

Kalle Kiviluoma

**Osavalmistuksen, varaston ja hitsaamon materiaalinhal-
linnan kehittäminen**

Opinnäytetyö

Kevät 2013

Tekniikan yksikkö

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Kalle Kiviluoma

Työn nimi: Osavalmistuksen, varaston ja hitsaamon materiaalinhallinnan kehittäminen

Ohjaaja: Kimmo Kitinoja

Vuosi: 2013

Sivumäärä: 54

Liitteiden lukumäärä: 7

Opinnäytetyössä kehitettiin Junkkari Oy:n maatalous- ja metsäkoneiden valmistusta. Työn tavoitteena oli havaita toimeksiantajan osavalmistuksen, varaston ja hitsaamon materiaalinhallinnassa tapahtuva resurssien tuhlaus ja minimoida se. Suurin hukka löytyi valmistettavien koneiden osien varastoinnista ja kuljetuksesta. Kokoonpanohitsauspaikoille suunniteltiin ja toteutettiin uusi varastointijärjestelmä resurssien tuhlauksen vähentämiseksi. Työ rajattiin yrityksen toiminnan kannalta merkittäviin tuotteisiin eli Junkkari-hakkuriin ja Simultakylvölannoittimeen.

Vakiovarastopaikkojen suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitiin hitsaamoympäristön asettamat vaatimukset. Junkkari-hakkurin ja Simultakylvölannoittimen tuotantoprosessia seurattiin ja tehtiin sen perusteella nykytila-analyysi tärkeimpien kehittämiskohteiden havaitsemiseksi ja prosessin kokonaisuuden hahmottamiseksi. Ensin määritettiin Junkkari-hakkurille vakiovarasto, koska sen kokoonpano on Simultakylvölannoittimeen verrattuna yksinkertaisempi. Molempien vakiovarastopaikkojen suunnittelussa otettiin huomioon toimeksiantajan toimintatavat, materiaalihallinnan ja tuotannonohjauksen toimintaperiaatteet sekä työturvallisuus ja ergonomia.

Työn tuloksena materiaalivirta osavalmistuksen, varaston ja hitsaamon välissä yksinkertaistui, kun tilattavat ja kuljetettavat osat vähenivät. Saavutettuja etuja ovat lisäarvoa tuottamattoman työn väheneminen ja työpisteiden parempi järjestys, jonka ansiosta myös työturvallisuus ja ergonomia työpisteellä kohenivat.

Avainsanat: materiaalinhallinta, tuotannonohjaus, varastointi, standardointi

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Author: Kalle Kiviluoma

Title of thesis: The development of the machinery part manufacturing and the material control of the welding cell.

Supervisor: Kimmo Kitinoja

Year: 2013

Number of pages: 54

Number of appendices: 7

The purpose of this thesis was to develop the manufacturing processes of the agricultural and forest machinery in Junkkari Oy. The aim was to identify and minimize the resource wastage found in the machinery part manufacturing, the inventory system and the material control of the welding cell. The biggest loss of the resources was found in the storage and transport systems. It was decided to create a new storage system for the welding cell in the configuration area in order to reduce the wastage. The thesis focuses on the products that play an essential part in the operation of Junkkari Oy: Junkkari-chipper and Simulta -combination drill.

While developing and implementing the new storage system, the attention was paid to the requirements of the welding environment. The production process of Junkkari-chipper and Simulta-drill was monitored and on the basis of the analysis, the key development areas and the overall outlines of the process were drawn. First a standard storage was established for the Junkkari-chipper because its configuration process is simpler than that of the Simulta-drills. While developing and implementing the standard storage sites for both the machines the work practices of the client, material management and production management as well as the principles of occupational safety and ergonomics were taken into account.

As a result, the flow of the material parts between the part manufacturing, inventory and welding has been simplified due to the decrease of the amount of the parts ordered and transported. The benefits gained are the decrease of the unproductive work and better organization of the work stations. These changes also enhance the safety and ergonomics of the work stations.

Keywords: material management, production management, storage, standardization

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuvio- ja taulukkoluetelo.....	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	7
1 JOHDANTO	8
2 TYÖN LÄHTÖKOHDAT	9
2.1 Tausta.....	9
2.2 Kehittämisiongelma, tavoite ja työn rajaus.....	9
2.3 Työn sisällön esittely	10
3 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY	11
3.1 Tuotteiden esittely	12
3.1.1 Simulta-kylvölannoitin	12
3.1.2 Junkkari-hakkuri.....	13
4 MATERIAALINHALLINTA, TUOTANNONOHJAUS JA TYÖTURVALLISUUS.....	15
4.1 Materiaalinhallinta	15
4.1.1 Varastot.....	15
4.1.2 Varastonvalvonta	16
4.2 Lean-ajattelu	16
4.3 Kaizen eli jatkuva parantaminen	19
4.4 5S.....	20
4.4.1 Lajittele.....	21
4.4.2 Järjestä	21
4.4.3 Puhdista	21
4.4.4 Vakiinnuta	22
4.4.5 Ylläpidä	22
4.5 Layoutsuunnittelu	23
4.5.1 Tuotantolinjalayout.....	23

4.5.2	Funktionaalinen layout	24
4.5.3	Solulayout	24
4.6	ABC-analyysi.....	25
4.7	Työturvallisuus ja ergonomia	26
5	NYKYTILA-ANALYYSI	28
5.1	Tuotantotilojen layout.....	28
5.2	Materiaalinkulku	28
5.2.1	Komponenttien tilaus ja kuljetus.....	29
5.2.2	Varastopaikkojen toiminta	29
5.3	Hitsaamon hitsauspaikat	30
5.4	Johtopäätökset.....	30
6	SUUNNITTELUN JA TOTEUTUKSEN KUVAUS	31
6.1	Junkkari-hakkuri.....	31
6.1.1	Alkutilanne	32
6.1.2	Suunnittelu ja toteutus	33
6.1.3	Hankintaerien määrittely	37
6.1.4	Tulokset	38
6.2	Simulta-kylvölannoitin	39
6.2.1	Alkutilanne	40
6.2.2	Suunnittelu ja toteutus	41
6.2.3	Tulokset	43
6.3	Jatkokehitysideat.....	45
6.3.1	5S-toiminnan jatkokehitys	45
6.3.2	Pitkien komponenttien käsittely.....	46
7	YHTEENVETO.....	47
8	POHDINTA	49
	LÄHTEET	52
	LIITTEET	54

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. Simulta 3000T (Junkkari [viitattu 2.2.2013]).	13
Kuvio 2. Junkkari-hakkuri HJ170 (Junkkari [viitattu 2.2.2013]).	14
Kuvio 3. Kahdeksan hukkaa (muokattu lähteestä McMahon 2009).	19
Kuvio 4. PDCA-sykli	20
Kuvio 5. 5S-vaiheet (muokattu lähteestä 5S workplace organisation and standardisation, [viitattu 20.2.2013]).	23
Kuvio 6. ABC-analyysi (pohjautuu Haverila ym., 2009, 457.)	26
Kuvio 7. Alkutilanne hitsauspaikalta	33
Kuvio 8. Hylly alkutilanteessa	33
Kuvio 9. Kokoonpanojärjestyksen huomiointi	34
Kuvio 10. Työturvallisuuden huomiointi	35
Kuvio 11. Hitsauskiinnittimen varastointiteline	36
Kuvio 12. Varastopaikkojen merkintä	37
Kuvio 13. Uusi 43/KU/00-varastopaikka	39
Kuvio 14. Järjestys alkutilanteessa	41
Kuvio 15. Uusi vakiovarastopaikka Simulta-osille	44

Käytetyt termit ja lyhenteet

Microsoft Dynamix Ax Sähköinen tuotannonohjausjärjestelmä

- Lean** Asiakaslähtökohtainen prosessijohtamisen malli, jonka keskeisiä periaatteita on virtauksen maksimointi, hukan poisto sekä jatkuva tuotannon parantaminen tinkimättömällä laatuajattelulla (Lean, [viitattu 2.2.2013]).
- Kaizen** Japanin kielestä lähtöisin oleva sana, joka tarkoittaa pyrkimystä jatkuvaan parannukseen. Jatkuvalle parantamisella tarkoitetaan tavoitetta ratkaista ongelmat ja parantaa toimintaa jatkuvasti. (Liker 2004, 23.)
- 5S** Tuotannonohjauksen työkalu, jolla pyritään toteuttamaan ja ylläpitämään järjestyksen säilymistä (Kouri, 2009, 26).
- ABC-analyysi** Erotteleva analyysi, jolla pyritään erottamaan merkittävät seikat vähämerkityksistä (Haverila ym., 2009, 457).

1 JOHDANTO

Suomessa maa- ja metsätaloudella on vahva merkitys. Maatilatalous on tärkein yksittäinen maaseutuelinkeino. Tilojen määrä on pienentynyt, mutta keskimääräinen koko kasvanut. (Niemi & Ahlsted (toim.) 2012, 9 – 14.) Suomessa metsät taas ovat arvokkain luonnonvara ja niiden merkitys on jatkuvassa kasvussa (Väkevä 2012). Sekä maa- että metsätalous on kehittynyt nopeasti ja muuttunut pitkälti koneelliseksi viime aikoina. Tehokkaaseen tuotantoon vaaditaan koneita ja laitteita, jotka helpottavat sekä nopeuttavat arkipäivän tehtäviä. Näiden työkoneiden valmistukseen on erikoistunut yrityksiä, jotka tarjoavat osaamistaan konemarkkinoille. Työn toimeksiantaja Junkkari Oy tuottaa konemarkkinoille maa- ja metsätalouskoneita. Yritys on onnistunut vakiinnuttamaan asemansa konemarkkinoilla jatkuvan tuotekehittelyn ansiosta.

Tämä opinnäytetyö käsittelee konepajatoiminnan kehittämistä tehokkaammaksi. Työssä käsitellään toimeksiantajan osavalmistuksen, varaston ja hitsaamon välistä materiaalinhallintaa. Työssä keskityttiin yrityksen toiminnalle merkittävien tuotteiden tuotannon kehittämiseen. Näitä tuotteita ovat Simulta-kylvölannoittimet ja Junkkari-hakkurit. Tuotteiden valmistusprosessista tarkasteltiin lähemmin kokoonpanoon liittyvää materiaalinhallintaa. Työn tavoitteena oli havaita toimeksiantajan materiaalinhallinnassa tapahtuva resurssien tuhlaus ja minimoida se. Tarkoituksena oli luoda uusi varastointijärjestelmä kokoonpanohitsauspaikalle resurssien tuhlauksen vähentämiseksi ja parantaa siten myös hitsauspaikkojen toiminnallisuutta.

Opinnäytetyön tekijän näkökulmasta oli tärkeää valita aihe, jossa ammatillista osaamista voitaisiin lisätä ja kehittää. Opinnäytetyön tekemisessä tärkeää oli päästä soveltamaan teoriaa käytäntöön ja saada toimeksiantajan kannalta hyödyllisiä tuloksia.

2 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

2.1 Tausta

Työn toimeksiantajalla Junkkari Oy:llä on pitkä kokemus maa- ja metsätalouskoneiden tuotannossa. Yrityksen tuotesuunnittelu ja tuotannonohjaus edustavat uusia alallaan. (Junkkari, [viitattu 2.2.2013].) Pysyäkseen alan kärkiosaajana Junkkari pyrkii jatkuvasti kehittämään tuotantoaan. Koneiden valmistusprosesseista löytyy kuitenkin vielä toimintoja, jotka vaativat kehittämistä, jotta tuotanto olisi mahdollisimman tehokasta ja tuottavaa.

2.2 Kehittämisiongelma, tavoite ja työn rajaus

Opinnäytetyöksi sopiva kehittämiskohde löytyi osavalmistuksen, varaston ja hitsaamon välisestä materiaalinhallinnasta. Junkkari Oy:n tuotanto on laaja kokonaisuus ja siksi kehittämisiongelma rajattiin yrityksen toiminnan kannalta merkittäviin tuotteisiin ja niiden tuotantoon. Nämä tuotteet ovat Junkkari-hakkuri ja Simultakylvölannoitin.

Resurssien tuhlausta löytyi valmistettavien koneiden osien varastoinnista ja kuljetuksesta. Tavoitteena oli suunnitella varastointijärjestelmä kokoonpanohitsauspaikalle resurssien tuhlauksen vähentämiseksi. Tarkoituksena oli, että varastointijärjestelmä parantaisi myös hitsauspaikkojen toiminnallisuutta. Junkkari-hakkurin osien hankintaerien määrittely ja niiden optimointi asetettiin toimeksiantajan toiveesta myös yhdeksi työn tavoitteeksi.

2.3 Työn sisällön esittely

Työn sisältö rakentuu kahdeksasta eri osiosta. Johdannon ja työn lähtökohtien jälkeen esitellään opinnäytetyön toimeksiantaja. Kappaleessa esitellään yrityksen historiaa, perustietoja ja liikeidea. Samalla esitellään myös tämän opinnäytetyön kannalta keskeisimmät toimeksiantajan tuotteet. Esittelyn jälkeen käsitellään opinnäytetyöhön liittyvää teoreettista tietoa. Osiossa käydään läpi materiaalihallintaa ja tuotannonohjausta, jotka ovat tämän työn kannalta oleellisia. Lisäksi kappaleesta löytyy tietoa työturvallisuudesta ja -ergonomiasta. Seuraavassa kappaleessa on hitsaamon nykytila-analyysi. Kappaleessa tutustutaan hitsaamon tämän hetkiseen tilaan ja käsitellään hitsaamon toimintatapoja. Nykytila-analyysin jälkeisestä kappaleesta löytyvät kehittämistyön suunnittelun ja toteutuksen kuvaus sekä tutustutaan toimeksiantajan varastointi- ja hitsaamoympäristöön käytännönläheisesti. Kappaleessa esitellään myös toteutuksen jälkeiset tulokset ja esiin nousseet jatkokohitysehdotukset. Toiseksi viimeisestä kappaleesta löytyy yhteenveto. Yhteenvedossa käydään lyhyesti työn pääkohdat ja tulokset läpi. Viimeisessä kappaleessa eli pohdinnassa on tekijän omaa kuvausta prosessista ja pohdintaa työn tavoitteiden saavuttamisesta sekä ammatillisesta kehittymisestä.

3 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY

Junkkari Oy on Etelä-Pohjanmaalla Ylihärmässä toimiva yritys, joka on saanut alkunsa vuonna 1950 Ville ja Maija Isosaaren toimesta (Jutila 2000, 17). Junkkari Oy on osa MSK Group -konsernia, johon kuuluvat myös yhtiöt Maaseudun Kone Oy, Junkkari Muovi Oy, Juncar Oy sekä Junkkari Polska. Vuonna 2011 MSK Group työllisti 491 henkilöä ja sen liikevaihto oli 111 miljoonaa euroa. Yhtiöt ovat erikoistuneet valmistamaan eri tuoteryhmiä. Maaseudun Kone Oy:n tuotteisiin kuuluvat Valtra-traktoreiden turvaohjaamot, kun taas Junkkari Oy:n tuotevalikoima koostuu maa- ja metsätalousteknikoista. Junkkari Muovi Oy on erikoistunut erilaisten muoviosien valmistamiseen ruisku- ja reaktiovaluna, ja Juncar Oy valmistaa henkilöautojen perävaunuja sekä veneenkuljetustrailereita. Junkkari Polska toimii Puolassa myyntiyhtiönä. (Jutila 2012.) Tässä työssä keskitytään Junkkari Oy:n toimintaan.

Junkkari Oy suunnittelee, markkinoi ja valmistaa kylvöön, kuljetukseen ja metsänhoitoon tarkoitettuja koneita itse. Valmistettavat tuotteet on lajiteltu kolmeen pääryhmään:

- Agri, jonka tuotteisiin kuuluvat kylvöannoittimet ja hapottimet
- Forest, jonka tuoteperheeseen kuuluvat Patruuna-kuormaimet ja metsäperävaunut sekä Junkkari-hakkurit
- Trailers, jonka lopputuotteisiin kuuluvat traktoreiden perävaunut. (Jutila 2012.)

Junkkarilla on pitkä yhteistyökokemus maataloustekniikan ja viljelijöiden kanssa. Junkkari on pyrkinyt toimimaan asiakaslähtöisesti ja onkin siten onnistunut vakauttamaan markkinaosuutensa konekaupassa. Junkkari Oy on myös ensimmäinen suomalainen maataloustekniikan suunnittelija ja valmistaja, jolle on myönnetty ISO-9001-sertifikaatti. (Junkkari, [viitattu 2.2.2013].)

3.1 Tuotteiden esittely

Junkkari Oy valmistaa maatalous- ja metsäkoneita moniin eri käyttövaatimuksiin. Tuotevalikoimasta löytyy koneet niin pientilojen käyttöön kuin suurempienkin tilojen ammattikäyttöön. Tavoitteena on ollut kehittää tuotteet käyttäjien toiveet huomioiden ja näin Junkkari Oy:n monet innovatiiviset ratkaisut parantavat käyttömu- kavuutta. (Junkkari, [viitattu 2.2.2013].)

3.1.1 Simulta-kylvölannoitin

Simulta–kylvölannoittimen tekniikka on perinteinen. Se on ollut Junkkari Oy:n mal- listossa jo neljän vuosikymmenen ajan. Peruseriaate kylvötekniikassa on pysynyt samana jo pitkään. Kylvölannoittimen pyörän kautta saatu voima siirretään syöttö- laitteistoon pyöriväksi liikkeeksi. näin syöttölaitteisto annostelee siementen ja lan- noitteen määrän sopivaksi, jonka jälkeen nämä sijoitetaan vantaiden kautta maa- perään. (Junkkari [viitattu 2.2.2013].)

Simultan mallistosta löytyy kolme eri perusversiota, joihin löytyy monipuolisia lisä- varusteita ja ominaisuuksia. Malliston perusversioita ovat: sivupyöräkoneet, sekä nostolaitteikiinnitteisenä että hinattavana, ja takapyöräkoneet Simulta S ja ST. Ta- kapyöräkoneiden suurimmat eroavaisuudet löytyvät säiliön tilavuudesta sekä va- rustetasosta. Simulta-kylvölannoittimen säiliörakenne on suunniteltu toimimaan kantavana runkorakenteena, jolloin ei erillistä runkorakennetta tarvita. Koneen vannasrakenne on toteutettu perinteisesti erillisillä lannoite- ja siemenvantailla. Tässä opinnäytetyössä keskitytään erityisesti Simulta T- ja ST-mallin valmistus- prosessiin. Kuviossa 1 oleva Simulta T on malliston myydyin. (Junkkari [viitattu 2.2.2013].)



Kuvio 1. Simulta 3000T (Junkkari [viitattu 2.2.2013]).

3.1.2 Junkkari-hakkuri

Junkkari Oy:n hakkurit ovat tyypiltään laikkahakkureita. Toimintaperiaatteena laikkahakkurissa on ajaa puuta pyörivää terälaikkaa kohden, näin terät lastuavat puun ja lastut lentävät laikan ulkokehällä oleville puhallussiiville. Puhallussiivet puhaltavat syntyvän hakkeen torvea pitkin haluttuun paikkaan. Hakkurivalikoima koostuu viidestä eri kokoluokasta. Nämä kokoluokat on jaettu vinosyöttöisiin, suorasyöttöisiin ja urakointihakkureihin. (Junkkari [viitattu 2.2.2013].)

Vinosyöttöisissä hakkureissa on puun syöttösuunta teriin nähden vino, näin toiminta on niin sanotusti itse vetävää. Tämän ansiosta vinosyöttöisellä hakkurilla työskentely on kevyttä. Vinosyöttöisiä malleja löytyy kokoluokkina: HJ 4, HJ 170 ja HJ 250. Näille malleille soveltuvia käyttökohteita ovat esimerkiksi puisto- ja biohakeutus. (Junkkari [viitattu 2.2.2013].)

Suorasyöttöisissä hakkureissa puu syötetään 90 asteen kulmassa terälaikkaan nähden. Näin haketus tapahtuu hakkaamalla puuta poikkisyihin. Hakettamalla puu kohtisuoraan saavutetaan hyvä hakkeen laatu, joka soveltuu erityisesti energia- ja stokerihakkeeksi. Suorasyöttöisiä hakkureita on saatavana HJ 260 -mallisena. (Junkkari [viitattu 2.2.2013].)

Junkkari Oy:n urakointihakkureihin luetaan suurtehojakkuri HJ 500 C, joka on suunniteltu ammattitason haketustyöhön. Tässä hakkurimallissa puu syötetään terälaikkaan 45 asteen kulmassa. HJ 500 C -mallin etuna on sen vähäinen tehon tarve verrattuna kokoluokkaansa. (Junkkari [viitattu 2.2.2013].)

Tässä opinnäytetyössä käsitellään vinosyöttöisiä hakkureita HJ 170 ja HJ 250.



Kuvio 2. Junkkari-hakkuri HJ170 (Junkkari [viitattu 2.2.2013]).

4 MATERIAALINHALLINTA, TUOTANNONOHJAUS JA TYÖTURVALLISUUS

4.1 Materiaalinhallinta

Materiaalihallinnalla tarkoitetaan yrityksen raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja lopputuotteiden hankinnan, varastoinnin ja jakelun hallintaa. Materiaalinhallinta sisältää yrityksen kaikkien materiaalivirtojen ohjauksen toimittajilta aina asiakkaalle saakka. Viime vuosina materiaalinhallinnan merkitys on korostunut. Viimeisten vuosikymmenien aikana materiaalihankintojen osuus yritysten kustannusrakenteessa on kasvanut selvästi. Tästä johtuen varastojen kokoa on pyritty pienentämään ja varaston kiertonopeutta nostamaan nopeammilla tilausprosesseilla. Tavoitteiden toteutumiseksi vaaditaan materiaalihallinnan tehokasta organisointia ja hallintaa. Nykyisin materiaalinhallintaa auttamaan on kehittynyt tietotekniikka, jonka ansiosta monimutkaisetkin hallintatoimet onnistuvat. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen, 2009, 443.)

4.1.1 Varastot

Tuote- ja materiaalivarastot ovat välttämättömiä lähes kaikille yrityksille. Varastojen päätarkoitus on toimituskyvyn turvaaminen sekä tuoteprosessin tasainen toiminta. Varastoiden varjopuoli on siihen sitoutuva suuri pääoma. Itse varastointi ja siihen liittyvä materiaalien käsittely aiheuttavat runsaasti kustannuksia. Riskitekijänä varastoinnissa on myös tuotteen vanhentuminen. Esimerkiksi lopputuoterakenteen muuttuessa vanhat komponentit voivat jäädä arvottomiksi. Materiaalihallinnan tehostamiseksi on myös hyödyllistä luokitella varastot ryhmiin niiden käyttötarkoituksen ja tuoterakenteen mukaan. (Haverila ym., 2009, 445 – 446.)

4.1.2 Varastonvalvonta

Varastonvalvonta on toiminnanohjauksen tärkeä perusrutiini. Tuote- ja nimikekohtaisen varastomäärän eli varastosaldon tieto on tärkeä lähtökohta toiminnanohjauksen suunnittelussa. Esimerkiksi toimitusaikojen määrittely, tuotantoerien suunnittelu ja materiaalin hankinta perustuvat suoraan varastosaldoihin. Varastonvalvonnassa mahdollisesti tapahtuvat ongelmat ja varastosaldojen heitot vaikeuttavat toiminnanohjausta sekä tuovat huomattavia lisäkustannuksia tilanteen korjaamiseksi. Varastonvalvonnassa on useita eri menetelmiä. Käytettyjä menetelmiä ovat: hankinta tilauksen perusteella, varastokirjanpito, visuaalinen valvonta, inventointi ja toimittajan vastaaminen materiaalitalanteen valvonnasta. (Haverila ym., 2009, 450 – 453.)

Tämän opinnäytetyön näkökulmasta keskeisin valvontamenetelmä on varastokirjanpito, jolla suoritetaan varastosaldojen seuranta ajantasaisesti ja tarkasti. Varastokirjanpidon tietojärjestelmään kirjataan jokainen tehty materiaalitapahtuma, näin ne päivittävät varastokirjanpitoa (Haverila ym., 2009, 451). Tietotekniikkaa apuna käyttäen päästään tarkkoihin ja ajantasaisiin varastosaldojen lukumääriin.

4.2 Lean-ajattelu

Lean-käsite syntyi International Motor Vehicle Program (IMVP) -tutkimusohjelman tuloksena, jossa tutkittiin japanilaisen autoteollisuuden tehokkuutta (Haverila ym., 2009, 362). Lean on asiakaslähtökohtainen prosessijohtamisen malli, jonka keskeisiä periaatteita on virtauksen maksimointi, hukan poisto sekä jatkuva tuotannon parantaminen tinkimättömällä laatuajattelulla (Lean, [viitattu 2.2.2013]). Stewart (2012, 88 – 93) kertoo Lean-ajattelun koostuvan kolmesta keskeisestä tuotantojärjestelmää rajoittavasta tekijästä, joiden poistamiseen jatkuvasti pyritään:

- **Lisäarvoa tuottamaton työ** (Muda), kaikki työ, mikä on hukkaa, josta johdun läpimenoajat pitenevät sekä ylimääräisiä varastoja syntyy.

- **Ihmisten tai koneiden ylikuormitus** (Muri), ylikuormitetut työntekijät tekevät helposti laatuvirheitä, kun taas ylikuormitetut koneet vikaantuvat herkästi.
- **Epätasaisuus** (Mura), tuotantomäärien vaihtelut tai virheellisesti suunnitellut aikataulut, joista johtuen tuotanto on epätasaista.

Lean-tuotantojärjestelmän ydin on tunnistaa tuotantoprosesseissa tapahtuvat hukkat ja niiden eliminointi. Hukkaa voidaan soveltaa tuotantolinjan lisäksi tuotekehityksessä, tilausten vastaanottamisessa ja toimistossa. Liker (2004, 27 – 31) on eritellyt seuraavat seitsemän hukkatyyppiä:

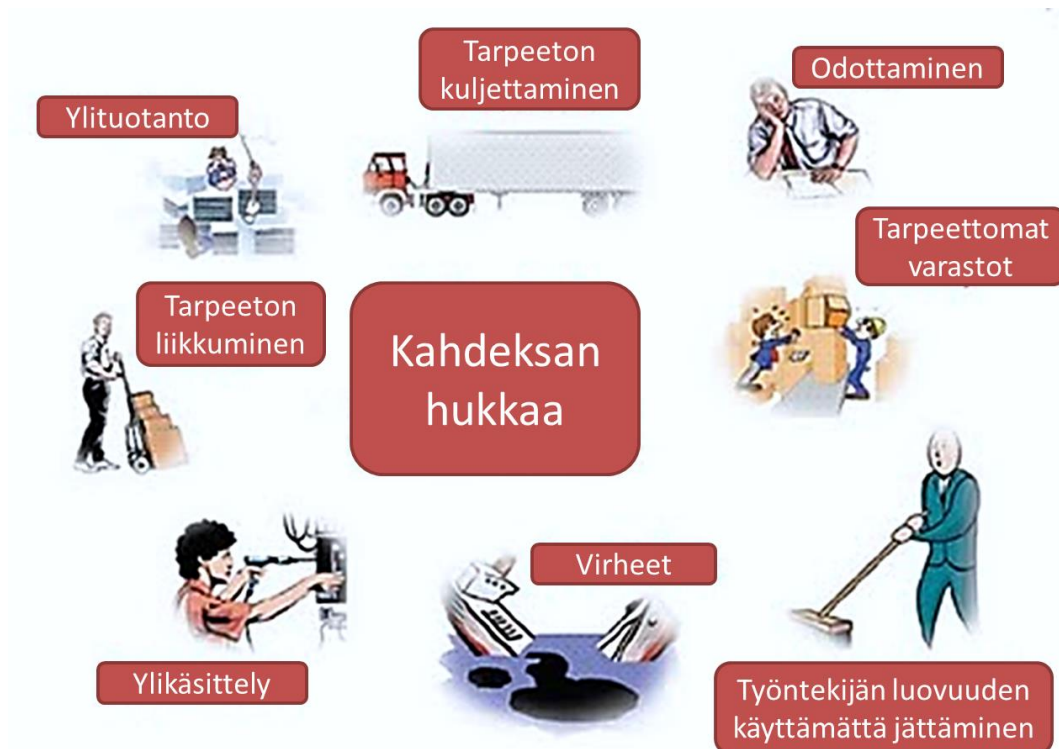
- **Ylituotanto.** Valmistettaessa osia enemmän kuin tilausten toimittamiseen tarvitaan, syntyy resurssien tuhlausta liiallisen varaston hoitamiseen.
- **Odottaminen.** Työntekijät tai koneet joutuvat vain odottamaan. Tämä voi johtua tuotantoprosessin pullonkauloista tai laitehäiriöistä.
- **Tarpeeton kuljettaminen.** Kaikki ylimääräinen kuljettaminen on hukkaa, kuten keskeneräisen työn siirto, materiaalin tai osien siirto varastoiden välillä tai prosessista toiseen.
- **Ylikäsittely.** Tarpeettomien vaiheiden suorittaminen kappaleen käsittelyssä tai kappaleen työstäminen laadukkaammaksi kuin on asiakkaan kannalta tarpeellista. Hukkaa syntyy, kun tuotetaan laadukkaampia tuotteita kuin on välttämätöntä.
- **Tarpeettomat varastot.** Varastoimalla liikaa materiaalia tai valmistamalla liikaa komponentteja syntyy ylivarastointia. Tämä johtaa pidempään läpimenoaikaan ja varasto- ja kuljetuskustannusten nousuun.
- **Tarpeeton liikkuminen.** Kaikki turhat liikkeet, jotka työntekijä suorittaa työn aikana, kuten osien ja työkalujen etsiminen.
- **Virheet.** Virheillä tarkoitetaan viallisten osien tuottamista tai korjausta. Viallisen osan korjaamiseen vaadittava työ on aina hukkaan heitettyä aikaa. Vi-

allisen tuotteen päätyessä asiakkaalle on lopputuloksena tyytymätön asiakas.

Lisäksi on olemassa myös kahdeksas, harvemmin mainittu hukkatyyppi, jonka Liker (2004, 29) on esitellyt seuraavasti:

- **Työntekijän kokemuksen ja luovuuden käyttämättä jättäminen.** Työntekijöillä on usein näkemys työvaiheen ongelmasta. Työntekijät voivat olla luovia ja heillä saattaa olla hyvä parannusehdotus ongelmaan. On suurta hukkaa, jos työntekijää ei kuunnella tai sitouteta.

Lean-käsite pitää sisällään monia teorioita ja työkaluja siitä, miten toimintaa voidaan parantaa. Näitä tekniikoita ja työkaluja ovat esimerkiksi tässä työssä käsitelty 5S ja Kaizen. (Lean, [viitattu 2.2.2013].) Käyttämällä ainoastaan näitä Lean-ajattelun alaisia työkaluja, ei päästä täydelliseen toimintaan, vaan yrityksen johdon on sitouduttava Lean-ajattelun mukaiseen jatkuvaan parantamiseen sekä investoimaan työntekijöihin (Liker 2004, 10).



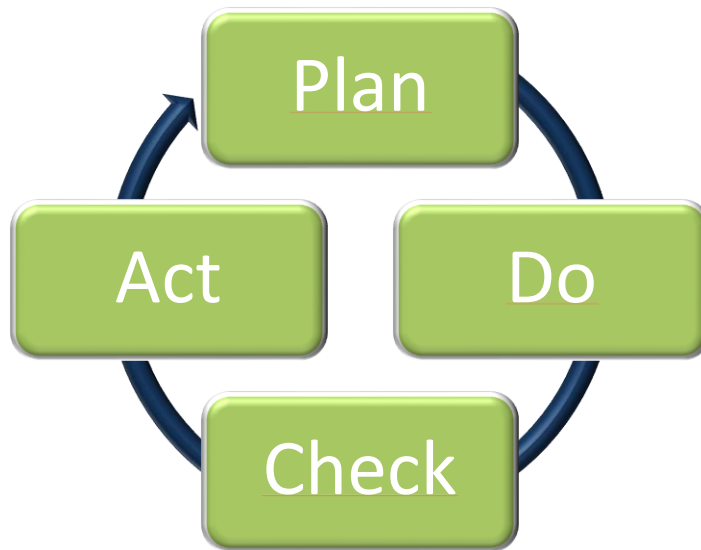
Kuvio 3. Kahdeksan hukkaa (muokattu lähteestä McMahon 2009).

4.3 Kaizen eli jatkuva parantaminen

Jatkuvan parantamisen filosofia on keskeisiä käsitteitä Lean-ajattelussa. Jatkuvalle parantamisella tarkoitetaan tavoitetta ratkaista ongelmat ja parantaa toimintaa jatkuvasti, olivatpa ongelmat miten pieniä tai suuria tahansa. (Liker 2004, 23.)

Perinteisessä tuotannossa ongelmien ratkaisun sekä laadun tarkastuksen hoitaa toimihenkilötason työntekijä. Jatkuvassa parantamisessa vastuu tuotteen toiminnan laadusta sekä kehitystyöstä on Lean-ajattelun mukaisesti jokaisella työntekijällä. Kehitystoiminnan tarkoituksena on, että koko työyhteisö tarkastelee esiin nousseita ongelmia, suunnittelee ratkaisuja sekä toteuttaa niitä. Tarkoitus olisi nähdä ongelmat tilaisuutena kehittää laatua, työskentelytehokkuutta sekä työturvallisuutta. (Stewart 2012, 195.)

Likerin (2004, 23) mukaan jatkuvan parantamisen kulmakivi on PDCA-sykli.



Kuvio 4. PDCA-sykli

PDCA-syklin kirjaimet tarkoittavat: *suunnittele* (Plan) parannustoimenpide, *suorita* (Do) pilottihanke, *arvioi* (Check) pilottihankeen plussat ja miinukset sekä *toteuta* (Act) parannus kohdealueella (Kouri, 2009, 15).

4.4 5S

Yksi Lean-toiminnan keskeisimmistä lähtökohdista on ajatus, että laadukas ja tuotava työ voidaan toteuttaa vain siistissä ympäristössä. 5S on käytännön työkalu, jolla pyritään toteuttamaan ja ylläpitämään järjestyksen säilymistä. (Kouri, 2009, 26.) Yritys, joka käyttöönottaa 5S-toimintamallin, pystyy parantamaan laatutasoaan, vähentämään tuhlausta, nostamaan työturvallisuutta ja lisäämään työviihtyvyyttä. Johtuen järjestelmällisestä toiminnasta, läpimenoajat ja kustannukset laskevat, tällöin myös tuottavuus ja kannattavuus paranevat. Siisti ja järjestyksessä oleva yritys on tunnusmerkki asiakkaalle ja työntekijälle menestyvästä yrityksestä. (Metalliteollisuuden Keskusliiton julkaisu nro 16/2001, 7.)

Kouri (2009, 26) esittelee 5S-toimintamallin S-kirjaimet seuraavasti. Kirjaimet koostuvat japaninkielisistä sanoista: Seiri (lajittele), Seiton (järjestä), Seiso (puhdist), Seiketsu (vakiinnuta) ja Shitsuke (ylläpidä).

4.4.1 Lajittele

Lajitteluvaiheen perusidea on poistaa työpisteeltä kaikki sellainen, mitä ei tarvita. Työpisteelle kertyy usein tavaroita ja työkaluja, joiden käyttö on harvinaista tai niitä ei enää käytetä ollenkaan, kuten rikkinäisiä työkaluja, tuoleja, monistepinoja, kuormalavoja tai raaka-aineita. Työpisteen tavaroista usein vain pieni osa on sel-laista, joka kannattaa säilyttää ja sitä tarvitaan päivittäin. (5S 2001, 8.)

Lajitteluvaiheen aloitus tapahtuu lajittelemalla tavarat ryhmiin eli tavaroihin, jotka saadaan heti hävittää ja tavaroihin, joita saatetaan tarvita vielä tulevaisuudessa. Tavarat, joita ehkä vielä tarvitaan, merkitään punaisilla lapuilla. Merkityt tavarat viedään sovittuun säilytyspaikkaan, josta ne voidaan tarvittaessa noutaa käyttöön. Sääntönä voidaan pitää pyrkimystä poistaa työpisteeltä kaikki, mitä ei tarvita seu-raavaan 30 päivään. (5S 2001, 8 – 9.)

4.4.2 Järjestä

Toisessa vaiheessa eli järjestelyssä asetetaan työpisteelle jääneet tarvittavat tava-rat jokainen omalle paikalleen, josta ne tarvittaessa löytyvät helposti. Paikat merki-tään esimerkiksi varjokuvilla tai värikoodeilla, näin työkalut pysyvät aina samoilla määritetyillä paikoillaan ja niiden löytäminen on helppoa. (5S 2001, 10 – 11.)

Kouri (2009, 27) on esitellyt järjestelmällisyyden eduksi visuaalisen valvonnan, jonka ansiosta työntekijä huomaa työkalun tyhjän paikan, työkalu on siis palautta-matta paikalleen. Työkalun palauttaminen paikalleen kestää vain pienen hetken verrattuna aikaan, joka kuluu kadoksissa olevan työkalun etsimiseen. Näin turha ja aikaa vievä etsiminen saadaan poistettua. (5S 2001, 10.)

4.4.3 Puhdista

Kolmannen vaiheen eli puhdistuksen tarkoitus on pitää työpiste ja koneet puhtai-na, siisteinä ja kunnossa. Koneet pysyvät hyvässä kunnossa, kun ne tarkistetaan

jokaisen puhdistuksen yhteydessä, näin tuotteiden laatu säilyy myös hyvänä. Puhdistuksesta on tehtävä rutiini, jotta järjestys pysyy yllä. (Tuominen 2010, 49 - 56.)

Siisti työympäristö vaikuttaa työilmapiiriin. Järjestyksessä olevassa työpisteessä ei epäjärjestyttä synny helposti, sillä epäpuhtaus huomataan heti. Työympäristön pysyminen puhtaana vaikuttaa myös työturvallisuuteen positiivisesti. (5S 2001, 12.)

4.4.4 Vakiinnuta

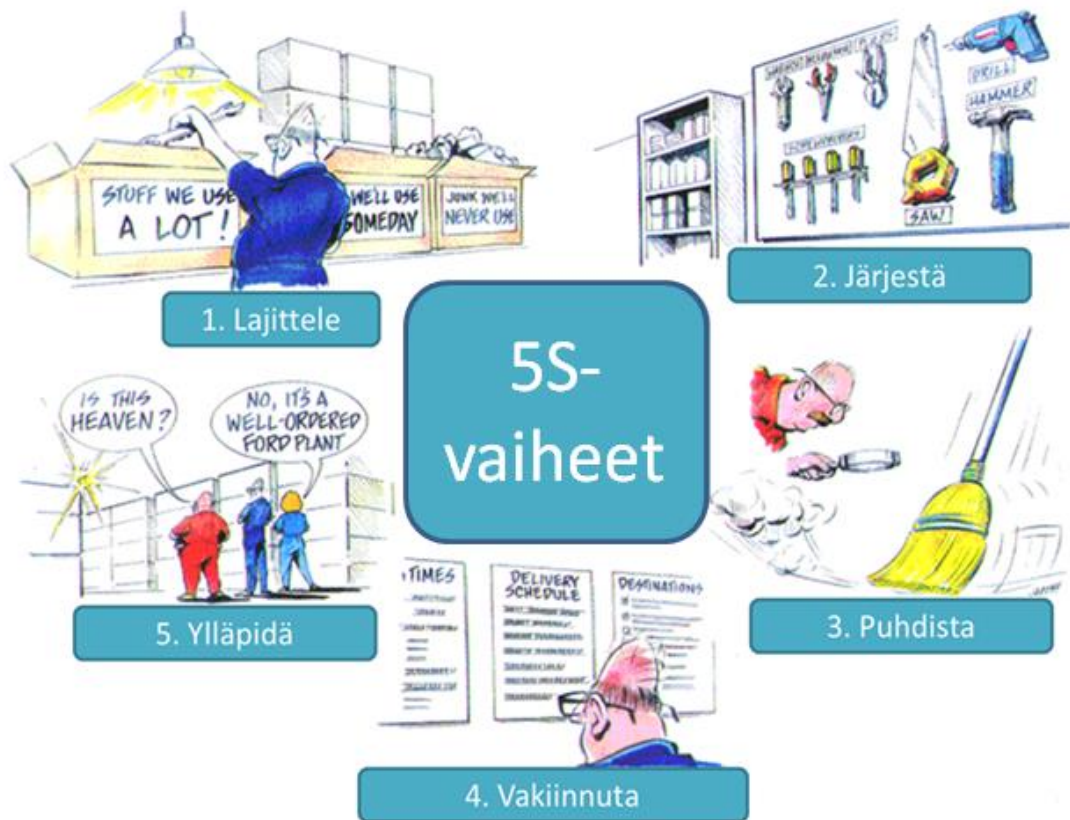
Neljäs vaihe pitää sisällään rutiinin luomisen 5S-toimintatapaan ja ylläpitää sitä. Toimintatapa täytyy saada vakiintumaan työntekijöiden keskuuteen, sillä vanhaan toimintamalliin on helppo palata. 5S-toiminnan ylläpito vaatii päivittäistä kurinalaisuutta. (5S 2001, 13.)

Tukemaan saavutettua kurinalaisuutta voidaan toteuttaa selkeitä toiminta- ja seurantarutiineja, joilla pystytään tarkkailemaan päivittäistä työskentelyä. Yrityksen johto voi asettaa esimerkiksi tavoitteen vuosittaisesta 5S-mallin onnistumisesta tai työntekijöiden onnistumisasteesta voidaan tehdä erilaisia seurantakortteja, joista tapahtunut kehitys voidaan havaita. (Tuominen 2010, 61 – 71.) Vakiinnuttamiseen kuuluu myös henkilökohtaisen siisteyden ja työturvallisuuden huomiointi, kuten vaatetus, kengät, suojalasit ja käsineet (5S 2001, 12).

4.4.5 Ylläpidä

Viimeisen vaiheen eli ylläpidon tarkoituksena on ylläpitää vakiintuneita käytäntöjä ja toteuttaa vaiheita 1 – 3 jatkuvasti uudelleen. Systemaattinen 5S-alueiden auditointi kuuluu myös ylläpitoon. (Kouri, 2009, 26.)

Kun saavutettua 5S-tasoa ylläpidetään, pystyy uusikin työntekijä löytämään työkalut ja tarvikkeet helposti. Virheiden huomaaminen on myös helpompaa kokemattomalta työntekijältä 5S-toiminnan ansiosta. (5S 2001, 14.)



Kuvio 5. 5S-vaiheet (muokattu lähteestä 5S workplace organisation and standardisation, [viitattu 20.2.2013]).

4.5 Layoutsuunnittelu

Nykyisin layout on vakiintunut termi tuotantoprosessien suunnittelussa. Layout-termillä tarkoitetaan tuotantojärjestelmien fyysisten osien sijoittelua tehtaassa. Yleisesti nämä fyysiset osat ovat koneet, laitteet, varastopaikat ja kulkureitit. Riippuen työnkulusta ja tuotantolaitteiden sijoittelusta voidaan layoutit jakaa kolmeen päätyyppiin: tuotantolinjalayout, funktionaalinen layout ja solulayout. (Haverila ym., 2009, 475.)

4.5.1 Tuotantolinjalayout

Tuotantolinjalayout on erikoistunut tietyn tuotteen suurien tuotantosarjojen valmistukseen. Linjassa koneet ja laitteet sijoitellaan valmistettavan tuotteen työnkulun mukaiseen järjestykseen. Kappaleen käsittely on tehokasta ja automatisoitua, se-

kä työvaiheiden välinen työnkulku on selkeää ja vaiheiden välinen tuotteen siirto voidaan hoitaa mekaanisilla kuljettimilla. Tuotantolinjalayoutia käytetään silloin kun tuotteen valmistusmäärät ovat jatkuvasti suuria. Edellytyksiä tuotantolinjan rakentamiselle on suuri volyyymi ja korkea kuormitusaste. (Haverila ym., 2009, 475 – 476.)

4.5.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa koneet ja työpaikat ryhmitellään ja sijoitellaan työtehtävän samankaltaisuuden perustella. Esimerkiksi konepajassa kaikki sorvit sijoitetaan sorvaamoon ja hitsauspaikat hitsaamoon. Funktionaalinen layout pystyy joustaviin tuotantomäärän muutoksiin, ja tuotetyypit voivat vaihdella huomattavasti. Valmistuksessa käytettävät koneet ovat tavallisesti yleiskoneita, joilla erilaisten tuotteiden valmistus onnistuu sujuvasti. Funktionaalisisessa layoutissa tuotteet voidaan valmistaa joko yksittäiskappaleina tai sarjoissa. Työpisteiden välinen mahdollinen suuri etäisyys nostaa materiaalien käsittely- ja kuljetuskustannukset helposti suuriksi. Funktionaalisen layoutin toteutus on helppo ja halpa tuotantolinjaan verrattuna. Vahvuuksiin kuuluvat joustava kapasiteetin kasvattaminen ja erilaisten tuotteiden helppo valmistus. (Haverila ym.,2009, 476 – 477.)

4.5.3 Solulayout

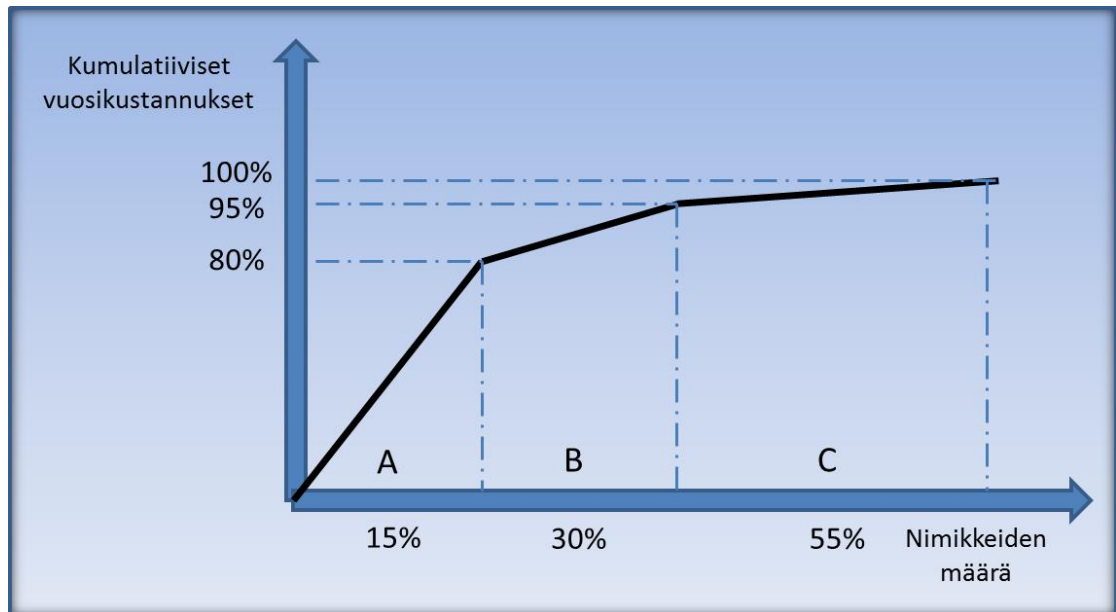
Solulayout muodostuu eri koneista ja työpaikoista, jotka muodostavat itsenäisen ryhmän. Itsenäinen eri koneista muodostunut solu on erikoistunut tiettyjen osien tai työvaiheiden suorittamiseen. Solu valmistaa joustavasti tuotteita, joiden valmistukseen se on suunniteltu. Solujen läpimenoajat ovat lyhyitä verrattuna funktionaaliseen layoutiin. Tuotantomäärät ja eräkoot voivat vaihdella solussa. Solulayout sopii niin yksittäisten kappaleiden kuin pienempien sarjojenkin valmistukseen. Vahvuutena solulayoutilla voidaan pitää sen helppoa kykyä löytää solun tuotannossa tapahtuvat virheet ja kykyä korjata ne, sillä toistuvat peräkkäin samalla alueella tapahtuvat valmistusvaiheet tuovat ne esiin. (Haverila ym.,2009, 477 – 478.)

4.6 ABC-analyysi

ABC-analyysi on erotteleva analyysi, jolla pyritään erottamaan merkittävät seikat vähämerkityksistä. Tätä voidaan soveltaa moniin eri ilmiöihin, mutta yleensä ABC-analyysia käytetään materiaalivarastojen analysointiin. Menetelmää käytetään materiaalinhallinnan kehityskohteiden etsinnässä sekä ohjausperiaatteiden suunnittelussa. (Haverila ym., 2009, 457.)

ABC-analyysin perusta on raaka-ainenumerojen luokittelu vuosikulutuksen arvon perusteella. Nimikkeen varastonvalvontaperiaatteita suunniteltaessa ja kehityskohteiden analysoinnissa käytetään varaston luokittelua eriarvoisiin luokkiin. Korkeamman A-luokan nimikkeisiin sovelletaan tarkkaa ohjausta ja valvontaa, kun taas vuosikulutukseltaan pienien ja arvoltaan vähäisten C-luokan nimikkeiden varastonvalvontaan käytetään karkeampia menetelmiä. (Haverila ym., 2009, 457.)

Käytettävien luokkien määrä riippuu käyttötarpeesta. Monet ABC-analyysia käyttävät yritykset ryhmittelevät nimikkeensä vain kahteen luokkaan: A ja C. Rajat eri luokille asetetaan tavallisesti prosenttiosuuksina. Jaettujen luokkien arvot voivat olla esimerkiksi: A-luokan koko 15 %, B-luokan koko 30 % ja C-luokan koko 55 % koko nimikemäärästä. Vuosikulutusarvoltaan suurimmat nimikkeet sisältyvät A-luokkaan ja C-luokkaan sisältyvät nimikkeet ovat vuosikulutusarvoltaan pienimmät. (Haverila ym., 2009, 457.)



Kuvio 6. ABC-analyysi (pohjautuu Haverila ym., 2009, 457.)

ABC-analyysi pohjautuu vanhalle 20/80-säännölle, jonka mukaan 20 % nimikkeistä aiheuttaa 80 % vuosikulutuksesta. Tätä sääntöä voidaan soveltaa myös muihin käyttötarkoituksiin, kuten esimerkiksi 20 % virheistä aiheuttaa 80 % virhekustannuksista. (Haverila ym., 2009, 458.)

4.7 Työturvallisuus ja ergonomia

Työturvallisuuslaki (L 23.8.2002/738) velvoittaa työnantajan huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Työnantajan on työssä otettava huomioon työhön, työolosuhteisiin ja työympäristöön sekä henkilökohtaisiin edellytyksiin liittyvät seikat, selvitettävä ja tunnistettava työstä aiheutuvat haitta- ja vaaratekijät sekä suunnitella työympäristö työntekijöiden fyysiset ja henkiset edellytykset huomioon ottaen.

Työturvallisuuslain tarkoituksena on työolojen parantaminen työntekijöiden työkyvyn turvaamiseksi ja ylläpitämiseksi sekä ammattitautien, työtapaturmien ja muiden terveyshaittojen ennaltaehkäisemiseksi. Työturvallisuuden yleisellä vaatimustasolla tarkoitetaan työpisteen ergonomian järjestämistä työntekijälle sopivaksi, työn yksitoikkoisuuden tai pakkotahtisuuden vähentämistä ja putoamisvaaran torjumista. (Saloheimo 2006, 37.)

Ergonomiasta työturvallisuuslain (L 23.8.2002/738) 24§ määrää, että työpisteen rakenteet ja työvälineet on valittava, mitoitettava ja sijoitettava työn luonne ja työntekijän edellytykset huomioon ottaen ja niiden oltava mahdollisuuksien mukaan säädettävissä. Työ tulee olla mahdollista suorittaa ilman työntekijän terveydelle haitallista tai vaarallista kuormitusta.

Toimeksiantajan toiminnassa ergonomia korostuu erityisesti käsiteltäessä raskaita osia eli nostamisessa, työasunnoissa ja liikkeissä. Ne voivat aiheuttaa liiallista kuormitusta tuki- ja liikuntaelimille, jolloin seurauksena voi olla tuki- ja liikuntaelimi-en sairauksia. Valtioneuvosto on antanut päätöksen käsin tehtävistä nostoista ja siirroista työssä (Vnp 1409/1993). Se käsittelee terveydelle ja turvallisuudelle asetettavia vähimmäisvaatimuksia käsin tehtävässä taakkojen käsittelyssä, johon liittyy työntekijän selän vahingoittumisen vaara. Direktiivissä säädetään, että työpisteet on järjestettävä siten, että nostot ja siirrot ovat mahdollisimman turvallisia, mikäli käsin tehtäviä nostoja ja siirtoja ei voida korvata mekaanisilla laitteilla. (Työsuojeluhallinto 2013.)

Työterveyslaitos (2013) on määritellyt ergonomisen nostoasennon seuraavasti: taakka tulee pitää mahdollisimman lähellä vartaloa, asento ei saa kiertyä noston aikana, taakan tulee olla sopivalla korkeudella noin 70 – 90 cm, hyvä nostokorkeus on pitää taakka rystystason ja kyynärpääntason välillä, nosto tulee suorittaa tasan tasaisesti, nostossa tulee hyödyntää vahvoja jalkalihaksia ja jalat tulee pitää hyvässä asennossa tarpeeksi etäällä toisistaan. Lisäksi nostotyötä tehdessä Työterveyslaitos suosittelee huomioimaan, että raskaita taakkoja nostetaan vain muutaman kerran tunnissa, taakasta saa hyvän otteen, nostamista varten on riittävästi tilaa ja lattiapinta on pitävä sekä tasainen. Raskain turvallinen taakka on määritelty 25 kilon painoiseksi, minkä pystyvät lähes kaikki miehet ja 2/3 naisista nostamaan turvallisesti, mikäli nostoasento on hyvä.

5 NYKYTILA-ANALYYSI

Kehittämistyössä oli oleellista tutustua perusteellisesti kehityskohteen nykytilaan, jotta havaittiin oikeat kehityskohteet. Analyysissä varmistettiin kehityksen käytännön soveltuvuus ja huomiottiin työn erityispiirteet. Seuraavassa esitellään Junkkari Oy:n tuotannon nykytilaa.

5.1 Tuotantotilojen layout

Junkkari Oy:n tehdastilojen layout on funktionaalinen, eli koneet ja laitteet on sijoitettu niiden samankaltaisuuden perusteella. Tilat on jaettu seuraavasti: osavalmistus, hitsaamo, maalaamo, varasto ja koneiden loppukokoonpano. Näiden työalueiden sisälle on kuitenkin sijoitettu eri layouttyyppejä. Esimerkiksi hitsaamossa on solulayout-tyyppisiä robottisoluja, joissa koneet muodostavat ryhmän, joka on erikoistunut tiettyjen lopputuotteiden valmistukseen. Tuotantolinjalayout on parhaiten nähtävissä loppukokoonpanossa, jossa laitteet ja työpisteet ovat tuotteen työnkulun mukaisessa järjestyksessä. Junkkari Oy:n tehdastilojen hitsaamon layout on nähtävissä liitteessä 1.

5.2 Materiaalinkulku

Osa valmistettavien tuotteiden komponenteista tehdään itse Junkkari Oy:n osavalmistuksessa ja osa hankitaan alihankintana yrityksistä. Osavalmistuksen saadessa osat valmiiksi ne siirretään haarukkatrukilla säilytykseen varastossa sijaitsevalle vapaalle paikalle. Alihankintaosille periaate on sama eli saapuessaan ne varastoidaan omille paikoilleen. Varastokapasiteettia kuluu paljon, sillä yksin Simulta-kylvölannoittimissa on satoja osia, joista pienimmätkin varastoidaan omille paikoilleen.

5.2.1 Komponenttien tilaus ja kuljetus

Tuotteen hitsauskokoontamisen alkaessa hitsaamon työnjohtaja tilaa sähköisesti kokoonpanoon tarvittavat osat paikalle, jossa tuotetta aletaan hitsata. Osien tilaus tapahtuu syöttämällä jokaisen tarvittavan osan tuotenimiketunnus erikseen järjestelmään. Jokaisen nimikkeen kohdalla on myös määriteltävä paikka, minne osat tuodaan, varastopaikka, mistä osat noudetaan sekä niiden tarvittava määrä.

Tilauksen siirryttyä varastomiesten trukkijonoon alkaa varastopaikoilta tilattujen osien keräily. Usein jonossa saattaa olla jo paljon tilauksia, joiden vuoksi hitsaamon työnjohtajan on tilattava osat pitkälti etukäteen, jotta osat saapuvat ajoissa hitsauskokoontamisen paikalle. Kerätyt osat kuljetetaan laivoilla hitsauspaikalle. Kun kaikki osat ovat saapuneet, voi itse tuottava työ alkaa. Riippuen varastotilanteen kiireydestä, tämä tilausprosessi on aikaa vievä. Sen heikkous on hidas reagointiaika yllättäviin tai nopeisiin muutoksiin, mikäli jotain tuotetta tarvitaan nopeasti.

5.2.2 Varastopaikkojen toiminta

Junkkari Oy:n suurin varastopaikka on päävarasto. Päävarasto koostuu puskurivarastosta ja käyttövarastosta. Toiminta puskurivaraston ja hitsaamon käyttövaraston välissä tapahtuu edellä mainitun kaavan mukaisesti eli osat tilataan, jonka jälkeen ne keräillään hitsaamoon. Hitsaamon sisällä toimii käyttövarastot 40/KU/00 ja 49/KU/00. Käyttövarasto 40/KU/00 on hitsaamon oma varasto, jossa osat ja komponentit on helposti saatavissa hitsaukseen. Käyttövarastoista toinen 49/KU/00 toimii hitsausrobotin omana varastona. Tässä varastopaikassa säilytetään tuotteiden osia, joita robotti hitsaa toiseen MSK Groupin tytäryhtiöön.

Tuotannonohjauksen kannalta on tärkeää tietää tarkasti käytettävien osien lukumäärät. Junkkari Oy käyttää Microsoft Dynamix Ax (Axapta) -toiminnanohjausjärjestelmää, jonka tietokannassa sijaitsee varastointitilanteet. Kun osat tilataan puskurivarastosta, siirtyy niiden saldo käyttövarastoon. Hitsaajan käyttettyä osat ja saatuaan tuotteen valmiiksi, hän kuittaa sen tehdyksi, jolloin järjestelmä havaitsee osat käytetyksi ja ne poistuvat käyttövaraston saldosta. Näin varastojen saldotilanteet pysyvät järjestelmässä ajan tasalla. Työntekijän on nou-

datettava huolellisuutta kuitatessaan työtä, jotta saldoon ei synny virheitä ja säästytään ylimääräiseltä inventoinnilta.

5.3 Hitsaamon hitsauspaikat

Junkkari Oy:n hitsaamoon sisältyy useita hitsauspaikkoja. Paikat on määritelty tuotteiden tuotantomäärien ja hitsausvaatimusten mukaan. Osa hitsauspaikoista on määritelty tuottamaan vakiotuotetta eli niissä hitsataan esimerkiksi yhtä tai useampaa samaa tuotetta jatkuvasti. Usein nämä paikat ovat robottihitsauspaikkoja, jotka sopivat tuotteille, joiden vuosituotantomäärät ovat suuret. Toiset hitsauspaikat on tarkoitettu pienemmille tuotesarjoille. Näissä hitsauspaikoissa hitsataan useita eri tuoterakenteita, joiden tuotantomäärät ja erät ovat kuitenkin niin pieniä, ettei vakiopaikkaa ole kannattavaa perustaa. Hitsaus näissä pisteissä tapahtuu manuaalisesti.

5.4 Johtopäätökset

Nykytila-analyysissä todettiin, että Junkkari Oy:llä materiaalin tilaukseen, siirtoon ja varastointiin osavalmistuksen ja hitsaamon välissä kului paljon aikaa. Osien tilaukseen, siirtoon ja varastointiin kuluva aika on lisäarvoa tuottamatonta työtä, jolloin sen kitkeminen parantaisi tuottavuutta Lean-ajattelun mukaisesti. Tämä opinnäyte-työ keskittyy hukan poistamiseen tästä prosessista.

6 SUUNNITTELUN JA TOTEUTUKSEN KUVAUS

Työ aloitettiin hakkureiden kokoonpanohitsauspaikan ja sen materiaalinhallinnan kehittämistä, koska Junkkari-hakkurin kokoonpano on Simultakylvölannoittimeen verrattuna yksinkertaisempi. Seuraavassa kuvataan kummankin koneen kokoonpanohitsauspaikalle tehtyjen varastointijärjestelmien suunnittelu- ja toteutusprosessia. Kappaleessa esitellään tehdyt huomiot ja ratkaisut tarkasti.

6.1 Junkkari-hakkuri

Nykytilan selvittämisen jälkeen ideoitiin yhdessä hitsaamon esimiehen kanssa, millä tavoin materiaalinkulkua voitaisiin tehostaa osavalmistuksen, varaston ja hitsauspaikan välillä. Tärkeää oli huomioida, että hakkureiden hitsauspaikka on vakiopaikka eli työpisteellä käytettävät osat on rajattu siinä hitsattavien tuotteiden osiin. Esiin nousi ajatus vakiovarastopaikan luomisesta hitsauspaikalle, jonne osat varastoitaisiin suoraan osavalmistuksesta. Sitä käyttäisi ainoastaan kyseinen robotisolu ja paikalla säilytettäisiin pelkästään hakkureiden osia. Vakiovarastopaikka päätettiin ottaa kehitystyön kohteeksi sen tuottaman suoran hyödyn vuoksi.

Vakiovarastopaikan tuottama suurin hyöty koski Lean-ajattelun tavoin hukan kitkemistä tuotannosta. Hukka-käsitteenä pidetään aikaa, joka kuluu turhiin siirtoihin ja liikkeisiin. Tehdyt muutokset parantavat ajan käyttöä, sillä osat kuljetettaisiin suoraan osavalmistuksesta kyseisen hitsauspaikan vakiovarastopaikkaan. Näin yksi siirto materiaalivirrasta poistuisi kokonaan, koska osien siirtoa puskurivarastosta hitsauspaikalle ei enää tarvittaisi. Myös puskurivaraston varastokapasiteettia todettiin vapautuvan runsaasti. Lisäksi hyötynä olisi hitsaamon työnjohdon ajansäästö, sillä osat olisivat valmiina niille tarkoitetuilla paikoilla, eikä erillistä osien aikaa vievää tilausta tarvittaisi. Visuaalinen osamäärien seuranta kuuluu myös saavutettuihin etuihin. Varastohyllyn suunnittelun ja toteutuksen jälkeen nähtiin tarpeelliseksi myös määritellä osien hankintaeräkoko.

6.1.1 Alkutilanne

Junkkari-hakkureiden hitsauspaikka on vakiohitsauspaikka eli paikassa hitsataan samoja tuotteita suuremmissa erissä. Hitsaus tapahtuu Hitachi-hitsausrobotilla. Hakkureiden ala- ja yläkammioiden lisäksi paikalla hitsataan myös Simultakylvölannoittimien vannasrunkoja, keskussäätöakseleita sekä hararunkoja.

Hitsauspaikalla hitsataan ala- ja yläkammiot kahden kokoluokan hakkureihin: HJ 170 ja HJ 250. Kammioiden rakenteessa on pyritty käyttämään modulaarisuutta, jolloin kummassakin koneessa käytetään joitain samoja osia. Tästä huolimatta eroavia osia hakkurikammioiden rakenteessa on runsaasti, jolloin paikalla käsiteltävien osien määrä on suuri. Junkkari-hakkurin HJ250 hitsattu alakammio on nähtävissä liitteessä 2.

Hakkurikammioiden kokoonpanoa varten työnjohto tilaa tarvittavat osat, jonka jälkeen ne tuodaan hitsauspaikalle puskurivarastosta. Tämä vaihe saattaa kestää jopa yli tunnin. Hitsaaja keräilee kuormalavoilta tarvittavat komponentit, jonka jälkeen hän valmistelee hitsauskiinnittimessä osista robotille hitsattavan kammiokokonaisuuden. Robotin suorittaessa hitsausta työntekijä valmistelee ja silloittaa seuraavaa kammiota robottihitsausta varten. Valmiit kammiot nostellaan hitsauksen jälkeen kuormalavoille, joiden päällä ne kuljetetaan seuraavaan työvaiheeseen.

Junkkari Oy:n hitsaamo oli kokonaisuudessaan hyvässä järjestyksessä. Tästä huolimatta hitsauspaikalle oli ominaiseen tapaan kertynyt ylimääräistä tavaraa, jota työssä ei välttämättä tarvita. Tavarat sisältävät hitsauspaikalla joskus tarvittuja apuvälineitä ja ylimääräisiä osia. Ylimääräiset tavarat hidastavat työskentelyä, sillä oikeiden työkalujen ja osien etsiminen lisääntyy.



Kuvio 7. Alkutilanne hitsauspaikalta



Kuvio 8. Hylly alkutilanteessa

6.1.2 Suunnittelu ja toteutus

Vakiovarastopaikkaa lähdettiin kehittämään PDCA-syklin mukaisesti. Ensin laadittiin suunnitelma parannuksesta, toteutettiin pilottihanke, arvioitiin hankeen plussat ja miinukset sekä lopuksi suunnitelma toteutettiin parannusten jälkeen. Suunnittelussa huomioitiin Junkkari Oy:n materiaalihallinnan toimintatavat sekä työturvallisuuslain (L 23.8.2002/738) asettamia määräyksiä työturvallisuudesta ja ergonomiasta. Määräyksistä huomioitiin ergonomisen nostoasennon mahdollistaminen ja suurimman turvallisen taakan paino. Mikäli taakan paino ylitti suurimman sallitun, pyrittiin järjestämään mahdollisuus koneelliseen nostoon.

Vakiovarastopaikan määrittäminen tarkoitti käytännössä vakioituneen varastohyllyn suunnittelua ja toteuttamista hitsauspaikalle, jonne osat varastoidaan suoraan niiden valmistuttua osavalmistuksesta. Suunnittelu aloitettiin mittaamalla, kuinka paljon varastokapasiteettia on mahdollista saada käyttöön hitsauspaikan läheisyyteen. Rajoitteina todettiin olevan hyllyn suurin pituus sekä korkeus, sillä siltanostureiden on mahduttava kulkemaan varastopaikan yli. Lisäksi varastohyllyn päällä tuli voida säilyttää toista hitsauskiinnitintä, mikäli kyseinen kiinnitin ei parhaillaan ole käytössä. Tämän jälkeen määriteltiin toteutettavissa olevien varastopaikkojen määrä sekä tehtiin listaus hakkurikammioiden osien määrästä. Kun varastokoon kapasiteetti

oli määritelty, verrattiin sitä hakkureiden kammioiden osien vaatimaan tilantarpeeseen. Taulukkomuotoon kerätyt osien koko- ja paino arvot on nähtävissä liitteessä 3. Määrittelyn yhteydessä päätettiin muutamia isommat osat säilyttää edelleen puskurivarastossa, josta ne tilataan. Näin päästiin lopputulokseen, jossa suurin osa osista voitaisiin säilyttää uudella vakiovarastopaikalla hitsaamossa.

Kun varastokapasiteetin riittävydestä oli varmistuttu, alettiin suunnitella tarkempaa layoutsuunnitelmaa hyllystä. Huomioon tuli ottaa jokaisen osan varastomäärät, järjevä varastopaikkojen sijoittelu käyttömäärän ja -järjestyksen mukaan sekä osien koko ja paino liittyen työturvalliseen käsittelyyn (L 23.8.2002/738). Oli tärkeää ottaa huomioon hitsauspaikalla työskentelevän työntekijän mielipiteet ja parannusehdotukset. Näin hyödynnettiin tärkeää kokemuksen kautta saatua tietoa kehityksessä, minkä avulla on mahdollista saavuttaa mielekäs työympäristö, jossa työmotivaatio pysyy korkealla.



Kuvio 9. Kokoonpanojärjestyksen huomiointi

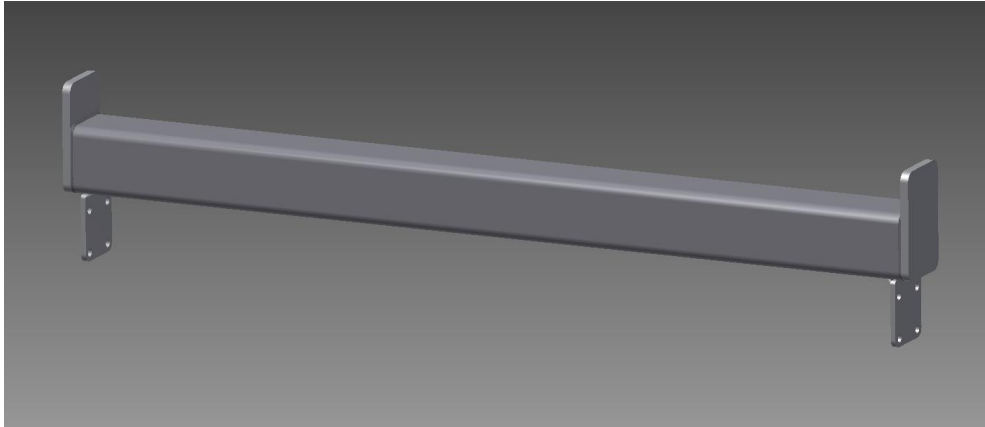
Kun toimiva hyllyn layout oli suunniteltu, aloitettiin käytännön toteutus. Ennen varastohyllyn pystyttämistä nähtiin hyväksi toteuttaa 5S-toimintamallin vaiheita. Hitsauspaikalta lajiteltiin ja poistettiin turhia sinne kertyneitä tavaroita. Tavarat, joita tarvitaan harvoin, varastoitettiin muualle niille sopiville paikoille. Kun siivous oli toteutettu, voitiin varastohyllyn pystytystyö aloittaa. Junkkari Oy:n varastosta löytyi käytötarkoitukseen sopivat hyllyn osat. Pystytystyö suoritettiin yhdessä työntekijöiden

kanssa. Ennen varastohyllyn täydentämistä oli huomioitava työturvallisuuteen liittyvät asiat eli hyllyn asianmukainen kiinnitys, suojaus sekä turvaverkko takapuolelle estämään osien putoamista toiselle työpisteelle (L 23.8.2002/738).



Kuvio 10. Työturvallisuuden huomiointi

Työturvallisuus nousi esiin myös mahdollisessa hitsauskiinnittimen varastoinnissa varastohyllyn päällä. Suuri työturvallisuutta heikentävä seikka oli painavan hitsauskiinnittimen putoaminen alla työskentelevien työntekijöiden päälle. Kiinnittimen mahdollista putoamista altisti sen yläpuolella kulkeva siltanostin sekä viereisellä käytävällä työskentelevät trukit. Mahdollisesta inhimillisestä virheestä johtuva työkoneiden törmäys kiinnittimeen oli siis huomioitava. Kiinnittimen varastoinnin turvallisuuden vuoksi päätettiin suunnitella ja valmistaa kiinnittimen säilytystelineet hyllyn yläosaan. Suunnittelussa tuli ottaa huomioon kiinnittimen mitat ja muodot, kestävä kiinnitys varastohyllyyn sekä telineen riittävä rakenteellinen kestävyys. Tarkemmat mittapiirustukset on nähtävissä liitteessä 4.



Kuvio 11. Hitsauskiinnittimen varastointiteline

Varastopaikan täyttö aloitettiin määrittämällä ja nimeämällä sille varastohallinta-ohjelma Microsoft Dynamix Ax (Axapta) -tietokantaan uusi varastopaikka. Työ tehtiin yhteistyössä toimeksiantajan varastohallinnan asiantuntijoiden kanssa. Uusi perustettu vakioipaikka nimettiin entisen hitsaussolun numeron mukaan. Junkkari Oy on nimennyt varastopaikat tiettyä kaavaa käyttäen, joten uuden paikan varastopaikkatunnukseksi tuli 43/KU/00. Varastopaikka toimii siis kuten muutkin käyttövarastot (KU). Osat ovat hitsaajan vapaassa käytössä hyllyssä, ja kun työ kuitataan valmiiksi, ne vähennetään tietokannan saldosta. Varastopaikan määrittämisen jälkeen puskurivarastosta tilattiin kaikki hakkurikammioiden osat 43/KU/00-varastopaikkaan, jotta ne voitaisiin sijoittaa uusille omille varastointipaikoilleen. Osat aseteltiin varastohyllyyn layoutsuunnitelman mukaisesti varastointilaatikoita apuna käyttäen. Kehitystyölle ominaiseen tapaan jouduttiin pieniä muokkauksia tekemään kompromisseina yllättävien esiin nousseiden asioiden johdosta. Varastolaatikat merkittiin tarroin, joista selviää säilytettävän osan tiedot. Näin jokaiselle osalle saatiin oma säilytystila.

Vakiovarastopaikan toteutuksen jälkeen työ käynnistettiin hitsauspaikalla. Hitsauspaikan toimintaa seurattiin, jonka jälkeen todettiin, ettei suurempia parannusehdotuksia noussut esiin. Layout hitsauspaikan lopullisesta pohjaratkaisusta on nähtävissä liitteessä 5.



Kuvio 12. Varastopaikkojen merkintä

6.1.3 Hankintaerien määrittely

Suurimman hyödyn saamiseksi uudesta varastopaikasta nähtiin tarpeelliseksi määritellä osien hankintaerät. Hankintaerällä tarkoitetaan määrää, jonka osavalmistus valmistaa tai alihankkijalta tilataan, kun kyseinen osa on loppumaisillaan varastopaikalta. Junkkari Oy on aloittanut ABC-analyysin käytön varastonhallinnan kehityksessä. Käyttämällä ABC-analyysiä saadaan varastonvalvontaa tehostettua sekä varaston arvoa pienennettyä, tämä johtaa parempaan tuottavuuteen.

Junkkari Oy on jakanut kaikki komponentit kolmeen pääryhmään: A-, B-, ja C-nimikkeisiin. Nimikkeisiin jaon Junkkari Oy on suorittanut seuraavasti:

A-nimikkeitä on noin 500 kappaletta, joista jokaista nimikettä hankitaan vuodessa yli 2500 euron edestä. Nimikkeiden osuus koko vuosivolyymista on 80 %. A-nimikkeen ajoitukseen ja valmistukseen kiinnitetään paljon huomiota. Tavoitteellinen kiertonopeus A-nimikkeelle on kuusi kertaa vuodessa.

B-nimikkeitä on noin 1000 kappaletta, joista jokaisen nimikkeen hankinta-arvo on 2500 euron ja 500 euron välillä vuodessa. B-nimikkeiden osuus koko vuosivolyymista on 15 %. Nimikkeen ajoitukseen ja valmistukseen kiinnitetään vain jonkin verran huomiota. B-nimikkeen kiertonopeustavoite on kolme kertaa vuodessa.

C-nimikkeitä on noin 3500 kappaletta, joista jokaisen vuosittainen hankinta-arvo on alle 500 euroa. Nimikkeiden osuus koko vuosivolyymista on 5 %. Nimikkeiden ajoitukseen ja valmistukseen valvontaan käytetään karkeita menetelmiä. Tavoitteellinen kiertonopeus on kerran vuodessa.

Tavoitteena hankintaerien koon tarkastelussa oli optimoida hankintaerät sopivan kokoisiksi vakiovarastohyllyn varastotilaan nähden. Hankintaerien optimoinnissa otettiin huomioon ABC-analyysin tavoitteelliset kiertonopeudet. Jokaisen nimikkeen kohdalla määriteltiin tavoitehankintaerä vuosikulutuksen ja kiertonopeuden mukaan. Tätä ABC-analyysin mukaista optimaalista hankintaerää verrattiin jokaisen nimikkeen suurimpaan mahdolliseen varastointimäärään. Joidenkin nimikkeiden hankintaerää täytyi muokata varastokapasiteetin rajallisuuden vuoksi. Tästä johtuen esimerkiksi joidenkin C-nimikkeiden kiertonopeutta oli kasvatettava niin, että sen kertahankintaerä sopi sille varatulle varastointipaikalle. Saadut tulokset taulukoitiin ja luovutettiin käytettäväksi varastohallinnan asiantuntijoille. Taulukomuotoon kerätyt hankintaerät on nähtävissä liitteessä 6.

6.1.4 Tulokset

Uudella varastointijärjestelmällä saavutettiin useita etuja. Hakkurikammioiden hitsauksen alkaessa hitsaamontyönjohto tilaa puskurivarastosta ainoastaan muutamia isoimmat komponentit kaikkien osien tilaamisen sijaan. Näin osien tilausmäärä puskurivarastosta väheni laskennallisesti 80 prosenttia. Myös turha komponenttien kuljetukseen kulunut aika varaston ja hitsaamon välillä supistui yhtä paljon. Osat toimitetaan muutamalla kuormalavalla hitsauspaikan työalueelle, jolloin työkentelytila kasvoi vanhaan verrattuna kun kyseisiä kuormalavoja alueella oli kymmeniä. Näin myös saavutettiin huomattavasti parempi työturvallisuus, sillä työpiste on avoimempi ja puhtaampi kuin ennen. Itse kokoonpanohitsauksen tehokkuus kasvoi myös uuden varastointihyllyn ansiosta. 5S-menetelmän mukaan standardoidut varastopaikat vähentävät osien etsiskelyä kuormalavoilta. Työergonomia myös lisääntyi osien järjeistetyin hyllysijoittelun ansiosta. Osat ovat työntekijälle helposti saatavilla, jolloin siirtojen määrä ja pituus vähenivät. Samalla varastomäärien visuaalinen valvonta tehostui.

Kokonaisuudessaan saavutettiin hakkureiden osalla huomattavat edut. Hakkurikammioiden hitsausprosessin eri vaiheista saatiin kitkettä pois arvoa lisäämätöntä työtä. Myös osavalmistuksen, varaston ja hitsaamon välistä materiaalivirtaa yksinkertaistettiin selvästi hakkurikammioiden hitsauskokoontalon osalta. Tehokkuuden ja tuottavuuden huomattiin nousseen muutostöiden jälkeen, vaikka tarkempia mittaustuloksia ei ehditty opinnäytetyöhön keräämään sen kiireellisen aikataulun vuoksi. Hankintaerien määrittely Junkkari-hakkurille helpotti myös tuotannonohjauksen toimintaa.



Kuvio 13. Uusi 43/KU/00-varastopaikka

6.2 Simulta-kylvölannoitin

Junkkari-hakkurille tehdyn vakiovarastohyllyn suunnittelun ja toteutuksen jälkeen keskityttiin Simulta-kylvölannoittimen säiliön kokonpanohitsauspaikkaan ja sen materiaalivirtaan. Simulta-kylvölannoittimen osille päätettiin myös määrittää uusi vakiovarastohylly. Säiliökokoonpano on huomattavasti monimutkaisempi kuin hakkurikammioissa, sillä osia säiliökokonaisuudessa on runsaasti enemmän. Tavoit-

teiksi asetettiin samat asiat kuin hakkurikammioiden hitsauspisteellä, eli materiaa-
livirran parantaminen osavalmistuksen, varaston ja hitsaamon välillä.

6.2.1 Alkutilanne

Alussa pohdittiin, miten Simulta-kylvölannoittimen kokoonpanohitsauspaikka eroaa
jo kehityksen kohteena olleen Junkkari-hakkurin kokoonpanohitsauspaikasta.
Työpisteiden eroavaisuudet löytyivät hitsauspaikan tyypistä ja hitsaustyön manu-
aalista toteutustavasta. Paikka, jolla Simulta-kylvölannoittimen säiliörakenteet
kokoonpano hitsataan, on tavallinen hitsauspaikka, jossa valmistetaan myös muita
rakenteita. Tästä huolimatta on Simulta-kylvölannoittimen säiliörakenteiden hitsaus
vakioitu kyseiselle paikalle sijainnin ja koon vuoksi. Kokoonpano suoritetaan hit-
sauspaikalla tavallisesti kahden työmiehen voimin, sillä ison säiliörakenteen ja iso-
jen komponenttien käsittely on näin helpompaa. Säiliörakenne on nähtävissä liit-
teessä 2.

Hitsauspaikalla hitsataan säiliörakenteet useisiin Simulta-kylvölannoittimiin. Tässä
opinnäytetyössä käsitellään kahta mallia. Nämä Simulta-kylvölannoitin mallit ovat
S ja ST. Niiden isoin eroavaisuus löytyy ST-mallin suuremmasta säiliörakenteesta.
Kuten Junkkari-hakkureissa on myös S- ja ST-malleissa pyritty käyttämään modu-
laarista rakennetta, jolloin joitakin osista voidaan käyttää molemmissa säiliömal-
leissa. Silti hitsauspaikalla käsitellään satoja eri komponentteja säiliörakenteita
kokoonpantaessa. Ongelmallisinta on käsitellä säiliörakenteesta löytyviä isoja
komponentteja.

Simulta-kylvölannoittimen kokoonpano tapahtuu samoin kuin Junkkari-
hakkureissakin. Ensin työnjohto tilaa tarvittavat osat hitsauspaikalle. Simulta-
kylvölannoittimen osien keräily ja siirto hitsauspaikalle kestää noin 4–6 tuntia. Osi-
en saavuttua hitsauspaikalle kokoonpanotyö voidaan aloittaa. Työn aloittaminen
on aikaa vievää, sillä suuri osa osista on tuotu kuormalavojen päällä hitsauspaikal-
le. Niiden seasta oikeiden komponenttien löytäminen on haastavaa. Säiliöraken-
teen hitsausvaiheen valmistumiseen menee noin yksi työpäivä, jonka jälkeen se
kuljetetaan seuraavaan työvaiheeseen. Simulta-kylvölannoittimen säiliörakenteen
hitsauspaikalle kertyy huomattava määrä epäjärjestyksessä olevia tavaroita ko-

koonpanohitsauksen aikana. Pääasiassa tavarat ovat Simulta-kylvölannoittimen säiliörakenteen osia sekä hitsaustyössä tarvittavia apuvälineitä.



Kuvio 14. Järjestys alkutilanteessa

6.2.2 Suunnittelu ja toteutus

Toimeksiantajan ehdotuksesta säiliörakenteen hitsauspaikkaan sovellettiin samantapaista vakiovarastointijärjestelmää kuin Junkkari-hakkureillekin oli tehty. Osien varastointipaikka olisi siis osavalmistuksen jälkeen suoraan kokoonpanohitsauspaikalla. Suunnitteluvaiheessa piti pohtia, miten samantapaista järjestelmää voitaisiin soveltaa Simulta-kylvölannoittimen säiliörakenteiden hitsauspaikan kohdalla. Huomio hitsauspaikalla kiinnittyi kuitenkin siihen, että paikalla hitsataan myös tarvittaessa muita rakenteita. Näin oli huomioitava hitsauspaikan kyky muuttua joustavasti tuottamaan muita tuotteita. Hitsauspaikalla todettiin olevan hyödynnettävissä olevaa tilaa pienellä uudelleen järjestelyllä. Näin tilan katsottiin soveltuvan uudeksi varastopaikaksi. Varastopaikaksi suunniteltu alue sijaitsee lähellä viereistä hitsauspaikkaa, jossa kiireisinä tuotantoaikoina voidaan myös suorittaa kokoon-

panohitsausta Simulta-kylvölannoittimen säiliörakenteille. Näin vakiovarastopaikan todettiin soveltuvan myös Simulta-kylvölannoittimien hitsauspaikkaan.

Kehityksessä käytettiin Junkkari-hakkureiden tavoin hyödyksi jatkuvan parantamisen PDCA-sykliä sekä huomioitiin materiaalihallinnan käytännöt, ergonomia ja työturvallisuus. Ergonomia ja työturvallisuus nousivat suurempaan asemaan Simulta-kylvölannoittimen kohdalla, sillä sen rakenteessa on enemmän painavia komponentteja. Ergonomisen nostoasennon huomiointi ja sen mahdollistaminen koonpanopaikalla oli huomioitava.

Kehitystyöhön oli helpompi lähteä, sillä toimintatavat hitsaamossa olivat käyneet tutuksi Junkkari-hakkureiden varastohyllyn kehittämisen yhteydessä. Kun vakiovarastopaikan soveltuvuus oli todettu, aloitettiin tarkempi toteutuksen suunnittelu. Simulta-kylvölannoittimen säiliörakenne pitää sisällään paljon pieniäkin komponentteja. Tarkoituksena oli säilyttää vain pienimmät osat hitsauspaikan valitulla varastointipaikalla, näin säilytettäisiin paikan joustavuus hitsata myös muita rakenteita. Isoimpien osien varastoiminen kyseiselle hitsauspaikalle olisi vienyt huomattavan paljon tilaa, mikä olisi rajoittanut joustavaa toimintaa. Säiliörakenteiden osarakenteet käytiin läpi, tämän perusteella laadittiin listaus osille soveltuvasta varastointipaikasta. Lajittelu tehtiin osien koon, määrän, käyttökohteiden sekä valmistustavan mukaan. Valmistustavassa huomioitiin, onko osa valmistettu alihankinnassa vai osavalmistuksessa, sekä huomioitiin osien mahdolliset edelliset työvaiheet. Listaus on nähtävissä liitteessä 7. Tämän listauksen tiedoista määriteltiin tarvittavien varastointipaikkojen lukumäärä. Tarvittavan varastointikapasiteetin tieto oli oleellista valittaessa tarkoitukseen soveltuvaa uutta varastohyllyä. Valinnassa oli huomioitava jälleen myös muut hitsauspaikan rajoittavat tekijät. Varastohyllyn korkeus, leveys ja pituus oli rajoitettu. Sopivaksi varastohyllyksi kyseiseen tarkoitukseen valittiin pientavarahylly, johon Junkkari Oy:n käyttämät standardikokoiset varastointilaatikot sopivat.

Valitun varastohyllyn pystytystyö aloitettiin samoin periaattein kuin Junkkari-hakkureiden varastohyllyn pystytys. Hitsauspaikalla suoritettiin 5S-vaiheita, joiden ansiosta paikalta poistettiin sinne kuulumattomia turhia tavaroita sekä saatiin siisti järjestys standardoimalla ja siivoamalla paikkaa. Paikalla suoritettujen pohjustustyön jälkeen voitiin siirtyä hyllynpystytystyöhön. Varastohyllynä käytettiin Junkkari Oy:n

varastotiloista löytyvää tarkoitukseen sopiva varastohylly. Hyllyä kokoonpannessa oli huomioitava hyllytasojen jako oikeaksi, näin saatiin jokaiselle varastointilaatikolle tarpeellinen tila. Kun suunniteltu hyllykokonaisuus oli saavutettu, huomioitiin työturvallisuus ja ergonomia asiat. Työturvallisuutta ajatellen hylly kiinnitettiin asianmukaisesti kaatumisen estämiseksi. Lisäksi hyllyn sivut suojattiin levyillä, jotka estävät tavaroiden mahdollista putoamista työntekijöiden päälle. Hyllyn tarkkaa kiinnityspaikkaa valittaessa pyrittiin hylly asemoimaan niin, että se olisi helposti käytettävissä ja hyllylle olisi esteetön kuku. Vaivattomat siirtymät hyllylle parantavat työergonomiaa.

Vakiovarastohyllyn pystytystyön jälkeen siirryttiin varastopaikan täyttöön. Uudelle varastohyllylle ei tarvinnut määrittää uutta varastopaikkaa Microsoft Dynamix Ax (Axapta) -tietokantaan Junkkari-hakkuri varastopaikan tavoin. Uuden varastohyllyn sijainti antoi mahdollisuuden käyttää jo olemassa olevaa 40/KU/00-varastopaikan tunnusta. Osien siirto puskurivarastosta uuteen vakiovarastohyllyyn suoritettiin vaiheittain, sillä nimike- ja osamäärät ovat suuria Simultan säiliörakenteissa. Ensin tilattiin Simulta T:n säiliörakenteen osat suunnitellun listauksen mukaan, jonka jälkeen ne järjestettiin, standardoitiin ja merkittiin omille paikoilleen suunnitelman mukaan. Tämän jälkeen sama suoritettiin Simulta ST:n osille, näin varastohyllyn täyttö saatiin suoritettua hallitusti ilman suurempia sekaannuksia. Hyllytystyön yhteydessä nousi esiin pieniä muutostarpeita suunnitelmaan. Joitain komponentteja ei pystytty säilömään vakioidusti hyllyyn, sillä niiden paino ja kappalemäärät olivat suuria. Suunnitelman mukainen hyllytys olisi onnistunut, mikäli järeämpää hyllyrakennetta olisi käytetty. Toimeksiantaja toivoi jo olemassa olevan hyllyn käyttöä, vaikka se oli hieman liian kevytrakenteinen. Muutostöiden jälkeen hitsauspaikan toimintaa jatkettiin normaalisti. Ensisijaisesti uuteen vakiovarastopaikkaan ei suurempia parannuksia tarvinnut tehdä. Lopputulos näytti selkeältä ja onnistuneelta.

6.2.3 Tulokset

Opinnäytetyön tiukan aikataulun vuoksi saatiin vain suuntaa antavia arviointeja tuloksista. Vakiovarastopaikan määrittämisen jälkeen huomioitiin hitsauspaikan järjestyksessä selvä parannus. Simulta-kylvölannoittimen vakiovarastopaikan toteu-

tus toi samoja etuja kuin Junkkari-hakkureiden vakiovarastopaikalla saavutettiin. Hitsaustyön alkaessa puskurivarastosta ei tarvitse tilata kuin isoimmat komponentit. Osien tilausmäärä säiliörakenteiden osalla väheni laskennallisesti 60 prosenttia. Verrannollisesti väheni myös aika, joka kuluu osien tilaukseen ja kuljetukseen. Lisäksi puskurivaraston varastokapasiteettia vapautui osien uuden vakiovarastopaikan ansiosta. Ennen muutostöitä hitsaustyön aloittamiseen kului huomattavasti aikaa, sillä hitsaajat etsivät tarvittavat komponentit kuormalavoilta. Junkkari-hakkureiden tavoin 5S-menetelmän mukaan standardoiduilta ja merkityiltä varastopaikoilta osien löytäminen on nopeampaa. Varastopaikkojen järjestyvä sijoitus varastohyllyyn parantaa myös työergonomiaa, sillä selällä tehtävien nostojen määrä vähenee huomattavasti. Visuaalinen varastomäärien seuranta on myös hyödyksi. Työntekijän on helppo seurata oikeaa varastomäärää verrattuna tietokannan ilmoittamiin varastomääriin, näin työntekijä pystyy ilmoittamaan ennakkoon, mikäli jokin osa on loppumaisillaan. Kokonaisuudessaan voidaan arvioida arvoa lisäämättömän työn vähentyneen myös Simulta-kylvölannoittimen hitsausprosessissa.



Kuvio 15. Uusi vakiovarastopaikka Simulta-osille

6.3 Jatkokehitysideat

Opinnäytetyön toteutuksen aikana ja sen jälkeen nousi muutamia ajatuksia siitä, miten materiaalinhallintaa voitaisiin jatkossakin hioa tuottavammaksi. 5S-ajattelusta löytyy monia hyviä toimintaperiaatteita, jotka auttaisivat materiaalihallinnan toimintaa ja selkeyttäisivät sitä. Seuraavassa kappaleessa on esitelty ajatuksia siitä, miten toimintaa saadaan jatkokehitettyä 5S-toiminnan periaatteilla. Toinen materiaalinhallintaa selkeyttävä tekijä voisi olla Simulta-kylvölannoittimen pitkien komponenttien kuljetus ja varastointi.

6.3.1 5S-toiminnan jatkokehitys

Tämän työn aikana heräsi ajatus 5S-toiminnan jatkokehittäminen muutostöiden alla olleissa hitsauspaikoissa. Opinnäytetyön ansiosta saadun järjestyksen ylläpitäminen vaatii motivaatiota. Motivaation luomiseen voitaisiin käyttää kannustavia seurantakortteja hitsauspaikan järjestyksen tilasta. Esimerkiksi seurantakortin luonti hyllyjärjestyksestä ja siitä ettei ylimääräistä tavaraa kerry hitsauspaikalle. Mikäli työntekijä säilyttää työpisteen järjestyksen jatkossakin, voitaisiin työntekijä palkita jollain hyödykkeellä. Rutiinien luominen työpisteen siisteyteen ja järjestykseen edesauttaa varastohyllyyn tehdyn järjestyksen säilymistä. Työntekijät sitoutuisivat säilyttämään tavaroita standardoiduilla paikoillaan ja tarkastamaan työpisteen siisteyden säännöllisesti. 5S-ajattelun tavoin hitsaamoympäristöä voitaisiin standardoida lisää selkeyden ylläpitämiseksi. Esimerkiksi lattiaan merkityt, yhteisesti sovitut kuormalavojen välivarastopaikat vähentäisivät osien ja tavaroiden etsintää. Toinen tärkeä asia olisi saada työntekijät sitoutumaan varastotilanteiden seurantaan. Materiaalinhallinta on tehokasta ja tarkkaa, mikäli työntekijä muistaa poistaa käytetyt osat aina oikein Microsoft Dynamix Ax (Axapta) -varastohallintaohjelman saldotilanteesta. Uusi vakiovarastopaikka mahdollistaa visuaalisen osien määrien valvonnan. Näin työntekijä voi halutessaan inventoida työn ohessa, vastaavatko osien kappalemäärät varastohallintaohjelman ilmoittamia saldomääriä.

6.3.2 Pitkien komponenttien käsittely

Simulta-kylvölannoittimen pitkien komponenttien käsittely on myös huomioitu jatkokkehitysideana. Tällä hetkellä osat varastoidaan normaalisti puskurivarastoon ja tuodaan hitsaustyön alkaessa hitsauspaikalle. Pitkien osien varastointiin kuluu paljon tilaa puskurivarastosta niiden koon takia. Hitsauspisteelle tuodessa ne varastoidaan pukkien varaan, josta niiden käsittely nostimella on helppoa. Pitkien kappaleiden kuljetus osavalmistuksen, varaston ja hitsaamon välissä on hankalaa sekä hitsauspisteellä mahdollisen siirtojen teko useille isoille kappaleille samaan aikaan on aikaa vievää ja vaarantaa työturvallisuutta. Ratkaisuksi tähän pohdittiin telinettä, jossa jokaiselle pitkälle osanimikkeelle olisi oma säilytystila. Telineen siirto hitsauspaikalta varastoon onnistuisi helposti trukilla yhdellä siirtokerralla, näin hitsauspiste pystyisi joustavasti muuntautumaan hitsaamaan muita kokoonpanoja. Lisäksi puskurivaraston varastokapasiteettia vapautuisi, sillä teline säilytettäisiin sille sovitussa paikassa. Näin jokaiselle nimikkeelle ei tarvitsisi varata omaa varastopaikkaa puskurivarastosta. Telineen suunnittelussa huomioitavaa olisi säilytystasojen asettelu siten, että painavien kappaleiden käsittely onnistuisi sujuvasti apunostimellakin.

7 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja oli Junkkari Oy. Työn tavoitteena oli parantaa toimeksiantajan materiaalihallintaa osavalmistuksen, varaston ja hitsaamon välillä. Työ rajattiin kahteen toiminnalle keskeisimpään tuotteeseen eli Simulta-kylvölannoittimeen ja Junkkari-hakkuriin. Työn tavoitteena oli havaita toimeksiantajan materiaalinhallinnassa tapahtuva resurssien tuhlaus ja minimoida se. Tarkoituksena oli luoda uusi varastointijärjestelmä kokoonpanohitsauspaikalle ja parantaa siten myös hitsauspaikkojen toiminnallisuutta. Jotta vakiovarastopaikat palvelisivat käytännön työtä mahdollisimman hyvin, alkuun oli tärkeää tutustua tuotantotilojen toimintaan. Samaan aikaan tutustuttiin työssä esiteltyihin materiaalihallinnan ja tuotannonohjauksen periaatteisiin. Näitä tietoja ja periaatteita sovellettiin työssä siten kuin se nähtiin tarpeelliseksi.

Vakiovarastopaikkojen suunnittelussa ja toteutuksessa huomioitiin hitsaamoympäristön asettamat vaatimukset. Junkkari-hakkurin ja Simulta-kylvölannoittimen tuotantoprosessia seurattiin ja tehtiin sen perusteella nykytila-analyysi tärkeimpien kehittämiskohteiden havaitsemiseksi ja prosessin kokonaisuuden hahmottamiseksi. Ensimmäisenä alettiin suunnitella ja toteuttaa Junkkari-hakkurille vakiovarastopaikkaa, koska Junkkari-hakkurin kokoonpano on Simulta-kylvölannoittimeen verrattuna yksinkertaisempi. Molempien vakiovarastopaikkojen suunnittelussa otettiin huomioon toimeksiantajan toimintatavat, materiaalihallinnan ja tuotannonohjausperiaatteet sekä työturvallisuus ja ergonomia. Suunnittelun jälkeen vakiovarastopaikat toteutettiin toimeksiantajalle.

Toteutuksen jälkeen havainnointiin työn tuloksia. Materiaalivirta osavalmistuksen, varaston ja hitsaamon välissä yksinkertaistui, kun tilattavat ja kuljetettavat osat vähenivät. Saavutettuja etuja ovat lisäarvoa tuottamattoman työn väheneminen ja työpisteiden parempi järjestys, jonka ansiosta myös työturvallisuus työpisteellä koheni. Junkkari-hakkurin osille määriteltiin myös optimaaliset hankintaerät, jotka autoivat tuotannonohjauksen toimintaa. Kokonaisuudessaan työllä saavutettiin konkreettisia etuja, joita Junkkari Oy voi myös jatkossa kehittää edelleen toiminnassaan. Käyttökelpoisia jatkokehitysideoita ovat esimerkiksi 5S-toiminnan laajentaminen ja ylläpitäminen. Myös pitkien komponenttien käsittelyä Simulta-

kylvöannoittimen hitsauspaikalla olisi hyvä parantaa, jolloin materiaalinhallinta yksinkertaistuisi.

8 POHDINTA

Tavoitteiden toteutuminen. Opinnäytetyön tavoitteena oli osavalmistuksen, varaston ja hitsaamon materiaalinhallinnan kehittäminen. Tarkennettuna se tarkoitti yrityksen ympäristöön tutustumista, toimintatapojen omaksumista, tutkimusongelman havaitsemista ja ratkaisun laatimista sekä toteutusta. Näiden tehtävien tarkoitus oli kehittää ja tuoda hyöty opinnäytetyön toimeksiantajalle.

Opinnäytetyön tavoitteet pystyin mielestäni toteuttamaan hyvin. Haasteita työhön loi sen alkuvaiheen epätietoisuus lopullisesta työn laajuudesta. Työssä täytyi pystyä käsittelemään yrityksen toimintaa kokonaisuutena, joka alussa tuntui suurelta ympäristöltä. Junkkari Oy:n henkilökunta suhtautui minuun ja opinnäytetyön tekkoon ammattimaisesti, mikä antoi tärkeää itsevarmuutta työn eri vaiheissa. Työntekijöiden ammattimaisesta suhtautumisesta huolimatta kevään kiireinen tuotantoaika loi haasteita tavoitteiden toteutumiseen. Kiireisinä aikoina työntekijät priorisoivat tehtävät niiden kiireellisyyden mukaan, jolloin minulle ja työn etenemiselle tärkeitä asioita jouduttiin välillä odottamaan.

Tekemäni suunnitelmat edistivät mielestäni työn tavoitteisiin pääsyä. Kokonaisuudessaan tavoitteiden toteutus sujui myös hyvin. Kuitenkin toteutusvaiheessa harmillisesti joustettiin hieman tekemästäni suunnitelmasta. Osa tarvitsemistani tarvikkeista korvattiin jo olemassa olevilla tarvikkeilla. Esimerkiksi suunnitelmissani oli käyttää varastoinnissa samanmallisia ja -näköisiä varastointilaatikoita toimeksiantajan toivomuksesta. Näin olisi saatu standardoidun näköinen kokonaisuus luotua varastopaikalle. Valitettavasti varastolaatikoiden hankinta ei toteutunut ja käytin varastopaikkaa luodessa yrityksestä jo löytyviä varastolaatikoita. Näin kokonaisuudesta ei tullut ulkonäöllisesti ihan suunnitelmieni mukainen. Toinen asia, minkä toteutus ei sujunut täysin suunnitellusti, oli Simulta-kylvölannoitin kokoonpanohit-sauspaikan varastohyllyn hankinta. Varastohyllyn hankintaprosessiin kului tuotannon kiireiden takia runsaasti aikaa, mikä taas viivästytti työni etenemistä. Lopulta opinnäytetyön toimeksiantaja halusi käyttää varastosta löytyvää pientavarahyllyä. Valittu hylly sopi käyttötarkoitukseen muuten hyvin, mutta sen rakenne oli odotettua kevyempi. Vakiovarastohyllyn täyttötilanteessa jouduin tekemään muutamia kompromisseja. Nämä johtuivat muutamien osien suurista kappalemääristä, joista

olisi kertynyt liikaa painoa hyllyn rakenteeseen nähden. Ongelma ratkaistiin siirtämällä näiden osien varastointi paikaksi jälleen puskurivarasto.

Näistä haasteista huolimatta tunnen onnistuneeni hyvin työn tavoitteiden suorituksesta. Junkkari Oy tarjosi monipuolisen oppimisympäristön opinnäytetyön teon aikana. Työn loppuvaiheessa hitsauspaikat näyttivät järjestelmällisiltä ja toimivilta. Tunnen huomioineeni ja saavuttaneeni tavoitteet, jotka olivat toimeksiantajan näkökulmasta oleellisia samalla kuin huomioin opinnäytetyöni kannalta oleelliset asiat. Tavoitteena opinnäytetyöntekijän näkökulmasta minulla oli aiheen teorian yhdistäminen käytännönläheiseen toteutukseen, joka myös onnistui opinnäytetyön toimeksiantajan ansiosta.

Prosessin etenemisen arviointi. Valmistumisen lähestyessä halusin varmistaa opinnäytetyön toteutuspaikan saannin. Lähdin loppusyksystä haeskelemaan yritystä, johon opinnäytetyön toteuttaminen olisi mahdollista. Näin halusin varmistaa aikataulun, jolloin opinnäytetyön teosta ei tulisi liian kiireinen opiskelujen yhteydessä. Onnistuin löytämään yrityksen joka tuntui mielenkiintoiselta ja heillä oli myös tarjota aihe opinnäytetyön toteuttamiseen. Sopivasti ennen joululomia saimme opinnäytetyön sopimukset ja alkupalaverin pidettyä. Näin pääsin aloittamaan opinnäytetyön teon heti uudenvuoden jälkeen.

Lähdin työhön hakemalla aihetta tukevaa teoriatietoa kirjallisuudesta. Samaan aikaan tutustuin Junkkari Oy:n yritys ympäristöön ja tutustuin syvemmin aiheeseen. Aiheeseen tutustuminen helpotti teoriataustan löytämistä aiheelleni. Teoriataustassa olen käsitellyt työlleni keskeisiä asioita sekä pyrkinyt liittämään tärkeät asiat myös sovellusosuuteen. Haasteelliselta tuntui löytää työni kannalta hyödyllistä ja monipuolista tietoa. Haasteelliseksi tiedonhaun teki pyrkimys käyttää vain luotettavia lähteitä. Löydettyäni aihetta tukevan teoriataustan, oli itse työn suunnitteluun helppo lähteä.

Opinnäytetyön aiheen käytyä tutuksi oli mielenkiintoista lähteä itse suunnittelutehtäviin, joilla halutut parannukset saataisiin toteutettua. Sopivia haasteita suunnitteluun toi tarve pystyä käsittelemään ja huomioimaan yrityksen toiminta kokonaisvaltaisesti. Oli mielenkiintoista huomioida asioita, joiden pienikin muutos vaikutti yrityksen toiminnan moniin osa-alueisiin. Suunnitelmien toteuttaminen hitsaamossa

oli myös mielenkiintoinen prosessi. Toteutuksessa pääsi toteamaan itse, olivatko omat suunnitelmat toteutettavissa ja onnistuneet. Toteutusvaiheen haaste oli huomioida useat eri mielipiteet, kuten ominaista työyhteisössä tuntuu jokaisella olevan paras ja oikea mielipide asiasta.

Aikataulullisesti prosessi sujui hyvin. Työ lähti liikkeelle ripeää vauhtia ja ensimmäiset suunnitelmat olivat esiteltävissä toimihenkilöille hyvissä ajoin. Aikaa kuitenkin suunnitelmien hiomiseen kului kirjallisen osuuden teon yhteydessä. Ensimmäisen hitsauspaikan muutostöihin kuitenkin päästiin aikataulussa. Toimeksiantajan tuotannon kiireistä johtuen toisen hitsauspaikan muutostöiden aloitus siirtyi kuitenkin opinnäytetyön toteutuksen loppuvaiheille ja tuotti tiukan aikataulun opiskelujeni oheen. Viivästyksistä huolimatta sain opinnäytetyön suoritettua aikataulussa. Työn vaiheiden kokonaiskuvaa pohtiessa olisi kirjallisen osuuden tuottamiseen kannattanut panostaa työn alkuvaiheessa enemmän. Näin työn loppuvaiheen kiirettä olisin saanut tasattua jo alkuvaiheeseen. Kokonaisuudessaan prosessi kehitti omaa ammatillista osaamista haasteiden ja niiden ratkomisen muodossa.

Ammatillisen kehittymisen arviointi. Tämän opinnäytetyöprosessin aikana on käsitelty laajasti opintojeni aikana harjoiteltuja asioita. Usein opiskelun aikana käsitellyt aiheet jäivät vain pintaraapaisuksi aiheen todellisesta merkityksestä. Opinnäytetyön aikana on ollut hieno huomata, miten opintojen aikana esiin nousseet asiat voidaan huomioida käytännön töissä. Esimerkiksi useat tämän opinnäytetyön teoriataustasta löytyvät käsitteet ymmärsin paremmin vasta työtä tehdessäni. Opinnäytetyön aikana myös monet muut taidot saivat kehitystä. Tärkeimpinä asioina pidän kokonaisuuden hallintakykyä, yhteistyötaitoja ja projektitaitoja. Näiden taitojen osaaminen tukee minua insinöörin ammatissa. Opinnäytetyön teko opintojen ohessa on ollut kiireistä aikaa. Aikataulu on ollut tiukka, jonka ansiosta myös stressinsietokyky on parantunut huomattavasti.

LÄHTEET

- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6.p. Tampere: Infacs Oy.
- Jutila, S. 2000. Paimenpojasta Patruunaksi. Maaseudun kone 50V. Arkmedia Oy
- Junkkari. 2013. [Verkkosivusto]. Ylihärmä: Junkkari Oy. [Viitattu 2.2.2013]. Saatavana: <http://www.junkkari.fi/etusivu>
- Jutila, S. 2012. Konserniesittely. Yritysmateriaali.
- Kouri, I. 2009. Lean-taskukirja. Teknologiateollisuuden julkaisu 6/2009. Helsinki: Teknologiatieto Teknova Oy.
- Liker, J. 2010. Toyotan tapaan. Suomentaja Marko Niemi. 2.p. Jyväskylä: Bookwell Oy
- Lean. 2013. [Verkkosivu]. Six sigma. [Viitattu 2.2.2013]. Saatavana: <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/>
- L 23.8.2002/738. Työturvallisuuslaki.
- Metalliteollisuuden Keskusliiton julkaisuja nro 16/2001. 5S. 2001. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.
- McMahon, T. 2009. Downtime and the Eight Wastes. [Verkkosivu]. Yhdysvallat: A Lean Journey. [Viitattu: 12.2.2013]. Saatavana: <http://www.aleanjourney.com/2009/10/downtime-and-eight-wastes.html>
- Niemi, J & Ahlsted, J. 2012. Suomen maatalous ja maaseutuelinkeinot 2012. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: MTT Taloustutkimus. [Viitattu 24.3.2012]. Saatavana: <https://portal.mtt.fi/portal/page/portal/mtt/mtt/julkaisut/suomenmaatalousjamaaseutuelinkeinot/jul112.pdf>
- Stewart, J. 2012. The Toyota kaizen continuum: A Practical guide to implementin lean. Boca Raton: CRC Press.
- Saloheimo, J. 2006. Työturvallisuus: perusteet, vastuu ja oikeussuoja. 2p. Helsinki: Talentum Media Oy.
- Tuominen, K. 2010. Lean: Tehoa ja laatua siisteyden ja järjestyksen kehittämiseen – 5S. Jyväskylä: WS Bookwell Oy.

Työsuojeluhallinto. 2013. Ergonomia. [verkkosivusto]. Työsuojeluhallinto. [Viitattu 24.3.2013] Saatavana: <http://www.tyosuojelu.fi/fi/ergonomia>

Työterveyslaitos. 2013. Ergonomia. [verkkosivusto]. Helsinki: Työterveyslaitos. [Viitattu 5.4.2013]. Saatavana: <http://www.ttl.fi/fi/sivut/default.aspx>

Vnp 1409/1993. Valtioneuvoston päätös käsin tehtävistä nostoista ja siirroista työssä.

Väkevä, J. 2012. Metsät ovat Suomen arvokkain luonnonvara. [Verkkosivu]. Helsinki: Metsäteollisuus ry. [Viitattu 24.3.2013]. Saatavana: http://www.metsateollisuus.fi/Infokortit/metsat_suomen_vihrea_kulta/Sivut/default.aspx

5S workplace organisation and standardisation. [Verkkosivu]. Tpf Europe. [Viitattu 20.2.2012]. Saatavana: <http://www.tpfeurope.com/cms/view/44>

LIITTEET

LIITE 1: Hitsaamon layout

LIITE 2: Alakammio HJ250 ja Simulta-ST hitsattuina

LIITE 3: Osien koko- ja painoarvot

LIITE 4: Jigitelineen mittapiirustus

LIITE 5: Junkkari-hakkurin hitsauspaikan lopullinen layout

LIITE 6: Hankintaerien määrittely

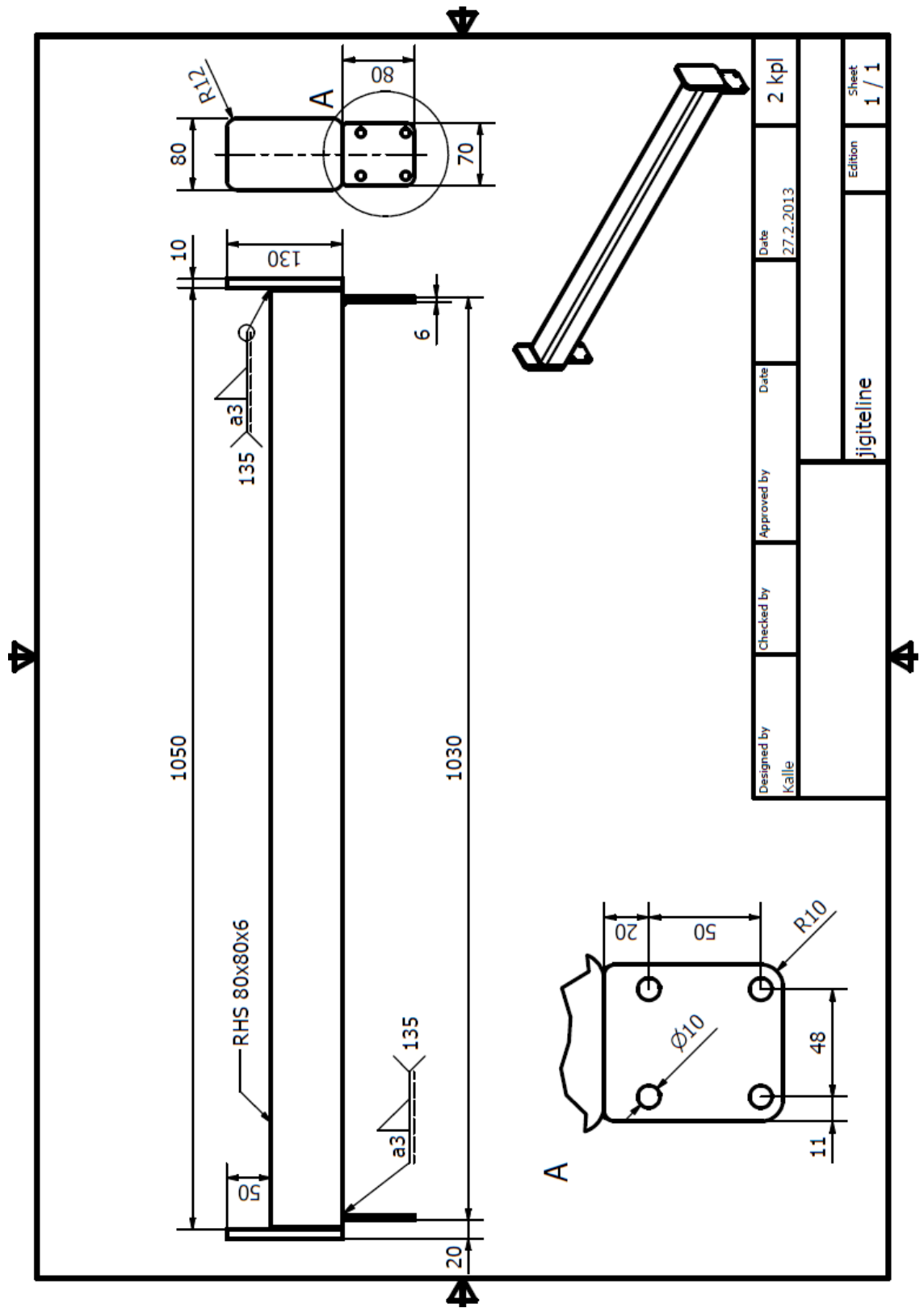
LIITE 7: Simulta-kylvölannoittimen hyllytyssuunnitelma

LIITE 2 Alakammio HJ250 ja Simulta-ST hitsattuina

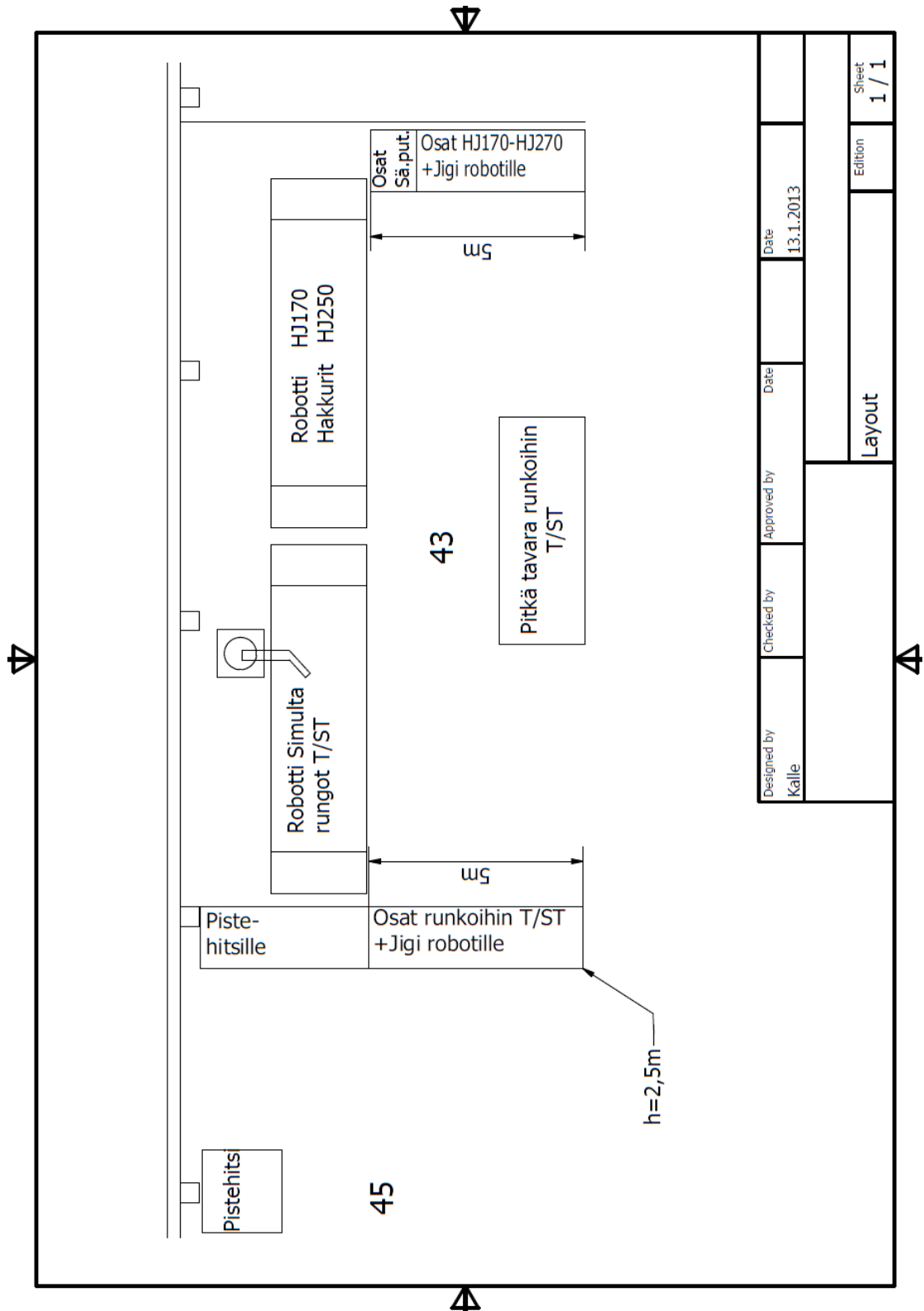
LIITE 3 Osien koko- ja painoarvot

osa numr	HJ170, HJ250	nimike	tila, paino
5	762512	kulmatuki laakerialusta	1
6,3	41634	kiinnityslatta	3
10	41631	alalevy syöttöaukko	4
17,14	41688	korvake iso	2
18,16	41643	korvake pieni	1
			11
osa numr	HJ 170	nimike	tila, paino
1	41871	alakammio etupelti	10
2	41875	alakammio takapelti	10
3	41829	kaaripelli alaosa	5
4	41815	laakerin aluslevy taka	3
7	41813	kiinnityslatta lyhyt	2
8	41814	saranalevy	1
9	41874	laakerin aluslevy etu	4
11	41886	sivuterän aluslevy	3
12	41887	syöttöaukon sivulevy	3
13	41885	syöttöaukko tukipala	1
14	41825	reunalatta syöttöaukko	2
15	41888	reunalatta syöttöaukko	2
16	41826	suöttöaukon ylä kart. Levy	2
			23
osa numr	HJ 250	nimike	tila, paino
1	41637	kammiolevy etu	10
2	41639	etulaakeripesän alust	3
4	41628	öljysäiliö kiinnityslatta	2
6	41629	alakammion pohjalevy	5
7	41647	saranan pohjalevy	1
8	41636	laakeri aluslevy	4
9	41638	kammiolevy taka	10
11	762703	vastaterän kiinnityslevy	3
12	41633	syöttökourun sivulevy	3
13	41667	reunalatta syöttöaukko	2
15	41668	reunalatta syöttöaukko	2
			20
osa numr	HJ 170	nimike	tila, paino
1	41882	yläkammio etupelti	10
2	41881	yläkammio takapelti	10
3	41883	kammion kaarilatta	3
4	41884	kammion kaarilatta	5
5	41894	liitoslaippa kammioon	2
			10
osa numr	HJ 250	nimike	tila, paino
1	41622	yläkammio etummainen	10
4	41621	yläkammiolevy taka	10
2	41624	yläkammio ylälevy	5
3	41625	yläkammio päätylevy	3
6	48115	liitoslaippa kammioon	2
			10
osa numr	HJ 250 HJ 170	nimike	tila, paino
6,5	41627	kaaripala kammioon	1

LIITE 4 Jigitelineen mittapiirustus



LIITE 5 Junkkari-hakkuri hitsauspaikan lopullinen layout



LIITE 6 Hankintaerien määrittely

Osanumero	Nimike	ABC-arvo	kpl/vuosi	Ehdotettu tilauserä
41637	Kammiolevy etummainen HJ250	B	120	20
41639	Etulaakeripesän alusta	B	120	40
41634	Kiinnityslatta HJ170/HJ250	C	320	80
41628	Öljysäiliön kiinnitys latta	C	240	120
762512	kulmatuki laakerialustaan HJ170/HJ250	C	200	200
41629	Alakammion pohjalevy	C	120	40
41647	Saranan pohjalevy	C	120	120
41636	Laakerin aluslevy	B	120	40
41638	Kammiolevy takimmainen HJ250	B	120	20
41631	Alalevy syöttöaukkoon HJ170/HJ250	B	200	50
762703	Vastaterän kiinnityslevy	C	120	40
41633	Syöttökourun sivulevy	C	120	40
41667	Reunalatta syöttöaukkoon	C	120	60
41688	Korvake iso HJ170/HJ250	C	200	200
41668	Reunalatta syöttöaukkoon	C	120	60
41643	Korvake pieni HJ170/HJ250	C	200	200
41622	Yläkammiolevy etummainen HJ250	B	120	20
41624	Yläkammion ylälevy	B	120	20
41625	Yläkammion päätälevy	C	120	40
41621	Yläkammiolevy takimmainen HJ250	B	120	20
41627	Kaaripala kammion yläosaan HJ170/HJ250	C	200	100
48115	Liitoslaippa kammioon	C	120	60
41871	Alakammion etupelti HJ170	B	80	20
41875	Alakammion takapelti HJ170	B	80	20
41829	Kammion alaosan kaaripelti	B	80	40
41815	Laakerin aluslevy takapuolelle	C	80	40
41813	Kiinnityslatta lyhyt	C	80	80
41814	Saranalevy	C	80	80
41874	Laakerin aluslevy etupulelle	C	80	40
41886	Sivuterän aluslevy	C	80	40
41887	Syöttöaukon sivulevy	C	80	40
41885	Syöttöaukon tukipala	C	80	80
41825	Reunalatta syöttöaukkoon	C	80	80
41888	Reunalatta syöttöaukkoon	C	80	80
41826	Syöttöaukon yläkartiolevy	C	80	80
41882	Yläkammion etupelti HJ170	B	80	20
41881	Yläkammion takapelti HJ170	B	80	20
41883	Kammion kaarilatta	C	80	40
41884	Kammion kaarilatta	B	80	20
41894	Liitoslaippa kammioon	C	80	40

LIITE 7 Simulta-kylvölannoitin hyllytys suunnitelma

t	Vert. St		st	Vert.t	
14521	14521	Varasto	12624	12624	
14916	#PUUTTUU!	Varasto	138043	138043	
14913	#PUUTTUU!	Varasto	1390401	1390401	
12624	12624	Hylly	139060	139060	
13432	13432	Hylly pien	139095	139095	
120130	120130	Hylly pien	14428A	#PUUTTUU!	Varasto
D12734	D12734	Hylly	14521	14521	
D13082	D13082	Hylly pien	15196	#PUUTTUU!	Varasto
138043	138043	Varasto	15322	#PUUTTUU!	
14926	#PUUTTUU!	Varasto	153880	#PUUTTUU!	Varasto
139055	139055	Hylly pien	16459	#PUUTTUU!	
139060	139060	Hylly	16464	#PUUTTUU!	Varasto
14444	#PUUTTUU!	Hylly	16508	#PUUTTUU!	Varasto
14543	14543	Hylly	120130	120130	
138036	138036	Hylly pien	D12734	D12734	
16172	16172	Hylly	D13082	D13082	
14917	#PUUTTUU!	Varasto	13232	13232	
16436	#PUUTTUU!	Varasto	13432	13432	
16437	#PUUTTUU!	Hylly	138036	138036	
14913A	#PUUTTUU!	Varasto	139042	#PUUTTUU!	Hylly
14914A	#PUUTTUU!	Varasto	139043	139043	
14919	#PUUTTUU!	Varasto	139044	139044	
14923	#PUUTTUU!	Hylly	139055	139055	
16438	#PUUTTUU!	Hylly	13943	13943	
14379A	14379A	Varasto	14284A	#PUUTTUU!	Varasto
14564	#PUUTTUU!	Hylly	14285A	#PUUTTUU!	Varasto
14386A	14386A	Varasto	14288	#PUUTTUU!	Varasto
14387	14387	Hylly	14298	#PUUTTUU!	Varasto
14565	#PUUTTUU!	Varasto	14299	#PUUTTUU!	Varasto
14920	#PUUTTUU!	Hylly	14300	#PUUTTUU!	Varasto
14390	14390	Hylly	14303	#PUUTTUU!	Varasto
14566	#PUUTTUU!	Varasto	14314	#PUUTTUU!	Hylly
14468	14468	Hylly	14315	#PUUTTUU!	Hylly
14922	#PUUTTUU!	Hylly	14378A	#PUUTTUU!	Varasto
14567	#PUUTTUU!	Varasto	14379A	14379A	
14921	#PUUTTUU!	Hylly	14384	#PUUTTUU!	Hylly
14924	#PUUTTUU!	Hylly	14385A	#PUUTTUU!	Varasto
14863	#PUUTTUU!	Varasto	14386A	14386A	
14865	#PUUTTUU!	Varasto	14387	14387	
14912A	#PUUTTUU!	Varasto	14388	#PUUTTUU!	Varasto
14617	14617	Hylly	14389	#PUUTTUU!	Hylly
	#PUUTTUU!		14390	14390	
1390401	1390401	Varasto	14400	#PUUTTUU!	Hylly pien
139043	139043	Hylly	14445	#PUUTTUU!	Hylly
139044	139044	Hylly	14467	#PUUTTUU!	Hylly
14669	#PUUTTUU!	Hylly	14468	14468	
137035	137035	Hylly	14469	#PUUTTUU!	Varasto
13232	13232	Hylly	14470	#PUUTTUU!	Hylly pien
14819	14819	Hylly	14473	#PUUTTUU!	Varasto
14829B	#PUUTTUU!	Varasto	14474	#PUUTTUU!	Varasto
14830	#PUUTTUU!	Hylly pien	14476	#PUUTTUU!	Hylly
13943	13943	Varasto	14497	#PUUTTUU!	Varasto
45225B	#PUUTTUU!	Hylly	14512A	#PUUTTUU!	Varasto
13421	13421	Hylly pien	14542	#PUUTTUU!	Hylly
14986	14986	Hylly	14543	14543	
15178	15178	Hylly pien	16172	16172	
139095	139095	Hylly	16442	16442	
12921	12921	Hylly	16466	#PUUTTUU!	Varasto
16442	16442	Hylly	16467	#PUUTTUU!	Hylly
16440	#PUUTTUU!	Hylly	16468	#PUUTTUU!	Varasto
13268	13268	Hylly	16469	#PUUTTUU!	Hylly
			16470	#PUUTTUU!	Varasto
			120104	#PUUTTUU!	Hylly pien
			137035	137035	
			14617	14617	
			14819	14819	
			14986	14986	
			15178	15178	
			12921	12921	
			13421	13421	
			13268	13268	
			22854	#PUUTTUU!	Hylly