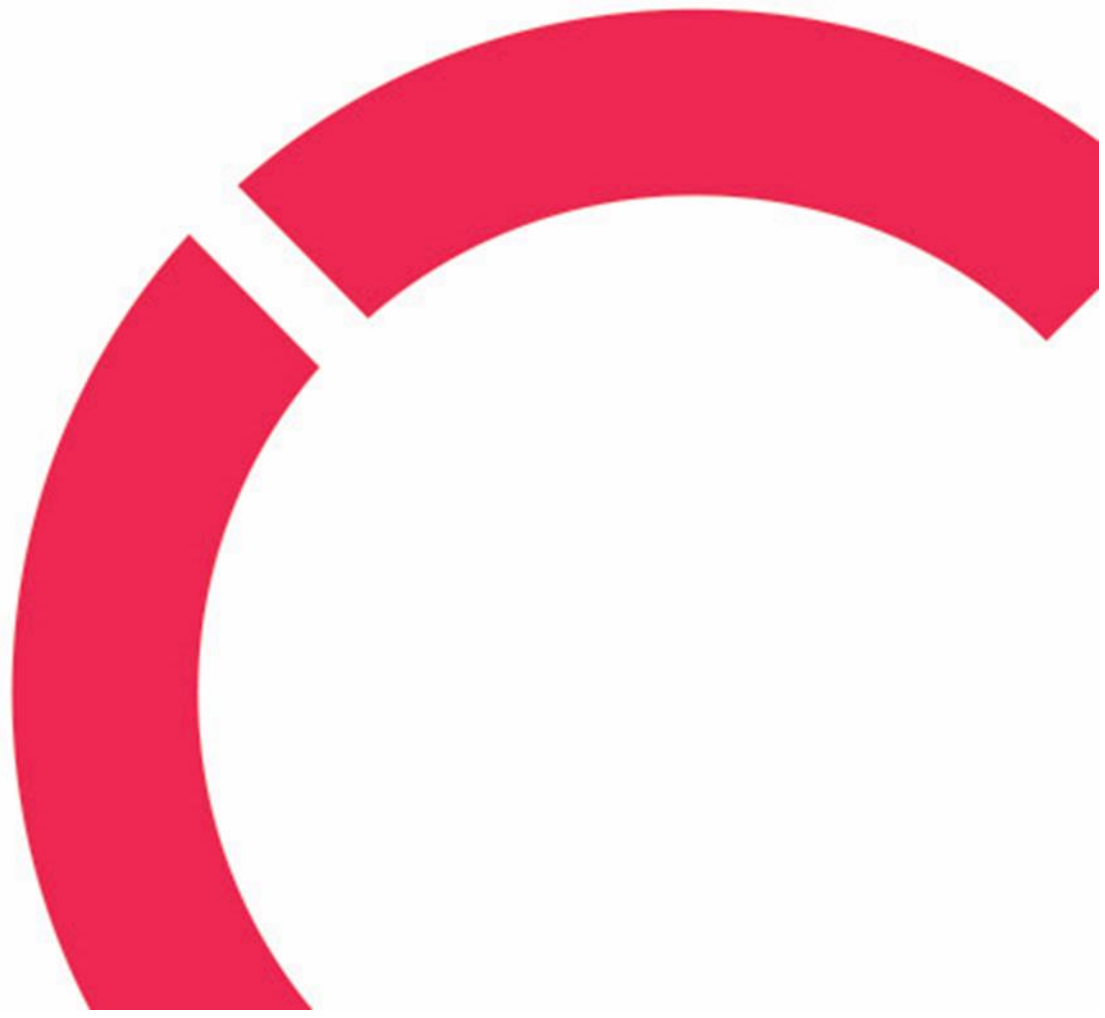


**Markus Ahola**

## **KULJETUSALUSTA**

**Vaikutukset kustannuksiin ja tuotantoprosesseihin**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Tuotantotalouden koulutus  
Maaliskuu 2022**



<b>Centria-ammattikorkeakoulu</b>	<b>Aika</b> Maaliskuu 2022	<b>Tekijä/tekijät</b> Markus Ahola
<b>Koulutus</b> Tuotantotalous	<input checked="" type="checkbox"/> AMK <input type="checkbox"/> YAMK	
<b>Työn nimi</b> KULJETUSALUSTA. Vaikutukset kustannuksiin ja tuotantoprosesseihin		
<b>Työn ohjaaja</b> Jukka Kivirinta	<b>Sivumäärä</b> 24 + 1	
<b>Työelämäohjaaja</b> Markus Ahola		
<p>Opinnäytetyössä perehdyttiin omakustanteisen kuljetusalustan vaikutuksiin yhteistyökumppanien maalattujen tuotteiden tilaustoimitusprosessissa.</p> <p>Vaikutukset kartoitettiin hyödyntämällä Lean-filosofian kahdeksaa hukkaa uuden ja alkuperäisen toiminnan vertailussa. Havaittuja vaikutuksia tutkimalla ja laskemalla voitiin alustalle luoda alustavat arviot säästöistä ja lisäkustannuksista.</p> <p>Tuotteiden käsittelyyn liittyen alusta tarjosi huomattavia säästöjä, mutta koska kuljetuskustannukset ovat riippuvaisia kuljetuksen hinnasta, ei euromääräisesti tarkkoja säästöjä pystytty antamaan. Todelliset tarkat säästöt joudutaan tulevaisuudessa tarkastelemaan asiakaskohtaisesti.</p> <p>Tutkimuksella saatiin luotua useita lisätutkimuksen aiheita, kuten miten alustoja voitaisiin jatkojalostaa lisätulojen luomiseksi esimerkiksi integroimalla ne osaksi varastointijärjestelmää tai kartoittaa vaadittavien alustojen määrän tarve ylläpitämään toimintaa sekä varastointisysteemillä että ilman.</p>		
<b>Asiasanat</b> Kuljetusalusta, Kustannuslaskenta, Säästöt		

<b>Centria University of Applied Sciences</b>	<b>Date</b> March 2022	<b>Author</b> Markus Ahola
<b>Degree programme</b> Industrial Management		
<b>Name of thesis</b> TRANSPORTATION PLATFORM. Influence on expenses and productional processes		
<b>Instructor</b> Jukka Kivirinta	<b>Pages</b> 24 + 1	
<b>Supervisor</b> Markus Ahola		
<p>In the thesis the focus was on examining how a self-made transport platform could (positively) affect the process of delivering painted products to partners or clients.</p> <p>The effects were explored using Lean manufacturing philosophy in comparing the results between the original and the new process of delivery.</p> <p>By examining and calculating the observed effects, it was possible to create some preliminary estimates of the savings and additional costs.</p> <p>In terms of handling of the products, the platform offered significant savings, however due to the increased transportation caused by costs of having to transport the platforms back and forth (between product manufacturers and clients), the final savings of product were left vague to define and exact savings can only be inspected on customer specific basis.</p> <p>The study brought up several topics for further research in terms of how the platforms could be further processed to create additional income; for example how they could be integrated as part of storage system and calculating the number of platforms required to maintain the operations with or without storage system in use.</p>		
<b>Key words</b> Cost accounting, Savings, Transportation platform		

## **KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**

**Aiheuttamisperiaate** on periaate, jonka mukaan esimerkiksi tietyt kustannukset pyritään kohdistamaan kustannuksien aiheuttajaan.

**Henkilötyötunti** yksikkönä osoittaa yhden henkilön tunnin tehokasta työaikaa.

**Kustannuslaskenta** pyrkii laskennallisesti kuvaamaan mielenkiinnon kohteen kustannusrakennetta.

**Lavametri** on logistinen yksikkö, joka osoittaa 2,5 m leveän kuormatilan käytön metreinä. Esimerkiksi 2,5 m x 1 m on yksi lavametri

**Volyymi** on paljouden yksikkö, jota monesti hyödynnetään teollisuudessa ilmoittamaan nimikekohtaisen määrän tilauksessa.

**TIIVISTELMÄ  
ABSTRACT  
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY  
SISÄLLYS**

<b>1</b>	<b>JOHDANTO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>KEHIKON TOIMINTAPERIAATE.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>TOIMITUSPROSESSI .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>TIETOPERUSTA.....</b>	<b>6</b>
4.1	Kustannuslaskenta .....	6
4.2	Lean .....	8
<b>5</b>	<b>MENETELMIEN VALINTA .....</b>	<b>10</b>
5.1	Pakkausprosessi.....	10
5.1.1	Työaikakustannukset.....	11
5.1.2	Pakkausmateriaalit .....	12
5.2	Kuljetukset.....	12
5.2.1	Kehikoiden kuljetuskapasiteetti .....	13
5.2.2	Maalattujen tuotteiden kuljetus .....	13
5.2.3	Kuljetualustojen palauttaminen .....	14
5.3	Vastaanotto ja kokoonpano.....	14
<b>6</b>	<b>TULOKSET .....</b>	<b>15</b>
6.1	Pakkausprosessi.....	15
6.2	Kuljetus .....	16
6.2.1	Kuljetuskapasiteetti .....	16
6.2.2	Kuljetuskustannukset .....	16
6.3	Vastaanotto ja kokoonpano.....	18
<b>7</b>	<b>ANALYYSI .....</b>	<b>20</b>
<b>8</b>	<b>POHDINTA.....</b>	<b>22</b>
	<b>LÄHTEET .....</b>	<b>24</b>
	<b>LIITTEET</b>	

## **KUVIOT**

KUVIO 1. Kustannuslaskennan laskentameteodeista.....	6
KUVIO 2. Tunnistetut prosessit.....	10
KUVIO 3. Pakkausprosessien kuvaus.....	11
KUVIO 4. Yhteenlasketut euomääräiset säästöt.....	18

## **KUVAT**

KUVA 1. Hahmotelma kehikon toiminnasta.....	2
KUVA 2. Tyhjiä kehikoita aseteltuna eri asennoissa.....	3
KUVA 3. Tuotteiden pakkausta.....	4

## **TAULUKOT**

TAULUKKO 1. Pakkausprosessin materiaalikustannukset.....	15
TAULUKKO 2: Pakkausprosessin kesto.....	16
TAULUKKO 3. Kuljetuksien vuosittaiset lavametrit volyymilla 1.....	17
TAULUKKO 4. Vuotuiset lavametrit volyymeittain.....	17
TAULUKKO 5. Pakkauksien käsittelyyn käytetyt ajat vastaanotossa ja kokoonpanossa.....	19

## 1 JOHDANTO

Yritys X toimittaa maalattuja teräs tuotteita yritykselle Y. Tuotteiden toimitukset ovat osoittautuneet haasteellisiksi, sillä monien tuotteiden maalipinta naarmuuntuu herkästi kuljetuksen aikana. Tuotteita on kokeiltu suojata yksittäispakkaamalla ne suojamuoveihin ja pehmusteisiin, mikä on todettu aikaa vieväksi ja kalliiksi. Työskennellessäni yrityksessä X ideoin vapaa-ajallani kuljetusalustaa, joka poistaisi tarpeen ylimääräiseen pakkaamiseen sekä nopeuttaisi ja helpottaisi tuotteiden käsittelyä säilyttäen kuitenkin tuotteet laatuvaatimuksien mukaisina.

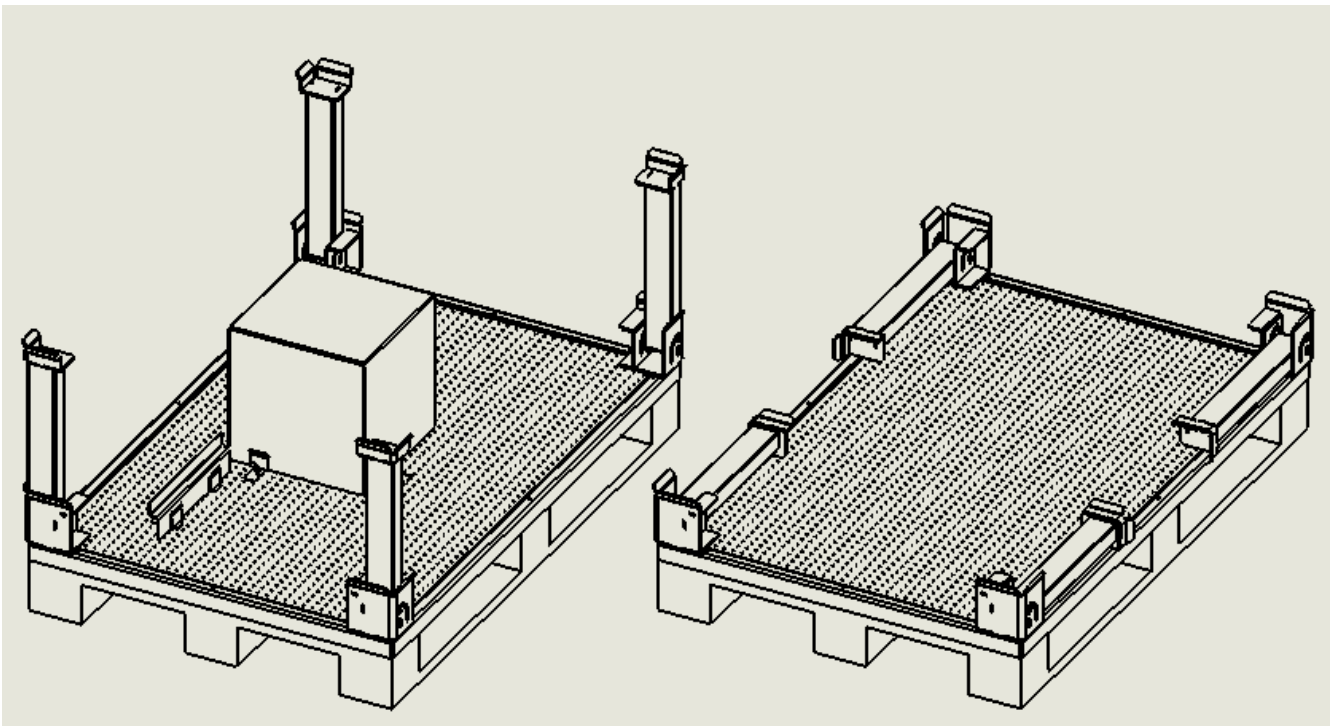
Työn tarkoituksena oli luoda hyödyllistä tietoa käytettäväksi asiakkaiden kannattavuuslaskelmien tueksi sekä viitteitä antavia tietoja hyödynnettäväksi kehikon markkinointiin. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ja kartoittaa ideoidun konseptin mahdollisesti tuomia säästöjä kehikoiden kierron eri vaiheissa. Tarkoituksena on pyrkiä tunnistamaan ja erottelemaan toiminnan kannalta olennaisimmat kustannukset käyttäen hyväksi Leanin periaatteita, kuten kahdeksaa hukkaa.

Tunnistamalla eroavaisuudet mallien kustannusrakenteessa voidaan kehikoiden mahdollisesti tuomat säästöt määritellä riittävällä tarkkuudella ilman paneutumista liian syvälle toiminnan eri kustannuksiin. Tarkoituksena oli vertailla kahden eri konseptin välisiä eroja, ei määritellä kehikoiden täydellisiä kustannuksia.

## 2 KEHIKON TOIMINTAPERIAATE

Tutkittava kehikko muodostuu kahdesta toiminnosta; pohjasta ja runkorakenteesta. Pohjan tarkoituksena on mahdollistaa kappaleiden mahdollisimman vaivaton asettelu ja kiinnittäminen. Runkorakenteen tarkoituksena taas on mahdollistaa lavojen päälle lastaus sekä suojata kappaleita mahdollisilta ulkopuolisilta voimilta. Kehikko on suunniteltu asennettavaksi suoraan kuljetusalustana käytettävän EUR-lavan päälle.

Pohja koostuu pohjalevystä ja jousiviritteisistä pienistä puristimista, jotka toimivat kiinnikkeinä. Kiinnikkeet voidaan kiinnittää ruuveilla suoraan kiinni pohjalevyyn käyttämällä kohdistamisessa apuna pieniä 20 mm:n välein leikattuja reikiä. Tuotteet on tarkoitus kiinnittää asettamalla solumuovikaistale kiinnikkeen päälle ja painamalla tuote kiinnikkeisiin. Jousi varmistaa tuotteen pysymisen tukevasti paikallaan sekä kiinnikkeen säilymisen käyttökelpoisena kiinnitys- ja irrotuskerrasta toiseen.

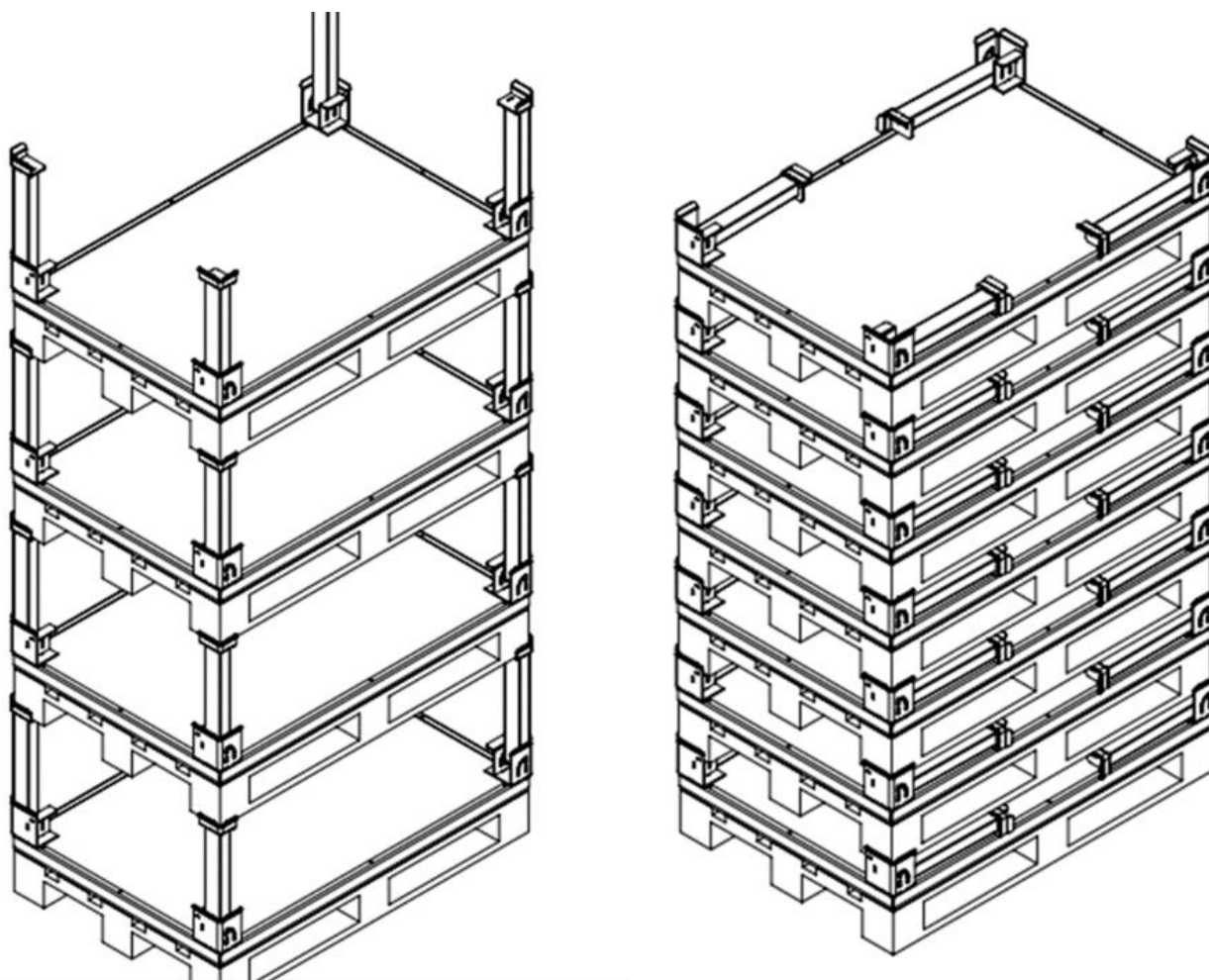


KUVA 1. Hahmotelma kehikon toiminnasta.

Runkorakenne koostuu EUR-lavan reunoille tulevasta teräksisestä kehästä, jonka jokaiseen nurkkaan on hitsattu taittomekanismilla varustettu jalka. Käytännössä jalat voidaan taittaa vaaka-asentoon nostamalla jalkaa 10 mm suoraan ylöspäin ja kääntämällä jalka lavan suuntaisesti sivulle. Taittomekanismi voidaan



myös lukita kääntämällä ylempää kiinnityspulttia myötöpäivään, jolloin mahdolliset töyssyt lavoja kuljetettaessa eivät pysty missään tapauksessa kaatamaan jalvoja vaaka-asentoon.



KUVA 2. Tyhjiä kehikoita aseteltuna eri asennoissa

### 3 TOIMITUSPROSESSI

Tilauksen saapuessa alihankintaan tuotteet kulkevat normaalisti valmistusprosessin läpi. Tuotteiden maalauksen alihankkija ostaa alihankintana pintakäsittelyyn erikoistuneelta yritykseltä. Maalaukseen toimitettaessa tuotteet nostellaan nykymallissa tiiviisti EUR-lavoille. Tuotteiden ollessa jo lavoilla käy prosessissa käyneiden virheiden, kuten puuttuvien kappaleiden tai nimikkeiden havaitseminen työlääksi ja vaivalloiseksi. Asettelemalla tuotteet tutkimuksen kohteena oleviin kuljetuskehikoihin voitaisiin toimitukset varmentaa huomattavasti vaivattomammin. Näin ollen voidaan olettaa kehikoiden tuomien kustannuksien ja säästöjen kohdistuvan pääasiassa epäsuorasti alihankkijan luotettavuuteen ja toimitusvarmuuteen. Riippuen pintakäsittelijän sijainnista kehikoiden käyttäminen voi vaikuttaa kuljetuskustannuksiin, mutta näitä käsitellään hieman edempänä.

Pintakäsittelyssä toimitus käsitellään sopimuksen mukaisesti ja lopuksi suojataan käärimällä yksittäin solumuoviin ja kiristekalvoon (KUVA 3). Vaihtoehtoisesti käytettäessä kehikoita ei tuotteita ole tarpeen erikseen suojata, vaan tuotteen voidaan asettaa suoraan kehikossa sijaitseviin kiinnikkeisiin. Kiinnikkeiden kosketuspinnoina voidaan käyttää suojauksena pientä kaistaletta solumuovia. Kehikoilla on nähtävissä vaikutuksia pakkaamisessa käytettyyn aikaan ja materiaaliin.



KUVA 3. Tuotteiden pakkausta.

Tuotteiden kuljetuksessa laitevalmistajalle EUR-lavoja ei voida lastata päällekkäin, mikä tarkoittaa sitä, että suurin osa käytetyistä lavametreistä sisältävää pelkkää ilmaa. Kehikoiden kokoontaitettavat jalat mahdollistavat peräti neljän kehikon päällekkäin lastaamisen, mutta toisin kuin lavat, joudutaan kehiöt kierrättämään takaisin prosessin alkuun. Paluulähtelyksessä kehikoiden jalat voidaan taittaa alas, jolloin kehiöitä voidaan kuormata tiiviisti yhdeksän kappaletta päällekkäin. Kuljetuksen yhteydessä syntyykin todennäköisesti lisäkustannuksia, joita on pyritty minimoimaan mahdollisimman paljon.

Tuotteiden saapuessa laitevalmistajan vastaanottoon suoritetaan tuotteille tarkastus, jossa piirustuksien avulla varmistetaan saapuneet nimikkeet sekä tarkistetaan tuotteiden määrät. Kehikoiden uloimman suojauksen jälkeen tuotteet ovat siististi esillä, eikä parhaimmassa tapauksessa tuotteita tarvitse edes poistaa kehiöstä ennen hyllyttämistä. EUR-lavoille pakatuista tuotteista joudutaan jokaisesta nimikkeestä vähintään yksi pakkaus aukaisemaan tuotteen tunnistamiseksi ja vertaamiseksi piirustuksiin. Määrän laskemiseksi lavalta joudutaan ensin ”lonimaan” eli etsimään vastaavaa nimikettä olevat tuotteet. Tunnistamisen jälkeen tuotteet toimitetaan varastossa nimetyille hyllypaikoille, josta tuotteita noudetaan tarpeen mukaan kokoonpanoon.

Kokoonpanossa loput tuotteet aukaistaan pakkauksistaan ja mahdolliset laatuvirheet huomataan vasta silloin. Uuden tuotteen noutaminen vioittuneen tilalle vie paljon aikaa ja oikein huonolla onnella viallisia tuotteita löytyy varaston hyllyltä useampi kappale. Pahimmillaan voi seurauksena olla koko tuotantolinjan pysähtyminen, sillä korvaavien tuotteiden toimittamiselle syntyy kova kiire.

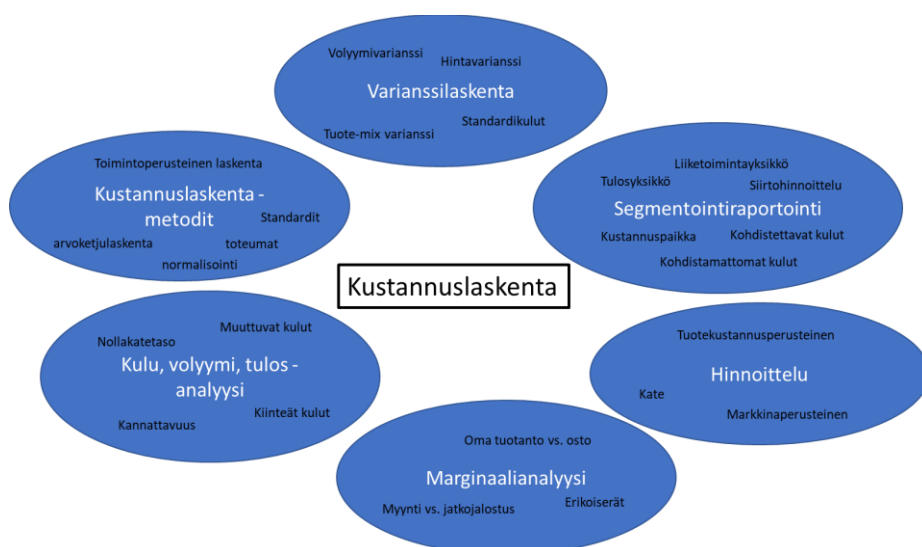
Pienellä suunnittelulla kehiöitä voitaisiin hyödyntää myös varastoinnissa. Asettelemalla samaan kokoonpanoon kuuluvat tuotteet samalle kehiölle voitaisiin tuotteet varastoida suoraan kehiöissä, mikä mahdollistaisi keräilyssä tuoteryhmän noutamisen kerralla kokoonpanoon. Näin ei tarvitse keräilyä kierrättää hyllyriviltä toiselle noutaessaan tai hyllyttäessään tuotteita.

## 4 TIETOPERUSTA

Työssä tarkastellaan kuljetusalojen myötä käyttöönotettavaa toimintamallia sekä vertaillaan jo käytössä olevaan malliin. Tarkoituksena oli selvittää mahdollisesti korvaavan mallin kannattavuus, ja siksi päädyttiin tarkastelemaan ongelmaa kustannuslaskennan oppeja soveltaen. Vertailtaessa kahta tarkoitukseltaan samanlaista toimintaa ei ole järkevää tai kannattavaa kartoittaa kaikkia toimintaan liittyviä kustannuksia, vaan tutkimuksessa pyrittiin määrittelemään mahdollisia kustannuseroja Leanin filosofioita hyödyntäen.

### 4.1 Kustannuslaskenta

Kustannuslaskennan tarkoituksena on pyrkimys kuvata kulujen, volyymin ja tuloksen välistä vuorovaikutusta (Timperi 2016). Tämän voidaan käsittää kattavan yrityksen tuloslaskelman kustannuksista aina yksittäisen toiminnon, työn tai tuotteen sisältämien kustannuksien kuvaukseen. Kustannuslaskennassa ajatuksena on todellisuuden yksinkertaistaminen hallittavaan muotoon (Pellinen 2003, 66). Tähän monesti liittyy tarve pystyä perustelemaan kustannuksien kohdentamisen paikkansapitävyyttä, eli pystyä kertomaan, mistä kustannukset tulevat. Aiheuttamisperiaatteen noudattaminen varmistaa kustannuksien kohdentamisen laskentakohteisiin ilman, että kohdistamista voitaisiin väittää mielivaltaiseksi (Pellinen 2003, 65).



KUVIO 1. Kustannuslaskennan laskentameteodeista (Timperi 2016)

Tapoja laskea kustannuksia on useita riippuen mielenkiinnon kohteesta. KUVIO 1:ssä on hahmoteltu Timperin miellekarttaa eri kustannuslaskelman metodeista avainsanoineen. Kustannuslaskenta on omaehtoista luovaa työtä sisältäen vain vähän lakisääteisiä rajoituksia, jotka nämäkin koskevat yrityksen kirjanpitoa. Kustannuksia laskiessa on siis syytä pitää mielessä turhan kustannuslaskennan olevan itsessään turha kustannus. Timperi tuo myös esiin hyödyllisen näkökulman laskentamallin valitsemisen ja luomisen kysymyksien kautta (Timperi 2016).

Tutkimuksessa käsiteltävä kysymys oli lyhyt ja ytimekäs; onko uusi toimintamalli (vaihtoehto A) kannattavampi, kuin vanha toimintatapa (Vaihtoehto B) ja kuinka paljon? Johtuen hyvin rajallisesta informaatiosta kummankaan vaihtoehdon tarkasta kulurakenteesta, ei voitu vain vähentää vaihtoehto B:n kustannuksia vaihtoehto A:n kustannuksista. Nykyisellä käytössä olevalla tavalla on olemassa oleva kulurakenne, jota hyödyntäen voimme määrittellä kulurakenteen myös uudelle toimintamallille. On perusteltua väittää, että tavalla ja mallilla on paljon yhteneväisiä kustannuksia, sillä vaihtoehdot ovat samoja tehtäviä hieman eri tavalla suorittavia toimintoja. Jos vaihtoehto B:n kustannukset ovat X, niin vaihtoehdon A kustannukset ovat  $X+(A_1+A_2+A_3\dots)$ . Suluissa ovat uuden vaihtoehdon tuomat säästöt ja lisäkustannukset verrattuna vaihtoehto B:hen.

Tuotteiden kuljettaminen ja käsittely ei itsessään tuota mitään, joten voimme keskittyä kuljetuksissa ja käsittelyissä syntyviin kustannuksiin. Välittömiä ja välillisiä kustannuksia syntyy joka paikassa, ja monet ovat abstrakteja sekä vaikeasti havainnoitavia. Kuten edellä on mainittu, yrityksellä on jo ennestään käytössään tehtävän täyttävää toimintaa, joten voimme tämän pohjalta tarkastella uuden toiminnan eroja ja vertailla uuden toiminnan mahdollisesti tuomien säästöjen pohjalta uusia kustannuksia. Voimme näin myös kiertää monia yrityskohtaisia kulurakenteita, jotka todennäköisesti vääristäisivät tutkimustulosta. Tästä syystä oli järkevintä laskea vain ne toiminnan osat, joissa on havaittavissa eroja.

Itse laskelmat voidaan suorittaa hyvinkin yksinkertaisesti, kun toiminnan kulut onnistutaan kohdentamaan riittävän luotettavasti. Kun siis mahdolliset säästöt vähennetään nykyisestä kulurakenteesta, voidaan määrittää uusien kustannuksien rakenne. Mahdolliset lisäkustannukset on myös huomioitava uusien kustannuksien laskennassa.

## 4.2 Lean

Tutkittavalla kehikolla tavoitellaan ulkoistettujen toimintojen yhteistyön sujuvoittamista pyrkimällä pienentämään tuotteiden vaurioitumiseen johtavia riskejä sekä vähentämään tuotteiden logistiikassa vaadittujen resurssien määrää. Artikkelissa Lean ja hukka – Muda, Mura ja Muri kerrotaan tuotteiden arvon muodostuvan toiminnoissa, joissa myytävä tuote muodostuu (Piirainen 2014). Tuotteiden logistiikassa vaadittavat toimenpiteet eivät näin ollen perustu tuotteiden arvon lisäykseen, vaan paremminkin tuotteiden arvon säilyttämiseen. Toimintoja voidaan pitää tuottamattomina, vaikkakin välttämättöminä, käyttökelpoisten tuotteiden toimittamiseksi.

Lean-filosofian keskeisimpänä ajatuksena on lähtökohtaisesti parantaa yrityksen tuottavuutta. Pyrkimyksenä on tunnistaa ja eliminoida erilaisia turhia ja tuottamattomia toimintoja tuotannon tehostamiseksi, kuitenkin erikseen nopeuttamatta työtahtia. (Pinja 2016). Käsittääkseni toimintoja ei voida todellisuudessa kuitenkaan poistaa kokonaan, vaan tuottamattomien toimintojen kustannuksia pyritään vähentämään tai vaihtamaan pienemmällä kustannusrakenteella toimivaan toimintoon. Tuottamattomat toiminnot voitaisiin määritellä siis piilokustannuksiksi. Piilokustannukset eivät ole välttämättömiä kustannuksia tuotteiden tai palveluiden tarjoamisessa, ja piilokustannuksien voidaan näin sanoa olevan Lean-ajattelumallin mukaisia tuottamattomien toimintojen kustannuksia.

Taiichi Ohnon sekä monien muiden ajatusten pohjalta kootun prosessijohtamisen filosofian Leanin keskeisimpiin teorioihin lukeutuvat seitsemän tuottamatonta toimintoa. Leanin tuottamattomat toiminnot ovat: ylituotanto, odottelu ja viivästykset, tarpeeton kuljettaminen, ylikäsittely, tarpeettomat varastot, tarpeeton liike, laaturvirheet sekä myöhemmin kahdeksanneksi toiminnoksi lisätty luovuuden ja osaamisen käyttämättömyys. (Pinja 2016.)

Ylituotannossa tuotteita tuotetaan yli sen hetkisen tarpeen esimerkiksi varastoon ilman täyttä varmuutta tuotteen ostajasta (Einistö 2010, 5). Ylituotanto myös lieventää todellisten ongelmien vaikutuksia ja vaikeuttaa näiden havaitsemista (Pinja 2016). Tuotteiden ylituotannolla on vaikutuksia tuotteiden kuljetuksiin ja logistisiin toimintoihin, jos tuotteita toimitetaan esimerkiksi maalaukseen asti ennen tilausta. Tutkimuksen prosessit eivät kuitenkaan tuota tuotteita, joten kyseisen ilmiö syntyy jossain muualla, eikä vaikuta tutkimuksen tuloksiin. Kuten ylituotannossakin, ei varastointi vaikuta suoraan tutkimuksen alaisiin prosesseihin.

Tuotannon odottaminen ja erilaiset viivästykset eivät varsinaisesti vaikuta suoraan tutkimuksessa käsiteltäviin toimintoihin, vaikkakin jotkut toiminnan vaiheet saattavat olla pullonkauloina. Mahdollisesti toiminnassa ilmenevissä viivästyksissä ja odotuksissa on kyse paremminkin toiminnan organisointiin liittyvistä ongelmista, kuin tuotteiden kuljettamiseen valitusta konseptista.

Kaikenlainen tuotteiden tai ihmisten tarpeeton kuljettaminen ei tuota asiakasarvoa, ja sitä on syytä välttää (Pinja 2016). Jos alustojen käyttöä laajennettaisiin myös varastointiin, avautuu mahdollisuus lisäsäästöille. Mahdolliset säästöt varastoinnissa vaativat kuitenkin lisätutkimuksia, eikä niitä tässä tutkimuksessa käsitellä tämän enempää.

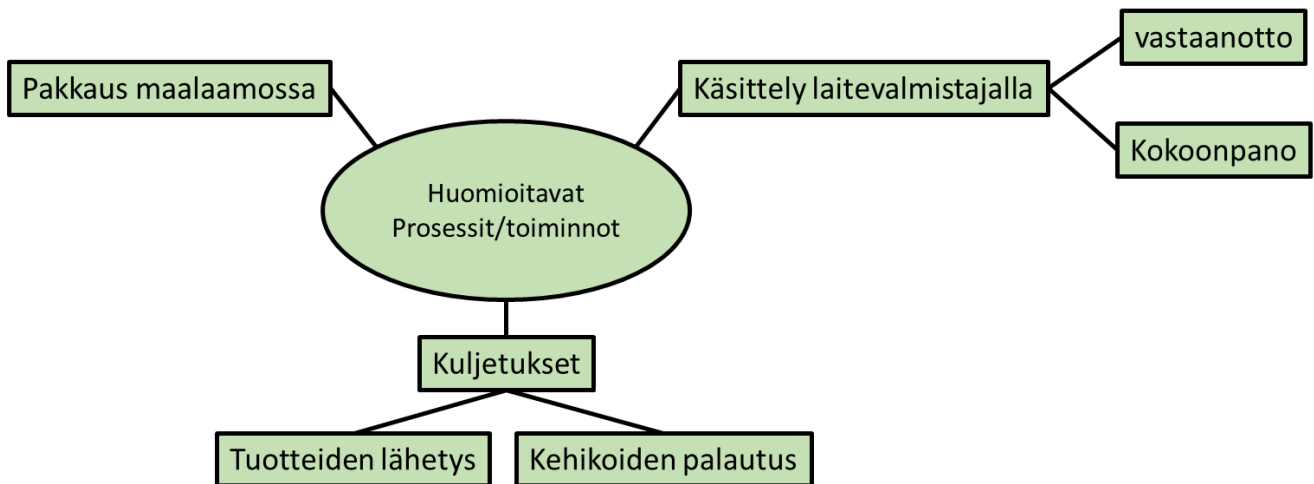
Tuotteiden ylikäsittely mielletään usein itse tuotteiden liialliseksi käsittelyksi tai väärillä työkaluilla valmistetuiksi viallisiksi tuotteiksi (Pinja 2016). Einistön 2010 hukalle käyttämä nimitys sopimattomasta prosessoinnista kuvaa hukkaa mielestäni paremmin. Kyseistä hukkaa voi myös syntyä ylimääräisissä arvoa lisäämättömissä prosessin vaiheissa, kuten esimerkiksi tuotteiden suojaaminen prosessien välisessä siirtelyssä.

Kaikki työvaihetta suorittaessa tehty ylimääräinen liike on hukkaa (Pinja 2016). Laittevalmistajalla tapahtuva ylimääräinen työ kuten pakkauksien availu tuotteiden vastaanotossa tai kokoonpanossa voidaan lukea tämän hukkan piiriin. Mukaan voidaan lukea myös pakkauksesta johtuva tuotteiden penkominen ja pakkausmateriaalien roskiin kuljettaminen.

Virheellisten tuotteiden korjaus tai uudelleen valmistus aiheuttavat turhia kustannuksia (Pinja 2016). Laatuvirheiksi voidaan tässä tapauksessa nimetä esimerkiksi maalipinnan naarmuuntuminen, jota on pyritty tuotteiden perusteellisemmalla pakkaamisella ehkäisemään. Vaikka juuri laatuvirheet ovat syy tuotteiden kuljettamiseen käytettyihin lisäresursseihin, ei reklamaatioihin johtavien laatuvirheiden esiintyvyyttä lyhyellä aikavälillä voida luotettavasti mitata. Kuljetusalustan vaikutus laatuvirheisiin jää spekulatiiviselle tasolle, vaikka alustan suunnittelussa on systemaattisesti pyritty huomioimaan mahdollisiin laatuvirheisiin johtavia tilanteita. Tässä tutkimuksessa oletamme laatuvirheiden säilyvän samana molemmissa toimintamalleissa. Viimeistä hukkaa eli työntekijöiden luovuutta ja osaamista ei tässä tutkimuksessa voitu soveltaa.

## 5 MENETELMIEN VALINTA

Kehikon toimintaympäristöstä voidaan leanin tuottamattomien toimintojen pohjalta eritellä mahdolliset kustannuserot kolmeen pääluokkaan: maalaamon pakkausprosessiin, tuotteiden käsittelyyn laitevalmistajalla ja kuljetuksiin (KUVIO 2.).



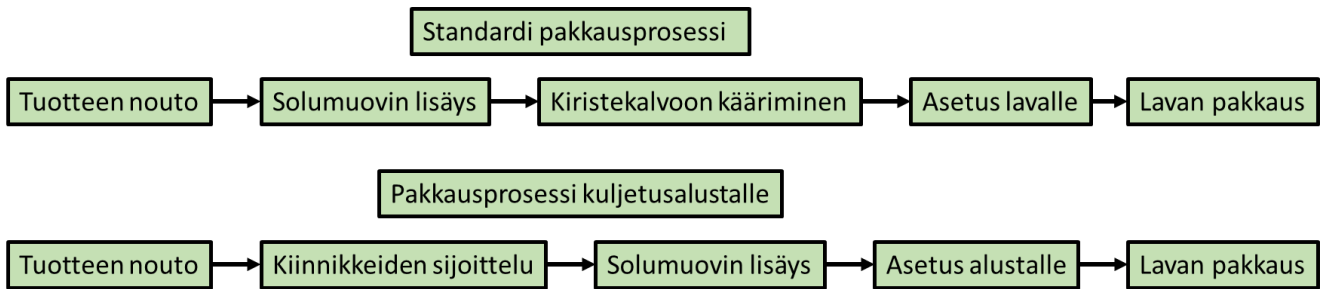
KUVIO 2. Tunnistetut prosessit

Pääluokat käsittävät kokonaisuudessaan viisi prosessin osaa tai toimintoa, joissa on havaittu eroja nykyisen toiminnan ja tutkimuskohteen mukanaan tuoman toiminnan välillä. Havaittujen toimintojen jakautuessa erityyppisille toimitusprosessin alueille, vaaditaan eri toimintojen luotettavassa mittaamisessa useita eri mittaamenetelmiä. Luvussa käydään läpi toimintojen mittauksissa huomioon otettavat seikat sekä valitaan tutkimuksen kannalta oleelliset mittausmenetelmät.

### 5.1 Pakkausprosessi

Maalaamon normaali pakkausprosessi koostuu neljästä vaiheesta, jotka ovat maalatun tuotteen noutaminen linjastolta, tuotteen kääriminen solumuoviin, solumuovin kiinnittäminen kiristekalvolla sekä pakatun tuotteen laskeminen EUR-lavalle. KUVIO:ssa 3 esitetään normaali pakkausprosessi sekä pakkausprosessi kuljetusalustaa käytettäessä.





KUVIO 3. Pakkausprosessien kuvaus

Pakkausprosessissa syntyvät kustannukset voidaan jakaa työaikakustannuksiksi ja pakkausmateriaalikustannuksiksi. Tämänhetkessä pakkausprosessissa voidaan hyödyntää maalausyrityksen keräämiä historiallisia tietoja, joiden pohjalta voimme määrittää pakkausprosessissa syntyviä kustannuksia. Koska kehikoita ei ole valmistettu eikä näin ollen historiallista dataa ole saatavilla, joudumme turvautumaan erilaisiin simuloiviin tutkimusmenetelmiin, eli kehikoihin suoritettava pakkaustapahtuma pyritään jäljittelemään vastaavan kaltaisilla toimenpiteillä.

Kappaleiden yksittäispakkaaminen solumuovilla ja kiristekalvolla on aikaa vievää työtä, joka jäisi kehikoiden käyttöönnoton jälkeen käytännössä kokonaan pois. Tuotteet pakataan kehikoihin painamalla tuote suoraan kehikossa sijaitseviin kiinnikkeisiin. Kiinnikkeen ja tuotteen kosketuspintoihin tulee vain pieni kaistale solumuovia naarmuuntumisen ehkäisemiseksi. Lopullinen tuotteiden sitominen kiristekalvolla lavaan tai kehikkoon paremman pysyvyyden varmistamiseksi ovat prosessiltaan käytännössä samanlaiset, joten tähän kuluva aika ja materiaalit voitiin jättää huomiotta tässä tutkimuksessa.

### 5.1.1 Työaikakustannukset

Pintakäsittelijä kellotti tuotteiden muovittamiseen ja pakkaamiseen käytetyn ajan. Yhden tuotteen keskimääräinen pakkaus aika saatiin mittaamalla tuotteiden pakkaamiseen käytetty aika ja jakamalla tässä ajassa pakattujen tuotteiden kokonaismäärällä. Vastaavaa ei voitu täysimääräisesti soveltaa kehikoihin, vaan tuotteiden asettelun vaatima aika jouduttiin määrittämään simuloimalla oikea pakkaustapahtuma.

Joustavalla pohjaratkaisulla kiinnikkeiden asemoimiseen joudutaan kiinnittämään erityistä huomiota. Riittävän realistisen simuloinnin aikaansaamiseksi luotiin tapahtumasta käsikirjoitus. Käsikirjoitus piti sisällään tuotteen noutamisen n.5 metrin päästä kehikon läheisyyteen. kehikosta ruuvattiin irti kolme

kiinnikettä ja ruuvattiin takaisin kiinni oikeille paikoilleen. tämän jälkeen solumuovisuikaleet aseteltiin kiinnikkeiden päälle ja kappale painettiin paikalleen. Ruuvarin ruuvauskärkineen oletettiin olevan valmiina. Tärkeää oli myöskin muistaa kyseessä olevan simulaatio eikä nopeuskilpailu, joten toiminta pyrittiin säilyttämään rauhallisena.

### **5.1.2 Pakkausmateriaalit**

Pintakäsittelyssä käytettyjen pakkausmateriaalien oikean määrän kohdistaminen oikeille tuotteille lyhyellä aikavälillä on mittauksien paikkansa pitävyyden kannalta haasteellista. Tutkimukseen kuulumattomien tuotteiden materiaalikulutuksen sekoittumisen estämiseksi oli mittauksessa käytettävät pakkausmateriaalit eroteltava ennen mittauksien aloittamista. Kuten aikaisemmin mainittiin, tuotteiden sitominen lavalle jätetään huomiotta ja eroteltuja materiaaleja käytettiin vain itse tuotteiden suojaamisessa. Pakkausmateriaalien keveyden takia punnitseminen on suhteellisen epätarkkaa ja kasvattaa virhemarginaalin liian suureksi, joten päädyttiin mittaamaan jäljelle jääneiden rullien pituus kokeen lopuksi.

Kehikkoon pakattaessa voidaan käyttää kooltaan 5x10cm solumuovikaistaleita jokaista kiinnikettä kohti. Tuotteet kiinnitetään paikalleen keskimäärin kolmella kiinnikkeellä.

## **5.2 Kuljetukset**

Uuden toimintamallin tuotteiden havainnollistavampi asettelu ja kuljetusalustojen kierrättäminen tekevät kuljetuksien kustannusrakenteeseen suuria muutoksia verraten alkuperäiseen toimintatapaan, jossa tuotteet pakattiin tiiviisti EUR-lavoille. Koska lavojen lastaus päällekkäin oli kiellettyä, kuljetuksen lavametrit määräytyivät lavojen määrän mukaan. Kuljetuksia tarvittiin vain yhteen suuntaan, sillä lavoja ei kierrätetty. Kuljetusalustan visuaalisemman esitystavan vuoksi ei täyttökapasiteetti ole yhtä suuri kuin aikaisemmissa EUR-lavoille pakatuissa toimituksissa, mutta se että kehikoita voi lastata päällekkäin, pitäisi kompensoida vaikutuksia huomattavasti.

Alustojen kierrättäminen luo kuljetuksiin aivan uuden kustannuksen alustan matkatessa takaisin prosessin alkuun. Alustan taiteltavuudella on pyritty minimoimaan paluukuljetuksien kustannuksia. Kuljetuskustannuksien vertailtavuuden vuoksi on syytä pyrkiä esittämään kuljetuksiin vuosittain käytetyt lavametrit.

### 5.2.1 Kehikoiden kuljetuskapasiteetti

Prosessien toiminnan helpottamiseksi ja nopeuttamiseksi on tuotteiden visuaalinen esitys alustoissa yksi laitevalmistajalle arvoa tuovista toiminnoista. Ylimääräisen pakkausmateriaalin poisjääminen asettaa omat vaatimuksensa tuotteiden selkeään ja luotettavaan asetteluun. Tästä syystä tuotteita ei voida pakata yhtä tiiviisti kuin ennen ja kuljetuskapasiteetti joudutaan määrittämään uudelleen. Alustojen todellinen kapasiteetti voidaan varmasti todeta vain koesovittamalla kaikki valmistajan maalattavat nimikkeet, ja silloinkin kapasiteetti on tarkka vain kyseisen asiakkaan kohdalla. Tutkimuksen kannalta ei myöskään ollut tarkoituksenmukaista koesovittaa laitevalmistajan tuhatta maalattavaa nimikettä. Jonkinlaisen totuus pohjan luomiseksi päädyttiin koesovittamaan laitevalmistajan yhteen tuotteeseen kuuluvat maalattavat noin 70 nimikettä, sillä alustoihin mahtuvien nimikkeiden määrä jää todella nopeasti arvailujen varaan ja se voi vaihdella hyvinkin suuresti todellisista luvuista.

Nimikkeiden sovittaminen toteutettiin Solidworks-ohjelmiston avulla. Tarvittavat salassapitosopimukset allekirjoitettiin tuoteryhmän nimikkeiden 3D-mallinnuksien käyttämiseksi sovitusyössä. Jokaisesta nimikkeestä on määrä asettaa yksi kappale alustaan. Keskimääräinen arvo alustoihin mahtuvista nimikkeistä saadaan jakamalla nimikkeiden määrä tarvittujen alustojen määrällä. Näin alustojen määrä säilyy suoraan verrannollisena nimikekohtaisen lukumäärän eli volyymin suhteen. Toisin sanoen volyymin kolminkertaistuu myös tarvittavien kuljetusalustojen määrä kolminkertaistuu.

### 5.2.2 Maalattujen tuotteiden kuljetus

Vanhaan toimintatapaan verrattuna ei uudella toimintamallilla ole vaikutuksia vuotuisten toimituskertojen määrään, mistä voimmekin päätellä kustannuksien eroavaisuuksien tulevan kuormatilan hyödyntämistä. Yksittäisten toimituserien koot saattavat vaihdella välillä suurestikin. Vanhan käytännön mukainen lavapaikkojen käyttö voidaan määrittää yksinkertaisesti jakamalla vuodessa tilattujen kappaleiden määrä EUR-lavalle keskimäärin pakattujen kappaleiden määrällä, ja koska lavojen päällekkäin lastaus ei onnistu, vastaa yksi EUR-lava 0,3 lavametriä.

Koska toimituksien suuruutta ei voi etukäteen ennustaa, täytyy kuljetusalustojen kapasiteettiä vertailla lavojen kapasiteettiin. Koska alustan päälle on mahdollista lastata mikä tahansa EUR-lava, määräytyvät rahtikustannukset alustojen fyysisten mittojen mukaan eivätkä koko lavakorkeudelta. Näin voidaan

päätellä kuljetusalustan vievän neljä kertaa vähemmän lavametrejä verrattuna normaaliin EUR-lavaan nähden.

### **5.2.3 Kuljetualustojen palauttaminen**

Mahdollisesti suurin kuljetusalustoista koituvaa vuosittainen kustannus on alustojen palauttaminen takaisin prosessin alkuun. Alustojen palauttamisessa syntyvien kustannuksien laskelmissa voitaisiin hyödyntää ajatusta palautettavien alustojen vuotuisen määrän olevan yhtä suuri kuin maalattujen tuotteiden kuljetukseen käytettyjen alustojen vuotuinen määrä. Kuten aikaisemmin on mainittu, kustannuksia on pyritty hillitsemään alustojen päällekkäin lastaukseen tarkoitettujen jalkojen taittavuudella, jolloin tyhjiä alustoja voidaan mahduttaa lavametriin peräti 27 kappaletta 12:sta sijaan.

### **5.3 Vastaanotto ja kokoonpano**

Kehikon vaikutukset varastointiin luokiteltiin tässä tutkimuksessa epäsuoriksi ja jätettiin huomiotta. Vaikka nimikkeiden hyllytyksessä ja hyllystä noutamisessa oli havaittavissa mahdollisia säästön paikkoja, vaatisi tämä muutoksia varastointijärjestelmään ja kehikoiden käytön laajentamista osaksi varastointi- ja kokoonpanoprosessia.

Tuotteita vastaanotettaessa nimikkeiden laskennassa ja varmistuksessa mahdollisesti ilmenevät ajalliset eroavaisuudet johtuvat todennäköisemmin toiminnan vaihteluista kuin kehikon toiminnasta, joten jouduimme jättämään nämä huomiotta. Muovitetujen tuotteiden tunnistamiseksi joudutaan jokaisesta nimikkeestä yksi pakkaus avaamaan. Kehikoiden kohdalla niiden visuaalisemman esitystavan ansiosta näin ei kuitenkaan tapahdu.

Laitevalmistajan prosesseissa oli havaittavissa kaksi toimintoa, joihin kuljetuskehikolla oli suoria vaikutuksia. Vastaanotossa pakkausten aukaiseminen tuotteiden tunnistamiseksi ja laskemiseksi jäisi nykyisellä konseptilla pois, kuten myös jäljelle jääneiden pakkausten purkaminen ja roskiin vieminen kokoonpanossa, joten laitevalmistajan prosesseissa syntyvät säästöt rajoittuvat pakkauksen aukaisemiseen. Laitevalmistaja on suostunut kellottamaan ja toimittamaan pakkauksen aukaisemiseen kuluvan ajan ammattilaisen tekemänä.

## 6 TULOKSET

Tutkimukseen vaikuttavat säästöt ja kustannukset voidaan jakaa kolmeen eri pääryhmään, jotka ovat pakkausprosessi, kuljetukset sekä vastaanotto ja kokoonpano. Pakkausprosessissa tarkastelimme pakkaamiseen käytetyssä ajassa ja materiaalien käytössä syntyneitä eroavaisuuksia. Kuljetuksissa käsiteltiin toimituksissa syntyviä eroja kuormatilan käytössä sekä alustojen palautuksesta syntyviä ylimääräisiä kuljetuksia. Vastaanotossa ja kokoonpanossa uusi toimintatapa helpottaa tai poistaa työvaiheita, jotka eivät tuo tuotteille lisäarvoa.

### 6.1 Pakkausprosessi

Vanhassa toimintatavassa maalaamo ilmoitti kappaleiden keskimääräiseksi solumuovin kulutukseksi 0,2 neliometriä ja kiristekalvolle 70 senttimetriä. Kiristekalvoa lavojen pakkauksessa kului 15 metriä jokaista pakattua lavaa kohti, jonka oletamme pysyvän muuttumattomana kuljetusalustoille pakattaessa.

Kuljetusalustan keskimääräiseksi solumuovin kulutus 0,015 neliometriä saatiin laskettua keskimäärin kolmella 5x10 senttimetrin solumuovikaistaleella. Laskelmat osoittivat materiaalin kulutuksen vähenevän solumuovin osalta 0,185 neliometriä jokaista kappaletta kohti. Kiristemuovin kokonaiskulutus laskisi peräti 70 % nykyisestä, sillä tuotteita ei tarvitsisi erikseen paketoita. (TAULUKKO 1). Kiristekalvon kulutus on nykyisessä toiminnassa laskettu olettaen, että lavalle mahtuu keskimäärin 50 kappaletta tuotteita. Lavalle mahtuvien tuotteiden määrään paneudumme tarkemmin käsitellessämme kuljetuksia.

TAULUKKO 1. Pakkausprosessin materiaalikustannukset.

	nyk. toiminta	kuljetusalusta	säästöä alustalla	
solumuovin kulutus/osa	0,2	0,015	0,185 m <sup>2</sup>	93 %
kiristemuovin kulutus/osa	0,7	0	0,7 m	
kiristemuovin kulutus/lava	50	15	35 m	70 %

Tuotteiden yksittäispakkaamiseen kului aikaa keskimäärin n. 4 minuuttia kappaleelle. Kuljetusalustojen pakkauksien simuloinnit antoivat keskimäärin 1 minuutin ja 20 sekunnin keston, joten kuljetusalustoilla pystyttäisiin laskennallisesti säästämään peräti 2 minuuttia 40 sekuntia jokaista pakattua osaa kohden.

TAULUKKO 2. Pakkausprosessin kesto

	ilman alustaa	alustalla	säästö	
Pakkaus	00:04:00	00:01:20	00:02:40	per kpl

## 6.2 Kuljetus

Kuljetuskustannuksia tarkastellessa pitää ensin analysoida toimintamallien vaikutuksia kuljetuksiin. Tuotteiden toimitusmäärät säilyvät molemmissa toimintamalleissa ennallaan, mutta kuljetuksien sisäinen tilankäyttö muuttuu. Uudessa toimintamallissa alustat palautetaan takaisin prosessin alkuun, vanhassa toimintatavassa lavoja ei palautettu, vaan lavat jäivät laitevalmistajalle. Siksi onkin tärkeää huomioida eri toimintamallien kuljetuskapasiteettien vaikutukset kuormatilan käytössä.

### 6.2.1 Kuljetuskapasiteetti

Alkuperäisessä toiminnassa lavojen kuljetuskapasiteetti saadaan laskettua tilausten keskimääräisen nimikkeiden määrän ja volyymin ollessa 20 nimikettä/tilaus volyymilla 5. Tilaus mahtuu kahdelle lavalle, josta voimme laskea lavan vetoisuudeksi 50 kappaletta/lava.

Alustan kapasiteetti määriteltiin SolidWorks-ohjelmistolla yhteensä 72 nimikkeen pohjalta. Liitteessä 1 on esitelty nimikkeiden sijoittuminen eri alustoille (vihreä) ja alustalle sopimattomat nimikkeet ovat merkattuina punaisella. Keskimäärin alustoille onnistuttiin sijoittamaan 21 eri nimikettä volyymilla 1. Mikä tarkoittaa sitä, että volyymin ollessa viisi, vaaditaan 21 nimikkeen pakkaukseen viisi alustaa. Alustaa voitiin hyödyntää kaikkiaan 62 nimikkeessä, mikä on 86% kaikista tutkituista nimikkeistä.

### 6.2.2 Kuljetuskustannukset

Nimikkeiden kokonaismäärän ollessa 1000, voitaisiin tämän perusteella alustaa hyödyntää n.860 eri nimikkeessä. Nimikkeiden vuotuisten tilauskertojen ollessa 10-20, voidaan viikoittain keskimäärin toimitettaviksi nimikemääräksi laskea 250 nimikettä.

TAULUKKO 3. Kuljetuksien vuosittaiset lavametrit volyymilla 1

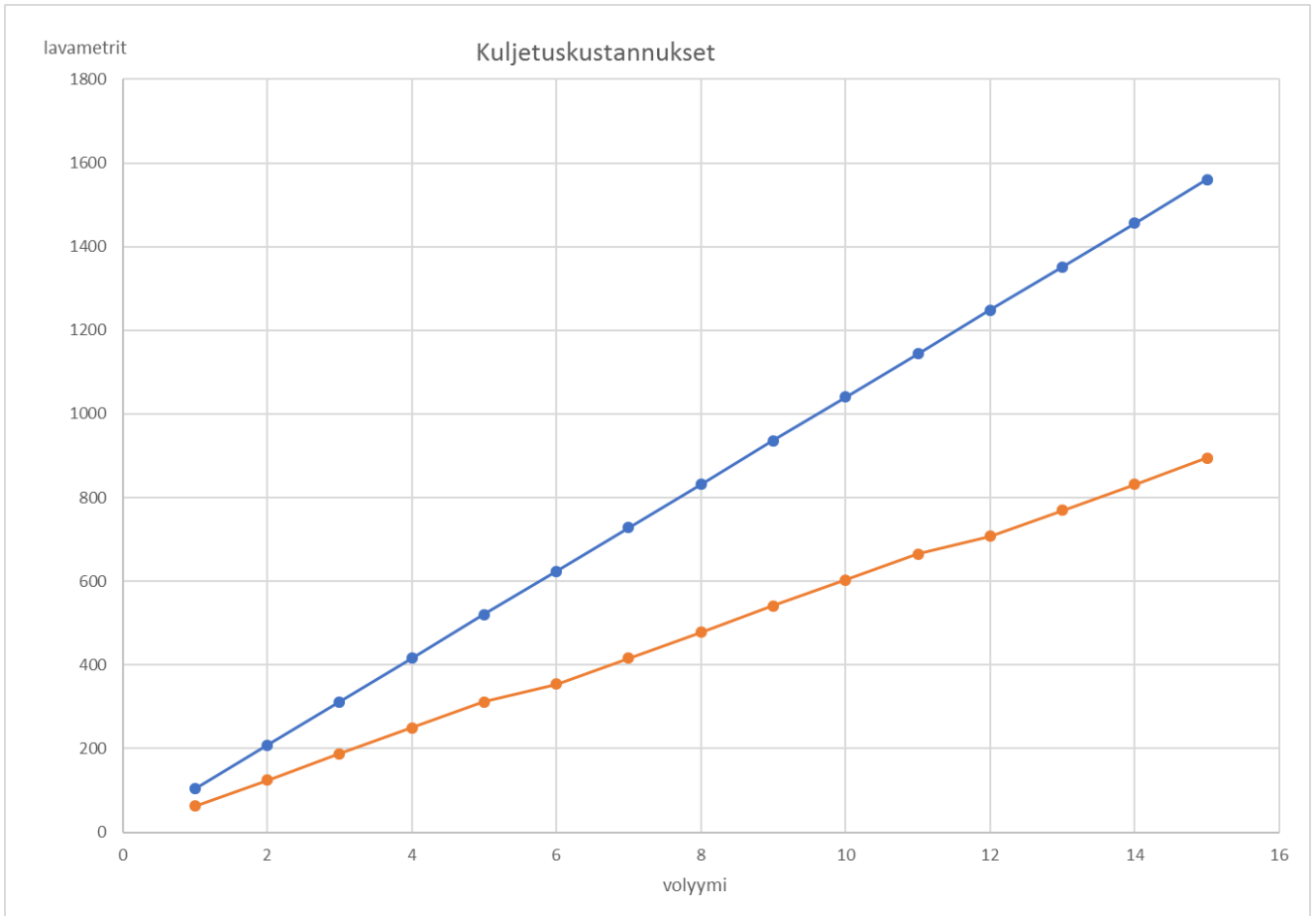
		kpl/lava	88
alustoja viikossa (vol1)	12	lavoja viikossa	3
lavametriä viikossa (vol 1)	1,2	lavametriä viikossa	1,2
palautus	0,8	palautus	0
yhteensä lm/vk	2	yhteensä lm/vk	1,2
yhteensä lm/vuosi	104	yhteensä lm/vuosi	62,4

Kuten TAULUKKO 3:ssa on esitetty, volyymien ollessa 1 vaaditaan toimituksiin viikoittain 3 EUR-lavaa tai vastaavasti 12 kuljetusalustaa. Lavametreiksi muutettuna määrät pysyvät samoina eli 1,2 lavametrissä viikossa. Lisäkustannuksia kuljetusalustoille syntyy 0,8 lavametriä viikossa, joita tavallisilla EUR-lavoilla kuljetettaessa ei pääse syntymään. Näin ollen kuljetusalustojen viikoittain käytetyt lavametrit nousevat 2 lavametriin, kun taas EUR-lavoilla ne säilyvät 1,2 lavametrissä. Vuositasolla tämä tekee alustoille 104 lavametriä ja lavoille 62,4 lavametriä.

TAULUKKO 4. Vuotuiset lavametrit volyymeittain

vol.	alusta lm/v.	lava lm/v.
1	104	62,4
2	208	124,8
3	312	187,2
4	416	249,6
5	520	312,0
6	624	353,6
7	728	416,0
8	832	478,4
9	936	540,8
10	1040	603,2
11	1144	665,6
12	1248	707,2
13	1352	769,6
14	1456	832,0
15	1560	894,4

TAULUKKO 4:ssä on esitetty vuotuiset lavametrin eri volyyymeille. Molemmilla tavoilla käytetyt lavametrin vaikuttaisivat kasvavan suoraan suhteessa volyymin kasvun kanssa (KUVIO 4) ja alustojen käyttämät vuotuiset lavametrin ovat 70 % vertailukohdetta suuremmat.



KUVIO 4. Vuotuisten lavametrin muutos suhteessa volyymiin

### 6.3 Vastaanotto ja kokoonpano

Laitevalmistajan ilmoittamien tietojen mukaan yhden nimikkeen määrän laskenta, varmistus ja vertaaminen piirustukseen vastaanotossa vie aikaa noin viisi minuuttia. Tämä sisältää myös vähintään yhden pakkauksen aukaisemisen jokaisesta nimikkeestä tuotteiden tunnistamiseksi. Vastaavasti laitevalmistaja ilmoitti visuaalisemmalla kuljetusalustalla kyseisen prosessin kestävän vain kahdesta kolmeen minuuttia per nimike eli keskimäärin puolet vähemmän aikaisempaan verrattuna.

Kokoonpanossa ilmoitettiin pakkausten poistamisen ja roskeen viennin kestävän yhdestä kahteen minuuttia, mikä keskimääräisesti tekee puolitoista minuuttia. Kuljetusalustalla toimitettavissa tuotteissa ei poistettavaa pakkausta ollut.



TAULUKKO 5. Pakkauksien käsittelyyn käytetyt ajat vastaanotossa ja kokoonpanossa

	nyk. toiminta	kuljetusalusta	säästöä alustalla	
vastaanotto	5	2,5	2,5	Min/nimike
kokoonpano	1,5	0	1,5	Min/kpl

Tietojen pohjalta voitiin laskea alustalla saavutettavat hyödyt vastaanottoiminnassa ja kokoonpanossa (TAULUKKO 5).

## 7 ANALYYSI

Maalaamon pakkausprosessissa kuljetusalusta osoittautui edukseen verrattaessa käytössä olevaan prosessiin niin pakkausmateriaalin kulutukseltaan kuin pakkaukseen käytettävän ajan osalta. Vaihtoehtoisella toiminnalla solumuovin käyttö vähenisi peräti 93 % ja kiristekalvon kulutus 70 % jokaista pakattua lavaa kohden. Oletetaan solumuovin maksavan 0,25 euroa neliötä kohden ja kiristekalvo 0,04 euroa metriä kohti. EUR-lavalle tuotteita voitiin pakata 50 kappaletta ja lavoja toimitettiin 3 kertaa viikossa eli 156 vuodessa, jolloin voitiin pakkausmateriaaleille laskea vuotuisiksi kustannuksiksi 640 €. Vastaavasti kuljetuskehikoita vaaditaan vastaavan määrän kuljettamiseksi 624 vuodessa, josta muodostuu 425 € vuotuiset materiaalikustannukset. Laskennallisesti materiaalikustannukset laskevat näin ollen 38 %. Laskelmat suoritettiin tuotevolyymien ollessa 1, jonka jo aiemmin todettiin pakkausprosesseissa kasvattavan materiaalikustannuksia suorassa suhteessa.

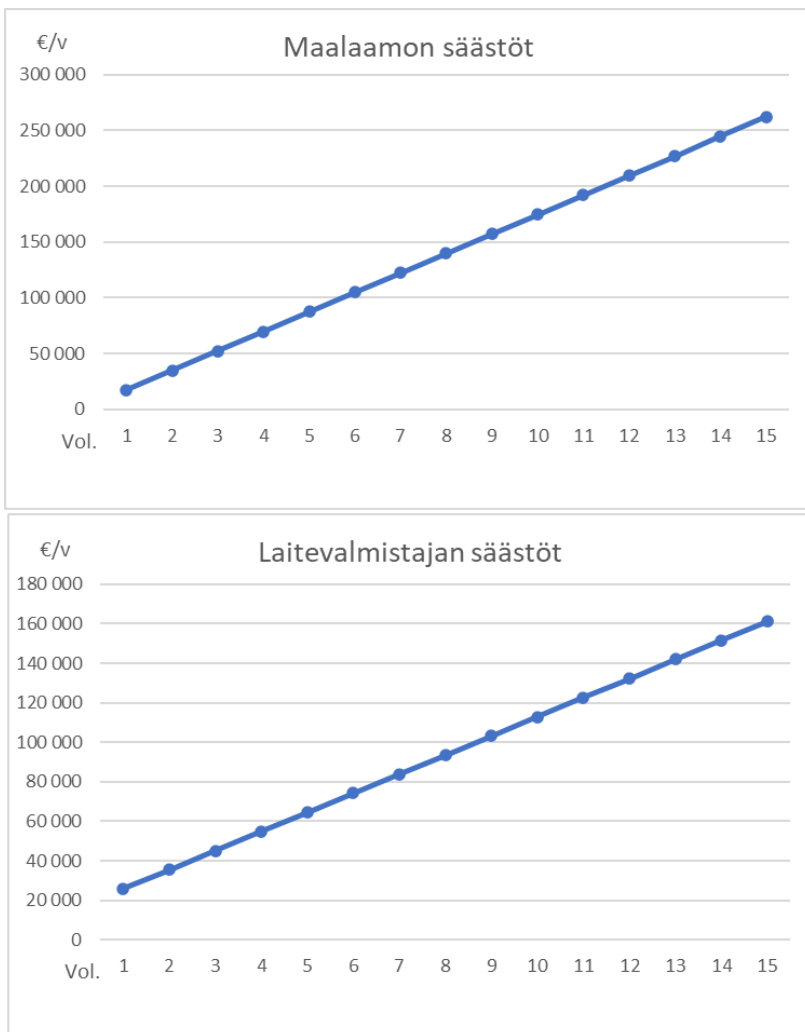
Maalaamossa tuotteet voitaisiin pakata 2 minuuttia ja 40 sekuntia nopeammin jokaista kappaletta kohti eli tuotteiden pakkaus tehostuisi peräti 66,7 %. Esimerkiksi jos hyödynnettäviä nimikkeitä on n.860 ja toimituskertoja on vuodessa 10–20 kertaa, toimitetaan tuotteita volyymin ollessa 1 vuodessa 8600–17200 kappaletta. Kokonaisuudessaan maalaamon vuotuisia henkilötyötunteja säästyisi 382,22–764,44 h/v. Kappaleista puhuttaessa voidaankin jo päätellä volyymin vaikutuksen olevan suoraan verrannolliset käytettyihin henkilötyötunteihin ja niissä kertyviin säästöihin.

Laitevalmistajan kuljetuskustannukset nousisivat kuljetuskehikoiden myötä 70 % riippumatta toimitusten volyymin, kuten luvussa 6.2.2 jo todettiin. Volyyymilla 1 saatujen alustan 104 ja lavan 62,4 vuotuiset lavametrit voidaan hyvin suhteuttaa tutkimuksessa esiintyviin muihin kustannuksiin ja säästöihin.

Vastaanotossa pakkaus oletettavasti avataan vain tuotteen tunnistamiseksi, joten volyyymilla 1 laskettuna jokaiselle kappaleelle saadaan alustalla säästettyä aikaa 4 minuuttia jokaista nimikettä kohden. Aikaisemmin laskelmissa käytettyjen määrien valossa tämä toisi 573,3–1146,7 tunnin vuosittaiset säästöt. Volyymin muutokset vaikuttavat kuitenkin vastaanotossa ja kokoonpanossa eri tavalla, joten nämä ovat syytä eritellä. Vastaanoton säästöt ovat 358,3–716,7 henkilötyötuntia vuodessa riippumatta volyymin, kun taas kokoonpanossa säästöä kertyy 215–430 henkilötyötuntia volyyymilla 1 ja tämä on suoraan verrannollinen volyymin kasvuun.

Valtaosa kehikon muuttujista osoittautui suoraan verrannolliseksi nimikekohtaisten kappalemäärien kanssa, mikä helpottaa kokonaisuuden laskentaa huomattavasti. Ainoana poikkeuksena ovat vastaanoton säästöt, jotka rajoittuivat nimiketasolle. Henkilötyötunnit voivat olla osin vaikeasti hahmotettavissa kokonaisuuden kannalta, joten euromääräiset laskettiin viitteellisellä työhinnalla 30 €/h. Vuodessa toimitettavien nimikkeiden määrä on moneen otteeseen todettu sijoittuvan 6800–17200 väliin, joten esimerkiksi vastaanotossa koituvat säästöt ovat kiinteät 10749–21501 € riippumatta toimituksien volyyymista.

Kuljetuksien hintoihin ei voitu antaa tarkkaa euromääräistä summaa, mutta 70 %:n kasvu esimerkiksi 50 000 € kuljetuskuluista olisi 85 000 €. Säästetyistä henkilötyötunneista laskettaessa keskiarvot sekä jakamalla säästöt maalaamon ja laitevalmistajan kesken pystyttiin luomaan kuvio vuotuista säästöistä sidottuna volyyymiin. Maalaamon säästöt näkyvät kaaviossa kokonaisuudessaan, mutta laitevalmistajan ilmoitetut säästöt laskevat vielä kasvaneiden kuljetuskustannuksien verran.



KUVIO 4. Yhteenlasketut euromääräiset säästöt

## 8 POHDINTA

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää ja kartoittaa ideoidun konseptin mahdollisesti tuomia säästöjä kehikoiden kierron eri vaiheissa. Tarkoituksena oli pyrkiä tunnistamaan ja erottelemaan toiminnan kannalta olennaisimmat kustannukset käyttäen hyväksi Leanin periaatteita, kuten kahdeksaa hukkaa. Tunnistamalla eroavaisuudet toimintamallien kustannusrakenteessa voitiin kehikoiden mahdollisesti tuomat säästöt määritellä riittävällä tarkkuudella ilman paneutumista liian syvälle toiminnan eri kustannuksiin. Tarkoituksena olikin vertailla kahden eri konseptin välisiä eroja, ei määritellä kehikoiden täydellisiä kustannuksia.

Tutkimuksen tulokset jakaantuvat kolmeen pääryhmään: pakkausprosessiin, kuljetuksiin sekä vastaanottoon ja kokoonpanoon. Pakkausprosessissa materiaalien kulutus laskisi uuden toimintamallin myötä peräti 38 % ja itse pakkaamiseen käytetty aika 67 %. Eli maalausyritykselle pakkausprosessiin kohdistuvien säästöjen voidaan todeta olevan huomattavia. Kuljetuskustannuksien vertailemiseksi täytyi ottaa huomioon kuljetuskapasiteetti molemmissa toimintamalleissa sekä uuden toimintamallin edellyttämä kehikoiden palauttaminen prosessin alkuun. Nykyiseen toimintatapaan verraten uudessa toimintamallissa ei ollut havaittavia eroja tuotteiden kuljetuksessa vaan lisäkustannukset syntyivät täysin kehikoiden palauttamisesta, jotka nostivat kuljetuskustannuksia 70 % kehikoiden tiiviimmästä asettelusta huolimatta. Vastaanotossa uudella toimintamallilla voitiin säästää työaika kaikkiaan 2,5 minuuttia jokaista tilattua nimikettä kohden ja kokoonpanossa säästöä kertyi 1,5 minuuttia jokaista tilattua kappaletta kohti.

Tulokset osoittavat uuden toimintamallin tuottavan maalausyritykselle tuntevia säästöjä. Laittevalmistajan osalta mahdolliset säästöt tai lisäkustannukset riippuvat yrityksen omasta kustannusrakenteesta. Saatujen tuloksien pohjalta maalausyritys ja laittevalmistaja voivat suorittaa tarpeelliset laskelmat uuden toimintamallin kannattavuuden selvittämiseksi.

Tutkimuksen analyysi vaiheessa pyrittiin luomaan konkreettisia lukuja markkinoinnin tueksi asettamalla vakioita kuten työnhinta sekä yhteistyökumppanin ilmoittamien nimikemäärien ja tilauskertojen pohjalta. Analyysissä ei huomioitu volyymin kasvun aiheuttamaa toimitettujen tuotteiden määrän kasvua, vaan vuodessa toimitettujen tuotteiden määrä kasvoi samassa suhteessa volyymin kanssa. Tästä johtuen analyysin tietoja voidaan käyttää vain havainnollistamiseen ja kannattavuuslaskelmissa on käytettävä tuloksissa ilmoitettuja arvoja.

Tutkimusta tehdessä esiin noussut ajatus kehikoiden integroimisesta osaksi laitevalmistajan varastointia osoittautui mielenkiintoiseksi vaihtoehdoksi, sillä tämä ehkäisisi kappaleiden turhia liikuttamisia sekä mahdollisesti vapauttaisi huomattavat määrät resursseja varastoinnissa. Tuotteet voitaisiin näin kuljettaa suoraan vastaanotosta varastoon ja sieltä kokoonpanolinjalle ilman, että tuotteita tarvitsisi missään vaiheessa erikseen hyllyttää tai noutaa eri hyllypaikoista. Samaa ajatusta toteutettiin esimerkiksi Nissanin tehtaalla Espanjassa, kuten opintoretellä 2019 sain huomata ja tämä olisi erinomainen aihe lisäselvityksille.

Uudessa toimintamallissa on havaittavissa potentiaalisesti huomattavia mahdollisuuksia pienentää maalattujen tuotteiden kuljettamisesta koituvia kustannuksia. Tutkimuksen tulokset pätevät kuitenkin vain kuvailtuun nykyiseen toimintatapaan verrattuna (LUKU 3). Päivitettäessä vertailukohteiden tiedot, voidaan tutkimusta käyttää pohjana myös muissa vastaavanlaisissa vertailuissa.

## LÄHTEET

Pellinen, J. 2003. Kustannuslaskenta ja kannattavuusajattelu. Jyväskylä: Talentum Media Oy

Pinja. 2016. Lean-filosofian 7+1 tuottamatonta toimintoa Saatavissa: <https://blog.pinja.com/lean-filosofian-71-tuottamatonta-toimintoa>. Viitattu 24.9.2020.

Piirainen, A. 2014. Lean ja hukka – Muda, Mura ja Muri. Sixsigma. Saatavissa: <http://www.sixsigma.fi/fi/artikkelit/lean-ja-hukka-muda-mura-ja-muri/> Viitattu 15.9.2020.

Pekka O Einistö. 2010. Lean- sujuvoittaminen ajattelutapana ja johtamisfilosofiana. Laatukeskus. Saatavissa: <https://www.laatukeskus.fi/media/lean.pdf> Viitattu 28.9.2020.

Timperi, J. 2016. Kustannuslaskennan merkitys. Intito. Saatavissa: <https://intito.fi/kustannuslaskennan-merkitys/> Viitattu 6.10.2020.

## 3d-mallinnoksien sovitukset kuljetusalustoille

Piirustusno	alusta 1	alusta 2	alusta 3
1	1		
2	1		
3	1		
4	1		
5	1		
6	1		
7			
8	1		
9		1	
10		1	
11			
12		1	
13		1	
14			
15			
16		1	
17		1	
18	1		
19			
20		1	
21		1	
22	1		
23	1		
24	1		
25	1		
26		1	
27		1	
28		1	
29			
30	1		
31	1		
32	1		
33	1		
34		1	
35		1	
36		1	
37		1	
38		1	
39		1	
40		1	
41			1
42		1	
43		1	
44		1	
45			
46			1
47			1
48			1
49			1
50			
51		1	
52			1
53			1
54		1	
55			
56		1	
57			1
58			1
59			1
60		1	
61		1	
62		1	
63			1
64			1
65			1
66			
67			1
68		1	
69			1
70			1
71			1
72		1	
yhTEensä	16	29	17

	hylätty
	hyväksytty

min	16	
k.a	21	
hylätty	10	14 %
hyväksytty	62	86 %