

Jere Laitervo

# MUUTTUVIEN MARKKINAVAATIMUSTEN VAIKUTUKSET TUOTTEEN JAKOTAPAAN

Konetekniikka  
Diplomityö  
Kesäkuu 2019

# TIIVISTELMÄ

Jere Laitervo: Muuttuvien markkinavaatimusten vaikutukset tuotteen jakotapaan.

Diplomityö, 90 sivua, 3 liitesivua

Tampereen yliopisto

Konetekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma

Kesäkuu 2019

Muuttuvat markkinavaatimukset aiheuttavat tuotteille ja tuoterakenteille tarvetta sopeutua ja kehittyä. Yritysten on täytynyt laajentuessaan uusille markkinoille tehdä muutoksia tuotteidensa tuoterakenteisiin ja ajan myötä lukuisten eri variaatioiden muokkaama tuoterakenne voi olla sekava ja vaatia uudelleenjärjestelyitä. Systemaattinen tuotteiden modulointi ja tarkkojen markkinavaatimusten muutosvaikutusten selvittäminen helpottavat tuotehallintaa ja antavat yritykselle paremman kuvan muutosten vaikutusten laajuudesta.

Tässä työssä tavoitteena on selvittää, miten markkinavaatimusten muutokset vaikuttavat tuoterakenteen jakotapaan ja miten niihin tulee varautua tuotekehitystä suunniteltaessa. Ensimmäisessä osassa tutkitaan Yhdysvaltojen markkinoita ja verrataan markkinoilla toimivien koukkulaitteiden eroja Euroopan markkinoihin ja koukkulaitteisiin. Suorittamalla markkinoiden sekä niillä toimivien koukkulaitteiden välillä benchmarking tutkimus, saadaan selville eroavaisuudet asiakaskysymyksissä ja muissa tuotteen rakennetta ohjaavissa osissa.

Työn toisessa osassa tutkitaan koukkulaitteiden tuoterakennetta, josta luodaan brownfield-prosessia mukaillen visuaalinen dokumentaatio tuoterakenteen jaosta ja niitä ohjaavista periaatteista. Tätä saatua dokumentaatiota kutsutaan nimellä product blueprint, jonka avulla pystytään havainnoimaan, mitkä asiakaskysymykset sekä rakenteen jakologiikkaa ohjaavat periaatteet vaikuttavat kuhunkin tuoterakenteen osaan.

Kahden edellisen osan tietojen avulla työn lopussa tutkitaan, miten eroavat markkinavaatimukset vaikuttavat tuoterakenteen jakotapaan. Muuttuneiden asiakaskysymysten sekä jakologiikkaan vaikuttavat periaatteiden avulla pystytään kohdistamaan muutokset tarkasti tuoterakenteeseen ja näin selventämään tuotekehitystarpeita.

Työssä kehitetty menetelmä on sovellettavissa kaikille modulaarisille tuoterakenteille, eikä ole toimiva ainoastaan työssä tutkitun koukkulaitteen osalta. Tuloksena työlle ei ole ainoastaan kartoitus muuttuvien markkinavaatimusten vaikutuksista koukkulaitteen tuoterakenteelle, vaan työkalu, jota voidaan yleistää käytettäväksi markkinavaatimusten vaikutuksiin erilaisille modulaarisille tuotteille.

---

# ABSTRACT

Jere Laitervo: Impact of changing market requirements on product structure

Master of Science Thesis, 90 Pages, 3 Appendix pages

Tampere University

Master's Degree Program in Mechanical Engineering

June 2019

Changing market requirements cause the need for products and product structures to adapt and develop. Companies have had to make changes to the product structures of their products as they expand into new markets, and over time, the modified product structure of many different variations can be a havoc and require reorganization. Systematic modulation of products and clarification of the effects of changing market requirements make product management easier and give the company a better picture of the extent of the impact of changes.

The aim of this work is to find out how changes in market requirements affect parts of the product structure and how they should be prepared when planning future product development. The first part examines the US market and compares the differences between the European market and the hooklifts operating on the markets. By conducting benchmarking research between the markets and the hooks operating on them, differences in customer questions and parts of the product structure can be identified.

The second part of the thesis examines the product structure of hooklifts, which, in accordance with the Brownfield-process, creates visual documentation of the components of the product structure and the principles governing them. This obtained documentation is called product blueprint, which can be used to detect which customer questions and the principles that guide the structure distribution logic affect each part of the product structure.

The data from the previous two sections will be examined at the end of the work and determined how different market requirements affect different parts of the product structure. The changed customer questions and the product structuring principles can be used to accurately target changes in the product structure and thus clarify product development needs.

The method developed in the thesis is applicable to all modular product structures and is not only functional for hooklifts as in this thesis is being studied. As a result, the work is not just a study on the impact of changing market requirements on the hooklift's structure, but rather a tool that can be generalized to examine the impact of market requirements on different modular products.

---

# ALKUSANAT

Tämä diplomityö on toteutettu keväällä 2019 tarkoituksena tutkia muuttuvien markkinavaatimusten vaikutuksia tuoterakenteen jakotapaan koukkulaitteissa. Pohjatietona työlle on käytetty Tampereen teknillisen yliopiston konetekniikan koulutusohjelman oppeja sekä työkokemusta koukkulaitteita valmistavalla yrityksellä.

Haluan kiittää kaikkia työssä mukana olleita henkilöitä ja erityisesti matkallani Yhdysvalloissa auttaneita tahoja. Suuri kiitos lähimmille työkavereilleni kannustuksesta, sekä esimiehelleni, joka mahdollisti diplomityön tekemisen töiden ohella. Erityinen kiitos avovaimolleni, joka on kannustanut jaksamaan tekemään diplomityötä myös silloin, kun aika ja innostus eivät ole tahtoneet riittävä.

Tampereella, 20.5.2019

Jere Laitervo

# SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO .....	1
1.1 Taustaa .....	1
1.2 Tutkimuskysymykset ja ongelmat .....	3
1.3 Tutkimustavat ja rakenne .....	4
1.4 Koukkulaite .....	4
2. PRODUCT BENCHMARKING .....	7
2.1 Benchmarking .....	7
2.2 Benchmarking tyypit .....	7
2.3 Benchmarking prosessi .....	8
2.4 Product Benchmarking .....	11
2.5 Miksi product Benchmarking tässä tutkimuksessa .....	11
2.6 Benchmarking koukkulaitteille .....	12
3. PRODUCT BLUEPRINT JA BROWNFIELD-PROSESSI .....	15
3.1 Brownfield -prosessi .....	15
3.1.1 Askel 1: Tavoitteiden asettaminen liiketoimintaympäristön mukaan .....	18
3.1.2 Askel 2: Geneerinen elementtimalli .....	19
3.1.3 Askel 3: Arkkitehtuurin geneeriset elementit ja rajapinnat .....	20
3.1.4 Askel 4: Asiakasympäristön tuomat tarpeet .....	21
3.1.5 Askel 5: Alustava tuoterakenne .....	22
3.1.6 Askel 6: Asiakastarpeiden ja geneeristen elementtien konfiguraatitieto .....	24
3.1.7 Askel 7: Arkkitehtuuri: Moduulit ja rajapinnat .....	25
3.1.8 Askel 8: Moduulivariantit ja asiakastarpeet .....	26
3.1.9 Askel 9: Tuoterakenteen dokumentointi .....	28
3.1.10 Askel 10: Vaikutus liiketoimintaan .....	29
3.2 Product Blueprint .....	32
3.3 Product structuring principals .....	34
3.4 Geneeriset elementit .....	36
3.5 Main Customer Questions .....	43
3.6 Product Blueprint koukkulaitteelle .....	47
4. YHDYSVALTOJEN KOUKKULAITEMARKKINA BENCHMARK .....	51
4.1 Markkinoiden luonne ja historia .....	51
4.2 Markkinatilanne ja asiakasympäristö .....	52
4.3 Standardit ja käytännöt .....	53
4.4 Yhdysvalloissa myytävien koukkulaitteiden teräsrakenne .....	53
4.5 Koukkulaitteiden hydraulikka ja ohjaus .....	55
4.6 Koukkulaitteiden kanssa käytettävät lisävarusteet .....	56
4.7 Lavojen tarkastelu .....	56
4.7.1 Lavojen päämittojen tarkastelu .....	57
4.7.2 Lavanlukitusten tarkastelu .....	62
5. SOPIVUUS US MARKKINOILLE .....	70
5.1 Teräsrakenne .....	70
5.2 Hydraulikka ja ohjaus .....	74

5.3Lukitukset.....	74
5.4Lisävarustetarjonta .....	75
6. MUUTOSTARPEIDEN VAIKUTUS PRODUCT BLUEPRINTTIIN .....	77
6.1Kohdistetut muutostarpeet.....	77
6.2Muutosten vaikutukset Product Blueprinttiin .....	79
7. YHTEENVETO .....	82
7.1Havainnot ja päätelmät.....	82
7.2Tulosten luotettavuus ja yleistettävyys .....	85
7.3Tutkimustavoitteiden täytyminen ja uutuusarvo .....	86
7.4Jatkotutkimukset.....	86
LÄHTEET .....	88

# KUVALUETTELO

<b>Kuva 1.</b>	<i>Kuva 1, tutkimuksen prosessi.....</i>	<i>2</i>
<b>Kuva 2.</b>	<i>Kuva 2, benchmarking prosessi. (Camp R. 1989) .....</i>	<i>9</i>
<b>Kuva 3.</b>	<i>Kuva 3, Brownfield prosessi (Pakkanen 2015) .....</i>	<i>17</i>
<b>Kuva 4.</b>	<i>DMS kaavio (Pakkanen 2015).....</i>	<i>20</i>
<b>Kuva 5.</b>	<i>Geneeristen elementtien rajapinnat ja arkkitehtuuri (Pakkanen 2015) .....</i>	<i>21</i>
<b>Kuva 6.</b>	<i>Mukailien PFMP menetelmää, Brownfield-prosessille muokattu malli, jossa asiakastarpeiden, geneeristen elementtien sekä kokoonpanojen välisiä yhteyksiä on havainnollistettu (Pakkanen 2015) .....</i>	<i>23</i>
<b>Kuva 7.</b>	<i>Muokattu K-matriisi Brownfield prosessia varten (Pakkanen 2015).....</i>	<i>25</i>
<b>Kuva 8.</b>	<i>K-matriisi konfiguraatitiedosta, joka käsittää koko modulaarisen tuoteperheen. ....</i>	<i>27</i>
<b>Kuva 9.</b>	<i>Muokattu V-matriisi geneeristen elementtien ja niiden sisällön vertailuun (Pakkanen 2015) .....</i>	<i>27</i>
<b>Kuva 10.</b>	<i>Esimerkkimatriisi asiakastarpeiden vertailua varten. (Pakkanen 2015) .....</i>	<i>28</i>
<b>Kuva 11.</b>	<i>Esimerkki PSBP kuvauksesta. (Pakkanen 2015).....</i>	<i>29</i>
<b>Kuva 12.</b>	<i>Perusidea liiketoiminnan vaikutuksista Brownfield-prosessissa. (Pakkanen 2015) .....</i>	<i>30</i>
<b>Kuva 13.</b>	<i>Tarkka malli moduulisysteemin liiketoiminnan vaikutuksista (Pakkanen 2015). ....</i>	<i>31</i>
<b>Kuva 14.</b>	<i>Yleinen PSBP malli (Lehtonen et al 2011) .....</i>	<i>33</i>
<b>Kuva 15.</b>	<i>Product structuring blueprint, mukailien MEI-46200 kurssikalvoja.....</i>	<i>34</i>
<b>Kuva 16.</b>	<i>CSL kartta. (Lehtonen &amp; Juuti, MEI-46200 2018) .....</i>	<i>35</i>
<b>Kuva 17.</b>	<i>Koukkulaite ennen elementteihin jakoa.....</i>	<i>38</i>
<b>Kuva 18.</b>	<i>Geneerinen elementti yksi havainnollistettu harmaalla. ....</i>	<i>38</i>
<b>Kuva 19.</b>	<i>Geneerinen elementti kaksi, lukitukset.....</i>	<i>39</i>
<b>Kuva 20.</b>	<i>Geneerinen elementti kolme, lavantiet, takarullat sekä koukku .....</i>	<i>40</i>
<b>Kuva 21.</b>	<i>Geneerinen elementti neljä, hydrauliiikka. ....</i>	<i>41</i>
<b>Kuva 22.</b>	<i>Geneerinen elementti neljä, hydrauliiikka alhaalta kuvattuna. ....</i>	<i>41</i>
<b>Kuva 23.</b>	<i>Geneerinen elementti kuusi, asennus-sarja.....</i>	<i>42</i>
<b>Kuva 24.</b>	<i>Koukkulaitteen käyttäjän käyttöprosessin kuvaus.....</i>	<i>44</i>
<b>Kuva 25.</b>	<i>Asiakkaan käyttöprosessin osien suhde asiakaskysymyksiin.....</i>	<i>45</i>
<b>Kuva 26.</b>	<i>Product blueprintin osat ilman niiden välisiä syy suhteita .....</i>	<i>47</i>
<b>Kuva 27.</b>	<i>Scanian kuorma-auton konfiguraatio.....</i>	<i>48</i>
<b>Kuva 28.</b>	<i>Koukkulaitteen product blueprint. ....</i>	<i>49</i>
<b>Kuva 29.</b>	<i>Lavan rungon rakenne .....</i>	<i>58</i>
<b>Kuva 30.</b>	<i>Lavajuuksujen sisämitta (I.D) sekä ulkomitta (O.D) esitetty sekä Tunnel Height sinisellä .....</i>	<i>59</i>
<b>Kuva 31.</b>	<i>Kuvassa esitetty kaksi eniten käytettyä tartuntakaaren muotoa Yhdysvaltojen markkinoilla .....</i>	<i>61</i>
<b>Kuva 32.</b>	<i>Tartuntakaaren ja lavan välinen etäisyys .....</i>	<i>62</i>
<b>Kuva 33.</b>	<i>Kuvaus erilaisista mekaanisista lavanlukituksista .....</i>	<i>63</i>
<b>Kuva 34.</b>	<i>Punaisella ympyröity lavan sisäpuolinen lukituspala koukkulaitteen puolella .....</i>	<i>64</i>
<b>Kuva 35.</b>	<i>Lavan mekaanisten lukkojen vastinpalat kuvattuna. ....</i>	<i>64</i>
<b>Kuva 36.</b>	<i>Lavakuva, jossa slide through vastinpala.....</i>	<i>65</i>
<b>Kuva 37.</b>	<i>Kaksi erilaista toteutusta slide through lukoille.....</i>	<i>66</i>
<b>Kuva 38.</b>	<i>Slide through lukko ja lavan vastinpala. Nuoli osoittaa auton keulaa. ....</i>	<i>67</i>
<b>Kuva 39.</b>	<i>Lavan päällevedo, jossa näkyy slide through -lukkojen sijainti. ....</i>	<i>67</i>
<b>Kuva 40.</b>	<i>Lava vedetty koukkulaitteen päälle ja liuku on takana. ....</i>	<i>68</i>
<b>Kuva 41.</b>	<i>Lava vedetty päälle ja liuku edessä. Lava on kuljetusasennossa ja slide through -lukot vastinpaljonsa kohdalla. ....</i>	<i>68</i>
<b>Kuva 42.</b>	<i>Tartuntakaaren paksuuksia havainnollistettu tartuntakoukun kidassa. ....</i>	<i>73</i>
<b>Kuva 43.</b>	<i>Muutostarpeiden vaikutukset product blueprinttiin .....</i>	<i>80</i>
<b>Kuva 44.</b>	<i>Välttämättömät muutostarpeet Yhdysvaltojen markkinoille ja vaikutukset product blueprinttiin. ....</i>	<i>81</i>
<b>Kuva 45.</b>	<i>Koukkulaitteen product blueprint Yhdysvaltojen markkinoille. ....</i>	<i>83</i>



<b>Kuva 46.</b>	<i>Tartuntakoukun korkeuden PSP:t sekä asiakaskysymykset.....</i>	<i>84</i>
<b>Kuva 47.</b>	<i>Koukun PSP:t sekä asiakaskysymykset.....</i>	<i>84</i>
<b>Kuva 48.</b>	<i>Lukitusten PSP:t ja asiakaskysymykset .....</i>	<i>84</i>

# LYHENTEET JA MERKINNÄT

Bfp	Brownfield- prosessi
PBP	Product blueprint
PSBP	Product structuring blueprint
PSP	Product structuring principles
GWVR	Gross vehicle weight rating
CSL	Company strategic landscape

# 1. JOHDANTO

## 1.1 Taustaa

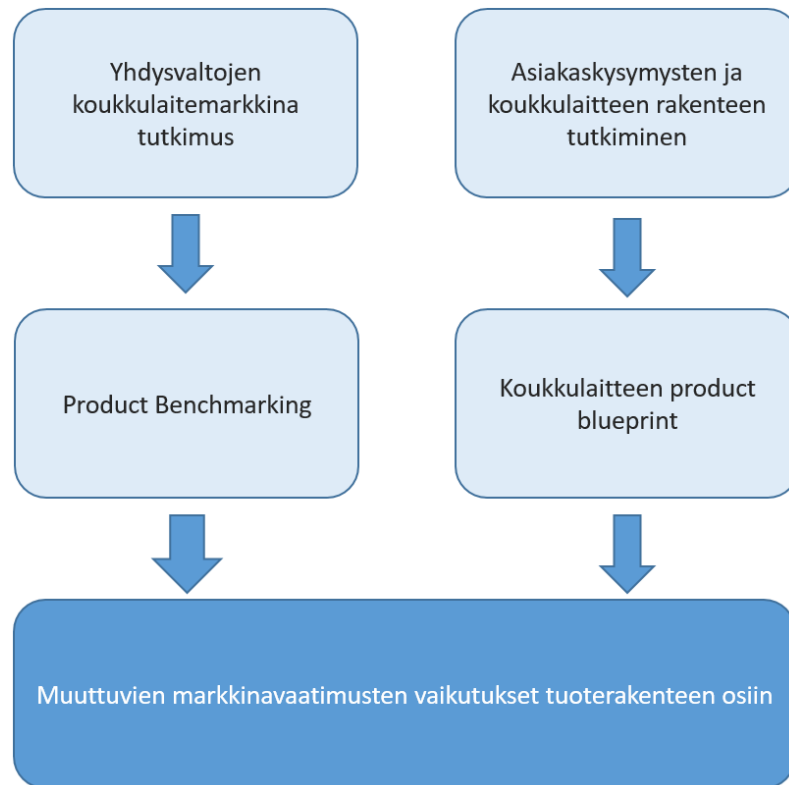
Muuttuvat markkinavaatimukset aiheuttavat tuotteille tarvetta sopeutua ja mukautua. Yrityksien on täytynyt laajentuessaan uusille markkinoille tehdä muutoksia tuoterakenteisiinsa ja ajan myötä lukuisten eri variaatioiden luoma tuoterakenne voi olla sekava ja vaatia uudelleenjärjestelyitä. Systemaattinen tuotteiden modulointi ja tarkkojen markkinavaatimusten muutosvaikutusten selvittäminen helpottavat tuotehallintaa ja suoraviivaistavat moduulirakennetta.

Tässä tutkimuksessa tutkitaan, miten koukkulaitteiden tuoterakennetta voidaan tarkastella ja eritellä erilaisiin osiin. Luomalla product blueprint koukkulaitteen tuoterakenteesta voidaan hahmottaa rakenteen geneeriset elementit ja näitä ohjaavat asiakas- ja markkinavaatimukset sekä tuoterakennetta ohjaavat periaatteet. Tällä tutkimuksella pystytään luomaan selkeä kuva, mitkä seikat ovat ohjanneet tuotekehitystä alkuperäisellä markkina-alueella.

Tutkimuksen toisessa osassa tutkitaan uuden markkina-alueen eroja alkuperäiseen markkina-alueeseen ja sitä, miten markkinoiden väliset asiakasvaatimusten eroavaisuudet vaikuttavat tuoterakennetta ohjaaviin kysymyksiin ja syy-seuraus suhteisiin. Alkuperäisenä markkina-alueena tutkimuksessa käytetään Euroopan aluetta, johtuen sen suuresta vaikutuksesta koukkulaitteiden kehittymiseen erilaisten standardien ja säädösten vuoksi. Monet alaa hallitsevat yritykset ovat eurooppalaisia ja koukkulaitteiden pohjana ovat olleen nimenomaan Euroopassa vallitsevat säädökset. Uutena markkina-alueena tutkimuksessa toimii Yhdysvaltojen markkina. Vaikka koukkulaitteita on ollut Yhdysvaltojen markkinoilla jo usean kymmenen vuoden ajan, on markkinalla koukkulaitteiden asema ollut pitkään heikko perinteisten Roll off laitteiden ollessa suosittu vaihtolavojen siirtämiseksi. Kuitenkin monet yritykset toimivat alalla ja koukkulaitteet ovat alkaneet yleistyä myös tällä markkinalla viimeisen kymmenen vuoden aikana.

Työn lopputuloksena saadaan käsitys siitä, miten markkinoiden eroavat asiakasvaatimukset vaikuttavat koukkulaitteen tuoterakenteen jakotapaan. Yhdistämällä tutkimuksen

ensimmäisessä osassa luodun product blueprintin sekä tutkimuksen toisessa osassa saadut muuttuneet markkinavaatimukset voidaan tutkia yleisesti, miten muuttuneet markkinavaatimukset vaikuttavat tuotteen product blueprinttiin ja sen kautta suunnitteluun. Tutkimuksen prosessi on kuvattu alla olevassa kuvassa 1.



**Kuva 1.** Kuva 1, tutkimuksen prosessi

Työssä tutkitaan hydraulisia koukkulaitteita Yhdysvaltain markkinoilla ja kartoitetaan eri valmistajien tarjoamia sovelluksia. Työssä ei tutkita kaikkia vaihtolavalaitetyyppejä ja esimerkiksi perinteiset vaijerilaitteet eivät ole tutkimuksen piirissä. Myöskään keinukippilaitteita ei huomioida tässä tutkimuksessa johtuen eri tyyppisistä käyttötarkoituksista. Työssä käytetään referenssinä eurooppalaisin standardein suunniteltuja vaihtolavalaitteita ja vaihtolavalaittevalmistajien tuotevalikoimaa kuvastamaan eurooppalaista vaihtolavalaitetta, joiden pohjalta muutostarpeita Yhdysvaltojen markkinoille tutkitaan.

## 1.2 Tutkimuskysymykset ja ongelmat

Tavoitteena työssä on vastata, miten hyvin olemassa olevat eurooppalaiset koukkulaitteet vastaavat markkinoilla kilpailijoihin nähden ja soveltuvat markkinoilla operoivien lavojen käyttöön. Tutkimuksessa vastataan myös mitä jatkokehityksiä laitteille tulisi tehdä, jotta nämä koukkulaitteet voisivat voittaa markkinaosuutta Yhdysvaltain markkinoilla kilpailijoilta.

Tutkimuskysymykset:

1. Mitkä ovat Yhdysvaltojen koukkulaitemarkkinoiden ”parhaat käytännöt”?
2. Miten eurooppalaisin lavastandardien suunnitellut koukkulaitteet soveltuvat Yhdysvalloissa käytettävien lavojen operoimiseen?
3. Miten eurooppalaisiin koukkulaitteisiin kohdistuvat muutostarpeet vaikuttavat tuotteen product blueprinttiin?

Näiden kysymysten pohjalta pyritään tekemään suosituksia, millaisia ominaisuuksia tulisi kehittää koukkulaitteisiin, jotta asiakkaiden tarpeisiin saadaan vastattua ja mitä tulee ottaa huomioon koukkulaitteen tuotekehityksessä product blueprintin muutosten perusteella, kun koukkulaitteita muutetaan markkinavaatimuksia vastaaviksi.

Työn keskeisin tavoite on selvittää Yhdysvalloissa käytettävien lavojen ominaisuuksia, ja niiden käyttömahdollisuuksia eurooppalaisten standardien mukaan suunnitelluilla koukkulaitteilla. Voidaanko laivoja käyttää samoilla koukuilla ja vaativatko erilaiset lukitukset muokkaamista tai kokonaan uusia sovelluksia sopiakseen Yhdysvalloissa käytettyihin lavoihin.

Toisena tavoitteena tutkitaan, onko Yhdysvaltojen markkinoilla ominaisuuksia, jotka ovat omaksuttu ”parhaiksi käytännöiksi” markkina-alueella ja ovat alueella menestymiselle kriittisessä asemassa. Molempiin osatavoitteisiin liittyy vahvasti markkinoilla toimivista koukkulaitteista tiedon kerääminen sekä sen analysointi.

### 1.3 Tutkimustavat ja rakenne

Tutkimus koostuu kolmesta pääosasta, joista jokainen on toteutettu erilaisella lähestymistavalla johtuen erilaisista tutkimuskohteista kussakin osassa. Ensimmäisessä osassa tutkimusta ollaan tutkittu brownfield-prosessia ja siihen kuuluvaa product blueprint käsitettä. Tällä teorialla ollaan pystytty hahmottamaan koukkulaitteelle tuoterakenteen dokumentaatio, josta selviää tuoterakenteen osat ja niihin vaikuttavat suunnitteluperiaatteet. Osio tehtiin kirjallisuus tutkimuksena, jossa tuotteiden modulaarisuutta tutkittiin käsitteenä, paremmin ymmärtääkseen brownfield-prosessi ja sen product blueprint osa. Kerätyn tiedon perusteella ollaan hahmotettu geneeriset elementit, product structuring principles (PSP) ja asiakasvaatimukset sisältävä product blueprint.

Markkinavaatimusten tutkiminen uudella markkinalla vaatii pitkäaikaista markkinoiden seuraamista. Markkinatutkimuksia voidaan suorittaa monella eri tavalla, mutta diplomityön resurssien sekä aikataulun puitteissa markkinatutkimuksen suorittamiseksi tuli käyttää mahdollisimman monia lähteitä saadakseen mahdollisimman todenmukaisen kuvan markkinoiden tilanteesta ja suunnasta. Tässä työssä markkinatutkimus toteutettiin keräämällä erilaista dataa markkina-alueella toimivien yritysten internetsivuilta, yrityksen sisäisistä tietolähteistä sekä vieraillemalla markkina-alueella diplomityöprosessin aikana. Kerätyn datan avulla ollaan pystytty luomaan luotettava kuva Yhdysvaltojen markkinan eroavaisuuksista verrattuna eurooppalaisiin markkinoihin.

Kolmannessa osiossa kahden edellisen osiossa saadut tutkimustulokset ollaan yhdistetty ja hahmotettu muuttuvien asiakasvaatimusten vaikutukset product blueprintin osiin. Näitä saatuja havaintoja tulee käyttää hyväksi pohdittaessa tuotekehitystoimia vastataksseen markkinavaatimuksia ja pohdittaessa tuotteen moduulirakennetta.

### 1.4 Koukkulaite

Tutkimuksen kohteena olevaa koukkulaitetta käytetään niille suunniteltujen vaihtolavojen siirtämiseen ja nostamiseen kuljetusajoneuvon päälle. Koukkulaitteet ovat Euroopassa suosittu vaihtolavalaiteratkaisu, joka kiinnitetään useimmiten kuorma-auton päälle, tai joissakin tapauksissa perävaunun päälle. Koukkulaitteita on useita eri mallisia, joissa idea on sama, mutta toteutukset eroavat toisistaan hieman. Yleisin malli on liukurungolla varustettu koukkulaitemalli, jota käytetään tässä tutkimuksessa tutkimuksen kohteena. Vaihtoehtoisia laitteita ovat taittuvalla koukkurungolla varustetut laitteet sekä

laitteet, joissa on sekä liuku- että taitto-ominaisuus. Rakenteeltaan liukurunkoiset koukkulaitteet koostuvat 11 pääkomponentista:

- Apurunko
- Takarunko
- Välikuranko
- Liukurunko
- Koukkurunko
- Tartuntakoukku
- Lavanlukitukset
- Pääsylinterit sekä liukusylinteri
- Ohjausventtiili ja muu hydraulikka
- Lavantuet sekä takarullat
- Ohjausjärjestelmä

Koukkulaitteen voimanlähteenä toimii useimmiten ajoneuvon moottori, joka pyörittää pumppua. Pumppu pumppaa öljyä öljytankista koukkulaitteen hydraulikkajärjestelmälle, jonka avulla lavojen siirtäminen sekä mahdolliset muut lisätoiminnot toteutetaan. Riippuen koukkulaitteen teräsrakenteesta sekä hydraulikkajärjestelmästä voi laitteiden kapasiteetti vaihdella muutamasta sadasta kiloista aina yli 30 000 kg saakka. Koukkulaitteen kapasiteetin hyödyntämiseen vaikuttaa toisaalta kuorma-auton gross vehicle weight rating (GWVR), joka rajoittaa koukkulaitteella ajoneuvon päälle nostettavien lavojen painon. GWVR ilmaisee ajoneuvon suurimman mahdollisen sallitun kuormankantokyvyn ja on siksi vahvasti vaikuttava tekijä koukkulaitteen kapasiteettia tutkittaessa.

Koukkulaitteiden toiminta perustuu vaihtolavoissa oleviin tartuntakaariin, joihin koukkulaitteen koukulla tartutaan kiinni. Koukkulaitteen koukku käännetään taka-asentoon pääsylintereitä käyttäen ja kuorma-autolla peruutetaan koukku osumaan vaihtolavan tartuntakaareen. Kun tartuntakaaresta ollaan saatu ote koukulla, voidaan koukkulaitteen hydraulikkaa hyväksi käyttäen nostaa vaihtolava ylös maasta ja vetää kuorma-auton päälle jälleen pääsylintereitä käyttäen. Onnistuneen lavanvaihdon edellytyksenä on lavanpituuden sekä lavanmittojen sopivuudet koukkulaitteen mittojen kanssa. Tartuntakaarien korkeudet sekä lavanjuoksujen leveydet vaihtelevat eri alueiden välillä ja koukkulaitteet on suunniteltava toimimaan kunkin alueen lavojen kanssa. Näihin alueiden välisten erojen tutkimiseen keskitytään myöhemmin tutkimuksen edetessä.

Tämän tutkimuksen kannalta tärkeä osa on lavan lukitukset. Kun vaihtolava on saatu kuorma-auton päälle, on kuljetuksen ajaksi lava lukittava koukkulaitteeseen kiinni muutenkin, kuin koukulla tartuntakaaresta. Lavanlukituksia on kahta perustyyppiä: mekaanisia lukituksia sekä hydraulisia lukituksia. Hydraulisten lukitusten tarkoituksena on hydraulisesti liikkuvien koukkujen tai muiden lavaa painavien osien kanssa estää lavan liikkeet kuljetuksen aikana. Toinen vaihtoehto on toteuttaa lukitus mekaanisilla lukoilla, joille on lavoihin tehty vastinpalat. Näiden lukkojen ja vastinpalojen avulla lavat lukitaan kiinni koukkulaitteeseen. Myös lukituksia tullaan tarkastelemaan tarkemmin tutkimuksen myöhemmissä osissa.

Koukkulaitteiden suosion kasvu verrattuna vanhemman tekniikan vaijerilaitteisiin on selitettävissä muun muassa konttien täsmällisemmällä asettelulla lavan purkamisen yhteydessä, konttien nopeammalla käsittelyllä, mahdollisella trailerikäytöllä sekä verrattuna vaijerilaitteisiin koukkulaitteita käyttäessä ei kuljettajan tarvitse poistua ohjaamosta kiinnittämään vaijereita lavaan. Koukkulaitteiden suosion kasvu esimerkiksi Yhdysvaltojen markkinoilla onkin ollut yksi syy tutkimuksen toteuttamiseksi.



## 2. PRODUCT BENCHMARKING

### 2.1 Benchmarking

Benchmarkingilla tarkoitetaan omien toimintojen, tuotteiden tai prosessien vertaamista muiden kilpailijoiden vastaaviin. Kilpailijoista valitaan yleisesti jollakin mittarilla paras kilpailija tai markkinajohtaja ja omia prosesseja verrataan tähän alan parhaaseen. Tutkimalla parasta toimijaa voidaan oppia ja soveltaa näitä saatuja tietoja omaan toimintaan.

Benchmarking konseptin loi 1979 Xerion Corporaatio, joka käytti tekniikkaa luodakseen kilpailuetua itselleen. Aluksi tekniikkaa käytettiin tuotantotasolla ja pyrittiin tutkimaan tuotantokuluja tarkemmin kuin ennen. Kun tutkimusta jatkettiin Fuji-Xeroxin toimesta, laajennettiin tarkasteluun kopioitujen laitteiden tuotantokustannuksia. Koska tutkimus oli suuri menestys, alettiin tekniikkaa käyttää koko yrityksen tasolla. (Camp R.)

Benchmarkauksen tarkoituksena on löytää ne yritykset, jotka omalla alallaan ovat ylivoimaisia ja tutkia niiden toimintoja, prosesseja sekä systeemeitä. Tutkimuksen lopputuloksena tulisi olla kattava kuva siitä, mitkä ovat toimialan parhaat käytännöt ja kuinka soveltaa niitä. Tarkoituksena ei siis ole kopioida käytäntöjä tai prosesseja, vaan oppia niistä ja soveltamalla tietoa käyttää hyväksi niitä keinoja, joilla ollaan pystytty luomaan kilpailuetua. (Camp R.)

### 2.2 Benchmarking tyypit

Työkaluna benchmarking toimii lukuisien eri ominaisuuksien vertailuun. On kuitenkin huomioitava mitä benchmarking-tyyppiä tulee kussakin tilanteessa käyttää. Camp jakaa benchmarkingin neljään eri tyyppiin sen tutkimuskohteen mukaan. Kussakin tyypissä on omat alatyytit sekä niille ominaiset hyödyt ja haitat. (Camp R. 1989)

Internal Benchmarking eli sisäinen vertailuanalyysi on yrityksen omien sisäisten liiketoimintaprosessien vertailu. Näin pyritään löytämään parhaat sisäiset liiketoimintatavat ja kehittämään omia toimintoja. (Camp R. 1989) Esimerkkinä ruokakauppaketjun sisäinen

benchmarking ketjun parhaaseen myymälään löytäen ne tekijät, joiden vuoksi myymälä on paras liiketoiminta-alallaan.

External tai Competitive benchmarking eli kilpailijavertailu on analyysi kilpailijoiden välillä. Tämän avulla yritys voi sijoittaa itsensä paremmin kilpailuasemansa mukaan verrattuna muihin alan yrityksiin. Analyysi voidaan tehdä tuotteille, palveluille prosesseille tai menetelmille, mutta olennaisena osana on suora kilpailija-kilpailija vertailu. (Camp R. 1989)

Funktional Benchmarkingissa keskitytään prosessien parantamiseen ja erilaisten funktioiden tehostamiseen. Oikein toteutettuna yritys voi työkalun avulla saada aikaan huimia edistyksiä tehokkuudessaan ja mahdollistaa tuotteiden tai palveluiden tuottamisen parhaalla mahdollisella tavalla. Työkalua käytetään yleensä täysin vastaaviin prosesseihin tai hyvin lähelle omien prosessien tapaisten prosessien tutkimiseen oman alan ulkopuolella. (Camp R. 1989)

Geneerinen benchmarking pyrkii konseptoimaan liiketoimintaprosesseja tai toimia, jotka ovat toimialasta riippumattomia ja sitä voidaan harjoittaa samoin toimialasta riippumatta. Camp (1989) kuvailee tätä benchmarkkaukseksi puhtaimmillaan. Tuloksena on yleensä laajasti käsitteellinen, mutta huolellinen ymmärrys prosesseista, joita tutkitaan. Kussakin benchmarking-tyypissään on omat käyttöalansa, kuin myös etunsa ja haittansa.

## 2.3 Benchmarking prosessi

Riippumatta käytettävästä benchmarking-tyypistä, on benchmarking-prosessi kaikille samanlainen. Camp (1989) kuvaa prosessia viisivaiheiseksi ja että kaikki prosessin vaiheet tulisi esiintyä siinä riippumatta benchmarkingin tyypistä, yrityksen toiminta-alasta, benchmarkattavasta toiminnasta tai odotetusta lopputuloksesta.

Prosessin viisi eri vaihetta ovat:

- Suunnittelu
- Analyysi
- Integraatio
- Toiminta
- Kypsyys

Benchmarking prosessin eri vaiheisiin kuuluu lukuisia askeleita riippuen kirjallisuus lähteistä, mutta Camp kuvaa prosessia kuvan 2 prosessin mukaan.



**Kuva 2.** Kuva 2, benchmarking prosessi. (Camp R. 1989)

Xerox prosessin ensimmäisessä vaiheessa eli suunnittelussa tulee vastata kysymyksiin: Mitä, ketä ja miten. Nämä ovat tutkimuksen perusta ja näihin vastaaminen määrittelee benchmarkkauksen. Mitä tutkimuksessa benchmarkataan, on kyse tuotteesta tai palvelusta. Kaikilla prosesseilla on lopputulos ja ensin on määriteltävä tämä lopputulos, jota lähdetään benchmarkkaamaan.

Ketä benchmarkataan eli kenen suoritukseen lähdetään vertaamaan omaa toimintaa. Olennaista tässä on tunnistaa prosessin hallitsijat riippumatta toimialasta varmistaakseen, että tutkimuksessa benchmarkataan nimenomaan toiminnan parhaiten hallitsevia. Datan keräämiseen on lukuisia mahdollisuuksia, mutta tärkeää on tunnistaa benchmarkaus prosessina eikä vain datavertailuna. On siis osattava keskittyä löydettyihin prosesseihin ja tapoihin, joista oppia. (Camp R. 1989; Bogan C. 1994)

Analyysivaiheessa kerättyä dataa tulee tulkita ja ymmärtää vertailtavaa prosessia; miksi se on parempi kuin oma nykyinen prosessi ja onko se edes parempi kaikilta osin. On myös tärkeää osata kalibroida vertailtavan prosessin kehittymistä, jotta voidaan olla varmoja vertailtavan prosessin yliveraisuudesta. Tämän jälkeen voidaan määrittää oman sekä vertailtavan prosessin ”gäppi” eli etäisyys, paljonko vertailtava prosessin on omaa prosessia edellä ja miltä osin. (Camp R. 1989)

Integraatiovaihe koostuu kahdesta vaiheesta: löydösten kommunikoinnista sekä korjaavien toimenpiteiden luomisesta. Kun vertailtava prosessi ollaan kartoitettu ja opittu sen vahvuudet, voidaan tehdä ehdotelmia, miten näitä yliveraisuuteen johtavia toimia voitaisiin omaksua osaksi omaa prosessia. Löydösten raportointi esimerkiksi oman yrityksen johdolle selkeyttää löydöksiä ja auttaa löytämään perimmäiset syy-seuraus suhteet. (Camp R. 1989)

Toimintavaiheessa on aika pistää käytäntöön näitä edellä suunniteltuja toimia. Ensin on luotava toimintasuunnitelma ja se on toteutettava. Samaan prosessin vaiheeseen kuuluu toimintasuunnitelman seuraaminen sekä sen parantelu käytäntöönpanon aikana. Hyvin ymmärretyt syy-seuraussuhteet johtavat toimiviin toimintasuunnitelmiin, mutta prosessin toteuttajat tulee pitää tietoisina muutosten seurauksista ja ottaa heidät mukaan prosessin implementointivaiheessa sekä toimintasuunnitelman parantelussa. (Camp R. 1989)

Prosessin viimeisessä eli kypsyyssivaiheessa omaan prosessiin ollaan implementoitu tavat, joilla ollaan voitu saavuttaa prosessin yliverainen osaaminen. Tämä harvoin tapahtuu kuitenkaan ensimmäisellä iterointikierröksellä ja onkin todennäköistä, että prosessi joudutaan toistamaan useasti, ennen kuin ollaan saavutettu lopullinen kypsyyssivaihe. (Camp R. 1989)

Benchmarking on ennen kaikkea jatkuva prosessi ja mittaamista parhaita vastaan. (Stapenhurst, 2009, Robbins, Decenzo, Coulter, 2013) Tavoitteiden asettelu on tehty benchmarkingin pohjalta ja niiden tavoittelun tarkoituksena on saavuttaa yliverainen asema prosessin hallitsijana. Benchmarkingin lopputuloksena on prosessi käytäntöjä, joiden avulla voidaan kilpailla alan parhaita vastaan ja motivoida henkilöitä toimimaan paremmin ja tehokkaammin. Työkalu reflektoida lopulta haluan parantaa omaa toimintaa ja saavuttaa menestystä liiketoiminnassa. (Camp R. 1989; Bogan C. 1994)

## 2.4 Product Benchmarking

Product benchmarking sijoittuu Competitive benchmarking alle benchmarking luokissa ja on usein suoraa vertailua kilpailijan tuotetta vastaan. Product benchmarkingin eli vertailuanalyysin tavoitteena on verrata omaa tuotetta alan parhaita tuotteita vastaan tunnistaa parannustoimia, joilla luoda kilpailuetua. Kilpailijoiden tutkimus keskittyy usein prosesseihin, mutta suora tuotebenchmarking pyrkii vertailemaan valmiita tuotteita keskenään. (Camp R. 1989; Bogan C. 1994)

Vertailuanalyysin tarkoituksena on ottaa mallia alan parhaimmista tuotteista, mutta se ei tarkoita, että tuotteen, jota vasten omaa tuotetta vertaillaan, tarvitsee olla suoran kilpailija. Tuotteista voidaan benchmarkata tiettyjä ominaisuuksia, mutta näiden tutkimisessa on siltin ymmärrettävä koko tuotetta, jotta ymmärretään syy-seuraussuhteita ja pystytään käyttämään näitä hyödyksi omassa toiminnassa ja tuotteessa.

Syy-seuraussuhteiden yhdistäminen voi olla erityisen vaikeaa, jos tutkitaan tuotteita eri toiminta-aloilta. Vaikka tuotteiden ei tarvitse olla saman toimialan tuotteita, voi eri aloilla olevien tuotteiden benchmarkattavat suureet vaihdella huomattavasti (Robert C. 1994). Bogan C (1994) antaa esimerkkinä autoalan, jossa tutkitaan mm. tilaus-toimitusaikaa, takuukustannuksia, polttoaineenkulutusta tai käyttöohjeiden käytön helppoutta. Toisaalta pakettitoimitusyrityksillä vastaavat benchmarkauskohteet voisivat olla ajoissa olleet lähetykset, virheettömät toimitukset, toimittamattomat paketit sekä toimituskustannukset. (Bogan, C 1994)

## 2.5 Miksi product Benchmarking tässä tutkimuksessa

Tutkittaessa koukkulaitemarkkinoita Euroopassa, Australiassa sekä monissa Aasian maissa on jokaisella alueella määrätty omat standardinsa, jotka määrittelevät millaisia siirtolavojen ja koukkulaitteilla siirrettävien alustojen tulisi olla. Keski-Euroopan alueella käytetään DIN standardia, Britanniassa CHEM standardia, pohjoismaissa variaatioita SS standardista sekä Aasian maissaan omia standardeja, kuten Japanin standardia. Kuitenkaan Yhdysvaltojen koukkulaitemarkkinoilla ei ole tapahtunut tämän tapaista standardointia. Syytä on monia, mutta hydrauliset koukkulaitteet ovat vasta viimevuosien aikana saaneet enemmän markkina-asemaa perinteisiltä roll off -laitteilta ja tämä hidas kehitys on ollut osasyynä standardien kehittymättömyyteen. Standardien tilalle on muodostunut

käytäntöjä, jotka ovat muovanneet Yhdysvaltojen koukkulaitemarkkinoita. Jokainen laitevalmistaja tarjoaa lavakuvat, joiden pohjalta jokainen asiakas valmistaa lavansa kyseiselle koukkulaitteelle.

Markkinoilla toimivien koukkulaittevalmistajien käytännöt on tärkeä tuntea, jos haluaa päästä Yhdysvaltojen markkinoille ja saavuttaa markkina-asemaa. Voittaakseen markkina-asemaa tulee laitteilla voida operoida myös kilpailijoiden lavoja. Tätä varten on tuotekehittävä koukkulaitteita vastaamaan markkinoiden tarpeita eli kyetä operoimaan myös kilpailijoiden lavoja.

Benchmarking tutkimuksella selvitetään myös koukkulaitteiden muita ominaisuuksia, jotka ovat vakiintuneet asiakasvaatimuksiksi. Esimerkkinä tällaisista vaatimuksista ovat Pohjois-Euroopan maat, Ruotsi ja Norja. Etenkin näissä maissa, joissa asiakkaat haluavat koukkulaitteisiinsa kehikon koukkulaitteen etuosaan, jossa säilyttää erilaisia tarvikkeita ja johon asentaa öljysäiliö. Mikään standardi ei määritä alueilla oleville laitteille tarvetta näille, mutta vakiintuneet käytännöt pitävät ominaisuuden tärkeänä etenkin kyseisille markkinoille.

Suorittamalla vertailututkimus yritetään löytää samalla heikkouksia markkinoilla nykyisin toimivien kilpailijoiden tuotetarjonnassa, joissa eurooppalaiset koukkulaitteet olisivat parempia. Näin saadaan kattavampi kuva markkinoiden välisistä eroista, jotka heijastuvat myös koukkulaitteiden product blueprinttiin.

## **2.6 Benchmarking koukkulaitteille**

Koukkulaitteille tehtyjä vertailututkimuksia löytyy vain vähän toteutettuina ja niiden laajuus on ollut yleisesti toimintojen vertailua. Tutkimuksissa ollaan vertailtu pääasiassa kustannuksia sekä eri toimintoja valmistajien välillä teknisestä näkökulmasta. Markkinoiden välisistä tarpeista ja käytännöistä tehtyjä benchmarkingtutkimuksia ei löytynyt yhtäkään kappaletta. Syitä tähän ovat todennäköisesti tutkimusten suojaus sekä se, että niiden tekijät ovat yleensä alan yritysten edustajat.

Markkinatarpeiden selvittämiseksi tehty benchmarking koukkulaitteille tullaan tekemään vieraillemalla Yhdysvalloissa ja tekemällä tutkimusta yhteistyössä paikallisten koukkulaitemyyjien kanssa markkinatarpeiden selvittämiseksi. Tässä tutkimuksiksensa tullaan

painottamaan erilaisia asiakastarpeita Yhdysvaltojen markkinoilla, sekä eurooppalaisin standardein suunnitellun koukkulaitteen soveltuvuutta Yhdysvaltojen markkinoilla toimivien lavojen operoimiseen. Johtopäätöksenä näiden markkinavaatimusten vaikutuksia tuotteen product structure blueprinttiin tullaan arvioimaan.

Benchmarking tässä tutkimuksessa tullaan toteuttamaan mukaillen Camp R (1989) benchmarking prosessia, joka on kuvattu kuvassa 2. Kuitenkaan kahta viimeistä askelta Campin prosessissa ei tulla toteuttamaan, johtuen tutkimuksen laajuudesta sekä käytävissä olevista resursseista. Seuraavaksi on kuvattu tässä tutkimuksessa käytettävä prosessi ja sen vaiheet:

Vaihe 1, suunnittelu:

Tutkimuksen vertailuanalyysin kohteena on Yhdysvaltojen markkinoilla toimivat koukkulaitteet ja niistä tunnistetut markkinajohtajat. Tavoitteena on tunnistaa tärkeät ominaisuudet ja asiakasvaatimukset, jotka tulisi pystyä täyttämään pärjätäkseen kyseisellä markkinalla. Toisena tärkeänä selvityksen aiheena on Yhdysvaltojen markkinoilla toimivien lavojen toimivuus eurooppalaisiin standardeihin.

Suunnitteluvaiheessa tulee määrittää myös Yhdysvaltojen koukkulaitemarkkinoiden nykyiset markkinajohtajat, eli yritykset ja niiden tuotteet, joita lähdetään tutkimuksessa vertailemaan.

Vaihe2:

Alkusuunnittelun jälkeen tulee kerätä data tuotteista ja määrittää kilpailijoiden välinen etäisyys. Datan kerääminen tullaan tekemään koukkulaitevalmistajien tuotetiedoista, sekä empiirisellä tutkimuksella Yhdysvaltojen markkinoilla keräten tietoa messuilta, koukkulaitemyyjiltä sekä asiakkailta. Tässä tutkimuksessa etäisyys tulee olemaan markkinalle tyypilliset ominaisuudet ja lavamitat, joita Euroopan markkinoilla ei koukkulaitteissa tarjota. ”Gäppiin” sisältyy myös vaatimukset eurooppalaisille koukkulaitteille, jotta niillä pystyttäisiin operoimaan Yhdysvaltojen markkinoilla olevia lavoja.

Näitä määriteltyjä etäisyyksiä tulee pohtia sekä nykyisen tilanteen mukaan, että odotettavien markkinamuutosten pohjalta.

Vaihe 3:

Tutkimuksen tärkein vaihe on luoda selkeä esitys siitä, mitä ollaan löydetty ja mitä tulisi tehdä eurooppalaisille koukkulaitteille, jotta ne olisivat kilpailukykyisiä Yhdysvaltojen markkinoilla. Tämän pohjalta tulee luoda funktionaalisia tavoitteita ja toimia kuinka parantaa eurooppalaisen koukkulaitteen kilpailuasemaa Yhdysvaltojen markkinoilla.

#### Vaihe 4:

Tutkimuksen resursseista ja aikataulusta johtuen tuotekehityssuunnitelmia ei tulla tekemään yksityiskohtaisesti, vaan niiden määrittämistä tullaan jatkamaan tämän tutkimuksen ulkopuolella.

Tavoitteena on luoda edellisessä vaiheessa funktionaalisia tavoitteita tuotteiden parantamiseksi ja näin tukea tätä vaihetta. Funktionaalisten tavoitteiden jälkeen tässä vaiheessa tulee määrittellä ja toteuttaa suunnitelma tavoitteiden saavuttamiseksi.

#### Vaihe 5:

Viimeisessä vaiheessa ollaan saatu toteutettua toimintasuunnitelma, sekä muokattu sitä löydettyjen parannusten mukaan. Toimintojen jälkeen ollaan saavutettu vaadittavat tavoitteet ja luotu koukkulaitteesta kilpailukykyinen myös Yhdysvaltojen markkinoille. Prosessi on kuitenkin aloitettava alusta ja noudatettava jatkuvan parantamisen mallia, jotta markkinajohtajuus saadaan säilytettyä myös tulevaisuudessa (Camp R. 1989)

Tutkimuksen benchmarking keskittyy Camp R. benchmarking-prosessin ensimmäiseen kolmeen vaiheeseen, mutta antaa pohjan myös seuraavien vaiheiden toteuttamiselle. Kappaleessa kolme esitellään product blueprint -konseptia, jota tullaan soveltamaan tässä tutkimuksessa. Tehdyn benchmarking-tutkimuksen tulosten vaikutukset tullaan kohdistamaan product blueprintin eri osiin ja arvioimaan näin vaikutuksia tuoterakenteeseen. Tavoitteena on yhdistää vaiheessa kolme määriteltyjen funktionaalisten tavoitteiden vaikutuksia product blueprintin generisiin elementteihin.



## 3. PRODUCT BLUEPRINT JA BROWNFIELD-PROSESSI

Tässä osiossa esitellään brownfield-prosessia ja sen osaa product blueprinttiä, jota tullaan käyttämään tässä tutkimuksessa koukkulaitteen tuoterakenteen esittämiseen. Brownfield-prosessi tähtää jo olemassa olevan tuoteperheen modulointiin ja sen parhaaseen mahdolliseen toteutukseen liiketoiminnan kannalta. Brownfield-prosessi alkaa yrityksen liiketoimintaympäristön tarkastelusta ja siitä satujen tietojen pohjalta suoritetaan moduulirakenteen jako geneerisiin elementteihin. Geneeriset elementit ja niiden arkkitehtuuri sidotaan tärkeimpiin asiakaskysymyksiin ja lopputuloksen vaikutuksia tarkastellaan yrityksen liiketoiminnan kannalta. (Pakkanen, 2018)

### 3.1 Brownfield -prosessi

Yrityksen tuotetarjonnan ollessa laaja, vaatii sen hallinnointi paljon vaivaa ja resursseja yrityksen työntekijöiltä. Monta erilaista tuotetta ja tuotetyyppejä vaikeuttaa tuotteen kanssa toimimista niin myynnin, suunnittelun, varastojen hallinnan kuin tuotannonkin kanssa. Modulaarisen tuotteen etuus on, että tuotteen eri konfiguraatioilla voidaan kattaa suuri määrä asiakasvaatimuksia. Kuitenkin sekavan modulointilogiikan käyttö voi hankaloittaa konfiguraatioiden määrittelyä entisestään ja uuden tuoteperheen luominen kokonaan alusta on monelle yritykselle liikaa resursseja vievä tehtävä.

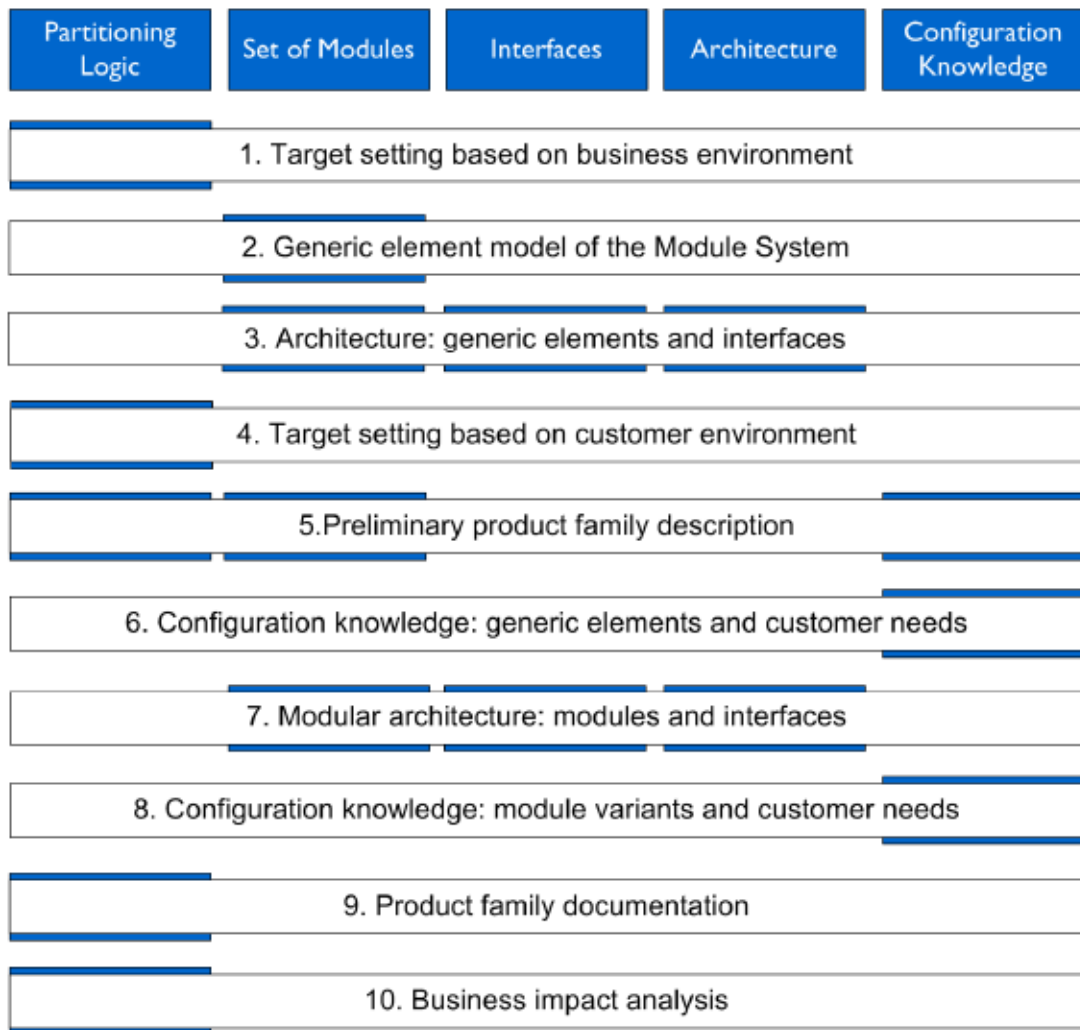
Brownfield-prosessin tarkoituksena on luoda liiketoimintalähtöisen tuotekehityksen avulla konfiguroitava ja modulaarinen tuoteperhe jo olemassa olevista tuotteista tai tuoteperheestä. Tällöin tarvittavat resurssit ovat pienemmät kuin kokonaan uuden perheen luomiseen tarvittavat resurssit, sekä jo olemassa olevaa tuotetta voidaan parantaa prosessin avulla paremmin liiketoimintaan sopivaksi (Lehtonen & Juuti, MEI-46200, 2018)

Jarkko Pakkanen esittelee Brownfield-prosessin väitöskirjatyössään (2015) ja on käyttänyt hyväkseen jo aikaisemmin kirjallisuudessa esiintyneitä moduloinnin työkaluja, joita muun muassa Lehtonen (2007) ja Juuti (2008) ovat esitelleet töissään. Modulaarisen tuoterakenteen menetelmän Pakkanen itse esitteli jo aikaisemmin Lehtosen et al. (2011) kanssa. Kyseinen prosessimalli oli vain viisi osainen:

1. Määrittele liiketoiminta tavoitteet
2. Luonnostele ehdotettu moduuli rakenne pääasiassa vanhoista komponenteista
3. Päivitä markkina ja asiakas vaatimuksia
4. Luo moduuli arkkitehtuuri minivariaatioilla ja määrittele mini määrä uutta suunnittelua
5. Dokumentoi ajatus uuden arkkitehtuurin takana

Vaikka ajatus on sama myös Brownfield-prosessissa, on prosessijako tehty pienemmäksi ja täten helpommin hallittavaksi. (Pakkanen 2015)

Brownfield-prosessi on jaettu kymmeneen eri osaan, jotka helpottavat prosessin hallintaa. Tämä jaottelu on esitetty kuvassa kolme. Vaikka prosessin osat on numeroitu, ei kulku ole määriteltä prosessin omaiseksi vaan kuvan järjestys on suuntaa antava ja muokkautuu kunkin projektin tavoitteista ja lähtökohdista. (Pakkanen 2015)



**Kuva 3.** Kuva 3, Brownfield prosessi (Pakkanen 2015)

Kuvan 3 yläreunassa kuvatut viisi elementtiä kuvastavat moduulijärjestelmän eri elementtejä ja helpottavat ymmärtämään prosessin eri osien vaikutuksia seuraavasti: (Pakkanen 2015)

Jakologiikkaan (partitioning logic) vaikuttavat askeleet:

- 1. Tavoitteiden asettelu liiketoimintaympäristössä
- 4. Tavoitteiden asettelu asiakasympäristössä
- 5. Alustava tuoteperhekuvaus
- 9. Tuoteperhe -dokumentaatio
- 10. Liikotiminnan vaikutusten arviointi

Moduulijakoon (set of modules) vaikuttavat askeleet:

- 2. Generisiin elementteihin jako
- 3. Arkkitehtuuri: generiset elementit ja rajapinnat
- 5. Alustava tuoteperhekuvaus
- 7 Arkkitehtuuri: moduulit ja rajapinnat

Rajapintoihin (interfaces) vaikuttavat askeleet:

- 3. Arkkitehtuuri; geneeriset elementit ja rajapinnat
- 7 Arkkitehtuuri: moduulit ja rajapinnat

Arkkitehtuuriin (architecture) vaikuttavat askeleet:

- 3. Arkkitehtuuri; geneeriset elementit ja rajapinnat
- 7 Arkkitehtuuri: moduulit ja rajapinnat

Konfiguraatio tietoon (configuration knowledge) vaikuttavat askeleet:

- 5. Alustava tuoteperhekuvaus
- 6. Konfiguraatio tieto: geneeriset elementit ja asiakas tarpeet
- 8. Konfiguraatio tieto: moduuli variaatiot ja asiakas tarpeet

### **3.1.1 Askel 1: Tavoitteiden asettaminen liiketoimintaympäristön mukaan**

Prosessin ensimmäisessä vaiheessa on tarkoitus rajata käsiteltävien tuotteiden tai tuoteperheiden laajuutta. Jos olemassa oleva tuoteperhe ei ole liian suuri, tulee prosessia soveltaa koko tuoteperheelle samanaikaisesti, mutta pienempiin moduulikokonaisuuksiin rajaaminen on hyväksi, jos tuotevalikoima on niin laaja, että sen hallinta prosessin mukana on haastavaa.

Tuotekokonaisuuden ollessa selkeä tulee prosessin tavoitteita selkeyttää. Pakkanen (2015) suosittelee käyttämään toista kahdesta vaihtoehdosta. Jos yrityksellä ja tuotekehitystiimillä on selkeät tavoitteet ja moduloinnin edut tiedossa. Voidaan käyttää Juutin (2008) Cause-and-Effect lähestymistä. Kaavion tarkoituksena on selkeyttää odotuksien oikeellisuutta, sekä korjata mahdollisia epärealistisia odotuksia.

Jos yrityksellä ei kuitenkaan ole selkeitä tavoitteita, tai tavoitteet ilmenevät Case-and-Effect kaaviossa epäyhteneväisiksi, tulee käyttää Lehtosen (2007) company strategic landscape menetelmän (CSL) viitekehystä. CSL on Cause-and-Effect lähestymistä kattavampi liiketoimintaympäristön analysointikeino ja kuvaa tarkemmin syy-seuraussuhteita ja selkeyttää moduloinnin tarkoitusta. Liiketoiminta ympäristön pääelementtien kuvaaminen tuotteen jakologiikan sekä tuotekehityksen kannalta on tärkeä osa CSL prosessia ja siksi Pakkanen (2015) suosittelee sen toteutettavaksi workshop tyyppisenä.

CSL:ää käyttämällä pystytään mallintamaan liiketoimintaympäristö-prosessin, arvoketjun, strategian sekä organisaation näkökulmasta ja näiden kaikkien analysointi workshopissa on hyödyllistä tavoitteiden asettelussa modulaariselle tuotteelle. Lähestymistavaltaan tämä on samanlainen kuin Pahl & Beitz (1996) esittelemä vaatimusluettelon tarkistuslista. Pahl & Beitzin malli keskittyy enemmän tuotteen elinkaaren aikaisiin vaiheisiin, kun taas CSL keskittyy enemmän modulaarisen tuotteen vaatimuksiin.

### **3.1.2 Askel 2: Geneerinen elementtimalli**

Toisessa askeleessa määritellään geneeriset elementit, joista tuote muodostuu. Tämä alustava moduulijako tehdään niin sanotulla yleisellä elementtimallilla, jossa yksi elementti on abstrakti osa tuotteen rakenteessa. Jako geneerisiin elementteihin voidaan tehdä monin tavoin, esimerkiksi funktionaalisella tai rakenteellisella jakologiikalla. Tärkeää on kuitenkin tunnistaa yrityksen valitseman jakologiikan vaikutukset edellisessä askeleessa määritelyihin tavoitteisiin. Elementit voivat koostua erilaisista kokoonpanoista, operaatioista, alisysteemeistä tai yksittäisistä osista. Tärkeää on pitää mielessä geneerisen elementin määritelmä eli se, että sen tulee sisältää kaikki tieto ja toteuttaa yksi asiakasvaatimus sekä se on oltava mahdollista toteuttaa teknisenä yksikkönä. (Pakkanen 2015)

Alustavaa jakoa mietittäessä ja erilaisia geneeristen elementtimalleja tutkittaessa tulee tunnistaa tapaukset, joissa kahdella tai useammalla elementillä on useita yhteisiä piirteitä. Tällaisissa tapauksissa tulee harkita elementtien yhdistämisestä yhdeksi elementiksi ja välttää näin ylimääräisiä variaatioita. Yhteiset tekijät auttavat erityisesti toimintojen toistuksessa usein, helpottaen ja yksinkertaistaen toimitusketjua. Tuotteet joissa on vain

vähän toistoja toimitusketjussa voivat saada myös hyötyä yhtäläisyyksistä, sillä liiketoimintatavoitteissa voi olla muita määritelmiä, joissa yksinkertaistettu elementtijako tuottaa hyötyä. (Pakkanen 2015)

Tavoitteena on siis määritellä luettelo elementeistä alustavaa moduulijakoa varten ja luoda lähtökohta arkkitehtuurin ja tuoterakenteen jaon määrittämiseksi. Geneeristä elementtijakoa tarkistetaan suunnitteluprosessin edetessä ja siten elementtityypit määritellään myös tarkemmin pidemmällä prosessissa.

### 3.1.3 Askel 3: Arkkitehtuurin geneeriset elementit ja rajapinnat

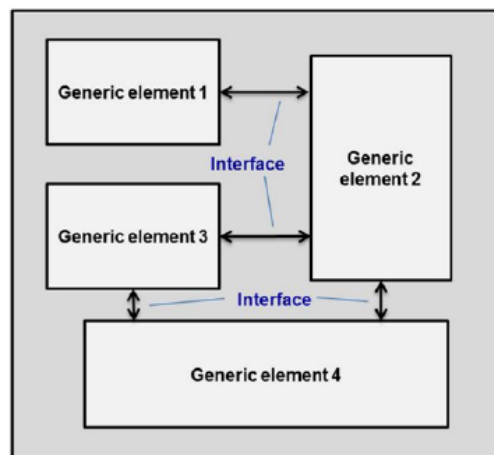
Kolmannessa Brownfield-prosessin vaiheessa muodostetaan arkkitehtuuri eri geneeristen elementtien välille ja määritellään tarkoin niiden väliset rajapinnat. Tässä vaiheessa kiinnitetään huomiota erityisesti siihen, missä geneeriset elementit fyysisesti tuotteessa sijaitsevat. On myös erittäin tärkeää kuvata hallitsevat rajapinnat ja miten geneeriset elementit niiden avulla ovat liitoksissa toisiinsa. Näin voidaan varmistaa alkuperäisenä olettuksena oleva varioitava tuoterakenne. (Pakkanen, 2015)

Pohdittaessa moduulirakenteen arkkitehtuuria voidaan käyttää työkaluna esimerkiksi DSM -matriisia, jota voidaan käyttää tukena tunnistettaessa geneeristen elementtien välisiä rajapintoja. (Steward 1981) Alla olevassa kuvassa 4 matriisi osoittaa, että geneerisellä elementillä 1 on rajapinta elementtien 1 ja 2 kanssa ja että elementillä 3 on rajapinta elementin 5 kanssa. Näin voidaan hahmottaa eri elementtien välisiä suhteita toisiinsa valitun ominaisuuden suhteen.

DSM for interface recognition	Generic element 1	Generic element 2	Generic element 3	Generic element 4	Generic element 5
Generic element 1					
Generic element 2	x				
Generic element 3	x	x			
Generic element 4		x			
Generic element 5			x		

**Kuva 4.** DMS kaavio (Pakkanen 2015)

Kun valitulla työkalulla ollaan saatu muodostettua alustava arkkitehtuuri, on sitä syytä tarkastella myös visuaalisesti, jotta hahmotetaan eri geneeristen elementtien fyysiset sijainnit mallissa. Pakkanen (2015) suosittelee tämän tehtäväksi jollakin muulla, kuin CAD ohjelmistolla, johtuen tarkkojen ja lopullisten mallien puutteesta tässä vaiheessa prosessia. Hän suosittelee hahmottelemaan mallin jollakin yksinkertaisella piirto-ohjelmalla tai jopa käsin, jotta saadaan käsitys eri elementtien rajapintojen välisistä yhteyksistä. Alla olevassa kuvassa 5 on esimerkki tuotteen geneeristen elementtien arkkitehtuurista ja niiden välisistä rajapinnoista. (Pakkanen 2015; Engbom 2016)



**Kuva 5.** Geneeristen elementtien rajapinnat ja arkkitehtuuri (Pakkanen 2015)

### 3.1.4 Askel 4: Asiakasympäristön tuomat tarpeet

Neljännessä vaiheessa prosessissa selvitetään asiakasympäristön tuomat tarpeet ja niiden vaikutukset modulaarisen tuoteperheen suunnitteluun. Pakkanen (2015) mukaan asiakastarpeiden määrittely on tärkeää etenkin, kun projektitoimituksia ollaan muuttamassa modulaariseksi tuoteperheeksi. Tämä johtuu siitä, että asiakastarpeet luovat ehdot, miten konfigurointi voidaan toteuttaa. Konfigurointisäännöillä määritellään se modulaarinen rakenne, joka tulee asiakkaalle toimittaa, jotta voidaan toteuttaa asiakasvaatimukset mahdollisimman tarkoin.

Brownfield-prosessissa suositellaan käyttämään niin sanottua Gripen prosessia, jolla voidaan selventää asiakastarpeita. Lehtosen et al. (2011) työssä käytetyllä työkalulla voidaan pääasiakaskysymysten sarjalla selvittää, mitkä vaihtoehdot modulaarisessa rakenteessa olisivat asiakkaalle sopivimmat. Toteuttaakseen kysymykset ja kysyäkseen

oikeat kysymykset on Gripen prosessi aloitettava ymmärtämällä asiakkaan prosessit ja tarpeet. Tähän vaiheeseen Pakkanen (2015) antaa neljä kysymystä:

- Millainen prosessi voidaan tunnistaa, jossa asiakkaat käyttävät yrityksen tuotetta?
- Millaisia generisiä prosessiaskeleita voidaan tunnistaa tuotteiden käytössä?
- Millaisia vaihtoehtoisia parametreja voidaan tunnistaa, jotka vaikuttavat tuotteeseen kussakin prosessi vaiheessa?
- Onko muita ongelmia tai toimintatapoja, jotka vaatisivat muutoksia tuotteeseen tai tuotevaihtoehtoihin?

Näillä kysymyksillä pyritään löytämään suuremman linjan tuoterakenteita, ja myöhemmissä vaiheissa konfiguraatitietoa tutkiessa luodaan tarkemmat säännöt yksittäisten komponenttien välille.

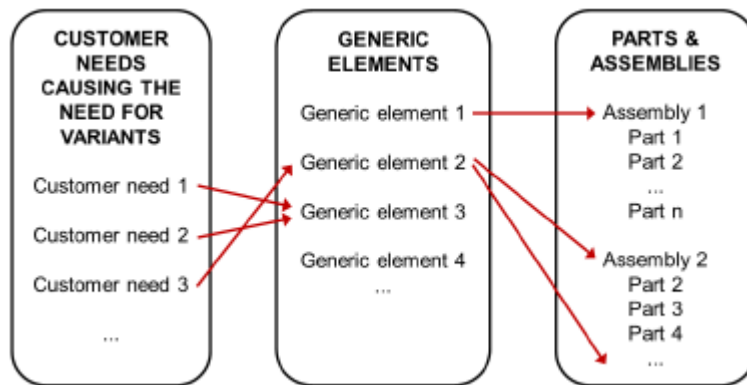
Tässä vaiheessa keskityttiin ymmärtämään asiakasympäristöä ja sen luomia tarpeita tuotemuunteluille. Tavoitteena on selventää asiayhteyksiä, joissa asiakkaat käyttävät tuotteita ja löytää ne prosessivaiheet, jotka luovat variaatiotarpeita tuoterakenteelle ja on täten otettava huomioon modulaarisen tuoterakenteen suunnittelussa. Vaiheen onnistumiselle on tärkeää, että keskusteluissa on mukana asiakkaita, jotka ovat käyttäneet tuotteita ja ymmärtävät niiden käyttöprosessin. Näin saadaan luotettava kuva asiakaskontekstista, jota hyväksikäytetään jakologiikan suunnittelussa. Muutoin on olemassa riski, että modulaarisen tuoterakenteen tuomia etuja ei pystytä käyttämään hyväksi. Asiakasvaatimusten ja –tarpeiden tulisikin vaikuttaa siihen, miksi tuotevalikoiman rakenteen tulisi olla jaettu tietyllä tavalla.

### **3.1.5 Askel 5: Alustava tuoterakenne**

Viidennessä askeleessa jatketaan modulaarisen tuoteperheen kuvauksen määritelmää tutkimalla eri geneeristen elementtien vakiointimahdollisuuksia. Vakioinnilla pyritään hilitsemään moduulijärjestelmän variointitarvetta ja löytämään sellaiset osat, joihin ei kohdistu minkäänlaista muuntelutarvetta. Vakioidut osat voivat olla sellaisia osia tai kokoonpanoja, jotka voidaan toimittaa rakennelmassa sellaisinaan, riippumatta muusta konfiguraatiosta laitteessa. (Pakkanen 2015)



Työkaluna Pakkanen (2015) esittää käytettäväksi Harloun (2006) esittelemää työkalua Product Family Master Plan (PFMP), jonka tavoitteena on määritellä, minkälaisia relaatioita eri osien välillä on olemassa ja minkälaisia standardoinnin mahdollisuuksia tuoterakenteesta löytyy. Brownfield-prosessia varten menetelmää on kuitenkin muutettu sopimaan paremmin prosessin tarpeisiin, jotta voidaan paremmin tarkastella asiakastarpeiden, geneeristen elementtien sekä kokoonpanojen välisiä suhteita. (Pakkanen 2015) Muokattu menetelmä on esitetty kuvassa 6.



**Kuva 6.** Mukailten PFMP menetelmää, Brownfield-prosessille muokattu malli, jossa asiakastarpeiden, geneeristen elementtien sekä kokoonpanojen välisiä yhteyksiä on havainnollistettu (Pakkanen 2015)

Kuvassa 6 ollaan kuvattu asiakastarpeet vasemmalla ja niiden vaikutukset geneerisiin elementteihin keskimmaisessä sarakkeessa. Geneeristen elementtien vaikutuksia kokoonpanojen ja osien välillä ollaan havainnollistettu nuolilla oikealla puolella. Kokoonpanot on avattu vielä erikseen osaluetteloihin, jotta saadaan tarkka kuva kaikista vaikutuksista jokaiseen yksittäiseen osaan.

Geneeriseen elementtiin kohdistuvat variaatiotarpeet on helppo hahmottaa kuvan 6 tyyppisestä kuvaajasta. Jotta geneeriseen elementtiin kohdistuisi jokin muutostarve, tulee siihen kohdistua jokin tietty asiakastarve. Jos geneeriseen elementtiin ei kohdistu asiakastarvetta, voidaan kyseinen elementti vakioda. Jos yhteen elementtiin muodostuu lukuisia asiakastarpeita, on elementin modulaarisuus haastavaa toteuttaa monimutkaisen jakologiikan vuoksi ja täten tilannetta on pyrittävä välttämään. (Pakkanen 2015).

Variaatiotarpeet eivät kuitenkaan synny aina pelkästään asiakastarpeiden johdosta, vaan esimerkiksi yrityksen toiminta tai lainsäädännölliset seikat voivat muodostaa muuntelutarpeita tuotteille. Kuitenkin tavoitteena on kaikkien variaatiota aiheuttavien seikkojen jälkeen pystyä standardoimaan mahdollisimman suuri osa moduuleista ja näin yksinkertaistaa moduulirakennetta ja konfiguraatietoutta. (Pakkanen 2015)

### **3.1.6 Askel 6: Asiakastarpeiden ja geneeristen elementtien konfiguraatietieto**

Kuudennessa vaiheessa alustetaan vaiheita 7, jossa toteutetaan lopullinen moduuleiden suunnittelu, sekä vaihetta 8, jossa luodaan lopullinen konfiguraatietieto. Alustavassa vaiheessa 6 keskitytään alustavaan konfiguraatietietoon ja etenkin asiakastarpeiden suhdetta kuhunkin geneeriseen elementtiin.

Konfigurointitieto koostuu tiedosta, jota tarvitaan muunneltavan tuotteen suunnitteluun asiakkaan vaatimusten ja itse tuotteen asettamien rajoitusten mukaisesti. Toisin sanoen se on tietämys tuotteiden mahdollisista vaihtoehdoista ja asiakkaiden vaatimuksista, jotka voidaan täyttää niiden kanssa. (Puls, et ai., 2002)

Pakkasen (2015) mukaan työkaluksi tähän vaiheeseen sopii hyvin K-matriisi, jonka on alun perin kehittänyt Bongulielmi (2003). Kuitenkin kuten vaiheen 5 PMFP matriisia, myös K-matriisia Pakkanen on joutunut muokkaamaan paremmin Brownfield-prosessille sopivaksi. Muokatussa K-matriisissa asiakastarpeiden ja geneeristen elementtien suhdetta voidaan kuvata neljällä tavalla:

- Asiakkaan tarpeet edellyttävät geneerisen elementin
- Asiakkaan tarpeet saattavat vaikuttaa geneeriseen elementtiin
- Asiakkaan tarpeet eivät liity geneeriseen elementtiin
- Asiakkaan tarpeet eivät vaikuta geneeriseen elementtiin

**Modified K-Matrix (configuration knowledge matrix)**

(1) Customer need requires generic element  
 (2) Customer need excludes generic element  
 (3) Customer need might affect generic element  
 (empty cell) Customer need does not affect generic element

GENERIC ELEMENTS	CONTENT AND TYPE OF GENERIC ELEMENTS	CUSTOMER NEEDS														
		Customer need group 1	Customer need 1.1	Customer need 1.2	Customer need 1.3	Customer need group 2	Customer need 2.1	Customer need 2.2	Customer need group 3	Customer need 3.1	Customer need 3.2	Customer need 3.3	Customer need 3.4	Customer need 3.5	Customer need group 4	...
Generic element 1																
Generic element 2								1								
Generic element 3		1			1											
Generic element 4					1											

*Kuva 7. Muokattu K-matriisi Brownfield prosessia varten (Pakkanen 2015)*

Kuvan 7 matriisissa esitellään asiakastarpeiden ja geneeristen elementtien välisiä suhteita numeroilla 1, 2 ja 3 riippuen osien välisestä relaatiosta. Jos välistä relaatiota kuvataan numerolla 1 vaatii asiakastarve geneerisen elementin, 2 Asiakastarve ei liity geneeriseen elementtiin, 3 asiakastarve saattaa vaikuttaa geneeriseen elementtiin. Jos relaatio jätetään tyhjäksi, tarkoittaa se, että asiakastarve ei vaikuta geneeriseen elementtiin. (Pakkanen 2015)

### 3.1.7 Askel 7: Arkkitehtuuri: Moduulit ja rajapinnat

Seuraavassa vaiheessa on aika käyttää hyväksi aikaisemmin kerättyä tietoa asiakasymppäristöstä, liiketoimintaympäristöstä sekä alustavaa tuoteperheen rakennetta. Tässä vaiheessa keskitytään modulaarisen arkkitehtuuriin ja määritellään moduuleiden rajapinnat tarkemmin sekä tarkastellaan rakennetta kokonaisuudessa.

Pohjana arkkitehtuurille on tieto geneeristen elementtien luonteesta. Elementit voivat olla vakioituja, konfiguroitavia, osittain konfiguroituvia tai kerran toteutettavia. Vakioidut elementit ovat jokaisessa toimituksessa samanlaisia ja täysin riippumattomia muusta konfiguraatiosta. Tällaisiin elementteihin ei kohdistu yhtäkään asiakas tarvetta, kuten kappaleessa 3.1.6 todettiin. Konfiguroitavat elementit ovat tuoterakenteen osia, joita vaihtamalla pystytään täyttämään jokin asiakas vaatimus tietyllä variaatiolla. Konfiguroitavien moduuleiden määrä tulisi pyrkiä pitämään pienenä, sillä se aiheuttaa monimutkaisuutta tuoterakenteeseen ja konfiguraatitietoon. Näin ollen liialliset konfiguroitavat moduulit

heikentävät tuoterakenteen hallittavuutta ja voivat aiheuttaa kyvyttömyyttä vastata asiakastarpeisiin. Geneerinen elementti voi olla myös osittain konfiguroitava, jos asiakastarve ei vaadi koko elementin variaatiota, vaan osa elementtiä pystyy täyttämään asiakasvaatimuksen täysin. Joskus olemassa olevilla moduuleilla ei pystytä täyttämään asiakasvaatimuksia täysin ja joudutaan tekemään projektikohtaisia kerran toteutettavia osia eli niin sanottuja toimituskohtaisia, kerran toteutettavia elementtejä. (Pakkanen, 2015)

### **3.1.8 Askel 8: Moduulivariantit ja asiakastarpeet**

Brownfield prosessin kahdeksannessa vaiheessa tutkitaan jälleen tarvittavaa konfiguraatietoa, kuten tehtiin vaiheessa kuusi. Vaiheessa kuusi keskityttiin geneeristen elementtien ja asiakastarpeiden välisiin suhteisiin, mutta kahdeksannessa vaiheessa konfiguraatietoutta laajennetaan käsittämään eri moduulivariantteja. (Pakkanen, 2015)

Tutkimalla asiakastarpeiden ja geneeristen elementtien ratkaisuita voidaan todeta tarkalleen mitkä ratkaisut palvelevat kutakin asiakastarvetta. Näiden yhteyksien tunteminen edesauttaa erityisesti, jos yritys käyttää konfiguraattoreita, eli konfiguroinnin tekeviä ohjelmistoratkaisuita. Luodakseen toimiva konfiguraattori, on tunnettava tuoterakenteen osat ja niiden väliset suhteet, jotka syötetään konfiguroinnin säännöiksi. (Pakkanen 2015)

Pakkasen (2015) suosittelema lähestymistapa on vastaava, kuin vaiheessa kuusi, jossa alustavaa konfiguraatietoutta tutkittiin. Vaiheessa kuusi tutkitut ratkaisut geneerisille elementeille tarvitaan vaiheessa kahdeksan syventääkseen tietoutta konfiguraatioiden toimivuudesta. Vaiheessa kuusi käytettyä K-matriisia on laajennettu sisältämään geneerisen elementin tyyppi sekä sen sisällöstä. Kuvassa 8 on esitetty Pakkasen (2015) esimerkki vaiheessa kahdeksan K-matriisista, jossa voidaan suhteita kuvata neljällä eri arvolla. Kuitenkin tässä asiakastarpeita voidaan kuvata paljon tarkemmin ja näin tarkentaa konfiguraatietoutta.

**Modified K-Matrix (configuration knowledge matrix)**

(1) Customer need requires generic element / solution  
 (2) Customer need excludes generic element / solution  
 (3) Customer need might affect generic element / solution  
 (empty cell) Customer need does not affect generic element / solution

GENERIC ELEMENTS	CONTENT AND TYPE OF GENERIC ELEMENTS	CUSTOMER NEEDS	Customer need group 1	Customer need 1.1	Customer need 1.2	Customer need 1.3	Customer need group 2	Customer need 2.1	Customer need 2.2	Customer need group 3	Customer need 3.1	Customer need 3.2	Customer need 3.3	Customer need 3.4	Customer need 3.5	Customer need group 4	...
Generic element 1	Solution "Alpha" (Standard element)																
Generic element 2	Solution "Beta" (Configurable element) Solution "Zeta" (Configurable element) Solution "Theta" (Configurable element)									1							
Generic element 3	Solution "Iota" (One of a kind element)		1				1										
Generic element 4				1	1	1		1	1								
...																	

**Kuva 8.** K-matriisi konfiguraatitiedosta, joka käsittää koko modulaarisen tuoteperheen.

Jotta generisten elementtien ja niiden sisältöä voidaan verrata yhtäläisyyksien löytämiseksi Pakkanen (2015) ehdottaa myös V-matriisia käytettäväksi tässä vaiheessa. Työkalussa vaaka- ja pystyriivit sisältävät generiset elementit sekä niiden sisällöt, mahdollistaen niiden vertailun. Vertailu auttaa tunnistamaan elementit, joiden yhdistämisellä saavutetaan yksinkertaisempi tuoterakenne hallittavaksi. V-matriisi on esitetty kuvassa 9 ja havainnollistaa työkalun käyttöä.

**Modified V-Matrix (compatibility matrix)**

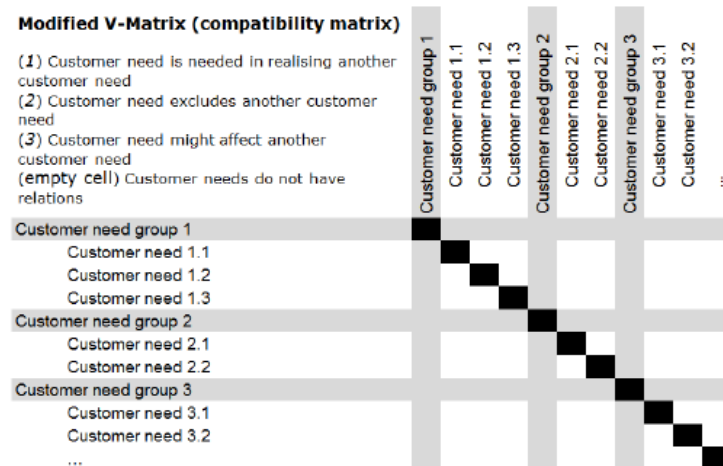
(1) Solution requires another solution  
 (2) Solution excludes another solution  
 (3) Solution might affect another solution  
 (empty cell) Solution pairs do not have relations

GENERIC ELEMENTS	CONTENT AND TYPE OF GENERIC ELEMENTS	Generic element 1	Generic element 2	Generic element 3	Generic element 4	...
Generic element 1	Solution "Alpha" (Standard element)					
Generic element 2	Solution "Beta" (Configurable element) Solution "Zeta" (Configurable element) Solution "Theta" (Configurable element)					
Generic element 3	Solution "Iota" (One of a kind element)					
Generic element 4						
...						

**Kuva 9.** Muokattu V-matriisi generisten elementtien ja niiden sisällön vertailuun (Pakkanen 2015)

Konfiguraattoria luodessa on vastaava V-matriisi luotava myös asiakastarpeille vertailakseen yhtäläisyyksiä ja näin poissulkeakseen päällekkäisyyksiä aiheuttavat asiakas-

tarpeet ja konfiguraatiot. Luodakseen hyvä konfiguraattori on konfiguraatitieto ensiarvoisen tärkeää, sillä hyvä konfiguraattori ohjaa asiakasta valitsemaan vain teknisesti yhteensopivia vaihtoehtoja. Pällekkäisiä asiakastarpeita vertaileva V-matriisi on esitetty kuvassa 10.



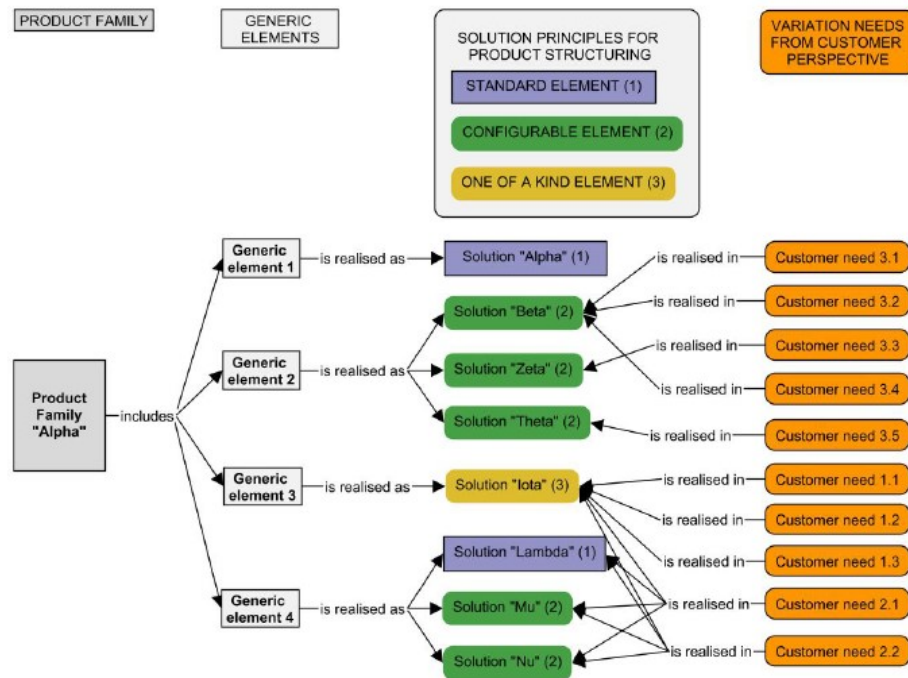
**Kuva 10.** Esimerkkimatriisi asiakastarpeiden vertailua varten. (Pakkanen 2015)

Vaiheessa kahdeksan luodaan siis konfiguraatitietous eri asiakastarpeiden ja moduulivarianttien välille ja havainnollistetaan yhteensopivia ratkaisuita. Jos vaiheessa havaitaan puutteita asiakastarpeiden kyvyssä kattaa joitakin markkinoita, voi tämä johtaa iteroitintarpeisiin ja pakottaa palaamaan prosessia takaisinpäin. (Pakkanen 2015)

### 3.1.9 Askel 9: Tuoterakenteen dokumentointi

Vaiheessa yhdeksän dokumentoidaan edellisissä vaiheissa tuotetut löydökset yhteen. Vaihe keskittyy kokonaan tuoteperheen ja sen rakenteen syy seuraus suhteiden kuvaukseen. Tarkoituksena on selittää mitä asiakastarvetta kukin geneerinen elementti ja ratkaisu vastaa. (Pakkanen 2015)

Dokumentaatiokeinoon Pakkanen (2015) suosittelee product structuring blue printtiä, (PSBP) jossa vasemmalle on sijoitettu geneerinen elementtijako. Elementit on avattu eri ratkaisuiden ja elementti tyyppien perusteella, joista selviää kutakin asiakastarvetta vastaava osa. (Pakkanen 2015) Kuvassa 11 on esitetty Pakkanen (2015) esimerkki PSBP kuvaajasta.



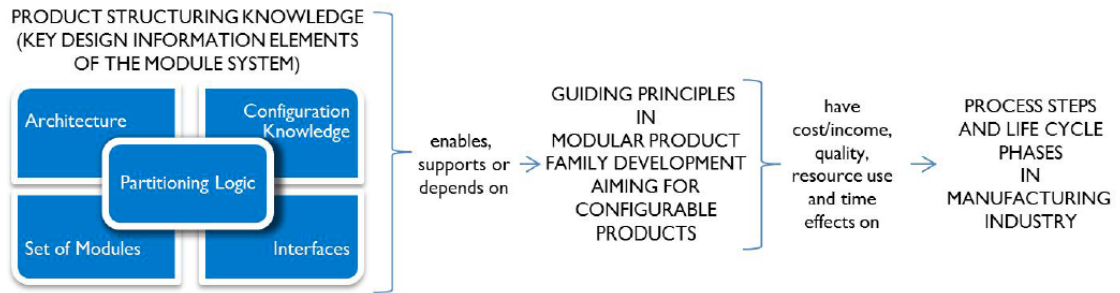
Kuva 11. Esimerkki PSBP kuvauksesta. (Pakkanen 2015)

Kuvasta 11 huomataan, kuinka oikealla esitety asiakastarpeet linkittyvät kuhunkin generisen elementin osaan ja havainnollistavat elementtien ja asiakastarpeiden välisiä suhteita.

### 3.1.10 Askel 10: Vaikutus liiketoimintaan

Brownfield-prosessi alkoi liiketoiminnan näkökulmasta, joka on ohjannut kaikkia vaiheita prosessin aikana. Viimeisessä vaiheessa palataan liiketoiminnan tarkasteluun ja tutkitaan, miten hyvin eri vaiheissa toteutetut tulokset toimivat, kun tarkastellaan liiketoimintaa uudelleen.

Tuotekehityksen ja Brownfield-prosessissa saadun tulosten analysointi on tärkeää, jotta ymmärretään, kuinka hyvin tavoitteet ollaan saavutettu ja onko ehdotetun tuoteperheen rakenne kilpailukykyinen. Brownfield-prosessissa arvioidaan modulaarisen tuoteperheen liiketoiminnallisia vaikutuksia tuotteen elinkaaren eri vaiheissa. Liiketoiminnan vaikutusten analysoinnin vaiheiden perusidea ollaan esitetty kuvassa 12. Mallin rakenne mukailee Fixonin (2006) mallia, joka kuvaa tuotearkkitehtuurin ulottuvuuksia sekä aika- ja kustannuskysymyksiä tuotteen elinkaaren eri vaiheissa. (Pakkanen 2015)



**Kuva 12.** Perusidea liiketoiminnan vaikutuksista Brownfield-prosessissa. (Pakkanen 2015)

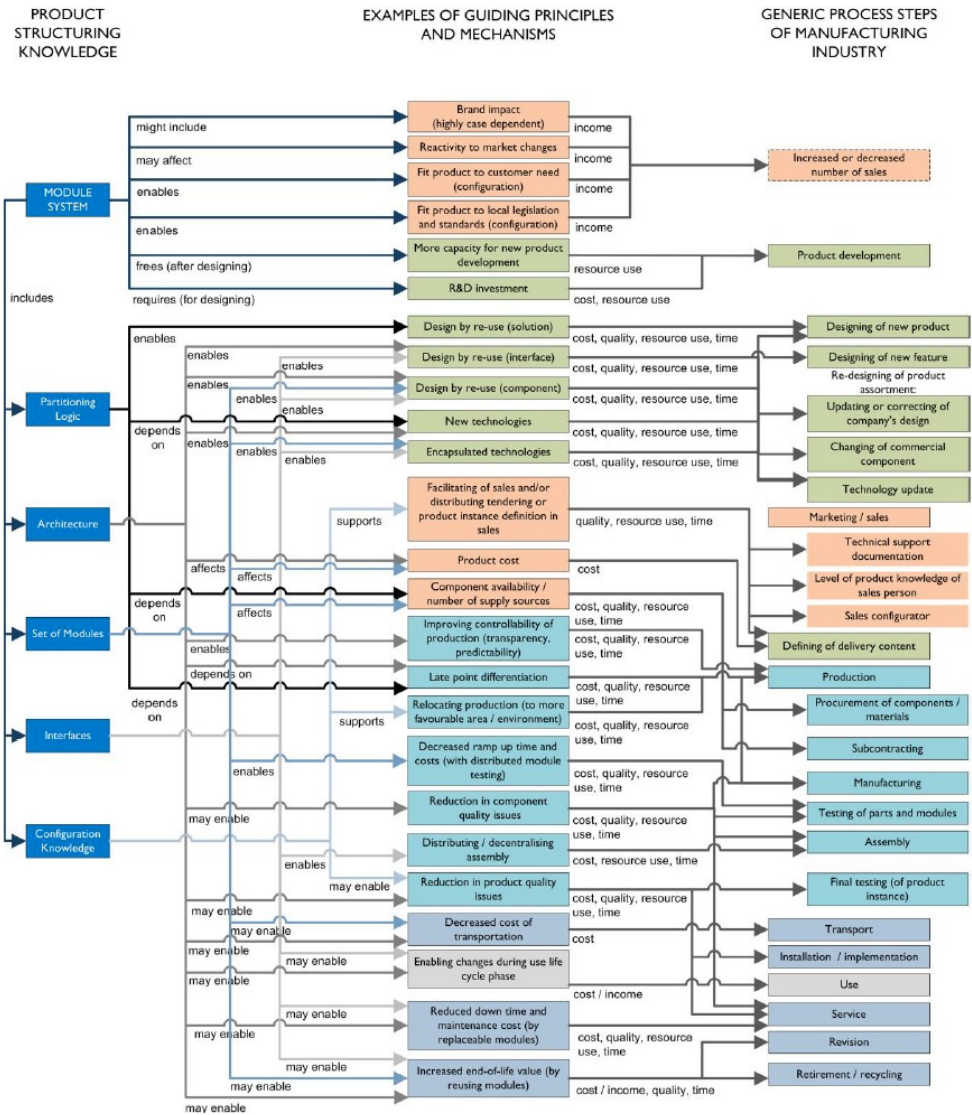
Kuvan 12 vasemmalla puolella on esitetty tuotenäkymä moduulijärjestelmästä. Brownfield-prosessissa osiointilogikkaa, arkkitehtuuria, moduuleja, rajapintoja sekä konfiguraatitietoutta pidetään tärkeinä elementteinä, jotka helpottavat ymmärtämään millaisia seikkoja on otettava huomioon tuoteperheen suunnittelussa. (Pakkanen 2015)

Kuviossa keskellä on esitetty mallin ohjausperiaatteet, jotka kuvaavat tavoitteita, ilmiöitä sekä ongelmia, joihin voidaan modulaatiolla vaikuttaa. Ohjausperiaatteilla on paljon yhtäläisyyksiä Erixonin (1998) käsittelemien moduuliohjainten kanssa. Erikson toteaa, että moduulien kuljettajien, ohjaavien periaatteiden sekä mekanismien tarkoituksena on heijastaa syy-yhteyksiä liiketoiminnan sekä moduulirakenteen välillä. (Pakkanen 2015)

Mallin oikealla laidalla Pakkanen (2015) on kuvannut prosessirakenteen, jossa on tuotteen elinkaaren eri vaiheet. Tuotteen vaiheita ovat suunnittelu, tuotekehitys, tuotanto, kokoonpano, kuljetus, myynti, käyttö, päivitys, huolto sekä hävitys. Näihin tuotteen vaiheisiin. (Pakkanen 2015)

Näiden kolmen edellä esitetyn vaiheen sisällöt tulee kerätä sekä koostaa suhteet ja vaikutukset moduulijärjestelmän ja ohjaavien periaatteiden välille. On myös tärkeää pohtia suhteiden tyyppiä (kustannukset, laatu, resurssien käyttö sekä aika) ja perustella näiden tyyppien esiintyminen. Liiketoiminta-analyysin lopuksi kaikki edellä mainitut vaikutustyyppit muutetaan rahallisiin arvoihin arvioidakseen liiketoiminnallisia vaikutuksia. Lopputuloksena malli antaa kuvan tuoteperheen rakenteen liiketoiminnallisista vaikutuksista. Jos viimeisessä vaiheessa huomataan puutteita, voidaan prosessi askeleita palata alkuun päin ja iteroida Brownfield-prosessia tarpeiden mukaan. (Pakkanen 2015) Kuvassa 13 on kuvattu tarkka kaavio Brownfield-prosessin liiketoiminnallisia vaikutuksia tutkivasta mallista.





**Kuva 13.** Tarkka malli moduulisysteemin liiketoiminnan vaikutuksista (Pakkanen 2015).

Tavoitteena analyysille on tarkastella tuoteperhettä kokonaisuutena, jolla on yhteiset tavoitteet asetettuna suunnitteluprosessin alusta asti. Jos analysoitava tuoteperhe sisältää alueita, joilla on täysin eri ominaisuudet ovat liiketoiminnallisten vaikutusten analysointi haastavaa. Jos tuoteperheiden tulokset osoittautuvat ristiriitaisiksi voivat tulokset osoittautua merkityksettömiksi. Tällöin ratkaisuna on jakaa tuoteperhe osiin ja toteuttaa analyysi jokaiselle erikseen. Tuoteperheen jako osiin ja vaiheiden toteuttaminen erikseen voi paljastaa muutostarpeita myös alkuperäiselle osiointilogiikalle tai arkkitehtuurille. (Pakkanen 2015)

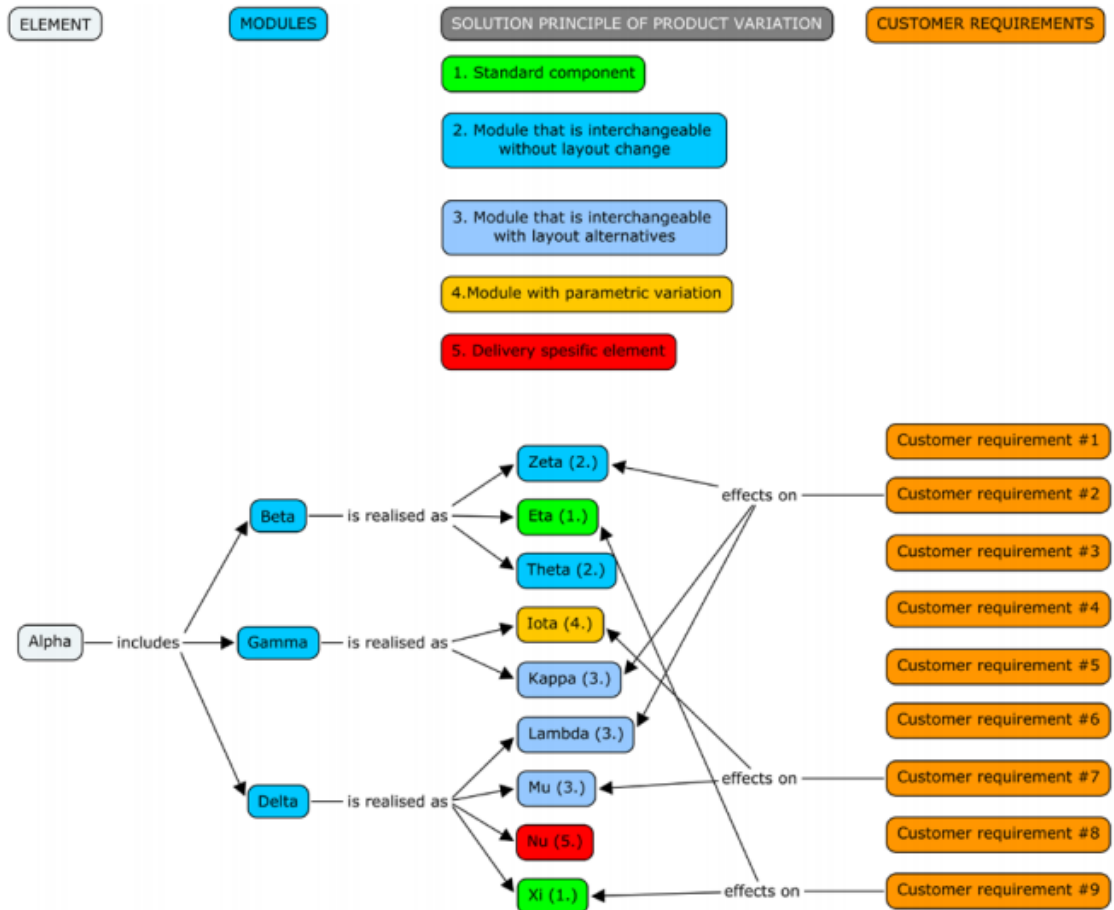
## 3.2 Product Blueprint

Tässä kappaleessa keskitytään lähemmin erottamaan product blueprint käsite koko brownfield-prosessissa ja luomaan koukkulaitteen oma product blueprint. Tätä blueprinttiä tullaan käyttämään tutkimuksen myöhemmissä vaiheissa peilatakseen markkinoiden luomien muutosten vaikutuksia tuotteen rakenteeseen ja siihen vaikuttaviin kysymyksiin.

Brownfield-prosessissa keskitytään kokonaisen tuoteperheen moduloimien luomiseen ja kaikkiin sen vaatimiin askeleisiin. Kun puhutaan tuotteen product blueprintistä Pakkanen (2015) käyttää tästä nimitystä product structuring blue print (PSBP) ja ehdottaa tätä tuoterakenteen dokumentaatiokeinoiksi. Luodakseen product structuring blueprint tuotteesta, on brownfield-prosessi hyvä työkalu sen toteutukseen. Kuitenkin johtuen suppeammasta keskittymisalueesta ja product blueprintin rakenteesta tulee painottaa erityisesti Brownfield-prosessin vaiheita:

1. Tavoitteiden asettaminen liiketoiminta ympäristön mukaan
2. Geneerinen elementtimalli
- 4 Asiakasympäristön luomat tarpeet
- 5 Alustava tuoterakenne
- 6 Asiakatarpeiden ja geneeristen elementtien konfiguraatitieto
- 8 Asiakasvariantit ja konfiguraatitieto

Product blueprint (PBP) on graafinen tapa esittää tuotteen dokumentointi ja sillä pyritään esittämään oisointilogiikan ja suunnittelun perustelut. Alla olevassa kuvassa 14 (Lehtonen et al, 2011) Pakkasen mallia vastaavasti (2015) esitetään tuoteperhe vasemmalla, joka jakautuu geneerisiin elementteihin. Kuvassa esitetään kuinka yksi geneerinen elementti voi sisältää useita erilaisia ratkaisuperusteita. Tässä PSBP:n yleisessä mallissa on esitetty kaikki mahdolliset geneerisen elementin variaatiot standardi elementistä konfiguroituvaan elementtiin sekä projekti elementit.



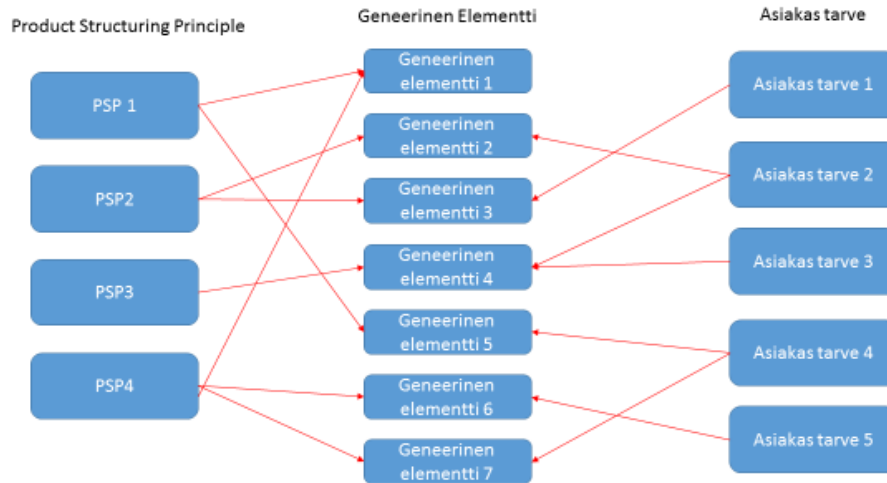
**Kuva 14.** Yleinen PSBP malli (Lehtonen et al 2011)

Tampereen yliopiston kurssilla MEI-46200 esiteltiin vastaavanlainen tapa luoda tuotteelle product blueprint. Kurssilla keskityttiin moduulikartan luomiseen, josta käy ilmi tuotteen jakologiikan taustat, geneeriset elementit sekä asiakasvaatimukset. Tämä kolmiosainen product blueprint ja sen sisältämät riippuvuudet antavat hyvän kuvan tuotteen rakenteesta kuten esimerkkikuvassa 15. (Lehtonen & Juuti, MEI-46200, 2018)

Kuvassa 15 vasemmalla puolella ollaan esitetty jakologiikan taustat, jonka mukaan moduuli jako ollaan tehty. Tässä apuna ovat brownfield-prosessin vaihe 1 tavoitteiden asettaminen liiketoiminta ympäristön mukaan, jossa selvitetään moduulirakenteen tarpeet ja variointi liiketoiminta ympäristön mukaan. Apuna tässä on hyvä käyttää CSL-workshopia.

Keskellä ollaan esitetty tuotteen geneeriset elementit, joiden määrittämisessä käytetään erityisesti prosessin askelta 2 geneerinen elementtimalli. Oikealla esitetään asiakastarpeet, joita tutkitaan askeleessa 4 asiakasympäristön luomat tarpeet. Jokaisen osan välinen suhde toisiinsa on esitetty punaisella nuolella ja kuten kuvassa ollaan esitetty, yksi

elementti ei välttämättä korreloi ainoastaan yhteen toiseen elementtiin vaan useampia suhteita voi syntyä eri elementtien välille. Näitä osien välisiä suhteita tukitaan erityisesti brownfield-prosessin askeleissa 5 Alustava tuoterakenne, 6 asiakastarpeiden ja geneeristen elementtien konfiguraatitieto sekä 8 asiakasvariantit ja konfiguraatitieto.



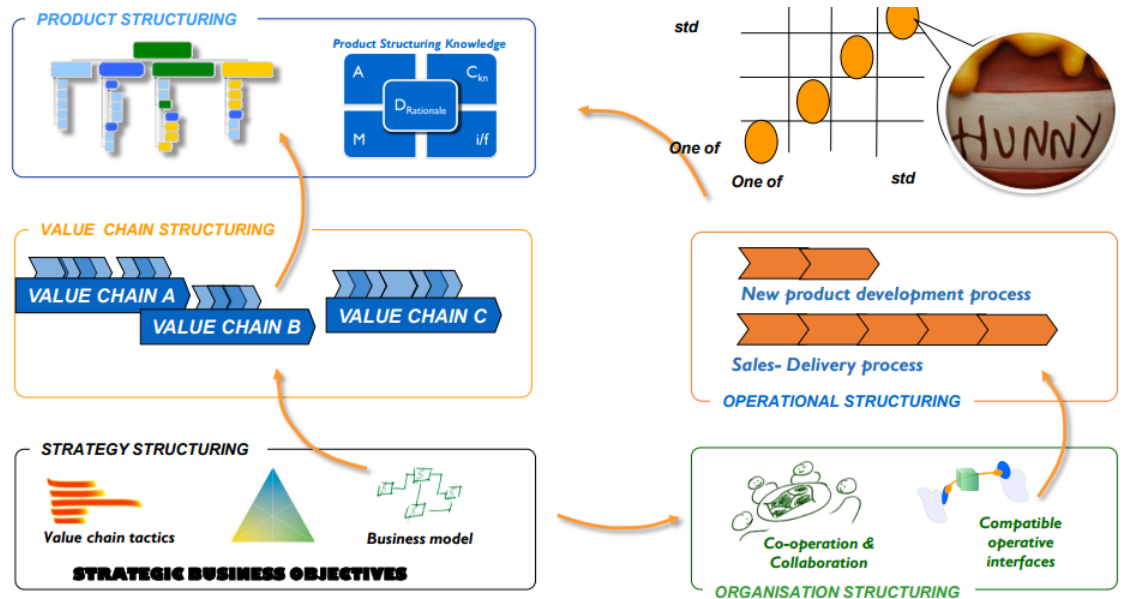
**Kuva 15.** Product structuring blueprint, mukailten MEI-46200 kurssikalvoja.

Käyttäen kuvan 15 mallia, tullaan luomaan vastaavanlainen tuoterakenteen visuaalinen esitys koukkulaitteesta seuraavien kappaleiden aikana ja kappaleessa 3.6 tullaan esittämään valmis product structuring blueprint mukailten kurssin MEI-46200 kurssikalvoja.

### 3.3 Product structuring principals

Product blueprinttiä muodostaessa MEI-46200 mallin mukaan, ensimmäisenä osana on product structuring principlesien määrittäminen. Nämä tuoterakenteen jaon määrittävät periaatteet ohjaavat geneeristen elementtien jakoa ja antavat suuntaviivat jakologiikalle.

Kappaleessa 3.1.1 ja kurssilla MEI-46200 (Lehtonen & Juuti, MEI-46200, 2018) suositellaan työkaluksi CSL-workshopia, jonka avulla saadaan kuva yrityksen toiminnasta ja erityisesti kuvaus yrityksessä toimivien ihmisten ajattelusta. CSL-workshopin pohjalta voidaan tehdä tarvittavat päätelmät PSP määrittelemiseksi. Kuvassa 16 on esitetty CSL-workshopin pohjalta toteutettu esimerkki kartta yrityksen liiketoimintaympäristön vaikutuksista tuoterakenteelle.



Kuva 16. CSL kartta. (Lehtonen & Juuti, MEI-46200 2018)

CSL-kartan pohjalta lähdetään tutkimaan koukkulaitteen PSP kysymyksiä ja valmistamaan ensimmäistä osaa product blueprintistä. PSP eli tuotteen jakologiikka voidaan eritellä lukuisilla eri tavoilla, mutta kurssilla MEI-46200 esitellään 12 seuraavaa periaatetta. (Lehtonen & Juuti, MEI-46200, 2018)

- Base unit building principle
- Partition the steel structure according to delivery concept
- Apply full main component interchangeability
- Standard positions and connections for accessories, wiring, piping...
- Make space reservations for variant components
- Take advantage of standardization
- Create predefined standard configuration for known dominant designs and customers
- Using of change stop zones between variant elements
- Target for factory tested "plug-and-play" site assembly elements
- Design optional quality elements as interchangeable or add-on
- Create capability for delivering customer specified appearance
- One solution, that consists of "custom made" basic core structure and configured machinery & accessories

Koukkulaitteelle jakologiikkaa suunniteltaessa tunnistettiin seuraavat periaatteet koukkulaitteen rakenteesta. Standardoidut paikat liitännöille, putkituksille, letkuille sekä lisätarvikkeille sekä viimeiseksi esitelty periaate, jossa asiakkaan kanssa valmiista suunniteluosista konfiguroidaan tuote vastaamaan asiakkaan tarpeita. Periaatteissa standardoidut paikat liitännöille ja putkituksille mahdollistaa tuotteen parametrinen muuntelun, jota ohjaa asiakastarpeen määrittelemä koukkulaite. Näin saadaan koukkulaitteen jakologiikaksi kolme ajavaa pääpariaatetta:

- Standardoidut rajapinnat
- Asiakaskohtainen räätälöinti
- Konfiguraatiot eri asiakasvaatimuksille

Näitä saatuja PSP osia tullaan käyttämään kappaleessa 3.6 rakennettaessa product blueprinttiä koukkulaitteelle.

### **3.4 Geneeriset elementit**

Product blueprintin muodostuksessa brownfield-prosessin mukaan toisena osana on geneeristen elementtien muodostaminen ja mallintaminen. Tässä kappaleessa käydään läpi mitä ovat geneeriset elementit, miten tehdä geneeristen elementtien jako sekä miten niitä käytetään modulaarisen tuotteen suunnittelussa. Näitä tietoja käyttäen tullaan koukkulaite jakamaan geneerisiin elementteihin näiden tietojen pohjalta.

Koska modulaarisuuden etu tulee sen mahdollisuudesta muovautua asiakastarpeen mukaan, tulee modulaarinen arkkitehtuuri suunnitella palvelemaan tätä tarkoitusta. Brownfield-prosessissa tämä toteutetaan geneeristen elementtien työkalulla. (Lehtonen & Juuti, MEI-46200, 2018) Geneerisellä elementillä brownfield-prosessissa tarkoitetaan eri moduuleista muodostuvia abstrakteja suunnittelukokonaisuuksia, jotka ohjaavat moduulisuunnittelua ja asiakasvaatimusten täyttämistä. Geneerisen elementin tarkoitus on täyttää kokonaisuudessaan asiakasvaatimus ja täten yhden vaatimuksen moduulimuu- tokset tulisi sitoa yhteen geneeriseen elementtiin. (Pakkanen 2015)

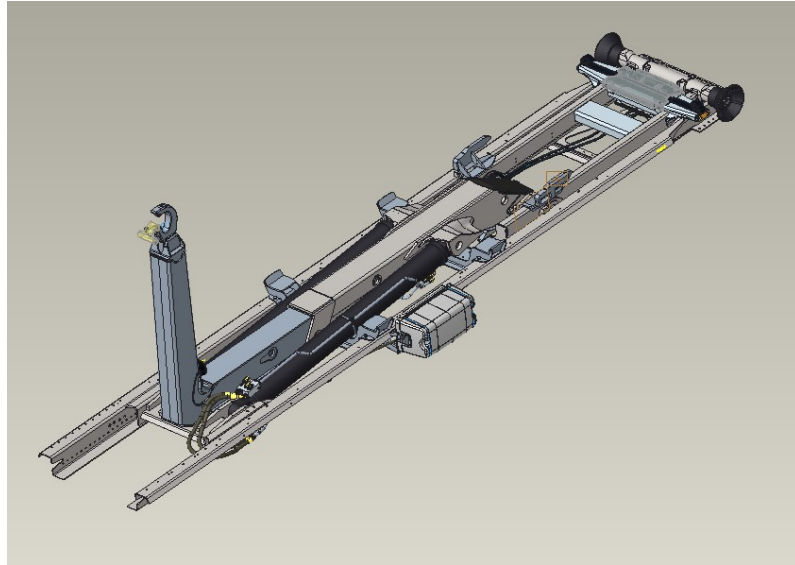
Asiakasvaatimuksen täyttäminen yhdellä geneerisellä elementillä ei ole välttämätöntä ja usein ajatellaan, että yhden geneerisen elementin on tuotettava jokin toiminto laitteessa. Kuitenkin toimintojen suorittaminen voidaan toteuttaa usealla geneerisellä elementillä ja

elementtien jakologiikka vaihtelee paljon eri tuotetyyppien välillä. Kuitenkin kaikilla geneerisillä elementeillä on Pakkasen (2015) mukaan kaksi yhteistä ominaisuutta:

- Geneerinen elementti sisältää kaiken tarvittavan yhden muunteluvaatimuksen toteuttamiseen
- Geneerinen elementti on mahdollista toteuttaa teknisenä yksikkönä

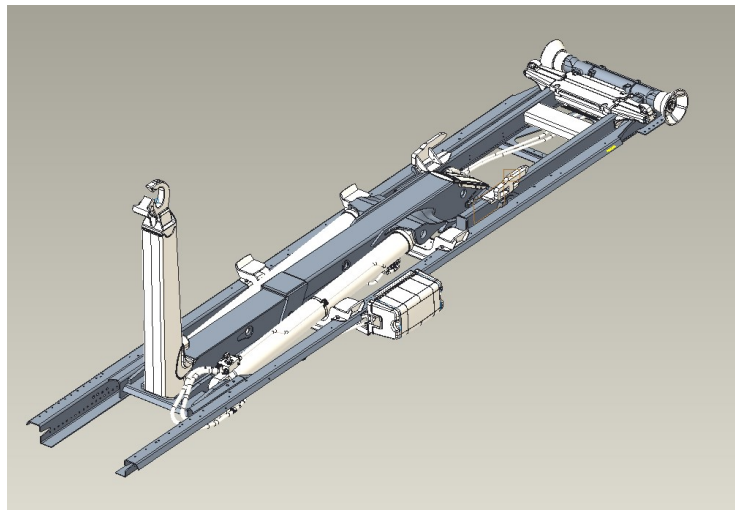
Tutkittaessa koukkulaitetta voidaan genreisiä elementtejä tunnistaa eri muunteluvaihteluiden mukaan. Koukkulaitteelle kohdistuu paljon eri muuntelu tarpeita, johtuen erilaisista käyttötarkoituksista sekä siitä, että koukkulaite tulee aina asentaa kuorma-auton tai vastaavan ajoneuvon päälle ja alusta ratkaisut luovat muutostarpeita koukkulaitteille. Koukkulaitteen perusrakenne muodostuu kuitenkin kolmesta pääosasta: teräsrakenteesta, hydraulikasta sekä ohjausjärjestelmästä. Lähes kaikki pääosat aiheuttavat riippuvuussuhteita toisilleen ja vaikuttavat toistensa konfiguraatioon. Ohjausjärjestelmä on eniten vakio tietylle konfiguraatiolle, riippumatta teräs- tai hydraulikan rakenteista, mutta siihen vaikuttaa eniten asiakkaan valitsemat lisätoiminnot. Hydraulikka ja teräsrakenne ovat täysin sidoksissa toisiinsa, sillä riippuen laitteen kapasiteetista, mitasta tai valituista funktioista, luo se tarpeita hydraulikalle sopeutua esimerkiksi hydraulikka putkituksen osalta.

Kappaleen 3.3 mukaan tehty PSP antaa pohjan geneeristen elementtien jaolle. Koska tuotteen tulee olla asiakastarpeiden mukaan konfiguroitavissa ja pystyttävä vastaamaan seuraavassa kappaleessa esitettyihin Main Customer Questioneihin luodaan alustava geneeristen elementtien malli, jota tarkennetaan prosessin edetessä. Alustavaa mallia luodessa ollaan otettu huomioon asiakkaiden oletetut muuntelutarpeet ja luotu elementtijako niiden pohjalta mukailen Pakkasen (2015) brownfield-prosessia, kuten kappaleessa 3.1.2 on esitetty. Kuvassa 17 on esitetty koukkulaite, jossa esitettyinä kaikki geneeriset elementit yhdessä.



**Kuva 17.** Koukkulaite ennen elementteihin jakoa

Suurin muunteluvaatimus koukkulaitteille on sen kapasiteetin tarve sekä alustana käytetyn auton mitoituksen vaikutukset tuoterakenteeseen. Nämä kaksi vaatimusta vaikuttavat lähes koko koukkulaitteen teräsrakenteeseen ja siksi näiden vaatimusten mukaan muuttuvat tuoterakenteen osat on valittu geneeriseksi elementiksi yksi.

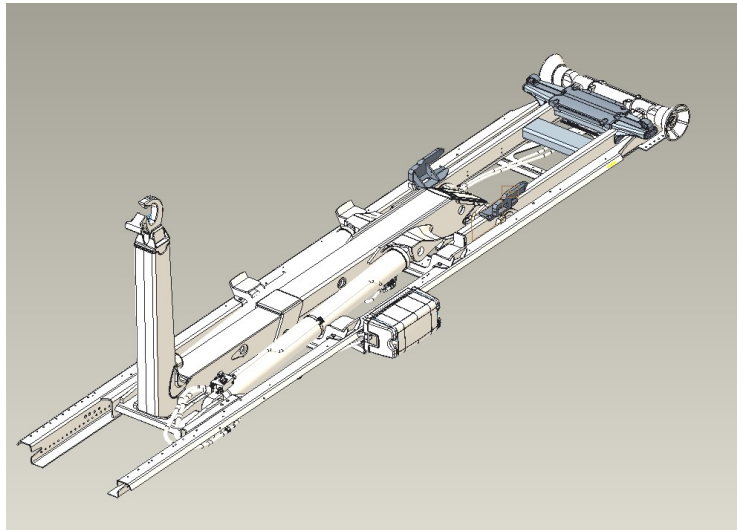


**Kuva 18.** Geneerinen elementti yksi havainnollistettu harmaalla.

Yllä olevassa kuvassa 18 on kuvattu geneerisen elementin yksi osat harmaalla. Näihin osiin vaikuttavat koukkulaitteen valittu pituus, eli niin kutsuttu G-mitta sekä valittu kapasiteetti laitteelle. Kapasiteetti vaikuttaa koukkulaitteen rakenteeseen mm. materiaalien suhteen sekä joidenkin vahvikkeiden puolesta. G-mitan vaikutukset ovat hyvin samantyyppiset eli pääasialliset muuttuvat attribuutit ovat esimerkiksi runkojen pituudet sekä tukirakenteiden paikat.

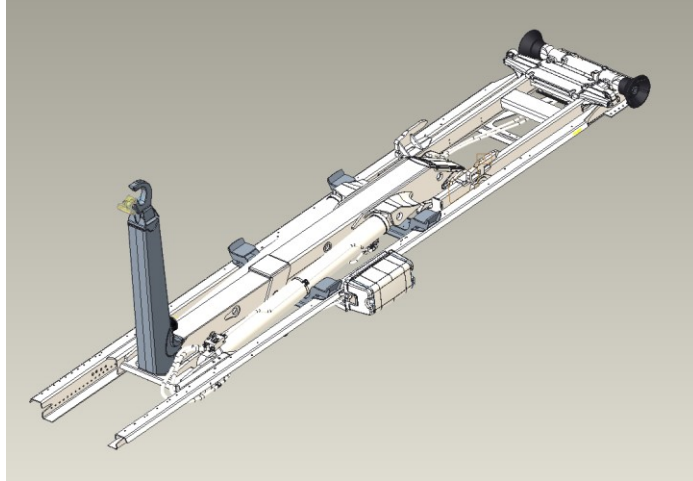


Geneerisessä elementissä kaksi ollaan otettu huomioon eri maissa käytettyjen erilaisten lukitusmekanismi tarpeet. Kuvassa 19 ollaan kuvattu harmaalla DIN standardin mukaiset mekaaniset lukitukset, joilla vaihtolava lukitaan kiinni koukkulaitteeseen peräosasta. Toinen harmaalla maalattu alue mekaanisten lukitusten takana kuvaa ulkopuolista hydraulista lukitusta. Tätä lukitusta käytetään eripuolilla Eurooppaa sekä muillakin markkinoilla, niin kauan kuin lavojen runkorakenne on tehty I-palkista.



**Kuva 19.** Geneerinen elementti kaksi, lukitukset

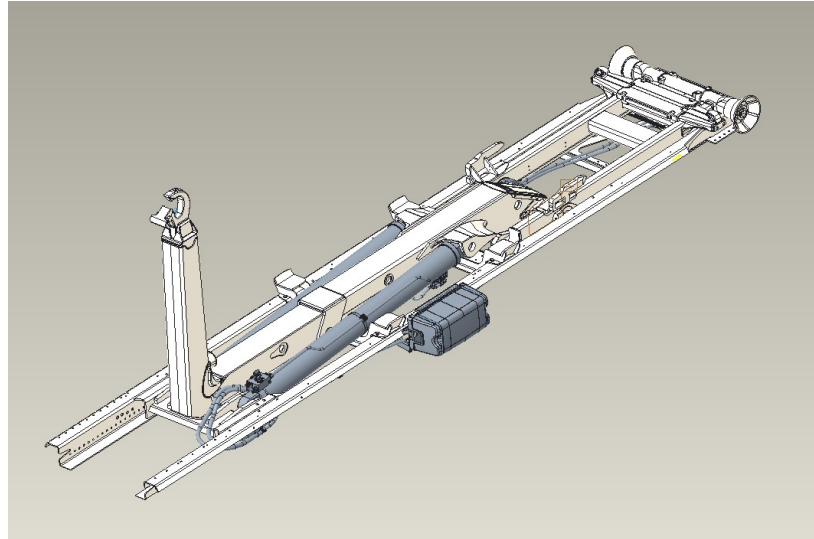
Geneerinen elementti 3 on suoraan riippuvainen koukkulaitteen käyttöalueesta ja etenkin käsiteltävien lavojen standardista. Erilaisia lavastandardeja ovat muun muassa DIN standardi, SS standardi, SFS, CHEM sekä näiden eri variaatiot alueittain. Standardien vaikutukset koskevat erityisesti koukkujen muotoa, lavojen tartuntakorkeuksia, sekä vaadittua tunnelikorkeutta eli vapaata tilaa lavojen runkojen sekä varsinaisen pohjan välillä. Näiden vaatimusten täyttämiseksi on muokattava koukkulaitteen osia, jotka on esitetty geneerisessä elementissä 3 ja kuvassa 20.



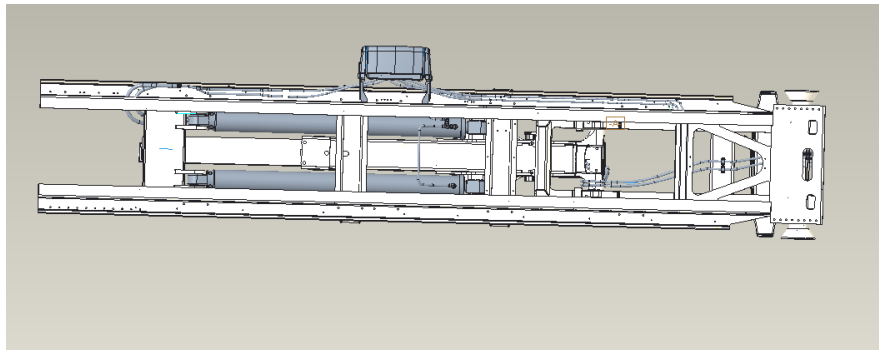
**Kuva 20.** Geneerinen elementti kolme, lavantiet, takarullat sekä koukku

Muutattavia osia koukkulaitteen rakenteessa vastatakseen standardien vaatimuksiin ovat koukkurunko sekä tartuntakoukku, jotka määrittävät koukkulaitteen mahdollisuudet käsitellä tietyn tartuntakorkeuden lavoja. Lavantuet taas määrittelevät liukutasen korkeuden eli mitan jolla vaihtolava on koukkulaitteen päällä verrattuna asennustasoon. Korkeampi liukutaso sallii suuremman tunnelikorkeuden eli etäisyyden lavantukien ja välirungon välillä, mutta toisaalta alueelliset lakisäädökset rajaavat vaihtolavayhdistelmien maksimikorkeuden monilla alueilla. On myös huomioitava, että korkeampi lavatuki tuo vaihtolavaa korkeammalle kuin matala lavantuki ja näin vaikuttaa myös koukkurungon korkeuksiin pitääkseen ne standardiin sopivana.

Geneerinen elementti neljä kuvaa koukkulaitteen hydraulikkajärjestelmää ja sen muunteluvaatimuksia. Kuten kappaleen alussa todettiin, hydraulikkajärjestelmä on hyvin altis muunteluvaatimuksille, riippuen koukkulaitteen muusta konfiguraatiosta, sekä valituista lisätoiminnoista. Laitteen kapasiteetti vaikuttaa koukkulaitteen sylintereiden mitoitukseen ja koukkulaitteen pituus hydraulikan putkitukseen. Suurin vaikutus on kuitenkin valituilla hydraulisilla lisätoiminnoilla. Koukkulaitteen rungossa on varattu paikat kunkin lisätoiminnon putkituksille sekä mahdollisille muille tarpeille, kuitenkin eri mittaisten laitteiden eri funktioiden putkituksilla on omat moduulinsa ja täten se aiheuttaa suuren määrän hallinnoitavaa hydraulikkamoduuleiden osalta.



**Kuva 21.** Geneerinen elementti neljä, hydrauliiikka.



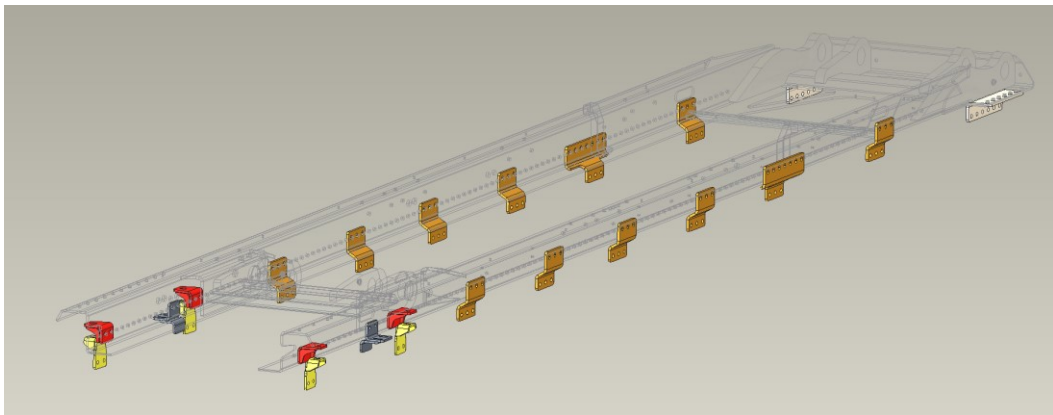
**Kuva 22.** Geneerinen elementti neljä, hydrauliiikka alhaalta kuvattuna.

Kuvassa 21 ja 22 on ainoastaan koukkulaitteen välttämättömät hydrauliiikka osat ja erilaisten lisätoimintojen lisääminen aiheuttaa lisättävää niin venttiilin kuin hydrauliiikkaputkituksen konfiguraatioon.

Vaihtoehtoisena lähestymisenä hydrauliiikan geneeriseen elementtiin olisi yhdistää hydrauliiikkaputkitus geneeriseen elementtiin yksi. Tällöin hydrauliiikkaputkitus muuttuisi g-mitan mukaan, ongelma lähestymisessä olisi kuitenkin muiden hydrauliiikkavariaatioiden vaikutukset elementtiin yksi. Esimerkiksi venttiilipaikan variaatiot vaikuttaisivat hydrauliikkaputkitukseen elementissä ja loisi saman muuntelutarpeen hydrauliikkaputkille. Näin syntyisi suuri määrä eri variaatioita geneeriselle elementille yksi, kaikkien kapasiteettien, g-mittojen sekä venttiilipaikkojen variaatioiden summana syntyisi paljon hallinnoitavia tuotemoduuleita.

Geneerinen elementti viisi koostuu koukkulaitteen ohjausjärjestelmästä. Muuntelutarpeita tälle aiheuttavat pääasiassa eri lisätoimintojen tuomat ohjausvaatimukset. Eri koukkulaitteiden pituudet aiheuttavat vain marginaalisia muutoksia esimerkiksi sensoreiden johdotuksiin ja nämä ovatkin usein vakioituja riippumatta koukkulaitteen pituudesta. Jos asiakasvaatimuksena on jokin lisäfunktio, joka vaatii esimerkiksi lisäensoreita tai ohjausjärjestelmältä erilaisia ohjauksen sisään- ja ulostuloja, tullaan tämä hoitamaan ohjausjärjestelmän moduloinnilla, riippuen halutusta lisätoimintojen ja koukkulaitteen konfiguraatiosta.

Geneerinen elementti kuusi keskittyy koukkulaitteen päällerakennukseen, halutun alusta-auton mukaan. Elementti koostuu asennuslevyistä ja päälle rakennukseen tarvittavista osista. Suurin vaikuttava tekijä tähän elementtiin on juurikin käytettävä alusta-auto. Eri kuorma-autoissa on eri runkoleveyksiä sekä eri reikäkuviointeja, joita voidaan käyttää hyväksi päällerakennuksen helpottamiseksi. Tähän geneeriseen elementtiin kuuluu myös mahdolliset alusta-auto kohtaiset lisävarusteet, joiden avulla koukkulaitteen järjestelmän kautta päästään käsiksi alusta-auton järjestelmiin. Esimerkki käytetystä asennus-sarjasta on kuvattu kuvassa 23.



**Kuva 23.** Geneerinen elementti kuusi, asennus-sarja

Viimeisenä geneerisenä elementtinä koukkulaitteesta tunnistetaan kaikki lisävarusteet, jotka voidaan yhdistää koukkulaitteeseen. Näihin lukeutuvat muun muassa öljysäiliöt, pumput sekä lisätarvikkeet, jotka voidaan yhdistää koukkulaitteeseen tai alusta-autoon päälle rakennuksen yhteydessä. Tätä geneeristä elementtiä ei kuitenkaan aina tule tunnistaa, sillä osat eivät suoraan liity koukkulaitteeseen vaan ovat esimerkiksi markkina-kohtaisia tarpeita. Kuitenkin tässä tutkimuksessa verrattaessa eri markkinoiden vaatimuksia tulee tunnistaa tämä vieminenkin geneerinen elementti tunnistaakseen markkinoiden vaikutukset mahdollisimman laajasti.

Tässä geneeristen elementtien jaossa ei olla otettu huomioon eri koukkulaitetyyppien välisiä muutoksia tuoterakenteessa. Kuitenkin tätä geneeristen elementtien jakoa voidaan soveltaa myös muihin koukkulaitetyyppeihin, eikä ainoastaan liukutoimisiin koukkulaite tyyppeihin.

Yhteenvedona todetaan koukkulaitteen geneerisen elementtimallin olevan rakennettu olemassa olevan koukkulaitemallin mukaan ja jos tuotteen moduulirakennetta suunniteltaisiin uudelleen, olisi myös geneerinen elementtimalli hyvin erilainen. Tässä tutkimuksessa käytettävä malli on seuraavan näköinen:

- Geneerinen elementti 1: Runko-osat
- Geneerinen elementti 2: Lukitukset
- Geneerinen elementti 3: Koukku sekä lavantuet
- Geneerinen elementti 4: Hydrauliiikka
- Geneerinen elementti 5: Ohjausjärjestelmä
- Geneerinen elementti 6: Asennussarjat
- Geneerinen elementti 7: Lisävarusteet

Näitä seitsemää geneeristä elementti tullaan käyttämään kappaleessa 3.6, kun koukkulaitteen product blueprinttiä luodaan.

### **3.5 Main Customer Questions**

Kolmantena kriittisenä osana Product Blueprinttiä on Main customer questions (MCQ) eli asiakasympäristön tuomat tarpeet tuoteperheelle. Nämä kysymykset ovat suoraan sidoksissa edellisen kappaleen geneeristen elementtien kanssa ja geneeristen elementtien tulisi toteuttaa MCQ tuomat asiakastarpeet.

Pakkarisen (2015) mukaan asiakastarpeet määrittelevät säännöt, joiden mukaan konfigurointi tulee tapahtua. MCQ:it määrittelevät millainen tuote ja millä toiminnoilla tai optioilla tulisi pystyä konfiguroimaan kullekin asiakkaalle. Näin ollen MCQ:it vaikuttaa vahvasti moduulien jakologiikkaan sekä geneerisiin elementteihin.

Kuten kappaleessa 3.1.1 esitettiin ja kurssin MEI-46200 kalvoissa ollaan esitetty, asiakkaiden liiketoimintaa ollaan lähestytty muodostamalla liiketoimintaa mahdollisimman tarkasti havainnollistava kuvaus. Koukkulaitteiden käytölle ollaan asiakaskokemusten perusteella luotu tätä tutkimusta varten seuraava kuvaus, joka on esitetty kuvassa 24.



**Kuva 24.** Koukkulaitteen käyttäjän käyttöprosessin kuvaus

Asiakkaan käyttöprosessia kuvaavasta lauseesta ollaan eroteltu konfiguraatiota eniten ohjaavat osat ja luotu niiden pohjalta kysymyksiä, joilla ohjataan koukkulaitteen tuotevariaatiota.

Tuotevariaatioita ohjaavia osia ollaan edellä esitetystä lauseesta tunnistettu seitsemän erilaista ja seuraavassa kaaviossa on esitetty niiden suhteita. Kuvassa 25 on yhdistetty eri konfiguraatiota ohjaavien kysymysten konkreettisemmat vaikutukset tuoterakennetta ohjaaviin osiin eli pääasiakas kysymyksiin.



**Kuva 25.** Asiakkaan käyttöprosessin osien suhde asiakaskysymyksiin

Kuvassa 25, esitetään asiakkaiden liiketoiminnan pohjalta eriteltyjen kysymysten vaikutuksia pääasiakaskysymyksiin. Asiakaskysymykset on esitetty kuvassa vasemmalla ja ne toimivat päättelyperusteina sille, miten liiketoiminnan kuvaus linkittyy koukkulaitteen geneerisiin elementteihin. Näin saadaan hahmotettua asiakaskysymysten sekä geneeristen elementtien välisiä suhteita ja vaikutuksia.

MCQ ja geneeristen elementtien välisiä suhteita on myös kuvattu taulukossa 1, joka on toteutettu Pakkasen (2015) muokkaaman ja kappaleessa 3.1.6 esitetyn K-matriisin mukaan. Matriisissa ollaan jaoteltu vaakariville pääasiakaskysymykset seuraavassa järjestyksessä:

1. Tarvittava kapasiteetti
2. Minkä standardin mukainen lava
3. käsiteltävien lavojen pituus
4. käytettävä alusta-auto
5. onko lastaus kulmalle tai korkeudelle vaatimuksia.

6. onko ohjausjärjestelmälle erityistarpeita
7. tarpeet lisäfunctioille
8. turvallisuusominaisuudet ja helppokäyttötoiminnot
9. lisävarusteet

Ja vastaavasti Geneeriset elementit on jaoteltu elementtijaon mukaan, kuten kappaleessa 3.4 ollaan esitetty.

Taulukko 1. *K-matriisi asiakaskysymysten ja geneeristen elementtien suhteista, mukailien Pakkasen K-matriisia Brownfield prosessissa (2015)*

	MCQ1	MCQ2	MCQ3	MCQ4	MCQ5	MCQ6	MCQ7	MCQ8	MCQ9
GE1	1		1		2				
GE2		1			2			2	
GE3	2	1			2			2	
GE4	1				2	1	1	1	
GE5					2	1	1	1	
GE6				1	2				
GE7				2	2	2	2	1	1

Kuvaajassa olevien numeroiden tarkoitukset on selvitetty seuraavasti:

- 1: edellyttää geneerisen elementin
- 2: saattaa vaikuttaa geneeriseen elementtiin
- tyhjä: ei liity geneeriseen elementtiin

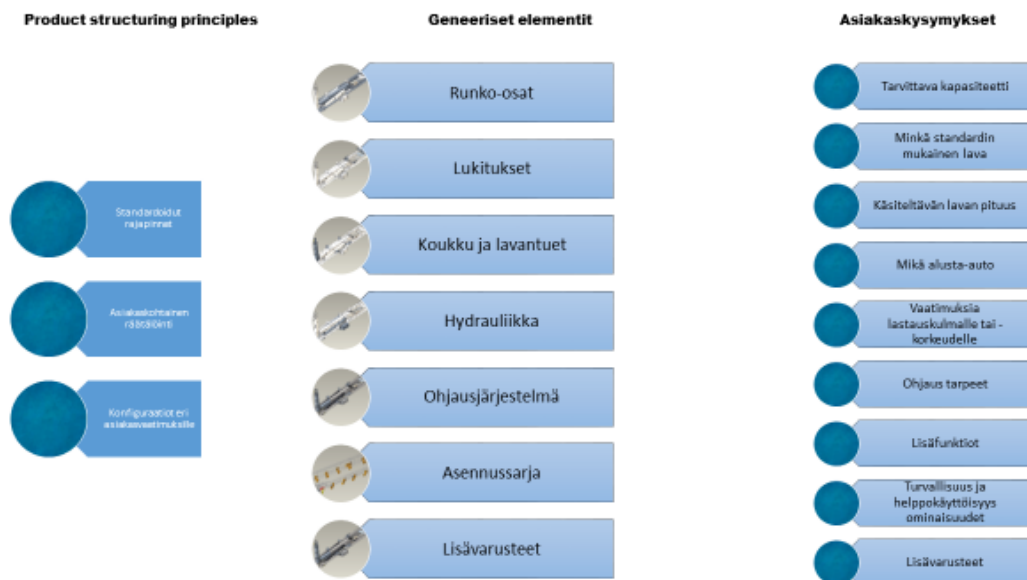
Saatujen tulosten ja tuoterakenteen tutkimuksen tuloksena voidaan esittää koukkulaitteille product blueprint kurssin MEI-46200 kurssikalvojen esittelemän tavan mukaan. Yhdistämällä kappaleiden 3.3, 3.4 sekä 3.5 havainnot ollaan seuraavassa kappaleessa 3.6 esitelty koukkulaitteen product blueprint.



### 3.6 Product Blueprint koukkulaitteelle

Tohtorin työssään Pakkanen (2015) kuvailee product structuring blue printtiä visuaalisena dokumentaationa koukkulaitteen tuoterakenteesta ja siihen vaikuttavista osista. Myös kurssilla MEI-46200 (Lehtonen & Juuti MEI-46200, 2018) esitelty tapa toteuttaa product blueprint ajatellaan olevan visuaalinen dokumentaatio tuotteen tuoterakenteesta ja sen syysuhteista.

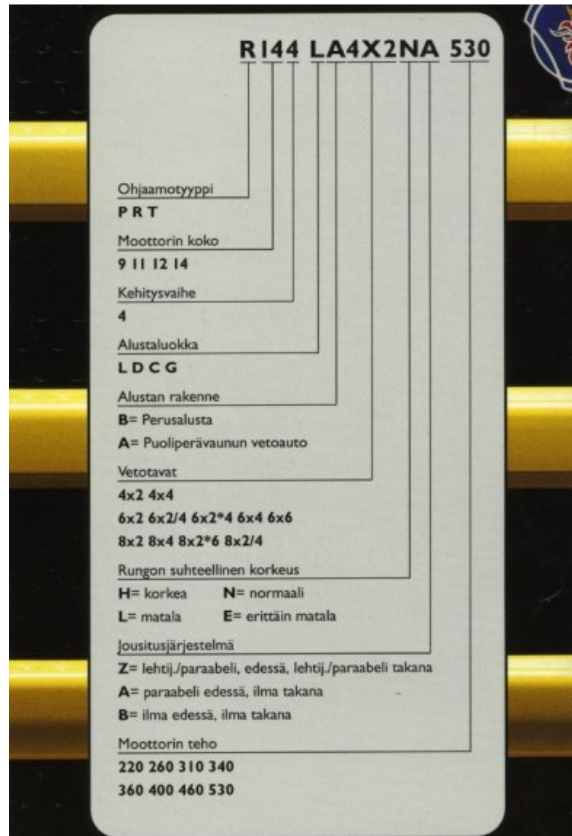
Kappaleessa 3.2 esiteltiin kurssilla MEI-46200 käytetty tapa esittää product blueprint, jota käytetään tässäkin tutkimuksessa koukkulaitteen tuoterakennetta kuvatessa. Product blueprint koostuu kappaleissa 3.3, 3.4 sekä 3.5 tutkituista kolmesta pääosasta Product structurin principles, geneeriset elementit sekä pääasiakaskysymykset muodostavat pohjan, jolla esittää koukkulaitteen tuoterakenteen osat ja niiden väliset suhteet. Kuvassa 26 on esitetty koukkulaitteen PSP:t, geneeriset elementit sekä pääasiakaskysymykset ilman osien välisiä suhteita kappaleiden 3.3, 3.4 ja 3.5 perusteella.



**Kuva 26.** Product blueprintin osat ilman niiden välisiä syy suhteita

Vasemmalla olevat PSP:t ohjaavat keskellä olevia koukkulaitteen geneerisiä elementtejä samoin kuin oikealla esitetyt pääasiakaskysymykset. Kappaleessa 3.3 tunnistettiin koukkulaitteiden PSP osiksi standardoidut rajapinnat, asiakaskohtainen räätälöinti sekä konfiguraatiot eri asiakasvaatimuksille. Näiden suhteita geneerisiin elementteihin tutkittiin CSL workshopissa, jossa kyseiset elementit alun perin tunnistettiin. Kuten MEI kurssi-

kalvoissa esitettiin Scanian kuorma-autojen konfigurointi eri asiakasvaatimuksille toteutus, myös koukkulaitteissa konfiguraatiot esitetään samoin. Scanian konfiguraatio on esiteltynä kuvassa 27.



*Kuva 27. Scanian kuorma-auton konfiguraatio*

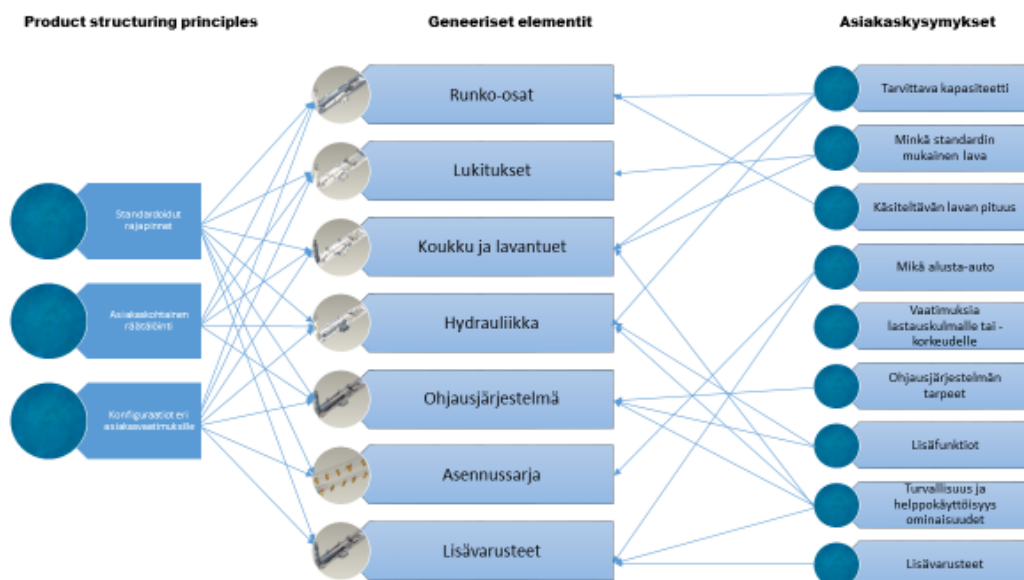
Tämän PSP vaikutukset liittyvät jokaiseen koukkulaitteen geneeriseen elementtiin, sillä asiakaskonfiguraatio ajaa kunkin osan moduulirakennetta.

Toisena PSP:nä CSL workshopissa tunnistettiin standardoidut rajapinnat, jotka mahdollistavat eri geneeristen elementtien ja moduulien yhdistelemisen riippumatta asiakaskonfiguraatiosta. Standardoidut rajapinnat putkituksille, liitäntöille, letkuille sekä lisävarusteille mahdollistavat koukkulaitteiden parametrinen muuntelun ilman jokaisen asiakaskonfiguraation yksittäistä suunnittelua. Standardoidut rajapinnat ovatkin ehto toimivalle asiakaskonfiguraatiolle ja näin sen vaikutukset liittyvät jokaiseen geneeriseen elementtiin.

Viimeiseksi PSP:ksi tunnistettiin asiakaskohtainen räätälöinti. Vaikka edellä olevilla PSP:illä saadaan katettua suuri määrä asiakasvaatimuksia, joskus tarvitaan erityisiä ratkaisuja, jotta voidaan kattaa tiettyjä vaatimuksia. Asiakaskohtainen räätälöinti tapahtuu

usein muodostamalla olemassa olevista moduuleista yhdistelmiä, joita ei tunnistetuilla PSP ja asiakaskysymyksillä saada aikaiseksi. Tällöin on tutkittava moduuli sopivuuksia, jolloin standardoidut rajapinnat osoittautuvat jälleen tärkeäksi PSP:ksi. Joskus syntyy tilanteita, jolloin olemassa olevilla moduuleilla ei pystytä vastaamaan asiakastarpeisiin. Tällöin on pohdittava puhdasta asiakaskohtaista räätälöintiä, eli suunnittelua asiakkaan tarpeiden mukaan. Tämä PSP vaikuttaa kaikkiin muihin generisiin elementteihin, paitsi lisävarusteisiin ja kiinnityssarjoihin. Tämä johtuu siitä, että lisävarusteet ovat usein kolmannen osapuolen toimittamia, eivätkä täten ole räätälöitävissä suoraan. Kiinnityssarjoissa ei ole tarvetta asiakaskohtaiselle räätälöinnille, sillä asiakaskonfiguraatioilla saavutetaan lähes aina haluttu lopputulos.

Geneeristen elementtien ja asiakaskysymysten välisiä suhteita tutkittiin kappaleen 3.5 lopussa ja saatuja tuloksia voidaan soveltaa suoraan product blueprinttiin. Kuvassa 28 ollaan esitetty PSP, geneeristen elementtien sekä asiakaskysymysten väliset suhteet kuvattuna kuvan 26 product blueprintin pohjaan. Asiakaskysymyksen viisi, vaatimuksista lastauskulmalle tai –korkeudelle, suhteet on jätetty merkitsemättä kuvaajasta, sillä kyseisen asiakaskysymyksen vaatimukset heijastuisivat koko koukkulaitetyypin muutokseen ja täten vaikuttaisi geneerisiin elementteihin yksi – viisi. Selkeyden vuoksi nuolet on jätetty pois kuvasta 28, nuolet löytyvät kuitenkin liitteenä löytyvästä product blueprintistä.



**Kuva 28.** Koukkulaitteen product blueprint.

Kuvassa 28 esitettyä product blueprinttiä tullaan käyttämään tutkimuksen kappaleessa 6, jossa benchmarkingin vaikutuksia product blueprinttiin tutkitaan. Saatujen benchmarking tulosten vaikutuksia asiakaskysymyksiin heijastetaan geneerisiin elementteihin ja pyritään selvittämään mahdollisia muutostarpeita. Myös vaikutuksia PSP-osiin tutkitaan ja pyritään vastaamaan, kohdistuuko CSL-workshopissa saatuihin tuoterakennetta ajaviin periaatteisiin tarvetta tehdä muutoksia uudelle markkinalle siirryttäessä.

## 4. YHDYSVALTOJEN KOUKKULAITEMARKKINA BENCHMARK

Yhdysvaltojen koukkulaitemarkkinat ovat hitaasti alkaneet kehittyä viimeisen kymmenen vuoden aikana ja ovat muodostaneet jo varteenotettavan haastajan perinteisille roll off -vaijerilaitteille. Vaikka vaijerilaitteet ovat edelleen huomattavasti yleisempiä kuin hydrauliset koukkulaitteet Yhdysvaltojen markkinoilla, ovat asiakkaat alkaneet ymmärtää koukkulaitteiden tuomia etuja ja näin koukkulaitteet ovat alkaneet voittaa markkina-asemaa.

Tässä kappaleessa tutkitaan Yhdysvaltojen markkinoita yleisesti ja verrataan markkinoilla olevia laitteita yleisellä tasolla Euroopan markkinaan ja eurooppalaisiin koukkulaitteisiin. Näin pyritään löytämään seikat, jotka vaikuttavat eroaviin asiakastarpeisiin Yhdysvaltojen ja Euroopan koukkulaitteiden välillä ja täten peilaavat muutostarpeisiin koukkulaitteen product blueprinttiin.

### 4.1 Markkinoiden luonne ja historia

Yhdysvaltojen markkinoilla on toiminut pitkään neljä paikallaista koukkulaitevalmistajaa. Koukkulaitteiden ilmestyessä kuljetusalalle ei Yhdysvalloissa ollut käytössä mitään standardointia koukkulaitteille tai niillä käytetyille laivoille. Koska koukkulaitteet ovat seuranneet perinteisten roll off -vaijerilaitteiden perässä ja kuorma-autojen kuormankantokyvyt ovat olleet rajoittavina tekijöinä, on markkinoille hitaasti muodostunut parhaita käytäntöjä, joiden mukaan nykyiset koukkulaitevalmistajat toimivat. Taustalla ovat varmasti olleet eurooppalaiset standardit, erityisesti DIN standardi, joka muistuttaa hyvin lähelle tällä hetkellä vallitsevia parhaita käytäntöjä muun muassa koukkukorkeuksien, lavaleveyksien sekä yleisten lavamittojen kohdalla.

Noin kymmenen vuotta sitten markkinoille ilmestyi ensimmäinen eurooppalainen koukkulaitevalmistaja. Koska tässä kohtaa markkinat olivat jo kehittäneet omat parhaat käytäntönsä, oli tämänkin valmistajan sopeuduttava markkinoihin ja luotava koukkulaitemal-

lit Yhdysvaltojen merkkinoille. Tällöin markkinoille ei kuitenkaan tuotu enempää eurooppalaisia vaikutteita, vaan tuotteet sopeutettiin paikallisten asiakkaiden mieltymysten mukaan ja toimimaan markkinoilla vallitsevien lavojen mukaan.

Vaikka koukkulaitemarkkina on kehittynyt positiivisesti ja kilpailu koukkulaitepuolella on kiristynyt vuosien aikana, suurin uhka ovat edelleen perinteiset roll off -vaijerilaitteet. Vaikka koukkulaitte on turvallisempi, nopeampi sekä taloudellisempi, on roll off -laitteiden pitkä suosio kasvattanut niiden volyymin niin suureksi, että nopea siirtyminen koukkulaitteisiin ei ole mahdollista. Suuren volyymin ansiosta suurin osa vaihtolavalaitteista ovat roll off -laitteille suunniteltuja, jolloin niitä ei voida käsitellä koukkulaitteilla, johtuen erilaisesta kiinnitysmekanismista. Moni valmistaja on myös yrittänyt muokata koukkulaitteita operoimaan myös roll off -lavoja, mutta hyviä toteutuksia ei markkinoilla ole nähty.

## 4.2 Markkinatilanne ja asiakasympäristö

Yhdysvaltojen koukkulaitemarkkinoilla kilpailutilanne on hyvin tasainen kolmen suurimman koukkulaittevalmistajan kanssa, joista kaksi suurinta ovat paikallisia yhdysvaltalaisia yrityksiä ja kolmas eurooppalainen koukkulaitteita valmistava yritys. Näiden kolmen lisäksi on markkinoilla myös kaksi muuta paikallista yritystä, joilla on hieman pienempi markkinaosuus, mutta nämä yritykset ovat vakavasti otettavia kilpailijoita. Nämä kolme markkinajohtajaa on valittu tässä työssä myös benchmarkattaviksi koukkulaittevalmistajiksi, joiden avulla tutkitaan koko markkinaa. Myös kahden pienemmän koukkulaittevalmistajan tuotteita sivutaan tutkimuksessa, jotta saadaan lisää pohjaa tehdyille johtopäätöksille.

Asiakasympäristöltään markkinalla pätee ajatus, että ”kunhan kaikki toimii ja hoitaa tehtävänsä, on laite riittävän hyvä”. Tämän seurauksena markkinoilla nähdään hyvin eri tasoisia lavasovelluksia koukkulaitteissa tai koukkulaitteilla käytettäviksi. Laitteita hankittaessa tämä on huomattavissa, että asiakkaat eivät ole valmiita odottamaan ostamaansa tuotetta, vaan haluavat saada sen heti ja muokata sen itse tai heti paikan päällä enemmän itselleen sopivaksi. Tämä eroaa paljon Euroopan markkinoista, jossa koukkulaitte yleisesti halutaan saada suoraan tehtaalta mahdollisimman valmiina omaan käyttöön, jonka jälkeen muokkauksia tehdään tarvittaessa.

### 4.3 Standardit ja käytännöt

Yhdysvalloissa ei ole milloinkaan ollut tarkkoja viranomaismääräyksiä tai standardeja ohjaamassa markkinoilla olevien laitteiden kehitystä. Tästä johtuukin, että markkinoilla ollaan standardien sijaan alettu noudattamaan ”parhaita käytäntöjä”. Nämä parhaat käytännöt ovat joissakin asioissa hyvin selvillä, mutta toisissa ei olla päästy yhteisymmärrykseen. Yhdysvaltojen markkinoilla on tavallista, että koukkulaitevalmistaja tarjoaa asiakkaalleen koukkulaitteilla käytettävien lavojen piirustukset. Tästä johtuu, että markkinoilla toimivat lavat saattavat erota huomattavankin paljonkin toisistaan, koska jokainen valmistaja tarjoaa omia piirustuksiaan sopimaan omille koukkulaitteilleen parhaiten. Vaikka pääpiirteittäin lavat ovat samanlaisia, löytyy eroavaisuuksia lukitusratkaisusta, lavaleveysistä sekä jossakin tapauksissa koukkukorkeuksista. Kuitenkin koukkukorkeudet ovat vakioituneet kolmeen eri korkeuteen. Koukkukorkeuksien ja lavojen eroista puhutaan enemmän kappaleessa 4.7.

Kaikkien markkinoilla toimivien koukkulaitteiden toimintaperiaate on suurimmalta osin sama ja käytettävät autot ovat samoja, joten parhaista käytännöistä löytyy myös paljon samankaltaisuuksiakin. Yhdysvaltojen tieliikennelaki velvoittaa kaikkia toimimaan tiettyjen rajojen sisällä eikä kokonaan uusia ratkaisuja olla markkinoille kehitetty. Huolimatta Yhdysvaltojen suuresta koosta ja mahdollisista eroavaisuuksista eri alueiden välillä, on kuitenkin koukkulaitteiden osalta koko maa hyvin yhtenevä.

Vaikka turvallisuus on markkinalle hyvin tärkeä asia, ei kuitenkaan esimerkiksi tarpeellisista tai vaadittavista lavalukituksista ole tarjolla määrittäviä standardeja. Siispä jokainen valmistaja on tehnyt omat ratkaisunsa lavojen lukituksista, jotka vaihtelevat kuormankantoliinoista hydraulisiin lavalukituksiin.

### 4.4 Yhdysvalloissa myytävien koukkulaitteiden teräsrakenne

Yhdysvalloissa valmistettujen ja myytyjen koukkulaitteiden tuoterakenne on pääpiirteittäin samanlainen kuin eurooppalaistenkin ja tästä syystä samaa koukkulaitteen geneeristä elementtijakoa voidaan käyttää myös paikallisten laitteiden kanssa. Paikallisista laitteista on kuitenkin huomattavissa erilainen suhtautuminen koukkulaitteisiin työkonena,

joka on hyvä, kunhan se hoitaa tehtävänsä. Tämä ”good enough” mentaliteetti eroaa paljon eurooppalaista ja heijastuu myös tuotteiden laatuun ja kestävyYTEEN.

Rakenteeltaan koukkulaitteet Yhdysvaltojen markkinoilla eivät ole yhtä vahvoja, eivätkä yhtä kevyitä kuin eurooppalaiset kilpailijansa. Koukkulaitteissa käytetään ainoastaan levyosia, eikä valuosia ole yhdessäkään tuotteessa markkinoilla. Tämä heijastuu etenkin rakenteelliseen kestävyYTEEN tai vaihtoehtoisesti rakenne on hyvin paljon massiivisempi ja täten myös raskaampi. Rakennusmateriaaleina käytetään varsinkin pienempien yritysten koukkulaitteissa putkiprofiilia Z-profiilin sijaan. Tämä ero heijastuu erityisesti laitteen painossa, mutta on myös valmistettavuudeltaan helpompi sekä edullisempi. Kuitenkin kolmesta markkinaa johtavasta merkistä kaksi käyttää Z-profiilia ja tämä onkin markkinoilla suositumpi ratkaisu.

Kappaleessa 4.7 tutkitaan tarkemmin koukkulaitevalmistajien suosituksia käytettävistä lavoista. Huomioitavia eroja Euroopan markkinoihin verrattuna ja teräsrakenteeseen vaikuttavina seikkoina ovat eroavat koukkukorkeudet. Vaikka Euroopan sisällä on lukuisia erilaisia lavastandardeja ja täten eri koukkukorkeuksia sekä lavaleveyksiä, ei Yhdysvaltojen standardit sovi mihinkään näistä. Markkinoilla vallitsee edellä puhutut ”parhaat käytännöt”, jotka vaikuttavat myös koukkukorkeuksiin sekä lavaleveyksiin.

Rakenteen erona Yhdysvaltojen ja Euroopan koukkulaitteiden välillä on myös tapa kiinnittää osia koukkulaitteeseen. Rakenteellisen kestävyYDEN, muuntelumahdollisuuksien sekä kokoonpanon kannalta parempi ratkaisu lisätä osia rakenteeseen on pultata tarvittavat osat kiinni rakenteisiin. Yleisempi ratkaisu Yhdysvaltojen markkinoilla on kuitenkin hitsata muun muassa lavantuet suoraan rakenteisiin.

Vaikka rakenne yleisesti on heikompi ja raskaampi ei tämä kuitenkaan päde markkinoilla käytettyihin lavanlukituksiin. Euroopassa on hyvinkin tiukat säädökset lavalukitusten kestävyYKSILLE, mutta Yhdysvaltojen markkinoilla ei selviä standardeja ole määritelty. Yleisin lukitusmekanismi on niin kutsuttu slide through -lukko, joka toimii lavojen ulkopuolisena passiivisena lukituksena lavoille. Pienemmissä laitteissa käytetään myös lavan sisäpuolisia lukituksia, mutta slide through on yleisempi lukkotyyppi. Lukituksia käsitellään tarkemmin työn kappaleessa viisi.



## 4.5 Koukkulaitteiden hydrauliiikka ja ohjaus

Hydrauliikka Yhdysvaltojen koukkulaitteissa on lähes aina optimoitu ainoastaan koukkulaitteen käyttöä varten. Koukkulaitevalmistajat eivät ole valmiita asentamaan enempää kuin koukkulaiteen tarvitsemat venttiililohkot, eikä näin koukkulaitteen hydrauliiikka järjestelmää voida käyttää lisävarusteiden ohjaamiseksi tai operoimiseksi. Yleisiä käytäntöjä on yhdistää koukkulaitteen hydrauliiikasta jakoventtiilillä tarvittaviin lisävarusteisiin, kuten peitelaitteisiin. Jako on tehtävä aina päällerakennuksen yhteydessä, eivätkä koukkulaitevalmistajat tarjoa tähän osia. Ainoastaan harva valmistaja tarjoaa mahdollisuutta tilata lisähydrauliikkalohkoja ja näin yhdistää esimerkiksi peitelaitesysteemi suoraan koukkulaitteen ohjauksiin ja hydrauliiikkajärjestelmään.

Koukkulaitteiden ohjauksen osalta, kun Euroopassa käytetään sähköisiä PLC ohjauksia ja esimerkiksi radio-ohjauksia, toimii suuri osa Yhdysvaltojen koukkulaitteista edelleen vaijeriohjauksella tai yksinkertaisella sähköohjauksella. Tämä johtaa myös seuraavassa kappaleessa esiteltujen lisävarusteiden niukkuuteen, sillä lisäfunktioiden tai lisävarusteiden ohjaaminen ei onnistu koukkulaitteen ohjausjärjestelmän avulla, toisin kuin monilla eurooppalaisilla valmistajilla.

Turvallisuustoiminnoissa on myös huomattavia eroja näiden kahden markkinan välillä. Koukkulaitteissa Euroopassa käytetään yleisesti sensoreita ja muita käyttöä monitoroivia osia, jotka esimerkiksi estävät koukkulaitteen käytön tietyissä tilanteissa estäen virheellisestä käytöstä johtuvia rikkoutumisia sekä onnettomuuksia. Tällaisia sensoreita ei ole nähtävillä Yhdysvaltojen markkinajohtajan koukkulaitteissa ainuttakaan. Yleisintä on toteuttaa ainoastaan yhdellä sensorilla systeemi, joka ilmoittaa lavan olevan kyydissä ja koukkulaitteen ala-asennossa.

Edellä olevista huomioista Yhdysvaltojen koukkulaitemarkkinoilla toimivien laitteiden hydrauliiikasta ja ohjausjärjestelmistä huomataan, että laitteiden toiminnot ovat hyvin paljon yksinkertaisempia, kuin eurooppalaisilla markkinoilla toimivien. Tämä tulee myös huomioida asiakasvaatimuksia tutkittaessa ja vertaillaessa, sillä yksinkertaisemmat ohjausjärjestelmän ja hydrauliiikan vaatimukset heijastuvat myös koukkulaitteen geneerisiin elementteihin.

## 4.6 Koukkulaitteiden kanssa käytettävät lisävarusteet

Tärkeänä osana itse koukkulaitteen lisäksi ovat erilaiset lisävarusteet, jotka myydään tai asennetaan koukkulaitteen kanssa. Tällaisia ovat muun muassa koukkulaitteen toiminnalle oleelliset pumpput, öljytankit tai PTO:t. Tutkimuksen rajoissa ei keskitytä lisävarusteisiin tarkemmin, muutamaa nostoa lukuun ottamatta.

Täyttääkseen viranomaisvaatimukset, monilla alueilla on vaihtolavan peittäminen säädetty pakolliseksi turvallisuusvaatimukseksi. Peittääkseen kuorman automaattisesti asennetaan koukkulaitteiden yhteydessä peitelaitesysteemi, jolla voidaan osittain automatisoidusti suorittaa vaadittu peittäminen. Euroopassa peitelaitteet eivät ole erityisen suosittuja, Isoa-Britanniaa lukuun ottamatta, mutta Yhdysvalloissa käytännössä jokaisessa koukkulaitteessa on peitelaitesysteemi (engl. tarp system). Markkinoilla pärjätäkseen on yrityksen tarjottava koukkulaitteen mukana joko omaa peitelaitetta, tai pystyä myymään kolmannen osapuolen peitelaitetta koukkulaitteen mukana.

Päällerakennus on koukkulaitteen ostossa suuri huomioitava osa ja merkittävä kulujen aiheuttaja. Päälle rakennuksella tarkoitetaan työtä, jolloin koukkulaite asennetaan alusta-auton päälle. Työ kestää yleisesti kymmeniä työtunteja ja aiheuttaa huomattavia kuluja verraten itse koukkulaitteen hintaan. Yhdysvalloissa päällerakennuksen osalta toimitaan samojen ääriviivojen sisällä kuin Euroopassakin, mutta paikallisista koukkulaitevalmistajista ei moni tarjoa valmiita asennus-sarjoja, joten näiden koukkulaitteen ja alusta-auton kiinnitykseen käytetyt asennusosat jäävät päällerakentajan valmistettavaksi. Markkinoilla on muutamia valmistajia, jotka tarjoavat kyseisiä sarjoja, mutta ne painottuvat pääasiassa suuriin koukkulaitteisiin. Kyseinen asennussarja on määritelty omaksi genesiseksi elementtikseen kappaleessa 3.4, mutta elementti puuttuu monilta yhdysvaltalaisilta koukkulaitteilta.

## 4.7 Lavojen tarkastelu

Koukkulaitteita tarkastellessa ei voida jättää huomioimatta koukkulaitteilla käytettyjä lavoja. Käytetyt lavat ovat yleisesti koukkulaitteiden suunnittelun lähtökohta ja saadakseen aikaan parhaan mahdollisen käyttökokemuksen, on koukkulaitteen toimittava täydellisesti kyseisten lavojen kanssa. Euroopassa standardit määrittelevätkin lavojen mitat, joi-

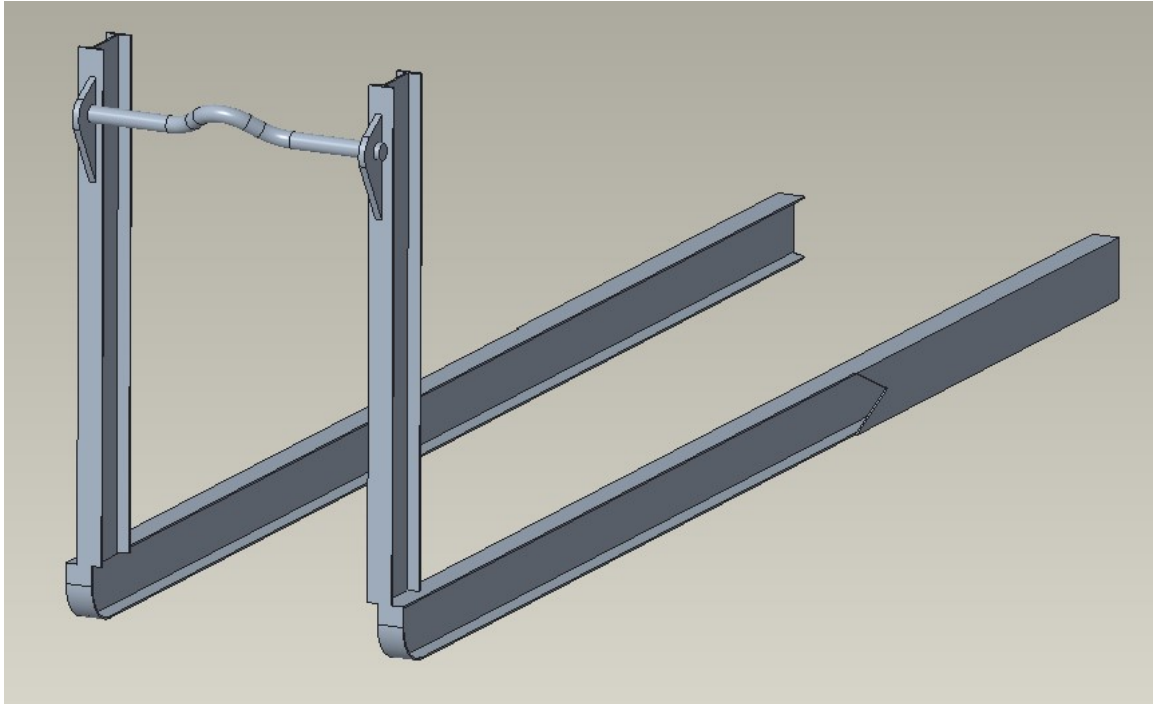
den pohjalta koukkulaitteita suunnitellaan. Yhdysvalloissa tilanne on toisin ja koukkulaittevalmistajat suosittelevat omia lavamittoja käytettäväksi laitteillaan. Tutkimalla lavoja koukkulaitteiden rinnalla saadaan paljon tietoa, jota käyttää hyväksi tutkittaessa markkinavaatimusten vaikutuksia product blueprinttiin.

Tämän kappaleen ensimmäisessä osassa keskitytään lavojen päämittoihin sekä jälkimmäisessä osassa lavojen lukitustyyppeihin, joita käytetään Yhdysvaltojen markkinoilla. Saatuja tietoja tullaan käyttämään kappaleessa 5, jossa tutkitaan eurooppalaisten standardien pohjalta suunniteltujen koukkulaitteiden sopivuutta Yhdysvalloissa käytettyjen lavojen kanssa.

### **4.7.1 Lavojen päämittojen tarkastelu**

Koukkulaitteen tärkein tehtävä on toimivuus siirtää lavoja mahdollisimman tehokkaasti ja turvallisesti, kuten kappaleen 3.5 asiakkaan liiketoimintaa kuvaavassa lauseessa todettiin. Tämän takia on ehdottoman tärkeää, että koukkulaite pystyy siirtämään mahdollisimman monia markkinoilla olevia vaihtolavoja. Tässä kappaleessa tutustutaan eurooppalaisten vaihtolavastandardien mukaan suunniteltujen koukkulaitteiden mahdollisuuksiin käsitellä Yhdysvaltojen markkinoilla toimivia lavoja.

Vaihtolavan rakenne on hyvin yksinkertainen ja samanlainen, riippumatta sen käyttöalueesta. Pääasiallinen rakenne, joka määrittää lavan käyttöä on sen runkorakenne, eli runko-osat, jonka päälle itse lava on asennettu. Alla kuvassa 29 on esitetty tavallisin tapa rakentaa lavarunko ja sen tärkeimmät osat esiteltynä. Eroja voivat olla esimerkiksi päätyosan rakenne johon tartuntakaari kiinnittyy, jossa vaihtoehtona on esimerkiksi A-mallinen rakenne, tai pitkät lavajuoksut, jotka ovat Euroopassa yleisesti I-palkkia, mutta Yhdysvaltojen markkinoilla käytetään putkiprofiilia.



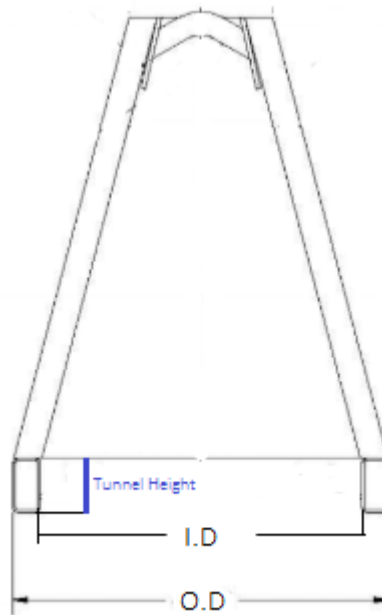
**Kuva 29.** Lavan rungon rakenne

Vertaillen eroja eri standardien välillä keskitytään yleisesti 3 eri osaan lavan rakenteessa:

- lavanjuoksujen leveys ja korkeus, niin ulko- kuin sisämitan osalta
- tartuntakaaren korkeuteen, muotoon ja paksuuteen
- lukituksen tyyppiin ja paikkaan

Nämä ovat kriittisessä asemassa tutkittaessa, voidaanko lavaa siirtää kyseisellä koukkulaitteella turvallisesti. Seuraavissa kappaleissa käydään nämä kolme osaa läpi ja tutkitaan, mitä käytäntöjä Yhdysvaltojen markkinoilta löytyy.

Lavanjuoksujen leveys määrittää kuinka kaukana toisistaan lavanjuoksut ovat ja kuinka leveitä lavaa kannattelevien lavatukien tulee olla. US markkinoilla ei olla pystytty yhteisymmärryksessä sopimaan tarkkaa vakio-lavanleveyyttä, mutta kaikkien valmistajien ulkopuoliset lavanleveydet ovat 40,5" (1029 mm) ja 41,63" (1058 mm) välillä kaikkien lavojen kohdalla. Mitattua väliä on havainnollistettu kuvassa 30 mitoilla I.D ja O.D. Nämä mitat ovat riippuvaisia koukkulaitteen valmistajasta sekä laitteiden kapasiteetti luokasta. Kuitenkin lavanjuoksujen leveys on lavojen mitoista vähiten muuttuva ja tätä voidaankin pitää edellä lueteltujen rajojen puitteissa vakiona.



**Kuva 30.** Lavajuoksujen sisämitta (I.D) sekä ulkomitta (O.D) esitetty sekä Tunnel Height sinisellä

Lavanjuoksujen valmistusmateriaaliksi valmistajat antavat vapaat kädet rakentajalle, kestävyysvaatimukset huomioiden. Mitoiksi suositellaan kuitenkin joko 2” tai 3” putkipalkkia, riippuen laitteen kapasiteetista. Näillä lavajuoksuleveyksillä sisäpuoliseksi mitaksi jää 36.5” (927 mm) ja 37.63” (956 mm) väliin. Valmistajat antavat myös vaatimuksen niin sanotulle tunnel heightille eli etäisyydelle lavanjuoksujen pohjasta itse lavan pohjaan, joka määrittelee, kuinka paljon liukutasosta mitattuna tulee olla vapaata tilaa ylöspäin. Tämä mitta on merkitty myös kuvaan 30 sinisellä viivalla.

Tartuntakaaren mittojen määrittely on hyvinkin riippuvainen käytetyn koukkulaitteen kapasiteetista. Tartuntakaaren korkeudella tarkoitetaan mittaava lavan pohjasta tartuntakoukkuun. Suurena erona Euroopan ja Yhdysvaltojen välillä on mittauspiste tartuntakoukussa. Euroopassa mittaus tehdään aina tartuntakaaren keskelle, kun Yhdysvalloissa mitta tehdään tartuntakaaren alareunaa. Syynä tähän on mahdollisesti Yhdysvalloissa se, että koska mikään standardi ei määrittele lavan tartuntakaaren paksuutta. Näin onkin yhdenmukaisempaa mitata etäisyys aina tartuntakaaren alapuolelle. Jokainen laitevalmistaja määrittelee omissa kuvissaan tartuntakaaren paksuuden, mutta se vaihtelee kapasiteettien ja valmistajien mukana 1.25” paksuudesta aina 2.5” paksuuteen. Alla olevassa taulukossa 2 on määritelty tartuntakaaren korkeuksia keskimäärin, kun yhdistetään kaikkien laitevalmistajien laitetarjonnat kapasiteettien mukaan.

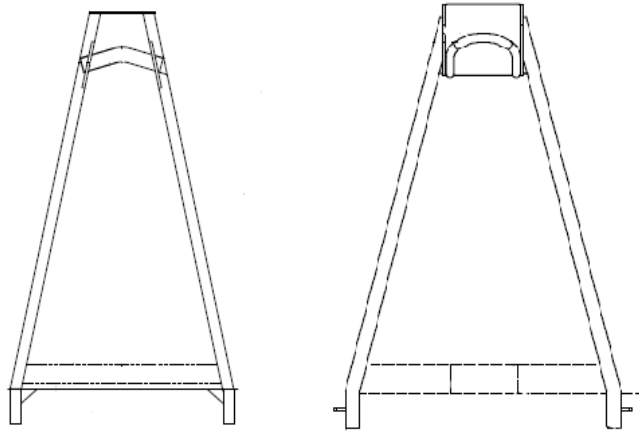
Taulukossa 2 on myös arvioitu keskimääräisiä tartuntakaaren paksuuksia tietyille kapasiteetti-tiluokille, mutta tarkkojen mittojen selvittämiseksi tulisi toteuttaa valmistaja- ja mallikohtainen taulukko, jotta saadaan tarkempi kuva tartuntakaarien suosituspaksuuksista. Vaikka keskimääräisesti 54” ja 61,75” koukkukorkeuksille suositellaankin 2 tai 2.5” tartuntakaaren paksuuksia, on markkinoilla paljon valmistaja, jotka ovat ottaneet 2.5” tartuntakaaret vakiomitaksi näihin laitteisiin.

Taulukko 2. *Koukkukorkeudet*

Kapasiteetti (lbs. (kg))	Koukkukorkeus tartuntakaaren alle (inch (mm))	Tartuntakaaren paksuus keskimäärin (inch (mm))
12 000 (5000)	35,63” (905)	1.25” (31.75)
16 000 (7000)	35,63” (905)	1.25” (31.75)
18 000 (8000)	54” (1370) tai 35,63” (905)	2” (50.8)
20 000 (9 000)	54” (1370) tai 35,63” (905)	2” (50.8)
30 000 (14 000)	54” (1370) tai 61.75” (1570)	2” (50.8) tai 2.5” (63.5)
40 000 (16 000)	54” (1370) tai 61.75” (1570)	2” (50.8) tai 2.5” (63.5)
50 000 (21 000)	54” (1370) tai 61.75” (1570)	2” (50.8) tai 2.5” (63.5)
60 000 (26 000)	61.75” (1570)	2.5” (63.5)

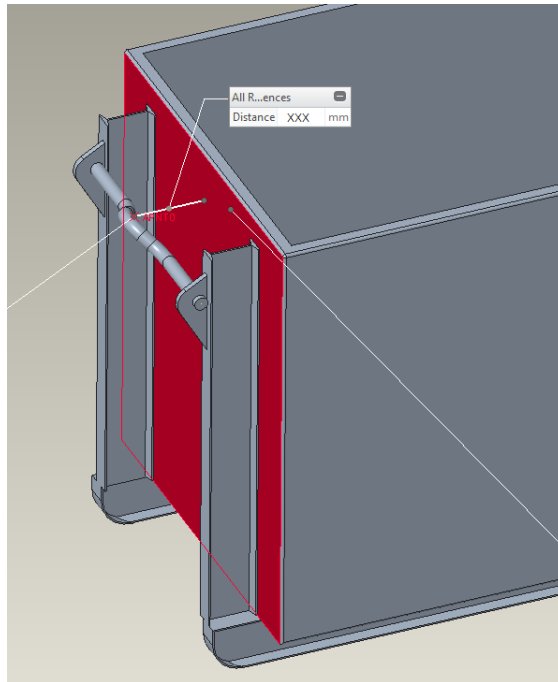
Taulukosta on huomioitava, että joihinkin kapasiteetti-tiluokkiin on annettu ainoastaan yksi koukkukorkeus ja toisiin kaksi eri vaihtoehtoa. Kuitenkin Yhdysvaltojen markkinoilla on hyvin yleistä käyttää kahden korkeuden koukkua, jossa manuaalisesti pystytään säätämään koukkua kahden eri korkeuden välillä. Taulukossa 2, olevista koukkukorkeuksista ne, joissa on annettu kaksi eri korkeutta, on yleensä myös toteutettu näiden kahden välisen kahden korkeuden koukku.

Tartuntakaaren muodot vaihtelevat paljon eri laitevalmistajien välillä. Yleisimpiä suosituksia ovat hevosenkengän muotoinen kaari, tai keskeltä taitettu tanko. Huolimatta kaaren tyypistä, kaarien paksuusvaatimukset mukailevat taulukon 2 mukaisia linjoja. Kuvassa 31 on esitetty nämä kaksi yleisintä suositusta.



**Kuva 31.** Kuvassa esitetty kaksi eniten käytettyä tartuntakaaren muotoa Yhdysvaltojen markkinoilla

Tartuntakaaren esteettistä muotoa tärkeämpää on kuitenkin kaaren etäisyys lavan etuseinästä, joka määrittelee, paljonko koukkulaitteen koukulla on tilaa liikkua tartuntakaaren ja lavan seinän välissä. Liian ahdas väli voi estää koukun toimimisen ja tarraamisen tartuntakaareen, ja liian suuri väli on kaikki pois lavan pituudesta. Euroopassa standardit määrittelevät tämän välin kullekin lavalle, mutta Yhdysvalloissa määrittäminen tapahtuu valmistajien lavapiirustuksissa. Kuitenkin kaikkien valmistajien määrittelemä vapaa tila on lähes sama, noin 6"-7" eli 152.4 mm-177.8 mm. Kuvassa 32 on esitetty kyseessä olevan välin mitoitus.



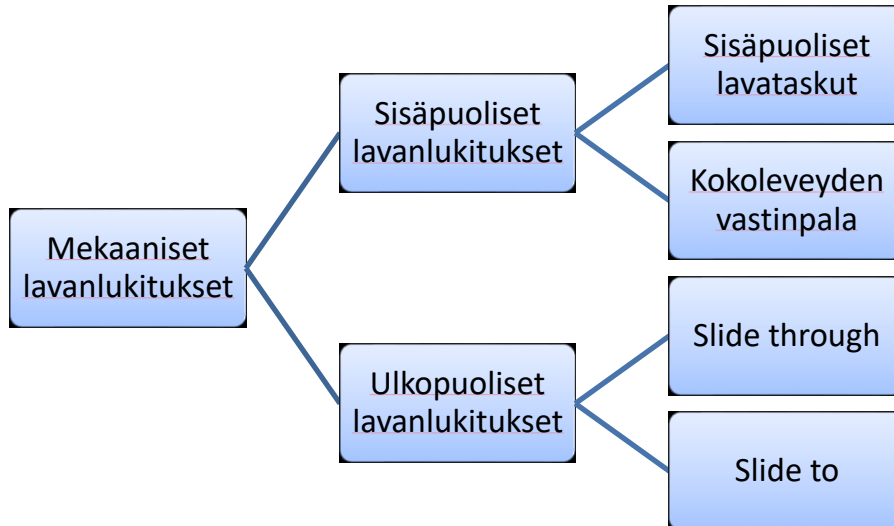
**Kuva 32.** Tartuntakaaren ja lavan välinen etäisyys

Yhdysvaltojen markkinoilla käytetty mitoitus 6”-7” on riittävä, vaikkakin eurooppalaisia standardeja tiukempi mitoitus.

#### 4.7.2 Lavanlukitusten tarkastelu

Viimeisenä tärkeänä osana lavojen mitoituksessa on lavanlukitusten vastinpalat. Kuten kappaleessa 4.3 todettiin, ei Yhdysvalloissa ole selkeitä standardeja lavanlukitusten toteuttamiselle. Seurauksena tälle on erilaisten lavalukitusten yleistyminen markkinoilla ja jokaiseen on omanlaisensa vastinpalat, jotka valmistaja määrittelee lavakuvissaan. Yhdysvalloissa ei olla siirrytty hydraulisiin lukituksiin, vaan mekaaniset lukitukset ovat hallitseva tapa hoitaa lavanlukitukset. Marginaalisesta esiintyvyydestä johtuen hydraulisia lukituksia ei olla otettu huomioon, vaan ollaan keskitytty ainoastaan mekaanisten lukitusten vastinpaljoihin. Vastinpalat voidaan karkeasti jaotella kahteen eri tyyppiin: sisäpuolisiin mekaanisiin lukkoihin, sekä ulkopuolisiin mekaanisiin lukkoihin. Kussakin tyypissä on omat alatyyppinsä, jotka ollaan esitetty kuvassa 33.

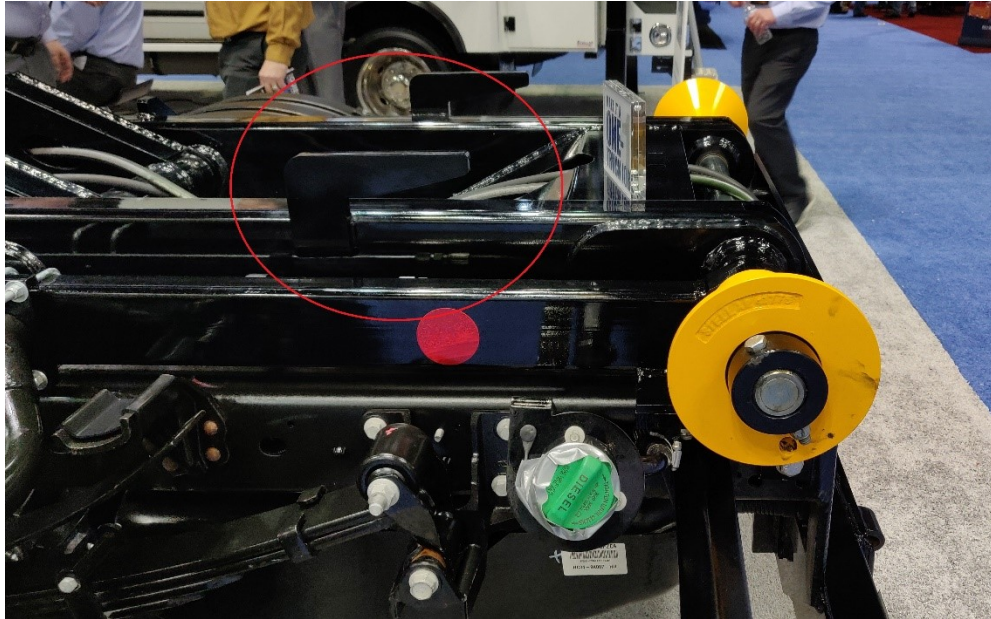




**Kuva 33.** Kuvaus erilaisista mekaanisista lavanlukituksista

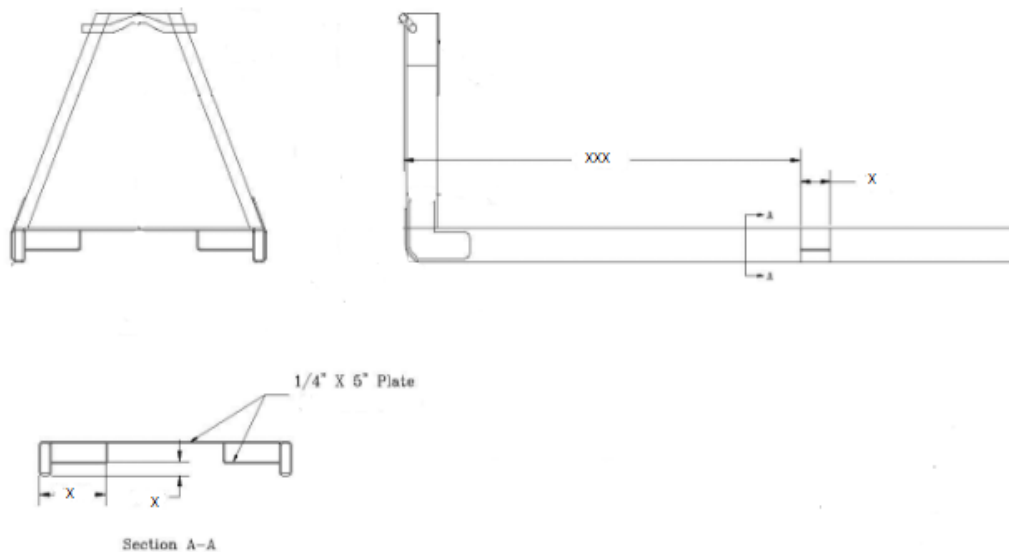
Yhdysvalloissa mekaanisina lukkoina yleisintä on käyttää ulkopuolisia lavanlukituksia. Sisäpuolisia lavanlukituksia käytetään pääasiassa pienissä koukkulaitteissa, jotka ovat kapasiteetiltaan alle 20 000 lbs eli 9000 kg. Näissäkin laitteissa ulkopuolisia lukituksia käyttää yli 50% valmistajista. Suurissa koukkulaitteissa, yli 20 000 lbs, ulkopuoliset mekaaniset lukitukset ovat lähes jokaisessa koukkulaitteessa, joten ulkopuolisia mekaanisia lukituksia voidaan pitää hallitsevana lukitustyyppinä markkinoilla.

Sisäpuolisissa lavanlukituksissa on kaksi tapaa toteuttaa lukitseminen. Toisessa lavan rakenteeseen, lavanjuoksujen sisäreunaan tehdään taskut, joihin koukkulaitteessa olevat lukituspalat kiinnittyvät. Vaihtoehtoina on taskujen sijaan tehdä pinnit, joihin koukkulaitteen vastinpalat kiinnittyvät. Toinen tapa toteuttaa sisäpuolinen mekaaninen lukitus on valmistaa lava, jossa on koko leveyden mittainen vastinlevy, johon samanlaiset koukkulaitteen lukituspalat kiinnittyvät. Molemmissa vaihtoehdoissa koukkulaitteessa olevat vastinpalat ovat samanlaiset, kunhan lukitustaskut tai vastinlevy ovat samalla korkeudella. Kuvassa 34 ollaan esitetty koukkulaitteen mekaaniset lukot, joihin lavojen vastinpalat kiinnittyvät.



**Kuva 34.** Punaisella ympyröity lavan sisäpuolinen lukituspala koukkulaitteen puolella

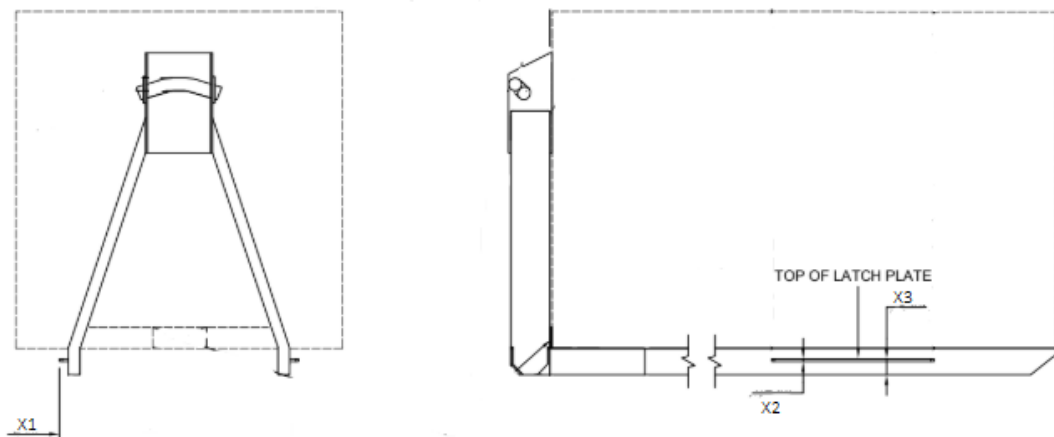
Kuvan 34 mukaiset sisäpuolen mekaaniset lukitukset ovat Euroopassa hyvin suosittu tapa lukita lava, sillä suurin osa standardeista vaatii juuri kyseisiä lukituksia. Yhdysvaltojen markkinoilla sisäpuoliset lukitukset ovat hyvin yhteneviä ja ainoastaan lukituksen paikka koukkulaitteen pituussuunnassa vaihtelee, riippuen koukkulaitteen ja lavan pituudesta. Kuvassa 35 on kuvattu lavanjuoksujen sisäpuolelle tehdyt taskut. Tämä on yksi yleisimmistä tavoista toteuttaa sisäpuolinen mekaaninen lukitus.



**Kuva 35.** Lavan mekaanisten lukkojen vastinpalat kuvattuna.

Sisäpuolista mekaanista lukitusta yleisempi tapa toteuttaa mekaaninen lukitus Yhdysvaltojen markkinoilla on käyttää slide through -lukkoja. Tätä lukkotyyppiä ei tavata Euroopan markkinoilla ja se onkin Pohjois-Amerikan markkinoille ominainen. Lukkojen toiminta perustuu lavanjuoksujen ulkopuolelle kiinnitettyihin levyihin, jotka liukuvat paikoilleen koukkulaitteen päälle vedon yhteydessä. Tässäkin lukitustyyppissä on kaksi erilaista toteutustapaa markkinoilla. Ensimmäisenä esitellään slide through -lukitustyyppi, joka on markkinoilla yleisempi.

Slide through -lukkoissa lavan ulkopuolelle asennetaan pitkät, usein useita kymmeniä senttejä pitkät metallilevyt, jotka toimivat lukitusten vastinpalana. Levyt ovat pitkiä, koska ne sallivat eri mittaisten lavojen käytön erimittaisilla koukkulaitteilla, eikä keskelle levyä osuminen ole ensiarvoisen tärkeää. Mitoiltaan levyt ovat yleisesti, 0.5" (12.7 mm) tai 0.75" (19 mm) paksuja sekä 2" (50.8 mm) syviä suhteessa lavanjuoksuihin. Lukkojen vastinpalan tärkein mitta on kuitenkin sen sijainti korkeussuunnassa. Tässä koukkulaittevalmistajat ovat yhtä mieltä ja lukituspalat on suositeltu aina 3" (76.2 mm) ylös lavanjuoksun pohjasta mitattuna. Tämä varmistaa vastinpalojen oikean asettumisen koukkulaitteen slide through -lukkoihin. Kuvassa 36 on esitetty slide through -lukkojen vastinpaloilla varustetun lavan havainnollistava rakennepiirustus. Piirustuksessa mitta X1 kuvaa vastinpalojen syvyyttä suhteessa lavajuoksuihin, X2 vastinpalan paksuutta ja X3 vastinpalojen yläpinnan etäisyyttä lavanjuoksujen pohjasta.



**Kuva 36.** Lavakuva, jossa slide through vastinpala

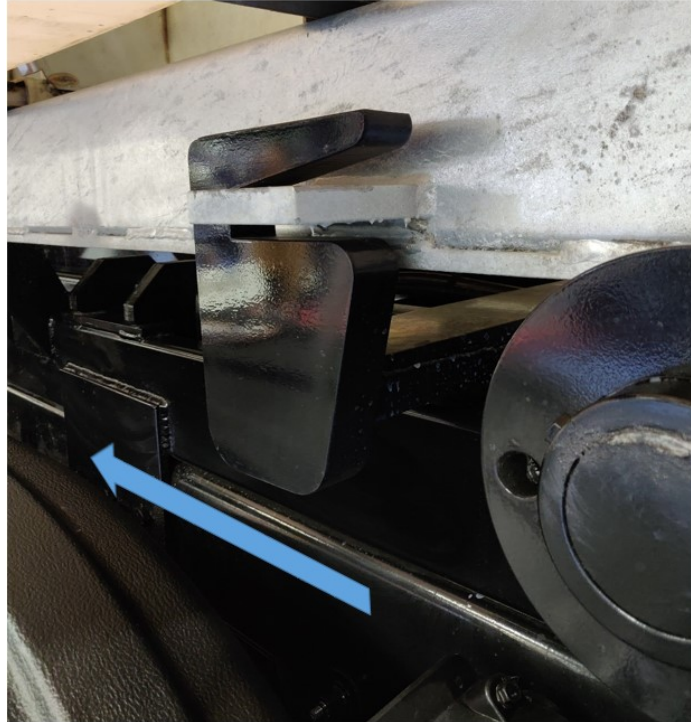
Koukkulaitteessa olevien slide through -lukkojen rakenne eroaa eri valmistajien välillä jonkin verran, vaikka käyttötarkoitus ja vaatimukset ovat samat. Yleinen tapa toteuttaa lukot, on valmistaa vastinpala taivutetusta metalliosasta, joka kaareutuu lavassa olevan

vastinpalan ympärille. Toinen tapa toteuttaa lukko on muodostaa yhteenkiinnitetyistä levyistä vastaavanlainen lavan vastinpalan ympärille kaareutuva design. Kuvassa 37 ollaan esitelty esimerkit molemmista toteutustavoista. Vasemmalla olevassa lukossa ollaan toteutettu yhdestä levyistä taitettu design ja oikeanpuoleisessa ollaan käytetty lukuisia levyosia hitsattuna yhteen.



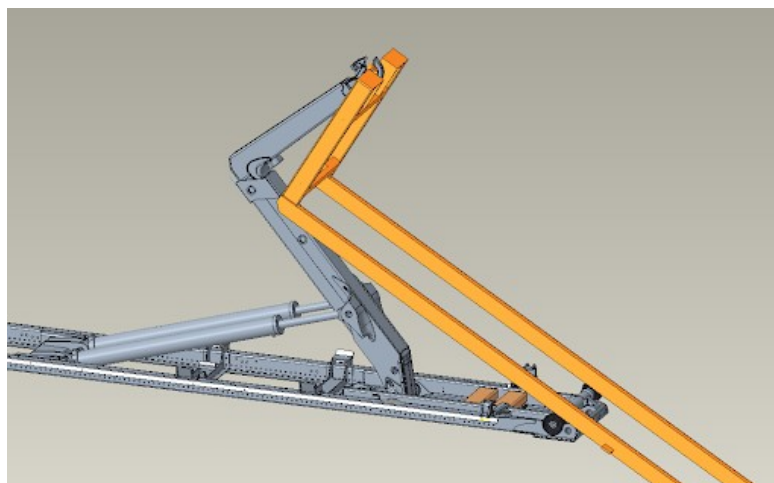
*Kuva 37. Kaksi erilaista toteutusta slide through lukuille.*

Samalla periaatteella toimii myös slide to -lukko. Vastinpala lavanjuoksussa on yleensä kuitenkin lyhyempi sekä hieman syvämpi, mutta pääpiirteittäin samanlainen. Yleisesti levyt ovat mitoiltaan kuvan 36 mukaisesti  $X2 = 0.75''$  (19 mm) paksuja,  $4''$  (101.6 mm) pitkiä sekä  $X1 = 4''$  (101.6 mm) syviä suhteessa lavanjuoksuun. Korkeutensa puolesta vastinpalat ovat samanlaisia kuin slide through -lukot eli  $X3 = 3''$  (76.2 mm). Erona slide through -lukkoihin on, että lukko ei tue lavaa ulkopuolisen levyn kautta, vaan asettuu lavanjuoksun viereen tukien lavaa suoraan tästä. Etuna slide to -lukossa on verrattuna slide through lukkoon, että se tukee lavaa myös pituussuunnassa, toisin kuin slide through -lukko. Kuvassa 38 on esimerkki slide to -lukosta sekä sen vastinpalasta koukukulaitteen takaosassa. Kuvassa on osoitettu sinisellä nuolella laitteen etupää, joka on myös auton kulkusuunta.



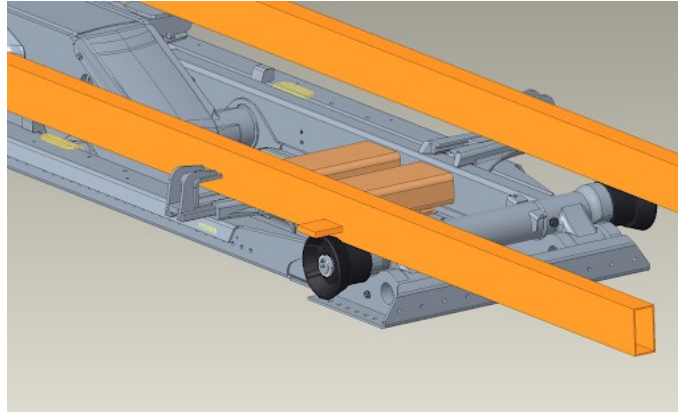
**Kuva 38.** Slide through lukko ja lavan vastinpala. Nuoli osoittaa auton keulaa.

Kuvien 39, 40 ja 41 sarjassa on esitetty tarkemmin slide through -lukkojen toiminta. Toimintaperiaate pätee samoin niin slide through kuin slide to -lukkoihin, joten vastinpalojen pituussuuntaisen ja syvyysmitoituksen ollessa oikea, pystyy lavoja käyttämään ristiin. Käytännössä kuitenkin lavojen vastinpalojen mitoitukset eroavat toisistaan siten, että slide to ja slide through -lukkojen ristiin käyttäminen turvallisesti ei ole markkinoilla olevilla ratkaisuilla mahdollista toteuttaa.



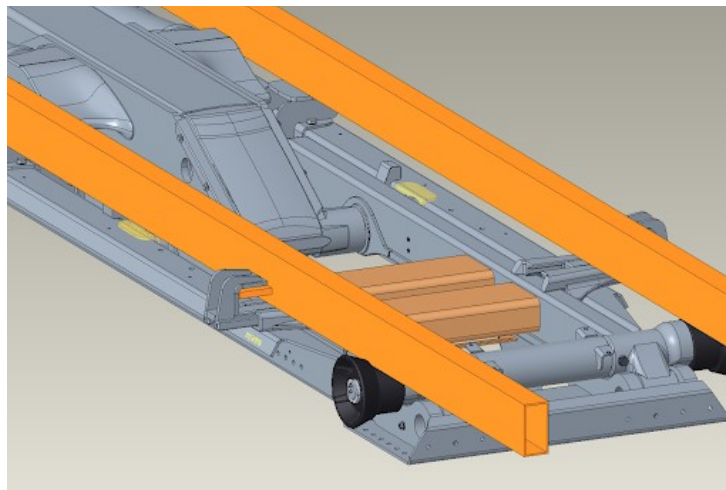
**Kuva 39.** Lavan päällevedo, jossa näkyy slide through -lukkojen sijainti.

Kuvasarjassa lavasta on kuvattu ainoastaan lavan runko, jotta toiminta olisi helpompi nähdä. Lavan päällevedtoa aloitettaessa vastinpalat ovat vielä takarullien takana, eivätkä ole missään kontaktissa itse koukkulaitteen kanssa. Päällevedon edetessä lavojen vastinpalat ylittävät koukkulaitteen takarullat, kuvassa 40 mustalla, ja tämän tulisi tapahtua ilman kontaktia takarulliin.



**Kuva 40.** Lava vedetty koukkulaitteen päälle ja liuku on takana.

Kuvassa 40 lava on saatu vedettyä koukkulaitteen päälle. Koukkulaitteen liuku- tai taitto- mekanismi ei ole vielä vedetty eteen, joten lukituksen vastinpalat ovat edelleen vain hieman takarullien etupuolella, mutta edelleen kaukana slide through -lukoista.



**Kuva 41.** Lava vedetty päälle ja liuku edessä. Lava on kuljetusasennossa ja slide through -lukot vastinpaljonsa kohdalla.

Kun päällevedo on toteutettu loppuun saakka vetämällä koukkulaitteen liuku tai taitto, riippuen koukkulaitetyypistä, kokonaan eteen, nähdään, että lukituksen vastinpalat ovat

lukkojen kohdalla ja jäävät lukkorakenteen alle estämään pystysuuntaisen liikkuvuuden. Slide through -lukoissa ei eteen- ja taaksepäin suuntautuvia voimia estetä muulla keinoin, kuin koukkulaitteen koukkurungon ja lavankaaren kontaktilla. Joissakin markkinoilla olevissa koukkulaitteissa ollaan toteutettu slide to lukko -designia koukkulaitteen etupäässä auttaakseen eteenpäin suuntautuvien voimien eliminoinnissa, mutta tämä on edelleen harvinaista.

Vaikka Slide to -lukko on toiminnaltaan samanlainen, huomataan kuvasta 38, että lukitustyyppi auttaa automaattisesti myös eteenpäin suuntautuvien voimien eliminoinnissa. Tässä lukkotyypissä on kuitenkin oltava paljon tarkempi lukkojen vastinpaloja asennettaessa, ja lavojen käyttö erimittaisilla koukkulaitteilla esimerkiksi yrityksen sisällä on varmasti hankalampaa kuin slide through -lukoilla varustettujen lavojen. Slide through -lukoissa ei ole yhtä kriittistä saada lavaa juuri oikeaan paikkaan, niin kauan, kuin slide through -vastinpala osuu koukkulaitteen lukon kohdalle, on lava lukittu oikein.

## 5. SOPIVUUS US MARKKINOILLE

Tässä kappaleessa tutkitaan kappaleessa 4 benchmarkattujen ominaisuuksien eroja eurooppalaisten vastaavien koukkulaitteiden ominaisuuksiin. Kappaleessa keskitytään siihen, pystytäänkö eurooppalaisten käytäntöjen ja standardien pohjalta suunnitelluilla koukkulaitteilla käyttämään Yhdysvalloissa toimivia lavoja ja miten niitä tulisi muuttaa sekä miten hyvin nykyisillä tuotteilla pystytään vastaamaan Yhdysvaltojen markkinoiden tarpeisiin. Vertailukohtana eurooppalaisista koukkulaitteista käytetään markkinoiden suurimpia valmistajia ja yleistetään näiden käyttämiä rakenteita kattamaan Euroopan tarjonta.

### 5.1 Teräsrakenne

Teräsrakennetta tutkitaan kappaleessa kahdesta näkökulmasta: teräsrakenteen vaatimuksia yleisesti sekä teräsrakenteen vaatimuksia ollakseen yhteensopiva Yhdysvalloissa käytössä olevien lavojen kanssa. Teräsrakenteita yleisesti tutkiessa voidaan todeta, kuten kappaleessa 4.4 tehtiin, että Euroopan tiukat säädökset, standardit, asiakasvaatimukset sekä kova kilpailu koukkulaitevalmistajien välillä ovat pitäneet huolen, että teräsrakenne on huomattavasti kestävämpi suhteessa keveyteen eurooppalaisissa koukkulaitteissa. Eurooppalaisen koukkulaitteen tuonti Yhdysvaltojen markkinoille ei siis vaadi parannuksia koukkulaitteen yleiseen rakenteeseen, vaan tulee olemaan hyväksyttävällä tai korkeammalla tasolla rakenteellisesta näkökulmasta.

Koukkulaitteiden käyttöä paikallisten lavojen kanssa tarkastellaan tässä kappaleessa tutkien eurooppalaisia vaihtolavalaitestandardeja. Vaikka Euroopasta löytyy lukuisia erilaisia standardeja, voidaan päätelmiä tehdä tutkimalla yleisimpiä standardeja ja markkinoilla olevaa tarjontaa. Kuten kappaleessa 4.7 todettiin, ovat tärkeimmät seikat lavojen käyttöä tutkiessa lavajuoksujen leveys sekä korkeus ulko- ja sisämittojen osalta, tartuntakaaren korkeus, muoto sekä paksuus sekä viimeisenä lukitusten tyypit ja -paikat. Lukitukseen keskitytään tarkemmin kappaleessa 5.3.

Euroopassa käytetyt standardit eroavat vain vähän lavanjuoksujen leveysmittojen osalta. Ainoastaan CHEM standardissa, joka on käytössä Isossa-Britanniassa, lavajuoksujen leveys on huomattavasti leveämpi yli 10 000 kg kapasiteetin koukkulaitteissa (1142 mm



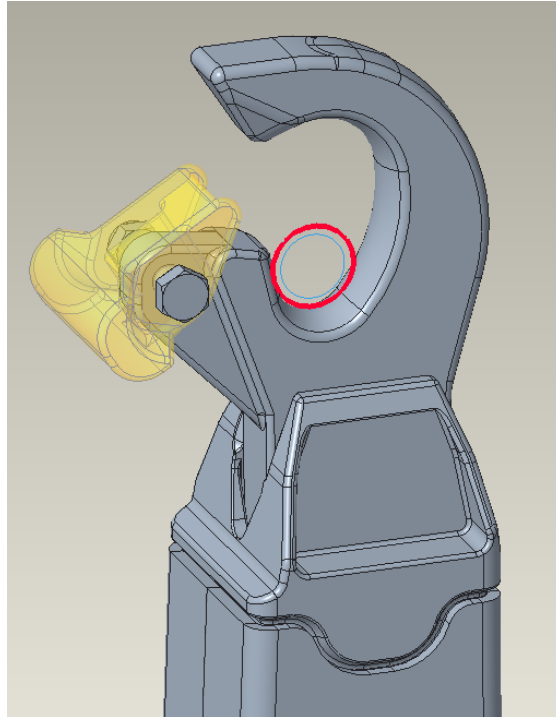
O.D. 0- (-5) mm toleranssilla) (CHEM TS8, 2001), kuin muissa Euroopan standardeissa. Pienille, alle 10 000 kg koukkulaitteille CHEM standardi määrittelee lavajuoksujen leveydeksi muun Euroopan kanssa yhtenevän 1060 mm (CHEM TS13, 1994) Yhdysvalloissa lavajuoksujen ulkomittojen pysyessä 40,5" (1029 mm) ja 41,63" (1058 mm) välillä voidaan lavoja tältä osalta käyttää mainiosti esimerkiksi DIN standardin mukaisten koukkulaitteiden avulla. DIN standardissa määritellään lavajuoksujen ulkopuoliseksi mitoksi suurille koukkulaitteille 1065 mm 0 – (-5) mm toleranssilla ja 905 mm 0 – (-5) mm toleranssilla sisäpuoliseksi mitaksi sekä pienille koukuille vastaavaksi ulkopuoliseksi mitaksi 1060 mm 0-(-5) mm toleranssilla. (DIN 30722-1, 2007 ja DIN 30722-2, 2007) Näin ollen sekä leveintä lavaa Yhdysvaltojen markkinoilla 41.63" että kapeinta sisäpuolista 36.5" (927 mm) voidaan käyttää eurooppalaisen DIN standardin mukaan varustetulla koukkulaitteella, kun huomioidaan ainoastaan tämä lavojen parametri.

Koukkurungon ja koukun rakennetta tutkittaessa suurin asia on koukkurungon korkeus eli tartuntakorkeuden tutkiminen. Tätä varten tulee tulkia taulukon 2 koukkukorkeuksia ja verrata niitä Euroopan standardeihin. Yleisimmät koukkukorkeudet Euroopassa suurille yli 10 000 kg kapasiteetin koukkulaitteille ovat 1570 mm sekä 1450 mm, jotka esiintyvät muun muassa DIN, CHEM ja SS standardeissa, sekä SS standardista johdetuissa SFS standardissa. (SS 3021, 2014; CHEM TS8, 2001; SFS 4417, 1989; DIN 30722, 2007) Vaikka 1570 onkin nimelliseltä mitaltaan sopiva Yhdysvaltojen koukkuihin, aiheuttaa Yhdysvaltojen ja Euroopan ero ongelmia koukkukorkeuksia mitattaessa. Kuten kappaleessa 4.7.1 todettiin, Yhdysvalloissa koukkukorkeudet mitataan maan tasolta tartuntakoukun alareunaan ja Euroopassa keskelle tartuntakaarta. Näin koukkukorkeuksiin syntyy puolen tartuntakaaren paksuuden mittainen ero ja esimerkiksi DIN standardissa lavankaaren paksuudeksi määritellään 50 mm, joten koukkukorkeuksien eroksi saadaan noin 25 mm. Koukkukorkeudet olisivatkin eurooppalaisen tavan mukaan ilmaistuna tartuntakaaren keskelle millimetreissä DIN standardissa 1570 mm ja Yhdysvaltojen koukkukorkeus olisi 1595 mm. Euroopassa on käytettävissä myös AFNOR standardi, joka määrittelee koukkukorkeudeksi 1425 mm tartuntakoukun keskelle (AFNOT, 2001), tämä erityisesti Ranskassa käytössäoleva koukkukorkeus ei kuitenkaan sovellu Yhdysvaltojen markkinoille.

Yhdysvalloissa toteutettu koukkukorkeus 54" eli 1370 mm ei ole Euroopassa missään standardissa tunnistettu. Koukkukorkeus on myös jälleen ilmoitettu tartuntakaaren alosaan Yhdysvaltojen markkinoilla, joka tulee ottaa huomioon koukkua suunniteltaessa.

Tartuntakaaren korkeudessa 35.63" (905 mm) ilmiö on sama, kuin 61.75" tartuntakorkeuden koukuissa. DIN standardissa pienille lavoille (DIN 30722-3, 1993) ollaan määritetty koukkukorkeudeksi 900 mm (+5 – 0 toleranssilla) tartuntakaaren keskelle. Näin ollen ainoa ero syntyy jälleen tartuntakaaren paksuudesta, joka DIN standardin mukaan pienille lavoille on 30 mm. Myöskään muissa alle 10 000 kg lavastandardeissa ei ole vastaavaa 905 mm tartuntakaaren alaosaan soveltuvaa mitta. Lähimpiä koukkukorkeuksia ovat AFNOR R17-108 standardin 920 mm, edellä mainittu DIN 30722-3, sekä SS 3021 standardin 930 mm tartuntakaaren keskelle. (AFNOR R17-108, 2001; SS 3021, 2014; DIN 30722, 2007) Edellä olevista koukkukorkeuksista AFNOR R17-108 mukaan suunniteltu koukkukorkeuden on mahdollista olla sopivalla korkeudella, jos tartuntakaaren paksuus on mitoitettu yleisen 1.25" mukaan. Tällöin tartuntakoukun korkeusmitoitus on oikein, mutta koukun soveltuvuutta 1.25" paksuisten tartuntakaarien mukaan tulisi tutkia.

Tartuntakaaren paksuus tuo muitakin pohdittavia asioita eurooppalaisia koukkuja verrattaessa yhdysvaltalaisiin. Esimerkiksi DIN standardi määrittelee tartuntakaaren paksuudeksi 50 mm 1570 mm koukkukorkeuden lavoille, joka on yleinen mitta myös muissa Euroopassa käytetyissä vaihtolavoissa ja Yhdysvalloissa suositellaan käyttämään 2.5" eli 63.5 mm halkaisijan tartuntakaaria. On tutkittava, miten kyseinen kaari mahtuu koukun kitaan. Ongelmaa on havainnollistettu kuvassa 42. Kuvassa on esitettyinä sinisellä 50 mm tartuntakaari ja punaisella 63.5" tartuntakaari. Yhdysvalloissa käytetyistä tartuntakaaren paksuuksista on esitetty arvot kappaleen 4.7.1 taulukossa 2. Paksuudet on huomioitava vastaavasti kaikissa lavojen tartuntakorkeuksissa ja koukun malleissa.



**Kuva 42.** Tartuntakaaren paksuuksia havainnollistettu tartuntakoukun kidassa.

Viimeisenä huomioitavana mitoituksena koukkuja pohdittaessa on huomioitava tartuntakaaren ja lavan etuosan välinen etäisyys. Kappaleessa 4.7.1 todettu väli on 6” – 7” joka on mitattu eurooppalaisesta eroten jälleen tartuntakaaren takaosasta, kun Euroopassa mitta on kaaren keskeltä lavan etuosaan. Yhdysvalloissa käytössä oleva mitoitus on hiukan tiukempi kuin Euroopassa. DIN 30772 (2007) standardien mukaan, tulisi vapaan tilan olla 240 mm 1570 mm koukkukorkeuden lavoissa ja 140 mm 900mm koukkukorkeuden lavoissa. Vastaavat luvut Yhdysvalloissa ovat lavankaaren mitat huomioiden 190 mm suurissa koukuissa sekä 150 mm pienissä. On muistettava, että edellä olevat mitat ovat yleistyksiä ja poikkeuksia voi valmistajien keskuudesta löytyä.

Tutkiessa eurooppalaisten koukulaitteiden käyttömahdollisuuksia yhdysvaltalaisissa lavojen kanssa voidaan todeta, että lavajuoksujen kannalta mitoitus on hyvin sama, eikä muutostarpeita täten kohdistu koukulaitteeseen. Koukkukorkeudet taas ovat hyvinkin erilaiset ja vastataksaan Yhdysvaltojen koukkukorkeuksiin, on koukulaitteiden koukkukorkeuksia muokattava sopimaan paremmin markkinoilla oleviin lavoihin. Vaikka 35.63” sekä 61.75” koukkukorkeudet eivät ole juuri vastaavat eurooppalaisten standardien kanssa, voidaan olettaa näiden koukkujen toimivan markkinoilla pienestä erosta huolimatta. Uudelleen suunnittelua tulee kuitenkin harkita valmistajakohtaisesti. Koukkuosan

geometrian salliessa 2.5” tartuntakaaren käytön 54” sekä 61.75” tartuntakorkeuden koukuissa, sekä 1.5” tartuntakaarien käytön 35.63” tartuntakorkeuden koukuissa, ei koukuihin kohdistu muuntelutarpeita.

## 5.2 Hydrauliikka ja ohjaus

Hydrauliikaltaan ja ohjauspuoleltaan koukkulaitteet Yhdysvaltojen markkinoilla ovat hyvin yksinkertaisia, kuten kappaleessa 4.5 todettiin. Eurooppalaisissa koukkulaitteissa käytetään yleisesti sähköistä ohjausta tai jopa PLC ohjausta. Voidaankin todeta koukkulaitteiden olevan Euroopan markkinoilla teknisesti edistyksellisempiä ohjauspuolella kuin Yhdysvaltojen markkinoilla. Kuitenkaan, koska hydrauliikan todettiin olevan myös hyvin yksinkertaista ja se keskittyy ainoastaan koukkulaitteiden omien toimintojen käyttöön, ei ohjaukselta vaadita Yhdysvaltojen markkinoilla samanlaista joustavuutta.

Vastatakseen nykyiseen tarjontaan Yhdysvaltojen markkinoilla tulisikin eurooppalaisten koukkulaitteiden keskimäärin yksinkertaistaa hydrauliikkaansa sekä ohjaustaan ennemmin kuin kehittää sitä eteenpäin. Näin voidaan todeta, että muuntelutarpeita ei hydrauliikan tai ohjausjärjestelmien osalta ole, ellei haluta vastata lähemmin nykyistä tarjontaa ja yksinkertaistaa koukkulaitteen toimintoja, tai vastata mahdollisiin viranomaisvaatimuksiin.

## 5.3 Lukitukset

Euroopassa on lukuisia käytettyjä lukitusmalleja. Yleisimmät lukitukset ovat hydrauliset lavanlukitukset, joissa hydraulisesti puristavat koukut lukitsevat I-palkista tehdyn lavan lavajuoksuja, pitäen lavan paikallaan, tai erilaiset sisäpuoliset mekaaniset lukitukset.

Koska Yhdysvalloissa ei käytetä lavanjuoksujen materiaalina I-palkkia, ei voida hydraulisia lukituksia käyttää. Ainoana mahdollisuutena on rakentaa alusta asti I-palkki -lavoja, mutta tämä vaatisi markkinan kokonaisvaltaista muutosta ja hyväksymistä I-palkki -tyylille. Pienissä alle 20 000 lbs (9000 kg) kapasiteettisissa koukkulaitteissa monet valmistajat suosittelevat sisäänpäin suunnattua C-profiilia, joka mahdollistaa sisäpuolisten hydraulisten lukkojen käytön. Kuitenkin lavat ovat harvinaisempia, eikä sisäpuolisista hydraulisista lukoista siksi ole markkinat kattavaksi lukitusvaihtoehdoksi.

Mekaanisista lukituksista yleisin toteutustapa Euroopassa on kappaleessa 4.7.2 esitelty sisäpuolinen mekaaninen lukitus. DIN standardi määrittää tarkoin lukitusten mitat ja paikat, joka tekee lavoista ristiin yhteensopivat eri valmistajien välillä Euroopan markkinoilla, jos ne on suunniteltu saman standardin mukaan. Vaihtoehtoisia lukituksia ovat SS standardissa suurille koukkulaitteille määritelty vastinlevy lavan takaosassa lavajuoksujen välissä, jonka hyväksikäyttämiseksi koukkulaitteessa tulee olla vastinpala koukkulaitteen takaosassa. Pienille koukkulaitteille SS 3021 standardi määrittää DIN lukituksen tapaisen pinnilukituksen, mutta eri mitoilla. (SS 3021, 2014)

Riippumatta standardista, lukitukset eivät selvästi ole yhteensopivia Yhdysvalloissa käytettävien ulkopuolisten slide through tai slide to -lukkojen kanssa. Ainoastaan kappaleessa 4.7.2 esitettyjen pienten koukkulaitteiden sisäpuoliset mekaaniset lukitukset voivat tietyissä tapauksissa toimia teoriassa jo olemassa olevilla eurooppalaisilla lukituksilla. Kuitenkaan edes pienissä koukuissa sisäpuoliset mekaaniset lukitukset eivät kata parhaimmallaankaan kuin alle puolet pienten koukkujen markkinasta, joten lukitukset johtavat muuntelutarpeisiin eurooppalaista koukkulaitetta käytettäessä Yhdysvaltojen markkinoilla.

## 5.4 Lisävarustetarjonta

Kappaleessa 4.6 jo esiteltyt lisävarusteet kuten hydraulikkapumput tai öljytankit eivät eroa markkinoiden välillä teknisesti lähes ollenkaan. Koska Yhdysvaltojenkin markkinoilla toimivat suuret kuorma-autot ovat suunniteltu suurimpien standardien mukaan, esimerkiksi DIN standardien DIN 5462/ ISO 14 ja ISO 7653-D mukaan suunnitellut pumput käyvät useimmissa kuorma-automerkeissä. Kuitenkin auton kanssa liitettävien osien kanssa tulee tutkia huolellisesti mahdollisia eroja ennen lisävarusteiden viemistä markkinoille. Varusteet, jotka eivät ole yhteydessä suoraan autoon tai paikallisiin osiin, kuten PTO:eihin, ovat toiminnoiltaan samanlaisia, eivätkä täten teknisesti eroa toisistaan.

Peitelaitesysteemit ovat, kuten kappaleessa 4.6 on esitetty, suuressa suosiossa Yhdysvaltojen markkinoilla, johtuen lainsäädännöstä monissa osavaltioissa. Koukkulaitetta myyvän yrityksen onkin pystyttävä tarjoamaan markkinoilla joko omaa, tai kolmannen osapuolen peitelaitetta, vastatakseen markkinoiden kysyntään.

Koukkulaitteiden asennuksen helpottamiseksi Euroopassa useat koukkulaitevalmistajat tarjoavat valmiita asennussarjoja yleisimmille koukkulaitteiden ja autojen yhdistelmille.

Koska alusta-autojen runkojen leveys vaihtelee merkki ja mallikohtaisesti, joudutaan erilaisia asennussarjoja suunnittelemaan useita. Toisin kuin Euroopassa, Yhdysvalloissa kaikki kuorma-autovalmistajat noudattavat samaa runkoleveyttä. Tasainen 34” runkoleveys on käytössä kaikissa kokoluokissa pienistä Fordeista aina suuriin Internationalin kuorma-autoihin. Alusta-autoissa ei ole kuitenkaan ennalta määriteltyä reikäkuviointia Yhdysvalloissa, toisin kuin Euroopassa. Tästä syystä asennuksen yhteydessä joudutaan poraamaan reiät kuorma-auton runkoon koukkulaitteen asennuslevyjä varten. Näistä eduista huolimatta monikaan yhdysvaltalainen koukkulaitevalmistaja ei tarjoa valmiita asennussarjoja koukkulaitteille. Riippuen eurooppalaisesta koukkulaitevalmistajasta, on mahdollista, että olemassa olevat asennussarjat sopivat suoraan käytettäväksi Yhdysvaltojen markkinoille.

## 6. MUUTOSTARPEIDEN VAIKUTUS PRODUCT BLUEPRINTTIIN

Tässä kappaleessa tuodaan yhteen edellisissä kappaleissa tutkitut asiat ja verrataan niiden vaikutuksia toisiinsa. Kappaleen tarkoitus on vastata siihen, miten Yhdysvaltojen koukkulaite-benchmarkingista saadut tulokset vaikuttavat eurooppalaisten standardien mukaan suunniteltujen koukkulaitteiden product blueprinttiin. Aluksi tutkitaan, mitkä asiat vaikuttavat tutkimuksen mukaan asiakaskysymyksiin sekä PSP:hen. Tämän jälkeen pohditaan näiden muutosten vaikutuksia geneerisiin elementteihin.

### 6.1 Kohdistetut muutostarpeet

Tutkittaessa muutoksia product blueprinttiin käytetään kappaleissa neljä ja viisi todettuja eroja markkinoiden välillä, sekä verrataan niiden vaikutuksia asiakaskysymyksiin. Taulukossa 3 on kuvattu kaikki käytettävät asiakaskysymykset, niille mahdollisesti kohdistuneiden muutoksien tarve sekä muutoksen kuvaus. Muutokselle on tässä taulukossa määritetty tarve, jos kyseisen asiakaskysymyksen vastaus eroaa markkinoiden välillä. Taulukossa ei ole otettu huomioon sitä, onko tarve kehittää vai karsia kysymyksen ohjaamaa tarjontaa.

Taulukko 3. *Asiakaskysymykset ja niihin kohdistuneet muutostarpeet.*

Asiakaskysymys	Muutostarve	Millainen muutostarve
Tarvittava kapasiteetti	Ei	-
Minkä standardin lava	Kyllä	Yhdysvalloissa ei ole standardi lavoja. Tutkittava lavan ominaisuudet yksitellen.
Käsiteltävän lavan pituus	Ei	-
Mikä alusta-auto	Kyllä	Markkinoilla eri alusta-autot, tulee tutkia asennussarjojen toimivuus.
Vaatimuksia lastauskulmalle	Ei	-
Ohjaustarpeet	Kyllä	Ohjausta yksinkertaistettava vastakseen nykyistä tarjontaa.
Lisäfunktiot	Kyllä	Lisäfunktioita yksinkertaistettava ja karsittava vastakseen nykyistä tarjontaa
Turvallisuus ja helppokäyttö ominaisuudet	Kyllä	Karsittava ja yksinkertaistettava vastakseen nykyistä tarjontaa.
Lisävarusteet	Kyllä	Yhdysvalloissa tärkeitä lisävarusteita, joita tulee pystyä tarjota.

Taulukosta 3, huomataan, että ohjausjärjestelmän tarpeissa, lisäfunctioissa sekä turvallisuus- ja helppokäyttöominaisuuksissa tulisi karsia Euroopassa tarjottavaa tarjontaa, jotta voidaan vastata nykyisten kilpailijoiden tarjontaa Yhdysvaltojen markkinoilla. Tätä ei siis voida pitää muutostarpeena, vaan enemmän markkinoille sopeuttamisena. Jo olemassa olevia toimintoja pitää voida yksinkertaistaa kilpailua vastaaviksi, ellei haluta pyrkiä voittamaan markkinaosuutta olemalla teknisesti ylivertainen. Ongelmana ovat kuitenkin markkinoiden vastaanottavuus sekä koulutuksen tarve uusien ominaisuuksien markkinoille tuonnin seurauksena.

Muutostarve alusta-auton kohdalla johtuu erilaisten autojen runkokuvioiden erilaisten. Kuten kappaleessa 5.4 todettiin, eri runkoleveys ja reikäkuvioiden puuttuminen aiheuttavat todennäköisen tarpeen asennussarjojen muokkaamiselle, jotta ne sopivat Yhdysvaltojen markkinoille.

Suurimman muutostarpeen aiheuttaa asiakaskysymys lavojen standardista. Koska Yhdysvalloissa ei ole lavastandardeja on tämä asiakaskysymys hajotettava ennemminkin lukuisiin pienempiin kysymyksiin. Jos kyseinen eurooppalainen koukkulaite on jo suunniteltu toimimaan Yhdysvaltojen markkinoilla ja aiotaan toteuttaa tartuntakaarien paksuuden aiheuttamat muutostarpeet ja lavanjuoksujen toimivuus on tarkastettu, tulee lavoista tarkistaa seuraavat mitat. Lavan mitat tulee käydä läpi asiakkaan kanssa ja tutkia lavan koukkukorkeus, sekä lukitusmekanismi. Riippuen valmistajasta, jonka mukaan lavanmittoitus on alun perin tehty, lukitusten sijainti lavoissa voi vaihdella paljon. Vaihtoehtona on tietenkin valmistaa uudet lavat, jolloin lukitukset voidaan mitoittaa, kuten asiakas haluaa.

Koukkulaitteen product blueprintin PSP:tä tutkittaessa, toisin kuin asiakaskysymyksissä, ei markkinoiden välillä ole suurta eroa. Kuten kappaleissa 4.1 ja 4.2 todettiin, ei Yhdysvaltojen markkinoilla ole tapana odottaa tuotteita pitkiä aikoja ostotapahtuman jälkeen. Tämä ajaa koukkulaitemyyjä enemmän tilanteeseen, jossa markkinoille tuodaan tiettyjä kapasiteetti- ja laitemittoja, joille suoritetaan pientä asiakaskohtaista räätälöintiä ostotapahtuman jälkeen. Tämä jättää PSP:n konfiguraatiot eri asiakasvaatimuksille taka-alalle, sillä asiakas ei halua odottaa juuri hänelle konfiguroitua ja valmistettua laitemallia, vaan kappaleessa 4.4 mainittu ”good enough” -asenne heijastuu myös tässä. Kuitenkin, tällainen toimintamalli vahvistaa kahden muun tunnistetun PSP:n tärkeyttä, sillä asiakaskohtaisella räätälöinnillä koukkulaitteen oston jälkeen saadaan laite vastaamaan paremmin



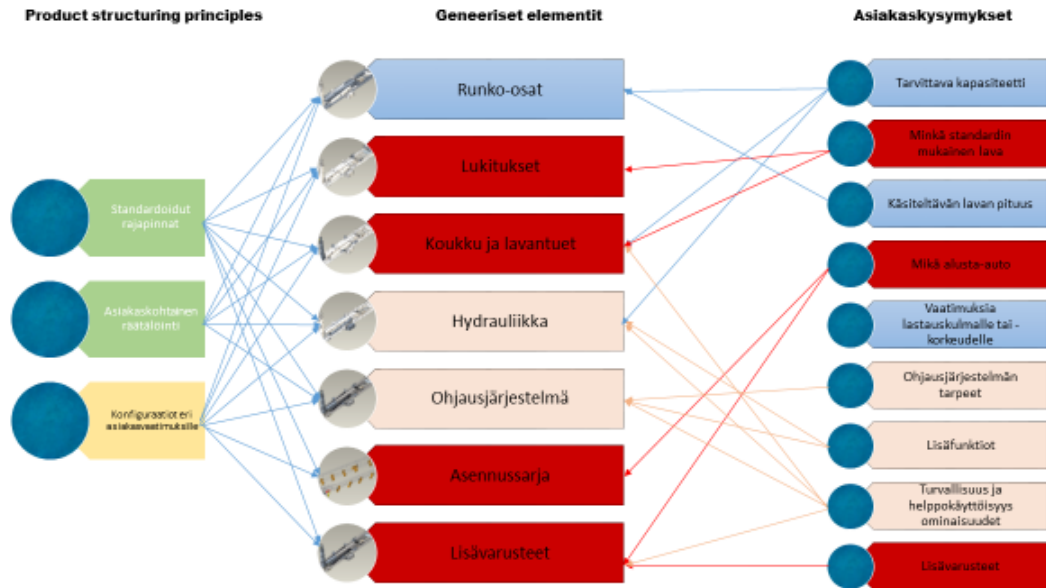
kyseisen asiakkaan tarpeita. Tämän taas mahdollistaa standardoidut rajapinnat, jotta jälkiasennettuja ratkaisuja on mahdollista tehdä helposti ja tehokkaasti.

Kappaleessa huomattiin, että monet muutosvaikutukset eivät ole suoria eivätkä välttämättä vaadi toimenpiteitä markkinoilla toimiakseen, mutta markkinatarjontaa vastataksseen tulee muutoksia tehdä niin asiakaskysymysten, kuin myös PSP:n suunnalta. Muutostarpeiden vaikutuksia product blueprinttiin ja niiden vaikutuksia kuhunkin generiseen elementtiin tutkitaan seuraavassa kappaleessa.

## **6.2 Muutosten vaikutukset Product Blueprinttiin**

Tutkittaessa muutosvaikutuksia product blueprinttiin, jaetaan muutokset PSP ja asiakaskysymysten osalta eri vaikutuksiksi, vaikka lopulta vaikutukset kohdistuvatkin samoihin generisiin elementteihin.

Asiakaskysymysten aiheuttamat muutostarpeet eri generisille elementeille on havainnollistettu kuvassa 43. Kuvaan on merkitty punaisella muutostarpeita, jotka vaativat kokonaan uuden ratkaisun luomista eurooppalaiselle koukkulaitteelle. Vaalean oranssilla ollaan kuvattu kysymyksiä ja elementtejä, joihin kohdistuu tarve rajoittaa olemassa olevaa tarjontaa vastataksseen Yhdysvaltojen markkinoiden tarjontaa. PSP -muutoksia ollaan havainnollistettu samassa kuvassa, mutta muutosten vaikutus ei ole yhtä ehdoton kuin asiakaskysymysten. Vihreällä ollaan kuvattu vahvistuvia PSP -periaatteita ja keltaisella kuvattu vähemmässä arvossa olevaa PSP:tä Yhdysvaltojen markkinoilla.

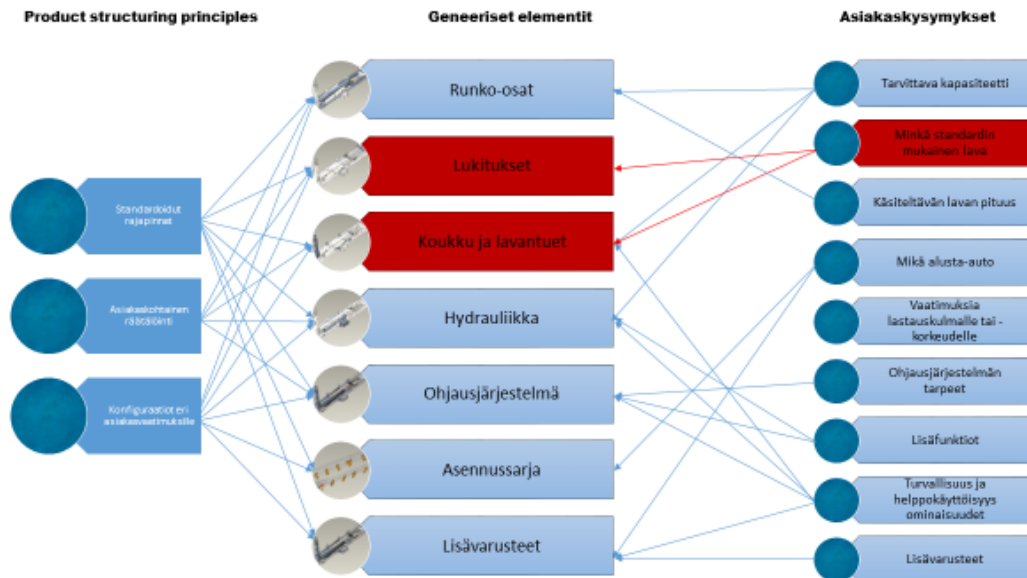


**Kuva 43.** Muutostarpeiden vaikutukset product blueprinttiin

Kuvasta 43 tulkitaan muutostarpeita, jotka kohdistuvat lähes jokaiseen geneeriseen elementtiin. Ainoastaan koukkulaitteen geneerinen elementti yksi, apurunko, takarunko, väilirunko sekä liukurunko, pysyy samanlaisena. Elementin osat ovatkin koko koukkulaitteen perusta, eikä koukkulaitteen toiminta muutu markkinan mukaan. Suurimmat muutokset kohdistuvat elementteihin kaksi sekä kolme. Koukkukorkeuksien eroavaisuudet aiheuttavat suuren muutostarpeen elementtiin kaksi. Erilaiset lukitusmekanismit Yhdysvaltojen markkinoilla kohdistavat muutostarpeita elementtiin kolme. Elementit neljä sekä viisi käsittävät hydrauliikan sekä ohjauspuolen, näihin kohdistuvat muutostarpeet ovat markkinoiden tarjontaa vastaavien systeemien tasolle tarjonnan laskemista. Muutokset eivät siis ole pakollisia markkinoilla pärjätäkseen. Elementissä kuusi muutoskohteena on asennussarja. Eri alusta-autojen luoma tarve uusille asennussarjoille on valmistajariippuvainen ja monella eurooppalaisella koukkulaitevalmistajalla todennäköisesti on jo olemassa sarja, joka vastaa Yhdysvaltojen markkinoiden tarpeisiin. Viimeisenä elementtinä seitsemän on tarve lisävarusteille, joita tarvitaan markkinoilla. Tarvittavia lisävarusteita on käyty läpi kappaleissa 4.6 ja 5.4.

Jos tutkitaan ainoastaan välttämättömiä muutoksia, joita eurooppalaisiin koukkulaitteisiin tulee tehdä, jotta Yhdysvaltalaisen valmistajan koukkulaitteiden vaihtolavojen käyttö onnistuisi, eivät muutosvaatimukset ole näin laajoja. Monet muutostarpeet pystytään kattamaan paikallisesti, kuten asennussarjojen valmistus päällerakennuksen yhteydessä tai lisävarusteiden hankkiminen paikallisilta kolmannen osapuolen myyjiltä. Myöskään

PSP:iden ei tarvitse muuttua markkinoille siirryttäessä, mutta tätä tulee pohtia päätöstä tehtäessä. Kuvassa 44 on esitetty product blueprintin välttämättömät muutostarpeet, jotka kohdistuvat koukkurunkoihin sekä lukituksiin.



**Kuva 44.** Välttämättömät muutostarpeet Yhdysvaltojen markkinoille ja vaikutukset product blueprinttiin.

Kuvasta 44 nähdään, että jo muutamien geneeristen elementtien välttämättömillä muutoksilla voidaan eurooppalainen koukkulaite muokata toimimaan Yhdysvaltojen markkinoilla käytettyjen lavojen kanssa. Vaikka muutokset kohdistuvat ainoastaan elementteihin kaksi ja kolme, voivat muutosvaikutukset kohdistua lukuisiin moduuleihin, riippuen laitteen moduulirakenteesta. Jatkotutkimuksena tulisikin jatkaa elementtimallin rakentamista syvemmälle koukkulaitteen rakenteeseen moduuli- ja osakomponentti tasolle, jotta saadaan selville moduulikohtaiset muutosvaikutukset sekä osien ja moduuleiden väliset syy- seuraussuhteita. Näin voidaan varmistua, että moduuli- tai osatasoilla ei synny uusia muutosvaatimuksia tai ristiriitaisuuksia konfigurointisääntöjen osalta.

## 7. YHTEENVETO

### 7.1 Havainnot ja päätelmät

Yhdysvaltojen markkinoilla huomattiin hyvin suuria yhtäläisyyksiä Euroopassa myytävien koukkulaitteiden kanssa, vaikka koukkulaitevalmistajat ovatkin pääasiassa paikallisia. Perustoiminnaltaan Yhdysvaltalaiset koukkulaitteet toimivat samoin kuin eurooppalaiset ja suurimmat erot havaittiin asiakasrajapinnassa sekä koukkulaitteiden mitoituksissa.

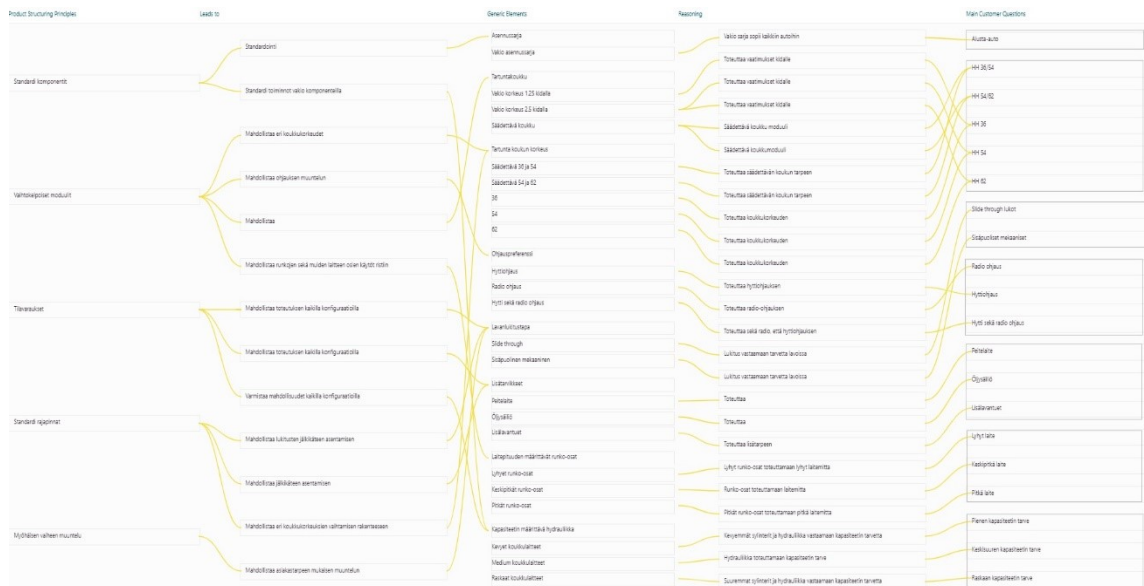
Suurimmiksi eroiksi markkinoiden välillä havaittiin eri odotukset koukkulaitteiden ominaisuuksien osalta sekä ostoprosessin eroavaisuus. Koukkulaitteissa eroja olivat pääasiassa vaihtolavojen mitoituksien eroavaisuuksista johtuvat erot koukkulaitteen koukkukorkeuksissa, koukun muodoissa sekä lukitusten rakenteissa. Tutkimuksessa erot jaettiin kahteen eri vakavuus tasoon, välttämättömiin sekä markkinoille sopeuttaviin muutoksiin. Välttämättöminä muutoksina pidetään muutoksia, jotka tulee tehdä, jotta Yhdysvalloissa olevia vaihtolavoja voidaan edes käyttää koukkulaitteella. Sopeuttavia muutoksia olivat muutokset, jotka muokkaavat koukkulaitetta paremmin vastaamaan markkinoiden kysyntää tai jotka tekevät niistä Yhdysvaltojen markkinoilla myytäviä koukkulaitteita paremmin vastaavia. Taulukossa 4 esitetään tutkimuksessa havaittuja muutoksia koukkulaitteen rakenteelle ja ne on luokiteltu välttämättömiin tai sopeuttaviin muutoksiin kappaletta 6.2 mukaillen.

Taulukko 4. *Muutokset koukkulaitteen rakenteeseen sekä niiden vakavuus*

<b>Koukkulaitteen osa</b>	<b>Muutostarve</b>
Koukkukorkeus	Välttämätön
Koukun muoto	Välttämätön
Hydrauliikka	Sopeuttava
Ohjaus	Sopeuttava
Lukitukset	Välttämätön
Lisävarusteet	Sopeuttava
Asennussarjat	Sopeuttava

Taulukosta 4 voidaan tunnistaa geneeristen elementtien 2 sekä 3 osat, jotka tunnistettiin kappaleessa 6.2 kohteiksi välttämättömille muutoksille.

Kappaleessa kolme luotu koukkulaitteiden product blueprint yleistää kaikkien koukkulaitteiden jaon. Yhdysvaltojen markkinoita tutkittaessa voidaan tutkimuksen tulosten pohjalta, sekä kappaleen kolme prosessin avulla luoda markkinalle ominainen product blueprint, jolla voidaan paremmin ohjata suunnittelun toimeksiantoja ja rajata vaikutuksia. Alla olevassa kuvassa 45 ollaan esitetty Yhdysvaltojen markkinoille sopeutettu koukkulaitteen product blueprint. Blueprintin laajuuden vuoksi kuva löytyy myös työn liitteenä.



**Kuva 45.** Koukkulaitteen product blueprint Yhdysvaltojen markkinoille.

Kuvasta 45 voidaan kohdistaa suunnittelun toimeksinnot paremmin kuin kappaleen kolme product blueprintin. Yhdysvaltojen markkinoiden product blueprintin avulla taulukon neljä muutostarpeet voidaan kohdistaa ainoastaan tarvituille koukkulaitteen osille. Seuraavaksi esitellään välttämättömien muutostarpeiden rajaukset blueprintin osien mukaan.

Koukkukorkeuden muutokset kohdistuvat ainoastaan koukkukorkeuden määrittelyyn osiin ja product blueprintissä havainnollistetaan mitkä asiakasvaatimukset vaikuttavat kyseiseen elementtiin. Koukkukorkeuselementti määrittelee koko koukkukorkeuden eli koukkurungon sekä liikutason mitat jotka ovat ainoastaan sidottuna yhteen asiakaskysymykseen. Kuvassa 46 on esitetty koukkukorkeuksien osalta määrävät PSP:t sekä asiakaskysymykset. Kuva löytyy myös liitteenä.



**Kuva 46.** Tartuntakoukun korkeuden PSP:t sekä asiakaskysymykset

Koukun muoto on rajattu kolmeksi vaihtokelpoiseksi moduuliksi yhteen geneeriseen elementtiin, jonka määrittää yksi MCQ asiakkaan koukkukorkeusvaatimuksen mukaan. Kuten kappaleessa neljä todettiin, jos koukkukorkeudeksi on valittu 36", tulee koukun pystyä käsittelemään 1.25" tartuntakaarta ja jos koukkukorkeus on 54" tai 62", tulee koukulla pystyä käsittelemään 2,5" kaari. Tällä elementtien standardoinnilla ja variaatioiden eliminomisella voidaan rajata suunnittelukokonaisuus paremmin koskemaan haluttua muutostkohdetta. Kuvassa 47 on esitetty koukun suhteet product blueprintissä, kuva myös liitteenä.



**Kuva 47.** Koukun PSP:t sekä asiakaskysymykset

Kolmantena välttämättömänä muutostkohteena olevat lukitukset on myös saatu kohdistettua ainoastaan yhteen asiakaskysymykseen, sekä määritettyä mitkä PSP:t ajavat elementin moduuleita. Alla olevassa kuvassa on esitetty lukuisat elementtiä ohjaavat PSP:t sekä asiakaskysymykset.



**Kuva 48.** Lukitusten PSP:t ja asiakaskysymykset

Esiteltyjen muutosvaatimuskohtaisten elementtijakojen mukaan voidaan helpommin tarjota tuotekehitykselle suunnittelutoimeksiantoja, joiden vaikutukset voidaan kohdistaa haluttuun osaan. Antamalla suunnittelutoimeksianto esimerkiksi koukun muotoa koskien ja rajaamalla sen vaikutukset koskemaan ainoastaan kysymyksessä olevaan geneeriseen elementtiin ja asiakaskysymykseen, voidaan varmistua, että epätoivottuja muutoksia tuotteen rakenteeseen ei synny.

Molemmat tutkimuksessa luodut product blueprintit soveltuvat muutosvaikutusten tutkimiseen, kun puhutaan koukkulaitteidentuoterakenteen osista. Tutkimuksen konseptia voidaan kuitenkin soveltaa kaikkiin modulaarisiin tuotteisiin tarkastellessa markkinavaatimusten muutosvaikutuksia eri tuoterakenteen osille. Esiteltyjä askeleita seuraten voidaan luoda mille tahansa modulaariselle tuotteelle vastaava elementtijako ja markkinatutkimuksen tuloksista voidaan johtaa markkinavaikutukset, kuten tässä tutkimuksessa on tehty. Menetelmä on siis yleistettävissä, eikä ole sidottu ainoastaan kyseisen tutkimuksen käyttöön. Käyttämällä menetelmää yritykset voivat ymmärtää paremmin muutosten syvällisempiä vaikutuksia tuoterakenteisiin ja tämän avulla paremmin suunnitella tuotteiden moduulijakoa sekä tuotekehitystä.

## **7.2 Tulosten luotettavuus ja yleistettävyys**

Uutta markkinaa tutkittaessa tulisi voida markkinoiden kehitystä ja luonnetta pystyä seuraamaan pitkän aikajakson ajan, jotta muutokset ja tulevaisuuden suunnat voidaan tunnistaa. Tutkimuksen resurssien sekä aikarajoitteiden vuoksi ei pitkäaikaista markkinatutkimusta voitu toteuttamaan, vaan tutkimuksen havainnot kuvastavat markkinoiden tilannetta tutkimuksen tekohetkellä. Yhdysvaltojen markkinat ovat myös hyvin laajat maantieteellisesti, joten markkinan sisäisiä eroja ei kyetty havainnoimaan tarkasti. Pidempijaksoisen markkinatutkimuksen avulla voitaisiin tutkimusta tarkentaa ja paremmin arvioida tulevia suuntia markkinoilla olevien koukkulaitteiden osalta. Pidempiaikaisen markkinatutkimuksen avulla pystyttäisiin myös markkinoiden luonnetta arvioimaan tarkemmin. Näin lyhyen tutkimuksen aikana yksilöiden ja mielipiteiden vaikutukset voimistuvat ja saattavat vääristää kuvaa markkinoista.

Koukkulaitteen product blueprint on muodostettu Euroopan markkinalla olevan koukkulaitteen tuoterakennetta tutkimalla ja on sovellettavissa useimpiin markkinoilla oleviin

koukkulaitteisiin. Tutkimuksessa esitellään elementteihin jakoperiaatteet ja sovellettaessa tutkimusta voidaan askeleiden avulla tehdä muutoksia elementtijakoihin tuoterakenteen tai liiketoimintaympäristön muutosten mukaan. Product blueprinttiä ja markkinavaatimusten vaikutuksia voidaan kuitenkin pitää luotettavina kyseiselle laitteelle ja se on muokattavissa tutkimuksen menetelmää käyttäen uusien vaikutteiden ilmaantuessa.

### **7.3 Tutkimustavoitteiden täytyminen ja uutuusarvo**

Tavoitteena tutkimuksella oli kartoittaa Yhdysvaltojen markkinoiden sekä markkinalla olevien koukkulaitteiden eroja Euroopan vastaaviin. Tutkimuksessa tavoitteena oli myös kartoittaa koukkulaitteen product blueprint, johon markkinavaatimusten muutoksia kohdistettiin. Tutkimuksen tavoitteet toteutettiin hyvin, vaikka Yhdysvaltojen markkinatutkimus tulisikin toteuttaa pidemmällä aikajaksolla.

Tutkimuskysymyksiin saatiin vastattua kiitettävästi, ottaen huomioon tutkimuksen resurssit sekä aika. Kysymyksiin vastaamalla pystyttiin luomaan tutkimuksessa käytetty prosessimalli, jolla voidaan tutkia systemaattisesti markkinavaatimusten vaikutuksia tuoterakenteeseen. Prosessimallia sovellettiin myös markkinakohtaiseen product blueprinttiin, jolloin voitiin todeta prosessin toimivuus vertailemalla alkuperäistä blueprinttiä sekä markkinakohtaista muokattua blueprinttiä.

Uutuusarvoa tutkimus tuo koukkulaitteen rakenteen tutkimisella brownfield -prosessia käyttäen sekä toteuttamalla koukkulaitteen product benchmark. Myös tutkimuksen tapa heijastaa markkinavaatimuksia product blueprintin kautta tuoterakenteeseen on vähänkäytetty menetelmä, ellei jopa täysin uusi lähestyminen ongelmaan. Uutuusarvoa lisää prosessin yleistettävyyys muihinkin modulaarisiin tuotteisiin eikä ole näin rajattu ainoastaan koukkulaitteiden tutkimiselle.

### **7.4 Jatkotutkimukset**

Tuotteen product blueprinttiä muodostaessa Pakkanen (2015) suosittelee Brownfield prosessissaan jakamaan geneeriset elementit moduulitasolle ja tutkimaan moduuleiden välisiä suhteita ja sääntöjä arkkitehtuuria luotaessa. Tässä tutkimuksessa kuitenkin keskityttiin löytämään markkinavaatimusten muutosvaikutukset geneerisellä elementti-



tasolla. Jatkotutkimuksena tulisikin jatkaa tuotteen product blueprinttiä moduuli- ja osatasolle, jotta voitaisiin löytää mahdolliset ristiriitaisuudet konfiguraatitiedossa. Jos tuotekehitystä lähdetään suunnittelemaan ainoastaan tutkimuksen geneerisellä elementti-tasolla tehtyyn vaikutusanalyysiin perustuen, tulee kaikki geneerisen elementin sisältämät moduulit tutkia muutosvaatimusten osalta.

Yhdysvaltojen markkinatutkimusta tulee voida jatkaa pidempiaikaisena tutkimuksena, jolloin pystytään paremmin arvioimaan markkinoiden tulevaisuutta ja kehityssuuntia. Pidempiaikaisella tutkimuksella voidaan paremmin arvioida myös markkinoiden luonnetta, jolloin suurempi otos pienentää yksittäisten mielipiteiden vaikutuksia.

Tutkimuksessa esitelty konsepti product blueprintin käytöstä markkinavaatimusten muutosvaikutusten arvioimiseen tuoterakenteen osiin olisi hyvä testata myös jollakin muulla modulaarisella tuotteella kuin koukkulaitteella. Tutkimalla myös muita tuotteita menetelmää käyttäen voidaan varmistua menetelmän toimivuudesta ja löytää mahdollisia puutteita työkalusta.

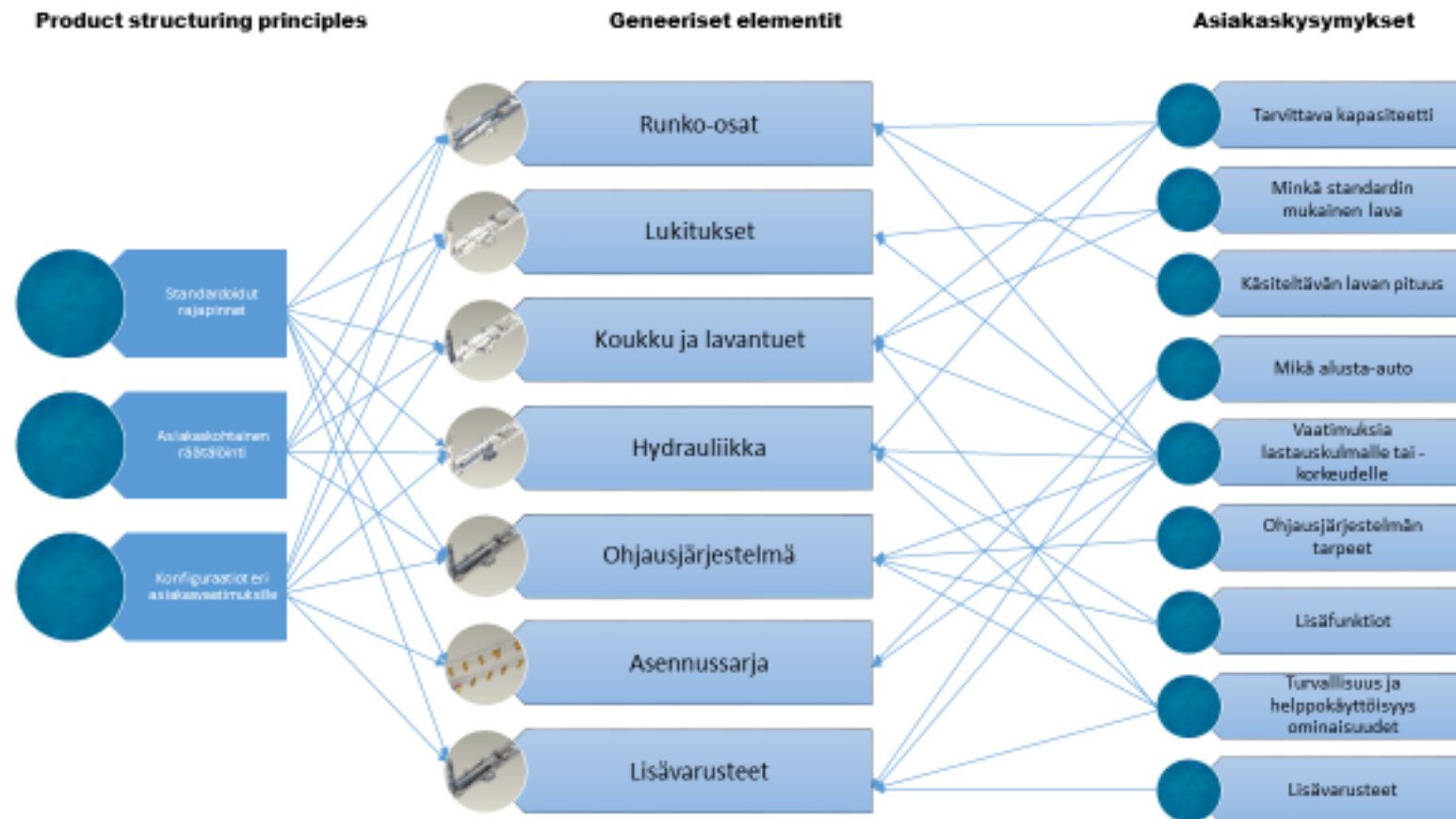
# LÄHTEET

1. AFNOR R17-108, Véhicules routiers- Berce interface pour bras hydraulique- Dimensions fonctionnelles et spécifications générales , 2001
2. Bongulielmi L., "Die Konfigurations- & Verträglichkeitsmatrix als Beitrag zur Darstellung Konfigurationsrelevanter Aspekte im Produktentstehungsprozess, Zentrum für Produktentwicklung, väitöskirja, Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zurich, Sve-itsi, 2003.
3. CHEM TS8, Basic demountable subframe – for large hook units (11 to 32 tonnes GVW), Issue 1, 2001
4. CHEM TS13, Basic demountable subframe – for small hook units (3 to 10 tonnes GVW), Issue 1, 1994
5. Christopher E. Bogan Michael J. English - Benchmarking for best practices, winning through innovative adaptation. 1994
6. DIN 30722-1, Teil 1, Abrollkipperfahrzeuge, Abrollbehälter - Abrollkipperfahrzeuge bis 26t, Abrollbehälter System 1570 aus Stahl, 2007
7. DIN 30722-2, Teil 2, Abrollkipperfahrzeuge, Abrollbehälter - Abrollkipperfahrzeuge bis 32t, Abrollbehälter System 1570 aus Stahl, 2007
8. DIN 30722-3, Teil 3, Abrollkipperfahrzeuge, Abrollbehälter - Abrollkipperfahrzeuge bis 10t, Abrollbehälter System 900 aus Stahl, 1993
9. Fixson, S.K. 2006, "A Roadmap for Product Architecture Costing", In: Simpson, T.W., Siddique, Z. & Jiao, R.J. (eds.), Product Platform and Product Family Design, Springer Science+Business Media, LLC, USA.
10. Furey, Timothy R. – Benchmarking: The key to developing competitive advantage in mature market

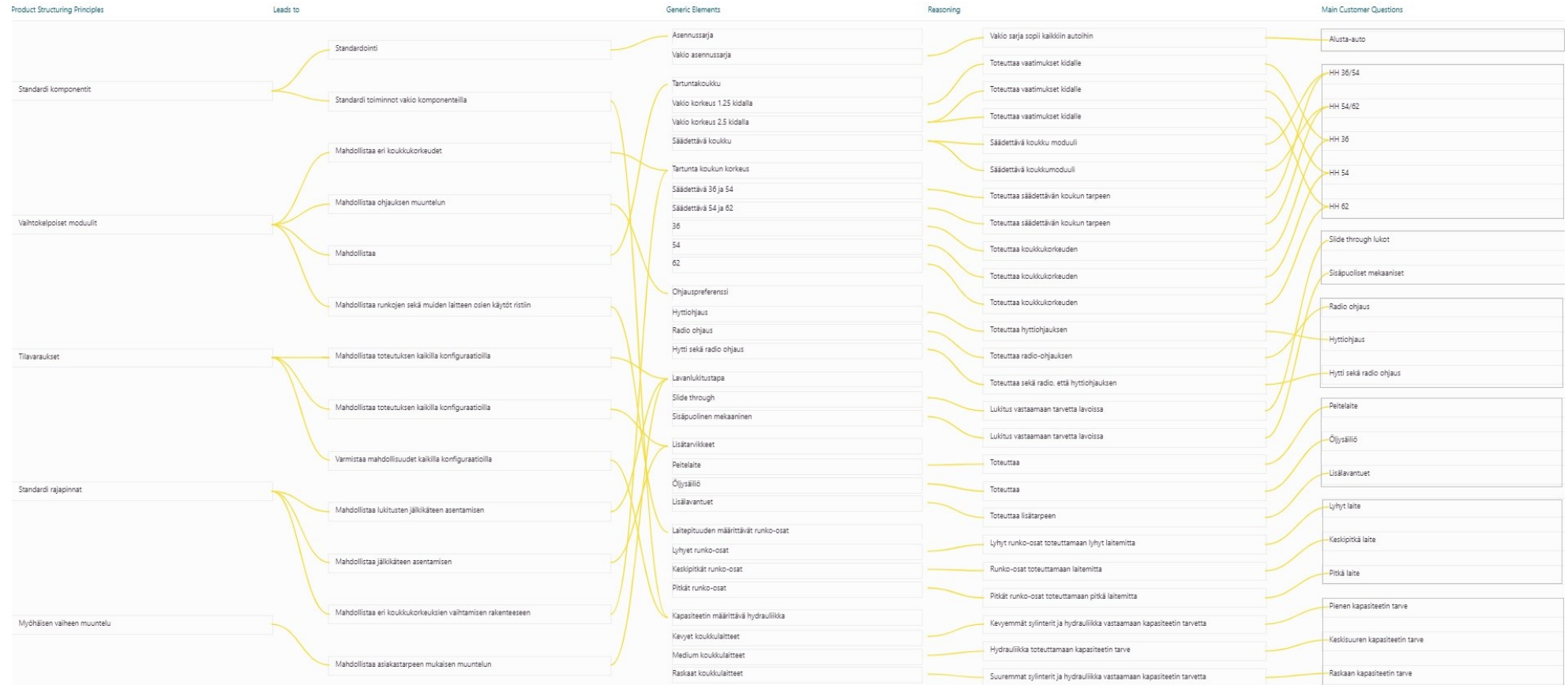
11. Harlou U., "Developing product families based on architecture – Contribution to a theory of product families", väitöskirja, Technical University of Denmark, Tanska, 2006.
12. Juuti T., "Design Management of Products with Variability and Commonality" väitöskirja, Tampereen teknillinen yliopisto, 2008.
13. Lehtonen, T. 2007, "*Designing Modular Product Architecture in the New Product Development*", Dissertation, Publication 713, Tampere University of Technology, Tampere, 220 p.
14. Lehtonen, T. et al., 2011. A Brownfield process for developing of product families. Technical University of Denmark.
15. Lehtonen T. ja Juuti T., "MEI-46200, Tuotekehitys ja tuoteperheet", kurssin kalvot, Tampereen teknillinen yliopisto, 2018.
16. Pahl G. ja Beitz W., "Konstruktionslehre, Handbuch für Studium in Praxis", Springer, Berliini, 1986/1990.
17. Pakkanen, J. (2015). Brownfield Process: A Method for the Rationalisation of Existing Product Variety towards a Modular Product Family. (Tampere University of Technology. Publication; Vol. 1299). Tampere University of Technology.
18. Pakkanen, J., Juuti, T., & Lehtonen, T. (2016). Brownfield Process: A method for modular product family development aiming for product configuration
19. Puls, C., Bongulielmi, L., Henseler, P. & Meier, M., 2002. Management of Different Types of Configuration Knowledge With the K- & V-Matrix and Wiki. Dubrovnik: International Design Conference -DESIGN 2002.
20. Robbins Stephen P., Decenzo David A., Coulter Mary, Fundamentals of Management, 2013, 8. painos, Pearson, s. 460, ISBN 978-0-13-262053-6

21. Robert C. Camp – Benchmarking The search for industry best practices that lead to superior performance, 1989
22. SFS 4417, Ajoneuvot. Maahanlaskettavat vaihtokorit. Mitat, 1989
23. SS 3021, Vägfordon – Rullflaksramar – Mått, 2014
24. Stapenhurst Tim, 2009, The Benchmarking Book: A how-to-guide to best practice for managers and practioners, Elsevier, s. 429, ISBN 978-0-7506-8905-2
25. Steward D.V., "The Design Structure System: A Method for Managing the Design of Complex Systems, IEEE Transaction on engineering management, vol EM-28, no. 3, 1981.
26. Yrityksen sisäiset tietokannat, 2019

## LIITE A: PRODUCT BLUEPRINT



# LIITE C: ELEMENTTIKOHTAISET PSP JA ASIAKASKYSYMSYMS SUHTEET



## LIITE C: ELEMENTTIKOHTAISET PSP JA ASIAKASKYSYMYKSET

### Koukun PSP:t sekä asiakaskysymykset



### Tartuntakoukun korkeus PSP:t sekä asiakaskysymykset



### Lavanlukitusten PSP:t sekä asiakaskysymykset

