (Viitala 2007, 320.) Mittareiden on syytä olla yksinkertaisia ja selkeitä, niitä ei lukumäärällisesti tarvita montaa, kunhan niitä seurataan tiheästi. Lean-toimintamallin mukaisesti mittareissa olisi tärkeää keskittyä mittaroimaan tuotantoprosessin tehokkuutta ja laatua. Toimintaa ei ole mahdollista kehittää, mikäli yrityksen nykyistä suoritustasoa ei tiedetä. (Kouri 2009, 29.) Tähän perustuu tässäkin opinnäytetyössä tarvittava nykytilan kartoitus.

Ylipäätään mitä tahansa täsmällisesti määriteltä menetelmää, joka kuvaa jonkin tekijän suorituskykyä voidaan nimittää mittariksi. Mittarit voivat olla taloudellisia (kuten liikevaihto ja liikevoitto) tai ei-taloudellisia (kuten läpimenoaika tai työhyvinvointi). Kovista mittareista puhuttaessa viita-

taan yksiselitteisiin numeraalisiin mittareihin (kuten kiertonopeus tai varastosaldot), kun taas pehmeillä mittareilla viitataan usein ihmisiin liittyviin ja laadullisesti määriteltäviin asioihin (kuten yrityksen imago tai ilmapiiri). Mittareilla voidaan ajatella olevan viisi mahdollista tarkoitusta, päätöksenteko, kontrollointi, ohjaaminen, koulutus ja oppiminen sekä kommunikointi organisaation ulkopuolelle. (Viitala 2007, 135.) Esimerkiksi yrityksen valmistusta voidaan mitata syntyneiden kustannusten, tuotteiden laadun, tuotantoaikojen sekä joustavuuden suhteen. Myös työntekijöiden työtyytyväisyyttä ja poissaoloja on syytä tarkkailla. Itse yrityksen kannattavuutta voidaan mitata muun muassa voitolla eli tuloksella. (Salminen ja Uitti 1996, 174.)

Mittareita on tärkeää päivittää ja mittaamisen toimivuutta ja tarkoituksenmukaisuutta tarkastella säännöllisesti. Mittaamisen keskeisenä tarkoituksena on havaita mahdolliset ongelmakohdat ja poikkeamat välittömästi. Tämä tosin vaatii ahkeraa mittaamista ja raportointia onnistuakseen. Mikäli esimerkiksi tuotantomäärien tai laadun huomataan laskevan tai jäävän tavoitteista, tulee ongelmaan puuttua heti ja etsiä tekijät, jotka ovat olleet estä mässä tavoitteeseen pääsemistä. (Kouri 2009, 28.) Seuraavalla sivulla on esitetty seurantataulukko (Taulukko 1) auttamaan mittarointia ja seurantaa, sekä antamaan käytännön työkaluja työntekijöiden, työryhmän ja organisaation seuraamiseen.

Tämän opinnäytetyön tärkeänä mittauskohteena on erityisesti Savelan asennusvaraston suorituskyky ja ei-toivotun toiminnan karsinta mittareilla todettuja ongelmakohtia kehittämällä.

Taulukko 1 Seurantataulukko (Surakka ja Laine 2011, 202, muokattu)

	Mitä seurata?	Miksi seurata?	Miten seurata?
Työntekijät			
	Sovittujen tavoitteiden toteutus	Vaikutat työntekijöiden käyttäytymiseen ja pystyt reagoimaan mahdollisiin ongelmiin ajoissa	Viikkopalaverit, kehityskeskustelut, raportointi
	Työn laatua	Pystyt estämään esim. ylimääräisen työn, joka syntyy virheiden korjaamisesta jälkikäteen	Työn tarkkailu, keskustelut työntekijöiden kanssa, asiakaspalautteet
	Työtyytyväisyyttä ja työhyvinvointia	Voit vaikuttaa työiihtyvyyteen ja havaita mahdolliset ongelmat ajoissa	Työtyytyväisyyspalautteet, keskustelut, tarkkailu, sairauspoissaolot
	Tyytyväisyyttä esimiestyöhön	Havaitset miten toimintasi vaikuttaa työntekijöihin	Johtamisarviot, palautekyselyt
Työryhmä			
	Tavoitteiden saavuttamista	Pystyt tekemään korjaavia toimenpiteitä ajoissa	Budjetin toteutumisen seuranta, myyntiraportit, tulos
	Ryhmän yhteistyötä, töiden sujuvuutta	Huomaat, millaisia asioita voidaan sujuvoittaa ja yhteistyötä kehittää	Keskustelut, kyselyt, tarkkailu, työprosessien simulointi
	Päätösten toteutumista	Varmistat päätösten käytännön toteutuksen	Keskustelut, kuittaukset tehdyistä töistä
	Asiakkaiden tyytyväisyyttä työryhmän toimintaan	Pystyt reagoimaan mahdollisiin ongelmiin ennen kuin asiakas siirtyy kilpailijalle tai kertoo eteenpäin huonosta toiminnasta	Asiakastytyväisyysmittaukset, asiakaspalautteet
Organisaatio			
	Toimintaa ja tuloista	Osaat suhteuttaa oman toimintasi koko organisaation toimintaan ja kertoa sen eteenpäin työntekijöille	Talousraportit, erilaiset toiminnan mittarit kuten imagotutkimukset
	Muiden osastojen toimintaa	Vältät päällekkäisyyden työtehtävissä ja havaitset yhteistyömahdollisuudet	Muiden osastojen toimintasuunnitelmat ja keskustelut

5.2 Virheiden huomioiminen

Kaikissa tutkimustöissä ja mittaroinnissa on aina syytä ottaa huomioon virheet. Yleisesti mitään mittausta ei ole mahdollista tehdä täysin virheettömästi. Mittaustulos tai vastaava on aina virheelinen, sillä mittaukseen osallistuvat tekijät eivät koskaan ole täydellisiä. Mittausvirheet on mahdollista jakaa kolmeen eri luokkaan, systemaattisiin, satunnaisiin ja karkeisiin virheisiin. Systemaattiselle virheelle on olennaista, että niiden aiheuttajat ovat tiedossa ja niihin on vähintään teoriassa mahdollista reagoida, joko korjaamalla virheen aiheuttaja tai ottamalla virhe huomioon tuloksia tarkasteltaessa. Satunnaisille virheille sen sijaan olennaista on, että virheen suuruus vaihtelee satunnaisesti ja siihen ei ole mahdollisuutta vaikuttaa, muuten kuin uusimalla mittaus, jolloin virheen suuruudesta on mahdollista saada jonkinlainen käsitys. Keskiarvon laskeminen pienentää usein näitä satunnaisen virheen aiheuttamia vaikutuksia. Karkeat virheet sen sijaan syntyvät erilaisista erehdyksistä ja huolimattomuuksista, joiden suurusluokka voi olla moninkertainen systemaattisiin tai satunnaisiin virheisiin verrattuna. (Andersson ja Tikka 1997, 127-130.)

Nämä virheryhmät otettiin huomioon Savelan asennusvaraston mittaroinneissa ottamalla mitattavaksi kaikista yleisimmän ja vaihtelultaan pienimmän työvaiheen ja työkohteen. Mittaukset suoritettiin tavallisella kellolla mittaamalla ja virhemarginaalit otettiin huomioon kasvattamalla mittaus-toleranssi viiden minuutin minimiajoiksi läpäisyajakaaviossa. Näillä virhemarginaaleilla ei kuitenkaan ole kovin merkittävää roolia lopputulosten suhteen, sillä eniten aikaa vievän työvaiheen odotus kesti vuorokausia. Haastattelun virheet huomioitiin käsittelemällä haastattelutuloksia keskiarvoilla.

5.3 Tutkimusetiikka

Vastuullisen tieteen tutkimusetiikka liittyy tutkimusaiheeseen, tutkimusmenetelmiin ja aineistoihin kohdistuviin kysymyksiin. Näitä kysymyksiä ovat muun muassa menettelytavan eettisyys, tutkittavan tietoinen suostumus, tutkittavien anonymiteetti ja tutkimuksesta vetäytyminen. Ensisijaisesti vastuu hyvästä tieteellisen käytännön noudattamisesta kuuluu tutkijalle tai tutkimusryhmälle, mutta heidän lisäksi myös tutkimusyksikön johtajalle ja tutkimusta harjoittavan organisaation johdolle. Tarvittaessa vastuullisen tutkijan tulee selvittää tutkimushakemuksessaan, miten tutkimushankkeen eettiset kysymykset on otettu huomioon. (Suomen Akatemia 2022)

Tyypillisiä ja yleisimpiä tutkimuseettisiä väärinkäytöksiä ovat muun muassa väärentäminen ja plagiointi. Väärentämisellä tai havaintojen vääristämällä tarkoitetaan alkuperäisten havaintojen tai mittausten tarkoituksellista muokkaamista tai esittämistä niin, että havaintoihin perustuvat tulokset vääristyvät. Plagiointi eli luvaton lainaaminen sen sijaan tarkoittaa jonkun toisen henkilön julkituoman tutkimussuunnitelman, artikkelin tai muun tekstin tai sen osan esittämistä omanaan. (Kuula 2011, 27.) Suomessa pääsääntöisesti hyvän tieteellisen käytännön noudattaminen ja mahdollisiin väärinkäytöksiin puuttuminen ovat tutkimusta harjoittavien organisaatioiden ja viime kädessä jokaisen yksittäisen tutkijan vastuulla. Tutkimusta harjoittavien organisaatioiden tulee huolehtia siitä, että hyvien tutkimuseettisten käytäntöjen opettaminen on osa niiden antamaa koulutusta. (Kuula 2011, 23.)

5.3.1 Luottamuksellisuus ja yksityisyydensuoja

Luottamuksella annettavien tietojen suojaus yhdessä tutkimuksen käyttötarkoituksen määrittämisen kanssa muodostavat aineiston luottamuksellisuuden sisällön. Henkilötietojen ja tunnistetietojen suojausta säätelee tutkimuseettikan ohella ja sitä tiukemmin henkilötietolaki. Yleisin ja helpoin tapa huolehtia yksityisyydensuojasta on olla keräämättä tunnistetietoja tai luvata olla käyttämättä niitä tutkimuksessa, jotta tutkittavat eivät ole tunnistettavissa tutkimusjulkaisusta. Yleisesti kvantitatiivissa lomaketutkimuksissa tai edes laadullisissakaan tutkimuksissa ei ole tarvetta säilyttää tutkittavien nimiä, osoitteita tai tarkkoja syntymäaikoja. (Kuula 2011, 76-77.)

Aineisto on mahdollista myös anonymisoida, jotta sekä suorat, että epäsuorat tunnistetiedot poistetaan aineistosta tai niitä muutetaan. Olennaista on, että aineistosta ei ulkopuolinen pysty yksiselitteisesti päättelemään, keitä yksittäisiä henkilöitä tutkittavat ovat. Lomakyselyssä tällaisia epäsuoria tunnistetietoja voivat olla esimerkiksi vastaajien asuinpaikkakunnat, syntymävuodet ja tarkat ammatit. Kun kysely ei suoraan keskity tutkittavien elämään, aineisto yleisesti on anonymisoitavissa niin, että tutkittavien henkilötiedot poistetaan tai niitä ei kerätä ollenkaan. (Kuula 2011, 78-79.)

Koska tässä tutkimustyössä on tarkoituksena käyttää lomakekyselyä, jossa mitataan kehitystöiden vaikuttavuutta ja arviointia, ei haastateltavien tunnistetietoja ole tarvetta kerätä ollenkaan. Näin ollen lomakehaastattelu on täysin anonymisoitu, eikä yksityisyydensuojaa ole tarvetta määritellä.

5.4 Tutkimushaastattelu

Haastattelu on tiedonkeruutapa, jossa haastateltavilta henkilöiltä kysytään heidän omia mielipiteitään tutkimuksen kohteesta. Yksinkertaistettuna haastattelun voidaan ajatella olevan kahden henkilön välinen keskustelu, jolla on ennalta määritetty tarkoitus. Haastattelun tulee olla aina ennalta suunniteltu, jolloin haastattelija on tutustunut tutkimuksen kohteeseen sekä käytännössä että teoriassa. Ihannetilanteessa haastattelua tekevä tutkija välittää kuvauksen haastateltavan ajatuksista, käsityksistä, kokemuksista ja tunteista. Haastattelu voidaan tehdä niin sanotusti suoraan kyselymällä tai epäsuorasti esimerkiksi pyytämällä haastateltavaa tulkitsemaan erilaisia kuvia. (Hirsijärvi ja Hurme 2000, 41-43.)

Haastattelun eduksi Hirsijärvi, Remes ja Sajavaara luettelevat kirjassaan *Tutki ja kirjoita* (1997, 205) seuraavat seitsemän seikkaa:

1. Halutaan korostaa sitä, että ihminen nähdään tutkimustilanteessa subjektina. Hänelle annetaan mahdollisuus tuoda esille itseään koskevia asioita mahdollisimman vapaasti. Ihminen on tutkimuksessa aktiivisessa roolissa luomassa merkityksiä itsestään.
2. Kysymyksissä on mahdollisuus haastateltavan luoda omia suuntia vastauksilleen, joista haastattelijan on vaikea tietää etukäteen.
3. Haastateltavalla on mahdollisuus kertoa itsestään ja aiheesta laajemmin kuin tutkija pystyy etukäteen ennakoimaan.
4. Jo haastattelua suunnitellessa tiedetään, että tutkimuksen aihe voi tuottaa monitahoisia ja moneen suuntaan meneviä vastauksia.
5. Saatavia vastauksia on mahdollista selventää (henkilökohtainen haastattelu)
6. Lisäkysymyksiä voidaan esittää tarpeen vaatiessa ja näin syventää saatavia tietoja. Haastateltavalta voidaan pyytää myös perusteluja esittämilleen mielipiteille (henkilökohtainen haastattelu)
7. Voidaan tutkia arkoja tai vaikeita aiheita, joita ei välttämättä muuten ole soveliasta tai mahdollista kerätä. (anonyymit kyselylomakkeet).

Haastattelun haittoina voidaan sen sijaan Hirsjärven ja Hurmeen kirjan *Tutkimushaastattelu* (2000, 35) mukaan luetella seuraavat kuusi seikkaa:

1. Haastattelijalta vaaditaan taitoa ja kokemusta, jotta aineiston keruuta voidaan säädellä joustavasti tilanteen edellyttämällä tavalla.
2. Haastattelijan rooliin ja tehtävään pitäisi kouluttautua.
3. Haastattelu vie aikaa, sillä haastattelusta pitää sopia, haastateltavat tulisi etsiä ja haastattelu pitää toteuttaa. Myös haastattelutulosten purkaminen vaatii oman aikansa.
4. Haastattelun katsotaan sisältävän monia eri virhelähteitä. Virheitä aiheutuu sekä haastattelijan, että haastateltavan toiminnasta. Haastateltavalla saattaa muun muassa olla taipumus antaa sosiaalisesti suotavia vastauksia haastattelijalle.

5. Haastattelu aiheuttaa yleisesti kustannuksia (lähinnä henkilökotainen haastattelu)
6. Vapaamuotoisen haastatteluaineiston analysointi, tulkinta ja raportointi on hankalaa, koska valmiita ”malleja” ei ole olemassa.

Haastattelu on siis systemaattinen tiedonkeruumenetelmä. Haastattelulla on aina tavoitteet ja sen avulla pyritään saamaan mahdollisimman luotettavia ja päteviä tietoja. Tätä nimenomaisesti tarkoittaa termi tutkimushaastattelu. Haastattelutyypit voidaan jakaa kolmeen ryhmään niiden rakenteen mukaan. Nämä kolme tyyppiä on strukturoitu haastattelu eli lomakehaastattelu, teemahaastattelu ja täysin strukturoimaton haastattelu eli avoin haastattelu. (Hirsjärvi;Remes ja Sajavaara 1997, 207-208.)

5.4.1 Strukturoitu haastattelu eli lomakehaastattelu

Nimensä mukaisesti lomakehaastattelu toteutetaan käyttäen lomaketta. Lomakkeessa kysymysten ja väitteiden järjestys ja muoto määritetään etukäteen. (Hirsjärvi;Remes ja Sajavaara 1997, 208.) Tämän tarkoituksena on se, että kysymyksillä on sama merkitys kaikille. Lomakehaastattelussa myös kysymysten vastausvaihtoehdot on annettu valmiiksi haastateltavalle. On olemassa myös puolistrukturoitu haastattelumalli, jossa kysymykset ovat kaikille samat, mutta vastausvaihtoja ei ole annettu, jolloin haastateltava vastaa omilla sanoillaan. (Eskola ja Suoranta 1998, 86.)

Lomakehaastattelu sopii parhaiten silloin, kun halutaan testata muodollisia hypoteeseja, kun halutaan kerätä tarvittava aineisto helposti tai kun halutaan kerätä faktatietoa ja haastattelijä tietää millaista tietoa haastateltavilta on mahdollista saada. (Hirsjärvi ja Hurme 2000, 45.) Lomakehaastattelu on yleisesti vain kvantitatiivisen tutkimuksen aineistonkeruumenetelmä, mutta sitä on myös mahdollista käyttää laadullisessa tutkimuksessa, koska haastateltavat on mahdollista ryhmitellä vastaustensa perusteella laadullisiin luokkiin (esimerkiksi hyvin kiinnostuneet, vähän kiinnostuneet, ei lainkaan kiinnostuneet). (Tuomi ja Sarajärvi 2009, 74-75.)

5.4.2 Teemahaastattelu

Teemahaastattelua voidaan pitää lomake- ja avoimen haastattelun välimuotona. Teemahaastattelun ideana on, että haastattelun aihepiirit eli teemat, on tiedossa haastattelun aikana, mutta kysy-

mysten tarkka muotoilu ja järjestys ovat avoimia. (Hirsjärvi;Remes ja Sajavaara 1997, 208.) Haastattelijalla on tyypillisesti käytössä jonkinlainen tukilista, josta selviää käsiteltävät asiat, mutta tarkoituksena ei ole, että kysymykset on muotoiltu valmiiksi. (Eskola ja Suoranta 1998, 86.)

Teemahaastattelun periaate on, että etukäteen valitut teemat perustuvat tutkimuksen viitekehykseen eli tutkittavasta ilmiöstä tiedettyyn tietoon. On tutkijasta kiinni, kuinka tarkasti laadullista tutkimusta noudatetaan esimerkiksi siinä suhteessa, että esitetäänkö kaikille haastateltaville samat kysymykset samassa järjestyksessä ja noudatetaanko kaikkien haastateltavien kysymyksissä samoja sanamuotoja jne. Yleensä teemahaastattelussa kuitenkin sallitaan intuitiiviset ja kokemusperäiset havainnot, kuin rajoitetaan pysymään vain tiukasti tietyissä kysymyksissä. (Tuomi ja Sarajärvi 2009, 75.)

5.4.3 Strukturoimaton haastattelu eli avoin haastattelu

Viimeisenä kolmantena ryhmänä haastatteluissa on strukturoimaton haastattelu eli avoin haastattelu. Avoimessa haastattelussa haastattelutilanne muistuttaa kaikista eniten tavallista keskustelua. Haastattelija ja haastateltava keskustelevat tietystä aiheesta, mutta esimerkiksi kaikkien haastateltavien kanssa ei keskustella samoista aiheista. (Eskola ja Suoranta 1998, 86.) Avoimessa haastattelussa haastattelijan tarkoituksena on selvittää haastateltavan ajatuksia, mielipiteitä, tunteita ja käsityksiä sitä mukaa, kun niitä tulee ilmi haastattelun kuluessa sekä reagoida niihin tarpeen mukaan. Haastattelun aiheet voivat näin ollen myös vaihtua kesken haastattelun, aivan kuten tavallisessa keskustelussakin. (Hirsjärvi;Remes ja Sajavaara 1997, 209.) Tämä tosin harvoin on haastattelijan tarkoituksena, vaan haastattelijalle annetaan vapaus osallistua haastateltavan kanssa keskusteluun omilla intuitiivisilla ja kokemusperäisillä lähestymisillä ja väliintuloilla. (Tuomi ja Sarajärvi 2009, 76.) Tavallisesti avointa haastattelutyyppiä käytetään kliinisissä tutkimuksissa esimerkiksi lääkäreiden ja pappien toimesta tai terapeuttisissa keskusteluissa psykologien tai sosiaalityöntekijöiden toimesta. (Hirsjärvi ja Hurme 2000, 45.)

5.4.4 Haastattelutyypin ja haastateltavien valinta

Ensisijaisesti haastattelututkimusta tehdessä tulisi tehdä valinta, miten halutaan haastatella (lomakehaastattelu, teemahaastattelu, avoin haastattelu). Tämän lisäksi haastattelun toteutusmuoto tulisi valita. Näitä toteutusmuotoja ovat yksilöhaastattelu, parihaastattelu ja ryhmähaastattelu.

Tutkijan vastuulla on itse pohtia, mikä menettely omassa tutkimuksessa takaa todennäköisesti parhaan lopputuloksen. Tähän vaikuttaa erityisesti haastateltavien ja tutkimuksen aiheen valinta. (Hirsjärvi;Remes ja Sajavaara 1997, 210.)

Hirsjärvi ja Hurme luettelevat kirjassaan Tutkimushaastattelu (2000, 56) tutkimussuunnitelman osat seuraavanlaisesti:

- Tutkimuksen tarkoituksen lyhyt luonnehdinta ja tutkimuksen mahdollinen ankkuroiminen teoriaan
- Lyhyt katsaus siihen, mitä tutkimuksia aiemmin on tehty samasta aihepiiristä ja miten tehtävä tutkimus sijoittuu suhteessa tähän kirjallisuuteen, mitä uutta se tuo
- Tutkimuksen luonteesta riippuen tutkimuksen oletukset tai ongelmien tarkennus
- Tiedot siitä, keitä henkilöitä tutkimus koskee ja montako henkilöä on tarkoitus tutkia
- Hahmotelma siitä, miten tutkimustiedot kerätään
- Arvio tarvittavista voimavaroista
- Aikataulu

Haastateltavien valinnassa on tärkeää muistaa, mitä ollaan tutkimassa. Tutkittavasta asiasta riippuen on hyvä valita haastateltavat joko jonkin tietyn teeman perusteella tai heidän asiantuntemuksensa ja kokemuksensa perusteella. Tärkeä kriteeri tällöin on varmistaa, että haastateltavalla on omakohtaista kokemusta käsiteltävästä asiasta. (Vilkkä 2021, 109.)

5.4.5 Haastattelusuunnitelma

Vaikka tässä opinnäytetyössä pääpaino on Savelan asennusvaraston kehitystoimenpiteiden suunnittelussa, toteutuksessa, onnistumisen mittaroinnissa sekä uusien mahdollisuuksien luomisessa ja tutkimisessa, halusin myös ottaa mukaan tutkimushaastattelun, jolla halusin varmistaa tehtyjen kehitystoimien toimivuuden, paremmuuden/huonommuuden, kattavuuden ja mahdolliset kehityskohteet. Koska lähipiirin työntekijöiden ja esimiesten haastattelu teemahaastattelun tai erityisesti avoimen haastattelun avulla voisi helposti karata ohi aiheen, päädyin yksinkertaisimpaan ja helpoimpaan haastattelumuotoon eli lomakehaastatteluun. Lomakehaastattelu on myös paras tapa saada eri aikataulujen mukaan työskentelevät henkilöt vastaamaan haastatteluun. Lomakehaastattelun valintaan vaikutti myös merkittävästi nykyisten lomakepohjaisten sovellusten helpot käyttöliittymät ja niiden helppo saatavuus yritysten sovelluspaketeissa (Microsoft Forms tässä tapauksessa).

Yleisesti verkkolomakepohjaiset tutkimukset ovat lisääntyneet huomattavasti nykyaikana erityisesti niiden käytännöllisyyden vuoksi. Verkkolomake on helppo lähettää sähköisesti sadoille vastaanottajille, jolloin säästyy merkittävästi aikaa, postituskuluja ja painopaperia. Tämän lisäksi vastaukset saadaan kerättyä usein heti vastaajan vastattua. Myös monimutkaisetkin kysymysrakenteet ja automatisoinnit ovat mahdollisia, toisin kuin paperi pohjaisissa tutkimuksissa. Verkkopohjaiset lomaketutkimukset saavat lisäksi usein suuremman vastausprosentin kuin perinteinen postilomake. Mikäli verkkolomake on vapaasti kaikkien saatavilla verkossa, voi tutkimuksellisenä ongelmana nousta esille aineiston edustavuus ja luotettavuuden arviointi. Tämä ei kuitenkaan yleensä nouse ongelmaksi tutkimusryhmän ollessa rajattu tai muuten kohdennettu. (Kuula 2011, 120.)

Haastateltavien valinnalla ei ollut tutkimuksen kannalta kovin suurta merkitystä, koska sähköinen lomakehaastattelu oli helppo lähettää sähköpostin välityksellä koko Jyväskylän Field Servicen osastolle. Pidin myös tärkeänä, että haastatteluun osallistuvat saavat vastata anonymisti, jotta haastateltavat voisivat antaa mahdollisia kehitysideoita tai palautteita mahdollisimman rehellisesti. Tämän lisäksi myöskään yksityisyyden suojaus ei noussut ongelmaksi tutkimuksen eettisten näkökulmien kannalta. Aikatauluksi haastattelulle valitsin viikon 47 marraskuussa 2021, koska silloin syksyn kiireet olivat jo monella helpottaneet ja vastausprosentin ajattelin olevan parempi.

Haastattelukysymykset muotoilin koskemaan Savelan asennusvaraston kehitystöitä, jotka olivat muuttaneet vanhaa. Näihin monella oli jokin kontakti, mitä kahta vertaillaan. Kysymyksiä täysin uusien konseptien luonnista (kuutioiden standardointi jne.) en pitänyt vielä tässä vaiheessa kovin merkityksellisinä, enkä myöskään osannut muotoilla niitä siten, että olisin vastaajan saanut ymmärtämään mitä kysymyksellä tarkoitetaan. Tämän lisäksi nämä uudet konseptit eivät koskettaneet niin montaa henkilöä, mitä kysymyksissä esitellyt kehitystoimet.

5.4.6 Haastattelun toteutus

Käytin lomakehaastatteluun sähköistä Microsoft Forms -verkkokyselyalustaa. Microsoft Forms antaa mahdollisuuden käsitellä haastateltavien vastauksia helposti suoraan Microsoft Excelissä. Laadittu lomakehaastattelupohja löytyy liitteestä 15. Haastateltaviksi valitsin Jyväskylän Field Service osaston koko henkilöstön (42 henkeä) ja vastaaminen oli täysin anonymiä. Haastattelun anonymisoinnin perustelut käyvät ilmi aiemmin jo läpikäydyssä Tutkimusetiikka -osiossa.

Haastateltavista he, jotka eivät ole työnsä puolesta tekemisissä Savelan asennusvaraston kanssa tai, jotka eivät tiedä siellä tehdyistä muutoksista ohjautuivat vastaustensa perusteella suoraan haastattelun loppuun. Näin ollen varmistettiin, että kaikki saatavat vastaukset ovat henkilöiltä, jotka tietävät mistä kysymyksissä puhuttiin, mikäli vastaaja on siis ollut rehellinen. Toisaalta henkilökohtaisesti uskon, että riski epärehellisyydelle on melko pieni tämänkaltaisissa töihin tai työympäristöön liittyvissä epävirallisissa lomakehaastatteluissa. Lomakehaastattelun tulokset löytyvät liitteestä 16 ja niitä käydään läpi osiossa 7 Kehitystoimenpiteiden arviointi. Lomakehaastattelun lopussa vastaajat saivat antaa arvosanan kyselystä ja haastattelun arvosanaksi muodostui 25 arviointiantajan keskiarvolla 4,28/5.

6 Kehitystoimenpiteet

6.1 Nykytilan kartoitus

Vaikka oli alusta asti jo selvää, että Savelan asennusvaraston layout vaatii muutoksia, haluttiin nykytila silti kartoittaa, jotta tulevaisuudessa mahdollisesti tehtäviä tarkasteluja voidaan verrata aiempaan. Tästä toimintatavasta oli tietenkin hyötyä tämän opinnäytetyön kannalta, sillä olin tekemässä näitä kehitystoimenpiteitä ja nyt pystyn niiden onnistumista tutkimaan tässä opinnäytetyössä.

Savelan asennusvaraston nykytila ennen kehitystoimenpiteitä haluttiin mitata yksinkertaisesti ja helposti. Lean-tuotantomallin kehitystyökaluista näiksi valikoitui spagettikaavio ja läpäisyakavio. Tämän lisäksi alkuperäinen layout tuli mitata ja piirtää, koska haluttuja muutoksia oli helpompaa hahmotella tietokonemallissa, eikä erillisiä mittailuja hallitasolla tarvittu.

6.1.1 Vanhan layoutin mallinnus

Alkuperäisestä layout-mallista haluttiin mahdollisimman tarkka, jotta seuraavat projektin työvaiheet tulisivat mahdollisimman helpoiksi. Alkuperäiseen layout-mittakuvaan mitattiin ja mallinnettiin kaikki olemassa olevat hyllyt, työkalukuutiot, pöydät, kaapit, laatikot, työkoneet jne. (Liite 1). Liitteessä 2 olevassa layout-kuvassa kyseinen asennusvarasto on mittasuhteiden puolesta piirretty lähtötilanteen mukaisesti puhtaaksi.

6.1.2 Hukan mittaus

Merkittävä osa Savelan asennusvarastolla syntyvästä hukasta johtui pääasiassa osiossa 3.1.2 Hukka kerrotuista kolmesta mudan (waste) osa-alueesta. Kyseiset osa-alueet olivat tarpeeton kuljettelu, tarpeettomat varastot sekä tarpeeton liikkuminen. Koska varastoissa lähes aina liikkuminen on tarpeellista (pois lukien automaattivarastot), haluttiin tässä opinnäytetyössä demonstroida kuinka paljon asennusvarastolla täytyy kulkea, jotta telahuollossa tarvittava työkalulähetys saadaan kerättyä ja lähetettyä. Liitteessä 3 on esitetty kyseinen tapahtumaketju spagettikaaviona. Kuten aiemmin spagettikaavion teoriaosiossa käytiin läpi, on spagettikaavio yksinkertainen, mutta tehokas tapa kartoittaa ja osoittaa hukan määrä prosessissa tai työvaiheessa. Tästä mitatusta spagettikaaviosta käy ilmi, kuinka sekava ja 5S-järjestelmän vastainen Savelan asennusvarasto todellisuudessa on. Tämä onkin yksi Savelan asennusvaraston merkittävimmistä ongelmista ja on ollut jo pitkään tiedostettu, että toimintaympäristönä asennusvarasto ei ole tehokas, tavarat ovat usein hukassa tai niille ei ole löytynyt sopivaa paikkaa. Tämä mittaus viimeistään vahvisti tarpeen kehittystoimenpiteille.

Kuten virtauksen teoriaosuudessa käytiin läpi, voidaan virtauksen tehokkuutta mitata tuotannon läpimenoajan avulla tai tässä tapauksessa työkalulähetysten keräysprosessin läpimenoajan avulla. Ja kuten läpimenoajan teoriaosuudessa käytiin läpi, on layoutin kehittäminen yksi yleisimmistä tavoista lyhentää läpimenoaika. Tuotannon materiaalivirtoja, tai tässä tapauksessa työkalulähetysten keräystä, selkeytetään ja sijoitetaan työpisteitä lähemmäksi toisiaan. Erityisesti työpisteiden sijoittelu lähemmäksi toisiaan vähentää siirtoja niiden välillä ja välivarastot pienenevät, tai kuten tässä tapauksessa, selventävät varaston hajallaan olevia työpisteitä ja materiaalivarastoja samoihin pisteisiin, jolloin työntekijän etsimät saman tyyppin työkalut tai muut laitteet löytyvät kerralla ja yhdellä siirtymisellä.

Spagettikaavion lisäksi hukkaa haluttiin mittaroida läpäisyajakaavion avulla. Liitteessä 9 on esitetty aiemman layoutin ja standardoimattoman työkalukeräyksen ja -lähetysten vaatima aika läpäisyajakaaviona. Liitteessä esitettyssä läpäisyajakaaviossa hukaksi on merkitty kaikki työvaiheet, jotka eivät tuottaneet lisäarvoa lähetysten kannalta. Näiksi arvoa tuottamattomiksi työvaiheiksi luettiin muun muassa kaikki etsimiset, selvitykset ja kaikki muut työvaiheet, jotka voisivat jo olla valmiiksi tehtyinä. Alun lähtötietojen (huollon kohteen ja -laajuuden) selvittämistä ei laskettu hukaksi, sillä tämä tulee aina selvittää tavalla tai toisella.

Näitä molempia kaavioita, spagetti- ja läpäisyajakaavioita, voidaan verrata myöhemmin nykytilan layoutin ja standardoidun työkalukuution vastaaviin.

6.2 Layout-muutos

Kuten layout-osion teoriaosiossa käytiin läpi, on layout-suunnittelun keskeisenä tavoitteena suunnitella materiaalivirrat mahdollisimman tehokkaiksi. Materiaalien kuljetuskerrat ja kuljetusmatkat tulisi minimoida mahdollisimman pieniksi. Nämä selkeät materiaalivirrat mahdollistavat helpon toiminnan tuotannossa tai tässä tapauksessa varastolla. Työpisteet tulisi aina sijoittaa siten, että materiaalien tarpeelliset siirtoetäisyydet olisivat mahdollisimman lyhyet.

Kuten aiemmin mainitusta liitteen 9 spagettikaaviosta käy ilmi, oli Savelan asennusvarasto erittäin sekava ja turhaa työtä aiheuttava tehokkuusmielessä. Oli ollut pitkään tiedossa, että erityisesti tilanteissa, joissa työkalulähetykset odottavat työmaalle lähettämistä, tai kun työmailta palasi työkalulähetyskiä, puuroutui Savelan asennusvarasto täysin. Tähän pääasiallinen syy oli se, että koska lähtevä ja saapuva tavara kuljetettiin molemmat keskeltä hallia saman nosto-oven kautta, ei ahdas käytävämallinen layout sopinut tähän. Ahtaudesta johtuen tavaroita oli usein hankala siirrellä niiden omille paikoilleen kaikkien keskikäytävän kulkuaukkojen ollessa tukossa. Varaston lähtökohta käy ilmi liitteessä 6 esitellyistä valokuvista. Kuten valokuvistakin käy ilmi, ei entinen layout ollut toimiva ratkaisu. Tästä syystä piirrettiin uusi layout (liite 4).

Uuden layoutin kuvasta nähdään, että uusi layout on huomattavasti väljempi kuin vanha layout, mikä oli hyvin tärkeä kriteeri, kun uutta layoutia suunniteltiin. Keskelle hallia jätettiin tarkoituksella iso tyhjä alue, jotta lähtevien ja palaavien työkalulähetysten täyttäessä lattiapinta-alaa, varastolla pystyy silti helposti ja turvallisesti liikkumaan. Lähtevien ja saapuvien työkalulähetysten odottamisen karsinnassa ei nähty kovin yksinkertaisia toimintamallimuutoksen mahdollisuuksia, sillä kaikki työkalulähetykset vaativat lämpimän varastoinnin ja varastointi on Savelan asennusvaraston pääasiallinen tehtävä. Myöskään mahdollinen JIT-tuotantomallin mukainen imuohjautuva työkalulähetysten keräily ei nykyisillä resursseilla ja mahdollisimman pienillä investoinneilla ole mahdollista toteuttaa. Näistä syistä tyhjän lattiapinta-alan lisääminen nosto-oven edustalle oli helpoin ja edullisin kehityskohde, jotta aiemmin ongelmana ollut ahtausta saatiin ratkaistua. Uudessa layoutissa nosto-oven edustan tyhjä lattiapinta-ala muutoksen jälkeen saatiin noin 240 neliometriin. Tämä

tyhjä lattiapinta-ala mahdollistaa myös aiempaa paremmin esimerkiksi erilaisia omien tai asiakkaan komponenttien huoltotöitä Savelan asennusvaraston tiloissa, häiritsemättä liikaa varaston muuta toimintaa. Tähän ei ennen ollut juuri mahdollisuuksia hallin ahtauden takia.

Tämän lisäksi kaikki työstövälineet, hitsauslaitteet, hydraulipuristin, hiekkapuhallin ja niiden tarvikkeat, raaka-ainevarastot ja ruuvihyllyt on sijoitettu samaan työpisteeseen laajentamalla tulityöpiste käsittämään myös työstökonealue. Isommalla tulityöpisteellä on myös turvallistettu työkentelyä aiemmin hyvin ahtaassa tulityöpisteessä. Layout-suunnittelussa hyödynnettiin siis teoriaosuudessa käytyä yleispätevää funktionaalista layout-mallia. Kaikki työkalujen, laitteiden ja vastaavien korjaukseen tarvittavat koneet, laitteet, materiaalit ja huoltotyökalut löytyvät uudessa layout-mallissa samasta työpisteestä. Myös nostoliinat, nostovälineet, pakkausmateriaalit, pakkausdokumentit, sähkötarvikkeet, hydrauliikkatarvikkeet ja kaikki muu irtaimisto on sijoitettu samoihin paikkoihin, mikä auttaa työntekijöitä löytämään etsimänsä helpommin ja nopeammin.

Koska Savelan asennusvarastolla ei valmisteta juuri mitään, ei ollut tarvetta miettiä tuotantomielessä layoutin läpimenoaikoja, tuotannonohjausta tai edes tuotteiden siirtoaikoja tai matkoja. Toisaalta asennusvarastolle ei myöskään soveltunut mikään varastoille tarkoitettu layout, sillä asennusvaraston toiminta perustuu aina siihen, että lähetettävät tuotteet palaavat takaisin säilytykseen projektin jälkeen. Asennusvarasto on siis periaatteessa vain työkalujen ja muiden laitteiden säilöntäpaikka, jossa on mahdollisuus omatoimisesti tarkastaa, huoltaa, korjata ja muokata työkaluja, mittalaitteita, laitteita ja lähetyspakkauksia. Funktionaalisen layoutin lisäksi layout-suunnittelussa otettiin huomioon myös 5S-menetelmän toimintamalli siten, että 5S-menetelmän käyttöön ottoon on parhaimmat edellytykset. Tilat ovat mahdollisimman selkeästi ja väljästi aseteltu, jotta tavaroiden järjestely, siivous ja siistinä pito olisi mahdollisimman helppoa. Erityisesti oli tärkeää, että jokaiselle tavaralle olisi oma paikkansa, josta tarvittava tavara löydetään ja osataan palauttaa takaisin omalle paikalleen. Tämä on hyvin tärkeää esimerkiksi työkalukuutioiden osalta, koska samannäköiset kuutiot voivat väärissä paikoissa näyttää erehdyttävästi jonkin toisen huolto-kohteen työkalukuutiolta ja näin aiheuttaa väärän saldotiedon kertomista eteenpäin, esimerkiksi kun odotetaan jotakin kuutiota maailmalta monen kuukauden projektin jälkeen. Tästä syystä myös näillä paljon poissaolevilla työkalukuutioilla on omat paikkansa layoutissa.

Uudelle layoutille kysyttiin hyväksyntä varastolla eniten työskenteleviltä, jonka jälkeen se esiteltiin esimiehelle. Esimies innostui välittömästi uudesta layoutista ja se sovittiin toteutettavaksi täysin uuden layoutin mukaisesti. Rahallisesti uuden layoutin toteutus vaati rakennustarkastajan käynnin, henkilönostimen vuokraamisen, palotarkastajan käynnin sekä omien asentajien työtunnit. Uusia investointeja ei uusi layout-malli vaatinut. Uusia hyllyjä löytyi yrityksen muista tiloista, ja niistä rakennettiin uudet varastohyllyt Savelan asennusvaraston ulkolipan alle. Näissä ulkohyllyissä on tarkoitus säilyttää suurempia tyhjiä työkalukuutioita ja muita suurikokoisia kollilaatikoita.

Layout-muutoksen työt tehtiin pääsääntöisesti kesän 2019 aikana. Liitteessä 7 on esitetty valokuvia toteutusvaiheesta. Tarpeesta kehittää varastoa kertoi paljon se, että koko Savelan asennusvaraston henkilöstö lähti mukaan projektiin, eikä soraääniä juuri kuulunut. Layout-muutoksen lisäksi myös varaston yleisvalaistus päivitettiin energiankulutuksen ja työviihtyvyyden johdosta led-tekniikkaan. Tällä oli selkeä parannusvaikutus hallin siisteyden visuaaliseen olemukseen.

Layout-muutoksen toteutusvaiheen loppupuolella, pääosin rakennusteknisistä ongelmista johtuen, taljojen koeponnistuslaitteistoa ei pystytty siirtämään uuden layout-mallin mukaisesti hallin nurkkaan, vaan se ja taljojen tarkastuspöytä piti jättää entisille paikoilleen. Tästä syystä johtuen myös työkaluvetolaatikostot täytyi jättää vanhoille paikoilleen ja työkalulaukut jouduttiin sijoittamaan ruuvihyllyjä vastapäätä. Lopullinen layout (2021) on esitetty liitteessä 5 sisältäen myös asennusvaraston ulkolipan uudet varastotilat.

6.3 Työkalukuutiot ja työkalulistaukset

6.3.1 Yleisesti

Savelan asennusvarasto ei itsessään tuota yritykselle tuloja, vaan on ainoastaan kuluerä yrityksen toiminnassa. Sen sijaan Savelan asennusvarastolla säilötään, huolletaan ja käsitellään tuloja tuottavia työkaluja, mittavälineitä, työstökoneita ja vastaavia projekteissa tarvittavia välineitä. Tästä syystä merkittävä osa asennusvaraston kehitystoimenpiteistä oli syytä keskittää layoutin lisäksi myös työkalulähetysten kehitykseen.

6.3.2 Työkalukuutioiden standardointi

Tässä mukaan tuli aiemmin osiossa 3.2.4 kuvattu standardoitu työ ja osion 3.2.3. 5S-menetelmät. Työkalulähetykset olivat aiemmin lähes aina täysin räätälöityjä. Asennusvalvontaa suorittamaan lähtenyt valvoja keräsi itse tai laati listan, jonka mukaan joko hän itse, tai joku paikalla ollut asentaja tai kollega keräsi tarvittavat työkalut, pakkasi ne parhaiten soveltuvaan kalliin ja laati lähetyslistat ja muut tarvittavat dokumentit. Tämä toimintamalli oli hyvin hidas ja työläs ja siinä havaittiin merkittävää kehityspotentiaalia. Erityisesti sen johdosta, että pääsääntöisesti Field Servicen projektit jakautuvat muutamaan päätyöhön, joissa tarvitaan samat työkalut ja muut laitteet. Näiden projektien työkalut olisi täten helppo standardoida ja tätä lähdettiin toteuttamaan.

Koska oli selvää, että työkalujen lähetys tulisi standardoida, päätettiin yleisimpien kolmen huolto-kohteen työkalut standardoida omiksi työkalukuutioiksi. Aiemminkin oli jo käytössä metallirunkoisia työkalukuutioita, joita oli tarpeiden mukaan räätälöity, mutta tässä ajatusmallissa tarkoituksena oli standardoida uudet työkalukuutiot piirustusten ja sisältölistausten avulla. Periaatteena pidettiin sitä, että jokainen uusi työkalukuutio voitiin tilata olemassa olevien dokumenttien avulla mahdollisimman pienillä räätälöintitarpeilla. Liitteissä 11 ja 12 on esitetty tämän standardointiajatusmallin mukaisesti suunniteltu työkalukuutioon piirustus ja toteutuskuva sekä havainnekuva standardoidusta työkalujen sisältölistauksesta (Liite 13). Tätä hankintalistaa ostajat voivat käyttää esimerkiksi myytessä uusia työkalukuutioita suoraan Valmetin yksiköihin ympäri maailmaa.

6.3.3 Työkalulistaukset

Nämä aiemman osion standardointitoimenpiteet eivät kuitenkaan päteneet aiemmin hankittuihin työkaluihin, työkalukuutioihin ja muihin laitteisiin, joten myös vanhojen työkalukuutioiden kehitykseen tuli panostaa, jotta lähetysprosesseja pystyttiin kehittämään. Tämä toteutettiin modernisoidulla työkalukuutioiden sisältölistaukset yhteisen mallin mukaiseen Excel-malliin. Tässä mallissa pystyttiin erilaisissa työkalulähetyksissä tarvittavat sisältölistaukset yhdistämään yhteen pohjaan, jota pystyttiin tarpeen mukaisesti automaattisesti räätälöimään makrojen avulla (esimerkiksi vaihtamaan kielisyys jne.). Kyseiseen mallipohjaan on tarkoitusta lisätä automaattisesti juoksevilla numeroinnilla työkalukuutioon jokaisen työkalun/nimikkeen nimi (englanniksi, suomeksi ja venäjäksi), tullikoodi, paino, arvo ja valmistusmaa. Nämä kaikki tiedot ovat tarpeellisia monissa kansainvälisissä työkalulähetyksissä. Näistä vaatimuksista kerrotaan lyhyesti lisää seuraavassa osiossa.

Kokonaisuudessaan tämä oli hyvin työläs työvaihe, mutta erittäin hyödyllinen, sillä jokaisessa EU-alueen ulkopuolisessa kansainvälisessä työkalulähetyksessä nämä tiedot tuli kuitenkin aina täyttää. Esimerkki tästä yhteisestä Excel-mallista löytyy liitteestä 14. Tässä esimerkkilistauksessa on esitetty tavallisen telahuollossa käytetyn työkalukuutioon sisältö, ja kuten listasta käy ilmi, on tällaisessa tavallisessa työkalukuutiossa yhteensä 601 eri nimikettä. Tämänlaisten nimikemäärien käsittely ilman mahdollisimman automaattista sisältölistausta oli aiemmin hyvin hidasta ja työlästä. Tämä uusi mallipohja otettiin hyvin käyttöön, sillä kaikilla työkalulähetysten parissa työskennelleillä oli omat ikävät kokemuksensa vanhan mallin mukaisesta toiminnasta ja tämänkaltainen standardointi ja automatisointi helpotti huomattavasti yleisimpien työkalulähetysten tekemistä.

6.3.4 Tulliasiakirjat

Koska Savelan asennusvaraston työkalulähetykset ovat aina väliaikaisia lähetyksiä, joissa lähetetään ammatinharjoittamisvälineitä asiakkaan toimitiloihin, ei niihin päde samat vaatimukset kuin kaupallisissa vientitavaroissa. Tästä huolimatta myös väliaikaisista lähetyksistä joudutaan antamaan tullille vienti-ilmoitus. Vienti-ilmoituksen voi tehdä joko itse tai valtuuttaa esimerkiksi huolintayritys tekemään sen. (Vientitavaran tulliselvitys 2021)

Väliaikaisissa maastavienneissa käytetään ATA carnet -tulliasiakirjaa, joka on kansainvälinen tulliasiakirja, jonka avulla tavaroita voidaan viedä tulliyhteisön piiriin liittyneisiin maihin tulli- ja verovapaasti korkeintaan yhdeksi vuodeksi (Keskuskauppakamari 2021). ATA carnet -tulliasiakirjan myöntää kunkin sopimukseen liittyneen maan oma keskuskauppakamari. Nämä kauppakamarit muodostavat eri maissa tullimaksujen takuurenkaan. EU-alueen sisällä ATA Carnet -tulliasiakirjaa ei tarvita (Logistiikanmaailma 2021).

Savelan asennusvaraston ja valvojan laatiman työkalulähetysten suurimmat vaatimukset koskevat ATA carnet -tulliasiakirjan vaatimaa tavaraluetteloa. Tavaraluettelolle on annettu omat vaatimukset ja ulkonäkö. Tavaraluettelossa on oltava juokseva numerointi, jotta jokainen tavara on mahdollista tunnistaa ja todentaa. Tämän lisäksi kaikista tavaroista on löydettävä tullikoodi, lukumäärä, nettopaino, arvo euroissa, lähetysten yhteisarvo ja tavaran alkuperämaa kansainvälisellä maakoodilla (Keskuskauppakamari 2019).

Erityisesti näitä ATA carnet -tulliasiakirjan tavaraluettelovaatimuksia haluttiin helpottaa uuden sisältölistauksen avulla, jotta lähetettävillä työkalukuutioilla ATA carnet -prosessi olisi mahdollisimman helppo suorittaa ilman listauksen tekemistä joka kerta uudestaan. Työkalukuution sisällön pysyminen samana mahdollistettiin työkalukuutioiden standardoinnilla. Esimerkki nykyisin käytössä olevasta työkalukuution tavaraluettelosta löytyy liitteestä 14.

7 Kehitystoimenpiteiden arviointi

7.1 Uusi layout vs. vanha layout

Kuten aiemmassa layout-kehityksen osiossa käytiin läpi, Savelan asennusvaraston uusi layoutmuutos on ollut tarpeellinen ja tehty kompromisseiltaan onnistuneesti. Hallin yhtenäinen tyhjä lattia-pinta-ala on kasvanut noin 100 neliömetristä noin 240 neliömetriin, mikä on mahdollistanut väljempää tavaroiden käsittelyä, kasausta ja purkua, työvaiheita, jotka selkeästi aiheuttivat aiemmin ongelmia vanhalla layoutilla. Myös tavaroita on ollut mahdollista sijoitella järkevämmiin uuden layoutin mukaisesti ja uusi funktionaalinen layout-malli tulityöpisteen ja koneistuslaitteiden nurkkausessa on otettu hyvin vastaan. Ainoat kehityskohteet, joita ei tässä opinnäytetyössä ollut tarkoituskaan kehittää, ovat hyllytavarain epäjärjestys ja -koordinointi. Tämä on suunniteltu tehtäväksi, kun varastonohjausjärjestelmä otetaan tulevaisuudessa käyttöön ja tästä syystä se ei ollut tämän opinnäytetyön kehitystoimien piirissä.

7.1.1 Haastattelutulokset

Koko osaston henkilökunnalle lähetetyn lomakehaastattelun tulokset löytyvät liitteestä 16. Haastattelukutsu lähetettiin 42 henkilölle ja siihen vastasi viikon aikana 30 henkilöä. Näistä 30 vastanneesta 26 henkilöä oli työnsä puolesta tekemisissä Savelan asennusvaraston kanssa ja näistä 25 tietoisia Savelan asennusvarastolla tehdyistä kehitystoimista. Kuten kyseisistä tuloksista käy ilmi, oli lähes täysin yksimielistä, että Savelan asennusvaraston alkuperäinen layout ei ollut toimiva (23 vastaajan mielestä vanha layout ei ollut toimiva). Toisaalta he kaksi kahdestakymmenestäviidestä, jotka olivat vastanneet, että vanha layout oli toimiva, olivat kuitenkin nimenneet seuraavassa kysymyksessä useita ongelmakohtia vanhasta layoutista. Vanhan layoutin ongelmakohtista suurin osa liittyi ahtauteen (18 vastausta), vaikeakulkuisuuteen (17 vastausta), hallissa ei ollut tilaa tehdä huoltoja (16 vastausta), epäjärjestykseen (14 vastausta) ja siihen, että tavaroita oli hankala löytää

tai niille oli hankala löytää paikka (13 vastausta). Toisaalta kaikki muutkin vastausvaihtoehdot saivat yli 10 vastausta. Ainoa, jota ei koettu ongelmaksi oli likaisuus, joka sai vain 4 vastausta.

Uudessa layoutissa sen sijaan ongelmia koettiin aiheuttavan työpisteiden vähyyks / pöytätilan puute (8 vastausta) ja hankaluus löytää tavaroita tai niille paikka (6 vastausta). Muut vaihtoehdot saivat 0-3 vastausta. Yhdentoista vastaajan mielestä uudessa layoutissa ei ollut heidän mielestään mitään ongelmakohtia. Vapaasanakentän vastauksissa ongelmana koettiin nosturikapasiteetin pienuus (ei liity layoutiin) sekä tulevien/lähtevien työkalulähetysten sekaantuminen. Toimivimmiksi muutoksiksi vastaajat nimesivät muun muassa hallin suuremman tyhjän tilan (20 vastausta), tavaroiden paremman järjestyksen (17 vastausta), helpomman kulkemisen hallissa (17 vastausta), helpomman työskentelyn tulityöpaikalla (13 vastausta), tilan tehdä huoltoja (13 vastausta), paremman puhtauden hallissa (12 vastausta), sen, että kaikkien halukkaiden työvaatekassit mahtuvat säilytykseen (11 vastausta), työkalulähetysten helpomman käsittelyn/pakkauksen/lähetysten (10 vastausta), tavaroiden helpomman löytämisen (9 vastausta) ja työpisteiden/työpöytien lisäämisen (6 vastausta).

Kuten näistä vastauksista ja liitteessä 16 esitettävistä diagrammeista käy ilmi, oli Savelan asennusvaraston layout-muutokselle tarvetta ja toteutus miellyttää suurinta osaa Savelan asennusvarastolla työskentelevistä henkilöistä. Kukaan vastaajista ei vastannut, että uudessa layoutissa ei ole mitään toimivaa. Tätä voidaan pitää jo yhtenä isona saavutuksena.

7.1.2 Uudet mahdollisuudet

Kuten layout-kehityksen osiossa sivuutettiin, on uusi layout muodostanut uusia mahdollisuuksia Savelan asennusvaraston käytössä. Näistä ehkä merkittävimpanä voi pitää suuremman tyhjän hallitilan mahdollistamia monipuolisia käyttötarkoituksia. Savelan asennusvarastolla onkin layout-muutoksen jälkeen ollut mahdollista suorittaa muun muassa perälaatikkohuolto kokonaisuudessaan sekä parikin eri telahuoltoa. Myös muiden komponenttien huoltoja, mittauksia ja tarkastuksia on tehty muutostöiden jälkeen. Tosin näitä huoltoja rajoittaa myös tarvittavan tilan lisäksi nosturikapasiteetti, joka rajoittaa Savelan asennusvarastolla tehtävät huollot koskettamaan vain pienempiä komponentteja. Haastattelutuloksissakin yksi kehitysehdotus, joka tuli ilmi, koski Savelan asennusvaraston nosturikapasiteetin kasvattamista. Tämä vaatii todennäköisesti tulevaisuudessa

lisätarkasteluja (kannattavuuslaskelmia). Näiden mahdollisuuksien lisäksi myös hyllytilaa vapautettiin/rakennettiin lisää mahdollistamaan monille halukkaille työvaatekassin säilytysmahdollisuus Savelan asennusvarastolla. Aiemmin työvaatekassit säilytettiin joko kotona tai omien työpisteiden konttoripöytien alla tai vierellä.

7.1.3 Jatkokehitys

Haastattelun kehitysehdotuksia kirjattiin melko hyvin ja niistä onkin hyvä nostaa muutamia jatkokehitystoimenpiteitä, joita on syytä harkita tehtäväksi tulevaisuudessa. Erityisesti hyllyjä toivottiin parempaan järjestykseen ja työkalukuutioita lisää. Hyllyjen lavojen ja laatikoiden inventaariota on lykätty tulevaisuuteen varastonohjausjärjestelmän käyttöönottoon, kuten aiemmin jo käytiin läpi. Työkalukuutioista sen sijaan on jo nyt tarkoituksena tehdä investointiehdotuksia, jotta toimintaa on mahdollista kasvattaa vielä entisestään ja helpottaa myös nykyistä työkuormaa mahdollisten virhetilanteiden varalle (työkalulähetys myöhästyy, eikä ehdi seuraavaan projektiin jne.). Savelan asennusvarastolle toivottiin myös ilmastointia toimistotiloihin sekä palovaroitinjärjestelmää. Ilmastoinnille olisi kyllä kuumina kesinä tarvetta ja palovaroitinjärjestelmä on jo selkeä turvallisuuspuute, johon pitäisi saada korjaus. Palovaroitinjärjestelmä asennettiin asennusvarastolle helmikuussa 2022. Näiden lisäksi katosaluetta haluttiin paremmaksi säilytystilaksi, taljojen tarkastuspistettä haluttiin siirtää alkuperäisen layout-suunnitelman mukaisesti sekä tulevien ja lähtevien työkalujen välille haluttiin selkeämpää jakoa. Lisäksi akkukoneiden latauspaikkaa haluttiin siistiä, taukotilan pöytä vaihtaa pienempään, trukin talvisäilytyspaikka vaihtaa sekä päivittää ruuvihyllyt. Lisäksi yhdessä kehitysehdotuksessa ehdotettiin lisäämään kaikkien hyllyjen päihin sisällysluettelo tai kyltit, joista selviäisi, mitä ko. hyllyväli sisältää. Näistä kehitysehdotuksista hyvin monet ovat täysin toteutettavissa, ja niihin onkin syytä paneutua tulevissa asennusvaraston kehitysprojekteissa.

7.2 Työkalukuutioiden standardointi ja työkalulistausten modernisointi

Kuten aiemmin mainituissa kehitystoimissa kerrottiin, standardoitiin Savelan asennusvarastolla yleisimpiin komponenttihuoltoihin räätälöidyt työkalukuutiot. Tällä tavoin saatiin näistä työkalukuutioista myös tilattava tuote, jota voidaan myydä sisäisesti Valmetin eri toimipaikoille ympäri maailmaa. Asennusvaraston omat olemassa olevat työkalut pakattiin jokaisen yleisimmän huolto-

kohteen mukaisia huolto-/työkalutarpeita palvelemaan ja niiden sisältö listattiin yksityiskohtaisesti, jotta sisältölistauksen käsittely ja lähetysohjeiden teko olisi nopeampaa ja helpompaa tulevaisuudessa. Työkalukuutioiden suunnittelussa ja olemassa olevien laatimisessa noudatettiin soveltaen 5S-menetelmän mukaisia toimia, jolloin lopputuloksena saadussa työkalukuutiossa ei ole mitään ylimääräistä, mutta kaikki tarvittava. Jokaisella työkalulla on oma paikkansa, useimpien kohdalla nimetty paikka (kuten liitteen 12 valokuvasta käy ilmi).

Tätä uudempaa standardoitua sisältölistauksen mallia pystytään nykyään käyttämään lähes ilman fyysistä käyntiä asennusvarastolla. Ainoastaan mahdollisten puutteiden korjaaminen, lähetyspaperien kiinnittäminen ja työkalukuutioon lastaus vaatii fyysisen käynnin asennusvarastolla. Tämä on merkittävä parannus verrattuna aikaisempaan toimintatapaan. Tätä uudempaa standardoitua työkalumallia voitiin verrata uudella läpäisyajakaaviolla edellisen mallin vastaavaan ja näitä tuloksia vertaillaan seuraavassa osiossa.

7.2.1 Hukka

Kuten aiemmassa osiossa käytiin jo läpi, oli tällä työkalukuutioiden standardoinnilla merkittävä rooli asennusvaraston tehokkuuden lisäämisessä. Standardoinnin jälkeen valvoja pystyy nykyisin hoitamaan oikeastaan koko työkalukuutiolähetysten sähköpostitse, mikäli varaston oma henkilökunta hoitaa pienemmät järjestelyt paikan päällä. Kun aiempaa työkalukuutioon lähetysten läpäisyajakaaviota (liite 9) verrataan standardoidun työkalukuutioon läpäisyajakaavioon (liite 10), voidaan nähdä, että kehitysparannukset ovat hyvin merkittäviä. Kuten tuloksista voidaan nähdä, väheni hukka (ilman kuljetuksen odotusta) 71 %, tuottavan ajan tarve 67 % ja kokonaishukan aika (kuljetuksen odotuksen kanssa) 6 %. Näissä kaavioissa kuljetuksen odottamisaikaa ei periaatteessa tarvitse mainita, sillä se aika ei ole pois lähetysprosessista. Vientihuolinta hoitaa työkalulähetysten koordinoinnin ja he ilmoittavat, milloin lähetysten on määrä lähteä ja lähetys voidaan silloin viedä lähettämöön. Näin ollen kuljetuksen odotusaikaa ei tarvitse laskea hukaksi, sillä työkalukuutiot eivät vie muilta varastotilaa, kuten esimerkiksi raaka-aine- tai tuotannon välivarastot, koska kaikilla työkalukuutioilla on omat paikkansa varastolla. Nämä työkalulähetysten standardoinnin hyödyt ovat olleet hyvin merkittäviä ja helpottaneet asennusvalvojen työtä suuresti.

7.2.2 Haastattelutulokset

Kuten layout-muutoksen kehitystoimenpiteiden arviointi -osion haastattelutuloksissa käytiin läpi, vastasi haastattelukutsun saaneista 42 henkilöstä 30 haastatteluun. Näistä 30 henkilöstä 19 henkilöä oli tietoinen työkalukuutioiden standardoinnista ja sisältölistausten päivityksestä. Kaikki 19 vastaajaa olivat sitä mieltä, että uusi työkalukuutioiden sisältölistaus on toimiva ja että sen toimivimmat ominaisuudet ovat saman pohjan käyttö kaikissa kuutioissa (15 vastausta), sisältölistauksen löytyminen kaikista kuutioista (15 vastausta), kielisyyden vaihtaminen (13 vastausta) ja automaattinen juokseva numerointi (10 vastausta). Vapaasanakentässä kiiteltiin tullikoodien automaattista löytymistä (mikäli Euroopan komissio ei päivitä TARIC-koodeja). Kolmessa vapaasanakentän vastauksessa pidettiin ongelmakohtina kaavan vaikeutta, tiedotusta ja opastamista sekä listojen päivitystarve (toisaalta päivitystarve oli ennen paljon suurempaa). 16 vastaajaa oli sitä mieltä, että uudessa listauksessa ei ole ongelmakohtia, eikä kukaan vastannut, ettei uusissa sisältölistauksissa olisi mitään toimivaa. Yhteenvedon voidaan pitää, että työkalukuutioiden muutostyöt olivat kaikkien mieleen ja ne ovat olleet toimivia.

7.2.3 Uudet mahdollisuudet

Työkalukuutioiden standardointi on tehokkuuden lisäyksen lisäksi tuonut kokonaan uuden tuotteen myytäväksi, työkalukuutiot. Koska Valmet Oyj kansainvälisenä pörssiyrityksenä toimii ympäri maailmaa, on pitkällä aikavälillä kannattavaa, että eri alueet ympäri maailmaa kehittävät osaamistaan ja toimintojaan ja ostavat omat työkalukuutiot, joita he voivat käyttää tarpeen mukaan suorittaessaan huoltoja, joko itse, tai esimerkiksi Valmet Jyväskylän asennusryhmän toimesta. Pitkällä aikavälillä myös rahtikustannukset pienenevät ja toiminta on ylipäätään ekologisempaa, kun yli 1000 kg rahtilähetyksiä ei tarvitse ilmaitse lähettää toiselta puolen maailmaa asennuskohteisiin.

7.2.4 Jatkokehitys

Kuten layoutista, myös työkalukuutioista ja niiden sisältölistauksesta kysyttiin haastattelussa jatkokehitykseen kehitysideoita. Näistä esiin nostamisen arvoisen oli erityisesti sisältölistausten tiheämpi päivitystarve, jotta mahdolliset muutokset tulevat korjattua (rikkoutuneen työkalun tilalle ei ole mahdollista ostaa samanlaista, nimikkeen paino tai arvo muuttuvat jne.). Lisäksi helpotusta tullikoodien päivitystarpeeseen toivottiin, sillä syystä tai toisesta tullikoodit muuttuvat lähes vuo-

sittain ja nämä muutostyöt aiheuttavat huomattavaa lisätyötä, kun kaikki sisältölistaukset joudutaan päivittämään. Tähän voisi yrittää selvittää automatiikkaa, mutta ainakin tällä hetkellä Tullin tullikoodijärjestelmä ei säilytä kiinteitä linkkejä eri tullikoodeille. Sisältölistauksiin toivottiin myös suoria linkkejä esimerkiksi erikoistyökalujen suunnittelupiirustuksiin tai valokuviin. Näistä kehitysideoista monet ovat täysin tehtävissä muuttamalla nykyisiä toimintatapoja. Erityisesti ajattelumalli, jossa ajatellaan, että jonkun toisen vastuulla on työkalulähetysten sisältölistauksen päivitys, tulisi muuttua sellaiseksi, että sisältölistausten päivitys palvelee kaikkia ja niiden päivittäminen on kaikkien työkalukuutioita lähettävien vastuulla.

8 Vertailu kilpailijoihin tai muihin tutkimustöihin

8.1 Kilpailijat

Valmet Oyj pääasialliset kilpailijat ovat saksalainen Voith AG ja itävaltalainen Andritz AG. Tämän opinnäytetyön kehitystoimien vertailu heihin ei ole mahdollista tietojen puuttumisen vuoksi. Edes talouslukujen vertailu ei ole mahdollista, sillä toisin kuin Valmet, Voith tai Andritz eivät ole eriyttäneet talouslukuissaan palveluliiketoimintaansa. Myöskään vastaavia julkisia kehitystöitä ei heidän yrityksistään löydy. Tosin tässäkin työssä kaikki kehitystulokset ja mittausdatat (liitteet) on salattu yrityksen salassapitosopimusten johdosta kymmeneksi vuodeksi.

8.2 Muut tutkimus- ja kehitystyöt

Vaikka tätä opinnäytetyötä ei ole mahdollista verrata kilpailijoihin, on tämän opinnäytetyön kaltaisia kehitystöitä tehty muissa yrityksissä opinnäytetöiden muodossa. Mainitsemisen arvoisia tutkimus-/kehitystöitä ovat muun muassa Jyväskylän ammattikorkeakoulun logistiikan koulutusohjelmassa vuonna 2014 tehty Eino Jaakkolan opinnäytetyö (Jaakkola 2014), jossa kehitettiin varaston layoutia opinnäytetyön tilaajan varastolle. Toinen mainitsemisen arvoinen opinnäytetyö on Teemu Kareliuksen osavalmistus-varaston layout-suunnitelma (Karelius 2012) opinnäytetyö Turun ammattikorkeakoulusta vuonna 2012 tuotantopainotteisen konetekniikan koulutusosalta. Kyseisessä opinnäytetyössä työn toimeksiantaja halusi suunnitella osavalmistuksesta valmistuville osille oman varaston. Samankaltainen työ on tehty myös vuonna 2014 Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa Antti Muhosen varaosavaraston layout-suunnittelu (Muhonen 2014) opinnäytetyössä, jossa toimeksiantajayritys halusi suunnitella varaosavaraston olemassa olevaan varastopohjaan. Näitä kolmea työtä yhdistää layout-suunnittelu ja osassa myös layout-suunnitelman käyttöönotto tai sen

suunnittelu. Kaikissa kolmessa työssä tosin myös yhdistyy se, että mahdollisia kehitystyön tuloksia ei ole ollut mahdollista mitata tai vertailla. Tämä on tietenkin täysin ymmärrettävää, koska opinnäytetyöprosessille on annettu rajoitettu aika.

Ehkä eniten tätä opinnäytetyötä vastaava kehitysprojekti on tehty Jyväskylän ammattikorkeakoulun kone- ja tuotantotekniikan koulutuslalla vuonna 2015 Rolle Lievosen layoutin ja tuotannon suunnittelu uusiin tiloihin (Lievonen 2015) opinnäytetyössä. Kyseisessä opinnäytetyössä suunniteltiin tuotanto ja layout toimeksiantajayrityksen uusiin tiloihin kartoittamalla ensin tuotannon ja varaston nykytila, jotta saatiin tarvittavat tiedot layoutmallin toteutukseen suunnitteluun. Layout-suunnittelu otti huomioon materiaalien virtauksen ja tuotannon läpimenoprosessin, joiden ansiosta tuotantomalliksi saatiin valittua solutyypiset layout-mallit, joita opinnäytetyössä päästiin jatkojalostamaan. Tosin tässäkin opinnäytetyössä suunnitelman mukaisia toimenpiteitä ei päästy täysin toteuttamaan, eikä täten mahdollisia tuloksia päästy mittaroimaan rajoitetun aikataulun takia.

Näistä opinnäytetöistä poiketen, tässä opinnäytetyössä on mukana sekä kehitystoimenpiteiden tarpeen selvittäminen, suunnittelu, toteutus että tutkiminen ja arviointi. Tämä oli mahdollista, koska opinnäytetyön aikataulu oli huomattavasti pidempi, mitä opinnäytetöissä yleisesti on mahdollista.

9 Yhteenveto ja pohdinta

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Savelan asennusvaraston toimintaa tehokkaammaksi ja arvioida tehtyjen toimien vaikuttavuutta käyttäen Lean-tuotantomallin kehitystoimenpiteitä, nykytilan kartoitusta, tavoitetiloja sekä muita työkaluja. Kehitystoimien vaikuttavuutta mitattiin lisäksi strukturoimattomalla haastattelulla.

Kuten tämän opinnäytetyön aiemmista osioista käy ilmi, tehtiin Savelan asennusvarastolla useita hyvinkin merkittäviä rakenteellisia ja toiminnallisia muutoksia. Nämä kehitysmuutokset voidaan jakaa kahteen osaan. Savelan asennusvaraston rakenteelliseen layout-muutokseen ja sen mukana tuomiin toiminnallisiin muutoksiin, sekä työkalukuutioita koskeviin rakenteellisiin ja toiminnallisiin kehitystoimiin. Näitä kaikkia kehitystoimia tutkittiin sekä niin sanotuilla kovilla mittareilla että pehmeillä mittareilla. Kyseiset mittarit olivat läpäisyajan mittaaminen ennen ja jälkeen muutosten sekä

osaston henkilökunnan lomakehaastattelu. Näitä kehitystoimia ja mittaustuloksia käytiin läpi osiossa 7 Kehitystoimenpiteiden arviointi, mutta näitä käydään vielä uudestaan läpi tämän osion 9.1 ja 9.2 alaosioissa.

Luotettavuusmielessä kehitystoimenpiteiden arvioinnissa otettiin huomioon mahdolliset mittausrvirheet ja satunnaisvirheet kasvattamalla virhemarginaaleja. Käytännössä tämä toteutettiin pyörittämällä reilusti työvaiheajoja ja täten niiden keskiarvoja. Vertailtaessa vanhoja työvaiheajoja uusiin, olivat erot kuitenkin niin suuria, että edes keskisuuret virheet eivät aiheuttaisi vielä tulosten suunnan muuttumista. Osaston henkilökunnalle esitetyn lomakehaastattelun tuloksia käsiteltiin vain keskiarvoilla (pois lukien vapaasanakysymykset). Näin ollen mittaukset ja mittaustulokset kestävät kriittisenkin tarkastelun ilman, että lopputulos (kehitystoimenpiteiden toimivuus) muuttuu. Tutkimuseettisesti tämän työn tutkimukset toteutettiin anonymiteettia kunnioittaen, sekä mittaukset perustuivat faktatietoon (ajanotto) ja parhaisiin arvioihin.

Henkilökohtaisesti olin ajatellut opinnäytetyön alussa, että kehitystoimia olisi tehty vielä enemmänkin (esimerkiksi ottamalla 5S-menetelmä käyttöön työkalukuutioiden lisäksi koko varastolla), mutta koska tein opinnäytetyötä ja kehitysmenetelmiä oman työn ohessa, en olisi pystynyt tekemään itse yhtään enempää. Toisaalta, toisin kuin tavallisissa opinnäytetöissä, työsuhteeni ei ole päättymässä ja kehitystoimenpiteitä voidaan jatkaa myös tulevaisuudessa.

Lomakehaastattelussa saatujen tulosten perusteella ja omasta mielestäni kehitystoimille oli tarvetta. Kehitystoimet onnistuivat, Savelan asennusvaraston toiminta tehostui ja kehitystoimenpiteisiin oltiin tyytyväisiä. Jatkokehitykselle on tarvetta (kuten aina) ja lomakehaastattelun tuloksena saatiin myös lisää kehitysideoita tulevaisuuden varalle.

9.1 Layout-muutos

Muuttamalla Savelan asennusvaraston layoutia saatiin tyhjää lattiapinta-alaa vapautettua tavaran käsittelyyn, pakkaukseen, lähetykseen, komponenttihuoltoon ja väliaikaiseen varastointiin lähes 150 % entiseen verrattuna (n. 100 neliometriä kasvatettiin 240 neliometriin). Tämän lisäksi tavaroita ja säilytystiloja järjestyttiin 5S-mallin mukaisesti, sekä luotiin uusia mahdollisuuksia esimerkiksi komponenttihuoltojen muodossa.

9.2 Työkalukuutiot

Työkalukuutiot standardoitiin palvelemaan kolmea yleisintä komponenttihuoltoa, jolloin työkalulähetysten aikaisemmasta lähetysdokumenttibyrokratiasta saatiin säästettyä huomattavia määriä työaikaa sisältölistausten laatimis- ja päivitystarpeiden poistumisen johdosta. Läpäisyajakaaviolla saatujen mittaustulosten perusteella tavalliseen työkalulähetykseen tarvittu hukka väheni (ilman kuljetuksen odotusta) 71 %, tuottavan ajan tarve 67 % ja kokonaishukan aika (kuljetuksen odottamisen kanssa) 6 %. Lisäksi työkalukuutioiden yleistä käyttämistä, tarkastamista ja pakkausta helpotettiin ottamalla niissä 5S-menetelmät sovelletusti käyttöön.

Lähteet

- Andersson, Paul H., ja Heikki Tikka. *Mittaus- ja laatu tekniikat*. Porvoo: WSOY, 1997.
- Bicheno, John, ja Matthias Holweg. *The Lean toolbox*. 4th edition. Buckingham: PICSIE Books, 2009.
- Eskola, Jari, ja Juha Suoranta. *Johdatus laadulliseen tutkimukseen*. 8. Tampere: Vastapaino, 1998.
- Greasley, Andrew. *Operations Management*. Wiltshire: SAGE Publications, 2008.
- Haverila, Matti J, Erkki Uusi-Rauva, Ilkka Kouri, ja Asko Miettinen. *Teollisuustalous*. 6. Tampere: Infacs Oy, 2009.
- Hirsijärvi, Sirkka, ja Helena Hurme. *Tutkimushaastattelu - teemahaastattelun teoria ja käytäntö*. Helsinki: Yliopistopaino, 2000.
- Hirsijärvi, Sirkka, Pirkko Remes, ja Paula Sajavaara. *Tutki ja kirjoita*. 20. Porvoo: Bookwell Oy, 1997.
- Imai, Masaaki. *Gemba Kaizen*. New York: McGraw-Hill, 1997.
- Inman, Anthony R. *Cellular Manufacturing*. 24. 11 2021. <https://www.referenceforbusiness.com/management/Bun-Comp/Cellular-Manufacturing.html> (haettu 24. 11 2021).
- Jaakkola, Eino. *Varaston layout*. Opinnäytetyö, Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu, 2014.
- Jones, Daniel T., James P. Womack, ja Daniel Roos. *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*. Harper Perennial, 1991.
- Karelius, Teemu. *Osavalmistus-varaston layout-suunnitelma*. Opinnäytetyö, Turku: Turun ammattikorkeakoulu, 2012.
- Keskuskauppakamari. "ATA CARNET OHJE KAYTTAJALLE 2019.pdf." *ATA carnet - passi tavaroillesi väliaikaiseen vientiin*. 25. 8 2019. <https://www.atacarnet.fi/ATA-carnet-yleisohjeet> (haettu 23. 11 2021).
- . *ATA carnet -tulliasiakirja*. 23. 11 2021. <https://kauppakamari.fi/palvelut/vientiprosessit/ulkomaankaupan-asiakirjat-ja-tullaus/ata-carnet-tulliasiakirja/> (haettu 23. 11 2021).
- Kouri, Ilkka. *Lean taskukirja*. Helsinki: Teknologiainfo Teknova, 2009.
- Kuula, Arja. *Tutkimusetiikka - aineistojen hankinta, käyttö ja säilytys*. 2. Tampere: Osuuskunta Vastapaino, 2011.

- Lapinleimu, Ilkka, Veijo Kauppinen, ja Seppo Torvinen. *Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät*. Porvoo: WSOY, 1997.
- Larikka, Markku, Pekka Heinilä, Keijo Selin, ja Jouni Tuominen. *Tuottavuuden jatkuva parantaminen*. Helsinki: Teknologiateollisuus ry, 2007.
- LeanThinking. *LEAN-sanasto*. 24. 11 2021. <https://leanthinking.fi/lean-sanasto/> (haettu 24. 11 2021).
- Lievonen, Rolle. *Layoutin ja tuotannon suunnittelu uusiin tiloihin*. Opinnäytetyö, Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu, 2015.
- Liker, Jeffrey K. *Toyotan tapaan*. Kääntänyt Marko Niemi. Helsinki: Readme.fi, 2013.
- Logistiikanmaailma. *ATA-carnet*. 23. 11 2021. <https://www.logistiikanmaailma.fi/kauppattullaus/ulkomaankaupan-asiakirjoja/ata-carnet/> (haettu 23. 11 2021).
- Lynx System Developers Inc. "Kameran huolto." *FinishLynx kotisivut*. 3. 4 2019. <http://www.finishlynx.com/fi/promotions/bonus.html> (haettu 3. 4 2019).
- Muhonen, Antti. *Varaosavaraston layout-suunnittelu*. Opinnäytetyö, Kymenlaakson ammattikorkeakoulu, 2014.
- Piirainen, Antti. *Lean ja hukka - Muda, Mura ja Muri*. 19. 2 2014. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/lean-ja-hukka-muda-mura-ja-muri/> (haettu 21. 11 2021).
- . *Väärinymmärretty Lean*. 16. 8 2018. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/vaarinymmarretty-lean/> (haettu 21. 11 2021).
- Piirainen, Antti, ja Tanja Karjalainen. *Konkretisoi Lean arvovirtakuvauksen avulla*. 18. 6 2008. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/konkretisoi-lean-arvovirtakuvauksen-avulla-value-stream-mapping-/> (haettu 21. 11 2021).
- Roser, Christoph. "Spaghetti Diagram." *AllAboutLean.com*. 12. 6 2015. <https://www.allaboutlean.com/manufacturing-system-diagrams/spaghetti-diagram/> (haettu 22. 11 2021).
- Salminen, Antti, ja Sami Uitti. *Ismien ihmemaa - teollisuusyritysten johtamisopit vertailussa*. Vantaa: TT-Kustannustieto, 1996.
- Santos, Javier, Richard A. Wysk, ja Jose M. Torres. *Improving Production with Lean Thinking*. Hoboken: Wiley, 2006.
- Savant, Sumeet. *5S: Lean Thinking*. Sumeet Savant, 2018.
- Suomen Akatemia. *Tutkimusetiikka*. 2022. <https://www.aka.fi/tutkimusrahoitus/vastuullinen-tiede/tutkimusetiikka/> (haettu 26. 1 2022).

Toyota. *Muda, Muri, Mura*. Toyota. 31. 5 2013. <https://mag.toyota.co.uk/muda-muri-mura-toyota-production-system/> (haettu 21. 11 2021).

Tulli. *Vientitavaran tulliselvitys*. 23. 11 2021.

<https://tulli.fi/henkiloasiakkaat/tulliselvitys/vientitavaran-tulliselvitys> (haettu 23. 11 2021).

Tuomi, Jouni, ja Anneli Sarajärvi. *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi*. 11. Helsinki: Tammi, 2009.

Tuominen, Kari. *Lean - kohti täydellisyyttä*. 1. Helsinki: Oy Benchmarking Ltd / Readme.fi, 2010.

—. *Lean - tehoa ja laatua hukan vähentämiseen*. Oy Benchmarking Ltd, 2021.

—. *Lean käytännössä*. Helsinki: Oy Benchmarking Ltd / Readme.fi, 2010.

—. *Lean tehoa ja laatua siisteyden ja järjestyksen kehittämiseen - 5S*. 1. painos. Helsinki: Oy Benchmarking Ltd / Readme.fi, 2010.

Valmet Oyj. *Strategia*. 2021. <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/strategia/> (haettu 18. 11 2021).

Valmet Oyj. *Valmet Tilinpäätöstiedote 2021*. Tilinpäätöstiedote, Espoo: Valmet Oyj, 2022.

Viitala, Riitta. *Henkilöstöjohtaminen - strateginen kilpailutekijä*. Helsinki: Edita Publishing Oy, 2007.

Vilkkä, Hanna. *Tutki ja kehitä*. 5. Jyväskylä: PS-kustannus, 2021.

What Is Six Sigma. *Flow line manufacturing*. 24. 11 2021. <https://www.whatissixsigma.net/flow-line-manufacturing/> (haettu 24. 11 2021).

—. *Job shop manufacturing*. 24. 11 2021. <https://www.whatissixsigma.net/job-shop-manufacturing/> (haettu 24. 11 2021).

Liitteet

Liite 1. Alkuperäisen asennusvaraston layout (mittakuva)

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Liite 2. Alkuperäinen asennusvaraston layout (mittakaavassa)

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Liite 3. Alkuperäinen asennusvaraston layout (spagettikaavio)

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Liite 4. Asennusvaraston uusi layout (2019)

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Liite 5. Asennusvaraston nykyinen layout (2021)

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Liite 6. Lähtötilanteen valokuvat

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Liite 7. Toteutusvaiheen valokuvat

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Liite 8. Lopputilanteen valokuvat

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Liite 9. Lämpösyysaikakaavio (ennen työkalukuutioiden standardointia)

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Liite 10. Läpäisyajakaavio (standardoidut työkalukuutiot)

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Liite 11. Standardoitu työkalukuutio (piirustus)

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Liite 12. Standardoitu työkalukuutio (käytännössä)

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Liite 13. Standardoidun työkalukuution hankintalista

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Liite 14. Uusi työkalulista Excel

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Liite 15. Savelan asennusvaraston kehitystoimien arviointi -lomakehaastattelu

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Liite 16. Lomakehaastattelun tulokset

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti

Salattu toimeksiantajayrityksen salassapitosopimuksen mukaisesti