

Isto Moilanen

ROTAATIOVALUTUOTANNON TEHOSTAMINEN

ROTAATIOVALUTUOTANNON TEHOSTAMINEN

Isto Moilanen
Opinnäytetyö
Syksy 2015
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, tuotantotekniikka

Tekijä: Isto Moilanen

Opinnäytetyön nimi: Rotaatiovalutuotannon tehostaminen

Työn ohjaajat: Mika Pälvilä (Pipelife Finland Oy), Vesa Moilanen (OAMK)

Työn valmistumislukukausi- ja vuosi: syksy 2015

Sivumäärä: 34 + 1 liite

Työ tehtiin Pipelife Finland Oy:n lin tehtaalle kesän ja syksyn 2015 aikana. Kohteena oli tehtaan rotaatiovalutuotanto, jossa tuotantotehokkuus ei ollut sille vaadituissa tavoitteissa. Tavoitteena oli tehostaa rotaatiovalutuotantoa tutkimusten ja kehitysten avulla. Työssä perehdyttiin Lean-toimintamalliin tuotannon tasolla sekä rotaatiovalamisen kirjallisuuteen, jotka osoittautuivat käytännöllisiksi apuvälineiksi työn toteuttamisessa.

Työ toteutettiin neljässä vaiheessa ja aloitettiin neljä viikkoa kestäväällä nykytilan kartoitusjaksolla. Jakson aikana kelloitettiin kaikki työhön kuluva aika sekä haastateltiin työntekijöitä kaikesta työhön liittyvästä toiminnasta ja työskentelyrutiineista. Analysoimalla kartoitusjaksolla kerättyä tietoa oli havaittavissa erittäin selvästi, mitä tuotannossa pitää muuttaa ja kehittää, jotta tuotantoa saadaan tehostettua. Toteutettavat kehityskohteet ja uudet toimintatavat työskentelyssä esitettiin palaverissa, jossa saatiin työntekijöiden avustuksella räätälöityä kokonaisuus tulevaisuuden tilasta. Analysoinnin ja kehityskohteiden esittämisen jälkeen vuorossa oli uusien toimintamallien käyttöönotto, joka toteutettiin työntekijöiden kanssa päätösten mukaisesti.

Lopputuloksina tuotantoon saatiin määriteltyä uudet toimintamallit, jotka otettiin käyttöön syksyn 2015 aikana. Tuotannossa toimintamallien muutokset näkyvät työilmapiiriin, tiimityöskentelyn ja yleisen työhyvinvoinnin parantumisena. Uudet toimintamallit toivat työntekijöille selvyuden työtehtävistä ja siitä, mitkä työtehtävät tuotannossa kenellekin kuuluvat. Työntekijöiden päivittäistä kuormitusta saatiin laskettua, mikä näkyy suoraan yleisen työhyvinvoinnin ja tuotantotehokkuuden nousuna. Tiimityöskentely parantui huomattavasti palavereiden ja uusien toimintamallien käyttöönoton jälkeen, joka vaikuttavaa tuotteiden hukkaprosenttiin ja työhyvinvointiin.

Työn aikana havainnoituja oppeja ja menetelmiä voi hyödyntää tulevaisuudessa erilaisissa tuotannonkehitys projekteissa, joissa täytyy ratkaista ongelmat yhdessä työntekijöiden kanssa. Työn teoriaosuudessa käsitellään Lean-toimintamallia, muovivaikuttamista yleisellä tasolla, rotaatiovalamista ja polyeteeniä, joita voi hyödyntää yleisellä tasolla teollisuuden ja muoviteollisuuden erilaisissa projekteissa.

Asiasanat: Lean-toimintamalli, muoviteollisuus, polyeteeni, rotaatiovalaminen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	6
2 LEAN-TOIMINTAMALLI	7
2.1 Leanin historiaa	7
2.2 Lean tuotannossa	8
2.2.1 Kehittäminen	9
2.2.2 Hukka	10
2.2.3 Jatkuva parantaminen	10
2.2.4 Virtaus	11
2.2.5 Laatu ja 5S	12
2.2.6 Tavoitteet	12
3 MUOVI MATERIAALINA	13
3.1 Rotaatiovalaminen	16
3.2 Polyeteeni	18
4 ROTAATIOVALUTUOTANNON NYKYTILAN KARTOITTAMINEN	22
5 ROTAATIOVALAMISEN UUDET TOIMINTAMALLIT	24
5.1 Uunien tyhjäkäyttö	25
5.2 Taukojen porrastaminen ja pituuksien oikeanmukaisuus	25
5.3 Rotaatio-osaston kolmas mies	26
5.4 Uudet ohjeet, kun uunit ovat täynnä eikä tuotteita ole purussa	26
5.5 Muottien purkaminen välittömästi jäähdetyksen jälkeen	26
5.6 Kunnossapidon toimivuus	27
5.7 Yhtenäiset toimintatavat	27
6 UUSIEN TOIMINTAMALLIEN TOTEUTUS JA SEURANTA	28
7 TUTKIMUSTULOKSET	31
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	32
9 YHTEENVETO	33
LÄHTEET	34

LIITTEET

LIITE 1 Ajanseurantalomake

1 JOHDANTO

Pipelife Finland Oy on Suomen johtava LVI- ja ympäristömuovituotteita tuottava yhtiö. Yhtiön tuotevalikoima koostuu muovisista putki- ja kaivotuotteista kohdistuen erilaisiin rakennuskohteisiin. Yhtiön tuotevalikoimaan kuuluvat myös erilaiset ympäristöjärjestelmät. Pipelife Finland Oy:n tuotantolaitokset sijaitsevat Haaparannassa, lissä, Joensuussa, Jyväskylässä ja Utajärvellä. Yhtiö työllistää Suomessa noin 135 henkilöä, ja sen pääkonttori sijaitsee Oulussa. Pipelife Finland Oy on osa Euroopan toiseksi suurinta putkialan konsernia, jonka pääkonttori sijaitsee Wienissä Itävallassa. Yhtiöllä on 27 tuotantolaitosta Euroopassa ja USA:ssa sekä myyntikonttoreita 26 eri maassa. (Yrityksestä - Pipelife Finland Oy.)

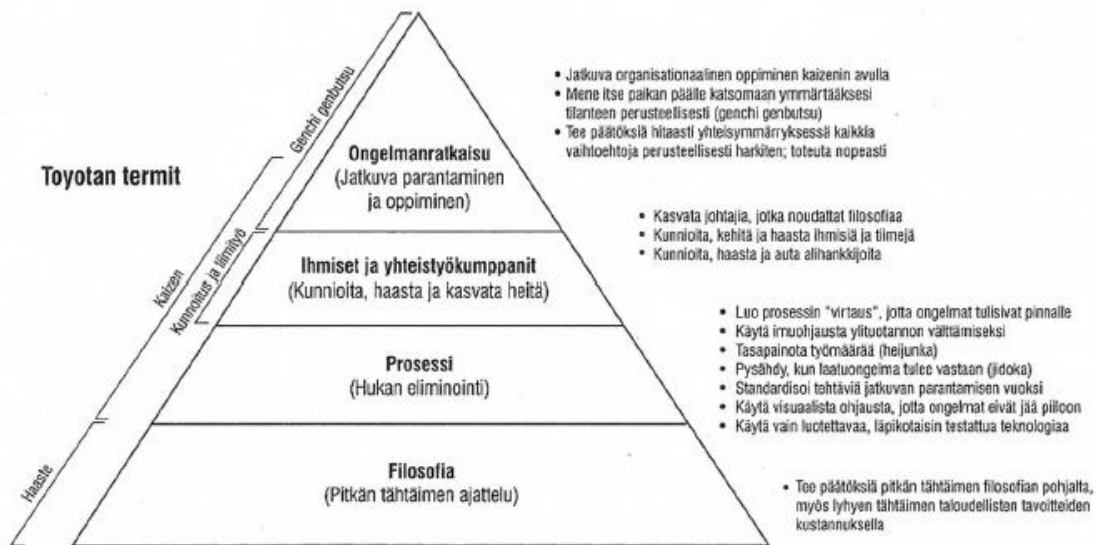
Työ on tehty Pipelife Finland Oy:n lin tehtaalla. Lin tehtaan tuotanto koostuu varastokaivojen, mittailauskaivojen, kaapelikaivojen, pumppaamotuotannon ja rotaatiovalamisen alihankinnan valmistuksesta. Kohteena on tehtaan rotaatiovalutuo- tanno, jossa tuotantotehokkuus ei ole sille vaadittu tasolla. Lin tehtaalle kevään 2015 aikana tehty kaivotuotannon tehostamisen projekti avasi mahdollisuuden myös opinnäytetyön tekemiseen, sillä työt olivat tyyliltään samankaltaisia. Työn toimeksiantaja oli tehtaanjohtaja Mika Pälvilä, jonka kanssa yhteistyössä on suunniteltu, mitä tuotannosta tulevaisuudessa halutaan sekä miten tuotantoa tulee kehittää, jotta se tulevaisuudessa on kannattavaa.

Tavoitteena työssä on saada tehostettua tuotantoa sille vaadittuihin lukemiin tutkimusten ja kehitysten avulla. Työn toimeksiannon yhteydessä tuli ilmi, että tuotannon toimintatapoja tullaan muuttamaan työstä saatavien tulosten perusteella huomattavasti. Tehtaan johdon mukaan työlle on erittäin kova tarve, joten opinnäytetyön ajankohta osui juuri oikeaan aikaan.

2 LEAN-TOIMINTAMALLI

2.1 Leanin historiaa

Lean-toimintamalli on lähtöisin Japanista Toyotan tehtaalta, johon toimintamalli kehiteltiin heti toisen maailmansodan jälkeen. Jeffrey K. Liker on tutkinut Toyotan toimintamallia noin 20 vuoden ajan ja on kiteyttänyt sen neljään luokkaan (kuva 1): filosofia, prosessi, ihmiset ja yhteistyökumppanit sekä ongelmanratkaisu. Filosofia käsittää pitkän tähtäimen ajattelun tavoitteiden saavuttamiseen, esimerkiksi asiakkaan arvon jatkuvaan lisäämiseen. Prosessiin kuuluu hukun poistaminen erilaisilla Leanin työkaluilla kuten arvovirtakuvaus. Ihmiset ja yhteistyökumppanit sisältävät omien sekä verkostojen henkilöstön kunnioittamisen, kehittämisen ja haastamisen sekä johtajien kasvattamisen. Ongelmanratkaisu tarkoittaa tuotannon jatkuvaa parantamista ymmärtämisen pohjalta. (Liker 2006, 6–7.)



KUVA 1. Toyotan toiminnan neljä peruseriaatetta (Liker 2006, 6)

Lean-toimintamalli on kehitelty Toyotan tuotantomenetelmien ja periaatteiden pohjalta. Toimintamalli on saanut yleistyessään muualla ensiksi jalansijaa autoteollisuudesta, ja nykypäivänä se onkin yksi yleisimmistä tuotannon toimintamalleista lähes kaikilla eri aloilla. Lean-periaatteen itselleen omaksuvat yritykset ovat normaalisti hyvin menestyviä ja nopeasti kasvavia omalla alallaan. (Kouri 2009, 6.)

Maailmalla alettiin huomioida Toyotan toimintamallia 1980-luvulla, kun selvisi, että japanilaiset autot ovat pidempi-ikäisiä sekä vaativat huomattavasti vähemmän huoltoa kuin amerikkalaiset autot. 1990-luvulla maailmalla alettiin huomioida Toyotan erityinen tapa suunnitella autoja nopeasti ja luotettavammin, minkä perusteella Lean-toimintamallia alettiin tutkia sekä ottaa käyttöön muualla maailmassa. (Liker 2006, 3.)

2.2 Lean tuotannossa

Lean-mallia ajatellaan monesti oudolta kuulostavaksi toimintaperiaatteeksi ja menetelmäksi, jossa käytetään paljon erikoisia kehitystyökaluja. Lean-toimintamallin tavoitteena on kuitenkin kehittää yritystä ja sen henkilöstöä osaamisen parhaalle mahdolliselle tasolle. Henkilöstön osallistuminen kehitysajatteluun ja yrityksen entinen tapa toimia vaikuttavat merkittävästi Lean-toimintamallin omaksumiseen sekä osaamisen kehittymiseen. (Kouri 2009, 5.)

Toimintamalli näkyy tuotannossa selkeästi organisoinnissa sekä kehitystoiminnassa, jolla pyritään jatkuvasti parantamaan tapaa toimia. Toimintamalli on myös erittäin selvästi yhteydessä yrityksen kulttuuriin sekä koko henkilöstön osallistumisena kehityshankkeisiin. Lean-mallissa pyritään kehittämään toimintaa osa-alueilla, jossa tuotteen arvo fyysisesti luodaan. Toimintamallilla pyritään yksinkertaisuudessaan parantamaan tuotannon tarkoituksenmukaisuutta tuotetta ajatellen sekä järjestyttävyyttä ja täsmällisyyttä asiakkaalle koostuvan arvon mukaisesti. Lean-toimintamallin tarkoitukset on kiteytetty kuvaan 2, joissa havainnoidaan toimintamallin tarkoitukset. (Kouri 2009, 5.)



KUVA 2. Lean-toimintamallin tarkoitukset (Kouri 2009, 7)

Tuotteen tai palvelun arvo toimintamallissa määritellään asiakkaan näkökulmasta katsottuna. Arvo tuotteeseen muodostuu ominaisuuksista, laadusta, toimitusajasta ja varmuudesta. Asiakkaat määrittelevät arvon eri tavoilla omista näkökulmistaan katsottuna. (Kouri 2009, 6.)

2.2.1 Kehittäminen

Lean-toimintaa yrityksessä voidaan kehittää monella eri menetelmällä ja kaavamaisella järjestyksellä, mutta yleisimpänä menetelmänä toiminnan kehittämiseen käytetään seuraavaa viisiosaista järjestystä (Kouri 2009, 8–9):

1. Ensimmäisenä tuotteelle määritellään arvo sen mukaan, mistä asiakas on valmis maksamaan. Määrittelemällä arvo voidaan keskittyä kehittämään oikeita asioita.
2. Toisena kuvataan yrityksessä arvoketju, jotta voidaan kartoittaa arvoa nostavat sekä nostamattomat toiminnot. Kuvauksen perusteella pyritään eliminoimaan arvoa nostamattomat toiminnot sekä tehostetaan toimintaa arvoa nostavissa toiminnoissa.
3. Kolmannessa vaiheessa materiaalivirta pyritään mahdollisuuksien mukaan toteuttamaan siten, että materiaali liikkuu eteenpäin ilman viivästyksiä arvoketjun mukaisesti. Tämä vaatii tuotannolta koneiden ja laitteiden sijoittelua siten, että välivarastot saadaan minimoitua.

Tämän avulla materiaalivirta on katkeamaton, koska siirtomatkat ovat mahdollisimman lyhyitä.

4. Neljännessä vaiheessa keskitytään valmistamaan tuotteita asiakaslähtöisesti. Tuotteita valmistetaan vain todellisten tarpeiden mukaisesti ja varastoon valmistamista pyritään välttämään.
5. Viidennessä vaiheessa tuotannon eri osa-alueita kehitetään jatkuvasti sekä toimintatapoja parannetaan koko ajan, jotta laatu ja tehokkuus saadaan hiottua parhaalle mahdolliselle asteelle.

2.2.2 Hukka

Lean-toimintamallissa tehokkuuden ja tuoton kasvattaminen ei perustu työtahdin tai määrän kasvattamiseen, vaan hukkien löytämiseen tuotannosta sekä niiden eliminoimiseen. Hukalla tarkoitetaan kaikkea turhaa ja arvoa kasvattamatonta työtä tuotannossa. Kun hukkia aletaan etsimään ja eliminoimaan jatkuvasti, työn tuottavuus ja laatu paranevat. Tuotannossa ilmenevät hukat jaetaan seitsemään kategoriaan:

1. **Ylituotanto** tarkoittaa tuotteiden valmistamista enemmän kuin on tarpeellista.
2. **Odottelu ja viivästykset** tarkoittavat kone- ja laitehäiriöiden sekä materiaalista aiheutuvien puutteiden aiheuttamia seisahduksia.
3. **Tarpeeton kuljettaminen** tarkoittaa ylimääräistä tuotteen liikuttelua työpisteiden välillä.
4. **Laatuvirheet** ovat hukkaa materiaalin ja kapasiteetin tuhlausena.
5. **Tarpeettomat varastot** pidentävät läpimenoaikoja ja tuottavat ylimääräistä työtä.
6. **Ylikäsittely** on asiakkaan näkökulmasta ajatellen arvoa nostamattomien vaiheiden tekemistä.
7. **Tarpeeton liike työskentelyssä** työpisteiden välillä on hukkaa, kun se ei nosta tuotteen arvoa. (Kouri 2009, 10–11.)

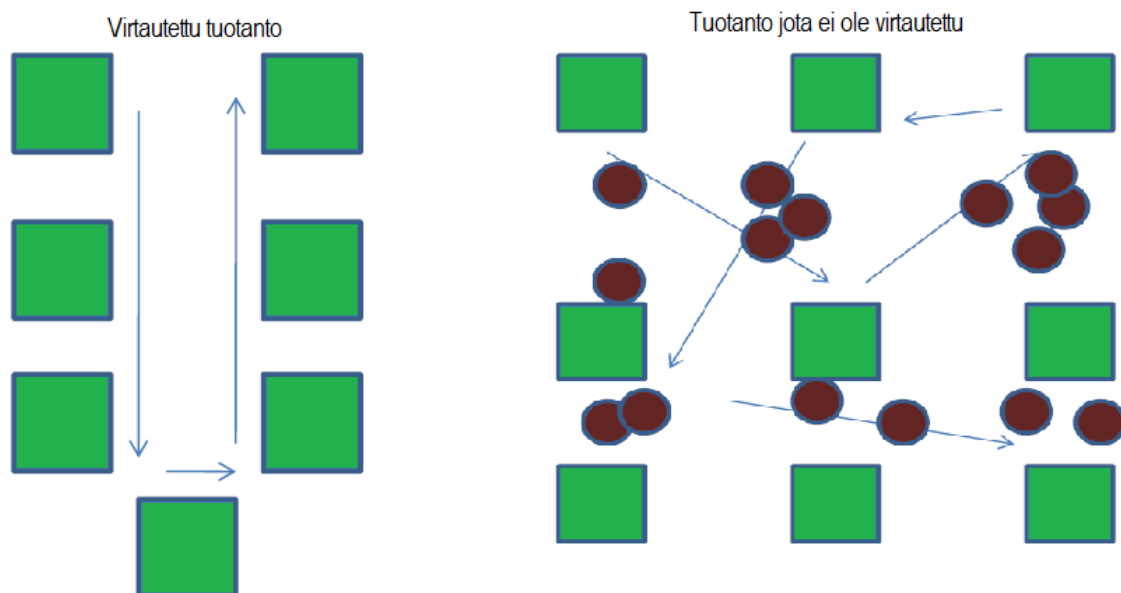
2.2.3 Jatkuva parantaminen

Lean-toimintamallissa kehittäminen perustuu jatkuvaan ja systemaattiseen toiminnan parantamiseen. Tuotteiden ja toiminnan laadun vastuu on yrityksessä työntekijöillä itsellään. Yrityksessä kehitystoimintaa toteutetaan jatkuvasti osastokohtaisesti, jolloin pohditaan ja toteutetaan ratkaisuja esille tulleisiin ongelmiin ja parannuskohteisiin. (Kouri 2009, 14.)

Lean-toimintamallin omaksuvissa yrityksissä ongelmat nähdään tilaisuutena kehittää ja tehostaa omaa toimintaa. Monesti varastojen poistaminen tuotannosta virtauttamisen parantamiseksi tuo esille monia uusia ongelmia, joita voidaan alkaa kehittämään. Työvaiheiden toimintavarmuus ja laadun kehittäminen nostaa koko yrityksen toiminta-astetta ja kannattavuutta. (Kouri 2009, 14.)

2.2.4 Virtaus

Jotta Lean-tuotantoa voidaan kehittää, se edellyttää materiaalivirran optimoimista tuotannossa. Tavoitteena virtauttamisella on valmistaa tuotteet nopeasti todellisten tarpeiden mukaisesti. Keskenäinen tuotanto ja varastotasot tulee pitää mahdollisimman pieninä, jotta tuotteet virtaisivat tuotannossa pysähtymättä ja tuotteita valmistettaisiin varastoon mahdollisimman vähän. Kuvassa 3 on esitetty kuva, miltä virtautettu tuotanto näyttää suhteessa ei-virtautettuun. (Kouri 2009, 20.)



KUVA 3. Havainnointi virtautetusta tuotannosta suhteessa ei-virtautettuun (Kouri – Isopahkala 2010)

Virtausta seurataan ja mitataan tuotteen läpimenoajan perusteella, millä tarkoitetaan aikaa, joka kuluu tuotteen valmistuksen aloittamisesta tuotteen valmistumiseen. Keskenäinen tuotanto vaikuttaa suoraan läpimenoaikaan, sillä jos tuotannossa on paljon keskenäisiä tuotteita, hidastaa se läpimenoaika. (Kouri 2009, 20.)

2.2.5 Laatu ja 5S

Lean-toimintamallissa laatu ja sen varmistaminen ovat työntekijöiden vastuulla, ja se on osa päivittäistä työrutiinia. Tämä tarkoittaa, että jokaisen työntekijän on tarkkailtava ja suoritettava laadunmittausta ennalta määrättyjen ohjeiden perusteella. Mikäli tuotannossa havaitaan jotain laadusta poikkeavaa tai laatuun heikentävästi vaikuttavaa, työntekijä raportoi siitä välittömästi. (Kouri 2009, 24.)

Laatupoikkeamien ja virheiden nopea havaitseminen sekä niistä raportointi säästävät huomattavasti, koska ne eivät pääse etenemään tuotannossa. Ne eivät myöskään pääse kasvattamaan kustannuksia, joita syntyy viallisen tuotteen valmistamisesta. Raportointi aloittaa aina myös tutkimuksen, jotta saadaan selville, mistä poikkeamat ja virheet johtuvat. Näitä syitä eliminoimalla saadaan tuotannon laatua parannettua ja vietyä uudelle tasolle. (Kouri 2009, 24.)

Lean-toiminnassa perusajatuksena on, että tuottavaa ja laadukasta työtä voidaan valmistaa ainoastaan siistissä työympäristössä. 5S on yksi ensimmäisen vaiheen työkaluista, jota käytetään, kun yritys on siirtymässä Lean-toimintamalliin. 5S on työkalu, jolla huolehditaan tuotannon siisteydestä, järjestyksestä sekä sen kehityksestä ja ylläpidosta. (Kouri 2009, 26.)

2.2.6 Tavoitteet

Lean-toimintamallissa käytetään havainnointiin mittari- ja tavoitetauluja, jotka ovat selvästi esillä aluekohtaisilla ilmoitustauluilla, joilla seurataan tuotannon laatua, hukkailmiöitä ja tuotannotehokkuutta. Mittaamisella ei ole tarkoitus lisätä työntekijöiden paineita, vaan huomata mahdolliset ongelmat ja poikkeamat heti niiden ilmaannuttua. Jos tuotannon määrä tai laatu ei ole tavoitteellisissa lukemissa, selvitetään miksi näin on tapahtunut.

Lean-tuotannossa tarkoituksena on keskittyä valmistusprosessien laadun ja tehokkuuden jatkuvan parantamiseen. Yrityksen johtohenkilöstö tarvitsee mittareiden tietoja tuotannon johtamisen ja kehittämisen tueksi. Sellaista toimintaa ei voi kehittää, minkä suoritustasoa ei tiedetä eikä kehitystavoitteita voida asettaa ilman mittareita. (Kouri 2009, 28–29.)

3 MUOVI MATERIAALINA

Muovit ovat ihmisen tekemiä raaka-aineita, joista on valmistettu lukematon määrä erilaisia tuotteita, joita käytetään mitä erilaisimmissa sovellutuksissa. Yleisesti muovien hyviä ja huonoja puolia on listattu taulukossa 1. Muovien historia ajoittuu aina vuoteen 1862 asti, jolloin Alexander Parkens on esitellyt Lontoossa sellunoidin uutena tuotteena, joka oli jalostettu sen aikakauden selluloosasta. Selluloidi on selluloosanitraatin ja kamferin yhdiste, josta valmistetaan muun muassa nappeja sekä erilaisia rasioita. Öljynjalostuksen kehittyminen ja sen lopputuotteisiin kuuluvien raaka-aineiden kehittäminen on ollut muoviteollisuuden tärkein asia, jotta ala on voinut kehittyä. (Kurri – Malen – Sandell – Virtanen 2008, 13–14.)

TAULUKKO 1. Muovien hyviä ja huonoja ominaisuuksia (Kurri ym. 2008, 22)

+	-
Keveys ja lujuus suhteessa painoon	Viruminen
Kemikaalien kesto	Mekaanisten ominaisuuksien riippuvuus lämpötilasta
Korroosion kesto	
Eristyskyky	
Muotoiltavuus	
Optiset ominaisuudet	
Pieni kitkakerroin	
Palavuus/palamattomuus	
Kierrätettävyys	

Muovi on ominaisuuksien kannalta erittäin mielenkiintoinen materiaali, koska sen ominaisuuksia voidaan räätälöidä todella monipuolisesti. Muovia voi säätää ominaisuuksiltaan aina pehmeästä kovaan ja jopa teräksen veroiseksi. Materiaali on myös erittäin kilpailukykyinen muihin nähden hintansa ansiosta, minkä vuoksi muovia aletaankin pitämään nykyaikana vaihtoehtona monelle eri materiaalille. Taulukossa 2 on esitetty teollisuudessa yleisimmin käytettäviä muoveja ja niiden ominaisuuksia. Ominaisuuksiin nojautuen muoviteollisuudessa valitaan oikea raaka-aine tuotteelle sen vaatimusten mukaisesti. Käyttökohde-sarakkeessa on esitetty tuotteita, mitä kyseessä olevasta muovilajista voidaan valmistaa. (Kurri ym. 2008, 22.)

TAULUKKO 2. Yleisimmät muovit ja niiden ominaisuuksia (Kurri ym. 2008, 25)

Muovilaji	Lyhenne	Tiheys g/cm ³	Vetolujuus N/mm ²	Kovuus	Käyttökohteita
Polyeteeni	PP	0,93–0,96	9-29	20–70	putket, säiliöt, lelut, kalvot
Polypropeeni	PP	0,91	31	73	putket, säiliöt, kalvot, narut
Polyvinyylikloridi	PVC	1,2–1,4	13–70	65–140 (Shore D)	putket, säiliöt, altaat, profiilit, lattiamatot, kalvot
Polystyreeni	PS	1,05	48	150 (H358)	pakkaukset, lelut, koneiden osat, eriste (Styrox)
Polyeteeni tereftalaatti	PET	1,37	73	140 (H358)	pullot, kuidut, hammaspyörät, pakkaukset
Polyamidi 6	PA6	1,14	75–85	58 (-)	laakerit, liukupinnat, hammaspyörät, kuidut, urh.välineet
Polyamidi 6.6	PA6.6	1,14	82–94	68 (-)	kuten PA6
Polyamidi 11	PA11	1,04	40–50	-	suodatinlevyt, vuoraukset
Polyasetaaali	POM	1,42	68	130 (-)	liukulaakerit, venttiilien osat
Polytetra fluorieteeni	PTFE	2,14–2,18	27	51–56 (Shore D)	laakerit, liukukiskot, vuoraukset (kattilat), tiivisteet
Polykarbonaatti	PC	1,2	63–68	95 (H358)	optiset laitteet, levyt, CD:t, lampun osat, astiat, pistorasiat
Polumetyyli metakrylaatti	PMMA	1,18	72	170 (H358)	optiset laitteet, ikkunat, vitriinit, lampun osat, kotelot
Akryyliniiriini butadieeni styreeni	ABS	1,06	47	88 (H358)	astiat, koneiden kotelot, lelut, profiilit, rasiat, auton osat
Polyuretaani	PUR	1,25	30–38	68–97 (Shore D)	johteet, eristeet, ketjupyörät
Tyydyttämätön polyesteri	UP	1,3–1,7	60–200	150–190 (H358)	säiliöt, putket, vuoraukset, veneet, autonkorit
Melamiini formaldehydi	MF	1,4–1,5	> 50	180–200 (H358)	laminaatit (pöydät), sähkötarvikkeet, tuhakupit
Fenoli formaldehydi	PF	1,3–1,8	55–120	210–380 (H358)	sähkötarvikkeet, laatikot, kotelot (PF = bakeliitti)

3.1 Rotaatiovalaminen

Rotaatiovalu on muovin yksi vanhimmista valmistusmenetelmistä ja samalla myös menetelmä, josta ei löydy paljon tutkimustietoa eikä kirjallisuutta. Syynä tähän on menetelmän jatkuva kehittyminen ja muuntautuminen. On selvitetty, että ensimmäiset rotaatiomenetelmällä valetut tuotteet ovat vuonna 1920 valmistetut suklaamunat Hollannista. Yleisesti rotaatiovalamalla valmistetut tuotteet ovat erikokoisia onttoja kappaleita, muun muassa erilaisia jätevesijärjestelminä toimivia säiliöitä ja pumppaamoita (kuva 4). Menetelmällä voidaan valmistaa tuotteita suurista säiliöistä aina pieniin leluihin saakka. (Kurri ym. 2008, 127.)



KUVA 4. Rotaatiovalumenetelmällä valmistettu pumppaamon aihio

Rotaatiovalu tapahtuu yleisesti neljässä vaiheessa, joka alkaa muotintäytöstä, jossa jauomainen raaka-aine laitetaan muotin sisään. Muotti suljetaan, minkä jälkeen se siirretään uuniin pyörimään. Uunissa muotti pyörii käsivarteen kiinnitettynä oman akselinsa ympäri. Lisäksi käsivarsi pyörii oman akselinsa ympäri, jolloin raaka-aine plastisoituu muotin muotojen mukaisesti. Ennalta määritellyn uuniajan jälkeen muotti siirretään jäähdytykseen, jossa muotti on määritetyn jäähdy-

tysajan verran. Muotin ollessa oman aikansa jäädytyksessä se siirretään purkupaikalle ja muotista puretaan valautunut tuote pois. Kappaleissa ei yleensä synny jännitteitä ja raaka-aine valautuu seinämiin tasaisesti. (Kurri ym. 2008, 127.)

Rotaatiovalussa tärkein elementti on muotti, joka on hinnaltaan huomattavasti edullisempi verrattuna toiseen muovien valmistusmenetelmään, ruiskuvalamiseen. Muotin seinämävahvuus on yleisesti 2–10 mm, ja siksi muotit pysyvät massaltaan keveinä verrattuna muihin muovien valmistusmenetelmiin. Muotit valmistetaan yleisesti pellistä (kuva 5), mutta vaikeampaa geometriaa vaativat tuotteet valmistetaan alumiinisella muotilla sen työstettävyyden vuoksi. (Kurri ym. 2008, 128.)



KUVA 5. Pellistä valmistettu muotti

Rotaatiovalulaitteisto koostuu muotin lisäksi pyörimisliikkeen aikaan saavasta laitteistosta ja raaka-ainesäiliöistä annostelijoineen. Kokonaisuutena tämä onkin erittäin tilaa vievä laitteisto, vaikka tapahtuma onkin yksinkertainen. Rotaatiovalukappaleen valmistaminen on kuitenkin työntekijöille erittäin suurta ammattitaitoa vaativa muovien valmistusmenetelmä. Taulukossa 3 on esitetty rotaatiovalamisen hyviä ja huonoja puolia. (Kurri ym. 2008, 128.)

TAULUKKO 3. Rotaatiovalamisen hyviä ja huonoja puolia (Kurri ym. 2008, 128)

+	-
Voidaan valmistaa suuria kappaleita	Tuotteet eivät voi olla teräväsärmäisiä
Lähes kaikki muodot ovat mahdollisia	Seinämät eivät voi olla liian lähellä toisiaan
Edulliset muotit	Ei saa olla kapeita ja syviä syvennyksiä tai ulkone-mia
Voidaan valmistaa pieniä eriä	
Ei jännityksiä eikä yhtymäsaumoja	
Tasavahvuiset seinämät	

3.2 Polyeteeni

lin tehtaalla rotaatiovalutuotannossa käytetään raaka-aineina PE-HD, PE-MD sekä PE-LD (taulukko 4). PE-LD on jäämässä pois tuotannosta raaka-aineena alhaisen tiheyden vuoksi, jolloin tuotteen paineenkesto on alhainen. Rotaatiovalutuotannossa käytettävien muovien tiheydet sekä kiteisyydet ovat tärkein asia valittaessa raaka-ainetta, jotta täytetään ominaisuudet, jotka asiakas on vaatinut. Tuotannossa käytetään puhtaiden raaka-aineiden lisäksi myös kierrätettyä polyeteeniä, joka on käynyt erillisen kierrätysprosessin ennen tuotantoon pääsyä. Pipelife on osittain oma-varainen kierrätysmuovien prosessoinnissa ja uudelleenkäytössä, mutta joissakin tapauksissa kierrätettävien muovien prosessoinnin hoitaa muovien valmistajat. Romumuovit lajitellaan tuotannossa erittäin tarkasti, jotta kierrätysprosentti olisi mahdollisimman suuri.

TAULUKKO 4. Iin rotaatiovalutuotannossa käytettävien muovien tiheydet ja kiteisyydet (Nykyinen)

Muovi	Tiheys g/cm ³	Kiteisyys %
PE-LD	0,910 – 0,940	50 - 65
PE-MD	0,926 – 0,940	80 - 90
PE-HD	vähintään 0,941	75 - 85

Iin tehtaalla polyeteeniä laitetaan muottiin joko suoraan siiloannostelijan kautta, annosteltuna sänkoistä tai säkeissä (kuva 6). Kuvasta 6 voi havainnoida polyeteenin jauhomaisuuden ja raaka-aineen alkuperäisen valkoisen värin. Raaka-ainetta saadaan värjättyä erinäisillä väriaineilla, joita sekoitetaan jauhoihin, jolloin lopputuotteesta saadaan halutun värinen.



KUVA 6. Jauhemaista polyeteeniä säkissä

Polyteenimuoveja käytetään maailmassa eniten. Polyteenit ovat osakiteisiä, joten niiden muotikutistuma on suuri. Muotikutistuma tarkoittaa tuotteen kutistumista sen jälkeen, kun se on kovettunut muottiin. Yleisesti polyteenit ovat halpoja ja niiden kemiallinen kestävyys on lähes erinomainen. Polyteenit eivät kestä lämpöä hyvin, ja ne voivat alkaa pehmentymään jo +40 °C:ssa. Muuntelemalla polyteenin ominaisuuksia saadaan se kestävämpään korkeampia lämpötiloja. Polyteenit alkavat virumaan auringossa, mutta UV-stabilointiaineella siitä saadaan kestävämpi UV-säteilyä vastaan. Raaka-aineella on myös monia muita hyviä sekä huonoja ominaisuuksia, joita taulukossa 7 on esitetty. (Muovimuotoilu, 2005.)

TAULUKKO 5. Polyeteenien ominaisuuksia (Muovimuotoilu. 2005 .)

Hyviä ominaisuuksia	Huonoja ominaisuuksia
Hyvä iskulujuus	Korkea lämpölaajenemiskerroin
Hyvät sähköiset eristysominaisuudet	Virumisherkkä
Alhainen veden absorptio	Huonohko väsymislujuus
Hyvä kemiallinen kestävyys	Paloherkkä
Biologisesti inaktiivinen	Ei kestä hapettavia happoja
Täyteaineiden ja lujitteiden käyttömahdollisuus	Voimakas muottikutistuvuus
Solustettavissa	Vaikea liimata
Halpa hinta	Herkkä jännityssäröilylle
Elintarvikekelppoinen	Huono säänkestävyys
	Alhainen lämpötilankesto
	Heikko repimislujuus

4 ROTAATIOVALUTUOTANNON NYKYTILAN KARTOITTAMINEN

Työ aloitettiin tehtaalla tutustumalla rotaatiovalutuotantoon viikon kestävällä tutustumisjaksolla, jonka aikana kerättiin tietoa toimintatavoista, rutiineista sekä työpäivän koostumuksesta työtehtävineen. Tutustumisjakson aikana havaittiin, miten laaja aihe rotaatiovalaminen on ammattina ja miten paljon erilaisia tehtäviä sisältyy työpäivään. Viikon aikana työntekijöitä haastatteleamalla ja seuraamalla sai jo jonkinlaisen käsityksen, mikä tuotannossa ei toimi niin kuin kuuluisi. Tämän jakson aikana kirjattiin muistiin pääpiirteet työpäivän koostumuksesta sekä tehtiin erilaisia havain- toja auttamaan työn etenemistä jatkossa.

Rotaatiovalutuotanto on tehtaassa kolmivuorotyötä, joka työllistää sesongin mukaisesti vaihtelevan määrän työntekijöitä. Vuorojen miehitys pyritään kierrättämään siten, että aamu- ja iltavuoroissa on kolme työntekijää ja yövuorossa kaksi. Tehtaassa on kaksi rotaatiovalukonetta Roto1 ja Roto2 (kuva 7), joille miehitykseksi on laskettu yksi työntekijä konetta kohti. Aamu- ja iltavuorossa työskentelee kolme henkilöä, mikä mahdollistaa, että yksi työntekijä on kiertävänä apumiehenä purkamassa muotteja kummallakin koneella sekä pakkaa tuotteet ja poistaa valumuotista aiheutuvat purseet valmistuneisiin tuotteisiin. Kuitenkin seurantavaiheessa havaittiin, ettei näin tapahdu, vaan apumiehen rooli on auttaa pelkästään Roto-1 koneella työskentelyä, jolloin toisen koneen käyttäjä jää tekemään kaikki työvaiheet itsenäisesti.



KUVA 7. Iin tehtaan Roto2-rotatiovalukone

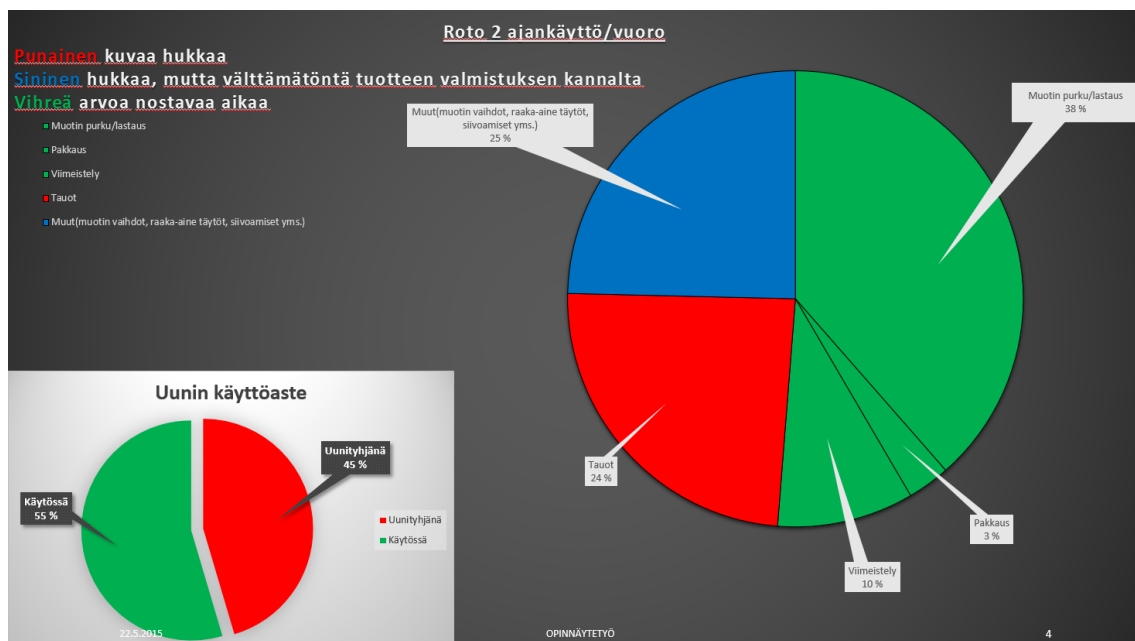
Rotaatiovalutyöntekijän työpäivään sisältyy kaksi 12 minuutin mittaista kahvitaukoa ja 20 minuutin mittainen ruokatauko, joka suoritetaan joustavasti töiden ohessa. Työpäivään sisältyvät seuraavat tehtävät:

- jauhojen annostelu ja värjääminen teollisuus sankoihin tuotekohtaisesti
- muotintäyttö valmiiksi sankoihin annostelluilla raaka-aineilla
- prosessin käyttäminen
- tuotteiden purkaminen muoteista
- tuotteiden viimeistely
- tuotteiden pakkaaminen
- raaka-aine sillojen täyttäminen
- romujen paloitleminen, punnitseminen ja pakkaaminen kontteihin
- muotin vaihtaminen
- rotaatio-osaston siivoaminen.

Viikon mittaisen tutustumisjakson jälkeen alkoi ajankäytönseuranta. Seurannan alussa aloitettiin keräämään aikoja kaikista työ- ja prosessivaiheista, mutta menetelmä vaihtui jo ensimmäisen seurantaviikon jälkeen. Viimeiset seurantaviikot kerättiin aikoja pelkästään tauoista, uunijajoista ja jauhojen valmistukseen kuluva ajasta. Tuotannosta kelloitetut ajat kirjattiin kynällä ajankäytön seurantalomakkeelle (liite 1).

5 ROTAATIOVALAMISEN UUDET TOIMINTAMALLIT

Seurantavaiheen aikana kävi ilmi selvästi, mitkä seikat vaativat muutoksia ja tuottavat hukkaa tuotannossa erittäin paljon, sekä menetelmät ja motivaatio, jolla työtä tehdään. Näihin asioihin keskityttiin jo seurantavaiheen kahdella viimeisellä viikolla ja näistä kerättiin aikadataa sekuntikellolla analysointia varten. Analysointijakso kesti kaksi viikkoa ja sisälsi kerätyn datan kirjaamisen Excel-taulukkolaskentaohjelmaan ja niiden perusteella nykytilan kuvaajien (kuva 8) valmistamisen. Saatujen tulosten perusteella tehtiin ehdotukset uusista toimintatavoista ja menetelmistä. Analysoinnin tulokset esitettiin palaverissa Powerpoint-ohjelmalla tehdyn esityksen muodossa tehtaan johdolle.



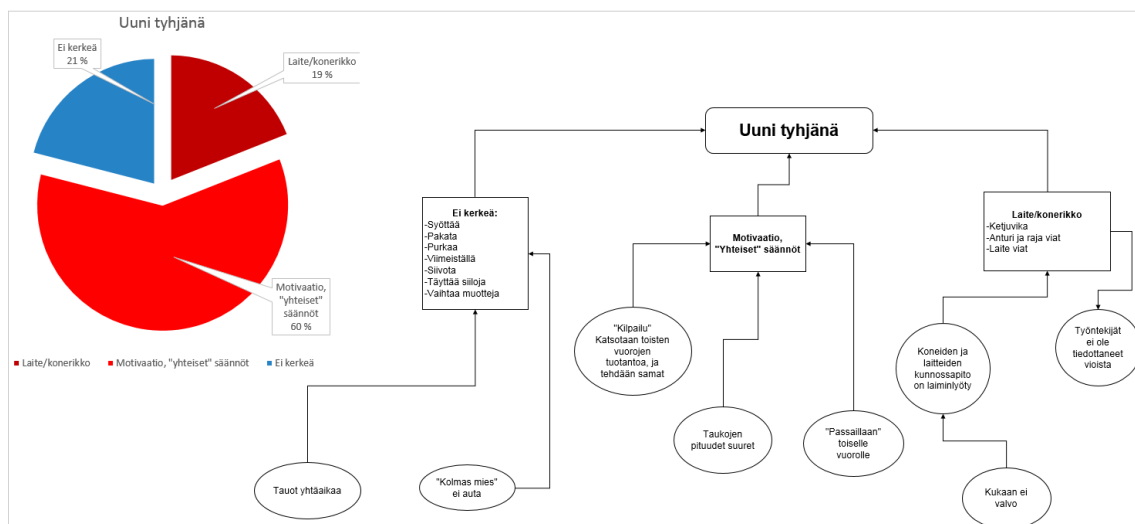
KUVA 8. Kuvaaja Roto2-koneen ja miehityksen ajankäytöstä

Palaverin päätösten mukaisesti analysointitulokset esitettiin rotaatio-osaston henkilöstölle. Työntekijöille annettiin lähtökohdat ja tavoitteet, joiden pohjalta toimintaa tulisi muuttaa. Pää tavoitteena oli poistaa hukkaa, jota syntyy uunin tyhjääjoista. Luvuissa 5.1–5.7 käsitellään kohdat, jotka esitettiin analysoinnin perusteella toteutettaviksi kehitysideoiksi.

5.1 Uunien tyhjäkäyttö

Nykytilassa sulatusuunit olivat tyhjänä keskimäärin 2,5 tuntia/kone vuoroa kohden. Uuneja pidettiin tyhjänä erilaisista syistä: liian kiireellinen työtahti, ei tehdä enempää töitä kuin edellisenkään vuoro ja tehdään toiselle vuorolle vuoronvaihtoon tilanne, jossa ei heti töihin tultaessa tarvitsisi purkaa tuotetta.

Uunin tyhjänä pitäminen maksaa yritykselle vuositasolla paljon, ottaen huomioon laitteiden ikääntymisestä, sähkönkulutuksesta ja kaasusta koostuvat kustannukset, jotka syntyvät uunin hukkaajasta. Tekemättöminä töinä mitattaessa tyhjääika on merkittävän suuri yrityksen liikevaihtoa ajatellen. Tulevaisuudessa päällimmäinen tavoite tuotannossa on, että sulatusvaiheessa olisi aina tuote ja tätä kautta päästäisiin tavoitteisiin. Kuvassa 9 on palaverissa esitetty ja oikeanmukaiseksi todettu kaavio uunien tyhjääikojen syistä.



KUVA 9. Kaaviomuotoinen havainnointikuva uunien tyhjääikojen syistä

5.2 Taukojen porrastaminen ja pituuksien oikeanmukaisuus

Nykytilassa työntekijät pitivät tauot yhtä aikaa, jolloin jäähdytyksestä tulevat tuotteet pääsivät kasaantumaan purkupisteelle. Taukojen vuoksi uusia tuotteita ei pystytty siirtämään sulatukseen ja tuotteet pääsivät jäähtymään muotteihin, jolloin niiden irrotuksessa ilmeni ongelmia. Tauot venyivät todella pitkiksi ja olivat keskimäärin jopa 2,2 tuntia työntekijää kohden vuorossa, mikä tekee

noin 150 vuoroa taukoa vuodessa. Tämä asia tuotti paljon hukkaa ja ongelmia tuotantotehokkuuteen, uuniaikoihin, läpimenoaikoihin sekä tuotantomääriin.

Tulevaisuuden toimintamalli nojautuu muovialan työehtosopimukseen. Työehtosopimuksessa todetaan, että työntekijällä on oikeus pitää virkistystauko kahdesti päivässä siten, että ne mahdollisimman vähän häiritsevät tuotannollista toimintaa. Ruokatauko tulee hoitaa työn kannalta sopivimpana ajankohtana vuoron keskivaiheilla, poikkeaman ollessa kaksi tuntia molempiin suuntiin. Tulevaisuudessa tauot aamuvuorossa porrastetaan, jotta koneilla on aina käyttäjä, jolloin työt eivät pääse kasaantumaan. Ilta- ja yövuorossa taukoja porrastetaan mahdollisuuksien mukaan.

5.3 Rotaatio-osaston kolmas mies

Kolmas mies tuotannossa oli tottunut työskentelemään pelkästään Roto1:llä, jolloin Roto2:n koneenhoitaja joutui suorittamaan tehtävät yksin. Tämä laskee tuotantotehokkuutta huomattavasti ja kuormittaa toisen koneen käyttäjää erittäin paljon. Seurantajakson tuloksia analysoimalla kävi ilmi, että kolmas mies kerkeää hoitaa molempien koneiden viimeistelyn sekä pakkaamisen. Tulevaisuudessa kolmannen miehen työtehtäviin kuuluvat nämä edellä mainitut tehtävät.

5.4 Uudet ohjeet, kun uunit ovat täynnä eikä tuotteita ole purussa

Nykytilassa kaikkien varsien ollessa kierrossa työntekijät pitivät yleisesti taukoja ja muut työt kasaantuivat vuoron viimeiselle neljännekselle, joten tuotannollinen toiminta jäi vähäiseksi viimeisellä neljänneksellä. Uusi toimintamalli tälle tilanteelle tulevaisuudessa on seuraava: 1. Autetaan toisen koneen käyttäjää. 2. Valmistellaan tuotantoa esimerkiksi täyttämällä siilot, annostelemalla jauhot ja tekemällä muottityöt. 3. Hoidetaan romuasiat, järjestellään ja siivotaan.

5.5 Muottien purkaminen välittömästi jäähdytyksen jälkeen

Nykytilanteessa muotit seisovat pitkiä aikoja jäähdytyksen jälkeen ja odottavat pääsyä purkuun. Tuotteet pääsevät jäähtymään muottiin pitkien seisonta-aikojen vuoksi ja ovat näin hankalampia irrottaa kuin suoraan jäähdytyksen jälkeen. Hankalan irrotuksen vuoksi voi syntyä laatuongelmia

iskujen ja vääntämisen takia, ja tuote voi näin päätyä romuksi. Tämä toimintamalli on helposti muutettavissa uudella toimintamallilla, jossa muotit puretaan välittömästi jäähtytyksen jälkeen.

5.6 Kunnossapidon toimivuus

Nykytilassa työntekijät eivät tiedä vastauksia kysymyksiin kuka, mitä, missä ja milloin kunnossapitoa hoidetaan. Neljän viikon mittaisen seurantajakson aikana rotaatiovalukoneet seisoivat yhteensä käyttämättömänä 29 tuntia seitsemän eri vikatapauksen seurauksena. Suurin osa vioista olisi voitu ehkäistä tiedottamalla laitehäiriöistä, tarkastamalla ja huoltamalla laitteita. Tulevaisuudessa tehtaan kunnossapidolta vaaditaan raportit ja säännöllinen ennakoiva kunnossapito rotaatio-osastolle. Kunnossapidon toimivuutta tarkastellaan satunnaisesti, jotta voidaan varmistua sen toimivuudesta.

5.7 Yhtenäiset toimintatavat

Rotaatio-osaston tulisi toimia yhtenäisesti, mutta työntekijät ovat juurtuneet ajatusmaailmaan, jossa tavoitteena on hoitaa vain oma tehtävä eikä auttaa, ohjeistaa ja yhtenäistää toimintaa. Tästä johtuen tuotannossa on aika-ajoin tullut virheellisiä romuksi meneviä tuotteita, sillä työtavat ovat keskenään erilaisia eikä ole yhdessä päätetty menetelmiä ongelmien poistamiseksi. Uuden toimintamallin mukaisesti aina virheellisen tuotteen havaittua tulee miettiä juurisyyn ongelman poistamiseksi. Sen seurauksena saadaan toimintatavat yhtenäistettyä ja kommunikaatiota vuorojen kesken tulee tehostaa, jotta toimintaa saadaan yhtenäistettyä.

6 UUSIEN TOIMINTAMALLIEN TOTEUTUS JA SEURANTA

Rotaatiovalutuotantoon asetettiin tavoitteeksi uunien tyhjääaikojen minimointi ja taukojen oikeanmittaisuus, jotka vaikuttavat tuotantotehokkuuden huomattavaan nousuun. Tavoitteisiin pääsemiseksi työntekijöille esitettiin nykytilankuvaus rotaatiovaluosastosta ja uudet toimintamalliehdotukset. Työntekijöille annettiin neljä työviikkoa aikaa keksiä joko itsenäisesti tai ryhmässä toimenpiteitä tavoitteisiin pääsemiseksi. Neljän viikon aikana työntekijät kirjasivat ehdotukset muistiin, ja jakson lopussa toimenpiteet käytiin läpi palaverissa. Aika sisälsi myös siirtymän uusiin toimintamalleihin, ja palaverin päätösten mukaisesti käyttöön otettiin uudet toimintamallit räätälöityinä neljän viikon jakson päätyttyä. Tuotannon uusiksi toimintamalleiksi otettiin seuraavat:

1. Työajan tehokas käyttö vuorovaihtotilanteessa

Vuorovaihtoon liittyvän työajan tehostaminen toteutettiin yhdessä sopimalla asia rotaatio-osaston väen kanssa. Vuorovaihdon sovittiin tulevaisuudessa tapahtuvan prosessityöhön kuuluvalla tavalla. Käytännössä tämä tarkoittaa, että työaika käytetään tehokkaasti vuoronpäättymiseen saakka. Toimintamallia seurataan tulevaisuudessa tuotannossa satunnaisilla tarkastuskäynneillä vuorovaihtojen aikana, jossa havainnoidaan uunien käyttöastetta. Toimintamalli vaikuttaa suoraan tuotantotehokkuuden nousuun, koska ennen uuneja pidettiin tyhjänä pitkään vuorovaihtojen yhteydessä.

2. Siilon täyttäminen

Siilon täyttö on ennen hoidettu ajankohtina, jolloin raaka-aine on saattanut jo loppua ja täyttäminen on monesti jätetty kesken, minkä seurauksena täytöt ovat olleet vajaita. Sovittiin, että tulevaisuudessa siilon täytön hoitaa kokonaisuudessaan työntekijä, joka sen tuotannollisesti parhaimpana ajankohtana pystyy hoitamaan. Toimintamallia seurataan satunnaisilla tarkastuksilla ja haastattelemalla työntekijöitä aiheesta. Toimintamalli vaikuttaa tuotantotehokkuuden nousuun, koska silloa ei tarvitse tulevaisuudessa alkaa täyttämään useaan kertaan ja raaka-ainetasot eivät pääse loppumaan.

3. Tiimityöskentely

Rotaatio-osaston tiimityöskentely on ollut heikohkoa eikä hyviksi havaituista tuotannollisista toimintatavoista ole keskusteltu eikä saatettu toisten tietoisuuteen. Sovittiin, että tulevaisuudessa kommunikaatio toimii työntekijöiden välillä paremmin ja uusista toiminta-

malleista keskustellaan ja kehitetään oman osaston työskentelymenetelmiä yhdessä. Tulevaisuudessa tiimityöskentelyn toimivuutta tarkastellaan haastattelemalla työntekijöitä. Toimintamalli vaikuttaa yleiseen työilmapiiriin parantumiseen ja romuksi menneiden tuotteiden vähenemiseen.

4. Yleisen siisteyden ylläpito

Rotaatio-osastolla on ennen siivottu, milloin on saatettu kerätä ja milloin on huvittanut. Sovittiin, että tulevaisuudessa jokainen työntekijä siivoaa oman osaston kerran vuoron aikana. Toimenpidettä seurataan satunnaisilla tarkastuskäynneillä tuotantotiloissa, jolloin yleisen siisteyden voi helposti havainnoida. Toimintamalli vaikuttaa yleiseen työturvallisuuteen.

5. Raaka-aine annostelu

Ennen tuotekohtaiset raaka-aineet on valmisteltu aina henkilökohtaisesti eikä ole ajateltu koko tuote-erälle kuuluvaa raaka-ainemäärää. Sovittiin, että tulevaisuudessa raaka-aineet valmistetaan aina yhdellä kerralla koko tuote-erälle. Toimintamallia seurataan tulevaisuudessa tarkastuskäynneillä, jolloin valmistettuja raaka-ainemääriä voidaan tarkastella. Toimintamalli vaikuttaa tuotannon tehokkuuden nousuun, koska tulevaisuudessa raaka-aineita ei tarvitse alkaa valmistamaan useaan kertaan.

6. Työtehtävien kierto

Säännölliset työtehtävien kierrot toteutettiin tuotannonsuunnittelun toimesta. Tuotannonsuunnittelu kirjoittaa tulevaisuudessa listan työntekijöiden työtehtäväkierrosta. Lista on kirjattu työntekijöiden vastuualueet tuotannossa. Yhden työtehtävän ajaksi sovittiin yksi viikko, jolloin työtehtäväkierrot kestävät kolme viikkoa. Työtehtävien kierto on sisällytetty tuotannosta kolmas mies, joka auttaa molempien koneiden työntekijöitä. Toimintamallia seurataan tulevaisuudessa satunnaisina käynteinä rotaatio-osastolla, jolloin tarkastetaan listan kierron paikkansa pitävyys. Toimintamalli vaikuttaa työhyvinvointiin ja yleiseen työilmapiiriin. Tuotantotehokkuuteen toimintamalli vaikuttaa nousevasti, koska kierto eri työtehtävissä piristää työntekijää ja työn tehokkuus nousee.

Taukojen pituuksien lakisääteistämiseen puututtiin ainoastaan esittämällä nykytilan kuvauksesta taukojen tämänhetkinen tilanne, jonka pohjalta sovittiin, että taukojen pituuksiin on kiinnitettävä erityisesti huomiota. Samalla esitettiin mahdollinen tulevaisuuden tilanne, jossa taukoja aletaan

seuraamaan kellokortilla, mikäli taukojen lakisääteisyys ei onnistu sopimalla pelisäännöistä. Taukojen pituuksia seurataan tehtaassa satunnaisella otannalla, jotta voidaan varmistaa niiden lakisääteisyys.

Kunnossapidon kanssa sovittiin tarkat säännöt määräajoista, milloin ennakoiva kunnossapito toteutetaan, mitkä ovat ennakoivan kunnossapidon kohteita ja miten ennakoiva kunnossapito sekä huollot suoritetaan. Kunnossapidolliset kehitykset oli helppo toteuttaa ja sopia toimintamallit palaverin yhteydessä, koska tehtaassa on oma kunnossapito-osasto ja kunnossapitovastaava. Kunnossapidon toimivuutta seurataan haastatteleamalla rotaatio-osaston työntekijöitä. Kunnossapidon ja rotaatio-osaston työntekijöille otettiin käyttöön pikaviestintäryhmä, johon vikailmoitukset läitetään kunnossapidon ollessa poissa tehtaalta.

7 TUTKIMUSTULOKSET

Tuloksia työlle ajanmääreissä on mahdotonta erilaisina lukuina määrittää, koska tehtaalla rotaatiovalamalla valmistettavat tuotteet ovat pääasiassa sesonkituotteita. Sesonki painottuu pääasiassa vuodenaikoihin kevät, kesä ja syksy. Kuitenkin tuotantoon tulleet uudet toimintamallit näkyvät jo nyt osana päivittäistä työrutiinia. Taukojen pituuksiin liittyvä hukka on vähentynyt erittäin paljon palaverissa käytyjen keskustelujen ja mahdollisten tulevaisuuden toimintamallien läpikäymisen jälkeen.

Työntekijöitä haastatteleamalla uusista toimintamalleista on osittain tullut hyvää palautetta, minkä tuotannosta voi havaita työilmapiirin, tiimityöskentelyn ja yleisen työhyvinvoinnin parantumisena. Uudet toimintamallit ovat tuoneet työntekijöille selvyyttä työtehtävistä ja siitä, mitkä työtehtävät tuotannossa kenellekin kuuluvat. Työntekijöiden päivittäistä kuormitusta saatiin laskettua sopimalla kolmannen miehen roolista, mikä näkyy suoraan yleisen työhyvinvoinnin ja tuotantotehokkuuden nousuna. Tiimityöskentely on parantunut palaverien ja uusien toimintamallien avulla, jotka vaikuttavat tuotteiden hukkaprosenttiin ja työhyvinvointiin. Osittain uusien toimintamallien käyttöönotosta on tullut muutosvastarintaa, mutta ajan edetessä muutosvastarinta laantuu, kun uudet tavat havaitaan työntekijöiden etujen parhaimmaksi pitkällä tähtäimellä.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Toimeksiannon yhteydessä tavoitteena oli tehostaa rotaatiovalutuotantoa, joka käsitteenä on rajoittamaton tavoite. Voidaan todeta, että tavoitteisiin on jo nyt päästy uusilla tuotannon toimintamalleilla. Rotaatiovalutuotannon tehostamisen työtä tulee yrityksen henkilöstön jatkaa. Tuotannolle tulee suorittaa kattava seurantajakso, jonka tuloksien pohjalta voidaan analysoida tuotannon hukka-aikoja suhteessa nykytilan analysoinnin tuloksiin. Tämän toiminnan perusteella voidaan määrittää, miten tuotanto on työn toimenpiteiden ansiosta kehittynyt.

Tuotannon tehostamisen jatkotoimenpiteenä tulisi tutkia muottien uuni- ja jäähdytysajat ja optimoida ne, jolloin tuotteiden läpimenoaikoja saataisiin laskettua. Tämä toimenpide on mahdollista toteuttaa jo valmiina olevilla Q-pak-laitteistoilla, joka seuraa reaaliaikaisesti muotin, muovimassan ja uunin lämpötilaa. Laitteisto lähettää kaiken datan langattomasti tietokoneelle asennettavaan ohjelmistoon. Toinen tärkeä jatkotoimenpide olisi tutkia pakkaamiseen kuluva aika pakkaamossa, mikä mahdollistaisi rotaatio-osaston ja pakkausosaston välillä pakkauksen optimoinnin sille osastolle, jossa on kapasiteettia suorittaa kyseinen työtehtävä.

Työstä saatuja oppeja voi käyttää hyödyksi tulevaisuudessa projekteissa, joissa täytyy muuttaa tuotantomenetelmiä yhdessä työntekijöiden kanssa. Työtä voi käyttää apuna projekteissa, joissa vaaditaan nykytilan kartoittamista, analysointia sekä niiden pohjalta uusien toimintamallien kehittäminen.

9 YHTEENVETO

Rotaatiovalutuotannon tehostamisen työ aloitettiin keväällä 2015 lin tehtaalla. Työ aloitettiin tutkimalla rotaatiovalamisen ja Lean-toimintamallin aineistoa, josta valittiin asiantuntevan tekstin mukaiset lähdemateriaalit työn tekemisen kannalta. Tässä vaiheessa valmistettiin suuntaa antava työn etenemissuunnitelma itselle, jotta työn jatkuvuuden ja kaavamaisen etenemistavan pystyi varmistamaan. Tutkimalla valittuja lähdeaineistoja ja keräämällä mahdollisimman paljon tietoa työn toimeksiantajalta oli hyvä aloittaa itse työn tärkein osuus tuotannossa.

Nykytilan kartoittaminen aloitettiin tuotannossa tutustumalla työntekijän työpäivään. Työskentelytapojen tultua selväksi aloitettiin kellottamaan työvuoron ajankäyttöä, jonka perusteella pystyi keskittymään keräämään aikoja pelkästään työn kannalta tärkeimmistä ajoista. Kartoitusjakson jälkeen alkoi nykytilan analysointijakso, jonka aikana valmistettiin kuvaajat tuotannon ajankäytöstä. Kuvaajista kävi ilmi tuotannon hukka-aika, arvoa nostava aika ja tuotannon kannalta välttämätön mutta arvoa nostamaton aika. Tutkimalla näitä kuvaajia mietittiin uusia toimintamalleja ja asetettiin mahdolliset tavoitteet perusteluineen tulevaisuudelle tuotantoon.

Nykytilankuvaus, uudet toimintamallit ja mahdolliset tavoitteet esitettiin ensin palaverissa työn toimeksiantajalle. Palaverin päätösten mukaisesti esitettiin asiat perusteluineen rotaatio-osaston työntekijöille. Työntekijöiden kanssa sovittiin kuukauden miettimisaika omille toimintamalliehdotuksille, ja työntekijät esittivät ne palaverissa. Palaverissa toimintamalliehdotukset käytiin lävitse ja niistä räätälöitiin uudet toimintamallit tuotantoon. Uudet toimintamallit tulivat käyttöön välittömästi palaverin päätösten jälkeen. Työntekijöitä haastateltiin uusista toimintamalleista ja seurattiin satunnaisesti niiden toimintaa.

LÄHTEET

Kouri, Ilkka. 2009. Lean taskukirja. Helsinki: Kopio-Niini.

Kouri – Isopahkala. 2010. Lean-taskukirja. Koulutusmateriaali.

Kurri, Veijo – Malen, Timo – Sandell, Risto – Virtanen, Matti. 2008. Muovitekniikan perusteet. Helsinki: Edita Prima Oy.

Liker, Jeffrey K. 2006. Toyotan tapaan. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Muovimuotoilu. Polymeerit. 2005. – luentomoniste. TTY. Muovi- ja elastomeeritekniikan laboratorio. Valtamuovit. Saatavissa:

<http://www.muovimuotoilu.fi/content/view/32/63/>. Hakupäivä 1.4.2015.

Nykänen, Sanna. 2009. Polyeteeni (PE). – Tampereen teknillinen yliopisto. Polyeteeni (PE). Saatavissa:

http://www.valuatlas.fi/tietomat/docs/plastics_PE_FI.pdf. Hakupäivä 1.4.2015.

Yrityksestä – Pipelife Finland Oy. Saatavissa:

<http://www.pipelife.fi/fi/pipelife-finland/Pipelife-Finland.php>. Hakupäivä 2.6.2015.

AJANSEURANTALOMAKE

LIITE 1

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
	<u>Ajanseuranta (min)</u>		<u>PVM:</u>		<u>Vuoro</u>		ROTO 1						<u>Yhteensä (min)</u>		<u>Muuta (viat, heiriöt yms.)</u>		
	Uunthyhjänsä																
	Pakkausta																
	Muotinpurku																
	Muotintyöttö																
	Vilmeistely																
	Tauot																
	Läpiajat																
	Jauhot																
							ROTO 2										
	<u>Ajanseuranta (min)</u>		<u>PVM:</u>		<u>Vuoro</u>										<u>Yhteensä (min)</u>		<u>Muuta (viat, heiriöt yms.)</u>
	Uunthyhjänsä																
	Pakkausta																
	Muotinpurku																
	Muotintyöttö																
	Vilmeistely																
	Tauot																
	Läpiajat																
	Jauhot																