

Joonas Juntila

KUSTANNUSLASKENTAINFORMAA- TION KEHITTÄMINEN MODULAARI- SESSA TUOTANNOSSA

Diplomityö
Johtamisen ja talouden tiedekunta
Tarkastajat: Rainer Breite ja
Marko Seppänen
Toukokuu 2023

TIIVISTELMÄ

Joonas Junttila: Kustannuslaskentainformaation kehittäminen modulaarisessa tuotannossa
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Johtamisen ja tietotekniikan tutkinto-ohjelma
Toukokuu 2023

Organisaation suorituskyvyn parantaminen on yksi tapa ylläpitää kilpailuetua muuttuvassa liiketoimintaympäristössä. Valmistavassa teollisuudessa tuotekustannukset muodostuvat suunnittelun ja tuotannon toimien tuotoksena, mutta kustannukset vaikuttavat yrityksen strategiseen suunnitteluun ja portfolion hallintaan kannattavuuden kautta. Valmistuskustannusten tunteminen oikeudenmukainen kohdistaminen tuotteelle on tärkeää niin hinnoittelun, tuotekannattavuuden ja resurssisuunnittelun takia. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli parantaa kohdeyrityksen kustannuslaskentainformaatiota, joka syntyy modulaaristen tuotteiden valmistuksesta. Työssä tutkittiin yrityksen nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän tuottamaa informaatiota uusien tuotteiden valmistuksessa.

Diplomityön tavoitteiden saavuttamiseksi muodostettiin teoreettinen viitekehys modulaarisuudesta sekä kustannuslaskennasta. Viitekehyksessä käsiteltiin molempia aihealueita tuotannollisen ympäristön näkökulmasta. Teoreettisen viitekehysten pohjalta luotiin näkemys modulaarista tuoterakennetta tukevasta kustannuslaskentajärjestelmästä, jossa todettiin toimintolaskennan käyttäminen kustannusajureiden avulla olevan toimiva menetelmä valmistuskustannusten kohdistamiseen. Tutkimus toteutettiin laadullisena tapaustutkimuksena, jonka tavoite oli lisätä ymmärrystä tutkittavasta aiheesta. Tutkimuksessa käytetty empiirinen aineisto kerättiin haastatteluiden ja havainnoin avulla ja se sisälsi kohdeyrityksen tuotantoprosessin ja siihen liittyvän kustannuslaskentajärjestelmän kuvauksen. Tutkimuksessa haastateltiin 14 henkilöä 17 eri haastattelussa, joista suuri osa empiirisestä aineistosta muodostui. Haastattelussa tunnistettiin kustannuslaskennan haasteet tuotekustannusten määrittämisessä sekä kriittisen tuotantovaiheet niin kustannusten muodostumisen kuin kohdistamisen näkökulmista. Aineiston pohjalta muodostettiin todellista resurssikäyttöä kuvaava laskentamenetelmä, joka käytti toimintaa kuvaavia kustannusajureita resurssikustannusten kohdistamiseen. Tutkimuksessa seurattiin kolmen tuotantoon aiemmin kuulumattoman tuotteen kustannusten syntymistä tuotantoprosessissa.

Tutkimuksessa onnistuttiin todentamaan nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän määrittämisen tuotekustannuksen muodostuvan materiaaalimäärien eroista. Laskennassa ei erotu tuotekenteiden väliset erot resurssikäytön näkökulmasta. Kriittisistä tuotantovaiheista löydettiin toiminnon käyttöä kuvaavat kustannusajurit, jotka olivat ekstruusionopeus ja kokoonpanon tuotantotempo. Näiden kustannusajureiden avulla laskettiin tutkimuksessa mukana oleille tuotteille valmistusajat, jota verrattiin nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän käsittelemään valmistusaikaan. Työssä havaittiin, että niin komponenttivalmistuksessa kuin kokoonpanossakin todellisen resurssikäytön mukainen valmistusaika eroaa merkittävästi kustannuslaskennassa käytetystä valmistusajasta. Tämä aiheuttaa virhettä tuotteen valmistuskustannuksissa etenkin resurssikustannuksen kohdistamiseen. Tutkimuksen tulosten pohjalta muodostettiin kehitysehdotus kustannuslaskennan tuottaman informaation parantamiseksi. Tuotekustannusten tarkempaa määrittämistä varten, tulisi organisaatiossa ottaa käyttöön tarkempi toimintolaskennan menetelmää jäljittelevä laskentatapa. Tuotteiden valmistamista tulisi seurata osastoilla tarkemmin, jotta välittömät ja välilliset valmistuskustannukset voidaan kohdistaa aiheuttamisperiaatetta noudattaen. Lisäksi välittömän resurssikustannuksen yhdistäminen komponenttimoduulin sisältämään materiaalikustannukseen selkeyttää tuotteen kustannuslaskentaa jo tuotteen suunnitteluvaiheessa.

Avainsanat: modulaarisuus, kustannuslaskenta, kustannusajuri, tuotantoprosessi

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ABSTRACT

Joonas Junttila: Development of cost accounting information in modular production
Master of Science Thesis
Tampere University
Master's Degree Programme in Management and Information Technology
May 2023

Improving organizational performance is one option to maintain competitive advantage in a changing business environment. In the manufacturing industry, product costs are formed as a result of product development and production activities, but the costs affect the company's strategic planning and portfolio management through profitability. Knowing the manufacturing costs and allocating them to the product is important regarding product pricing, profitability, and resource planning. The aim of this study was to develop company's cost accounting information, which is generated from the manufacturing of modular products. The work investigated the information produced by the current cost accounting system in the new product manufacturing.

In order to achieve the goals of the diploma thesis, a theoretical framework of modularity and cost accounting was formed. Both topics were discussed in the framework from the production point of view. Based on the theoretical framework, a vision of the suitable cost accounting system for manufacturing modular product structure was created, where it was found that using activity-based costing with the cost drivers is an effective method for allocating manufacturing costs. The research was carried out as a qualitative case study, where the goal was to increase understanding of the researched topic. The empirical material used in the study was collected through interviews and observations, and it included a description of the company's production process and the related cost accounting system. In the study, 14 people were interviewed in 17 different interviews, from which a main part of the empirical material was formed. In the interviews, the challenges of cost accounting system were identified, as well as the critical production stages from the perspectives of both cost formation and allocation. Based on the data, cost accounting method describing the actual resource usage was created, which used cost drivers to allocate resource costs. The study investigated the manufacturing costs in the production process of three new products.

The research succeeded in verifying that the product cost determined by the current costing system is formed by the differences in material quantities. In the accounting, the differences between the product structure are not distinguished from resource usage point of view. Cost drivers describing the use of the activity were found in the critical production phases, which were extrusion speed and assembly production time. With the help of these cost drivers, the production times for the products included in the study were calculated, which was compared to the production time processed by the current cost accounting system. In the work, it was found that both in component manufacturing and in assembly, the manufacturing time according to the actual use of resources differs significantly from the manufacturing time used in accounting system. This causes an error in the manufacturing costs of the product, especially when allocating the resource costs. Based on the results of the research, a development proposal was created to develop the cost accounting information. In order to determine the product costs more precisely, the organization should introduce a more accurate method of calculation that imitates the activity-based cost accounting method. The production activities should be monitored more closely in the departments, so that the direct and indirect manufacturing costs can be allocated to produced products fairly. In addition, combining the direct resource cost with the material cost in the component module clarifies the cost accounting of the product already in the product design phase.

Keywords: modularity, cost accounting, cost driver, production process

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

ALKUSANAT

Diplomityö tarjosi mahdollisuuden pureutua kustannuslaskennan maailmaan mielenkiintoisessa ympäristössä. Diplomityön tekeminen työssäkäynnin ohella loi haasteita ajanhallintaan, mutta mielenkiintoinen aihe ja kannustava ilmapiiri mahdollistivat työn valmistumisen.

Haluan kiittää kaikkia niitä henkilöitä, jotka ovat olleet osana diplomityötäni. Erityisesti kiitän kohdeorganisaatiota mahdollisuudesta kasvaa ja kehittyä työyhteisössä tämän diplomityön johdosta.

Tuesta ja kannustuksesta haluan kiittää puolisoani Rosaa sekä motivaatiosta suoriutua työstä ajallaan tyttäriäni Jasmia ja Jannia.

Nokiolla 3.5.2023

Joonas Junntila

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	1
1.1 Tutkimuksen tausta	1
1.2 Kohdeyritys ja toimintaympäristö	4
1.3 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset	5
1.4 Tutkimuksen rakenne	6
2. KUSTANNUSLASKENTA MODULAARISESSA TUOTANNOSSA	8
2.1 Modulaarisuus	8
2.2 Kustannuslaskenta	12
2.3 Teorian yhteenveto	22
3. AINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT	24
3.1 Tutkimusprosessi	24
3.2 Tutkimusstrategia ja -menetelmä	25
3.3 Tiedonkeruumenetelmät ja aineisto	25
3.3.1 Kohdeyrityksen tuotantoprosessi	27
3.3.2 Kohdeyrityksen kustannuslaskentajärjestelmä	30
3.3.3 Muu aineisto	32
4. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	33
5. YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT	39
5.1 Tutkimuksen yhteenveto	39
5.2 Kustannuslaskentainformaation kehittäminen	42
5.3 Hukkakapasiteetti osana tuotantoa	43
5.4 Tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti	45
5.5 Mahdollisuudet jatkotutkimukselle	46
LÄHTEET	48

KUVALUETTELO

Kuva 1.	<i>Organisaation suorituskyvyn tasot. Mukailtu lähteestä (Slack & Brandon-Jones, 2019).....</i>	<i>2</i>
Kuva 2.	<i>Kohdeyrityksen organisaatorakenne.</i>	<i>4</i>
Kuva 3.	<i>Diplomityön kulku.....</i>	<i>6</i>
Kuva 4.	<i>Modulaarisuuden tyypit. Mukailtu lähteestä (Pine, 1993).....</i>	<i>9</i>
Kuva 5.	<i>Kokoonpanojen ratkaisutasot. Mukailtu lähteestä (Borowski, 1961).</i>	<i>9</i>
Kuva 6.	<i>Prosessihierarkian ja tuotehierarkian yhdistyminen modulaarisessa tuotannossa. Mukailtu lähteestä (Takeishi & Fujimoto, 2001).....</i>	<i>12</i>
Kuva 7.	<i>Kustannusten luokittelu. Mukailtu lähteestä (Rao, 2009).....</i>	<i>13</i>
Kuva 8.	<i>Kustannusten kohdistaminen kustannusajureilla. Mukailtu lähteestä (Bhimani, 2001).</i>	<i>17</i>
Kuva 9.	<i>Laskentajärjestelmän rakenteen valinta. Mukailtu lähteestä (Mevellec, 2009).</i>	<i>19</i>
Kuva 10.	<i>Laskentatavan määräytyminen laskentakohteelle. Mukailtu lähteestä (Mevellec, 2009).</i>	<i>20</i>
Kuva 11.	<i>Tasapainotettu mittaristo. Mukailtu lähteestä (Kaplan & Norton, 1996).</i>	<i>21</i>
Kuva 12.	<i>Kohdeyrityksen tuotantoprosessi.</i>	<i>28</i>
Kuva 13.	<i>Väliillisten kustannusten muodostuminen tuotantoprosessissa.</i>	<i>31</i>
Kuva 14.	<i>Kustannusmoduulin määritelmä.</i>	<i>43</i>
Kuva 15.	<i>Tuotteen 1 valmistusajankohta suhteessa kumulatiiviseen tuotantomäärään.....</i>	<i>44</i>

TAULUKKOLUETTELO

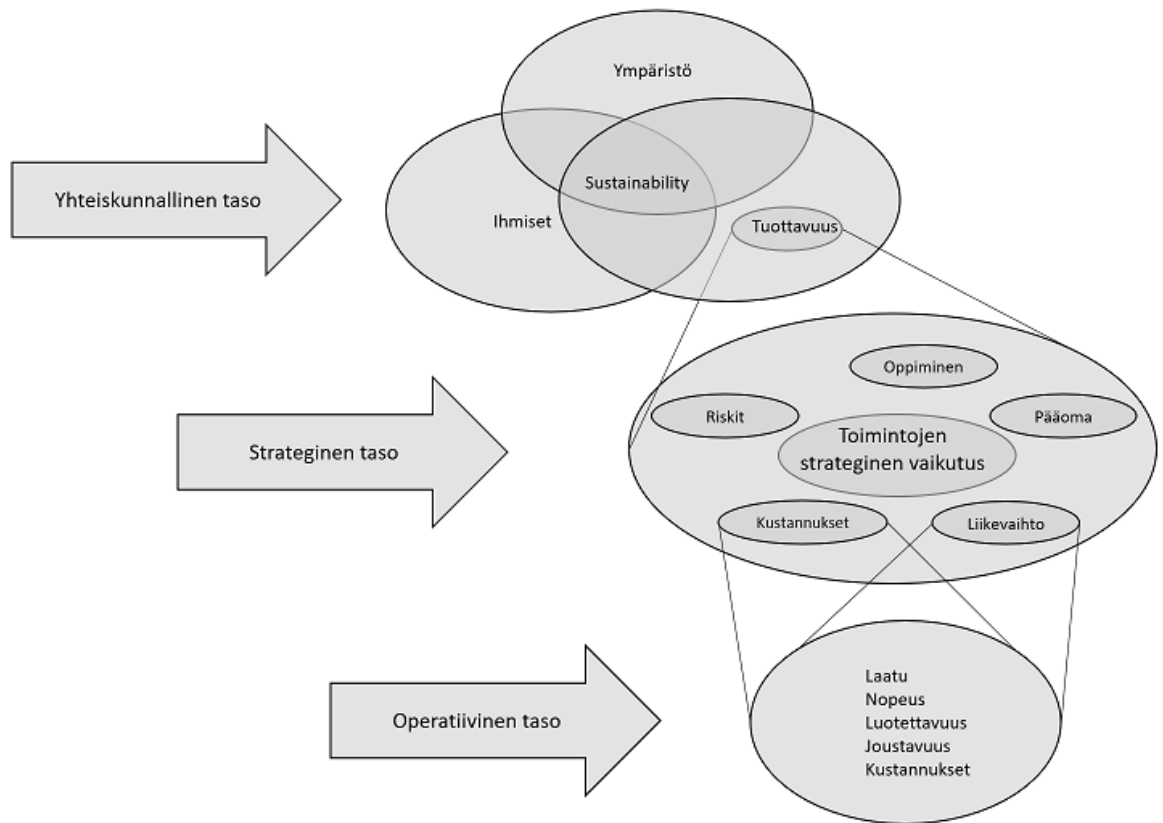
<i>Taulukko 1.</i>	<i>Kustannuslaskentajärjestelmän perusasetelma eri kirjallisuuslähteissä.</i>	<i>14</i>
<i>Taulukko 2.</i>	<i>Tuotekalkyyloiden määritelmiä eri kirjallisuuslähteissä.</i>	<i>15</i>
<i>Taulukko 3.</i>	<i>Tutkimuksessa käydyt haastattelut.</i>	<i>27</i>
<i>Taulukko 4.</i>	<i>Kuvaus tutkimuksessa käytetyistä tuotteista.</i>	<i>32</i>
<i>Taulukko 5.</i>	<i>Uuden tuotteen kustannusero jo tuotannossa olevaan samankaltaiseen tuotteeseen nykyisessä kustannuslaskentajärjestelmässä.</i>	<i>33</i>
<i>Taulukko 6.</i>	<i>Komponentin A valmistusaika nykyisessä kustannuslaskentajärjestelmässä ja todelliseen resurssikäyttöön perustuvassa laskennassa.</i>	<i>34</i>
<i>Taulukko 7.</i>	<i>Komponentin B valmistusaika nykyisessä kustannuslaskentajärjestelmässä ja todelliseen resurssikäyttöön perustuvassa laskennassa.</i>	<i>35</i>
<i>Taulukko 8.</i>	<i>Tuotteen todellisen tuotantoajan ero nykyisen laskentajärjestelmän käsittelemään tuotantoaikaan.</i>	<i>36</i>
<i>Taulukko 9.</i>	<i>Todellisen resurssikäytön ja nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän välinen ero resurssikustannuksessa.</i>	<i>37</i>
<i>Taulukko 10.</i>	<i>Todellisen resurssikäytön ja materiaalien vaikutus nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän valmistuskustannukseen.</i>	<i>38</i>

1. JOHDANTO

Tässä luvussa esitellään työn tausta, tutkimuksen kohdeyritys ja sen toimintaympäristö sekä tutkimuksen tavoitteet, rajaukset ja rakenne. Ensimmäisessä alaluvussa käsitellään työn tausta, jossa käsitellään yrityksen operatiivisen toiminnan vaikutusta kilpailukykyyn ja sitä, miksi on tärkeää ymmärtää kustannusten käyttäytymisestä toiminnassa. Toisessa alaluvussa käsitellään tutkimuksen kohdeyritys ja sen toimintaympäristö sekä kuvataan yrityksen ja sen toimialan erityispiirteitä. Kolmannessa alaluvussa käsitellään tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset sekä esitellään työn päätutkimuskysymys ja alatutkimuskysymykset. Viimeisessä alaluvussa esitellään työn rakenne ja tutkimuksen kulku.

1.1 Tutkimuksen tausta

Asiakastarpeiden ja globaalien markkinan muutokset, markkinoiden kova kilpailu sekä uudet teknologiat muokkaavat liiketoimintaympäristöä ja luovat yrityksille painetta sopeutua muutokseen kilpailuetunsa säilyttämiseksi (Mehrabi *et al.*, 2000). Yksi tapa kilpailuedun ylläpitämiseksi on parantaa toiminnan suorituskykyä. Suorituskyky organisaatiossa koostuu Slackin ja Brandon-Jonesin (2019) mukaan kolmesta kategoriasta: yhteiskunnallisesta tasosta, strategisesta tasosta sekä operatiivisesta tasosta (kuva 1). Nämä kolme tasoa ovat sidoksissa yrityksen päivittäisiin toimiin toimintastrategian avulla. Päivittäisen toiminnan tehtävät ja aktiviteetit vaikuttavat yrityksen strategisista valinnoista riippumatta suorasti tai epäsuorasti suureen joukkoon yrityksen sidosryhmiä (Slack & Brandon-Jones, 2019).



Kuva 1. Organisaation suorituskyvyn tasot. Mukailtu lähteestä (Slack & Brandon-Jones, 2019).

Toimintastrategia ohjaa yrityksen päivittäisen toiminnan tehtäviä ja aktiviteetteja niihin liittyvien strategisten päätösten avulla. Strategiset päätökset yrityksen toiminnoissa liittyvät kapasiteettiin, toimitusketjuun, teknologiaan sekä kehitykseen ja organisaation rakenteeseen (Lewis & Slack, 2014). Näiden päätösten tueksi tarvitaan luotettavaa informaatiota yrityksen kustannuksista, tuottavuudesta ja tehokkuudesta (Bhimani *et al.*, 2018).

Valmistavan teollisuuden yrityksissä tuotehallinnan organisaatio usein käyttää kustannuslaskennan tuottamaa tietoa päätöksissään, jotta asiakastarpeet sekä yrityksen liiketoiminnalliset tavoitteet kohtaisivat. Tuotehallinnolliset päätökset ohjaavat yrityksen päivittäistä toimintaa ja tästä syystä niissä käytettävä kustannusinformaatio on tärkeää yrityksen kilpailukyvyn kannalta (LeMay, 2019). On tärkeää tietää miten ja mistä kustannukset muodostuvat, jotta saadaan käsitys siitä, miten tehdyt päätökset vaikuttavat yrityksen toimintaan.

Kustannuksia syntyy yrityksen toiminnassa monesta eri lähteestä. Kustannukset voidaan luokitella niin kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin kuin välillisiin ja välittömiin kustannuksiin. Tuotteen valmistuskustannukset ovat sidoksissa organisaation tuotantoproses-

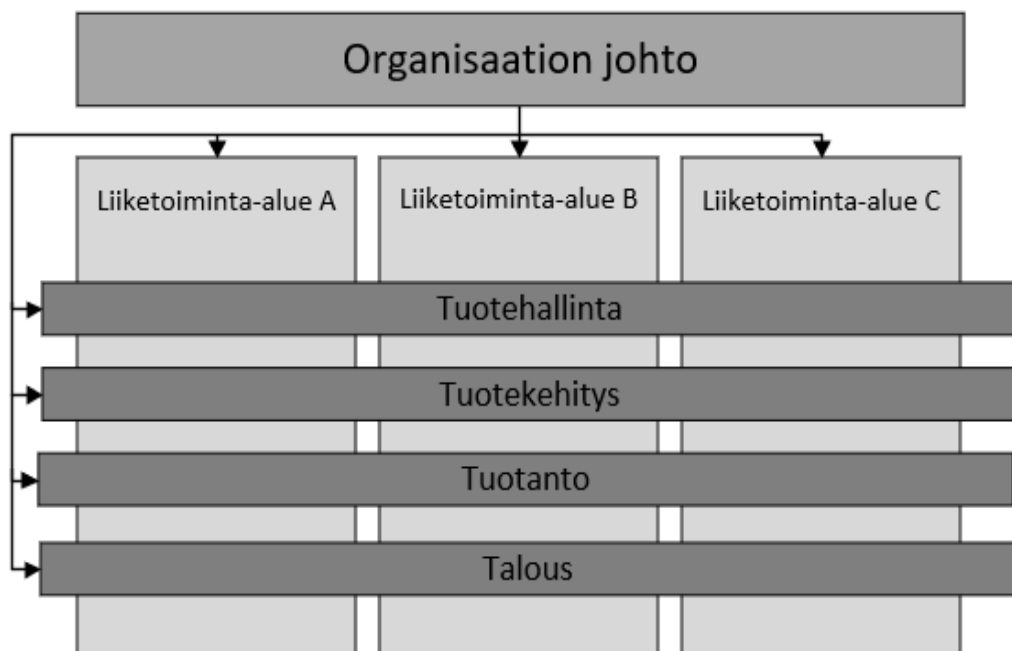
sin tehokkuuteen niin välittömien kuin välillisten tuotantokustannusten puolesta. Kustannustehokkuutta yritetään usein parantaa modulaarisella toiminnalla. Modulaaristen tuoterakenteiden ja tuotantoprosessien avulla voidaan parantaa organisaation suorituskykyä ja saavuttaa kustannussäästöjä, parempaa laatua sekä asiakastyytyväisyyttä (Starr, 2010). Modulaarisuusperiaatteen mukaisesti standardoidut komponenttimoduulit ja niille määritetyt rajapinnat ohjaavat standardoitujen tuotealustojen käyttöön. Komponenttimoduulien käyttö eri tuotteissa vähentää tuotannon monimuotoisuutta ja poistaa tarpeen uniikin tuotteen valmistamiselle, jolloin toiminnan tehokkuus paranee. (Huhtala & Pulkkinen, 2009).

Tuotekustannuksiin, kannattavuuteen ja hinnoitteluun käytettävää tietoa yrityksissä perinteisesti tuotetaan ja käsitellään johdon laskentatoimen avulla. Bhimani *et al.* (2018) sekä Suomala *et al.* (2011) toteavat johdon laskentatoimen roolin olevan päätöksenteon tukeminen, jossa saatavilla olevaa informaatiota hyödynnetään strategian rakentamisessa ja toimeenpanossa, toimintojen suunnittelussa ja valvomisessa sekä suorituskyvyn ja tuotetun arvon parantamisessa. Myös Fisherin ja Krumwieden (2015) mukaan yrityksen käyttävät tuotekustannusinformaatiota niin taloudelliseen raportointiin kuin kannattavuusanalyysiin ja strategiseen suunnitteluun. Bhimani *et al.* (2018) esittelivät viiden askeleen päätöksentekoprosessin, jossa hyödynnetään taloudellista tietoa päätöksen teossa. Socea (2012) esittää, ettei riitä, että datan ja laskennan avulla ymmärretään nykyhetken suorituskyky, vaan sen avulla on mahdollistettava ennakoitavuus riskien hallitsemiseksi ja muutosten mahdollistamiseksi.

Tässä tutkimuksessa paneudutaan kohdeyrityksen kustannuslaskennan tuottamaan informaatioon modulaaristen tuotteiden valmistuksessa. Tuotteet valmistetaan käyttämällä vakioituja tuotealustoja, joihin sisältyy tuotteessa käytettävät komponentit, komponenttien materiaalit ja dimensiot sekä tuotteen kokoonpano parametrit. Tarve työlle muodostui yrityksen halusta tutkia ja kehittää tuotekustannuslaskentaa, jotta tuotannossa käytettävien tuotealustojen ja yksittäisten tuotteiden väliset valmistuskustannuserot voidaan helpommin tunnistaa. Nykyisessä kustannuslaskentajärjestelmässä suorien valmistuskustannusten aiheuttamat erot eri tuotealustojen välillä hukkuvat laskennan keskiarvotessa valmistustehokkuuksia. Myös yrityksen muuttunut markkinatilanne muodosti tarpeen kehittää kustannuslaskentainformaatiota, jotta toiminnan tehokkuutta pystytään kiristyneessä tilanteessa ylläpitämään. Kustannusten näkyvyyttä halutaan parantaa niin yksittäisen tuotteen kuin tuotealustan osalta, jotta tietoa voidaan luotettavammin käyttää tuotteen kannattavuuslaskelmissa ja tuotantopäätöksissä.

1.2 Kohdeyritys ja toimintaympäristö

Diplomityön toimeksiantaja on globaalissa markkinassa toimiva kemianteollisuuden yritys. Yritys suunnittelee ja valmistaa tuotteitaan itse ja sen tuotantoprosessi kattaa vaiheet raaka-aineiden jalostamisesta lopputuotteen testaamiseen saakka. Kohdeyrityksen organisaatio on rakenteeltaan matriisiorganisaatio, jossa linjaorganisaatiot muodostuvat yrityksen liiketoiminta-alueista ja prosessiorganisaatiot muodostuvat yrityksen toiminoista (kuva 2). Diplomityössä toimitaan kohdeyrityksen osastojen rajapinnassa yhdistäen tietoa tuotekehitys-, tuotanto-, tuotehallinto- sekä talousorganisaatioista.



Kuva 2. Kohdeyrityksen organisaatorakenne.

Kohdeyrityksen valmistamat tuotteet määrittävät organisaation toimintaympäristöä ominaispiirteiden johdosta. Tuotteet sisältävät kymmeniä kumi, teräs ja muovi komponentteja, jotka valmistetaan osana yrityksen tuotantoprosessia. Keskenään hyvin samankaltaiset tuotteet ja tuoterakenteet vaativat hyvin vakiintuneen valmistusprosessin, joka johtaa alalla toimivien yritysten keskinäiseen kilpailuun tuotteen suorituskyvyn, myyntihinnan ja brändin avulla. Näistä ulottuvuuksista kohdeyritys keskittyy markkinoimaan tuotteitaan brändin ja suorituskyvyn avulla.

Yrityksen lanseeraamat tuotteet noudattavat inkrementaalista kehitystä ja tuotteet ovat keskenään hyvin samankaltaisia. Erot tuotteiden välillä syntyvät tuotteiden ja komponenttien dimensioista, materiaaleista sekä kokoonpanoparametreista. Tuotteet rakentuvat standardoitujen tuotealustojen päälle, joihin komponenttimoduulit ja edellä mainitut

muuttuja kuuluvat. Näillä modulaarisilla tuotealustoilla hallitaan yrityksen tuotesuunnitelua, tuoteportfoliota sekä tuotannon toimintaa.

1.3 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset

Tutkimuksen tarkoituksena on tuottaa kohdeyritykselle parempaa tietoa sen tuotantoprosessissa syntyvistä kustannuksista. Tutkimuksen tavoitteena on parantaa kustannuslaskennan tuottamaa informaatiota, jota käytetään tuotesuunnitteluun, tuotehallintaan ja tuotteiden valmistamiseen liittyvissä päätöksissä. Tämä tehdään tunnistamalla, mitä kustannuksia uusien tuotteiden valmistaminen tuotantoprosessissa aiheuttaa kustannuslaskennan näkökulmasta. Tavoite voidaan jakaa kahteen kokonaisuuteen:

1. Tunnistaa kohdeorganisaation kustannuslaskennassa syntyvät haasteet tuotantoprosessin todellisesta resurssitarpeesta johtuen.
2. Määrittää tuotantoprosessin resurssitarpeen huomioivat kustannusajurit kriittisille tuotantovaiheille.

Diplomityö pyrkii parantamaan kustannusinformaatiota, jota kustannuslaskentajärjestelmä yrityksessä tuottaa. Informaatiota parannetaan tarjoamalla näkymän siihen, mistä tuotteen todelliset valmistuskustannukset koostuvat ja miten ne muuttuvat eri tuotealustoja käytettäessä. Diplomityön tutkimusongelma on esitetty päätutkimuskysymyksen ja alatutkimuskysymysten avulla. Tutkimuksen päätutkimuskysymys on:

- Mitä ominaisuuksia kustannuslaskentajärjestelmä tarvitsee tukeakseen modulaarisen tuoterakenteen tuotantoa?

Päätutkimuskysymyksen lisäksi pyritään vastaamaan alatutkimuskysymyksiin:

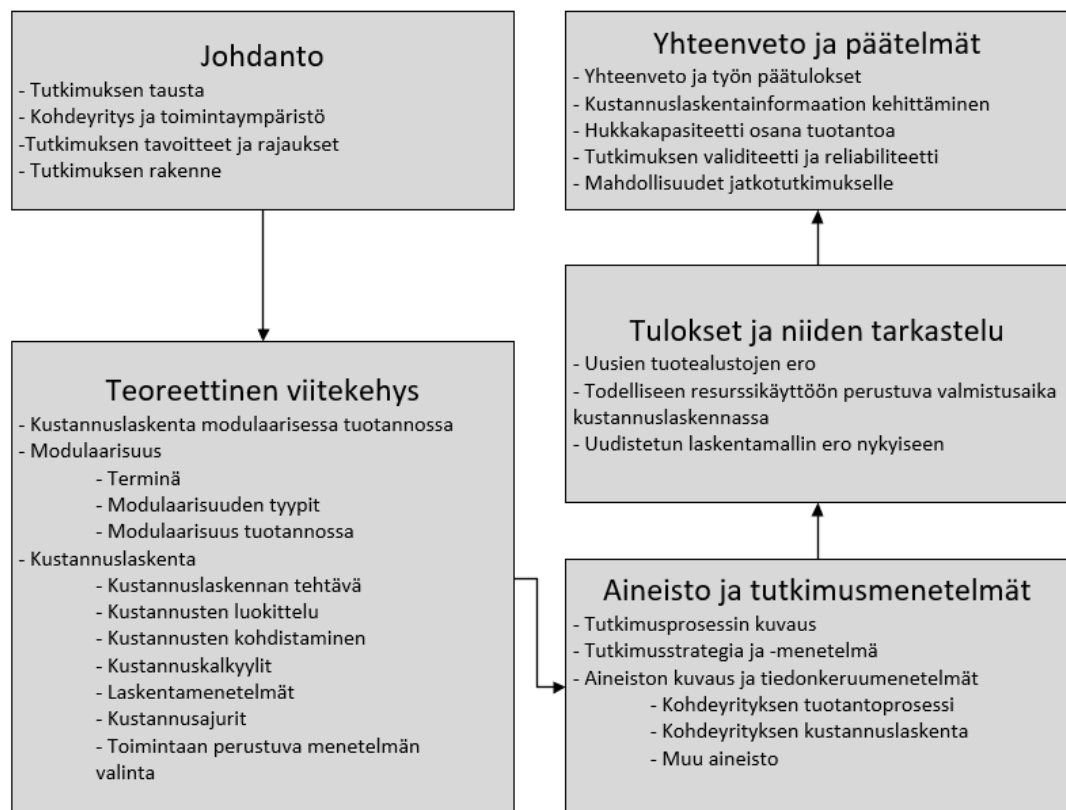
- Millä tavalla nykyinen kustannuslaskentajärjestelmä muodostaa uuden tuoterakenteen kustannuksen?
- Mitä tuotantotoimia kustannuslaskentajärjestelmän on katettava?
- Miten kustannuslaskentajärjestelmän tulee käsitellä kustannuksia näissä toiminnoissa?
- Huomioiko nykyinen kustannuslaskentajärjestelmän todelliseen resurssikäyttöön perustuvan valmistusajan?

Tutkimuksessa keskitytään kohdeyrityksen yhden, Suomessa sijaitsevan tuotantoyksikön toiminnan tutkimiseen, jolloin supistetaan eri tehtaiden aiheuttamaa vaihtelua toimintojen ja laskennan suhteen. Tällaisia vaihteluita muun muassa ovat koneista ja laitteista

aiheutuvat teknologiset erot sekä valmistettävien tuoterakenteiden määrän aiheuttamat erot prosessin toiminnassa ja ohjauksessa.

1.4 Tutkimuksen rakenne

Tutkimuksen kulku on esitetty kuvassa 3. Diplomityön ensimmäinen luku on johdanto, jossa kuvataan tutkimuksen tausta ja merkitys, diplomityön toimintaympäristö sekä tutkimuksen tavoitteet ja rajaukset. Toisessa kappaleessa esitellään työn teoreettinen viitekehys, joka muodostuu aiheen ”*kustannuslaskenta modulaarisessa tuotannossa*” ympärille. Kappaleessa kerrotaan modulaarisuuden terminologiasta ja tyypeistä sekä modulaarisuudesta niin tuote kuin tuotantoprosessi tasoilla. Tämän jälkeen kuvataan kustannuslaskennan tehtävä ja perusteet laskelman tekemisen näkökulmasta. Laskentamenetelmien ja kustannusajureiden kuvaamisen lisäksi käsitellään Mevellec:n (2009) viitekehystä toimintaan perustuvasta kustannuslaskentamenetelmän valinnasta. Lopuksi käsitellään kustannuslaskenta informaation hyödyntämistä yrityksissä. Teoreettisen viitekehysten pohjalta on muodostettu näkemys, joka kuvaa millainen kustannuslaskenta tukee modulaarista tuotantoa teollisessa yrityksessä yhdistäen teoreettisen viitekehysten diplomityön toimintaympäristöön.



Kuva 3. Diplomityön kulku.

Kolmannessa kappaleessa on käsitelty työn aineisto ja tutkimusmenetelmät. Luvussa esitellään työn tutkimusstrategia ja -menetelmä sekä laadullisen tapaustutkimuksen tutkimusasetelma. Tämän lisäksi kappaleessa kuvataan tutkimuksessa käytetty empirinen aineisto. Empiirinen aineisto muodostuu kohdeyrityksen tuotantoprosessista, siihen liittyvästä kustannuslaskentajärjestelmästä sekä tutkimuksessa käytettyjen tuotteiden kuvauksesta. Aineisto on työssä kerätty perehtymällä olemassa olevaan tietoon, haastatteleamalla avainhenkilöitä sekä havainnoimalla tuotantoprosessia päivittäisessä toiminnassa.

Neljännessä luvussa on esitelty tutkimuksen tulokset. Kappaleessa tarkastellaan tuloksia teoreettisen viitekehyksen näkökulmasta ja luodaan pohja kehityskohteille laskennassa. Kappaleessa esitellään työssä selvitetty uuden ja jo tuotannossa olevan tuotteen välinen kustannusero yrityksen nykyisessä kustannuslaskentajärjestelmässä. Tämän lisäksi tuloksissa esitellään todelliseen resurssikäyttöön perustuva kustannuslaskentamenetelmä, jonka avulla voidaan määrittää komponentin valmistusaika tarkemmin kuin nykyisessä kustannuslaskentajärjestelmässä. Laskentamenetelmässä käytettävät kustannusajurit auttavat parantamaan laskennan tuottamaa informaatiota huomioimalla tarkemmin komponenttien A ja B todellisen valmistusajan.

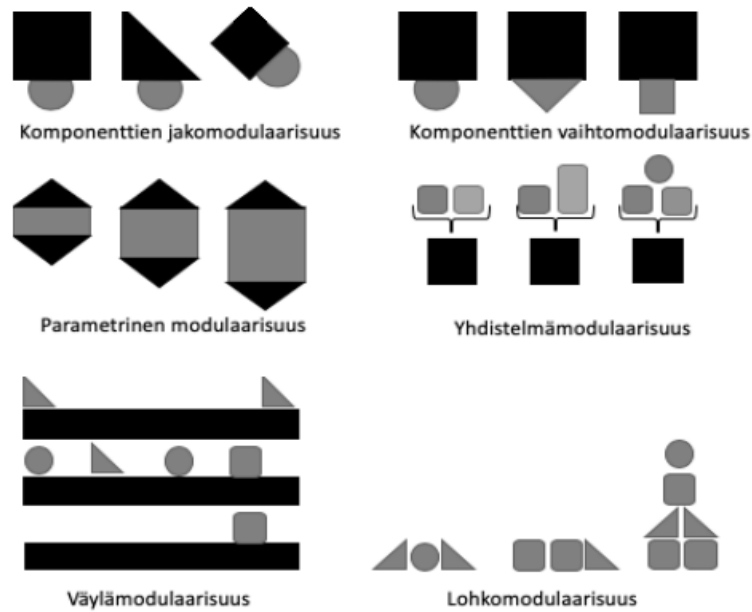
Työn viimeisessä luvussa käydään läpi päätelmät, joissa keskustellaan työn tavoitteiden täyttämisestä, laskentajärjestelmän kehityskohteista sekä esille tulleista jatkotutkimusmahdollisuuksista. Tutkimuksen havainnoista ja löydöksistä muodostetaan teoreettisen viitekehyksen avulla perusteltuja kehitysehdotuksia, joilla laskennan tarkkuutta parannetaan. Lopuksi esitellään jatkotutkimuskohteet, joita havaittiin työtä tehdessä. Jatkotutkimusmahdollisuuksia löytyi niin kustannuslaskennan, tuotannon kehittämisen kuin tuotannonsuunnittelun ympäriltä, joilla voitaisiin luoda lisää tietoa ja ymmärrystä sekä tehostaa kohdeyrityksen osastojen keskinäistä toimintaa.

2. KUSTANNUSLASKENTA MODULAARISESSA TUOTANNOSSA

Työn teoreettinen viitekehys muodostuu työn tavoitteesta parantaa kustannuslaskennan tarjoamaa informaatiota tuotesuunnittelun ja tuotehallinnan näkökulmista. Tutkimuksen teoreettinen viitekehys käsittelee modulaarista tuotantoa kustannuslaskennan näkökulmasta tutkimuskysymykseen vastaamiseksi. Kappaleen aluksi käsitellään modulaarisuutta niin tuotteen kuin tuotantoprosessin näkökulmista. Kappaleessa muodostetaan käsitys modulaarisuuden tarkoituksesta teollisessa ympäristössä. Luvun toisessa osuudessa esitellään kustannuslaskennan teoreettinen viitekehys. Viitekehyksessä painotetaan laskentamenetelmien perusasetelmaan ja hyödyntämiseen erilaisissa tuotannollisissa tilanteissa sekä kuvataan kustannusinformaation tarvetta organisaatioissa. Luvun lopuksi on muodostettu teorian yhteenveto, joka kuvaa kustannuslaskentaa modulaarisessa tuotannossa refleктоimalla viitekehystä diplomityön toimintaympäristöön.

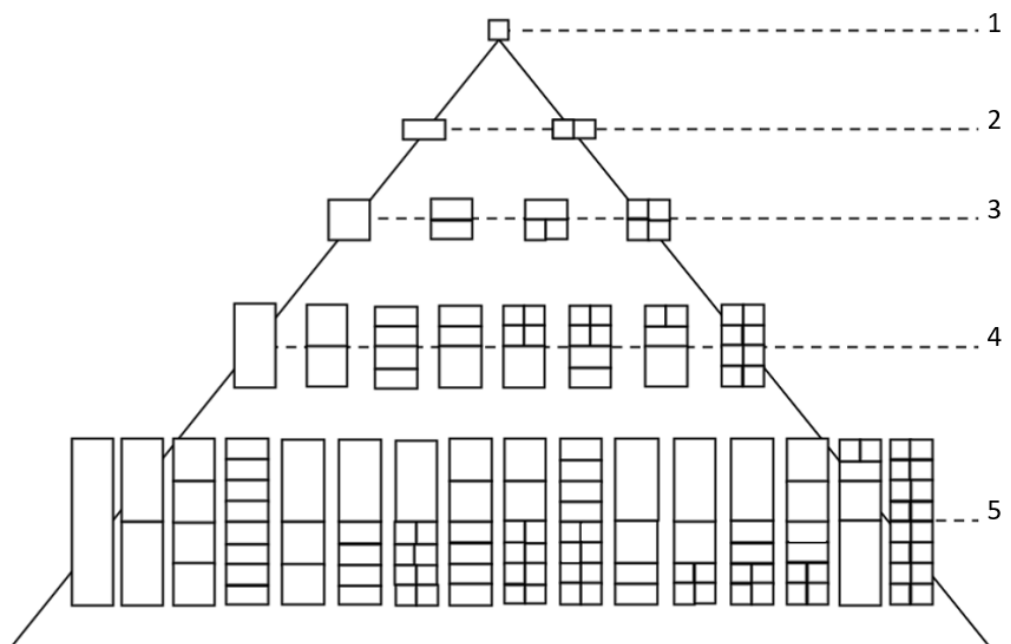
2.1 Modulaarisuus

Modulaarisuus on vanha käsite, jolla on lukuisia, kontekstista riippuvia määritelmiä (Starr, 2010). Määritelmistä Lehtonen (2007) pitää kuvaavimpana on arkkitehtuurista peräisin olevaa Alvar Aallon esittämää määritelmää ”*flexible standardization*”, joka suoraan suomennettuna tarkoittaa joustavaa standardointia. Chun-Che Huang ja Kusiak (1998) kuvaa tuotevariaatioiden muodostamista vakioitujen moduulien avulla modulaarisuudeksi, jonka tavoitteena on samankaltaisuus fyysisen ja toiminnallisen arkkitehtuurin välillä. Tässä työssä käsitellään modulaarisuutta teollisessa ympäristössä, jossa se voidaan Pinesin (1993) mukaan määritellä kuuteen päätyyppiin. Nämä ovat komponenttien jakomodulaarisuus, komponenttien vaihtomodulaarisuus, parametrinen modulaarisuus, yhdistelmämodulaarisuus, väylämodulaarisuus sekä lohkomodulaarisuus. Pinesin (1993) määrittämät modulaarisuuden päätyypit on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Modulaarisuuden tyypit. Mukailtu lähteestä (Pine, 1993).

Modulaarisuutta voidaan käsitellä niin komponenttitasolla kuin tuotetasollakin. Rakennementtien avulla voidaan rakentaa modulaarisia komponentteja, joita taas voidaan käyttää modulaaristen tuotteiden valmistamiseen, kuten Borowski (1961) esitti teoksessaan *Das Baukastensystem in der Technik*. Teoksessaan Borowski käsittelee kokoonpanoja ja niiden osia eri tasoina (ratkaisutasot), jotka muodostavat halutun kokonaisuuden. Haluttuun kokonaisuuteen voidaan päästä usean eri variaation avulla. Kuvassa 5 on esitettyä Borowskin kokoonpanojen ratkaisutasot numeroilla 1-5.



Kuva 5. Kokoonpanojen ratkaisutasot. Mukailtu lähteestä (Borowski, 1961).

Suunnittelu- ja tuotantoympäristössä tuotemodulaarisuus ohjaa vakioidun tuotealustan käyttöön standardoitujen moduulien johdosta. Itsenäiset osakokoonpanot muodostavat moduuleja, joita yhdistellään standardoitujen rajapintojen avulla (Pakkanen *et al.*, 2022). Valmistettavien tuotteiden ominaisuudet voidaan erottaa toisistaan muuttamalla tuotteen jotakin osamoduulia, jolloin erilaiset asiakastarpeet ja tuotevaatimukset saadaan täytettyä. Tarve uniikin tuotteen valmistamiselle poistuu, jolloin toiminnan tehokkuus Huhtalan ja Pulkkinen (2009) mukaan parantuu.

Tuotenäkökulman lisäksi, modulaarisuutta voidaan käsitellä tuotantoprosessien tasolla. Muun muassa Sanchez ja Mahoney (1996) sekä Kubota *et al.* (2017) toteavat yrityksen suunnittelemien ja valmistavien tuotteiden muokkaavan yrityksen rakennetta, jolloin tuotteiden modulaarisuus aiheuttaa myös tuotannon modulaarisuutta. Myös Rodgers *et al.* (2001) esittävät organisaatioiden tarpeesta sopeutua joustavaan ja dynaamiseen toimintatapaan vastatakseen tuotteillaan vaativiin asiakastarpeisiin. Tuotehallinnan näkökulmasta modulaarista systeemiä tulee johtaa kokonaisuutena, jotta yksittäiset tekniset kehityspolut eivät tuhoa modulaarista tuoteportfoliota. Tämä tarkoittaa jokaisen suunnitteluvaiheessa tehtävän muutoksen huomioimista koko systeemin näkökulmasta (Pakkanen *et al.*, 2022)

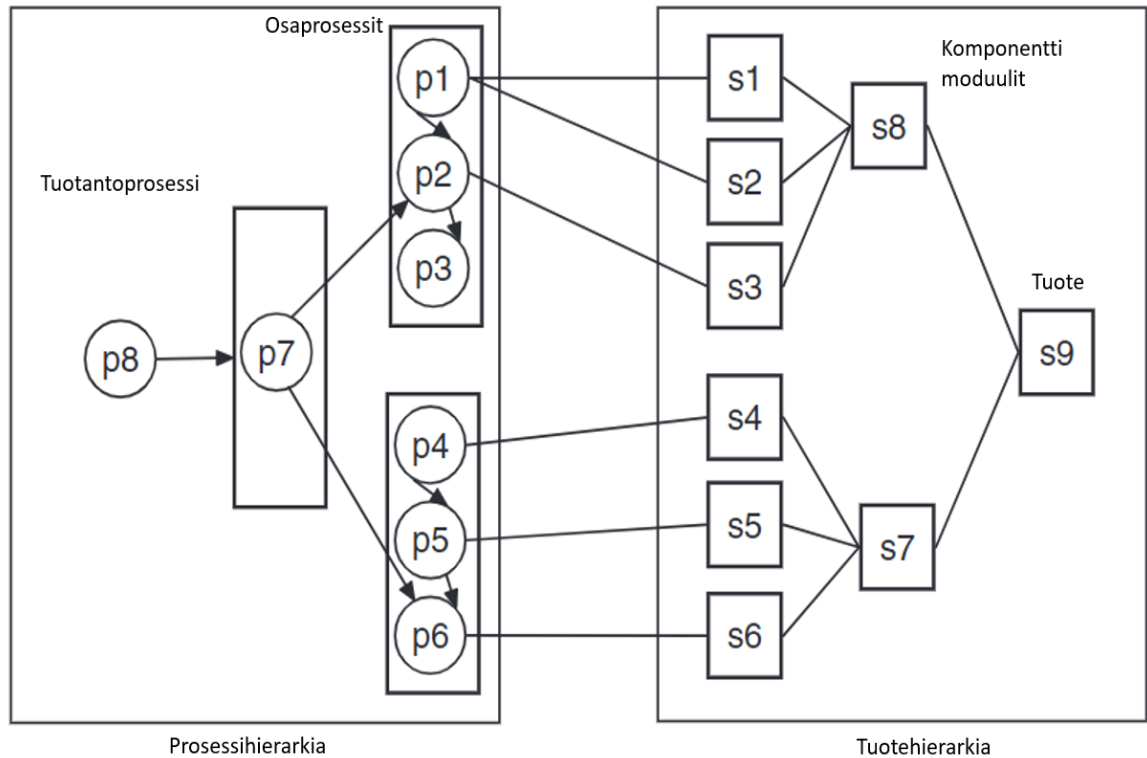
Modulaarisuudella tavoitellaan tuotteiden yhtenäisyyttä uhraamatta niiden muunneltavuutta. Modulaarisuudella saavutettavat edut ovat tapauskohtaisia ja riippuvat todellisista olosuhteista. Langlois (2002) toteaa, että vaikka modulaarisuudella on monia hyötyjä se ei kuitenkaan ole kaikille sopiva ratkaisu. Modulaarisuus ei tarjoa hyötyjä hitaasti kehittyvässä ympäristössä, jossa muutoksia toiminnassa esiintyy harvoin. Starr (2010) esittää, että modulaarisuudella voidaankin hyvissä olosuhteissa saavuttaa kustannussäästöjä, parempaa laatua sekä asiakastyytyväisyyttä. Olesenin (1992) mukaan alhaisempien kustannusten, nopeamman läpimenoajan, paremman laadun, parannetun tehokkuuden, lisätyn joustavuuden, alemman riskin sekä ympäristöystävällisemmän vaikutuksen olevan universaaleja etuja, joita myös modulaarisuuden ympäriltä voidaan tunnistaa.

Modulaarisuudella vähennetään yksittäisen tuotteen suunnittelutarvetta, joka voi johtaa kustannussäästöihin, parempaan laatuun, parempaan suorituskykyyn sekä nopeampaan toimitusaikaan (Duffy & Ferns, 1998). Suunnitteluvaiheessa tuotemodulaarisuus voi lisäksi lisätä tuotteen joustavuutta ja helpottaa sen valmistusta vakioitujen komponenttien avulla. Vakioitu komponenttivalikoima parantaa näkyvyyttä tuotekustannusten syntymiseen jo suunnitteluvaiheessa selkeämmän rakenteen vuoksi. Shehab ja Abdalla (2001) toteavatkin, että jopa 70 % lopputuotteen kustannuksista määrätään tuotesuunnittelussa, jonka vuoksi aikainen näkyvyys kustannuksiin on tärkeää. Modulaarisuudella

voidaan myös alentaa tuotteen elinkaarikustannuksia, yksikertaisemman suunnitteluvaiheen, vähäisemmän logistiikan tarpeen sekä yksinkertaisemman komponenttien hallinnan johdosta (Umeda *et al.*, 2008). Asiakkaalle modulaarisuudesta on hyötyä helpomman korjaamisen ja kunnostamisen, päivitettävyyden sekä pidemmän tuotteen eliniän johdosta (Pakkanen *et al.*, 2022)

Modulaarisella tuotannolla voidaan sanoa tarkoitettavan valmiuksia suunnitella ja valmistaa komponentteja, jotka voidaan yhdistää toisiinsa monella eri tavalla luoden monia erilaisia tuotteita (Starr, 2010). Modulaarisessa tuotannossa pyritään moduulien avulla jäljittelemään niin jatkuvatoimisen tuotannon kuin erätuotannon piirteitä. Tämä onnistuu jakamalla prosessin yksittäiset vaiheet jatkuvatoimiseksi tuotantomoduuleiksi, jolloin tuotantokapasiteettia voidaan säädellä muuttamalla käytettävän laitteiston määrää ja tyyppiä (Reitze *et al.*, 2018; Finkbeiner *et al.*, 2020).

Modulaarisuutta tuotantoprosessissa Takeishi ja Fujimoto (2001) kuvaavat eri hierarkioiden avulla. Nämä ovat tuote-, prosessi- sekä hankintahierarkiat. Kuvassa 6 on Takeishin ja Fujimoton (2001) malli prosessihierarkian ja tuotehierarkian yhdistymisestä tuotantoprosessissa. Näiden hierarkioiden ero voidaan ymmärtää lopputuotteen erilaisella osalistalla tai reseptillä tuotannossa ja tuotesuunnittelussa (Cutting-Decelle *et al.*, 2007). Kuvassa tuotantoprosessi jakaantuu osaprosesseihin p1-p7, joista syntyy lopputuotteen komponenttimoduuleja s1-s8. Komponenttimoduulit syntyvät prosessin ja osaprosessien tuotoksina. Prosessista modulaarisen tekee sen kyvykkyys valmistaa erityyppisiä komponenttimoduuleja.



Kuva 6. *Prosessihierarkian ja tuotehierarkian yhdistyminen modulaarisessa tuotannossa. Mukailtu lähteestä (Takeishi & Fujimoto, 2001).*

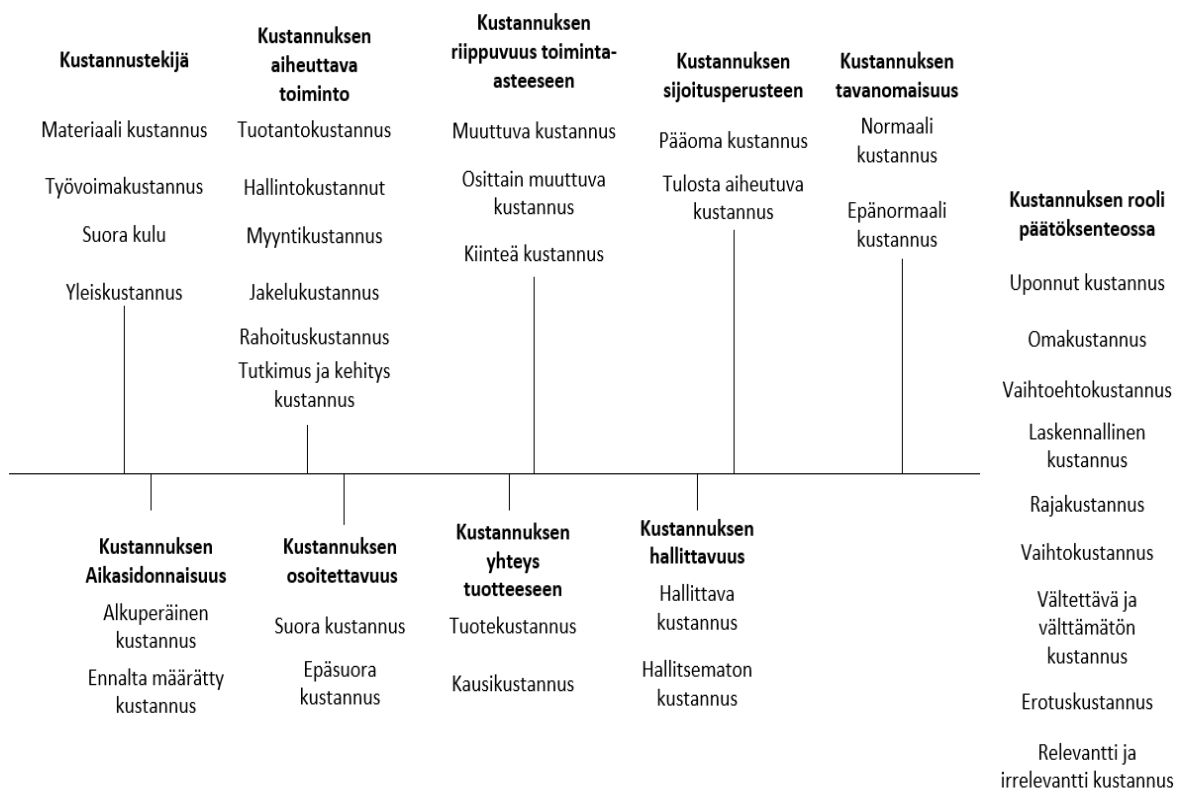
Vakioitujen komponenttien käyttö tuotantolinjoilla parantaa tehokkuutta vähentämällä valmistuksessa syntyvää vaihtelua, alentaa kustannuksia vähentämällä tarvetta uusien komponenttien suunnittelulle sekä parantaa komponenttien laatua ja luotettavuutta samojen komponenttien käytön johdosta. Standardoitujen rajapintojen ja vähäisemmän komponenttimäärän johdosta modulaarisuus alentaa kokoonpanokustannuksia vakioimalla menetelmiä ja nopeuttamalla prosessia (Pakkanen *et al.*, 2022). Nämä kuitenkin nostavat vaatimusta tavarantoimittajien yhteensopivuudesta (Shehab & Abdalla, 2001). Läpinäkyvyys ja ennustettavuus tuotantoprosessia parantuu, kun komponenttien käyttäytyminen prosessissa tunnetaan (Sanchez, 1999). Kustannuslaskennan tarkkuus paranee yksinkertaisemman työnosituksen johdosta, joka samalla tukee toimintolaskennan käyttöä (Pakkanen *et al.*, 2022).

2.2 Kustannuslaskenta

Kustannuslaskennan tuottamaa informaatiota käytetään yrityksen johtamisen näkökulmasta laajasti. Se mittaa ja raportoi organisaatioiden resurssien hankintaan tai käyttöön liittyviä taloudellisia ja ei-taloudellisia tietoja (Bhimani *et al.*, 2018). Kustannuslaskenta on kvalitatiivinen menetelmä, joka kerää, luokittelee ja tulkitsee tietoa kolmea päätarkoitusta varten. Nämä tarkoitukset ovat toiminnan suunnittelu ja valvonta, tuotepäätökset

sekä erikoispäätökset (Alex, 2012). Kustannuslaskenta on kirjanpidon kustannuslaskentaperiaatteiden, -menetelmien ja -tekniikoiden soveltamista kustannusten hallinnan ja kannattavuuden toteamisen tieteeseen, taiteeseen ja käytäntöön. Se sisältää siitä johdetun tiedon esittämisen johdon päätöksentekoa varten (Rao, 2009; Alex, 2012).

Yleisesti kustannuksilla tarkoitetaan menojen määrää jostakin asiasta tai toiminnasta johtuen. Kustannukset usein luokitellaan välittömiin ja välillisiin kustannuksiin sekä muuttuviin ja kiinteisiin kustannuksiin, mutta kuten Rao (2009) esittää, voidaan kustannuksen luokitella kustannustekijöiden, toiminnon, toiminta-aste riippuvuuden, hallittavuuden, tavanomaisuuden, osoitettavuuden, sijoitusperusteen, aikasidonnaisuuden, tuote yhdistettävyyden ja relevanttiuden mukaan omiin kategorioihinsa (kuva 7).



Kuva 7. Kustannusten luokittelu. Mukailtu lähteestä (Rao, 2009).

Kustannusten tarkempi luokittelu kertoo analyysin tekijälle, minkä luontoisesta kustannuksesta on kyse, ilman että hänen tarvitsee tuntea koko kustannuksia synnyttävä prosessi. Kustannustyypin vaikutusta lisäksi siihen, miten kustannusta käsitellään kustannuslaskentajärjestelmässä ja mitä kustannuksia huomioidaan päätöksen teossa.

Suomala *et al.* (2011) esittävät teoksessaan kustannuslaskentajärjestelmän perusasetelman, jossa välittömät kustannukset kohdistetaan suoraan laskenta kohteelle ja välilliset kohdistetaan eri kohdistamisperusteiden kautta kustannuspaikkojen läpi laskentakohteelle.

Kustannuslaskentajärjestelmän laskentamenetelmät määräytyvät tilanteen mukaan välillisten kustannusten kohdistamisketjun toteutuksessa. Bhimani *et al.* (2018) esittelivät teoksessaan myös kustannuslaskentajärjestelmän asetelman, jossa he kuvaavat välittömien ja välillisten kustannusten suhdetta laskenta kohteelle kustannusten seurannan (välittömät kustannukset) ja kustannusten allokoinnin (välilliset kustannukset) avulla. Taulukossa 1 on kuvattu kustannuslaskentajärjestelmän perusasetelma koskien välittömien ja välillisten kustannusten kohdistamista eri lähteiden perusteella.

Taulukko 1. *Kustannuslaskentajärjestelmän perusasetelma eri kirjallisuuslähteissä.*

Lähde	Välittömät kustannukset	Välilliset kustannukset
Suomala <i>et al.</i> , 2011	Kustannukset osoitetaan suoraan laskentakohteelle.	Kohdistetaan eri kohdistamisperustein kustannuspaikkojen läpi laskentakohteelle. Kohdistamisessa käytetään tilanteeseen sopivia kustannusajureita.
Bhimami <i>et al.</i> , 2018	Laskentakohteen välittömien kustannusten seuraaminen.	Kustannusten allokoiminen eri kohdistusperiaatteiden avulla laskentakohteelle. Kohdistamisessa käytetään tilanteeseen sopivia kustannusajureita.

Tuotekustannuslaskennan näkökulmasta on tärkeää päättää, mitä kustannuksia laskentaan huomioidaan. Päätökseen vaikuttaa se, mitä kustannusinformaatiolla halutaan tehdä ja minkälaisiin päätöksiin laskentaa käytetään (Suomala *et al.*, 2011). Tuotekustannuslaskennassa kalkyyleilla kuvataan, mitä laskentaan huomioidaan ja mitä ei. Esimerkiksi minimikalkyyliä ei voi viisaasti käyttää strategisten päätösten tekemiseen, sen huomioidessa vain suoritteelle kohdistetut muuttuvat kustannukset. Muut prosessiin tai esimerkiksi myyntiin liittyvät todelliset kustannukset jäävät tällöin huomioimatta (Suomala *et al.*, 2011; Fisher & Krumwiede, 2015).

Tuotekalkyyliä jaetaan kolmeen kategoriaan sen mukaan, miten kustannuksia niissä käsitellään. Näitä ovat minimikalkyyli, keskimääräiskalkyyli sekä normaalikalkyyli. Kirjallisuudessa kategorioiden määritelmät vaihtelevat usein kirjoittajan taustan mukaan, eikä niille näin ollen löydy täysin yksiselitteistä periaatetta. Solon *et al.*, (2021) mukaan ”*Absorption Costing*” eli keskimääräiskalkyylin mukainen kustannuslaskenta on menetelmistä tarkoituksenmukaisen sen täyttäessä lainsäädännölliset velvoitteet kirjanpidossa ja tarjoten hyvä kuvan tuotteen tosiasiallisista kustannuksista. Taulukossa 2 on koottu keskeisimmät määritelmät tuotekalkyyleista ja niiden käytöstä.

Taulukko 2. Tuotekalkyylien määritelmiä eri kirjallisuuslähteissä.

Lähde	Laskelman nimi	Kustannusten käsittely
Suomala <i>et al.</i> , 2011; Fisher & Krumwiede, 2015	Minimikalkyyli Katetuottokalkyyli Variable costing Throughput costing	Laskentakohteelle kohdistetaan muuttuvat kustannukset ja tapauksesta riippuen osa laskentakauden kiinteistä kustannuksista.
Suomala, 2011	Keskimääräiskalkyyli Full (Absorbation) costing	Laskentakohteelle kohdistetaan muuttuvien kustannusten lisäksi kaikki kiinteät kustannukset.
Suomala <i>et al.</i> , 2011 Rao, 2009	Normaalikalkyyli Standard costing	Laskentakohteelle kohdistetaan muuttuvien kustannusten lisäksi normaaliksi katsottavaa toimintaa vastaava osuus kiinteistä kustannuksista.

Kustannuslaskennassa eri laskentajärjestelmät tarjoavat useita lähestymistapoja tuotekohtaiseen laskentaan. Näitä menetelmät ovat jakolaskenta, lisäyslaskenta sekä toimintolaskenta (Suomala *et al.*, 2011). Menetelmät sopivat erilaisiin tilanteisiin ja on normaalia, että yrityksissä ei ole käytössä vain yhtä kustannuslaskennan menetelmää. Menetelmiä sovelletaan ja yhdistetään sen mukaan, minkälainen ympäristö, laskentakohde ja tilanne on kyseessä (Bhimani *et al.*, 2018). Laskentamenetelmistä toimintolaskenta antaa relevanteimman tiedon kustannusten syntymisestä, mutta on työläämpi ja kalliimpi ylläpitää kuin muut (Bragg, 2007; Suomala *et al.*, 2011).

Jakolaskennassa laskentakauden kustannukset jaetaan suoritemäärälle ilman luokitte-
lua välittömiin tai välillisiin kustannuksiin. Jakolaskenta ei huomioi toiminta-asteen muutoksen eikä osastojen toiminnan vaikutusta yksikkökustannukseen. Tämä luo tarpeen muuttuvien ja kiinteiden kustannusten sekä kustannuspaikkojen määrittämiselle, mikäli laskennan tasoa halutaan tarkentaa. (Suomala *et al.*, 2011). Prosessissa, jossa valmistetaan vain yhtä tai useampaa hyvin samankaltaista tuotetta, voidaan onnistuneesti käyttää jakolaskennan menetelmää joko sellaisenaan tai sovellettuna (Atrill & McLaney, 2018).

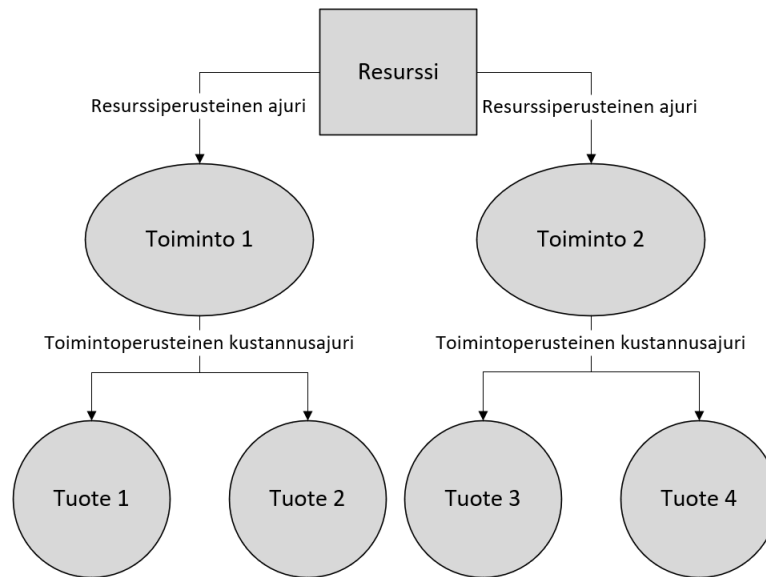
Lisäyslaskenta taas sopii toimintaan, jossa valmistettavat tuotteet eroavat toisistaan ja käyttävät eri tavoin resursseja. Lisäyslaskennalla saadaan jakolaskentaa parempi kuva valmistettavien tuotteiden todellisista kustannuksista sekä kannattavuudesta. Lisäyslaskennassa voidaan tunnistaa kustannuksia, jotka kuuluvat tietylle tuotteelle tai työlle (Suomala *et al.*, 2011; Fisher & Krumwiede, 2015).

Toimintolaskennassa (*Activity Based Costing*) pyritään kohdistamaan organisaation välillisiä kustannuksia tarkemmin kuin lisäys- tai jakolaskennassa (Fisher & Krumwiede,

2015). Toimintolaskenta on usein raskaampaa toteuttaa työläämmän tiedonkeruun, muokkaamisen ja raportoinnin johdosta, jonka vuoksi sitä kritisoidaan (Suomala *et al.*, 2011). Toimintolaskennassa organisaation toiminto aiheuttaa tuotteelle jonkin kustannuksen, joka osoitetaan (välittömät kustannukset) tai kohdistetaan (välilliset kustannukset) tuotteelle toiminnon käytön mukaan. Välillisten kustannusten kohdistamiseksi on tärkeää löytää aiheuttamisperiaatetta noudattava kustannusajuri, joka synnyttää syy-seuraussuhteen laskentakohteen ja kustannuksen välille (Atrill & McLaney, 2018).

Kohdistettavia välillisiä kustannuksia usein ovat erityyppiset yleiskustannukset. Yleiskustannukset ovat välillisiä materiaali- ja työkustannuksia sekä muita välillisiä toiminnasta aiheutuneita kuluja. Muita toiminnasta aiheutuneita kustannuksia ovat muun muassa tehtaan yleiskustannukset, hallinnon yleiskustannukset sekä myynnin ja jakelun yleiskustannukset. Luonteeltaan yleiskustannukset voivat olla muuttuvia tai kiinteitä. Yleiskustannuksista kiinteät kustannukset eivät ole hallittavia kustannuksia toiminnon eri tasoilla vaan ainoastaan ylin johto voi näihin vaikuttaa. Tämän vuoksi yleiskustannusten jako muuttuviin ja kiinteisiin selkeyttää näkymää tuotekustannuksissa siitä, mihin voidaan tuotannon toiminnalla vaikuttaa ja mihin ei (Rao, 2009).

Toimintolaskennassa kustannusajurin tulee kuvata toiminnon ja valmistettavan tuotteen syyseuraus-suhdetta mahdollisimman hyvin. Esimerkiksi toiminnassa, jossa suoritemäärä ei välttämättä täysin korreloi syntyneiden kustannusten kanssa voidaan käyttää tapahtumaan perustuvaa kustannusajuria (*transaction based cost driver*). Tapahtumaan perustuvia kustannusajureita voivat toimintolaskennassa olla asetusten-, vaihtojen-, ostotilausten-, tai tarkastusten määrät sekä suunnittelun tekemät revisiot (Fisher & Krumwiede, 2015). Kuvassa 8 on esitetty kustannusten kohdistaminen kustannusajuria käyttämällä. Kustannus syntyy kuvassa resurssin käytöstä ja kohdistuu tuotteelle toiminnon kautta kustannusajurin kuvaamalla tavalla.



Kuva 8. Kustannusten kohdistaminen kustannusajureilla. Mukailtu lähteestä (Bhimani, 2001).

Laskelmaan käytettävän kustannusajurin tulee teollisessa ympäristössä kuvata myös valmistettavan tuotteen kompleksisuutta ja monimuotoisuutta, jotta nähdään, millainen ero tuotteilla on toimintojen kuormittavuudessa. Kustannusajureita tulee olla riittävä määrä, jotta vältetään tuotteen yli- ja alihinnoittelulta vääristyneen kustannusnäkökuvan vuoksi. Lisäksi, kustannusajureiden tulee sopia laskennan tavoitteisiin ja informaation tarpeeseen, olla helppoja tunnistaa ja ymmärtää sekä omata suora yhteys toiminnan epäsuoriin kustannuksiin (Cokins & Capusneanu, 2010). Cokinsin ja Capusneanu:n (2010) mukaan selkeillä kustannusajureilla voidaan lisätä näkyvyyttä tuotteen kustannuksen syntymiseen ja luoda joko positiivinen tai negatiivinen vaikutelma toimintojen aiheuttamista kustannuksista yksittäiselle tuotteelle. Toimintolaskenta edellyttää optimoituja kustannusajureita tarkan ja oikean laskelman tuottamiseksi. Parempi näkyvyys kustannusten syntymisestä ja luotettava arvio epäsuorien kustannusten jakautumisesta helpottaa niin suunnitteluun ja valmistukseen kuin johtamiseen liittyvissä päätöksissä (Sonthipermpon, 2014).

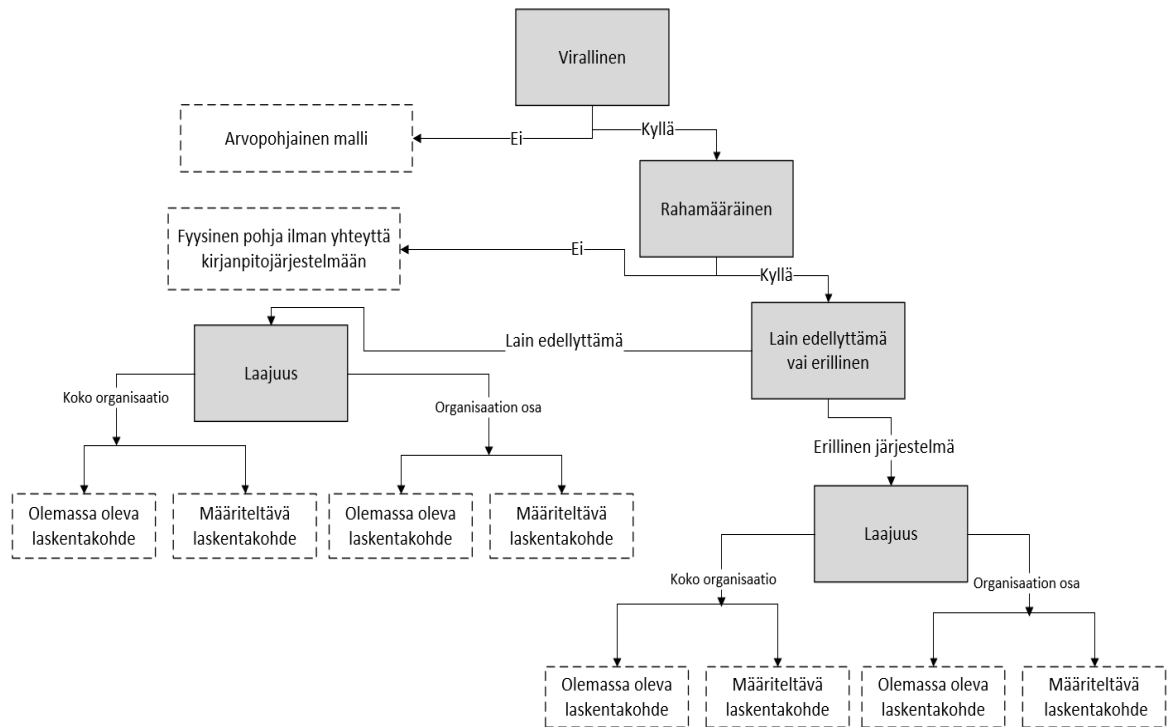
Toimintolaskennassa kustannusten kohdistamiseen käytettävä kustannusajurin tulee olla toiminnon käyttöön nähden satunnaisesti kustannukseen tietyn ajanjakson aikana vaikuttava muuttuja, joka kuvaa toiminnan tai volyymin kausaliteettia kustannuksiin. Yleisiä kustannusajureita ovat osto tai tuotanto tilausten määrä, konetunti aika, vaihe aika, käytetty energia ja lähetysten määrä (Lalitha & Rajasekaran, 2010). Kustannusajurit kirjaimellisesti ovat toimintolaskennassa tekijöitä, voimia tai tapahtumia, joiden varaan perustetaan oletus kustannuksen syntymisestä (Periasamy, 2010). Toiminnossa tapahtu-

vaa muutosta kuvaamaan käytettäviä kustannusajureita on kahdenlaisia: resurssiin perustuva ajuri sekä toimintaan perustuva ajuri (kuva 8). Resurssiin perustuva kustannusajuri kuvaa toiminnon kuluttamaa resurssin määrää jonkin tuotoksen aikaansäämiseksi. Resurssipohjaista kustannusajuria käytetään resurssikustannusten määrittämiseen joko toimintoon tai kustannuspooliin. Toimintoperusteinen kustannusajuri kuvaa toiminnolta vaadittavaa intensiteettiä ja esiintymistiheyttä. Toimintoperusteista kustannusajuria käytetään toimintokustannusten kohdistamiseen toiminnon käyttöön perustuen (Arora, 2009). Toimintolaskennassa käytettävien kustannusajureiden informaatiota tulee käyttää vain tuotteen tai toiminnon kustannuksen määrittämiseen. Huntzingerin (2007) mukaan kustannusajurin, kuten valmistusnopeuden käyttö operatiivisen toiminnan ohjaamiseen saa yritykset tekemään pitkän aikavälin kilpailukykyensä näkökulmasta haitallisia päätöksiä. Kustannusajurin tuottaman informaation käyttö toiminnan ohjaamisessa voi aiheuttaa kokonaisuudelle haitallista osaoptimointia, jolla parannetaan vain yhden toiminnon tehokkuutta.

Yrityksen tuotantoprosessin monimuotoisuus vaikuttaa siihen, millainen laskentajärjestelmä toiminnan tueksi vaaditaan (Mevellec, 2009). Toisaalta monimuotoiset ja kompleksiset tuotteet tai vaikuttavat siihen, millainen tuotantoprosessi niiden valmistamiseksi vaaditaan. Usein kustannuslaskentajärjestelmän rakenne pohjautuu teknisen toiminnan kuvaukseen, jossa tuote muodostuu materiaaliluettelosta (*"Bill of Material"*) ja/tai toimintoluettelosta (*"Bill of Operations"*) (Mevellec, 2009). Malmi (1999) esittää organisaation valmistamien tuotteiden määrän sekä kilpailuaseman vaikuttavan siihen, millainen laskentajärjestelmä organisaatiossa on käytössä. Laskentajärjestelmän vaatimukset määrittävät, millaisen järjestelmän organisaatio tarvitsee. Mevellecin (2009) esittelemässä viitekehyksessä (kuva 9) viiden ominaispiirteen avulla tunnistetaan 10 laskentajärjestelmän tyyppiä. Tämä viitekehys Wihisen (2012) mukaan toimii rakenteena laskentajärjestelmään liittyville valinnoille ennen kuin järjestelmän rakenteellinen suunnittelu voi alkaa.

Mallissa organisaatio nähdään tuotetta tai palvelua tuottavana elimenä, joka valmistaa tai yhdistää komponentit näiden tuottamiseksi (Mevellec, 2009). Viitekehyksessä ensimmäinen ja kolmas luokittelupiiri liittyy suoraan kustannuslaskentajärjestelmän tyyppiin sen ollessa joko epäviralliseen ja viralliseen sekä lain velvoitteisiin vastaavaan tai erilliseen järjestelmään (Mevellec, 2009; Wihinen, 2012). Virallisuudella tarkoitetaan, onko järjestelmä käytössä jonkin viralliseen raportointiin liittyvän laskennan vuoksi vai käytetäänkö sitä ainoastaan erillisenä arvoa mittaavana järjestelmänä. Näistä erilliset tai itsenäiset laskentajärjestelmän usein ovat tuki järjestelmiä ja ne on suunniteltu tuottamaan informaatiota johdon päätöksen teon tueksi irrallaan lain velvoittamasta taloudellisesta raportoinnista (Suomala *et al.*, 2011; Wihinen, 2012).

Mevellecin (2009) viitekehyksessä toinen luokittelupiirre määrittää laskentajärjestelmän tyyppin joko rahamääräistä informaatiota tai ei-rahamääräistä informaatiota käyttäväksi. Tosin vaikka kustannuslaskentajärjestelmä on ei-rahamääräinen, fyysistä toimintaa seuraava järjestelmä, käytetään sen tarjoamaa informaatiota siltikin rahamääräisen taloudellisen tiedon tukena (Wihinen, 2012).

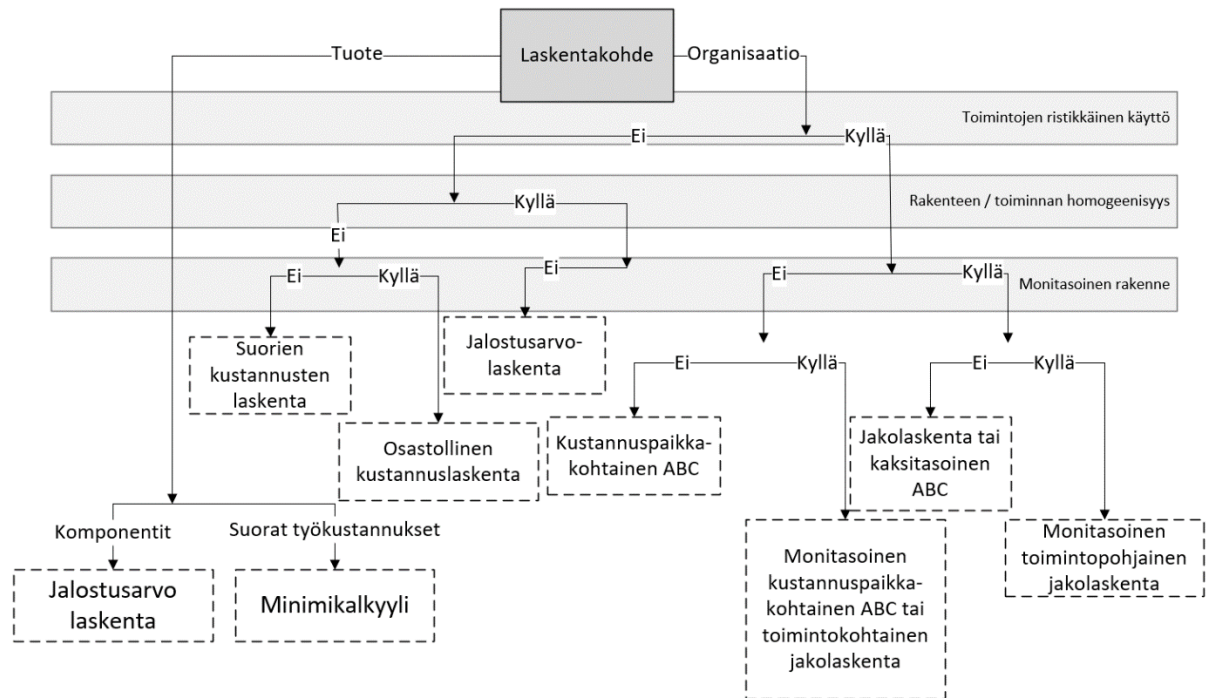


Kuva 9. Laskentajärjestelmän rakenteen valinta. Mukailtu lähteestä (Mevellec, 2009).

Viitekehyyksen neljäntenä tasona laajuus määrittelee käsittääkö laskentajärjestelmä koko organisaation vai vain jonkin osan organisaatiosta. Määritelmällä tarkoitetaan laskentajärjestelmän sisältämiä osastojen, prosessien ja kustannusten rajapintoja, jotka ovat merkityksellisiä esimerkiksi tuotteen kokonaiskustannusten laskemisessa (Mevellec, 2009; Wihinen, 2012). Viitekehyyksen tarjoaman rakenteen avulla päädytään Mevellecin (2009) mallissa laskentakohdetta paremmin huomioivaan ja laskentatapaa käsittelevään kehykseen, joka on esitetty kuvassa 10.

Tässä viitekehyyksessä (kuva 10) ensimmäinen taso liittyy toiminnan tai laskentakohteen rakenteen homogeenisyyteen. Vaikka Mevellec (2009) toteaa, ettei minkään organisaation prosessi ole täysin homogeenistä, käsittää viitekehys homogeenisyyden laskentatavan tai resurssikäytön samankaltaisuutena. Kustannuslaskentajärjestelmissä usein yksinkertaistaminen, eli laajempien kustannuspaikka- ja osasto käyttäminen laskennassa ajaa homogeenisyyden edelle, jossa vaadittaisiin laskentaan liittyvien toimintojen pilkkomista pieniin osiin (Mevellec, 2009). Toinen määritelmä tehdään sen mukaan, käyttääkö

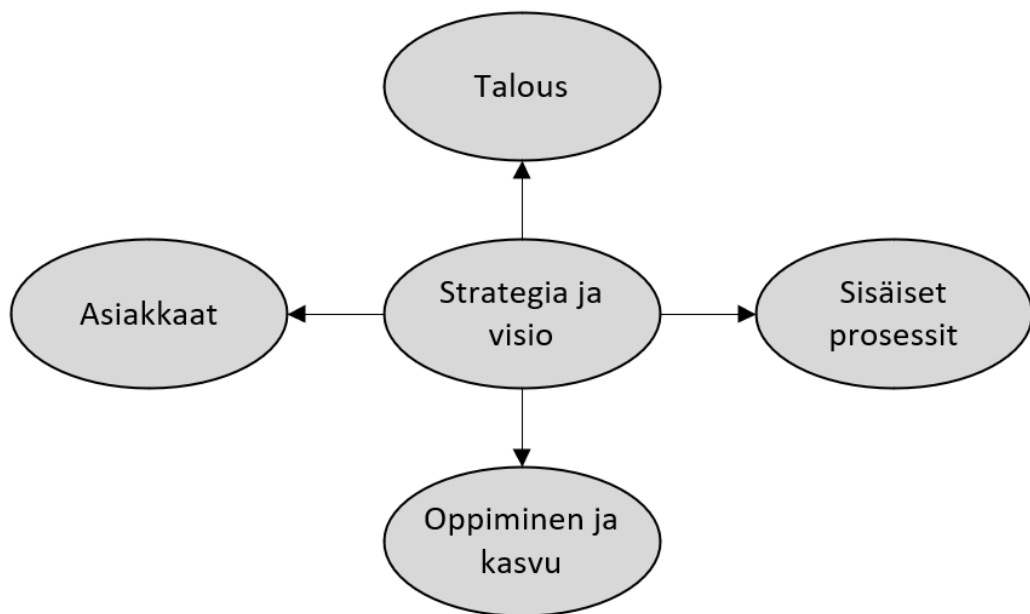
eri laskentakohteet samoja toimintoja. Ristikkäin toimintoja käytettäessä on Mevellec (2009) mukaan tarkoituksenmukaista käyttää jakolaskentaa, kun muussa tapauksessa kustannuspaikkalaskenta tai toimintolaskenta (ABC) tarjoaa paremman kustannusten kohdistimen. Toiminnan monitasoisuus muuttaa ainoastaan yhdessä kategoriassa laskennan perustyyppiä suorien kustannusten laskennasta osastolliseen kustannuslaskentaan (Mevellec, 2009).



Kuva 10. Laskentatavan määräytyminen laskentakohteelle. Mukailtu lähteestä (Mevellec, 2009).

Pelkästään sopivuus yrityksen toiminnan toimintaan ja luonteeseen ei ole ainoa vaatimus kustannuslaskentajärjestelmälle, vaan järjestelmän tulee sisältää monenlaisia toiminnallisuksia ja kyvykkyyksiä. Kustannuslaskentajärjestelmän tulee tarjota tarkkaa tietoa kustannusten määrittämiseen ja esittämiseen, jotta väärinymmärryksiltä ja harhaanjohtamiselta vältytään. Järjestelmän tulee olla yksinkertainen, helppokäyttöinen ja joustava, mikäli syntyy tarve lisätä laskentaan joitakin tuotteita, komponentteja tai muuttujia. Järjestelmän kyvykkyys muodostaa täsmällisiä analyyseja auttaa edistymisen seurannassa ja helpottaa hallinnon toimintaa. Järjestelmän tulee luoda taloudellista hyötyä suhteessa käyttöönotosta syntyneisiin menoihin. Kustannusdataa tulee voida syöttää helposti ja vertailla eri ajanjaksojen välillä, jolloin tehottomuuden havaitseminen ja säännöllisen tilinpäätöksen muodostaminen helpottuu. Lisäksi järjestelmässä tulee olla mahdollista tasa-arvoisesti kohdistaa välilliset kustannukset tuotteiden, osastojen tai tehtävien kesken, jotta laskentaan ei aiheutu vinoumia jonkin osa-alueen tahattomasta suosimisesta (Rao, 2009).

Organisaatioissa kustannuslaskentaa ja kustannusten hallintaa tarvitaan kaikkina aikoina, mutta tarve korostuu huonoina aikoina. Hyvinä aikoina korkeamman katteen tekeminen onnistuu korkeampien myyntihintojen avulla, mutta markkinoiden laskiessa kilpailu myyntihinnalla korostuu, jolloin kustannukset näyttelevät suurta roolia yrityksen kilpailukyvyn kannalta (Anklesaria, 2008). Esimerkiksi Kaplan ja Nortonin (1996) esittelemä kuvassa 11 esitetty tasapainotettu mittaristo (*Balanced Scorecard*) liittää kustannuslaskennan ja taloudellisen näkökulman yhdeksi neljästä yrityksen johtamisen näkökulmasta, jolla keskitytään yrityksen suorituskyvyn parantamiseen.



Kuva 11. Tasapainotettu mittaristo. Mukailtu lähteestä (Kaplan & Norton, 1996).

Kustannusinformaation käyttökohteita on lukuisia. Demski (2008) mainitsee tuotekustannuksen määrittämisen, päätöksenteon ja suorituksen arvioinnin olevan normaaleja kustannusinformaation käyttökohteita. Näiden lisäksi hän mainitsee varastotasojen korjauksen, taloudellisen raportoinnin, hinnoittelun sekä toiminnanohjauksen olevan päivittäisiä tehtäviä, johon kustannusinformaatiota hyödynnetään.

Tuotehallinnan näkökulmasta kustannusinformaatiota tarvitaan liikearvon kasvattamiseen optimoimalla tuote liiketoiminnan tavoitteiden saavuttamiseksi ja parhaan mahdollisen sijoitetun pääomantuoton (ROI ja ROE) saavuttamiseksi (Banfield *et al.*, 2018). Laskentatoimen ja kustannuslaskennan aktiviteettien yhdistämisen strategiseen ajatteluun Aaltola (2019) kuvaa luovan mahdollisuuksia strategian rakentamisen, analyttisyyden, olettamuksien vahvistamisen ja viestinnän osa-alueilla. Näillä voidaan kasvattaa mielenkiintoa, analyttisyyttä ja sitoutumista sekä hallita muutosta organisaatiossa.

2.3 Teorian yhteenveto

Modulaarisuus on terminä monisäikeinen ja tarkoittaa montaa eri asiaa kontekstista riippuen. Diplomityössä tukeudutaan Alvar Aallon esittämään määritelmään modulaarisuudesta ”*flexible standardization*”, joka soveltuu työn kontekstissa niin tuotteen kuin tuotantoprosessin tasolle. Tässä tutkimuksessa mukana olevat tuotteet sisältävät Pinesin (1993) määritelmän mukaan komponenttien jakomodulaarisuutta, parametristä modulaarisuutta sekä yhdistelmä modulaarisuutta erilaisten materiaalien, dimensioiden ja komponenttivaraioiden suhteen. Tuotannollinen modulaarisuus diplomityön ympäristössä muodostuu samoissa tuotantovaiheissa muodostuvasta monipuolisesta komponentti kirjastosta, jota ohjataan eri komponentti- ja raaka-ainehierarkioiden avulla. Tuotantoprosessissa komponenttihierarkia pilkkoutuu osiin, jolloin tuotanto-organisaation käsittelemä tuoteresepti eroaa tuotesuunnittelun tuotereseptistä kuten Cutting-Decelle *et al.*, (2007) esittivät. Tuotesuunnittelun näkökulmasta modulaarisuusperiaatetta hyödynnetään käyttämällä ennalta määritettyjä rajapintoja standardoitujen komponenttien yhdistämiseen. Ennalta määritetyt rajapinnat johtavat tuotealustojen käyttöön, joilla tuotteen rakenne määrätään (Pakkanen *et al.*, 2022).

Organisaation tuotantoprosessin tueksi vaaditaan siihen sopiva kustannuslaskenta järjestelmä. Järjestelmällä tulee voida seurata prosessissa laskentakohdele syntyviä välittömiä kustannuksia sekä kohdistaa välilliset kustannukset aiheuttamisperiaatetta kunnioittaen (Suomala *et al.*, 2011; Bhimani *et al.*, 2018).

Diplomityön kontekstissa modulaarisen toiminnan tueksi kustannuslaskenta järjestelmän tulee huomioida prosessihierarkian eri tasot. Komponenttien valmistamisessa toimintolaskenta edustaa parhainta kustannuslaskentamenetelmää, jolla voidaan osastoittain kohdistaa eri komponenttien valmistuksesta syntyneet kustannukset. Toimintolaskennan tueksi tarvitaan osastojen toimintaa kuvaavat kustannusajurit, joilla osaston välilliset kustannukset kohdistetaan aiheuttamisperiaatetta noudattaen. Kustannusajuri tulee valita osaston toimintaan nähden joko resurssipohjaiseksi- tai toimintopohjaiseksi ajuriksi, jolla kuvataan oikeudenmukaisesti tuotteen ja osaston välistä syyseuraus-suhdetta. Osaston suorat valmistuskustannukset tulee osoittaa tuotteelle aiheuttamisperiaatteen perusteella. Toimintolaskennan lisäksi on hyödyllistä käyttää jakolaskennan menetelmiä tilanteissa, jossa tuotantovaihe tuottaa hyvin samankaltaista hyödykettä riippumatta siitä, mitä lopputuotetta valmistetaan (Suomala *et al.*, 2011).

Diplomityössä Mevellec:n (2009) muodostaman viitekehyksen mukaan voidaan laskentamenetelmäksi katsoa sopivan joko monitasoinen kustannuspaikkakohtainen toimintolaskenta tai monitasoinen toimintopohjainen jakolaskenta, joissa komponenttimoduulien

vaatima resurssikäyttö huomioidaan osastoittain. Välillisten resurssikustannusten ja osaston yleiskustannusten osalta kohdistaminen näissä laskentatavoissa onnistuu toiminnon käyttöä kuvaavan kustannusajurin kautta, joka tulee määrittää syyseuraus-suhdetta kuvaavaksi ja aiheuttamisperiaatetta kunnioittavaksi (Suomala *et al.*, 2011). Toiminnon käyttöä kuvaavan ajurin avulla voidaan komponentin valmistuskustannukset määrittämään tarkemmin, jolloin tuotteen kokonaisvalmistuskustannukset edustavat paremmin tuotteen ja tuotealustan eroja tuotannollisessa toiminnassa.

Kustannusinformaatiota hyödynnetään niin strategiseen suunnitteluun kuin yrityksen päivittäiseen toimintaan vaikuttavien päätösten tekoon. Kustannusinformaatiolla voidaan mitata eri organisaation osien suorituskykyä ja kehitystä. Kustannuslaskentajärjestelmä voi sisältää rahamääräistä tai ei-rahamääräistä dataa, joita molempia hyödynnetään taloudellisen tiedon tukena. Järjestelmän tulee olla helppokäyttöinen ja ympäristöönsä nähden mahdollisimman yksinkertainen, jotta siitä saatava hyöty on mahdollisimman hyvä. Kaplanin ja Nortonin (1996) tasapainotetussa mittaristossa voidaan toimivan kustannuslaskentajärjestelmän nähdä tarjoavan hyötyä mittariston kaikille neljälle osa-alueelle tukien yrityksen strategiaa ja visiota Demskin (2008) listaamien käyttökohteiden perusteella.

3. AINEISTO JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Tässä luvussa esitellään työn aineisto ja tutkimusmenetelmät, joita on käytetty tavoitteiden saavuttamiseksi. Kappaleessa kuvataan työn tutkimusprosessi sekä työhön valittu tutkimusmenetelmä, joka on valittu tutkimukseen sopivaksi ja tutkimuksen rajoitteet huomioiden. Työssä käytetty, eri tiedonkeruumenetelmillä hankittu empiirinen aineisto kuvaa kohdeyrityksen tuotantoprosessin, kustannuslaskentajärjestelmän toiminnan sekä tutkimuksessa käytetyt tuotealustat.

3.1 Tutkimusprosessi

Tutkimusprosessi muodostettiin tutkimuksen tavoitteeseen ja ympäristöön sopivaksi. Tutkimusprosessi koostui neljästä vaiheesta: esiselvityksestä, teoreettisen viitekehyyksen muodostamisesta, empiirisen aineiston hankinnasta sekä tutkimuksessa mukana olleiden tuotealustojen kustannusten käyttäytymisen tutkimisesta.

Esiselvityksessä hankittiin tietoa tutkimustarpeesta kohdeorganisaatiossa sekä tutkimuksen tarjoamista hyödyistä ja mahdollisuuksista toiminnan parantamisessa. Esiselvityksen avulla tutkimuksen aihe ja laajuus saatiin rajattua vastaamaan organisaation tarvetta huomioiden diplomityön rajallinen resurssi. Selvitystä tehtiin haastatteleamalla eri osastojen päälliköitä ja kustannuslaskennan tekijöitä, jotta saatiin yhteinen näkemys siitä, mihin työssä kannattaa fokuoittaa. Esiselvityksessä myös tutkittiin kirjallisuuden aihepiirejä ja muodostettiin teoreettiselle viitekehyykselle pohja.

Teoreettinen viitekehys pyrittiin muodostamaan työn ympärille mahdollisimman laajalta otannalta siten, että yhteys tuotemodulaarisuuteen ja tähän liittyvään kustannuslaskentaan säilyy selkeänä. Teoreettinen viitekehys muodostui kirjallisuuskatsauksen perusteella ja käsiteltäviä pääaiheet olivat modulaarisuus sekä kustannuslaskenta.

Tämän jälkeen haastatteluja jatkettiin tuotannon, talouden ja tuotehallinnon työntekijöiden kanssa, jotta osastojen tutkimuksen aiheeseen liittyvä toiminta saatiin selvitettyä. Näiden haastatteluiden ja yrityksen tarjoaman muun sisäisesti ja ulkoisesti julkaistujen dokumenttien perusteella muodostettiin työn empiirinen aineisto. Empiiristä aineistoa käytettiin tutkimuksessa yhdessä teoreettisen viitekehyyksen kanssa, joista muodostettiin näkemys modulaarisen tuotannon kustannuslaskentajärjestelmälle.

Tutkimusprosessin viimeisessä vaiheessa tutkittiin työssä kohteena olleiden tuotteiden käyttäytymistä kustannuslaskentajärjestelmässä. Lisäksi haastatteluiden ja perehtymisen perusteella tarkasteltiin tiettyjen komponenttien ja tuotantovaiheiden kustannusten

muodostumista valmistusajan näkökulmasta. Tässä vaiheessa tuotantoprosessin kriittisimpiin vaiheisiin löydettiin aiheuttamisperiaatteen mukaiset kustannusajurit. Kustannusajurien avulla määritettiin kriittisille komponenteille todelliseen resurssikäyttöön perustuva valmistusajat, jotka ovat osa työn tulosta. Viimeiseen tutkimusprosessin vaiheeseen myös kuului ehdotelman tekeminen siitä, miten näissä tuotantovaiheissa tulisi kustannuksen komponenteille kohdistaa, jotta tuotteiden ja tuotealustojen väliset erot näkyvät tuotekustannuslaskennassa selkeämmin.

3.2 Tutkimusstrategia ja -menetelmä

Työ on luonteeltaan empiirinen tutkimus, jossa tapahtumat on koettu tai havainnoitu tutkijan toimesta. Työssä kirjallisuuskatsaus tarjoaa kontekstin ja perusteen tutkimukselle, jonka jälkeen eri tiedonkeruumenetelmillä kerätyn datan avulla luodaan uutta tietoa tutkimuskohteesta. Työssä tutkitaan kohdeyrityksen tuotantoprosessissa tapahtuvia ilmiöitä muutostilanteissa sekä luodaan ymmärrystä prosessin toimivuudesta ja resurssikäytöstä. Näiden ominaispiirteiden johdosta työ on toteutettu induktiivisella tutkimusotteella. Induktiivisessa tutkimuksessa tiedonkeruun avulla tutkitaan ilmiöitä, tunnistetaan teemoja ja kaavoja sekä luodaan käsitteellinen viitekehys uuden teorian, tulkinnan tai ymmärryksen luomiseksi. Induktiivinen tutkimus rinnastetaan työssä yleisen tutkimuskäytännön tapaan laadulliseen tutkimukseen. (Saunders *et al.*, 2009).

Työn tutkimusstrategiaksi valittiin laadullinen tapaustutkimus, jolla on kyky vastata ”mikä”, ”miksi” ja ”miten” kysymyksiin, huomioiden tiedon kontekstuaalisuus sekä osallistujien näkökulmat. Tapauksena toimii kohdeorganisaation tuotantoprosessi ja siihen liittyvä tuotekustannuslaskenta, josta työn empiirinen aineisto koostuu. (Saunders *et al.*, 2009). Tässä työssä keskityttiin parantamaan kustannuslaskentainformaatiota modulaarisessa tuotannossa lisäämällä ymmärrystä kustannusten syntyemisestä kohdeyrityksen tuotantoprosessissa. Tutkimuksen empiirisen aineiston tiedonkeruumenetelmiksi valittiin havainnointi, teemahaastattelut ja perehtyminen, joilla pyrittiin saamaan työn laajuuteen nähden riittävä kuva toimintaympäristöstä ja aiheesta.

3.3 Tiedonkeruumenetelmät ja aineisto

Tutkimuksen empiirinen aineisto muodostuu kohdeyrityksen tuotantoprosessin ja tuotekustannuslaskentajärjestelmän kuvauksesta. Ennen tutkimuksen aloittamista, kohdeyrityksen tuotantoprosessista ja kustannuslaskennasta on hankittu tietoa eri tiedonkeruumenetelmien avulla. Tutkimuksen aineisto on hankittu kolmea eri tiedonkeruumenetelmää käyttäen. Ensimmäisenä tuotantoprosessin toimintaan ja kustannuslaskentajärjes-

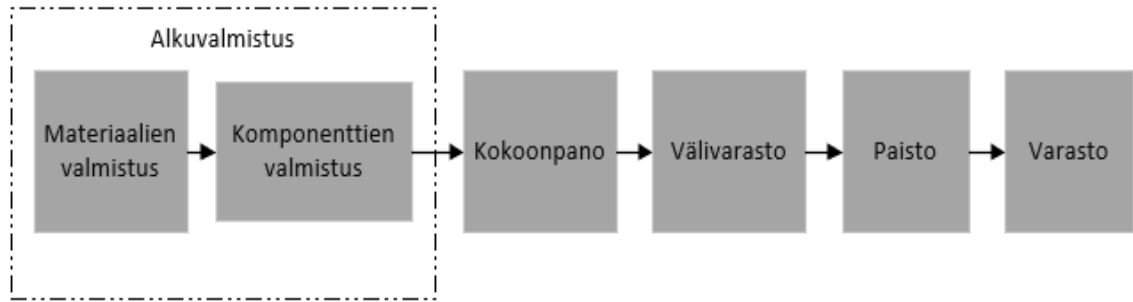
telmään on perehdytty organisaatiossa olemassa olevan aineiston avulla. Tuotantoprosessista ja laskentajärjestelmästä on hankittu perusteellisempaa tietoa haastatteluiden avulla, jotta näiden toimien parissa työskenteleviltä henkilöiltä saadaan aiheeseen liittyvä paras mahdollinen tieto. Haastattelut toteutettiin teemahaastatteluina, koska tavoitteena oli toimintaa eri osastoiden toiminnassa ja informaation käytössä. Teemahaastattelut soveltuvat hyvin tiedonkeruumenetelmäksi, niiden sopiessa hyvin tilanteeseen, jossa on pyrkimys ymmärtää toimijoiden yhteyksiä (Saunders *et al.*, 2009). Tutkimuksessa haastateltiin 14 henkilöä 17 eri haastattelussa. Haastattelut suoritettiin teemahaastatteluina organisaation eri osastoiden kanssa kustannusdatan muodostumisesta, käytöstä ja hyödyntämisestä. Tutkimuksen haastattelut haastateltavine henkilöineen ja aihealueineen on esitetty taulukossa 3. Havainnointia on käytetty tuotannossa tapahtuvan toiminnan seuraamisessa, jotta ymmärretään, minkälainen tuotantoympäristö on kyseessä ja miten sen toimintaa tulisi kustannuslaskennan näkökulmasta huomioida. Kappaleessa kuvataan kohdeyrityksen tuotantoprosessin vaiheet ja ominaispiirteet sekä kustannuslaskentajärjestelmän toiminta ja kohdistamisperiaatteet yleisellä tasolla. Kappaleen lopussa esitellään tutkimuksen muu aineisto, joka sisältää tutkimuksessa käytettyjen tuotteiden kuvauksen.

Taulukko 3. Tutkimuksessa käydyt haastattelut.

Pvm.	Organisaatio ja tehtävä	Aihe	Kesto
12.8.2022	Tuotekehitys, Osaston johtaja	Diplomityön aiheiden kartoitus	30 min
15.8.2022	Talous, Laskentavastaava	Kustannuslaskentajärjestelmä	45 min
19.8.2022	Tuotanto / Alkuvalmistus, Osastoinsinööri	Osaston toiminta ja resurssien suunnittelu/käyttö	45 min
22.8.2022	Tuotanto, Kehityspäällikkö	Tuotannon kustannusten muodostuminen	60 min
23.8.2022	Talous, Laskentavastaava	Tuotannosta saatavan kustannusdatan käsittely	45 min
1.9.2022	Tuotehallinta, Osaston johtaja	Tuotehallinnan käyttämä informaatio	60 min
8.9.2022	Talous, Laskentavastaava	Tuotekustannuksen muodostuminen, hukka	60 min
6.10.2022	Tuotannonsuunnittelu, Tuotannonsuunnittelija	Tuotannonsuunnittelun vaikutus valmistukseen ja resurssikäyttöön	60 min
24.10.2022	Talous, T&K Laskentavastaava	Kustannusinformaation hyödyntäminen	60 min
27.10.2022	Tuotanto, Osastoinsinööri	Hienokuormitus ja tuotantoajat kokoonpanossa	45 min
2.11.2022	Tuotanto, Osaston esimies	Komponenttivalmistuksen toiminta ja ohjaus	45 min
4.11.2022	Tuotanto, Osastoinsinööri	Komponenttivalmistuksen kustannusdata	45 min
10.11.2022	Tuotanto, Osaston esimies	Komponenttivalmistuksen toiminta	120 min
18.11.2022	Tuotanto, Kehityspäällikkö	Valmistettavien tuotteiden seuranta	45 min
24.11.2022	Tuotanto, Kehityspäällikkö	Materiaali- ja resurssikustannus osastoilla	45 min
7.12.2022	Talous, Laskentavastaava (2hlö)	Kustannusdatan käyttö ja datalähteet	60 min
14.12.2022	Tuotekehitys/Talous/Tuotehallinta, Osaston johto ja Laskentavastaavat	Kustannusmallin esittely, informaation hyödyntäminen	45min

3.3.1 Kohdeyrityksen tuotantoprosessi

Tutkimuksessa keskitytään kustannuslaskennan näkökulmasta kohdeyrityksen tuotantoprosessin vaiheisiin, joissa suorat ja epäsuorat valmistuskustannukset aiheuttavat eri tuotealustoille kustannuseroja. Näitä vaiheita kohdeorganisaatiossa kutsutaan alkuvalmistuksen ja kokoonpanon vaiheiksi. Empiirinen aineisto tuotantoprosessista on hankittu perehtymällä yrityksen toimintaan, havainnoimalla tuotantoprosessin toimintaa sekä haastattelemalla tuotantoprosessissa työskenteleviä työntekijöitä. Tuotantoprosessin vaiheet sisältävät niin jatkuvatoimisen prosessin piirteitä kuin erätuotannon piirteitäkin ja monimuotoinen prosessi on muovautunut vuosien saatossa tietyn kaltaiseksi ominaispiirteisten tuotteiden johdosta. Kohdeyrityksen tuotantoprosessi on esitetty kuvassa 12.



Kuva 12. Kohdeyrityksen tuotantoprosessi.

Prosessissa syntyvät tuotteet ovat alalla hyvin vakiintuneita ja uudet tuotesukupolvet noudattelevat inkrementaalisen kehityksen askeleita. Tuotteet on segmentoitu markkina-alueen, tuotteen suorituskyvyn ja käyttökauden mukaisesti ja nämä erot mahdollistetaan muuttamalla komponenttien materiaaleja sekä dimensioita. Vaihtuvien komponenttien ja valmistusparametrien johdosta kohdeyrityksessä on käytössä standardoidut tuotealustat. Tuotealustat ohjaavat kohdeyrityksen toiminnassa niin tuoteportfolion hallintaa, tuotannonsuunnittelua sekä tuotesuunnittelua. Tuotealustojen käytön johdosta kohdeyrityksen valmistamia tuotteita voidaan kutsua modulaarisiksi.

Tuotantosunnitelma on pohjana kohdeorganisaation tuotannon toiminnassa ja se syntyy seuraavan toimintajakson myyntiennusteista. Myyntiorganisaatio esittää ennusteiden ja jo varmistuneiden tilausten pohjalta tuotemäärät, jotka he tarvitsevat tyydyttääkseen asiakastarpeen. Tuotannonsuunnittelu sovittaa nämä tilaukset käytössä olevaan kapasiteettiin ja muodostaa niistä osastokohtaisen tuotantosunnitelman. Modulaarisuudella on suuri vaikutus siihen, miten tehokkaaksi tuotanto voidaan suunnitella. Tuotannonsuunnittelu valikoi samankaltaiset tuotealustat valmistettavaksi samaan aikaan, jotta vältetään ylimääräisiltä tuotevaihdoilta niin alkuvalmistuksessa kuin kokoonpanossakin.

Tuotantoprosessin ensimmäinen tuotannollinen vaihe on alkuvalmistus. Alkuvalmistuksessa raaka-aineista valmistetaan komponenteissa käytettävät materiaalit sekä materiaaleista itse komponentit. Kumimateriaalit valmistetaan sekoituskoneissa jopa kymmenistä raaka-aineista kehitysvaiheessa määritellyn reseptin mukaan. Materiaalit käyvät eri sekoitusvaiheita läpi riippuen siitä, minkälaisia raaka-aineita ne sisältävät. Näistä vaiheista muodostuu materiaalisekoituksien työaika, jota käsitellään tutkimuksessa myöhemmin.

Materiaalisekoituksia käytetään kumikomponenttien valmistamiseen pääsääntöisesti ekstruusiomenetelmällä ja kalanteroinnilla. Valmistus toimii imuohjaus periaatteen mukaisesti ja tuotantoprosessin seuraavalta vaiheelta tulee ilmoitus koska ja mitä komponenttia seuraavaksi tarvitaan. Imuohjaus periaatteesta, suuresta varastointi tarpeesta

sekä komponenteille määritettävästä käyttöajasta johtuen, alkuvalmistuksessa ei kyetä valmistamaan vain yhtä komponenttia kerrallaan. Usean komponentin valmistaminen samanaikaisesti vaatii materiaali- ja työväline vaihtoja, mutta tällä tavoin myös pysytään muun tuotannon tahdissa, eikä suurta välivarastoa tarvitse kerryttää. Komponenttien valmistamiseksi käytetään erilaisia työkaluja ja välineitä, joiden vaihtaminen vaatii henkilöresursseja. Työkaluista, välineistä ja materiaaleista aiheutuvat vaihtoajat vaihtelevat 5 minuutista reiluun tuntiin. Vaihtoajan pituus on sidoksissa siihen mitä työkaluja, välineitä ja materiaaleja joudutaan vaihtamaan seuraavan komponentin valmistamiseksi.

Alkuvalmistuksesta komponentit kuljetetaan kokoonpanoon. Kokoonpano on pääasiassa koneellinen prosessi, jota koneenkäyttäjä valvoo, ohjaa ja ylläpitää. Koneenkäyttäjät asettavat koneeseen oikeat komponentit ja säätävät valmistusparametrit halutulle tuotteelle sopiviksi, jonka jälkeen kone suorittaa kokoonpanon. Kone yhdistää komponentit kokoonpanossa käytettävien työvälineiden avulla tarkkaa järjestystä noudattaen. Tuotantovaiheessa valmistettavan komponentin dimensioita tarkkaillaan jatkuvasti joko koneen oman tunnistusjärjestelmän tai koneen käyttäjän toimesta. Koneen käyttö vaatii henkilöresursseja parametrien vaihdossa, ensimmäisten kokoonpantujen tuotteiden tarkastamisessa, komponenttien lisäämisessä sekä koneen toiminnan tarkkailussa. Kohdeyrityksen tuotantoprosessissa on kahden tyyppisiä kokoonpanokoneita, joista vanhempi konetyyppi vaatii huomattavasti enemmän manuaalista työtä kuin uudempi. Uuden ja vanhan konetyypin suurimmat erot syntyvät koneiden automaatioasteen eroista sekä tarkkuudesta. Vanhemmassa konetyypissä koneenkäyttäjä suorittaa enemmän tarkastusmittauksia ja toimintojen kuittauksia kuin uuden kokoonpanokoneen parissa. Vaihe ei tästä syystä ole täysin automaattinen ja kuittaukset ja tarkastukset kuluttavat tuotantoaikaa siten, että uuden ja vanhan konetyypin ero on keskimäärin 60 %.

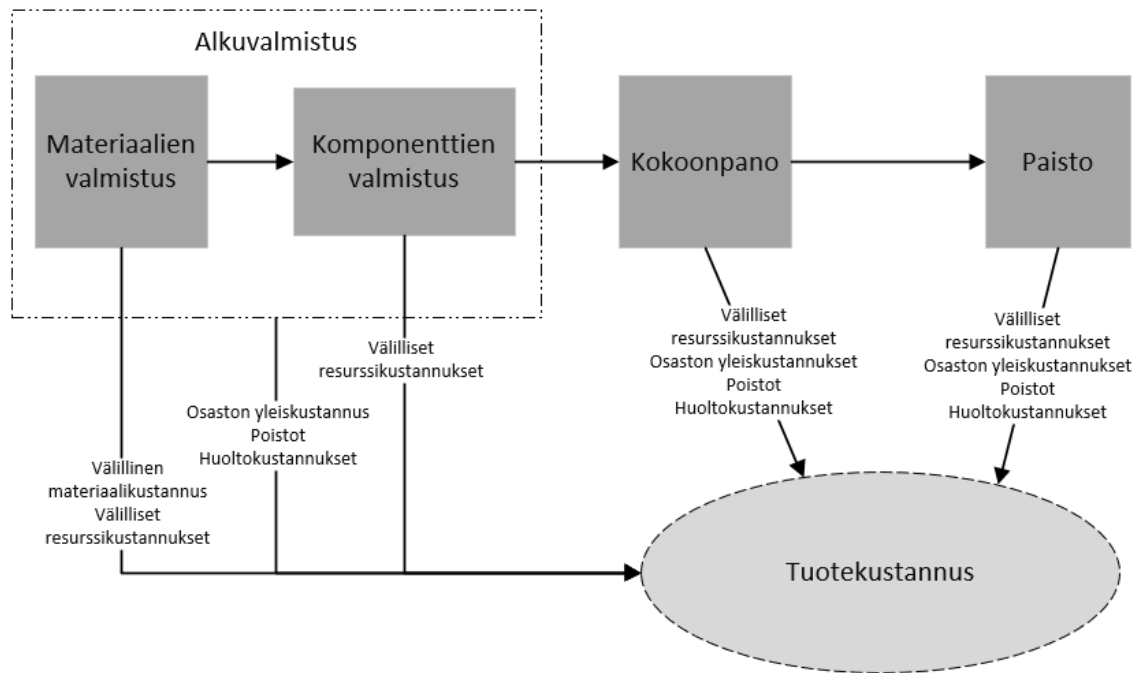
Kokoonpanon jälkeen tuotteet siirtyvät välivarastoon odottamaan tuotannon seuraavaa vaihetta, jossa tuote muovataan lopulliseen muotoonsa. Välivaraston kapasiteetista ja seuraavan vaiheen imuista johtuen, joudutaan kokoonpanossa suorittamaan tuotevaihtoja, joilla hidastetaan yhden tuote-erän kokoonpanovaiheen nopeutta tarkoituksellisesti. Tuotannon seuraavan vaiheen imu riippuu siitä, kuinka monta tuotteen valmistamiseksi tarkoitettuja muotteja on hankittu. Muottien hankintaan arvioidaan suhteessa tuotteen mahdolliseen myyntivolyymiin, joka määrittää tarpeen valmistusmäärille. Tästä määritellään keskimääräinen valmistettava erä koko, joka ohjaa muottien hankintamäärää. Jotta kokoonpanovaiheen nopeutta ei tarvitsisi hidastaa, vaaditaan seuraavaan tuotantovaiheeseen sopiva määrä muotteja. Mikäli muotteja on alhaisemman myyntivolyymien johdosta hankittu vähemmän, kertyisi välivarasto liian suureksi kokoonpanokoneen käytössä normaalilla vaiheajalla.

Tällaisessa tilanteessa valikoidaan valmistettavan tuotteen rinnalle jokin toinen, samaa tuotealusta käyttävä tuote. Kokoonpanossa tätä kutsutaan rinnanvalmistukseksi, jolloin tuotevaihdon tekeminen on yksinkertaista modulaarisuuden johdosta. Rinnanvalmistuksella pystytään vastaamaan seuraavan tuotantovaiheen imuun kahden alhaisen muottimäärän tuotteen avulla. Kokoonpanokoneen käyttökapasiteetti pysyy korkealla, kun turhaa odotusaikaa ei synny. Tässä tilanteessa modulaarisuus on avainasemassa tehokkuuden ylläpitämiseksi. Mikäli tuotesuunnitteluvaiheessa ei modulaarisuutta olisi huomioitu, olisi komponenttien ja parametrien asettaminen tuotantokoneelle paljon hitaampaa, eikä tällöin olisi mahdollista valmistaa kahta tuotetta samanaikaisesti. Tämä taas aiheuttaisi kokoonpanokoneelle turhaa odotusaikaa.

3.3.2 Kohdeyrityksen kustannuslaskentajärjestelmä

Kustannuslaskentajärjestelmä käyttää erilaisia ajureita ja kohdistustapoja valmistuskustannusten allokoimiseksi yksittäiselle tuotteelle. Kustannuslaskenta perustuu kustannuspaikkalaskentaa, jossa eri osastot ilmoittavat kertyneet kustannukset laskennan suorittavalle taholle. Vastaavasti laskentakauden aikana valmistunut tuotemäärä ilmoitetaan laskennan tekijälle, jolloin valmistuskustannukset saadaan osoitettua oikeuden mukaisesti suhteessa tuotantovolyymiin. Välittömät valmistuskustannukset osoitetaan tuotteelle komponenttien valmistuksen osalta materiaali ja resurssikustannuksena. Välilliset kustannukset kohdistetaan suhteessa välittömiin kustannuksiin, kuten materiaalin menekkiin tai kokoonpano aikaan. Kustannuslajien muodostuminen tuotantoprosessissa on esitetty kuvassa 13.

Yrityksen valmistaessa tuotteita korkealla volyymilla, on laskennassa käytetty toimintolaskennan ja lisäyslaskennan piirteitä tuotekustannusten määrittämiseksi. Kustannuslaskenta kohdeorganisaatiossa on pääasiassa jälkilaskentaa, johon huomioidaan kuukausitasolla valmistuneet tuotemäärät ja näihin käytetyt materiaalit. Jälkilaskennalla luodaan ymmärrystä siitä, miten paljon kustannuksia laskentakaudella on kertynyt suhteessa valmistettuun tuotantomäärään. Tämän avulla säädetään tai tarkennetaan tarvittaessa seuraavan laskentakauden osastokohtaisia tehokkuuksia ja ennustetaan tulevaisuuden kustannuskertymää.



Kuva 13. Välillisten kustannusten muodostuminen tuotantoprosessissa.

Alkuvalmistuksessa materiaalivalmistuksen kustannus syntyy osastolla työskentelevien henkilöiden palkkakustannuksista sekä muista koneiden käyttöön liittyvistä kustannuksista, kuten energiasta, laitepoistoista ja huoltokustannuksista. Näistä kustannuksista välittömät resurssikustannukset osoitetaan materiaaleille niille ennalta määrätyn työajan mukaisesti. Välilliset kustannukset kohdistetaan yleiskustannuksen avulla joko kiinteänä summana tai valmistusvolyymiin suhteutettuna.

Komponenttivalmistuksen kustannukset koostuvat palkoista, energiasta, laitepoistoista, työkaluista/välineistä sekä huoltokustannuksista. Komponentin materiaali määrät kohdistetaan tuotereseptin mukaisesti tuoteyksilöille. Komponenttivalmistuksen suorista valmistuskustannuksista resurssikustannukset osoitetaan tuoteyksilölle jakamalla laskentakauden aikana käytetyt työtunnit valmistuneille tuotteille. Laskenta käyttää edellisten laskentakausien perusteella määrättyä tehokkuutta yhdessä laskentakauden aikana käytettyihin tunteihin, jolloin saadaan yhden komponentin tekemiseksi kulunut valmistusaika. Muut osastossa syntyneet kustannukset kohdistetaan yleiskustannuksena tuotteelle joko kiinteänä summana tai valmistusaikaan suhteutettuna.

Kokoonpanossa kustannuksia synnyttävät palkat, energia, kone- ja laite poistot, työkalut ja välineet sekä huoltokustannukset. Kokoonpanon resurssikustannusten osoittamisessa käytetään valmistusajan kategorisointia. Tuotteet kategorisoidaan kokonsa mukaan siten, että pienimpien tuotteiden valmistusaika on noin 20 % lyhyempi kuin suurempien tuotteiden valmistusaika. Valmistusajan perusteella tuotteelle osoitetaan välittömästä työstä aiheutunut resurssikustannus. Osaston muut kulut kohdistetaan välillisinä

kustannuksina joko kiinteänä summana tai käyttäen toimintopohjaisena ajurina valmistusaikaa.

Viimeinen tuotantovaihe aiheuttaa palkkakustannuksia, energiakustannuksia, työkalu- ja laite poistoja sekä huoltokustannuksia. Niin välittömät kuin välillisetkin kustannukset kohdistetaan suhteessa sisäänajovaiheessa määritettyyn paistoaikaan. Tätä tuotantoaikaa käytetään kustannusajurina kohdistettaessa osaston kustannuspooliin kertyneitä kustannuksia valmistetuille tuotteille.

Valmistuskustannusten lisäksi organisaatiossa syntyy kustannuksia yrityksen muusta toiminnasta, kuten kehitys, myynti, markkinointi, hallinto, vuokrat ja muuta pääomakustannukset. Nämä kustannukset kohdistaan valmistetuille tuotteille yhteisen yleiskustannuksen avulla kiinteänä summana tai suhteutettuna laskentakauden tuotantomäärään.

Yrityksen kustannuslaskentajärjestelmä noudattelee niin jakolaskennan kuin toimintolaskennan piirteitä. Osastojen kustannuksien kohdistamisessa on eroja, jotka pääosin aiheutuvat erilaisesta toimintatavasta ja resurssikäytöstä osastojen välillä. Tuotekustannuslaskenta perustuu organisaatiossa monin paikoin jälkilaskentaan, jonka avulla määritetään tuotteiden kustannustasot seuraavalle laskentakaudelle.

3.3.3 Muu aineisto

Tutkimuksessa seurattiin kolmen uuden tuotteen valmistuksesta aiheutuvia kustannuksia valmistusajan näkökulmasta. Tuotteet valikoituivat mukaan tutkimukseen niiden edustaessa haastatteluiden perusteella yleisimpiä syitä uusien tuotealustojen perustamiselle. Nämä tuotteen ja niiden erot jo tuotannossa oleviin, samankaltaisiin tuotteisiin on esitetty taulukossa 4. Erot keskittyvät komponenttien A ja B muutoksiin niiden merkittävästä osuudesta tuotteen kokonaiskustannukseen johtuen. Empiirisen aineiston lisäksi yritykseltä oli saatavissa sisäisesti ja ulkoisesti julkaistua sekundääristä aineistoa. Tätä hyödynnettiin tutkimuksessa täydentämään ja tukemaan primääristä aineistoa, kuten Saunders *et al.* (2009) totesivat.

Taulukko 4. *Kuvaus tutkimuksessa käytetyistä tuotteista.*

Tuote	Ero tuotannossa olevaan samankaltaiseen tuotteeseen
Tuote 1	Uusi tuote täydentämään valikoimaa. Komponenttivariorioeroa aiemmasta tuotannosta.
Tuote 2	Tuotteen dimensiomuutos. Komponenttien A ja B dimensiot muuttuvat.
Tuote 3	Tuotteen rakenteellinen muutos. Komponentit A ja B muuttuvat toisiin komponentteihin.

4. TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Tässä kappaleessa esitellään edellä kuvatun tutkimuksen tulokset. Tuloksissa esitetään nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän ja todellisen resurssikäytön perusteella määritetty tuotekustannus tutkimuksessa mukana olleille tuotteille. Lisäksi tuloksissa esitellään aiheuttamisperiaatetta noudattava kustannusten kohdistamismenetelmä, jolla todelliseen resurssikäyttöön pohjautuva laskenta on tehty. Lopuksi vertaillaan nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän ja uuden laskentatavan tuottamaa valmistusaikaa ja kustannusta tutkimuksessa olleiden tuotteiden näkökulmasta. Merkittävimmät erot nykyisessä kustannuslaskentajärjestelmässä olevan resurssikäytön ja todellisen resurssikäytön mukaan lasketuista kustannuksista syntyi alkuvalmistuksen ja kokoonpanon työvaiheissa.

Tutkimuksessa käytettyjen uusien tuotealustojen ja jo tuotannossa olevien tuotealustojen väliset erot olivat hyvin vähäisiä nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän mukaisella laskentatavalla (taulukko 5). Tutkimukseen valikoidut tuotteet olivat tuotantosuunnitelman näkökulmasta uusia, mutta noudattivat silti yhtiön käyttämiä modulaarisuusperiaatteita ja suunnittelukäytäntöjä. Modulaarisuudesta johtuen uudet tuotealustat sisältävät samoja komponentteja kuin muut tuotannossa jo entuudestaan olevat tuotteet. Tuotealustojen valmistuskustannuseroja ei juurikaan esiintynyt, vaikka tutkimuksessa oli joi-tain komponenttivarიაatioiden kustannuseroja.

Taulukko 5. *Uuden tuotteen kustannusero jo tuotannossa olevaan samankaltaiseen tuotteeseen nykyisessä kustannuslaskentajärjestelmässä.*

Tuote	Kustannusero samankaltaiseen tuotteeseen
Tuote 1	+0,91 %
Tuote 2	+1,59 %
Tuote 3	-1,55 %

Tarkastellessa tuotantovaiheissa käytettyä valmistusaikaa, voitiin todeta, että nykyinen kustannuslaskentajärjestelmä ei kovinkaan hyvin huomionnut eroja suorissa resurssikustannuksissa tai osastojen yleiskustannusten kohdistamisessa. Tuotantoprosessin vaiheista suurin epävarmuus haastattelujen perusteella liittyi alkuvalmistuksen ja komponenttivalmistuksen vaiheisiin, jotka esitellään seuraavaksi. Tuotantoprosessissa alkuvalmistuksen vaiheessa keskityttiin haastattelujen ja havainnoin perusteella komponenttien

A ja B valmistukseen. Tutkimuksessa havaittiin alkuvalmistuksen todelliseen resurssikäyttöön perustuvassa valmistusajassa ja nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän mukaisessa valmistusajassa eroa komponenttien A ja B valmistuksessa. Todellisen resurssikäytön mukainen valmistusaika sekä nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän tuottama työvaiheen valmistusaika komponentin A ekstruusionvaiheelle on esitetty taulukossa 6. Tuloksista nähdään, että tuotteessa 1 eroa valmistusajoissa on huomattavasti enemmän kuin tuotteiden 2 ja 3 kohdalla. Tuloksesta voidaan todeta, että tuotteet 1 ja 3 saavat kannettavakseen liian vähän kustannuksia, kun taas tuote 2 saa kannettavakseen liikaa kustannuksia.

Taulukko 6. *Komponentin A valmistusaika nykyisessä kustannuslaskentajärjestelmässä ja todelliseen resurssikäyttöön perustuvassa laskennassa.*

Tuote	Komponentin A valmistusaika nykyisessä järjestelmässä [s]	Komponentin A valmistusaika todellisen resurssikäytön mukaan [s]
Tuote 1	8,8	26,4
Tuote 2	8,4	4,4
Tuote 3	8,4	1,5

Todellinen resurssikäyttö tutkimuksessa riippui valmistettavan komponentin materiaali- ja mittaparametreista. Ekstruusionopeus linjastolla säädetään näiden parametrien avulla, jolloin valmistettavalla komponentilla on suuri merkitys tuotantonopeuteen. Todellisen resurssikäytön kustannus laskettiin käyttämällä komponenttien ekstruusionopeutta kustannusajurina. Tällöin laskenta noudattaa aiheuttamisperiaatetta siten, että enemmän aikaa vaativat, hitaan ekstruusionopeuden komponentit, saavat kannettavakseen ajettuun määrään suhteutettuna enemmän kustannuksia kuin nopean ekstruusionopeuden komponentit.

Ekstruusionopeuden käyttö kustannusajurina on toimintoperusteinen ja kuvaa kustannuksen syntymistä toiminnon käyttöön perustuen, kuten Arora (2009) totesi. Nykyisessä kustannuslaskentajärjestelmässä komponentin laskennalliseen valmistusaikaan käytetään keskiarvotettua tehokkuutta, jolla tuotteelle komponentin välitön valmistuskustannus lasketaan. Keskiarvoistettu tehokkuus on peräisin pitkän aikavälin seurannasta, jolloin yksittäisten tuotteiden kohdalla todellinen valmistusaika voi poiketa laskennallisesta valmistusajasta.

Komponentin B kohdalla käytettiin kustannusajurina samaa ekstruusionopeutta komponentin valmistustavan ollessa samankaltainen kuin komponentissa A. Ekstruusiono-

menetelmän resurssikäyttö komponentin B valmistuksessa on esitetty taulukossa 7. Kuten komponentin A kohdalla, myös komponentin B valmistusaika tuotteessa 1 erosi huomattavasti käytettäessä todellisen resurssikäytön mukaista laskentaa. Tuotteiden 2 ja 3 kohdalla ero kustannuslaskentajärjestelmän ja todellisen valmistusajan välillä on hyvin pieni.

Taulukko 7. *Komponentin B valmistusaika nykyisessä kustannuslaskentajärjestelmässä ja todelliseen resurssikäyttöön perustuvassa laskennassa.*

Tuote	Komponentin B valmistusaika nykyisessä järjestelmässä [s]	Komponentin B valmistusaika todellisen resurssikäytön mukaan [s]
Tuote 1	10,6	22
Tuote 2	10,1	9,7
Tuote 3	10,1	9,7

Taulukoiden 6 ja 7 perusteella nähdään, että tuotteen 1 kohdalla komponenttivalmistuksen välitön tuotantokustannus on virheellinen kustannuslaskentajärjestelmän käsittelemän keskiarvotuksesta johtuvan tuotantonopeuden johdosta. Tuotteelle 1 jää kohdistamatta komponenttia A valmistavan osaston kustannuksista 17,6 sekuntia per tuote ja komponenttia B valmistavan osaston kustannuksista 11,4 sekuntia per tuote. Toisin sanoen, molempien komponenttien valmistuksesta tulisi tuotteelle 1 kohdistaa 2,5 kertainen määrä kustannuksia kuin mitä tuotteelle nykyisessä järjestelmässä kustannuksia osoitetaan.

Komponenttivalmistuksen lisäksi tutkimuksessa keskityttiin haastattelujen pohjalta kokoonpanovaiheen kohdistamisongelmaan. Kokoonpanovaiheessa todellinen resurssikäyttö riippuu valmistettavan tuotteen komponenttien ja työvaiheiden määrästä, eikä suoraan valmistettavan tuotteen koosta, kuten nykyinen laskentajärjestelmä sitä käsittelee. Tuotteille 1, 2 ja 3 määritettiin todelliseen resurssikäyttöön perustuva tuotantoaika, jota verrattiin nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän käsittelemään tuotantoaikaan. Taulukossa 8 on esitetty todelliseen resurssin käyttöön perustuvan tuotantoajan suhde nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän käyttämään tuotantoaikaan.

Taulukko 8. *Tuotteen todellisen tuotantoajan ero nykyisen laskentajärjestelmän käsittelemään tuotantoaikaan.*

Tuote	Todellinen tuotantoaika suhteessa nykyisen laskentajärjestelmän tuotantoaikaan
Tuote 1	+20 %
Tuote 2	-75 %
Tuote 3	-39 %

Tuloksista nähdään, että tuotteen 1 todellinen tuotantoaika on 20 % suurempi kuin laskentajärjestelmän käyttämä tuotantoaika. Tuotteen 2 todellinen tuotantoaika oli 75 % ja tuotteen 3 todellinen tuotantoaika 39 % vähemmän kuin nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän käsittelemä tuotantoaika. Tuotteiden 2 ja 3 tuotantoajat olivat todellisuudessa lyhyempiä kuin laskentajärjestelmän sisältämä informaatio. Kustannusajurina todellisen resurssikäytön määrittämisessä käytettiin toimintopohjaista ajuria, jonka todettiin kuvaavan toiminnon käyttöä resurssikustannusten aiheuttamisperiaatetta noudattaen. Kustannusajurina laskelmassa toimi kokoonpanosta saatava tuotantoaika, jolla on kustannusajurille ominaiset piirteet ymmärrettävyydelle, tunnistettavuudelle, sopivuudelle sekä syy-seuraussuhteelle (Cokins & Capusneanu, 2010).

Tuloksista myös havaitaan tutkimuksessa käytettyjen tuotteiden välillä esiintyvän eroa todelliseen resurssikäyttöön perustuvan tuotantoajan ja kustannuslaskentajärjestelmän käyttämän tuotantoajan välillä. Tutkimuksessa käytetyt tuotteet osoittavat, kuinka kustannuslaskennassa käytetty tuotteiden tuotantoajan kategorisointi aiheuttaa virhettä yksittäisiä tuotteita tarkastellessa, vaikka kokonaisuus keskimäärin pitää paikkansa. Kokoonpanon kustannuksia voi tutkimuksen osoittamalla tavalla kohdistua väärin perustein, jolloin aiheuttamisperiaatetta ei resurssikäytön näkökulmasta noudateta. Tuotteen tuotantokustannuksiin vaikuttaa jonkin verran se, mitä laitteistoa kokoonpanovaiheessa on käytetty. Yrityksen tuotantoprosessin kuvauksessa mainitun uuden ja vanhan koneyyppien ero tuotantoajan vaikutus tosin yksilöityy tuotealustakohtaisesti. Tutkimuksessa havaittiin tuotealustojen ohjautuen tuotantosuunnitelmassa tietyin perustein aina tietyille koneyyypeille, jolloin rajoitetaan tuotannonsuunnittelun mahdollisuuksia kuormittaa tuotantoa tasaisesti. Tuotannon hienokuormitusta tekevää henkilö totesi:

”Suurelta osin ne [tuotteet] ohjataan aina samalle tuotantokoneelle, kun siellä niille on reseptit ja toiminnot määritettynä valmiiksi. Joskus joudutaan ”säätämään” koneiden välillä tuotannollisista syistä johtuen, mutta ne ovat enempi niitä erikoistilanteita.”

Työssä määritetyn valmistuskustannuksen ero nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän käsittelemään kustannukseen koostui pääsääntöisesti komponenttien A ja B valmistusaikojen sekä kokoonpanovaiheen tuotantoaikojen eroista. Nykyisessä kustannuslaskentajärjestelmässä tuotantoajat kuuluvat tuotteen resurssikustannukseen, joka määritetään niin edellä mainittujen kuin muidenkin komponenttien ja tuotantovaiheiden tuotantoajoista. Resurssikustannus on tuotteesta riippuen noin 10 % - 20 % tuotteen valmistuskustannuksista. Työssä verrattiin, miten todellisen resurssikäytön perusteella määritetty resurssikustannus eroaa nykyisen järjestelmän käsittelemästä kustannuksesta. Tämä ero on esitetty taulukossa 9.

Taulukko 9. *Todellisen resurssikäytön ja nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän välinen ero resurssikustannuksessa.*

Tuote	Todellisen resurssikäytön ja nykyisen laskentajärjestelmän välinen kustannusero
Tuote 1	+11,16 %
Tuote 2	-34,99 %
Tuote 3	-13,96 %

Taulukosta 9 nähdään, että tuotteen 1 resurssikustannukset ovat todellisen resurssikäytön mukaan määritettynä 11,16 % korkeammat kuin nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän mukaiset resurssikustannukset. Tämä selittyy komponenttien A ja B pidemmällä valmistusajalla sekä kokoonpanon pidemmällä tuotantoajalla. Tuotteiden 2 ja 3 kohdalla nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän määrittämä kustannus on korkeampi kuin todelliseen resurssikäyttöön perustuva kustannus nopeamman kokoonpanovaiheen tuotantoajan sekä komponentin A valmistuksen johdosta.

Verrattaessa nykyisessä kustannuslaskentajärjestelmässä uuden ja vanhan tuotteen kustannuksia (taulukko 5) havaittiin, että kustannusero syntyi materiaalien dimensioista ja määristä. Yhdistettäessä nämä materiaaleista johtuvat erot komponenttien tuotantoajoista syntyviin eroihin, nähdään kokonaisvaikutus yksittäisen tuotteen valmistuskustannukseen taulukossa 10.

Taulukko 10. *Todellisen resurssikäytön ja materiaalien vaikutus nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän valmistuskustannukseen.*

Tuote	Todellisen resurssikäytön ja materiaalien ero nykyiseen laskentajärjestelmään
Tuote 1	+2,63 %
Tuote 2	-9,50 %
Tuote 3	-3,33 %

Tarkasteltaessa tuotteen valmistuskustannusta kokonaisuutena, huomataan, että resurssikustannuksen vaikutus kokonaisuuteen vähenee muiden kustannusten johdosta. Tuotteessa 2 todellisen resurssikäytön mukainen valmistuskustannus on noin 10 % alempi kuin nykyisessä kustannuslaskentajärjestelmässä. Tuotteiden 1 ja 3 kohdalla absoluuttinen ero jää alle 4 %:n. Tuotteen 3 tilanteessa voidaan huomata, että valmistuskustannuksissa kokoonpanovaiheen kustannus ja komponentin A kustannus kumoavat toistensa vaikutuksen ja todellisen resurssikäytön mukainen kustannus jää melko lähellä nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän käsittelemää kustannusta. Tuotteen 1 tilanteessa kokoonpanovaiheen tuotantoaika sekä komponenttien A ja B valmistusajat poikkeavat merkittävästi nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän mukaisesta kustannuksesta, mutta tuotteen muiden valmistuskustannusten ollessa korkeat, jää näiden vaikutus kokonaisuuden kannalta hyvin vähäiseksi.

5. YHTEENVETO JA PÄÄTELMÄT

Luvussa esitellään yhteenveto työn tavoitteista, tutkimusprosessista ja tuloksista yhdessä päätelmien kanssa. Kappaleen ensimmäisessä alaluvussa käsitellään työn pääkohdat sekä pääasialliset havainnot ja tulokset. Luvussa vastataan tutkimuksen alatutkimuskysymyksiin, joiden avulla tutkimus suoritettiin. Havaintoja pohditaan päätelmissä teoreettiseen viitekehykseen reflektoiden. Toisessa alaluvussa vastataan tutkimuksen pää tutkimuskysymykseen. Luvussa keskitytään kustannuslaskentainformaation kehittämiseen, jotta se tukisi modulaarista tuoterakennetta entistä paremmin. Kolmannessa alaluvussa käsitellään työssä havaittua hukkakapasiteettia osana tuotannollista toimintaa. Lopuksi pohditaan työn validiteettia ja reliabiliteettia sekä esitellään työn aikana esille nousseita jatkotutkimusaiheita niin kustannuslaskennan, tuotannon kuin tuotekehityksenkin näkökulmista.

5.1 Tutkimuksen yhteenveto

Diplomityössä tavoitteena oli parantaa kustannuslaskentainformaatiota modulaarisessa tuotannossa. Työ suoritettiin kemianteollisuudessa toimivan yrityksen Suomessa sijaitsevassa toimipisteessä, jossa tuotteita suunnitellaan ja valmistetaan. Tarve työlle muodostui halusta kehittää tuotekustannuslaskentaa, jotta tuotannossa käytettävien tuotekustannusten väliset valmistuskustannuserot voidaan helpommin tunnistaa. Tarpeeseen myös vaikutti yrityksen muuttunut markkinatilanne, jossa tarkempi kustannusinformaatio varmistaa vakaamman pohjan operatiiviseen toimintaan liittyville päätöksille. Yrityksen suunnittelu ja valmistus perustuu komponenttimoduuleista koottaviin tuotteisiin, joissa muuttuvia parametrejä ovat materiaalit ja dimensiot. Tuotteet sisältävät erilaisia ja erimääräisiä komponenttivaruaatioita niille suunniteltujen toiminnallisuuksien perusteella. Työssä rajoituttiin kohdeyrityksen tuotannollisiin sekä taloudellisiin erityispiirteisiin, joista myös työssä käytetty aineisto oli kerätty. Työn tuloksia ei tästä syystä voida suoraan yleistää muihin yrityksiin tai toimialoihin, mutta tulokset ovat sovellettavissa samankaltaisessa toimintaympäristössä.

Tutkimus oli luonteeltaan laadullinen tapaustutkimus, jossa käytettiin induktiivista tutkimusotetta. Tämä tutkimusmenetelmä sopi parhaiten tapaustutkimukseen, jossa empiirisen aineiston avulla pyritään luomaan ymmärrystä ja uutta tietoa jostakin tapahtumasta. Tutkimuksessa käytetyt tiedonkeruumenetelmät olivat haastattelut, havainnointi sekä perehtyminen. Tutkimusprosessiin kuului neljä vaihetta, jotka olivat esiselvitys, teoreettisen viitekehyksen muodostaminen, empiirisen aineiston hankinta sekä tutkimuksessa

mukana olleiden tuotealustojen kustannusten käyttäytymisen tutkiminen. Tutkimukseen valittiin kolme tuotantoon alun perin kuulumatonta tuotetta, joiden kustannusten koostumista selvitettiin nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän näkökulmasta. Työssä haluttiin tutkia tuotteiden todellisen resurssikäytön mukaista kustannusta ja verrata sitä nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän tarjoamaan informaatioon.

Tutkimuksen tavoitteena oli parantaa kustannuslaskentainformaatiota modulaarisessa tuotannossa. Työn pää tutkimuskysymykseen *”Mitä ominaisuuksia kustannuslaskentajärjestelmä tarvitsee tukeakseen modulaarisen tuoterakenteen tuotantoa?”* pyrittiin vastaamaan alatutkimuskysymysten avulla selvittämällä, miten tuotekustannuslaskentaa voidaan parantaa tuotteen valmistuskustannusten osalta. Työn tavoite jaettiin kahteen osaan, joista ensimmäinen oli tunnistaa kohdeorganisaation kustannuslaskennassa syntyvät haasteet tuotantoprosessin todellisesta resurssitarpeesta johtuen. Tämä tehtiin haastattelemalla ja havainnoimalla tuotantoprosessin ja taloudellisen laskennan parissa työskenteleviä henkilöitä. Työn toinen tavoite oli määrittää tuotantoprosessin resurssitarpeen huomioivat kustannusajurit, joka tehtiin vertaamalla haastatteluissa ja havainnoimalla kerättyä aineistoa työn alussa muodostettuun teoreettiseen viitekehykseen.

Haastatteluiden ja havainnoinnin pohjalta kyettiin selvittämään, missä tuotantovaiheissa kustannusten kohdistaminen on kriittistä. Haastatteluiden pohjalta tutkimuksessa keskityttiin kriittisiksi tunnistettuihin tuotantovaiheisiin, jotka olivat alkuvalmistuksen ja kokoonpanon tuotantovaiheet, näissä esiintyvien vaihteluiden vuoksi. Ensimmäiseen alatutkimuskysymykseen *”Millä tavalla nykyinen kustannuslaskentajärjestelmä muodostaa uuden tuoterakenteen kustannuksen?”* onnistuttiin vastaamaan selvittämällä taulukon 5 esittämä kustannusero jo olemassa olevaan tuotteeseen. Taulukossa 5 uuden tuoterakenteen tuotetta verrattiin jo tuotannossa olevaan, samankaltaiseen tuotteeseen, jolloin nähtiin, ettei kustannuseroa laskentajärjestelmässä juurikaan synny. Nykyisessä laskentajärjestelmässä tuotteiden välinen kustannusero syntyy materiaalmäärien vaikutuksesta. Kustannuslaskennan näkökulmasta tutkimuksessa käytettyjen uusien tuotealustojen resurssikäyttö komponenttivalmistuksessa ja kokoonpanossa on hyvin lähellä normaalissa valmistuksessa olevia tuotteita. Tutkimuksen toiseen alatutkimuskysymykseen *”Mitä tuotantotoimia kustannuslaskentajärjestelmän on katettava?”* pystyttiin vastaamaan jo edellä mainittujen haastatteluiden ja havainnoinnin sekä perehtymisen avulla. Tutkimuksessa havaittiin alkuvalmistuksen ja kokoonpanon aiheuttavan tuotteen valmistuksessa vääristymää todellisessa resurssikäytössä. Nykyinen kustannuslaskentajärjestelmä keskiarvottaa tuottavuutta pidemmällä aikavälillä, jolloin yksittäisten tuotteiden ja tuotealustojen väliset eroavaisuudet peittyvät. Työn tuloksissa myös selvisi, ettei komponenttivalmistuksessa tai kokoonpanossa välittömiä työkustannuksia osoiteta suoraan

valmistettavalle tuotteelle kuten Suomala *et al.* (2011) sekä Bhimani *et al.* (2018) teoksissaan esittelivät. Kustannuslaskentajärjestelmän tulee perustua toimintopohjaiseen laskentaan, jotta kustannusinformaatiota saadaan parannettua.

Tutkimuksen kolmanteen alatutkimuskysymykseen ”*Miten kustannuslaskentajärjestelmän tulee käsitellä kustannuksia näissä toiminnoissa?*” onnistuttiin vastaamaan selvittämällä tuotantovaiheiden haasteet kustannuslaskennan näkökulmasta. Kustannuslaskennan näkökulmasta alkuvalmistuksen haasteita ovat tuloksissa nähtävä ekstruusio- menetelmän välittömien kustannusten kohdistaminen sekä materiaalivaihdoista syntyvän hukkamateriaalin kustannuksen kohdistaminen. Nämä virheet korostuvat tietyissä tuotteissa, joissa komponenttien valmistusnopeudet eroavat keskiarvotetusta valmistusnopeudesta merkittävästi materiaali- ja mittaparametreista johtuen. Komponenttivalmistuksen kustannusten kohdistamisessa keskiarvotus hävittää tuoterakenteiden väliset erot tuotekohtaisessa tarkastelussa, jossa komponentin valmistusaika voi olla laskennassa käytettyä tehokkuutta merkittävästi hitaampi tai merkittävästi nopeampi. Kustannuslaskentajärjestelmällä ei täten ole komponenttivalmistuksessa yhteyttä komponentin valmistamiseen kuluneeseen todelliseen resurssikäyttöön. Todelliseen resurssikäyttöön pohjautuvassa kustannuslaskennassa komponenttivalmistuksen välilliset kustannukset tulee kohdistaa ekstruusio- nopeutta kustannusajurina käyttäen. Tällöin kustannukset allokoidaan oikeuden mukaisesti resurssikäytön perusteella.

Kokoonpanossa kustannuslaskennan haasteena on tuotantoajan käsitteleminen kategorisesti tuotekoon mukaan ilman tosiasiallista yhteyttä tuotantovaiheen monimutkaisuuteen tai todelliseen tuotantoaikaan. Lisäksi haasteita kokoonpanovaiheessa ovat uuden ja vanhan konetyypin tehokkuus erot, pienen eräkoon valmistuserät sekä vähäisen muottimäärän aiheuttama hukkapasiteetti silloin, kun samanaikaisesti ei pystytä valmistamaan kahta samankaltaista tuotetta. Kokoonpanovaiheeseen haastetta aiheuttaa pieni välivarastokapasiteetti, jonka vuoksi toiminnan tehokkuus kärsii ja koetaan edellä mainittuja haasteita. Kokoonpanossa välilliset kustannukset tulee kohdistaa tuotantoaikaan kustannusajurina käyttäen. Tällöin vältetään monilta tuotantovaiheen aiheuttamilta haasteilta kustannuslaskennassa ja pystytään parantamaan laatua merkittävästi.

Neljänteen alatutkimuskysymykseen ”*Huomioiko nykyinen kustannuslaskentajärjestelmä todelliseen resurssikäyttöön perustuvan valmistusajan?*” vastattiin tuloksissa esitellyjen taulukoiden 6, 7 ja 8 avulla. Näistä voidaan todeta, että todelliseen resurssikäyttöön perustuva valmistusaika eroaa tuotteiden 1 ja 2 kohdalla merkittävästi nykyisen kustannuslaskentajärjestelmän käsittelemästä valmistusajasta. Tämä johtuu nykyisen laskentajärjestelmän käyttämästä keskiarvoisesta tehokkuudesta, jonka mukaan osaston välilliset resurssikustannukset ja yleiskustannukset tuotteelle allokoidaan.

Työn tuloksien pohtiminen teoreettisen viitekehyksen näkökulmasta muodosti näkemyksen sille, miten kohdeyrityksen tuotantoprosessiin liittyvää kustannuslaskentaa tulisi kehittää, jotta laskennan tarkkuutta parannettaisiin. Paremmalla välittömien kustannusten seurannalla ja välillisten kustannusten oikeudenmukaisella kohdistamisella voidaan havaita tuotteiden ja tuotealustojen väliset erot huomattavasti nykyistä kustannuslaskentajärjestelmää paremmin.

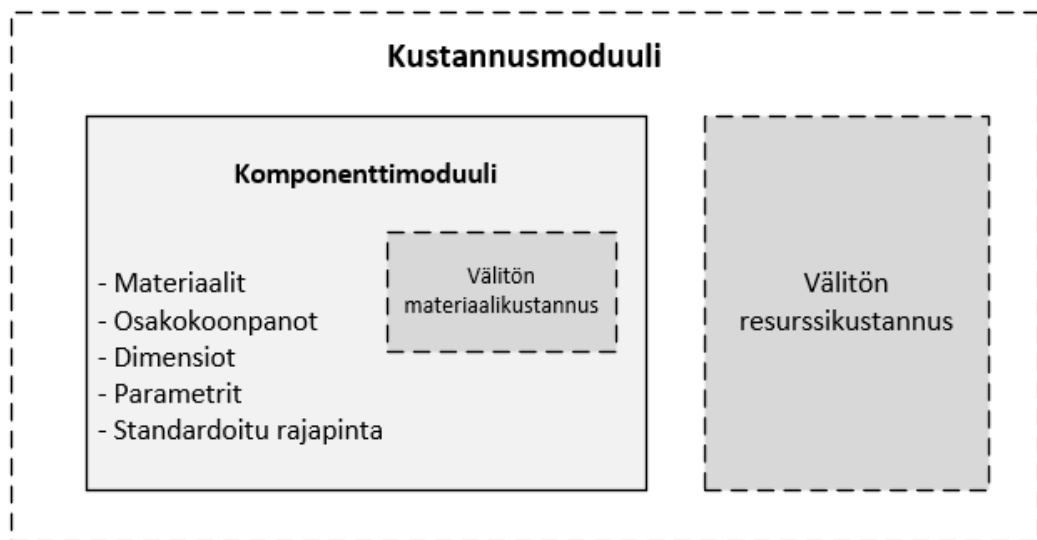
5.2 Kustannuslaskentainformaation kehittäminen

Tässä alaluvussa vastataan tutkimuksen päätutkimuskysymyksen:

- Mitä ominaisuuksia kustannuslaskentajärjestelmä tarvitsee tukeakseen modulaarisen tuoterakenteen tuotantoa?

Kustannuslaskennan kehittäminen kohti tuotantoprosessia mukailevaa, moduuleihin perustuvaa laskentaa auttaa ymmärtämään kustannusten käyttäytymistä tuotannossa. Laskennan tuotekohtaista tarkkuutta tulee parantaa huomioimalla tuotekohtaiset valmistuskustannukset tuotantoprosessissa muun kuin pitkänaikavälin keskiarvon mukaan. Tuotannon välittömät kustannukset tulee osoittaa tuotteelle suoraan ja välilliset kohdistaa aiheuttamisperiaatetta noudattaen, kuten Suomala *et al.* (2011) totesivat. Välittömien kustannusten seurantaan tulee hyödyntää jo olemassa olevaa dataa siitä, miten kustannukset prosessissa syntyvät, eikä määrittää valmistustehokkuuksia pitkän aikavälin seurannalla. Kustannuslaskennan tulee perustua toimintolaskentaan, joka mukailee tuotantoprosessin toimintoja ja tuotesuunnittelua mahdollisimman tarkasti. Operatiivista toimintaa mukaileva laskenta tarjoaa selkeämmän informaation siitä, mitkä moduulit ja tuotantovaiheet kerryttävät tuotteen valmistuskustannuksia ja miten tuotesuunnittelun valinnat vaikuttavat lopputuotteen kustannukseen. Toimintolaskennan menetelmät kustannusajureineen auttavat kohdistamaan välillisiä kustannuksia aiheuttamisperiaatetta noudattaen. Fisherin ja Krumwiedin (2015) mukaan kustannusajurit tulee valita siten, että ne kuvaavat toiminnon ja valmistettavan tuotteen syysseuraus-suhdetta hyvin. Kustannusajureiksi alkuvaiheen tuotantovaiheessa tulisikin valita komponentin ekstruusionopeus sekä kokoonpanon tuotantovaiheessa tuotteen tuotantoaika. Kustannuslaskennan tarkkuutta lisäksi parannetaan lisäämällä näkyvyyttä siihen, mitä tuotteita valmistetaan milläkin hetkellä ja paljonko niihin käytetään aikaa. Tällä tavoin pystytään vähentämään toiminnan tehokkuutta vähentämällä hukkakapasiteettia ja -materiaalia tuotannossa.

Laskennan koostuessa komponenttimoduulien tapaan kustannusmoduuleista tai työpaketeista, voidaan variaatioita yhdistellä kustannuslaskennassa tuotantoprosessin tapaan. Tuotekustannus kertyy tällöin eri moduuleiden valmistuskustannusten yhdistelmänä, jolloin omakustannusarvon määrittäminen mukautuu tuotantoprosessin toimintaa käytännön tasolla. Kustannusmoduulin tai työpaketin sisältäessä materiaalikustannuksen lisäksi ennalta määritetyn resurssikustannuksen, parannettaisiin kustannuslaskennan tarkkuutta merkittävästi. Kustannusmoduuli yhdistäisi toimintolaskennan periaatteen modulaariseen toimintatapaan, jossa komponentin materiaali- ja resurssikustannukset muodostavat kustannusmoduulin komponenttimoduulille (kuva 14).



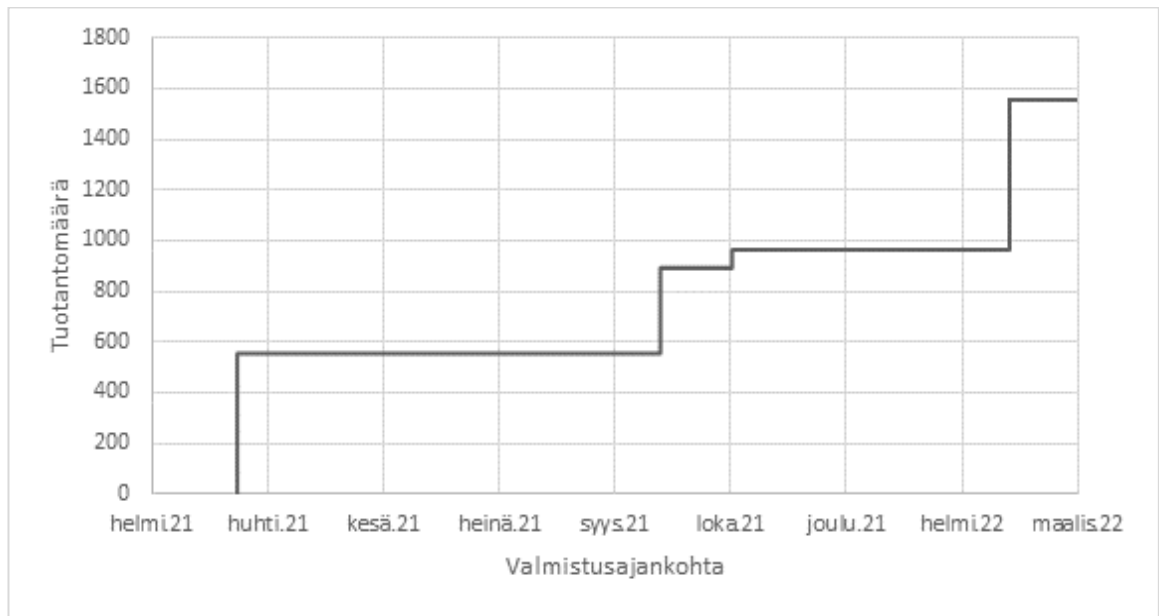
Kuva 14. Kustannusmoduulin määritelmä.

Kustannuslaskenta kustannusmoduulien avulla muodostuisi komponenttilistauksen pohjalle, jossa komponenttimoduuleja yhdistelemällä saadaan tuotteen kokonaiskustannukset määritettyä. Komponenttimoduulien ja niiden yhdistämisen haasteet taas voitaisiin kustannuslaskennan näkökulmasta ratkaista valmistukseen liittyvistä riippuvuussuhteista. Tiettyjen moduulien yhdistäminen keskenään aiheuttaa tietyn kustannuksen jostakin työmäärästä johtuen, kun taas toisenlaisten moduulien yhdistäminen toisenlaisen kustannuksen erilaisesta työmäärästä johtuen.

5.3 Hukkakapasiteetti osana tuotantoa

Tutkimuksessa esiteltyjen tulosten lisäksi työssä havaittiin pienen myynti- ja valmistusvolyymien tuotteiden aiheuttavan tuotantoprosessissa hukkakapasiteettia useassa vaiheessa. Haastatteluiden ja tuotantomäärien perusteella ilmeni, että myyntivolyymi vaikuttaa lähes suoraan valmistettavaan eräkokoan ja tuotteen valmistamiseksi hankittujen tuotantovälineiden määrään. Nämä luetaan tuotannon kiinteisiin kustannuksiin. Tosin

haastatteluissa myös selvisi, että vaikka tuotteen vuosittainen tuotantovolyymi on vähäinen, sitä harvoin valmistetaan kertaerässä varastointikapasiteetin ja valmistusajan johdosta. Valmistusajalla on merkitystä tuotteen myyntiin materiaalien ominaisuuksien johdosta, jolloin on tärkeää, ettei tuotteen valmistusajasta ole kulunut liian pitkä aika. Kuvassa 15 esitetään tuotteen 1 valmistusajankohta suhteessa kumulatiiviseen tuotantomäärään. Kuvasta havaitaan, että tuotetta valmistetaan noin 50–500 kappaleen pä väerissä eri aikakausina.



Kuva 15. Tuotteen 1 valmistusajankohta suhteessa kumulatiiviseen tuotantomäärään.

Hukkakapasiteetin todettiin myös olevan sidoksissa muuhun tuotanto-ohjelmassa olevaan tuotantoon. Tarve määrittää, mitä tuotteita milläkin viikolla valmistetaan ja näiden tuotteiden tuotealusta määrittää, mitä komponentteja tarvitaan ja miten rinnanvalmistusta pystytään hyödyntämään. Komponenttivalmistuksen työntekijä totesi:

”Riippuu siitä, mitä materiaaleja käyttäviä tuotteita meillä on ohjelmassa, että paljonko hukkamateriaalia niistä syntyy. Jos tarvitaan materiaalin vaihto jotain yksittäistä tuotetta varten, syntyy hukkamateriaalia sarjan aloituksesta ja lopetuksesta. Eihän se tilanne silloin optimaalinen ole, jos joudutaan materiaalia vaihtamaan vain lyhyen sarjan takia.”

Tuotanto-ohjelmalla on välillinen vaikutus tuotannon tehokkuuteen. Materiaalien ja työvälineiden vaihdot kuormittavat ja vaativat osastoiden työntekijöiltä resursseja, jolloin syödään tuottavaa aikaa komponenttien tai tuotteiden valmistuksesta. Vaihdoista aiheutuu hukkamateriaalia, kun seuraavan tuotteen tai komponentin parametrit asetetaan ja säädetään tuotantokoneille oikeiksi.

Tuotantoa ohjataan etupäässä kokoonpanon tuotantovaiheen mukaan. Kokoonpanon tuotantovaihe pyritään suunnittelemaan sen mukaan, että siinä vaiheessa käytettävä tehokas työaika vastaa noin 80 % konekapasiteetista. Tuotantosuunnitelman ohjautuessa tämän tuotantovaiheen mukaan, aiheutetaan aiempiin tuotantovaiheisiin häiriöitä vaihtelevien komponenttivarიაatioiden johdosta. Vaikka tuotteiden komponenttimodulaarisuus on varsin hyvällä tasolla, ei se kuitenkaan aina ole sidoksissa valmistusmateriaaliin ja sen tuomaan häiriöön tuotannossa. Komponentin A valmistuksessa joudutaan materiaa-
livaliintoja tekemään sen mukaan, mitä tuotteita kulloinkin on valmistuksessa. Kokoonpanovaiheen näkökulmasta tämä saattaa jäädä huomioimatta, vaikka tuotteet käyttävät samoja tuotealustoja. Perustuen tähän, voidaan todeta, ettei yrityksessä käytetty tuotemodulaarisuus ole täydellinen tuotealustojen käsittäessä vain osa tuotteen komponenteista.

5.4 Tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti

Tutkimuksen validius kuvaa tulosten vastaamista tutkimuskysymyksiin siten kuin ne työssä esitellään (Saunders *et al.*, 2009). Tutkimuksessa onnistuttiin saavuttamaan työlle asetetut tavoitteet tunnistamalla kohdeyrityksen kustannuslaskennassa syntyvät haasteet todellisesta resurssitarpeesta johtuen. Tämän lisäksi onnistuttiin tunnistamaan kustannuslaskennan näkökulmasta kriittiset tuotantovaiheet ja määrittämään resurssitarpeen huomioivat kustannusajurit näissä vaiheissa. Kustannusinformaatiota onnistuttiin parantamaan tarkemman, valmistusaikaan pohjautuvan laskennan avulla ja samalla kyettiin lisäämään tietoa miksi ja missä vaiheissa tuote kustannukset muodostuvat yrityksen tuotantoprosessissa. Haasteluiden perusteella onnistuttiin tunnistamaan kustannusten muodostumisen kannalta kriittiset tuotantovaiheet, joihin tutkimuksessa keskityttiin. Tutkimuksen sisäiseen validiteetin vaikutti diplomityön aikana tapahtunut muutos niin yrityksen toimintaympäristössä kuin Euroopan geopolitiisessä tilanteessa. Tästä huolimatta tutkimuksen havainnot voidaan todeta valideiksi, koska organisaatio on muuttanut toimintaansa globaalissa toiminnassa eikä tällä ole juurikaan ollut vaikutusta diplomityön rajatussa kontekstissa. Työssä on hyväksytty syyseuraus-suhteisiin vaikuttavat tekijät luonnollisena osana tutkimusta. Ulkoisen validiteetin mukainen yleistettävyyden laajempaan kontekstiin rajautuu tapaustutkimuksen omaiseen heikkoon yleistettävyyteen rajatun ympäristön takia (Saunders *et al.*, 2009). Työssä kuitenkin ei pyritty luomaan uutta teoriaa, vaan lisäämään ymmärrystä ja tietoisuutta tutkittavasta ilmiöstä kohdeympäristössä. Tämän vuoksi voidaan todeta tutkimuksen olevan validi diplomityön kontekstissa.

Tutkijan ollessa organisaation sisäinen toimija, vaikuttaa tämän asema tutkimuksen luotettavuuteen eli reliabiliteettiin. Tutun henkilön asema voi haastatteluissa vaikuttaa luottamuksen saamiseen, jolloin haastateltavan käyttäytyminen on erilaista kuin ulkoisen tutkijan haastateltavana. Sisäisellä tutkijalla on lisäksi usein olemassa olevaa tietämystä tutkittavasta aiheesta, joka heikentää tutkimuksen toistettavuutta toisen tutkijan toimesta (Saunders *et al.*, 2009). Diplomityössä tutkijan kokemukset ja läsnäolo organisaatiossa vaikuttavat tutkimuksen reliabiliuteen, koska tutkimus on toteutettu yksin tutkijan toimesta. Reliabiliutta on pyritty parantamaan kuvaamalla mahdollisimman tarkasti tutkimuksessa tehdyt päätelmät ja valinnat.

5.5 Mahdollisuudet jatkotutkimukselle

Tutkimuksen pohjalta muodostettiin lopuksi mahdollisia jatkotutkimus aiheita, joilla onnistuttaisiin parantamaan toiminnan laadukkuutta ja tehokkuutta tulevaisuudessa. Jatkotutkimus aiheet nousivat esille työtä tehdessä niin tutkijan havainnoimana kuin työhön liittyvien sidosryhmien tarpeesta. Tutkimusaiheita löytyi niin modulaarisuuden kuin kustannuslaskennan ympäriltä, mutta myös tuotekehitystoiminnan kehittämisen parista.

Modulaarisuutta olisi yrityksessä hyvä tutkia kokonaisuuden kannalta niin tuotannon kuin tuotekehityksen suunnasta. Eräs tutkimuksen aihe olisi edellisessä kappaleessa mainittu komponenttimodulaarisuuden kattavuuden tutkiminen. Modulaarisuudesta tulisi selvittää, millainen vaikutus siitä nykyisessä mallissa on tuotteiden valmistettavuuden, hukkakapasiteetin- ja materiaalin sekä suorituskyvyn näkökulmista. Osa tuotteista kokee kompromisseja standardoitujen tuotealustojen vuoksi, jolloin tiettyjä tuoteominaisuuksia ei täysin saavuteta. Näiden tuotteiden kilpailukyky jää heikommaksi, joka suoraan heijastuu tuotteen suosioon. Modulaarisuuden hyödyt ja rajoitteet tuotesuunnittelussa vaikuttavat merkittävästi niin yhtiön jokapäiväiseen toimintaan kuin tulevaisuuden menestykseen. Tuotannon näkökulmasta olisi hyvä tutkia, kuinka modulaarisuutta voisi hyödyntää tehokkaammin tuotannosuunnittelussa ja tuotantoprosessien eri vaiheissa. Modulaarisuus aiheuttaa välittömästi ja välillisesti haastetta tuotannon toimintaan niin komponenttien valmistamisen kuin kokoonpanon toiminnan osalta. Modulaarisuuden näkyvyyden lisääminen parantaisi visuaalisen johtamisen käyttöä ja helpottaisi viestimistä siitä, miksi asioita tehdään. Tuotannon ympäristöön modulaarisuuden lisäksi tarpeellinen jatkotutkimusaihe olisi hukkakapasiteetin syntyminen ja kustannus kokoonpano vaiheessa. Tuotteiden suunnittelun ja valmistusmäärien johdosta hankittavien työvälineiden määrät vaihtelevat, jolloin kokoonpano tuottaa enemmän materiaali kuin mitä seuraava tuotantovaihe vetää. Tästä syystä kokoonpanoa joudutaan rajoittamaan, eli tahallisesti

heikentämään tehokasta tuotantoaika. Tämä käyttämätön tuotantoaika on hukkakapasiteettia, jonka osuus kustannuksista tiettyjen tuotteiden kohdalla voi olla huomattava, ilman että hukkakapasiteetin kustannusta jyvitetään valmistettavalle tuotteelle.

Kustannuslaskennan näkökulmasta tutkimusta voisi tehdä tarkemmin tuotekustannuksen muodostumisesta jo raaka-aineesta valmiiksi tuotteeksi saakka. Niin sanottu kustannusten jäljittäminen yksittäiselle tuotteelle tuo selkeämmin esille sen, mitkä toimet tuotantoprosessissa ovat arvoa tuottavaa toimintaa ja mitkä eivät. Tarkemman tuotekustannuslaskennan lisäksi tuotteiden kannattavuutta tulisi arvioida myyntihinnan perusteella. Tuotteen hintapositio eri markkinoilla, sopimusten ja logistiikan aiheuttamat välilliset työkustannukset ja varastoinnista johtuva välitön kustannus ovat tekijöitä, jotka syövät tuotteesta saatavaa myyntikatetta merkittävästi. Näiden markkina-aluekohtainen tutkimus yhdistettynä tehtaiden väliseen tuotantosuunnitteluun tarjoaa hyödyn toiminnan tehostamiseen.

Tuotekehityksen ympäristöstä mahdollisia tutkimuskohteita ovat kustannustietoisuuden lisääminen ja hyödyt osana kehitystoimintaa sekä tuotekustannusten johtaminen tuotekehityksestä. Yrityksen suunnitteluprosessin noudattaessa modulaarisia piirteitä, päädytään usein kyseenalaistamatta käyttämään komponentteja tietyllä tavalla. Tällöin aiheutetaan tuotteelle samankaltaiset kustannukset, kuin sen tuotealustan muillakin tuotteilla on. Kustannustietoisuutta ja kustannusjohtajuutta lisäämällä tulisi tutkia, mihin komponentteihin tulee panostaa resursseja ja mitkä kannattaa valita kirjastoista valmiina. Tutkimusnäkökulmina tässä olisi tuotekustannus suhteessa suorituskykyyn, kannattavuuteen, valmistamiseen sekä logistiikkaan. Lisäksi tuotehallinnan osa-alueella tutkimuskohteita löytyisi tuoteportfolioon liittyvissä aiheissa, joissa kustannusinformaatiota käytetään yhdessä oston, myynnin tai tuotannon tarjoaman informaation kanssa.

Taulukoiden 6, 7, 8 ja 10 pohjalta voidaan nähdä, että tuotteissa valmistuskustannusten koostuminen eroaa toisistaan merkittävästi. Jatkotutkimuksena tälle työlle voitaisiin tehdä tuotealustojen kustannusanalyysi, jossa selvittäisiin, millaisia eroja tuotteiden ja tuoteperheiden kustannusjakaumissa on ja miten niihin vaikutetaan. Kustannusanalyysiä voisi käyttää strategiseen suunnitteluun niin myynnin kuin hankinnan osalta. Kriittisten komponenttien ja raaka-aineiden tunnistaminen ja niiden osuuden selvittäminen tuotealustoissa kertoo miten hankintastrategiaa kannattaa kehittää sekä kuinka myynnin tulisi huomioida tuotteen kustannusrakenteen erot.

LÄHTEET

Aaltola, P. (2019) 'Strategic thinking and accounting: potentials and pitfalls from a managerial perspective', *Journal of management control*, 30(3), pp. 323–351. doi: 10.1007/s00187-019-00285-w.

Alex, K. (2012) *Cost accounting*. 1st edition. New Delhi, India: Dorling Kindersley India.

Anklesaria, J. (2008) *Supply chain cost management: the AIM & DRIVE process for achieving extraordinary results*. 1st edition. New York: AMACOM, American Management Association.

Arora, M. N. (2009) *Cost and management accounting (theory, problems and solutions)*. Mumbai [India: Himalaya Pub. House.

Atrill, P. and McLaney, E. (2018) 'Management Accounting for Decision Makers', in *Management Accounting for Decision Makers*.

Banfield, R., Walkingshaw, N. and Eriksson, M. (2018) *What is product management?* 1st editio. Edited by N. Walkingshaw and M. Eriksson. O'Reilly Media, Inc.

Bhimani, A. (2001) 'Management Accounting', *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*, pp. 9166–9170. doi: 10.1016/B0-08-043076-7/04258-3.

Bhimani, A. *et al.* (2018) *Management and Cost Accounting*. Harlow: Pearson Education, Limited.

Borowski, K. H. (1961) *Das Baukastensystem in der Technik*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin / Heidelberg (Wissenschaftliche Normung, Schriftenreihe). doi: 10.1007/978-3-642-48735-4.

Bragg, S. M. (2007) *Management accounting best practices a guide for the professional accountant*. 1st edition. Hoboken, N.J: John Wiley & Sons (Wiley best practices).

Chun-Che Huang and Kusiak, A. (1998) 'Modularity in design of products and systems', *IEEE transactions on systems, man and cybernetics. Part A, Systems and humans*, 28(1), pp. 66–77. doi: 10.1109/3468.650323.

Cokins, G. and Capusneanu, S. (2010) 'Cost Drivers. Evolution and Benefits', *Theoretical and Applied Economics*, 8(549), pp. 7–16.

Cutting-Decelle, A. F. *et al.* (2007) 'ISO 15531 MANDATE: A Product-process-resource based Approach for Managing Modularity in Production Management', *Concurrent engineering, research and applications*, 15(2), pp. 217–235. doi: 10.1177/1063293X07079329.

Demski, J. (2008) *Managerial Uses of Accounting Information*. 2nd ed. 2008. New York, NY: Springer US (Springer Series in Accounting Scholarship, 4). doi: 10.1007/978-0-387-77451-0.

Duffy, A. and Ferns, A. (1998) 'An analysis of design reuse benefits'.

Finkbeiner, M. *et al.* (2020) 'Modular Production with Bio-Based Resources in a Decentral Production Network', *Chemie ingenieur technik*, 92(12), pp. 2041–2045. doi: 10.1002/cite.202000072.

Fisher, J. G. and Krumwiede, K. (2015) 'Product Costing Systems: Finding the Right Approach', *The Journal of Corporate Accounting & Finance*, 26(4), pp. 13–21. doi: 10.1002/jcaf.22045.

Huhtala, P. and Pulkkinen, A. (2009) *Tuotettavuuden kehittäminen: parempi tuotteisto useasta näkökulmasta*. Edited by P. Huhtala and A. Pulkkinen. Helsinki: Teknologiateollisuuden julkaisu ; 4/2009).

Huntzinger, J. R. (2007) *Lean cost management: accounting for lean by establishing flow*. Ft. Lauderdale, FL: J. Ross Publishing.

Kaplan, R. S. and Norton, D. P. (David P. . (1996) *The balanced scorecard: translating strategy into action*. Edited by D. P. (David P. . Norton. Boston (Mass.): Harvard Business School Press.

Kubota, F. I., Hsuan, J. and Cauchick-Miguel, P. A. (2017) 'Theoretical analysis of the relationships between modularity in design and modularity in production', *International journal of advanced manufacturing technology*, 89(5–8), pp. 1943–1958. doi: 10.1007/s00170-016-9238-4.

Lalitha R. & Rajasekaran V. (2010) *Cost Accounting*. Pearson Education India.

Langlois, R. N. (2002) 'Modularity in technology and organization', *Journal of economic behavior & organization*, 49(1), pp. 19–37. doi: 10.1016/S0167-2681(02)00056-2.

Lehtonen, T. (2007) 'Designing modular product architecture in the new product development'. Tampere University of Technology.

LeMay, M. (2019) *Product management*. 1st edition. Edited by M. Bolton. Place of publication not identified: O'Reilly Media.

Lewis, M. and Slack, N. (2014) *Operations Strategy (4th edition)*, Pearson Education.

Malmi, T. (1999) 'Activity-based costing diffusion across organizations: an exploratory empirical analysis of Finnish firms', *Accounting, organizations and society*, 24(8), pp. 649–672. doi: 10.1016/S0361-3682(99)00011-2.

Mehrabi, M. G., Ulsoy, A. G. and Koren, Y. (2000) 'Reconfigurable manufacturing systems: key to future manufacturing', *Journal of Intelligent Manufacturing*, 11(4). doi: 10.1023/A:1008930403506.

Mevellec, P. (2009) *Cost Systems Design*. 1st ed. 2009. London: Palgrave Macmillan UK. doi: 10.1057/9780230595224.

Olesen, J. (1992) *Concurrent Development in Manufacturing: Based on Dispositional Mechanisms*. Technical University of Denmark. Available at: <https://books.google.fi/books?id=RrrQAAAACAAJ>.

Pakkanen, J. *et al.* (2022) 'Why to design modular products?', in. Elsevier.

Periasamy, P. (2010) *A textbook of financial cost and management accounting*. Rev.

ed. Mumbai [India: Himalaya Pub. House.

Pine, B. J. (1993) *Mass customization: the new frontier in business competition*. Boston (Mass.): Harvard Business School Press.

Rao, M. E. T. (2009) *Elements of costing*. New Delhi: New Age International.

Reitze, A. *et al.* (2018) 'Roadmap for a Smart Factory: A Modular, Intelligent Concept for the Production of Specialty Chemicals', *Angewandte Chemie (International ed.)*. International ed...., 57(16), pp. 4242–4247. doi: 10.1002/anie.201711571.

Rodgers, P. A. *et al.* (2001) 'The management of concept design knowledge in modern product development organizations', *International journal of computer integrated manufacturing*, 14(1), pp. 108–115. doi: 10.1080/09511920150214947.

Sanchez, R. (1999) 'Modular Architectures in the Marketing Process', *Journal of marketing*, 63, p. 92. doi: 10.2307/1252104.

Sanchez, R. and Mahoney, J. T. (1996) 'Modularity, Flexibility, and Knowledge Management in Product and Organization Design', *Strategic management journal*, 17(S2), pp. 63–76. doi: 10.1002/smj.4250171107.

Saunders, M., Lewis, P. and Thornhill, a. (2009) *Research Methods for Business Students, Business*.

Shehab, E. M. and Abdalla, H. S. (2001) 'Manufacturing cost modelling for concurrent product development', *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 17(4). doi: 10.1016/S0736-5845(01)00009-6.

Slack, N. and Brandon-Jones, A. (2019) *Operations Management Ninth edition, Pearson Education Limited*.

Socea, A.-D. (2012) 'Managerial Decision-Making and Financial Accounting Information', *Procedia, social and behavioral sciences*, 58, pp. 47–55. doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.977.

Solon, A. S., De Araújo, F. and Araújo, F. B. de B. (2021) 'Application of costing methods: A case study in a retailer in the Triângulo Mineiro', *Brazilian journal of operations & production management*, 18(1), pp. 1–17. doi: 10.14488/BJOPM.2021.006.

Sonthipermpon, K. (2014) *Optimal Cost Drivers in Activity Based Costing Based on a Artificial Neural Network*.

Starr, M. K. (2010) 'Modular production - a 45-year-old concept', *International journal of operations & production management*, 30(1), pp. 7–19. doi: 10.1108/01443571011012352.

Suomala, P. (2011) *Laskentatoimi johtamisen tukena*. 1. painos. Edited by O. Manninen and J. Lyly-Yrjänäinen. Helsinki: Edita (Business.).

Takeishi, A. and Fujimoto, T. (2001) 'Modularization in the Auto Industry: Interlinked Multiple Hierarchies of Product, Production, and Supplier Systems', *IDEAS Working Paper Series from RePEc*.

Umeda, Y. *et al.* (2008) 'Product modularity for life cycle design', *CIRP annals*, 57(1), pp. 13–16. doi: 10.1016/j.cirp.2008.03.115.

Wihinen, K. (2012) 'Exploring Cost System Design Principles: The Analysis of Costing System Sophistication in a Pricing Context'. Tampere University of Technology.