

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutus

Tommi Kukkonen

TYÖN TUOTTAVUUDEN PARANTAMINEN 5S-MENETELMÄN
AVULLA

Opinnäytetyö

Maaliskuu 2018



OPINNÄYTETYÖ
Maaliskuu 2018
Kone- ja tuotantotekniikan
koulutus

Tikkarinne 9
80220 JOENSUU
p. (013) 260 600

Tekijä(t)
Tommi Kukkonen

Nimeke
Työn tuottavuuden parantaminen 5S-menetelmän avulla

Toimeksiantaja
Exel Composites Oyj

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa työn tuottavuutta 5S-menetelmään pohjautuvilla suunnitelmissa. Suunnitelmien tarkoitus oli parantaa jo olemassa olevia toimintatapoja ja tehdä niistä toimivia sekä toteutuskelpoisia. Työn toimeksiantajana toimi Exel Composites ja työ toteutettiin tuotantolaitoksen yhdelle osa-alueelle.

Työn teoriaosiossa käsitellään tarkemmin Lean-johtamisfilosofiaa ja siihen liittyviä työkaluja, joilla pyritään parantamaan työn tuottavuutta. Lisäksi teoriaosiossa käsitellään, millaisia tuotannonohjaustapoja on olemassa ja mitkä tavat soveltuvat parhaiten kunkin tyyppiseen tuotantoon. Näiden lisäksi teoriassa käydään läpi samasta aiheesta tehtyjä opinnäytetöitä, joista pyrittiin saamaan apua tätä työtä varten.

Suunnitelmien tekeminen aloitettiin kartoittamalla ensin tuotantolaitoksen nykytila. Tämän jälkeen havaittuihin ongelmatilanteisiin etsittiin ratkaisut. Ratkaisujen jälkeen analysoitiin nykyhetkeä ja suunnitelmien keskinäisiä eroja. Opinnäytetyön tuloksena syntyi uusia näkökulmia ja parannusehdotuksia, joilla pyritään saamaan tuottavuus paremmalle tasolle kuin mitä se entisellään oli. Lisäksi tuloksena syntyi myös 5S-menetelmän mukainen viihtyisä ja järjestelmällinen työympäristö, jonka mukaisesti myös loput tuotantolinjat tulisi järjestää.

Kieli
suomi

Sivuja 75
Liitteet 3
Liitesivumäärä 4

Asiasanat

Lean, 5S, tuotannonohjaus, tuottavuus, turvallisuus, tehokkuus



THESIS
March 2018
Degree Programme in Mechanical Engineering

Tikkarinne 9
80220 JOENSUU
FINLAND
p. +358 13 260 600

Author (s)
Tommi Kukkonen

Title
Improving Work Productivity Using 5S Methods

Commissioned by
Exel Composites Oyj

Abstract

The aim of the thesis was to increase productivity by using plans based on 5S-methods. The aim of these plans was to enhance the pre-existing working methods and make them functioning and realizable. The commissioner of the thesis was Exel Composites Oyj and it was executed in one part of the production facility.

The theory section of the thesis covers Lean philosophy and its tools which aim to increase productivity. The theory section also introduces different product management systems and their suitability for different kinds of productions. In addition, the theory section presents previous theses covering the same topic.

The first step in creating the plans was to survey the present state of the production facility. Problem situations detected in the survey were brought out and solutions for them were sought. After finding the solutions, the present state and the differences between the plans were analysed. This process worked as a base for the new perspectives and improvement proposals, which aim to improve the productivity, created by this thesis. As another result of the thesis a comfortable and systematic working environment based on 5S-methods, which works as a model for arranging other production lines the production facility, was created.

Language

Finnish

Pages 75

Appendices 3

Keywords

Lean, 5S, production management, productivity, safety, efficiency

Sisältö

1	Johdanto	5
1.1	Exel Composites Oyj.....	5
1.2	Opinnäytetyö ja sen tavoitteet	6
2	Tuotannonohjaus.....	7
2.1	Tilauksesta kokoonpano.....	7
2.2	Tilauksesta suunnittelu.....	8
2.3	Tilauksesta valmistus	8
2.4	Varasto-ohjautuva tuotanto	9
3	Lean	9
3.1	Lean-työkalut.....	12
3.1.1	5S.....	12
3.1.2	Arvovirtakuvaus.....	15
3.1.3	DMAIC.....	16
3.1.4	Tuotannon layout	17
4	5S-menetelmä käytännössä.....	18
5	Lähtötilanteen esiselvitys	19
5.1	Tuotevirtauksen nykytila.....	20
5.1.1	Tuotevirtauksen ongelmat ja parannusehdotukset.....	20
5.1.2	Varastoinnin nykytila	30
6	5S-käyttöönoton suunnittelu.....	40
6.1	Lajittelu.....	41
6.2	Järjestely.....	42
6.3	Puhdistus	48
6.4	Standardointi ja ylläpito	50
7	Tuotevirtauksen suunnittelu	54
7.1	Materiaalinvirtaus tuotantolinjoilla	56
7.2	Pilottituotantolinjan 29 layout-suunnitelma	58
8	Pilotoinnin tulokset	60
9	Pohdinta	70
	Lähteet	72
	Liitteet	

1 Johdanto

1.1 Exel Composites Oyj

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Exel Composites Oyj, joka on suomalainen komposiittituotteita ja -ratkaisuja suunnitteleva, markkinoiva, kehittävä ja valmistava teknologiayhtiö. Yhtiön asiakaskunta koostuu useista eri toimialoista kuten teollisista sovelluksista, rakentamisesta ja infrastruktuurista sekä muista sovelluksista. (Exel Composites Oyj, 2009).

Exel Composites -konserni koostuu emoyhtiöstä Exel Composites Oyj:stä sekä kuudesta tytäryhtiöstä. Yhtiöllä on kahdeksan tuotantolaitosta, joista kaksi sijaitsee Suomessa ja loput kuusi Saksassa, Belgiassa, Itävallassa, Iso-Britanniassa, Kiinassa sekä Australiassa. Suomen tuotantolaitokset sijaitsevat Mäntyharjussa ja Joensuun Heinävaarassa. Yhtiöllä on myös aiesopimus yhden Kiinassa sijaitsevan uuden laitoksen liittämistä konserniin. (Exel Composites Oyj, 2009).

Yhtiön tuotteiden vahvuudet ovat komposiittimateriaalien keveys, lujuus ja jäykkyys suhteessa painoon ja hyvä korroosionkestävyys verrattuna muihin kilpaileviin materiaaleihin, kuten alumiiniin, teräkseen ja puuhun. Kehitystyön tekeminen asiakkaan kanssa sekä jatkuva uusien sovelluskohteiden kartoittaminen mahdollistavat yrityksen kasvun. (Exel Composites Oyj, 2009).

Exel Composites on listautunut Helsingin pörssiin ryhmässä pienet yritykset (Exel Composites Oyj, 2009).

1.2 Opinnäytetyö ja sen tavoitteet

Opinnäytetyön aiheeksi valittiin Lean-ajattelun 5S-työkalun käyttöönoton suunnittelu ja siihen liittyvän linjalayoutin ja virtauksen suunnittelemisen tuotantolaitoksen koteloprofiilivalmistukseen työn tuottavuuden parantamiseksi.

5S-menetelmää on otettu käyttöön tehtaalla kolmen vuoden ajan, mutta edistyminen ei ole ollut kovin nopeaa. Kehitystyön kiihdyttämiseksi päätettiin teettää rajatulle alueelle suunnitelma Lean/5S-menetelmän käyttöönotosta opinnäytetyönä suunnitelma, jota voidaan myöhemmin hyödyntää koko tehtaan alueella 5S:n kehittämisessä. Täten haastetta opinnäytetyön aiheeksi oli riittävästi.

Tehtaalla haluttiin saada työympäristö viihtyisäksi, parannettua työturvallisuutta sekä vähentää ajan ja resurssien tuhlausta. Samalla haluttiin parantaa tuotannon läpivirtausta ja työn tehokkuutta, kun esimerkiksi työkaluja ei tarvitse etsiä, vaan niille on merkityt paikat, mistä mikäkin löytyy. Tämä vähentää myös tavaroiden turhaa kuljetusta, joka on yksi seitsemästä Lean-johtamisfilosofian arvoa tuottamattomista toiminnoista. Näin ei myöskään synny hukkaa, jonka poistaminen on Lean-ajattelun kulmakivi. Työssä käytetään muitakin Lean-ajatteluun perustuvia työkaluja, joilla yritetään löytää tuotannosta hukkaa, jotta työn tuottavuutta saataisiin parannettua. Luvussa 3 kerrotaan Lean-ajattelusta yksityiskohtaisemmin. Suunnitelmien tavoite oli saada ylläpidettyä 5S-menetelmää myös opinnäytetyön suorittamisen jälkeen.

Työn toiminnallinen osuus kannattaisi tehdä talvella, sillä tuotteiden varastointiin liittyvä logistiikka on silloin haasteellisinta. Ajatus on, että jos Lean/5S toimii talvella, toimii se myös kesällä. Kesällä tuotteita voidaan varastoida ulkona, kun taas talvella ei, sillä pakkauksiin kertyy lunta ja jäätä ja ne jäätyvät kiinni maahan. Toiminnallisen työn aloittaminen talvella tuo täten lisähaasteensa työhön, sillä Heinävaaran tuotantolaitoksen layout on hyvin haasteellinen pienen ja toimintoja

täyteen pakatun tilan vuoksi. Toinen opinnäytetyön tavoite oli saada toimiva linjakohtainen layout, mikä tarkoittaa kaikkien toimintojen ja apulaitteiden sijoittelua varsinaisen suulakevetokoneen ympärille. Suulakevetokoneiden sijoittelu tehdashallissa rajattiin pois tästä työstä.

2 Tuotannonohjaus

Tuotannonohjaus on menetelmä, jolla ohjataan tuotantoa, jotta pystyttäisiin toimittamaan tuotteita asiakkaan vaatimien laadun, määrän ja toimitusaikojen mukaan kilpailukykyisin kustannuksin. Tuotannonohjauksen tehtäviin kuuluvat tuotannon oikea ajoitus, varastojen valvonta sekä kapasiteetin tehokas hyödyntäminen niin, että tuotanto pysyy sujuvana ja aikataulussaan. (Miettinen 1993, 23–24).

Erilaisia tuotannonohjaustapoja ovat tilauksesta kokoonpano, tilauksesta suunnittelu, tilauksesta valmistus ja varasto-ohjautuva tuotanto. Yrityksen asiakas-kunta ja tuotantotekniikka määräävät paljolti, millaisen tuotannonohjaustavan yritys ottaa käyttöönsä. (Reijo Rautauoman säätiö, 2018).

2.1 Tilauksesta kokoonpano

Tilauksesta kokoonpano on liiketoiminnan tuotantostrategia, jossa asiakkaan tilaamia tuotteita valmistetaan nopeasti välivarastossa olevasta keskeneräisestä tuotannosta, jotka ovat muokattavissa jossain määrin. Tilauksesta kokoonpanon strategia edellyttää, että tuotteen perusosat on jo valmistettu, muttei vielä kokoonpantu. Kun tilaus on vastaanotettu, osat kootaan nopeasti ja lähetetään asiakkaalle. Tällä tuotannonohjaustavalla pystytään vastaamaan nopeasti kysyntään ja tätä kautta saavutetaan lyhyt toimitusaika. (Investopedia 2017.)

Optimaalisin tilanne tälle tuotannonohjaustavalle on, kun tuote on modulaarinen, eli moduuleista koostuva (Reijo Rautauoman säätiö 2018).

2.2 Tilauksesta suunnittelu

Tilauksesta suunnittelu -tuotannonohjaustavassa lopputuote valmistetaan tuotannon keskeneräisestä varastosta asiakkaan tilauksen perusteella. Tuotteen valmistamisen lisäksi tähän ohjaustapaan kuuluu tuotesuunnittelua asiakkaan vaatimusten mukaan. Lopputuotevarastoa ei ole olemassa, vaan kaikki varastot ovat keskeneräistä tuotantoa, materiaaleja, komponentteja ja muita tuotteeseen liittyviä osia. Tuotanto voi toisaalta myös toimia vähäisillä materiaalivarastoilla tai kokonaan ilman niitä, jolloin lopputuotteeseen tarvittavat materiaalit hankitaan asiakastilauksen mukaan. (Reijo Rautauoman säätiö 2018). Lopputuotteen monimutkaisuuden takia asiakas haluaa sitoutua tuotteen valmistus- ja suunnitteluprosesseihin taatakseen vaatimustensa täyttymisen (Arena Solutions 2017).

Tilauksesta suunnittelu -tuotannonohjaustapa soveltuu yritykselle, jonka asiakaskunta koostuu asiakkaista, jotka tarvitsevat juuri tarpeenmukaisen tuotteen. Tilauksesta suunnittelu -tuotannonohjaustavalla on pisimmät toimitusajat. (Reijo Rautauoman säätiö 2018).

2.3 Tilauksesta valmistus

Tilauksesta valmistus -tuotannonohjaustavassa ei ole lopputuotevarastoa, vaan tuotteet valmistetaan tuotannon keskeneräisestä tuotannosta, komponenteista ja muista tuotteeseen liittyvistä osista. Tuotteen valmistusprosessi aloitetaan, kun asiakas on tehnyt tilauksensa. (Reijo Rautauoman säätiö 2018).

Tilauksesta valmistus -tuotannonohjaustapa mahdollistaa, että asiakkaat pystyvät ostamaan heidän vaatimusten mukaan räätälöityjä tuotteita (Investopedia 2017). Tilauksesta valmistus -tuotannonohjaustavan etu on, ettei varastointiin

sitoudu kovinkaan paljon pääomaa, sillä varastoitavat tuotteet ovat asiakastilaukseen jollakin tavalla liittyviä, keskeneräisiä tuotteita. Kun varastointiin ei sitoudu paljon pääomaa, laajan tuotevalikoiman ylläpitäminen on mahdollista. (Reijo Rautauoman säätiö 2018).

2.4 Varasto-ohjautuva tuotanto

Varasto-ohjautuva tuotanto tarkoittaa tuotteiden valmistusta varastoon kysyntäennusteiden perusteella. Kysyntäennusteita käyttämällä pyritään ehkäisemään ylisuurten varastojen syntymistä, joka aiheuttaisi sitoutuneiden pääomakustannusten nousua. Lisäksi kysyntäennusteita käyttämällä pyritään ehkäisemään tilanteita, joissa tuotetta ei ole mahdollista toimittaa asiakkaalle, koska tuote on päässyt tilapäisesti loppumaan. (Zenjiro Imaoka 2017).

Varasto-ohjautuvan tuotannon hyöty on toimitusajan lyhyys, joka perustuu siihen, että tuote toimitetaan suoraan asiakkaalle lopputuotevarastosta. Tätä tuotannon ohjaustapaa käytetään tilanteissa, joissa toimitusajan tulee olla lyhyt ja tuotteen menekki on suuri sekä hyvin ennustettavissa. (Reijo Rautauoman säätiö 2018).

3 Lean

Lean tarkoittaa johtamisfilosofiaa, joka pohjautuu vahvasti hyvästä työn tuottavuuden tasostaan tunnetun japanilaisen autonvalmistaja Toyotan tuotannonohjausjärjestelmään (Liker 2008). (Quality Knowhow Karjalainen Oy 2017).

Lean-ajattelun kulmakivi on maksimoida asiakkaasta koitua arvo ja samaan aikaan minimoida hukkaa. Ihannetavoite olisi tuottaa täydellistä laatua asiakkaalle läpi täydellisen arvonmuodostusprosessin, joka ei tuottaisi yhtään lisäarvoa tuotamatonta toimintaa liiketoiminnassa tai valmistusprosessissa. (Lean Enterprise

Institute 2017). Likerin (2008, 28–29) mukaan nämä lisäarvoa tuottamattomat toiminnot, joita pitäisi jatkuvasti pyrkiä poistamaan prosesseista, luokitellaan kahdeksaan seuraavaan kategoriaan.

1. Ylituotanto. Ylituotantoa tapahtuu, kun tuotetaan enemmän kuin asiakas sillä hetkellä haluaa. Ylituotanto luokitellaan hukista pahimmaksi, koska se luo muuta hukkaa.
2. Odottaminen. Työntekijät joutuvat odottamaan esimerkiksi seuraavaa käsittelyvaihetta, työkalua, toimitusta tai komponenttia.
3. Tarpeeton kuljettaminen. Luodaan tarpeettomia kuljetuksia siirtämällä töitä varastosta tai prosessista toiseen, mikä ei lisää lopullisen tuotteen arvoa millään tavalla. Aina kun töitä tai tuotteita siirrellään, niillä on riski vahingoittua.
4. Ylikäsittely tai virheellinen käsittely. Ylikäsittelyä tapahtuu, kun tehdään enemmän töitä kuin asiakas edellyttää. Virheellistä käsittelyä tapahtuu, kun tuotteita käsitellään vaurioituneilla työkaluilla, josta aiheutuu virheitä tuotteeseen.
5. Tarpeettomat varastot. Varastoidaan liikaa raakamateriaalia sekä kesken-eräisiä ja valmiita tuotteita, jonka seurauksena syntyy pidempiä läpimeno-aikoja, vahingoittuneita tuotteita sekä varastokustannuksia. Tarpeettomat varastot vievät myös tuotantolaitoksen lattiapinta-alaa.
6. Tarpeeton liikkuminen. Tarpeettomaksi liikkumiseksi lasketaan kaikki turhat liikkeet, jotka tehdään työskennellessä. Tarpeettomaksi liikkumiseksi voidaan luokitella esimerkiksi työkalujen etsiminen, kurkottaminen sekä nostaminen.
7. Viat. Vian ilmaantuessa syntyy turhaa käsittelyä, menetettyä aikaa ja turhaa työtä.
8. Työntekijän osaamisen käyttämättä jättäminen. Työntekijöitä kuuntelemalla voidaan saada uusia ideoita ja tapoja hukan välttämiseksi.

Toinen Lean-ajattelun kulmakivi on toiminnan jatkuva parantaminen. Tämä tarkoittaa, ettei tyydytä nykyiseen, vaan pyritään löytämään jatkuvasti uusia, entistä parempia vaihtoehtoja ja ratkaisuja nykyiseen toimintaan. Jokaisella henkilöllä yrityksessä on velvollisuus pyrkiä ajattelemaan, että aina on olemassa parempi tapa toimia. (Reijo Rautauoman säätiö 2017).

Lean-ajattelulla on viisi peruseriaatetta. Kaikilla viidellä periaatteella on sama tarkoitus, eli hukkan poistaminen tai vähintään sen vähentäminen. Bicheno ja Holweg (2009, 12–13) kuvaavat näitä peruseriaatteita seuraavasti.

- Arvon määrittely asiakkaan näkökulmasta. Tämä on vakiintunut näkökulma, jonka mukaan asiakkaat ostavat tuloksia, eivätkä tuotteita.
- Arvoketjun tunnistaminen. Tuotantoketju on nähtävä kokonaisuutena aina raaka-aineista lopulliseen asiakkaaseen ja siitä on tunnistettava sekä arvoa lisäävät että arvoa lisäämättömät vaiheet.
- Virtaus. Jos mahdollista, tuotteiden tulisi virrata työvaiheesta toiseen yksi kerrallaan. Eräkokoja tulisi välttää ja työvaiheessa tulisi käsitellä vain yhtä tuotetta kerrallaan.
- Imu. Imu tarkoittaa kykyä vastata asiakkaan tarpeisiin välittömästi. Tuotteita ei tarvitse valmistaa ennakoon, vaan tuote valmistetaan, kun asiakas ilmaisee tarpeensa.
- Täydellisyys. Suoritettua edelliset periaatteet viimeinen periaate on mahdollinen. Täydellisyys tarkoittaa juuri sen tuotteen toimittamista, mitä asiakas haluaa, juuri silloin kun asiakas haluaa, ilman viivästyksiä, edulliseen hintaan ja minimaalisella hukkan määrällä.

3.1 Lean-työkalut

Saadakseen kasvatettua työn tuottavuutta Lean-johtamisfilosofian avulla on sen tueksi kehitetty erilaisia työkaluja, joilla on tarkoitus muun muassa tunnistaa ja minimoida prosesseissa ilmenevää hukkaa. Prosessissa ilmenevien vikojen poistamiseksi tai vähintään vähentämiseksi on kehitelty erilaisia ongelmanratkaisullisia ja tilastollisia työkaluja. Työkaluja käyttämällä yrityksellä on mahdollista saada toimintatapojaan muutettua kohti tehokkaampaa suuntaa. (Quality Knowhow Karjalainen Oy 2017).

3.1.1 5S-menetelmä

5S-menetelmä on työympäristön ja työmenetelmien standardointiin kehitetty työkalu, jolla on tarkoitus vähentää hukkaa, parantaa virtausta ja läpimenoaikaa. 5S-menetelmän on kehittänyt japanilainen Hiroyuki Hirano helpottaakseen sekä parantaakseen oman työpisteensä työmenetelmiä tehokkaampaan suuntaan. (Väisänen 2013a).

Yritys, jolla on hyvin organisoitu työympäristö ja standardoidut työmenetelmät 5S-menetelmän johdosta, hyötyy seuraavasti:

- 5S saa työympäristön näyttämään siistiltä, järjestelmälliseltä ja työturvalliselta, millä on vaikutusta myös silloin, kun yrityksellä on vierailijoita ja asiakkaita käymässä. Vierailijoiden ja asiakkaiden arvostus yritystä kohtaan nousee, kun se huolehtii työympäristön siisteydestä, työturvallisuudesta ja tehokkaasta työympäristöstä.
- 5S helpottaa ja nopeuttaa työntekoa, kun kullekin työkalulle on omat merkityt paikkansa. Näin ei kulu turhaa aikaa työkalujen etsimiseen.

- 5S vähentää työvälinekustannuksia ja työvälineiden häviämistä, kun jokaisella työpisteellä on omat merkityt paikkansa niille. Täten yrityksen ei myöskään tarvitse kustantaa jokaiselle yrityksen työntekijälle omia työvälineitä.
- 5S lisää työviihtyisyyttä, kun työpiste on visuaalisesti miellyttävän näköinen.
- 5S parantaa työn tuottavuutta välttämällä hukkaa ja poistamalla arvoa tuottamattoman työn.

(Lean Lion Oy 2017).

Lean-työkaluista 5S on tunnetuin ja käytetyin. Sillä on positiivinen vaikutus työn laatuun ja tuottavuuteen. 5S-työkalun tavoitteet ovat hukan ja vaihtelun välttäminen sekä tuottavuuden parantaminen. (Bicheno & Holweg 2009, 78).

5S toimii parhaiten tilanteissa, joissa nämä kolme tavoitetta tunnetaan ja 5S nähdään tapana saavuttaa tavoitteet. Lisäksi 5S-työkalun tavoite on muuttaa asenteita työtä kohtaan ”työskentelen epäjärjestelmällisessä ja sotkuisessa työympäristössä” -asenteesta kohti asennetta ”työskentelen hyvin organisoidussa työympäristössä, jossa kaikki tietävät, missä mikäkin työkalu sijaitsee ja jossa huomataan välittömästi jonkin esineen puuttuminen”. (Bicheno & Holweg 2009, 78).

5S-menetelmä koostuu seuraavista viidestä vaiheesta, jotka ovat lajittelu (1S), järjestäminen (2S), puhdistaminen (3S), standardointi (4S) ja sitoutuminen (5S). (Lean Lion Oy 2017).

Ensimmäinen vaihe on lajittelu. Lajitteluvaiheessa työn kannalta kaikki tarpeellinen jätetään työpisteelle ja päinvastoin poistetaan kaikki tarpeeton työpisteeltä.

Ensimmäinen vaihe tuottaa yleensä ongelmia alussa, sillä työntekijöiden on vaikea luopua työpisteidensä esineistä, koska heillä on tunne, että poistettaviksi meneviä esineitä tullaan tarvitsemaan vielä tulevaisuudessakin. (Väisänen 2013a).

Toinen vaihe on järjestäminen. Tässä vaiheessa työkaluille ja esineille järjestetään omat, merkityt paikat. Merkityt paikat tulisi järjestää niin, että työkalut olisivat helposti ja nopeasti käytettävissä sekä palautettavissa takaisin omille paikoilleen. Työn tehokkuus sekä turvallisuus tulee ottaa huomioon järjestäessä paikkoja. (Väisänen 2013a).

Järjestämisen jälkeen tulee kolmas vaihe eli puhdistaminen. Kolmannessa vaiheessa työpiste pidetään puhtaana ja ylläpidetään järjestelmää, jotta paikat pysyisivät tulevaisuudessakin siistinä. Työpaikan siistinä pitäminen tuo helposti esille työpisteellä olevat poikkeavat tilanteet. (Väisänen 2013a). Lauseella ”Siivous on tarkistusta” tarkoitetaan siivouksen ohessa tehtävää ympäristön tarkkailemista. Siivouksen ohessa huomattavasta poikkeavasta tilanteesta tulisi ilmoittaa välittömästi eteenpäin tai korjata itse tilanne, jos mahdollista. (Bicheno & Holweg 2009, 79).

Neljäs vaihe on standardointi. Väisänen (2013a) mukaan, kun siisteys ja järjestys on saatu halutulle tasolle, tulee säännöt siisteyden ja järjestyksen ylläpitämiseksi standardoida. Työkalujen ja esineiden pysymiseksi merkityillä paikoilla tulisi työntekijöille toteuttaa visuaalista ohjeistusta. Apuna voi käyttää esimerkiksi kylttejä ja valkopohjatauluja, joilla ohjeistetaan työntekijöitä suorittamaan kyseiset työtehtävät. (Väisänen 2013). Arviointilomaketta käyttämällä kerran viikossa vastuualueen esimies voi havainnoida, onko järjestystä pidetty yllä vai ei. Havainnoineista tulisi tiedottaa kaikille työntekijöille liittämällä arviointilomake esimerkiksi valkopohjataululle, jotta kaikki tietäisivät, onko 3S vaihetta ylläpidetty onnistuneesti. (Villanen 2013).

5S-menetelmän viimeinen vaihe on sitoutuminen. Viimeisessä vaiheessa omak- sutaan edelliset vaiheet ja ylläpidetään niitä, jotta niistä tulisi rutiinitoimenpiteitä jokaiseen työpäivään. Näin myös varmistetaan jatkuvan parantamisen onnistu- minen. Kun nämä vaiheet on onnistuneesti saavutettu, päästään tavoitteisiin, joi- hin 5S-menetelmällä pyritään, eli parempaan järjestelmällisyyteen, siisteyteen, tuottavuuteen, työturvallisuuteen, laatuun ja viihtyvyyteen. (Väisänen 2013a). Villasen (2013) mukaan tavoite on saavutettu siinä vaiheessa, kun esimiesten ei tarvitse tulla erikseen pyytämään siistimään paikkoja parempaan kuntoon tai säi- lyttämään järjestystä työpisteellä. Kehitystä voidaan seurata ennen ja jälkeen - kuvilla.

Väisänen (2013a) mukaan turvallisuus tulee viiden edellä mainitun vaiheen jäl- keen kuudentena vaiheena. Työpisteiden siistinä pitäminen luo turvalliset työs- kentelyolosuhteet. Aiemmin ilmi tulleen lauseen ”Siivous on tarkistusta” avulla toiminnan ympäriltä löytyvät vaaratilanteita aiheuttavat, poikkeavat tilanteet tule- vat huomatuiksi. Näitä tilanteita ovat esimerkiksi laiteviat, vuodot sekä puuttuvat suojuukset.

3.1.2 Arvovirtakuvaus

Arvovirtakuvaus on prosessien kehittämiseen tarkoitettu Lean-työkalu, jolla ha- vainnollistetaan prosessin virtausta hidastavat toiminnot. Hidastavien toimintojen havainnollistaminen ja niiden poistaminen ovat tärkeitä prosessien tehokkuuden kasvattamiseksi. (Quality Knowhow Karjalainen Oy 2017).

Arvovirtakuvauksen periaate on toimintojen virtaviivaistaminen ja asioiden ajatte- leminen uudella tavalla, niitä kyseenalaistaen. (Väisänen 2013b).

Arvovirtakuvaus esitetään visuaalisesti sitä tarvitseville osapuolille. Kuvauksessa esitetään, kuinka prosessissa ilmenevät materiaalit ja informaatiot virtaavat kohti

asiakasta. Siitä myös ilmenevät prosessin vaiheet ja niiden yhteydet toisiinsa, tapahtumien taajuudet, varastojen määrät sekä prosessien ajat. (MCS Oy 2017).

Asetettujen tavoitteiden saavuttamiseksi on arvovirtakuvaus kuvattava kahtena versiona: nykytilaa sekä tulevaisuutta kuvaavana. Nykytilassa on havaittava muutoksen tarpeellisuus. Muutoksen tarpeellisuuden havaitseminen edellyttää nykyisen suorituskyvyn mittaamista ja puutteiden tunnistamista. Tulevaisuuden kehittäminen on kuitenkin vieläkin tärkeämpää. Tulevaisuutta kuvaavassa tilassa pitää olla päämäärä, johon tähdätään. Jotta tämä päämäärä saavutetaan, kaikki turha, joka estää päämäärään pääsyn, tulisi poistaa. (Bicheno & Holweg 2009, 206).

Rotherin ja Shookin mukaan (2003, 4) arvovirtakuvauksella saavutetaan muun muassa seuraavat kolme hyötyä:

- Arvovirtakuvaus auttaa näkemään koko tuotannon virtauksen
- Arvovirtakuvauksen avulla hukat ja sen aiheuttajat havaitaan
- Arvovirtakuvaus tuottaa yhteisen kielen, jota voidaan käyttää prosessista puhumiseen

Väisänen (2013b) lisää, että arvovirtakuvauksella voidaan myös paikallistaa mahdolliset pullonkaulat tuotannossa sekä huomata turvallisuus- ja laitepuutteita. Väisänen (2013b) huomauttaa myös, että arvovirtakuvaus havainnollistaa, kuinka toiminnot toimivat päivittäin.

3.1.3 DMAIC

DMAIC on ongelmanratkaisumenetelmä, joka löytää prosessin suorituskykyä parantavat toiminnot ja tekijät muuttaen niitä radikaalisti, jotta saavutettaisiin haluttu päämäärä. (Quality Knowhow Karjalainen Oy 2017).

DMAIC menetelmää tulee käyttää silloin, kun on olemassa ongelma, jonka juurisyitä ei tiedetä. Lisäksi täytyy olla täysin varma, että valittu ratkaisu korjaa ongelman, joka johtaa parantuneeseen työn tuottavuuteen. (GoLeanSixSigma.com 2017). Juurisyillä tarkoitetaan ongelman syyperäistä tai edesauttavaa tekijää, jonka korjaaminen tai poistaminen estää ongelman tai virheen uudelleensyntyminen.

DMAIC koostuu viidestä eri vaiheesta: define, määrittely; measure, mittaus; analyze, analysointi; improve, parannus; control, ohjaus. Ohessa käydään läpi tarkemmin, mitä nämä tarkoittavat.

Määrittelyvaiheessa määritetään normaalista poikkeava toiminta prosessissa, selvitetään sen laajuus sekä asetetaan päämäärä, johon pyritään. (Quality Know-how Karjalainen Oy 2017). Mittausvaiheessa vahvistetaan normaalista poikkeava toiminta sekä selvitetään nykytilanteen vaatimukset sekä suorituskyky. Analysointivaiheessa tunnistetaan ja löydetään ratkaisun tekemiseen liittyvät juurisyitä. Parannusvaiheessa taas rakennetaan paras mahdollinen ratkaisu normaalista poikkeavaan toimintaan. Viidennessä vaiheessa, eli ohjausvaiheessa todennetaan ratkaisun toimivuus ja käytetään sitä tarvittaessa muihin kohteisiin sekä ylläpidetään toimivaa ratkaisua. (Bicheno & Holweg 2009, 184).

3.1.4 Tuotannon layout

Tuotannon layoutilla tarkoitetaan sitä, kuinka tuotannossa sijaitsevat koneet, laitteet, varastopaikat, kulkureitit ja muut tarvittavat asiat on järjestetty tuotantolaitokseen. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2005, 475). Layoutin suunnitteluun kannattaa panostaa ja käyttää aikaa runsaasti, sillä layoutilla on suuri merkitys tuotannon tehokkuuden kannalta. Tämä perustuu siihen, että layout siioo aikaa, työtä ja rahaa. Sen lisäksi layoutin muuttaminen uudelleen on vaikeaa. (Reijo Rautauoman säätiö 2018).

Layoutin suunnittelu on haasteellista, sillä siihen vaikuttavat monet eri tekijät eikä kaikkien tekijöiden suhteen löydy yhteistä ratkaisua. Haverilan ym. (2005, 480) mukaan layout-suunnittelulla pyritään mahdollisimman tehokkaaseen materiaali- virtojen suunnitteluun. Työpisteiden hyvällä sijoittamisella on tarkoitus vähentää materiaalien kuljetusmatkoja tuotantolaitoksessa. Selkeällä materiaalivirralla on positiivinen vaikutus tuotannonohjauksen ja toiminnan kehittämisen kannalta. (Haverila ym. 2005, 482).

Yritys, jolla on hyvä layout, hyötyy usealla eri tavalla. Liikkuminen tuotannossa on turvallista ja materiaalivirtaus on tehokasta, kun materiaalien ja tuotteiden kuljetukset ovat lyhentyneet. Lisäksi tuotteiden läpimenoajat ovat lyhyempiä, työn tekijät säästyvät turhilta liikkeiltä ja tehokkaan tilan hyödyntämisen ansiosta myös tilaa säästyy. (Reijo Rautauoman säätiö 2018).

4 5S-menetelmä käytännössä

Useat eri henkilöt, kuten Pelttari (2014) ja Viertola (2016), ovat tehneet samankaltaisia opinnäytetöitä 5S-menetelmän käyttöönotosta. Yleisesti ottaen voisi sanoa, että käytännön työn toteutustapa on ollut lähestulkoon samankaltainen kaikissa töissä. Seuraavaksi käydään läpi käytännön työn vaiheet, kuten ne ovat esitetty eri opinnäytetöissä.

Pelttarin (2014) ja Viertolan (2016) mukaan aluksi tulisi kiertää sovitun vastuuhenkilön kanssa työympäristö läpi ja valokuvata se, jotta lähtötilanne saadaan selville. Tämän jälkeen työpisteiltä tulisi määrätä raivattavaksi pois turhat työvälineet ja niille aikojen saatossa kertyneet tarvikkeet. Päinvastoin työpisteille tulisi sopia jätettäväksi vain niillä tarvittavat työkalut samalla kuullen ottaen huomioon työpisteillä työskentelevien henkilöiden mielipiteet. Samalla työkaluille merkitään omat paikat. Tarvittaessa työtarvikkeita tulee hankkia lisää. Tarpeellisiksi määritellyille työvälineille ja -tarvikkeille tulee myös järjestää omat merkityt paikat. Tästäkin vaiheesta tulisi ottaa huomioon työpisteillä työskentelevien henkilöiden

mielipiteet. Työkalut voidaan merkitä värikoodein, jotta tiedetään, minne työpisteelle mikäkin työkalu kuuluu. Tämä helpottaa järjestyksen ylläpitämistä, jos esimerkiksi viereisen työpisteen työväline eksyy toiselle työpisteelle.

Työvälineiden merkitsemisen ja säilytyspaikkojen määrittämisen jälkeen työympäristöt tulisi puhdistaa epäpuhtauksista, kuten liasta ja pölystä. Kun työympäristöt on saatu puhtaiksi, järjestelmällisiksi ja silmää miellyttäviksi, otetaan niistä jälkeenkuvat ja ne kiinnitetään lähtötilanne-kuvien viereen joko työpisteelle tai valkopohjataululle, jotta työntekijät näkevät työpisteiden siistinä pitämisen edut visuaalisessa muodossa.

5S-menetelmän ylläpitämiseksi tulee suorittaa tietyn väliajoin auditointia, jotta tiedetään, edistytäänkö työympäristön organisoinnissa ja työmenetelmien standardoinnissa. Näin myös työntekijät huomaavat, että työnjohto panostaa 5S-menetelmän ylläpitoon. Lisäksi työntekijöiden tulee tarkistaa työpiste jokaisen työpäivän päätteeksi havaitakseen työpisteen puutteet ja ongelmat, joita on voinut syntyä. Auditoinneilla pyritään tekemään 5S:stä jokapäiväinen rutiini. Työpisteelle tulee myös laatia dokumentaatio, joka kertoo 5S-menetelmän visiosta ja tavoitteista.

5 Lähtötilanteen esiselvitys

Lähtötilanteen esiselvityksen tarkoituksena oli tuoda esille ei-arvoa tuottavat toiminnot sekä selvittää ratkaisut niihin. Esiselvitys aloitettiin ottamalla ennen-valokuvia tuotannosta sekä ottamalla selvää niistä asioista, joilla on haittavaikutusta tuotantoon ja sen järjestelmällisyyteen sekä siisteyteen. Lisäksi ennen-valokuvien tarkoitus oli saada esitettyä lähtötilanne visuaalisesti sekä verrata niitä jälkeenkuviin, jotta voidaan seurata, saavutettiin tavoitteet suunnitelman mukaisesti. Haastattelemalla tuotannossa työskenteleviä työntekijöitä saatiin paljon apua sen suunnitteluun, mitä työkaluja ja tarvikkeita tuotantolinjoilla tarvitaan

ja toisaalta ei tarvita sekä apua työkalujen ja tarvikkeiden tuotantoympäristöön sijoitteluun.

5.1 Tuotevirtauksen nykytila

Koteloprofiilivalmistuksen virtaus toimii nykyhetkellä kahdella eri tavalla. Ensimmäisessä tavassa tuote osavalmistetaan tuotantolinjalla määrämittaan suulakeveto-menetelmällä, jonka jälkeen tuote työstetään asiakkaan vaatimiin mittoihin. Seuraavaksi tuotteet pakataan lavalle ja viedään pakkaamoon, jossa tuotteille suoritetaan asiakkaan niin vaatiessa lakkaus ja tehdään lopullinen asiakaspakkaus, ennen kuin tuotteet viedään lopputuotevarastoon.

Toisessa tavassa tuote osavalmistetaan samalla tavalla kuin ensimmäisessä tavassa suulakeveto-menetelmällä ja pakataan tuotehäkkeihin. Erona ensimmäiseen tapaan on kuitenkin osavalmiiden tuotteiden jälkityöstö. Tuotantolinjoilla tapahtuvan osavalmiiden tuotteiden työstämisen lisäksi tuotteet menevät työstettäväksi CNC-työstökoneelle. Työstön lisäksi CNC-työstökoneella suoritetaan asiakkaan vaatiessa lakkaukset tuotteisiin. Valmiit tuotteet myös pakataan lavalle ennen niiden siirtymistä seuraavaan työvaiheeseen eli pakkaukseen. Pakkaamossa valmiille tuotteille suoritetaan asiakaspakkaus ja lakkaus, ellei sitä ole suoritettu jo CNC-työstökoneella, jonka jälkeen valmiit lopputuotteet siirretään lopputuotevarastoon.

5.1.1 Tuotevirtauksen ongelmat ja parannusehdotukset

Tuotevirtauksessa, jossa osavalmiit tuotteet työstetään suoraan tuotantolinjalla ja tämän jälkeen siirretään pakkaamoon, havaitaan ongelmalliseksi tilanne, jossa tuotantoajo käynnistetään ilta- tai yövuorossa. Tällöin työstökoneelle ei ole tehty asetuksia, koska nykytilassa asetukset voi tehdä vain kunnossapidon esimies tai kunnossapidon vuorovastaava, joista kumpikin työskentelee päivävuorossa.

Tämä aiheuttaa keskeneräisen tuotannon muodostumista tuotantolinjalle. Tällaisesta tilanteesta esimerkkinä voidaan nimetä tapaus, jossa tuotantoajo käynnistetään aamuvuorossa, mutta ajo ajautuu erinäisistä syistä häiriötilaan vuoron loppua kello 14.00, eikä yhtään osavalmista tuotetta, joka menisi tuotantolinjalla olevalle työstökoneelle asetusten tarkastamiseen, ole ehditty tuottaa. Tästä koiuu keskeneräistä tuotantoa tuotantolinjojen väliin, sillä ilta- ja yövuorossa ei ole perehdytyksen saanutta työntekijää. Tällaisen tilanteen syntymisen voisi mahdollisesti estää, jos sen hetkisen vuoron vuorovastaava tai iltavuorossa työskentelevä kunnossapidon työntekijä saisi perehdytyksen hoitaa asetukset työstökoneelle.

Toiseksi ongelmaksi havaittiin tilanne, jossa tuotteet pakataan tuotantolinjoilla väärän kokoisille lavoille, koska varastoon ei ole tilattu oikeankokoisia lavoja, joille tuotteet pakataan (kuva 1). Tämä aiheuttaa tuotteiden ylimääräistä siirtelyä ja pidempiaikaista varastoimista pakkaamossa sekä tuotantolinjojen välissä, mikä saa tehtaan näyttämään epäsiistiltä. Tuotteiden pakkaaminen vääränkokoisille lavoille on estettävissä, jos tuoterakenteisiin merkittäisiin lavan nimikekoodi samalla tavalla kuten raaka-aineet ja komponentit on merkitty. Näin myös lavat tulisivat tarvelaskennan ja oston seurantaan, jolloin riski lavojen loppumiseen pienentyisi.



Kuva 1. Tuotteet pakattu vääränkokoisille lavoille.

Kuvasta 2 huomataan, kuinka pakkaamo on jo ennestään täynnä pakattavia tuotteita. Tämän lisäksi pakkaamon työntekijöillä kuluu turhaa työaikaa oikeankokoisten lavojen saapumisen odotteluun. Lavojen saapumisen jälkeen työntekijöiden täytyy vielä siirtää tuotteet oikeille lavoille sekä pakata ne. Tällainen toiminta ruuhkauttaa pakkaamon, jonka vuoksi tuotteita säilytetään kulkukäytävillä ja tuotantolinjojen välissä ja riski niiden vioittumiselle kasvaa (kuva 3).



Kuva 2. Pakkaamo täynnä pakattavia tuotteita.



Kuva 3. CNC-työstökoneelta pakkaamoon siirretty tuotelava, jossa vioittunut tuote.

Koteloprofiilituotteiden toisessa virtaustavassa, jossa tuotantolinjalla tapahtuvan työstön lisäksi tuotetta työstetään myös CNC-työstökoneella, havaitaan enemmän ongelmakohtia kuin ensimmäisessä virtaustavassa. Suurimpana ongelma-kohtana voidaan pitää tuotteen läpivirtausta, joka ei ole sama CNC-työstökeskuksella, kuin tuotantolinjalla. Tämä aiheuttaa ketjureaktion, joka puolestaan synnyttää monia muita ongelmakohtia tuotannossa, kuten pääomakustannusten nousua, työturvallisuuden huononemista sekä ylimääräistä tavaroiden siirtelyä. Ongelmakohta on myös CNC-työstökoneella työskentelevien työntekijöiden puutteellinen perehdytys tai ohjeistus. Tästä voidaan mainita esimerkkinä tapaus, jossa huollon ajaksi CNC-työstökoneen syöttö oli käännetty nolllille. Yövuoroon tullut työntekijä ei ollut huomannut tätä ja luuli, että kyseessä on jonkinlainen vikatila. Työntekijä siirtyi tämän vuoksi muihin työtehtäviin, minkä seurauksena tuotantolinjalta syntyi keskeneräistä tuotantoa tuotantotiloihin, joita ei työstetty. Tällainen toiminta on riski toimitusvarmuudelle. CNC-työstökoneella työskenteleville tulisikin laatia ohjekirja, kuinka toimia säädöissä ja yleisimmissä ongelmatilanteissa, kuten sähkökatkon aikana, kun CNC-työstökone nolaa asetuksensa. Ohjekirjan avulla olisi voitu ja voitaisiin tulevaisuudessa välttää työn tuottavuutta heikentäviä seikkoja.

Tarkasteluhetkellä koteloprofiilivalmistuksessa oli kolme tuotetta, jotka menivät tuotantolinjoilta työstettäväksi CNC-työstökoneelle. Ensimmäisen tuotteen osalta tuotantolinjalta tuleva tuotantokapasiteetti oli noin 80 kappaletta per vuoro. Samaisen tuotteen kapasiteetti CNC-työstökoneella oli noin 40 kappaletta per vuoro. Kyseistä tuotetta mahtui tuotehäkkiin noin 60 kappaletta. Tämä tarkoittaa, että viikon aikana keskeneräistä tuotantoa, joita ei ehditty työstämään, kertyi tuotantotiloihin ja varastoihin noin 10 tuotehäkillistä. Tulos on saatu käyttämällä laskukaavaa

$$\frac{(x - y)}{z}$$

, jossa x = tuotantolinjan kapasiteetti viikossa, y = CNC-työstökoneen kapasiteetti viikossa ja z = tuotteiden määrä tuotehäkissä. Seuraavassa laskukaavassa x =

tuotantokapasiteetti tuotantolinjalla vuoron aikana (80) * työvuorojen lukumäärä vuorokauden aikana (aamu-, ilta ja yövuoro) (3) * työarkipäivien lukumäärä viikossa (5). Laskukaavassa $y = \text{CNC-työstökoneen tuotantokapasiteetti vuoron aikana} (40) * 3 * 5$.

$$\frac{(80 \text{ kpl} * 3 * 5 - 40 \text{ kpl} * 3 * 5)}{60 \text{ kpl}} = 10$$

Toinen tuote, joka oli ajossa tuotannossa, tuotti tuotantolinjalla noin 40 kappaletta per vuoro. CNC-työstökoneella vastaava kapasiteetti oli noin 50 kappaletta per vuoro. Toisin kuin edellisessä laskukaavassa mainittua tuotetta, tätä tuotetta teetettiin kaksivuorotyönä CNC-työstökoneella kolmivuorotyön sijaan. Tuotehäkkeihin, joihin osavalmiita tuotteita ajettiin tuotantolinjalta, mahtui noin 30 kappaletta per tuotehäkki. Tämä tarkoitti, että viikon aikana tuotantotiloihin syntyi keskeneräistä tuotantoa kolme tuotehäkillistä:

$$\frac{(40 \text{ kpl} * 3 * 5 - 50 \text{ kpl} * 2 * 5)}{30 \text{ kpl}} = 3$$

Kolmas tuote, joka oli ajossa, tuotti tuotantolinjalla noin 80 kappaletta per vuoro. Kyseistä tuotetta kyettiin työstämään CNC-työstökoneella noin 30 kappaletta per vuoro. Vaikka kyseisellä tuotteella oli näistä kolmesta tuotteesta kaikista suurin tuotantolinjan ja CNC-työstökoneen välinen läpivirtausero, kertyi sitä vähiten varastoon ja tuotantotiloihin verrattuna tuotehäkkien määrään. Tämä johtui tuotteen kokoerosta verrattuna edellä mainittuihin.

Edellisten esimerkkien pohjalta herää kysymys, miksi tuotantolinjat pyörivät, vaikka keskeneräistä tuotantoa oli syntynyt jo niin paljon, että ne tukkivat kulkukäytäviä ja näin ollen huononsivat tehtaan yleisilmettä. Parempi vaihtoehto olisi ollut pysäyttää tuotantolinja hetkeksi ja odottaa, että CNC-työstökoneella työkentelevät saisivat kiinni tuotantolinjalta välivarastoon ja kulkukäytävälle ajatun

keskeneräisen tuotannon. Tuotantolinjan työntekijät olisivat voineet täksi ajaksi siirtyä suorittamaan toisia työtehtäviä. Toinen vaihtoehto olisi ollut ajaa jotakin toista tuotetta, joka olisi mennyt tuotantolinjalta lopputarkastuksien jälkeen suoraan asiakkaalle. Tuotantoajon pysäyttäminen ja käynnistäminen aiheuttavat hukkaa, mutta toisaalta myös tuotteiden ylimääräinen siirtelykin. On myös huomionarvoista, että osan ajasta CNC-työstökoneet pyörivät ainoastaan kahdessa vuorossa, joskus ainoastaan yhdessä, vaikka tuotantolinjoilta tuli työstettäväksi lisää tuotteita. Joissakin tapauksissa CNC-työstökoneella ei ollut työpäivän aikana lainkaan työntekijää, vaikka asetukset olivat tehty CNC-työstökoneelle ja keskeneräistä tuotantoa oli välivarastossa työstettäväksi. Tämän vuoksi kulukäytävälle kertyi keskeneräisestä tuotantoa.

Ratkaisu läpivirtauksen parantamiseen olisi CNC-kapasiteetin lisääminen, joka ei kuitenkaan ole mahdollista tilan puutteen vuoksi. Toisaalta jos tuotteen kysyntä on suuri, esimerkiksi 50 000 kappaletta, ja koneistus yksinkertainen, voidaan tuotantolinjalle valmistaa erilliskoneistusyksikkö. Toinen ratkaisu olisi käyttöasteen nostaminen CNC-työstökoneilla. Tästä esimerkkinä tapaus, jossa tuotantolinja tuotti työstettäviä tuotteita CNC-työstökoneelle päivän aikana kolmessa vuorossa noin 120 kappaletta. Nykyisellä tuotannonohjauksella CNC-työstökoneen vastaava valmistuvien tuotteiden määrä päivän aikana oli noin 100 kappaletta kahdessa vuorossa. Seuraavalla laskukaavalla, jossa 168 h = tehokas työaika viikossa ja 96 h = keskimääräinen työaika CNC-työstökoneella viikossa todetaan CNC-työstökoneen käyttöasteen olevan liian alhainen:

$$\frac{96 \text{ h}}{168 \text{ h}} * 100\% = 57\%$$

Esimerkin laskukaavassa CNC-työstökone pyöri kahdessa vuorossa viisi arkityöpäivää (80 h) ja tuotantolinjan jäädessä viikonlopuksi pyörimään kolmessa vuorossa, CNC-työstökone pyöri vastaavasti yhdessä vuorossa viikonlopun (16 h) (80 h + 16 h = 96 h).

CNC-työstökoneen käyttöaste oli siis 57 prosenttia, eli alhainen. Tämä tarkoittaa, että työstökone käytti ainoastaan 57 prosenttia sen mahdollisesta tuotantokyvystä. Laskukaavassa otetaan huomioon esimerkkitapaus, jossa tuotantolinja jäi viikonlopuksi pyörimään kolmessa vuorossa ja CNC-työstökone yhdessä vuorossa.

Edellä mainittujen asioiden lisäksi tarkasteluhetkellä ilmeni tapaus, jossa ajettiin kahdella eri tuotantolinjalla samaan aikaan kahta eri tuotetta, joista kumpikin meni tuotantolinjalla tapahtuvan valmistuksen jälkeen erilliskoneistuksyksikölle (saha) ja sen jälkeen CNC-työstökoneelle. Ongelma tässä tapauksessa on se, että kyseistä erilliskoneistuksyksikköä on ainoastaan yksi, eikä erilliskoneistuksyksiköllä voi työstää kuin yhtä tuotetta kerralla asetusten vuoksi. Tästä aiheutui keskeneneräisen tuotannon muodostumista tuotantotiloihin.

Tällainen tuotannonohjaus, jossa ei huolehdita tuotantolinjan ja CNC-työstökoneen välisestä läpivirtauksesta, aiheuttaa keskeneneräisen tuotannon varastoimista, josta puolestaan aiheutuu pääomakustannusten nousua, työturvallisuusriskejä tuotantotilan tukkiutuneiden kulkukäytävien vuoksi, lattiapinta-alan tuhlaamista tehtaassa sekä turhaa siirtelyä, jonka vuoksi tuotteita rikkoontuu. Työnjohdon on huolehdittava myös sairaustapausten sattuessa, että CNC-työstökoneelle saadaan hankittua työntekijä, jotta entisestään suuret keskeneneräisen tuotannon määrät eivät pääsisi kasvamaan. Jos tuotantolinja pyörii viikonloppuna, sama asia pätee myös viikonloppuna teetettyihin ylitöihin, eli CNC-työstökoneillekin on tällöinkin huolehdittava riittävästä kapasiteetista.

Merkille pantava asia on, että työn tuottavuudessa seurataan ainoastaan tuotantolinjan kapasiteettia, eikä oteta huomioon CNC-työstökoneen kapasiteettia. CNC-työstökoneen kapasiteetti tulisi ottaa enemmän huomioon, sillä se määrää, kuinka paljon ja milloin asiakkaille saadaan toimitettua tuotteita.

Kuvat 4 ja 5 osoittavat, kuinka kulkukäytävät ovat tukittu tuotehäkeillä. Tämä hankaloittaa kulkua tehtaalla ja hidastaa tuotantolinjalle tehtävien asetusten tekoa.



Kuva 4. Kulkukäytävä tukittu tuotehäkillä.



Kuva 5. Kulkukäytävä tukittu tuotehäkeillä.

Tuotehäkit, jotka viedään ulkovarastoon, tulisi suojata esimerkiksi pakkausmuovilla joka suojaa tuotteita. Näin toimimalla estetään tuotteiden likaantuminen. Kuvissa 6 ja 7 on hyvät esimerkit, miksi tuotteet tulisi suojata. Tuotteiden suojaamiseen menee arviolta aikaa minuutti, kun toisaalta kyseisten kuvien tuotteiden puhdistamiseen kului tuottavasta työajasta 20 minuuttia. Tämä vei tehokkaasta työajasta pois neljä prosenttia, joka vastaa viittä valmista kappaletta. Tämän kaltaisia tapauksia on tapahtunut ennenkin. Kuvien tuotteiden valmistamiseen menee arviolta noin 3,5 minuuttia (tuotteen koneistusaika 2,5 minuuttia + tuotteen asettaminen ja pois ottaminen CNC-työstökoneesta yhteensä noin minuutti = 3,5 minuuttia). Yhden työntekijän tehokas työaika päivässä on 480 minuuttia (8 h * 60 min. = 480 min.). Seuraavat laskukaavat osoittavat kyseiset tulokset:

$$\frac{20 \text{ min}}{480 \text{ min}} * 100\% = 4,2\%$$

$$\frac{20 \text{ min}}{3,5 \text{ min}} = 5,7 \text{ kpl.}$$



Kuva 6. Pinttynyttä likaa tuotteessa. Kuva 7. Likaantunut tuote.

Kuvien 8 ja 9 kaltaisia tapauksia, joissa tuotehäkeissä on vaurioituneita tuotteita, todettiin tarkasteluhetkellä useita, viikosta riippuen 1-5 vaurioitunutta tuotetta per viikko. Vaurioitumiset on kirjattu yhden vuoron aikana.



Kuva 8. CNC-työstökoneelle kuljetettu tuotehäkki, jossa vaurioitunut tuote.



Kuva 9. Suurennos kuvan 8 vaurioituneesta tuotteesta.

Esimerkkitapauksena ei-arvoa tuottavasta työstä voidaan pitää tapausta, jossa CNC-työstökoneen poranterä työsti tuotejigiin. Tästä aiheutui terän katkeaminen, tuotejigin vahingoittuminen ja muuta ei-arvoa lisäävää työtä, kuten turhaa työtä. Syy tälle ei-arvoa tuottavalle tapaukselle oli työstettävän tuotteen alimittaisuus. Terän työstämisen tuotejigiin olisi voitu välttää seuraavilla tavoilla:

1. CNC-työstökoneella työskentelevä olisi voinut tarkistaa työstettävän tuotteen pituuden tuotteen ollessa tuotehäkissä
2. Tuotantolinjalla työskentelevä olisi voinut tarkistaa työpisteellään tuotteen alimittaisuuden tai edes merkitä visuaalisesti, että tuote on alimittainen, jotta ei-arvoa tuottava tapaus olisi vältetty.

Juurisyys tälle ei-arvoa tuottavalle tapaukselle on huono tuotantolinjan sahapöydän jälkeinen taso, jolle osavalmiit tuotteet laskeutuvat määrämittaan sahaamisen jälkeen. Taso, jolle osavalmiit tuotteet laskeutuvat on tehty puusta, johon on naulattu/ruuvattu kiinni kakkoslaatuisia tuotteita. Tällainen taso aiheuttaa kitkaa jo sahatun osavalmiin tuotteen ja tason välille, joka aiheuttaa sen, että jo sahattu osavalmis tuote jää sahapöydän vastimen ja sahaukseen tulevan osavalmiin tuotteen väliin, jonka seurauksena syntyy alimittaisia tuotteita. Parannusehdotus olisi, että pöytä modernisoitaisiin toimimaan tavalla, jottei samankaltaisia tapauksia sattuisi uudestaan. Toinen parannusehdotus olisi modernisoida CNC-työstökone toimimaan tavalla, jolla kone ei työstäisi alimittaisia tai ylimittaisia tuotteita.

5.1.2 Varastoinnin nykytila

Tuotantotilojen ahtauden vuoksi tehtaan takapihalle on rakennettu varastointia helpottava ulkovarasto. Nykyisellä tuotannonohjauksella ulkovarasto on kuitenkin tuotehäkkeitä täynnä, minkä vuoksi riski tuotteiden vahingoittumisille on suuri (kuva 10) ja pääomakustannukset nousevat varastoitaessa tuotteita.



Kuva 10. Tuotteiden päät osuneet toisiinsa, jonka johdosta syntyi vioittuneita tuotteita.

Varastoinnin epäjärjestys aiheuttaa ei-arvoa lisäävää työtä, kun eri tuotteita on pinottu päällekkäin (kuva 11) eikä varastoinnissa ole muuta järjestystä kuin se, että putkiprofiilit ovat erillään koteloprofiileista. Joissakin tapauksissa CNC-työstökoneelle on ollut menossa taaimmainen, alin tuotehäkki, josta aiheutui turhaa siirtelyä, jossa rikkoontui työstöön menevä tuote. Selvän järjestyksen puutteen vuoksi syntyy myös tuotteiden etsimistä, johon puolestaan kuluu turhaa aikaa. Ratkaisu tähän ongelmaan olisi tehdä selvät merkinnät, mihin riviin mitäkin tuotetta saa varastoida. Esimerkiksi samat tuotteet, jotka ovat samaa pituutta ja menossa samalle asiakkaalle voitaisiin pinota päällekkäin ja asettaa samaan riviin.



Kuva 11. Eri tuotehäkkejä pinottu päällekkäin, josta aiheutuu turhaa siirtelyä.

Kuvan 12 tuotehäkki oli siirretty ulkovarastosta CNC-työstökoneelle (kuva 13). Vastaavia tapauksia oli useampia, jossa CNC-työstökoneelle oli siirretty tuotehäkki, jossa oli vioittuneita tuotteita.



Kuva 12. Tuotteiden päät kolhiintuneet. Kuva 13. Vioittunut tuote.

Kuvien 14, 15, 16, 17 ja 18 mukainen määrä keskeneräistä tuotantoa sitoo paljon pääomaa, kasvattaa tuotteiden vahingoittumisriskiä sekä vaikeuttaa esteetöntä kulkua tehtaassa. Kuvat ovat otettu yhden päivän aikana.



Kuva 14. Ulkovarasto täynnä keskeneräistä tuotantoa.



Kuva 15. Tuotantolinjojen 34 ja 35 välinen välivarasto on täynnä keskeneräistä tuotantoa.



Kuva 16. Tuotehäkit estävät esteettömän pääsyn kemikaalihyllyille (sävytetty punaisella).



Kuva 17. Mahdollisten linja-asetusten teko tuotantolinjoille on estetty tuotehäkeillä.



Kuva 18. Tuotehäkit estävät pääsyn tuotantolinjoille kuvan osoittamasta suunnasta.

Koska tuotehäkkejä ei ole standardoitu, joudutaan erikokoisia tuotehäkkejä pinoamaan päällekkäin kuvien 19 ja 20 tapaan, mikä aiheuttaa turvallisuusriskin sekä tuotteiden vahingoittumisriskin. Tämän vuoksi tuotehäkit olisikin hyvä standardoida.



Kuva 19. Häkit pinottu turvattomasti.



Kuva 20. Häkkeitä ei ole standardoitu.

Tuotekehitykseen liittyvien koeajojen ja uusien pakkausmenetelmien testaaminen on yhtiön kasvun kannalta hyvä asia. Ongelma on, että koeajotuotteille ei ole määrättyä paikkaa, missä niitä tulisi säilyttää ja nykyisin niitä säilytetäänkin missä sattuu. Kuvissa 21, 22 ja 23 säilytyspaikkana toimii tuotantolinjojen kulkukäytävät. Kulkukäytävien tukkiminen aiheuttaa työturvallisuusriskin sekä riskin koeajojen vioittumiselle. Ehdotus olisi, että koeajoille raivattaisiin ulkovarastosta oma alue, jossa niitä voitaisiin säilöä.



Kuva 21. Koeajot tukkivat käytävät.



Kuva 22. Koeajot varastoitu käytävälle.



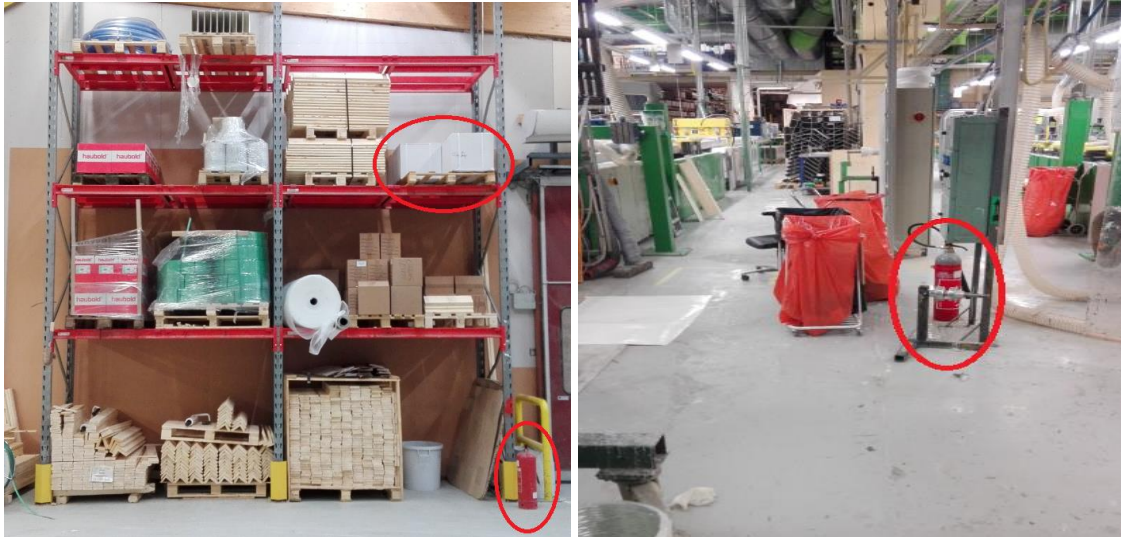
Kuva 23. Tuotekehitykseen liittyvää pakkausmenetelmän testausta. Kyseinen tuotelava lojui tuotantolinjojen 29 ja 33 välillä kolme viikkoa.

Varastoon on määrättävä tarkat paikat roskapusseille, pakkausnauhoille ja muille tarvikkeille, joita tuotantolinjojen työntekijät tarvitsevat työpisteillään, jotta tuotantolinjan työntekijät tietävät tarvikkeiden noutopaikan. Tarvikkeiden paikkojen vaihtelevuus on suuri (kuva 24). Välillä tarvikkeet ovat pakkaamon varastohyllyssä ja seuraavalla viikolla ne saattavat sijaita koteloprofiilivalmistuksen välivarastossa.



Kuva 24. Roskapussien säilytyspaikkana toimii paloposti.

Tarvikkeet tulisi sijoittaa lattiatasoon, jotta työntekijät, jotka eivät omista trukinajo-korttia, saisivat noudettua ne itse. Esimerkiksi kuvassa 25 pakkausnauhat ovat varastoitu ylähyllylle, josta työntekijät eivät saa niitä käyttämättä trukkia, vaikka lattiatasolla olisi niille tilaa. Myöskään palosammuttimet kuvissa 25 ja 26 eivät ole millään tietyllä, määrätyllä paikalla.



Kuva 25. Tarvikkeet sijoitettu ylähylylle. Kuva 26. Palosammutin ei merkatulla paikalla.

6 5S-menetelmän käyttöönoton suunnittelu

5S-menetelmän käyttöönotto tulisi aloittaa tiedottamalla kaikkia niitä työntekijöitä, joita koteloprofiilipuolen 5S-menetelmän käyttöönotto koskee. Tämän jälkeen tulisi suorittaa työntekijöiden haastattelu, joiden pohjalta valitaan ja karsitaan työkalut tuotantolinjalta sekä sijoitetaan ne työympäristöön. Työntekijöiden haastatteluilla pyritään saamaan uusia näkökulmia kehittämiskohteista, sillä eri työntekijöillä on eri näkökulmia asioihin.

Käyttöönoton suunnitteleminen tulisi aloittaa valokuvaamalla tuotantoympäristö, jotta saadaan havainnollistettua lähtötilanne visuaalisesti. Valokuvaamisen jälkeen aloitetaan 5S-menetelmän käyttöönotto askel askeleelta ensimmäisestä vaiheesta viimeiseen 5S-menetelmän vaiheeseen.

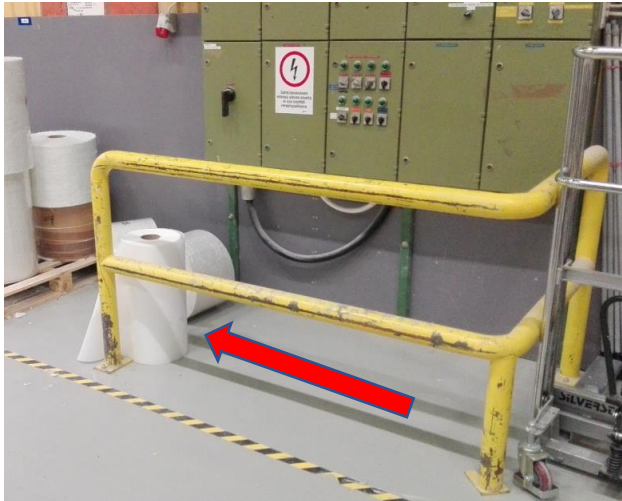
6.1 Lajittelu

5S-menetelmän käyttöönotto aloitetaan haastatteluista saaduilla tiedoilla, mitä työkaluja työpisteelle jätetään ja mitkä toisaalta työpisteeltä vietään pois. Työpisteellä olevat selvästi turhat työkalut ja esineet heitetään pois. Ei niin tarpeellisiksi todetuille työkaluille etsitään uudet paremmat sijoituskohteet tai siirretään ne määrätylle karanteenialueelle. Esimerkiksi kuvassa 27 työtason alahyllyllä näkyvät roskapussit voisi sijoittaa roska-astioiden yhteyteen.



Kuva 27. Nykyiset työpöydät, joissa on tasot toimivat turhien tavaroiden ja esineiden säilytyspaikkoina.

Kuvassa 28 sähkökaapille johtavan kulkuväylän eteen on jätetty edellisen tuotantoajan lasimatot. Lasimatot estävät sähkömiehen esteettömän pääsyn sähkökaapille. Siisteyden ylläpitämiseksi on selvitettävä, tarvitaanko kyseisiä mattoja seuraavassa ajossa vai voiko lasimattoja käyttää jossain toisessa ajossa, joka pyörii kyseisellä hetkellä tai on tulossa ajoon. Tämän vuoksi mattoleikkurilla tulisi olla valkopohjataulu, jossa on pohja tuotannosuunnittelusta, josta selviää seuraavien viikkojen tuotantoajat.



Kuva 28. Nuoli osoittaa, kuinka lasimatot estävät esteettömän pääsyn sähkökaapille.

Tuotantoajon päätyttyä linjaoperaattorin tulisi merkitä mattoihin tuotantoajossa olleiden mattojen koko sekä se, missä ajossa niitä on käytetty. Tämän jälkeen linjaoperaattorin tulisi viedä matot mattoleikkurilla sijaitsevalle lavapaikalle (liite 1), johon on tarkoitus tilauksen tullessa päätökseen tuoda tuotantoajoista ylijääneet matot. Mattoleikkurilla työskentelevän työntekijän tulee merkitä matot, jotka materiaalivastaavan tulisi viedä varastoon. Varastossa tulisi olla merkinnät, mitä milloinkin hyllyllä sijaitsee ja milloin raaka-aineet on sinne toimitettu. Tässä vaiheessa tulee ottaa huomioon varastohyllyn painorajat. Raaka-aineiden säilömisaika voisi olla yhdestä kahteen viikkoa, jonka jälkeen niitä ei tulisi enää säilöä. Toinen vaihtoehto olisi tiedustella, voitaisiinko mattoja myydä eteenpäin esimerkiksi veneverstaalle, jossa lasikuitua käytetään raaka-aineena.

6.2 Järjestely

Työpisteeltä turhien ja ei-niin-tarpeellisten työkalujen ja tarvikkeiden pois heittäminen jälkeen tulee työpisteelle jätettyjen työkalujen ja tarvikkeiden sijainti määrittää. Sijainnin määrittämisen jälkeen työkalut tulee nimetä tarrakirjoittimella, jotta tiedetään mihin työkalu täytyy käytön jälkeen palauttaa. Työkalut tulee mer-

kitä värikoodein tai jollain muulla keinolla, jotta tunnistetaan, mille työpisteelle mikäkin työkalu kuuluu. Tarvittaessa työpisteelle hankitaan uusia työkaluja ja työkaluseiniä, joissa työkaluja säilytetään.

Työssä käytettäville kumihansikkaille tulisi hankkia telineet, jossa niitä säilytetään. Nykyinen käytäntö on kuvan 29 ja kuvan 30 mukainen, eli kumihansikkaita ja lasimattoja sekä muita tarvikkeita säilötään missä sattuu, eikä niille ole määrätty selvää säilytyspaikkaa. Hansikastelineitä hankittaessa tulee ottaa huomioon se, että tuotannossa työskentelee ihmisiä, joiden hansikaskoko vaihtelee koosta M aina kokoon XL. Tämä tarkoittaa sitä, että telineeseen tulee mahtua erikokoisia kumihansikaspakkauksia. Hansikasteline tulee sijoittaa muottipöydän läheisyyteen, koska muottipöydän läheisyydessä kumihansikkaita käytetään eniten.



Kuva 29. Kumihansikkailla ei telineitä. Kuva 30. Lasimatot ei määrättyllä paikalla.

Lasikelat ja -matot tulisi sijoittaa kunkin tuotantolinjan lasivaunun perään, eikä samalla tavalla kuin kuvassa 30 on esitetty. Tuotantolinjoilla 29 ja 32 lasimattojen ja lasikelojen sijoitus ei onnistu lasivaunun perään, vaan kyseisten linjojen lasimatot ja -kelat tulisi sijoittaa seinän vierusta.

Haastatteluja suorittaessa työntekijöille tuli esille ehdotus telineestä, jossa voisi säilyttää pienempiä mattoja ja huopia, joita tarvitaan tuotantoajoissa. Nykyisin niitä säilötään kuvien 31 ja 32 mukaisesti. Punaiset ympyrät osoittavat kuvissa mattojen ja huopien säilytyspaikat.



Kuva 31. Lasimatot ei määrättyllä paikalla. Kuva 32. Lasimatoista muodostuu ”mattotorneja”.

Kuvista 31 ja 32 huomataan, miksi olisi hyvä hankkia mattotelineet pienemmille matoille ja huoville. Isot matot vievät jo itsessään ison tilan lattiapinta-alasta, jolle matot tulisi sijoittaa, jonka vuoksi pienemmät matot ja huovat sijoitetaan isompien mattojen päälle (kuva 32). Tästä syystä syntyy korkeita ”mattotorneja”, joilla on riski kaatua ja vahingoittaa ympärillä liikkuvia työntekijöitä tai tarvikkeita. Pieniä mattoja säilötään mattoleikkurin hyllyissä, mutta hyllyt ovat jo niin täynnä, ettei sinne mahdu enää enempää mattoja ja huopia. Näiden seikkojen vuoksi tulisi pienemmille matoille ja huoville olla teline, jossa niitä säilöittäisiin. Kuvassa 32 on kahden tuotantoajon matot ja huovat.

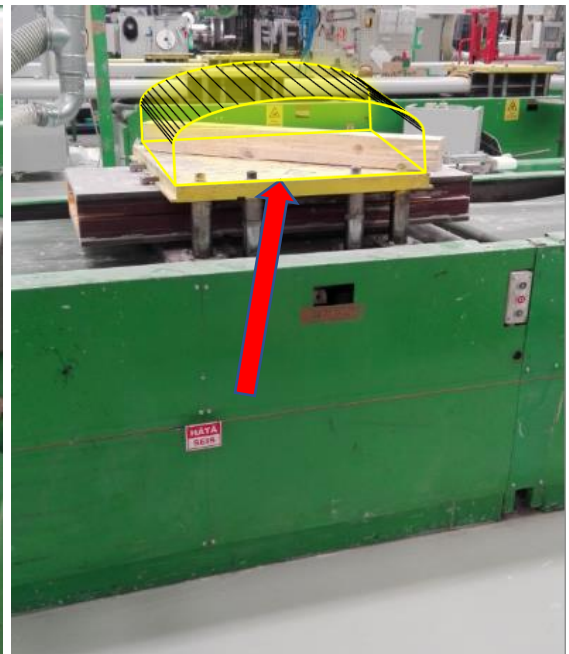
Lattioihin tulee tehdä merkinnät esimerkiksi teippaamalla, jotta tiedetään, missä mikäkin toiminto sijaitsee ja minne mikäkin työkalu tulee palauttaa käytön jälkeen. Näin esimerkiksi tilauksen tullessa päätökseen tiedetään, minne tuotantoajossa

tarvittu porakone kuuluu palauttaa. Teippaukset tulee tehdä myös alueille, jotka tulee jättää vapaaksi ja jotka ovat varattu tuotantolinjoilta valmistuville tuotteille.

Kuvissa 33 ja 34 esiintyville puisille ”starttikapuloille”, joita tarvitaan käynnistäessä tuotantolinjaa, ei ole määrättyä paikkaa. Tämä aiheuttaa sen, että ”starttikapuloita” jätetään tuotantolinjan käynnistyksen jälkeen, minne sattuu. Kuvien 33 ja 34 tapauksissa ”starttikapulat”, joita punaiset nuolet osoittavat, ovat jätetty vetotarraimen päälle ja lattialle sahalle menevän virtajohtokotelon päälle. Näin tehdään yleisilme saadaan näyttämään epäsiistiltä, minkä lisäksi myös kompastumisriski kasvaa. Tarraimien päälle tulisikin rakentaa jonkinlainen kupoli (kuva 34, keltaiset ääriviivat), jottei ”starttikapuloita” tai muita tarvikkeita kertyisi vetotarraimien päälle.



Kuva 33. ”starttikapulat” lattialla.



Kuva 34. ”starttikapula” ei määrättyllä paikallaan.

”Starttikapuloiden” sijoituspaikkana toimisi tehtaan keskipiste eli linjan 34 ja 35 välikkő. Toinen vaihtoehto olisi, että tuotantolinjoille suunniteltaisiin ”starttikapuloiden” säilytyspaikoiksi lieriön muotoiset astiat, joissa ei ole pohjaa. Astian tulisi olla pohjaton siksi, ettei säilytyspaikka toimisi roska-astiana.

Haastatteluja suorittaessa työntekijöille tuli monelta ehdotus uusien ”starttikapuloiden” toiveesta. Nykyisillä puisilla puupalikoilla on tapana hajota puristuspaikkeen vuoksi, josta puolestaan syntyy tehtaan lattioille ja vetokoneen ympäristöön puusäleestä johtuvaa sotkua. Nämä puusäleet voivat kulkeutua vetokoneen kummimaton alitse konehuoneeseen, josta syntyy turvallisuusriski.

Joidenkin raaka-aineiden, kuten kuvissa 35 ja 36 olevien lasikudosten, kulutus on niin pieni, että herää kysymys, olisiko tällaisia raaka-aineita parempi säilyttää varastossa kuin tuotantotiloissa, sillä niiden säilytys vie paljon lattiapinta-alaa tuotantotiloista. Kuvien 35 ja 36 ottamisen aikaväli on viisi arkityöpäivää, jona aikana lasikudosta on kulunut kaksi rullallista. Toimintamallina voisi olla, että tilanteessa, jossa materiaalia kuluu normaaliin työviikkoon kaksi rullallista, mattoleikkurilla työskentelevä työntekijä tilaisi varastosta viikon tarpeet kyseistä materiaalia, eli kaksi rullallista kyseistä materiaalia täyden lavallisen sijaan.



Kuva 35. Täysi lava lasikudoksia.



Kuva 36. Vajaa lava lasikudoksia.

Tuotantolinjalle 34 on hankittu tiuhaan suoritettavien mittausten takia kuvassa 37 oleva ”työtaso”, jossa säilötään kalliita mittausvälineitä. Tämä ei ole kuitenkaan kelvollinen paikka säilyttää mittausvälineitä. Parannusehdotus olisikin, että mittausvälineille tulisi rakentaa taso, jossa olisi reunukset, jotta estetään kalliiden mittausvälineiden tippuminen lattialle, kuten on käynyt aiemmin.



Kuva 37. Mittavälineet ovat epästabiililla ”työtasolla”.

Kuvassa 38 näkyvät hartsitynnyrit voitaisiin sijoittaa sekoittamoon (kuva 39). Näin toimimalla saataisiin lisää lavapaikkoja koteloprofiilipuolen lasivaunupäätyyn, jotta viikonlopuksi käyntiin jäävien tuotantolinjojen lasimatot mahtuisivat paremmin tuotantotiloihin. Näin ehkäistäisiin ”lasimattotornien” kertymistä, joista koituu turvallisuusriski. Sekoittamossa (kuva 39 ja 40) sijaitsee tasoja, joissa on tyhjiä sankoja ja jämähäntäneitä astioita. Kyseiset tasot vievät turhaa lattiapinta-alaa ja poistamalla ne saataisiin kuvassa 39 punaisen nuolen osoittamat täyteaineet sijoitettua kuvassa 40 näkyvään nurkkaukseen.



Kuva 38. Hartsitynnyrit.



Kuva 39. Täyteaineet.



Kuva 40. Nurkkaus, johon täyteaineet voitaisiin sijoittaa.

6.3 Puhdistus

Puhdistusvaiheessa työympäristö siivotaan perusteellisesti epäpuhtauksista. Työympäristössä olevat työkalut huolletaan, jos siihen huomataan tarvetta. Tarvittaessa työpisteelle hankitaan siivousvälineet, jos edelliset siivousvälineet ovat hävinneet. Siivoustarvikkeille tulee myös määrittää sijaintipaikat.

Siisteyden ylläpitoon liittyen useissa haastatteluissa tuli ilmi, että tuotantoajon tilauksen tullessa päätökseen ei anneta aikaa siivota ajon aikana syntynyttä epäsiisteyttä, vaan uusi tuotantoajo tulee käynnistää tai alustaa heti. Toimintamallin muutosta kannattaa harkita, jos työympäristön siisteyttä ja viihtyisyyttä halutaan parantaa. Työntekijän tulisi huolehtia ja raivata materiaalit ja raaka-aineet tuotantoajon jäljiltä välittömästi pois, eikä jättää tehtävää seuraavan vuoron työntekijälle. Näin toimimalla ehkäistäisiin kuvan 41 epäsiisteys ja saataisiin nopeutettua seuraavan tuotantoajon linja-asetuksia.



Kuva 41. Edellisen tuotantoajan lasimatot ovat jätetty paikoilleen mattotelineisiin.

Kuvassa 42 näkyvät styroksit asetetaan tuotteita pakatessa tuotteiden väliin, jotteivät nämä hankaudu toisiaan vasten tai muuta muotoaan ollessaan pidempiä aikoja paketissa. Nykyisin styrokseja säilötään kuvan 42 mukaisesti. Koteloprofiilipuolen ulko-ovea aukaistaessa tuulenvire pääsee halliin ja usein kaataa styroksitornit aiheuttaen epäsiisteyttä hallissa. Epäsiisteyden ehkäisemiseksi tulisi styroksit suojata lavareunuksilla, jottei tuulenvire pääsisi käymään niihin. Toinen vaihtoehto olisi, että styroksit raivattaisiin kokonaan tuotantotiloista pois ja työntekijä kävisi tarpeensa mukaan noutamassa styrokseja varastosta. Sama asia pätsi tuotteiden väliin tuleville puisille välirimoille ja tikuille. Näin toimimalla työympäristöstä saataisiin viihtyisämpi ja tuotantotilaan vapautuisi lisää vapaata lattiapinta-alaa.



Kuva 42. Styrokseja säilötään tuotantotiloissa.

Siisteyden ylläpitoon vaikuttaa toiminta tuotantotilassa, jossa ei käytetä kohdepoistoa säädön tai tuotantoajoissa tarvittavan tuotteen jigien asentamisen ja poistamisen aikana, jossa joudutaan aukaisemaan kulmahiomakoneella tuotteen kansiosia. Kansiosien aukaiseminen vapauttaa ilmaan pölyä, jota voi kulkeutua muun muassa tuotantolinjan sähkökaappiin sekä johteisiin ja näin ollen aiheuttaa häiriötilanteita. Lisäksi tällainen toiminta likaa työympäristön ja on terveydelle haitallista. Näin ollen tulisi harkita kaikkien työntekijöiden ohjeistamista käyttämään tällaisissa tilanteissa kohdepoistoa.

6.4 Standardointi ja ylläpito

Kun työympäristö on siivottu epäpuhtauksista ja tarvittavat työkalut sekä tarvikkeet ovat saatu niille merkittyihin paikkoihin, valokuvataan työympäristö, jotta saadaan visuaalinen kuvaus siitä, miltä viihtyisä työympäristö näyttää. Tämän jälkeen luodaan standardijärjestyslista, jonka mukaan työympäristö siivotaan ja järjestellään. Lista on layout-tyyppinen malli, johon merkataan kunkin työpisteen puutos- ja ongelmatilat.

Tuotantolinjan työntekijällä on vastuu työkalujen ja tarvikkeiden säilymisestä työpisteellä. Työpisteille tulisi tehdä työkalulista, johon on merkitty työpisteen työkalut ja niiden lukumäärä. Listaan tulisi merkitä vuoron alussa onko kyseisen työpisteen työkalut paikoillaan. Mahdolliset työkalupuutokset tulee merkitä listaan. Puutoksista työntekijän kuuluu tiedottaa vuorovastaavalle, joka välittää tiedon eteenpäin työnjohdolle. Vuorovastaava suorittaa vuoron lopussa 5S-menetelmän auditoinnin ja huolehtii tarvittavista toimenpiteistä. Alussa suuremmat auditoinnit tulisi suorittaa kahden viikon välein. Hyvän edistymisen jälkeen auditointeja voidaan siirtää pitämään kerran kuukaudessa. Edistymistä seurataan ja tiedotetaan liitteiden 2 ja 3 mukaisilla raporteilla.

Parannusehdotus työturvallisuuteen liittyen olisi merkitä näkyvimmin paikat, jossa sijaitsee palosammuttimet, palopostit ynnä muut sellaiset välineet, jotka edistävät työturvallisuutta. Tietyissä paikoissa tuotantohallia on katvealueita, joissa näköyhteys esimerkiksi palosammuttimin ja paloposteihin on huono. Kuvilla 43 ja 44 havainnollistetaan tilannetta.



Kuva 43. Ilmanvaihtokanavat peittävät näköyhteyden nuolen osoittamassa pylväessä olevaan paloturvallisuusopasteeseen, joka osoittaa palosammuttimen paikan sitä tarvittaessa.



Kuva 44. Maalaamalla pylväs esimerkiksi punaisella sävyllä katvealueeltakin on näköyhteys paikkaan, jossa palosammutin sijaitsee. Näin mahdollisen onnettomuuden sattuessa huomattaisiin välittömästi, missä palosammutin sijaitsee.

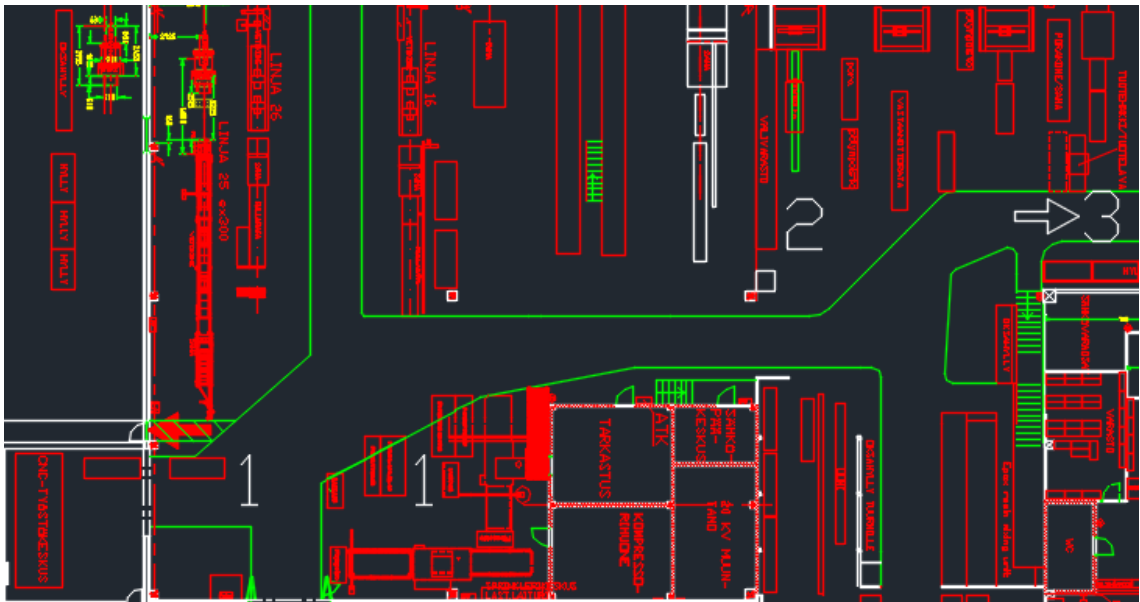
Suunnitelmien mukaan tehtiin pilotointi tuotantolinjalle 29, jonka mukaan muutkin tuotantolinjat tulisi standardisoida. Pilotoinnin tuloksia kuvaillaan tarkemmin kapaleessa 8. Onnistuneen pilotoinnin jälkeen käytäntöä tulisi soveltaa muillekin tuotantolinjoille.

7 Tuotevirtauksen suunnittelu

Tuotantolinjalta valmistuvien tuotteiden virtaus ei ole nykyisellään parhain mahdollinen pelisääntöjen puuttumisen vuoksi. Tuotehäkkejä sijaitsee niille kuulumattomissa paikoissa ja niitä sijoitetaan sinne, missä on tilaa. Tämän vuoksi kulkuikäytävät ja tuotantolinjojen välit tukkiutuvat, josta puolestaan aiheutuu turvallisuusriskejä. Lisäksi työn tehokkuus heikkenee, kun tuotehäkit sijaitsevat kulkureiteillä. Työn tehokkuuden heikkenemisen huomaa tuotevirtauksessa, jossa osavalmiit tuotteet menevät jälkityöstöön CNC-koneelle, mutta myös tilanteessa, jossa tuotteet menevät suoraan asiakaspakkaamoon. Luomalla seuraavat pelisäännöt tuotevirtaukseen kaikki työntekijät tietävät kuinka toimia tilanteessa, jossa osavalmiit tuotteet ja lakkausta vaille valmiit tuotteet viedään tuotantolinjalta seuraavaan työvaiheeseen. Lähtökohtana voisi olla ajattelumalli, että tuotelavan tai tuotehäkin jättöpaikka on seuraavan työvaiheen noutopaikka.

- Sääntö 1. Tuotehäkin tai tuotelavan tullessa täyteen tuotantolinjalla, työntekijä käy katsomassa onko CNC-työstöpisteellä tai pakkaamossa tilaa. Jos tilaa on, tuotehäkki sijoitetaan CNC-työpisteelle tai pakkaamossa sille varattuun paikkaan (kuvio 1).
- Sääntö 2. CNC-työpisteen tai pakkaamon ollessa täynnä työstettäviä tai valmiita tuotteita, työntekijän kuuluu kuljettaa työstettäväksi sekä pakkaamoon menevät tuotteet tuotantolinjojen 34 ja 35 välissä sijaitsevaan välivarastoon (kuvio 1). Välivarastoon mahtuu rajoitettu määrä tuotteita: lattiapinta-ala on noin 10 m².

- Sääntö 3. Jos CNC-työpiste, välivarasto ja pakkaamo ovat täynnä jälki-työstöön ja lakkaukseen meneviä tuotteita, kolmas sijoituspaikka tuotehäkeille ja tuotelavoille on ulkovarasto (kuvio 1). Näin toimitaan silloin, kun tuotantolinjalla/-linjoilla valmistettavia tuotteita on työstettävänä CNC-työpisteillä. Jos tuotantolinjalta/-linjoilta valmistuvat tuotteet ovat menossa CNC-työstökoneelle, mutta CNC:llä on toisen tuotteen asetukset ja kyseisiä tuotteita on vielä työstettävänä, työntekijän tulisi viedä tuotantolinjalta tuotehäkki suoraan ulkovarastoon (rättihalliin), eikä jättää tuotteita hallin sisätiloihin odottamaan työstöä, jossa ne saattavat viedä lattiapinta-alaa jopa kuukausia.



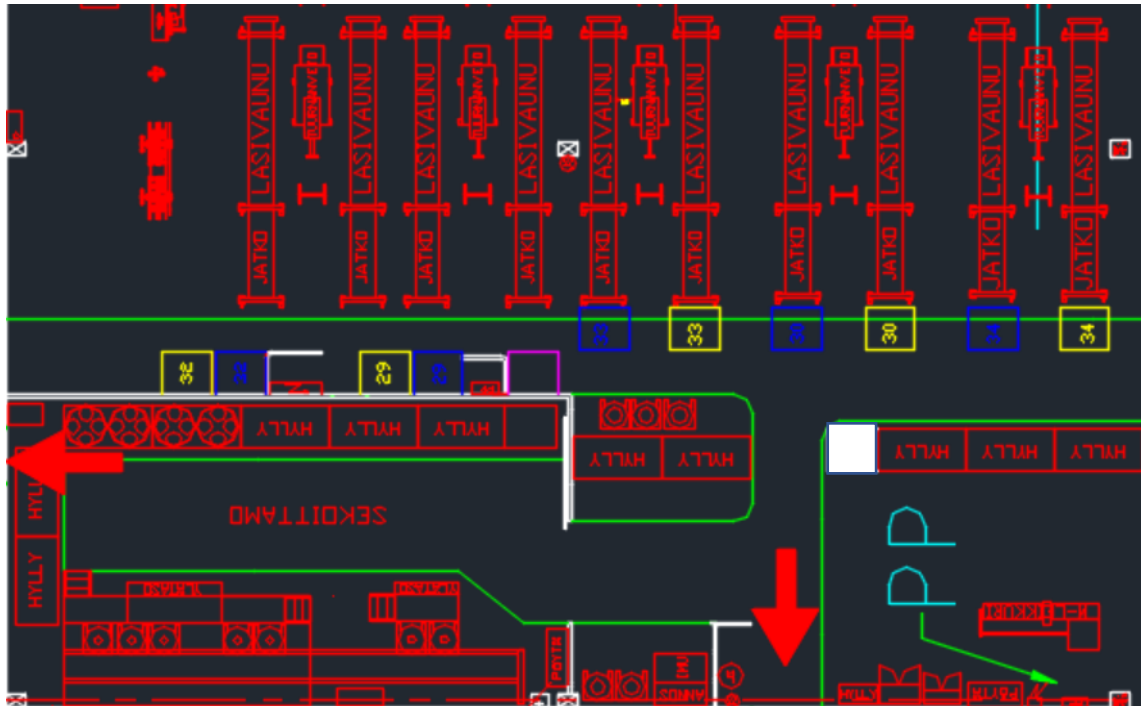
Kuvio 1. Numerojärjestys osoittaa, minne tuotantolinjan työntekijän tulisi tuotteet viedä tuotantolinjalta. Numerolla 1 on merkitty CNC-työpisteet, numerolla 2 väli-varasto ja numerolla 3 ulkovarasto, jonne nuoli osoittaa.

Näillä yhteisillä pelisäännöillä saavutetaan tilanne, jossa tuotehäkit eivät sijaitse kulkukäytävillä tai kenenkään edessä. Näin työympäristöstä saadaan viihtyisä, turvallinen ja tehokas. Lisäksi tuotteiden vaurioitumisen riski pienenee eikä työnteko hidastu, jota aiheutuisi tilanteessa, jossa tuotehäkit sijaitsevat tuotantolinjo-

jen välissä. Tällöin kunnossapidon työntekijöillä ei ole esteetöntä pääsyä asetus-
ten tekoon tuotantolinjoille. Tulee muistaa, että visuaalisesti miellyttävän näköi-
nen työympäristö nostaa työtehokkuutta Lean-ajattelun mukaisesti.

7.1 Materiaalinvirtaus tuotantolinjoilla

Koteloprofiilipuolen tuotantoajoissa tarvittavat lasimatot ja -kuidut tulisi sijoittaa lasivaunujen taakse, mutta tuotantolinjoilla 29 ja 32 ne tulisi sijoittaa seinän vierustaan. Pelisääntönä voisi olla, että kullakin tuotantolinjalla tulisi olla yksi lava-
paikka lasikuiduille ja toinen lasimatoille (kuvio 2). Tuotantoajoissa, joissa on pal-
jon lasimattoja ja muita materiaaleja esimerkiksi huopia, jotka eivät mahdu yhdelle lavalle, voitaisiin tehdä seuraavasti. Isot ja painavat lasimatot sijoitettaisiin tuotantolinjan läheisyyteen lavalle ja pienemmät sekä kevyemmät matot sijoitettaisiin mattoleikkurin ympäristöön. Näin välttyttäisiin siltä, etteivät lasimatot olisi sähkökaappien edessä tai kulkukäytävillä ja siltä, ettei korkeita ”mattotorneja” muodostuisi. Koteloprofiilipuolen yleisimmät lasikuidut ovat 2400 ja 4800 sekä harvemmin käytetty 9600. Lasikuidut 2400 ja 4800, riippuen tuotantoajosta kumpaa käytetään, tulisi sijoittaa kunkin tuotantolinjan läheisyyteen. Harvemmin käytettyä lasikuitua 9600 tulisi sijaita yksi lavallinen hartsitynnyreiden ja palopostin välissä. Jos tiettyä/tiettyjä lasikudoksia ei käytetä mihinkään tuotantoajoon, ne tulisi raivata pois työympäristöstä ja tuoda tilalle sitä materiaalia, mitä tuotantoajoissa käytetään.



Kuvio 2. Keltaiset laatikot osoittavat lasimattojen sijoituspaikat tuotantolinjan läheisyydessä, siniset laatikot puolestaan osoittavat lasikudosten sijoittelun tuotantolinjojen läheisyydessä. Violetti laatikko osoittaa 9600 lasikuidun tai muun harvemmin käytetyn materiaalin sijoituspaikan työympäristössä. Valkoinen laatikko matonleikkaajan työpisteen läheisyydessä osoittaa paikan, jonne tuotantoajon päätyttyä tuotantolinjan työntekijä kuljettaa tuotantoajosta ylijääneet materiaalit.

Tuotantoajon tullessa päätökseen huomioitava asia on, ettei tuotantoajossa oleita raaka-aineita raivata työympäristöstä pois, vaan ne jätetään paikoilleen. Matonleikkaajien ja tuotantoon enemmän perehtyneiden henkilöiden vinkkien ja haastattelujen pohjalta yhteiset pelisäännöt tuotantoajon tullessa päätökseen voisivat olla seuraavanlaiset: Tuotantolinjan työntekijän tulisi merkitä, missä ajossa lasimattoja ja muita materiaaleja on käytetty. Jos ajosta jää vajaita rullia, esimerkiksi kapeita kuuden millimetrin lasimattoja, joista on jäljellä kolmasosa, linjaoperaattorin tulisi heittää tällaiset suoraan roskeen, sillä kokonsa vuoksi niitä ei voida leikata. Muutoin tällaisia rullia kerääntyä suuret määrät tuotantotiloihin. Merkitseminen helpottaa matonleikkaajia hahmottamaan, voiko mattoja käyttää esimerkiksi muihin ajoihin. Jos matto on esimerkiksi riittävän leveä, sitä voidaan hyötykäyttää muihin ajoihin. Vastaavasti jos kyseinen tuote, johon mattoja tarvitaan, on usein ajossa, kustannussyistä matot tulee säilyttää. Jos matonleikkaaja arvioi, että työympäristö näyttää täydeltä tai sotkuiselta, eikä materiaali kierrä halutulla

tavalla, karsii hän materiaalia niin, että varastohyllyyn jää parempikuntoisemmat materiaalit.

Tuotantolinjan työntekijä tuo tuotantoajosta ylijääneet materiaalit merkitylle paikalle matonleikkaajan työympäristöön, josta matonleikkaaja arvioi, mitä materiaaleja tarvitaan ja mitä puolestaan ei. Käytäntönä voisi toimia värikoodimerkkaus, joka toimii seuraavalla tavalla. Tuotantolinjan työntekijän tuodessa materiaalit merkatulle paikalle matonleikkaajalle, laittaa hän punaisen lapun materiaalien päälle, joka tarkoittaa, ettei matonleikkaaja ole tarkistanut mattojen hyötykäyttöä. Matonleikkaajan tehtyä tarkistuksen, laittaa hän vihreän lapun materiaalien päälle, joka puolestaan osoittaa, että materiaalivirtauksesta vastaava henkilö voi toimittaa materiaalit, joita ei lähiaikoina tarvita tuotannossa, pois varastoon. Materiaalivirtauksesta vastaava huomaa heti visuaalisesta merkinnästä materiaalien tarpeettomuuden tuotannossa aloittaessaan työkierrostaan aamulla. Materiaalivastaavan työskennellessä ainoastaan päivävuoressa voisi käytäntönä olla tuotantoajon päättyessä ilta- ja yövuorossa lasikudosten vieminen varastoon. Tämä olisi tuotantolinjalla työskentelevän vastuulla. Varastoon voisi merkitä paikan, jonne linjaoperaattorin tulisi jättää materiaalit, josta varastomiehet hoitaisivat materiaalien kuljetuksen oikeille paikoilleen. Tällainen toiminta parantaa tehtaan yleisilmettä ja parantaa virtausta.

Näin etenemällä saadaan aikaiseksi siisti ja viihtyisän näköinen sekä tuottavampi työympäristö.

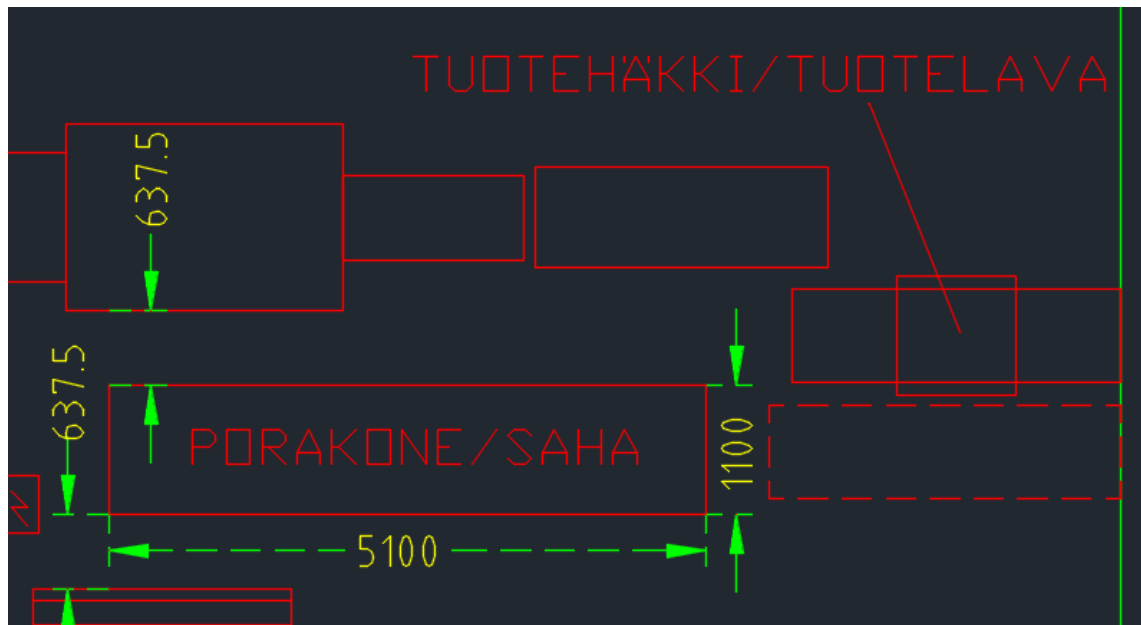
7.2 Pilottituotantolinjan 29 layout-suunnitelma

Kuten aikaisemmin on tullut ilmi, tuotantolinja 29 on uusimpia suulakevetomenetelmällä toimivia tuotantolinjoja tehtaassa, minkä vuoksi linjalle ei olla ehditty tekemään työkalujen, raaka-aineiden sekä muiden toimintojen suunnitelmallista sijoittelua tuotantolinjan työympäristöön.

Layout-suunnitelman tarkoitus on toimia tavalla, jotta tuotantolinjalla pystytään valmistamaan ja jälkityöstämään mitä tahansa tuotetta. Layoutin toinen tavoite on pystyä valmistamaan tuotantolinjalla 29 ja 33 samaa tuotetta samaan aikaan käyttäen yhteistä työstökoneetta. Jotta tämä tavoite saavutetaan, tulisi tuotantolinjan 33 sahapäää modifioida toimimaan tavalla, että valmistuvia tuotteita saa käsiteltyä myös toiseltakin puolelta sahapäätä. Tällä järjestelyllä vaikutetaan toiminnan sujumiseen ja tehokkuuteen. Jälkityöstökoneista suurin osa on suunniteltu toimimaan tavalla, jotta työstöön tulevia osavalmiita tuotteita pystytään asettamaan koneeseen sekä vasemmalta että oikealta puolelta konetta. Tämä mahdollistaa yhden työstökoneen käyttämisen vierekkäisillä tuotantolinjoilla. Kuviot 3 ja 4 osoittavat, kuinka tuotantolinjalla 29 tulisi toiminnot sijoittaa työympäristöön.



Kuvio 3. Tuotantolinjan 29 layout.



Kuvio 4. Tuotantolinjan 29 layoutin suunnittelussa on otettu huomioon henkilökulkuteiden ja koneiden huoltotasojen leveysmitoitusta suosituksia. Normaalitilanteessa henkilökulkuteiden suositeltuna leveydenä pidetään 80 cm, mutta miniminä 60 cm (Launis & Lehtelä 2011, 138). Tuotelavan/tuotehäkin paikka on mitoitettu 2800 mm * 1200 mm kokoisille lavoille ja häkeille.

8 Pilotoinnin tulokset

Pilotoinnin tuloksia esitellään ennen- ja jälkeen-kuvilla. Kuvista käy ilmi, kuinka paljon työpisteellä on turhia ja sinne kuulumattomia työkaluja sekä tarvikkeita. Kuvista käy myös ilmi, kuinka viihtyisän näköinen työpisteestä saadaan 5S-menetelmän ansiosta. Pilottikohteeksi valittiin tuotantolinja 29, joka on uusin ja varusteluiltaan nykyaikaisin sekä lisäksi turvallisimman tuotantolinjan tehtaassa. Valokuvaukset toteutettiin kolmessa vaiheessa. Ensimmäinen kuvaus toteutettiin tuotantolinjan ja sen ympäristön ollessa tuotantoajan jälkeisessä tilassa. Toisessa vaiheessa tuotantolinjalta poistettiin kaikki tarpeellinen sekä ei-tarpeellinen. Kolmannessa vaiheessa tuotantolinjan ympäristö siivottiin ja työkalut järjestettiin niille kuuluville paikoille.



Kuva 45. Tuotantolinjan lasimattojen säilytyspaikka normaalissa tuotantoajan jälkeisessä tilassa.



Kuva 46. Tuotantolinjan lasimattojen säilytyspaikka, kun paikalta on poistettu kaikki tarpeellinen ja ei-tarpeellinen.



Kuva 47. Tuotantolinjan lasimattojen säilytyspaikka, kun tarvittavat tavarat ovat paikalla.



Kuva 48. Tuotantolinjan lasivaunujen väli, tuotantoajan jälkeisessä tilassa.



Kuva 49. Tuotantolinjan lasivaunujen väli, kun tarvittavat tavarat ovat paikallaan.



Kuva 50. Tuotantolinjan vasemmanpuoleinen kulkukäytävä, kun se on normaalissa tuotantoajan jälkeisessä tilassa.



Kuva 51. Tuotantolinjan vasemmanpuoleinen kulkukäytävä, kun paikalta on poistettu kaikki tarpeellinen ja ei-tarpeellinen.



Kuva 52. Tuotantolinjan vasemmanpuoleinen kulkukäytävä toiselta puolelta käytävää, kun paikalta on poistettu kaikki tarpeellinen ja ei-tarpeellinen.



Kuva 53. Tuotantolinjan vasemmanpuoleinen kulkukäytävä, kun tarvittavat tavarat ovat paikallaan.



Kuva 54. Tuotantolinjan vetokoneen ympäristö, kun se on normaalissa tuotantoajon jälkeisessä tilassa.



Kuva 55. Tuotantolinjan vetokoneen ympäristö, kun tarvittavat tavarat ovat paikallaan.



Kuva 56. Tuotantolinjan oikeanpuoleinen kulkukäytävä, kun se on normaalissa tuotantoajan jälkeisessä tilassa.



Kuva 57. Tuotantolinjan oikeanpuoleinen kulkukäytävä, kun paikalta on poistettu kaikki tarpeellinen ja ei-tarpeellinen.



Kuva 58. Tuotantolinjan oikeanpuoleinen kulkukäytävä, kun tarvittavat tavarat ovat paikallaan.



Kuva 59. Tuotantolinjan työkaluseinä, kun se on normaalissa tuotantoajan jälkeisessä tilassa.



Kuva 60. Tuotantolinjan työkaluseinä, kun seinältä on poistettu kaikki tarpeellinen ja ei-tarpeellinen.



Kuva 61. Tuotantolinjan työkaluseinä, kun tarvittavat tavarat ovat seinällä.

9 Pohdinta

Käytännön työ jäi tässä opinnäytetyössä osittain vähäiseksi johtuen käytännön työn suorittamisesta kesällä, jolloin työpaikan tuotannon puolen edustajat olivat kesälomalla eikä heillä riittänyt työaika muiden töiden ohella auttamaan tämän työn käytännön toteuttamisessa. Opinnäytetyössä havaitut ongelmatilanteet ja ratkaisut niihin jäivät näin parannusehdotuksiksi. Koen, että työnantaja kuitenkin hyötyi havaituista ongelmakohtista ja niihin liittyvistä suunnitelmista ja parannusehdotuksista, sillä työn kautta he saivat asioihin uuden näkökulman.

Opinnäytetyöhön liittyviin suunnitelmiin kului aikaa noin pari kuukautta. Työpaikan ohjaajan kanssa sovittiin, että suunnitelmien tuli edistyä noin 2-3 sivua per viikko. Näin ohjaaja tiesi opinnäytetyön edistyvän. Tällä tavoin toimien suunnitelmien luominen onnistui varsin hyvin ja sain lisäksi esimakua oikeasta työelämästä, jossa projektien ja suunnitelmien tulee edetä eteenpäin tietyssä aikataulussa. Lisäksi kerrytin kokemusta ja tietotaitoa Lean-ajattelusta, joka on nykyisin iso trendi teollisuuden aloilla, esimerkiksi työskentelemällä muutaman päivän yhdessä Lean-asiantuntijan kanssa. Koen myös hyväksi puoleksi opinnäytetyön tekemisessä sen, että sain ja myös jouduin opettelemaan itsenäisesti uusia asioita, kuten Autocad-suunnitteluohjelmiston käytön tehdessäni opinnäytetyön layoutpiirustuksia. Kyseistä ohjelmistoa ei ole käytetty opetuksessa.

Henkilökohtainen osaaminen ja ymmärrys Lean-ajattelusta kehittyivät opinnäytetyön edistyessä. Tiesin jo opinnäytetyötä aloittaessani, millaisia ongelmia tuotannossa on. Koen, että kehitin työn tekemisen aikana eniten ongelmanratkaisukykyjäni, sillä opin käyttämään sekä ymmärtämään paremmin erilaisia ongelmanratkaisutyökaluja, kuten arvovirtakuvausta, jolla pyritään löytämään ongelmakohdat ja ratkaisut niihin. Tämän lisäksi opin ymmärtämään paremmin, miksi toimintatapojen tulisi modernisoitua. Yrity maailman toimintaympäristö ja vaatimukset muuttuvat jatkuvasti ja tämä edellyttää niihin sopeutumista ja reagoimista. 2000-luvulla työelämässä vallitsevat uudenlaiset arvot, joten asiakkaat

vaativat, että yritykset siirtyvät nykyaikaisiin, turvallisiin ja tuottavuutta lisääviin toimintatapoihin. Muutoin asiakkaat saattavat harkita asiakkuuden jatkamista. Tehtävä oli vaativa ottaen huomioon, että tehtaalle on yritetty ajaa sisään 5S-menetelmää muutaman vuoden ajan, ennen kuin tätä opinnäytetyötä aloitettiin tekemään. Käytin työssäni omien ideoideni lisäksi hyväkseni näitä edellisiä suunnitelmia ja toimia, joista oli apua työn alkuun saamiseksi. Ongelmatilanteissa sain hyvin apua ja kannustusta yrityksen asiantuntijoilta.

Opinnäytetyötä voisi tulevaisuudessa jatkaa perehtymällä tarkemmin tuotantolinjoilla tapahtuviin asetus- ja vaihtoaikoihin ja niiden minimoimiseen sekä tuotantolinjojen ja muiden koneiden kapasiteetin optimointiin, mitkä liittyvät tuotannonohjaukseen. Nykyisessä tuotannonohjauksessa on sekä hyviä että huonoja puolia. Hyvä puoli on, että ajamalla puskuria varastoon toimitusvarmuus pyritään pitämään hyvänä häiriöiden varalta. Huono puoli taas on se, että varastoon kertyy paljon tavaraa ja näin ollen pääomakustannukset kasvavat ja tuotantohalli ruuhkautuu. Tästä puolestaan aiheutuu tuotteiden rikkoutumisia, tuotteen läpivirtauksen hidastumista ja muita seikkoja, jotka johtavat tuotannon tehokkuuden heikkenemiseen.

Lähteet

Arena Solutions Inc., 2017. What makes engineer-to-order (ETO) products unique? Viitattu 21.3.2017. <http://www.arenasolutions.com/resources/articles/engineered-to-order/>

Bicheno, John & Holweg, Matthias 2009: *The Lean toolbox. The Essential Guide to Lean Transformation*. PICSIE Books, Buckingham.

Exel Composites Oyj, 2009. Exel Composites lyhyesti. Viitattu 14.3.2018. <http://www.exelcomposites.com/en-us/english/investor/fi/yritystieto/exelcompositeslyhyesti.aspx>

Exel Composites Oyj, 2009. Fact Sheet & Tunnusluvut. Viitattu 14.3.2018. <http://www.exelcomposites.com/en-us/english/investor/fi/yritystieto/exelcompositeslyhyesti/factsheet.aspx>

Exel Composites Oyj, 2009. Tuotanto ja teknologiat. Viitattu 14.3.2018. <http://www.exelcomposites.com/en-us/english/investor/fi/yritystieto/tuotantolaitoksetjateknologiat.aspx>

GoLeanSixSigma.com, 2017. Go Lean Six Sigma. DMAIC – The 5 phases of Lean Six Sigma. Viitattu 21.3.2017. <https://goleansixsigma.com/dmaic-five-basic-phases-of-lean-six-sigma/>

Haverila, Matti, Uusi-Rauva, Erkki, Kouri, Ilkka & Miettinen, Asko 2005: *Teollisuustalous*. Infacs Oy, Tampere.

Imaoka, Zenjiro, 2017. Lean-Manufacturing-Japan. MTS (Make to stock). Viitattu 21.3.2017. <http://www.lean-manufacturing-japan.com/scm-terminology/mts-make-to-stock.html>

Investopedia, 2017. Make to order - MTO. Viitattu 21.3.2017. <http://www.investopedia.com/terms/m/make-to-order.asp>

Investopedia. Assemble to order – ATO. Viitattu 21.3.2017. <https://www.investopedia.com/terms/a/assemble-to-order.asp>

Launis, Matti & Lehtelä, Jouni 2011: *Ergonomia*. Tampere: Tammerprint Oy.

Lean Enterprise Institute, 2017. What is Lean? Viitattu 21.3.2017.
<https://www.lean.org/WhatsLean/>

Lean Lion Oy, 2017. Lean Lion. Miksi 5? Viitattu 21.3.2017. <https://www.leanlion.com/miksi-5s/>

Lean Lion Oy, 2017. Lean Lion. Miksi Lean? Viitattu 21.3.2017.
<https://www.leanlion.com/miksi-lean/>

Liker, Jeffrey K. 2008: *Toyotan tapaan*. Readme.fi, Helsinki.

MCS Oy, 2017. Leaniksi. Lean-sanasto. Viitattu 21.3.2017. <http://leaniksi.fi/lean-sanasto/>

Miettinen, Pauli 1993: *Tuotannonohjaus ja logistiikka*. ATK-instituutti, Helsinki.

Pelttari, Timo 2014: *Työpisteiden tuotevirtojen ja työvälineiden hallinta*. Hämeen Ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Viitattu 14.3.2018. http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/85632/Pelttari_Timo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Quality Knowhow Karjalainen Oy, 2017. Six Sigma. Arvovirtakuvaus (VSM). Viitattu 21.3.2017. <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/yleinen/arvovirtakuvaus-vsm/>

Quality Knowhow Karjalainen Oy, 2017. Six Sigma. Lean Six Sigma DMAIC. Viitattu 21.3.2017. <http://www.sixsigma.fi/fi/six-sigma/dmaic/>

Quality Knowhow Karjalainen Oy, 2017. Six Sigma. Lean. Viitattu 21.3.2017. <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/>

Quality Knowhow Karjalainen Oy, 2017. Six Sigma. Lean-työkalut. Viitattu 21.3.2017. <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/yleinen/lean-tyoekalut/>

Reijo Rautauoman säätiö, 2017. Logistiikan Maailma. Lean-ajattelu. Viitattu 21.3.2017. <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Lean-ajattelu>

Reijo Rautauoman säätiö, 2018. Logistiikan Maailma. Tilauksesta kokoonpano (ATO). Viitattu 14.3.2018. <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tilauksen-kohdennuspiste-opp/tilauksesta-kokoonpano-ato/>

Reijo Rautauoman säätiö, 2018. Logistiikan Maailma. Tilauksesta suunnittelu (ETO). Viitattu 14.3.2018. <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tilauksen-kohdennuspiste-opp/tilauksesta-suunnittelu-eto/>

Reijo Rautauoman säätiö, 2018. Logistiikan Maailma. Tilauksesta valmistus (MTO). Viitattu 14.3.2018. <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tilauksen-kohdennuspiste-opp/tilauksesta-valmistus-mto/>

Reijo Rautauoman säätiö, 2018. Logistiikan Maailma. Tuotannon layout. Viitattu 14.3.2018. <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotannon-layout/>

Reijo Rautauoman säätiö, 2018. Logistiikan Maailma. Varasto-ohjautuva tuotanto (MTS). Viitattu 14.3.2018. <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tilauksen-kohdennuspiste-opp/varasto-ohjautuva-tuotanto-mts/>

Rother, Mike & Shook, John 2003: *Learning to see. Value-stream mapping to create value and eliminate muda*. The Lean Enterprise Institute, Brookline.

Teknolohiateollisuus, 2017. Tuotannonohjaus. Viitattu 21.3.2017. http://www.edu.fi/download/120998_6187_Tuotannonohjaus.pdf

Viertola, Henry 2016: *5S-menetelmän käyttöönotto*. Vaasan Ammattikorkeakoulu. Tekniikka ja liikenne. Viitattu 14.3.2018. <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/114202/5s.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villanen, Hannu, 2013. 5S, tuhlauksen välttäminen työpisteen tasolla. Viitattu 21.3.2017. http://www.prosessitaito.fi/5S_tyopisteen_tuhlauksen_valttaminen.pdf

Väisänen, Jouni, 2013a. Viiden ässän kehitystyökalu. Viitattu 21.3.2017. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/5s/>

Väisänen, Jouni, 2013b. VSM (Value Stream Mapping) – Arvovirtakuvaus. Viitattu 21.3.2017. <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/artikkelit/vsm-value-stream-mapping-arvovirtakuvaus/>

Liitteet

- 1 Koteloprofiilipuolen layout
- 2 Standardijärjestyslista
- 3 5S-menetelmän auditointilista

Koteloprofiilipuolen layout

Violetti väri osoittaa koteloprofiilituotteiden lavapaikkoja ja välivarastoa. Lavapaikat on mitoitettu 2800 mm x 800 mm kokoisille tuotelavoille.

Sininen väri osoittaa tuotantolinjoilla tarvittavien työstökoneiden sijoituspaikkoja. Sijoituspaikat on mitoitettu isoimman työstökoneen 5100 mm x 1100 mm mukaan. Tuotantolinjojen 32 ja 29 välissä sekä tuotantolinjan 33 vieressä olevat työstökoneiden sijoituspaikat tulee täyttää, jos pakkaamon ylätasanteelle ei mahdu ei-ajossa olevia työstökoneita.

Vihreä väri osoittaa mittapöytien sijoituskohteita tuotantotilassa. Mittapöydät on sijoitettu työstökoneiden läheisyyteen, riippumatta siitä ovatko työstökoneet käytössä vaiko ei.

Keltainen väri osoittaa työkaluseinien paikat tuotantotiloissa. Työkaluseinille tulee sijoittaa ainoastaan tuotantolinjalla tarvittavat työkalut.

Oranssi väri osoittaa mattonosturien paikat tuotantotiloissa.

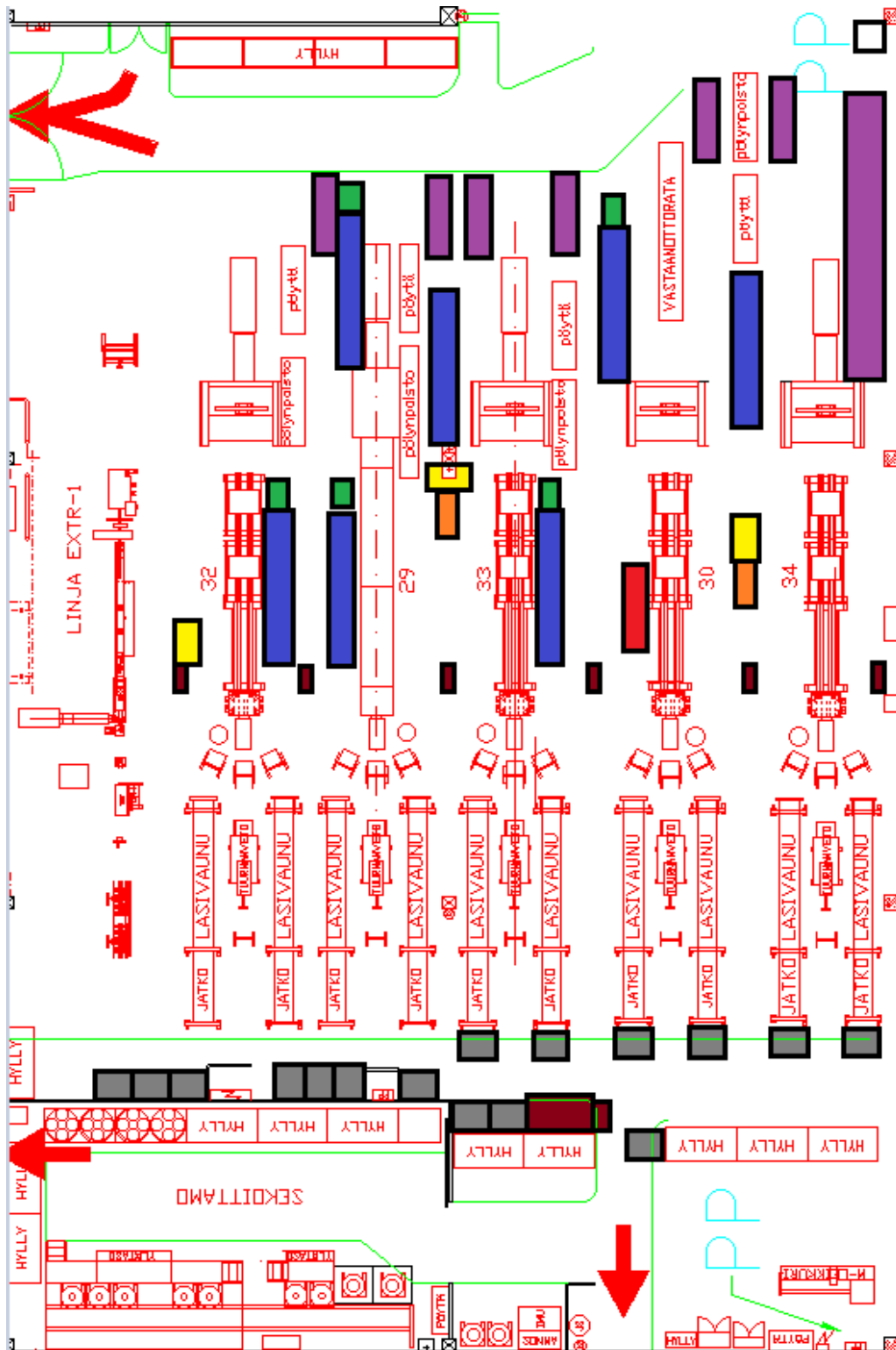
Punainen väri osoittaa koteloprofiilipuolen karanteenialueen.

Tummanpunainen väri osoittaa roska-astioiden sekä pahvinkeräyspisteen paikkoja koteloprofiilipuolella.

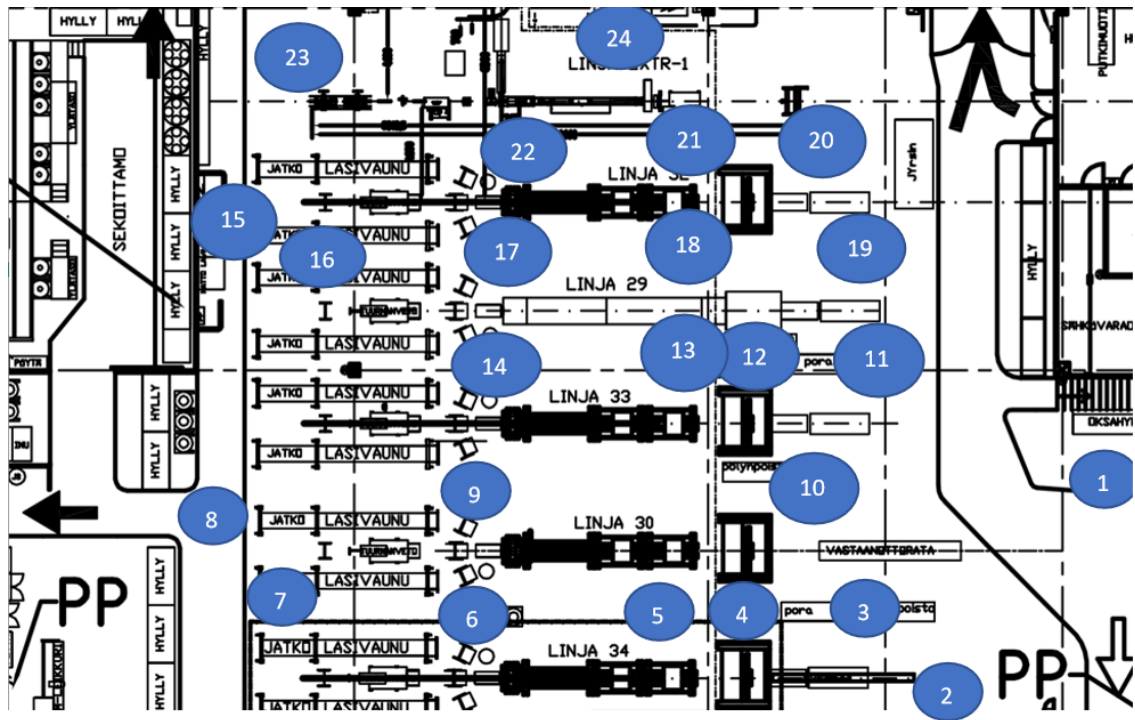
Harmaa väri osoittaa lasimattojen ja -kelojen paikkoja tuotantotiloissa. Layoutissa hartsitynnyrit on siirretty lasivaunupäädystä sekoittamoon. Matonleikkaajan työympäristöön on sijoitettu lavapaikka tuotantoajon päätyttyä oleville lasimatoille yms.

Tuotekerrosten väliin tulevat välirimat tulisi sijoittaa varastoon, niin kuin myös lakkausta varten tuotteiden väliin laitettavat puutikut. Tuotantolinjalla työskentelevien tulisi omien tarpeidensa mukaan hakea varastosta lisää kyseisiä rimoja ja tikkuja.

Layoutia suunniteltaessa oli otettava huomioon, että jokaiselle tuotantolinjalle pystytään ajamaan vaivattomasti tukipyörätrukilla, jotta tarvittavat asetukset tuotantolinjoille saadaan tehtyä.



Standardijärjestyslista



Auditointi nro.	Auditointikohte	Kyllä	Ei	Poikkeaman kuvaus
1	kemikaalihyllyjen edusta			
2	välivarasto			
3	34 ja 30 pora-alue			
4	34 ja 30 sahapäät			
5	työkalupöydät			
6	34 ja 30 välikko			
7	34, 33 ja 30 kuituvaunut			
8	käytävä/ympäristö			
9	33 ja 30 välikko			
10	33 pora-alue			
11	29 pora-alue			
12	33 ja 29 sahapäät			
13	työkalupöydät			
14	33 ja 29 välikko			
15	takaseinä/ympäristö			
16	32 ja 29 kuituvaunut			
17	32 ja 29 välikko			
18	32 pora-alue			
19	32 sahapää			
20	valmispää (ekstruusio)			
21	työkalupöytä			
22	32 ja ekstruusio välikko			
23	alkupää (ekstruusio)			
24	sähkökaappien ympäristö			

5S-menetelmän auditointilista

5S AUDITOINTI - 1S			
Arvioitava alue:			
Alueen 5S vastaava:			
	Kyllä	Osin	Ei
Ylimääräiset työkalut poistettu osastolta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ylimääräiset materiaalit poistettu osastolta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ylimääräiset dokumentit poistettu osastolta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Etenemisestä ja tavoitteista tiedotetaan ilmoitustauluilla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muutos on dokumentoitu (valokuva)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kaikki ovat saaneet yleis- ja 1S koulutuksen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Korjausta vaativat puuttet ja vastuuhenkilöt:			
	Kyllä	Ei	
Voidaan siirtyä 2S: ään	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Päivämäärä ja auditoinnin allekirjoitus:			