

Asta Einistö

# Eristettyjen ontelolaattojen tuotannon optimointi

Parma Oy

Tekijä Otsikko	Asta Einistö Eristettyjen ontelolaattojen tuotannon optimointi
Sivumäärä Aika	44 sivua 14.11.2012
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	tuotantotalouden koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	toimitusketjujen hallinta ja liiketoiminta
Valvoja Ohjaajat	koulutuspäällikkö Juha Haimala tuotantoinsinööri Teppo Einistö tehdaspäällikkö Jouni Rimpiläinen
<p>Tämä insinööryö tehtiin Parma Oy:n Hyrylän tehtaalle. Tehdas valmistaa ontelolaattoja, ja tässä työssä keskityttiin eristettyjen ontelolaattojen tuotannon optimointiin. Tutkimuksessa vertailtiin viittä vaihtoehtoa ontelolaattojen eristämiseksi: kaksi näistä menetelmistä on nykyisin käytössä Hyrylän tehtaalla, yksi menetelmä on käytössä Nurmijärven tehtaalla ja kaksi vaihtoehtoista on uusia.</p> <p>Tutkimuksen tavoitteena oli löytää yritykselle optimaalisin menetelmä ontelolaattojen eristämiseen. Menetelmän tulisi olla tehokas ja kannattava. Tavoitteena oli myös tutkia vertailtavista menetelmistä muun muassa niiden hyvät ja huonot puolet, kustannustehokkuus, varastointi sekä jätteen merkitys prosessissa.</p> <p>Menetelmistä tehtiin aluksi prosessikuvaukset, jotta tiedettiin, miten prosessit etenevät kussakin menetelmässä. Vertailtavia menetelmiä tutkittiin laajemmalla mittakaavalla SWOT-analyysin avulla. Tämän jälkeen analysoitiin tarkemmin menetelmiin vaikuttavia tekijöitä, kuten kuljetuksia ja varastointia. Lisäksi menetelmistä tutkittiin niiden tehokkuutta ja kustannuksia. Mutta tässä raportissa on esitetty tuloksista vain SWOT-analyysi.</p> <p>Analyysien perusteella saatiin esille menetelmä, jota kannattaa tutkia enemmän. Valmiiksi leikatut eristelevyt sekä lankaleikkuri olivat SWOT-analyysin perusteella kiinnostavia menetelmiä.</p> <p>Jotta voidaan päättää varmasti, kannattaako joku uusista menetelmistä valita, pitää vielä tutkia tarkemmin menetelmän vaikutusta tuotantoon. Lisäksi varastointia sekä työaikoja pitää tarkastella lisää, jotta löydetään varmasti paras vaihtoehto.</p>	
Avainsanat	ontelolaatta, eristäminen, menetelmien vertailu, SWOT

Author Title	Asta Einistö Optimization of insulated hollow-core slabs production
Number of Pages Date	44 pages 14 November 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Engineering and Management
Specialisation option	Logistics and Business
Instructors	Juha Haimala, Principal Lecturer Teppo Einistö, Production Engineer Jouni Rimpiläinen, Plant Manager
<p>This final year project was carried out for Parma Oy factory in Hyrylä. The factory in Hyrylä manufactures hollow-core slabs, and in this study the focus was on insulated hollow-core slab production. In the study five optional processes to insulate the hollow-core slabs were compared. Two of these processes are in use in the factory in Hyrylä, one process is in use in the factory in Nurmijärvi and two options are new.</p> <p>The aim of this study was to find the most optimal process to insulate hollow-core slabs. That process should also be effective and profitable. An aim also was to study the benefits and drawbacks, cost-effectiveness and importance of waste regarding each optional process.</p> <p>First process descriptions of all of the options were made, to know how the processes were done in every option. The optional processes were examined on a larger scale with the SWOT analysis. After that factors that have influence on the processes, such as transportation and warehousing were analyzed more specifically. In addition the efficiency and costs of every option were examined. However in this study the only presented results are those from the SWOT analysis.</p> <p>Based on the analysis, there was one process which seemed worth closer examination. The pre-cut insulating plates and the wire cutter were the most interesting processes based on the SWOT analysis.</p> <p>Before making decisions about which option is the best, there should be more specific study of how the processes affect production. Also the warehousing and work times should be examined in more detail, so that the best option could be found.</p>	
Keywords	hollow-core slabs, insulating, comparison of methods, SWOT

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tuotantoprosessin menetelmän valinta	4
2.1	Materiaalihallinta ja materiaalitehokkuus	4
2.1.1	Materiaalihallinnan tavoitteet	4
2.1.2	Varastointi	5
2.1.3	Materiaalitehokkuus	6
2.1.4	Sidosryhmät	7
2.2	Tuotannon tavoitteet	8
2.2.1	Yrityksen tavoitteisiin vaikuttavat tekijät	8
2.2.2	Laatu ja aika	9
2.2.3	Tehokkuus ja joustavuus	9
2.2.4	Kannattavuus ja tuottavuus	11
2.2.5	Kustannuslaskenta	13
2.3	Strategian valinta	15
2.3.1	Päätöksentekoprosessi	15
2.3.2	Perusteita ulkoistamispäätökselle	16
2.3.3	Ostaminen tai valmistaminen	17
2.3.4	Alihankinta	18
2.4	Optimointi	18
2.5	Ohjattavuus	19
2.5.1	Menekki ja kysyntä	19
2.5.2	Imuohjaus	20
2.5.3	Just-In-Time -tuotantoperiaate	21
2.5.4	Toimitukset	21
2.6	Viitekehys	22
3	Ontelolaattojen tuotantoprosessi ja vertailtavien menetelmien prosessikuvaukset	24
3.1	Ontelolaatat	25

3.2	Prosessin kuvaus	25
3.2.1	Käsieristys	26
3.2.2	Liimalinja	28
3.2.3	Lankaleikkuri	29
3.2.4	Valmiiksi leikatut eristeet	29
3.2.5	Eristeiden liimaus pihalla	30
4	Työn toteutus ja SWOT-analyysit	31
4.1	SWOT-analyysi	32
4.1.1	Käsieristys	32
4.1.2	Liimalinja	34
4.1.3	Lankaleikkuri	35
4.1.4	Valmiiksi leikatut levyt	35
4.1.5	Eristeiden liimaus pihalla	36
4.1.6	Yhteenveto SWOT-analyysista	37
5	Johtopäätökset	39
	Lähteet	42

## 1 Johdanto

Insinööriyö tehtiin Parma Oy:n ontelolaattoja valmistavalle Hyrylän tehtaalle. Osa ontelolaatoista eristetään, ja tässä työssä on tavoitteena selvittää tehtaalle optimaalisin tapa tuottaa eristettyjä ontelolaattoja. Hyrylän tehtaan asettamien tavoitteiden lisäksi tehokkaimman ontelolaattojen eristämismenetelmän löytämiselle on olemassa myös suuremmat koko yritystä koskevat tavoitteet. Parma Oy:n tavoitteena on säilyttää asemansa maan johtavana betonielementtien valmistajana. Betonielementtirakentaminen on myös kansantalouden kannalta kannattavaa muun muassa uusien energiatehokkaampien betonituotteiden vuoksi. Elementtirakentaminen on kasvanut myös betonielementtien osalta niin liike- kuin asuntorakentamisessa. Ontelolaatat ovat keskeisessä asemassa elementtirakentamisessa. Elementtien erityisominaisuuksien kehittyessä tuotantoprosessin tulee myös kehittyä vastatakseen näihin muutoksiin. Parma Oy panostaakin paljon tuotteiden ja tuotantoprosessien kehittämiseen.

Tutkimuksen avulla voidaan vaikuttaa yrityksen pitkän aikavälin tavoitteiden toteutumiseen, koska tavoitteena tutkimuksessa on kehittää ontelolaattojen eristysprosessia. Tavoitteeseen pyritään hakemalla vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Mitkä ovat vertailtavien menetelmien hyvät ja huonot puolet?
2. Millaiset ovat nykyisten menetelmien työajat verrattuna uusiin vaihtoehtoihin eristysmenetelmiin?
3. Millainen on eristysmenetelmien kustannustehokkuus?
4. Miten eristysmenetelmät vaikuttavat eristemateriaalien kustannuksiin valmistusprosessissa?
5. Millainen on eristysmenetelmien tuottama eristemateriaalien hävikki?
6. Miten eristysmenetelmät vaikuttavat eristemateriaalien varastointiin?

Tutkimuksessa vertaillaan viittä eri vaihtoehtoa ontelolaattojen eristämiseen. Vertailtavista vaihtoehdoista kaksi on nykyisin Hyrylän tehtaalla käytössä olevia menetelmiä: käsieristys ja liimalinja. Vertailuun otettiin kolmanneksi vaihtoehdoksi

lankaleikkuri, joka on käytössä Nurmijärven tehtaalla. Lisäksi tehdaspäällikkö Rimpiläinen antoi vertailtavaksi kaksi uutta vaihtoehtoa: valmiiksi leikatut eristelevyt sekä eristeiden liimaus pihalla.

Yksi menetelmä ei välttämättä ole paras jokaisessa tutkimusaiheessa. Menetelmiä arvioidaan lopulta kokonaisuutena, jolloin saadaan määritettyä soveltuvin vaihtoehto ontelolaattojen eristämiseksi Parma Oy:n Hyrylän tehtaalla. Menetelmien hyvät ja huonot puolet tutkitaan ensin suuremmalla mittakaavalla. Tämän jälkeen tutkitaan menetelmiin vaikuttavia tekijöitä tarkemmin. Näiden tekijöiden avulla saadaan tarkempi kuva vertailtavista menetelmistä ja vastaukset tutkimusaiheisiin.

### Parma Oy

Parma Oy on osa Consolis-konsernia, joka on Euroopan suurin betoniteknikkaan perustuvien ratkaisujen tuottaja. Suomessa Parma Oy on johtava betonielementtien valmistaja. Tehtaita on 12 paikkakunnalla ja henkilökuntaa noin 800. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Vihdin Nummelassa. Vuoden 2010 liikevaihto oli 137,1 miljoonaa euroa. Parman tuotteita ovat muun muassa erilaiset infratuotteet, betonijulkisivut ja väliseinät, pilarit ja palkit, hissikuilut, parvekkeet, Eco-paalut, ratapölkkyt, tuulimyllyn jalat sekä laatastot (TT, ontelo, kuori). Parma Oy:lla on sertifioitu laatujärjestelmä, jonka toimivuutta valvoo Inspecta Sertifiointi Oy. [1; 2.]

Betonirakentamisen imago on kehittynyt viime vuosien aikana, kun betonista on rakennettu erilaisia asuin- ja liiketaloja. Arkkitehdit suunnittelevat nykyisin tontteja suurempia asuin- ja elinympäristöjä, joissa betonilla tehdään luovia ja erilaisia muotoja. Tärkeä tekijä betonituotteiden valmistuksessa on rakennusmateriaalien energiatehokkuus, mikä pitää huomioida tuotekehityksessä. Uusia energiatehokkaita betonituotteita tullaan näkemään lähitulevaisuudessa yhä enemmän. [3.]

Parman arvoja ovat laatu, luovuus, luotettavuus ja läheisyys. Arvoilla pyritään takaamaan muun muassa paras hinta-laatu -suhde, turvalliset tuotteet ja toimintatavat, asiantuntijoiden ja toimituksien läheisyys sekä monipuolinen, uusiutuva tuotteisto. Parma myös panostaa tuotekehitykseen, siitä kertoo se, että yrityksen tavoitteena on

uusien tuotteiden ja ratkaisuiden 10 %:n vuosittainen osuus liikevaihdosta. Tämä on huomattavasti enemmän kuin keskimäärin alalla. [4.]

### Consolis-konserni

Consoliksella on toimintaa 25 eri maassa, Skandinaviasta Pohjois-Afrikkaan sekä Länsi-Euroopasta Baltiaan ja Venäjälle. Tehtaita näissä maissa on 131, ja niissä on 11 000 työntekijää. Liikevaihto vuonna 2010 oli noin 1,3 miljardia euroa. Consolis on johtava betonielementtien valmistaja, joka tarjoaa kokonaisratkaisuja rakennus- ja infrastruktuurihankkeisiin. Parman lisäksi Consolis-konserniin kuuluu 33 muuta yritystä, kuten esimerkiksi Ruotsista Strängbetong AB, Norjasta Spenncon AS, Saksasta DW Beton GmbH sekä Egyptistä Egyptian Company for Prestressed Concrete. [1; 5.]

### Rajaukset

Tässä työssä kuvataan ontelolaattojen nykyiset eristysmenetelmät ja mahdolliset uudet eristysmenetelmät. Lisäksi menetelmistä tutkitaan niiden vahvuuksia ja heikkouksia sekä vaikutuksia tuotantoon. Työssä pyritään löytämään optimaalisin vaihtoehto vertailtavista menetelmistä. Mahdolliset tarkat tutkimukset tekijöistä jätetään myöhemmin analysoitavaksi.

### Dokumentin sisältö

Tässä dokumentissa kerrotaan luvussa 1 työn tavoite sekä tietoja kohdeyrityksestä ja sen tuotteista. Lisäksi luku sisältää työn rajaukset. Luvussa 2 perehdytään työhön liittyvään teoriaan. Luku alkaa materiaalihallinnalla ja materiaalitehokkuudella, minkä jälkeen kerrotaan tuotannon tavoitteista, kuten kannattavuudesta ja tuottavuudesta. Seuraavana luvussa käsitellään strategian valinta, kuten perusteet ulkoistamispäätökselle, ostamisen ja valmistamisen väliltä valitsemisesta, alihankinnasta sekä itse päätöksentekoprosessista. Tämän jälkeen perehdytään optimointiin, jonka jälkeen ohjattavuuteen, kuten imuohjaukseen ja toimituksiin. Viimeisenä luvussa kerrotaan miten teoria liittyy vertailtaviin menetelmiin.



Projektin ja menetelmien kuvaukset esitetään luvussa 3. Tämän jälkeen työn tulokset esitellään luvussa 4 sisältäen muun muassa SWOT-analyytit menetelmille. Luku 5 sisältää johtopäätökset.

## **2 Tuotantoprosessin menetelmän valinta**

Tässä luvussa esitellään työhön liittyvä teoria. Siihen on valittu muun muassa menetelmiin vaikuttavia tekijöitä, kuten materiaalihallinta. Strategian valinta -luku on keskeinen asia varsinkin harkittaessa valmiiksi leikattuja eristelevyjä. Ohjattavuusluvussa perehdytään lähemmin Parman Hyrylän tehtaalla käytössä oleviin tuotantotapoihin. Teorian vaikutus tuloksiin esitetään luvussa 2.6. Siinä esitetään, miten viitekehys sitoutuu tutkimuksen tuloksiin.

### 2.1 Materiaalihallinta ja materiaalitehokkuus

Materiaalihallinnalla tarkoitetaan yrityksen kaikkien materiaalivirtojen hallintaa toimittajilta yritykselle ja edelleen asiakkaalle saakka. Materiaalihallinta käsittää raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja lopputuotteiden hankinnan, suunnittelun, varastoinnin ja kuljetusten hallinnan. [6.]

Verkostotuotanto on tuonut mukanaan uusia haasteita materiaalihallinnalle. Yritysten välisiä yhteistyömalleja pitää kehittää laaja-alaisesti, jotta verkostoista tulee toimivia ja helposti ohjattavia. Toimitettavia nimikkeitä voi olla useita tai vain muutama, mutta volyymin tulee olla riittävän suuri ja säännöllinen, jotta yrityksen ja toimittajan välistä yhteistyötä kannattaa kehittää. Tällöin toimittajan valmistustapojen kehitys on kannattavaa. [6; 7, s. 67.]

#### 2.1.1 Materiaalihallinnan tavoitteet

Tavoitteena materiaalihallinnassa on pitää yllä haluttu palvelutaso mahdollisimman pienillä kustannuksilla ja siten, että tarvittavat materiaalit ovat saatavilla oikea-aikaisesti. [8.] Yrityksen strategisista päätöksistä yksi keskeisimmistä on

materiaalitoiminnoilta edellytetty palvelutaso. Se muodostuu tuotteiden saatavuudesta sekä toimitusajan pituudesta. Palvelutasoa voidaan mitata sekä lopputuote- että materiaalivarastoissa.

Kokonaiskustannus saadaan mahdollisimman pieneksi Haverilan ym. esittämän listauksen mukaan [6, s. 443–444], kun huomioidaan useat eri tekijät:

- ostettavan materiaalin hinta
- oston kustannukset
- kuljetus-, vastaanotto- ja tarkistuskustannukset
- varastointikustannukset
- jakelukustannukset
- materiaalivirheiden aiheuttamat kustannukset tuotannossa
- puutekustannukset
- reklamaatiokustannukset.

Materiaalitoimintoja ja hankintojen kehittämistä koskevia päätöksiä tehtäessä on huomioitava päätösten vaikutukset kustannuksiin kokonaisuutena. Yhteen kustannustekijään liiallinen keskittyminen voi aiheuttaa suuremmat kustannukset toisen tekijän osalta. [6.]

### 2.1.2 Varastointi

Varastointi on yhtä tärkeä osa toimitusketjua ja materiaalinhallintaa kuin esimerkiksi kuljetus. Varaston tehtävänä on mukautua kysynnän vaihteluihin ja tarjota joustavampi toimitusketju. Yksi tärkeä tavoite tilauksia tehtäessä on tehdä oikeankokoisia tilauksia, jotta eräkustannukset saadaan mahdollisimman pieniksi. Eräkustannuksiin vaikuttavat muun muassa kuljettaminen ja varastointi. Pienillä tilauserillä myös varastokustannukset ovat alhaisemmat, mutta tällöin vuoden aikana kuljetuskustannukset nousevat mahdollisesti vajaiden kuormien ja useiden kuljetusten vuoksi. Suuria kuormia tilattaessa kuljetukset voidaan tehdä harvemmin, mutta materiaalia on varastossa liikaa sitomassa pääomaa. Tämän vuoksi tilattava eräkokoa on suunniteltava tarkasti. Eräkokoa suunniteltaessa on kuitenkin huomioitava mahdolliset hinnan alennukset tietyn kokoisten tilausten yhteydessä. [9; 10, s. 119.]

Kun varastoa täydennetään, on huomioitava kolme asiaa: hankinta-aika, menekki hankinta-aikana sekä varmuusvarasto. Mitä tiiviimmin yritys tekee toimittajan kanssa yhteistyötä, sitä lyhyempi on hankinta-aika. Tällöin toimittaja osaa varautua etukäteen yrityksen tilauksiin. Yrityksellä on hyvä olla sopivan kokoinen varmuusvarasto, jolla pystytään vastaamaan muun muassa menekin vaihteluihin sekä toimittajan mahdollisiin toimitusongelmiin. [9.] Hankinta-ajan menekki pitää huomioida, kun määritellään tilausajankohtaa. Tämän pitää olla siten, että varastossa on tilauksen ja toimituksen väliselle hankinta-ajalle riittävä määrä tuotetta.

### 2.1.3 Materiaalitehokkuus

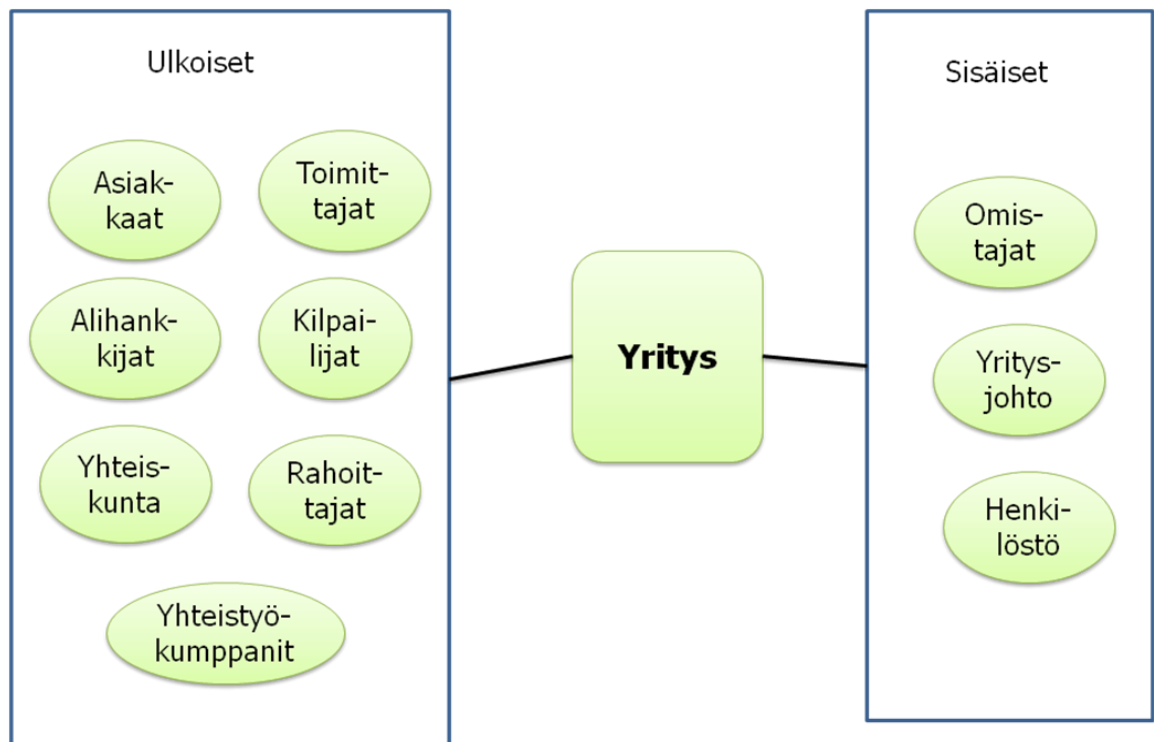
Materiaalitehokkuudella saadaan säästettyä sekä luontoa että rahaa. Luonnonvarojen riittävyys on koko ajan tärkeämpi kysymys maailmanlaajuisesti. Materiaalitehokkuus määritellään kilpailukykyisten tuotteiden ja palveluiden valmistamiseksi pienenevien materiaalipanoksin. Tällöin haitalliset vaikutukset vähenevät tuotteen tai palvelun koko elinkaaren aikana. Materiaalitehokkuudella on suora yhteys kustannuksiin, kilpailukykyyn sekä yhteiskuntavastuun toteuttamiseen. Yritykset saavat kustannussäästöjä, kun käytettävien materiaalien määrä vähenee ja tuotteiden tuottamiseen tarvitaan pienemmät materiaalipanokset. Käytettäessä uusiutumattomia luonnonvaroja on taloudellisesti kannattavaa tuottaa pienemmillä materiaalipanoksilla, sillä luonnonvarojen ehtyessä hankintakustannukset nousevat. [11; 12.]

Materiaalitehokkuuden parantamiseksi olevia keinoja ovat muun muassa

- tuotteiden pitkäikäisyys, monikäyttöisyys ja huollettavuus
- tuotteen tai sen osien uudelleenkäyttö käytön jälkeen
- raaka-aineiden valinta
  - alhainen materiaalien ja energian kulutus elinkaaren aikana
  - uusiutuvien raaka-aineiden käyttö
- tuotantoprosessien energian ja materiaalien käytön tehostaminen
- kuljetusten ja pakkaamisen tehostaminen [11].

### 2.1.4 Sidosryhmät

Yritykset tarvitsevat toiminnassaan erilaisia sidosryhmiä eli ryhmiä, jotka ovat vuorovaikutussuhteessa yrityksen kanssa. Nämä vuorovaikutukset määräävät yrityksen toiminnan. Yrityksen sidosryhmät on esitetty kuvassa 1. Yrityksellä on sisäisiä sekä ulkoisia sidosryhmiä. Kuvan 1 sidosryhmistä omistajat, yritysjohto ja henkilöstö ovat sisäisiä sidosryhmiä. Ulkoisia sidosryhmiä taas ovat muun muassa rahoittajat, asiakkaat, toimittajat sekä kilpailijat.



Kuva 1. Yrityksen sidosryhmät.

Sidosryhmät antavat oman panoksensa yritykselle, mutta niillä on myös omat vastikevaatimuksensa, joiden on oltava tasapainossa. Sidosryhmän antama panos voi olla esimerkiksi pääoma, vaikutusvalta tai taloudellinen panos. Panos voidaan määrittää osuudeksi yrityksessä tai intressiksi. Jokaisella sidosryhmällä on oma panoksensa yritykseen sen mukaan, mitä se haluaa vastikkeeksi. Esimerkiksi asiakkaat eivät ole sitoutuneet yritykseen kiinteästi. Panoksena asiakkailla on raha, ja he haluavat vastikkeeksi rahoilleen yrityksen myymän tuotteen. Toimittajat taas antavat oman panoksensa toimittamalla raaka-aineita ja tarvikkeita ja saavat vastikkeeksi sovitun maksun sekä kestävän asiakassuhteen. Yrityksen johto huolehtii omalta osaltaan siitä,

että yrityksen ja sidosryhmien välillä säilyy tasapaino. Sidosryhmien tärkeys voi kuitenkin vaihdella. Aika, maantiede sekä yrityskohtaisuus vaikuttavat tärkeyden vaihteluun. [6, s. 23–25; 13.]

## 2.2 Tuotannon tavoitteet

Yritykset pyrkivät toimimaan koko ajan kustannustehokkaammin ja samalla ne pyrkivät sovittamaan tuotantonsa mahdollisimman hyvin asiakkaan tarpeisiin. Lisäksi yritykset pyrkivät tuotannossaan myös hyvään laatuun ja tehokkaaseen ajankäyttöön. Tuotantokapasiteetin käyttöasteen tulee olla myös mahdollisimman korkea, jotta yritys toimii mahdollisimman tehokkaasti. Lisäksi materiaaleihin sitoutunut pääoma pyritään pitämään mahdollisimman pienenä. Nämä tuotannon tavoitteet vaativat sujuvaa yhteistyötä koko toimitusketjun toimijoiden välille.

### 2.2.1 Yrityksen tavoitteisiin vaikuttavat tekijät

Yritykseen vaikuttavat myös monet ulkoiset tekijät, markkinoiden tarpeet ja ostovoima, kilpailijoiden ja toimittajien tilanne sekä tuotannon yhteiskunnalliset tavoitteet. Ulkoisen ympäristön tekijöillä on suuri vaikutus yrityksen toimintaan. Suunnittelun avulla yritys pystyy reagoimaan muutoksiin ajoissa. Tuotannon yhteiskunnallisiin tavoitteisiin vaikuttavat muun muassa lait ja asetukset. Näitä tavoitteita voidaan käyttää myös kilpailukeinona. Yrityksen hyvä työturvallisuus, työympäristö, tuoteturvallisuus, ympäristönsuojelu sekä sosiaalinen vastuu ovat usein arvostettuja tavoitteita asiakkaiden keskuudessa. [6; 14, s. 15.]

Tuotannon tavoitteita toteutettaessa on tarkasteltava kaikkia tavoitteita kokonaisuutena tai valittava yritykselle tärkeimmät. Yrityksen on huolehdittava, että voimavaroja käytetään oikein. Sillä esimerkiksi joustavuuden parantaminen voi kasvattaa kustannuksia tai kustannusten minimointi voi heikentää laatutasoa. Tämän vuoksi yrityksen on löydettävä sopivat toimintamallit, jotka sopivat yrityksen suunnitelmiin ja joiden avulla yritys saavuttaa tavoitteet optimaalisella tavalla. [6; 14, s. 15–16.] Kustannustehokkuuteen sekä joustavuuteen vaikuttaa myös jätteiden määrä ja käsittely, joten hävikki ja jätteet on otettava huomioon tarkasteltaessa tuotannon tavoitteita.

### 2.2.2 Laatu ja aika

Tuotteen laatua pidetään nykyisin selvänä odotusarvona. Se on myös keskeinen kilpailutekijä. Laatu on tuotteen vastaavuutta asiakkaan tarpeisiin. Tällöin tuote tai tuotantoprosessi ei sisällä virheitä ja yritys tuottaa korkealaatuisia tuotteita mahdollisimman alhaisin kustannuksin sekä usein myös nopeasti. Tuotannossa tavoitteena on, että tuote vastaa ennalta määriteltyä ja asiakkaan sille asettamia vaatimuksia. Tuotannossa virheettömyyteen pyrkimisellä saadaan pidemmällä aikavälillä säästöjä, sillä jokaisen virheen myötä yritykselle tulee lisää kustannuksia ja suunniteltuun toimintaan aiheutuu poikkeamia. Tuotannon virheet johtavat helposti myös toimitusvarmuuden ongelmiin. [6; 15, s. 311.] Toimitusvarmuuden tulee olla hyvällä tasolla, sillä se on yksi asiakkaiden suuresti arvostamia tekijöitä.

Laadun parantamiseen on kehitetty parantamiseen tähtäviä ohjelmia. Kokonaisvaltaisen laatujohtamisen (TQM) avulla yritys voi saada huomattavia kustannussäästöjä tai lisää tuottoa. TQM:n periaatteena on, että laatua johdetaan kokonaisuutena. Laadun tarkastelu vain lopputuotteiden osalta on todella kallista. Paljon tehokkaampaa ja kannattavampaa yritykselle on valmistaa tuotteet heti alusta lähtien oikein ja laadukkaasti. Tällöin laadunvalvonta siirtyy pääosin laadunvalvontaosastolta eri vaiheiden työntekijöille. [15, s. 311; 16, s. 21.]

Toimitusvarmuuden lisäksi asiakas arvostaa toimitusnopeutta. Jotta toimitusnopeus saadaan kehitettyä hyväksi, pitää samalla kehittää myös tilaus-toimitusprosessia nopeammaksi. [6.] Nopeus on tärkeä tekijä varsinkin asiakasohjautuvassa tuotannossa, jossa tuote valmistetaan asiakkaan tilauksesta. Kun tuotannon prosesseissa lyhennetään läpäisyaikaa, saadaan prosessit tehokkaammiksi, laatu paremmaksi sekä kustannukset pienemmiksi [6].

### 2.2.3 Tehokkuus ja joustavuus

Tehokkuus voidaan määritellä eri tavoin. Joissain määritelmässä se on lähes sama asia kuin tuottavuus, kun taas toiset määritelmät kuvaavat sen samankaltaiseksi kannattavuuden kanssa. Erään määritelmän mukaan tehokkuus koostuu hyödystä ja tuottavuudesta. Tehokkuus on myös sopivasti tulkittuna käsite, joka yhdistää

tuottavuuden ja vaikuttavuuden. [17, s. 160, 15, s. 26.] Näiden määritelmien perusteella voidaan sanoa, että tehokkuus on monen eri tekijän summa.

Kehittämällä tehokkuuden eri puolia päästään kestävään kilpailukykyyn. Jos yrityksessä keskitytään vain tuottavuuteen, saattaa se johtaa laadun heikkenemiseen. Yrityksissä mitataan esimerkiksi hyötyä paljon harvemmin kuin esimerkiksi tuottavuutta. Hyötyä on muun muassa asiakkaan kokema tulosparannus suhteessa tuotteen hintaan. [17, s. 160.]

Tehokkaassa tuotannossa pyritään minimoimaan kustannukset suunnittelemalla toiminta hyvin. Tällöin pyritään tekemään oikeita asioita oikealla tavalla. Tuotannon kokonaiskustannukset pyritään saamaan mahdollisimman pieniksi käyttämällä resurssit tehokkaasti sekä pitämällä prosesseihin sitoutunut pääoma mahdollisimman pienenä. Materiaalihankinnat vaikuttavat paljon kustannustehokkuuteen, joten materiaalihankintojen pitäisi olla mahdollisimman edullisia. Kustannustehokkuudella saadaan yksikkökustannukset pienemmiksi, jolloin yrityksen toiminta on kannattavampaa sekä sillä on parempi hintakilpailukyky. [6; 15, s. 26.]

Joustavuus on tuotantoprosessin muuttamista nopeuden ja kustannustehokkuuden osalta. Silloin kun yritys on joustava, se tarvitsee vain pienet muutokset ajassa, kuluissa tai suorituskyvyssä muuttuakseen tai toimiakseen eri tavalla [16, s. 21]. Joustavuutta on olemassa useita eri tyyppisiä. Näitä ovat muun muassa volyymijoustavuus, tuote-mixin vaihtelun joustavuus, uusien tuotteiden toteutuksen nopeus sekä uusien teknologioiden käyttöönotto. [6.] Joustavuus näkyy käytännössä tuotannon nopeutena vastata tuotannosuunnittelun muutoksiin.

#### 2.2.4 Kannattavuus ja tuottavuus

Kannattavuus on yksi yrityksen kolmesta taloudellisesta toimintaedellytyksestä. Kaksi muuta toimintaedellytystä ovat likviditeetti ja vakavaraisuus. Kannattavuus koostuu eri syytekijöistä, kuten laadusta ja tuottavuudesta. Kannattavuudella mitataan yrityksen voittoa yhtä myytyä tuotetta kohden. Jos yritys aikoo säilyä hengissä, on sen oltava kannattava. Yritys voi saada toimintansa kannattavaksi omin avuin, mutta jotkut yritykset tarvitsevat tukea ulkopuolelta, esimerkiksi rahoittajilta tai lainoina. [6, s. 18–22; 14, s. 21.]

Kannattavuus voidaan jakaa lyhyen ja pitkän aikavälin kannattavuuksiksi. Lyhyen aikavälin kannattavuus tarkoittaa, että yritys pystyy kattamaan toiminnastaan aiheutuvat menot omilla tuloillaan. Pitkän aikavälin kannattavuudessa yritys kattaa kustannuksensa toiminnasta syntyvällä tulorahoituksella. Yritys tekee voittoa, kun tietyn kauden tuotot ovat suuremmat kuin kulut. Jos kauden tulos on yrityksen omistajien mielestä tyydyttävä, on yritys kannattava. Yrityksen on myös pystyttävä maksamaan pääomasijoittajille vähintään tyydyttävää tuottoa. Kun yritys täyttää pitkän aikavälin kannattavuusvaatimuksen, on yritys niin sanottu terve talousyksikkö. [6, s. 18–20; 14, s. 21.]

Vaikka kannattavuus on riippuvainen tuottavuudesta, antavat tuotteesta saatu hinta ja resursseista maksettu kustannus oman vaikutuksensa kannattavuuteen. Kannattavuus voi nousta vaikka tuottavuus huononisi, sillä hinnannousulla voidaan saada enemmän tuottoja kattamaan kustannuksia. Tuottavuutta saadaan nostettua lyhyellä aikavälillä vähentämällä työntekijöitä, mutta pitkällä aikavälillä tämä ei ole kannattavaa. Tällöin kannattavampaa on kasvattaa osaamista ja parantaa työhyvinvointia. Tällöin yritys pääsee kohti kestävästä tuottavuuskasvusta. Johdon kyky motivoida työntekijöitä ja hyödyntää työntekijöiden osaaminen onkin aineettomien menestystekijöiden lisäksi yritykselle yllättävän tärkeitä. [18; 19.]

Tuottavuus mittaa tehokkuutta pidemmällä aikavälillä kuin kannattavuus. Tuottavuus mittaa yhden määrittelyn mukaan yrityksen ainekäytön tuottavuutta, eli kuinka hyvin raaka-aineet saadaan käytettyä lopputuotteisiin. Aineellisen hyvinvoinnin perustana voidaan joidenkin määritelmien mukaan pitää tuottavuuden kehittymistä. Tuottavuus



koostuu toisen määritelmän perusteella kannattavuuden osatekijöistä. Sillä mitataan resurssien, kuten henkilöstön, pääomien, materiaalien ja energian, käyttöä tuotteiden ja palveluiden tuottamiseksi.

Tuottavuus saadaan tarkemmin määritettyä saatujen tuotosten ja käytettyjen kustannusten suhteena. Laajana käsitteenä tuottavuus sisältää tuotosten, panosten ja tavoitteiden lisäksi työyhteisön toimivuuden sekä jopa hyvinvointi- ja ympäristönäkökulman osana aikaansaattua tuotosta. Voimavaroja tulee huoltaa ja kasvattaa, jolloin saadaan toteutettua kestävää kehitystä. [6, s. 20–22; 18; 19.]

Tuottavuutta saadaan parannettua yleensä järkeistämällä toimintoja kaikilla tuotannon alueilla ja organisaatio-osilla. Järkeistämisen tulee olla jatkuvaa ja järjestelmällistä kehitystyötä. Tällöin parannetaan taloudellisuuden ja tuottavuuden lisäksi turvallisuutta ja työn miellyttävyyttä. Tuottavuutta saadaan myös parannettua esimerkiksi tuottamalla enemmän vähemmällä tai vähintään samoilla kustannuksilla, säilyttämällä sama tuotostaso vähemmällä kustannuksilla tai lisäämällä tuotoksia suhteellisesti vähemmällä kustannuksilla. Yrityksen ei kuitenkaan tule keskittyä pelkästään tuottavuuden parantamiseen, sillä se voi johtaa vääriin päätöksiin, kuten tuotteiden tuottamiseen suuremmissa erissä tai tarpeettomien tuotteiden valmistamiseen. [6, s. 20–22; 18; 17, s. 160.] Tuottavuutta parantaessa pitää huomioida ja tutkia eri osa-alueet, jotka vaikuttavat prosesseihin. Tällöin saadaan yrityksen toiminta varmemmin tuottavammaksi, eikä yritykselle tule yllätyksiä.

Kannattavuudella saadaan paras kuva yrityksen suorituskyvystä. Tämä mittari on kuitenkin sellainen, että yritys ei pysty hallitsemaan tulokseen vaikuttavia tekijöitä, sillä liikevoittoon vaikuttaa usein yrityksen ulkopuoliset tekijät. Tuottavuus ja kustannustehokkuus mittaavat yrityksen sisäistä tehokkuutta. Näillä mittareilla mitataan yrityksen resurssien käyttöä, joten yritys pystyy itse vaikuttamaan näiden mittareiden tulokseen kehittämällä tehokkuutta ja sitä kautta voiton ja kilpailukyvyn parantamiseen. [18.] Yritys ei pysty itse vaikuttamaan ulkopuolisiin tekijöihin, mutta se pystyy tekemään suunnitelmia, miten reagoidaan eri asioihin. Kun ennalta on suunniteltu alustava toimenpide mahdollisten ulkopuolisten tekijöiden muutoksiin, yritys pystyy reagoimaan nopeasti ja tällöin kannattavuus saadaan pidettyä mahdollisimman hyvänä.

### 2.2.5 Kustannuslaskenta

Kustannuslaskennalla selvitetään esimerkiksi tuotteen, toiminnon tai vastuualueen aiheuttamia kustannuksia. Kustannuksista erotetaan kokonaiskustannukset, joita aiheuttaa koko tarkasteltava tuotanto. Tällöin oleellinen kustannuksia muodostava tekijä on toiminnan volyymi. Toinen kustannuksista on yksikkökustannukset, jotka aiheutuvat yhdestä tuotetusta yksiköstä. Yhden yksikön aiheuttamia kustannuksia tarkastellaan tuotekohtaisella kustannuslaskennalla. Tällä saadaan yritysjohton käyttöön tietoa, jonka perusteella voidaan tehdä päätöksiä. Kustannuslaskennan avulla saadaan tietoon, ovatko yksittäiset tuotteet kannattavia, jolloin saadaan tarkistettua myös hinnoittelua. Kustannuslaskennan avulla saadaan tarkasteltua myös tuottavuuden muutoksia. [6, s. 177; 20, s. 160–162.]

Perinteinen tuotekustannuslaskenta kehitettiin, kun useimmat yritykset valmistivat vain muutamia tuotteita. Tällöin hallitsevassa osassa olivat työvoima- sekä raaka-ainekustannukset. Perinteinen tuotekustannuslaskenta sopii yritykselle silloin, kun toiminta on täysin volyymisidonnaista. Tällöin yleiskustannukset ovat pienet, ja kustannukset ovat suorassa suhteessa esimerkiksi tuotanto- tai myyntimääriin. Nykyisin välittömät työkustannukset edustavat vain pientä osaa kokonaiskustannuksista. Yleiskustannusten osuus on kasvanut vuosien aikana merkittävästi. Tietojenkäsittely on nykyisin paljon halvempaa kuin perinteisen tuotekustannuslaskennan alussa. Lisäksi tietotekniikan avulla saadaan tärkeitä laskelmia pienillä kustannuksilla. [21, s. 20.]

Tuotantotyyppi vaikuttaa aina tuotekohtaiseen laskentatapaan. Laskentamallin valintaan vaikuttaa tuotannon monimutkaisuus tai yksinkertaisuus sekä markkinoiden stabiilius tai dynaamisuus. Tuotteelle voidaan laskea valmistusarvo joko lisäys- tai jakolaskennalla. Sarja- ja erätuotannossa sekä yksittäistuotannossa käytetään yleensä lisäyslaskentaa. Jakolaskentaa käytetään useimmiten erityyppisissä massatuotannoissa. Jakolaskennassa tietyllä aikavälillä syntyneet kustannukset jaetaan suoritemäärällä. Tällöin saadaan yhden tuotteen keskimääräinen yksikkökustannus. Lisäyslaskennassa välilliset kustannukset kohdistetaan tuotteille yleiskustannuslisien kautta, jolloin saadaan tuotteen valmistusarvo. [6, s. 178–179; 8; 21, s. 17.]

Jotta voidaan laskea tuotekohtaisia kustannuksia, on päätettävä, mitä kustannuksia suoritteelle kohdistetaan. Käytettäviä laskentakalkyyliä on yleensä kolme: minimikalkyyli, keskimääräiskalkyyli sekä normaalikalkyyli. Minimi- eli katetuottokalkyyliin tuotteelle kohdistetaan vain muuttuvat kustannukset. Tuotteelle kohdistetaan vain ne kustannukset, jotka välittömästi aiheutuvat tuotteen valmistuksesta ja markkinoinnista. Kiinteät kustannukset käsitellään laskentakauden kustannuksina eli aikakustannuksina. Minimikalkyylin ongelma on, että sen avulla on helppoa laskea hintoja alaspäin, kun lyhyen aikavälin kustannukset ovat alhaiset. Myös pidemmällä aikavälillä syntyneet kustannukset pitäisi saada maksettua tuotteen tuotoilla. Tämä voi olla hankalaa, jos hinta on laskettu liian alas, sillä hinnan nostaminen on usein vaikeaa. [6, s. 179–180; 15, s. 98–99.]

Keskimääräiskalkyyliin kohdistetaan tuotteelle kaikki laskentakauden kustannukset, eli tuotteen valmistuksesta syntyvien muuttuvien kustannusten lisäksi myös kiinteät kustannukset otetaan huomioon. Keskimääräiskalkyyliin laskentakauden suoritemäärä on aiheuttanut kaikki laskentakauden kustannukset. Toimintasuhteen vaihtelu vaikuttaa keskimääräiskalkyyliin. Tällöin myös mahdollisen ylikapasiteetin kustannukset kohdistetaan kulloinkin aikaansaadulle tuotannolle. [6, s. 179–180; 15, s. 99.]

Normaalikalkyyliin lisätään minimikalkyyliin kiinteitä kustannuksia normaalitoimintastetta vastaava määrä. Normaalikalkyyliin kaikki valmistuskustannukset sisältyvät suoritteiden yksikkökustannuksiin, jolloin toimintasuhteen muutokset eivät vaikuta tulokseen. [6, s. 179–180; 15, s. 100.]

Kun käytetään normaali- tai keskimääräiskalkyyliä, saadaan laskettua tuotteen omakustannusarvo. Jos tuotekalkyyliin käytetään vain valmistuskustannuksia, saadaan valmistusarvo. Kuitenkin yrityksen kustannuksista yhä suurempi osa aiheutuu toiminnoista, jotka eivät välittömästi liity tuotteiden valmistukseen. Näitä kustannuksia ovat muun muassa tuotekehitys, yrityksen hallinto sekä myynti ja markkinointi. Nämä yleensä käsitellään kiinteinä kustannuksina. Tuotteen valmistusarvo saadaan ottamalla huomioon kustannuslaskennassa vain valmistuskustannukset. Kun kalkyyliin lisätään muun muassa yrityksen hallinnon ja myynnin kustannukset, saadaan tuotteen omakustannusarvo. Heikkoutena omakustannusarvossa on, että se sisältää runsaasti jaettuja kustannuksia, jotka muodostuvat eri toiminnoista. [6, s. 181; 15, s. 100–101.]

Vertailtaessa eri vaihtoehtoja tietylle työvaiheelle, voidaan käyttää melko suppeaa laskentaa. Tällöin tarvitsee kiinnittää huomiota pääasiassa vain menetelmien muuttuviin kustannuksiin, sillä ne vaihtelevat eri menetelmissä muun muassa työkustannusten muodossa. Tällöin voidaan tuotekohtaiset kustannukset laskea minimikalkyyllillä tai taulukoimalla tarvittavat kustannukset.

## 2.3 Strategian valinta

Yritykset joutuvat usein päättämään, ostavatko tuotteen tai palvelun vai valmistavatko itse. Päätös on suuri, ja siihen vaikuttavat useat eri tekijät. Yrityksen tulee pohtia muun muassa, onko kyseinen asia yrityksen keskeistä osaamista. Lisäksi pitää selvittää sekä valmistamisen ja ostamisen hyödyt ja haitat sekä kustannukset.

### 2.3.1 Päätöksentekoprosessi

Tuotantojärjestelmän rakenteellisista päätöksistä tärkeä päätös on päättää, mitä yritys tekee itse ja mitä se hankkii ulkopuolisilta valmistajilta. Päätökseen on olemassa kaksi pääasiallista syytä, jotka vaikuttavat perusteisiin hankkia ulkopuoliselta toimittajalta. Vaihtoehdot vaikuttavat eri tavoilla yrityksen pitkän tähtäimen kehitykseen. [22, s. 138.]

Ensimmäinen vaihtoehto on kapasiteettialihankinta, jossa pyritään hyödyntämään toisen yrityksen tuotantokapasiteettia hankkimalla tuotepalvelukokonaisuuteen liittyvä osa tai palvelu toiselta yritykseltä. Yritys pyrkii saamaan toimintaansa joustavuutta ostamalla kapasiteettia. Tällöin se myös pyrkii varautumaan tulevan kysynnän tyydyttämiseen. [22, s. 138.]

Toinen vaihtoehto on ulkoistaminen, joka liittyy tuotanto-osaamiseen ja strategiseen päätökseen vertikaalisessa integraatiossa. Tällöin yritys hankkii toimittajalta osan tai palvelun luottaen toimittajan osaamiseen ja resursseihin. Ulkoistamispäätös voi vaikuttaa pitkällä tähtäimellä siihen, mihin suuntaan yrityksen kilpailukyvyyn kehittäminen menee. Ulkoistamispäätöksen peruste on ensisijaisesti omaan erityisosaamiseen keskittyminen ja toimittajan osaamisen hyödyntäminen. [22, s. 138.]

### 2.3.2 Perusteita ulkoistamispäätökselle

Ulkoistamispäätös on tutkittava perusteellisesti, sillä ulkoistamisella pyritään pitkäaikaiseen yhteistyöhön alihankkijan kanssa. Tehtäessä päätöstä on otettava huomioon toiminnallisia ja taloudellisia tekijöitä. Taloudellisia tekijöitä tarkasteltaessa käytetään apuna laskelmia, kuten tuotekustannus- ja toimintolaskenta. Kuitenkin laskelmissa on omat epävarmuutensa, varsinkin jos on kyse laajakantoisemmasta päätöksestä. Tällöin päätöstä tehtäessä laskennalle annetaan pienempi painoarvo. Eri toteutusvaihtoehtoja verrattaessa saadaan laskelmista tukea päätöksentekoon. [23.]

Tuotekustannuslaskennassa otetaan huomioon erikseen välittömät ja välilliset kustannukset. Muuttuvat kustannukset voidaan jakaa välittömiin ja välillisiin kustannuksiin, mutta yrityksen kiinteät kustannukset ovat yleensä välillisiä kustannuksia. Toimintolaskennassa välittömät ainekustannukset kohdistetaan suoraan tuotteille. Muut kustannukset kohdistetaan ensisijaisesti toiminnoille, joiden kautta tuotteille. Tällöin tuotteille kohdistetaan kaikkien tuotteen jalostamisessa ja toimittamisessa tarvittavien resurssien kustannukset. Kun yritys osaa käyttää toimintolaskentaa oikein hyödyksi, saa se tuotekustannuslaskentaa paremman kuvan yleiskustannuksista, kuten tuotevalikoiman kirjavuuteen, ohjattavuuteen ja materiaalihankintoihin liittyvistä kustannuksista. [23.]

Tehtäessä päätöstä jonkin toiminnon ulkoistamisesta täytyy yrityksen tutkia prosessinsa, johon kyseinen ulkoistaminen vaikuttaa. Yrityksen on selvitettävä nykyisen prosessin kustannukset ja verrattava sitä uuden prosessimallin kustannuslaskelmaan. Myös ulkoistamisen vaikutus prosessin kulkuun on huomioitava. Ulkoistamisella voidaan saada lyhennettyä jotain prosessin vaihetta, mutta se saattaa aiheuttaa lisätyötä jossain muussa vaiheessa. Päätöksentekoprosessi onkin asioiden tarkastelua sekä pienessä että suuressa mittakaavassa. Onnistuneella päätöksellä yritys saa kustannussäästöjä ja tehostaa toimintaansa.

### 2.3.3 Ostaminen tai valmistaminen

Hankinta on nykyisin hyvin suunniteltua, jolloin pyritään ennakoimaan tulevaa myyntiä ja tuotantoa. Tärkeinä tekijöinä tässä ovat kaupallinen ja logistinen tehokkuus. Ostotoimintaan tulee yhdistää strateginen suunnittelu ja tilausten tekeminen automaattisesti tai kotiinkutsuilla. Ostaminen on muuttunut ulkoisten resurssien hallitsemiseksi, jolloin yhteistyöverkosta kehitetään vastaamaan loppuasiakkaan tarvetta. Sekä materiaalin että palveluiden ostamisessa on samankaltaisen periaatteet. Palveluiden ostaminen on vaihtoehto silloin kun yrityksellä on riittämätön kapasiteetti tai erikoisosaaminen puuttuu. [8.]

Valitseminen ostamisen ja valmistamisen välillä on yleinen päätöksenteonkohde valmistusorganisaatioissa. Tuotannon materiaalihankinnoissa valinnan tekeminen on yleistä. Se on hyvin tärkeä päätös, joka vaikuttaa koko yrityksen kustannustehokkuuteen. Tehtäessä päätöksiä on huomioitava esimerkiksi kapasiteetin määrä ja varsinkin toimittajien luotettavuus. Päätöstä tehtäessä on myös tarkasteltava eri vaihtoehtojen kustannuksia hyvin tarkasti. [8.]

Kun materiaalin hankinnassa tehdään ratkaisu ostamisen ja valmistamisen välillä, päädytään alihankintaan, kun valitaan ostaminen. Tehtäessä päätöstä alihankkijan käytöstä on huomioitava useita eri asioita, joista tärkeimpiä ovat kustannukset, toimitusvarmuus ja -nopeus sekä laatu ja kustomointi. [6, s. 356.]

Kustannusten on oltava mieluiten pienemmät kuin aikaisemmat kustannukset, sillä usein pyritään alihankinnalla saamaan kustannussäästöjä. Toimitusvarmuus on alihankkijalle tärkeä kilpailutekijä. Tällöin yritys, joka käyttää alihankkijaa voi luottaa, että saa tarvitsemansa materiaalin, eikä tuotantoon tule alihankkijan vuoksi katkoja tai muutoksia. Hyvä toimitusnopeus muodostuu yrityksen ja alihankkijan välisen tiiviin yhteistyön perusteella. Laatu on nykyisin kaikessa valmistavassa tuotannossa jo itsestäänselvyys, joten alihankkijalta odotetaan hyvälaatuista tuotantoa. Kun alihankkija vastaa asiakasyrityksen tarpeisiin kustomoimalla tuotteet tarvittaviksi, saa alihankkija tästä kilpailuetua muihin nähden. Tällöin myös asiakasyritys saa käyttöönsä juuri omiin tuotteisiinsa tarvittavia osia ja komponentteja.

### 2.3.4 Alihankinta

Alihankkija toimittaa yritykselle sellaisia osia ja osakokonaisuuksia, joiden ominaisuuksien määrittelyyn osallistuu myös yritys. Alihankintatyyppejä voidaan luokitella eri tavoin. Mahdollisia alihankkijatyyppejä ovat kuormitusalihankkija, vaihealihankkija, osatoimittaja, komponenttitoimittaja sekä systeemitomittaja. Valtaosa alihankintayrityksistä on osatoimittajia, jotka toimittavat osia tai osakokonaisuuksia yrityksen lopputuotteisiin. Yritys toimittaa näihin osiin esimerkiksi tekniset vaatimukset tai piirustukset. Komponenttitoimittajat toimittavat yritykselle osatoimittajia hieman suurempia kokonaisuuksia, yleensä lopputuotteiden komponentteja. Komponentit sisältävät osia tai osakokonaisuuksia, joten komponenttitoimittaja osallistuu niiden suunnitteluun. Systeemitomittaja taas toimittaa yrityksen lopputuotteisiin systeemejä. Toimittaja osallistuu myös lopputuotteen suunnitteluun sekä vastaa oman alueen tuotekehityksestä ja suunnittelusta. Kuormitusalihankkija ei toimita yritykselle mitään, vaan se tasaa yrityksen kuormitushuippuja. Nämä kuormitusalihankkijat ovat usein heikossa taloudellisessa tilanteessa matalasuhdannevaiheessa. [6, s. 25–26.]

### 2.4 Optimointi

Optimointia käytetään, kun halutaan saavuttaa merkittäviä kustannussäästöjä. Lähtötiedot tulee selvittää optimointia varten tarkasti. Optimointi sopii parhaiten vakiintuneeseen tuotantoympäristöön, sillä odottamattomat satunnaistapahtumat sekä häiriöt voivat tuhota optimoinnin pohjan. Parhaimmat tulokset optimoinnista saadaan prosessi- ja suursarjatuotannossa. Näissä valmistusprosessit ovat stabiileja ja toiminnan kannattavuuteen voidaan vaikuttaa melko pienilläkin suorituskyvyn parannuksilla. [6, s. 421–422.]

Optimoidun tuotannon teknologia (Optimized production technology, OPT) sisältää kymmenen ohjetta tuotannon tehostamista varten. OPT on syntynyt Goldrattin "rajoiteteorian" (theory of constraints, TOC) osana. TOC-teoriassa tavoitteet pyritään saavuttamaan hallitsemalla asiat paremmin. OPT perustuu vaihtoehtoiseen lähestymistapaan kapasiteetin suunnittelussa. Optimoidun tuotannon teknologia käsittää kymmenen ohjetta, jotka voidaan tiivistää muutamaankin ohjeeseen. Ensin tuotannosta pitää tunnistaa pullonkaulat, minkä jälkeen ne tulee aikatauluttaa

toimimaan täydellä teholla. Tämän jälkeen toimivat työvaiheet tulee aikatauluttaa siten, että pullonkaulana olevilla työvaiheilla on koko ajan töitä. [16, s. 192–194.]

Jotta optimointi onnistuisi, tarvitaan hyvin määritelty suunnitteluprosessi, tarkat lähtötiedot ja tuotantoprosessin häiriöttömyys. Optimointi soveltuu parhaiten vakiintuneisiin tuotantoympäristöihin, sillä odottamattomat satunnaistapahtumat ja häiriöt vaikuttavat siihen hyvin paljon ja saattavat tuhota koko optimoinnin saavutukset. [6, s. 422.]

## 2.5 Ohjattavuus

Tuotannon ohjattavuuteen vaikuttaa tuotantojärjestelmän rakenne, ohjausmuuttujien riittävyys sekä ulkoisten muuttujien käyttäytymisen luonne. Tuotantojärjestelmän rakennevaihtoehdoista tuotantolinja-layout on tuotannon ohjattavuuden kannalta parempi vaihtoehto kuin funktionaalinen tai solu-layout. Ohjausmuuttujien riittävyttä kuvaa yrityksen kyky vastata sisältä ja ulkoa tulevien muuttujien antamiin haasteisiin. Tuotannonkapasiteettien on pystyttävä vastaamaan kaikilla osilla kysyntään. Menekki, sen vaihtelu, suuruus ja epävarmuus, on yrityksen ulkoisista muuttujista yleisin. Tämän hallitseminen vaatii aktiivisuutta myyntitoiminnalta. [24.]

Jotta yritys menestyy hyvin, on sen pystyttävä yhdistämään tasaisesti tuote, tuotanto ja toimitusketju. Nämä tekijät yhdistämällä yritys saa hallittua toimintojaan tehokkaammin ja tarkemmin. Kaikki tekijät yhdistämällä saadaan tarkkoja tietoja ja luotua yritykselle selkeä strategia.

### 2.5.1 Menekki ja kysyntä

Menekin vaihtelujen hallinta on yksi kokonaissuunnittelun tärkeimpiä tehtäviä. Tuotteiden kysyntä voi vaihdella useista eri syistä, kuten satunnaisvaihtelun ja kausivaihtelun vaikutuksesta. Satunnaisvaihtelu aiheutuu asiakkaiden ostopäätösten epätasaisuudesta, kun taas kausivaihtelu vaikuttaa menekkiin vuodenaikojen mukaan. [6, s. 414.]



Kysyntää eli menekkiä voidaan ennustaa aikaisemman kulutushistorian perusteella. Tällöin tulevan kysynnän pitää jollakin tavalla noudattaa aikaisempaa kysyntää. Yleensä kysyntää ennustetaan 1–3 kuukauden kulutuksen ennakoimiseksi. Kysynnän ennustamiseen käytetään usein tietokoneohjelmaa tai laskumenetelmiä. Tällaisia ovat muun muassa liukuvan keskiarvon tapa sekä aikasarja-analyysi. Ennen kuin kysyntää voidaan ennustaa, tulee yrityksen selvittää, minkälaista perusmallia menekki on noudattanut. Tällöin tärkein selvítettävä asia on, onko menekki ollut satunnaista vai jatkuvaa. [9, s. 135–141.]

### 2.5.2 Imuohjaus

Imuohjauksessa tuotteita valmistetaan asiakkaiden tilauksien mukaan eli välittömän tarpeen verran. Valmistettavat tuotteet ovat yleensä pienen volyymin ja suuren varioinnin tuotteita. Yleensä vain raaka-aineita ja komponentteja pidetään varastossa. Jokainen asiakkaan tilaus on oma projektinsa ja omanlaisensa tuote. [16, s. 77–78; 25, s. 258.]

Yritys voi toimia koko tuotannon osalta imuohjautuvasti tai vain joltain osin. Imuohjausta voidaan käyttää vakio-osien ohjauksessa, vaikka tuotanto olisi muuten työntöohjautuvaa. Tarveimpulssit etenevät valmistusketjussa lopusta alkuun päin. Jotta imuohjaus toimii kunnolla, valmistuksessa pitää toteutua lyhyt läpäisy aika ja virheetön laatu. Valmistusongelmat yhdessäkin vaiheessa vaikuttaa koko tuotantoprosessin toimintaan. [16, s. 77–78; 6, s. 422.]

Asiakas antaa aloitteen tuotteen valmistuksesta tuotannolle. Tuote voidaan valmistaa muuten standardiosista, mutta tuote voidaan kokonaan myös suunnitella asiakkaan tarpeiden mukaan. Tätä menetelmää käytetään muun muassa rakennusteollisuudessa sekä laivanrakennuksessa. Tässä menetelmässä läpäisyajat ovat kohtuullisen pitkiä johtuen muun muassa juuri suunnittelusta. Myös raaka-aineet tilataan usein vasta suunnittelun jälkeen. [25.]

### 2.5.3 Just-In-Time -tuotantoperiaate

Just-In-Time -tuotantoperiaate (JIT) on peräisin Japanista Toyotan tehtaalta, ja sen on todettu olevan usealla eri alalla perinteisiä malleja toimivampi. JIT on kokonainen tuotannollinen ajattelutapa, joka on syntynyt vakiotuotetuotantoon. JIT käsittää muun muassa tuotesuunnittelun, tuotantolaitteet, laadun hallinnan, varastomäärät sekä valmistuksen työn kulun. Vaikka JIT-tuotantoperiaate on syntynyt vakiotuotetuotantoon, sopii se yhtä hyvin myös muihin tuotantomalleihin. Toimintamallille ominaista on pienerävalmistus, jolloin tuote-eriä valmistetaan toistuvasti pienin väliajoin. [9, s. 129; 6, s. 361, 428; 16, s. 176.]

JIT-tuotantoperiaatteella saadaan välivarastot mahdollisimman pieniksi, ja tarkoituksena onkin välttää turhaa varastointia. Tarkoituksena on ylipäättään poistaa kaikki turha. Yrityksessä saadaan JIT:n avulla aikaan korkea tuottavuus, lyhyt läpäisy aika, korkea laatu sekä pieni sitoutunut pääoma. JIT-tuotantoperiaatetta voidaan laajentaa, jolloin siitä saadaan Lean Production -tuotantomalli. Tällöin JIT-periaatteesta saadaan sen hyödyt irti, kun muun muassa tunnistetaan ja poistetaan kaikki arvoa lisäämättömät toiminnot tuotannosta sekä jatkuvasti kehitetään prosesseja ja toimintoja. [9, s. 129; 6, s. 361–362, 428; 16, s. 176–177.]

### 2.5.4 Toimitukset

Tilaus-toimitusketju sisältää sekä itse valmistamisen että myös kuljetukset ja toimitukset. Toimituksilla voi olla suuri vaikutus yrityksen toimintaan. Toimituksen täsmällisyys, varmuus sekä kuljetuskapasiteetin käyttö vaikuttavat tuotantoon sekä kustannuksiin mahdollisesti paljonkin. Asiakkaat arvostavat täsmällisiä ja varmoja toimituksia, joten toimituksilla on yllättävänkin suuri vaikutus toimittajan valintaan.

Toimitusketju voi olla yksinkertainen toimittaja-valmistaja-asiakas -ketju, mutta se voi olla myös valmistajan sekä useiden toimittajien ja asiakkaiden muodostama verkosto. Tilaus-toimitusketjun tavoitteena on saada kustannukset, laatu ja toimitus tasapainoon, jolloin saadaan toimiva palvelu. Tällöin kaikki tilaus-toimitusketjun toimijat toimivat tehokkaasti. Tilaus-toimitusketju sisältää materiaalivirran lisäksi myös tieto- ja

rahavirrat. Tilaus-toimitusketju pitää siis käsittää eri tekijöiden ja virtojen kokonaisuutena. [26.]

Tilaus-toimitusprosessi voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen teollisuusyrityksissä. Nämä vaiheet ovat saapuva prosessi, varastoiminen sekä lähtevä prosessi. Näistä saapuva prosessi sisältää hankinnan, hankittujen tuotteiden kuljettamisen, saapuvan tavaran käsittelyn sekä ostolaskutuksen ensimmäiseen varastopisteeseen sekä ostolaskun maksamiseen saakka. Lähtevä prosessi taas sisältää asiakaspalvelun, tavaralähetysten, kuljettamisen sekä tuotteiden laskutuksen. Varastoja tarvitaan näiden kahden prosessin välissä. Varastointi sitoo myös erilaisia resursseja, kuten käyttöpääoman, varastotilan sekä mahdolliset varastolaitteet. Varastointi ei sisällä henkilöstökuluja, vaan ne sisältyvät joko saapuvaan tai lähtevään prosessiin. Hävikki ja tuotteiden mahdollinen vanheneminen aiheuttavat myös varastointikuluja. [9.] Hävikki on yksi Lean Production -tuotantomallin arvoa tuottamattomista tai turhista asioista, joka pitäisi saada yrityksen toiminnoissa poistetuksi tai mahdollisimman pieneksi. Lean-tuotantomallin tarkoituksena on tehdä oikea määrä oikeita asioita, jotka toimitetaan oikeaan aikaan ja oikeaan paikkaan. Lisäksi tuotteen pitää olla oikeanlaatuista. Tällöin pystytään välttämään hävikkiä ja tuotteiden vanhenemista.

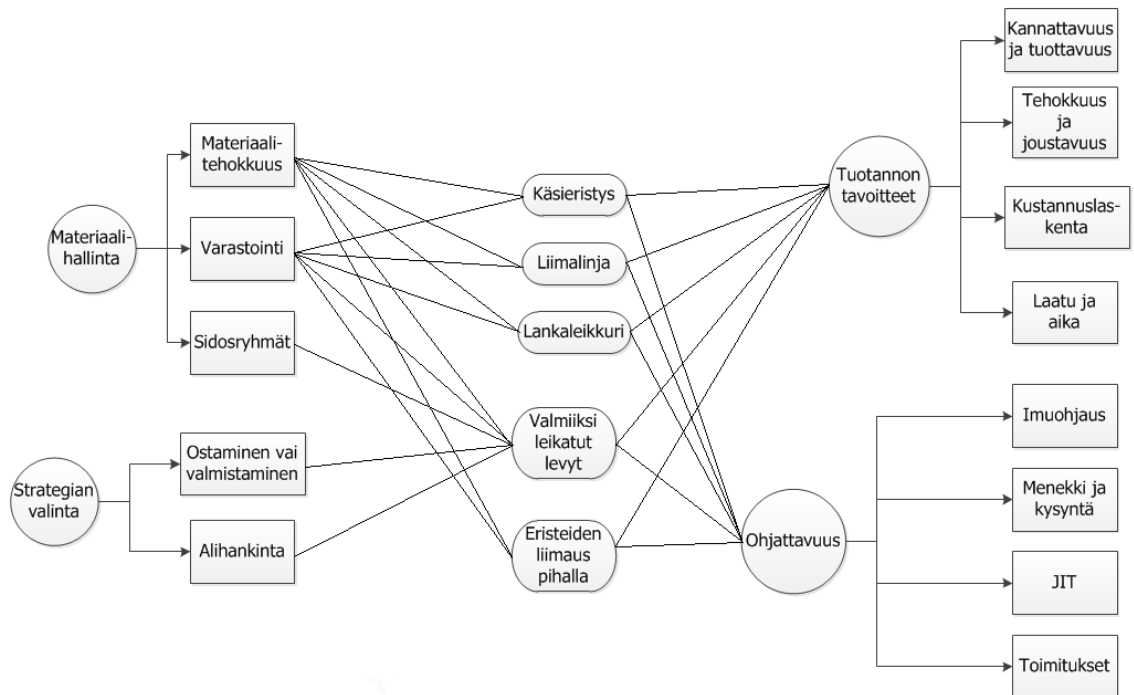
## 2.6 Viitekehys

Teorian vaikutus tuloksiin esitetään kuvassa 2. Kuvaan on poimittu tärkeimmät osat teorioista, ja ne on liitetty eri menetelmiin niiden vaikutuksen perusteella. Kaikki vertailtavat menetelmät vaikuttavat tuotannon tavoitteisiin. Yrityksillä on tavoitteena olla mahdollisimman kannattava ja tuottava. Yritykset tähtäävät myös tehokkuuteen ja joustavuuteen. Tuotannon tavoitteita ovat myös kustannustehokkuus, laatu ja mahdollisimman lyhyt läpäisy aika. Eristämisen vaihtoehtoja vertaillaan muun muassa näiden perusteiden avulla, jolloin kohdeyritykselle löydetään paras vaihtoehto.

Ohjattavuus vaikuttaa kaikkiin vertailtaviin menetelmiin. Tuotteiden menekki ja kysyntä vaikuttavat jokaisen menetelmän tuotantosuunnitelmaan. Samoin JIT-tuotantoperiaate vaikuttaa kaikkiin vertailtaviin menetelmiin, kuten myös menekki ja kysyntä sekä toimitukset. Nämä tekijät pitää hallita hyvin, jotta voidaan keskittyä itse menetelmiin.

Materiaalitehokkuus sekä varastoinnin optimaalisuus ovat kaikissa menetelmissä tavoitteena. Kokonaisuutena jokaisessa menetelmässä ja yleensä yrityksen toiminnoissa pyritään kannattavaan materiaalihallintaan ja materiaalitehokkuuteen. Tällöin yritys toimii kustannustehokkaasti ja kannattavasti. Sidosryhmät liitettiin tässä vain valmiiksi leikattuihin eristeisiin, sillä kyseisessä menetelmässä sidosryhmien yhteistyöllä on suurin merkitys.

Strategian valinta vaikuttaa lähinnä valmiiksi leikattujen levyjen menetelmään, sillä strategian valinta sisältää luvut muun muassa alihankinnasta sekä ostamisen ja valmistamisen väliltä valitsemisesta. Nämä tekijät ovat keskeisimpiä käytettäessä valmiiksi leikattuja eristeitä.



Kuva 2. Teorian vaikutus vertailtaviin menetelmiin.

### **3 Ontelolaattojen tuotantoprosessi ja vertailtavien menetelmien prosessikuvaukset**

Parma Oy:n Hyrylän tehdas valmistaa ontelo- ja kuorilaattoja. Henkilökuntaa Hyrylän tehtaalla on yhteensä noin 60. Vuosituotanto tehtaalla on noin 400 000 m<sup>2</sup>. Hyrylän tehtaalle tuleva materiaali on suurimmaksi osaksi erilaisia hiekkoja, sementtiä ja punosta. Tämän lisäksi osaan tuotteista tarvitaan eristemateriaalina EPS-levyä eli paisutettua umpisoluista polystyreenilevyä. Eristeet tulevat tällä hetkellä tehtaalle standardikokoisina levyinä. Tämä levy leikataan tehtaalla kuhunkin laattaan sopivaksi. Tässä projektissa pyrittiin selvittämään vaihtoehtoja nykyisille menetelmille.

Tuotanto Parman tehtaalla on imuohjautuvaa, sillä tuotanto tapahtuu asiakkaan tilauksesta. Lisäksi valmistus tapahtuu JIT-tuotantoperiaatteella. Tällöin valmiita ontelolaattoja ei jouduta varastoimaan pitkiä aikoja. Tämä on myös kustannussäästö, sillä ontelolaatat tarvitsevat suuren varastotilan suuren kokonsa vuoksi.

Projektissa tutustuttiin aluksi Hyrylän tehtaalla nykyisin käytössä oleviin menetelmiin tarkkailemalla työskentelyä tehtaalla. Tutustumisen lisäksi pidettiin palaveri tehtaalla työn ohjaajien kanssa, jolloin määritettiin muun muassa vertailuun otettavat uudet menetelmät. Lisäksi tarvittavia tietoja saatiin haastatteleamalla tehdaspäällikkö Jouni Rimpiläistä sekä tuotantoinsinööri Teppo Einistöä.

SWOT-analyysin tarkasteluun saatiin tietoa tutkimalla menetelmiä sekä haastatteleamalla työn ohjaajia. SWOT-analyysillä saatiin tarkasteltua menetelmiä laajemmassa mittakaavassa, ja menetelmistä saatiin poimittua niiden hyvät ja huonot puolet.

Laajemman analyysin perusteella lähdettiin tutkimaan tarkemmin menetelmiin vaikuttavia tekijöitä. Nämä tutkittavat tekijät valittiin yhdessä työn ohjaajien kanssa, ja ne ovat tärkeimpiä menetelmiin vaikuttavia tekijöitä. Tuotannon luvut saatiin tehdaspäällikkö Rimpiläiseltä sekä tuotantoinsinööri Einistöltä. Niiden perusteella saatiin laskettua muun muassa kuljetuskapasiteetteja sekä kustannuksia.

### 3.1 Ontelolaatat

Betonituotteet ovat vahvoja rakennusmateriaaleja, sillä ne eivät pala, lahoa, mätäne tai homehdu. Ontelolaattoja käytetään talon rakennuksessa ala-, väli- ja yläpohjaan. Alapohjasta saadaan tuulettuva ja terveellinen. Rakenteet saadaan pidettyä kuivina ryömintätilan tuuletuksen ja vedenpoiston ansiosta. Edullisin tapa pientalon välipohjan tekoon on ontelolaatta. Ontelolaatta yläpohjassa taas varmistaa talon paloturvallisuutta. [2.]

Ontelolaatalla on erinomainen kantokyky, ja se on rakentamisessa nopea ja edullinen ratkaisu. Laatat valmistetaan mittojen mukaisesti kohdekohtaisesti. Alapohjan lämmöneriste voidaan kiinnittää jo tehtaalla. Ontelolaattojen pitkät jännevälit mahdollistavat vähäisen väliseinien tarpeen ja helposti muunneltavat tilojen toteutukset. Lisäksi kivirakenne toimii tehokkaana äänieristeenä. [2.]

Ontelolaatat valetaan tehtaassa kuivissa ja valvotuissa olosuhteissa. Tällöin niistä tulee mittatarkkoja, kestäviä sekä pinnoiltaan laadukkaita. Betonielementtien käyttö on myös ympäristön kannalta parempi ratkaisu kuin paikalla valettu rakenne. Tällöin rakennuspaikalla tarvitaan vähemmän raaka-aineita, jotka kuormittavat ympäristöä. [2.]

### 3.2 Prosessin kuvaus

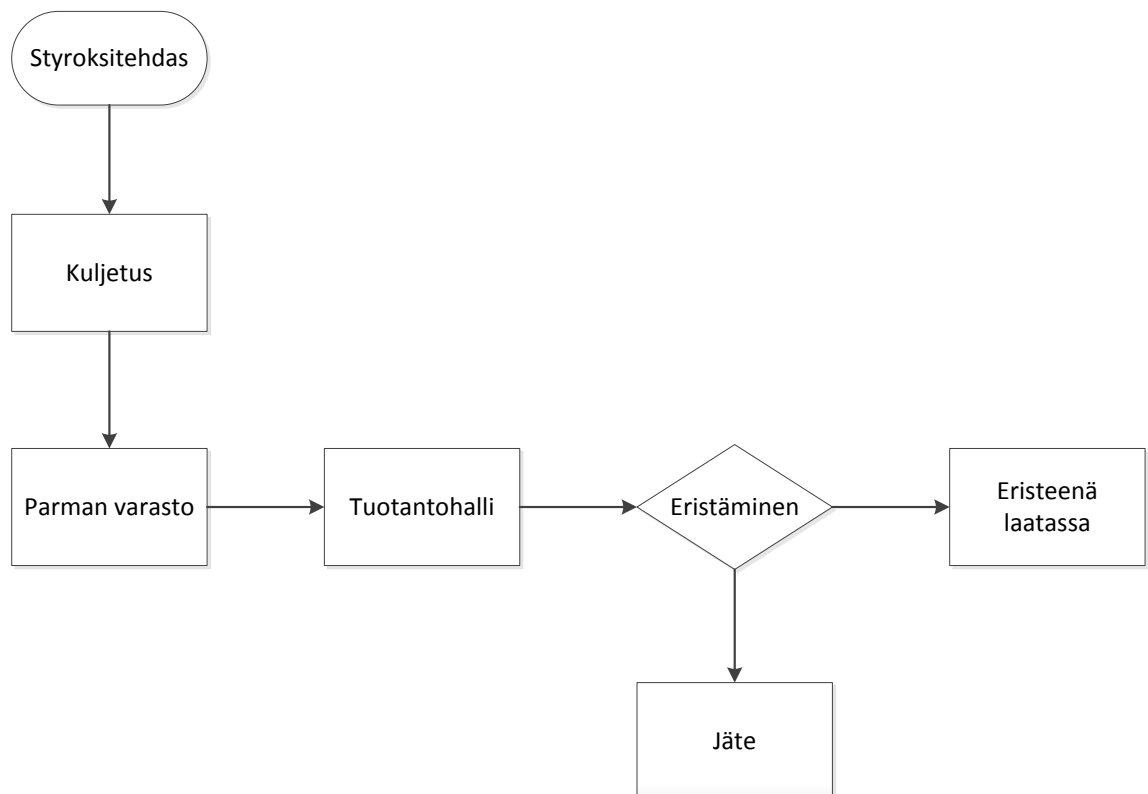
Nykyisin Parman Hyrylän tehtaalla eristys tapahtuu kahdella eri menetelmällä: käsieristysenä tai liimalinjalla. Myös käsieristys tehdään tällä hetkellä Hyrylän tehtaalla kahdella eri tavalla.

Nykyiset menetelmät tehtaalla, käsieristys ja liimalinja, pienentävät tuotantokapasiteettia. Käsieristys tehdään tuotantopedillä, ja liimalinja eristää laatan kerrallaan, jolloin menetelmät hidastavat laattojen purkua tuotantohallista. Lisäksi menetelmistä syntyy vaihteleva määrä jätettä menetelmän ja laatan mallin mukaan.

Tutkittavia vaihtoehtoisia menetelmiä nykyisten menetelmien lisäksi ovat Nurmijärvellä käytettävä lankaleikkuri, valmiiksi leikatut eristelevyt sekä eristeiden liimaus pihalla.

Näitä vaihtoehtoja tutkittaessa on otettava huomioon muun muassa kuljetukset sekä varastointi.

Kuvassa 3 on esitetty eristemateriaalin kulkukaavio toimittajalta lopputuotteeksi. Eristelevyt kulkevat usean vaiheen kautta, kunnes päätyvät lopputuotteeksi ja osa jätteeksi. Kuvan kulkukaavio on yksinkertaistettu, siitä on poistettu menetelmästä mukaan vaihtelevat käsittelyvaiheet. Samoin eristämisen osio on kuviossa yksinkertaistettu kattamaan kaikki eristämistavat.



Kuva 3. Eristemateriaalin kulkukaavio.

### 3.2.1 Käsieristys

Käsieristys tapahtuu Parman Hyrylän tehtaalla tällä hetkellä kahdella eri tavalla. Käsieristäminen sitoo tuotannosta tilan lisäksi noin 3–4 työntekijää. Ensimmäisessä tavassa eristelevyt asetetaan jonoksi viereiselle valualustalle. Siinä ne mitataan ja leikataan piirustusten mukaisiksi. Koska ontelolaatta on pidempi kuin sen tarvitsema eristelevy, levitetään joka toisen eristelevyn päälle uretaaniliimaa, ja laatat nostetaan

omien eristelevyjensä päälle. Uretaaniliima kuivuu noin 10 minuutissa, joka on melko hitaasti verrattuna liimalinjaan (1–2 min). Kuivumisaika on kuitenkin riittävä siihen, että kun joka toinen laatta on liimattu omaan eristelevyynsä valualustan päähän saakka, ovat alkupään laatat jo valmiita. Laatat voidaan nostaa varastoitavaksi, ja loput laatat voidaan eristää. Käsieristykseen prosessikuvaus on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Käsieristykseen prosessikaavio.

Toinen vaihtoehto käsieristyksessä on, että eristäjä leikkaa laattaa varten eristeet esimerkiksi ulkona tai hallin nurkassa. Tämän jälkeen hän kantaa levyt halliin ja levittää uretaaniliiman, minkä jälkeen laatta liimataan paikoilleen. Tämä eristystapa on hidas, sillä jokaisen laatan eristeet kannetaan erikseen eristyspaikalle. Tästä syntyy muun muassa turhaa kulkemista, eikä työskentely ole tehokasta. Tämän toisen vaihtoehtoisen käsieristykseen prosessikaavio on kuvattu kuvassa 5.



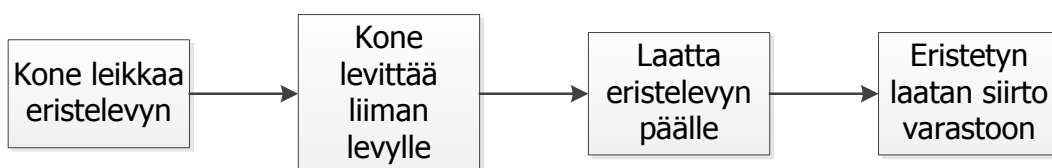
Kuva 5. Vaihtoehtoisen käsieristystavan prosessikaavio.

Molemmassa käsieristykseen vaihtoehtoissa eristys tapahtuu tuotantopedillä, jolloin se hidastaa tehtaan tuotantoa. Käsieristyksessä syntyy myös hukkapaloja varsinkin koloamisesta. Eristelevystä ei yleensä jää ylijäämäpätkiä, sillä edellisen laatan eristelevystä jääneellä palalla jatketaan seuraavaan laattaan. Usein koloamisesta syntyneet jättepalat jäävät tuotantopetien lähelle tai hallin reunoille lojumaan. Varsinkin jälkimmäisenä esitettyssä toimintatavassa eristejäte jää eri puolille tehdasta. Tämä vaikuttaa hallin siisteyteen ja on myös oma työturvallisuusriskinsä. Lisäksi eristelevyn leikkaamisesta syntyy EPS-murua, joka on hankala siivota pois.



### 3.2.2 Liimalinja

Liimalinjalla eristelevyt liimataan koneella laattoihin. Kone leikkaa piirustusten mukaan eristelevyt oikeanmittaisiksi. Tämän jälkeen kone levittää liiman eristelevylle, ja laatta asetetaan eristeen päälle. Liima kuivuu nopeammin kuin käsieristyksen purkkiuretaani, eli kuivumiseen menee noin 1–2 minuuttia. Prosessikaavio liimalinjan toiminnasta on esitetty kuvassa 6.



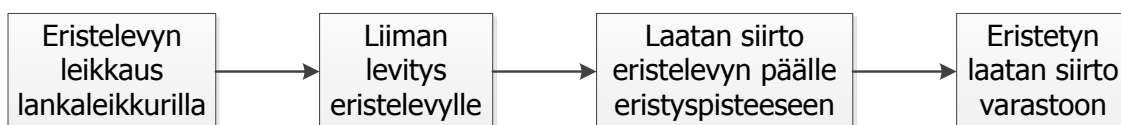
Kuva 6. Liimalinjan prosessikaavio.

Kokonaisuutena liimalinjalla eristäminen tapahtuu hieman nopeammin kuin käsieristyksessä, kone leikkaa levyt ja levittää liiman nopeammin kuin käsintehtynä. Kone alkaa myös leikata seuraavan laatan eristeitä edellistä laattaa liimatessaan. Kone myös jatkaa seuraavan laatan eristystä edelliseltä laatalta jääneellä eristelevyn pätkällä, milloin ei synny hukkapätkiä. Hidastavana tekijänä eristeen liimaamisessa koneella on, että koloamisesta syntyvät eristeen poistot poistetaan linjalta käsin.

Liimalinja on hieman tehokkaampi ja nopeampi kuin käsieristys, mutta siitä syntyvä jätemäärä on hieman suurempi. Liimalinjalla voidaan käyttää raaka-aineena ainoastaan leveydeltään täysikokoista levyä raaka-aineena. Käsieristyksessä taas voidaan käyttää esimerkiksi kavennettuja paloja. Liimalinjalla tarvitaan eristämiseen kaksi työntekijää, minkä vuoksi voidaan sanoa, että se on tehokkaampaa kuin käsieristäminen, joka sitoo 3–4 työntekijää.

### 3.2.3 Lankaleikkuri

Lankaleikkuri on tällä hetkellä käytössä Nurmijärven tehtaalla, mutta on uusi ehdotus eristysmenetelmäksi Hyrylän tehtaalle. Leikkaus tapahtuu tehtaalla omassa pisteessään. Kerralla voidaan eristää muutama laatta. Eristelevyt leikataan valmiiksi lankaleikkurilla, minkä jälkeen eristelevyn päälle levitetään uretaaniliimaa, ja laatta nostetaan eristelevyn päälle. Lankaleikkurin käytön prosessikaavio on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. Lankaleikkurin prosessikaavio.

Lankaleikkuria käytettäessä eristys tapahtuu omassa työpisteessä. Lankaleikkurin käyttö vaikuttaa tuotantoon saman verran kuin liimalinjan käyttö. Koska eristämiseen tarvitaan tietty aika laattaa kohden, hidastaa eristäminen laattojen purkua tuotannosta. Tällöin uutta ei päästä valamaan, ennen kuin viimeinenkin laatta on siirretty eristettäväksi ja valupeti on putsattu. Jätteiden osalta lankaleikkurin käytössä on positiivista, että syntyvä eristejäte sijaitsee selkeästi yhdessä paikassa.

### 3.2.4 Valmiiksi leikatut eristeet

Valmiiksi leikatut eristeet on uusi vertailtava menetelmä eristämiseen. Eristemateriaalin toimittaa UK-Muovi Oy Iisalmesta. Yritys pystyy toimittamaan myös valmiiksi leikattuja eristelevyjä tietyillä mittarajoitteilla. Tätä vaihtoehtoa tutkittaessa on suurimpia huomioitavia tekijöitä kuljetusten tehokkuus sekä varastonhallinta ja -arvo.

Nykyisin kuljetukset saadaan optimaaliseksi, sillä rekka saadaan lastattua aivan täyteen standardikokoisilla eristelevyillä. Rekkaan jäänee tyhjää tilaa, jos levyjä ruvetaan leikkaamaan erimittaisiksi ja -muotoisiksi.

Valmiiksi leikattujen eristeiden myötä varaston arvo kasvanee. Kuorma pitää saada aina täyteen, koska Iisalmen ja Tuusulan välinen matka on pitkä, jolloin tyhjän tilan

kuljettaminen on suuri hukka. Tilausten osalta täysien kuormien teko voi olla hankalaa, sillä saman talon laattoja ei tehdä kaikkia samana päivänä tai edes samalla viikolla. Jos UK-Muoville tehdään tilaus talokohtaisesti, varaston määrä kasvaa, kun eristelevyt odottavat varastossa, että kyseiset laatat valmistetaan. Lisäksi varastonhallintaan vaaditaan tällöin lisäresursseja, kun varastonimikkeiden määrä kasvaa.



Kuva 8. Valmiiksi leikattujen eristeiden prosessikaavio.

Tuotannosuunnittelu alkaa kuormasuunnittelusta, kuten kuvasta 8 nähdään. Kuorman suunnittelija laatii oikeankokoiset laattakuormat sopiville päivämäärille. Yleensä talon laatat toimitetaan eri ajankohtina. Tämän jälkeen tuotannosuunnittelu katsoo kuormasuunnittelun asettamaa toimituspäivämäärää, jonka perusteella kyseiset laatat saavat oman paikkansa tuotannosuunnitelmasta. Koska tuotannosuunnittelu tapahtuu melko lyhyellä aikavälillä, pitää myös tilaukset UK-Muoville lähettää tiukalla aikataululla, jos käytetään valmiiksi leikattuja eristelevyjä.

### 3.2.5 Eristeiden liimaus pihalla

Eristeiden liimaus pihalla on myös uusi ehdotus eristämiseen. Tässä vaihtoehdossa laatat eristetään siten, että eristeet leikataan eristettäessä. Toinen vaihtoehto olisi, että pihalla liimataan valmiiksi leikatut eristeet. Tässä työssä keskitytään siihen vaihtoehtoon, että eristeet leikataan standardimittaisista levyistä.

Valmiit eristämättömät laatat siirrettäisiin normaaliin tapaan pihalle varastoon, josta ne nostettaisiin eristettäväksi omaan pisteeseensä. Tällöin eristäminen ei tapahtuisi tuotannon keskellä, eikä siten hidastaisi tuotantoa. Tämän lisäksi yksi tai mahdollisesti kaksi työntekijää voisi hoitaa eristämisen. Tämä henkilö voitaisiin irrottaa tuotannon henkilömäärästä, jolloin eristämisen sitoma henkilömääräkään ei vaikuta tuotantoon. Menetelmän prosessikaavio on esitetty kuvassa 9.



Kuva 9. Prosessikaavio eristeiden liimaamisesta pihalla.

Pihalla tapahtuvaa eristämistä varten pitäisi rakentaa oma katettu työpiste. Muuten vaihtelevat sääolosuhteet vaikuttaisivat työn toteuttamiseen heikentävästi. Vesisade, lumisade ja kova pakkanen hidastaisivat työntekoa ja mahdollisesti vaikuttaisivat eristettyjen laattojen laatuun.

#### 4 Työn toteutus ja SWOT-analyysit

Projektia lähdettiin toteuttamaan tutkimalla menetelmiä ensin karkeammalla tasolla. Tämän jälkeen perehdyttiin jokaisen menetelmän ominaisuuksiin tarkemmin. Samoin menetelmiin vaikuttavia tekijöitä tutkittiin tarkemmin.

Käytännössä projektissa käytiin tutustumassa Parman Hyrylän tehtaalla tuotantoon. Lisäksi pidettiin palaveri työn ohjaajien kanssa, jolloin määritettiin muun muassa vertailtavat menetelmät. Tämän lisäksi tietoa eri menetelmistä ja muita tarvittavia tietoja hankittiin haastattelemalla työn ohjaajia.

Taulukossa 1 on esitetty kerätty tieto, tiedon lähde sekä tietojen käyttökohteet. Useat tiedot, kuten menetelmien ominaisuudet, prosessikuvaukset, kuormatiedot ja kustannustiedot, saatiin haastattelujen avulla. Menetelmien ominaisuuksien ja prosessikuvauksien perusteella saatiin tehtyä SWOT-analyysi sekä prosessikaaviot. Kuormatietojen avulla saatiin tutkittua kuormakokoja eri menetelmien osalta. Kustannustietojen avulla saatiin laskettua kustannukset vertailtaville eristysmenetelmille.

Osa tiedoista saatiin erilaisista tuotannon tietokannoista. Varastohallinnan tutkimiseen tarvittavat varastosaldot saatiin analysoitua tilaustietojen, inventaaritietojen ja tuotantotietojen avulla. Tuotantotiedot ja työajat saatiin tuotantotietojen avulla. Niiden perusteella saatiin määritettyä tehokkuutta, kannattavuutta sekä kustannuslaskentaa.

Näitä tietoja sekä kustannustietoja jouduttiin käsittelemään Excel-taulukolla, jolloin niistä saatiin laskettua tarvittavat tiedot eristysmenetelmille.

Taulukko 1. Kerätty tieto, tiedon lähde sekä tiedon käyttökohteet.

Kerätty tieto	Lähde	Tiedon käyttö
Menetelmien ominaisuudet	Haastattelut	SWOT-analyysi, prosessikaaviot
Prosessikuvaus	Haastattelut	Prosessikaaviot, SWOT-analyysi
Kuormatiedot	Haastattelut	Kuormakokojen tutkiminen
Varastosaldot	Tilaustiedot, inventaaritiedot, tuotantotiedot	Varastonhallinta
Tuotantotiedot, työajat	Haastattelut, tuotantotiedot	Tehokkuus, kannattavuus, kustannuslaskenta
Kustannustiedot	Haastattelut	Kustannuslaskenta

#### 4.1 SWOT-analyysi

Jokaisesta menetelmästä selvitettiin niiden vahvuudet, heikkoudet, mahdollisuudet ja uhat SWOT-analyysimenetelmällä. Näin saatiin helposti tarkasteltua menetelmiä ja vertailtua niitä toisiinsa. SWOT-analyysillä saatiin laaja kuva menetelmistä. Analyysin perusteella menetelmiä päästiin tarkastelemaan lähemmin.

##### 4.1.1 Käsieristys

Taulukossa 2 on esitetty käsieristyksen SWOT-analyysi, kun eristeet leikataan ja liimataan tuotantolinjalla. Vahvuus tässä menetelmässä on useamman laatan eristäminen jonossa. Koska työ tapahtuu kahdella vierekkäisellä tuotantopedillä, eristäminen ei sisällä tällöin turhaa kuljettamista ja kulkemista.

Heikkouksia kyseisestä käsieristystavasta löytyy useampia. Menetelmä on hidas verrattuna esimerkiksi liimalinjaan, sillä eristeiden leikkaaminen ja liiman kuivuminen on hitaampaa kuin liimalinjalla. Samalla menetelmä häiritsee tuotantoa, koska se vaatii käyttöönsä oman tuotantopetinsä lisäksi toisen pedin. Eristeet voidaan liimata valettujen laattojen päällä, mutta tätä ei kuitenkaan mielellään tehdä. Tuotantotilan lisäksi eristäminen sitoo henkilöresursseja, sillä työhön tarvitaan 3–4 työntekijää, joka on runsaasti tätä työvaihetta kohden, kun verrataan muihin vertailtaviin menetelmiin.

Jotta menetelmä olisi tehokas, pitäisi eristämisen olla hyvin nopeaa menetelmän sitoman resurssimäärän vuoksi. Verrattuna muihin menetelmiin käsieristämisen työaika on pitkä yhtä laattaa kohden.

Menetelmästä syntyy lisäksi eristelevyjätettä, erikokoisia paloja sekä pientä EPS-purua. Jätteiden käsittelyn kustannukset on tämän käsieristysmenetelmän uhka, koska eriste- ja liimajätteen hävittämisestä joudutaan maksamaan. Jättemääriin kiinnitetään nykyaikana koko ajan enemmän huomiota, joten mahdollisena uhkana on jätteiden käsittelyn kustannusten kasvaminen. Jäteongelma arvioitiin aluksi melko suureksi varsinkin kustannuksiltaan. Myöhempien tarkastelujen perusteella syntyvä jäte vaikuttaa kustannuksiin ja tuotantoon pääosin vain siivoamiseen kuluneen työajan perusteella.

Nykyisen eristysmenetelmän mahdollisuus on, että eristemateriaalikuormat ovat kooltaan optimaalisia. Hyrylän ja Iisalmessa sijaitsevan UK-Muovin välimatka on suuri, joten rekka-auton on hyvä olla aivan täynnä. Tällöin ei ajeta vajailla kuormilla ja kuljetuskustannukset yhtä eristelevyä kohden on mahdollisimman matalat.

Taulukko 2. Käsieristuksen SWOT-analyysi, eristeiden leikkaus tuotantolinjalla.

<b>VAHVUUDET</b> – useamman laatan eristys jonossa	<b>HEIKKOUEDET</b> – hidas (liiman kuivuminen, leikkaus) – häiritsee tuotantoa – jäte – resurssien sitominen (henkilöt)
<b>MAHDOLLISUUDET</b> – kuormat optimaalista kokoa	<b>UHAT</b> – jätteiden käsittelyn kustannukset

Taulukossa 3 on esitetty käsieristuksen SWOT-analyysi, kun eristeiden leikkaus tehdään muualla. Tällöin menetelmän vahvuutena on, että eristeiden leikkaaminen ei vie erillistä tilaa. Tosin tässäkin menetelmässä on heikkouksia enemmän kuin vahvuuksia. Menetelmä on hidaskäyttöinen, kun kerralla leikataan vain yhden laatan eristeet ja kuljetetaan ne liimattavaksi. Tällöin työaika on vielä pidempi kuin muuten käsieristämisessä. Kulkeminen ja eristelevyjen kuljettaminen hidastavat eristämisprosessia ja aiheuttavat tehottomuutta prosessissa. Lisäksi turha kulkeminen on työturvallisuusriski.

Mahdollisuudet ja uhat ovat tässä menetelmässä samat, kuin toisessa käsieristysmenetelmässä, kuten taulukosta 3 nähdään. Menetelmät poikkeavat toisistaan vain tehtaan sisällä tapahtuvan prosessin osalta.

Taulukko 3. Käsieristuksen SWOT-analyysi, eristeiden leikkaus muualla.

<b>VAHVUUDET</b> – leikkaaminen ei vie erillistä tilaa	<b>HEIKKOUEDET</b> – hidas – jäte – kulkeminen/kuljettaminen
<b>MAHDOLLISUUDET</b> – kuormat optimaalista kokoa	<b>UHAT</b> – jätteiden käsittelyn kustannukset

#### 4.1.2 Liimalinja

Liimalinjan vahvuuksina käsieristykseen verrattuna ovat sen nopeus ja pieni resurssien sitominen, kuten taulukossa 4 esitetystä liimalinjan SWOT-analyysistä nähdään. Liimalinjalla liima kuivuu nopeasti, ja kone leikkaa jo seuraavan laatan eristeitä samalla, kun liimaa edellistä. Liimalinja myös sitoo vähemmän työntekijöitä eristämiseen kuin käsieristys, eli kaksi työntekijää. Heikkoutena liimalinjassa on käsieristuksen tavoin jäte. Eristelevyn leikkaamisesta jää koloamisesta poistot jätteeksi. Heikkoutena liimalinjalla on myös koneen mahdollisuus mennä rikki. Tämä on koko ajan todennäköisempää, sillä käytettävä laite on jo vanha. Jos kone rikkoutuu, koneen korjaamisen aikana eristäminen täytyy tehdä käsin.

Liimalinjalla mahdollisuudet ja uhat ovat samat kuin käsieristämisessä. Eristelevyt ovat samoja sekä käsieristyksessä että liimalinjalla, joten levyjen kuljetuskuormat ovat optimaalisia. Jätteiden käsittely on hieman hankalampaa kuin käsieristyksessä, sillä, liima pitää toimittaa liuottimen takia ongelmajätteisiin.

Taulukko 4. Liimalinjan SWOT-analyysi.

VAHVUUDET – nopea (liiman kuivuminen, leikkaus) – sitoo vain 2 työntekijää	HEIKKOUEDET – jäte – laitteen rikkoutuminen, vanha laite
MAHDOLLISUUDET – kuormat optimaalista kokoa	UHAT – jätteiden käsittelyn kustannukset

#### 4.1.3 Lankaleikkuri

Lankaleikkurin SWOT-analyysi on esitetty taulukossa 5. Leikkauksen oma toimipiste on sekä vahvuus että heikkous. Vahvuus siinä on, että eristäminen tapahtuu omassa toimipisteessään, jolloin ei esimerkiksi tuotantopedeille synny eristejätettä. Oma toimipiste on heikkous sen aiheuttamien investointikustannusten vuoksi. Lisäksi tässäkin menetelmässä syntyy jätettä, mikä myös on menetelmän heikkous.

Mahdollisuudet ja uhat ovat samat kuin käsieristämässä ja liimalinjalla. Kuormat saadaan nykyisillä standardikokoisilla laatoilla optimaalisiksi. Uhkana ovat jätteiden käsittelystä syntyvät kustannukset.

Taulukko 5. Lankaleikkurin SWOT-analyysi.

VAHVUUDET – oma toimipiste – jätteet yhdessä paikassa	HEIKKOUEDET – oma toimipiste – jäte
MAHDOLLISUUDET – kuormat optimaalista kokoa	UHAT – jätteiden käsittelyn kustannukset

#### 4.1.4 Valmiiksi leikatut levyt

Valmiiksi leikattujen levyjen -menetelmän SWOT-analyysi on esitetty taulukossa 6. Menetelmän heikkouksien ja vahvuuksien tärkeydet pitää tutkia tarkasti, sillä ne vaikuttavat päätökseen parasta menetelmää valittaessa, ja tästä menetelmästä yritys on hyvin kiinnostunut. Vahvuudet ovat tärkeitä, sillä menetelmästä ei muun muassa synny jätettä, joka aiheuttaa yritykselle kuluja. Lisäksi tuotannon eristysprosessi



nopeutuisi huomattavasti, kun eristelevyn leikkausvaihe jäisi pois. Suurimmat arvioidut menetelmän heikkoudet liittyvät varastointiin. Varaston hallinta ja varastoitavien nimikkeiden määrä saattaa olla hyvin haastavaa tässä menetelmässä. Lisäksi eristelevyjen tilauksien tekeminen vaikeutuu, kun tilaukset pitäisi mahdollisesti tehdä tuotantosuunnitelmakohtaisesti, ei talokohtaisesti. Jos tilaus tehtäisiin talokohtaisesti, varastoitavien nimikkeiden määrä kasvaisi, koska talon laatat tehdään kuormasuunnittelun perusteella, eikä kaikkia laattoja toimiteta kerralla työmaalle.

Menetelmästä saatava merkittävä mahdollisuus on, ettei siitä synny jätettä. Tällöin yritys säästää jätteenkäsittelykustannuksissa, eikä styroksijätteen siivoamiseen mene tuotannosta aikaa. Uhkana menetelmässä on, ettei kuormakokoja saada optimaaliseksi, mikä olisi tärkeää etäisyyden vuoksi. Tällöin kuljetuskustannukset laatan eristelevyä kohden saattavat kohota liian suuriksi. Lisäksi kuljetuskustannukset kasvavat nykyisin koko ajan muun muassa polttoaineen hinnan nousun vuoksi. Tämän lisäksi vajaiden kuormien kuljettaminen ei ole ympäristökään osalta kannattavaa.

Taulukko 6. Valmiiksi leikattujen eristelevyjen SWOT-analyysi.

<b>VAHVUUDET</b> – ei jätettä – tuotannon nopeutuminen	<b>HEIKKOUEDET</b> – varaston hallinta – varaston määrä – tilaukset
<b>MAHDOLLISUUDET</b> – ei jätettä	<b>UHAT</b> – etäisyys – kuljetusten kuormakoko – kuljetuskustannukset

#### 4.1.5 Eristeiden liimaus pihalla

Eristeiden liimaus pihalla on viides tutkittava vaihtoehto, ja sen SWOT-analyysi on esitetty taulukossa 7. Tällöin eristeet leikataan ja liimataan prosessille rakennetussa työpisteessä ulkovarastossa. Menetelmä ei välttämättä häiritse tuotantoa, sillä laatat siirretään ensin normaaliin tapaan varastoon ja eristetään sen jälkeen. Toinen vaihtoehto on siirtää laatat suoraan tuotannosta eristämispisteeseen, jolloin eristäminen hidastaa hieman laattojen purkamista.

Eristeiden liimaus pihalla ei sido työntekijöitä tuotannosta, vaan eristämiseen voitaisiin irrottaa erikseen yksi tai kaksi työntekijää tekemään ainoastaan eristämistä. Kuten lankaleikkurilla, tässä menetelmässä vahvuus jätteiden käsittelyssä on, että jätteet syntyvät yhdessä paikassa, jolloin niiden hallinta ja siivoaminen helpottuu. Heikkoutena tässäkin menetelmässä on, että sitä varten pitäisi rakentaa oma työpiste, mikä vaatii investointeja. Lisäksi laattojen siirtelyä tulee hieman enemmän, mikä voi vaikuttaa tehokkuuteen, ja lisää myös työturvallisuusriskiä.

Eristeiden liimaukselle pihalla on myös erilaisia mahdollisuuksia ja uhkia. Tuotannon tehostuminen nykyisestä on yksi mahdollisuus, jolloin toiminta on kannattavampaa. Tämä vaikutus on tosin tutkittava tarkasti, ja sen vaikutus on luultavasti kokonaistuotantomäärään melko pieni. Uhkana tälle menetelmälle on toimipisteen rakennuskulut sekä toimipisteen mallin mukaan myös sääolosuhteet. Rakennuskulut ovat sitä suuremmat, mitä suojaavampi ja hienompi toimipisteestä rakennetaan. Tosin, jos toimipiste vain katetaan, on se alttiina sateille ja kylmälle, jolloin tuotantotehokkuus ja laatu kärsinevät. Näiden mahdollisuuksien ja uhkien lisäksi menetelmässä on samat mahdollisuudet ja uhat kuin muissa menetelmissä, missä eristeet leikataan itse.

Taulukko 7. Eristeiden pihalla liimauksen SWOT-analyysi.

<b>VAHVUUDET</b> – ei häiritse tuotantoa kovin paljon – henkilöresurssit – jätteet yhdessä paikassa	<b>HEIKKOUEDET</b> – rakennettava ulos oma työpiste – laattojen siirtely
<b>MAHDOLLISUUDET</b> – tuotannon kasvu nykyisestä – kuljetuksen kuormakoko	<b>UHAT</b> – rakennuskulut – sääolosuhteet – jätteiden käsittelyn kustannukset

#### 4.1.6 Yhteenvedo SWOT-analyysistä

Taulukossa 8 on koottu eri menetelmien sisäiset tekijät (vahvuudet ja heikkoudet) sekä ulkoiset tekijät (mahdollisuudet ja uhat). Taulukosta nähdään, että kaikissa muissa menetelmissä paitsi valmiiksi leikattujen eristeiden menetelmässä ulkoiset tekijät ovat samat: mahdollisuutena ovat optimaalinen kuormakoko ja uhkana jätteiden

käsittelykustannukset. Valmiiksi leikatuilla eristeillä mahdollisuutena on jätteettömyys ja uhkana mahdollisesti vajaat eristekuormat.

Sisäisinä tekijöinä jätteet ovat heikkous kaikissa muissa menetelmissä paitsi kun käytetään valmiiksi leikattuja eristeitä. Käsieristys, lankaleikkuri sekä eristeiden liimaus pihalla ovat myös hitaita menetelmiä. Näiden menetelmien työaika laattaa kohden on pitkä verrattuna liimalinjaan ja valmiiksi leikattuihin eristeisiin. Käsieristys sitoo menetelmistä henkilöresursseja eniten. Muissa menetelmissä eristämiseen sitoutuu hieman vähemmän henkilöitä. Menetelmien sisäisiä ja ulkoisia tekijöitä tarkastellaan lähemmin myöhemmin tässä raportissa.

Taulukko 8. Eri menetelmien ominaisuudet.

Menetelmä	Sisäiset tekijät	Ulkoiset tekijät
Käsieristys	hidas, jätettä paljon, sitoo resursseja, useamman laatan eristys jonossa	optimaalinen kuormakoko, jätteiden käsittelykustannukset
Liimalinja	jätettä paljon, nopeahko, sitoo vain kaksi työntekijää	optimaalinen kuormakoko, jätteiden käsittelykustannukset
Lankaleikkuri	oma toimipiste, jätettä kohtalaisesti, mutta yhdessä paikassa	optimaalinen kuormakoko, jätteiden käsittelykustannukset
Valmiiksi leikatut eristeet	ei jätettä, tuotannon nopeutuminen, varastonhallinta	kuljetusten kuormakoko tutkimatta, ei jätekustannuksia
Liimaus pihalla	jätteet yhdessä paikassa, sitoo vain 1–2 henkilöä, laattojen siirtely lisääntyy	optimaalinen kuormakoko, jätteiden käsittelykustannukset

## 5 Johtopäätökset

Tutkimuksen tavoitteena oli löytää Parma Oy:n Hyrylän tehtaalle optimaalisin menetelmä ontelolaattojen eristämiseen. Tutkimuksen tavoitteeseen päästiin vastaamalla tutkimuskysymyksiin:

1. Mitkä ovat vertailtavien menetelmien hyvät ja huonot puolet?
2. Millaiset ovat nykyisten menetelmien työajat verrattuna uusiin vaihtoehtoisiin eristysmenetelmiin?
3. Millainen on eristysmenetelmien kustannustehokkuus?
4. Miten eristysmenetelmät vaikuttavat eristemateriaalien kustannuksiin valmistusprosessissa?
5. Millainen on eristysmenetelmien tuottama eristemateriaalien hävikki?
6. Miten eristysmenetelmät vaikuttavat eristemateriaalien varastointiin?

Tutkimuksessa saavutettiin sille asetetut tavoitteet, koska menetelmistä löydettiin optimaalisin vaihtoehto. Menetelmät voidaan tulosten perusteella järjestää paremmuusjärjestykseen SWOT-analyysin tulosten perusteella. Myös työaikojen ja kustannusten perusteella menetelmät voidaan järjestää paremmuusjärjestykseen. Tutkimuksessa saatiin määritettyä kustannukset eristysmenetelmille sekä työn että eristemateriaalien osalta. Kustannukset saatiin laskettua yhtä eristettävää ontelolaattaa kohden sekä yhtä tuotantopedillistä kohden. Eristemateriaalin hukka koettiin tutkimuksen aikana painoarvoltaan pieneksi, joten siihen ei tutkimuksessa perehdytty. Eristemateriaalin varastointia saatiin tutkimuksessa selvitettyä tavoitteiden mukaisesti, mutta ennen kuin valitaan lopullisesti sopivin eristysmenetelmä, pitää varastointia tutkia enemmän. Tässä raportissa esitettiin vain SWOT-analyysin tulokset.

Nykyisten menetelmien (käsieristys ja liimalinja) tilalle oli tarjolla kolme varsin vartenotettavaa vaihtoehtoa: lankaleikkuri, valmiiksi leikatut eristeet sekä eristeiden liimaus pihalla. Näistä uusista menetelmistä pienimmillä alkuinvestoinneilla selvittää valmiiksi leikatuilla eristeillä. Lankaleikkuriin ja eristeiden liimaukseen pihalla on aluksi investoitava muihin menetelmiin verrattuna paljon. Jos nämä vaihtoehdot ovat kiinnostavia, tulee investointien suuruus laskea, jotta tiedetään niiden kannattavuus.

Parma Oy:n Hyrylän tehtaalla kiinnostuttiin tulosten perusteella yhdestä vaihtoehdosta enemmän kuin muista.

Jotta voidaan päättää varmasti, kannattaako jokin uusista menetelmistä valita, pitää vielä tutkia tarkemmin menetelmän vaikutusta tuotantoon. Lisäksi pitää tutkia varastointia, jotta voidaan päästä selville, onko valmiiksi leikattujen eristeiden varastointi mahdollisesti monimutkaisempaa kuin standardilevyjen varastointi. Näiden seikkojen lisäksi pitää myös huomioida jätteiden käsittelyyn kuluva työaika. Kuitenkin voidaan olettaa, että jätteiden käsittelyaika ja varastonhallintaan kuluva aika ovat suunnilleen samat. Tällöin ne kumoaisivat toisensa, joten niillä ei olisi merkitystä tutkimuksen kannalta. Näiden tekijöiden huomioimisen jälkeen voidaan varmuudella sanoa, mikä menetelmä on kannattavin.

Tutkimuksen perusteella tarkimmin kannattaa jatkossa tutkia valmiiksi leikattuja eristelevyjä, sillä kyseinen menetelmä koettiin SWOT-analyysin perusteella kiinnostavaksi. Tämä menetelmä valittiin tässä tutkimuksessa parhaimmaksi, koska sillä saataneen tehostettua tuotantoa. Samoin lankaleikkuri vaikuttaa SWOT-analyysin perusteella mielenkiintoiselta vaihtoehdolta, jota kannattaa tutkia enemmän.

Tutkimuksen tulokset ovat luotettavia. Laskennallisiin tietoihin tarvittavia tietoja saatiin muun muassa tuotannon raporteista. Tällöin käytössä oli varmasti oikeat luvut. Uusien eristysmenetelmien tuotannon työaikoihin ja työntekijämääriin jouduttiin arvot arvioimaan, joten nämä tulokset voivat muuttua pienillä muutoksilla. Tätä varten tehtiin yritykselle Excel-taulukko, jossa lukuja voidaan muuttaa, ja näin nähdään erilaisten arvojen vaikutus loppukustannuksiin. Tämän Excel-taulukon yritys koki tutkimuksen tärkeimmäksi tulokseksi.

Tutkimukseen tarvittavat tiedot saatiin suurimmaksi osaksi kirjallisena, sillä haastattelut tehtiin pääsääntöisesti sähköpostitse. Projektin aloituskokouksessa tehtiin tärkeimmistä asioista muistiinpanoja. Näiden lisäksi epäselviä asioita tarkistettiin puhelimitse ja varmistettiin, että väärinkäsityksiä ei pääse syntymään. Väärinkäsityksiä pyrittiin välttämään myös raportin tulososion tarkastuttamisella työn ohjaajilla.

Ohjattavuus-luku antoi tutkimukselle hyvän pohjan, jolloin ymmärrettiin paremmin yrityksen toimintaperiaatteita ja tavoitteita. Samoin muut osat viitekehuksesta tukivat tutkimuksen toteutusosiota. Viitekehuksesta materiaalihallinnan tavoitteet vaikuttivat optimaalisimman eristysmenetelmän etsimiseen. Keskeisiä tekijöitä menetelmien vertailussa olivat muun muassa ostettavan materiaalin hinta, kuljetus- sekä varastointikustannukset. Optimaalisinta menetelmää etsittäessä keskeisiä tekijöitä olivat tuotannon tavoitteet: laatu ja aika, tehokkuus ja joustavuus sekä kannattavuus ja tuottavuus. Varsinkin menetelmien tehokkuus ja kannattavuus vaikuttivat parhaimman ja sopivimman menetelmän valintaa.

Tutkimuksesta saatiin hyvä kuva kyseisen yrityksen toiminnasta. Siinä opittiin myös huomioimaan eri tekijät, jotka vaikuttavat tuotantotavan valintapäätökseen. Samoin menetelmiin vaikuttavat kustannustekijät tulivat tutuiksi. Lisäksi tutkimuksessa opittiin tekemään erilaisia laskelmia kustannuksista. Kokonaisuutena tutkimusprojekti oli onnistunut, ainoastaan projektin aikataulutusta oli hieman ongelmallinen.

## Lähteet

- 1 Parma. Powerpoint-esitys. 2012.
- 2 Parma. PARMAontelolaatat ja PARMAperustukset. Esite. 2012.
- 3 – Betonirakentamisen imago kohentunut. Luoteis-Uusimaa, nro 8, 27.1.2012, s. 11.
- 4 Parma Oy. 2012. Verkkodokumentti. Parma Oy. <<http://www.parma.fi>>. Luettu 12.2.2012.
- 5 Consolis Group. 2012. Verkkodokumentti. Consolis. <<http://www.consolis.com/>>. Luettu 12.2.2012.
- 6 Haverila, M. J., Uusi-Rauva, E., Kouri, I., Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. Tampere: Tammer-Paino Oy.
- 7 Janhunen, Jonni, Lahti, Mika, Virtanen, Tomi. 1997. LOGINET. Toimittajayhteistyö tilausohjautuvissa toimitusketjuissa. Helsinki: Yleisjäljennös Oy.
- 8 Hanski, Petri. 2007. Alihankinnan materiaalihallinta ja kustannusseuranta. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Kandidaatintutkielma. <<http://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/30879/TMP.objres.722.pdf?sequence=1>>. Luettu 3.1.2012.
- 9 Sakki, Jouni. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta, B2B Vähemmällä enemmän. Vantaa: Jouni Sakki Oy.
- 10 Sehgal, Vivek. 2009. Enterprise supply chain management. Integrating Best-in-Class Processes. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- 11 Yrityksen ympäristötieto. Verkkodokumentti. Yritys-Suomi. <<http://www.yrityssuomi.fi/web/guest/tehokkuutta-ja-tuottavuutta>>. Luettu 9.1.2012.

- 12 Materiaalitehokkuus. Verkkodokumentti. Motiva Oy.  
<<http://www.motiva.fi/toimialueet/materiaalitehokkuus>>. Päivitetty 9.12.2011.  
Luettu 9.1.2012.
- 13 Myllykangas, Päivi. 2009. Sidosryhmäsuhteet liiketoiminnan arvon luomisessa. Palveluyksiköstä liiketoiminnaksi, episodi yrityksen elämää. Akateeminen väitöskirja. Tampereen yliopistopaino Oy - Juvenes Print.
- 14 Andersson, J-O, Ekström, C, Gabrielsson, A. 2001. Kannattavuussuunnittelu ja -laskenta. Juva: WS Bookwell Oy.
- 15 Vehmanen, Petri, Koskinen, Kai. 1998. Tehokas kustannushallinta. Porvoo: WSOY.
- 16 Meredith, Jack R., Shafer, Scott M. 2011. Operations Management. Fourth edition. International Student Version. Wake Forest University.
- 17 Laamanen, Kai. 2002. Johda liiketoimintaa prosessien verkkona. Keuruu: Otavan Kirjapaino Oy.
- 18 Arvio, Ari. Luottavuus ja kustannustehokkuus sisäisen tehokkuuden mittareina. Konsultointi Arvio Oy. <[http://www.arvio.fi/artikkelit\\_tuottavuus.html](http://www.arvio.fi/artikkelit_tuottavuus.html)>. Luettu 3.1.2012.
- 19 Tuottavuus. Tuottavuusasiakirja. 2008. Verkkodokumentti. STTK.  
<<http://www.sttk.fi/File/7e1ebdf7-1487-4e79-b9b3-8cf6c63cc48a/Tuottavuusasiakirja.pdf>>. 2008. Luettu 9.1.2012.
- 20 MIDO Oy, Saari, Seppo. 2006. Tuottavuus. Teoria ja mittaaminen liiketoiminnassa. Tuottavuuden käsikirja. Vantaa: Dark Oy.
- 21 Alhola, Kari. 2008. Toimintolaskenta Perusteet ja käytäntö. Juva: WS Bookwell Oy.
- 22 Heikkilä, Jussi, Ketokivi, Mikko. 2009. Tuotanto murroksessa. Strategisen johtamisen uusi haaste. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino.
- 23 Karjalainen, Jouko, Maijala, Mikko, Lindgren, Matti. 1999. Tuotannollinen ulkoistaminen. Vantaa: Tummavuoren kirjapaino Oy.



- 24 Purtonen, Tuomas. 2007. Tuotannon ohjattavuuden kehittäminen asiakasohjautuvassa tuotannossa. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto.
- 25 van Weele, Arjan J. 2012. Purchasing and Supply Chain Management. Fifth Edition. Singapore: Seng Lee Press.
- 26 Blomqvist, Marja. 2011. Supply Chain Management-kurssimateriaali. Metropolia Ammattikorkeakoulu.