

# Pinnoituslinjan tehostaminen ja kehittäminen

Koskisen Oy lastulevytehdas

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Materiaalitekniikka  
Puutekniikka  
Opinnäytetyö  
Kevät 2017  
Petri Kemppainen

## ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö tehtiin vuonna 2017 Koskisen Oy:lle, vahvalle puualan toimijalle Suomessa. Työssä keskityttiin Järvelän lastulevytehtaan pinnoitusprosessiin ja sen kehittämiseen.

Kiitos mahdollisuudesta tehdä tämä työ kuuluu lastulevytehtaan johdolle, työni ohjaajalle tuotantopäällikö Jukka Rautiaiselle, osastojen esimiehille ja muille työkavereille. Mielipiteistänne ja ideoistanne oli hyötyä työn eteenpäin viennissä.

Kiitokset kuuluvat myös ymmärtäväisestä ja asiantuntevasta luotsaamisesta työn alkuvaiheista loppuun asti, ohjaavalle opettajalle Lahden ammattikorkeakoulun Ilkka Tarvaiselle.

Kotijoukot ja ystävät ovat kiitoksensa myös ansainneet. Opintovuodet olivat välillä raskaita, joten heidän ymmärrystä ja kannustusta olen todella tarvinnut.

Heinolassa 2.5.2017

Petri Kemppainen

Lahden ammattikorkeakoulu  
Materiaalitekniikka

KEMPPAINEN, PETRI:

Pinnoituslinjan tehostaminen ja  
kehittäminen

Koskisen Oy lastulevytehdas

Puutekniikan opinnäytetyö, 44 sivua, 3 liitesivua

Kevät 2017

TIIVISTELMÄ

---

Opinnäytetyö aloitettiin Koskisen Oy:n lastulevytehtaan toimeksiantona ja tarkoituksena oli tutkia kehitystoimenpiteitä, joilla saadan tehostettua lastulevytehtaan pinnoituslinjan toimintaa. Tutkimus alkoi oppimalla pinnoituslinjan työt ja tutustumalla linjaston koneiden toimintaan. Tutkimus tehtiin pinnoituslinjan töiden ohessa syksyn 2016 ja kevään 2017 välillä.

Koskisen Oy halusi, että työhön kuuluisivat kustannussäästöt, kapasiteetin nosto ja käyntiasteen parantaminen. Työ rajattiin koskemaan vain pinnoituslinjaa ja sen tiettyjä osa-alueita. Työssä vertailtiin eri tehostamisen työkaluja ja tehokkuuden parantamisen ideologioita. Lean-ajattelu otettiin mukaan, koska sitä yrityksessä käytetään. Lean antoi hyviä työkaluja tuotannon tehostamiseen.

Teoriaosassa esitellään yritys ja kerrotaan lastulevyn valmistuksesta. Tutkimusosioissa on tietoa toiminnan nykytilasta, kehityksen tarpeista sekä tuotannon lukuja ja tilastoja. Tutkimuksen pohjalta saatiin esille kehitysehdotuksia, joita yritys voi käyttää haluamallaan tavalla.

Asiasanat: tehostaminen, kehittäminen, lean-toiminta, melamiinipinnoitus, lastulevy, käyntiaste, kapasiteetti, kustannussäästö

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in Materials Technology

KEMPPAINEN, PETRI:                      Developing and improving the  
production efficiency of a melamine  
coating line

Koskisen Oy chipboard factory

Bachelor's Thesis in Wood Technology, 44 pages, 3 pages of appendices

Spring 2017

ABSTRACT

---

The thesis began as a commission by the Koskisen Oy chipboard factory, and the aim was to improve the performance of the melamine coating line at the factory. Capacity increase, cost savings in production and improvement of the utilization rate were the issues that Koskisen Oy wanted to be taken into consideration. The study was started by learning how to work at the line and how the machinery is working.

Development tools and ideologies concerning efficiency improvement were compared in the thesis. Lean production gave a good selection of tools to improve production efficiency.

The theory part introduces the company and describes chipboard manufacturing. The empirical part contains information about the current state of the production, development requirements, production figures and statistics. Development proposals were performed on the basis of the study. The company can use the results as freely as they want.

Key words: efficiency, development, lean production, melamine coating, chipboard, utilization rate, capacity, cost savings

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	1
2	KOSKISEN OY	2
2.1	Historia	2
2.2	Koskisen Oy tänään	3
3	LASTULEVYN VALMISTUS	5
3.1	Valmistuksen historia	5
3.2	Lastulevyn valmistustekniikka	5
3.3	Lastulevyä Koskisen Oy:ssä	6
3.4	Lastulevyn pinnoitus	8
3.5	Pinnoitus itsetarttuvilla pinnoitteilla	8
4	TEHOKKUUDEN PARANTAMISEN IDEOLOGIAT	11
4.1	Total Quality Management	11
4.2	Business Process Re-engineering	12
4.3	Six Sigma	12
4.3.1	DMAIC	13
4.3.2	DFSS	14
4.4	Lean	14
4.5	Lean - 8 hukkaa	15
4.6	Kehittämisen työkaluja	18
5	KOKEELLINEN OSA	22
5.1	Toimintatapojen ja käyntiasteen nykytila	22
5.2	Tuotannonsuunnittelu	22
5.3	Melamiinikalvojen käsittely	22
5.4	Manttelin vaihto	23
5.5	Tilauksen vaihto	23
5.6	Tauot	24
5.7	Vuoronvaihto	24
5.8	Siivous	24
6	TYÖN TAVOITTEET	26
7	KOEAJOSUUNNITELMA	28
7.1	Pullonkaulat	28
7.2	Reseptit ja asetteet	28

8	TULOKSET	30
8.1	Kustannussäästö	30
8.1.1	Vuorokäyntien vertailu	30
8.1.2	Kalvopalletin poisto	32
8.1.3	Kalvopalletin avaus ja käyttöönotto	32
8.1.4	Siivousalueet	32
8.2	Kapasiteetin nosto	32
8.2.1	Reseptit ja asetukset	32
8.2.2	Tilauksen vaihto	34
8.3	Käyntiasteen parantaminen	34
8.3.1	Manttelin vaihto	35
8.3.2	Tauoton käynti	35
8.3.3	Tauolle lähtö ja tauolta paluu	35
8.3.4	Vuoronvaihto	35
9	TULOSTEN TARKASTELU	37
9.1	Kustannussäästöt	37
9.2	Kapasiteetin nosto	38
9.3	Käyntiasteen nosto	38
10	KEHITYSEHDOTUKSET	40
10.1	Kustannussäästöt	40
10.2	Kapasiteetin nosto	41
10.3	Käyntiasteen parantaminen	41
11	YHTEENVETO	43
	LÄHTEET	44
	LIITTEET	45

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyötä lähdettiin tekemään Koskisen Oy:n toimeksiannosta. Koskisen Oy on globaalisti toimiva mekaanisen metsäteollisuuden perheyrittys ja on yksi Suomen suurimmista puuteollisuuden toimijoista. Tuotanto on pitkälti keskittynyt Suomeen, mutta myyntikonttoreita ja myyntiagentteja toimii useissa eri maissa. Lastulevyteollisuuden pinnoitusosaston toiminta kaipasi tehostusta, joten työn kohteeksi valikoitui pinnoituslinja ja tavoitteiksi asetettiin kustannussäästöt, kapasiteetin nosto ja käyntiasteen parantaminen. Lastulevytehtaan muiden osastojen kehittäminen ei kuulu tämän työn aiheisiin.

Prosessien tehostaminen ja kehittäminen ovat tärkeässä roolissa, kun ajatellaan alati kiristyvää kansainvälistä kilpailua. Kilpailukyvyn parantamiseksi on yritykselle ehdottoman merkityksellistä saada arvoa tuottamaton toiminta minimoitua ja tehottomat prosessit kehittymään tehokkaiksi. Levyteollisuuden raaka-aineiden kallistuessa on pystyttävä kehittämään yhtiön omaa toimintaa ja keksittävä keinoja kustannusten hillitsemiseksi, koska kustannusten nousua ei voi siirtää suoraan lopputuotteiden myyntihintaan.

Lean-ideologia on mukana tämän työn tekemisessä, koska se on hyvin tunnettu, mukana Koskisen Oy:n toiminnassa sekä palvelee hyvin nykypäivän tehokkuusajattelua. Lean -ajattelu jatkuvana parantamisena on otettu osaksi monen yrityksen toimintaa ympäri maailman ja siitä on paljon positiivisia käyttökokemuksia.

## 2 KOSKISEN OY

### 2.1 Historia

Koskisen Oy:n juuret ulottuvat Suomen suuriruhtinaskunnan Kärkölään ja 1900-luvun alkuun, jolloin kolmisenkymmentä miestä perustivat Lappilan Puunjalostus-Osuuskunnan. Nykyisten omistajien isoisa Kalle Koskinen liittyi osuuskuntaan heti sen perustamisen jälkeen. Saha ja sen koneiden perustukset kaivettiin loppuvuodesta 1908. Sahan alue, Lappilan aseman vieressä, oli aluksi vain 3000 m<sup>2</sup> ja se oli vuokrattu 50 vuodeksi osuuskunnalle. Vuoden 1909 helmikuussa osuuskunta osti ensimmäisen metsänsä. Varsinainen sahaus alkoi toukokuun 1. päivänä 1909, jolloin alkoi Kalle Koskisen sahausura, joka johti Koskisen konsernin syntyyn. Konsernin kehitys voidaankin sanoa alkaneen 1.5.1909 ja hyvällä syyllä kutsua yli satavuotiaaksi perheyrietykseksi. (Juselius 2009, 16 - 19.)

Sahan myynnin, kansalaissodan ja muiden vaikeuksien jälkeen Kalle Koskinen perusti kahden muun osakkaan kanssa K. Koskisen Puutavaraliikkeen helmikuussa 1931. Toiminta Lappilassa ja ympäri Suomea ostetut sekä vuokratut sahat eivät tyydyttäneet Puutavaraliikkeen tarpeita. Uusi saha päätettiin perustaa Kärkölän kuntaan Järvelän kylään, rautatieaseman viereen. Elokuussa 1933 Kalle Koskinen osti kunnalta tontin ja sahan rakennustyöt alkoivat keväällä 1935. Järvelästä muodostui K. Koskisen Puutavaraliikkeen ydin ja sahaustuotanto nousi 15000 m<sup>3</sup>:iin. (Juselius 2009, 23 - 24.)

Maailmansodan syttyessä vuonna 1939 tyrehtyi viennin osuus. Talvisodan alkaessa 30.11.1939 Koskiselta sotaan lähti kymmeniä miehiä, lisäksi yhtiö luovutti sotaponnistuksiin hevosia ja kuorma-autoja. Pääradan varrella sijaitseva Kärkölä joutui usein venäläiskoneiden pommitusten kohteeksi. Maaliskuun 11. päivänä vuonna 1940 myös sahan alueelle putosi useita pommeja, aiheuttamatta kuitenkaan henkilövahinkoja. Jatkosodasta miehet kotiutuivat loka-marraskuussa vuonna 1944. Koskisen henkilökunnasta sotiin osallistui 96 miestä, joista 20 kaatui.

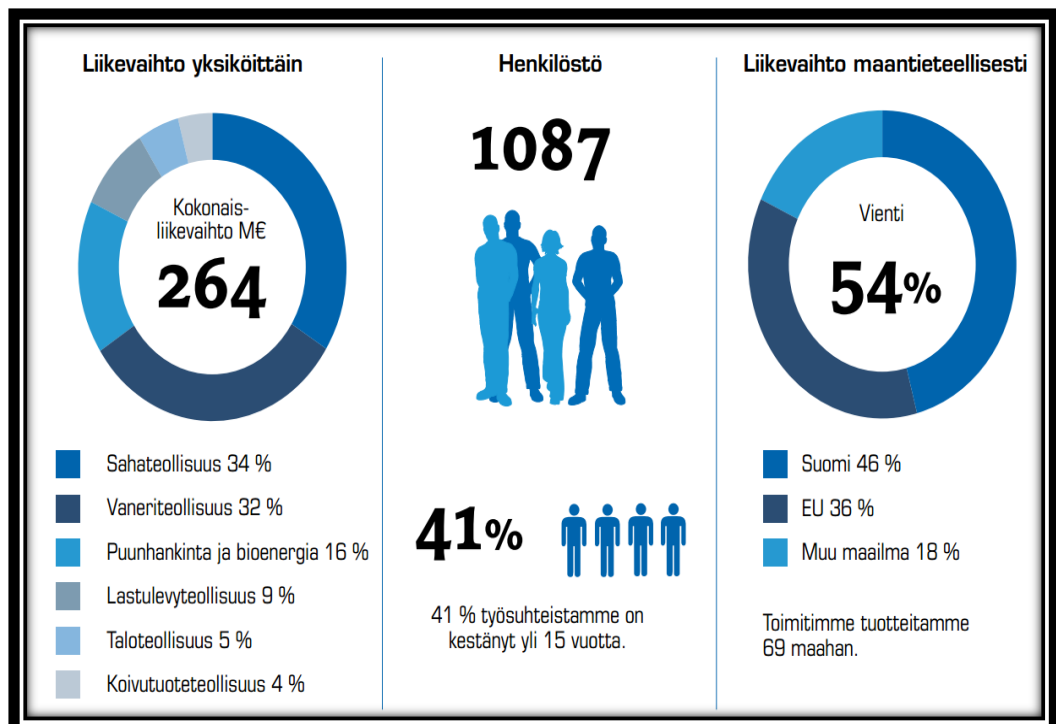


Heidän nimensä on kaiverrettu Järvelän pääkonttorin aulan marmoritauluun. (Juselius 2009, 27 - 28.)

## 2.2 Koskisen Oy tänään

Kalle Koskisen työtä jatkoi hänen poikansa Kalevi Koskinen, joka laajensi yrityksen toimintaa vaneri-, lastulevy- ja rakennusteollisuuteen. Nykyisin konsernin kehittämisestä vastaa kolmas sukupolvi, Kalevin lapset Kari Koskinen, Eva Wathén ja Markku Koskinen.

Koskisen konsernin kasvu jatkui viime vuonna. Konsernin liikevaihto vuonna 2016 oli reilut 264 milj. euroa, kasvua edelliseen vuoteen tuli lähes 7 %. Etenkin kaksi suurinta yksikköä saha- ja vaneriteollisuus kasvoivat. Vuoden 2016 liikevoitto oli 4,2 milj. euroa, mikä jäi selkeästi edellisen vuoden tasosta. Koskisen jalostamia puutuotteita vietiin ympäri maailman 69 maahan. Konsernin liikevaihdosta 54 % meni vientiin. (Koskisen Oy 2017.)



KUVIO 1. Koskisen Oy:n tunnusluvut vuonna 2016 (Koskisen Oy 2017)

Vuoden 2016 osalta liikevoitto jäi tavoitteista konsernin kaikissa liiketoimintayksiköissä. Toiminnan kannattavuutta rasittivat niin

operatiiviset seikat kuin havutukin markkinahinnan joustamattomuus suhteessa havusahatavaran maailmanmarkkinahintojen muutokseen. (Koskisen Oy 2017.)

Konsernin puunhankintaa hoitava Koskitukki hankki vuonna 2016 puuta lähes 2,2 milj. m<sup>3</sup> (2015 1,9 milj. m<sup>3</sup>). Vuoden aikana hankintahenkilöstö vastasi uusiin haasteisiin hyvin, havutukin järeyttä saatiin nostettua sekä osarunkotukin hankintamäärät ylittivät budjetin. Haasteita puunhankintaan aiheutti havutukin korkea markkinahinta sekä vaneriteollisuuden tuotannon nostoon liittynyt koivutukkivaraston kasvu. (Koskisen Oy 2017.)

Koskisen lastulevyteollisuuden myyntimäärät kasvoivat edellisestä vuodesta ja kuluvan vuoden myyntiennusteet ovat myös nousujohteiset. Vuoden 2016 aikana esiteltiin sekä uudet melamiinikuosit että mattapintainen levy asiakkaille. Molemmat uutuudet saivat paljon positiivista huomiota markkinoilla. Markkinanäkymät ovat piristymässä Suomen ainoalla lastulevytehtaalla. (Koskisen Oy 2017.)

Koskisen konsernissa työskenteli vuoden lopussa 1087 henkeä, joista ulkomailla yli 120. Vuoden aikana henkilöstömäärä kasvoi erityisesti vaneriteollisuudessa tuotantomäärien noston myötä. Konsernin henkilöstötyytyväisyyskyselyn tulos oli 3,69 (asteikolla 1 - 5), joka on samalla tasolla kuin edellisenä vuonna. Lokakuussa 2016 Koskisen konsernin väliaikaiseksi toimitusjohtajaksi nimettiin Jukka Pahta ja hän jatkoi konsernin vakinaisena toimitusjohtajana 2017 maaliskuusta alkaen. (Koskisen Oy 2017.)

Konsernin asiakastytyväisyyttä mitataan NPS-mittarilla, vuoden 2016 tulos oli 47. Asiakkaat arvostavat erityisesti tuotteiden ja asiakaspalvelun korkeaa laatua. Vuonna 2016 Koskiselle myönnettiin arvostettu Suomen Valtakunnallinen yrittäjäpalkinto sekä Suomalaisen Työn Liiton Avainlippu-tunnus. (Koskisen Oy 2017.)

### 3 LASTULEVYN VALMISTUS

#### 3.1 Valmistuksen historia

Idean lastulevystä esitti ensimmäisenä Ernst Hubbard vuonna 1887, mutta ensimmäisen patentin levyille sai H. Krammer vuonna 1889. Ideointia ja kirjoituksia lastulevystä tehtiin noin 50 vuotta, koska tuotanto teollisesti ei ollut mahdollista, sillä tuolloin ei ollut vielä valmistukseen sopivia liimoja. Nykyaikaisen lastulevyn esikuvana voidaan pitää saksalaista A. Pfohlia, joka esitti ensimmäisenä idean kolmikerroksisesta lastulevystä ja sai siihen myös patentin. Saksa ja USA ovat olleet edelläkävijöitä lastulevyteollisuudessa, niin tuotannon kuin kehityksenkin osalta. Maailmansotien aiheuttama yleinen raaka-ainepula pakotti kiinnittämään huomion lastulevyyn, joka voitiin valmistaa muun puuteollisuuden sivutuotteista, kuten sahanpurusta ja kutterinlastuista. Sotien jälkeisessä Saksassa huomattiin, että lastulevyn valmistukseen sopii parhaiten litteä, ohut, liuskamainen lastu, jota voidaan valmistaa siihen soveltuvilla koneilla. Tällöin syntyi käsite teknillinenlastu ja suhtautuminen lastulevyyn muuttui. Sota-ajan tavallisen puun korvikkeesta ja muun puuteollisuuden sivutuotteesta tuli tuolloin oma ja täysin itsenäinen levytuote. (Juvonen & Pekkinen 1985, 11 - 14.) Suomen ensimmäinen lastulevytehdas oli Viiala Oy:n, joka aloitti toimintansa vuonna 1956. Korkeimmillaan Suomen lastulevytuotanto oli vuonna 1973, jolloin vuosituotanto ylsi 861000 m<sup>3</sup>:iin. Euroopan lastulevytuotanto EPF:n (European Panel Federation) jäsenmaiden kesken on noin 44 milj.m<sup>3</sup>.

#### 3.2 Lastulevyn valmistustekniikka

Lastulevyjen raaka-aine koostuu puulastuista, sahanpurusta ja erilaisista hakkeista. Käytännössä kaikki suomalaiset puulajit käyvät raaka-aineeksi. Lastut muotoillaan sopivan kokoisiksi ja liitetään yhteen sideaineen, lämmön ja paineen avulla. Sideaineena käytetään yleisesti ureaformaldehydihartsia. Pintakerrokseen tulevat lastut (0,2-0,3 mm) ovat ohuempia kuin keskikerroksen karkeat lastut (0,4-0,7 mm), joten

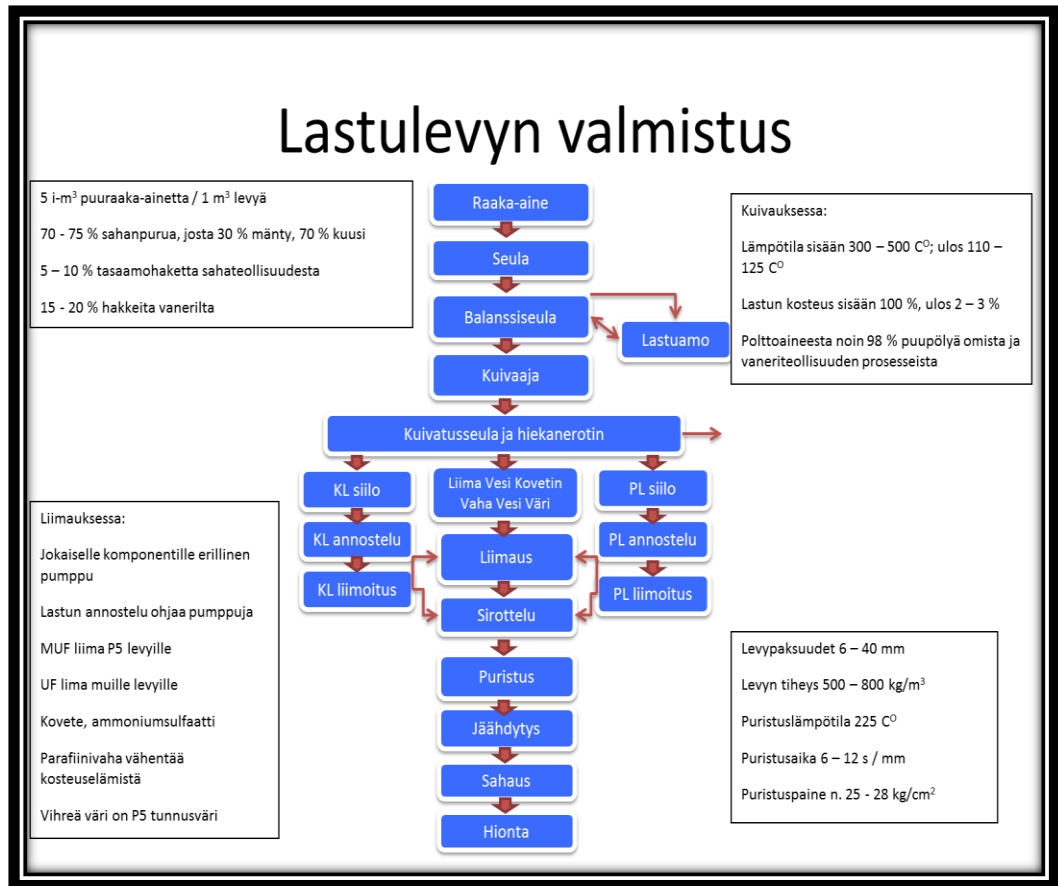
lastulevyn pinta on tiiviimpi ja tiheämpi kuin keskusta. Lastulevyllä ei ole syynsuuntaa vaan se on tasa-aineista ja lujuus on eri suunnissa sama. Puulevyjä valmistetaan myös huomattavasti isommista lastuista, joista käytetään nimiä OSB-levyt ja waferboard-levyt. MDF-levyt valmistetaan pienemmistä lastuista, mutta käytetään suunnilleen saman verran tai enemmän liimaa kuin lastulevyssäkin.

Lastulevyt lajitellaan ominaisuuksien perusteella seitsemään eri luokkaan: P1, P2, P3, P4, P5, P6 ja P7, joista P3-, P5- ja P7-luokat ovat paremmin kosteutta kestäviä. Luokkien ominaisuudet määritellään yleiseurooppalaisessa standardissa SFS-EN 312. Lajittelua voidaan tehdä myös pinnanlaadun perusteella, kuten esimerkiksi A- ja B-laatu.

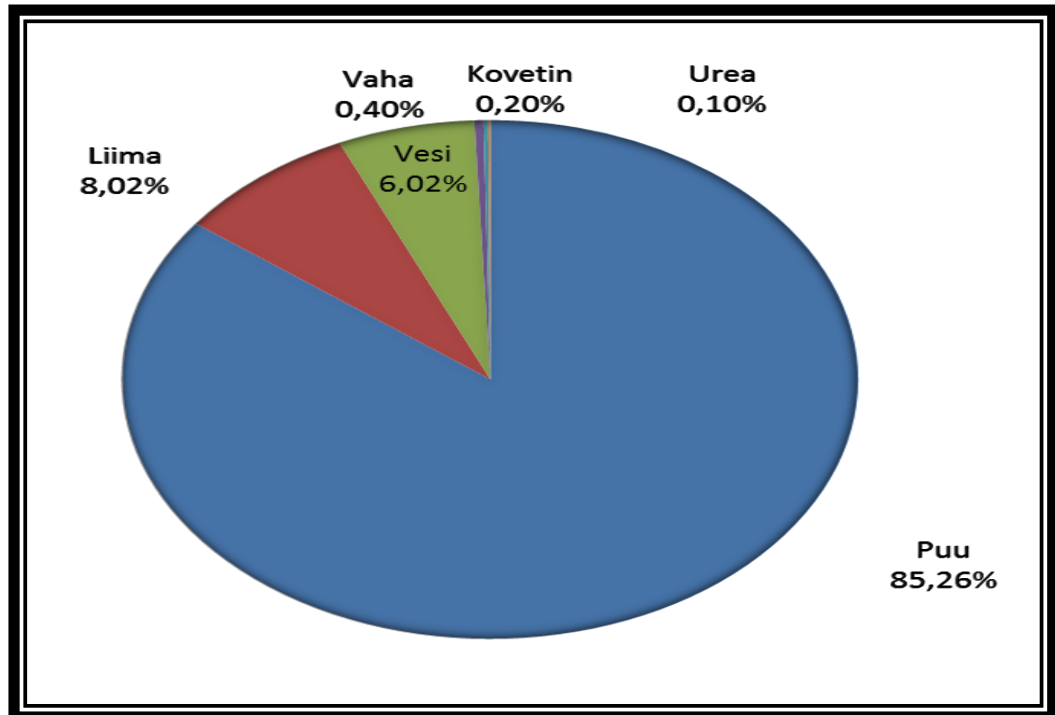
### 3.3 Lastulevyä Koskisen Oy:ssä

Koskisen Oy:n tehdas Järvelässä on nykyään Suomen ainoa lastulevyn valmistaja, joka aloitti toimintansa vuonna 1975. Lastulevyteollisuuden tuotteet jakautuvat vakiotuotteisiin ja Koskipro-erikoistuotteisiin. Vakiotuotteet edustavat perinteistä lastulevytuotantoa, jota on kehitetty uusimman tekniikan suomin mahdollisuuksin entistä laadukkaammaksi. Erikoislastulevyt ovat tiettyyn tarpeeseen kehitettyjä täsmätuotteita, kuten esimerkiksi lattialämmityslevyt, joihin on jyrkitty urat lattialämmitysputkille. (Koskisen Oy 2017.) Prosessikaaviosta (kuvio 2) voidaan nähdä lastulevyn valmistuksen vaiheet Koskisen Oy:ssä ja kuvio 3 selittää levyn sisältämät ainesosat.

Tuotanto vuonna 2016 oli noin 100 tm<sup>3</sup>, joista noin puolet pinnoitettiin melamiinikalvoilla. Liikevaihto oli noin 24,6 milj. €, josta 76 % tuli Suomesta ja loput viennistä. Vuonna 2016 lastulevyteollisuus työllisti 64 ihmistä Järvelässä. (Koskisen Oy 2017.)



KUVIO 2. Lastulevytehtaan prosessikaavio ja tunnuslukuja (Koskisen Oy 2017)



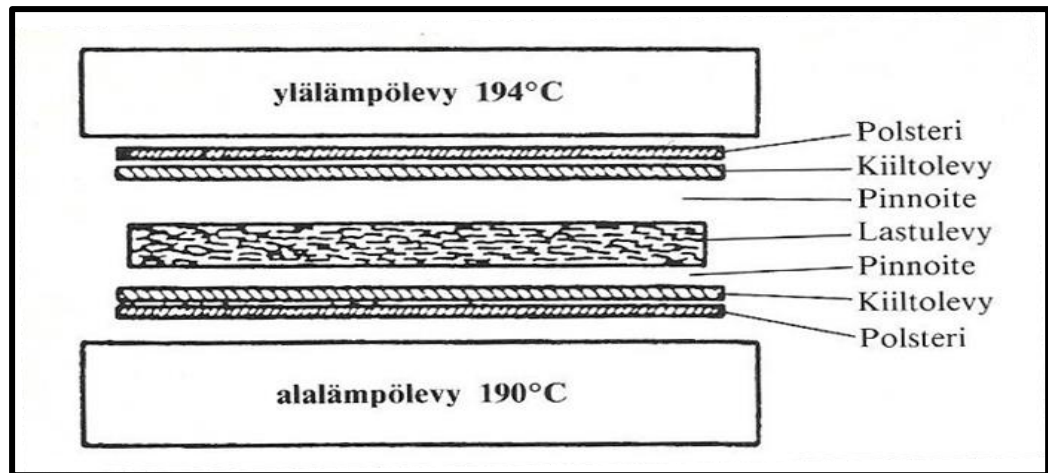
KUVIO 3. Lastulevyn ainesosat (Koskisen Oy 2017)

### 3.4 Lastulevyn pinnoitus

Valtaosa lastulevyistä jatkojalostetaan, koska levyt soveltuvat vain harvoin käytettäväksi sellaisenaan. Jatkojalostustoimenpiteitä ovat esimerkiksi ponttaus, jyrshintä, paloittelu, listoitus ja pinnoitus. Pinnoitus voidaan jakaa tehtäväksi nestemäisillä pinnoiteaineilla, liimattavilla pinnoitteilla ja itseliimautuvilla pinnoitteilla. Pinnoitteita ja erilaisia pinnoitustapoja on useita, mutta tässä työssä keskitytään lähinnä Koskisen Oy:n lastulevytehtaan käyttämään itsetarttuvaan paperipinnoitteeseen. Pinnoitettavan levyn tulee olla pinnaltaan tiheää ja tavallista laadukkaampaa. Paperipinnoite on ohut, joten pienetkin pinnan virheet ja epätasainen kosteus näkyvät pinnoitteen läpi. Tärkeitä ovat myös pinnan lujuusominaisuudet, joista tärkein pinnan vetolujuus kohtisuoraan pintaa vastaan. Pinnanlujuuden ollessa heikko lisääntyy pinnoitteen halkeilu. Levyn valmistuksen ja pinnoituksen välillä olisi hyvä olla noin viikon tasaannutusaika.

### 3.5 Pinnoitus itsetarttuvilla pinnoitteilla

Pinnoitusmateriaali sisältää ainesosia, jotka paineen ja lämmön avulla tarttuvat alustaansa. Järvelän lastulevytehdas käyttää pääosin melamiinihartsilla impregnoituja paperiarkkeja ja pinnoittaminen suoritetaan yksiaukkoisella pikatahtipuristimella, johon mahtuu kaksi esimerkiksi 1830 x 2750 mm levyä. Levy pinnoitetaan aina molemmilta puolin, jotta levy ei käyristyisi. Valtaosa levyistä pinnoitetaan yhtä pinnoitekalvoa käyttäen, mutta myös useamman kalvon pinnoituksia tehdään. Pinnan kulutuskestävyyttä voidaan lisätä niin sanotuilla overlay-kalvolla. Pinnoitusrakenteen tulee olla symmetrinen siten, että molemmilla puolilla on yhteensä saman painoinen pinnoitekerros.



KUVIO 4. Pikatahtipuristimen sisällä olevat osat ja ladelmä (Juvonen & Pekkinen 1985, 170)

Pintastrukturi saadaan aikaan puristimeen asennettavalla ns. manttelilevyllä (kiiltolevy). Mantteli toimii muottina, kun pintaan halutaan eri muotoja esim. puusyykuvioita tai uria. Manttelilevy valmistetaan messingistä tai teräksestä, johon työstetään haluttu kuvio ja kromaus. Manttelin ja puristimen lämpölevyn välissä (kuvio 4) käytetään synteettisistä kuiduista ja metallikudoksesta kudottua mattoa (polsteria). Polsterin tehtävä on jakaa puristusaine tasaisesti puristettavaan pintaan. Puristusaikaan vaikuttaa lämpöenergian siirtyminen lämpölevystä pinnoitteeseen ja polsteri toimii eristeenä tässä prosessissa, joten polsterin materiaali on oltava hyvin lämpöä johtava. (Juvonen & Pekkinen 1985, 169-170.)

Pinnoitettavien levyjen siirto puristimeen tapahtuu siirtovaunulla, joka kannattelee levyjä reunoista tarttuen. Tarttumat päästävät levyt tippumaan puristimeen, joten pinnoite osuu alamantteliin samanaikaisesti joka kohdastaan. Puristuksen jälkeen puristin tyhjennetään imukuppeja käyttävän nostimen avulla. Puristin on öljyhydrauliikalla ja yläpuolisilla puristusmännillä toimiva. Erittäin tärkeää on, että puristin sulkeutuu ja nostaa paineen nopeasti, koska paineettomana olevan alapuolen pinnoitteen hartsit alkaa kovettua heti alamantteliin koskettuaan. Nopeaan puristukseen päästään käyttämällä esitäyttöventtiileitä ja paineakkuja. Lämpöenergian siirto lämpölevyihin tapahtuu termoöljyn avulla. Puristusajat vaihtelevat pinnoitteen ja pinnoitekerroksien vuoksi 18-40

sekunnin välillä ja painetta voi olla jopa  $3,0 \text{ N/mm}^3$ . Puristusaine voi olla korkea, koska puristusaika on lyhyt, eikä tällöin lastulevy ehdi painua kasaan. Korkean paineen ansiosta puristusaine tasaantuu ja hartsi juoksee paremmin. Puristimen puristustahtiin vaikuttavat

- puristettujen levyjen poisto 6 s
- uuden latomuksen syöttö 2 s
- puristimen sulkeutuminen ja paineen nosto 2 s
- puristusaika 20 s
- paineen poisto ja puristimen avaaminen 2 s
- puristustahti yhteensä 32 s.



## 4 TEHOKKUUDEN PARANTAMISEN IDEOLOGIAT

Operatiivisen tehokkuuden kehittämiseen on käytettävissä eri työkaluja ja kehitysideologioita. Aihetta tarkastellaan näin, koska tehokkuuden kehittäminen koetaan prosessina, joka lähtee yrityksen valitsemasta strategisesta ideologiasta päätyen kehitystoimintaan. Tässä luvussa tutustutaan tunnetuimpiin kehitysideologioihin ja paneudutaan hieman syvemmin Koskisen Oy:lle tuttuun Lean-ajatteluun sekä usein Leanin kanssa yhdistettyyn Six Sigmaan. Nämä ideologiat ovat hyvin tunnettuja, joista on tehty myös paljon tieteellisiä tutkimuksia, joten on relevanttia esitellä ainakin ideologioiden käsitteet tässä yhteydessä.

*”Jo vuosikymmenten ajan on vertailtu erilaisten ideologioiden ja johtamisfilosofioiden soveltuvuutta operatiivisen toiminnan kehittämiseen. Näihin lukeutuvat muun muassa **Lean, Six Sigma, Total Quality Management ja Business Process Re-engineering**. Näitä käsitellään usein tieteellisinä teorioina, vaikka todellisuudessa nämä ovat vain konsulttien kaupallisiin tarkoituksiin kehittelemiä viitekehyksiä.” (Huuhtanen 2014.)*

### 4.1 Total Quality Management

Total Quality Management (TQM) syntyi useiden eri laatugurujen ajatusten yhdistelmänä. TQM yleistyi 1980-luvulla, mutta juuret johtavat 1930-luvulle. Total Quality Management käsittää monia käytäntöjä, metodeja ja tekniikoita laadun kehittämiseen ja asiakkaiden tyytyväisyyden varmistamiseen. TQM:lla ei ole yleistynyttä määritelmää tai viitekehystä, vaan se käsittelee erilaisia asioita laadunhallinnassa. Demingin vuonna 1989 lanseeraamaa 14-kohtaista laatujohtamisen tavoiteohjelmaa pidetään silti TQM:n ytimenä, sillä se käsittelee eri lähestymistapoja tavoitteisiin pääsemiseksi. TQM:n toiminnan keskiössä on PDCA-sykli (Plan-Do-Check-Act). (Huuhtanen 2014.)

TQM:n yrittää saada organisaatiot keskittymään asiakkaisiin ja yrityksen tavoitteisiin kehittäen laatua, tuottavuutta ja kilpailukykyä. Ajattelutavassa panostetaan ulkoisten asiakkaiden ja sidosryhmien sitouttamiseen. TQM:n tutkimukset keskittyvät suorituskyvyn mittaamiseen kyseisissä aiheissa. Tutkimusten vahvuutena pidetäänkin juuri tulevaisuuden asiakastarpeiden

muodostamista mitattaviksi tuloksiksi. Tällä tavalla tuotteet ja palvelut pystytään suunnittelemaan asiakkaiden tarpeiden mukaisiksi. (Huuhtanen 2014.)

#### 4.2 Business Process Re-engineering

Business Process Re-engineering (BPR) julkaistiin 1990-luvun alussa ja se keskittyy prosessien arviointiin ja kokonaan uudelleen suunnitteluun tavoitteena parantaa asiakastytyväisyyttä sekä kehittää prosessien tehokkuutta ja kykyä joustaa tarvittaessa. BPR pyrkii uudelleen järjestelemään yritysten toimintaa kokonaisuutena alusta loppuun asti, eikä huomioi niinkään yksittäisiä prosesseja. BPR laajentaa prosessien kehittämisen kaikkiin yrityksen toimintoihin, eikä kuten Lean ja TQM, jotka keskittyvät yksittäisiin toimintoihin. Kaikilla prosesseilla on omia teknisiä ja inhimillisiä resursseja, jotka ovat vuorovaikutuksessa kekenään ja BPR pyrkii rikkomaan näiden toimintojen välisiä rajoja. (Huuhtanen 2014.)

#### 4.3 Six Sigma

Motorola voitti Baldrige-laatupalkinnon 1980-luvulla ja käytti Six Sigmaa, joten tällöin myös ajattelutapa tuli hyvin tunnetuksi. Virheiden ja poikkeamien tunnistamiseen soveltuvaa Six Sigma -ideologiaa pidettiin avaintekijänä yrityksen menestykselle. Six Sigman pyrkii ymmärtämään ja minimoimaan yrityksen toiminnan vaihtelua tilastollisten menetelmien avulla. Prosessit saadaan kehittymään, kun keskitytään juurisyihin ja varmistetaan, etteivät samat virheet toistuisi. Ongelmien tutkimisen ja ratkaisemisen keskiössä ovat asiakkaiden tarpeet ja prosessien tehokkuuden parantaminen. Poikkeamia ja virheitä analysoidaan prosessien sisäisistä tuotoksista. Kehitystoiminnan tuloksena palvelun laadukkuus, prosessien tehokkuus ja toiminnan tuottavuus paranevat sekä asiakastytyväisyys paranee. (Huuhtanen 2014.)

Six Sigman eroavaisuus muihin ajattelutapoihin verrattuna on sen keskittyminen taloudellisiin hyötyihin, jotka pystytään mittaamaan. Taloudelliset hyödyt täytyy pystyä tunnistamaan. Päätöksenteko perustuu

mitattuun tietoon epävarmojen oletusten sijaan. Heikkoutena voidaan pitää datan keräämisen vaikeuksia, tällöin tiedon haku saattaakin viedä suurimman osan projektin ajasta. (Huuhtanen 2014.)

Six Sigma perustana pidetään kahta prosessinkehittämismenetelmää. Nykyisten prosessien kehittämiseen soveltuva DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control), joka on keskeinen menetelmä puhuttaessa Six Sigmasta. Uusien tuotteiden, prosessien ja palveluiden suunnitteluun on käytettävissä DFSS (Design for Six Sigma). (Quality Knowhow Karjalainen Oy 2017.)

#### 4.3.1 DMAIC

DMAIC-ongelmanratkaisumenetelmä on järjestelmällinen tapa ratkaista ongelmia ja kehittää ratkaisuja liiketoiminnan kehittämiseen. Six Sigma toimenpiteet kohdistetaan prosessin vaiheisiin. Six Sigma-asiantuntija hallitsee menetit, joilla prosesseja parannetaan. Toimenpiteiden päämääränä on vaihtelun minimoiminen ja prosessin parantuminen. Menetelmässä ongelmia ratkaistaan tilastollisesti. Asetetaan tilastollinen ongelma ja ratkaistaan se käyttäen tilastotekniikkaa. Six Sigmassa systemaattinen parantaminen toteutetaan DMAIC-prosessilla, jossa ensin ratkaistava ongelma tai parannuksen kohde rajataan läpimurtokohdaksi, jonka jälkeen ongelmaan haetaan oikea ratkaisu. (Quality Knowhow Karjalainen Oy 2017.)

**”D – Define:** Määrittelyvaiheessa ongelma tunnistetaan ja rajataan, sekä asetetaan tavoite.”

**”M – Measure:** Mittausvaiheessa vahvistetaan ongelma, tunnistetaan potentiaaliset ongelman aiheuttajat ja varmistetaan datan laatu.”

**”A – Analyze:** Analysointivaiheessa käytetään dataa. Kerättyä tietoa tutkitaan ja selvitetään, mitkä prosessin tekijät aiheuttavat ongelman.”

**”I – Improve:** Parannus ja optimointivaiheessa ratkaistaan ongelma ja testataan tekijöitä kokeellisesti.”

**”C – Control:** Ohjaus ja valvontavaiheessa luodaan järjestelmä, jolla varmistetaan saavutetun tilan säilyminen parannusprojektin jälkeen.”  
(Quality Knowhow Karjalainen Oy 2017.)

#### 4.3.2 DFSS

Design for Six Sigma (DFSS) on uuden sukupolven suunnittelumetodi, joka sisältää suunnitteluprosessin ja useita suunnittelun ja tuotekehityksen menetelmiä ja työkaluja. ”Design for Six Sigman tarkoituksena on optimoida suunnitteluprosessi niin, että saavutetaan Six Sigma suoritusarvo ja samalla integroidaan Six Sigma -ominaisuudet uuteen tuotteeseen. Esimerkiksi General Electricin uudet tuotekehityshankkeet, on toteutettu jo vuodesta 1999 lähtien DFSS -menetelmällä.” (Quality Knowhow Karjalainen Oy.)

Tuotekehityksen haasteena onkin esitellä uusi tuote samalla, kun tehdään kompromisseja suunnittelussa, tutkimuksessa ja tuotteen testauksessa. Tärkeää onkin, mitä suunnitellaan, kuinka asia esitetään suunnittelutiimille sekä kuinka koko prosessissa onnistutaan. (Quality Knowhow Karjalainen Oy.)

#### 4.4 Lean

Lean-ajattelun alku sijoittuu 1950-luvulle, jolloin Toyota alkoi panostaa hukkien poistoon tuotantoprosesseistaan. Ajattelutapaa nimitettiin Toyotan tuotantojärjestelmäksi, mutta 1980-luvun lopulla ideologia esitettiin nimillä Lean-tuotanto ja Lean-ajattelu. Aluksi Lean nähtiin vain muutamien Toyotan käyttämien työkalujen hyödyntämisenä, mutta nykyisin Lean ymmärretään asiakasarvoa kasvattavien operatiivisten tekijöiden ja johtamisen liittyvien näkökulmien kokonaisuutena. Lean ei keskity vain operatiivisiin toimintatapoihin, vaan se kuvaa Toyotan tapaa harjoittaa liiketoimintaa myös strategisesti. Leanin keskiössä on erilaisten hukkien poisto prosesseista. Taiichi Ohno (1988) esitteli ensimmäisenä Leanin seitsemän eri hukkaa; ylituotanto, varastot, yliprosessointi, tarpeeton liike, virheet, odottelu, tarpeeton kuljettelu. Myöhemmin työntekijöiden tietojen ja

taitojen hyödyntämättömyys esiteltiin kahdeksantena hukkana. Womack ja Jones toivat esille vuonna 1990 Leanin viisi keskeistä periaatetta:

- 1) ”Arvo tulee määrittää perustuen asiakkaan näkemykseen ja eri toimintojen luoma arvo on tunnistettava lopputuotteen tai -palvelun kannalta.”
- 2) ”Arvovirta tunnistetaan jättämällä prosessin kaikki arvoa tuottamaton toiminta tarkastelun ulkopuolelle. Tämän jälkeen arvoa tuottamattomista hukista on päästävä eroon.”
- 3) ”Prosessivaiheet tulee järjestellä siten, että tuote tai palvelu virtaa arvoa tuottavien vaiheiden läpi sulavasti ja tehokkaasti.”
- 4) ”Systeemin tulisi reagoida asiakkaan vaatimuksiin, mikä tarkoittaa tuotannon perustumista imuohjaukseen. Toisin sanoen yrityksen on valmistettava asiakkaan haluamia tuotteita silloin, kun asiakas niitä tarvitsee, ja valmistauduttava reagoimaan muutoksiin asiakkaan tarpeissa.”
- 5) ”Toiminta vaatii jatkuvaa kehittämistä. Asiakkaan tarpeisiin on pystyttävä vastaamaan sovitulla aikataululla, joustavasti ja ilman virheitä. Täydellinen prosessi tuottaa juuri riittävästi arvoa asiakkaalle ilman arvoa tuottamatonta toimintaa.” (Huuhtanen 2014.)

#### 4.5 Lean - 8 hukkaa

”**Varastot** toimivat puskurina toimittajien, valmistajien ja asiakkaiden välillä kompensoiden eri toimintojen vaihtelevuutta, kuten ennustevirheitä, myöhästyneitä toimituksia, asetusajoja, laatuongelmia ja seisokkeja. Varastoiksi luetaan raaka-aine-, välituote- ja lopputuotevarastot sekä muut operatiivisen toiminnan tarvikkeet. Kaikki nämä edellä mainitut varastot lisäävät kustannuksia, jotka ovat tyypillisesti 15–30 prosenttia lopputuotteen arvosta. Monet yritykset pyrkivät pienentämään varastojaan jonkin kiinteän prosentuaalisen määrän verran vuosittain, mikä voi pahimmillan aiheuttaa tuotannon häiriöitä ja näkyä negatiivisesti palvelun laadussa. Parempi tapa olisikin pyrkiä pienentämään toimitusketjun

läpimenoaikaa ja vähentämään tuotannon häiriöitä, minkä jälkeen varastoja voidaan minimoida hallitusti. (Huuhtanen 2014.)

**Ylituotanto** tarkoittaa tuotteen valmistamista, tilaamista, ostamista tai prosessointia enemmän kuin sitä tarvitaan tai liian aikaisin. Ylituotanto onkin tyypillisesti syynä suuriin varastomääriin. Tämä voi johtaa korkeampiin varastointikustannuksiin sekä suurien eräkokojen aiheuttamiin virheiden kasvuun. Ylituotanto vaikuttaa negatiivisesti tuotannon virtaukseen, joka on tärkeää tuotantoketjun tehokkuuden kannalta. Toisaalta tuotantotehokkuuden saavuttaminen vaatii usein suuria eräkokoja, joten yrityksen on tehtävä kompromisseja Lean-ajattelun ja skaalaedun hyödyntämisen välillä. Ylituotantoa pidetään yleisesti tuotantotehokkuuden suurimpana hukkana. (Huuhtanen 2014.)

**Yliprosessointi** tarkoittaa, että materiaalin tai informaation prosessointiin käytetään liikaa aikaa tai vaivaa, jolloin sen tuottama lisäarvo asiakkaalle pienenee. Tämä voi myös tarkoittaa sellaisten koneiden laitteiden käyttöä, jotka ovat kalliimpia ja parempia kuin tuotannon kannalta on tarpeellista. Tällöin eivät ole selkeästi tiedossa asiakkaiden tarpeet, joiden kuuluisi toimia kehityksen lähtökohtana. Yliprosessointi näkyy esimerkiksi tuotteiden liian hyvin pakkaamisena tai liian tarkkana laadunvalvontana. Yliprosessointi voi esiintyä myös tiedon tarpeettomana lähettämisenä ja saman informaation jakamisena toistuvasti. (Huuhtanen 2014.)

**Tarpeeton liike**, joka ei lisää lopputuotteen tai palvelun arvoa, aiheuttaa hukkaa. Kaikkien työnteon kannalta tarpeellisten tavaroiden ja informaation tulisi olla helposti työntekijöiden saatavilla. Tarpeetonta liikettä aiheuttaa työkalujen etsintä, työntekijöiden huonot työasennot sekä materiaalien hakeminen turhan kaukaa. Ergonomia on siten tärkeässä roolissa puhuttaessa tarpeettomasta liikkeestä. Sillä voi olla merkittäviä negatiivisia vaikutuksia työn tehokkuuteen, sairauspoissaolojen ja työntekijöiden motivaation kautta. (Huuhtanen 2014.)

**Virheet** näkyvät pääasiassa tuotteiden korjauksissa ja työvaiheiden tarpeettomissa toistoissa sekä materiaalien hajoamisissa. Mitä pidemmälle

tuotantoketjussa virheellinen tuote etenee sitä enemmän se aiheuttaa kustannuksia, kun tuote täytyy korjata tai pahimmassa tapauksessa vasta asiakas reklamoi virheistä. Virheet aiheuttavat ylimääräistä työtä, kuten tuotteiden sivuun ottamisia sekä tuotannon uudelleenaikataulutuksia, jotka mahdollisesti johtavat ylitöihin. Lisäksi virheiden takia joudutaan usein kasvattamaan varastomääriä, mikä aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia. ”Virheiden syynä ovat usein huonolaatuiset prosessit, liian suuri vaihtelu, ongelmat toimittajien toimituksissa, riittämätön tai huono koulutus, työkalujen tai -laitteiden epätarkkuus, huono tehdas-layout, tarpeeton käsittely tai liian suuret varastotasot.” (Huuhtanen 2014.)

**Odottelu** tarkoittaa materiaalien, toimitusten, informaation tai ihmisten odottamista operatiivisessa toiminnassa. Useissa prosesseissa suuri osa tuotteen läpimenoajasta kuluu odotteluun. Odottelu voi aiheutua seuraavasta toiminnosta, joka on seurausta pitkistä asetusajoista, tuotannon eräkoosta tai suunnittele mattomista seisokeista. Tuotteet saattavat jäädä myös turhaan seisomaan varastoihin prosessin eri tuotantovaiheiden välillä. (Huuhtanen 2014.)

**Tarpeeton kuljettelu** voi käsittää tavaroiden, työkalujen tai informaation turhaa kuljettamista, väliaikaista varastosijoittelua, arkistointia, pinoamista tai siirtelyä. Kun materiaali saapuu, niin se tulisi kerralla varastoida oikeaan paikkaan, mistä käyttö on vaivatonta. Tämä kuitenkin harvoin toteutuu, sillä materiaaleja usein siirrellään paikasta toiseen, asetellaan varastointitelineisiin ja tehdään turhia siirtoja. Työvoimakustannusten nousun lisäksi materiaalit voivat vaurioitua siirroissa ja varaston hallittavuus voi kärsiä. (Huuhtanen 2014.)

**Työntekijöiden tietojen ja taitojen hyödyntämättömyys** on esitetty Leanin kahdeksantena hukkana. Työntekijöiden osaamista ja osallistumista täytyy vaatia tehokkaan prosessin saavuttamiseksi. Useissa yrityksissä on ongelmana, että asioita ei osata tai uskalleta kyseenalaistaa ja asiat tehdään samanlailla kuin ennenkin. Työntekijöiden tietotaitoa on hyödynnettävä tehokkuuden varmistamiseksi, minkä lisäksi työntekijöille on tarjottava koulutusta ja etenemismahdollisuuksia. Goldsby ja

Martichenko (2005) laajentavat tämän näkökulman koskemaan koko yrityksen toimintaa. Tieto on heidän mukaan heikoiten tunnistettu ja ymmärretty resurssi. Yritysten liiketoiminta perustuu tietoon asiakkaiden tarpeista sekä tavasta, jolla tarpeet voidaan täyttää. Tietoa parhaista käytännöistä sekä toimivista työkaluista tulee jakaa organisaatiossa, mutta yrityksen tulee myös keskittyä tiedon vaihtamisen koko toimitusketjussa. Muuten toiminnan tehokkuus ei ole tarpeeksi kattava. (Huuhtanen 2014.)

#### 4.6 Kehittämisen työkaluja

Yleisesti tunnettuja kaavioita ovat **virtauskaavio**, **aktiviteettikaavio**, **lohkokaavio** sekä **arvoanalyysi**. Näillä kaavioilla voidaan hyödyntää aikaa ja kapasiteettia tarkastelevia työkaluja, osoittamalla prosessin eri vaiheisiin kuluva aika, jolloin tunnistetaan prosessien mahdolliset pullonkaulat. Prosessissa liikkuva tieto on hyvä kartoittaa, mihin työkaluna voi toimia **tietovirtakuvaus**. (Huuhtanen 2014.)

Kun prosessin vaiheet on kartoitettu, voidaan tuloksia tarkastella **prosessin kyvykkyys ja stabiliteetti -analyyseilla**. **DMAIC-prosessi** pyrkii tunnistamaan juurisyyt prosessin heikkoon laatuun, jos prosessi ei toimi halutun lailla asiakkaan tai liiketoiminnan tarpeiden täyttämiseen. Prosessissa on luultavammin näkyviä ongelmia, kun prosessi toimii hyvin, mutta sen tehokkuus vaihtelee, jolloin kehittäminen on ennemminkin yksittäisten ongelmien ratkaisemista. (Huuhtanen 2014.)

Yrityksiltä edellytetään nykypäivänä ISO 9000 -sarjan laatustandardeja, jotka keskittyvät nykyisten prosessien määrittelyyn, dokumentointiin ja seurantaan. Jatkuvan kehittämisen perustana toimii prosessien standardisointi. On tapauksia, joissa prosessien tehostaminen vaatii niiden kokonaan uudelleensuunnittelua, tällöin on tärkeää ymmärtää prosessin tavoitteet, mutta itse prosessia pitäisi pystyä arvioimaan avoimesti kyseenalaistaen vanhat ja käytössä olevat toimintatavat jatkuvan parantamisen ajattelumalliin perustuen. (Huuhtanen 2014.)



**Visuaalinen johtaminen** tarkoittaa toiminnan visualisoimista työnteon helpottamiseksi. Visualisoinnin kohteena voivat muun muassa olla reitit, varastointitilat, paikat työkaluille ja materiaaleille, toimintatavat sekä työohjeet. Visuaalisten mittareiden avulla tärkeimmät avainmittarit saadaan esitettyä selkeästi kaikille työntekijöille, mikä kiinnittää huomion liiketoiminnan kannalta tärkeimpiin mittareihin. **Osaamismatriisiin**, joka on jo lastulevytehtaalla käytössä, voidaan listata työntekijöiden osaaminen ja pidetyt koulutukset yhteen kaavioon. (Huuhtanen 2014.)

**5S -ohjelma** (sort, store, shine, standardize ja sustain) on Lean toimintamallin työkalu työympäristön organisointiin ja toimintatapojen standardisointiin. Ohjelman tavoitteina on kannattavuuden ja kilpailukyvyyn kehittäminen huomioiden myös henkilöstön hyvinvointi ja viihtyvyys. Työpisteiden läheltä poistetaan turhat työkalut ja esineet sekä jäljelle jääneille tavaroille määritellään omat paikat ja säilytys tavat. Työpaikka pidetään aina siistinä ja toiminta standardisoidaan aina siivousaikatauluista vastualueiden määrittelyyn. Seuranta on esimiesten vastuulla, jotta sovitut asiat tulee hoidettua. (Huuhtanen 2014.)

Ohjelmaa käytetään menestyksekkäästi ympäri maailmaa palvelu-, ja tuotantoympäristössä. 5S soveltuu hyvin yrityksiin, joissa halutaan poistaa hukkia, lyhentää läpimenoaikaa tuotannossa. Ohjelma onkin ensimmäinen askel kohti parempaa tuottavuutta, työturvallisuutta, laatua, prosessien tehokkuutta ja työntekijöiden sitouttamista yrityksen toimintaan. 5S on yksi Leanin perustyökaluista, jolla tehdään hukka näkyväksi, jotta se on helpompi poistaa. 5S on kehittämisen peruspilari, joka näyttelee suurta osaa prosessin vakauttamisessa ja Lean-ajattelun sisäänajossa yritykseen. Ohjelman avulla organisaatioon saadaan järjestystä ja tämä mahdollistaa muiden työkalujen ja Lean-tekniikoiden käyttöönoton myöhemmin. Niinpä 5S onkin yksi ensimmäisistä Leanin työkaluista, jota käytetään Lean-toiminnan aloittamiseksi yrityksissä. (Quality Knowhow Karjalainen Oy 2017)

**JIT -filosofia** (just in time) on keskeinen osa Lean -ajatusmaailmaa. Sen taustalla on ajatus yrityksen sisäisestä asiakkuudesta, eli toimitusketjun

seuraavaa vaihe on edellisen asiakas. Tavoitteena on tuottaa lisäarvoa asiakkaalle ja toimittaa oikeaa tuotetta oikeaan aikaan. JIT ajatusmallissa on tavoitteena käyttää materiaalit viisaasti, minimoida mahdolliset tuotannon virheet ja standardisoida toimintatavat hyödyntäen työntekijöiden moniosaaminen. (Makkonen 2012.)

Henkilöstön koulutuksen ja perehdyttämisen avulla voidaan tavoitella koko toimitusketjun tehtävien hallintaa laajentamalla työntekijöiden osaamista aikaisempaa kattavammin. JIT tuo tiimitasolle lisää valtuuksia: päivittäiseen päätöksentekoon, ongelman ratkaisuun ja työssä tarvittavien materiaalien hankintaan. (Makkonen 2012.)

Työkalujen hyödyntäminen on riippuvaista aina yrityksestä ja ympäristöstä, mihin niitä käytetään. Kehittämisen työkaluista on helposti saatavissa lisätietoa, koska työkalut ovat yleisesti tunnettuja, niin hakukoneet kuin kirjallisuuskin antavat hyvän valikoiman Lean ja Six Sigma -työkaluja. Taulukko 1 kokoaa yhteen ideologioiden erot ja käytetyt työkalut.

TAULUKKO 1. Ideologiat toiminnan kehittämiseen (Huuhtanen 2014)

<b>Ideologiat</b>	<b>Six Sigma</b>	<b>Lean</b>	<b>Total Quality Management</b>	<b>Business Process Re-engineering</b>
<b>Perusajatus</b>	Poikkeamien ja epäkohtien poistaminen prosessista asiakkaiden vaatimusten mukaisesti	Hukkien ja arvoa tuottamattomien toimenpiteiden poistaminen prosessista asiakasarvoon perustuen	Asiakastarpeiden täyttäminen	Prosessien kokonaisvaltainen uudelleensuunnittelu alusta loppuun asti asiakasarvon lisäämiseksi
<b>Fokus</b>	Ongelmalähtöisyys	Virtauslähtöisyys	Asiakaslähtöisyys	Prosessilähtöisyys
<b>Keskeiset periaatteet</b>	Ongelmien ratkaiseminen perustuen DMAIC ja DFSS -menetelmiin	Asiakasarvon tunnistaminen, arvovirta, imuperiaate	Kehittämisen lähtökohtana PDCA-sykli	Toimintojen rajat ylittävä prosessien radikaali uudelleensuunnittelu
<b>Keskeisiä työkaluja</b>	-Tilastollinen prosessin ohjaus -Mittaristot -Vika- ja vaikutus-analyysi -Koesuunnittelu -Juurisyyanalyysi -Syy-seuraus-diagrammi -Varianssianalyysi -Pareto-analyysi -Histogrammi -Vertaisarviointi	-Kanban -Imuohjaus -5S -Arvovirtakuvaus -Aika-analyysi -Yhden kappaleen virtaus -Tuottava kunnossapito -Asetusaikojen lyhentäminen -Visuaalinen johtaminen	-Analyttiset ja tilastolliset työkalut -Laadunvalvonnan työkalut -Johtamisen työkalut -Prosessinhallinnan työkalut -Asiakaslähtöinen tuotteen tai palvelun kehittäminen	-Prosessikuvaus -Vertaisarviointi -Toimintolaskenta -Simulaatiomallinnus

## 5 KOKEELLINEN OSA

### 5.1 Toimintatapojen ja käyntiasteen nykytila

Toiminnan nykytila on selvítettävä, jotta voidaan etsiä mahdollisia parannustarpeita ja kehittämisen kohteita. Toiminnan tilaa selvitettiin empiiristen- ja teoreettisten tutkimusten kautta. Pinnoituksen havainnollistamiseksi on tämän osion lopussa kuvio 4, josta selviää pinnoitushallin pohjapiirros. Pohjapiirroksen yläosassa on pinnoitusaihioiden syöttölaitteistot linjastolle ja alaosassa pinnoitettujen levyjen jäähdytys- ja pinontalaitteistot. Sinisellä värillä kuvion 4 oikeassa laidassa on kuvattu automaattinen kalvovarasto.

### 5.2 Tuotannonsuunnittelu

Pinnoitusosaston sekä reunalistoituksen toiminnasta vastaa yksi esimies. Osastoesimies on vastuussa tuotannonsuunnittelusta ja pinnoituksen organisoinnista. Yhdessä myynnin ja muiden osastojen esimiesten kanssa pinnoituksen esimies ajoittaa pinnoituksen tilaukset ja luo edellytykset laadukkaaseen työntekoon sekä ottaa vastuun tuotteiden teknisestä laadusta. Tuotannonsuunnittelussa käytetään apuna Digia Oyj:n ERP-toiminnanohjausjärjestelmää, joka mahdollistaa koko toimitusketjun hallinnan.

### 5.3 Melamiinikalvojen käsittely

Pinnoituksessa käytettäviä melamiinikalvoja käsitellään, kun kalvo vaihtuu uuteen tilaukseen tai uusi kalvopalletti otetaan käyttöön. Häiriötilanteissa kalvoja joudutaan poistamaan linjastolta tai levyjen päältä. Kalvovarasto on suljettu ja automatisoitu tila, jonne kalvopalletit varastoidaan ja tilataan pinnoituslinjan käytettäväksi. Kun uusi kalvopalletti varastoidaan automaattiseen sisävarastoon, niin pallelin paketointiin käytetyt vanteet ja suojalevyt poistetaan. Kun kalvopalletti otetaan käyttöön, niin toimittajan pakkauksessa käyttämä muovi aukaistaan kalvoja rikkomatta ja

jatkokäyttö huomioiden. Kalvojen kunto tarkastetaan, kiinni liimautuneet kalvot irrotetaan toisistaan. Vaurioituneet sekä likaiset kalvot poistetaan tai merkitään, kalvonvetovaunun käyttöä ajatellen.

#### 5.4 Manttelin vaihto

Mantteli on pelti, jolla saadaan pinnoitteen pintaan haluttu kiilto tai kuvio. Tällä hetkellä pinnoituslinjalla on kuusi eri mantteliparia. Manttelinvaihto aloitetaan, kun edellinen tilaus on valmis. Molemmat operaattorit ovat paikalla jo hieman etukäteen, jotta vaihto voidaan aloittaa saman tien. Seuraavaksi käytettävä mantteli on valmisteltu kohdistuspöydälle vaihtoa varten jo etukäteen. Vaihto suoritetaan toisen operaattorin käyttäessä manttelivarastoa ja manttelinostinta. Toinen operaattoreista käyttää puristinta ja levyjen tyhjennykseen puristimesta tarkoitettua vaunua, jolla saadaan myös manttelit ulos ja sisään puristimesta. Manttelin vaihtoon on olemassa selkeät ohjeet molemmille vaihtoon osallistuville operaattoreille.

Kun manttelit on saatu vaihdettua, aloittaa toinen operaattori välittömästi etukäteen valmistellun uuden tilauksen ja toinen käy paketoimassa edelliset tilaukset sekä varastoi paketit niille kuuluville paikoille. Puristimeen vaihdetut manttelit lämmitetään ja puhdistetaan yhdellä pitkällä puristuksella. Pitkällä puristusajalla kalvot puhdistavat manttelit, mutta kalvot likaantuvat ja paistuvat ylikypsäksi, näin ollen ensimmäiset levyt lajitellaan C-laatuun.

#### 5.5 Tilauksen vaihto

Seuraava tilaus valmistellaan ennen pinnoituksessa olevan tilauksen loppua, joten tulevat pinnoitusaihiot ovat jo purkunostimen alla ja seuraava käytettävä pinnoituskalvo odottaa ketjukuljettimilla valmiina, kunnes operaattori vaihtaa seuraavan työn. Tilauksen viimeiset levyt annetaan mennä kameralajittelun läpi, jotta nähdään jokaisen levyn laatu ja voidaan tarpeen tullen täydentää tilaus. Uusi työ aloitetaan, kun on varmistunut, että edellinen tilaus on täynnä ja asiakkaan sallimassa kappaletoleranssissa.

## 5.6 Tauot

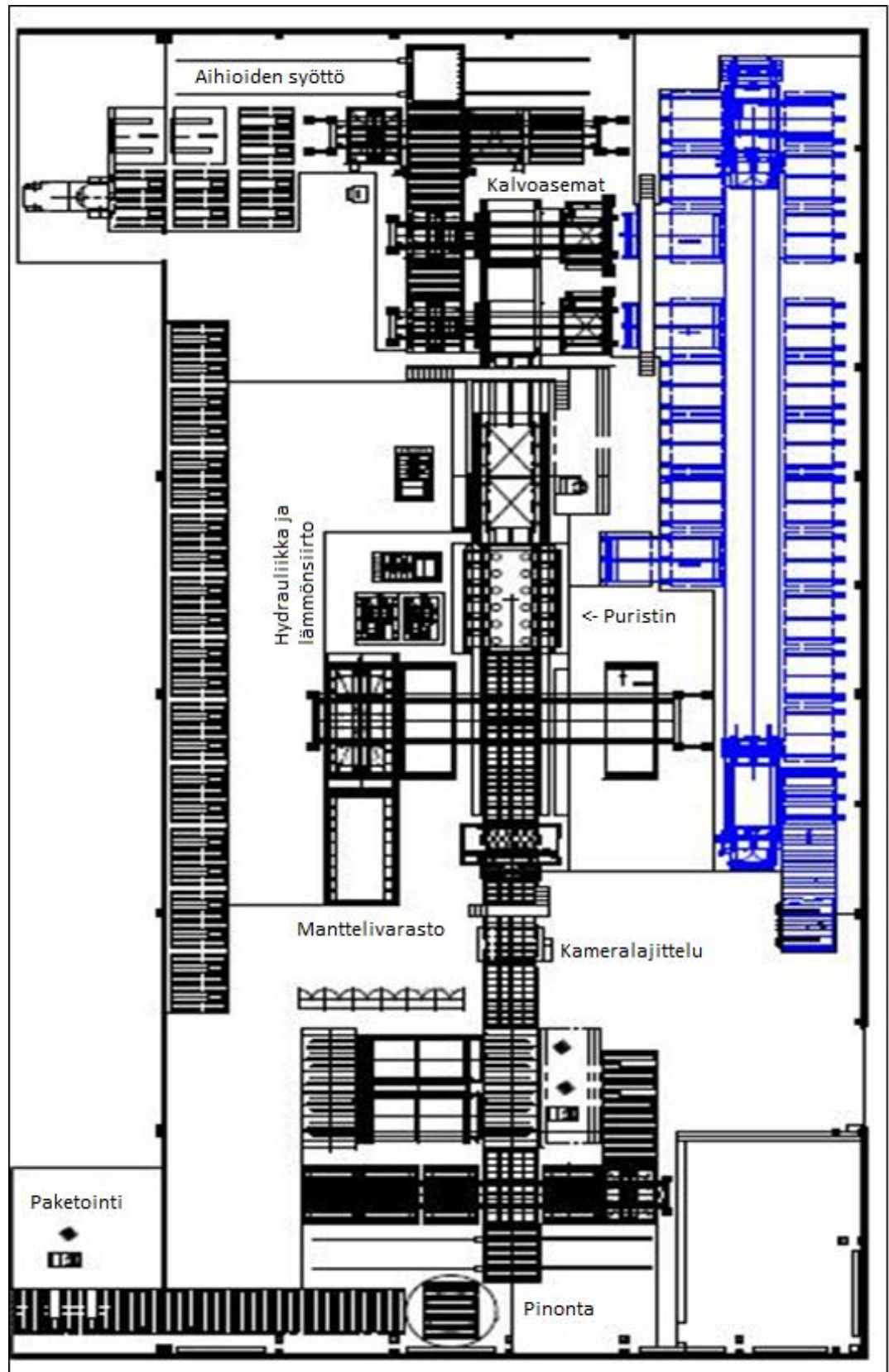
Taukoja on työehtosopimuksen mukaan kolme työvuorossa eli kaksi 10 minuutin pituista taukoa ja yksi 15 minuutin tauko, jotka luetaan työaikaan. Tauot toteutetaan pääsääntöisesti niin, että molemmat operaattorit ovat samaan aikaan tauolla. Usein pinnoitus pysäytetään noin kymmenen minuuttia ennen tauon alkua, jotta ehditään pakkaamaan ja varastoimaan ennen taukoa pinnoitetut levyt.

## 5.7 Vuoronvaihto

Vuoron vaihdossa linjasto pysäytetään noin 20 minuuttia ennen vuoron loppua, jotta ehditään pakkaamaan ja varastoimaan suurin osa linjalla olevista levyistä. Seuraavalle vuorolle pyritään kertomaan ajossa olevat tuotteet ja mahdolliset tuotantoon liittyvät erikoisjärjestelyt. Vuoron aikana linjastolla tapahtuneet ja mahdollisesti tulevat kunnossapidon toimet selvitetään seuraavalle vuorolle.

## 5.8 Siivous

Jokainen vuoro siivoaa mahdollisuuksien mukaan turva-aitojen ulkopuolisia alueita työvuoron aikana. Viikkosiivous suoritetaan pääosin turva-aitojen sisäpuolisiin alueisiin joka viikko perjantaisin klo 12:00-14:00, ellei toisin mainita. Siivousalueita turva-aitojen ulkopuolella ei ole selkeästi jaettu vuorojen kesken.



KUVIO 4. Koskisen Oy:n lastulevytehtaan pinnoitushallin layout (Koskisen Oy 2017)

## 6 TYÖN TAVOITTEET

Opinnäytetyön tavoitteet tehtiin opinnäytetyön teettäjän eli Koskisen Oy:n vaatimusten mukaisesti. Toimeksiantajan puolelta haluttiin selvittää toimintatapoja ja asetteita, jotka lisäävät kapasiteettia ja käyntiaikaa. Osa parannuksista kohdistuu kustannussäästöihin.

### **Kustannussäästöt**

1. Kalvopalletin avaaminen ja siirtäminen asemaan eli hajoaako kalvoja tai onko riski, että niitä hajoaa, kun kalvopallettia avataan mattoveitsellä? Miten avaus pitäisi tehdä, ettei yksikään kalvo ole vaarassa hajota? Kun palletti tulee tarkastusasemalle, heitetäänkö päällimmäinen kalvo roskeen ja saadaanko sekin kalvo säästettyä?
2. Paljonko käyttökelpoisia kalvoja jää vielä lavalle, kun kalvot alkaa loppua ja palletti poistetaan käytöstä ja miten ne saadaan hyödynnettyä?
3. Alueiden siivoukseen ja siistinä pitämiseen on panostettava. Onko mahdollista pitää pinnoituslinjan turva-aitojen ulkopuoliset alueet siistissä kunnossa jakamalla vastuualueet jokaiselle työntekijälle? Viikkosiivouksessa voitaisiin keskittyä siis vain turva-aitojen sisäpuolisiin alueisiin.

### **Kapasiteetin nosto**

1. Kalvoasemien, kalvonvetovaunujen ja ionisointien asetukset tulisi säätää niin, että puristin olisi pullonkaula myös värillisillä kalvoilla. Tarpeettoman pitkät ja hitaat ionisointi-, nosto- ja muut ajat pitäisi saada poistettua. Valkoista ajettaessa kahdelta asemalta pitäisi puristimen ehdottomasti olla pullonkaulana. Värillisiä kalvoja ajettaessa yhdeltä asemalta turhat viiveajat pitäisi saada poistettua, jotta ei turhaan ajettaisi vajaalla kapasiteetilla.
2. Onko tilauksen vaihdossa mahdollista aktivoida ”nopean vaihdon” käyttö, joka mahdollistaa seuraavan tilauksen aloittamisen nopeammin kuin normaalisti. Miten seuraavan tilauksen



esivalmistelu suoritetaan mahdollisimman pitkälle? Miten taataan kahden kalvonladonta-aseman tehokas käyttö eri tilanteissa?

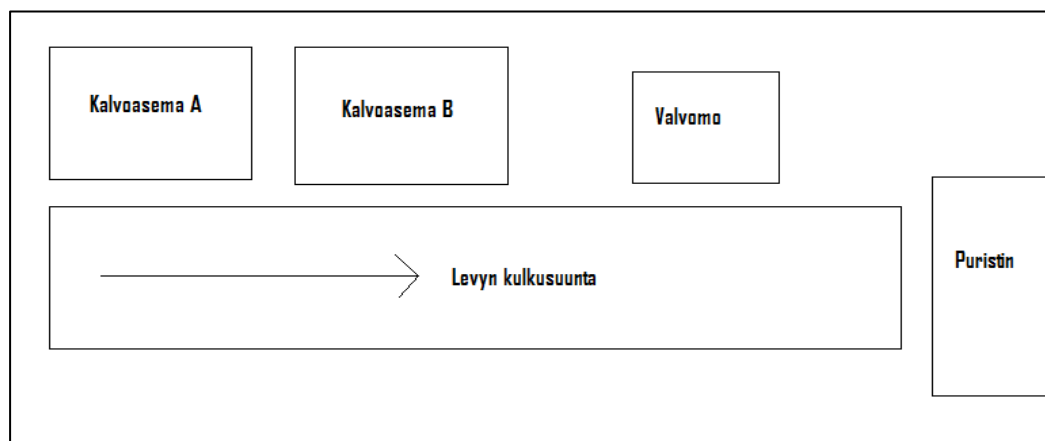
### **Käyntiasteen parantaminen**

1. Manttelinvaihtotilanteeseen halutaan parannuksia, eli kuinka pitkälle manttelinvaihdon voi esivalmistella linjan ollessa käynnissä? Mikä on manttelin vaihdon jälkeen nopein tapa saada pellit lämpöisiksi, jotta tuotantoa voitaisiin jatkaa mahdollisimman nopeasti? Jos vaihdetun manttelin ensimmäiset puristetut levyt menevät alempaan laatuun, niin mitä olisi tehtävissä, että saataisiin priimalaatua heti ensimmäisestä puristuksesta lähtien?
2. Peruslevylinjalla pyritään siihen, että linja pyörisi tauotta, eli sitä ei turhia pysäytellä. Samaan pitäisi pyrkiä myös pinnoituslinjalla. Aina pitäisi siis löytyä jokin hyvä syy siihen, jos linja ei pyöri.
3. Kun on tauko, niin mikä kone tai rullasto kannattaa laittaa stopille, jotta linja olisi mahdollisimman nopea käynnistää tauon jälkeen? Pitäisikö tämä tehdä alkupään koneelta eikä valvomosta?
4. Onko mahdollista toteuttaa vuoronvaihto pysäyttämättä linjaa?

## 7 KOEAJOSUUNNITELMA

### 7.1 Pullonkaulat

Hitain vaihe pinnoituksessa on kalvon ladonta kalvoasemasta ladontakuljettimelle, koska kalvot ovat yksittäisiä arkkeja, joita ladotaan kuljettimen ja levyn päälle imukuppinostimella yksi kerrallaan. Kaikki värilliset kalvot ovat epäsymmetrisesti hartsattuja, joten alapuolelle tuleva kalvo täytyy kääntää. Ladonnan hitaus korostuu, mitä useimmin kalvo ladelmaan tulee tai kun alapuolen kalvo täytyy kääntää kääntölaitteen avulla. Melamiinikalvoja voidaan latoa kahdesta asemasta, joissa kummassakin on kalvonkääntölaite ja paikat kahdelle kalvopalletille, joten neljä erilaista pinnoitetta on ladonnan maksimimäärä. Kun pinnoitetaan ilman kääntöä (esim. valkoinen), molemmilta asemilta ladotaan vain yksi kalvo, tällöin puristin muodostaa pullonkaulan tuotantokapasiteetille. Kalvonladontaan tehtiin koeajoja eri kalvoilla ja eri asetuksilla, jotta havaittiin turhat viiveajat ja saatiin mahdollinen kapasiteetin nosto kartoitettua.



KUVIO 5. Kalvoasemat A ja B sekä levyn kulkusuunta

### 7.2 Reseptit ja asetukset

Reseptit kohdistuvat kalvonladontaan, nostimien ja kuljettimien nopeuksiin sekä puristimen asetuksiin. Kaikkia parametreja ei saada määrättyä resepteillä, joten osa asetuksista täytyy säätää erikseen. Reseptit on hyvin

luetteloitu ja selitetty erillisissä ohjeissa. Reseptit toimivat pääosin hyvin, mutta melamiinikalvon ladontaan täytyy tehdä muutoksia ja uudistuksia, jos tulee uusia pinnoiterakenteita. Reseptit ja asetteet tarkastettiin kapasiteetin nostoa ajatellen.

Tähän opinnäytetyöhön haluttiin työn teettäjän puolesta vielä lisätä joitain uusia ilmaantuneita kalvonladonnan haasteita. Vaikeuksia on ollut etenkin eräälle asiakkaalle tehtävissä monikerrosrakenteissa, joissa halutaan käyttää ladontaan A-asemaa tuotannon nopeuttamiseksi. Asiakkaalle tehdään muun muassa kaksikerrosrakennetta, johon tulee harmaa pinnoite ja vahvikekalvo molemmille puolille levyä. Ongelmia on tuottanut etenkin A-aseman kalvonkääntölaitteen toiminta. Tarkoituksena on latoa ensin A-asemasta käännetty harmaa kalvo, jonka päälle tulee vahvikekalvo, sitten nostetaan levy ja levyn päälle asetetaan vielä yksi vahvikekalvo. Levy siirtyy kuljettimella ionisoinnin läpi B-aseman kohdalle, jossa levyn päälle tulee vielä harmaa kalvo. Ionisoinnissa levyn molemmille puolille johdetaan sähköinen varaus, joka kiinnittää kalvot levyyn tarvittavissa määrin, jotta kalvot pysyvät levyssä kiinni puristusvaiheeseen asti. Ionisointilaitteet sijaitsevat kalvot asentavissa kalvonvetovaunuissa ja molempien ladonta-asemien jälkeen sijaitsevissa telineissä.

## 8 TULOKSET

### 8.1 Kustannussäästö

Kustannussäästöillä pyritään alentamaan pinnoituksessa syntyviä kustannuksia. Kustannuksilla on oleellinen osa tehtaan kannattavuudessa ja pinnoituksen tuomassa lisäarvossa.

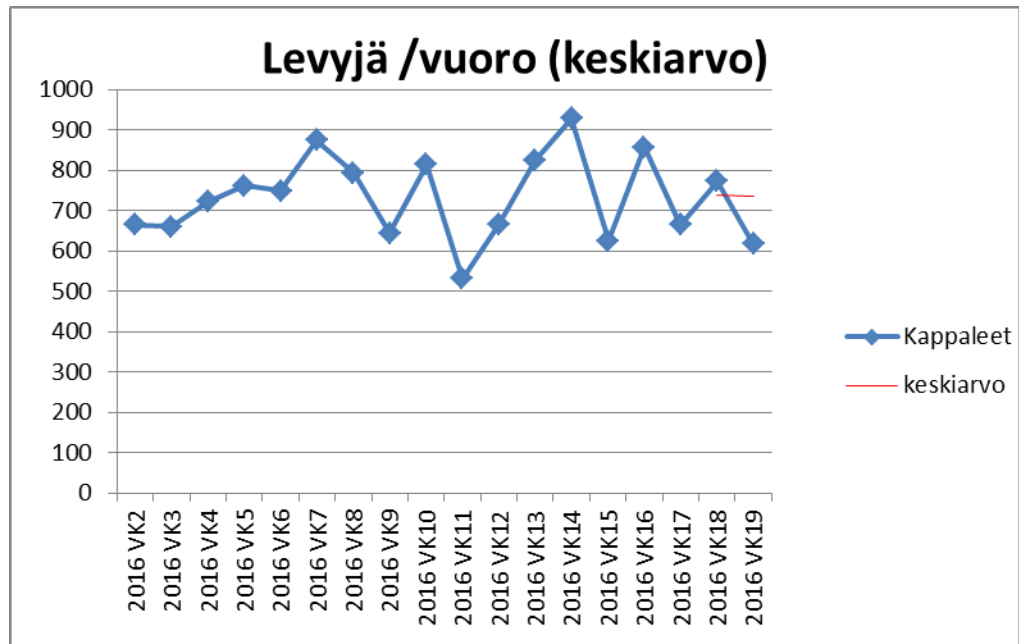
#### 8.1.1 Vuorokäyntien vertailu

Vertailua eri vuorokäyntien välillä voidaan tehdä monista eri näkökulmista (kuviot 6 ja 7). Hyötyjä ja haittoja täytyy ajatella kokonaisvaltaisesti, eikä pidä tarttua ainoastaan yksittäisiin lukuihin. Vertailulle on hyvät perusteet, koska pinnoituslinja siirtyi 16.5.2016 työaikamuodosta 3/5 (kolme vuoroa viitenä päivänä viikossa) työaikamuotoon 3/7 (kolme vuoroa seitsemänä päivänä viikossa) eli keskeytymättömään kolmivuorokäyntiin.

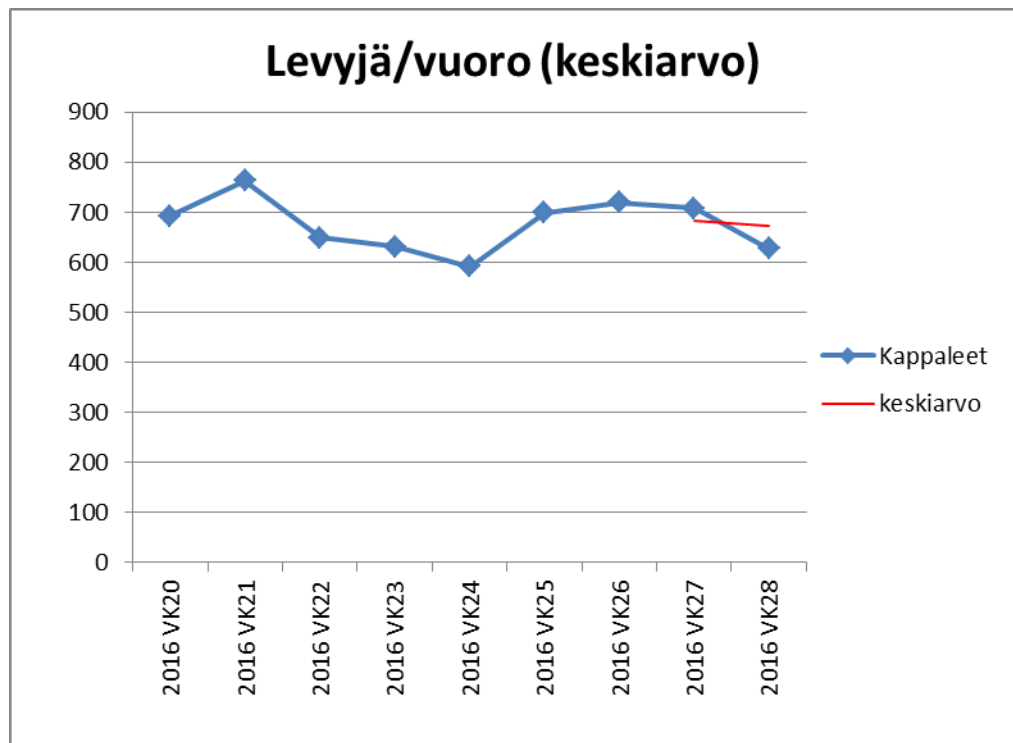
TAULUKKO 2. Työkustannusten vertailu eri työaikamuodoilla

TYÖN KUSTANNUKSIEN VERTAILU VIIKKOTASOLLA					
<b>Lisät:</b>	Ilta	Yö	Lauantai	Sunnuntai	TyLy (työajanlyhennyskorvaus)
	1,02 €	1,89 €	1,74 €	100 %	14,8 %
<b>Työaikamuoto 3/5 ja 9 henkilöä (tuntipalkka = X)</b>			<b>Työaikamuoto 3/7 ja 10 henkilöä (tuntipalkka = X)</b>		
Peruspalkka	360*X			Peruspalkka	336*X
Iltalisät	122,4 €			Iltalisät	130,56 €
Yölisät	226,8 €			Yölisät	241,92 €
<b>Yht.</b>	<b>360*X+349 €</b>			Lauantai	83,52 €
				Sunnuntai	48*X
				TyLy	384*X*0,148
				<b>Yht.</b>	<b>441*X+456 €</b>
<b>Vertailun erotus</b>		<b>Erotus %</b>			
<b>81*X+107 €</b>		<b>23</b>			

Taulukossa 2 on vertailtu viikon palkkakustannuksia kahdella eri työaikamuodolla. Nykyinen 3/7-töaikamuoto yhdeksällä työntekijällä on noin 23 % kalliimpaa teettää, kuin 3/5-töaikamuoto kymmenellä työntekijällä. Taulukossa X tarkoittaa yhden työtunnin palkkakustannusta.



KUVIO 6. Levymäärät vuorossa ennen työaikamuutosta, viikkotasolla esitettynä. Keskiarvona 732 kpl/vuoro



KUVIO 7. Levymäärät vuorossa työaikamuutoksen jälkeen, viikkotasolla esitettynä. Keskiarvona 675 kpl/vuoro

### 8.1.2 Kalvopalletin poisto

Palletille ei jää montaa kalvoarkkia, jos yhtään, kun palletin käyttöönotto on tehty hyvin ja palletin poistonappia painetaan oikeaan aikaan. Palletin viimeisten kalvojen ollessa ehjiä käytetään kalvot aina loppuun asti. Usein ongelmaksi muodostuu palletin viimeisten kalvojen liukuminen, kun kalvoja on jäljellä alle 10 kappaletta.

### 8.1.3 Kalvopalletin avaus ja käyttöönotto

Palletin saa helposti kolhittua trukilla ja tällöin kalvot saavat liukua hallitsemattomasti paketin sisällä. Käyttöönotossa ei yleensä ole ongelmia ja kalvoja rikkoutuu harvoin. Kalvopalletti on aina avattava varovaisesti paketin alareunasta leikaten. Melamiinikalvot ovat pääosin noin 5 m<sup>2</sup>:n kokoisia ja voivat maksaa jopa 5 €/kpl, joten huolellisella kalvojen käsittelyllä saadaan helposti säästöjä aikaiseksi.

### 8.1.4 Siivousalueet

Siivousalueet ovat jo aiemmin määritelty, mutta useammalle työntekijälle kuin nykyään on käytettävissä. Virallinen siivousaika on kaksi tuntia viikossa, joka suoritetaan yleensä perjantaisin. Pinnoitushallin seinällä on vanhoja siivousaluekarttoja, jotka kaipaavat päivitystä.

## 8.2 Kapasiteetin nosto

Kapasiteettia tarkastellaan puristustahdin ja käytössä olevan työajan puitteissa. Pinnoituksen kapasiteetti vaihtelee paljon eri pinnoitteiden ja pinnoitusrakenteiden välillä.

### 8.2.1 Reseptit ja asetukset

Puristustahti hieman vaihtelee riippuen puristimen täyttölaitteen toiminnasta sekä ajoituksesta täytön ja tyhjennyksen välillä. Puristustahtiin vaikuttaa myös kalvojen kohdistuksen nopeus sekä ionisointiajat. Valkoista

pinnoitetta ajettaessa puristin on pullonkaulana ja puristustahti on 115-118 puristusta tunnissa, kun puristusaika on 18 sekuntia. Värillisillä kalvoilla puristus aika on 28-34 sekuntia ja puristustahti 50-65 puristusta tunnissa. Monikerrosrakenteisissa pinnoituksissa tahti on 20-40 puristusta tunnissa. Monikerrosrakenteissa ja värillisiä pinnoitettaessa pullonkaulaksi muodostuu kalvon latominen. Teoreettinen maksimikapasiteetti valkoista pinnoitettaessa on 875 puristusta/vuoro eli 1750 levyä/vuoro. Kapasiteetti on laskettu 118 puristuksen ja tehokkaan työajan eli 7,416 tunnin tulona. Tehokasta työaikaa on kokonaistyöaika (8h/vuoro) vähennettynä tauoilla (35 min.). Taulukosta 3 selviää teoreettiset kapasiteetit eri pinnoitteilla.

TAULUKKO 3. Teoreettiset kapasiteetit ja puristusajat

Kalvo	Puristusaika (s)	Puristustahti /tunti	Max. kapasiteetti puristuksia/vuoro	Lämpö (°C)
Valkoinen	18	115-118	875	200
Värillinen	28-34	50-65	482	180-190
Monikerros	35-45	20-40	297	180

Valkoisen kalvon pinnoitukseen on saatavissa tehokkuutta lähinnä käyntiasteen nostolla ja kalvotoimittajan kanssa käytävällä tuotteen kehityksellä. Pinnoitevalmistajan rooli on keskeisessä osassa, jotta valkoinen kalvo saataisiin toimimaan nopeammalla puristusajalla ja korkeammalla puristuslämmöllä.

Värillisten kalvojen puristustahti nousi noin 80 puristukseen tunnissa, kun testattiin pinnoittaa molempia kalvoasemia käyttäen. Pinnoitus on nopeampaa, kun käytetään tehokkaasti hyödyksi molemmat kalvoasemat.

Monikerrospinnoituksissa yhteen levyyn tulee kolme tai useampi pinnoitekalvo, joten kalvojen ladonta on ehdottomasti hitain vaihe.

Kalvoasemien tehokas käyttö on tärkeässä osassa, mitä enemmän kalvoja ladelmaan tulee. Pahimmassa tapauksessa kaikki kalvot ladotaan yhdeltä asemalta, jolloin ladonta on hitaimmillaan.

### 8.2.2 Tilauksen vaihto

Tilauksen vaihdossa ei käytetä nopean vaihdon mahdollisuutta, koska operaattori haluaa varmistua viimeisenkin levyn laadusta. Tilauksen nopean vaihdon voi suorittaa, kun ajossa olevan tilauksen viimeinen puristus on suoritettu, mutta tällöin jää kahden tai kolmen viimeisen levyn laatu toteamatta. Edellisen tilauksen viimeistenkin levyjen laatu saadaan tarkistettua, mutta laadun ollessa huono, ei tilausta voi enää täydentää, koska uuden tilauksen reseptit ovat jo nopealla vaihdolla syötetty linjastolle. Usein asiakkaan kappaletoleranssi on +/- 1 levy, joillakin asiakkailla tarkka kappalemäärä on ehdoton. Isoimmille ja usein tilaaville asiakkaille sopisi luultavasti isompikin kappaletoleranssi, jolloin tilauksen nopea vaihto olisi mahdollista.

### 8.3 Käyntiasteen parantaminen

Käyntiasteessa on parantamisen varaa, koska usein valkoista pinnoitettaessa ja ilman asetteiden vaihdoksia, tuotantomäärä on 1000-1200 levyä vuorossa. Kapasiteetti on 1750 levyä vuorossa, kun operaattoreita on kaksi ja tauon aikana pinnoituslinja sammutetaan. Käyntiasteeksi muodostuu 57-69 prosenttia valkoisen pinnoituksessa. Viikkotasolla käyntiaste on vaikeampi laskea, koska viikon aikana pinnoitetaan monia eri rakenteita ja monilla eri resepteillä. Monikerrosrakenteet, pienet eräkoot ja useat manttelin vaihdot pienentävät huomattavasti kapasiteettia ja saavat käyntiasteen näyttämään huonolta, jos tarkastellaan vain kappalemääriä.



### 8.3.1 Manttelin vaihto

Manttelin vaihto sujuu nopeasti, kun vaihtoon osallistuu kaksi kokenutta operaattoria eikä teknisiä ongelmia ilmaannu. Vaihtoon on olemassa hyvät ja toimivat ohjeet. Vaihtoon kuluu aikaa 20-30 minuuttia ja vaihto tehdään 4-8 kertaa viikossa. Vaihdon jälkeen tehdään 45-60 sekuntia kestävä puristus, jotta mantteli lämpenee sekä puhdistuu varastoinnin ja vaihdon aiheuttamasta liasta. Manttelin vaihdot otetaan huomioon tuotannosuunnittelussa, joka on tehokkain tapa vähentää vaihtojen tarvetta.

### 8.3.2 Tauoton käynti

Peruslevylinjalla tauoton käynti on käytössä, mutta prosessi on erilainen kuin pinnoituslinjalla ja täten ei suoraan vertailukelpoinen.

Pinnoituslinjastolla tapahtuva manuaalinen paketointi ja joidenkin värillisten pinnoitteiden käsinlajittelu, luo kahdella operaattorilla toimiessa taukoja pinnoitusprosessiin väistämättä. Linjastoa ei voi jättää toimimaan itsestään ilman valvontaa, joten toisen operaattoreista on oltava aina linjaston hallintalaitteiden käyttäjänä. Monikerrospinnoitteilla, joita lajitellaan kameran avulla, on mahdollista toteuttaa tauoton pinnoitus, koska tahtiaika on hidas ja pakattavaa tulee hitaalla syklillä.

### 8.3.3 Tauolle lähtö ja tauolta paluu

Uusien tietokone- ja ohjelmistopäivitysten avulla voidaan linjasto pysäyttää ja käynnistää vaivattomasti linjaston jokaiselta käyttöpäätteeltä. Silti linjaston pysäytys tauolle lähdetäessä on hyvä tehdä valvomon käyttöpäätteeltä, joka mahdollistaa viimeisenkin puristuksen valvonnan. Tauolta tultaessa voi linjaston hyvin käynnistää alkupään käyttöpäätteeltä.

### 8.3.4 Vuoronvaihto

Vuoronvaihdon voi suorittaa ilman, että linjasto pysähtyy. Vuoron kirjauksiin tauoton vuoronvaihto tuo hieman muutoksia, mutta nykyinen

linjaston tyhjennys levyistä ennen seuraavaa vuoroa on tarpeeton. Peruslevylinjalla suoritetaan tauon vuoronvaihto, jolloin on sovittu vuoron kirjaukset tehtäväksi 15 minuuttia ennen vuoronvaihtoa ja työpisteelle saavutaan noin 5 minuuttia ennen vuoron alkua. Peruslevylinjalla on käytössä myös päiväkirja, johon kirjata poikkeamia tuotannossa ja muita havaintoja vuoron aikana. Päiväkirja vähentää informaatiokatkoja vuorojen välillä, jos kaikkia poikkeamia ja muita työhön liittyviä asioita ei ehditä tai ei muisteta seuraavalle vuorolle informoida. Peruslevylinjalla tauon käynti on ehdottomasti paras ja tehokkain tapa valmistaa lastulevyä ja vuoronvaihto ilman linjan pysäytystä sujuu pääosin hyvin. Peruslevylinjan hyviä käytäntöjä voidaan hyödyntää myös pinnoituslinjalla.

## 9 TULOSTEN TARKASTELU

### 9.1 Kustannussäästöt

Vuorokäyntivertailu osoitti nykyisen käytössä olevan mallin olevan 23 % kalliimpaa työkustannusten osalta. Nykyisellä 3/7-työaikamuodolla on saatu parannettua tuotannon määrää keskimäärin 26 % ja muitakin etuja on havaittu. Tuotannon käydessä viikonloppuisin saadaan arkipäivinä suoritettua kunnossapidollisia toimia paremmin eivätkä mahdolliset isommat korjaukset rasita viikon tuotantomäärää niin paljon kuin 2/7-työaikamuodolla. Tuotanto jakaantuu tasaisemmin seitsemälle päivälle, vaikkakin yhden vuoron tuotantomäärä on pienempi kahdella operaattorilla kuin kolmella. Nykyisen vuorokäynnin ongelmaksi voidaan laskea mahdolliset pitkät poissaolot, jotka ovat pahimmillaan aiheuttaneet useampia vuoroja viikossa ilman tuotantoa lainkaan.

Melamiinikalvojen käsittelyssä on parannettavaa huolellisuudessa ja ongelmatilanteissa. Varsinkin kesäisin ongelmaksi muodostuu kuumuden aiheuttamat kalvon tarttumiset toisiinsa. Koulutus kalvojen käsittelyyn on ainoastaan vanhempien työntekijöiden vastuulla.

Alueiden siivoukseen on syytä panostaa, koska ajoittain huonon siivouksen syyksi on luettava tietyt reklamaatiot mustista lian aiheuttamista pilkuista pinnoitteen päällä. Tietyt asiakkaat ovat todella tarkkoja tuotteiden pienistä virheistä, joista saattaa tulla huomattavia reklamaatioita. Yleinen siisteys on merkki laadukkaasta työstä ja puhtaassa ympäristössä on kaikkien mielekkäämpää työskennellä. Viikkosiivous on ennen suoritettu kolmella tai jopa neljällä työntekijällä, kun nykyään siivoukseen osallistuu vain kaksi operaattoria. Nykyiset miestyötunnit ja epäselvät vastuualueet eivät riitä pitämään pinnoitushallia tarvittavan siistinä.

## 9.2 Kapasiteetin nosto

Kaikki puukuviokalvot ja tummat pinnoitteet on toisen operaattorin lajiteltava käsin, koska kameralajittelu muodostaa vain mustavalkoista kuvaa, eikä osaa lajitella muita kuin valkoisia ja vaaleanharmaita sävyjä. Kun levyjen pinnoitukseen ja lajitteluun tarvitaan kaksi operaattoria, niin värillisten pinnoituksessa muodostuu pakostakin ruuhkatilanteita pakkaukseen ja levyjen syöttö- ja palautuskuljettimille. Valkoisilla kalvoilla pinnoitettaessa puristin muodostaa pullonkaulan jo nykyisilläkin aseteilla. Värillisillä kalvoilla ei puristimesta saa pullonkaulaa muuten kuin käyttämällä hyödyksi molempia kalvonladonta-asemia. Molempia asemia käytettäessä värillisilläkin päästiin noin 80 puristusta/tunti olevaan puristustahtiin, joka on noin 33 % parempi kuin yhdeltä asemalta ladottaessa. Monikerrospinnoitteissa on hyvä kuormittaa molempia kalvonvetoasemia niin tasaisesti kuin mahdollista. Päivitetyt puristusreseptit, ohuenlevyn asetusarvoja ja parannetut parametrit kalvonkääntöön löytyvät liitteistä.

Tilauksen vaihdossa on mahdollista käyttää nopeampaa vaihtoa, mutta harvoin sitä käytetään. Nopean vaihdon käyttöön tulisi sopia myynnin kanssa tilaukset, joissa mahdollisesti pienempi kappalemäärä viimeisessä paketissa ei olisi asiakkaalle ongelma.

## 9.3 Käyntiasteen nosto

Manttelin vaihdossa jää alapuoliseen mantteliin vaihdossa käytettävän siirtovaunun imukuppien likajäljet. Imukuppien ja manttelin liat siirtyvät ensimmäisessä puristuksessa pinnoitteeseen ja näin ollen ensimmäiset kaksi levyä lajitellaan alempaan laatuun. Imukupit voisi puhdistaa ennen alamanttelin käsittelyä, mutta se hidastaisi vaihtoa usealla minuutilla, eikä puhdistaisi muita manttelin varastoinnissa aiheutuvia likoja. Paras ja nopein tapa puhdistaa manttelit on pitkä puristus vaihdon jälkeen. Kalvotoimittaja suosittelee muutenkin puhdistamaan manttelit toisinaan yhdellä tai kahdella pitkällä puristuksella, jossa voi käyttää kahta kalvoa päällekkäin parantamaan puhdistusta.

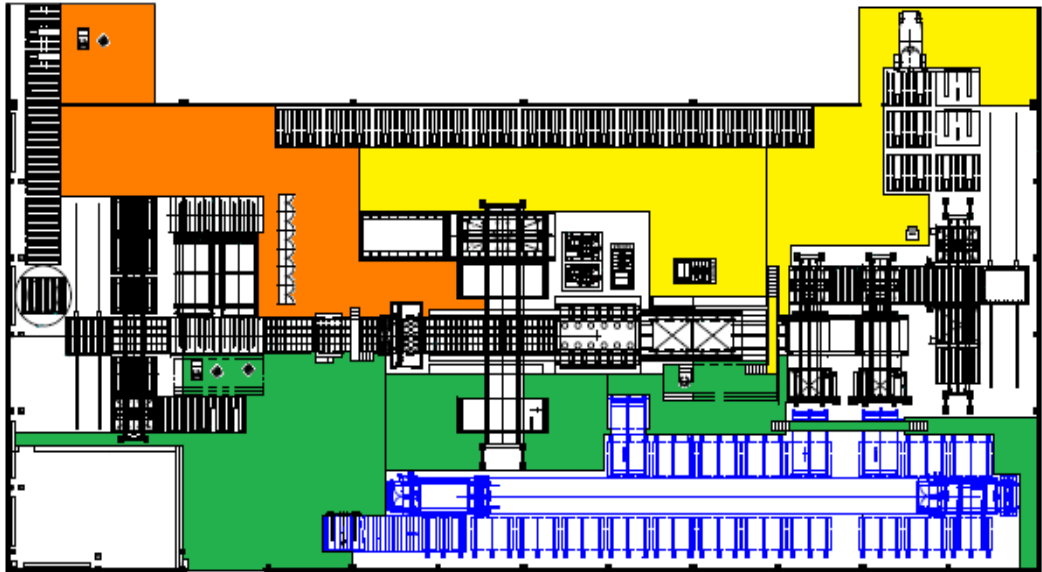
Taukoja on vaikea kahdella operaattorilla pyörittää niin, että linjastoa ei pysäytettäisi. Linjastolle syntyy nopeasti ruuhkatilanne, kun pakkausvuorossa oleva operaattori lähtee tauolle. Ilman kolmatta operaattoria tai erillistä tauottajaa on tehokkain tapa pitää tauot yhtä aikaa ja pysäyttää linja. Tehokkaan tuotannon takaamiseksi, työnantajien ja työntekijöiden sopiman työehtosopimuksen mukaisesti eivät tauot saa tahallisesti venyä yli sovitun taukoajan. Vuoronvaihtoon on sovittavissa käytäntö, jolla linjaa ei tarvitsisi pysäyttää juuri ollenkaan.

## 10 KEHITYSEHDOTUKSET

### 10.1 Kustannussäästöt

Melamiinipinnoitteiden käsittelyyn on syytä panostaa ja lisätä tietoisuutta pinnoitteisiin liittyvistä kustannuksista. Pinnoitevalmistajan järjestämä koulutus olisi hyvä keino parantaa kalvojen käsittelyä. Kalvovaraston käytön opastaminen esimerkiksi tulevan tietokonepäivityksen yhteydessä olisi hyvä mahdollisuus lisätä tietotaitoa. Kustannussäästöä saadaan standardisoimalla kaikille samat tavat ja taidot käsitellä pinnoitteita.

Lean-ajattelua ja sen 5S-ohjelmaa voi käyttää hyödyksi tavaroiden järjestelyssä ja siivouksessa. Tuotannossa tarpeelliset työkalut tulisi kirjata ylös ja tarpeettomat poistaa. Työkaluille on oltava määritellyt paikat, hyllyt ja telineet. Siivoukseen on varattava enemmän aikaa kuin kaksi tuntia viikossa. Pinnoitushallin siistinä pito olisikin hyvä jakaa kahdelle eri päivälle. Vierailijoidenkin kannalta olisi hyvä, jos siivouspäivät olisivat maanantai ja torstai, näin ollen paikat pysyisivät siistinä läpi viikon ja kunnossapidolle jäisi aikaa suorittaa tarkastus- ja korjaustoimenpiteet. Turva-aitojen ulkopuoliset alueet täytyy pitää siistinä mahdollisuuden mukaan joka päivä, joten kuvio 8 sisältää päivityksen, joka sopii nykyiseen vuorokäyntiin paremmin. Siivousalueet on jaettu väreillä vuorojen mukaan, esim. keltainen alue voisi kuulua aamuvuorolle. Esimiehen tehtäviin kuuluu tarkastaa, että toimet tulee suoritettua ja ilmoittaa mahdollisista siivousaikataulun muuttumisista.



KUVIO 8. Ehdotus uusista siivousalueista kolmelle vuorolle jaettuna

## 10.2 Kapasiteetin nosto

Kapasiteetin nosto onnistuu parhaiten töiden hyvällä suunnittelulla ja käyttämällä oikeita ajoasetuksia sekä reseptejä. Kalvonvetolaitteiston suorittama kalvon asemointi levyn päälle on usein pullonkaulana varsinkin monikerrospinnoituksissa. Molempia kalvoasemia tulisi käyttää mahdollisemman tehokkaasti hyödyksi kalvonvedossa, näin varmistetaan kapasiteetin parannus ja myös se, ettei yksi asema kuormittuisi enemmän kuin toinen. Suosituimpia värillisiä kalvoja on hyvä tilata jo valmiiksi käännettynä, kuten esimerkiksi harmaa 258, musta ja muut, joita pinnoitetaan suuria määriä nykyisin ainoastaan toista kalvonvetoasemaa käyttäen. Valkoisille pinnoitteille saadaan kapasiteetti nosto aikaiseksi, kun parannetaan yhteistyötä ja tuotekehitystä pinnoitevalmistajan kanssa.

## 10.3 Käyntiasteen parantaminen

Vuoronvaihtoon on mahdollista sopia uudet tavat toimia. Ottamalla mallia peruslevylinjalta voidaan vuorojen välissä olevat tauot ja mahdolliset informaation katkokset minimoida. Informaatiota tuotannon ja esimiesten välillä täytyy kehittää luomalla selkeät ohjeet sekä vakiinnuttaa käytännöt miten toimitaan eri tilanteissa. Tauoton käynti on mahdollista lisäämällä

moniosaamista ja kehittämällä tiimijättelua viimeistelylinjojen kesken. Lähellä sijaitsevien määrämittasahan ja listoituksen työntekijöitä voi hyödyntää tauotuksessa, jos fokusta halutaan siirtää pinnoitukseen ja sen tehokkuuteen. Hitaat monikerrospinnoitukset tulisi pinnoittaa tauotta.

Pitemmällä aikavälillä ajateltuna, tulisi linjaston automatisointiin investoida. Värillisten pinnoitteiden laadutus suoritetaan operaattorin toimesta. Paremmalla kameralla voitaisiin laaduttaa kaikki pinnoitteet ja pintamuodot tarkemmin kuin ihmissilmä kykenee. Pakkaaminen, pakettien varastointi ja aihoiden kuljettelu trukilla vievät tehokkaassa tuotannossa toisen operaattorin koko työajan. Usein ennen taukoja ja ennen vuoronvaihtoa molemmat operaattorit joutuvat pakkaamaan ja varastoimaan samaan aikaan, joten linjasto on pysäyteltävä. Pakkaaminen suoritetaan monissa yrityksissä automatisoiduilla koneilla eikä se olisi mahdottomuus lastulevytehtaassakaan, koska pinnoituksesta tulevat paketit ovat usein lähes samankokoisia keskenään.

Tuotannonsuunnittelulla voidaan vähentää manttelilevyjen vaihdon tarvetta ja vaikuttaa asetteiden vaihto tiheyteen. Tuotanto on tehokkaampaa, kun ajetaan isoja sarjoja. Pinnoituksessa ollaan joskus yksin töissä (esimerkiksi sairauspoissaolot) ja tällöin olisi kohdistettava tuotantoon sellainen tuote, jota on mahdollisimman helppo pinnoittaa yksin.

Suureksi käyntiasteen heikentäjäksi pinnoituksessa on muodostunut koneiden häiriö- ja korjaustilanteet. Häiriökirjauksista ilmenee, että erilaiset koneisiin liittyvät häiriöt ovat tänä vuonna keskimäärin 85 tuntia kuukaudessa, joka on suoraan pois tuotannosta. Monilla yrityksillä on ollut taloudellisesti tiukkoja vuosia takanaan, jolloin kunnossapito jää helposti vähemmälle huomiolle. Pinnoituslinjan mahdollinen ”korjausvelka” on kuitattava pikimmiten, koska linjasto on vasta kymmenen vuotias ja häiriötilanteet ovat liian yleisiä. Hyvällä kunnossapitosuunnitelmalla taataan pinnoituksen tehokkuus vielä tulevaisuudessakin.



## 11 YHTEENVETO

Erialaisten prosessien kehittäminen on yritykselle tärkeää ja siihen kannattaa käyttää resursseja. Tuotannon tehostamiseen on käytettävissä monia erilaisia työkaluja ja ideologioita. Yrityksen on valittava itselleen sopivat työkalut ja toimintatavat, joihin voi sitoutua. Yksikään työkalu ei toimi, jos sitä ei käytetä oikein. Ajattelutavat ja työkalut eivät saa olla itsessään yritystä ohjaavia tekijöitä, vaan niiden täytyy olla toiminnan apuna ja hyödyksi juuri siinä määrin kuin yritys itse haluaa. Monesti ongelmien etsimisessä ja vikojen ratkaisussa ei tarvita monimutkaisia kaavioita tai kalliita yritysvalmentajia, vaan ongelmat löytyvät usein helposti eri mittareista ja nähtävissä olevista virhekohtista. Lean-ajattelu tarjosi hyvän pohjan tälle työlle ja siten näkyy myös kehitysehdotuksissa.

Opinnäytetyön aiheeseen perehdyttiin tekemällä töitä pinnoituksessa ja tutkimalla vaihtoehtoja toteuttaa eri käytännöt. Ongelmakohdat saatiin esiin ja haluttuihin parannuksiin keksittiin keinoja toteuttaa ne. Ajoasetukset saatiin päivitettyä ja koottua yhteen. Pinnoituslinjalla on vielä tarvetta mekaanisille parannuksille, koska esimerkiksi kalvonkääntölaitteessa ilmenee vieläkin toiminnallisia häiriöitä. Kunnossapidon parannuksiin ei tässä työssä puututtu, mutta tarve parannuksiin on ilmeinen. Tuotannonohjausjärjestelmän ERP:n käytössä on koulutuksen tarvetta, joka on noussut monesti esille työntekijöiden puolelta. Samoin kalvovaraston käyttö koetaan monen mielestä hankalaksi. Uuden arkistointijärjestelmän M-filesin käyttö on tulevaisuudessa koulutettava myös työntekijöille.

Lopulliset toimintatapojen parannukset ja esitetyt ehdotukset, ovat lastulevytehtaan johdon ja esimiesten päätettävissä, että toteutetaanko niitä ja missä laajuudessa. Toisilta tehtaan osastoilta on saatavissa hyviä käytäntöjä, jotka on jo havaittu toimiviksi. Tutut käytännöt on helpointa siirtää myös pinnoitukseen.

## LÄHTEET

### Painetut lähteet

Juselius, J. 2009. Puun taitajat Koskisen 1909-2009. Järvelä: Koskisen Oy.

Juvonen, R & Pekkinen, P. 1985. Mekaaninen metsäteollisuus 3. Lastulevyteollisuus. Valtion painatuskeskus.

### Elektroniset lähteet

Koskisen Oy. 2017. Konzerni esittely: perheyritys [viitattu 5.4.2017].

Saatavissa: <http://www.koskisen.fi/konzerni/perheyritys/>

Makkonen, A. 2012. Diplomityö: Tuotantoprosessin kehittäminen LEAN – periaatteita hyödyntäen, Lappeenrannan teknillinen yliopisto [viitattu 15.2.2017]. Saatavissa:

<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/74391/Diplomity%C3%B6.pdf?sequence=3>

Huuhtanen, O. 2014. Diplomityö: Operatiivisen tehokkuuden kehittäminen ja mittaaminen logistiikkapalveluissa, Lappeenrannan teknillinen yliopisto [viitattu 15.7.2016]. Saatavissa:

[http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/98467/Diplomity%F6\\_Huuhtanen.pdf?sequence=2](http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/98467/Diplomity%F6_Huuhtanen.pdf?sequence=2)

Quality Knowhow Karjalainen Oy. 2016. Six Sigma [viitattu 1.8.2016].

Saatavissa: <http://www.sixsigma.fi/fi/six-sigma/>

## LIITE 1

### AJOASETUKSIA

#### 6mm ja 8mm lastulevy

Täyttö/tyhjennys-vaunun imuteho säädettävä 0,3 bar (ajon jälkeen takaisin 0,8 – 0,9 bar).

#### **Puristuksen asetukset HCP:**

- Avautumisen hidastus 400 mm
- Nopeus nopea poiminta 2 %
- Nopeus hidas poiminta 2 %
- Levyn irrotusaika 2,00 s
- Imulaite nosto vasen 35 mm
- Imulaite nosto oikea 35 mm

#### 10 mm lastulevy

#### **Puristuksen asetukset HCP:**

- Avautumisen hidastus 400 mm
- Nopeus nopea poiminta 5 %
- Nopeus hidas poiminta 5 %
- Levyn irrotusaika 2,00 s
- Imulaite nosto vasen 20 mm
- Imulaite nosto oikea 20 mm

#### Värillinen kaksikerrosrakenne alapuolelle (esim. i-base + harmaa)

#### **A-kalvoaseman (P1400) kääntäjän tuotantoparametrit**

- Kiertonopeus arkinkäännin 90 %
- Kalvon nostonopeus arkinkäännin 35 %
- Tavoite imuteho kalvon irrotus 40 %
- Tavoite imuteho kalvon veto 50 %
- Aika tyhjiö päälle 500 ms
- Aika tyhjiö pois 300 ms
- Käännön irtipuhallusaika 500 ms
- Puhalluksen aloitusviive 1500 ms

LIITE 2a

<b>Pinnoituskalvo</b>	<b>Puristus resepti</b>
valkoinen 1620	res1
valkoinen 899	res1
harmaa 0263	res5
harmaa 5762	res5
harmaa 1200	res6
harmaa 1258	res5
harmaa 1269	res5
harmaa 508	res5/res6
harmaa 0263	res5
grey blue 1238	res5
anthrazit grey 2204	res5
musta 0080	res6
MKP 0681	res5
2-kerrospinnoite	res11
3-kerrospinnoite	res10
pähkinä 1401	res5
pähkinä 4019	res5
tumma pähkinä 1501	res5
vaalea pähkinä	res5
dark walnut 4019	res5
tammi 269	res5
tammi A320	res5
valkotammi 4158	res5
venza tammi 1469	res5
talvitammi	res5
tortuga oak ivory 2748	res5
tolstoy oak A4002	res5
aragon oak/tammi 2788	res5
smart oak 2787	res5
madura oak 2736	res5
punainen 0210	res5
wenge 5203	res5
kigali wenge 2759	res5
amara wenge 2762	res5
vaahtera 0413	res5

## LIITE 2b

päärynä 0583	res5
tundra birke	res5
koivu B002	res5
koivu 208	res5
volga birch 1566	res5
alaska birch 2729	res5
pyökki 205	res5
kirsikka H450	res5
mahonki	res6
valkomänty 0238	res5
snowteg pro	res5
anchor ash/saarni 2789	res5
highlands ash/saarni 0046	res5
beige 0280	res5
afromosia beige 1355	res5
afromosia capuccino 1356	res5
trentino apple 2728	res5
leppä 0227	res5
caledonia 3325	res5
oliivi 5611	res5
oxford cherry 118	res5
kastanja 0044	res5
bodega 2685	res5
mikado greige 2747	res5
mikado basalt grey 2764	res5
paisley elm 2823	res5
lindau beech 1587	res5
bavarian beach 1146	res5