



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KONEPAJAN SISÄISEN LOGISTIIKAN KEHITTÄMINEN

Var-Met Oy

TEKIJÄ: Toni Koponen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma			
Työn tekijä(t) Toni Koponen			
Työn nimi Konepajan sisäisen logistiikan kehittäminen			
Päiväys	5.6.2018	Sivumäärä/Liitteet	33
Ohjaaja(t) Jenni Toivanen ja Kai Kärkkäinen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Var-Met Oy			
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyö on tehty Var-Met Oy:lle, joka on kuopiolainen konepaja. Savonia-ammattikorkeakoulu on tehnyt yhteistyössä Var-Met Oy:n kanssa HitWerk-hankkeessa hitsauksen laatukäsikirjan kartoitustyön. Hankkeessa saaduilla tiedoilla tunnistettiin tarve kehittää Var-Met Oy:n sisäistä logistiikkaa. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kehittää tuotannon virtausta ja materiaalin jäljitettävyyttä sekä tehdä vastatoimia tunnistettuihin ongelma-kohtiin. Sisäistä logistiikkaa kehitettiin käyttämällä työkaluna systemaattista ongelmanratkaisua, jolla pysytään tunnistamaan tuotannossa esiintyvät haasteet.</p> <p>Tässä työssä ongelmanratkaisussa sovellettiin Lean-filosofian seitsemää hukkaa, jotka toimivat apuna ongelmien havainnointityössä. Varastoinnin hallittavuuden juurisyille kehitettiin vastatoimina kaksi uutta kuormalavahyllyä, varaston numerointi- ja hallintatyökalu. Vastatoimilla saatiin kehitettyä varastointia selkeämmäksi ja vähennettyä tavaroiden ja osien etsimiseen käytettyä turhaa aikaa. Lisäksi paremmalla materiaalin hallinnalla saatiin virtaustehokkuutta paremmaksi. Kuormalavapaikkojen määrää saatiin nostettua 21 paikasta 37 paikkaan ja hitsaamon kahdeksantasoinen hylly muokattiin kahdeksaksi puolikkaaksi kuormalavapaikaksi ja neljäksi tasoksi. Työntekijöille tehtiin kysely, jossa kysyttiin mielipiteitä parannuksista sekä etsintään käytettyä aikaa ennen ja jälkeen kehitystyön.</p> <p>Kyselystä saatiin vastaukseksi, että varastoinnin numeroinnilla ja hallintatyökalulla, pystyttiin yhden työntekijän päivässä käyttämään turhaa aikaa vähentämään keskimäärin 36 minuutista 12 minuuttiin. Toiminnassa löydettiin tulevaisuuteen kehityskohteita, joilla yrityksen virtaustehokkuutta ja materiaalin hallintaa pystytään parantamaan ja tehostamaan.</p>			
Avainsanat Logistiikka, konepaja, Lean, ongelmanratkaisu			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Toni Koponen			
Title of Thesis Inner logistics development of a machine shop			
Date	5.6.2018	Pages/Appendices	33
Supervisor(s) Jenni Toivanen ja Kai Kärkkäinen			
Client Organisation /Partners Var-Met Oy			
<p>Abstract</p> <p>This thesis work was made for Var-Met Oy which is a machine shop in Kuopio. Savonia University of Applied Sciences, in cooperation with Var-Met Oy, observed work shop production for a quality manual for welding in Hit-Werk project. The knowledge received from that project identified the need to develop inner logistics in Var-Met Oy. The objective for this thesis was to develop production flow and material traceability and also do countermeasures for recognised problems. Inner logistics were developed using a systematic problem solving tool, which can identify the challenges in production.</p> <p>In this work seven wastes of Lean philosophy were applied for systematic problem solving, which assisted problem observation. As countermeasures for manageability of storage, two new pallet racks were built and a numbering system and a manageability tool were made. With these countermeasures the unnecessary time usage was decreased and the storage developed also with better material management because the flow efficiency increases. The number of pallet places was raised from 21 to 37 and the shelf with eight levels was modified to be eight places for pallet halves and four levels. Employees were asked questions in questionnaire about improvement and time usage on exploration before and after the development work.</p> <p>The questionnaire results revealed that with the numbering system and the management tool the waste time that one worker spends in one day was decreased from 36 minutes to 12 minutes. New development aims for future were discovered and with the help of them Var-Met Oy can increase the flow efficiency and material management to become more efficient and better.</p>			
<p>Keywords</p> <p>Logistic, machine shop, Lean, problem solving</p>			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
1.1	Työn tausta	5
1.2	Työn tavoitteet	5
1.3	Var-Met Oy.....	5
2	LAATU HITSAAVASSA KONEPAJASSA	7
2.1	Laatukäsikirja	7
2.2	Hitsauksen laatu	8
3	LEAN KONEPAJASSA	9
3.1	Mitä on Lean?.....	9
3.2	Tuotannon virtaustehokkuus.....	10
3.3	Tuotannon hukat	11
3.4	Lean työkaluja	12
3.5	Systemaattinen ongelmanratkaisu	13
4	VARASTOINTI KONEPAJASSA	15
4.1	Varastointi hitsaavassa konepajassa	15
4.2	Erilaiset varastot	15
4.3	Varastointipaikoitus.....	16
4.4	Varastonohjaus.....	17
5	KEHITYSTYÖN TEKEMINEN	18
5.1	Systemaattinen ongelmanratkaisu	19
5.2	Varaston numerointi.....	21
5.3	Varastoinnin ohjaus ja hallinta	24
5.4	Tuotantotilojen siistiminen.....	25
6	TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET	26
6.1	Uusi toiminta	26
6.2	Virtaustehokkuus	27
6.3	Loppukysely ja ajankäyttö	27
7	YHTEENVETO.....	31
	LÄHTEET	32

1 JOHDANTO

Var-Met Oy valmistaa erilaisia metalliteollisuuden tilaustuotteita yhteistyökumppaneilleen. Näistä yhteistyökumppaneista suurimpana toimijana voidaan mainita Junttan Oy. Konepajasta löytyy erilaisia koneistukseen tarkoitettuja CNC-koneita, polttoleikkausyksikkö, CNC-särmäyspuristin, CNC-saha, erilaisia hitsauskoneita ja uusimpana hankintana hitsausportaali.

Yritys pyrkii kehittämään konepajan toimintaa laadukkaammaksi ja tehokkaammaksi. Tästä hyvänä esimerkkinä on investointi uusiin koneisiin ja laatukäsikirjan laatiminen. Tuotannossa on tunnistettu ongelma sisäisessä logistiikassa, joka on otettu opinnäytetyöhön tutkittavaksi. Samalla pyritään kehittämään ja parantamaan konepajan sisäistä virtausta.

Johdanto-osuudessa kuvataan työn tausta, mistä opinnäytetyö on saanut alkunsa ja mihin työ rajataan. Työn tavoitteissa kerrotaan, mitä työssä tehdään ja mitä sillä pyritään yrityksessä saavuttamaan. Johdannon lopussa on myös lyhyt esittely yrityksestä, johon opinnäytetyö on tehty.

1.1 Työn tausta

Var-Met Oy on aloittanut toimintansa systemaattiseen kehittämiseen ja tehnyt ISO 3834-2 mukaisen selvitystyön yrityksen tämän hetkisestä toiminnasta. Selvitystyö on lisännyt yrityksen motivaatiota kehittää toimintaansa, jotta se vastaisi määriteltyjä tavoitteita mahdollisimman hyvin. Toiminnassa on tiedostettu ongelma polttoleikkeiden varastoinnissa, mikä hidastaa tuotantoa ja aiheuttaa turhaa työtä.

Kehitystyöllä pyritään tunnistamaan ongelmia sisäisessä logistiikassa ja kehittää vastatoimia niiden ratkaisemiseen. Vastatoimien avulla on tarkoitus selkeyttää tuotantoa ja parantaa materiaalivirtoja. Yrityksen tuotannossa ei ole käytössä varastonhallintaan vaadittavia työkaluja tai selkeää hyllyjärjestystä ja siksi kehitystyölle on tarve.

1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on tutustua Var-Met Oy:n tuotantoon, selkeyttää tuotantoa, parantaa materiaalivirtoja ja tehdä vastatoimet tunnistetuille ongelmille. Työssä käytetään Lean-ajattelua, koska sen avulla tuotantoon voidaan tehdä systemaattista kehitystyötä. Sisäistä logistiikkaa kehittämällä saadaan tuotantoon selkeyttä ja parannettua materiaalin virtausta. Sisäisen logistiikan puutteiden havainnoinnissa hyödynnetään systemaattista ongelmanratkaisua, missä ongelmat pyritään rikkomaan pienemmiksi juurisyiksi. Näille juurisyille kehitetään vastatoimet, joilla ne saadaan poistettua. Ongelmina voidaan pitää Leanin näkökulmasta hukkaa, joka tarkoittaa arvoa lisäämätöntä työtä.

1.3 Var-Met Oy

Var-Met Oy on kuopiolainen konepaja, joka on perustettu vuonna 1995. Yritys valmistaa metallista tilausosia, rakenteita ja tarjoaa kunnossapitopalveluja. Konepaja ja koneistamo sijaitsevat Kuopion

Neulamäen teollisuusalueella. Var-Met Oy työllistää tällä hetkellä noin 25 henkilöä. (Var-Met Oy, 2018.)

Polttoleikkauksessa yritys käyttää WellCut 3500 -polttoleikkausyksikköä, jossa on Kaliburn 200a -hienosädeplasmayksikkö ja happi-nestekaasupolttimet. Happi-nestekaasua käytetään 20 - 150 mm ja hienosädeplasmaa 0 - 20 mm vahvuisten levyjen leikkaukseen. WellCut 3500 -leikkauspöytä on kooltaan 2500 mm x 6500 mm, mikä mahdollistaa myös suurien kappaleiden leikkauksen. (Var-Met Oy, 2018.)

Hitsauksessa yritys käyttää nykyaikaisia laitteita monipuolisesti. Käytöstä löytyy erilaisia MIG/MAG-, TIG- ja puikkohitsauslaitteita. Hitsauksessa apuna käytetään myös kevytmekanisointilaitteita. Hitsauskoneita yrityksen tiloista löytyy 40 kappaletta ja uusi Promotech-hitsausportaali (Kuva 1). (Var-Met Oy, 2018.)



KUVA 1. Promotech -hitsausportaali (Var-Met Oy, 2018).

Koneistusta varten yrityksellä on käytössä pyörivillä työkaluilla ja tangonsyöttölaitteilla varustettuja CNC-sorveja ja pystykaraisia työstökeskuksia. Suuria kappaleita varten yrityksellä on CNC-ohjattu pitkäjyrinkone ja aarpora. Särmäystä varten yrityksellä on käytössä CNC-särmäyspuristin Baykal APHS 31300. (Var-Met Oy, 2018.)

2 LAATU HITSAAVASSA KONEPAJASSA

Laatua voidaan mitata ja verrata mm. sidosryhmien tarpeista, vaatimuksista ja odotuksista. Yrityksen toiminnan tehokkuus ja virheettömyys eivät yksin takaa laatua. Lopullisen laadun edellytyksenä ovat myös mm. asiakkaiden näkemykset ja ulkopuolinen arviointi. Asiakkaiden ja markkinoiden ymmärtäminen mahdollistavat toiminnan suunnittelemisen ja kehittämisen (Kuvio 1). (Lecklin 2006, 18.)



KUVIO 1. Kokonaisvaltainen laadunhallinta. (Lecklin 2006, muokattu).

2.1 Laatukäsikirja

Laatukäsikirja on organisaatiolle tärkeä käytännön apuväline, jota edellytetään standardin ISO 9000 mukaan laadittavaksi ja ylläpidettäväksi. Sen tulee sisältää kuvaus prosessien välisistä vuorovaikutuksista, laadunhallintajärjestelmän soveltamisalasta ja menettelyohjeet päivittäiseen toimintaan. Sen muoto voi olla mikä tahansa, mutta se täytyy voida tarvittaessa tulostaa. (Lecklin 2006, 31.)

Laatukäsikirjaa tehtäessä huomioidaan yrityksen omat tarpeet, jolloin sisältö ja rakenne sovitetaan niitä palveleviksi. Toimittaessa standardin mukaisesti on huomioitava vaatimukset, jotka standardi osoittaa. Lisäksi on huomioitava tavoitteet, tarkoitus, määritelmät, toiminnan yleiskuvat ja tekstin lyhenteet. (Lecklin 2006, 31 - 32.)

Toimintaan perehdyttäessä ja työn suorittamisessa hyvä laatukäsikirja toimii käytännön apuvälineenä. Siksi sen jaottelun tulee olla selkeää ja asioiden kuvaukset lyhyitä ja ytimekkäitä. Siihen ei lisätä jatkuvasti muuttuvia asioita, vaan sellaisia jotka ovat ohjauksen kannalta tärkeitä. Laatukäsikirjaa muokataan aina koko toiminnan muuttuessa. (Lecklin 2006, 32.)

2.2 Hitsauksen laatu

Hitsaus on yleinen metallituotteiden valmistuksessa käytetty valmistusmenetelmä, joka vaikuttaa tuotteen laatuun ja kustannuksiin. Tärkeää on, että hitsaus suoritetaan tehokkaasti ja laatuvaatimukset täyttäen. Hitsauksen laatuvaatimuksia varten on laadittu standardisarja ISO 3834, josta käytetään Suomessa tunnusta SFS-EN ISO 3834. (Lindewald 2013, 6.) Hitsausliitosten ja rakenteen tulisi olla riittävän lujia, että ne kestävät asetetut kuormat. Laatuun vaikuttavat materiaalin ominaisuudet muutokset, jännitystilat ja hitsauksesta aiheutuvat muodonmuutokset. Rajut muutokset aiheuttavat heikkouden, mikä voi kehittyä vaurioksi hitsatussa rakenteessa. (Lukkari 2000, 2.)

Standardi koostuu viidestä eri osiosta (Lindewald 2013, 6):

1. SFS-EN ISO 3834-1: Laatuvaatimusten valintaperusteet
2. SFS-EN ISO 3834-2: Kattavat laatuvaatimukset
3. SFS-EN ISO 3834-3: Vakiolaatuvaatimukset
4. SFS-EN ISO 3834-4: Peruslaatuvaatimukset
5. SFS-EN ISO 3834-5: Hitsausstandardit, joilla voidaan osoittaa esitetyt vaatimukset.

Kehittämällä laatuun vaikuttavia tekijöitä ja toimintoja, yritys voi parantaa kustannustehokkuutta, laatua, tuotannon hallittavuutta ja tuotteiden toimitusaikavarmuutta (Lindewald 2013, 4). Laadunvarmistus tarkoittaa laadunohjausta, mikä alkaa tuotteen suunnittelusta ja loppuu toimitukseen (Lukkari 2000, 2).

Laatuun vaikuttavat hitsausvirheet ovat (Uusitalo 2012, 23 - 28):

1. liitosvirhe
2. huokokset
3. sulkeutumat
4. reunahaava
5. kateettipoikkeama
6. korkea kupu
7. korkea juurikupu
8. halkeamat
9. vajaa hitsausvyvyys
10. sovitusvirheet
11. kraatterihalkeama ja imuontelo
12. roiskeet.

Hitsin laatuun vaikuttavat useat eri tekijät. Hitsausvirheitä voi aiheutua mm. huolimattomuudesta esivalmistelussa tai hitsauksen aikana ja usein virheitä aiheuttavat myös epäpuhtaudet hitsattavilla pinnoilla tai ympäristössä. Hitsausvirheet aiheuttavat lisäkustannuksia, kuten esim. työaika-kustannuksia ja lisäainekustannuksia. (Esab Oy 2009, 4 - 5; Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys ry, 10.)

3 LEAN KONEPAJASSA

Vanhat konepajat ovat parhaita kehityskohteita Lean-filosofian kannalta. Näissä konepajoissa tuotannon layout on sellainen, että yksitoimiset koneet on sijoitettu ympäri tuotantotiloja. Valmistettavat kappaleet kulkevat erinä vaiheesta seuraavaan. Konepajoissa on myös paljon erilaista hukkaa, joista esimerkkejä ovat materiaalin turha liikuttelu, työkalujen häviäminen sekä odottelu. (Sondalini, 2018.) Konepaja pystyy saavuttamaan edun kilpailussa ja vähentämään kustannuksia, kun se eliminoi hukkaa sekä vähentää materiaalia ja aikaa (The Miller Welding & Machine Co, 2018).

3.1 Mitä on Lean?

Lean-ajattelumallin avulla voidaan parantaa yrityksen ajanhallintaa ja laatua sekä vähentää kustannuksia. Tästä syystä Lean on tullut suosituksi ja sen yleisimmät parannukset tulevat ilmi taulukosta 1. (Martin 2007, 49.) Leanin voidaan kuvata koostuvan neljästä periaatteesta (Modig ja Åhlström 2013, 78 - 79):

1. viestintä
2. työskentely tiimissä
3. hukan poistaminen ja resurssien hyödyntäminen tehokkaasti
4. jatkuva parantaminen.

TAULUKKO 1. Yleisimmät Lean parannukset. (Martin 2007, muokattu).

Kategoria	Kehitys
Prosessien kehittäminen	25% - 75%
Työnvoiman lisääntyminen	15% - 50%
Lattiatilan lisääntyminen	25% - 50%
Virheiden vähentyminen	25% - 90%
Ylimääräinen kapasiteetin lisääntyminen	25% - 75%
Läpimenoaikojen väheneminen	25% - 95%
Toimitusajan vähentyminen	25% - 80%

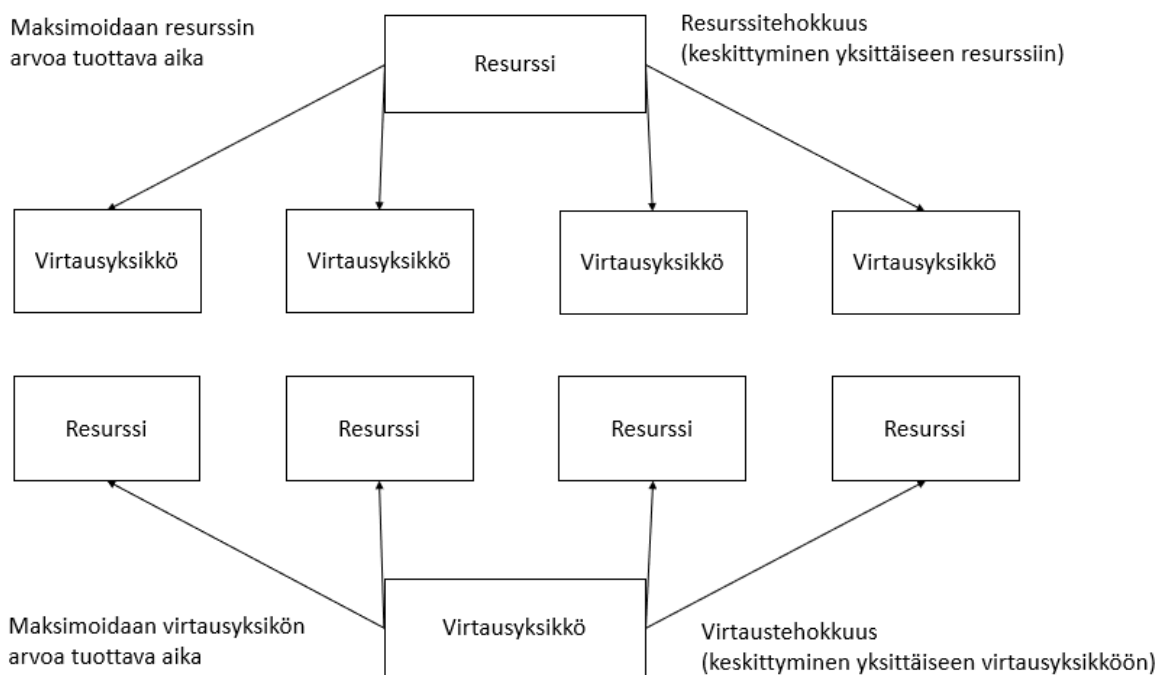
Lean on liiketoimintastrategia, mikä perustuu asiakkaan tarpeiden tyydyttämiseen. Asiakkaille tuotetaan laadukkaita tuotteita ja palveluita silloin, kun niitä tarvitaan. Yritys tekee tämän oikeaan hintaan ja käyttää mahdollisimman vähän materiaaleja, työvälineitä, tilaa, työtä ja aikaa. Lean tarkoittaa vähemmän hukkaa, lyhyempää läpimenoaikaa, vähemmän materiaalin toimittajia ja byrokratiaa. Sillä tarkoitetaan myös enemmän työntekijöiden tietämystä, organisointikykyä, valmiuksia, tuottavuutta, tyytyväisiä asiakkaita ja pitkäaikaisia onnistumisia. (Sayer ja Williams 2007, 12.)

Leania voidaan pitää toimintastrategiana, koska se riippuu siitä, miten organisaatio tuottaa arvoa. Yrityksen toimintastrategia noudattaa Lean-filosofian periaatteita, kun sen virtaustehokkuus paranee. Virtaustehokkuuteen keskittymällä organisaatio voi päästä irti tuhlauksesta ja vähentää lisätyötä. Hukan ja lisätyön vähentyessä resurssitehokkuus voi kasvaa. Tärkeää on kuitenkin muistaa,

että Lean-toimintastrategian näkökulma korostaa aina virtaustehokkuutta eikä resurssitehokkuutta. (Modig ja Åhlström 2013, 124.)

3.2 Tuotannon virtaustehokkuus

Virtaustehokkuus kuvaa virtausyksiköiden etenemistä prosessissa ja resurssitehokkuus resurssien hyödyntämistä. Resurssitehokkuuden pysymiseksi hyvänä pidetään resurssit koko ajan käytössä. Tämä tarkoittaa sitä, että resursseilla on aina virtausyksikkö jalostettavana. Kun taas virtaustehokkuuden hyvänä pysymiseksi täytyy virtausyksiköillä olla jokin resurssi, joka jalostaa niitä (Kuvio 2). (Modig ja Åhlström 2013, 20 - 21.)



KUVIO 2. Virtaustehokkuuden ja resurssitehokkuuden kuvaus (Modig ja Åhlström 2013, muokattu).

“Virtaustehokkuuteen vaikuttaa moni asia: keskeneräisten virtausyksiköiden lukumäärä, jaksoaika, pullonkaulat, vaihtelu ja resurssitehokkuus” (Modig ja Åhlström, 44). Keskeneräiset virtausyksiköt ovat yksiköitä jotka ovat prosessin sisällä, mutta eivät ole valmiita. Jaksoaika tarkoittaa keskimääräistä aikaa, joka kuluu siirryttäessä prosessin sisällä vaiheesta seuraavaan. Pullonkauloiksi voidaan kuvata prosessin vaiheita, joissa läpimeno rajoittuu pullonkaulan tapaan. Nämä vaiheet kuristavat virtausta ja siksi pullonkaula rajoittaa läpivirtausta koko prosessissa. Vaihteluun prosesseissa on useita syitä, jotka pystytään luokittelemaan kolmeen pääluokkaan: resurssit, virtausyksiköt ja ulkoiset tekijät. (Modig ja Åhlström 2013, 34 - 45.)

Resurssitehokkuudessa hyödynnetään koneita mahdollisimman paljon, jolloin jonot koneella ovat tae siitä, että sitä käytetään tehokkaasti. Virtaustehokkuutta voidaan parantaa vähentämällä keskeneräisiä virtausyksiköitä poistamalla jonoja muodostavia syitä, nopeuttaa työskentelyä, vähentää jaksoaikaa lisäämällä resursseja, joilla lisätään kapasiteettia, vähentämällä vaihtelua ja poistamalla

vaihtelua. Organisaation suunnittelu resurssitehokkuuden parantamiseen vaikeuttaa edellä mainittujen asioiden toteuttamista. (Modig ja Åhlström 2013, 34 - 45.)

3.3 Tuotannon hukat

Hukka on yksi Leanin termeistä ja yleisimmin sillä kuvataan arvoa lisäämättömiä toimintoja. Näitä toimintoja voidaan kuvata seitsemänä hukkana jotka ovat (Myerson 2012, 19; Carreira 2005, 53):

1. ylituotanto
2. tarpeeton kuljettaminen
3. odottelu ja viivästykset
4. tarpeeton liike
5. ylikäsittely
6. laatuvirheet
7. tarpeettomat varastot.

Ylimääräisenä hukkana voidaan pitää ihmisen käytöstä, koska joskus se voi olla isoin hukka. Hukkaa esiintyy jokaisessa yrityksen toiminnassa, kuten hallinnossa, tuotannossa, logistiikassa ja toimitusketjussa. (Myerson 2012, 19.) Ylituotanto tarkoittaa sitä, kun jotain tuotetaan, tilataan tai käsitellään ennen kuin se on tarpeellista. Esimerkiksi tuotetta valmistetaan enemmän kuin sille on kysyntää. Tämä näkyy ylimääräisenä varastona ja lisäksi se voi johtaa pidempiin toimitusaikoihin, varastokustannusten nousuun ja suurempaan määrään laatuvirheitä. (Myerson 2012, 23; Carreira 2005, 54 - 56.)

Tarpeettomaksi kuljettamiseksi voidaan lukea kaikki liikuttelu. Tarkoitus olisi, että materiaali varastoidaan koskemalla siihen vain kerran ja toisen kerran vasta kun se otetaan käyttöön. Yleisesti näin ei kuitenkaan tapahdu, vaan materiaalia siirrellään lattialla ja liikutellaan varastohyllyllä. Tämä turha materiaalin liikuttelu on hukkaa. Turha liikuttelun seurauksena tuote voi vahingoittua, hävitä tai varaston saldo vääristyä. (Myerson 2012, 21.)

Tarpeeton liike on kaikkea liikettä, mikä ei lisää arvoa. Tämä on havaittavissa työntekijän tarpeettomana liikkeenä tai kurottamisena, kun he ovat suorittamassa työtehtäväänsä. Kaikki käännökset, huonot työasennot, liika kävely tai nostelut liittyvät turhaan liikkeeseen. Näistä aiheutuviksi kuluiksi voidaan ottaa työtaturmat, korvauskulut ja ergonomisiin ongelmiin liittyvät kustannukset. (Carreira 2005, 65; Myerson 2012, 22.)

Odottelu ja viivästykset tarkoittavat kaikkea turhaan kulutettua aikaa. Monessa prosessissa iso odottamiseen käytetty aika on toimitusaika, mutta monesti odottamisen aiheuttaa myös seuraava prosessin vaihe. Nämä voivat näkyä toiminnassa pitkinä asennusaikoina, suurina erinä ja seisokkina. (Myerson 2012, 23.) Syitä turhalla odottelulle mitä ihmiset tekevät työpäivän aikana on monia (Carreira 2005, 64).

Ylikäsittely tapahtuu, kun materiaalin tai informaation käsittelyyn laitetaan liikaa aikaa tai työtä. Ylikäsittely voi tapahtua, kun työn suorittamiseen käytetään välineitä jotka ovat kalliimpia, vaikeampia käyttää tai epätarkkoja. (Myerson 2012, 24.) Esimerkiksi työntekijä kiristää mutterin paineilmakäytöisellä vääntimellä, mutta hänen täytyy hakea kalibroitu vääntin millä mutteri saadaan kirittyä oikeaan momenttiin. Tämä toisen vääntimen käyttö on ylikäsittelyä, koska se voitaisiin hoitaa vääntimellä joka kiristää ja kirii mutterin oikeaan momenttiin. (Carreira 2005, 61.)

Laatuvirheet esiintyvät tuotannossa tuotteen korjauksena, romutuksena ja uudelleen valmistuksena. Pahimmassa tilanteessa asiakas palauttaa tuotteen, jolloin muodostuu paljon ylimääräistä hukkaa. Valmistusmenetelmää tai tuotetta korjattaessa joudutaan tekemään paljon selvitystyötä ennen korjaustoimenpiteiden suorittamista. Viallinen tuote valmistusmenetelmässä johtaa sen romutukseen ja uudelleen valmistukseen. (Myerson 2012, 24.) Laatuvirhe tuotannossa voi pysäyttää koko toiminnan, jolloin tuotteista ja toiminnasta muodostuvat kumulatiiviset kustannukset sekä työvoimakustannukset. Nämä kustannukset voivat kasvaa suuriin summiin ja ovat arvotonta työtä eli hukkaa. (Carreira 2005, 62.)

Tarpeettomat varastot ovat varastoituja asioita joita ei tarvita. Ne voivat olla tuotteita työpisteillä, joita kukaan ei jatkojalosta. (Carreira 2005, 57.) Siksi ne ovat parhaiten nähtävissä tuotannossa, koska ne muodostuvat, kun muut hukat aiheuttavat kasvua varastoon. Varasto toimii puskurina tuotannon, toimittajan ja asiakkaan välillä. Varastoa täytyy kompensoida riippuen toimitusajoista ja tuotannossa tapahtuvista muutoksista. (Myerson 2012, 20.)

3.4 Lean työkaluja

Layout-kaaviot ovat hyödyllisiä analysoitaessa tuotannon virtausta ja liikettä, koska niistä pystyy saamaan selville, paljonko hukkaa syntyy turhasta liikuttelusta ja liikkeestä. Ihmiset etsivät asioita joka päivä, joita voivat olla mm. työkalut, informaatio ja osat. Aluksi onkin tärkeää seurata vain liikettä, mutta myöhemmin voidaan mennä tarkempiin tietoihin, esimerkiksi ajankäyttöön. (Sayer ja Williams 2007, 143.)

Kaizen on vähitellen jatkuvaa muutosta ja kehitystä. Sitä tapahtuu kaikkialla yrityksessä tapoina jotka parantavat koko organisaatiota. Se näkee yrityksen kaksien lasien läpi. Kaizen ylläpito laatii säännöt ja menettelytavat, joilla tuotannon suorituskyky pysytään pitämään halutulla tasolla. Kaizenmallin mukainen parannus keskittyy olemassa olevien prosessien ja käytäntöjen jatkuvaan kehittämiseen sekä uusien innovoimiseen. (Sayer ja Williams 2007, 174.)

Konepajan toimintaa voidaan myös kehittää hyödyntämällä 5S-työkalua, jolla pystytään parantamaan työturvallisuutta, vähentämään valmistusvirheitä ja lisäämään tehokkuutta työssä. Toiminnassa olisi hyvä harjoittaa solutuotantoa, jossa luovuttaisiin isoista eristä. Kappaleita valmistetaan solussa yksikerrallaan, mikä vähentää liikutteluun kuluvaan aikaa ja parantaa laadunhallintaa. (The Miller Welding & Machine Co, 2018.)

3.5 Systemaattinen ongelmanratkaisu

Kahdeksanvaiheinen ongelmanratkaisu käyttää menettelyjä, jotka estävät ongelmien palaamisen. Menettely on tehokas, koska se suorittaa kokeita vastatoimien määrittelemiseksi ja yhdistää menetelmiä tuloksiin. Ongelmanratkaisu pyrkii rikkomaan suuret ongelmat pienemmiksi ja testaamaan ongelmiin kehitettyjä vastatoimia. (Marksberry, Badurdeen, Gregory ja Kreaflle 2010, 677 - 679.)

Yleinen toimintaohje kahdeksanvaiheiseen ongelmanratkaisuun on (Marksberry ym. 2010, 677 - 679):

1. ongelman selvittäminen
2. ongelman rikkominen pienemmäksi
3. tavoitteen asettaminen
4. juurisyy analyysin suorittaminen
5. vastatoimien kehittäminen
6. vastatoimien suorittaminen
7. tulosten ja prosessien seuraaminen
8. onnistuneen prosessin standardisointi.

Syiden ja ongelmien löytämiseksi on olemassa työkalu "5 kertaa miksi". Sen avulla päästään ongelman juurisyihin, mikä tapahtuu kysymällä jokaisen selityksen kohdalla miksi. Tätä täytyy tehdä vähintään viisi kertaa, jotta päästään oikeisiin juurisyihin, mutta sinne voidaan päästä kahdella tai kymmenellä kysymyksellä riippuen ongelman tai syyn luonteesta. Tärkein muistettava asia on, ettei pidä tyytyä ensimmäiseen vastaukseen, vaan jatkaa siihen asti, kunnes on varma, että on löytänyt oikean juurisyyn. (Sayer ja Williams 2007, 180.)

Ongelmanratkaisu on saatu suoritettua, kun nykyinen tila on saatu kehitettyä standardisoiduksi tilaksi. Tämä tapahtuu, kun kaikki kahdeksan vaihetta on saatu suoritettua ja prosessi on standardisoitu onnistuneesti. Huonosti suoritettu ongelmanratkaisu pyrkii yleensä ohittamaan tai lyhentämään vaiheita seitsemän ja kahdeksan. Tämä vähentää seurantaa ja vaikeuttaa vastatoimien standardisointia. Ainoa tapa varmistaa vastatoimen onnistuminen on seurata ja tarkastella nykyistä systeemiä. Seuranta ja monitorointi voi viedä viikkoja tai kuukausia riippuen ongelman luonteesta, mitä voi olla hankala seurata. Seuranta on yksinkertaistettua, kun vastatoimi voidaan ottaa käyttöön tai poistaa käytöstä, jolloin siitä voidaan nähdä poikkeava tila. Kun poikkeavaa tilaa ei voida nähdä poistamalla vastatoimea, voi olla, että se ei ole tehokas tai tarvitaan enemmän aikaa tilan seuraamiseen. (Marksberry ym. 2010, 677 - 679.)

Viimeinen vaihe ongelmanratkaisussa on standardisointi. Vaihe on kriittinen ongelmanratkaisun kannalta, koska ennen sitä prosessin täytyy olla vakaa. Vastatoimien ollessa onnistuneita ja toimivia, voidaan nämä tulokset dokumentoida ja siirtää tuotantoon. Tämä vaihe on tärkeä, koska sillä voidaan parantaa yrityksen eri osa-alueita. Ongelmanratkaisu tarjoaa monia tapauskohtaisia haasteita

ja onnistuneen lopputuloksen saamiseksi, johtajien täytyy työskennellä työntekijöiden kanssa, varsinkin alkuvaiheessa ongelmanratkaisua. (Marksberry, Bustle ja Clevinger 2011, 849; Marksberry ym. 2010, 677 - 679.)

4 VARASTOINTI KONEPAJASSA

Konepajassa varastona voidaan pitää jokaista paikkaa, missä tavaraa tai tuotteita säilytetään. Varasto toimii tavaroille ja tuotteille väliaikaisena tai viimeisenä sijoituspaikkana. Varastoinnissa tulee kuitenkin muistaa, että enemmän säilytettävää tarkoittaa enemmän yritykselle aiheutuvia kustannuksia. Tämän takia onkin tärkeää, että tuotteiden ja tavaroiden läpimenoaika varastossa on lyhyt. Varastot voidaan nimetä toimintojen mukaan, mitä niissä suoritetaan. Varastoista löytyvät aina samat toimenpiteet tuotteiden vastaanotosta, säilytyksestä ja lähettämisestä. Riippuen tuotteista tai tavarasta mitä varastossa säilytetään, painottuvat toiminnot niiden mukaan. (Logistiikan maailma, 2018; Hokkanen ja Virtanen 2012, 16; Hokkanen, Karhunen ja Luukkainen 2011, 125.)

4.1 Varastointi hitsaavassa konepajassa

Haasteita konepajan sisäiseen varastointiin tuovat varastoitavien kappaleiden ja tuotteiden optimaalinen käsittely ja joustava siirtely. Tästä hyviä esimerkkejä ovat erikokoiset kappaleet ja tuotteet, joiden koko sekä paino voivat vaihdella suuresti. Varastoitavien kappaleiden valvonta ja jäljitettävyyden luovat omat haasteensa tuotantoon. (Kasten 2018, 2.)

Hitsaukseen käytettävät lisäainelangat tulisi säilyttää alkuperäisissä pakkauksissa ja kuivassa tilassa, missä lämpötila ja ilmankosteus vastaavat valmistajan suosituksia. Lisäaineen pakkauksen lämpötilan annetaan tarpeen vaatiessa nousta huonelämpötilaan ennen avaamista kondensoitumisen estämiseksi. Lisäaineen pinnalla ei pitäisi olla epäpuhtauksia, mitä voidaan välttää oikeanlaisella säilytystilalla tai alkuperäispakkauksessa säilyttämisellä. (Esab Oy 2009, 13.)

Perusaineet eli hitsauksessa käytettävät materiaalit on varastoitava niin, etteivät ne vahingoitu ja ettei niiden tunnistettavuus esty. Paloiteltaessa osat on merkattava huolellisesti, etteivät materiaalit sekaannu keskenään. Valmistuksessa kappaleen tunnistettavuuden on säilyttävä. (Lindewald 2013, 18.)

Varastointiin käytettävän varastotilan ei tarvitse olla lämmitettävä, mutta sen täytyy olla kuiva ja suojata materiaalia sääolosuhteilta. Varastoitavan materiaalin alle on laitettava puita, millä estetään kosketus maahan ja helpotetaan käsittelyä. Puolivalmiit tuotteet täytyy suojata sääolosuhteilta ja laittaa aluspuita. Valmiit tuotteet voidaan varastoida kuormalavalle sekä aluspuille, mutta pakattaessa ja lastatessa täytyy olla varovainen pintakäsittelyn kanssa. (Lepola ja Ylikangas 2016, 294 - 295.)

4.2 Erilaiset varastot

Tarkasteltaessa varastoja ne pystytään jakamaan materiaalin tai käyttötarkoituksen mukaan. Materiaalin mukaisesti jaettuna varastot ryhmitellään kappale ja joukkotavaravarastoihin. Varastot voidaan

ryhmitellä valmistukseen ja jakeluun liittyviksi, kun ne jaetaan käyttötarkoituksen mukaisesti. Teollisuudessa jalostusta palvelevat varastot ovat valmistukseen liittyviä varastoja. (Hokkanen ym. 2011, 126 - 127.)

Raaka-ainevarastot ovat tarkoitettu tuotannon raaka-aineiden säilyttämistä varten. Yleistä on, että kaikkia omassa tuotannossa säilytettäviä materiaaleja ja tuotteita on paljon, materiaaleilla ja tuotteilla on pieni yksikköhinta ja niitä voidaan käsitellä hyvin pientä varovaisuutta noudattaen. (Hokkanen ja Virtanen 2012, 17; Hokkanen ym. 2011, 127.)

Keskeneräinen tuotanto voidaan nähdä tuotantomuodoissa, joissa säilytetään puolivalmiita tuotteita ja niitä voidaan muokata asiakaskohtaiseksi. Tämä pystytään tekemään hetki ennen asiakkaalle lähettämistä, ja näin pienennetään tarvetta valmiin tuotteen säilyttämiseen. Näille puolivalmiille tuotteille voidaan tehdä tuotannosta erillään oleva varastointitila. Keskeneräisiä tuotteita säilytetään linjastojen ja tuotantokoneiden vieressä. Tällöin tuotteet saattavat olla tuotannon kirjanpidossa ja tämä luo haasteita tuotteiden löytämiselle ja määrätiedon ylläpitämiselle. (Hokkanen ja Virtanen 2012, 19 - 20.)

Valmistuotevarasto on tarkoitettu tuotannossa valmistettujen tuotteiden varastointiin. Riippuen tuotannosta, varastoa täydennetään jatkuvasti tai vaihtoehtoisesti täydennys tapahtuu puskurivaraston kautta. Puskurivarasto on alue, johon tuotanto- tai varastohenkilöstö siirtää tuotannossa valmistetut tuotteet. Valmiiden tuotteiden lähetykset tapahtuvat valmistuotevarastosta ja tuotteiden säilytysaika riippuu kysynnästä ja tuotteiden ominaisuuksista. (Hokkanen ja Virtanen 2012, 20.)

4.3 Varastointipaikoitus

Suosituimmassa järjestelmässä hyödynnetään aktiivi- ja reservipaikkoja. Tuotteet kerätään aktiivipaikoista ja reservipaikat toimivat täydennysvarastona. Aktiivipaikoiksi luokitellaan helposti saavutettavat paikat, joilta tuotteet voidaan helposti kerätä. Reservipaikat ovat tuotannossa vaikeasti saavutettavissa paikoissa. Tuotteet liikkuvat varastossa reservipaikoilta aktiivipaikoille niiden vapautuessa. (Logistiikan maailma, 2018.)

Kiinteäpaikkajärjestelmässä tuotteille annetaan kiinteä vakiopaikka. Järjestelmä on tehokas, kun volyymin vaihtelu on pientä. Suuri vaihtelu aiheuttaa sen, että jotkin tuotepaikat voivat olla tyhjiä. Järjestelmä ei tilankäytön kannalta ole tehokas, koska tyhjää tilaa voi tulla runsaasti. Monipaikkajärjestelmässä ei ole vakiopaikkoja, vaan nimikkeiden paikat vaihtelevat varastossa. Tuotteet sijoitetaan vapaille paikoille, mutta samoja tuotteita ei ole useilla varastopaikoilla. Tilankäytössä järjestelmä on tehokas erityisesti silloin, kun volyymit vaihtelevat suuresti. (Logistiikan maailma, 2018.)

Soveltava ratkaisu voi olla kiinteäpaikkajärjestelmän käyttö aktiivipaikoilla ja monipaikkajärjestelmän käyttö reservipaikoilla. Tämä tehostaa reservipaikkojen tilankäyttöä ja helpottaa keräilyä. (Logistiikan maailma, 2018.)

Selkeästi merkityt paikat varmistavat tuotteiden löytymisen ja inventoinnin. Yleisesti käytävä nimeään numerolla tai kirjainkoodilla. Käytävällä olevat hyllyt, hyllyväliä ja tasot nimetään omalla koodilla. Vaihtoehtoisesti voidaan hyllyille antaa oma koodi, tämä voi olla hyvä ratkaisu varastoon, jossa ei ole käytäviä. (Logistiikan maailma, 2018.)

4.4 Varastonohjaus

Varastonohjaus on tarkoitettu varaston pääoman ja materiaalivirtojen hallintaan. Ohjauksessa hyödynnetään imu- ja työntöohjausta. Tuotteen valmiusvaihe on olennainen osa ohjausta, koska valmiimpiin tuotteisiin sitoutuu enemmän pääomaa. (Logistiikan maailma, 2018.)

Varastonohjauksella saadaan paras lisäarvo asiakkaalle ja yritykselle. Tämä tapahtuu tasapainottamalla kustannukset, toimituskyky ja laatu. Teollisessa tuotannossa kustannustaso halutaan pitää matalana, mutta samalla toimitusvarmuuden on vastattava asiakkaan odotuksia. Varastonohjaus on materiaali-ohjauksen yksi osa-alue. Materiaali-ohjauksella pystytään luomaan joustava ja hyvin virtaava tuotanto. (Hokkanen ym. 2011, 201.)

5 KEHITYSTYÖN TEKEMINEN

Kehitystyö aloitettiin tutustumalla Var-Met Oy:n tuotantoon, jossa tuotteen valmistus alkaa asiakkaan tilauksesta. Tilatuille tuotteille tehdään työmääräys ja leikkausohje. Leikkausohjelman ja ohjeituksen valmistuttua ne lähetetään leikkaajalle, joka valitsee oikean kokoisen levyarkin, nostaa sen leikkauspöydälle ja leikkaa ohjeessa määritellyt tuotteet. Yrityksessä käytetään levyjen termisessä leikkauksessa nestäusta (Kuva 2), mikä tarkoittaa leikattavien levyosien suunniteltua sijoittelua leikattavaan levyyn. Tämä vähentää leikkauksessa syntyvää materiaalihävikkiä.



KUVA 2. WellCut 3500 polttoleikkausyksikkö (Var-Met Oy, 2018).

Useamman työnumeron osat pyritään leikkaamaan yhdellä kertaa samasta teräslevystä. Tämä vähentää leikkaukseen ja levyarkkien siirtelyyn kuluva-aikaa. Teräslevystä leikatut osat kerätään kuormalavalle, jonka leikkaaja siirtää tuotantotilan keskellä sijaitsevaan kuormalavahyllyyn. Osia leikataan myös omaan varastoon, jolloin ne siirretään ennalta määritellyille varastointipaikoille. Näitä osia täydennetään varastointipaikoille aina tarvittaessa.

Työntekijät saavat työmääräyksen, josta he näkevät, mitä kappaleita tarvitsevat. Työtä varten leikatut kappaleet he käyvät keräämässä keskellä olevasta kuormalavahyllystä. Tämä aiheuttaa ongelman, joka on tunnistettu yrityksessä. Ongelmana on, etteivät työntekijät tiedä mihin heidän tarvitsemat kappaleet on sijoitettu. Tämä aiheuttaa sen, että työntekijät käyvät kuormalavat ja niiden sisälön läpi yksi kerrallaan. Etsintään käytettyä aikaa voidaan pitää turhana työnä, mikä on Leanin näkökulmasta hukkaa. Oikeiden kappaleiden löytyttyä työntekijät siirtävät ne omalle työpisteelleen ja suorittavat määritellyn työtehtävän.

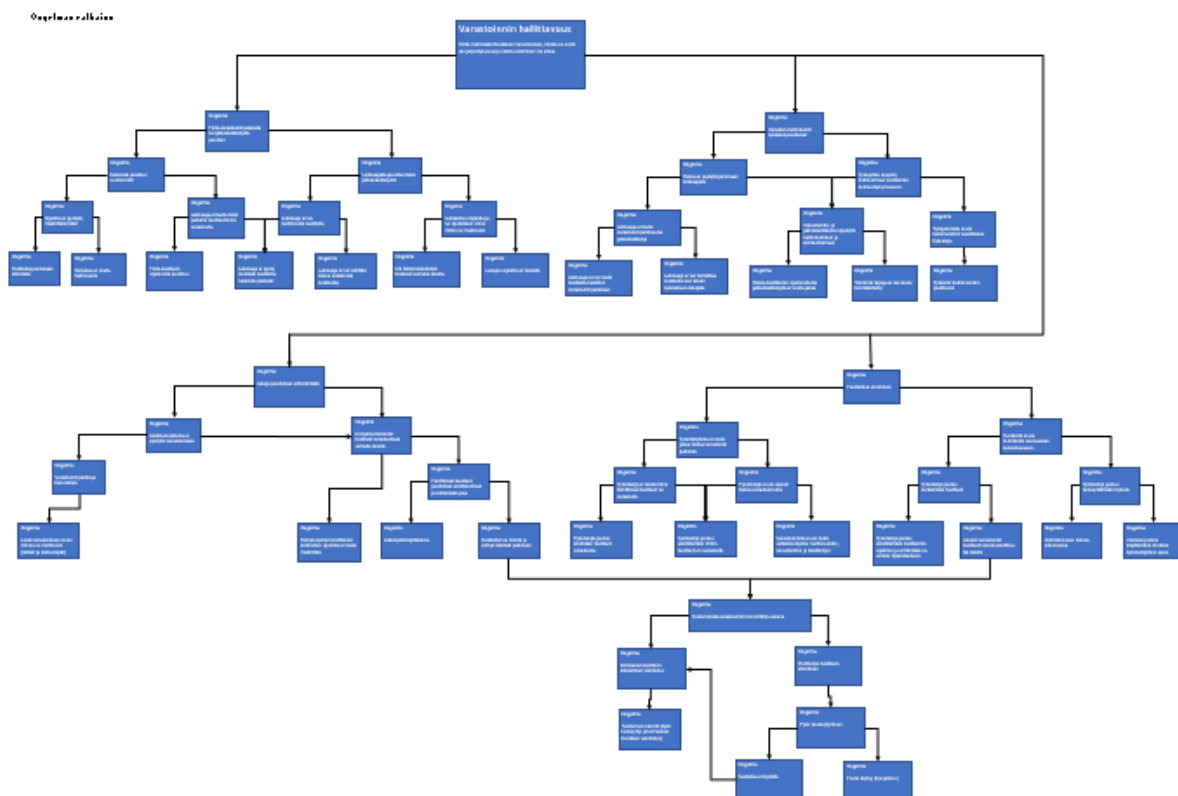
Työntekijän suorittaman työtehtävän jälkeen kappale siirretään seuraavaan työvaiheeseen tai jatkokäsittelyyn. Seuraavaan työvaiheeseen kappale viedään tai käydään hakemassa, riippuen onko työ-

pisteellä työtehtävä kesken vai valmis. Jatkokäsittelyyn vietävät kappaleet siirretään suoraan maalatavaksi tai tuodaan ulko-oven eteen lähetystä varten. Valmiiden työtehtävien kappaleet tuodaan ulko-ovelle, jossa ne pakataan ja lähetetään eteenpäin.

5.1 Systemaattinen ongelmanratkaisu

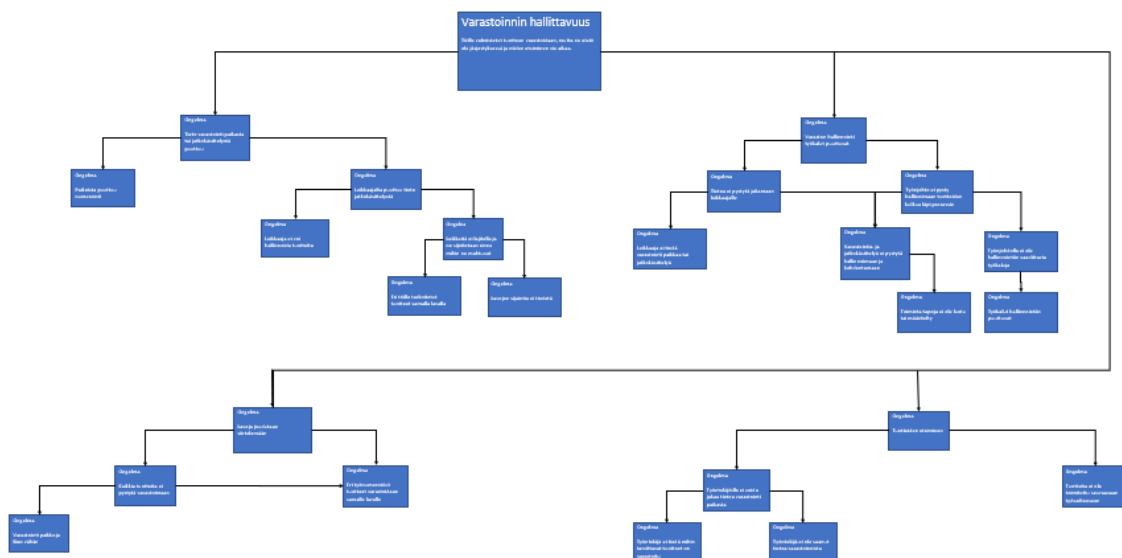
Valmistusprosessissa olevien ongelmien selvittämiseksi käytettiin systemaattista ongelmanratkaisua. Mahdollisia ongelmia lähdettiin etsimään tekemällä kysely, jolla selvitettiin työntekijöiden kohtaamia ongelmia valmistusprosessin aikana. Kyselyssä kysyttiin millaisia ongelmia työntekijät ovat kohdanneet tuotantotiloissa, työpisteillä ja varastoinnissa. Vastauksille oli varattu yksi iso kirjoituskenttä ja lisäksi yksi kenttä omille kehitysehdotuksille. Kyselystä saaduista vastauksista huomattiin, että suurin ongelma on varastoitujen tuotteiden etsimiseen käytetty aika. Ongelmanratkaisussa turhaa työtä pidetään ongelmana.

Ongelmien tutkiminen aloitettiin tekemällä Excel-pohjalle kaavio (Kuvio 3), josta ongelmia pystyttiin rikkomaan pienemmiksi. Isoimmaksi ongelmaksi valittiin varastoinnin hallittavuus, koska työnimeroille valmistettuja kappaleita ei varastoida järjestelmällisesti ja niiden etsimiseen kuluu aikaa. Tämä iso ongelma rikottiin neljäksi pienemmäksi ongelmaksi, jotka rikottiin vielä pienemmiksi siihen asti, että juurisyyt oltiin saatu esille. Tavoitteena olisi saada ratkaistua varastointiin liittyvät ongelmat, luoda toimiva ratkaisu ja parantaa yrityksen sisäistä virtausta.

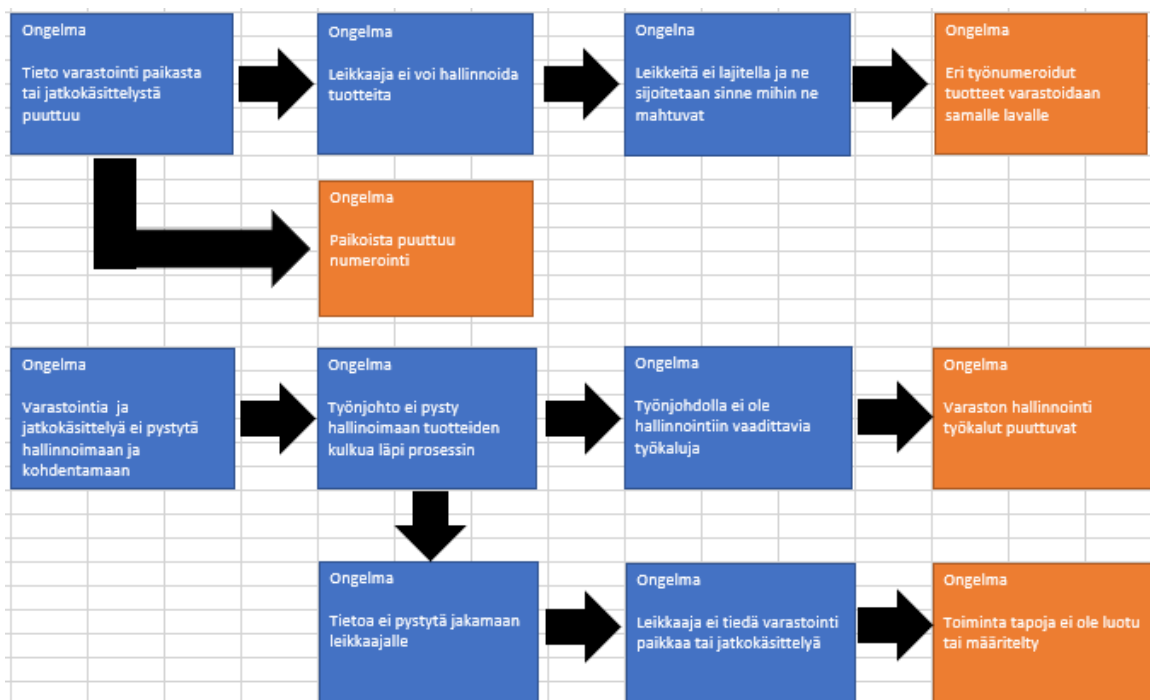


KUVIO 3. Ongelmanratkaisukaavio.

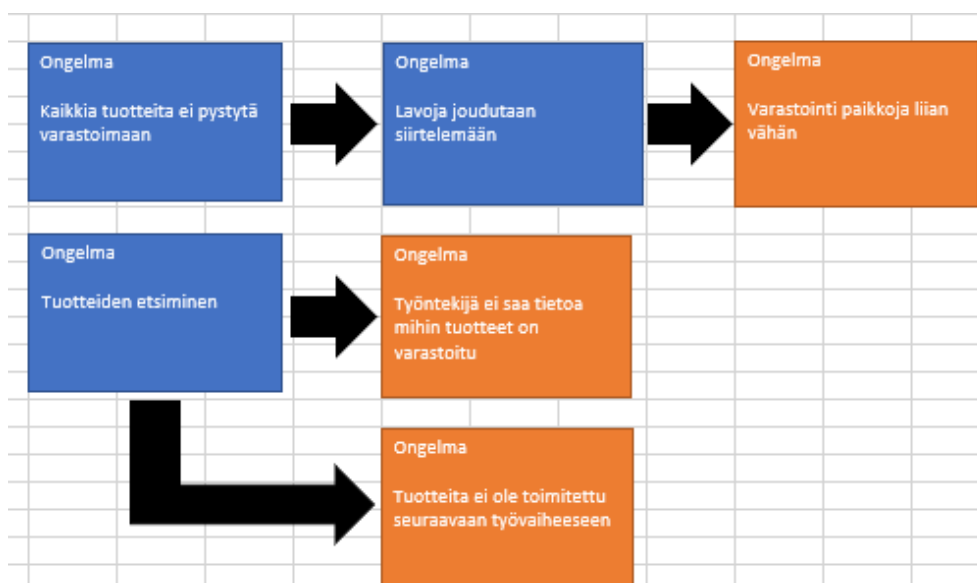
Tehdyn ongelmanratkaisukaavion haasteena oli, että se sisälsi seurauksia syiden sijaan. Kaaviota muutettiin poistamalla sieltä mahdolliset seuraukset, jolloin siitä pystyttiin luomaan selkeämpi ja helpommin tarkasteltava (Kuvio 4). Tämän jälkeen kaaviosta tehtiin pienempi kaavio, jossa ongelmia käsiteltiin loogisesti niin että esille saatiin tärkeimmät juurisyyt (Kuvio 5 ja Kuvio 6). Juurisyyt muodostettiin ottamalla jokainen selvitetty syy ja tarkastelemalla niitä kokonaisuutena. Tästä kokonaisuudesta lopulliset syyt selvitettiin tarkastelemalla voisiko jokin selvitetty syy johtua toisesta syystä. Syyn johtuessa toisesta syystä, voitiin toista syytä pitää juurisyyinä.



KUVIO 4. Muutettu ongelmanratkaisukaavio.



KUVIO 5. Ongelmanratkaisukaaviosta muodostetut juurisyyt.



KUVIO 6. Ongelmanratkaisukaaviosta muodostetut juurisyyt.

Juurisyyksi määritettiin

1. Eri työnumeroitujen kappaleiden varastointi samalle lavalle.
2. Lavapaikoista puuttuu numerointi.
3. Hallinnoinnin työkalut puuttuvat.
4. Toimintatapoja ei ole luotu tai määritelty.
5. Lavapaikkoja on liian vähän.
6. Työntekijä ei tiedä kappaleiden sijaintia.
7. Kappaleita ei ole toimitettu seuraavaan työvaiheeseen.

Juurisyyden selvittyä päätettiin vastatoimina tuotantotiloihin rakentaa kaksi uutta kuormalavahyllyä ja jatkaa yhtä olemassa olevaa hyllyä. Hyllyihin rakennettaisiin numeroinnit ja pyrittäisiin luomaan niiden hallintaan työkalu olemassa olevaan tuotannonohjausjärjestelmään. Työntekijöiden käyttöön hankittiin uusi trukki ja pinoamisvaunu, jotka nopeuttavat lavojen siirtelyä tuotantotiloissa.

5.2 Varaston numerointi

Tuotannossa oli ennen varastoinnin numerointia käytössä 12 paikkaa sisältävä kuormalavahylly, 9 paikkaa sisältävä kuormalavahylly ja 8 tasoa sisältävä pitkä tarvikeshylly (Kuva 3). Lisäksi käytössä oli hyllyjä kanban-ohjatuille tuotteille, joita ei otettu varastoinnin numeroinnin suunnittelussa huomioon.

Esimerkiksi kuormalava on varastoitu hyllypaikalle S12, tämä tarkoittaa, että kuormalava on S hyllyllä, ensimmäisellä pystysuuntaisella paikalla ja toisella hyllytasolla. Kuormalavahyllyt jaettiin S (polttoleikkeiden varastointi) (Kuva 4), L (lähtevät ja puolivalmiit tuotteet), T (tulevat tuotteet), K (koneistettavat tuotteet) ja H (hitsaamon tarvikkeet). Varastopaikkoja saatiin suunnittelun jälkeen luotua 37 kuormalavapaikkaa, tarvikehyllyyn 8 puolikasta kuormalavapaikkaa ja 4 tasoa jaettuna 12 pienempään paikkaan (Kuva 5).



KUVA 4. Tuotantotilojen keskimäinen S-hylly.



KUVA 5. Uudelleen järjestelty hitsaamon käytössä oleva H-hylly.

Kuormalavahyllyjen rakentaminen tehtiin suunnitellusti Var-Met Oy:n tuotantotiloissa ja hyllyjen numerointiin käytettiin tulostettavia tarroja. Kuvassa 6 näkyy uuden hyllypaikan sijainti ja kuvassa 7 paikalleen asennettu uusi hylly.



KUVA 6. Tuleva T-hyllyn paikka.



KUVA 7. Valmis ja paikoilleen asennettu T-hylly.

5.3 Varastoinnin ohjaus ja hallinta

Varastoinnin hallitsemiseksi luotiin Excel-pohjalle työkalu, johon pystytään kirjaamaan varastopaikalla oleva työnumero ja nimike (Kuvio 8). Varastohyllyistä tehtiin välilehdille oma havainnollistava kuva ja tekstikentät työnumeron, nimikkeen ja tarvittavan tiedon täyttämistä varten.

Rivinvaihto Alt+Enter				
Työnumero, nimike	Työnumero, nimike	Työnumero, nimike	Työnumero, nimike	Työnumero, nimike
S12	S22	S32	S42	S52
S11	S21	S31	S41	S51
Työnumero, nimike	Työnumero, nimike	Työnumero, nimike	Työnumero, nimike	Työnumero, nimike

KUVIO 8. S-hyllyn Excel-pohja hallintatyökalussa.

Työnjohto valitsee työnumerolle valmistettaville kappaleille varastointipaikan, joka on tyhjiään tai siinä on sopivasti tilaa kappaleille. Tavoitteena olisi, etteivät eri työnumeroidut kappaleet menisi sekaisin, vaan ne pysyisivät erillään ja helposti löydettävissä. Levyleikkaajalle välitetään tieto valmistettavista kappaleista ja mille varastointipaikalle ne tullaan sijoittamaan. Leikkauksen jälkeen työnumerolle valmistetut kappaleet kerätään ja viedään haluttuun varastointipaikkaan.

Työmääräykseen kirjoitetaan varastointipaikan numero, josta työntekijä tietää mihin tarvittavat kappaleet on sijoitettu. Tämä nopeuttaa työntekoa, koska kappaleita ei enää jouduta etsimään ja niitä voidaan jäljittää.

Valmiit ja puolivalmiit tuotteet voidaan varastoida kuormalavahyllylle, jolloin niitä ei tarvitse säilyttää lattialla. Tässä tilanteessa työntekijä kysyy työnjohtajalta varastointipaikkaa, kun numero on selvinyt, voi työntekijä viedä kappaleen sille paikalle. Työntekijä voi myös nostaa lavan tyhjälle hyllylle ja ilmoittaa hyllypaikan tiedot työnjohtajalle. Kaikki numeroiduille paikoille sijoitettavat kappaleet kirjaan ylös Excel-pohjalle. Tämä estää kappaleiden unohtumisen ja kertoo työnjohtajille mitä varastossa on.

5.4 Tuotantotilojen siistiminen

Ennen varastonohjauksen aloittamista kaikki kuormalavahyllyt ja niillä olevat lavat käytiin läpi. Lavoilla olevat kappaleet jaettiin työnumeroille ja omille lavoilleen. Kappaleet joille ei löytynyt työnumeroa tai käyttötarkoitusta heitettiin metallin keräykseen. Tarkoitus oli tehdä inventaario, jossa järjestettäisiin olemassa olevat työnumerot lavapaikoille ja poistettaisiin turhat kappaleet. Tällä pystyttiin varmistamaan se, että kirjanpito lavapaikoista olisi tarkka ja siellä ei ole turhia kappaleita.

6 TULOKSET JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön aikana numeroinnin suorittamisen jälkeen päätettiin kanban-hyllyille tehdä omat numerot. Hyllyjen numerointi tehtiin yhteistyössä yrityksen henkilöstön kanssa. Samalla niiden sijaintia muutettiin ja hyllyjä uusittiin. Koska ne sijaitsevat lähellä levyjen säilytys paikkaa, levyjen ja hyllyjen väliin tehtiin väliseinä, joka suojaa työntekijöitä, kun levyjä ollaan siirtämässä.

Tuotannon käyttöön hankittiin uusi sähköpinoaja ja trukki. Aikaisempi pinoaja oli manuaalinen ja hidas käytettävä, siksi uusi pinoaja parantaa ajan käyttöä ja helpottaa työntekoa. Uusi trukki on toiminta varmempi kuin aikaisempi, mutta peltivaraston sisällä sillä ei pystytä nostamaan kappaleita ylimmille hyllyille. Peltivarastoon voitaisiinkin rakentaa kaksi erillistä hyllyä, joihin kappaleita nostettaisiin ja otettaisiin ulkopuolelta.

Tuotantotiloissa oli ennen kehitystyön aloittamista käytössä 21 kuormalavapaikkaa ja hitsaamon käytössä oleva 8 tasoinen hylly. Työn jälkeen kuormalavapaikkoja saatiin 37 ja 8 tasoinen hylly jaettiin kahdeksaksi puolikkaaksi kuormalavapaikaksi ja 12 pienempään paikkaan. Peltivarastoa ei muokattu työn aikana, mutta se sisältää kolmasosan yrityksen käytössä olevasta varastointitilasta.

Tulevaisuudessa yritys voi viedä varastojen hallinnan toiminnanohjausjärjestelmään. Tämä tulee helpottamaan ja nopeuttamaan kappaleiden kirjausta varastoon. Ulkona sijaitseva peltivarasto voidaan numeroida ja ottaa osaksi olemassa olevaa järjestelmää. Yritys voi myös lähteä kehittämään toimintaansa kohti Lean-ajattelua. 5S olisi hyvä kehitys ajatellen seuraavaa parannusta, tällöin työturvallisuutta ja järjestystä saataisiin parannettua.

6.1 Uusi toiminta

Varastoinnissa käytetään monipaikkajärjestelmää. Tämä tarkoittaa sitä, ettei erilaisella työnumerolla olevia kappaleita säilytetä samalla lavalla ja ne sijoitetaan vapaille paikoille. Järjestelmä on toiminut sijoittelun puolesta hyvin, mutta kappaleet sijoitetaan samalle lavalle tilan hyödyntämisen takia. Tuotantotiloissa voidaan kuitenkin huomata muutos lavojen sijoittelussa ja järjestyksessä. Verrattaessa tuotantotiloja ennen ja jälkeen, pystyy eron näkemään lavojen sijoittelussa ja koossa. Lavojen päälle kappaleet kasataan järjestelmällisemmin ja pienemmissä määrin kuin aikaisemmin. Maahan kuormalavoja sijoitetaan huomattavasti vähemmän kuin aikaisemmin. Maassa olevilla lavoilla on kappaleita, jotka ovat liian suuria mahtuakseen kuormalavahyllyyn tai hyllypaikoilla ei ole lavalle riittävästi tilaa. Näiden kappaleiden varastointia voitaisiin kehittää niin, että ulkona sijaitsevaan peltivarastoon tehtäisiin suurille kappaleille oma varastointialue.

Peltivarastossa sijaitsevat varastointipaikat voitaisiin ottaa osaksi varastointia, jos niistä luotaisiin reservipaikkoja. Tämä tarkoittaisi sitä, että sisätiloissa olevat varastointipaikat olisivat aktiivipaikkoja ja peltivarastossa olevat paikat reservipaikkoja. Sisätiloissa olevat paikat nimettäisiin aktiivipaikoiksi, koska ne ovat helposti käytettävissä ja peltivaraston paikat reservipaikoiksi vaikeamman käytettävyyden takia.

Aktiivipaikoille sijoitettaisiin polttoleikkauksesta tulevia kappaleita ja puolivalmiita kappaleita, koska nämä kappaleet ovat varastossa lyhyen ajan. Reservipaikoille sijoitettaisiin suuria tai valmiita kappaleita, näin vapautettaisiin tilaa muun tuotannon käyttöön. Reservipaikoille voidaan varastoida myös kappaleita, joiden tiedetään olevan varastossa pidemmän aikaa.

Varastoinnin hallinta Excel-taulukon avulla on toiminut siirtymävaiheen aikana hyvin, vaikka sen toteuttaminen vaatii hiukan lisätyötä. Tämä johtuu siitä, että kaikki joudutaan kirjaamaan ja kirjoittaman käsin. Kirjaukseen on otettu avuksi värilliset yliviivaustussit, joilla poltettavat kappaleet voidaan havainnollistaa paremmin leikkausohjeesta. Tämä helpottaa ja selkeyttää leikkaajan työtä, koska hän näkee heti, mitkä kappaleet tulee siirtää mihinkin hyllyyn. Ongelmia varastoinnin hallinnassa on tullut silloin kun kappaleet ovat jääneet suunniteltua pidempään varastointipaikalle. Tämä aiheuttaa pientä jonoa ja lavojen lattioille varastointia.

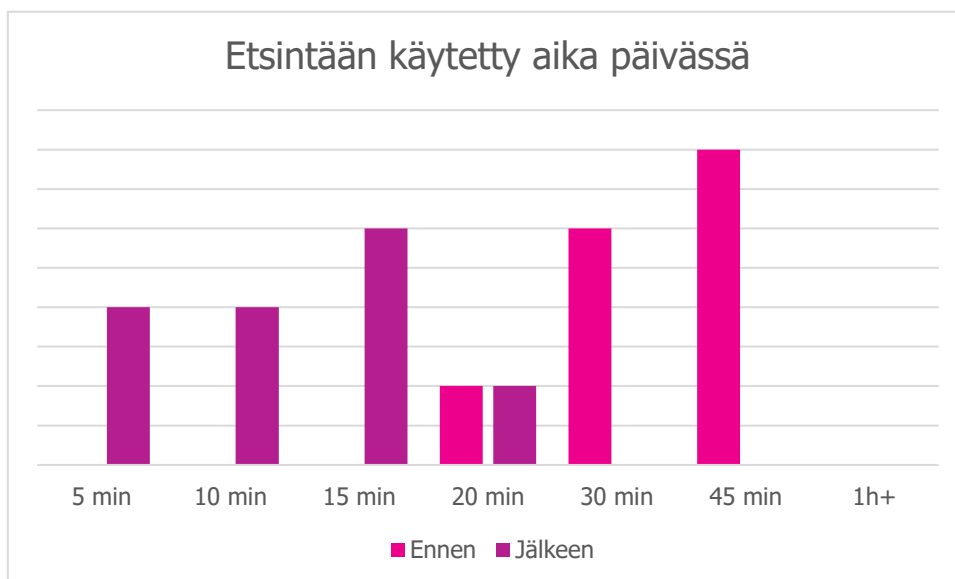
6.2 Virtaustehokkuus

Hyvällä materiaalinhallinnalla yritys pystyy parantamaan tuotannon virtausnopeutta. Keskittymällä virtaustehokkuuteen yritys voisi parantaa tuotannon läpivirtausaikoja. Materiaalinhallintaa ollaan opinnäytetyössä saatu kehitettyä ja se on tehostanut omalta osaltaan tuotannon virtaustehokkuutta. Keskittyminen virtaustehokkuuteen vaatisi yritykseltä muutoksia tuotannon ohjaukseen ja tuotantoon. Oikein toteutettuna keskittyminen virtaustehokkuuteen parantaa yrityksen resurssitehokkuutta, eli sitä kuinka suuressa käytössä yrityksen resurssit ovat. Resurssitehokkuuden parantuessa se edes auttaa virtaustehokkuuden paranemista.

6.3 Loppukysely ja ajankäyttö

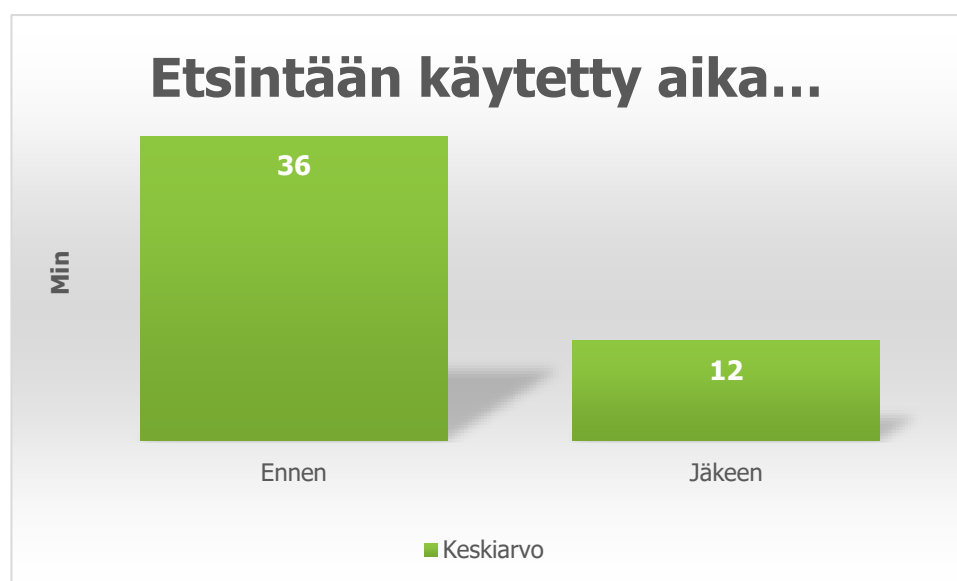
Työntekijöille teetätettiin loppukysely, jolla pyrittiin selvittämään kehitystyön vaikutusta työntekijöiden toimintaan. Vastauksista voitiin päätellä, että numeroinnit ovat helposti luettavat ja selkeät, lavojen säilytys lattialla on vähentynyt, kappaleiden etsiminen on nopeutunut ja helpottunut ja uusi pinoaja on helpottanut ja nopeuttanut lavojen siirtelyä. Kysymyksinä olivat myös etsimiseen käytetty aika päivässä ennen ja jälkeen muutoksia.

Kuviosta (Kuvio 9) voidaan huomata kuinka työntekijät käyttävät vähemmän aikaa kappaleiden etsimiseen. Ennen kehitystyötä kappaleita etsittiin 20 - 45 minuuttia päivässä, mutta kehitystyön jälkeen etsintään käytetty aika oli enää 5 - 20 minuuttia. Aikaisemmin suurin pylväk oli 45 minuutin kohdalla, mutta kehitystyön jälkeen se on 15 minuutin kohdalla.



KUVIO 9. Etsintään käytetty aika ennen ja jälkeen.

Tarkasteltaessa kehitystyön vaikutusta keskiarvoon (Kuvio 10) voidaan huomata, että ennen työntekijä käytti keskimäärin 36 minuuttia päivästä etsimiseen, kun taas muutosten jälkeen työntekijät käyttävät keskimäärin etsimiseen 12 minuuttia. Tämä tarkoittaa keskiarvossa 24 minuutin vähennystä. Keskiarvosta voidaan laskea työnantajalle aiheutuvat kustannukset etsinnästä.



KUVIO 10. Keskiarvo käytetystä ajasta ennen ja jälkeen.

Vuonna 2015 Eurostat teki tutkimuksen Euroopan alueen työtuntien hinnasta maittain. Hinnat koostuvat palkoista, palkkioista ja palkkakustannuksista. Tuntikohtaisen työn hinnan keskiarvon arvioitiin olevan 25 euroa Euroopan unionin alueella. Suomalaisen työntekijän työtunti maksoi 33 euroa työnantajalle vuonna 2015. (Eurostat, 2016.)

Laskettaessa työnantajalle aiheutuvat kustannukset työntekijöiden ajankäytöstä, voidaan käyttää hyödyksi Eurostatin tutkimusta Euroopan unionin alueen työnhinnasta. Saaduilla tiedoilla voidaan laskea kustannukset, jotka aiheutuvat työntekijöiden määrästä, ajasta ja etsintään käytetystä ajasta.

Kustannukset on laskettu käyttäen työtunnin hintaa ja jakamalla se etsintään käytetyllä ajalla, saadaan yhden työntekijä kustannus päivässä. Kertomalla etsintään käytetty hinta ja työpäivien määrä saadaan kustannus kuukaudessa ja vuodessa. Kertomalla kustannus työntekijöiden lukumäärällä saadaan kokonaiskustannus. Näin ollaan laskettu yritykselle aiheutuvat kustannukset ennen (Taulukko 2) ja jälkeen (Taulukko 3), lisäksi ollaan laskettu aikaan saatu säästö (Taulukko 4). Kustannuslaskenta ei anna aivan todenmukaista kuvaa, sillä turhaa etsimistyötä ei tehdä tasaisesti jokaisena päivänä. Lähellä totuutta pystytään pitämään muutamalle työntekijälle laskettua kokonaiskustannusta. Tämä voidaan perustella sillä, jos useampi työntekijä käyttää etsintään keskimääräisesti saman ajan erillisinä työpäivinä.

TAULUKKO 2. Etsintään käytetyn työn arvo ennen.

Etsinnän hinta ennen					
Työntekijä lkm.	Työtunnin arvo	Käytetty aika	Päivässä	Kuukaudessa	Vuodessa
1	33,00 €	36 min	19,80 €	415,80 €	4 969,80 €
2	33,00 €	36 min	39,60 €	831,60 €	9 939,60 €
3	33,00 €	36 min	59,40 €	1 247,40 €	14 909,40 €
4	33,00 €	36 min	79,20 €	1 663,20 €	19 879,20 €
5	33,00 €	36 min	99,00 €	2 079,00 €	24 849,00 €

TAULUKKO 3. Etsintään käytetyn työn arvo jälkeen.

Etsinnän hinta jälkeen					
Työntekijä lkm.	Työtunnin arvo	Käytetty aika	Päivässä	Kuukaudessa	Vuodessa
1	33,00 €	12 min	6,60 €	138,60 €	1 656,60 €
2	33,00 €	12 min	13,20 €	277,20 €	3 313,20 €
3	33,00 €	12 min	19,80 €	415,80 €	4 969,80 €
4	33,00 €	12 min	26,40 €	554,40 €	6 626,40 €
5	33,00 €	12 min	33,00 €	693,00 €	8 283,00 €

TAULUKKO 4. Etsintään käytetyn ajan vähentymisen tuottama säästö.

Säästöt			
Työntekijä lkm.	Päivässä	Kuukaudessa	Vuodessa
1	13,20 €	277,20 €	3 313,20 €
2	26,40 €	554,40 €	6 626,40 €
3	39,60 €	831,60 €	9 939,60 €
4	52,80 €	1 108,80 €	13 252,80 €
5	66,00 €	1 386,00 €	16 566,00 €

Asiaa voidaan myös ajatella niin, että työntekijän täytyy tuottaa vähintään hänestä aiheutuvat kiinteät kustannukset työnantajalle. Lisäksi voitaisiin asiaa pohtia peilaamalla sitä muihin kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin. Laskettaessa työn arvoa otetaan huomioon, että aikaa saadaan keskimäärin säästettyä päivässä 24 minuuttia, jonka työntekijä voi käyttää työtehtävänsä suorittamiseen. Näin ollen voidaan laskea työntekijän tuottama arvo työnantajalle säästetystä ajasta (Taulukko 5).

Määrällisesti tulokset vastaavat toisiaan verrattaessa säästöön, koska työtunnin arvo pidetään samana. Laskettaessa hyötyä yritykselle säästöt ja tuotettu arvo lasketaan yhteen. Näin saadaan selville työnantajalle tuleva rahallinen hyöty.

TAULUKKO 5. Työntekijän tuottama arvo säästetystä ajasta.

Työntekijän tuottama arvo					
Työntekijä lkm.	Työtunnin arvo	Säästetty aika	Päivässä	Kuukaudessa	Vuodessa
1	33,00 €	24 min	13,20 €	277,20 €	3 313,20 €
2	33,00 €	24 min	26,40 €	554,40 €	6 626,40 €
3	33,00 €	24 min	39,60 €	831,60 €	9 939,60 €
4	33,00 €	24 min	52,80 €	1 108,80 €	13 252,80 €
5	33,00 €	24 min	66,00 €	1 386,00 €	16 566,00 €

7 YHTEENVETO

Var-Met Oy on aloittanut toimintansa systemaattisen kehittämisen ja tehnyt ISO 3834-2 mukaisen selvitystyön yrityksen tämän hetkisestä tilanteesta. Toimintaa tarkastellessa ollaan tiedostettu ongelma polttoleikkeiden varastoinnissa. Kehitystyössä pyritään tunnistamaan ongelmia sisäisestä logistiikasta, joille kehitetyillä vastatoimilla pystytään selkeyttämään tuotantoa ja parantamaan materiaalivirtoja. Varastonhallintaan ei ole työkaluja tai hyllyjärjestystä ja siksi kehitystyölle on yrityksen puolesta tarve. Työn tavoitteena on tutustua tuotantoon, selkeyttää tuotantoa, parantaa materiaalivirtoja ja tehdä vastatoimia tunnistetuille ongelmille.

Lean-filosofian avulla konepajan tuotantoa pystytään kehittämään tehokkaammaksi. Lisäksi sen avulla voidaan parantaa laatua ja työturvallisuutta. Työssä ollaan käytetty kahdeksan vaiheista ongelmanratkaisua, minkä avulla pystytään tunnistamaan ja poistamaan piilevät ongelmat. Ongelmina työssä pidettiin Lean-filosofiassa ilmaistuja seitsemää hukkaa, mitä poistamalla pystytään tuotantoa kehittämään paremmaksi.

Konepajassa varastona voidaan pitää paikkoja, missä tuotteita ja kappaleita säilytetään. Varastossa, jossa käytetään monipaikkajärjestelmää ei ole vakiopaikkoja, vaan nimikkeiden paikat vaihtelevat varastossa. Tuotteet nostetaan vapaille paikoille ja samaa nimikettä on vain yhdessä paikassa. Selkeästi merkityt paikat varmistavat tuotteiden löytymisen ja inventoinnin.

Kehitystyössä ongelmia selvitettiin ongelmanratkaisulla, johon isoksi ongelmaksi valittiin varastoinnin hallittavuus. Ongelmia purkamalla saatiin selvitettyä juurisyitä, joiden poistamiseksi tehtiin vastatoimet. Vastatoimina rakennettiin kaksi uutta kuormalavahyllyä, suoritettiin kuormalavahyllyjen merkitseminen ja laadittiin yksinkertainen työkalu hallintaan.

Työn aikana suoritettiin varaston inventointi, kanban-hyllyt numeroitiin ja tuotantoon hankittiin uusi trukki sekä pinoaja. Suoritetut vastatoimet näkyvät tuotannossa vähentyneenä lavojen määränä lattialla sekä ajankäytön parantumisena. Tulevaisuudessa lattialla olevat lavat saadaan poistettua, jos peltivarasto otetaan osaksi järjestelmää.

Työntekijöille tehdyssä loppukyselyssä selvitettiin kehitystyön vaikutuksia. Tärkein kysymys oli etsintään käytetty aika ennen ja jälkeen. Saaduista vastauksista voitiin laskea, että ennen työntekijät käyttivät keskimäärin 36 minuuttia päivässä etsimiseen ja kehitystyön jälkeen 12 minuuttia, mikä tarkoittaa 24 minuutin vähentymistä turhassa työssä. Yritys säästää 24 minuutin turhasta työstä työvoimakustannuksissa yhden työntekijän kohdalla 13,20 € päivässä, kun käytetään arviota suomalaisen työn hinnasta.

Var-Met Oy voi tulevaisuudessa ottaa käyttöönsä 5S työkalun, joka auttaa parantamaan työturvallisuutta ja järjestystä. Lisäksi varastonhallintaa varten voidaan tehdä työkalu tuotannonohjauksjärjestelmään, mikä nopeuttaa ja helpottaa varastopaikkojen kirjauksia.

LÄHTEET

- CARREIRA, Bill 2005. Lean Manufacturing that works: Powerful tools for dramatically reducing waste and maximizing profits. New York: AMACON.
- ESAB OY 2009. Hitsauslisäaineiden varastointi- ja käsittelyohjeet. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-05-31]. Saatavissa: http://www.esab.fi/fi/fi/support/documentation/educational/upload/xa00097012_fi.pdf
- EUROSTAT 2016. Labour costs in the EU. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-05-16]. Saatavissa: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/2995521/7224742/3-01042016-AP-EN.pdf/453419da-91a5-4529-b6fd-708c2a47dc7f>
- HOKKANEN, S. ja VIRTANEN, S. 2012. Varastonhoitajan käsikirja. Kangasniemi: Sho Business Development Oy.
- HOKKANEN, S., KARHUNEN, J. ja LUUKKAINEN, M. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. Jyväskylä: Sho Business Development Oy.
- KASTEN 2018. Lean-tuotannon varastointiratkaisuja. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-06-02]. Saatavissa: <file:///C:/Users/Omistaja/Downloads/Lean-tuotannon%20varastointiratkaisuja.pdf>
- LECKLIN, Olli 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. Hämeenlinna: Karisto Oy.
- LEPOLA, P. ja YLIKANGAS, R. 2016. Hitsaustekniikka ja teräsrakenteet. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- LINDEWALD, Carl-Gustaf. Hitsauksen laadun ja tehokkuuden parantaminen hyödyntäen standardia SFS-EN ISO 3834. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy.
- LOGISTIIKAN MAILMA 2018. Varastointi. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-03-27]. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/>
- LUKKARI, Juha 2000. Hitsien laatu ja hitsausvirhe. Esab Oy. [Viitattu 2018-05-31]. Saatavissa: http://www.esab.fi/fi/fi/support/documentation/educational/upload/hitsien_laatu_ja_hitsausvirheet.pdf
- MARKSBERRY, P., BADURDEEN, F., GREGORY, B. ja KREAFLE, K. 2010. Management directed kaizen: Toyota's Jishuken process for management development. Emerald Group Publishing Limited. [Viitattu 2018-5-8]. Saatavissa: <https://search.proquest.com/docview/663010481/fulltextPDF/87DA7BAB29804AEBPQ/1?accountid=27296>
- MARKSBERRY, P., BUSTLE, J. ja CLEVINGER, J. 2011. Problem solving for managers: a mathematical investigation of Toyota's 8-step process [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-06-02]. Saatavissa: <https://www-emeraldinsight-com.ezproxy.savonia.fi/doi/pdfplus/10.1108/17410381111160924>
- MARTIN, James W. 2007. Lean six sigma for supply chain management: the 10-step solution process. New York: McGraw-Hill
- MODIG, N. ja ÅHLSTRÖM, P. 2013. Tätä on Lean. Halmstad: Rheologica publishing.
- MYERSON, Paul 2012. Lean supply chain & logistics management. United States of America: The mcgraw-hill companies.
- SAYER, N. JA WILLIAMS, B. 2007. Lean for dummies. Hoboken: Wiley Publishing, Inc.
- SONDALINI, Mike. 2018. Lean Improvement success at a jobbing manufacture machine shop. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-06-02]. Saatavissa: <https://www.lifetime-reliability.com/cms/consulting/jobbing-machine-shop/>
- SUOMEN HITSAUSTEKNILLINEN YHDISTYS RY. Hitsauksen teoriaopetus. [verkkojulkaisu]. [Viitattu 2018-06-02]. Saatavissa: <http://docplayer.fi/16695765-Perusaineesta-johtuvat-hitsausvirheet-ovat-paasiassa-halkeamia-kuuma-ja-tai-kiimahalkeamia.html>

THE MILLER WELDING & MACHINE CO. 2018. How suppliers use Lean manufacturing to eliminate waste and create flow. [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-06-02]. Saatavissa: <https://www.millerwelding.com/blog/how-suppliers-use-lean-manufacturing-to-eliminate-waste-and-create-flow>

UUSITALO, Jyri 2012. Yleisimmät hitsausvirheet ja niiden välttäminen. Orivesi: Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys r.v. [Viitattu 2018-05-31]. Saatavissa: http://www.shy-hitsaus.net/portals/shy/iBooklet/2012/HT_2_12/files/assets/basic-html/page3.html

VAR-MET OY 2018. Var-Met Oy:n www-sivut. [verkkajulkaisu]. [Viitattu 2018-03-07]. Saatavissa: <http://www.var-met.fi/>