

Janne Pajukoski

**PIENKOMPONENTTIEN TUOTANNON MATERIAALIVIRRRAN JA
TYÖMENETELMIEN KEHITTÄMINEN**

**PIENKOMPONENTTIEN TUOTANNON MATERIAALIVIRRRAN JA
TYÖMENETELMIEN KEHITTÄMINEN**

Janne Pajukoski
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma, tuotantotekniikan suuntautumisvaihtoehto

Tekijä: Janne Pajukoski

Opinnäytetyön nimi: Pienkomponenttien tuotannon materiaalivirran ja työmenetelmien kehittäminen

Työn ohjaaja: Esa Törmälä (OAMK), Juho Mattila (Miilux Oy), Harri Lukkarila (Miilux Oy)

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2015 Sivumäärä: 53 + 2 liitettä

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää suoja- ja kulutusteräs ratkaisuja valmistavan Miilux Oy:n pienkomponenttien tuotannon materiaalivirtoja ja työmenetelmiä. Opinnäytetyössä pienkomponenteilla tarkoitetaan osia joiden kappalekoko on muuhun tuotantoon verrattaessa pieni. Kyseisten kappaleiden tuotannon kehittämisen tärkein tavoite oli pienentää niiden käsittelyyn menevää aikaa eri työvaiheissa sekä parantaa karkaisu-uunin käyttöastetta pienkomponentteja karkaistaessa.

Työssä selvitettiin nykytilanteen ongelmat pienkomponenttien tuotannossa työntekijöiden haastattelujen ja työvaiheajojen mittausten pohjalta. Nykytilannetta tarkasteltiin Lean-ajattelun mukaan tunnistamalla tuotannossa olevat hukat eli arvoa tuottamattomat työvaiheet. Suurin ongelma pienkomponenttien tuotannossa paikannettiin karkaisun panostus- ja purkutyövaiheisiin. Pienkomponenttien tuotannosta pyrittiin kehittämään myös tehtaan sisäisiä materiaalivirtoja ja logistisia ratkaisuja, koska nykyisin osien kuljettelu ja lajittelu tehtaan sisällä on työlästä ja aikaa vievää.

Tuotannossa olevien ongelmien ratkaisemiseksi tehtiin kaksi erillistä kehitysehdotusta. Kehitysehdotuksissa pyrittiin vähentämään pienten kappaleiden käsittelyyn menevää aikaa sekä nopeuttamaan tuotannon läpimenoaikaa. Ensimmäisessä kehitysehdotuksessa kehitettiin polttoleikkausgeometrioita. Ehdotuksen mukaan polttoleikkavat komponentit leikattaisiin yhtenäiseksi kokonaisuudeksi, jota pystyttäisiin tehtaan sisällä magneetein liikuttelemaan. Toisessa kehitysehdotuksessa suunniteltiin nostohaarukka, joka kehoitettiin yritystä hankkimaan karkaisun panostuksen avuksi. Toiseen ratkaisuvaihtoehtoon sisältyi myös nostopöydän hankintaehdotus yritykselle sekä työpisteen layoutin uudelleen suunnittelu.

Asiasanat: työnohjaus, sisäinen logistiikka, kellotus, työmenetelmät, tuotannon kehitys

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical and Production Engineering

Author: Janne Pajukoski

Title of thesis: Developing Material Flow and Working Methods in Production of Small Components

Supervisor(s): Esa Törmälä (OAMK), Juho Mattila (Miilux Oy), Harri Lukkarila (Miilux Oy)

Term and year when the thesis was submitted: spring 2015 Pages: 53 + 2 appendices

This thesis was commissioned by Miilux Oy. The subject of the thesis was to develop the production of small components. The main objective was to reduce the time used for the component handling and to improve the utilization of the tempering furnace capacity.

The theoretical part of the thesis contains theory of industrial production, research methods and the concept of the material flow and logistics. In addition, the theoretical part includes Lean manufacturing and the tools which it offers to production development.

The practical part of the thesis starts with the current status report of the company's production chain and the problems which it includes. As a result, two different development proposals are introduced. The development proposals aim to reduce the processing time of small components and to speed up the lead time of the production as well as to improve employee ergonomics.

Keywords: material flow, work planning, production process, industrial production

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 MIILUKANGAS OY	8
2.1 Miilukangas-konserni	8
2.2 Miilux Oy	9
3 TUOTANTOTEOLLISUUS	10
3.1 Tuotannon tavoitteet	10
3.2 Lämpöaika	11
3.3 Lean-filosofia	13
3.4 Työmenetelmien suunnittelu	15
3.4.1 Työntutkimus	15
3.4.2 Työnmittaus	16
3.4.3 Ajankäyttötutkimus	17
3.5 Työergonomia	17
4 LOGISTIIKKA	20
4.1 Logistiikan määritelmä	20
4.2 Logistiikan kehittäminen	20
4.3 Materiaalivirrat	21
5 KEHITTÄMISPROSESSI	22
5.1 Miilux Oy:n tuotannon nykytila	22
5.2 Polttoleikkaus	23
5.2.1 Plasmaleikkauskone	23
5.2.2 Kaasuleikkauskone	24
5.3 Karkaisu	25
5.4 Myllytys	28
5.5 Pakkaus ja lähetys	29
6 TUOTANNON KEHITYS	31
6.1 Tulosten analysointi	31
6.1.1 Haastattelut	31

6.1.2 Kellotus	34
6.2 Työntutkiminen	34
6.2.1 Polttoleikkaus	34
6.2.2 Karkaisu	35
7 TUOTANNON KEHITTÄMINEN	37
7.1 Kehitysehdotus 1	37
7.2 Kehitysehdotus 2	43
8 JATKOKEHITYSKOhteet	49
9 YHTEENVETO	50
LÄHTEET	52
LIITTEET	
Liite 1 Projektisuunnitelma	
Liite 2 Takaisinmaksuaikalaskelma	

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö on tehty toimeksiantona Miilux Oy:lle, joka on Miilukangas Oy:n tytäryhtiö. Miilux Oy on tilaus-toimitusperiaatteella toimiva konepaja, joka valmistaa suoja- ja kulutusteräsratkaisuja asiakkaiden tarpeisiin. (Miilux Oy. 2015.)

Opinnäytetyössä kehitetään Miilux Oy:n tuotantoa keskittyen pienkomponenttien tuotannon työvaiheisiin ja materiaalivirtoihin. Tavoitteena on kehittää työvaiheita sekä tuottavuuden että työergonomian kannalta. Tuotannon kehittämisen rajattiin koskemaan pienkomponenttien tuotantoa eli kappaleita, joiden tilausmäärä on suuri ja kappalekoko pieni. Tällaisten tuotteiden valmistukseen ei ole tällä hetkellä tarvittavia apuvälineitä, jotta työn tekeminen olisi mieluista ja tehokasta.

Opinnäytetyössä etsitään ratkaisuvaihtoehtoja, jotka helpottaisivat, nopeuttaisivat ja tehostaisivat Miilux Oy:n toimintaa ja lyhentäisivät pienkomponenttien tuotannon läpimenoaikaa. Ratkaisuvaihtoissa on esitetty toimenpiteitä, jotka kehittävät tuotannon tämän hetken ongelmia. Tuotannon ongelmakohdat on paikannettu kyselytutkimuksen ja työnmittaamisen avulla. Opinnäytetyöstä tehtiin projektisuunnitelma, joka on esitetty liitteessä 1.

2 MIILUKANGAS OY

2.1 Miilukangas-konserni

Anja ja Erkki Miilukangas perustivat vuonna 1967 Saloisten Putkiliike Miilukangas & kumpp., joka alkuaikoina toimi LVI-alalla. Toiminta laajeni vähitellen pieniin teräsrakenteisiin ja talonrakennusalalle. Yritys rakensi oman konepajan 1970-luvun lopulla. Vuonna 1983 yritysmuoto muutettiin ja nimi vaihtui Miilukangas Ky:ksi. Tässä vaiheessa toiminta oli asennus-, rakennus- ja konepajatyötä. Vuonna 1987 yritys osti konepajatilat Raahesta Kone Oy:ltä. Putkipinnoitustehtaan toiminta aloitettiin Pattijoella vuonna 1993, ja karkaisulaitos aloitti toimintansa Raahessa vuonna 2000. Miilukankaan yhtiömuoto muutettiin 1.1.2013 ja uudeksi nimeksi tuli Miilukangas Oy. (Miilukangas Oy. 2015.)

Nykyisin perheyrityksen tilauskonepajatoimintaa harjoittaa Miilumachine Oy, virtausputkiliiketoimintaa Miilupipe Oy, kulutusteräsliiketoimintaa Miilux Oy ja valimotoimintaa Miilucast Oy. Yhtiöissä henkilöstöä on noin 200. (Miilukangas Oy. 2015.)

Kuvasta 1 nähdään Miilukangas Oy:n yritykset ja osakkuusyrietykset. Miilukangas Oy on vähemmistöosakkaana Rakennus Miilukangas Oy:ssä, suihkupuhallusteknologiaan erikoistuneessa revonlahtisessa yrityksessä Finnblast Oy:ssä ja konepajojen vientiyhtiössä Oy SteelDone Group Ltd:ssä. Miilukangas Oy:n konserni ja osakkuusyhtiöt työllistävät suoraan noin 300 työntekijää. Yhtiöiden yhteinen liikevaihto on noin 45 miljoonaa euroa. (Miilukangas Oy. 2015.)



KUVA 1. Konserni ja osakkuusyritykset (Miilukangas Oy. 2015)

2.2 Miilux Oy

Miilux Oy on osa Miilukangas konsernia, joka on perustettu 1967. Miilux Oy myy ja valmistaa omilla tuotemerkeillä kulutus- ja suojausterästuotteita sekä – ratkaisuja vaativiin käyttökohteisiin. Miilux Kulutusteräskeskus palvelee metallikaivos- ja kiviteollisuuden sekä maanrakentamisen ja koneenrakennuksen yrityksiä Suomessa ja ulkomailla. Miilux Oy on kasvava ja kehittyvä tilauskonepaja, jonka tuotantotilat sijaitsevat Raahessa, hyvien meri- ja maantieyhteyksien päässä. (Miilux Oy. 2015.)

3 TUOTANTOTEOLLISUUS

3.1 Tuotannon tavoitteet

Yrityksen valitsevat kilpailutekijät ja niiden yhdistelmät määrittelevät tuotannolle ja sen johtamiselle asetettavat tavoitteet. Yleisesti tuotannolle asetetut kilpailulähtöiset tavoitteet ovat kustannustehokkuus, laatu, aika ja joustavuus. (Haverila – Uusi-Rauva – Kouri - Miettinen. 2005, 357.)

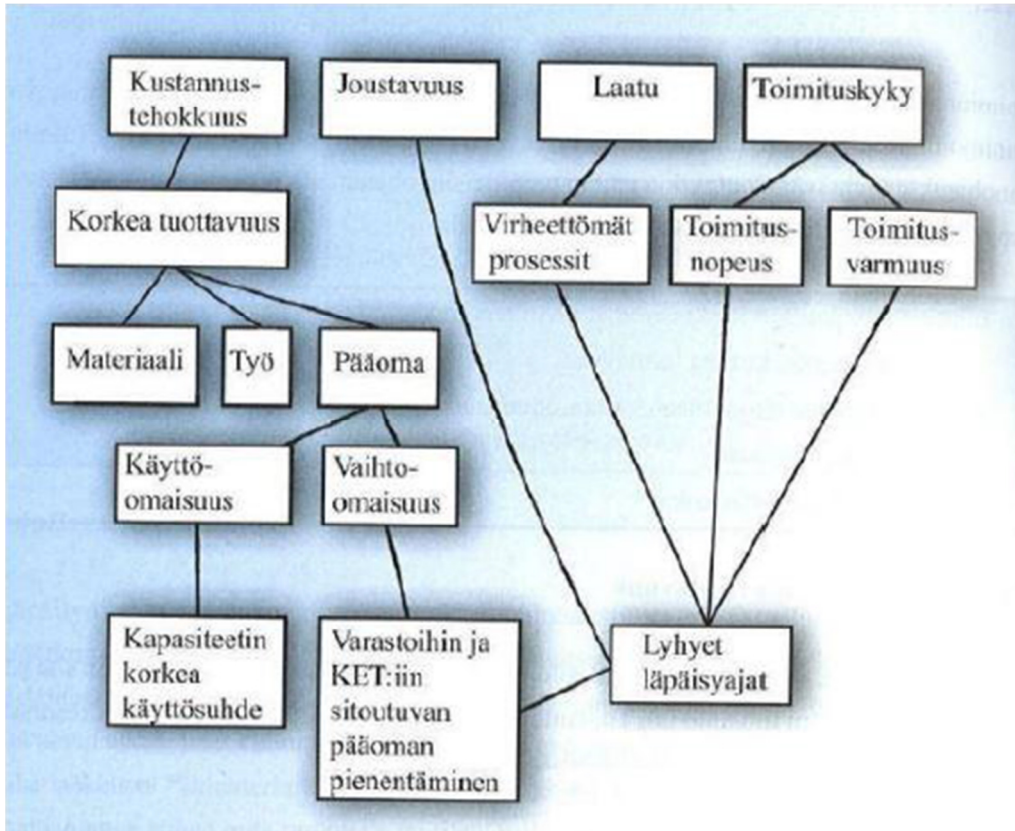
Kustannustehokkuus on yksi keskeisemmistä tuotannon tavoitteista. Tuotannon kokonaiskustannukset pyritään minimoimaan tehokkaalla resurssien käytöllä. Kustannustehokkuuden parantuessa myös yksikkökustannukset pienentyvät. (Haverila ym. 2005, 357.)

Laatu tarkoittaa tuotteen vastaavuutta asiakkaan tarpeisiin. Tuotannon näkökulmasta se tarkoittaa virheettömyyttä tuotteessa ja tuotantoprosessissa. Tavoitteena on, että valmistettu tuote vastaa määrittelyjä ja asiakkaan asettamia vaatimuksia. Tuotantoprosessista pyritään poistamaan kaikki virhelähteet, koska virheet lisäävät kustannuksia ja aiheuttavat suunnittelemattomia katkoksia ja häiriöitä tuotantoon. (Haverila ym. 2005, 357.)

Tuotannolle asetettavat aikavaatimukset ovat tärkeä osa tuotannon tavoitteita. Toimitusnopeuden kehittäminen edellyttää nopeaa tilaus-toimitusprosessia. Nopeus on ensiarvoisen tärkeää asiakasohjautuvassa tuotannossa, jossa tuote valmistetaan asiakkaan tilauksen perusteella. Tuotantoprosessin läpäisyaikaa pyritään lyhentämään, koska kokemuksesta sen on todettu parantavan toiminnan laatua ja pienentävän kustannuksia. (Haverila ym. 2005, 357.)

Joustavuudella tarkoitetaan nopeutta ja kustannustehokkuutta, jolla tuotantoprosessia voidaan muuttaa. Joustavuus ilmenee käytännössä nopeutena, jolla resursseja voidaan siirtää tuotteen tuotannosta toisenlaisen tuotteen tuotantoon tai kykyä sopeutua tuotantomäärien vaihteluun. (Haverila ym. 2005, 358.)

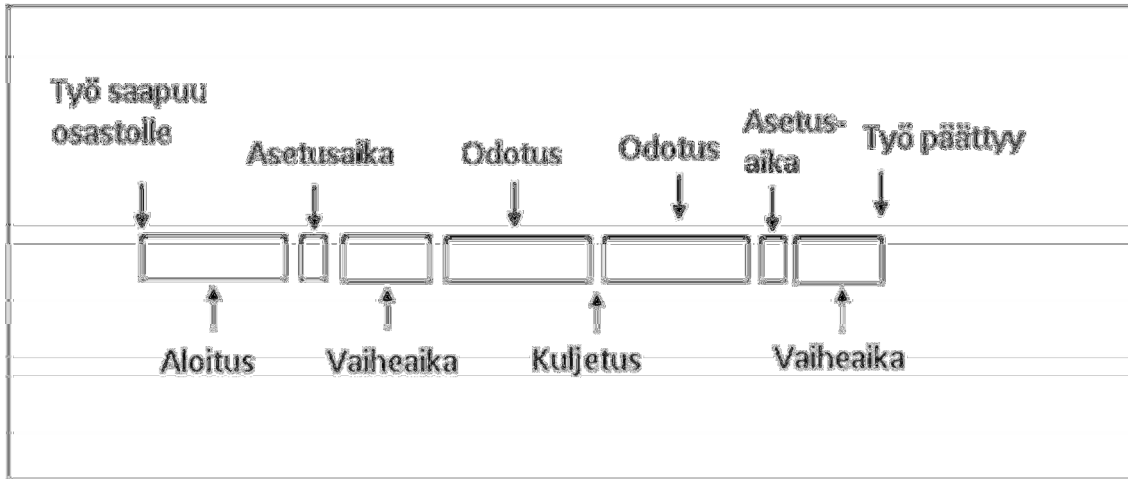
Tuotannonohjauksen ja toiminnanohjauksen tavoitteita ja niiden yhteyksiä esitetään kuvassa 2. Kuvasta voidaan tulkita, että tuotannon perustavoitteet ovat ristiriidassa toistensa kanssa. Hyvä toimitusvarmuus edellyttää tuotteiden, puolivalmisteiden ja raaka-aineiden varastointia sekä valmiutta pienten tuotantoerien joustavaan valmistukseen. (Haverila ym. 2005, 402 - 403.)



KUVA 2. Tuotannon tavoitteet (Haverila ym. 2005, 403)

3.2 Läpäisy aika

Läpäisy aika on kokonaisu aika, joka kuluu tilauksen saapumisesta tuotteen toimittamiseen. Tuotannon läpäisy ajalla tarkoitetaan aikaa, joka menee tuotteen valmistuksen aloittamisesta tuotteen valmistumiseen. Kuten kuvasta 3 ilmenee, läpäisy ajasta suurin osa on odotusaikaa ja vain pieni osa muodostuu työvaiheista. (Haverila ym. 2005, 401.)



KUVA 3. Tuotteen läpäisyajan rakenne (Haverila ym. 2005, 401)

Lyhyillä läpäisyajoilla on monia positiivisia vaikutuksia yrityksen toimintaan ja kilpailukykyyn. Läpäisyajan lyhentäminen on yksi keskeisimmistä tuotannon kehittämisen tavoitteista. Läpäisyaikaa lyhentämällä pystytään samanaikaisesti pienentämään toimintaan sitoutunutta pääomaa ja ylläpitämään hyvää toimituskykyä. Läpimenon lyhentäminen vaikuttaa asiakasohjautuvassa tuotannossa suoraan toimitusaikaan. (Haverila ym. 2005, 401, 404.)

Odottaminen

Odottaminen ja viivästyminen eivät tuo arvoa asiakkaalle. Odottamista muodostuu, kun kone odottaa työntekijän työsuorituksen valmistumista tai työntekijä odottaa, kunnes koneesta työ valmistuu. Materiaali odottaa, kunnes se pääsee prosessiin. Odottamista syntyy aina, kun edellinen vaihe ei ole valmis tai henkilö ei ole tullut paikalle. Myös kuljettamista voidaan joutua odottamaan. Tuotantohäiriöt ja konerikot aiheuttavat myös odottamista. Koneiden ja laitteiden huono sijoittelu ja prosessien tai työvaiheiden epätasapaino ovat myös tavallisia syitä odottamisen syntymiseen. (Tuominen 2010b, 31.)

Eri vaiheiden välisiä odotusaikoja voidaan lyhentää pienentämällä vaiheiden välisiä kuljetuseriä. Tuote joutuu odottamaan työpisteeseen menoa sitä pidempään, mitä enemmän tuotteita on jonottamassa työvaiheeseen. Välivarastojen pienentäminen lyhentää suoraan tuotteen odotusaikaa. Odotusaikaa ja koko läpäisyaikaa voidaan lyhentää selkeyttämällä tuotantolaitoksen materiaalivirtoja

ja sijoittamalla työpisteet järjestykseen valmistusvaiheiden mukaan. (Haverila ym. 2005, 406.)

Asetusaika

Asetusaika kertoo sen ajan, joka kuluu työpisteessä vaihdettaessa tuotteesta toiseen. Asetus tehdään kerran tuotantoerän aikana. Asetusaika muodostuu työkalujen vaihdosta, kiinnittimien vaihdosta, ohjelmien tai raaka-aineiden vaihdosta ja muista toimenpiteistä, jotka liittyvät tuotantoerän aloittamiseen. Pienet valmistuserät eivät ole taloudellisesti kannattavia, jos asetusajat ovat pitkiä. (Haverila ym. 2005, 406.)

Vaiheaika

Vaiheaika tarkoittaa sitä aikaa, joka kuluu tietyn työvaiheen tekemiseen. Vaiheikaan kuuluu toimenpiteet, jotka jalostavat tuotetta, kuten polttoleikkaus, karkaisu ja maalaus. Vaiheaika tarkoittaa arvoa tuottavaa työaikaa. (Haverila ym. 2005, 406.)

3.3 Lean-filosofia

Lean-filosofia on nykyisin yksi keskeisimmistä työkaluista tuotannon kehittämiseen. Lean on alun perin japanilaiseen autovalmistaja Toyotan kehittämä tuotantomalli, jota käytetään nykypäivänä kaikilla teollisuuden aloilla. Lean-toiminnassa perusajatuksena on keskittyä tuotteen tai palvelun tuotannossa sellaisiin asioihin, joista asiakas on valmis maksamaan ja pyrkiä eliminoimaan tuotantoprosessista kaikki muu. Asiakasarvoa lisääväksi toiminnoiksi ajatellaan toiminto, joka muokkaa tai muotoilee tuotetta tai palvelua asiakkaan vaatimusten mukaisesti (Kouri 2009, 6 - 7).

Lean-tuotannon kehittäminen jaetaan viiteen kohtaan (Kouri 2009, 8 - 9):

1. **arvon määrittäminen**, jossa tuotteen arvo määritetään asiakkaan näkökulmasta eli selvitetään mistä asioista asiakas on valmis maksamaan ja mitkä asiat eivät ole asiakkaalle tärkeitä
2. **arvoketjun määrittäminen**, jossa määritetään asiakasarvoa tuottavat työvaiheet joita kehitetään ja arvoa tuottamattomat vaiheet jotka pyritään eliminoimaan

3. **virtaus**, jossa pyritään tekemään tuotteen valmistuksesta pysähtymätön prosessi sijoittamalla koneet ja laitteet niin, että materiaalin liike työvaiheesta toiseen on mahdollisimman lyhyt ja nopea, mikä tarkoittaa myös välivarastojen minimoimista työvaiheiden välillä
4. **imu**, jossa tuotteiden valmistusta varastoon pyritään välttämään ja tehdään vain todellisen tarpeen edellyttävä määrä
5. **pyritään täydellisyyteen**, eli tuotannossa esiintyviä ongelmia ratkotaan systemaattisesti ja erilaisia hukkailmiöitä pyritään eliminoimaan.

7 hukkaa

Lean-toiminnassa on keskeistä hukan minimoiminen. Hukalla tarkoitetaan asiakkaan näkökulmasta turhien asioiden tekemistä. Hukkaa poistamalla parannetaan tuottavuutta ilman, että työtahtia kasvatettaisiin. Tuotannossa esiintyvät hukat jaetaan seitsemään päätyyppiin (Liker 2006, 36):

1. **ylituotanto**, eli yritys tuottaa enemmän tai nopeammin kuin on tarpeen, mikä aiheutuu usein prosessin tai laitteiston epäluotettavuudesta ja ennen kaikkea huonosta kommunikaatiosta. Liikatuotannon varastoiminen ja siitä huolehtiminen aiheuttavat turhaa työtä.
2. **odottelu ja viivästykset**, jolloin hukkaa syntyy odotellessa materiaalien saapumista, tuotannon valmistumista tai tuotteen odottaessa varastossa
3. **tarpeeton kuljettaminen**, eli keskeneräisen tuotteen siirtely ympäriinsä, materiaalien siirtely varastosta tai prosessista toiseen
4. **ylimääräinen prosessointi, ylikäsittely, virheellinen käsittely**, joka tarkoittaa väärän prosessin, liian monimutkaisen laitteen tai epäsopivan alihankkijan käyttöä ja siitä seuraavan ylimääräisen työn tekemistä
5. **tarpeettomat varastot**, jossa varastointi sitoo kustannuksia ja tuotannossa olevien tuotteiden läpimeno hidastuu
6. **tarpeeton liike työskentelyssä**, kun henkilöstö joutuu poistumaan työalueeltaan noutaakseen esimerkiksi tarvittavia työkaluja, tietoa tai materiaaleja aikaa tuhlaantuu turhiin liikkeisiin
7. **laatuvirheet**, tarkoittaa viallisia tuotteita sekä viallista informaatiota, jotka voivat johtaa lisätyöhön tai paperityön osalta laatuvirheisiin

Kahdeksantena hukkana voidaan pitää **työntekijöiden luovuuden hyödyttämättä jättämistä**. Tämä tarkoittaa ajan, ideoiden, taitojen, parannuksien ja oppimismahdollisuuksien hukkaan heittämistä siksi, ettei työntekijöitä kuunnella tai kannusteta kertomaan mielipiteitään. (Säkinen 2014, 10.)

3.4 Työmenetelmien suunnittelu

Yrityksen valmistuksen tuottavuus riippuu merkittävästi käytetyistä työmenetelmistä. Tehokkaat työmenetelmät mahdollistavat tuotteen valmistukset huomattavasti edullisemmin, laadukkaammin ja nopeammin kuin tehtävään huonosti soveltuvat työmenetelmät. Työmenetelmien suunnittelu on tärkeää, koska yrityksen kokonaistuottavuus rakentuu yksittäisten työtehtävien ja toimintojen tehokkuudesta. (Haverila ym. 2009, 488.)

Työmenetelmien suunnittelussa on pyrittävä saamaan kalliit koneet mahdollisimman tehokkaaseen käyttöön. Työmenetelmien suunnittelulla voidaan vaikuttaa myös pullonkaulana olevien työvaiheiden käyttöön. Kokonaistuottavuus kasvaa, jos tuotantoa voidaan siirtää pois pullonkaulatyövaiheista. (Haverila ym. 2009,489.)

3.4.1 Työntutkimus

Työntutkimuksella tarkoitetaan kaikkia työn tuottavuuden kehittämiseen tehtäviä tutkimuksia. Haverilan yms. (2009, 490) määritelmän mukaan työntutkimuksen sisältö on seuraava:

”Työntutkimus on ihmisten, materiaalien ja tuotantovälineiden yhteistoiminnan järjestelmällistä tutkimusta tarkoituksena löytää paras menettelytapa. Sen päämääränä on lisäksi hyvien työolosuhteiden luominen ja työn suorittamiseksi normaaliolosuhteissa tarvittavan ajan määrittäminen.” (Haverila ym. 2009, 490.)

Tämän määritelmän mukaan työntutkimusta voidaan soveltaa laaja-alaisesti koko tuotantojärjestelmään. Tavallisimmin työntutkimuksella käsitetään työnmitausta, ajankäyttö- ja menetelmäkustannuksia. Työntutkimuksen tavoitteena on ajankäytön, työnkulun ja yksittäisten työvaiheiden tehostaminen sekä työliikkeiden kehittäminen. (Haverila ym. 2009, 490.)

Ajankäytön tehostamisessa työaika pyritään käyttämään mahdollisimman tehokkaasti välittömään työtehtävään apu-, tauko- ja häiriöaikojen sijaan. Tarkoituksena käyttää työaika mahdollisimman tehokkaasta arvoa tuottavaan työhön arvoa tuottamattoman työn sijasta. (Haverila ym. 2009, 490.)

Yksittäisten työvaiheiden tehostamisessa tavoitteena on kehittää työvaiheen tehokkuutta muuttamalla työolosuhteita, välineitä ja suoritustapaa. Työmenehtelmien suunnittelu on tärkeää, koska yrityksen kokonaistuottavuus rakentuu viime kädessä yksittäisten työtehtävien ja toimintojen tehokkuudesta. (Haverila ym. 2009, 491.)

Työliikkeiden kehittämisessä työliikkeitä parannetaan yksityiskohdittain tehokkuuden lisäämiseksi. Työliikkeitä pyritään kehittämään myös ergonomian ja työturvallisuuden parantamiseksi. (Haverila ym. 2009, 490 - 491.)

3.4.2 Työnmittaus

Työnmittauksella tarkoitetaan työntekijöiden tuoteyksikköä kohden tekemän työmäärän tutkimista. Työmäärä arvioidaan harjaantuneen työntekijän normaalioloissa vakiomenetelmillä tekemän työn pohjalta. Työmäärää käytetään menetelmien vertailussa, tuotteiden hinnoittelussa, kuormitussuunnittelussa, palkan perustana sekä valmistusmenetelmien kehittämisessä.

Haverilan ym. (2009, 491 - 492) mukaan työnmittauksessa käytetään seuraavia menetelmiä:

1. **kelloaikatutkimusta**, joka voidaan jakaa normaaliaikatutkimukseen ja jatkuvaan ajankäytön tutkimukseen. Normaaliaikatutkimusta käytetään kun työt ja niiden vaiheet toistuvat samanlaisina, siinä työt jaetaan tarkoituksen mukaisesti pieniin osiin, joiden suorittaminen mitataan erikseen. Jatkuvaa ajankäyttötutkimusta käytetään, kun työtehtävät eivät toistu ja työjärjestys ei ole vakiintunut
2. **havainnointitutkimusta**, jossa työaika jaotellaan eri aikalajeihin
3. **haastatteluja**, joiden avulla saadaan karkeita arvioita eri työtehtäviin kuuluneesta ajasta

4. **vertailua**, jossa työtä verrataan toiseen vastaavaan työhön, josta on kokemusperäistä tietoa
5. **aikalaskelmia**, jossa selvitetään automaattisten koneiden työaika laskemalla työkiertoon kulunut aika
6. **laskelmia**, jotka perustuvat työn jakamiseen erittäin pieniin työosiin, joille on määritetty yleispäteviä suoritusajoja. (Haverila ym. 2009, 491-492)

3.4.3 Ajankäyttötutkimus

Ajankäyttötutkimukset perustuvat työajan jakamiseen tehokkaaseen työaikaan ja erilaisiin aikahäviöihin. Tutkimuksessa analysoidaan työmenetelmien epäkohdat, joita pyritään kehittämään menetelmätekniikkaa käyttäen. (Haverila, 2009, ym. 491.)

Ajankäyttötutkimuksen tavoitteena on selvittää työvoiman ja koneiden käytössä tai työkappaleiden kulussa ilmenevien aikahäviöiden suuruus ja niiden aiheuttajat. Ajankäyttötutkimuksen perusteella etsitään keinoja aikahäviöiden pienentämiseksi. (Haverila, ym. 2009 492.)

Ajankäyttötutkimuksen avulla pystytään myös arvioimaan apuaikalisä, eli ne toimenpiteet jotka ovat työn suorittamisen kannalta välttämättömiä, mutta eivät sisälly varsinaiseen tekemisaikaan. Apuaikoja ovat esimerkiksi koneen puhdistus ja huolto. Ajankäyttötutkimus perustuu työajan jaotteluun eri aikalajeihin. Kyseisiä aikalajijaksoja ovat: tekemisaika, apuaika, tauko-aika ja häiriöaika. (Haverila, ym. 2009, 491.)

3.5 Työergonomia

Ergonomisessa toiminnassa työ, työkalut ja työympäristö mukautetaan kohti turvallista, miellyttävää ja tehokasta työntekoa. Parantunut työergonomia vaikuttaa nopeasti esimerkiksi työhyvinvointiin ja työtehokkuuteen (taulukko 1). Parantunut työergonomian vaikutukset ovat nopeasti havaittavissa työssä ja työn sujuvuudessa. (Launis, Lehtelä, 2011, 36.)

TAULUKKO 1. Työergonomian positiiviset vaikutukset (Launis ym. 2011, 36)

<p>Vaikutuksia työn ja työympäristön kokemiseen, terveyteen ja hyvinvointiin</p> <ul style="list-style-type: none"> • työ on kevyttä ja sujuvaa • työ on mielekästä ja haastavaa • työssä voi käyttää kykyjään ja taitojaan • työ on tuloksellista ja merkityksellistä • työympäristö on miellyttävä • parempi viihtyvyys, motivaatio ja työssä jaksaminen • vähemmän haitallista fyysistä ja psyykkistä kuormitusta 	→	<p>Taloudellisia vaikutuksia</p> <ul style="list-style-type: none"> • vähemmän poissaoloja • vähemmän poissaoloista johtuvia tuotannon häiriöitä • vähemmän työperäisiä sairauksia • vähemmän työkyvyttömyyseläkkeitä • vähemmän tapaturmia • helpompi työvoiman saanti ja pienempi vaihtuvuus
<p>Vaikutuksia työntekoon ja tuotantoon</p> <ul style="list-style-type: none"> • parempi työn hyötysuhde • kehittyneempi ihmisen ja tekniikan yhteistoiminta • parempi teknisen järjestelmän hallinta • parempi työprosessin ja laatutekijöiden hallinta • vähemmän virheitä, parempi tuotanto-häiriöiden hallinta 	→	<p>Taloudellisia vaikutuksia</p> <ul style="list-style-type: none"> • tehokkaampi tuotanto • vähemmän tuotannon häiriöitä ja katkoksia • parempi tuotannon laatu • joustavampi tuotanto • parempi asiakkaan palvelu • parempi kilpailukyky
<p>Vaikutuksia organisaation toimintaan</p> <ul style="list-style-type: none"> • tehokas yhteistyö työolojen kehittämisessä • laaja kokemuksen ja tiedon käyttö suunnittelussa • tiedot ovat käytettävissä oikea-aikaisesti • suurempia kokonaisuuksia ratkaistaan kerrallaan • organisaation osaaminen kasvaa ja tietoa kerääntyy • suunnittelussa mukana olevien sitoutuneisuus kasvaa • organisaation toimintatavat kehittyvät 	→	<p>Taloudellisia vaikutuksia</p> <ul style="list-style-type: none"> • suunnittelu tehostuu ja nopeutuu • järjestelmien käyttöönotto helpottuu ja nopeutuu

Lainsäädäntö

Työergonomian kehittäminen on työnantajan sekä työntekijän vastuulla. Työturvallisuus lain mukaan on otettava huomioon, että

”Työpisteen rakenteet ja sillä käytettävät työvälineet valitaan, mitoitetaan ja sijoitetaan ottamalla huomioon tehtävän työn luonne ja sillä työskentelevän työntekijän edellytykset, ergonomisesti asianmukaisella tavalla. Niiden tulee olla säädettävissä ja järjestettävissä. Niiden on käyttöominaisuuksiltaan oltava sellaisia, että työ voidaan tehdä aiheuttamatta työntekijän terveydelle haitallista kuormitusta. Lisäksi on otettava huomioon, että työntekijällä on riittävästi tilaa ja mahdollisuus vaihdella työasentoa työn aikana.” (Työturvallisuuslaki 24§.)

”Työtä kevennetään tarvittaessa apuvälinein ja käsin tehtävät nostot ja siirrot, jotka voivat olla terveydelle haitallisia, tehdään mahdollisimman turvallisiksi, silloin kun niitä ei voida välttää tai keventää apuvälineiden avulla. Työntekijälle

aiheuttava haitta toistorasituksesta on vältettävä ja jos se ei ole mahdollista, se on määrältään mahdollisimman pientä. Jos työntekijä työssään kuormittaa terveyttään vaarallisella tavalla, työnantajan on asiasta tiedon saatuaan, käytettävissään olevin resurssein, ryhdyttävä toimiin kuormitustekijöiden selvittämiseksi, sekä vaaran välttämiseksi tai vähentämiseksi.” (Työturvallisuuslaki 24§.)

4 LOGISTIIKKA

4.1 Logistiikan määritelmä

Nykyinen logistiikkakäsitys pitää sisällään yrityksen useita toimintoja, kuten oston, tuotannon, jakelun ja markkinoinnin, ja pyrkii sitomaan ne yhdeksi toimivaksi kokonaisprosessiksi (Karrus 2005, 14).

Karruksen (2005, 13) mukaan logistiikka voidaan määritellä seuraavasti:

”Logistiikka on materiaali-, tieto- ja pääomavirtojen, hankinnan, tuotannon, jakelun ja kierrätyksen, huolto- ja tukipalvelujen, varastoinnin, kuljetuksen ja muiden lisäarvopalvelujen sekä asiakaspalvelun ja asiakassuhteiden kokonaisvaltaista johtamista ja kehittämistä.”

Tuotteiden nopeat elinkaaret, toimitusnopeuksien kasvu ja markkinoiden ja kilpailun yllättävät muutokset korostavat logistisen osaamisen ja luovuuden merkitystä. Varmuudella toimivan logistiikan tarve on kasvanut. (Karrus, 2005.)

4.2 Logistiikan kehittäminen

Teollisuuden on jatkuvasti pyrittävä parantamaan tuottavuutta ja kilpailukykyään. Tuottavuuden parantamisessa logistiset toimintaprosessit ovat huomattavan tärkeitä tekijöitä. Logistisessa prosessissa kaikkien virtojen, tieto-, materiaali- ja rahavirtojen, pitäisi liikkua sujuvasti alkaen asiakkaan tarpeesta sen tyydyttämiseen asti. (Ritvanen, yms. 2011, 50.)

Logistisia prosesseja kehitetään esimerkiksi poistamalla lisäarvoa tuottamattomia turhia vaiheita kuten varastoja, tavarankäsittely- ja pakkausvaiheita, tehostamalla tuotantoa ja jakelua, lyhentämällä läpimenoaikoja ja odotusaikoja, suunnittelemalla uudelleen työvaiheita, parantamalla tiedonkulkua ja tietoturvalisuutta, parantamalla varastointiteknologiaa ja ottamalla käyttöön uutta teknologiaa, parantamalla asiakaspalvelua sekä parantamalla työturvallisuutta. (Ritvanen, yms. 2011, 51.)

4.3 Materiaalivirrat

Materiaalivirrat on osa logistisia prosesseja. Materiaalivirroilla tarkoitetaan tavaroiden, tuotteiden, aihoiden ja materiaalien kulkua yrityksen tuotantotiloissa. Tavaroiden siirtely vaatii paljon käsittely- ja kuljetusvaiheita, jotka vaativat työvoimaa ja sitovat kalustoa. Materiaalivirtoja kehittämällä saadaan myönteisiä vaikutuksia toimitusketjun läpäisy aikaan. (Ville 2011, 6.)

Materiaalivirtojen ohjauksessa keskeinen haaste on minimoida toimitusketjun varrella olevat varastot ja lyhentää siten toimitusketjun läpäisy aika. Toimitusketjun varastojen ollessa pienet, tuotteet virtaavat nopeasti koko ketjun läpi, mikä parantaa toimituskyvyn reagoitokykyä ja ketteryyttä. (Leinonen 2004, 115.)

5 KEHITTÄMISPROSESSI

Tässä luvussa tutkitaan Miilux Oy:n tuotannon nykytilaa ja tutkitaan nykyisten toimintamallien ongelmat ja paikannetaan niiden syitä. Nykytilantutkimuksessa pyrittiin hyödyntämään Lean-filosofiaa. Tarkoituksena oli tunnistaa tuotannossa olevat hukat, eli arvoa tuottamattomat toiminnot sekä eliminoida ne ja kehittää asiakkaalle arvoa tuottavia toimintoja. Nykytilaa tutkittiin tiiviissä yhteistyössä yrityksen henkilöstön kanssa.

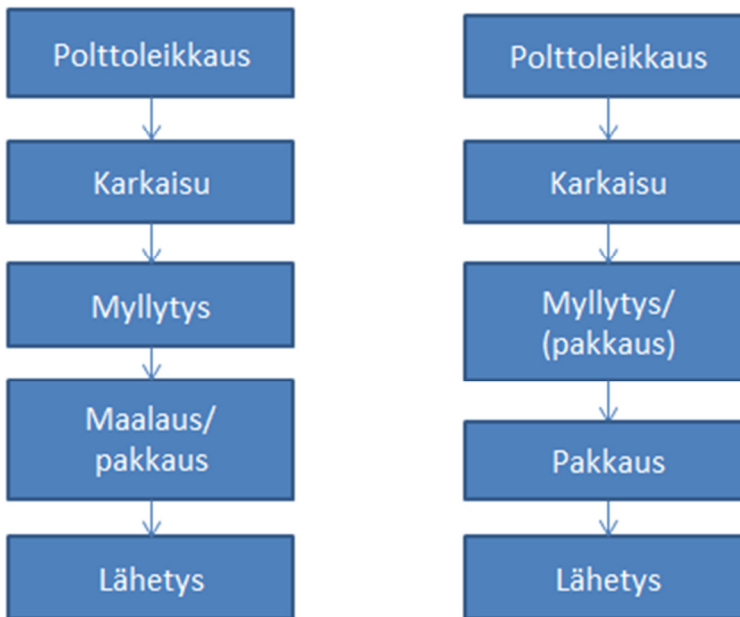
5.1 Miilux Oy:n tuotannon nykytila

Kehittämisprosessi aloitettiin tutustumalla Miilux Oy:n tuotantotiloihin, haastatteleamalla tuotantotyöntekijöitä ja toimihenkilöitä, kellottamalla työvaiheisiin meneviä aikoja, tutustumalla alan kirjallisuuteen ja vastaaviin opinnäytetöihin. Opinnäytetyössä keskityttiin pienkomponenttien tuotantoon, tarkemmin määriteltynä kappaleisiin, joiden tilausmäärät ovat suuret ja kappalekoko pieni. Tällaisia kappaleita joudutaan lajittelemaan useasti mekaanisesti eri työvaiheissa. Kappaleiden lajittelu on aikaa vievää, joten se vie kallista konetyöaika, ja lajittelua joudutaan tekemään ergonomisesti huonoissa työasennoissa. Tarkoituksena oli siis kehittää työmenetelmiä tuotannonkehityksen ja työergonomian kannalta.

Nykytilantutkimuksessa tutkittiin pienkomponenttien tuotannossa olevia keskeisiä työvaiheita. Tästä syystä nykytilan kuvauksessa ei käsitellä sinkous-, viisteytys-, koneistus-, taivutus- tai särmäystyövaiheita, jotka kuuluvat Miiluxin konepajalla tehtäviin työvaiheisiin. Nykytilan kuvauksessa esitellään keskeisimmät työvaiheet ja nykyiset toimintamallit.

Miilux Oy:n tuotantoprosessi

Miiluxin pienkomponentit kulkevat yleensä kahta vaihtoehtoista reittiä tuotannon läpi. Osa komponenteista voi myös mennä viisteytykseen ja koneistukseen tai muihin työvaiheisiin. Kuvassa 4 on esitetty pienkomponenttien yleisimmät läpimenoreitit.



KUVA 4. Pienkomponenttien normaali läpimenoireitit

5.2 Polttoleikkaus

Miiluxin käytössä on kaksi polttoleikkauskonetta. Toinen on vastahankittu viestepasmaleikkauskone ja toinen kaasulla toimiva polttoleikkauskone. Työntekijöiden haastattelujen perusteella voitiin todeta, että kummallakin polttoleikkauskoneella leikattaessa komponenttien irrottamisessa, käsittelyssä ja lajittelussa menee paljon aikaa. Osat nostetaan polttopöydältä magneetin avulla tai käsin tuotannossa oleviin koreihin, joiden avulla komponentteja kuljetellaan tehtaansisällä.

5.2.1 Plasmaleikkauskone

Miiluxilla käytössä on uusi viestepasmaleikkauskone. Plasmaleikkauskoneella leikataan nykyisin yhä useammin pienkomponentteja. Leikkaus on kuitenkin hieman ongelmallista, koska plasmaleikkauskoneella pienkomponentteja leikattaessa osien alla on käytettävä aluslevynä verkkoa. Jos verkkoa ei ole, osat voivat tippua ennen kuin ne ovat irronneet, jolloin kappaleeseen voi tulla virheelinen leikkajälki. Verkkoa käytettäessä on ongelmana se, että polton jälkeen se jää polttopöytään kiinni, josta se pitää irrottaa rautakangen ja magneetin avulla. Opinnäytetyön aikana suunnitteilla oli pienentää plasmaleikkauspöydällä olevien poikittaistukien välejä, jolloin alusverkkoa ei tarvittaisi pienkomponentte-

ja leikattaessa. Opinnäytetyössä plasmaleikkauskoneelle suunniteltiin erilaisia polttoleikkausohjelmia, joiden avulla maksimoitiin koneen hyötykäyttö ja vähennettiin kappaleiden käsittelyyn meneviä aikoja.

5.2.2 Kaasuleikkauskone

Kaasuleikkauskoneena Miiluxilla toimii EKO-CNC-polttoleikkauskone. Kaasulla toimivalla polttoleikkauskoneella leikataan vähennemissä määrin pienkomponentteja. Kyseisellä menetelmällä leikataan yleensä osia, joiden paksuus on yli 50 millimetriä. Kaasuleikkauskoneen etuna voidaan pitää, että sillä voidaan leikata neljällä polttopillillä yhtä aikaa, kun plasmaleikkauskoneessa on vain yksi polttopilli. Kuvassa 5 poltettuja pienkomponentteja puretaan polttopöydältä kuljetuskoreihin, joilla osia kuljetellaan tehtaan sisällä.



KUVA 5. Pienkomponenttien purkamista polttoleikkauskoneelta

5.3 Karkaisu

Miiluxilla on käytössä yksi karkaisulinja. Karkaisu-uunilla pystytään karkaisemaan kerralla 2,5 x 6,1 metrin kokoisia komponentteja. Karkaisu tarkoittaa metallin lämpökäsittelyprosessia. Karkaisussa metallikappale kuumennetaan ja kuumennuksen jälkeen jäähdytetään nopeasti, jolloin kappaleiden mekaanisiin ominaisuuksiin saadaan haluttuja muutoksia.

Pienkomponenttien karkaisussa käytetään apuna kuvassa 6 olevia verkkoja, joita säilytetään uunin vieressä olevassa telineessä. Verkkoa joudutaan käyttämään, koska linjaston kuljettimen puomien välinen etäisyys on noin 600 milli-

metriä, joten kaikki tätä pienemmät komponentit voi tippua joko maahan tai uunin sisällä olevien vastusten päälle. Työntekijöitä haastatteleamalla saatiin selville, että yksi verkko kestää noin 15 karkaisukertaa, jonka jälkeen se on niin haurastunut, ettei sitä voida käyttää enää uunituksessa.



KUVA 6. Karkaisussa käytettäviä verkkoja on pinottu karkaisu-uunin viereen

Pienkomponentit ladotaan verkoille karkaisu-uunin linjaston päällä, koska nykymenetelmin valmiiksi täytettyä verkkoa ei voi liikutella magneetin tai muun nostovälineen avulla. Kyselytutkimuksen sekä työaikojen kellottamisen avulla saatiin selville, että pienkomponenttien panostuksessa karkaisu-uuni joutuu olemaan tyhjiällä, koska panostus ja kappaleiden lajittelu verkoille voi kestää jopa 1 - 1,5 työtuntia. Kappaleiden käsittelyn aikana uuni saattaa olla tyhjiällä suurimman osan ajasta, mikäli sopivaa karkaistavaa ei ole. Kuvassa 7 karkaittavia komponentteja lajitellaan verkoille. Osat on nostettu kuljetuskorista kuvassa olevan magneetin avulla ja pudotettu verkkojen päälle, jossa karkaisijat lajittelevat komponentit. Kuten kuvasta voidaan huomata, työasennot eivät ole tässä työvaiheessa kovinkaan optimaaliset.



KUVA 7. Karkaisuun menevien komponenttien lajittelua verkoille

Lajittelu on erittäin aikaa vievää työtä ja sitä tehdessä karkaisijat joutuvat työskentelemään huonoissa työasunnoissa. Karkaisulinjastoa pidetään pienkomponenttien tuotannossa ongelmakohtana tällä hetkellä. Työntekijöitä haastatellessa myös työergonomia nousi esille kehitysehdotuksia kysyttäessä.

Myös purkuvaiheessa menee paljon aikaa, koska osat joudutaan ensin nostamaan magneetilla verkolta lattialle, josta karkaisijat tai keräilijät keräävät ne koreihin tai lähetyslavoille. Uunin häiriöaikaa voi syntyä myös tässä vaiheessa, koska seuraavaa karkaisuerää ei voi päästää uunista ulos ennen kuin edellinen on siirretty purkulinjalta pois. Kuvassa 8 on karkaistuja komponentteja karkaisuuunin purkupuolella. Kuvasta voidaan huomata, että kerralla uuniin mahtuu viisi verkkoa, jotka pyritään mahdollisuuksien mukaan täyttämään.



KUVA 8. Pienkomponentteja lajiteltuna verkoille karkaisu-uunin puomien päällä

5.4 Myllytys

Jäyteenpoistolla eli myllytyksellä tarkoitetaan työvaihetta, jossa komponentista poistetaan polttoleikkauksesta syntyvät jäyteen ja karkaisussa syntyvä ruoste koneellisesti. Myllytystyöpiste on sijoitettu linjaston alkupäähän. Myllytyksessä osat ladotaan tuotannossa olevilta koreilta käsin myllyyn meneviin laatikkoihin. Purkuvaiheessa apuna voidaan käyttää trukkia, jolloin purkaminen nopeutuu. Osia myös pakataan myllytyksen jälkeen, mikäli ne eivät mene maalaukseen tai muuhun työpisteeseen. Kuvassa 9 on Miilux Oy:n käytössä oleva jäyteenpoistomylly.



KUVA 9. Miiluxin käytössä oleva jäysteenpoistomylly

5.5 Pakkaus ja lähetys

Viimeisenä työvaiheena komponentit pakataan ja lajitellaan lähetysalustoille. Pienkomponenttien pakkausta suoritetaan Mestarinkadulla olevassa työpisteessä, jos osat menevät sinne maalaukseen tai muuta työtä varten. Muut osat pakataan pakkaus- ja lähetysalueella (kuva 10). Pakkauksessa kappaleet lajitellaan tuotannossa olevissa koreista lähetysalustoille, joilla ne lähetetään asiakkaalle.



KUVA 10. Pienkomponentteja pakkaus- ja lähetysvaiheessa

6 TUOTANNON KEHITYS

Tuotannon kehittäminen aloitettiin selvittämällä nykyisen tuotannon ongelmakohdat haastattelujen ja työntutkimisen avulla. Nykytilan tutkimisen aikana kehitysehdotuksia tuli työntekijöiltä paljon. Haastattelemalla tuotannon työntekijöitä selvisi, että monilla heistä pienkomponenttien tuotannon kehittäminen on ollut mielessä ja he näkivät nykyisen toimintamallin ongelmien ratkaisemisen tarpeelliseksi. Haastattelujen tuloksia esitetään luvussa 6.1.1.

Työntutkimuksella eli kelloituksella mitattiin eri työvaiheisiin menevää aikaa. Kellotutkimuksesta eriteltiin pienkomponenttien käsittelyyn menevä aika, jonka avulla todistettiin kehittämistarpeet. Kellotustulosten avulla saatiin laskettua työvaihekohtainen hinta sekä niiden prosentuaalinen osuus kokonaisajasta. Näiden tuloksien avulla pystyttiin osoittamaan, minkä verran kuluja syntyy osien käsittelystä.

Pienkomponenttien tuotannossa nimenomaan materiaalsiirrot ja osien kuljettelu tehtaan sisällä on aikaa vievää ja arvoa tuottamatonta työtä, joka on tarkoitus karsia, jotta tuotannosta saadaan jouhevampaa ja tehokkaampaa. Kappaleiden käsittelyä joudutaan tekemään myös huonoissa työasennossa varsinkin karkaisu-uunia panostaessa, koska yrityksellä ei ole apuvälineitä, joilla pystyttäisiin nostamaan pienkomponenteilla täytettyjä verkkoja suoraan karkaisu-uunille.

6.1 Tulosten analysointi

6.1.1 Haastattelut

Työntutkimusmenetelmänä käytettiin tuotannon työntekijöiden sekä toimihenkilöiden haastatteluja. Haastattelututkimuksessa nousi esiin työergonomian sekä tehokkuuden parantaminen. Seuraavassa luvussa on listattuna työpistekohtaisesti haastattelujen aikana esiin tulleita havaintoja. Havainnot on listattu nimettömänä yksityisyyden suojaamiseksi.

Polttoleikkaus

Haastattelut suoritettiin työaikana kyselemällä poltto- ja plasmaleikkaajilta mielenkiintoja pienkomponenttien nykyisestä tuotannosta sekä mahdollisista kehityskohteista. Työntekijöiden haastatteluissa polttoleikkausta koskevista kehityskohteista nousi selvästi muutamia ilmi:

1. osien erilainen polttaminen
2. poltettujen pienkomponenttien purkaminen polttopöydältä
3. plasmaleikkauksessa käytettyjen alusverkkojen tarpeellisuus.

Osia voitaisiin polttaa eritavalla. Jos osat jätettäisiin pienillä kiinnikkeillä toisiinsa kiinni kappaleiden liikuttelu ja käsittely helpottuisi polttopöydällä sekä karkaisussa. (Polttoleikkaaja 2015.)

Pienten komponenttien latominen polttopöydältä koriin, jolla niitä kuljetellaan, on aikaa vievää ja epämiellyttävää työtä. (Polttoleikkaaja 2015.)

Osien poltto alusverkolla onnistuu, mutta ei ole järkevää. Verkot jäävät polton jälkeen polttopöytään kiinni, josta se pitää irrottaa rautakangen ja magneetin avulla. (Polttoleikkaaja 2015.)

Haastattelujen aikana polttoleikkaajien suurin kehityskohde koski poltettavien levyjen etsimistä. Kyseinen ongelma on tiedossa yrityksessä, mutta tilan puutteen vuoksi hankala ratkaistavaksi. Myös pienten kappaleiden käsittely polton jälkeen nousi esiin. Opinnäytetyön aikana mietittiin voitaisiinko osia lajitella polttopöydällä valmiiksi karkaisuun meneville verkoille, mutta todettiin, että ainakaan käsin nosteltavilla sekä pienillä kappaleilla kyseinen ehdotus ei ole kannattavaa. Magneetin avulla nostettavissa ja hieman isommissa ja paksummissa osissa ehdotus nähtiin mahdollisena.

Alusverkon käyttö pienten komponenttien plasmaleikkauksen aikana nousi haastatteluissa myös esiin. Opinnäytetyön aikana yritys ratkaisi kyseisen ongelman muuttamalla polttopöydässä olevien poikittaisten ”lattojen” väliä. Kyseisen ratkaisun ansiosta alusverkkoja ei tarvitse enää käyttää pienten komponenttien leikkauksen apuna.

Karkaisu

Karkaisu määriteltiin ennalta suurimmaksi ongelmaksi pienkomponenttien tuotannossa. Karkaisu-uuni joutuu olemaan tyhjiällä nykyisten työmenetelmien puutteista johtuen. Koska nykyisillä menetelmillä valmiiksi täytettyjä verkkoja ei voida nostaa karkaisu-uunille, joudutaan osien lajittelu verkoille tekemään uunin kuljettimen päällä. Lajittelu voi viedä jopa 1 - 1,5 tuntia. Karkaisu-uuni voi joutua olemaan tyhjiällä yhteensä jopa 35 - 45 minuuttia osien panostuksen ja purkamisen aikana työvaiheiden hitauden johdosta. Uunin tyhjiällä olo maksaa huomattavasti, joten sitä yritetään välttää kehittämällä työmenetelmiä ja hankkimalla apuvälineitä karkaisijoille. (Karkaisijat 2015.)

Haastatteluissa esiin nousi selkeästi panostuksen ja purkamisen ongelma. Myös työergonomia ja työvälineet kävivät ilmi karkaisijoiden haastatteluista. Konttaaminen ja käsin komponenttien latominen nähtiin ongelmaksi ja sitä tulisi ehdottomasti vähentää kehittämällä työmenetelmiä tai työvälineitä. Osien lajittelua pidettiin hitaana sekä epämiellyttävänä työnä. (Karkaisijat 2015.)

Haastattelujen pohjalta nousi esiin kehitysehdotuksia, joita alettiin jatkokehittämään. Opinnäytetyön ratkaisuna syntynyt kehitysehdotus 2 pohjautuu karkaisijoiden haastatteluihin sekä yhteisiin suunnitelmiin.

Myllytys

Haastattelujen aikana todettiin, ettei myllytystä tällä hetkellä pysty paljoka kehittämään. Haastattelussa tuli kuitenkin ilmi, että myllytykseen menevät osat voisivat tulla työpisteelle mieluummin karkaisuverkkojen päällä, jolloin lastaus myllytysastioihin helpottuisi.

Maalaus

Osien maalaukset tehdään yrityksen toisessa hallissa Mestarinkadulla. Osat kuljetellaan lava-autolla sinne maalaukseen ja maalauksen jälkeen pakataan ja kuljetetaan takaisin lähetettäväksi. Haastatteluissa esiin nousi ajatus, voitaisiinko maalatut komponentit lähettää asiakkaalle suoraan Mestarinkadun toimipisteeltä. Kyseinen ratkaisu vähentäisi edestakaista ajamista toimipisteiden välillä.

6.1.2 Kellotus

Työntutkimuksella eli kellotuksella mitattiin eri työvaiheisiin menevää aikaa. Kellotustutkimuksesta eriteltiin pienkomponenttien käsittelyyn menevä aika, jonka avulla todistettiin kehittämistarpeet. Kellotustulosten avulla saatiin laskettua työvaihekohtainen hinta sekä työvaiheajojen prosentuaalinen osuus kokonaisajasta. Näiden tulosten avulla pystyttiin osoittamaan, minkä verran kuluja syntyy osien käsittelystä. Kellotus suoritettiin jakamalla jokaiselle työpisteelle työaikojen seurantalomake, johon työntekijät merkkasivat kuinka kauan kyseiseen työvaiheeseen meni aikaa.

Kellotettavat ajat ovat vain suuntaa antavia, koska useissa työpisteissä eri työvaiheita pystytään tekemään limittäin, eikä välttämättä esimerkiksi kappaleiden purku-aika polttokoneelta tarkoita sitä, että polttokone olisi sen ajan poissa käytöstä.

6.2 Työntutkiminen

6.2.1 Polttoleikkaus

Taulukossa 2 on listattuna erään tilauksen polttoleikkaus työvaiheeseen meneviä työvaiheajoja. Tuloksissa huomioitavaa on varsinkin kappaleiden käsittelyyn menevä aika ja sen suhde kokonaisaikaan.

TAULUKKO 2. Erään tilauksen polttoleikkaukseen menevä aika

Polttoaika (min):	Polttopöydältä purkamiseen menevä aika (min):	Kappalemäärä:	Kokonaisaika (min):
540	80	756	620

Kellotetuista tuloksista voidaan huomata, että osien purkaminen polttopöydältä vei kyseisessä tapauksessa 80 minuuttia. Purkaminen tapahtuu irrottamalla poltetut osat joko käsin tai magneetin avulla polttopöydältä tuotannossa oleviin koreihin, joilla osia nykyisillään kuljetellaan. Purkamiseen kulunut aika on noin 13 % polttoleikkauksen kokonaisajasta.

6.2.2 Karkaisu

Karkaisijoille jaettiin työaikojen kellotuslomakkeet, joihin he merkitsivät työvaiheisiin menneet ajat. Karkaisussa mitattavia suureita oli lajittelu-, purku-, uunitusaika ja aika, jonka uuni on tyhjillään panostuksen ja purkamisen aikana. Kellotus toistettiin kolmelle täydelle tilaukselle. Otanta oli kohtalaisen pieni, koska aikajaksolla, jolloin kellotus tehtiin, ei karkaistu muita vertailukelpoisia pienkomponentteja. Osa kellotetuista tilauksista karkaistiin muiden tilausten yhteydessä. Otannan kokoa kuitenkin paikattiin karkaisijoiden ja muiden työntekijöiden haastatteluilla, joiden avulla selvitettiin arvioidut keskimääräiset työvaihekohtaiset ajat sekä uunin tyhjillään olo aika. Karkaisijat arvioivat, että panostaessa viisi täyttä verkkoa pienkomponentteja karkaisu-uuni on tyhjillään keskimäärin 35 - 45 minuuttia.

Kellotettujen tulosten perusteella pystyttiin todistamaan, että työvaiheiden kehittämiseen on syytä paneutua, koska suuri osa työhön käytetystä ajasta menee, kun osia joudutaan lajittelemaan. Taulukon 3 perusteella voidaan todeta, että karkaisussa kappaleiden käsittelyyn menee 74 % kokonaisajasta. Taulukon tulokset ovat suuntaan antavia, mutta myös karkaisijoiden haastattelut tukevat saatuja tuloksia. Taulukon prosenttiosuudet on laskettu erittelemällä ensin kaikkien kellotettujen tilausten työvaiheiden prosentuaalinen osuus kokonaisajasta ja laskemalla keskiarvo kyseisillä tuloksilla.

TAULUKKO 3. Karkaisun työvaiheisiin menevien aikojen prosentuaalinen jakauma

Kellotettujen tilausten prosenttiosuudet	Prosenttiosuus kokonaisajasta (%)
Lajittelu	48 %
Purku	26 %
Yhteensä (käsittelyyn menevä aika)	74 %
Uunitusaika	26 %
Yhteensä	100 %
Uunin häiriöaika (osuus kokonaisajasta)	32 %

Taulukon tuloksista voidaan nähdä, että arvoa tuottava vaihe eli uunitus vie vain 26 % karkaisuun menevästä ajasta. 74 % karkaisuun menevästä ajasta ei tuota arvoa asiakkaalle. Pienkomponenttien tuotannon suurimmaksi ongelmaksi määritelty karkaisutyövaihe todistettiin myös näiden tulosten avulla.

7 TUOTANNON KEHITTÄMINEN

Opinnäytetyön tarkoituksena oli keksiä ratkaisuvaihtoehtoja nykytilankuvauksessa huomattuihin tuotannon ongelmakohtiin. Haastattelujen ja kellostusten perusteella päädyttiin keskittymään karkaisun lajittelun ja uunin häiriöajan minimoiseen sekä osien mahdollisimman jouhevaan ja nopeaan tuotantoon. Kehitysehdotuksista kaksi nousi jatkokehittäväksi ja toteutettavaksi.

7.1 Kehitysehdotus 1

Ensimmäinen kehitysehdotus liittyy polttoleikkausgeometrioihin. Nykyisillään osat plasma- ja polttoleikataan yksitellen, jolloin kappaleiden käsittely on työlästä ja aikaa vievää. Työntekijöiltä tuli kehitysehdotus, joka käsitteli polttoleikkausgeometrioita ja sitä, voitaisiinko geometriat suunnitella niin, että osat jäisivät pienillä kiinnikkeillä rankaan kiinni, jolloin osien liikuttelu onnistuisi magneetin avulla.

Testipoltot

Opinnäytetyön aikana suunniteltiin uudelleen tietyn tilauksen polttoleikkausgeometriaa. Polttoleikkausgeometria eroaa nykyisin käytetystä mallista. Kaikki kappaleet ovat kiinnikkeillä kiinni yhtenäisessä rangassa. Kiinnikkeiden tarkoitus on pitää osat kasassa, jotta niiden liikuttelu olisi helpompaa ja nopeampaa. Osat suunniteltiin irrotettaviksi kulmahiomakoneella.

Kappaleet suunniteltiin olevan yhden karkaisuverkon kokoisia, eli äärimitoiltaan noin 2 x 1 metriä. Vaikka komponentit ovat kiinnikkeillä kiinni toisissaan, todettiin, että osien karkaisun aikana on vaara, että osat irtoaisivat kiinnikkeistä ja tippuisivat uunin vastusten päälle. Tämän vuoksi osat suunniteltiin karkaistavaksi apuna olevien verkkojen avulla.

Komponenttien läpimenoireitti muuttuu, jos niitä aloitetaan plasma- tai polttoleikkaamaan kehitysehdotuksessa esitetyllä tavalla. Komponentit kulkevat polttoleikkauksesta karkaisuun sieltä sinkoukseen, minkä jälkeen ne irrotetaan kulmahiomakoneella. Irrotuksen jälkeen osat jatkavat nykyisen mallin mukaan maalauksen kautta lähetettäväksi.

Testipoltoja suoritettiin opinnäytetyönaikana viisi kertaa. Ensimmäinen kokeilu sisälsi 16 pienkomponenttia. Testin avulla todettiin, että menetelmää voitaisiin jatkokehittää ja kokeilla isommalla kappalemäärällä. Kuvassa 11 on osien irrotuksen jälkeen jäänyt ranka, josta nähdään, minkä kokoinen testierä oli kyseessä.



KUVA 11. Ensimmäinen kokeilu

Testipoltto 2

Ensimmäisen testin jälkeen todettiin, että kyseistä polttoleikkausmallia on syytä kokeilla isommalla kappale-erällä. Toisen testipolton koko oli 64 pienkomponenttia. Kuvassa 12 on Autocad-ohjelmalla suunniteltu polttoleikkausmalli. Kuvassa olevat päämitat 2000 x 1000 tarkoittavat karkaisussa olevien verkkojen kokoa. Kyseisessä mallissa osat ovat kiinni 2 millimetrin kiinnikkeillä vaakatasossa olevissa rangoissa. Keskellä pystysuoraa ja vaakatasossa oleva ranka on tarkoitettu kokonaisuuden tukemiseksi. Tukirangat olivat 6 millimetrin levyisiä.

Kuva yrityksen sisäistä tietoa

KUVA 12. AutoCad-malli polttoleikkausgeometriasta

Toinen testi onnistui muuten hyvin, mutta ilmeisesti informoinnin puutteen johdosta plasmaleikkaaja oli leikannut osat neljään erilliseen osaan, jotta osien nostaminen magneetilla polttopöydältä olisi helpompaa. Kuvassa 13 on toisen testin osat polttoleikkauksen jälkeen. ,

Kuva yrityksen sisäistä tietoa

KUVA 13. Toinen polttoleikkaukokeilu

Testi 3

Kolmas testaus tehtiin 76 kappaleella. Osat poltettiin yhtenäiseksi osaksi ja suunniteltiin geometria niin, että osien liikuttaminen magneetilla onnistuisi. Kuvassa 14 on kolmannen polttoleikkaustestin osat polttoleikkauksen jälkeen.

Kuva yrityksen sisäistä tietoa

KUVA 14. kolmas testierä

Kolmas testi onnistui kaikilta osin, niin kuin olimme suunnitelleet. Osat poltettiin yhtenäiseksi rangaksi, jota pystyttiin liikuttelemaan magneetilla. Osat karkaistiin ja vietiin singottavaksi. Sinkouksen jälkeen osat irrotettiin toisista kulmahiomakoneella. Kaikista työvaiheista kelloitettiin aikoja ja verrattiin niitä nykyiseen malliin.

Testi 4

Neljännessä testissä kokeiltiin kyseistä menetelmää kahdella kokonaisella tilauksella. Osia toisessa tilauksessa poltettiin 528 kappaletta ja toisessa 441 kappaletta. Neljännen testin tulokset eivät ehtineet opinnäytetyöhön, mutta osat olivat kuitenkin leikattu ja karkaistu onnistuneesti. Polttoleikkaajan haastattelun mukaan poltossa ei ollut mitään ongelmaa ja yhtenäinen ranka nousi helposti magneetin avulla.

Yhteenveto

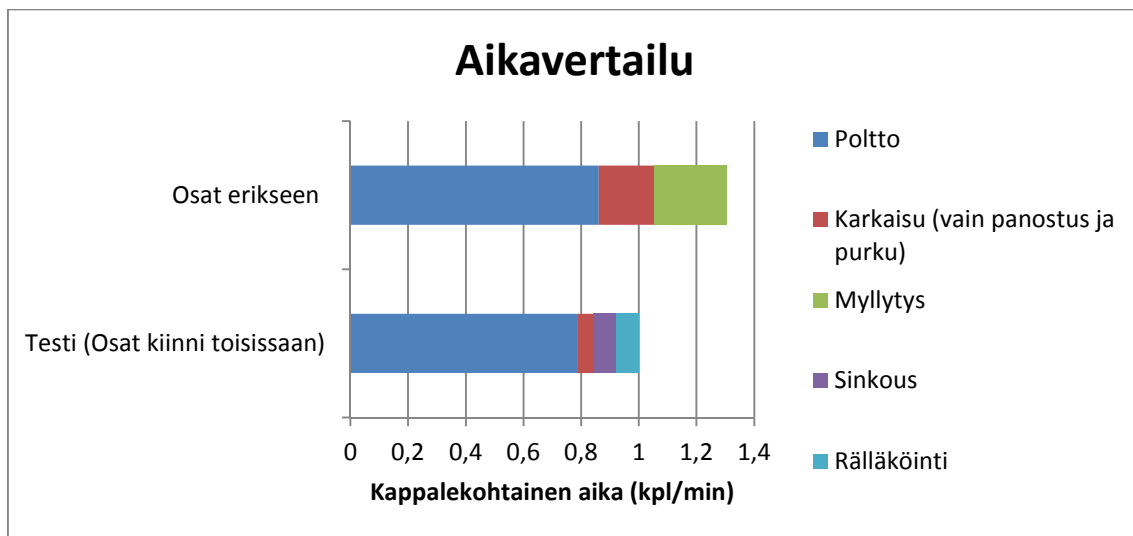
Testierien perusteella voitiin todeta, että kyseinen ajatus osien jättämisestä rankaan pienillä kiinnikkeillä onnistuu ja helpottaa kappaleiden käsittelyä. Kellotusten perusteella tehtiin suoritekohtainen kustannuslaskenta kummallekin työmenetelmälle. Taulukosta 4 voidaan nähdä, että ajallisesti uusi ratkaisu lyhentää kappaleiden läpimenoaikaa.

TAULUKKO 4. Kappalekohtainen työvaihe aika eri menetelmillä

Aika/kpl (min)	Nykyinen malli	Testi
Polttoleikkaus	0,86	0,79
Karkaisu (vain panostus ja purku)	0,19	0,05
Sinkous		0,13
Osien irrotus (rälläköinti)		0,08
Myllytys	0,25	
Yhteensä	1,35	1,05

Taulukosta 4 voidaan tulkita, että kappalekohtainen aika säästö on merkittävä. Kappalekohtainen aika mikä työvaiheisiin menee, on nykyisellä mallilla 1 minuutti ja 21 sekuntia, kun taas testeissä olleilla malleilla kyseinen aika oli 1 minuutin ja 3 sekuntia. Kyseisten kappaleiden tilauskoko on yleensä 720 kappaletta. Laskettaessa yhteen kokonaiseen tilaukseen menevät ajat saadaan ny-

kyisellä mallilla 972 minuuttia, kun taas testatulla polttoleikkausmallilla 756 minuuttia. Tuloksista voidaan todeta, että kokonaisen tilauksen läpiviemisessä ennen maalaustyövaihetta aika säästö on yhteensä 216 minuuttia. Osat irroteetaan rangasta ennen maalaukseen lähettämistä. Tästä syystä maalaustyövaihetta ei huomioitu laskelmissa. Kellotettujen aikojen tulokset esitetään kuvassa 15 diagrammi muodossa, josta voidaan havainnollisesti nähdä muutosten vaikutus kappalekohtaisiin aikoihin.



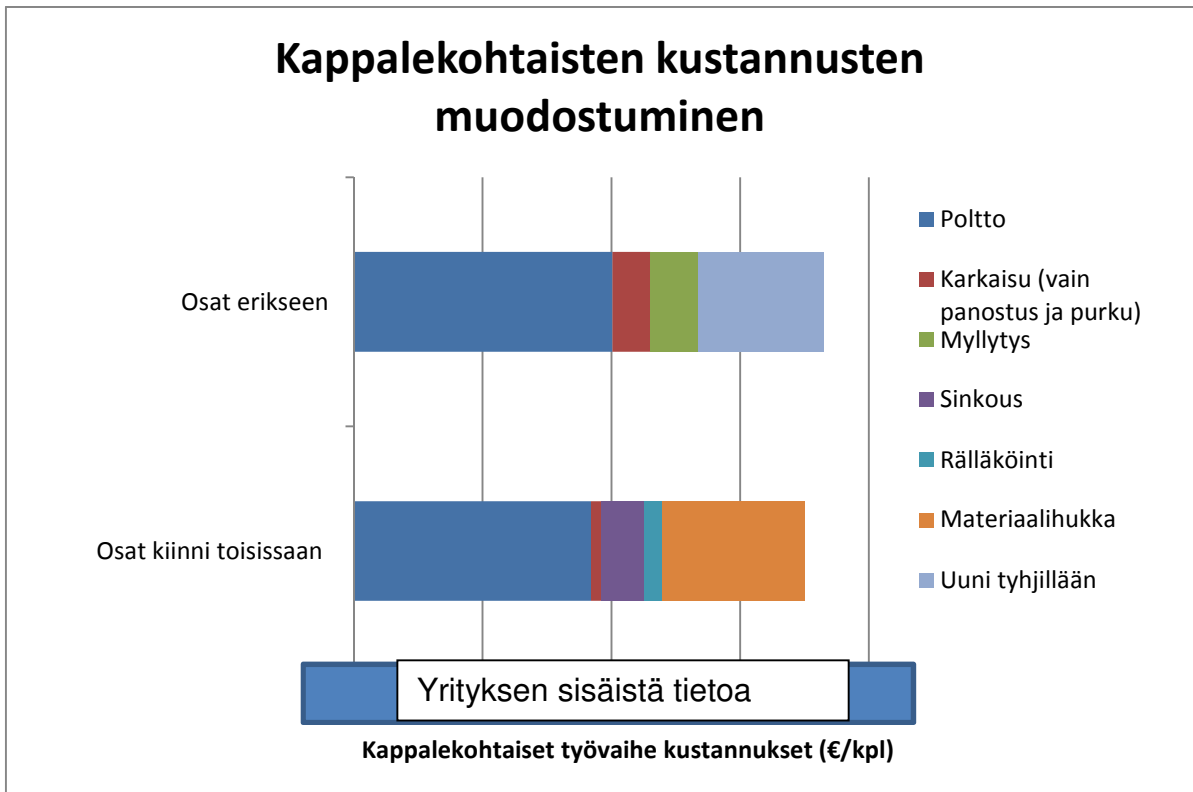
KUVA 15. Työvaihekohtaiset ajat graafisesti esitettynä

Kuten taulukosta ja graafista voidaan todeta, uusi polttoleikkausmenetelmä säästäisi paljon aikaa varsinkin karkaisun panostuksessa ja purussa. Kellotustulosten perusteella tehtiin vielä suoritekohtainen kustannuslaskenta, jossa otettiin huomioon kaikki kustannukset jotka läpimenon aikana syntyvät menetelmästä riippuen. Kustannuslaskelmassa ei otettu huomioon maalaus-, ja pakkaustyövaiheita, koska kyseiset arvot pysyvät samana polttoleikkausmallista riippumatta. Kappalekohtainen kustannuslaskenta on esitetty taulukossa 5.

TAULUKKO 5. Suoritekohtainen kustannuslaskenta yhdelle kappaleelle

€/kpl	Nykyinen malli	Testi
Polttoleikkaus	Yrityksen sisäistä tietoa	
Karkaisu (vain panostus ja purku)		
Sinkous		
Osien irroitus (rälläköinti)		
Myllytys		
Uunin häiriöaika		
Materiaalihukka		
Yhteensä		

Kellotustulosten perusteella voitiin todeta, että testattu polttoleikkausmalli säästää paljon aikaa ja sitä kautta myös kustannuksia. Kaikkien kustannusten varmistamiseksi tehtiin vielä tarkempi kustannustenkartoitus, johon huomioitiin syntyvä materiaalihukka, säästetty aika uunin tyhjillään olosta ja polttoleikkauksen alusverkkojen tarve. Laskelmista voitiin huomata, että materiaalihukan osuus on yllättävän suuri. Testipolton kappalekohtaisista kustannuksista jopa 29 % syntyi materiaalihukasta. Kuvassa 16 on esitetty kappalekohtaiset kustannukset graafisessa muodossa.



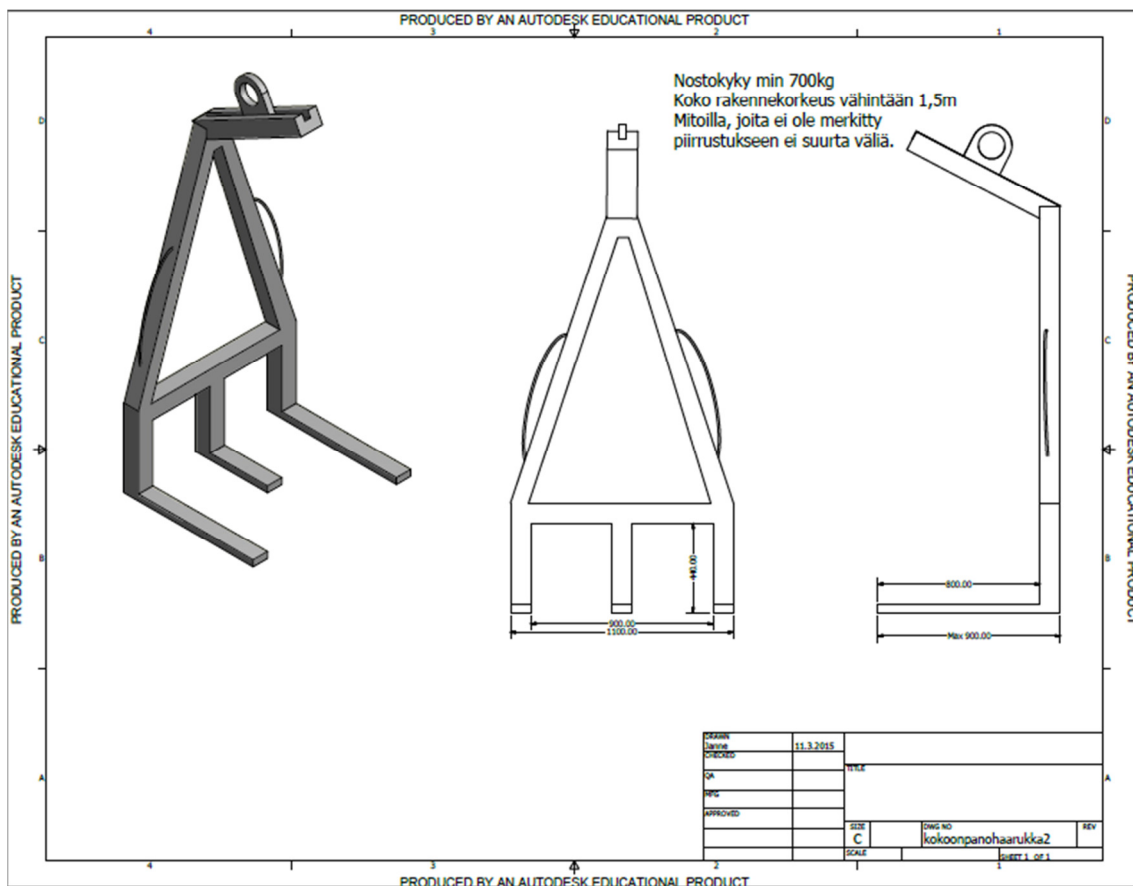
KUVA 16. Yksikkökohtaiset kustannukset työvaiheittain

Testien tuloksia vertaamalla nykyiseen käytäntöön tultiin johtopäätökseen, että uuden mallin käyttöönotto on jokseenkin kannattavaa. Kehitysehdotuksessa esitettyä mallia voidaan vielä jatko kehittää, jolloin varsinkin materiaalihukan osuutta saataisiin pienennettyä reilusti. Mallin etuna on myös hukkaan menevien kappaleiden väheneminen. Pienten kappaleiden ja suurten kappalemäärien johdosta tuotannon läpimeno aikana muutamia komponentteja menee hukkaan satunnaisesti. Tästä syntyvä hukka vältetään, koska osat pysyvät yhtenä kokonaisuutena maalaukseen asti. Myös rankojen ja kiinnikkeiden kokoa voitaisiin ohentaa, mikäli kyseinen malli päätetään käyttöönottaa.

7.2 Kehitysehdotus 2

Suurin ongelmakohta nykyisessä tuotannossa on karkaisun panostus- ja purkupuolella. Osia panostaessa verkoille voi mennä jopa 1 - 1,5 tuntia, jonka aikana karkaisu-uuni voi pahimmassa tapauksessa olla tyhjillään jopa 30 – 45 minuuttia. Toinen kehitysehdotus keskittyi tämän ongelman ratkaisemiseen.

Karkaisun työvaiheiden helpottamiseksi päädyttiin suunnittelemaan nostohaarukka, sekä ehdotus korkeussäädettävän työpöydän hankinnasta. Nostohaarukasta tehtiin 3D-malli Autodesk Inventor -suunnitteluohjelmalla, jota käytettiin tarjouspyyntöjen pohjana. Nostohaarukka suunniteltiin yhteistyössä tuotannon työntekijöiden kanssa. Paikka jossa nostohaarukkaa käytetään, asetti omia rajoituksia muodon vuoksi. Nostokapasiteetti suunniteltiin yläkanttiin tehdyistä laskelmista, jotta nostohaarukalle saadaan mahdollisimman monipuolinen käyttö. Kuvassa 17 on tarjouspyyntöjen pohjana ollut luonnos. Luonnokseen merkittiin kaikki määrittävät ääriimitat joiden pohjalta nostoapuvälineen valmistaja tekee oman piirustuksen ja lähettää vielä tarkistettavaksi Miiluxille ennen valmistusta.



KUVA 17. Alustava suunnitelma nostohaarukasta

Nostohaarukalla pystytään nostamaan valmiiksi täytettyjä verkkoja karkaisuun ja täten se ratkaisee myös alussa määritetyn ongelman. Nostohaarukan hankinnan johdosta pienkomponenttien karkaisutyövaihe muuttuu hieman. Nykyisin

komponentit kasataan verkoille kuljettimen päällä. Nostohaarukka mahdollistaa valmiiksi täytettyjen verkkojen nostamisen karkaisu-uunin kuljettimelle. Tulevaisuudessa kun nostohaarukka on hankittu, osia tullaan lajittelemaan verkoille sille suunnitellussa työpisteessä. Työpisteeseen osat tuodaan joko suoraan verkoilla tai kuljetuskorissa, josta ne lajitellaan magneetin avulla verkoille. Täydet verkot nostetaan nostohaarukalla karkaisu-uunin kuljettimelle. Nostohaarukan käyttäminen nostoapuvälineenä helpottaa, nopeuttaa ja jouhevoittaa karkaisijoiden toimintaa.

Karkaisu-työpisteen mahdollisimman tehokkaan pienkomponenttien käsittelyn varmistamiseksi, suunniteltiin hankittavaksi myös korkeussäädettävä nostopöytä. Nostopöydän on tarkoitus helpottaa pienkomponenttien lajittelua karkaisu-uuniin meneville verkoille. Pöydän korkeutta voidaan säätää, jolloin työntekijä voi työskennellä miellyttävässä työasennossa. Nostopöydistä tehtiin tarjouspyyntöjä alan toimittajille. Saadut tarjoukset esitettiin Miiluxille. Kuvassa 18 on esimerkkikuva nostopöydästä.



KUVA 18. Nostopöytä (Sarekoski Oy. 2015)

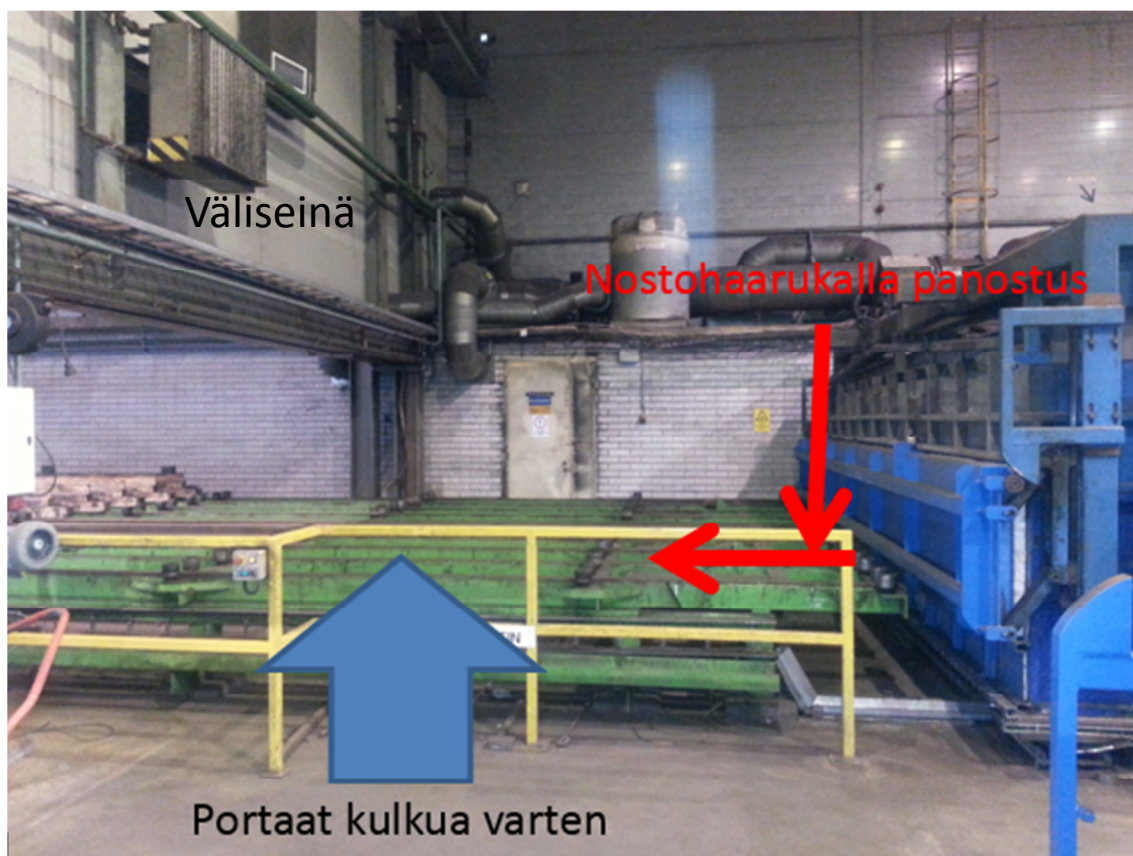
Nostopöydän ja uuden toimintamallin johdosta kehitysehdotukseen kuului myös layout-suunnitelma. Suunnitelmassa pyrittiin hyödyntämään käytettävissä oleva tila mahdollisimman tehokkaasti. Suunnitelman pohjana on käytetty Haverilan

ym. (2009, 479 - 483) oppeja layout-suunnittelusta. Layout-suunnitelmalla pyrittiin hankittavien apuvälineiden käyttöönotto saamaan mahdollisimman helpoksi. Layout-suunnitelmassa pyrittiin huomioida materiaalivirrat sekä kattokraanan ja työntekijöiden liikkeet. Layout-suunnitelma on ehdotus, miten hankittavat apuvälineet tulisi sijoitella. Hankittavia apuvälineitä on helppo siirrellä, joten työpisteen layout voi kehittyä kokemusten perusteella. Kuvassa 19 on karkea layout-suunnitelma. Suunnitelmassa huomioitiin alueella turvalliseen liikkumiseen tarvittava tila. Kuvassa Punaisella merkitty alue on suunnitelmassa vapaasti käytettävissä apuvälineiden sijoituskohdaksi ja pienkomponenttien karkaisun esivalmistelujen tekemiseen. Layout-suunnitelmaan on myös merkitty levyvarastoille suunnitellut paikat

Kuva yrityksen sisäistä tietoa

KUVA 19. Uuden työpisteen alustava layout-suunnitelma

Työpiste muuttui väliseinän (kuva 20) toiselle puolelle nykyiseen panostuskohtaan verrattuna. Nostohaarukalla siirreltävät verkot on tarkoitus tuoda karkaisuunin kuljettimelle kuvassa 20 näkyvästä kohdasta. Nostokohta päätettiin siirtää kyseessä olevaan kohtaan, koska nostohaarukkaa voitaisiin käyttää myös verkkojen purkamisen apuna karkaisun jälkeen. Kyseinen kohta on ollut ennenkin komponenttien panostuskohtana. Panostuskohdan siirtämistä puolsivat myös karkaisijoiden aikaisemmat kokemukset.



KUVA 20. Pienkomponenttien panostus nostohaarukan avulla

Toiminta työpisteellä muuttuu. Apuvälineiden hankinnan jälkeen komponentit on tarkoitus kasata nostopöydällä verkoille. Alustavan suunnitelman mukaan komponentit ja verkot nostetaan pöydälle magneetin avulla. Verkkoja kasataan pöydällä päällekkäin. Verkkojen väliin laitetaan välipuut, jolloin nostohaarukalla pystytään verkkoja nostamaan. Jotta nostohaarukalla pystyttäisiin panostamaan kaikki verkot karkaisu-uunin kuljettimelle, tulee osa verkoista puolittaa. Puolitus joudutaan tekemään, koska kuljettimelle mahtuu viisi verkkoa, joista neljä verkkoa lajitellaan vaakatasoon ja yksi pystysuunnassa. Pystysuunnassa olevaa verkkoa ei voida nostohaarukalla sellaisenaan nostaa. Suunnitelmissa todettiin, että paras ratkaisu on puolittaa osa verkoista, jolloin verkon puolikkaan pystyttäisiin nostohaarukalla kuljettimelle lajittelemaan. Pystyssä olevan verkon panostukseen suunniteltiin myös erillisiä levytarraimia ja muita sovelluksia, mutta todettiin, että kyseiset ratkaisut vaativat liikaa työtä, eivätkä välttämättä ratkaisisi ongelmaa. Osien lajitteluun verkoille mietittiin myös tärypöytä-ratkaisua, eli pöytää joka tekisi pientä edestakaista tärinäliikettä ja tämän avulla osat hakeu-

tuisivat limittäin verkolle. Kyseistä ehdotusta mietittiin, mutta ei otettu käyttöön, koska todettiin sen vaativan paljon suunnittelua, eikä tärypöydän toimivuudesta voi olla täysin varma, koska verkoille lajitellaan usean kokoisia kappaleita.

Pöydällä olevat päällekkäiset verkot nostetaan nostohaarukan avulla joko maahan tai suoraan karkaisun kuljettimelle. Nostin tuo karkaisuun joustavuutta, koska verkoille lajiteltavia osia ei tarvitse enää lajitella kuljettimen päällä. Apuvälineiden avulla pystytään keräämään puskurivarastoa valmiiksi täytetyillä verkoilla. Nostohaarukkaa käytettäessä on huomioitava, että verkon nostokohta pitäisi aina olla pitemmän sivun keskikohdassa.

Karkaisussa käytettyjä verkkoja on tarkoitus käyttää myös kuljetusalustana. Karkaistut komponentit voidaan siirtää trukilla verkkojen avulla seuraavaan työvaiheeseen. Verkkoja käytettäessä kuljetusalustana osia ei tarvitse erikseen lajitella koreihin.

Kehitysehdotukseen kuuluvia hankintoja on nostohaarukka, nostopöytä sekä panostuskohdan siirtymisen johdosta kulkutaso karkaisu-uunin kuljettimelle ja kuljettimenpuomien väliin. Kustannusten takaisinmaksuaika on laskettuna liitteessä 2.

8 JATKOKEHITYSKOhteet

Yrityksen on tärkeä muistaa, että pienkomponenttien tuotannonkehittäminen ei lopu opinnäytetyön loppumisen yhteydessä, vaan on tärkeä panostaa jatkuvaan kehittämiseen, kehitysideoiden seuraamiseen ja tulosten mittaamiseen. Opinnäytetyön aikana tuotantoa tutkiessa havaittiin myös muita kehitettäviä asioita, jotka eivät suoraan liittyneet opinnäytetyössä esitettyyn ongelmaan.

Yrityksen levyvarastot nousi useasti esiin kehityskohteita kysyttäessä. Varsinkin polttoleikkaajilla ja karkaisijoilla menee paljon aikaa levyjen etsimisessä. Kyseinen kehityskohde on yrityksellä tiedossa, mutta tilan puutteen vuoksi hankala ratkaistava.

Karkaisuun tuotavien komponenteille ehdotettiin myös ohjeistusta. Osien tulisi olla magneetin suuntaisesti, jolloin osien nostaminen helpottuisi ja kraanan nostovälineen vaihdot vähenisivät. Haastattelujen mukaan työntekijät tiedostavat toiveet, miten osat tulisi karkaisu-uunin viereen jättää, mutta useasti kiireessä ja epähuomiossa se voi unohtua.

Opinnäytetyön aikana keskusteltiin myös jälkiseurannan tarpeellisuudesta. Tietojärjestelmistä ei saada tällä hetkellä tarkkaa tietoa työvaiheajoista tai tuotteen läpimenoajasta. Kyseinen ominaisuus auttaisi tarjousten laskemisessa ja tuotannon seuraamisessa.

Työkoneiden ja työvaiheiden eteen kertyviä välivarastoja tulisi myös välttää tai pyrkiä vähentämään. Turhat välivarastot lisäävät hukkaa ja pidentävät tuotteiden läpimenoaikoja. Yrityksen tulisi pyrkiä yhä enemmän Just-In-Time-tuotantoon, jolloin tuotantoon saataisi Lean-filosofian mukainen virtaus. Yrityksen tuotanto tuo kyseiseen ajatukseen omat ongelmansa, koska pyritään mahdollisimman lyhyisiin toimitusaikoihin, jolloin kiiretilaukset ohittavat muun tuotannon tärkeysjärjestyksessä ja häiritsevät virtaavaa tuotantoa.

9 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä kehitettiin Miiluxin pienkomponenttien tuotantoa. Kyseisten kappaleiden arvoa tuottamattomiin työvaiheisiin menee nykyisillä menetelmillä paljon aikaa. Työ tehtiin tiiviissä yhteistyössä tuotannon työntekijöiden sekä toimihenkilöiden kanssa. Haastattelut ja työvaiheajojen mittaukset antoivat pohjan tuotannonkehitysideoille ja toivat selkeästi esiin tuotannon ongelmakohtat. Haastattelujen ja mittausten perusteella tehtiin kuvaus nykytilasta, jossa selvitetiin nykyiset toimintamallit ja niiden kustannukset.

Nykytilakuvauksen pohjalta kehitettiin itse tuotantoa. Nykytilakuvauksessa saatujen tulosten pohjalta pystyttiin toteamaan, että osien siirtelyyn menee paljon aikaa eri työvaiheissa. Tuotannon kehittämiseksi hyödynnettiin Lean-filosofiaa, eli tutkittiin tuotannossa olevia hukkia ja pyrittiin eliminoimaan ne sekä pyrittiin kehittämään entisestään arvoa tuottavia työvaiheita.

Tuotannon kehitysideoissa keskityttiin materiaalivirtojen kehittämiseen sekä pienten kappaleiden käsittelyyn menevän ajan vähentämiseen. Opinnäytetyön tuloksena syntyi kaksi erillistä kehitysehdotusta. Toinen kehitysehdotus liittyi polttoleikkausgeometrioiden kehittämiseen. Yrityksen henkilöstön haastattelujen pohjalta suunniteltu kehitysehdotus testattiin, kehitettiin ja otettiin käyttöön muutamalla täydellä tilauksella. Laskelmien perusteella kehitysehdotus todettiin jokseenkin kannattavaksi. Kyseistä ehdotusta ei täysin voi suositella käyttöönotettavaksi, koska materiaalihukan osuus on tämän hetken suunnitelmissa vielä liian suuri. Polttoleikkausgeometrioita voidaan jatkokehittää kannattavammiksi. Esimerkiksi kannakkeiden pienentäminen ja pyöristäminen pienentäisivät materiaalihukkaa ja voisivat tehdä ehdotuksesta selvästi nykyistä mallia kannattavamman.

Toinen kehitysehdotus koski karkaisutyövaiheeseen hankittavien apuvälineiden ja työpisteen suunnittelua. Kehitysehdotus tehtiin tiiviissä yhteistyössä karkaisijoiden ja muiden yrityksen työntekijöiden kanssa. Alustavien laskelmien mukaan pienkomponenttien karkaisun panostus- ja purkamisaika vähenisi vähintään 30 %. Aika säästö syntyy, kun työntekijät voisivat työskennellä parem-

missa työasennoissa ja komponenttien siirtomatka verkoille lyhenee huomattavasti. Suurin säästö yritykselle kuitenkin syntyy, kun karkaisu-uunin käyttöaste paranee. Nykyisillä menetelmillä pienkomponentteja panostettaessa karkaisu-uuni voi olla tyhjiällä arvioiden mukaan jopa 35 - 45 minuuttia, koska verkkoja, joille komponentteja lajitellaan, ei voida ilman apuvälineitä nostaa uuniin menevälle kuljettimelle. Karkaisu-uunin konetuntihinta on huomattavan suuri, joten kyseisen hukka-ajan vähentäminen tuo yritykselle merkittävät säästöt.

Opinnäytetyössä esitettyjen kehitysehdotusten pohjalta yritys päätti hankkia nostoapuvälineeksi suunnitellun nostohaarukan ja nostopöydän helpottamaan pienkomponenttien karkaisua. Kustannussäästöt kehitysehdotusten perusteella on selvät, mutta hankinnoilla voi olla vaikutusta myös työhyvinvointiin ja varsinkin työergonomiaan. Yrityksen henkilöstö oli tyytyväinen opinnäytetyössä esitettyihin kehitysehdotuksiin.

Opinnäytetyö onnistui kokonaisuutena mielestäni hyvin. Yrityksen tuotanto toi omat ongelmat pienkomponenttien tuotannon kehittämiseen, mutta alussa määritelty ongelma ratkaistiin ja kehitysehdotukset todistettiin kannattaviksi. Uskon, että opinnäytetyöstä on apua yrityksen pienkomponenttien tuotannon kehitykseen.

LÄHTEET

Haverila, Matti – Uusi-Rauva, Erkki – Kouri, Ilkka – Miettinen, Asko 2009. Teollisuustalous. Tampere: Tammer-Paino Oy.

Karkaisijat 2015. Miilux Oy. Haastattelut kevään 2015 aikana.

Karrus, Kaij E. 2005. Logistiikka. Helsinki: Werner Söderström Osakeyhtiö.

Launis, Martti – Lehtelä, Jouni 2011. Ergonomia. Tampere: Työterveyslaitos Tammerprint.

Leinonen, Juha-Matti 2004. Tuotantotalous. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Liker, Jeffrey 2004. The Toyota Way. New York: McGraw-Hill.

Miilux Oy. Saatavissa: <http://www.miilux.fi>. Hakupäivä 26.1.2015

Miilukangas Oy. Saatavissa: <http://www.miilukangas.fi>. Hakupäivä 26.1.2015

Polttoleikkaajat 2015. Miilux Oy. Haastattelut kevään 2015 aikana.

Ritvanen, Virpi - Inkiläinen, Aimo - Von Bell, Anders - Santala, Jouko 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Saarijärvi: Saarijärven Offset Oy.

Sarekoski Oy: Nostopöytä. Saatavissa: <http://www.sarekoski.com/nostopoyta-2000x800-mm--nostokorkeus-200-1000-mm--nostokyky-/P8396/>. Hakupäivä 3.4.2015

Säkkinen, Jukka 2014. Tuotantojärjestelmät. Luentomateriaali. Oulu: Oulun ammattikorkeakoulu, Tekniikan yksikkö

Tuominen, K. 2010. LEAN Tehoa ja laatua hukan vähentämiseen. Jyväskylä: WS Bookwell Oy.

Työturvallisuuslaki 738/2002. FINLEX. Valtion säädöstietopankki. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>. Hakupäivä 2.2.2015.

Ville Ossi 2011. Materiaalivirtojen hallinta varioitavien tuotteiden tuotantolinjalla. Diplomityö. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto, automaatiotekniikan koulutusohjelma. Saatavissa:

<https://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/20808/ossi.pdf?sequence=3>. Hakupäivä 6.4.2015.

**Pienkomponenttien materiaalivirran ja työmenetelmien
kehittäminen polttoleikkauksesta lähetykseen**

PROJEKTISUUNNITELMA

Janne Pajukoski

Tarkastanut:

Sisältö

1.DOKUMENTIN TARKOITUS	3
2.TEHTÄVÄKUVAUS	3
2.1 Tausta	3
2.2 Tavoite	3
2.3 Tehtävät	4
2.4 Rajaus	4
3.PROJEKTIN OSITUS	4
3.1 Projektin etapit ja aikataulu sekä niissä katselmoitavat tuotokset	4
4.PROJEKTIN ORGANISOINTI JA YHTEYSHENKILÖT	5
5.DOKUMENTOINTISUUNNITELMA	5
6.RISKIENHALLINTA	5
6.1 Varautuminen uhkiin	6
7.PROJEKTINHALLINTAMENETTELYT	7
8.BUDJETOINTI	7

Versiohistoria

<u>Versio-</u> <u>numero</u>	<u>Päivämäärä</u>	<u>Tekijä</u>	<u>Kommentit/tehdyt muutokset (kuka muuttanut)</u>
0.0.1	22.12.14	JP	Alustava projektisuunnitelma
0.0.2	09.01.15	JP	Paranneltu versio
0.0.3	13.02.15	JP	Muutoksia aikatauluun

1. DOKUMENTIN TARKOITUS

Projektisuunnitelmassa määritetään projektin tavoitteet, resurssit ja aikataulu. Suunnitelmassa kuvataan projektin tutkimusongelma, mihin kysymykseen ollaan hakemassa ratkaisua sekä tehdään projektin rajausta ja kerrotaan mahdolliset reunaehdot. Projektisuunnitelma toimii kommunikointivälineenä projektiryhmän, ohjausryhmän sekä projektin muiden sidosryhmien kesken.

2. TEHTÄVÄKUVAUS

Opinnäytetyö sisältää selvityksen pienkomponenttien tuotannon ja materiaalivirtojen kehittämistä, nykytilasta ja ratkaisuvaihtoehdon. Mietinnässä on esimerkiksi erillinen nostopää kattonosturille. Opinnäytetyössä kuuluu selvittää onko olemassa kasattavia koreja, joita voitaisiin käyttää karkaisussa ja jotka helpottaisivat eri työvaiheissa tapahtuvaa siirtelyä ja lajittelua. Tarkoituksena myös kellottaa panostus- ja pakkausajoja ja laskea kannattavin karkaisumenetelmä.

1. Tausta

Nykyisin Miiluxin pienkomponenttien tuotannossa tulee heidän mielestä liikaa turhaa käsin tehtävää siirtelyä. Erityisenä tarkastelupaikkana on karkaisun panostus ja panostuksen purku. Miilux Oy haluaa selvittää voiko työmenetelmiä kehittää, jotta turha siirtely saataisiin minimoitua. Opinnäytetyö koskee pienkomponenttien tuotantoa, tarkemmin määritettynä, kokoon rajoittuvia tuotteita joiden tilausmäärät ovat suuret.

2. Tavoite

Projektin tarkoituksena on kehittää pienkomponenttien materiaalivirtoja sekä työmenetelmiä. Projektin aikana tulee tutkia erilaisten nostoapuvälineiden hyödyntämistä Miilux Oy:n pienkomponenttien tuotannossa sekä selvittää onko olemassa kasattavia koreja, joita voisi käyttää Miilux:n tuotannossa. Pääpaino on karkaisuvaiheen kehittämisessä, jossa mietinnässä myös kannattavimman karkaisumenetelmän löytäminen. Henkilökohtaisena tavoitteena on saada kokemusta

tuotannonkehittämisestä ja projektimaisesta työskentelystä sekä saada aikaan kaikkia osapuolia miellyttäviä tuloksia.

3. Tehtävät

Projektisuunnitelma, nykytilan kuvaus, kustannuslaskelmat, työmenetelmien ja materiaalivirran kehittäminen, apuvälineiden tutkiminen ja kustannusarvio, ratkaisuvaihtoehtojen tarkastelu, kehityssuunnitelma ja toteutus sekä loppuraportti.

4. Rajaus

Opinnäytetyö on rajattu koskemaan koon mukaan määräytyvien pienkomponenttien materiaalivirtojen ja työmenetelmien kehittämistä polttoleikkauksesta lähetykseen. Pääpaino on fyysisen käsin tehtävän siirtelyn vähentämisessä. Erityisenä tarkastelukohtana on karkaisun panostus ja purku, sekä parhaimman karkaisumenetelmän löytäminen.

3. PROJEKTIN OSITUS

1. Projektin etapit ja aikataulu sekä niissä katselmoitavat tuotokset

E0-E4 vaiheistus

E0 Kick-off palaveri

18.12.2014

E1 Opinnäytetyön täyspäiväinen aloittaminen yrityksessä

06.01.2014

E2 Nykytilan kuvaus

13.02.2015

E3 Eri ratkaisuvaihtoehtojen selvitys, valinta ja kehityssuunnitelma

25.03.2015

E4 Lopputulokset/Loppuraportti

15.04.2015

4. PROJEKTIN ORGANISOINTI JA YHTEYSHENKILÖT

1 Ohjausryhmä

- XXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX
- XXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX
- XXXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX

2 Projektipäällikkö

- XXXXX XXXXXXXX XXXXXXXX

5. DOKUMENTOINTISUUNNITELMA

Projektin dokumentointi:

- viikkoraportointi joka perjantai
- ohjausryhmän kokousmuistiot sekä etappikohtainen dokumentaatio
- loppuraportti 30.4.2015 mennessä
- dokumentit arkistoidaan sähköisinä
- dokumentit jaetaan ohjausryhmälle sähköisesti sekä loppuraportti paperilla

6. RISKIENHALLINTA

Vahvuudet	Heikkoudet
<ul style="list-style-type: none"> • Tehostaa pienkomponenttien materiaalivirtaa ja tuotantoa • Vähentää komponenttien siirtelyyn menevää aikaa • Parantaa työntekijöiden työergonomiaa • Pienentää uunitusaikaa • Kappaleiden käsittely 	<ul style="list-style-type: none"> • Tutkimus/kehitysehdotukset merkityksettömiä, mikäli työntekijät eivät ole kiinnostuneita

helpottuu ja tehostuu	
Mahdollisuudet <ul style="list-style-type: none"> • Turha työ vähenee ja tehostuu • Resurssien parempi hyödyntäminen • Parantaa karkaisu-uunin hyötysuhdetta 	Uhkat <ul style="list-style-type: none"> • Työntekijät eivät tue muutosta • Projektin aikataulu ei riitä • Kehityshanke epäonnistuu

Varautuminen uhkiin

UHKA	VARAUTUMINEN
Työntekijät eivät tue muutosta	Projekti tehdään yhdessä työntekijöiden kanssa, heitä haastatteleamalla ja kyselemällä kehitysehdotuksia. Tarkoitus motivoida ja osoittaa, että tarkoituksena helpottaa ja kehittää heidän työntekeä.
Projektin aikataulu ei riitä	Projektin alussa laaditaan etenemissuunnitelma, jonka mukaan opinnäytetyössä edetään. Projektipäällikkö huolehtii omassa aikataulussa pysymisessä.
Kehityshankkeen epäonnistuminen	Projektin alussa kartoitetaan riskitekijät ja varaudutaan niihin sekä tehdään yhteistyötä toimeksiantajan kanssa.

7. PROJEKTINHALLINTAMENETTELYT

Projektiryhmä raportoi dokumenttisuunnitelman mukaisesti.

Projektiryhmä kutsuu ohjausryhmän projektikatselmuksiin etappiaikataulun mukaisesti.

8. BUDJETOINTI

Ei määritelty.

Yrityksen sisäistä tietoa.