

Antti Rautakorpi

MOOTTORIPERHEEN KONFIGUROITAVA RAKENNE

Teknisten tieteiden tiedekunta
Diplomityö
Maaliskuu 2019

TIIVISTELMÄ

Antti Rautakorpi: Moottoriperheen konfiguroitava rakenne
Diplomityö
Tampereen yliopisto
Konetekniikan diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma
Maaliskuu 2019

Moduloinnin ja konfiguroinnin merkitys massaräätälöidyn tuotteen suunnittelussa on noussut esille nykyajan yritysten toimintatavoissa. Asiakasvarioituvia tuotteita toimittavat yritykset tarvitsevat oikeanlaiset työkalut konfiguroitavan tuoteperheen tueksi sekä myynti- ja suunnittelutoimintojen tehostamiseksi. Tässä diplomityössä tutustutaan konfiguroitavan tuoterakenteen suunnitteluun sekä tuoteperheeseen liittyvien komponenttien luokitteluun PDM-järjestelmässä. Työn teoriaosuus pohjautuu tuotetiedon- ja tuoterakenteiden hallinnan sekä konfiguroitavan tuoterakenteen suunnittelun osioihin, joiden avulla varsinainen työosuus on toteutettu.

Nykyisen moottoriperheen ongelmana on erilaisten rakennevariaatioiden määrän hallitsematon kasvaminen, jolloin uusia osarakenteita avataan yksittäisten suunnittelijoiden toimesta liikaa. Tämä johtuu siitä, että nykyisille moottoriluetteloille ei ole sovittu selkeää jakologiikkaa, millaisista osarakenteista moottoriluettelot tulisi suunnitella. Lisäksi nykyisillä osarakenteilla ei ole käytössä selkeää luokittelua PDM-järjestelmässä, jonka seurauksena yksittäiset suunnittelijat eivät tiedä, millaisia osarakenteita muiden suunnittelijoiden projekteissa on käytössä. Epätietoisuus lisää järjestelmän ylläpitotyötä, koska uusia osarakenteita on helppo avata järjestelmään tietämättä jo olemassa olevista vaihtoehdoista.

Työssä tutkitaan onko uusi tuoteperhe konfiguroitavissa sekä millaisia rakenteellisia muutoksia uudelta tuoteperheeltä vaaditaan. Lisäksi työssä selvitetään onko uuden tuoterakenteen pohjalta mahdollista rakentaa konfiguraattori, joka tehostaisi myyntiorganisaation toimintaa. Konfiguraattori helpottaisi suunnittelun rutiininomaisia työvaiheita automatisoimalla osan uusista tuoterakenteiden suunnitteluprosesseista. Työssä esitetään mitä hyötyjä uusi moottoriperheen tuoterakenne mahdollistaa, kun koko tuoteperheen rakenne on luokiteltu työssä esitetyn jakologiikan mukaan erilaisiin toiminnallisiin ryhmiin. Työssä havainnollistetaan uusi tuoteperheen rakenne top-down-kuvauksella, jossa tuoteperheen päätasolla on nähtävissä kaikki tuoteperheeseen sisältyvät komponentit. Tämä helpottaa projektijohdon sekä suunnitteluorganisaation päivittäistä työskentelyä sekä vapauttaa resursseja yrityksen tuotekehitykseen.

Avainsanat: Modulointi, konfigurointi, tuotetiedonhallinta, luokittelu

ABSTRACT

Antti Rautakorpi: Configurable structure of the engine family
Master of Science Thesis
Tampere University
Master's Degree Programme in Mechanical Engineering
March 2019

The importance of modularization and configuration in the design of mass customized products has emerged in today's business practices. The Companies that deliver customized products need the right tools to support a configurable product family, as well as to improve sales and design. This thesis presents the design of a configurable product structure and the classification of components related to the product family in a PDM system. The theoretical part of the thesis is based on the chapters of product information and product structure management and also the design of a configurable product structure, through which the actual work part is implemented.

Nowadays the problem with the current engine family is the uncontrolled increase in the number of different structural variations. In that case, too much new different structural variations are opened by individual designers. This is due to the lack of a clear division in partitioning logic and employees do not know which kind of part structures they should design for the engines. In addition, the existing structures does not have a clear classification in the PDM system, as a result of which individual designers don't know what kind of structures are used by other designers. Uncertainty increases system maintenance work, as it is easy to open new structures into the system without knowing the existing options.

It is examined whether a new product family can be configured and what kind of structural changes are required from the new product family. In addition, it is investigated if it is possible to build a configurator based on the new product structure, which would enhance the efficiency of the sales organization. The configurator can facilitate the design organization routine work by automating part of the design process for the new product structures. The kind of benefits the new engine family structure products are outlined, when the structure of the entire product family is classified into different functional groups according to the partitioning logic. The new product family structure is illustrated with top-down description, where all the product family components can be seen at the main level of a product family. This facilitates a day-to-day work of the project management and the design organization, as well as releases resources for the company's product development.

Keywords: Modularization, configuration, product data management, classification

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on toteutettu AGCO Powerin tuotekehitysosastolle keväällä 2019. Työn pohjatiетona on käytetty pääosin Tampereen teknillisen yliopiston konetekniikan koulutusohjelman koneensuunnittelun ja tuotekehityksen pääaineopintoja. Haluan kiittää esimiestäni Pekka Roivasta diplomityön toimeksiannosta ja mahdollisuudesta työskennellä mielenkiintoisen aiheen parissa.

Lisäksi haluan osoittaa kiitokseni koko AGCO Powerin tuotekehitystiimille hyvistä neuvoista ja työhön liittyvästä tukemisesta läpi prosessin. Erityisesti haluan kiittää järjestelmäinsinöörejä Petri Kivelää sekä Jouni Marttilaa, joka toimi myös työn ohjaajana AGCO Powerin puolesta. Kiitokset kuuluvat myös yliopistonlehtori Antti Pulkkiselle sekä tutkijatohtori Jarkko Pakkaselle työn tarkastamisesta ja ohjaamisesta.

Suuret kiitokset kuuluvat myös puolisololleni Serenalle, perheelleni sekä ystäväilleni opintoihin liittyvästä tukemisesta sekä kannustamisesta lähteä jatko-opiskelemaan Tampereelle maisteritutkintoa. Ilman erillistä kannustamista, ei tähän mahdollisuuteen olisi tullut tartuttua.

Tampereella, 19.3.2019

Antti Rautakorpi

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO.....	1
2.	YRITYSESITTELY	3
	2.1.1 Platform-rakentaminen.....	4
3.	TUOTETIEDON JA TUOTERAKENTEIDEN HALLINTA.....	7
	3.1 Peruskäsitteitä.....	7
	3.1.1 Nimikkeet	7
	3.1.2 Attribuutit	8
	3.1.3 Parametrit.....	8
	3.1.4 Variantit	9
	3.2 Tuotekonfigurointi.....	10
	3.2.1 Myyntikonfiguraattori.....	11
	3.2.2 Tuoterakennekonfiguraattori	12
	3.3 Konfiguroinnin teoriaa	13
	3.3.1 Sääntöihin perustuva päättely	13
	3.3.2 Tapauksiin perustuva päättely	14
	3.3.3 Malliin perustuva päättely	14
	3.3.4 Konfiguraattoreiden kehitysstrategiat	15
	3.4 Konfigurointimenetelmiä	15
	3.4.1 Parametripohjainen konfigurointi	16
	3.4.2 Rajoitepohjainen konfigurointi.....	17
	3.5 Konfigurointimallien ylläpito	17
4.	KONFIGUROITAVAN TUOTEPERHEEN SUUNNITTELU	18
	4.1 Modulaarisen arkkitehtuurin tyypit	18
	4.2 Tuotteen modulointi.....	19
	4.3 Brownfield-prosessi.....	23
5.	TUTKIMUSMENETELMÄT	32
	5.1 Aineiston koko ja rajaus	32
	5.1.1 Aineiston hankinta.....	32
	5.2 Päästöluokkiin perustuva tutkimus.....	33
	5.3 Moottoreiden käyttökohteisiin perustuva tutkimus	35
	5.3.1 Traktorit.....	35
	5.3.2 Leikkuupuimurit.....	36
	5.3.3 Metsäkoneet.....	37
	5.3.4 Muut tuotteet.....	38
	5.4 Moottorivolyymeihin perustuva tutkimus.....	39
6.	SOVELTAVA OSUUS: KONFIGUROITAVA TUOTERAKENNE.....	42
	6.1 Nykytilanne	42
	6.1.1 Ongelman kuvaus	45
	6.1.2 Konfiguraattorin käyttötärpeet	47

6.2	Uuden tuoterakenteen suunnittelu	47
6.2.1	Big Bore 84 -tuoteperheen rakennesuunnittelu	49
6.3	Komponenttien jako Main-Group-rakennetasoihin	52
6.3.1	Main-Group 01 – Moottoriahio	53
6.3.2	Main-Group 02 – Liityntäkomponentit	54
6.3.3	Main-Group 03 – Imu- ja pakojärjestelmä	55
6.3.4	Main-Group 04 – Jäähdytys- ja voitelujärjestelmä	56
6.3.5	Main-Group 05 – Hihnalinja installaatio.....	57
6.3.6	Main-Group 06 – Polttoainejärjestelmä	58
6.3.7	Main-Group 07 – Sähköjärjestelmä	59
6.4	Osittain konfiguroitavan tuoterakenteen luokittelu	60
6.4.1	Tuoterakenteen vakioelementit	61
6.4.2	Tuoterakenteen konfiguroitavat elementit	62
6.4.3	Tuoterakenteen uniikit elementit	63
7.	YHTEENVETO.....	64
	LÄHTEET	66

LIITE A: TUOTERAKENTEEN SYÖTTÖEXCEL 1/2

LIITE B: TUOTERAKENTEEN SYÖTTÖEXCEL 2/2

LIITE C: TUOTEPERHEEN KONFIGUROINTITIETO K-MATRIISISSA,
MAIN_GROUP 01

LIITE D: TUOTEPERHEEN KONFIGUROINTITIETO K-MATRIISISSA,
MAIN_GROUP 02

LIITE E: TUOTEPERHEEN KONFIGUROINTITIETO K-MATRIISISSA,
MAIN_GROUP 03

LIITE F: TUOTEPERHEEN KONFIGUROINTITIETO K-MATRIISISSA,
MAIN_GROUP 04

LIITE G: TUOTEPERHEEN KONFIGUROINTITIETO K-MATRIISISSA,
MAIN_GROUP 05

LIITE H: TUOTEPERHEEN KONFIGUROINTITIETO K-MATRIISISSA,
MAIN_GROUP 06

LIITE I: TUOTEPERHEEN KONFIGUROINTITIETO K-MATRIISISSA,
MAIN_GROUP 07

KUVALUETTELO

KUVA 1. AGCO KONSERNIN PLATFORM-STRATEGIAMALLI (AGCO CORPORATION OVERVIEW Q2 / 2018).....	5
KUVA 2. TUOTEPERHE-ALUSTAN PERUSTANA OLEVAN TUOTEALUSTAN SYMBOLINEN ESITYS (HARLOU 2006).....	6
KUVA 3. VARIANTIT PIIRUSTUKSESSA (MARTIO 2015).....	9
KUVA 4. PROJEKTITUOTTEIDEN, MASSATUOTTEIDEN JA KONFIGUROITAVIEN TUOTTEIDEN SUHTEET HINNAN JA MUUNNELTAVUUDEN MUKAAN (PELTONEN, MARTIO, SULONEN 2002).....	11
KUVA 5. KOLME MODULAARISEN ARKITEHTUURIN TYYPIÄ (ULRICH & EPPINGER 2012).....	18
KUVA 6. MODULAARISUUDEN TYYPIT JOSEPH PINEN MUKAAN. MUKANA SEKOITUSMODULAARISUUS (MIX MODULARITY)..	21
KUVA 7. ELINKAARIPERUSTEISEN MODULAARISUUDEN TYYPIT (LEHTONEN 2007).....	22
KUVA 8. BROWNFIELD-PROSESSIN VIISI AVAINSUUNNITTELUN ELEMENTTIÄ, PERUSTUU LÄHTEESEEN (PAKKANEN 2015).....	23
KUVA 9. BROWNFIELD-PROSESSIN AIKANA TAPAHTUVAT TOIMINNOT JA YHTEYDET PROSESSIN SUUNNITTELELEMENTTEIHIN (PAKKANEN 2015).....	25
KUVA 10. ALUSTAVA TUOTEPERHEEN KUVAUS, JOSSA LINKITYKSET ON TEHTY ERI KONSEPTIEN VÄLILLÄ (PAKKANEN 2015)..	27
KUVA 11. TUOTERAKENTEEN LUOKITTELU GENEERISTEN ELEMENTTIEN MUKAAN (JUUTI 2008).....	27
KUVA 12. ESIMERKKI MUOKATUSTA K-MATRIISISTA, MUKAILTU LÄHTEESTÄ (BONGULIELMI 2003).	28
KUVA 13. MODULAARISEN TUOTEPERHEEN TÄYDELLINEN KONFIGUROINTITIEDO. VAIHEESSA KUUSI ESITETTYYN MATRIISIIN ON LISÄTTY GENEERISTEN ELEMENTTIEN SISÄLTÖ JA TYYPI (PAKKANEN 2015).....	30
KUVA 14. PRODUCT STRUCTURING BLUE PRINT (PSBP) MODUULIRAKENTEIDEN ESITTÄMISEKSI (LEHTONEN, PAKKANEN, JÄRVENPÄÄ, LANZ, TUOKKO 2011).	31
KUVA 15. AGCO:N NÄKEMYS MAAILMANLAAJUISISTA PÄÄSTÖASETUKSISTA VUOSINA 2018–2022.....	35
KUVA 16. VALTRA T-SARJA.....	36
KUVA 17. MASSEY FERGUSON IDEAL 7.....	37
KUVA 18. KOMATSU 931XC.....	38
KUVA 19. SOKERIRUOKOPUIMURI VALTRA BE1035E.....	39
KUVA 20. MOOTTORIVOLYYMIT ERI KOKOLUOKKIEN MUKAAN VUONNA 2012.....	41
KUVA 21. ESIMERKKI 4-SYLINTERISEN MOOTTORIN KOOSTEEN SISÄLTÄMISTÄ KOMPONENTEISTA.....	43
KUVA 22. NYKYISEN MOOTTORIPERHEEN PERUSRAKENNE	44
KUVA 23. ESIMERKKI ERÄÄN 6-SYLINTERISEN MOOTTORIN RAKENTEESTA.....	45
KUVA 24. KOOSTERAKENTEET ILMAN JAKOLOGIIKKA.....	46
KUVA 25. ÄLYKÄS NUMEROINTIMENETELMÄ.....	48
KUVA 26. BIG BORE 84 -TUOTEPERHEEN NIMEÄMISLOGIIKKA.....	50
KUVA 27. BIG BORE 84 -TUOTEPERHEEN MAKSIRAKENNE.....	51
KUVA 28. TUOTEPERHEEN KÄYTÖSSÄ OLEVIEN OSIEN STANDARDISOINTI.....	52
KUVA 29. MAIN-GROUP 01, MOOTTORIAIHIO.....	53
KUVA 30. MAIN GROUP 02, LIITYNTÄKOMPONENTIT.....	54
KUVA 31. MAIN GROUP 03, IMU- JA PAKOJÄRJESTELMÄ.....	55
KUVA 32. MAIN GROUP 04, JÄÄHDYTY- JA VOITELUJÄRJESTELMÄ.....	56
KUVA 33. MAIN GROUP 05, HIHNALINJA INSTALLAATIO.....	58
KUVA 34. MAIN GROUP 06, POLTTOAINEJÄRJESTELMÄ.....	59
KUVA 35. MAIN GROUP 07, SÄHKÖJÄRJESTELMÄ.....	60
KUVA 36. BIG BORE 84 OSITTAIN KONFIGUROITAVA TUOTERAKENNE.....	61
KUVA 37. TUOTERAKENTEEN VAKIORATKAISUT.....	61
KUVA 38. TUOTERAKENTEEN KONFIGUROITAVAT RATKAISUT.....	62
KUVA 39. TUOTERAKENTEEN UNIKIT RATKAISUT.....	63

LYHENTEET JA MERKINNÄT

BOM	Bill Of Materials, tuotteen osaluettelo
CAD	Computer aided design, tietokoneavusteinen suunnittelu
ERP	Enterprise resource planning, toiminnanohjausjärjestelmä yrityksen toiminnan ja resurssien suunnitteluun ja hallintaan
Konfiguraattori	Järjestelmä, joka tukee valintapohjaista tuotemuuntelua
Konfigurointi	Valintapohjainen tuotemuuntelu
Kooste	Nykyisin yrityksen käytössä oleva VC-Group rakenne, joiden avulla varsinainen moottorirakenne on mahdollista toteuttaa
Modulointi	Työkalu asiakaskohtaisten tuotteiden luomiseen ja yrityksen toiminnan tehostamiseen
Moduuli	Itsenäinen yksikkö, josta voidaan koota erilaisia variaatioita
PDM	Product data management, tuotetiedon hallinta
Platform	Tuotealusta, joka sisältää joukon rajapintoja ja komponentteja
Standardi	Organisaation esittämä määritelmä, miten jokin asia tulisi tehdä
Standardisointi	Yhteinen menettelytapa toistuvaan toimintaan
TDM	”Technical data management” - Master datan, tuoterakenteiden ja muutoksenhallinta toiminnanohjausjärjestelmässä
Tuoteperhe	Ryhmä samankaltaisia tuotteita, joilla on käytössä yhteinen tuotealusta
VC-Group	VariantConfiguration-Group - Konfiguroitava osajoukko
Windchill	PDM-tuotetiedon hallintajärjestelmä

1. JOHDANTO

Nykyaikana moduloinnin ja konfiguroinnin merkitys massaräätälöidyn tuotteen suunnittelussa on noussut esille, kun puhutaan työn tehokkuudesta ja tuotteiden kustannusajattelusta. Tuotteiden myyntitilaisuuksissa olisi tärkeää olla selvillä, mitä eri vaihtoehtoja myytävään tuotteeseen on saatavilla ja millaisia tuotteita asiakkaat haluavat ostaa. Tieto tuoteperheeseen liittyvistä komponenteista tulisi olla saatavilla yhdessä paikassa, jota voidaan hyödyntää myyntiorganisaatiossa, projektin ohjauksessa, tuotesuunnittelussa sekä jälkimarkkinoinnissa. Parhaiten kaikkia palveleva sovellus on tuoteperheen konfiguraattori, jolla voidaan luoda erilaisia asiakasräätälöityjä ratkaisuja nopeasti ja vaivattomasti. Tämä vaatii kuitenkin käyttöönsä modulaarisen ja konfiguroitavan tuoterakenteen, järjestelmän ylläpitoa sekä pelisääntöjä projektinjohdon ja tuotesuunnittelun välillä.

Diplomityö on toteutettu AGCO Power Oy:n tuotekehitysosastolle osaksi tuoteperheen konfigurointitutkimusta. Varsinaisen työn alussa kartoitetaan lähtötilanne tuoteperheen konfiguroinnille ja tarkastellaan olemassa olevien tuoterakenteiden koostumuksia. Lähtötietojen pohjalta rakennetaan tuoterakenne kokonaan uudestaan Windchill PDM-järjestelmään sekä luokitellaan tuoteperhe seitsemään eri osa-alueeseen moottorin toiminnollisin perustein. Tällöin tavoitteena on minimoida VC-Group-rakenteiden ylläpitotyö sekä jakaa rakenteet paremmin hallittaviin kokoluokkiin. Samalla luokittelun avulla pyritään kokoamaan kaikki tuoteperheeseen liittyvä konfigurointitieto samaan paikkaan, jolloin tieto on löydettävissä ja saatavilla yrityksen eri organisaatioissa. Konfigurointitiedon pohjalta tuoterakenne jaetaan vakioelementteihin, konfiguroitaviin elementteihin ja uniikkeihin elementteihin, joiden avulla luodaan tuoterakenteen konfigurointisäännöt mahdollista konfiguraattoria varten.

Diplomityön tarkoituksena on perehtyä tutkimusongelmaan ja pyrkiä kehittämään työssä rajattua osa-aluetta erilaisten innovatiivisten ratkaisujen avulla. Työssä etsitään vastauksia aloituspalaverissa sovittuihin lähtötietoihin: *Onko uusi tuoteperhe konfiguroitavissa ja millaisia rakenteellisia muutoksia konfiguroitavalta tuoterakenteelta vaaditaan?* Lisäksi työssä on tunnistettava asiakasvaatimukset, joiden mukaan erilaisia moottorikokoonpanoja on tarkoitus valmistaa. Myyntiluvut täytyy ottaa mukaan konfiguroinnin reunaehtoihin, jolloin suurin osa asiakasvaatimuksista pystytään toteuttamaan.

Johdannon lisäksi työn teoriaosuus koostuu toisessa kappaleessa esitettävästä yritysesittelystä sekä platform-rakentamisen teoriasta. Työn kolmannessa luvussa käsitellään tuotetiedon- ja tuoterakenteiden hallinnan peruskäsitteistöä sekä esitetään konfigurointiin perustuvaa teoriaa. Neljännessä luvussa esitetään konfiguroitavan tuoterakenteen suun-

nitteluun perustuvaa teoriaa modulaarisen arkkitehtuurin ja tuotemoduloinnin pohjalta sekä esitetään lyhykäisyydessään Brownfield-prosessin päävaiheet, joka on suunniteltu yksinomaan modulaarisen ja konfiguroitavan tuoterakenteen kehittämistä varten. Viides kappale sisältää tutkimusmenetelmät osion, jossa esitetään tutkimukset moottoreiden päästötasosta sekä eri käyttökohteista. Lisäksi omana kokonaisuutena esitetään moottorivolyymeihin perustuva tutkimus vuosilta 2007 – 2018, jossa tutkitaan volyymitietoon perustuen yksittäisten nimikkeiden ja moottorien kokoluokkien vuosittaista kehitystä. Kuudes kappale sisältää työn soveltavan osuuden tuoteperheen konfiguroitavasta rakenteesta, jossa vastataan työssä käsitelyyn tutkimusongelmaan. Seitsemäs kappale sisältää yhteenvedon ja johtopäätöksen työn etenemisestä.

2. YRITYSESITELY

AGCO Power on Nokian Linnavuorella toimiva moottoritehdas. Aiemmin Sisu Dieselinä toiminut, nykyinen AGCO Power, on maailman kolmanneksi suurin maatalousmoottoreiden valmistaja, jonka tuotteita myydään yli 140 maassa ympäri maailmaa. AGCO Power tuottaa pääosin työkäyttöön tarkoitettuja dieselmoottoreita, joiden vuotuinen kapasiteetti Linnavuoren tehtaalla on 38 000. Tehtaan muita tuotteita ovat muun muassa hammaspyörät, akselit sekä vaihteistot. Lisäksi yritys valmistaa moottoreita voimantuotantoon muun muassa dieselgeneraattoreina sekä dieselpumppuina. AGCO Power työllistää tällä hetkellä noin 750 henkilöä ja tehtaan liikevaihto oli vuonna 2016 273 miljoonaa euroa. Vuonna 2017 moottoritehdas täytti 75 vuotta ja samana syksynä juhlittiin myös miljoonatta valmistunutta moottoria sekä sadattatuhannetta valmistettua vaihteistoa. (AGCO Power company presentation 2018)

AGCO Powerin moottoreita valmistetaan pääosin off road -tyyppisinä työkonenäyttöön. Moottorien tuoterakenne voidaan jakaa sylinterien lukumäärän mukaisesti 3, 4, 6, 7 ja 12 sylinterisiin moottoreihin. Lisäksi tilavuusluokat on jaettu iskutilavuuden mukaan kahdeksaan eri luokkaan, joita ovat 3,3 l, 4,4 l, 4,9 l, 6,6 l, 7,4 l, 8, 4 l, 9,8 l sekä 16,8 l. Moottorien tehoalue on valittavissa käyttötarkoituksen mukaan normaalisti 50 kilowattista aina 500 kilowattiin asti. Moottorien rakenne koostuu pääosin vaihtokelpoisista pääkomponenteista, joita ovat esimerkiksi hammaspyöräkotelo, vauhtipyöräkotelo sekä sylinterikannet. Osien standardisoinnilla on mahdollistettu useiden eri moottorityyppien valmistus samalla automatisoidulla moottorilinjalla. (AGCO Power 2018)

AGCO Powerin tuotevalikoimaan kuuluu myös hammaspyörät, vaihteistot sekä akselit. Näitä valmistetaan sekä omaan tuotantokäyttöön että asiakkaan piirustusten mukaisesti. Vuosittaiset tehtaan kapasiteetit ovat hammaspyörissä ja akseleissa noin 1,3 miljoonaa kappaletta sekä vaihteistoissa noin 15 000 kappaletta. AGCO Powerin vaihteistoja käytetään ulkopuolisten asiakkaiden toimesta muun muassa moottorikelkoissa ja puimureissa. (AGCO Power 2018)

AGCO Powerin moottoritehtaita sijaitsee Linnavuoren lisäksi Brasiliassa, Argentiinassa sekä Kiinassa. Brasilian Mogi das Cruzesissa sijaitsevalla tehtaalla moottoreiden valmistuskapasiteetti on 30 000 kappaletta vuodessa ja markkinat on kohdistettu Etelä-Amerikan alueelle. Tehtaalla on moottorien kokoonpanon lisäksi toimintaa sylinteriryhmien ja kansien koneistuksessa. Argentiinan General Rodriguezissa sijaitsevalla tehtaalla kasataan moottoreita Argentiinan markkinoille ja tehtaan vuosittainen kapasiteetti on 3 000 moottoria. Kiinan Changzhoussa sijaitseva tehdas mahdollistaa 30 000 moottorin vuosivolyymin ja tehdas keskittyy 3- ja 4-sylinteristen ECO-moottoreiden valmis-

tukseen globaaleilla markkinoilla. Kiinan tehtaalla on kokoonpanon lisäksi myös sylinterikansien koneistusta. (AGCO Power company presentation 2018)

2.1.1 Platform–rakentaminen

Riitahuhta & Pulkkinen (2001) kertoo teoksessaan termin ”platform” syntyneen aikoinaan Amerikassa 1920- ja 1930-luvulla autoteollisuuden käyttöön. Kun platform tuli esiteltyä, se perustui fysikaaliseen rakennusryhmään, joka sisälsi rungon yhdistettynä ajoneuvon ripustuksiin ja voimansiirtoon. Alustan ulkopuolella sijaitsi pääosin runko sekä joukko erilaisia moottoreita, jotka olivat brändikohtaisia. Platformin määritelmänä voidaan pitää seuraavaa: ”Platform on joukko rajapintoja ja komponentteja, joita käytetään uudelleen koko tuoteohjelmassa ja joka muodostaa merkittävän osan kokonaistuotannosta”. Lisäksi termiä platform käytetään usein osana tuoteohjelmaa.

Prosessityyppi	Kuvaus	Erilliset ominaisuudet	Esimerkkejä
Markkinavetoiset tuotteet	Kehitystyö aloitetaan tutkimalla markkinamahdollisuuksia, jonka jälkeen valitaan asianmukaiset teknologiat asiakastarpeiden tyydyttämiseksi.	Prosessiin kuuluu yleensä erillinen suunnittelu, konseptin kehittäminen, järjestelmän tason määrittely, detail-suunnittelu, testaus ja viimeistely sekä tuotannon ylösajaminen.	Urheiluvälineet, työkalut, huonekalut
Teknologiavetoiset tuotteet	Kehitystyö aloitetaan täysin uudesta teknologiasta, jonka jälkeen etsitään tuotteelle sopivia markkinoita.	Suunnitteluvaiheeseen liittyy tekniikan ja markkinoiden yhteensovittaminen. Konseptin kehittäminen edellyttää erityistä teknologiaa.	Gore-Tex-sadevarusteet
Platform-tuotteet	Oletuksen mukaisesti uusi tuote rakennetaan vakiintuneen teknologisen osajärjestelmän ympärille.	Konseptin kehittäminen edellyttää todistetusti testattua teknologia-alustaa.	Kulutuselektoniikka, tietokoneet, printterit
Prosessivaltaiset tuotteet	Tuotantoprosessit rajoittavat voimakkaasti tuotteiden ominaisuuksia.	Joko olemassa oleva tuotantoprosessi on määriteltävä alusta alkaen tai vaihtoehtoisesti sekä tuote että prosessi on kehitettävä alusta alkaen.	Välilapapatukat, aamupalapuurot, kemikaalit
Räätälöidyt tuotteet	Uudet tuotteet ovat pieniä muutoksia jo olemassa oleviin kokoonpanoihin.	Hankkeiden samankaltaisuus mahdollistaa virtaviivaisen ja hyvin jäsenellyn kehitysprosessin	Moottorit, vaihteistot, akut, kontit
Korkeariskiset tuotteet	Tekniset tai markkinoista riippuvat epävarmuustekijät aiheuttavat suuria epäonnistumisriskejä.	Riskejä tunnistetaan aikaisessa vaiheessa ja seurataan koko prosessin ajan. Analyysi- ja testaustoimet toteutetaan mahdollisimman varhaisessa vaiheessa.	Lääkkeet, avaruusaluukset
Nopeasti kasattavat tuotteet	Nopea tuotemallinnus ja prototyypin valmistus mahdollistavat useat suunnittelu-, rakennus- ja testausprosessit.	Yksityiskohtaiset suunnittelu- ja testausvaiheet toistuvat useita kertoja, kunnes tuote on valmis tai aika/budjetti loppuu.	Ohjelmistot, matkapuhelimet
Kompleksiset järjestelmät	Järjestelmä on hajotettava useisiin osajärjestelmiin ja moniin komponentteihin.	Osajärjestelmiä ja komponentteja kehitetään useiden rinnakkaisten yksiköiden yhteistyöllä, joiden toimintaa seuraa järjestelmän integrointi ja validointi.	Lentokoneet, suihkumoottorit, autot

Taulukko 1. Yhteenveto geneerisen tuotekehitysprosessin muunnelmista (Ulrich & Eppinger 2015).

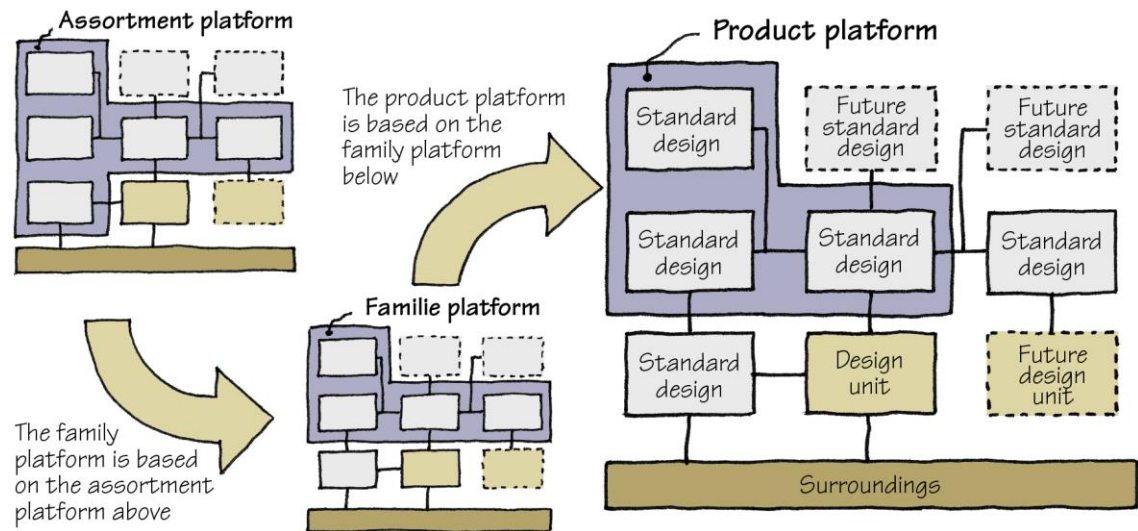
Riitahuhtan & Pulkkinen (2001) mukaan platform-ajattelu perustuu pääsääntöisesti modulaarisuuteen. Monin tavoin voidaan ajatella, että platform-rakentaminen on modulaarisen tuoteohjelman seurausta, mikä antaa platform-ajattelulla entistä paremman yhteyden sekä vaihtokelpoisuuden eri mallien ja tehokkuuksien välillä. Mikäli lopputuotes-

sa on sellaisia osia, joissa yrityksen ratkaisut ovat riittävän hyviä tarjota kenelle tahansa tai mikäli erityisratkaisuja halutaan toteuttaa tietyille käyttäjäryhmille, soveltuu tämä alue parhaiten platform-ajatteluun. Platform-rakentamisen tavoitteena on rationalisoida tuoteohjelma, jolloin myös tuotannon ja logistiikan toiminta helpottuu.



Kuva 1. AGCO konsernin Platform-strategiamalli (AGCO corporation overview Q2 / 2018).

Harlou (2006) kuvaa platformia arkkitehtuurin osan fyysisenä ilmentymänä, joka sisältää vain olemassa olevia vakiomalleja. Platform-malli kuvailee nykyistä tuotevalikoimaa eli tuoteperhettä, joka koostuu tähän mennessä toteutetuista tuotteista ja standardimalleista. Tästä voidaan päätellä, että platform on vakiomalleihin perustuva fyysinen toteutus tai arkkitehtuuri, joka voidaan tunnistaa myös tuotanto- ja palvelujärjestelmissä. Harloun mukaan platform-ajattelu koostuu standardisointiin perustuvasta suunnittelusta sekä rajapinnoista, jolloin suunnittelyyksiköt, tulevat suunnittelyyksiköt ja tulevaisuuden standardimallit eivät ole osana platformia. Platform-mallit voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen, joita ovat valikoima-alustat, tuoteperhe-alustat sekä tuote-alustat.



Kuva 2. Tuoteperhe-alustan perustana olevan tuotealustan symbolinen esitys (Harlou 2006).

- Valikoima-alusta on tuotevalikoiman kattava platform-alusta, joka koostuu olemassa olevista vakiomalleista, vakiomallien rajapinnoista, rajapinnoista vakiomallien ja suunnitteluyksiköiden välillä sekä rajapintojen standardimallien ja/tai ympäristön välillä.
- Tuoteperhe-alusta on tuoteperheen kattava platform-alusta, joka koostuu olemassa olevista vakiomalleista, vakiomallien rajapinnoista, rajapinnoista vakiomallien ja suunnitteluyksiköiden välillä sekä rajapintojen standardimallien ja/tai ympäristön välillä.
- tuote-alusta on yhden yksittäisen tuotteen kattava platform-alusta, joka koostuu olemassa olevista vakiomalleista, vakiomallien rajapinnoista, rajapinnoista vakiomallien ja suunnitteluyksiköiden välillä sekä rajapintojen standardimallien ja/tai ympäristön välillä.

3. TUOTETIEDON JA TUOTERAKENTEIDEN HALLINTA

Tässä luvussa esitetään tuotetiedon hallintaan, tuoterakenteisiin, modulaarisuuteen ja konfigurointiin liittyvää ydinasiaa, jota käytetään pohjana soveltavan työvaiheen esitietona. Konfiguroitu rakenne on tarkoitus muodostaa tuotetiedon hallintajärjestelmässä, josta nimiketieto ohjataan yrityksen käyttämään toiminnanohjausjärjestelmään. Tässä luvussa esitetyn teorian perusteella on olennaista ymmärtää tuotetiedon hallinnan peruskäsitteistö, modulaarisen rakenteen merkitys konfiguroitavissa rakenteissa sekä modulaarisen tuoterakenteen toiminnalliset vaatimukset.

3.1 Peruskäsitteitä

Tuotetiedon hallintaan ja tuotekonfigurointiin liittyy erilaisia käsitteitä, joita on tarkoitus avata tässä luvussa. Tässä diplomityössä käytetään pääsääntöisesti kolmea erilaista tietojärjestelmää, joita ovat SAP ERP -toiminnanohjausjärjestelmä, Windchill PDM -tuotetiedon hallintajärjestelmä sekä PTC Creo CAD -suunnitteluohjelmisto. Järjestelmien perusidea on seurata tuotteiden elinkaarta tuotemäärittelyn alkuhetkestä aina yksilöiden romutukseen saakka. Tuotetiedon hallinnan tavoitteena on saada aikaan parannusta tuotetiedon ajantasaisuuteen, tuotteiden oikeellisuuteen sekä niiden nopeaan saatavuuteen. Yritys tarvitsee vielä nykypäivänä toimivan PDM- sekä ERP-järjestelmän, koska kaupalliset ERP-järjestelmät eivät tue käytännössä ollenkaan tuotteiden kehittämistä. Tuotteiden hallinta kuten esimerkiksi varastointi, tuotteiden hintatiedot sekä asiakastiedot ovat jääneet ERP-järjestelmän tehtäviksi. (Martio 2015)

3.1.1 Nimikkeet

Martio (2015) kuvaa teoksessaan nimikkeitä liiketoimintaan liittyviksi elementeiksi, joita ovat muun muassa tuotteet, materiaalit, resurssit, dokumentit sekä aktiviteetit. Nimikkeiden käyttö helpottaa tuotteisiin liittyvää hallintaa sekä käsittelyä. Yrityksen strategia lopulta määrää, millaisia nimikkeitä tuotetiedon hallintaan luodaan. Esimerkiksi sylinteriryhmä tarvitsee yrityksen ulkopuolelta hankittuna ainoastaan valmiin sylinteriryhmä nimikkeen. Mikäli sylinteriryhmä koneistetaan yrityksen sisällä, nimikkeitä tarvitaan kaksi, joista toinen toimitetulle valuaihille ja toinen koneistetulle sylinteriryhmälle. Nimikkeiden perustamiseen täytyy olla aina hyvä syy, sillä nimikkeiden ylläpito tuo aina lisäkustannuksia.

Tuotetiedon hallintajärjestelmän näkökulmasta nimikkeet ovat yrityksen kulmakivi, joiden käsittelyyn vaaditaan selkeä strategia. Nimikkeillä tulee olla aina yksikäsitteinen tunniste, jonka avulla nimikkeitä pystytään hallitsemaan ja tunnistamaan. Normaalisti nimikkeen tunniste on esimerkiksi alle 20 merkkiä pitkä, numeroista ja/tai kirjaimista koostuva tunnistekoodi. PDM-järjestelmän avulla hallitaan tunnisteita, jolloin uutta nimikettä tehdessä luodaan uusi tunniste, mistä seuraa, ettei kahdella eri nimikkeellä voi olla samaa tunnistetta. Näitä voidaan pitää luokittelemattomina tunnisteina, joita suuret yritykset yleensä käyttävät turvallisempana vaihtoehtona. Nimikkeet voivat sisältää myös älykästä luokittelua, jolloin tunniste kertoo joko kokonaan tai osittain nimikkeen ominaisuuksista. Esimerkiksi ostettavat standardikomponentti nimikkeet sisältävät usein omat luokittelutunnukset, jolloin suunnittelijan on helpompi etsiä niitä järjestelmästä. Martio (2015)

3.1.2 Attribuutit

Jokaiset nimikkeet sisältävät muutakin tietoa kuin pelkästään tunnisteen. Näitä nimikkeeseen sisältyviä tietoja kutsutaan attribuuteiksi, joista tyypillisimpiä ovat nimikkeen kuvaus ja luontipäivämäärä sekä kellonaika. Jokainen attribuutti sisältää tunnisteen, joka voi sisältää esimerkiksi pelkästään kirjaimia tai numeroita. Attribuuttiin liittyy usein myös pidempi kuvaus, joka kertoo käyttäjälle lisätietoja tarkasteltavasta attribuutista. PDM-järjestelmään on mahdollista määrittellä valintalistoja, joiden avulla voidaan valita attribuuteille eri merkkijonoja. Valintalistojen määrittely avaa siis attribuutille tietyt valintavaihtoehdot, joiden avulla voidaan hakea ja lajitella attribuutteja arvojen perusteella. Toinen vaihtoehto on olla käyttämättä valintalistoja, jolloin käyttäjällä on mahdollisuus antaa attribuuteille mielivaltaisia arvoja. Tämä vaikeuttaa samankaltaisten attribuuttien hakemista tietokannasta, sillä eri käyttäjät voivat nimetä samankaltaisia attribuutteja oman näkemyksensä perusteella. (Peltonen, Martio, Sulonen 2002)

Martio (2015) avaa teoksessaan, että attribuuteille on tyypillistä rakentaa myös kyllä/ei-attribuuttityyppejä, jolloin valintalistassa on nähtävissä kaksi vaihtoehtoista arvoa, esimerkiksi kyllä/ei tai päällä/pois-vaihtoehdot. Nämä attribuuttityypit vastaavat totuusarvoja (true/false). Attribuutteja on mahdollista saada myös kuvatyypisinä, jolloin attribuutti sisältää kuvatiedoston tai kuvaketiedostotyypin. Mikäli jollain attribuuttityypillä ei ole järjestelmän kannalta merkitystä, voidaan arvoille sallia myös tyhjäarvo (null). Tuotetiedon hallinnan kannalta valintalistojen käyttö on suositeltavaa, ja se parantaa samalla laadukasta työskentelyä.

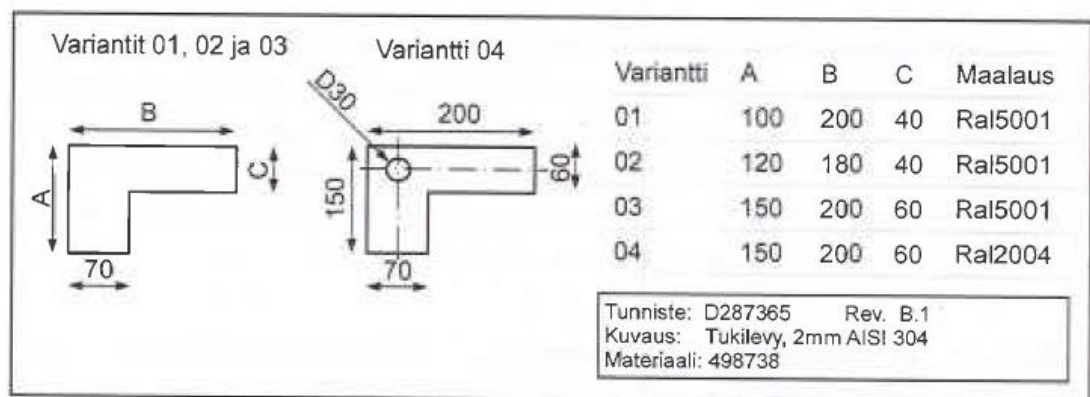
3.1.3 Parametrit

Konfiguroitava tuote sisältää aina parametreja, joiden arvojen perusteella määritetään tuotteen variantit. Parametrit ovat samalla attribuutteja, joiden hallintaa voidaan helpottaa globaalien valintalistojen avulla. Tuotekohtaisten parametrien valinta voidaan toteut-

taa kahdella periaatteella, joista ensimmäisessä tapauksessa jokaiselle nimikkeelle asetetaan omat parametrit, joita ei ole tarkoitus käyttää muiden nimikkeiden yhteydessä. Toisena vaihtoehtona nimikkeen omia parametreja voidaan käyttää niin sanotusti monikäyttöisenä globaalien attribuuttilistan valintojen mukaan ja nämä myös liitetään kyseistä parametria tarvitsevaan nimikkeeseen. Ensimmäinen tapa on ajatukseltaan yksinkertaisempi, mutta huomattavasti työläämpi toteutettava, sillä mitä enemmän parametrisia nimikkeitä järjestelmä sisältää, sitä enemmän parametreja joudutaan myös syöttämään. Tämä onkin suositeltavampi, mikäli parametrisoitavia arvoja on vähän. Jälkimmäinen tapa on helpompi toteuttaa, mikäli nimikkeen parametrien arvot eivät ole valmiiksi määriteltäviä. Se vaatii toiminnan kannalta nimikekohtaisen parametrien tarkennuksen, jolla arvoalue voidaan rajoittaa esimerkiksi minimi ja maksimiarvoilla. (Martio 2015)

3.1.4 Variantit

Variantit kuvaavat nimikkeen hieman toisistaan poikkeavia vaihtoehtoja, jotka sisältävät kuitenkin samankaltaisia piirteitä. Nimikkeen variantit voidaan eritellä toisistaan esimerkiksi värien, kokoonpanon, kappaleen koon tai pakkauksen mukaan. Nimikkeitä voidaan varioida moniulotteisesti käyttämällä useita variantteja samanaikaisesti eri ominaisuuksien suhteen. Konfiguroinnin kannalta voidaankin miettiä, voitaisiinko tuotteita käsitellä paremmin yhden nimikkeen variantteina, jolloin tuotteiden ylläpito helpottuisi. (Peltonen, Martio, Sulonen 2002)



Kuva 3. Variantit piirustuksessa (Martio 2015).

Variantin tunniste sijaitsee yleisesti nimikkeen tunnisteen perässä loppuliitteenä, jolloin loppuliitteestä on nähtävissä varioituvan ominaisuuden arvo. Loppuliitteiden sijasta variantin ominaisuuksia voidaan kuvata myös varioituvien ominaisuuksien mukaan siten, että nimikkeen tunniste määräytyy esimerkiksi suoraan juoksevan numeroinnin, värin sekä koon mukaan. Näistä jälkimmäisessä tavassa on havaittavissa asiakaskohtaista tuotekonfigurointia, jolloin erilaiset valinnat määrittävät nimikkeen tunnisteen. Varioituvuus voi näkyä nimikkeissä myös muulla tavalla kuin näkyvissä nimikekoodeissa, sillä

jos tuotetta on saatavilla esimerkiksi useilla eri väreillä, voidaan jokainen värivariantti rakentaa siten että ne sisältävät samat nimikkeet. (Peltonen, Martio, Sulonen 2002)

3.2 Tuotekonfigurointi

Tuotekonfiguroinnilla tarkoitetaan tuoterakenteiden kokoonpanon hallintaa, joka tietojärjestelmässä tarkoittaa vaihtoehtoisten konfiguraatioiden tai variaatioiden hallintaa. Tuotekonfiguraattorit voidaan jakaa myyntikonfiguraattoreihin ja tuoterakennekonfiguraattoreihin, jotka eroavat toiminnaltaan ja sisällöltään toisistaan (Sääksvuori & Immonen 2002). Perustavaa laatua olevan konfiguroinnin määrittelyn on toteuttanut aikoinaan Mittal ja Frayman (1989), jotka huomauttavat kolmesta konfiguraatioon liittyvästä näkökohdasta:

- Uusia komponentteja ei voi suunnitella konfiguraatiotehtävän aikana;
- Jokainen komponentti on rajoitettu etukäteen vain, jotta ne voidaan yhdistää tiettyihin komponentteihin kiinteillä tavoilla;
- Ratkaisu määrittää sekä konfiguraation komponentit että sen, miten ne liittyvät toisiinsa.

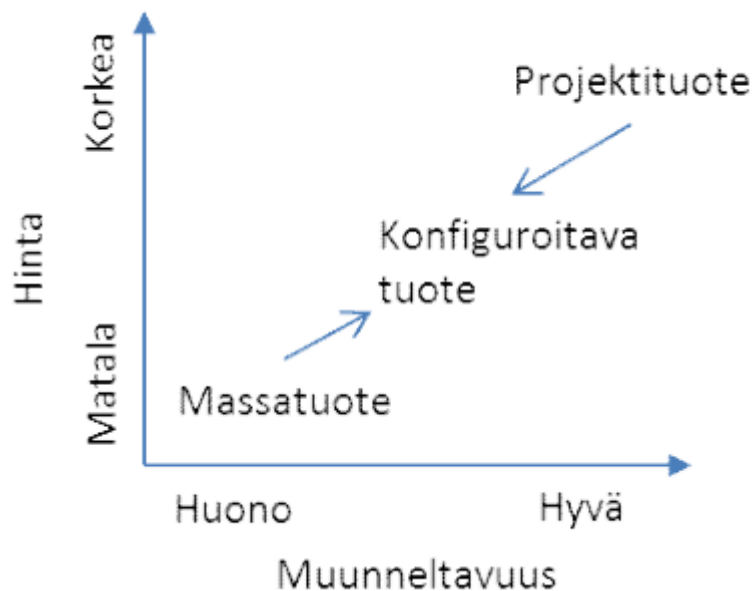
Tiihosen ja Soinisen (1997) mukaan konfiguroitava tuote voidaan määritellä asiakas-kohtaisten tarpeiden mukaisesti seuraavilla eri ominaisuuksilla:

Ominaisuus:
Tuoteyksilöt tuotetaan aina tilauskohtaisesti asiakasvaatimusten mukaisesti.
Tuote suunnitellaan etukäteen täyttämään joukon samankaltaisia asiakastarpeita.
Tuote valmistellaan yhdistelemällä jo valmiiksi suunniteltuja komponentteja.
Tuotteet perustuvat etukäteen valmiiksi suunniteltuihin rakenteisiin.
Tuoteyksilön muunteluun vaaditaan järjestelmällistä ja rutiininomaista osaamista.

Taulukko 2. Konfiguroitavan tuotteen ominaisuudet, mukailtu lähteestä (Tiihonen & Soininen 1997).

Taulukon ensimmäinen ominaisuus erottaa konfiguroitavat tuotteet itsenäisistä massa-tuotteista, joita ei ole räätälöity jokaiselle asiakkaalle. Toinen ominaisuus määrittelee, että on olemassa selkeästi rajallinen valikoima erilaisia asiakasvaatimuksia, joihin tuotteen suunnittelu vastaa. Loput ominaisuuksista eriyttävät konfiguroitavat tuotteet uniikkeista tuotteista, jotka on suunniteltu tyhjästä jokaista asiakasta varten. Konfiguroitavat tuotteet suunnitellaan ennalta osana tuotekehitysprosessia, ja niitä käytetään aina uudelleen ja uudelleen myynti-toimitusprosessissa, jolloin määritellään tuotekohtaiset tapaukset kunkin asiakkaan vaatimusten mukaisesti. (Tiihonen & Soininen 1997)

Peltosen, Martion ja Sulosen (2002) mukaan yrityksen mahdollinen siirtyminen konfiguroitaviin tuotteisiin voi tapahtua kahdesta suunnasta. Toisesta suunnasta lähestyttyä yritys on myynyt aikaisemmin projektikohtaisesti räätälöityjä tuotteita, jonka seurauksena toimituskohtaiset projektit ovat vaatineet kallista ja aikaa vievää suunnittelutyötä. Suunnittelutyön vähentämiseksi yritys voi rajata aikaisemmin asiakaskohtaisesti räätälöityä, rajatonta vaihtoehtojen joukkoa siten, että uudet vaihtoehdot on kuvattuna etukäteen järjestelmällisen muuntelun avulla. Tämä lähestymissuunta edellyttää riittävän kattavaa valikoimaa erilaisista tuotevariaatioista. Lisäksi useimmiten tuote tulee muuttua modulaarisemmaksi, jolloin konfiguroitu tuote voitaisiin koota yhdistelemällä sopivia moduuleita.



Kuva 4. Projektituotteiden, massatuotteiden ja konfiguroitavien tuotteiden suhteet hinnan ja muunneltavuuden mukaan (Peltonen, Martio, Sulonen 2002).

Peltosen, Martion ja Sulosen (2002) mukaan toinen reitti tulee vakiotuotteiden kautta, jolloin vakiotuotteisiin lisätään muunneltavuutta erilaisten asiakastarpeiden tyydyttämiseksi. Tällöin massatuotteiden volyymit jaetaan lisättyjen vakiotuotteiden kesken, jolloin yksittäisten vakiotuotteiden hinta kasvaa, mutta samalla asiakaskohtainen muunneltavuus paranee.

3.2.1 Myyntikonfiguraattori

Sääksvuoren ja Immosen (2002) mukaan myyntikonfiguraattorin tarkoituksena on auttaa hallitsemaan tuotteiden myyntiominaisuuksia ja niihin liittyviä säännöstöjä. Valmiiksi luodut säännöstöt määrittelevät myyntikonfiguraattorilla rakennettavat ominaisuusyhdistelmät sekä estävät väriin kombinaatioiden valinnan. Esimerkiksi moottoritehdas on voinut määrittellä, että 6-sylinteristä moottoria ei ole saatavilla ohutlevystä valmistetulla öljypohjalla.

Myyntikonfiguraattorilla voidaan hallita myös tuotteen myynnin kannalta tarvittavaa tietoa, esimerkiksi tuotekohtaista hinnastoa tai tuotteen teknisiä ominaisuuksia. Lisäksi myyntikonfiguraattorin avulla on mahdollista rakentaa niin kutsuttu myyntirakenne, joka määrittelee lopullisen tuotteen teknisen kokonaisuuden. Toimiva myyntikonfiguraattori on mahdollista integroida PDM-järjestelmän kanssa, jolloin valittu myyntikonfiguraatio luo PDM-järjestelmään fyysisen tuoterakenteen, jossa esiintyy konfiguroinnilla valitut nimikkeet ja variaatiot.

Riitahuhdan ja Pulkkinen (2001) mukaan räätälöityjen tuotteiden sekä palveluiden verkomyynnissä saattaa ilmentyä myös erilaisia haasteita. Esimerkiksi autovalmistajan myyntikonfiguraattorin täytyy toimia siten, että asiakas voi helposti valita omaan tarpeeseensa sopivat lisäoptiot erilaisista vaihtoehdoista. Mikäli tarjontaa ei voida räätälöidä asiakkaan tarpeiden mukaisesti tai jos räätälöimisprosessi on hyvin hankala, asiakas hylkää helposti tämän palveluntarjoajan ja siirtyy muualle. Lisäksi tilaustarkkuus on välttämätöntä asiakkaan tyytyväisyyden varmistamiseksi, jotta asiakas saa sellaisen tuotteen kuin on tilannut. Toisaalta yrityksen kannalta ongelmia saattaa syntyä myös myöhemmin, mikäli myyntitapahtumassa asiakas ei pysty ilmaisemaan suoraan tarpeitaan tai jos kaikki asiaankuuluvat tiedot eivät ole kunnolla ymmärrettyjä. Tästä ensimmäisenä ongelmana voidaan todeta, että tuotteen luovuttamisen jälkeen pettynyttä asiakasta ei ole helppoa saada ottamaan uudestaan yhteyttä. Toisena ongelmana on riski myydä jotain sellaista, joka ei tue yrityksen tuotestrategiaa ja joka tarkoittaa yrityksen putoamista ulos osaamisalueeltaan. Voidaan siis todeta, että toimiva myyntikonfiguraattori auttaa estämään edellä mainittujen ongelmien syntymistä ja helpottamaan myyntitapahtumaa.

3.2.2 Tuoterakennekonfiguraattori

Tuoterakennekonfiguraattori toimii joko osana PDM-järjestelmää, tai se voi olla ulkopuolinen sovellus integroituna PDM:ään. Tuoterakennekonfiguraattori voi toimia siten, että myyntikonfiguraatio syötetään PDM-järjestelmään input-arvona, jonka jälkeen tuoterakennekonfiguraattorilla valitaan output-arvona myyntikonfiguraation toteuttava tuoterakenne. Tuoterakenteen hallintaan konfiguraattorilla on suhteellisen haastavaa, sillä tuotteelle kertyy nopeasti tuhansia erilaisia variaatioita myyntikonfiguroinnin pohjalta. Massaräätälöidylle tuotteelle tuoterakennekonfiguraattori on kuitenkin lähes ainoa oikea tapa hallita tuhansia erilaisia variaatioita, mutta toimiakseen se vaatii huolellisesti suunnitellut tuotteet, jotka ovat vaihtokelpoisia keskenään. Lisäksi tuotekonfiguraattorin tulee sisältää nykyaikaisen ja kehittyneen käyttöliittymän tuoterakenteiden ylläpitoon. (Sääksvuori & Immonen 2002)

Martion (2015) mukaan nykyisin on siirrytty monestakin syystä käyttämään tuotantokonfiguraattoria. Ensimmäiseksi konfiguroinnilla päästään tuottavuuden kasvuun ja säästöihin, mikäli konfigurointimalli on täydellinen ja kaikki mahdolliset kombinaatiot on käyty huolella läpi. Esimerkiksi konfigurointiin käytetty aika voi pienentyä mahdol-

lisesti moninkertaisesti, jolloin parin päivän työ on mahdollista toteuttaa muutamissa minuuteissa. Tämä kuitenkin vaatii massaräätälöidyn tuotteen, jolloin konfiguraattorin tekeminen tulee kannattavammaksi kuin manuaalinen kombinaatioiden valinta. Samalla toimitusajat lyhenevät, sillä konfiguroinnilla saavutettu aikasäästö lyhentää samalla toimitusaikaa.

Muita tuotantokonfiguroinnin saavuttamia etuja on laadun parantuminen, sillä konfiguraattorin tarkastaessa lähtötiedot, puutteelliset tai virheelliset tilaukset tulevat paremmin selville kuin manuaalisessa tarkastelussa. Koska konfigurointitulos noudattaa tarkasti konfigurointimallia, tietyillä lähtöarvoilla saadaan aikaan haluttu konfiguraatio. Tämä edellyttää tietysti myös, että konfiguraattori on huolellisesti suunniteltu. Lisäksi konfiguraattorilla on mahdollista suunnitella esimerkiksi jälkimarkkinoinnin käyttöön tarkoitettuja varaosarakenteita manuaalista työtä nopeammin, jolloin myös tässäkin tarkastelussa toimitusajat nopeutuvat ja tuotteiden huoltaminen helpottuu. (Martio 2015)

3.3 Konfiguroinnin teoriaa

Martio (2015) esittää konfiguraattoreiden kuuluvan asiantuntijajärjestelmiin, jotka voidaan rakentaa tapauskohtaisesti erilaisten periaatteiden mukaan. Konfiguraattorin käyttäjän ei periaatteessa tarvitse ymmärtää konfiguraattorin sisältöä tai käyttäytymistä esimerkiksi rakennetun säännösten mukaan, vaan käyttäjälle riittää luottamus järjestelmään toimintavarmuuteen. Konfigurointiteorian mukaan konfiguraattorit on jaettavissa kolmeen sisällöltään erilaiseen pääryhmään. Seuraavissa kappaleissa on tarkoitus avata eri pääryhmien sisältöä.

3.3.1 Sääntöihin perustuva päättely

Tähän pääryhmään kuuluvat järjestelmät käyttävät jotain tekoälyä tukevaa ohjelmointikieltä. Vanhimmat tekoälyä käyttävät järjestelmät ovat toimineet 1970-luvulla. Tässä ohjelmointikielessä konfiguraattorin toiminta perustui sääntölausekkeisiin, joiden toteutusjärjestys määräytyi toteutuskelpoisuuden mukaan. Ohjelmointikielen kompastuskieliksi on muodostunut sääntöjen määrän nopea kasvu, jolloin ylläpito on todettu lähes mahdottomaksi. Nykyään CAD-järjestelmien rinnakkaiseen käyttöön on saatavilla jokin makropohjainen ohjelmointikieli, jonka avulla järjestelmää voidaan ohjelmoida parametrien laskemiseen sekä eri komponenttien valitsemiseen. Mikäli tuotteeseen liittyvät parametrisäännöt on liitetty ohjelmointikoodiin, tietämyksen jakaminen vaikeutuu, jolloin myös konfiguraattorin hahmottaminen ja ylläpito samalla hankaloituvat. (Martio 2015)

3.3.2 Tapauksiin perustuva päättely

Tämän pääryhmän konfiguraattoreiden toiminta perustuu aikaisemmin todettuihin toimituksiin tai tapauksiin. Mikäli konfiguraattorin toimintavarmuutta halutaan parantaa, tuotteen määrittämällä käyttöalueella tulee olla kattava määrä samankaltaisia tapauksia. Kyseisen pääryhmän käyttöä ei siis voida suositella elinkaaren alkuvaiheessa oleville tuotteille, vaan järjestelmän käyttö vaatii niin sanotusti toistoja. Järjestelmän toisena heikkoutena voidaan pitää epävarmuutta tuloksen oikeellisuudesta, koska järjestelmä ei sisällä sääntöjä, joita tuloksen tulisi noudattaa. Tällöin myöskään lähtötietoihin perustuvien kombinaatioiden avulla konfiguroitavaan tietoon ei voida varmasti luottaa. Tämän seurauksena järjestelmä soveltuu huonosti tuotteiden ja palveluiden konfigurointiin, mutta parempia käyttökohteita ovat esimerkiksi lääketieteen diagnostiikka, jossa tapaukset liittyvät oireisiin. (Martio 2015)

3.3.3 Malliin perustuva päättely

Malliin perustuvan päättelyn lähtökohtana on välttää sääntöihin perustuvan päättelyn ongelmaksi osoittautuneet ylläpidettävyysongelmat. Järjestelmän tarkoituksena on perustua malliin, joka sisältää kokonaisen elementtirakenteen ja niihin liittyvät riippuvuudet. Yhdessä nämä edellä mainitut muodostavat järjestelmän selkärangan, jota voidaan hyödyntää erilaisissa järjestelmätyypeissä, joita ovat logiikkapohjainen päättely, rajoitepohjainen päättely sekä resurssipohjainen päättely. Logiikkapohjainen päättely perustuu tuotemallin oliopohjaisiin tietojen esittämistapoihin, jotka sisältävät yksilökäsitteet (oliot), yksilöryhmäkäsitteet (olioluokat) sekä roolikäsitteet (olioiden väliset yhteydet). Tässä tyypissä konfigurointiohjelma luo konfiguraation, jolloin ohjelma tulkitsee tuotteen mallin sisältämiä säännöstöjä. Toisin sanoen, tietyntyyliset loogiset ehdot käynnistävät tietyt operaatiot. (Martio 2015)

Rajoitepohjaisessa päättelyssä järjestelmät perustuvat nimensä mukaisesti rajoitteisiin, joilla määritellään mallin olioiden liittyminen toisiinsa. Mikäli kaikki rajoitteet täyttyvät, saadaan aikaan lähtötiedot täyttävät konfiguraatiot. Tämän ryhmän vahvuus löytyy käyttäjäystävällisyydestä, jolloin käyttäjän ei tarvitse lähtökohtaisesti huolehtia konfiguraation löytymisestä. Ryhmän käyttöä voidaan suositella aina myyntikonfiguraattorille, mikäli halutaan antaa ohjeet jäljelle jäävistä valintamahdollisuuksista. Rajoitepohjaisessa päättelyssä rajoitteet määrittelevät konfigurointisäännöt, jolloin sääntöjen on aina oltava voimassa. (Martio 2015)

Resurssipohjainen päättely perustuu mallin elementteihin liitettyyn tietoon sen kuluttamista tai tuottamista resursseista. Esimerkiksi tuotteelle, joka sisältää tietyn määrän moduuliyksikköjä, joista toiset kuluttavat ja toiset tuottavat energiaa, voidaan määritellä konfigurointisäännöksi kyky tuottaa tarvittava määrä energiaa. Tällaisella konfiguroinnilla voidaan tutkia tuotteen sähköjärjestelmän kokonaismitoitusta, jotta tuotteen kokonaisenergiatarve saataisiin tyydytettyä. (Martio 2015)

3.3.4 Konfiguraattoreiden kehitysstrategiat

Haug, Hvam ja Mortensen (2012) esittävät konfiguraattoreiden kehittämisen kolme tärkeintä kehitysstrategiaa. Strategia 1 edustaa ”oppikirjan” tapaa suorittaa konfiguraattorihankkeita, jossa jokaista tehtävää suorittaa yhden tietyn alueen asiantuntija. Tässä lähestymistavassa tuotteiden asiantuntijat arvioivat asiaankuuluvan tuotetiedon mallit ennen kuin ne toteutetaan lopullisesti konfiguraattorissa. Strategiassa 2 edustetaan tapaus-ta, jossa vaihtoehtoisesti tuotetietoa edustavat henkilöt toteuttavat sen myös konfiguraattorissa. Tuotetiedon käsitteellisten mallien luominen mahdollistaa sen, jotta tuoteasiantuntijat voivat arvioida kyseisiä tietoja ennen konfiguraattorin käyttöönottoa sekä käytön aikana. Kolmas strategia eroaa edellisistä strategioista siten, että käsitteellisiä malleja ei tehdä ennen tuotetietoa. Tällöin tuoteasiantuntijat voivat arvioida tuotetiedon oikeellisuuden ainoastaan testaamalla konfiguraattorin käyttöä.

Jokaisella kolmella määritetyllä strategialla on havaittu selkeitä etuja ja haittoja. Haugin, Hvamin ja Mortensenin (2012) mukaan strategialla 1 on tärkein etu verrattuna kahteen muuhun strategiaan, koska siinä kommunikointi tuoteasiantuntijoiden sekä konfiguraattoriohjelmistoasiantuntijoiden välillä on helpompaa. Etu muuttuu sitä suuremmaksi, mitä monimutkaisempi tapaus on kyseessä. Vastaavasti strategian 3 käyttö voi lyhentää projektin kestoa, mutta se voi helposti osoittautua myös riskialttiiksi, mikäli tuotetiedon monimutkaisuus on korkea. Valintaa strategioiden 1 ja 2 välillä voidaan pitää periaatteellisena. Mikäli projektissa on käytettävissä riittävä tuotekäsitys, osaamisen esittelytaidot sekä ohjelmistokokemus, valitaan kehitysstrategiaksi 1. Lisäksi jos halutaan selkeästi rajata käsitteellisestä mallinnuksesta ja konfiguraattorikehityksestä vastaavien henkilöiden välinen yhteys, valitaan joko strategia 2 tai 3. Mikäli yrityksen hankkeessa on luovutettuna vähän tietoja tai lyhemmät hankkeet ovat muulta osin tärkeitä, suositellaan käytettäväksi strategiaa 2.

3.4 Konfigurointimenetelmiä

Peltonen, Martio ja Sulonen (2002) kuvaavat teoksessaan tuoteperherakenteiden kuvaustekniikoita konfiguroitavan tuotteen näkökulmasta. Tuoteperherakenne kertoo lopulta, millaiset tuotevariantit ovat konfiguroinnissa sallittuja sekä millaiset variantit vastaavat asiakkaan toivomiin ominaisuuksiin. Yksinkertaisin tuoteperherakenne on tuotesuunnittelun näkökulmasta niin kutsuttu maksirakenne, joka sisältää kaikki tuoteperheeseen liittyvät komponentit yhdessä rakenteessa. Rakenne ei kuitenkaan kerro, mitkä osat ovat vaihtokelpoisia tai mitkä säännöt rajoittavat osien valintaa haluttujen ominaisuuksien perusteella.

Martion (2015) mukaan tuoterakenteen suunnittelua helpottaa jo valmiiksi luodut tuotteet, joiden avulla maksimalli voidaan rakentaa. Mikäli luodaan täysin uutta tuoteperhettä, täytyy ottaa huomioon modulaarisen tuoterakenteen suunnittelumenetelmät. Mikäli maksirakenteen tiettyyn paikoitukseen on saatavilla kaksi tai sitä useampia vaihtoehtoja,

puhutaan ryhmästä. Tällaisesta ryhmästä on konfiguraatiota luodessa valittava aina vain yksi vaihtoehto. Mikäli konfiguraatiossa on sallittua, ettei koko ryhmää tarvita ollenkaan, ryhmälle on oltava määritettynä arvo ”tyhjä” tai ”nolla”. Edellä mainituilla ehdoilla kasattava konfiguroinnin lopputulos on niin kutsuttu myöhään varioituva tuote, jonka kaikki varioituvat komponentit voidaan koota jo valmiiksi loppukokoonpanosta löytyvistä vakiokomponenteista.

Martion (2015) teoksessa kerrotaan, että maksirakennetta voidaan hyödyntää konfiguroinnissa määrittelemällä rakenteelle konfigurointisäännöt, jotka voivat olla hyvinkin yksinkertaisia valintasääntöjä. Valintasääntönä voidaan pitää yleensä lauseketta, joka sisältää nimikkeen attribuutteja sisältäviä laskutoimituksia, joille määritellään totuusarvot. Totuusarvoina on yleensä tosi (true) ja epätosi (false), ja nämä määrittelevät valitun komponentin ottamisen mukaan konfiguraatioon tai jäämisen pois konfiguraatiosta. Valintasäännöt on liitetty komponentin ja kokoonpanon väliseen yhteyteen ja näillä määritellään kokoonpanon komponenttirakenne. Mikäli komponentin ja kokoonpanon välillä ei ole valintaehdot, tulee komponentti valituksi automaattisesti konfiguroituun kokoonpanoon. Seuraavaksi tarkastellaan kahta erilaista tuoteperherakenteiden kuvaustekniikkaa, joiden avulla konfiguraation varianttien halutut ominaisuuden voitaisiin määrittellä.

3.4.1 Parametripohjainen konfigurointi

Yksi vaihtoehto tuoteperherakenteiden haluttujen varianttien määrittelemiseen on kertoa halutut variaatiot parametrien avulla. Konfiguroitavan tuotteen tuoteperherakenteeseen määritellään tällöin joukko eri parametreja, jotka sisältävät tunnisteen ja arvotyypin parametrien arvoille. Tämän lisäksi parametreihin voidaan liittää erilaisia keskinäisiä rajoitteita, jolloin esimerkiksi parametrirajoite saa tietyn arvon vain jos tietylle toiselle parametrille annetaan sallittu arvo. Mikäli tuoteperherakenteeseen määritellään kaikki parametrien sallitut arvoyhdistelmät, kaikilla sallituilla parametrien arvoilla muodostetut variantit kertovat mahdollisen tuotevarianttien valintajoukon. Ehdot kannattaa pitää mahdollisimman yksinkertaisina, sillä monimutkaiset ehdot ovat vaikeampia päätellä niin ihmisten kuin koneidenkin puolesta. (Peltonen, Martio, Sulonen 2002)

Konfiguraation muodostumissäännösten lisäksi tuoteperherakenne voidaan rakentaa siten, ettei konfiguraatiossa rikota järkevyysehtoja. Tällöin tuoteperherakenteeseen lisätään suoria rajoitteita, jolloin varmistetaan järkevyysehtojen toiminta komponenttien valintaehtoien virheistä huolimatta. Esimerkiksi komponenttien valintaehdot voivat sisältää virheellisesti kaksi valinnaista komponenttia tuoteperherakenteessa, joita molempia ei kuitenkaan haluta sallittavan yhtäaikaaisesti lopullisessa variantissa. Tällöin tuoteperherakenteeseen voidaan määrittellä rajoite, joka estää konfiguraation sisältämästä samanaikaisesti edellä mainittuja kahta valinnaista komponenttia. (Peltonen, Martio, Sulonen 2002)

3.4.2 Rajoitepohjainen konfigurointi

Rajoitepohjaisessa konfiguroinnissa rajoitteina käytetään erilaisia ehtoja, joiden täytyy toteutua lopullisen konfiguroinnin tuloksena. Rajoitteita voidaan käyttää tuoteperherakenteen konfigurointiin tarvittavien lähtötietojen lisäehtoina, jolloin niiden käytöllä tarkennetaan parametrien avulla muodostettavan konfiguraation järjestyksellisyys. Toisaalta konfigurointijärjestelmissä on mahdollista käyttää rajoitteita suoraan konfiguraatioiden muodostamiseen. Esimerkiksi järjestelmässä joka perustuu rajoitteiden automaattiseen ratkaisemiseen, tuoteperherakenteen ei tarvitse välttämättä määrätä etukäteen konfiguroinnin lähtötietoja. Tällöin konfiguroinnin alussa kerrotaan järjestelmälle tapauskohtaiset ehdot, jotka konfiguraation halutaan toteuttavan. Siten järjestelmä etsii kaikki vaihtoehdot konfiguraatiot, jotka toteutuvat tuoteperherakenteen yleisten rajoitteiden sekä annettujen rajoitteiden puitteissa. Konfiguroinnin aikana järjestelmään voidaan lisätä sekä uusia rajoitteita että poistaa vanhoja, tarpeettomia rajoitteita. (Peltonen, Martio, Sulonen 2002)

3.5 Konfigurointimallien ylläpito

Martion (2015) mukaan konfigurointimallien ylläpito on yleisesti yrityksille todella haasteellinen prosessi, jolloin yritysten työntekijöiden aika kuluu uusien tuotteiden kehitystyössä eikä aikaa riitä enää juurikaan vanhojen korjaamiseen. Tästä syystä on erityisen tärkeää oppia ymmärtämään konfigurointimallien sisältö ja toimivuus, ettei mallin käyttö jää vain yhden ihmisen varaan vaativan ylläpidettävyyden ansiosta, jonka seurauksena mallin käyttö lopetetaan. Useiden julkaistujen konfiguraattoreiden kompastuskivenä on pidetty yleisesti niiden ylläpidon loppumisesta. Konfiguraattorit ovat olleet toimivia niiden valmistuessa, mutta tuoteperherakenteen muuttuessa ylläpito on jäänyt tekemättä ja malli päivittämättä, jolloin ajansaatossa mallit ovat jääneet käyttökelvottomiksi. Pahimmassa tapauksessa tuoteperherakenne muuttuu jo kriittisesti konfiguraattorin rakentamisen aikana, ettei malli pysy enää tuoteperheen kehittämisen mukana. Tällöin konfiguraattori on ollut jo valmistumishetkellä vanhentunut.

Martio (2015) kertoo teoksessaan, että konfigurointimallien ylläpito tapahtuu käytännössä samalla tavalla kuin kiinteiden nimikkeiden ylläpito. Muutoshistorian ylläpidon näkökulmasta tuoterakenteen muutoksen vanha tuoterakenne tulee aina säilyttää. Tämän mukaan tehtyihin konfiguraatioihin voidaan liittää aina oikea tuoteperherakenne, koska konfiguraatio on tehty aina tietyn tuoteperherakenteen mukaisesti. Mikäli tuoteperherakennetta muutetaan, täytyy rakenteesta tehdä revisio, ja konfiguraatioon täytyy liittää tuoteperherakenteen tunnisteeksi lisäksi sen revision tunniste, jonka mukaan haluttu konfiguraatio on muodostettu. Konfiguroitavat nimikkeet tulee päivittää samalla tavalla revisioimalla kuten kiinteät nimikkeet. Yhteensopivuussääntönä toimii yleinen ajattelutapa, jonka mukaan muutokset tehdään revisiolla, mikäli muutos on toimiva molempiin suuntiin. Jos muutos ei ole mahdollista revisiolla, otetaan käyttöön uusi tunniste.

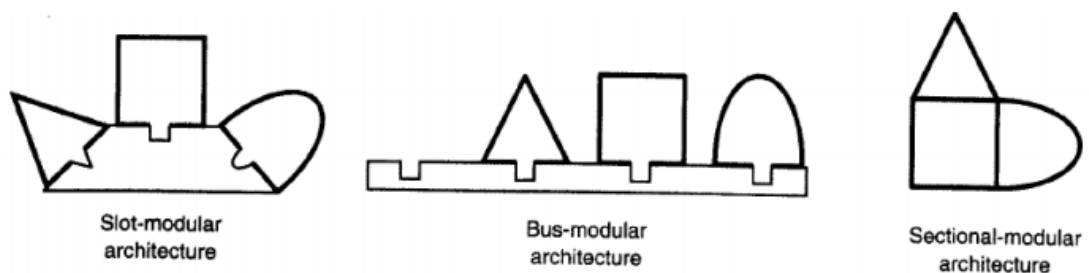
4. KONFIGUROITAVAN TUOTEPERHEEN SUUNNITTELU

Martion (2015) mukaan kiinteän- ja konfiguroitavan tuotteen erot esiintyvät siten, että kiinteä tuote sisältää vain yhden konfiguraation (3D-mallit, piirustukset ja niin edelleen). Konfiguroitava tuote kuvaa koko tuotevarianttijoukkoa, josta asiakkaan tarpeen mukaan valmistettava tuotevariantti valitaan tiettyjen parametrien avulla. Konfiguroitavan tuotteen suunnittelu voidaan jakaa erilaisiin vaiheisiin, jotka eivät ole toisistaan riippuvaisia, vaan projektin aikana havaitut muutokset voidaan ottaa huomioon lopputuloksessa. Martion mukaan suunnittelu voidaan jakaa seuraaviin määriteltäviin ominaisuuksiin:

- Tuoteperheen spesifikaatiot ja parametrit
- Tuotearkkitehtuuri
- Tuotemodulointi ja alikokoonpanot
- Tuoteperherakenne
- Komponenttien valintasäännöt
- Myyntimallit
- Tuotemallien verifiointi ja testaus

4.1 Modulaarisen arkkitehtuurin tyypit

Ulrichin ja Eppingerin (2012) mukaan modulaarisuus koostuu kolmesta moduloinnin arkkitehtuurista, joita ovat paikka- (slot), väylä- (bus) ja lohkomodulaarisuus (sectional-modular). Koska kukin kolmesta tyypistä on modulaarinen, jokainen ilmentymä voidaan kartoittaa yksi yhteen toiminnallisten elementtien ja komponenttien välillä. Tällöin myös komponenttien rajapinnat on irrotettavissa. Näiden alityyppien eroina voidaan nähdä tavat, joilla komponenttien vuorovaikutukset on järjestetty. **Kuvassa 5** on havainnollistettu moduloinnin arkkitehtuurin tyypit.



Kuva 5. Kolme modulaarisen arkkitehtuurin tyyppiä (Ulrich & Eppinger 2012).

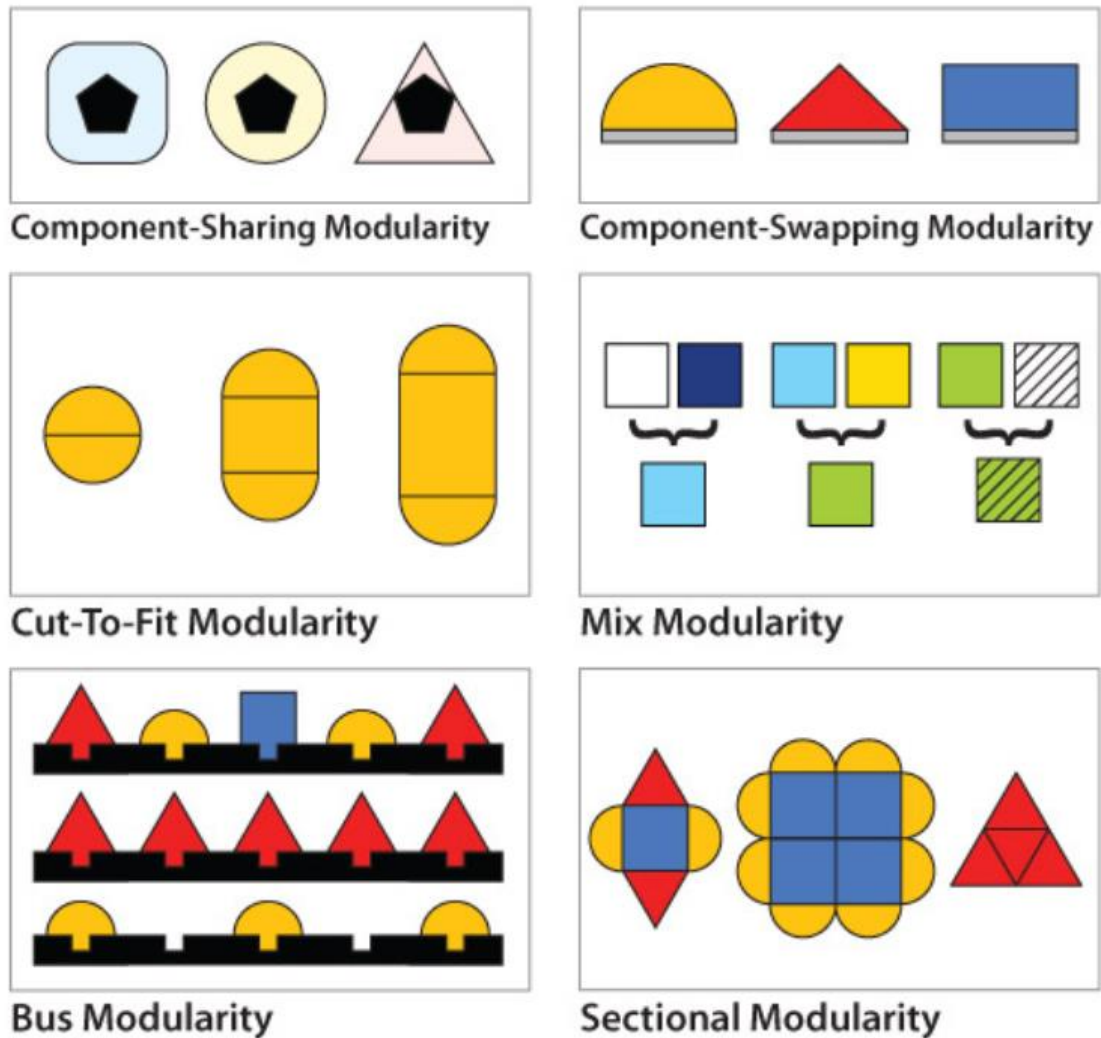
- Paikkamodulaarisuus: Kaikki rajapinnat komponenttien välillä ovat erilaisia toisiinsa nähden, jolloin eri komponentteja ei voi vaihtaa keskenään. Tästä voidaan havainnollistaa esimerkkinä autoradio, joka toteuttaa ainoastaan yhtä funktiota ja se on samalla yhdistettynä muihin ympäröiviin komponentteihin. Radion rajapinta on kuitenkin erilainen ajoneuvon muihin komponentteihin verrattuna, jolloin sitä ei voi vaihtaa keskenään muiden komponenttien kanssa.
- Väylämodulaarisuus: Väylä-arkkitehtuuri sisältää pääkomponenttina yhteisen väylän, johon muut fyysiset komponentit voivat yhdistyä samanlaisen liitännän kautta. Yleinen esimerkki väylä-arkkitehtuurista on tietokoneesta löytyvät laajennuskortit, joihin voidaan liittää vaihtokelpoisia komponentteja.
- Lohkomodulaarisuus: Lohkomodulaarisuudessa kaikki komponenttirajapinnat ovat samantyyppisiä, jolloin tuote ei sisällä vain yhtä elementtiä, johon kaikki muut komponentit liittyisivät. Tuotekokoonpano on rakennettu yhdistämällä kaikki komponentit toisiinsa identtisten rajapintojen avulla. Monet putkijärjestelmät noudattavat lohkoarkkitehtuuria, jolloin kappaleiden liitospinnat on yhdistettävissä keskenään.

4.2 Tuotteen modulointi

Borowskin (1961) mukaan termillä modulointi on tarkoitus kuvata erillisten yksiköiden käyttöä tuotevarianttien luomisessa. Moduloinnilla pyritään tunnistamaan riippumattomat, standardisoidut tai vaihdettavat yksiköt erilaisten toimintojen tyydyttämiseksi. Laaja-alaisesti yleiset toiminnot, kuten tuotteen jakaminen toimintalähtöisiin moduuleihin on tärkeää, jolloin pienellä määrällä kokonaistoimintavaihtoehtoja saadaan rakennettua järkevä tuotantopainotteinen ratkaisu. Pahl ja Beitz (1988) määrittelevät teoksessaan, että toimintomoduulit auttavat toteuttamaan teknisiä toimintoja joko itsenäisesti tai yhdistettynä muihin toimintoihin. Tuotantomoduulit on suunniteltu itsenäisesti niiden omiin toimintoihinsa perustuen, ja nämä toiminnot perustuvat pelkästään tuotantopohjaiseen tarkasteluun. Toimintomoduulit luokitellaan perusmoduuleihin, täydentäviin moduuleihin, adaptiivisiin moduuleihin sekä ei-moduuleihin.

- Perusmoduuli on perustoimintoja toteuttava moduuli. Perustoiminnot eivät ole käytännössä muuttuvia, mutta ne ovat silti tuotteen tai järjestelmän kannalta olennaisia.
- Täydentävä moduuli vastaa lisätoiminnoista, joita käytetään yhdessä perusmoduulien kanssa erilaisten varioituvien tuotteiden luomiseen.
- Adaptiivinen moduuli on moduuli, jossa toteutetaan adaptiivisia toimintoja. Adaptiiviset toiminnot sopeuttavat kappaleen tai järjestelmän muihin tuotteisiin tai järjestelmiin, ja ne käsittelevät ennalta arvaamattomia rajoitteita.
- Ei-moduuli toteuttaa asiakkaiden erityistoimintoja, jotka tulevat ilmi jopa huolellisimman suunnittelun tuotekehityksessä. Ei-moduulit tulee suunnitella aina erikseen tiettyihin tehtäviin erilaisten asiakastarpeiden tyydyttämiseksi.

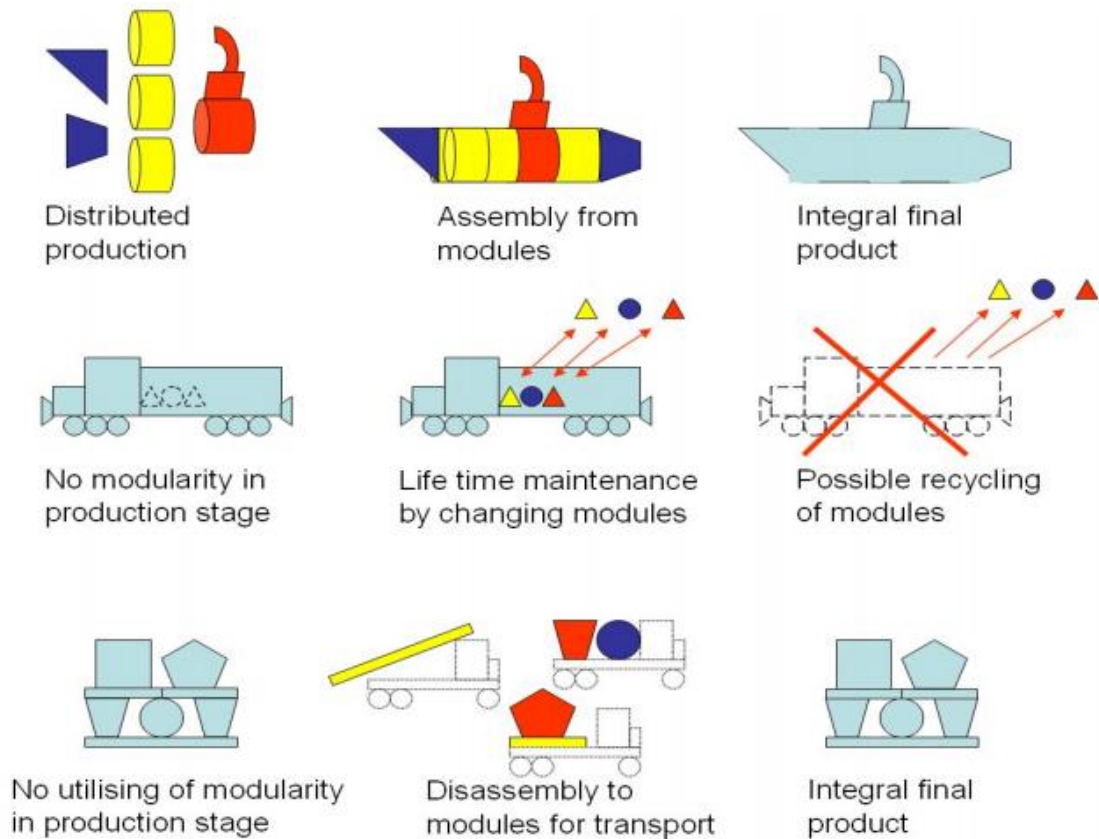
Tuotteen modulointi käsittää tuotteen jakamisen pienempiin, liitännöiltään vakioituihin rakenneosiin (moduuleihin). Ulrich ja Tung (1991) määrittelevät moduloidulle tuotteelle kaksi ominaisuutta, joista ensimmäinen on tuotteen toiminnallisen ja fyysisen arkkitehtuurin samankaltaisuus ja toinen tuotteen fyysisten komponenttien välisen vuorovaikutuksen minimointi. Ulrich ja Tung (1991) esittävät viisi modulointitapaa, joita voidaan hyödyntää jopa useita tapauskohtaisesti samaan tuotteeseen. Komponentin jakamisen modulaarisuudessa (component sharing modularity) samaa komponenttia käytetään eri tuotteiden välillä, esimerkiksi samaa moottoria voidaan käyttää porassa, hiomakoneessa ja käsisahassa. Komponenttien vaihdon modulaarisuudessa (component swapping modularity) yksi tai useampi komponentti on vaihtokelpoinen vakiotuotteeseen, esimerkiksi silmälasien kehyksiin soveltuu erivahvuiset linssit. Leikkausmodulaarisuudessa (cut-to-fit modularity) tuotteen mitta voidaan varioida yhden moduulin mitta muuttamalla, esimerkiksi säiliötankin tilavuuden kasvattaminen pituusmittaa säätämällä. Väylämodulaarisuus (bus modularity) mahdollistaa useiden komponenttien liittämisen yhteen vakioituun kytkentäjärjestelmään, esimerkiksi tietokoneen elektroniset komponentit (muisti, asemat ja niin edelleen.). Palapelimodulaarisuudessa (sectional modularity) variointi saadaan aikaan vakiomoduuleiden avulla, esimerkiksi LEGO-rakennuspalikat. Näiden lisäksi Joseph Pine (Pine 1993) ehdotti sekoitettavaa modulaarisuutta, jossa modulaarinen tuote koostuu sekoitettavista ainesosista. Esimerkkinä eriväristen maalien sekoittaminen toisiinsa, jolloin lopputuloksena saadaan erityinen haluttu väri. **Kuva 6** esittää eri modulaarisuuden tyyppit mukaan lukien Pinen sekoitusmodulaarisuuden.



Kuva 6. Modulaarisuuden tyypit Joseph Pinen mukaan. Mukana sekoitusmodulaarisuus (Mix Modularity).

Moduulin määrittely voidaan jakaa kolmeen eri periaatteeseen. Ensimmäisessä periaatteessa kerrotaan, että moduulilla on aina rikkomaton rajapinta, joka ei muutu. Tarkoin määriteltyjen rajapintojen etuina on mahdollisuus jakaa monimutkainen tuote pienempiin, helpommin käsiteltäviin osakokonaisuuksiin. Rajapintojen hallinta pätee sekä mekaanisissa, sähköisissä ja hydraulisissa järjestelmissä. Toinen periaate kertoo, että moduuli on olemassa aina vain moduulijärjestelmän osana. Tällöin tulee ajatella, että mikään kokoonpano ei ole moduuli, ellei se kuulu osana moduulijärjestelmään. Lisäksi moduulilla tulee olla moduulijärjestelmässä jokin käyttötarkoitus. Vakioiduilla rajapinnoilla varustettu osakokoonpano ei sellaisenaan riitä täyttämään moduulin kriteereitä, sillä jaosta puuttuu liiketoiminnan vaatima logiikka. Kolmannessa periaatteessa kuvataan moduulia moduulijärjestelmässä, jolloin yhden moduulijärjestelmän moduulit ovat järkevässä kokoluokassa suhteutettuna toisiinsa nähden ja moduulit eivät myöskään voi koostua toisista moduuleista. Modulaarisen tuotteen kokoaminen on yksinkertaista, mikäli konfigurointi pysyy yksitasoisena ja moduulit samanarvoisina toisiinsa nähden. (Lehtonen, Pakkanen, Juuti 2017)

Lehtosen (2007) mukaan modulaarisuuden muodostuminen voi olla toimintopohjaisen ajattelun sijaan myös elinkaariperusteinen. Tässä ajattelussa modulaarisuus liittyy suoraan tuotteen elinkaareen, eikä tuotevalikoiman konfiguraatioihin. Tällöin tuoterakenne ei sisällä vaihtelua, mutta tilanne on silti täysin staattinen. Modulaarista järjestelmää ei siis tarvita, ja useimmissa tapauksissa sitä ei ole edes olemassa. Elinkaariasioissa pelkkä rajapintojen määrittely ja hallinta riittää modulaarisuuteen. Elinkaariperusteinen modulaarisuus voidaan jakaa kolmeen osa-alueeseen, ja ne on esitetty myös **kuvassa 7**.



Kuva 7. Elinkaariperusteisen modulaarisuuden tyypit (Lehtonen 2007).

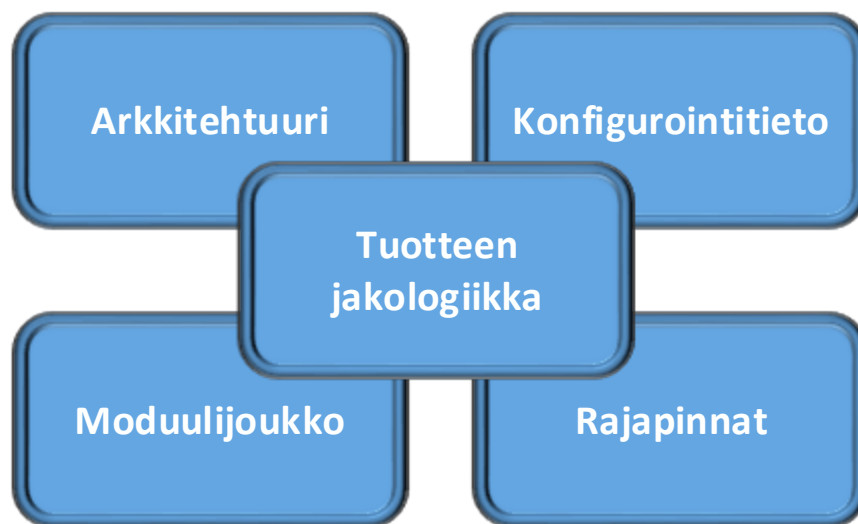
1. Modulaarisuus, joka liittyy valmistuksesta johtuviin perusteluihin. Valmistettava tuote voidaan tässä tapauksessa jakaa erilaisiin kokoonpanomoduuleihin ja hajauttaa näiden tuotanto eri yksikköihin. Kokoonpanomoduuleista koostuva loppukokoonpano tapahtuu samassa yksikössä, jonka jälkeen modulaarisuutta ei enää tarvita.
2. Modulaarisuus, joka liittyy ylläpidosta johtuviin perusteluihin. valmistettava tuote jaetaan tuotteen ylläpidon tai kierrätyksen kannalta moduuleihin, jotka voidaan vaihtaa uusiin niiden rikkouduttua tai vaihtoehtoisesti kierrättää, kun lopputuotteen elinkaari on päättynyt.
3. Modulaarisuus, joka liittyy logistiikasta johtuviin perusteluihin. Lopputuote voidaan kasata valmiiksi tuotantoyksikössä. Tämän jälkeen tuote puretaan moduuleiksi erillisiä kuljetuksia varten ja kasataan loppukokoonpanopaikalla uudestaan nopealla aikataululla.

4.3 Brownfield-prosessi

Modulaarisen ja konfiguroitavan tuoteperheen kehittämistä varten on luotu menetelmä, jota kutsutaan Brownfield-prosessiksi (BfP). Brownfield-prosessi on kehitetty avuksi yrityksille, jotka tähtäävät tuoteperheen modulointiin. Lisäksi yrityksillä saattaa olla joitain seuraavista haasteista:

- Yrityksen standardituotteet eivät riitä täyttämään kaikkia asiakkaiden tarpeita;
- Yrityksen tarjoama tuotevalikoima on laaja;
- Tuoteperheen tuote-elementteihin kuuluvat yhteiset piirteet;
- Varianttien hallinta olemassa olevien tuotteiden kanssa kuluttaa yrityksen resursseja väärin;
- Uuden tuotantolinjan suunnittelu on liian kallista.

Brownfield-prosessi perustuu viiteen avainkonseptiin, jotka on esitetty **kuvas**sa 8. (Lehtonen, Pakkanen, Juuti 2017)



Kuva 8. Brownfield-prosessin viisi avainsuunnittelun elementtiä, perustuu lähteeseen (Pakkanen 2015).

- Tuotteen jakologiikan tarkoituksena on määrittää perusteet moduulijaolle. Jakologiikan avulla määritellään, mitä kuhunkin moduuliin kuuluu liiketoiminnan ja asiakasympäristön näkökulmasta.
- Moduulijoukon avulla määritellään minimimäärä tuoteyksikön rakennuspalikoita, jolloin tuotemuuntelu on riittävän soveltuvainen eri asiakkaille. Tämän muuntelun mahdollistaa osittain konfiguroitava tuoterakenne.
- Rajapinta konseptissa määritellään vakioidut rajapinnat moduulien välillä. Tämä pätee sekä mekaanisiin, sähköisiin ja hydraulisiin moduuleihin. Vakioidut rajapinnat mahdollistavat tuotevarioituvuuden tuoteperheen sisällä.

- Arkkitehtuurin avulla varmistetaan moduulien tilavaraukset sekä kaikkien rajapintojen huomiointi tuoteyksikössä. Arkkitehtuuri auttaa selvittämään tuoteyksikön rakennustavat, tuoterakenneperiaatteet sekä jäädytysvyöhykkeet.
- Konfigurointitietoa varten on kuvattava moduulivaihtoehdot ja asiakkaan antavat muunteluvaatimukset oikean tarjonnan ja myynnin tueksi. Konfigurointitieto mahdollistaa tiedon jakamisen, mitä tiettyjen tarpeiden omaaville asiakkaille voidaan tarjota. Konfigurointitieto antaa säännöt ja ohjeet yksittäisen tuoterakenteen muodostamiseksi.

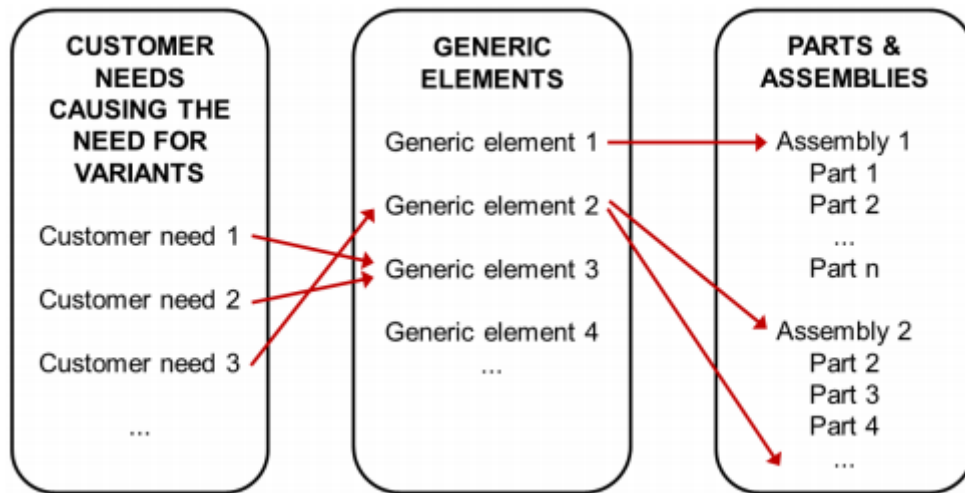
Pakkanen (2015) kuvaa väitöskirjassaan Brownfield-prosessin kymmenen erilaista prosessin vaihetta. Prosessi alkaa ja päättyy liiketoimintakysymyksiin, koska suunnittelun tulokset tulee sovittaa liiketoimintaympäristöön kilpailukyyn ja kannattavuuden tueksi. Suunnittelun näkökulmasta prosessissa keskitytään modulaarisen arkkitehtuurin suunnitteluun tuoteperheelle. Konfigurointitieto on otettu huomioon prosessissa, jotta tiedon avulla voidaan helpottaa uudelleenkäyttöä myynti-toimitusprosesseissa. Lisäksi dokumentoitu tieto tukee suunnitteluun pohjautuvia perusteluja ja tästä tiedosta voi olla hyötyä ajatellen tuoteperheen mahdollisia päivityksiä. Brownfield-prosessissa aikaisempiin vaiheisiin on mahdollista palata, mikäli esimerkiksi liiketoimintaan liittyvät tavoitteet eivät täyty. Pakkanen mukaan moduulijärjestelmään kuuluu **kuvassa 8** esitetyt viisi suunnittelulementtiä, ja nämä osat on jaettu kymmenen prosessin vaiheen kesken **kuvan 9** mukaisesti. Kuva esittää, mitkä prosessin vaiheet liittyvät eri moduulijärjestelmiin ja nämä on kuvattu käyttämällä sinisiä suorakulmioita. **Kuvassa 9** Brownfield-prosessi esitetään lineaarisena prosessina, mutta se voi sisältää myös vaihtelua ja räätälöintiä.

malla ylös eri asiakasvaatimukset. Tämän jälkeen tarkastellaan kaikkia luettelossa olevia kohteita teknisinä yksikköinä. Kun tämä vaihe on saavutettu, tutkitaan olemassa olevaa tuoterakennetta ja keskustellaan mahdollisuuksista jakaa rakenne siten, että se sisältää geneerisiä elementtejä vastaavia teknisiä yksiköitä. On kuitenkin tärkeää havaita, että mikäli geneerisillä elementeillä on paljon yhteistä toistensa kanssa, tämä voi johtaa liialliseen tuotevarioimiseen. (Pakkanen, Juuti & Lehtonen 2016)

Prosessin kolmas vaihe liittyy modulaarisen arkkitehtuurin määrittelyyn. Arkkitehtuuria voidaan ajatella geneeristen elementtien ja rajapintojen avulla, ja tässä vaiheessa määritellään miten geneeriset elementit sijoitetaan tyypilliseen tuotteeseen. Geneeriset elementit, joilla on rajapinnat toistensa kanssa tulee tunnistaa, koska tämä on samalla lähtökohta moduulien standardisointien rajapintojen määrittelylle. Modulaarisen tuoteperheen kaikki lopullista rakennetta kuvaavat moduulit eivät todennäköisesti ole tässä vaiheessa vielä käytettävissä, mutta arkkitehtuurin määrittelyyn voidaan käyttää jotain apuohjelmaa, kuten esimerkiksi Exceliä tai Microsoft Visioa. Tärkeintä on saada visualisoitua arkkitehtuurin kokonaiskuvaa. (Pakkanen, Juuti & Lehtonen 2016)

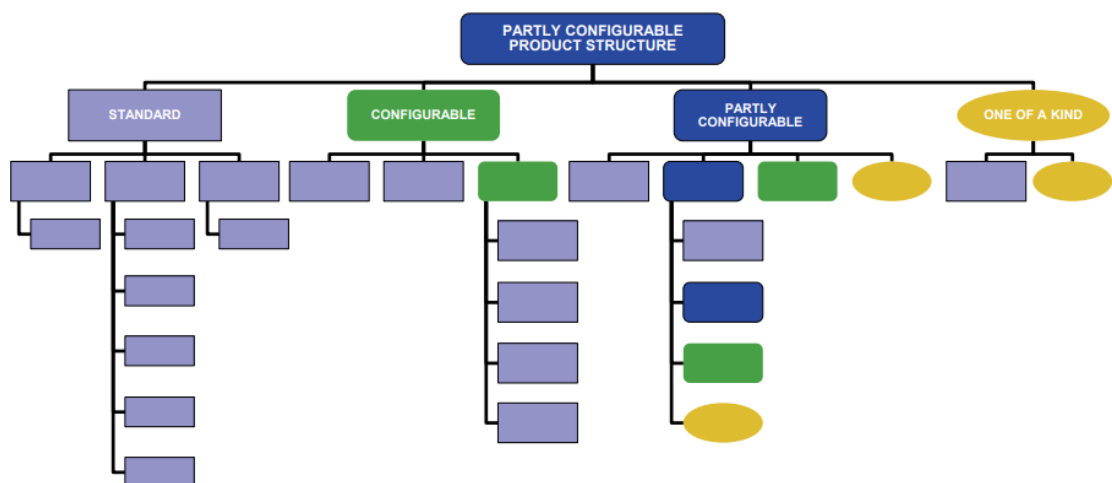
Prosessin neljännessä vaiheessa keskitytään asiakasympäristöön perustuviin tavoiteasetuksiin. Asiakasympäristön analysointi pohjautuu muutostarpeeseen, jossa yritys haluaa muuttaa toimintastrategiaansa projektikohtaisista asiakasratkaisuksista konfiguroitavaan tuotetoimitukseen ennalta määriteltujen modulaaristen ratkaisujen avulla. Konfigurointitietojen määrittelyssä tarvitaan konfigurointituntemusta, jonka avulla tiedetään millaisia tuotteita toimitetaan asiakkaalle tietyn tarpeen. Kun suunnitellaan tuoteperhettä olemassa olevien tuotteiden pohjalta, nämä tuotteet on toimitettu tällöin asiakkaan tarpeiden mukaan. Yleensä tuotteen perusvaatimukset, jotka tuotteen on täytettävä, ovat tunnettuja yrityksen sisällä. Tästä johtuen olisi tärkeää keskittyä selvittämään asioita, jotka aiheuttavat muospaineita tuotteille. Tarkoituksena on määrittellä vähimmäismäärä moduuleita, jotka täyttävät asiakastarpeet myöhemmissä vaiheissa. (Pakkanen, Juuti & Lehtonen 2016)

Pakkasen (2015) mukaan prosessin viidennessä vaiheessa on tarkoitus lisätä olemassa olevien tuotteiden yhteensopivuutta ja ottaa huomioon eri vaihtoehtojen tarpeellisuus sekä tarkastella niiden lukumäärää. Tuoteperheen perustelujen määrittämisellä analysoidaan, millaisia mahdollisuuksia on osien ja kokoonpanojen standardisointiin. Tämän vaiheen lopputuloksena on tarkoitus esitellä tuoteperheen alustava rakenne ja samalla tuoda esiin linkitykset asiakastarpeiden, geneeristen elementtien sekä osien ja kokoonpanojen välillä. **Kuva 10** esittää Pakkasen väitöskirjassa käsiteltyä toimintamallia, jossa on liitetty yhteen eri konsepteissa käsitelty tieto. Menetelmän on alun perin kehittänyt Harlou (2006), joka on nimennyt menetelmän PFMP (Product Family Master Plan) nimityksellä. Harlou esittää väitöskirjassaan kolme konseptia, joita ovat tieto vaihtelevista asiakastarpeista, suunnittelutieto ja tuotetieto. Myös hänen mukaansa on tärkeää saada liitettyä yhteen tieto eri konseptien välillä. Tämän Brownfield-prosessivaiheen tehtävä on edistää osituslogiikkaa, moduulitietoa ja konfigurointilogiikkaa moduulien kesken.



Kuva 10. Alustava tuoteperheen kuvaus, jossa linkitykset on tehty eri konseptien välillä (Pakkanen 2015).

Geneeriset elementit, joilla ei ole suoraan relaatioita asiakastarpeisiin ja jotka liittyvät variointiin, ovat mahdollisia kohteita standardisoinnille. Kun taas geneeriset elementit, joihin vaikuttavat useat asiakastarpeet, tuovat haasteita modulaarisuudelle. Eri näkemysten välisten suhteiden huomioonottaminen voi toimia myös suunnannäyttäjänä jos nykyiset tuotteet eivät sisällä paljon yhteisiä piirteitä, ja samalla käytössä on monia tuoteratkaisuja lähes samasta tarpeesta. Tämä johtaa keskusteluun erilaisista ratkaisuista geneerisiin elementteihin. Juutin (2008) mukaan geneeriset elementit voivat sisältää esimerkiksi vakioratkaisuja (ilman vaihtoehtoja), konfiguroitavia ratkaisuja (ennalta määritellyt standardisoidut ratkaisut), uniikkeja ratkaisuja (ainutlaatuiset vaihtoehdot) sekä näiden yhdistelmiä. **Kuvassa 11** on esitetty tuoterakenteen luokitus geneeristen elementtien mukaan.



Kuva 11. Tuoterakenteen luokittelu geneeristen elementtien mukaan (Juuti 2008).

Kuudes vaihe Brownfield-prosessista käsittelee alustavaa konfigurointitietoa. Tässä vaiheessa konfigurointitieto koostuu relaatiosuhteista asiakastarpeiden ja generisten elementtien välillä, jotka aiheuttavat tarvetta tuoteperheen varioitumiselle. Konfigurointitiedon selvitystä voidaan pitää hyödyllisenä, kun tuoteperheen muutokset, päivitykset tai täysin uusi versio tuoteperheestä on tulevaisuudessa saatu suunniteltua. Pakkasen (2015) mukaan hyödyllinen työkalu tämän Brownfield-prosessin toteuttamiseksi on muokattu versio K-matriisista, jonka alkuperäinen kehittäjä on Bonguelmi (2003). Alkuperäinen K-matriisi toimii konfiguraatiomatriisina, jossa tutkitaan relaatioita teknisten näkymien ja ehdotettujen asiakasnäkymien välillä. Alkuperäisessä matriisissa relaatiot on merkitty pelkästään kyllä ja ei-merkintätyyppinä, mutta Pakkasen mukaan teknisiä näkemyksiä ei ole tarvetta määritellä vielä niin yksityiskohtaisesti, joten tässä prosessin vaiheessa voidaan käyttää erilaisempia suhteita. Näin ollen relaatiosuhteita voi olla tässä vaiheessa prosessia vähintään neljä:

- Asiakastarpeeseen tarvitaan generinen elementti;
- Asiakastarve ei sisällä generistä elementtiä;
- Asiakkaan tarve saattaa vaikuttaa generiseen elementtiin;
- Asiakastarpeet eivät vaikuta generiseen 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 12. Esimerkki muokatusta K-matriisista, mukailtu lähteestä (Bonguelmi 2003).

Generiset elementit on lueteltu matriisissa eri riveille ja asiakastarpeet lisätään vastaa- vasti matriisin sarakkeisiin (kuva 12). Tämän jälkeen relaatiot generisten elementtien ja asiakastarpeiden välille määritellään käyttämällä ylempänä kerrottuja relaatiosuhteita. Tämän prosessivaiheen tuloksista saadaan selville, mitkä generiset elementit ovat yhteensopivia tiettyjen asiakastarpeiden kanssa ja tulosta voidaan hyödyntää moduulien ja rajapintojen määrittelyssä sekä lopullisten konfigurointitietojen määrittelyssä. Prosessin vaiheessa kahdeksan määritellyt moduulit ja muut tuotetyypit on tarkoitus lisätä tässä prosessivaiheessa aloitettuun matriisiin ja samalla mallintaa lopullinen konfigurointitieto tuoteperhettä varten. (Pakkanen 2015)

Prosessin seitsemännessä vaiheessa tavoitteena on määritellä yksityiskohtaisemmin geneeristen elementtien sisältö keskittymällä seuraaviin aiheisiin:

- Tuoteperheen standardiosuuden määrittely;
- Tuoteperheen muuttuvan osuuden määrittely;
- Geneeristen elementtien osajoukkojen määrittely;
- Modulaarisen tuoteperheen arkkitehtuurin selkeyttäminen ja rajapintojen määrittely.

Yleinen tavoite on määritellä vähimmäismäärä moduuleja tarvittavan tuoteperheen luomiseksi. Tästä syystä yrityksen sisäiset palaverit helpottavat havainnoimaan tuoterakenteen kustannusvaikutuksia ja suunnittelemaan yksityiskohtaisemmalla tasolla ratkaisumalleja sekä sopivia osarakenteita. On tärkeää, että palaverien osallistujat koostuvat organisaation eri osastoista, kuten esimerkiksi tuotesuunnittelusta, hankinnasta sekä tuotannosta. Pakkasen, Juutin ja Lehtosen (2016) mukaan geneerisille elementeille on löydettävissä viisi eri tuotekehityisperiaatetta, joiden avulla tuote on mahdollista määritellä:

- Vakio-komponentit, joita voidaan käyttää kaikissa toimituksissa (standard elements);
- Vaihtokelpoiset modulaariset ratkaisut, joissa on standardisoitu ulkoasu (configurable elements);
- Vaihtokelpoiset modulaariset ratkaisut, joissa on ulkoasuvaihtelua (configurable elements);
- Parametriset ratkaisut, jotka sisältävät uniikkeja ratkaisuja (one of a kind elements);
- Ratkaisut, jotka edellyttävät vapaata ulkoasusuunnittelua (one of a kind elements).

Pakkasen (2015) mukaan tämä prosessivaihe keskittyy tuoteperheen modulaarisen arkkitehtuurin määrittelyyn. Arkkitehtuurin on tarkoitus määritellä, millaisia elementtejä ja rajapintoja tuoteperhe sisältää. Tämä vaihe edistää moduulijärjestelmän arkkitehtuuria, moduuleja sekä rajapintadokumentoituja elementtejä. Prosessivaiheen tulokset ovat erityisen tärkeitä tuotevariaatioiden määrittämiselle eri asiakastarpeille. Prosessin tuloksia tarvitaan myös erityisesti tuoteperheen dokumentoinnissa sekä liiketoimintavaikutusten arvioinnissa.

Konfigurointitiedon viimeistelemiseksi Pakkanen (2015) on kehittänyt Brownfield-prosessin kahdeksannen vaiheen, joka pohjautuu prosessin kuudennessa vaiheessa kerrottuun alustavaan konfigurointitietoon. Prosessin kahdeksannessa vaiheessa on tarkoitus täydentää vaiheessa kuusi esitettyyn K-matriisitaulukkoon geneeristen elementtien ja asiakastarpeiden välille relaatiot vastaavien merkintöjen avulla. Lisäksi matriisin täydentämiseksi on mahdollista ottaa käyttöön värikoodaus soluissa numeroiden sijaan, tai käyttää numeroiden ja värien yhdistelmää. Edellisessä vaiheessa tuotettu tieto geneeris-

ten elementtien eri tyypeistä on tarkoitus ottaa tässä vaiheessa käyttöön taulukon täydentämiseksi. Esimerkki täytetystä K-matriisista on nähtävissä **kuvassa 13**.

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

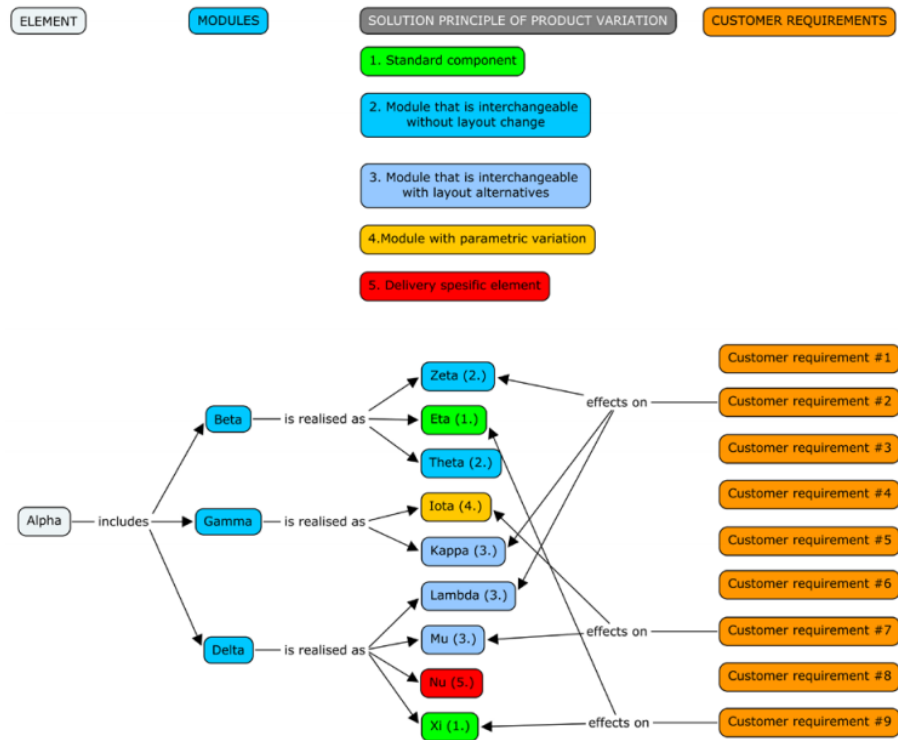
GENERIC ELEMENTS	CONTENT AND TYPE OF GENERIC ELEMENTS	CUSTOMER NEEDS	Customer need group 1	Customer need 1.1	Customer need 1.2	Customer need 1.3	Customer need group 2	Customer need 2.1	Customer need 2.2	Customer need group 3	Customer need 3.1	Customer need 3.2	Customer need 3.3	Customer need 3.4	Customer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

Kuva 13. Modulaarisen tuoteperheen täydellinen konfigurointitieto. Vaiheessa kuusi esitettyyn matriisiin on lisätty generisten elementtien sisältö ja tyyppi (Pakkanen 2015).

Vaiheen 8 tuloksesta havaitaan, mitkä moduulivariantit ovat yhteensopivia tiettyjen asiakkaiden tarpeiden kanssa. Hyvin täytettyä matriisityökalua voidaan hyödyntää myös konfiguraattorissa, joka opastaa asiakasta ja myyntihenkilöä teknisesti yhteensopivien vaihtoehtojen valinnassa (Pakkanen, Juuti & Lehtonen 2016). Mikäli tässä vaiheessa prosessia havaitaan, etteivät ennalta määritellyt asiakastarpeet kata yritykselle tärkeitä markkinoita, voidaan modulaarisen tuoteperheen arkkitehtuurin suunnitteluun palata uudestaan. Tämä siis johtaa tarpeisiin palata Brownfield-prosessissa aiempiin vaiheisiin, joissa määritellään liiketoimintakysymyksiä sekä tärkeimpiä asiakastarpeita. (Pakkanen 2015)

Brownfield-prosessin yhdeksäs vaihe sisältää erillisen dokumentointivaiheen, jossa käsitellään koko prosessia erilaisten syy-seuraus-ketjujen avulla. Dokumentaation tarkoituksena on tukea tuoteperheen rakenteen ymmärtämistä ja keskustelua aiheesta. Lisäksi dokumentoinnin avulla voidaan tukea modulaarisen tuoteperheen päivittämistä tulevaisuudessa. (Pakkanen, Juuti & Lehtonen 2016)

Kun prosessin aikaisemmissa vaiheissa on määritelty moduulit ja konfigurointitieto, suunnittelun syy-seuraus-ketjut jokaiselle generiselle elementille voidaan kuvata käyttämällä taulukkoa, joka tunnetaan nimellä Product Structure Blue Print (PSBP). PSBP kuvailee tietyn tuoteperheen nimeä, sen sisältämiä geneerisiä elementtejä, ratkaisun periaatteita jokaiselle generiselle elementille ja kunkin ratkaisun tyytit ja vaihtelut eri asiakastarpeiden mukaan. Esimerkki täytetystä PSBP-taulukosta on nähtävissä **kuvasta 14**. (Lehtonen, Pakkanen, Järvenpää, Lanz, Tuokko 2011)



Kuva 14. Product Structuring Blue Print (PSBP) moduulirakenteiden esittämiseksi (Lehtonen, Pakkanen, Järvenpää, Lanz, Tuokko 2011).

Brownfield-prosessin kymmenennessä ja samalla viimeisessä vaiheessa palataan prosessin lähtöpisteeseen, jolloin käsitellään liiketoimintavaikutusten analysointia. Tuotekehityksen tulosten analysointi on tärkeää valitun jakologian järkevyyden selventämiseksi. Lisäksi tuloksista nähdään, kuinka suunnittelun avulla on mahdollista saavuttaa vaaditut tavoitteet. Prosessivaiheen tavoitteena on selvittää, onko uusi tuoteperheen ehdotus kilpailukykyinen sellaisenaan, vai tarvitseeko prosessin aikaisempiin vaiheisiin palata. (Pakkanen 2015)

5. TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimusmenetelmät -kappaleessa käsitellään työssä käytettäviä tiedonkeräämismenetelmiä. Työhön liittyvissä tutkimuksissa on käytetty perinteisiä lähteitä, joita ovat yrityksen tietojärjestelmistä kerätty data, kirjallisuus, haastattelut sekä palaverit. Työn sisältö voidaan jakaa erilaisten tutkimusmenetelmien mukaan siten, että teoriaosuudessa lähdemateriaalina on käytetty pääasiassa kirjallisuutta sekä haastatteluja ja työosuudessa on käytetty yrityksen järjestelmistä lähtötietoihin kerättyä dataa, tehty erilaisia lyhempiä haastatteluja eri osastoissa sekä käytetty hyödyksi palavereista kerättyä sisältöä. Teoriaosuuden haastatteluiden avulla on pyritty lisäämään kirjallisuuden lisäksi kerättyä tietoa yrityksen eri osastojen väliltä, ja kokoamaan tieto yhteen paikkaan. Haastatteluiden kautta on saatu kerättyä paljon työssä tarvittavaa esitietoa, jota ei ole saatavilla julkisena kirjallisuutena.

5.1 Aineiston koko ja rajaus

Eskolan ja Suorannan (1998) mukaan tutkimusaineiston koon määrittämiseksi on koottu erilaisia sääntöjä. Laadullista tutkimusta varten on alussa selvitettävä, että aineistoa on riittävästi. Aineiston tehtävä on toimia tutkijan apuna tutkimuksen työosuudessa ja aineistosta pyritään rakentamaan erilaisia kestäviä teoreettisia näkökulmia. Lisäksi sopiva määrä lähdeaineistoa auttaa tuomaan esiin työn teoreettisen peruskuvion, mikä tutkimuskohteesta on mahdollista saada esille. On tärkeää huomioida, ettei pelkän lisämateriaalin kerääminen tuota tutkimukselle enempää vaadittua lisäinformaatiota, vaan pahimmillaan aineiston lisääminen aiheuttaa peruslogiikan toistumista. Aineiston rajaamisen tuleekin olla tarkkaa, koska työhön liittyvä laadullinen aineisto on periaatteessa loppumatonta. Työn alussa on mahdollista lähteä liikkeelle pienellä määrällä aineistoa ja tärkeintä onkin oppia tuntemaan oma aineisto mahdollisimman hyvin, ettei tulkinta nojaudu liikaa rajatun aineiston satunnaisuuksiin. Myöhemmin aineistoa voidaan kerätä tarpeen vaatiessa lisää ja laadullisessa tutkimuksessa teoreettinen kattavuus on otettava huomioon aineiston rajauksessa. Ratkaisevaa ei ole kuitenkaan aineiston koko, vaan omien tulkintojen kestävyys ja syvyys. Lisäksi erilaiset vertailuasetelmat parantavat yleistävyyttä ja muihin tutkimustuloksiin sekä tulkintoihin liittyvää vertailua voidaankin käyttää hyödyksi tutkimuksen tulosten analysoinnissa.

5.1.1 Aineiston hankinta

Eskolan ja Suorannan (1998) mukaan perinteiset aineistonkeruumenetelmät voidaan jakaa haastatteluun sekä toimintatutkimukseen. Toimintatutkimuksen menetelmiä ovat

valmiin aineiston hyödyntäminen sekä erilaiset havainnoinnit, joita on kirjoitettu sovellettaviksi ja tarpeen tullen myös rikottaviksi. Yleisin tapa kerätä tutkimustietoa on haastatteluiden järjestäminen, jonka tarkoituksena on selvittää mitä kullakin on aiheeseen liittyen mielessään. Yksinkertaisesti voidaan sanoa, että haastattelut toteutetaan haastattelijan kysymyksillä haastateltavalle henkilölle. Nykypäivänä kuitenkin perinteinen kysymys-vastaus-haastattelu on vähentynyt, jolloin tilanteesta on tullut enemmän keskustelutyypinen prosessi. Haastattelu voi olla joko ennalta suunniteltu tai haastattelijan ohjaama ja alulle panema, jolloin haastattelija motivoi haastateltavaa ja pitää samalla keskustelua yllä. Haastattelujen järjestämiseen, toteuttamiseen ja purkamiseen tulee varata riittävästi aikaa, koska haastatteluja varten tarvitaan lista keskusteltavista asioista ja haastattelun jälkeen esille nousseet aineistot tulee vielä purkaa tekstiksi. On havaittu, että tavallisesti yhden haastattelutunnin purkamiseen täytyy varata jopa yhden työpäivän verran aikaa.

Tutkimusta tehtäessä ei tarvitse läheskään aina kerätä uutta aineistoa tutkittavasta aiheesta, vaan Eskola ja Suoranta (1998) painottavat käyttämään hyödyksi valmiita aineistoja. Aineiston keruusta säästynyt aika voidaan korvata tulkinnallisella työllä, jolloin esimerkiksi voidaan analysoida tutkimuksen tuloksia. Toimintatutkimuksessa tutkija pyrkii ratkaisemaan jonkun tietyn ongelman yhdessä yhteisön jäsenten kanssa. Perusidea on ottaa tutkimukseen mukaan ne henkilöt, joita tutkimus suoranaisesti koskettaa ja pyrkii ratkaisemaan yhdessä tutkimukselle asetetut päämäärät. Olennaista toimintatutkimuksessa on tutkijan ja tutkittavan yhteisön tiivis ja jatkuva vuorovaikutus sekä sitoutuminen yhteisesti sovittuihin tavoitteisiin.

5.2 Päästöluokkiin perustuva tutkimus

Dieselmoottorit noudattavat maakohtaisesti erilaisia emissiostandardeja. Maa- ja metsätaloudessa ajoneuvon hyväksyntää ja markkinavalvontaa varten sovelletaan liikkuviin työkoneluihin tarkoitettua polttomoottoreiden kaasua- ja hiukkaspäästöjen raja-arvoihin ja tyyppihyväksyntään vaikuttavia Euroopan unionin asetuksia. Esimerkiksi moottorin päästöjen vähentämiseksi Euroopan parlamentti ja neuvosto katsovat, että moottorien päästöjen vähentäminen edellyttää moottorivalmistajien ja asiaankuuluvien yritysten yhteistyötä vakiintuneiden tieteellisten tutkimuslaitosten välillä, jolloin yhteistyöllä on suuri merkitys ilman laadun parantamisessa ja uusien teknologioiden kehittämisessä. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 2016/1628)

Polttomoottorin määrityksellä tarkoitetaan energiamuunninta, joka ei ole kaasuturbiini ja jolla on tarkoitus muuntaa kemiallinen energia mekaaniseksi energiaksi sisäisen palamisprosessin avulla. Valmistettavissa työkonneissa moottorin määritelmä edellyttää päästöjenrajoitusjärjestelmää sekä moottoriin liitettyä elektronista ohjausyksikköä, jolla hallitaan voimalaitteen ja työkonneen välistä tiedonsiirtoa. Euroopan parlamentti ja neuvosto määrittelevät moottoriperheen valmistajan luomana moottorityypin ryhmittelyä, joka sisältää suunnittelun näköpuolesta samanlaiset pakokaasupäästöominaisuudet ja

jotka pysyvät sovellettavien päästöraja-arvojen sisäpuolella. Perusmoottori määritellään moottorityyppinä, joka on valittu tietyistä moottoriperheestä päästöominaisuuksien perusteella. (Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 2016/1628)

AGCO Powerin moottorit kuuluvat nonroad-moottoreiden emissiostandardiluokkaan. Tällä hetkellä Euroopassa on käytössä Stage IV -emissiostandardi, mutta vuonna 2019 Euroopassa tullaan siirtymään ensimmäisenä maailmassa tiukempaan Stage V -standardiluokkaan. Poikkeuksena ovat varavoimamoottorit, jotka noudattavat tällä hetkellä Stage II -päästöluokkaa. Varavoimamoottorit ovat kuitenkin vaihtumassa tulevaisuudessa myös Stage V -emissiostandardiluokkaan kuten ajoneuvot. Varavoimamoottorien poikkeuksellisuus on, että ne toimivat vakiokierroksilla kun taas ajoneuvopuolella moottorin kierroksia voidaan ohjata ulkoisesti. **Taulukosta 3** voidaan havaita, että pienimmät 3- ja 4-sylinteriset moottorit kuuluvat teholuokaltaan kategoriaan NRE-v/c-5 ja suuremmat 6-, 7- & 12-sylinteriset moottorit kuuluvat kategoriaan NRE-v/c-6. Näistä suurempitehoisien moottoreiden siirtyminen Stage V -emissiostandardiluokkaan tapahtuu Euroopassa vuoden 2019 alussa ja pienempitehoisien vuonna 2020. (Dieselnet)

Table 4
Stage V emission standards for nonroad engines (NRE)

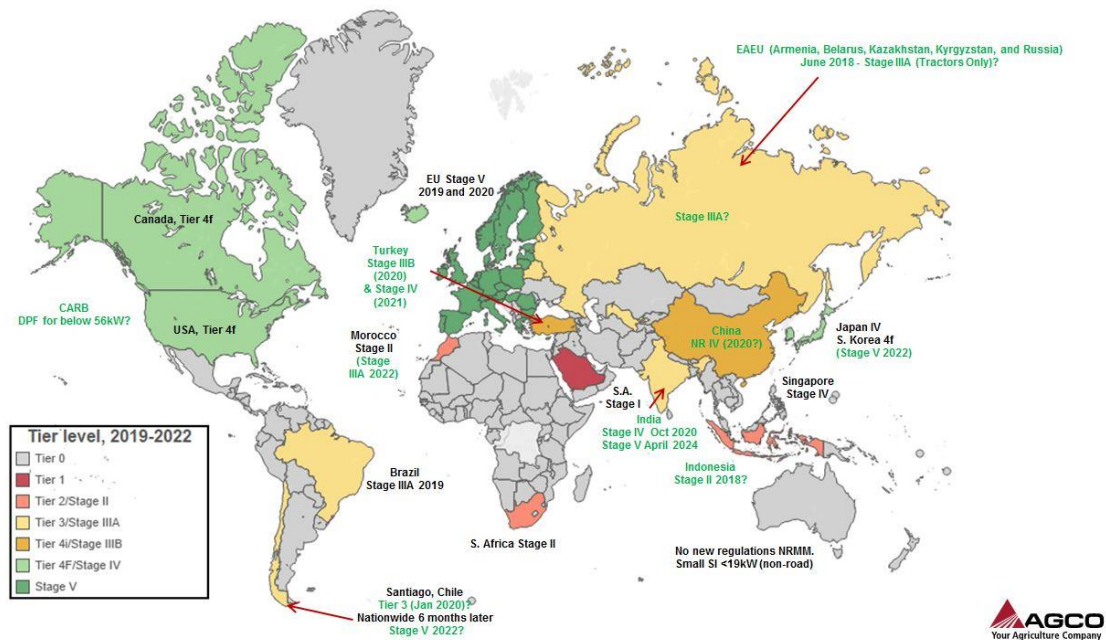
Category	Ign.	Net Power	Date	CO	HC	NOx	PM	PN
		kW						
NRE-v/c-1	CI	P < 8	2019	8.00	7.50 ^{a,c}		0.40 ^b	-
NRE-v/c-2	CI	8 ≤ P < 19	2019	6.60	7.50 ^{a,c}		0.40	-
NRE-v/c-3	CI	19 ≤ P < 37	2019	5.00	4.70 ^{a,c}		0.015	1×10 ¹²
NRE-v/c-4	CI	37 ≤ P < 56	2019	5.00	4.70 ^{a,c}		0.015	1×10 ¹²
NRE-v/c-5	All	56 ≤ P < 130	2020	5.00	0.19 ^c	0.40	0.015	1×10 ¹²
NRE-v/c-6	All	130 ≤ P ≤ 560	2019	3.50	0.19 ^c	0.40	0.015	1×10 ¹²
NRE-v/c-7	All	P > 560	2019	3.50	0.19 ^d	3.50	0.045	-

^a HC+NOx
^b 0.60 for hand-startable, air-cooled direct injection engines
^c A = 1.10 for [gas engines](#)
^d A = 6.00 for [gas engines](#)

Taulukko 3. Stage V -päästönormit (Dieselnet).

Kuvassa 15 nähdään, mikä on AGCO:n tämänhetkinen näkemys päästöstandardien jakautumisesta eri puolella maailmaa. Esimerkiksi Pohjois-Amerikassa on käytössä Tier 4f -päästöstandardi, joka vastaa aiemmin Euroopassa käytettyä Stage IV -standardiluokkaa. Moottorirakenteet ovat mekaniikaltaan jälkikäsitteilykomponentteja lukuun ottamatta lähes samanlaisia kuin EU Stage V -päästötason moottorit. Brasiliassa on käytössä tällä hetkellä alemman päästötason standardi Stage III A, joka eroaa mekaanisesti esimerkiksi öljynerottimen puuttumisella moottorirakenteesta. Kiinaan on tulossa käyttöön China NR IV -standardi näillä näkymin vuonna 2020, joka pohjautuu EU Stage V -standardiin. (Dieselnet)

Global non-road diesel engine emission regulations 2018-2022



Kuva 15. AGCO:n näkemys maailmanlaajuisista päästöasetuksista vuosina 2018–2022.

5.3 Moottoreiden käyttökohteisiin perustuva tutkimus

AGCO Power -moottoreita käytetään pääosin erilaisissa työkoneissa. AGCO konserni koostuu monista tunnetuista brändeistä, joita on traktorimarkkinoilla muun muassa Massey Ferguson, Fendt, Valtra ja Challenger. Muita tunnettuja brändejä ovat Gleaner leikkuupuimurit, Hesston heinäkoneet sekä Rogator, Terragator ja Spra-Coupe itsekulkevat ruiskutuskoneet, varavoima generaattorit sekä dieselpumput. Lisäksi AGCO Powerin moottoreita valmistetaan konsernin ulkopuolisille asiakkaille esimerkiksi leikkuupuimureihin ja metsäkoneisiin. Tunnettuja ulkopuolisia asiakkaita ovat esimerkiksi JCB Fastrac -nopeakulku traktorit, Sampo Rosenlew -leikkuupuimurit, Komatsu Forestry- ja Logset-metsäkoneet, Kalmar-materiaalinkäsittely laitteet sekä Lännen Tractors -pyöräkuormainkaivurit. Seuraavissa kappaleissa on eriteltyä AGCO Power -moottoreiden käyttökohteita ja asiakkaita tarkemmin. (AGCO Power company presentation 2018)

5.3.1 Traktorit

AGCO Powerin moottoreita käytetään pääasiassa erilaisissa traktoreissa. Traktorit voidaan jakaa volyymituotteisiin ja premium-tuotteisiin eri platformien nimiketunnuksilla. Lisäksi platformit voidaan jakaa eri teholuokkiin sylinterien lukumäärän sekä ladattavan softan avulla. AGCO-brändin alaisuudessa olevat valmistajat käyttävät AGCO Powerin moottoreita omissa tuotteissaan eri käyttötarkoitusten mukaan. Pieniä 3-sylinterisiä medium-duty-moottoreita käytetään pääsääntöisesti pienen kokoluokan traktoreissa. Kes-

kikokoisia 4–6-sylinterisiä moottoreita käytetään yleisimmin perinteisessä maataloustyössä, ja tätä kokoluokkaa valmistetaan selkeästi eniten markkinoille. Näistä malleista on saatavilla useita volyyimi- ja premium-malleja. AGCO:n omasta tarjonnasta Valtra ja Massey Ferguson tarjoavat volyyimimalliston sekä Challenger ja Fendt premiummalliston. Lisäksi suuren kokoluokan 7- ja 12-sylinterisiä moottoreita valmistetaan pääsääntöisesti Pohjois-Amerikassa käytettyihin Challenger-telatraktoreihin ja suuren kokoluokan puimureihin. (AGCO Power company presentation 2018)



Kuva 16. Valtra T-sarja.

Muiden ulkopuolisten asiakkaiden tuotteisiin valmistetaan AGCO Power -moottoreita myös asiakkaan toiveiden mukaan. Lännen traktorikaivureihin valmistetaan 4-sylinteristä moottoria, JCB:n nopeakulku-tractorin 6-sylinterisiä moottoreita, Isekin traktoreihin 3-sylinteristä MD-moottoria Japanin markkinoille ja Hattatin traktoreihin 3–4-sylinteristä moottoria. Seuraavissa kappaleissa on tarkoitus perehtyä tarkemmin asiakaskohtaisiin tuotteisiin. (Pinola 2018)

5.3.2 Leikkuupuimurit

Leikkuupuimurit jaetaan AGCO:n konsernin sisällä platformien mukaisesti pieniin, keskisuurin sekä ammatillisiin puimurimalleihin. Pieniä puimureita käytetään maissin ja riisin keräämiseen sekä perinteiseen viljan puintiin. Keskikokoiset ja ammatilliset leikkuupuimurit soveltuvat viljan puimiseen ja niitä on saatavilla erilaisilla käyttötekno-

logioilla. Puimureissa viljasäiliön koko sekä leikkuupöydän leveys vaihtelevat malleittain. Leikkuupuimureiden kulkeminen on yleensä toteutettu renkailla, mutta suuren kokoluokan ammattilliset mallit on saatavilla myös sekä pyörillä että teloilla varustettuna, jolloin kulkukyky on helpompaa upottavissa olosuhteissa.

AGCO Power valmistaa puimureihin 4-sylinterisiä sekä 6-sylinterisiä moottoreita Fendt ja Massey Fergusonin brändeille sekä Sampo Rosenlewin puimureihin. Lisäksi suuren kokoluokan ammattillisiin puimureihin valmistetaan 7-sylinterisiä moottoreita Massey Fergusonin, Gleanerin ja Fendt puimurimalleihin. (Pinola 2018)



Kuva 17. Massey Ferguson Ideal 7.

5.3.3 Metsäkoneet

AGCO Power tekee tuotekehitystä ja valmistaa moottoreita myös metsäkoneisiin ulkopuolisille asiakkaille. Metsäkoneet ovat jaettavissa kuormastraktoreihin sekä hakkuukoneisiin, jolloin pienempiä koneita käytetään yleensä metsien harvennuksissa ja isompia päätehakkuisissa. AGCO Powerin valmistaa tällä hetkellä 4-sylinterisiä 49 AWF päästötason moottoreita pienemmän luokan metsäkoneisiin Komatsu Forestille, Sampo Rosenleville, Logsetille sekä virolaiselle Metsikselle. Lisäksi suuremman kokoluokan metsäkoneisiin valmistetaan 6-sylinterisiä 66- & 74-moottoreita Komatsu Forestin, Logsetin ja Metsiksen tarpeisiin. (Pinola 2018)



Kuva 18. Komatsu 931XC.

5.3.4 Muut tuotteet

AGCO Power valmistaa moottoreita konsernin sisäisesti myös Challengerin Rogator- ja Terragator-tuotemerkeillä varustettuihin ruiskutus- ja lannoituskoneisiin, Massey Fergusonin ja Challengerin tuotemerkeillä varustettuihin niittokoneisiin sekä Valtran tuotemerkillä varustettuun sokerijuuripuumuriin. Lisäksi AGCO Power tuottaa moottoreita ulkopuolisille asiakkaille Kalmar-merkkisiin dieseltrukkeihin ja HH/ESC-konttilukkeihin, Ljungby-merkkisiin pyöräkuormaajiin sekä eri kokoluokan vesipumppuihin ja pää- & varavoimageneraattoreihin, joita valmistetaan asiakkaan tarpeiden mukaan Tampereen Tesomalla sijaitsevalla Power Generation -osastolla sekä merikäyttöön että kuivan maan käyttöön. Generaattoreihin valmistettavat moottorit toimitetaan sekä konsernin sisäiseen markkinointiin kuin myös ulkopuolisille AJ-Power ja Sandfirden asiakkaille. (Pinola 2018)



Kuva 19. Sokeriruokopuimuri Valtra BE1035e.

Euroopassa Rogator-ruiskutuskoneet myydään Fendt-tuotemerkillä ja Brasiliassa Ruiskutuskoneet myydään Massey Fergusonin ja Valtran tuotemerkeillä. Ruiskutuskoneisiin AGCO Power valmistaa 4- ja 6-sylinterisiä moottoreita eri Terragator-lannoituskoneet valmistetaan Jacksonissa ja niitä myydään Pohjois-Amerikassa Challenger-tuotemerkillä ja Euroopan markkinoilla Fendt-tuotemerkillä. Lannoituskoneisiin sekä sokeriruokopuimureihin valmistetaan 6- ja 7-sylinterisiä moottoreita. Kalmar-merkkisiin dieseltrukkeihin valmistetaan 4-sylinterisiä moottoreita Ruotsin Lidhultin tehtaalle sekä 4- ja 7-sylinterisiä moottoreita HH/ESC konttilukkeihin Suomen tehtaalle. Ljungby-pyöräkuormaajiin valmistetaan 6-sylinterisiä moottoreita eri teholuokilla. Pumppuja sekä generaattoreita valmistetaan yleisesti kaikilla eri kokoluokilla ja ne on varustettu 3–7-sylinterisillä moottoreilla. Generaattoreita on saatavilla 48-1800kW:n tehoalueella. (Pinola 2018)

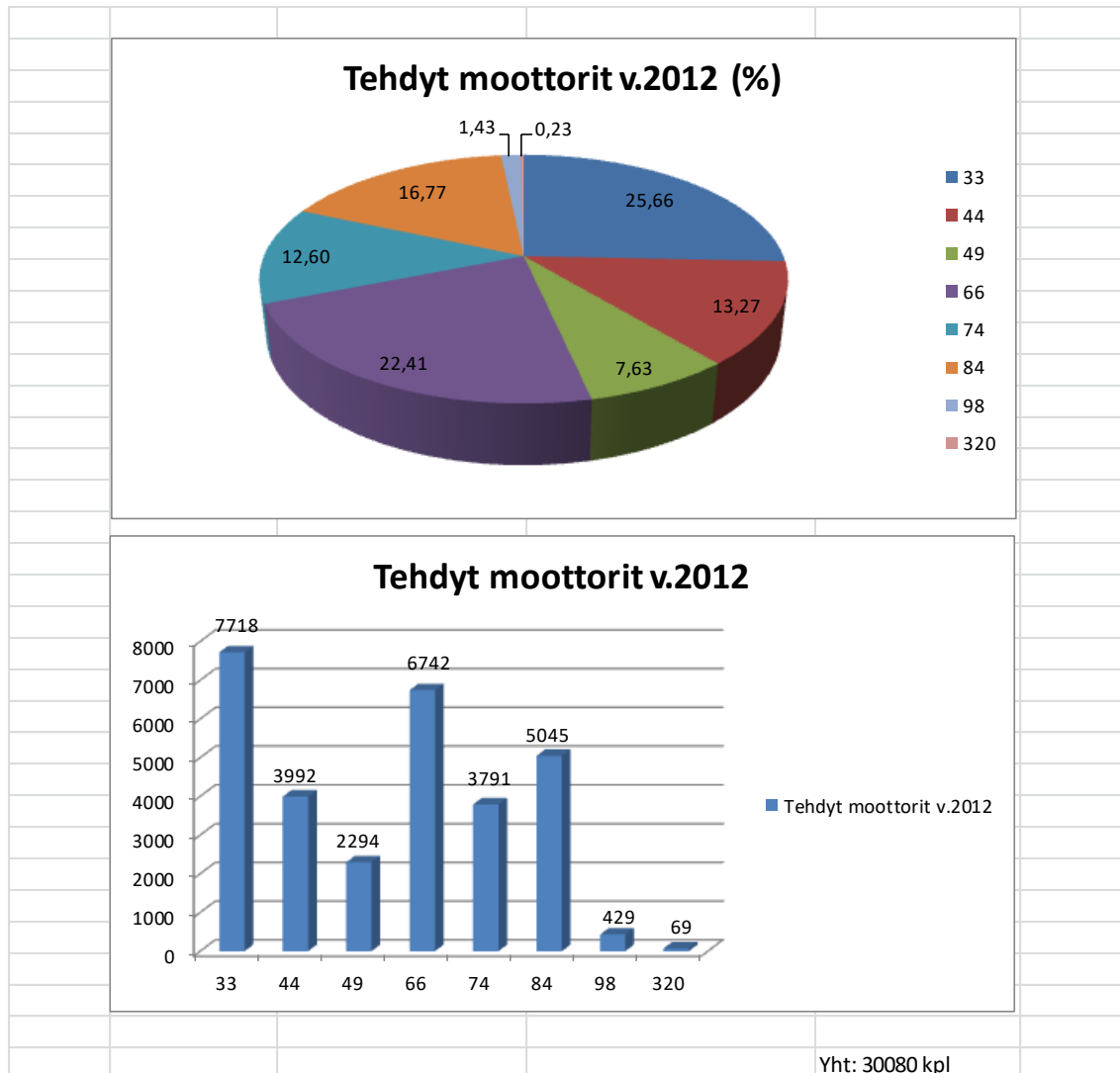
5.4 Moottorivolyymeihin perustuva tutkimus

Konfiguraatio tutkimuksen alussa lähdettiin keräämään historiadataa vuosien varrella valmistetuista moottoreista. Tämä tutkimus toimii pohjana myös konfiguroitavan tuoterakenteen määrittämisessä, jolloin tiettyjen asiakasräätelöintien toteuttamiseen vaaditaan rakenteiden standardisointia. Lähtökohtaisesti nykyisen moottoriperheen VC-Groupit ovat rakenteiltaan asiakaskohtaisesti liian joustavia, jolloin erilaisten VC-Group rakenteiden määrä on hieman riistäytynyt hallinnasta. Standardisoinnin pohjana on tarkoitus käyttää moottorivolyymeihin perustuvaa tutkimusta, jolloin suurivolyymisten mootto-

rinimikkeiden rakenteen pohjalta voitaisiin tarjota erilaisia VC-Group rakenteita myös pienen volyymin asiakkaille.

Tutkimusdatan kerääminen aloitettiin Keybox ERP-järjestelmän datasisällön tutkimisella. Keybox ERP-järjestelmä sisälsi toimitettujen moottoreiden nimikekohtaisen datan vuosilta 2007–06/2018. Kesäkuussa 2018 yritys siirtyi SAP ERP-järjestelmän käyttöön, jolloin Keyboxin käyttö ajettiin samalla alas. Datalataus aloitettiin syöttämällä Keybox järjestelmään SQL-koodeja, jolla nimikekohtainen data kerättiin 4000kpl erissä Excel-tilukkaan. Keybox data oli jaettu vuosittain erilaisiin kirjainsarjoihin, jolloin esimerkiksi vuoden 2007 data vastasi sarjaa T. Jokaiselle sarjalle oli annettu järjestelmässä aloitusnumero, josta sarjalataus aloitettiin. Lataus suoritettiin vuosittaisessa järjestyksessä kaikilla kirjainsarjoilla. Lopputuloksena Excel-tiedosto sisälsi useamman 100000 riviä dataa ERP-järjestelmän avulla valmistetuista moottoreista.

Kun datalataus oli saatu tehtyä Exceliin, tuli data saada käsiteltyä lukukelpoiseksi. Excel-tiedoston jokainen rivi sisälsi yksikäsitteisen datan valmistetusta moottorinimikkeestä, joten jakoperiaate päätettiin tehdä jakamalla valmistettujen moottorinimikkeiden rivit valmistusvuoden ja valmistetun nimikkeen mukaan. Tällöin Excel-tiedostoon luotiin taulukot vuosien mukaan, joihin kerättiin Pivot-tilukkoa apuna käyttäen nimikenumero yhdistettynä nimikkeen kappalemäärään. Lopputuloksena saatiin eroteltua massadatasta vuosittain valmistetut moottorinimikkeet valmistusmäärien mukaisesti.



Kuva 20. Moottorivolyymit eri kokoluokkien mukaan vuonna 2012.

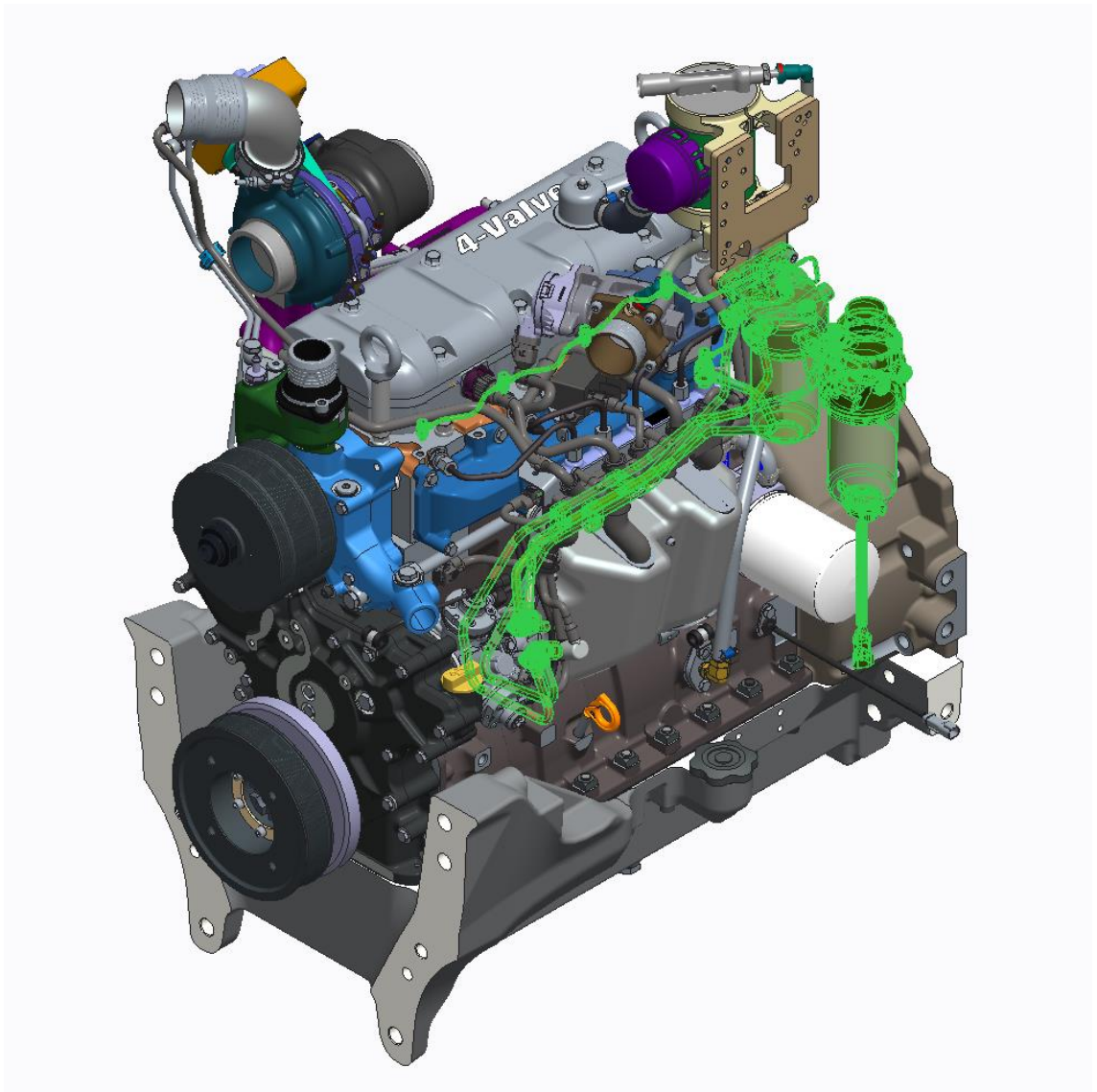
Tutkimuksen viimeisenä vaiheena oli tuottaa esittelykelpoiset kuvaajat vuosittain valmistetuista moottoreista. Kuvaajilla päädyttiin esittämään vuotuiset moottorivolyymit jaoteltuna moottorityypin mukaan. Tällöin nimikekohtainen data tuli yhdistää moottorin kokoluokan mukaan ja jakaa saadut kappalemäärät vuosittaisella volyymilla. Kuvaajat tehtiin vuosikohtaisesti siten, että piirakkakuvaaja esittää jokaisen moottorityypin valmistusmäärät prosentteina vuosivolyymiin verraten. Lisäksi pylväskuvaaja kertoo jokaisen moottorityypin kokonaisvalmistusmäärän vuosittain. Kuvaajilla pystytään havainnollistamaan, mihin moottorityyppeihin yrityksen vuosittainen kokonaisvolyymi perustuu ja millaista vaihtelua on tapahtunut vuosien varrella eri moottorityyppien kesken. Kuvaajien lisäksi Excel-taulukon on luotu moottorityypin vuosittaisen volyymien vertailu volyymiin perustuvien aktiivisten nimikkeiden määrien mukaan. Tästä vertailusta selviää, montako erilaista aktiivista nimikettä on käytössä missäkin moottorityypissä, ja paljonko nimikemäärän prosentuaalinen osuus on kokonaisesta nimikemäärästä. **Kuvassa 20** on esitetty vuoden 2012 moottorivolyymit eri kokoluokissa.

6. SOVELTAVA OSUUS: KONFIGUROITAVA TUOTERAKENNE

Tässä luvussa käsitellään diplomityöhön liittyvää soveltavaa työosuutta. Työn lähtökoh- tana on tutkia uuden moottoriperheen tuoterakennetta, ja määrittellä rakenne erilaisten jakoperusteiden mukaan järkeviksi kokonaisuuksiksi. Lopputuloksena tutkimuksen on tarkoitus osoittaa, millaiseksi uusi tuoterakenne on mahdollista rakentaa massatuotteen näkökulmasta ja miten tuote voidaan konfiguroida eri asiakastarpeiden mukaan mahdol- lisimman sujuvasti. Lisäksi työssä on tarkoitus tutkia, voidaanko tuoteperheen variaati- oista rakentaa konfiguraattori, joka palvelisi myyntiä uusien asiakkaiden hankinnassa sekä samalla projektinjohtoa ja suunnittelu-osastoa uuden tuoterakenteen avaamisessa.

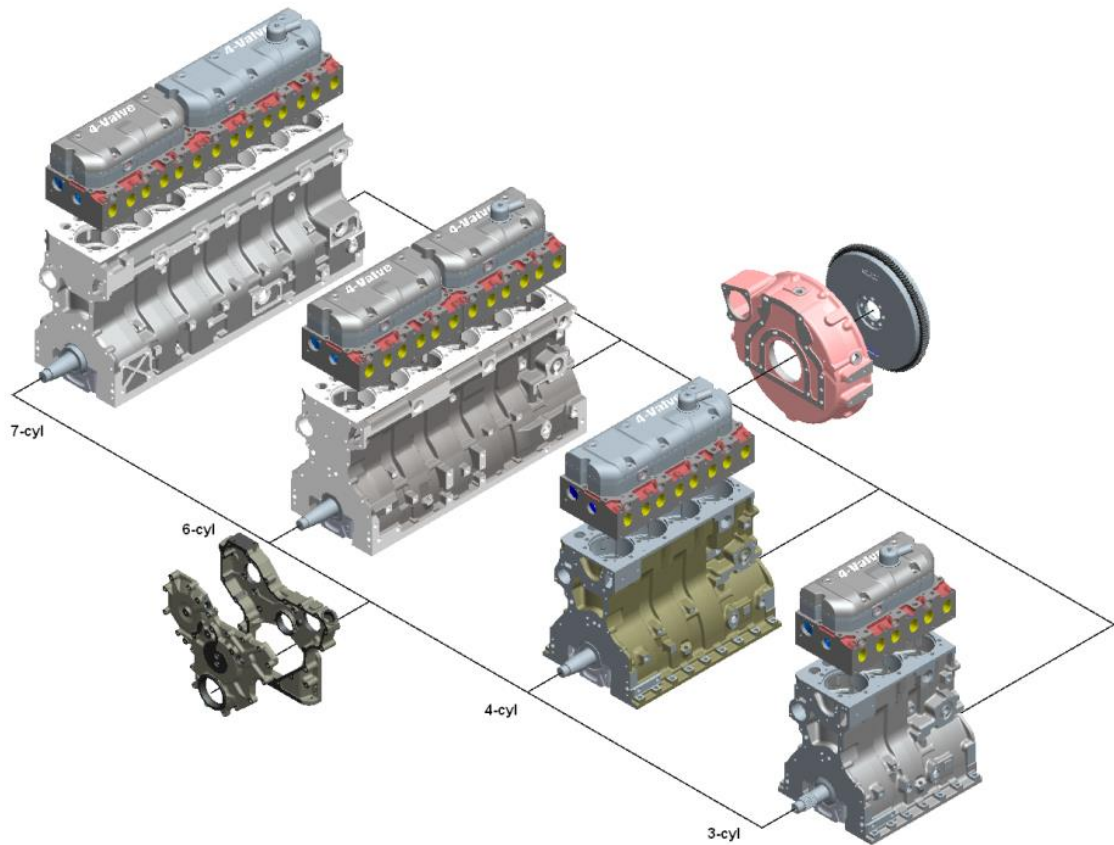
6.1 Nykytilanne

Tällä hetkellä moottoriluettelot rakentuvat koosterakenteista, jolloin moottorirakenne si- sältää satunnaisen joukon erilaisia koosteita. Moottorin osaluettelo koostuu nykytilan- teessa kolmitasoisesta tuoterakenteesta, jossa päätasolla (Product Variant) on moottori- nimike, toisella tasolla koosterakenteet (VariantConfiguration-Group) ja kolmannella eli komponenttirakennetasolla on moottoriin liittyvät komponentit. Koosteet sisältävät käy- tännössä joukon osia, jolloin ne toimivat tällä hetkellä ilman suurempaa sääntölogiik- kaa. Koosteajattelu on otettu alun perin käyttöön, koska aikaisemmin moottorirakenteet sisälsivät myös yksittäisiä osia ja osakokoonpanoja, jolloin moottorirakenteen suunnitte- lu ja moottorin rakentaminen suunnittelupöydällä tiettyyn asiakastarpeeseen oli työlästä. Koosterakenteita hyödyntämällä moottorit pystytään suunnittelemaan hyödyntämällä suurempia osakokonaisuuksia sekä tiettyjen sovellusten varioitavuutta asiakastarpeita ajatellen. Tämä ajattelutapa soveltuu paremmin käyttöön, mikäli toimitettavat vuosittai- set moottorivolyymit olisivat pieniä. Yrityksellä on yli 30 000 moottorin vuosivolyyymi, jolloin massaräätälöinnin kannalta vaaditaan enemmän asiakasvariaatioiden hallintaa erilaisten sovellusten tarjoamisen puolesta. Yritys on tällä hetkellä joustava toteutta- maan erilaisia asiakaskohtaisia sovelluksia asiakkaiden pyynnöstä, jolloin asiakasvari- aatioiden hallintaan kaivataan selkeää parannusta. Esimerkki yksittäisen koosteen sisäl- tämistä komponenteista on nähtävissä **kuvasta 21**.



Kuva 21. Esimerkki 4-sylinterisen moottorin koosteen sisältämistä komponenteista.

Yrityksen nykytilanteessa jokaisella moottoriasiakkaalla on oma projektikoordinaattori sekä applikaatiosuunnittelija, jotka vastaavat asiakaskohtaisen moottorin tuoterakenteesta sekä asiakkaan tarpeista. Nykyisen moottoriperheen rakenne on peräisin 1980-luvun loppupuolelta. Alkujaan moottoriperheen rakenne ajateltiin modulaarisuuden periaatteiden mukaan siten, että samoja peruskomponentteja pystyttäisiin hyödyntämään eri kokoluokissa (**kuva 22**). Tämä ajattelu helpottaa myös hankinnan, logistiikan sekä varaosapuolen toimintaa. Lisäksi moottoriperheen samanlainen tekniikka auttaa tuotantoa sekä myyntiä hahmottamaan paremmin moottorin rakenteen ja tätä kautta moottorin perusrakenne on mahdollista koota automaattisessa, robotisoidussa kokoonpanolinjassa. Suunnittelun kannalta on ajateltu, että erilaiset applikaatiot on mahdollista toteuttaa selkeiden rajapintojen avulla. Esimerkiksi sylinteriryhmään liitettävän öljypohjan kiinnityspisteet ovat kaikilla öljypohjilla samat, jotta samaan ryhmään pystytään liittymään erilaisilla öljypohjilla.



Kuva 22. Nykyisen moottoriperheen perusrakenne

Nykyisessä moottoriperheessä on ongelmana rakenteiden ja erilaisten rakennevariaatioiden lukumäärän kasvaminen. Tämä johtuu siitä, että nykyinen moottoriperhe on käynyt vuosien saatossa läpi esimerkiksi Euroopassa kuusi eri päästötasoa, jolloin hiukkasmaatimukset ovat vaikuttaneet erilaisiin moottorin ympärille suunniteltaviin applikaatio-komponentteihin muun muassa jälkikäsitteilykomponentteihin sekä elektroniikkaan. Kun nykyinen moottori aikoinaan suunniteltiin, oli käytössä ainoastaan savumittaus traktoreihin myytäviin moottoreihin. Ensimmäinen emissiostandardin mukainen päästöaso tuli käyttöön vasta vuonna 1996 Amerikkaan ja vuonna 1999 Eurooppaan. Myöhemmin savumittauksesta luovuttiin, sillä emissiostandardi rajoitti riittävästi hiukkaspäästöjä. Tämän jälkeen moottoreihin on tullut suuria muutoksia mm. sähkölaitteisiin ja jälkikäsitteilykomponentteihin.

Moottorirakenteen nykytilaa on selvitetty myös Kivelän (2018) kanssa käytyjen haastattelujen avulla. Päästötasojen lisäksi nykyisen moottoriperheen rakenteeseen on vaikuttanut ERP-järjestelmien vaihtuvuus yrityksen sisällä. Kun yhdestä ERP-järjestelmästä on siirrytty toiseen, on se vaikuttanut moottorin rakenteeseen siten, että rakenne tukisi käytössä olevaa järjestelmää. Esimerkiksi nykyinen SAP-toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto vaikutti moottorirakenteisiin merkittävästi, jolloin kaikki moottorirakenteen sisällä olevat osat tuli sijoittaa VC-Group rakennetasoihin. Tämä tarkoittaa sitä, että moottorin rakenteisiin avattiin uusi kooste, joka nimettiin varusteluosiksi. Tämän jäl-

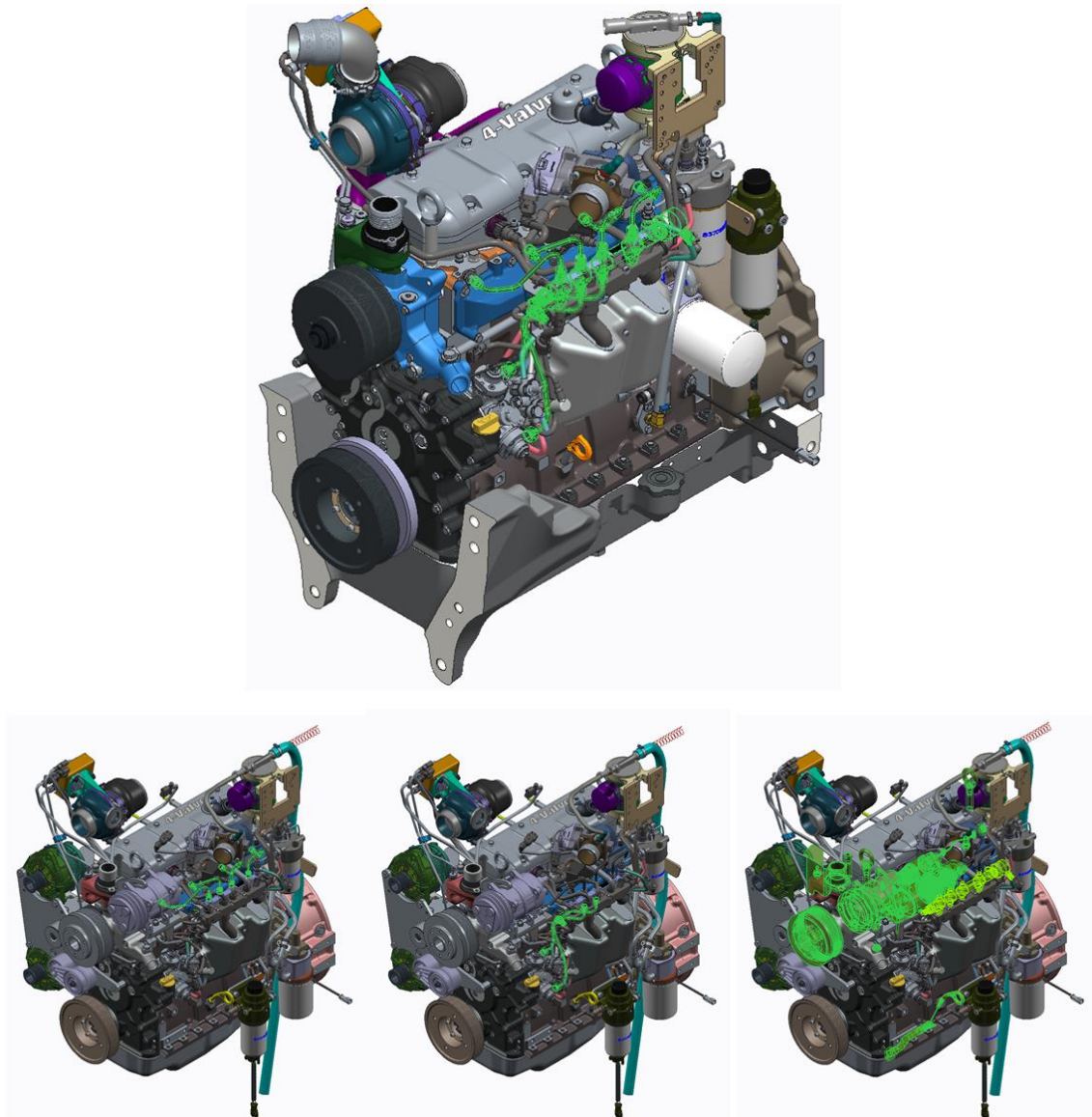
keen rakenteen kaikki eksaktisti varioitumattomat komponentit sijoitettiin varustelu-koosteen rakenteeseen, koska ei ollut aikaa miettiä irtokomponenttien sijoituspaikkoja aikataulun puitteissa. Syy siihen miksi moottorin rakenteen tulee sisältää ainoastaan VC-Group rakenteita, tulee konsernin sisältä. Konsernin SAP-järjestelmä on rakennettu tukemaan ainoastaan konfiguroitavaa tuoterakennetta, jolloin se ei salli erillisiä komponentteja moottorirakenteiden päätasoilla (kuva 23). ERP-järjestelmän lisäksi CAD-liittymät ovat vaihtuneet nykyisen moottoriperheen elinkaaren aikana kolme kertaa sekä nykyinen PDM-järjestelmä on tullut eri osastojen tueksi käyttöön vuoden 2015 aikana.

Line Number	Number	Version	DESCRIPTION_LOCAL	ADDITIONAL_DESCRIPTION_LOCAL	DESCRIPTION_EN	ADDITIONAL_DESCRIPTION_EN	Quantity
	ACW4192970	4.1 (Design)	84 AWF-HLA 280/2100	AGCO LRT JAX 4F	84 AWF-HLA 280/2100	AGCO LRT JAX 4F	
1	KOOS30057	1.1 (Design)	M.AIHIO KOOSTE	84 AWF HLA	BARE ENGINE PHANTOM	84 AWF HLA	1
2	KOOS11656	4.1 (Design)	SYLINTERIRYHMÄ	84 AWF HLA	CYLINDER BLOCK	84 AWF HLA	1
10	KOOS11817	4.2 (Design)	VARUSTELUOSAT	84 LRT & H2V	ACCESSORIES	84 LRT & H2V	1
15	836846444K	3.1 (Design)	LAIPPA	KOOSTE	FLANGE	ASSEMBLY	1
30	KOOS20530	4.1 (Design)	KEINUVIVUSTO	KOOSTE (6-SYL)	VALVE MECHANISM	PHANTOM (6-CYL)	2
40	KOOS11053	5.1 (Design)	YHDYSKAPPALE	SYLINTERIKANSILLE, KOOSTE, M10X35	CONNECTING PART	FOR CYLINDER HEADS, ASSEMBLY, M10X35	1
45	KOOS11163	5.3 (Design)	VIVUSTONKANSI	4V 3/6-SYL., AHTIMEN ÖP.	VALVE COVER	4V 3/6 CYL., OIL DRAIN FOR TURBO	1
46	KOOS10852	5.2 (Design)	VIVUSTONKANSI	3-SYL 4V OSAT	VALVE COVER	3-SYL 4V PARTS	1
60	KOOS11358	7.3 (Design)	IMUSARJA	T4F-84	INTAKE MANIFOLD	T4F-84	1
100	KOOS11269	4.1 (Design)	VAUHTIPYÖRÄKOTELO	AGCO LRT	FLYWHEEL HOUSING	AGCO LRT	1
105	KOOS11406	3.0 (Design)	VAUHTIPYÖRÄ	AGCO LRT CVT KOKOONPANO	FLYWHEEL	AGCO LRT CVT ASSY	1
110	KOOS10839	3.2 (Design)	ÖLJYPUMPPU	ASENNUSOSAT	OIL PUMP	ASSEMBLY PARTS	1
120	KOOS11949	2.1 (Design)	ÖLJYPOHJA	AGCO LRT, KOOSTE	OIL SUMP	AGCO LRT, ASSEMBLY	1
125	KOOS10778	2.2 (Design)	ÖLJYNTÄYTÖPUTKI	AGCO LRT	OIL FILLER PIPE	AGCO LRT	1
130	KOOS11257	5.1 (Design)	VESIPUMPPU	84 H=443, 2-RIV LAAK	WATER PUMP	84 H=443, KOOSTE	1
135	KOOS11258	6.1 (Design)	TERMOSTAATIN PESÄ	+KOKOAJAPUTKI, KOOSTE	THERMOSTAT HOUSING	+WATER COLLECTOR PIPE, ASSY	1
136	KOOS11263	7.1 (Design)	VESIPUTKI	HYTINLÄMMITYKSEEN, KP	WATER PIPE	FOR CABIN HEATING, ASSY	1
145	KOOS11429	6.3 (Design)	HIHNANKIRISTIN	KOOSTE GATES+TAITTOPYÖRÄ PK12	BELT TENSIONER	ASSEMBLY GATES+IDLER WHEEL PK12	1
152	836329631K	3.2 (Design)	KANSI	TERMOSTAATIN PESÄÄN, KOOSTE	COVER	THERMOSTAT HOUSING, ASSY	1
160	KOOS11800	4.1 (Design)	ÖLJYNJÄÄHDYTYN	84 MF	OIL COOLER	84 MF	1
170	KOOS14038	1.1 (Design)	PUTKI	KOOSTE	PIPE	ASSEMBLY	1
180	KOOS11646	2.0 (Design)	POISTOSARJA	84AWF	EXHAUST MANIFOLD	84AWF	1
185	KOOS11491	16.1 (Design)	EGR JÄÄHDYTYN	EGR-OSAT 84	EGR COOLER	COMPONENTS 84	1
190	KOOS11645	11.1 (Design)	AHDIN	R2S ASENNUS TRAKTORI	TURBOCHARGER	R2S ASSEMBLY FOR TRACTORS	1
194	KOOS11347	3.3 (Design)	TELIN	DOC-KATALYSAATTORILLE	BRACKET	FOR DOC	1
195	KOOS11121	9.2 (Design)	AHTIMEN ÖLJYPUTKET	KOOSTE	TURBO OIL PIPES	ASSEMBLY	1
198	836866381K	3.2 (Design)	AHTOKÄYRÄ	V-SIDE OSAT	BOOST ELBOW	WITH V-CLAMP	1
200	KOOS11090	3.1 (Design)	KORKEAPAINEPUMPPU	CP4-20/2, ASENNUSOSINEEN	HIGH PRESSURE PUMP	CP4-20/2, ASSEMBLY	1
215	KOOS11092	3.0 (Design)	SUUTIN	CRIN3-20, OSINEEN (6-SYL)	INJECTOR	CRIN3-20 WITH PARTS (6-CYL)	6
220	KOOS11059	3.3 (Design)	KORKEAPAINEPUTKI	KOOSTE	HIGH PRESSURE PIPE	ASSEMBLY	1
230	KOOS11078	3.0 (Design)	KORKEAPAINEPUTKI	KOOSTE, RAIL-CRIN3 T4F	HIGH PRESSURE PIPE	ASSEMBLY, RAIL-CRIN3 T4F	1
240	KOOS11725	3.0 (Design)	POLTTOAINEPUTKI	RAIL JA YLIVUOTOPUTKI	FUEL PIPE	RAIL AND OVERFLOW PIPE	1
250	KOOS11698	4.2 (Design)	OHJAINYKSIKKÖ	6-SYL CV41	CONTROL UNIT	6-CYL CV41	1
300	KOOS10781	3.1 (Design)	TELIN	PA-SUOTIMILLE	BRACKET	FOR FUEL FILTERS	1
350	KOOS11094	8.2 (Design)	POLTTOAINEPUTKI	KOOSTE, T4F	FUEL PIPE	SUBASSEMBLY, T4F	1
400	KOOS11398	6.0 (Design)	JOHTOSARJA	KOOSTE 84 AWF SCR + EGR	WIRING HARNESS	Subassembly 84 AWF SCR + EGR	1
415	KOOS11242	3.1 (Design)	TELIN	JOHTOSARJALLE JA SOLENOIDILLE	BRACKET		1
480	KOOS11390	5.1 (Design)	ANTURI	KOOSTE		ASSEMBLY	1
570	KOOS10742	5.7 (Design)	ASENNUSOSAT	ÖLJYNEROTIN	MOUNTING PARTS	OIL DEFLECTOR	1
600	KOOS10977	2.1 (Design)	MAALI	GROMALIT AGCO HARMAA	PAINT	GROMALIT AGCO GRAY	1
852	KOOS11602	5.1 (Design)	SULKULAIPPA	SYLINTERIKANTEEN	CYLINDER HEAD FLANGE	CYLINDER HEAD FLANGE	1
870	KOOS11959	2.0 (Design)	VARUSTELU	LRT	ACCESSORIES	LRT	1

Kuva 23. Esimerkki erään 6-sylinterisen moottorin rakenteesta.

6.1.1 Ongelman kuvaus

Nykyisillä moottoriluetteloilla ei ole sovittuna selkeitä jakoryhmiä, joilla moottori voitaisiin jakaa erilaisiin kokonaisuuksiin. Työssä onkin tarkoitus tutkia, voitaisiinko uuteen moottoriperheeseen ottaa käyttöön selkeä jakologiikka, jota kaikki applikaatio-suunnittelijat hyödyntäisivät omissa projekteissaan. Mikäli jakologiikka saadaan toimimaan kaikissa projekteissa, moottorin asiakasrätälöinti tulisi joustavammaksi sekä tieto erilaisista variaatioista auttaisi suunnittelijoita moottoriluettelon luomisessa sekä rakenteiden ylläpidossa. Tämän lisäksi koosterakenteilla ei ole myöskään sovittuna selkeää luokittelua, jonka avulla suunnittelijat tunnistaisivat jo käytössä olevat koosteet. Nimeämislöylyllä avulla moottori voitaisiin jakaa myös samalla tavalla tiettyihin osaluokkiin, jolloin tietyt moottoriryhmät käyttäisivät yhtenäistä nimeämistunnistetta, jolloin myös VC-Group-rakenteet olisi ryhmitelty rakennekirjastoon käyttökohteiden perusteella.



Kuva 24. Koosterakenteet ilman jakologiikkaa.

Moottorit rakennetaan tällä hetkellä asiakkaan toiveiden mukaan koosterakenteista, joihin ei liity mitään dokumentoitua suunnittelulogiikkaa. Tämä johtaa siihen, että yksittäiset suunnittelijat voivat tehdä uusia koosterakenteita niin paljon ja usein kuin haluavat. Nykymallinen ratkaisu on hieman puutteellinen, sillä eri asiakasprojekteissa työskentelevät suunnittelijat eivät välttämättä tiedä toisten suunnittelijoiden tekemistä uusista osista tai koosterakenteista mitään, vaan esimerkiksi täysin identtisiä ja samalla sisällöllä olevia koosterakenteita on voitu ottaa käyttöön eri moottorirakenteissa (**Kuva 24**). Ongelma on seurausta tiedon puutteesta, kun ei ole tiedetty jo valmiiksi olemassa olevista rakenteista. Tämä johtaa siihen, että jokainen ylimääräinen kooste vaatii alussa rakennesuunnittelua ja myöhemmin myös ylläpitoa. Esimerkiksi **kuvassa 24** näkyvä polttoaineputkikooste on tehty eri asiakasräätälöinnissä suunnittelijan omiin toimintatapoihin perustuen siten, että kuvan ylemmässä asiakastoteutuksessa suunnittelija on sijoittanut polttoaineputket, korkeapaineputket sekä polttoaineen syöttörailin samaan koostee-

seen. Alemmissa kuvissa täsmälleen samat osat on sijoitettu toisen suunnittelijan toimesta kolmeen eri koosteeseen, jolloin polttoaineputket ovat yhdessä koosteessa, korkeapaineputket toisessa sekä polttoaineen syöttöraili on sijoitettu suunnittelijan omaan näkemykseen perustuvaan varustelukoosteeseen. Tästä syystä erilaisia koosteita on avattu kahden eri suunnittelijan toimesta neljälle nimikkeelle, kun samat koosterakenteet olisi voitu toteuttaa selkeillä suunnittelusäännöillä kahdella eri koosterakenteella. Mikäli esimerkiksi yksi polttoaineputki haluttaisiin jossain vaiheessa suunnitella uudelleen, vaatisi muutos tässä tapauksessa kaksinkertaisen määrän työtä rakenteiden ylläpidossa, jolloin uusi putki jouduttaisiin vaihtamaan kaikkiin sitä käyttäviin koosterakenteisiin. Ihanteellisempi tilanne olisi, että tiettyä asiakastarvetta vastaisi vain yksi kooste, jota kaikki suunnittelijat pystyisivät hyödyntämään mahdollisuuksien mukaan omissa projekteissaan.

6.1.2 Konfiguraattorin käyttötarpeet

Työn lähtötiedoissa määriteltiin, että rakennetulla konfiguraattorilla saataisiin kaikki suunnittelutieto koottua yhteen paikkaan, jolloin mahdollisia käyttötarpeita tulisi eri osastoille. Alun perin ajateltiin, että työssä käsiteltävä konfiguraattori toimisi apuna applikaatiosuunnittelun asiakasprojekteissa erilaisten variaatioiden rakentelussa sekä massaräätälöinnissä. Työn edetessä on havaittu, että moottorien esittely uusille asiakkaille on myös hankalaa, sillä myyntitilanteissa erilaisten konfiguraatioiden esittämiseksi ei ole saatavilla myyntikonfiguraattoria. Mikäli konfiguraattorilla saataisiin rakennettua 3D-malli erilaisten variaatioiden pohjalta, saataisiin tuotteiden esittelytilanteista joustavampia sekä laadukkaampia. Esittelytilanteissa toiveena olisi, että kaikki valinnat olisivat nähtävillä samassa paikassa sekä lajiteltuna pakollisiin ominaisuuksiin, varioitaviin ominaisuuksiin sekä optioihin. Tällöin asiakkaalle pystyttäisiin esittämään, mitkä ovat kiinteitä valintoja, mitkä vaihtoehtoisia valintoja ja mitä lisäoptioita olisi mahdollisesti saatavilla. Myyntikonfiguraattorilla luotu tieto toimisi suunnittelun pohjana uusien varianttien luomisessa.

Konfiguraattoria varten luotavat sääntölogiikat palvelevat myös tuotantoa esimerkiksi kokoonpanovaiheiden suunnittelussa. Mikäli moottoriperheen rakenteisiin saadaan luotua selkeät säännöt, joita VC-Group rakenteet seuraavat, näitä säännöstöjä voidaan hyödyntää myös uusien kokoonpano-ohjeiden tuottamisessa ja ylläpidossa. Tärkeintä on saada VC-Group rakenteiden määrää pienennettyä, jolloin tuotesuunnittelun ylläpitämien Windchill PDM -rakenteiden sekä TDM-tiimin ylläpitämien SAP-rakenteiden ylläpito helpottuisi.

6.2 Uuden tuoterakenteen suunnittelu

Tässä kappaleessa esitellään tuoterakenne erilaisiin perusteluihin pohjautuen. Koska nykyinen tuoterakenne ei sisällä ennalta määriteltyjä suunnittelusääntöjä, uuden tuote-

rakenteen tulisi olla selkeä ja tukea yrityksen strategiaa. Nykyään moottorit kasataan tuotannossa kahdella tavalla: Ensimmäisessä moottoriaihioita tehdään varastoon automaattisessa kokoonpanolinjassa (RASKO), jolloin varastoaihioita syötetään manuaaliselle kokoonpanolinjalle R-linja, jossa aihioista kootaan valmiita moottoreita. Toisella tavalla moottoreita kootaan L-linjalla, jossa moottorit kootaan manuaalisesti alusta loppuun käsin. L-linja on tarkoitettu lähinnä suuremman kokoluokan HD-moottoreille. Nykyinen jako tarkoittaa sitä, että eri linjoilla tehtävillä moottoreilla on erilainen tuoterakenne. Täten R-linjalla koottavat moottorit vaativat rakenteeltaan moottoriahion, jota voidaan kasata tuotannossa esikokoonpanona. Tulevaisuudessa tästä ollaan kuitenkin luopumassa, jolloin kaikki moottorit kasattaisiin samalla tavalla, eikä erillisiä varastoaihioita tarvittaisi.

Kappaleissa 6.1 ja 6.1.1 on esitelty nykyään käytössä oleva tuoterakenne. Uuden tuoterakenteen on tarkoitus pohjautua AGCO:n nimeämiskäytäntöön, jolloin konfiguroitava tuoterakenne sisältää kaikki moottoriperheeseen sisältyvät komponentit VC-Group-rakenteissa. Lisäksi uuteen tuoteperherakenteeseen on lisätty Main-Group ja Sub-Group tasot, jolloin moottorin rakenne voidaan luokitella eri ryhmiin käyttötarkoitukseltaan erilaisten komponenttien mukaan. Näin ollen esimerkiksi suunnittelijat voivat työskennellä tuoteperheen parissa Main-Group ja Sub-Group alatasoilla, joihin on lisätty kaikki tuoteperheeseen liittyvät VC-Group rakenteet. SAP:in kannalta uusi rakennemalli toimii samalla tavalla kuin nykyinenkin, jolloin tuoteperheestä voidaan valita yksittäistä moottoriluetteloa varten halutut VC-Groupit, jotka vietään SAP-järjestelmään ECN-ilmoituksella. Main-Group ja Sub-Group tasot toimivat ainoastaan Windchill PDM-järjestelmässä.

Intelligent Numbering System:										
	Product Family (according to "Product Family Naming")				Group Identifier	Main-Group	Sub-Group	VariantConfiguration-Group		
Product Family	B	B	8	4						
Main-Group	B	B	8	4	M	0	1			
Sub-Group	B	B	8	4	S	0	1	0	1	
VC-Group	B	B	8	4	V	0	1	0	1	0 0 0 1

Kuva 25. Älykäs numerointimenetelmä.

Kuvassa 25 on esitetty uusi tuoteperheen älykäs nimeämisyjärjestelmä. Nimeämisyjärjestelmä toimii siten, että uudelle tuoteperheelle on varattuna 4-merkkiä, joihin voidaan sisällyttää esimerkiksi tuoteperheen projektikoodi. Tuoteperheen nimeäminen tapahtuu yrityksen projektijohdon toimesta. Tämän jälkeen Group Identifier kertoo, mistä rakennetasosta on kyse. Seuraavat kaksi merkkiä on varattu Main Group-tasolle, kaksi seuraavaan Sub-Group-tasolle ja neljä viimeistä merkkiä VC-Group tasolle. Tällöin yhteen tuoteperheeseen on mahdollista luoda 99 Main-Groupppia, 99 Sub-Groupppia sekä 9999 VC-Groupppia. Yhteensä käytettäviä merkkejä on käytössä 13, jotka tulevat käyttöön kaikille VC-Group nimikkeille.

6.2.1 Big Bore 84 -tuoteperheen rakennesuunnittelu

Big Bore 84 -tuoterakenteen suunnittelussa lähdettiin liikkeelle liiketoimintaympäristön kartoituksella sekä erilaisten tuoterakenteiden tutkimisella. Projektin alussa kartoitettiin asiakastarpeita AGCO:n sisäisten asiakasprojektien näkökulmasta, jolloin tuoteperheelle oli mahdollista luoda perusrakenne ennen kolmansille osapuolille tarjottavaa kokonaisuutta. Tämä johtuu siitä, että konsernin sisäisillä asiakkailla on suuri sananvalta siihen, millaisia moottoreita yrityksessä valmistetaan. Tässä vaiheessa myös määriteltiin, millaisia vakioratkaisuja pystyttäisiin toteuttamaan jo olemassa olevilla tuotevalikoimilla. Lisäksi tutkittiin, millaisia uusia ratkaisuja tulisi suunnitella, jotta mahdollisimman monet asiakastarpeet voitaisiin toteuttaa vakioratkaisuilla.

Pakkasen, Juutin ja Lehtosen mukaan teoriaosion osiossa 4.3 kerrottiin asiakkaan esittämien kysymysten kartoittamisesta projektissa, joten keräsin projektin alkuvaiheessa listan esimieheltäni Pekka Roivaselta myyntitapatumissa havaituista kysymyksistä. Tässä tieto voidaan jakaa asiakasvaatimuksiin ja asiakkaan esittämiin kysymyksiin, jolloin näistä saatiin kerättyä seuraavia havaintoja:

Asiakasvaatimukset

- Moottorin teho
- Hinta
- Päästöluokka
- Tilavaraukset
- Ahtimen paikka (esimerkiksi moottorin päällä, sivussa, alhaalla)

Asiakkaan esittämät kysymykset

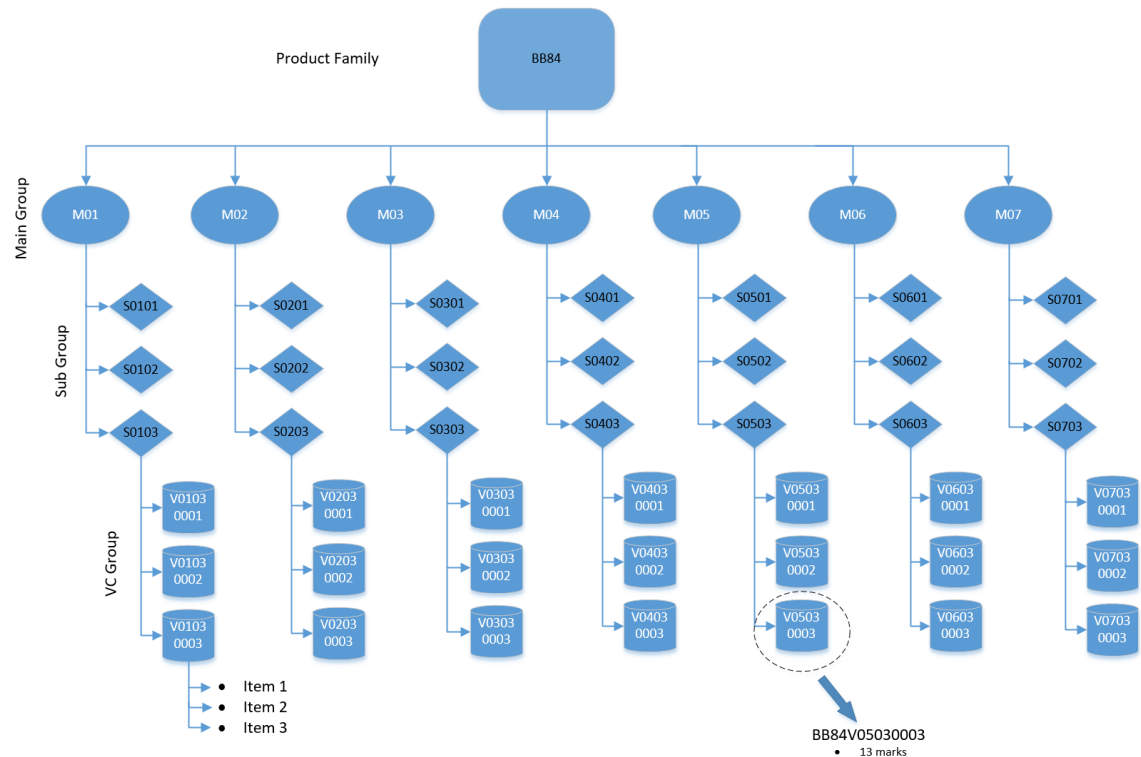
- Tuulettimen/vesipumpun korkeus (vaikutukset tilavarauksiin ja hihnavälityksiin)
- Startti moottorin mukana (kyllä/ei)
- Laturi moottorin mukana (kyllä/ei, useita erikokoisia ja tuplalatureita)
- Paineilmakompressori (kyllä/ei, useita erikokoisia vaihtoehtoja)
- AC kompressori (kyllä/ei)
- Öljypohjamalli (ohutlevy, muovi, valettu kantava kyllä/ei, valettu jousitettu kyllä/ei)
- Vauhtipyöräkotelo (useita SAE standardilla varustettuja koteloita ja ajoneuvo-kohtaisia)
- Vauhtipyörä (vertaa edelliseen)

Tuoteperheen rakenne päätettiin jakaa uuden tuoterakenteen pohjalta seitsemään Main-Group -ryhmään, jotka on luokiteltu moottorin toimintoperusteisiin kokonaisuuksiin. Samalla tämä helpottaa suunnittelijoita, myyntiorganisaatiota sekä TDM-tiimin toimintaa, sillä tietyntylaiset komponentit noudattavat nyt selkeää logiikkaa ja samalla moottori-

komponenttien hakeminen PDM-järjestelmästä helpottuu. Main-Group-rakenteet luokiteltiin seuraavasti:

- M01: Moottoriahio
- M02: Liityntäkomponentit
- M03: Imu- ja pakojärjestelmä
- M04: Jäähdytys/voitelujärjestelmä
- M05: Hihnalinja installaatio
- M06: Polttoainejärjestelmä
- M07: Sähköjärjestelmä

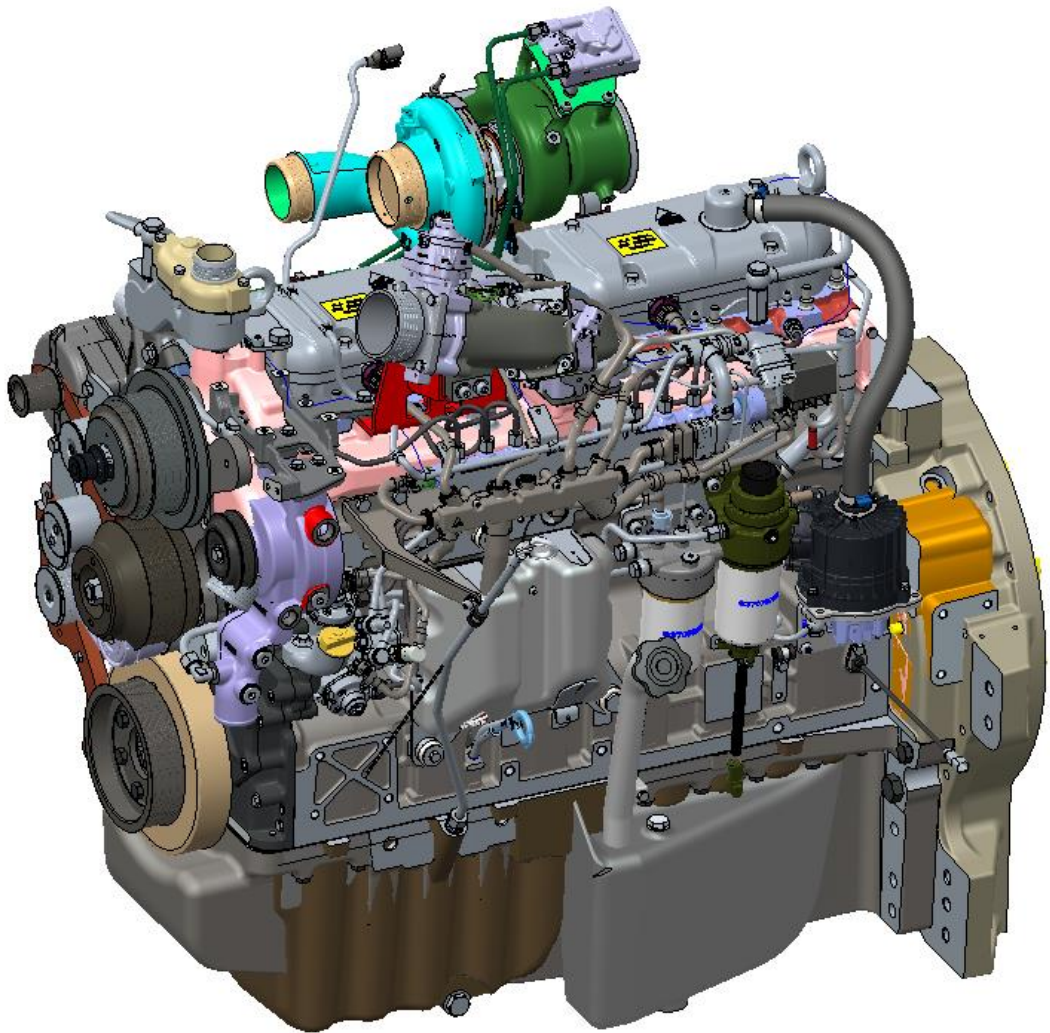
Tämän jälkeen Main-Group-rakenteiden sisälle alettiin miettimään Sub-Group-alatasoja, joiden alle VC-Group-rakenteet sijoitettaisiin. Esimerkiksi liityntäkomponentti-ryhmään sijoitettiin Sub-Group-tasoksi vauhtipyöräkotelot, vauhtipyörät, öljypohjat sekä lisälaitteet. Näiden alle kerättiin kaikki kyseiseen ryhmään kuuluvat komponentit omiksi VC-Group-nimikkeiksi, jolloin tietyntyyppiset komponentit ovat helposti löydettävissä omista ryhmistä. Uusi rakenne mahdollistaa tuoteperheen **Kuvassa 26** on esitetty havainnollistava kaavio Big Bore 84 -tuoteperheestä sekä havainnollistettu tarkemmin tuoteperheen älykästä nimeämislogiikkaa ja eri tasojen rakenteita.



Kuva 26. Big Bore 84 -tuoteperheen nimeämislogiikka.

Tuoteperheen ylin taso sisältää kaikki tuoteperheeseen liittyvät komponentit, joita voidaan käyttää asiakasvarioituvissa projekteissa. Käytännössä päätason tarkoitus on kerätä kaikki tieto tuoteperheestä yhteen paikkaan. Suunnittelun näkökulmasta tuoteperheen

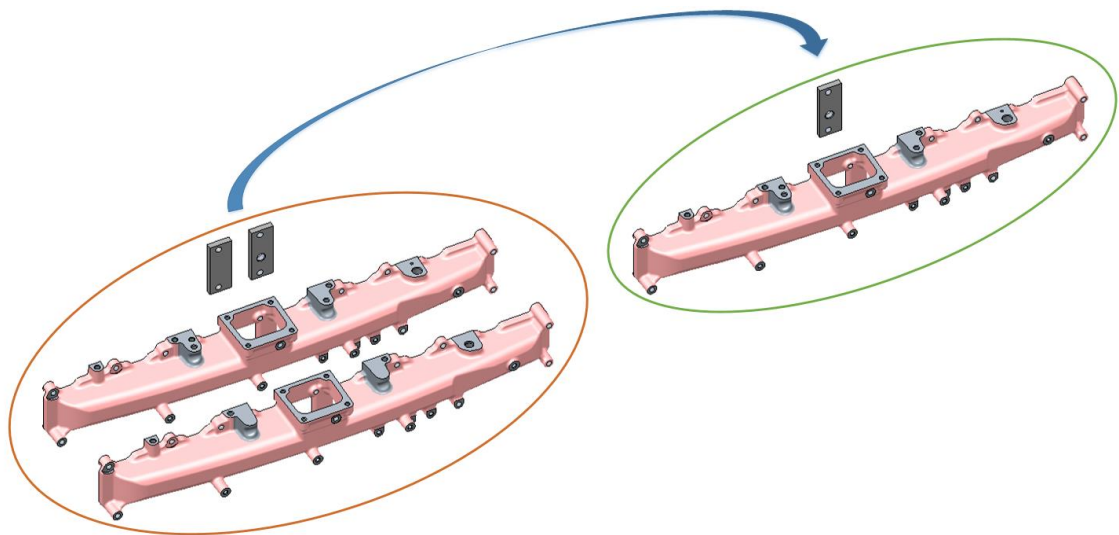
päätasoa ei tarvitse päivittäisessä työskentelyssä käyttää, vaan työskentely tapahtuu alemmilla rakennetasoilla. Osion 3.4 teorian mukaan rakenne ei kuitenkaan määrittele vielä osien vaihtokelpoisuutta eikä se sisällä osien valintarajoitteita. Uusien suunniteltavien osien puolesta projektissa tullaan käyttämään modulaarisen tuoterakenteen suunnittelumenetelmiä, jolloin vaihtokelpoiset VC-Group-rakenteet on valittavissa true/false valintasäännöillä. Lisäksi kaikki rakennetasot on suunniteltu siten, että Main-Group- ja Sub-Group-rakennetasot sekä VC-Group-rakenteet on paikoitettu maksirakenteeseen default-origoon, jolloin VC-Group-rakenteiden paikoitus tapahtuu automaattisesti valittaessa paikoitustasoksi default. Tämä mahdollistaa myös konfiguraattorin käytön projektikohtaisia moottorimalleja luotaessa. Big Bore 84 -tuoterakenteen päätaso komponentteineen on esitetty **kuvas**a 27.



Kuva 27. Big Bore 84 -tuoteperheen maksirakenne.

6.3 Komponenttien jako Main-Group-rakennetasoihin

Tässä kappaleessa kerrotaan tarkemmin Main-Group-tasojen sisällöistä sekä komponenttien jakamisesta alempiin rakennetasoihin. Tavoitteena oli jakaa tuoteperhe Main-Group-rakenteisiin moottorin toiminnollisin perustein. Lisäksi tavoitteena oli vähentää käytössä olevia koosterakenteita sekä luoda yhteiset näkemykset rajapinnoista rakennesuunnittelun helpottamiseksi. Lopputuloksena oli tarkoitus luoda minimimäärä ylläpidettäviä VC-Group-rakenteita, joilla asiakasvariaatiot pystytään toteuttamaan. Tuoteperherakenne koottiin syöttöExceeliin, jonka avulla tuoterakenne ladattiin Windchill PDM -järjestelmään nimikerakenteeksi. Tämän jälkeen luotiin 3D-mallit vaadituista VC-Groupeista ja linkitettiin mallit yhteen vastaavien nimikkeiden kanssa. SyöttöExcel on nähtävissä liitteissä A ja B.

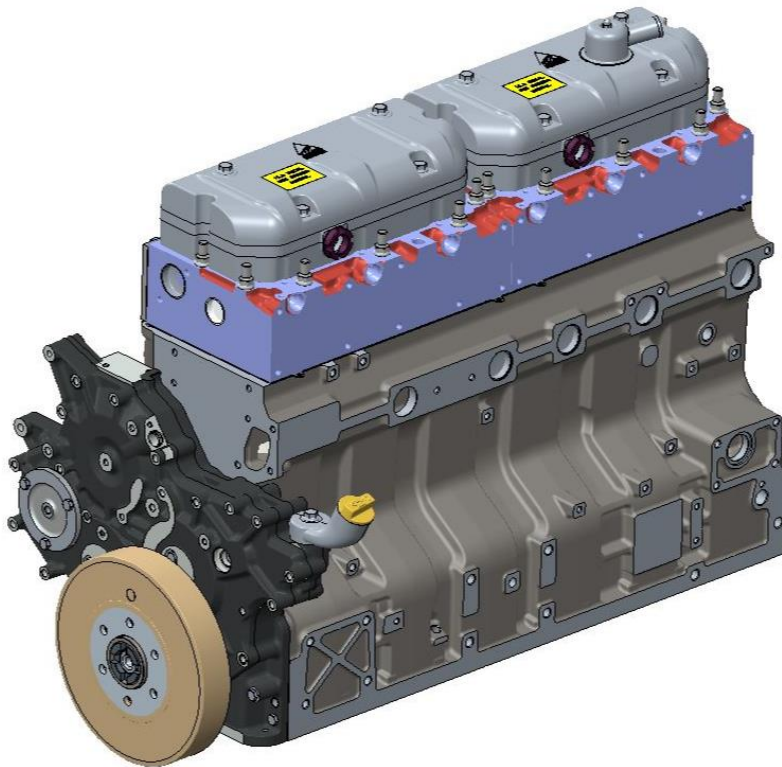


Kuva 28. Tuoteperheen käytössä olevien osien standardisointi.

Pakkanen, Juuti ja Lehtonen kuvaavat kappaleessa 4.3 liiallisen tuotevarioimisen vaaroja. Heidän mukaansa geneerisillä elementeillä ei saa olla liikaa yhteisiä piirteitä toistensa kanssa, vaan tällaiset piirteet tulisi saada yhdistettyä samaan elementtiin. Tällä vältettäisiin samalla liiallinen tuotevariointi. Mikäli konfiguroitavat elementit ovat lähes identtisiä ja käytössä samalla kokoonpanolinjalla, ongelmia ilmenee logistiikan keräilyssä sekä valmistettavien tuotteiden kokoonpanossa. **Kuvassa 28** on esitetty tuoteperheessä havaitut samankaltaiset komponentit, jotka voitaisiin yhdistää keskenään. Tämä vähentäisi tuotannossa tapahtuvia virheitä sekä samalla säästäisi rahaa yhteisten nimikkeiden tuotantovolyymien kasvaessa ja varastopaikkojen vähentämisellä. Lisäksi moottorin konfigurointi on huomattavasti helpompaa, mikäli saadaan minimoitua asiakastarpeisiin käytettävät komponentit ja samalla standardisoitua konfiguroitavia osia.

6.3.1 Main-Group 01 – Moottoriaihio

Main-Group 01 -ryhmä käsittelee moottoriaihioon liittyviä komponentteja (**kuva 29**). Ryhmä jaettiin neljään alempaan Sub-Group-tasoon, joita ovat moottoriaihio, etukotelo, sylinterikansi sekä kampikoneisto. Aikaisemmin moottoriaihiokoosteita oli useita erilaisia, koska esimerkiksi sylinterikannen kiinnitysvaarnojen pituudet vaihtelivat eri asiakasprojekteissa tilavarausten mukaan. Lisäksi ahiokoosteisiin sisältyi sylinterikansien lisäksi sylinteriryhmä sekä etukotelo, jolloin yksittäinen rakenne sisälsi liikaa yksittäisiä komponentteja. Tästä syystä myös erilaisten ahiokoosteiden määrä oli päässyt kasvamaan suureksi.



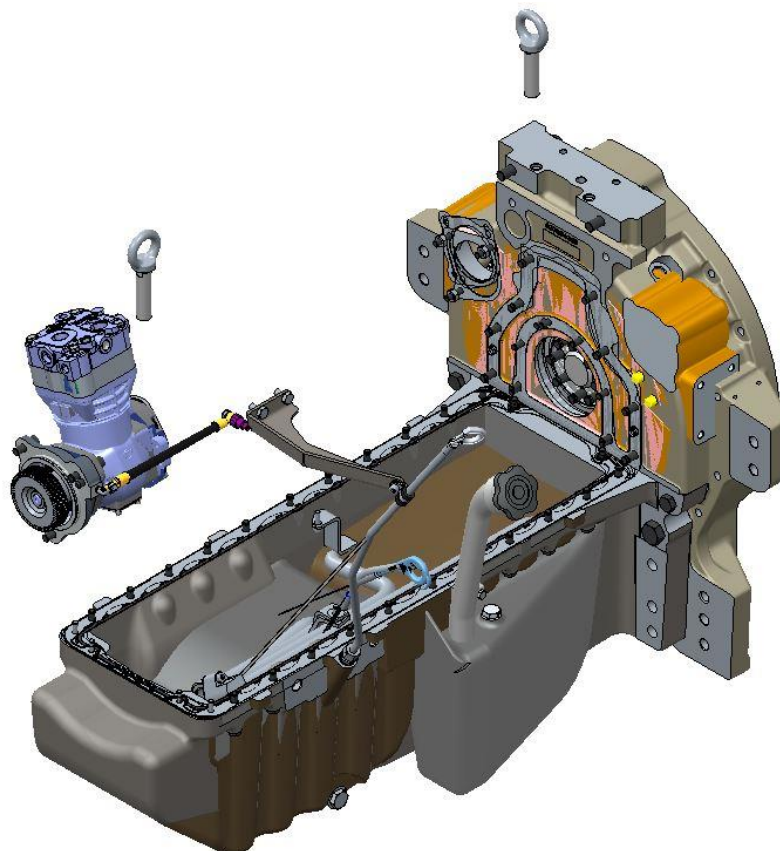
Kuva 29. Main-Group 01, moottoriaihio.

Rakenteen uudelleensuunnittelussa päästiin vakioimaan useita VC-Group-rakenteita ja samalla pilkottiin aiemmin käytetyt koosterakenteet pienempiin paloihin. Sylinteriryhmästä tehtiin oma Sub-Group-taso sekä VC-Group-rakenne ja samalla selvitettiin ryhmän vakiotulppaukset. Loput ryhmätulppauksista sijoitettiin omiin VC-Group-rakenteisiin, sillä ne varioituvat asiakastarpeiden mukaan, eikä niitä pystytä vakioimaan. Sylinteriryhmän lisäksi etukoteloista tehtiin oma Sub-Group-taso, jolloin käyttölaitteellinen ja ilman käyttölaitetta oleva kotelo sekä näihin liitettävät komponentit sijoitettiin omiin VC-Group-rakenteisiin. Koteloilla on modulaarisuuteen perustuvat vakiodut rajapinnat, jolloin ne ovat vaihtokelpoiset keskenään. Sylinterikansi Sub-Group-taso sisältää sylinterikannet sekä niihin liitettävät komponentit ja ryhmä on muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta vakioitu. Sylinterikannen vaarnat on vakioitu pitkiksi, jolloin tilava-

raukset otetaan heti huomioon uusissa asiakasprojekteissa. Kampikoneisto on myös eritelty omaksi Sub-Group-tasoksi, joka on tässä tuoteperheessä vakio. Main-Group 01 -ryhmän konfigurointitieto on esitetty liitteessä C.

6.3.2 Main-Group 02 – Liityntäkomponentit

Main-Group 02 -ryhmä sisältää moottorin liitynnöissä käytettävät komponentit (**kuva 30**). Ryhmä jaettiin myös neljään Sub-Group-tasoon, joista muodostuivat vauhtipyöräkotelot, vauhtipyörät, öljypohjat sekä lisälaitteet. Tästä ryhmästä päästiin standardisoimaan ainoastaan nostokorvakkeet, jotka määritettiin omaksi VC-Group-rakenteeksi lisälaitteet-tason alle. Ryhmä sisältää kuitenkin paljon konfiguroitavissa olevia komponentteja, jolloin useista vaihtoehdoista voidaan valita asiakastarpeen mukaan oikea elementti. Vauhtipyöräkoteloidessa, vauhtipyörissä, öljypohjissa sekä paineilmakompressoreissa on standardisoidut rajapinnat, jolloin niiden kiinnitysreikäkuvio on keskenään samanlainen. Tämä mahdollistaa samankaltaisten komponenttien vaihtokelpoisuuden tuoterakenteessa.



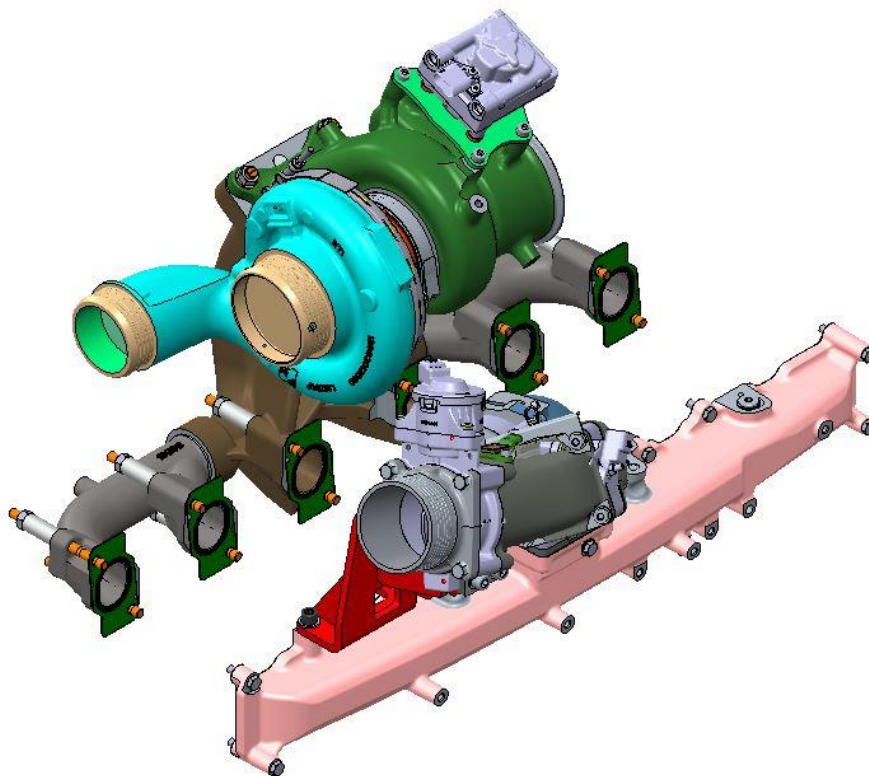
Kuva 30. Main Group 02, liityntäkomponentit.

Valetut öljypohjat on yleensä suunniteltu vastaamaan tiettyä asiakastarvetta, mutta niitä voidaan tarjota vapaasti myös uusille asiakkaille. Valettu öljypohja ja vauhtipyöräkotelokoko muodostavat yleensä parin, koska ne on suunniteltu kantavan rakenteen puolesta yhteen.

Mikään ei kuitenkaan estä käyttämästä esimerkiksi SAE-standardin sisältämiä vauhtipyöräkoteloita ohutlevyistä valmistettujen öljypohjien kanssa, joten näistä syntyy helposti erilaisia asiakasvariaatioita. Lisäksi erilaisia vauhtipyöräratkaisuja voidaan käyttää useissa vauhtipyöräkoteloidissa, mikäli ne sopivat tilavarauksen puolesta kotelon sisään. Lisälaitteista paineilmakompressorit ovat suoraan vaihtokelpoisia keskenään, joten myös nämä on eroteltu omiksi VC-Group-rakenteiksi. Main-Group 02 -ryhmän konfigurointitieto on esitetty liitteessä D.

6.3.3 Main-Group 03 – Imu- ja pakojärjestelmä

Main-Group 03 sisältää imu- ja pakojärjestelmään liittyvät komponentit, joita ovat tässä tuoteperheessä imusarja, imukäyrä sekä pakosarja ahtimella (**kuva 31**). Ryhmä jaettiin imupuolen komponentit ja pakupuolen komponentit Sub-Group-tasoihin. Kuten kappaleessa 6.3 kerrottiin, imusarjat on mahdollista vakioida poistamalla vähemmän kiinnityspisteitä sisältämä imusarja tuoterakenteesta ja ottamalla toinen imusarjoista käyttöön, joka soveltuu kaikkiin asiakastarpeisiin. Vakioinnin seurauksena myös konfigurointi helpottuu. Imuputkia on tässä tuoteperheessä kahdenlaisia, lyhempää ja pidempää mallia. Pidempi malli vaatii käyttöön myös telineen, joka kiinnitetään imusarjaan. Kun imusarja on vakioitu, myös imuputket ovat vaihtokelpoisia keskenään.

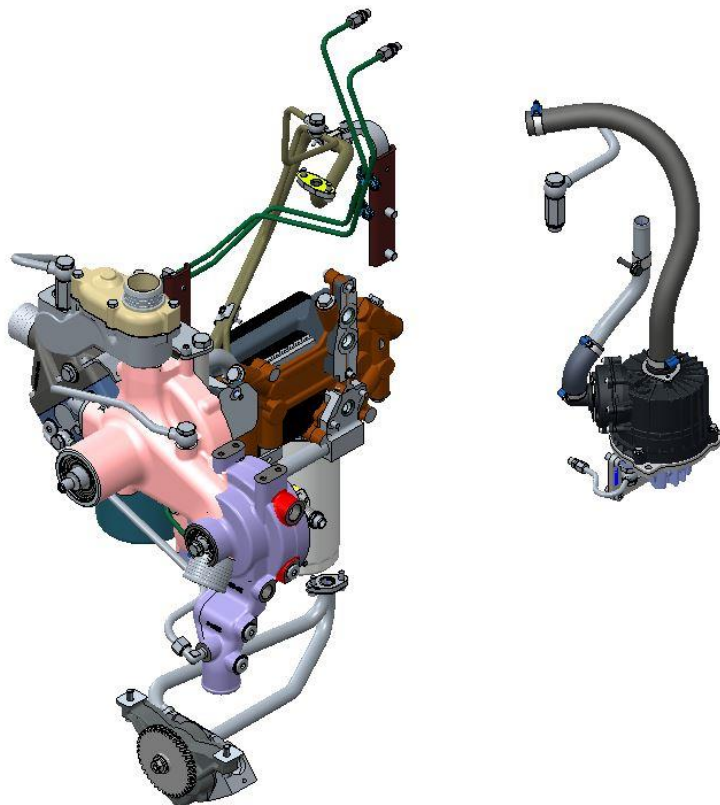


Kuva 31. Main Group 03, imu- ja pakojärjestelmä.

Pakojärjestelmässä VC-Groupeiksi muodostui pakosarjat ahtimella. Pakosarjoja on mahdollista varioida ahtimen paikkaa muuttamalla, jolloin ahdin voi sijaita alustavasti tilavarauksien puitteissa moottorin päällä keskellä sekä moottorin sivulla keskellä. Voilymeihin perustuen ahtimen paikkaa voidaan harkita myös eteen ja taakse. Ahdin on rakenteessa aina sama, mutta pakosarja varioituu asiakastarpeiden mukaan. Ahdin ja pakosarja on kuitenkin pidettävä samassa VC-Group rakenteessa, jolloin myös konfiguraattorin käyttö on mahdollista paikoitusehtojen puolesta. Lisäksi Pakosarjan ja sylinterikannen välissä on selkeä, vakoitu rajapinta, jota ei kannata lähteä muuttamaan. Main-Group 03 ryhmän konfigurointitieto on esitetty liitteessä E.

6.3.4 Main-Group 04 – Jäähdytys- ja voitelujärjestelmä

Main-Group 04 sisältää kaikki moottorin jäähdytykseen ja voiteluun liittyvät komponentit. Voitelukomponenttien osalta ryhmä sisältää erilliset Sub-Group-tasot öljypumpuista, öljynjäähdyttimistä, öljynerottimesta sekä öljyputkista. Jäähdytyskomponentit on vastaavasti jaettu eri Sub-Group-tasoihin vesipumppujen, termostaattipesien ja vesiputkien osalta. Tämä Main-Group-ryhmä sisältää eniten erillisiä VC-Group-rakenteita, mutta ainoastaan öljynerotin on pystytty vakioimaan käytettäväksi kaikissa tuoteperheen projekteissa. Tämä johtuu siitä, että ryhmä sisältää kaikkein eniten uniikkeja ratkaisuja sekä konfiguroitavia elementtejä, jotka ovat vaihtokelpoisia keskenään. **Kuvassa 32** on esitetty kaikki ryhmän sisältämät komponentit.

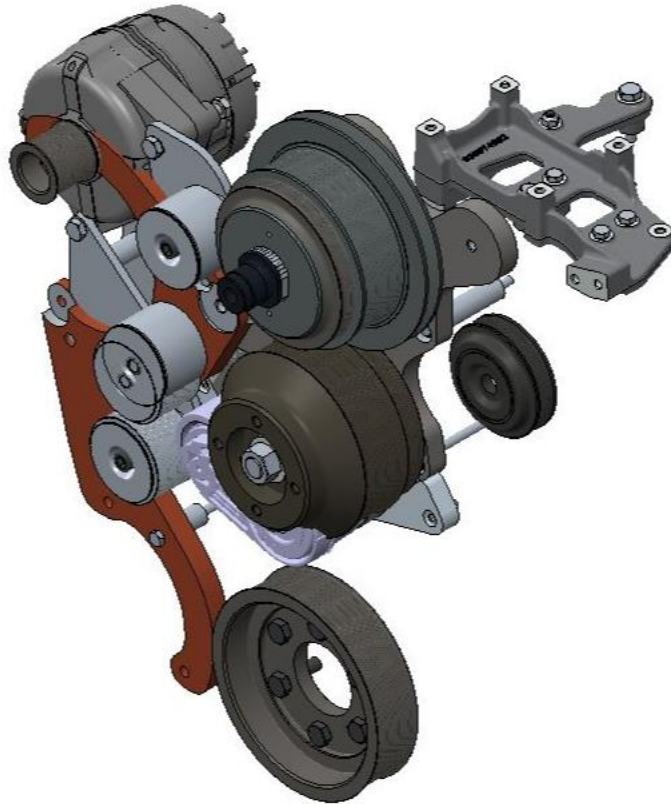


Kuva 32. Main Group 04, jäähdytys- ja voitelujärjestelmä.

Vakioelementtien sijaan vaihtokelpoiset elementtiratkaisut perustuvat pääosin tilavarauksiin, jolloin esimerkiksi vesipumppuja ja öljynjäähdyttimiä on saatavilla useampi vaihtoehto. Vesipumppujen tilavarauksen kannalta toinen vesipumppuista on sijoitettu ylös ja toinen alemmas sivulle. Lisäksi näihin liitettäviä termostaatteja ja termostaattipesän kansia on valittavissa kahta vaihtoehtoa, jotka määräytyvät vesipumpun mukaan. Termostaatin tulppaukset on eroteltu termostaateista eri VC-Group-rakenteisiin, sillä liittynyt varioituvat usein projektikohtaisesti, eikä niitä voida konfiguroida. Muita tilavarauksien vuoksi suunniteltavia komponentteja ovat ahtimelta lähtevät paluuöljyputket sekä ahtimen aktuaattorilta lähtevät vesiputket. Näiden komponenttien reititykset täytyy usein suunnitella projektikohtaisesti, sillä ahtimen kulma on valittavissa projektikohtaisesti, sekä toinen toisen puolen liityntäkomponentit konfiguroitavissa. Tällöin myös kiinteän putken reititys muuttuu. Öljynjäähdyttimen paluuöljyputket sekä PI-kompressorin vesiputket ovat vastaavasti konfiguroitavissa, koska niiden rajapinnat tunnetaan. Main-Group 05 -ryhmän konfigurointitieto on esitetty liitteessä F.

6.3.5 Main-Group 05 – Hihnalinja installaatio

Main-Group 05 -ryhmä koostuu hihnalinja installaatio komponenteista (**kuva 33**), joista voidaan puhua myös termillä ”FEAD”. Hihnalinja installaatio jaettiin kahteen Sub-Group tasoon, joita ovat mallikohtaiset asennukset sekä hihnapyörät. Mallikohtaiset asennukset ovat lähes poikkeuksetta asiakaskohtaisia, jolloin niitä ei juuri pystytä vakiomaan. Tämä johtuu siitä, että asiakkailta on käytössä erilaisia välityssuhteita. Esimerkiksi tuuletin määrä usein koko hihnalinja installaation välityksen, jolloin tuuletinta halutaan pyörittää tietyllä nopeudella. Mallikohtaiset asennukset sisältävät asiakaskohtaiset telineet sekä niihin liittyvät kiristimet ja hihnapyörät samassa VC-Group-rakenteessa. Lisäksi mallikohtaiset asennukset -ryhmään sijoitetaan ilmastointi kompressorin telineet, jotka voidaan tarjota optiona asiakkaille.

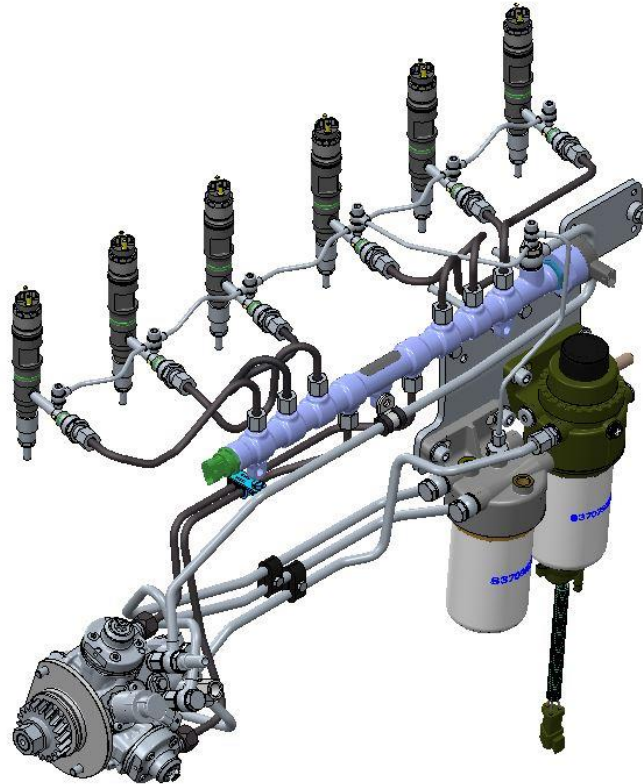


Kuva 33. Main Group 05, hihnalinja installaatio.

Hihnapyörä Sub-Group-tason sisällä sijaitsee kaikki tuoteperheeseen sisältyvät yksittäiset hihnapyörät, jotka sijoitetaan suoraan vesipumppuihin tai kampiakselille. Vesipumppuilla on useita vaihtokelpoisia hihnapyöriä joiden paikoitus on sama, jolloin ne ovat konfiguroitavissa. Lisäksi kampiakselin hihnapyörän rajapinta on standardisoitu, jolloin se voi olla joko vaihtokelpoinen tai vakio. Tässä tuoteperheessä on käytössä sama kampiakselin hihnapyörä kaikissa projekteissa, joten se on määritelty vakioksi. Main-Group 05 -ryhmän konfigurointitieto on esitetty liitteessä G.

6.3.6 Main-Group 06 – Polttoainejärjestelmä

Main-Group 06 -ryhmä sisältää kaikki polttoainejärjestelmään liittyvät komponentit (**kuva 34**). Polttoainelaitteet on vuosien mittaan saatu vakioitua hyvin kaikkiin asiakasprojekteihin, jolloin yksittäiseen putkeen kohdistuneet muutokset tarkastetaan sopivuudeltaan asiakaskohtaisesti. Polttoainelaitteista tehtiin oma Sub-Group-taso, johon sijoitettiin korkeapainepumppu, suuttimet sekä polttoaineen syöttörail. Kaikista polttoainelaitteista tehtiin omat VC-Group-rakenteet, jotka ovat vakioita sekä rajapinnat standardisoituja. Muita Sub-Group-tasoja ovat telineet ja suodattimet sekä polttoaineputket.

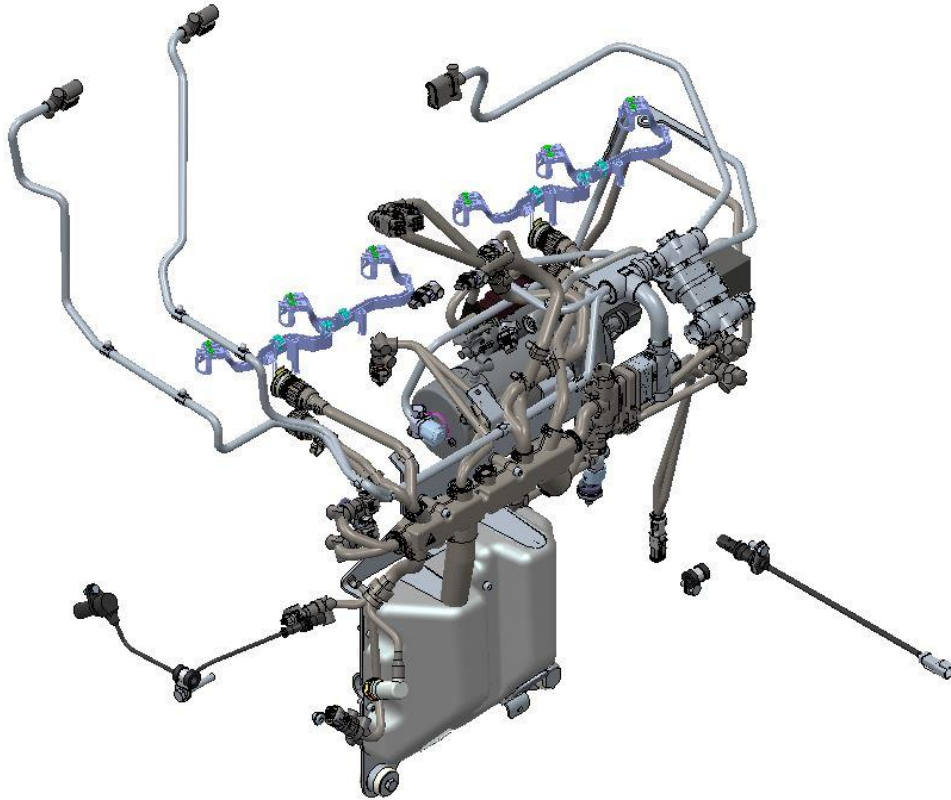


Kuva 34. Main Group 06, polttoainejärjestelmä.

Telineet ja suodattimet ovat myös vakioita tässä tuoteperheessä, jolloin ne tarjotaan aina kaikkiin tuoteperheen projekteihin. Lisäksi polttoaineputket on jaettu Sub-Group tason sisällä eri VC-Grouppeihin, jolloin esimerkiksi matalapaineputket on sijoitettu samaan VC-Grouppiin ja korkeapaineputket on sijoitettu liitospintojen mukaan toisiin VC-Grouppeihin. Tässä tuoteperheessä polttoainejärjestelmä on ainoa Main-Group-ryhmä, joka saatiin alustavasti vakioitua kaikissa projekteissa. Main-Group 06 -ryhmän konfigurointitieto on esitetty liitteessä H.

6.3.7 Main-Group 07 – Sähköjärjestelmä

Main-Group 07 -ryhmä luotiin sähköjärjestelmään liittyvien komponenttien hallintaan (**kuva 35**). Ryhmä sisältää neljä eri Sub-Group-tasoa, joita ovat sähkölaitteet, johtosarjat, johtosarjan telineet sekä anturit. Näistä sähkölaitteisiin sijoitettiin ohjainyksikkö, solenoidi sekä startti. Johtosarjatasolle sijoitettiin kaikki tuoteperheen johdotukseen liittyvät komponentit. Johtosarjan telineetasolle sijoitettiin kaikki johtosarjojen kiinnitystelineet ja anturitasolle erilaiset asiakaskohtaiset anturit.



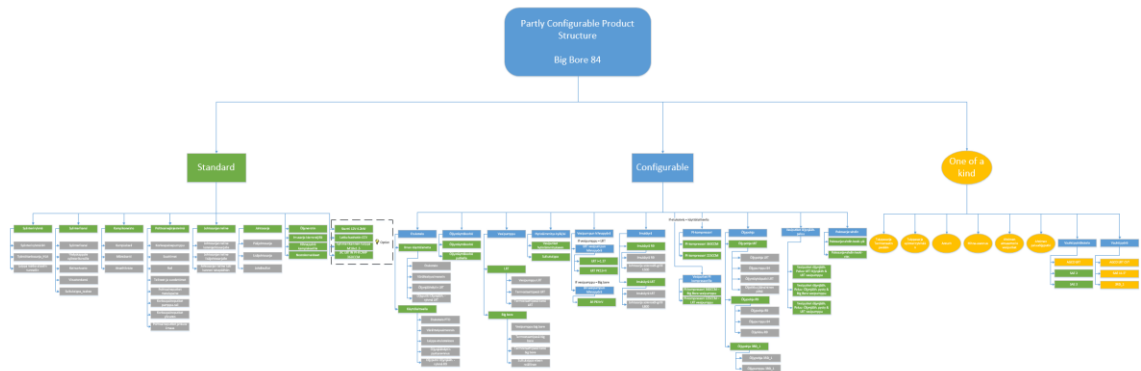
Kuva 35. Main Group 07, sähköjärjestelmä.

Tuoteperheen sähkölaitteet ovat kaikki vakioituja, jolloin pakollisia komponentteja ovat ohjainyksikkö sekä solenoidi. Startti on myös vakio, mutta se on valittavissa optiona. Tämä johtuu siitä, että AGCO:n sisäiset asiakkaat haluavat moottoritoimitukset ilman starttia, kun taas ulkopuoliset asiakkaat yleisesti haluavat startin mukaan moottoritoimitukseen. Johtosarja tasolta suurin osa komponenteista on vakioita, mutta solenoidin ja grillin välisen johdon pituus vaihtelee imukäyrän mukaan. Johtosarjan telineet on saatu kaikki vakioitua tässä tuoteperheessä, jolloin tältä Sub-Group-tasolta valitaan kaikki komponentit. Anturitasolle sijoitetut erilaiset anturi VC-Group-rakenteet varioituvat aina erilaisten asiakasprojektien mukaan, jolloin niitä ei pystytä vakioimaan. Tällöin niitä lisäilläään Sub-Group-tasolle asiakastarpeiden mukaan. Main-Group 07 -ryhmän konfigurointitieto on esitetty liitteessä I.

6.4 Osittain konfiguroitavan tuoterakenteen luokittelu

Tässä kappaleessa esitetään osioon 4.3 perustuvan Juutin (2008) teorian pohjalta rakennettu tuoterakenteen luokittelu geneeristen elementtien mukaan, jossa koko tuoteperhe on luokiteltu vakioelementteihin, konfiguroitaviin elementteihin sekä uniikkeihin elementteihin. Luokitteluun käytetty tieto pohjautuu liitteistä C-I nähtäviin konfigurointitietoihin, joiden pohjalta osittain konfiguroitava tuoterakenne oli mahdollista rakentaa. Liitteissä C-I nähtävä konfigurointitieto pohjautuu Pakkasen (2015) esittämään K-matriisiin, joka esitettiin aiemmin **kuvas**a 13. Liitteissä konfigurointitunnus S (Single)

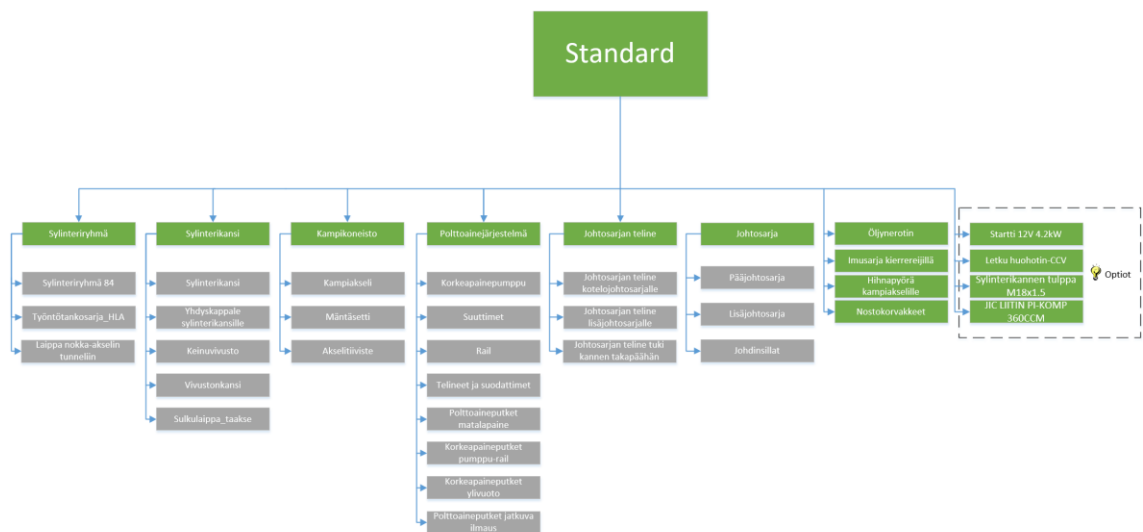
kuvaa vakioratkaisua, jota voidaan käyttää kaikissa toimituksissa. Tunnus A (Alternative) kuvaa pakollista, mutta vaihtokelpoista ominaisuutta ja tunnus O (Option) kuvaa ylimääräistä vaihtoehtoa. **Kuvassa 36** on nähtävissä koko tuoteperheen tuoterakenne luokiteltuna.



Kuva 36. Big Bore 84 osittain konfiguroitava tuoterakenne.

6.4.1 Tuoterakenteen vakioelementit

Tuoterakenteen vakioelementit koostuvat kaikissa toimituksissa käytetyistä komponenteista. **Kuvassa 37** on esitetty tuoterakenteeseen liittyvät vakioelementit. Kaavion mukaan kaikkiin asiakasprojekteihin tulee valita vihreiden laatikoiden mukaiset elementit ja niiden alta löytyvät VC-Group-rakenteet. Mikäli vihreän elementin alta ei löydy harmaalla pohjalla esitettyjä VC-Group-rakenteita, ne toimivat itsessään VC-Grouppeina.



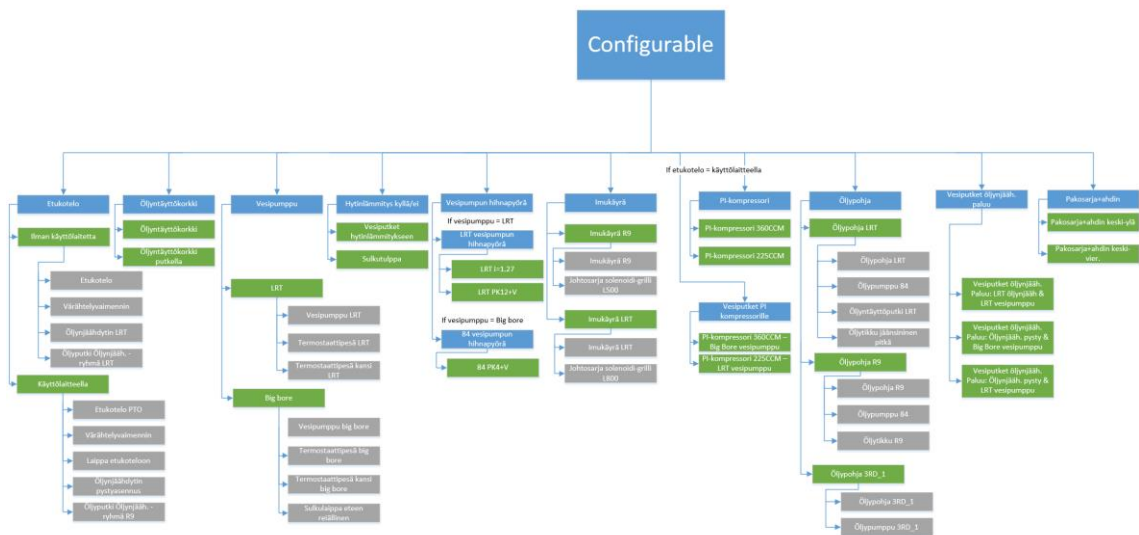
Kuva 37. tuoterakenteen vakioratkaisut.

Kuvassa 37 katkoviivalla esitetyt elementit toimivat poikkeuksena vakioelementeissä. Katkoviivan sisällä esitetyt elementit ovat vakioita, mutta optioratkaisuja. Näitä ele-

menttejä voidaan valita asiakasprojekteissa ylimääräisinä vaihtoehtoina muiden vakioelementtien lisäksi. Vakioelementit helpottavat huomattavasti konfigurointiprosessia, jolloin vakioelementtien ja konfiguroitavien elementtien välille syntyy vakioitu rajapinta.

6.4.2 Tuoterakenteen konfiguroitavat elementit

Tuoterakenteen konfiguroitavat elementit ovat ennalta määriteltyjä, vaihtokelpoisia ratkaisuja. Kaikki tuoterakenteen konfiguroitavat elementit on esitetty **kuvas**sa 38. Konfigurointisääntöjen mukaan luokittelun vaihtokelpoisia elementtejä on tässä ryhmässä useampi kuin yksi valintavaihtoehto, joista on toteutettava projektikohtaisesti määritelty valinta. Sinisellä pohjalla olevat laatikot ovat konfiguroitavia elementtejä ja vihreät laatikot ovat konfiguroitavien elementtien valintavaihtoehtoja, joista toteutetaan jokaista konfiguroitavaa elementtiä kohden yksi valinta. Kuten tuoterakenteen vakioelementeissä, myös tässä luokassa harmaalla pohjalla nähtävät laatikot esittävät VC-Group rakenteita.



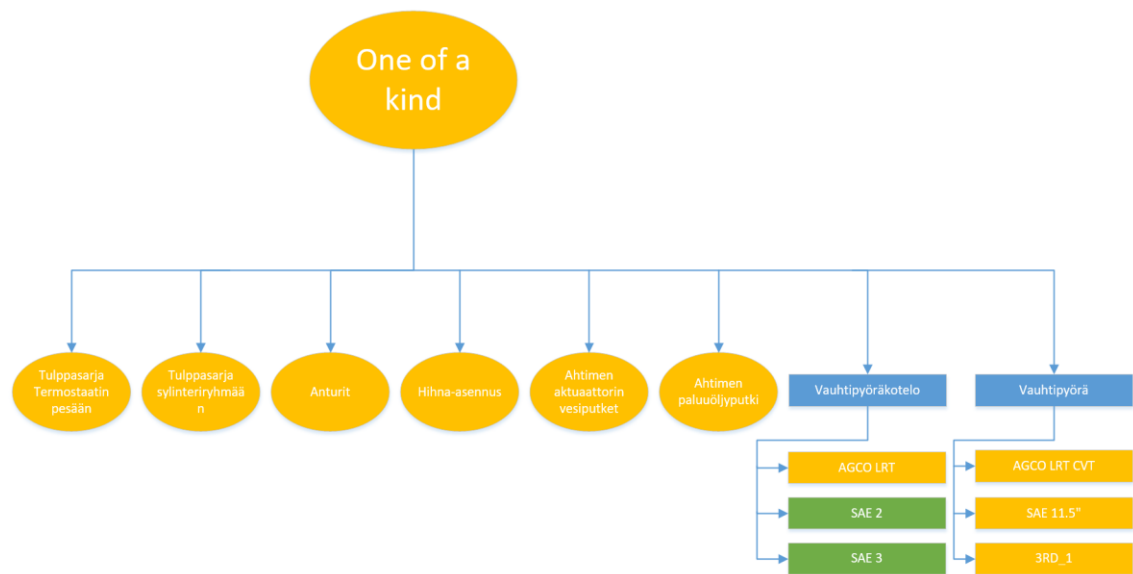
Kuva 38. Tuoterakenteen konfiguroitavat ratkaisut.

Vakioelementit ryhmään verrattuna, tämä luokitteluryhmä sisältää myös konfigurointiehtoja. Konfigurointiehdot ovat nähtävissä **kuvas**sa 38 erillisinä tekstikenttinä. Ensimmäinen ehto käsittelee vesipumpun hihnapyörää, jolloin ehdoilla kysytään moottorirakenteeseen valittua vesipumppua. Kun vesipumppu tiedetään, toteutetaan valintaa vastaavasta konfiguroitavasta elementistä valinta vesipumpun pyörälle. Toinen konfigurointiehto liittyy etukotelon valintaan, jossa vain käyttölaiteelliseen etukoteloon on mahdollista valita määritelty paineilmakompressori sekä vesiputket paineilmakompressorille. Ilman käyttölaitetta saatavalle etukotelolle nämä valintavaihtoehdot eivät ole mahdollisia. Konfiguroitavat elementit ovat yksinkertaisia toteuttaa, mikäli niiden kiin-

nitysrajapinta on vakio. Mikäli rajapinnat ovat muuttuvia, konfigurointi on haastavaa ja lähes mahdoton hallittava.

6.4.3 Tuoterakenteen uniikit elementit

Tuoterakenteen uniikit elementit on luokiteltu kaaviossa omaan ryhmäänsä. Uniikit ratkaisut ovat elementtejä, jotka edellyttävät aina tai lähes aina vapaata ulkoasusuunnittelua. Uniikit ratkaisut ovat konfiguroinnin näkökulmasta vaikeasti hallittavia, koska ne eivät joko sisällä vakiointia tai niiden paikoitusrajapinnat vaihtelevat projektikohtaisesti. Lisäksi tähän ryhmään on sijoitettu elementtejä, joiden rajapinnat on vakioitu moottorissa, mutta jotka ovat asiakastoimituksesta riippuvaisia esimerkiksi ajoneuvoliitännöiltään. Tuoterakenteen uniikit elementit on esitetty **kuvassa 39**.



Kuva 39. Tuoterakenteen uniikit ratkaisut.

Kuvassa 39 keltaisella pohjalla esitetyt lokerot ovat vapaata ulkoasusuunnittelua vaativia elementtejä. Esimerkiksi sulkutulppien ja antureiden määrät vaihtelevat moottoritoimituksen mukaan, jolloin niitä ei voida vakioida. Hihna-asennukset ovat myös lähes poikkeuksetta projektikohtaisia, sillä tuulettimen paikka ja välityssuhteet eivät ole konfiguroitavissa. Lisäksi ahtimelta lähtevät vesi- ja öljyputket ovat yleensä aina asiakaskohtaisia, koska ahtimen kulma ja ahtimen paikka vaihtelevat projektikohtaisesti, eikä niiden rajapintoja ole tällä hetkellä vakioitu. Vauhtipyöräkotelo ja vauhtipyörä ovat moottorin puolesta konfiguroitavissa, mutta vaihteistoliitokset ajoneuvoon ovat usein asiakaskohtaisia. Vauhtipyöräkoteloista standardisoituja ovat SAE 2- ja SAE 3 -koteloita, joita voidaan hyödyntää useissa eri asiakasprojekteissa, mutta joukossa on myös täysin projektikohtaisia ratkaisuja.

7. YHTEENVETO

Tässä diplomityössä tutkittiin uuden tuoteperheen konfiguroinnin mahdollisuuksia. Työn alussa tutustuttiin yritysesittelyyn AGCO Power Oy:stä sekä tutustuttiin platform-rakentamiseen, jota yritys käyttää osana toimintastrategiaansa. Teoriaosuudessa esiteltiin tuotetiedon- ja tuoterakenteiden hallinnan peruskäsitteistöä sekä konfigurointiin liittyvää teoriaa. Lisäksi työssä esitettiin konfiguroitavan tuoterakenteen suunnitteluun pohjautuva teoriaosuus, jossa perehdyttiin modulaariseen arkkitehtuuriin, tuotemodulointiin sekä esitettiin Brownfield-prosessi, jossa esitettiin tiivistettynä kaikki prosessin vaiheet. Tämän jälkeen työssä esitettiin tutkimusmenetelmät-osio, jossa toteutettiin tutkimukset teoriaan pohjautuen moottoreiden päästötasosta sekä haastatteluilla moottoreiden erilaisista käyttökohteista. Lisäksi omana kokonaisuutena esitettiin moottorivolyymeihin perustuva tutkimus vuosilta 2007 – 2018, jossa selvitettiin volyymitietoon perustuen yksittäisten nimikkeiden ja moottorien kokoluokkien vuosittaiset vaihtelut sekä tutkittiin tulevaisuuden näkymiä. Lopuksi suoritettiin työhön perustuva ongelma kuvaus sekä kartoitettiin yrityksen nykytilanne työssä rajattuun osuuteen. Lähtötietojen perusteella toteutettiin uusi tuoteperheen rakenne Windchill PDM-järjestelmään, samalla jaettiin tuoteperhe moottorin toiminnallisiin perusteisiin eri ryhmiin. Lopuksi määriteltiin tuoteperheen konfigurointitieto eri asiakasprojektien kesken sekä luokiteltiin tuoterakenne vakioelementteihin, konfiguroitaviin elementteihin sekä uniikkeihin elementteihin. Kaavion pohjalta luotiin myös konfigurointitieto mahdollisesti tulevaa konfiguraattoria varten.

Työn lähtökohtana oli tutkia uuden moottoriperheen tuoterakennetta sekä määrittellä rakenne erilaisten jakoperusteiden mukaan järkeviksi kokonaisuuksiksi. Jo olemassa olevia tuoterakenteita tutkimalla havaittiin, että tuoterakenne oli vuosien saatossa päässyt karkaamaan hieman hallinnasta, jolloin käytössä olevat koosterakenteet eivät sisältäneet selkeää jakologiikkaa. Lisäksi koosterakenteet olivat paisuneet liian suuriksi, jolloin ne eivät olleet enää hallittavissa kokoluokissa. Osittain tästä syystä uusia koosterakenteita oli myös avattu järjestelmään, vaikka samanlaisia rakenteita olisi ollut jo valmiiksi käytössä. Tästä syystä tuoteperheen rakenteille oli tehtävä uudelleensuunnittelu, jossa rakenteille määriteltiin aluksi älykäs numerointimenetelmä sekä tuoteperheen rakenneyhmittely. Uusi tuoterakennemenettely kerää tiedon kaikista tuoterakenteeseen liittyvistä komponenteista yhteen paikkaan, jolloin tieto on saatavilla helposti yrityksen eri organisaatioissa. Nykyisten koosterakenteiden pohjalta tehtiin rakenteiden uudelleenjärjestely, jonka avulla luotiin järjestelmään uudet VC-Group rakenteet, joiden avulla konfigurointi pystyttäisiin toteuttamaan asiakasvarioituissa projekteissa. Jotta tuoterakenne

ei pääsisi enää vastedes karkaamaan hallinnasta, jokaiselle uudelle tuoteperheelle valitaan aina oma koordinaattori, jonka tehtävänä on huolehtia tuoterakenteiden ylläpidosta.

Lopputuloksena tutkimuksen oli tarkoitus osoittaa, millaiseksi uusi tuoteperhe on mahdollista rakentaa massaräätälöityvän tuotteen näkökulmasta ja miten tuoteyksilö voitaisiin konfiguroida eri asiakastarpeiden mukaan mahdollisimman sujuvaksi. Työssä selvitettiin yleisimmät asiakkaiden esittämät kysymykset myyntitilanteissa, joiden pohjalta tarkasteltiin asiakastarpeita ja toteutettiin moottorivolyymeihin perustuva tutkimus, jota voidaan käyttää reunaehtoina konfiguroinnin suunnittelussa. Rakenteita tutkimalla havaittiin liialliseen tuotevariointiin päätyneitä elementtejä, jolloin samankaltaiset elementit tulisi yhdistää yhteen toistensa kanssa ja samalla pyrkiä vakioimaan olemassa olevaa tuoterakennetta. Tuoteperheen uusi rakennemäärittely mahdollistaa konfiguroinnin eri asiakastarpeisiin. Kun VC-Group rakenteet oli saatu luokiteltua oikeisiin ryhmiin ja niiden koko oli saatu rajattua konfiguroitaviin kokonaisuuksiin, toteutettiin liitteissä C-I esitetty konfigurointitieto. Tuoteperhe jaettiin vakioelementteihin, konfiguroitaviin elementteihin sekä optioihin ja näiden pohjalta luotiin kokonaiskuva osittain konfiguroitavasta tuoterakenteesta.

Lisäksi työssä oli tarkoitus tutkia, voidaanko tuoteperheen variaatioista rakentaa konfiguraattori, joka palvelisi myyntiä uusien asiakkaiden hankinnassa sekä samalla projektinjohtoa ja suunnittelua uuden tuoterakenteen avaamisessa. Osittain konfiguroitavan tuoterakenteen pohjalta havaittiin, että tuoterakenne saatiin rakennettua suurimmaksi osin vakioelementteihin ja konfiguroitaviin elementteihin perustuen, jolloin konfiguraattorin käyttö on mahdollista toteuttaa. Tuoteperheen uniikit ratkaisut koostuvat suurimmaksi osaksi standardinimikkeistä koostuvista rakenteista, esimerkiksi tulpista ja antureista sekä vesi ja öljyputkista. Lisäksi hihna-asennus rakenteet ovat myös yleensä projektikohtaisia, mutta valmiita rakenteita voidaan mahdollisuuksien mukaan tarjota myös uusille asiakkaille. Uniikit ratkaisut eivät ole este konfiguraattorin toteutukselle, vaan diplomityössä esitettyjen tutkimusten sekä rakenteen uudelleenjärjestelyn pohjalta konfiguraattori on mahdollista ottaa käyttöön Windchill PDM-järjestelmän rinnalla, joiden avulla pystytään luomaan uusia tuoterakenteita työssä esitettyjen sääntöjen pohjalta.

Konfigurointisäännöt on mahdollista liittää PDM-järjestelmään tuoteperheen päätasolle dokumenttina, jolloin konfigurointitietoon liitetään myös muutostenhallinta. Järjestelmä vaatii kuitenkin toimiakseen tuoterakenteen ylläpitoa, jolloin konfiguroitavan rakenteen tulee päivittyä tuoteperheeseen kohdistuvien muutosten mukana. Tästä syystä konfigurointitietoon tulee ottaa mukaan muutostenhallinta, jolloin varmistetaan konfigurointitiedon ylläpidettävyys. Alustavien tietojen mukaan konfiguroitava tuoterakenne vaatii 1-2 työntekijää pitämään huolta tuoterakenteen ylläpidosta sekä toimimaan järjestelmän kehittäjinä. Työssä esitetyn tuoteperheen mallia voidaan käyttää myös tulevien tuoteperherakenteiden suunnittelupohjana, jolloin tulevat tuoteperheet on mahdollista jakaa työssä esitetyn tuoterakenteen ryhmäjaon perusteella samankaltaisiin kokonaisuuksiin ja näiden pohjalta voidaan luoda toimivat konfigurointisäännöt konfiguraattorille.

LÄHTEET

AGCO Corporation. 2018. AGCO Corporation Overview Q2/2018, 58s.

AGCO Power tuotteet. 2018. Internet-lähde, saatavilla:
<https://www.agcopower.com/fi/tuotteet/> [Viitattu 4.7.2018]

AGCO Power. 2018. Company Presentation, sisäinen lähde, 35s.

Bonguelmi, L. 2003. “Die Konfigurations- & Verträglichkeitsmatrix als Beitrag zur Darstellung Konfigurationsrelevanter Aspekte im Produktentstehungsprozess, Zentrum für Produktentwicklung, Vaitöskirja, Eidgenössischen Technischen Hochschule, Zurich.

Borowski, K. H. 1961. Das Baukastensystem der Technik, Springer Verlag, Berlin.

Dieselnets, Emission Standards. Internet-lähde, saatavilla:
<https://www.dieselnets.com/standards/> [Viitattu 7.3.2019]

Eskola, J. & Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen, Gummerus Kirjapaino Oy Jyväskylä, 268 s.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus 2016/1628, Asiakirja 32016R1628

Harlou, U. 2006. Developing product families based on architectures – Contribution to a theory of product families, Vaitöskirja, Department of Mechanical Engineering, Technical University of Denmark, 173 s.

Haug, A., Hvam, L. & Mortensen, N.H. 2012. “Definition and evaluation of product configurator development strategies”, Computers in Industry, Vol. 63 No. 5, pp. 471–481.

Juuti, T. 2008. “Design Management of Products with Variability and Commonality”, Vaitöskirja, Tampereen teknillinen yliopisto, Julkaisu 789.

Kivelä, P. Järjestelmäinsinööri, AGCO Power Oy. Haastattelut 1.7.2018 – 31.1.2019, Linnavuori.

Lehtonen, T. 2007. Designing Modular Product Architecture in the New Product Development, Vaitöskirja, Tampereen teknillinen yliopisto, Julkaisu 713.

Lehtonen, T., Pakkanen, J. & Juuti, T. 2017. MEI-46200, Tuotekehitys ja tuoteperheet, kurssin kalvot, Tampereen teknillinen yliopisto.

- Lehtonen, T., Pakkanen, J., Järvenpää, J., Lanz, M., & Tuokko, R. 2011. A brownfield process for developing of product families. In Proceedings of International Conference on Engineering Design, ICED 11, Copenhagen
- Martio, A. 2015. Tuotekonfigurointi ja tuotetiedon hallinta, Amartekno Oy Espoo, 304 s.
- Mittal, S. & Frayman, F. 1989. Towards a generic model of configuration tasks, IJCAI, Vol. 2, pp. 1395-1401.
- Pahl, G. & Beitz, W. 1988. Engineering Design, DesignCouncil, London
- Pakkanen, J. 2015. Brownfield Process: A Method for the Rationalisation of Existing Product Variety towards a Modular Product Family, Väitöskirja, Tampereen teknillinen yliopisto, Julkaisu 1299.
- Pakkanen, J., Juuti, T., & Lehtonen, T. 2016. Brownfield Process: A method for modular product family development aiming for product configuration, Tampereen teknillinen yliopisto.
- Peltonen, H., Martio, A. & Sulonen, R. 2002. PDM – Tuotetiedon hallinta, Edita Publishing Oy Helsinki, 169 s.
- Pine B. J. II, 1993. Mass Customization – The New Frontier in Business Competition, Harvard Business School Press, Boston.
- Pinola, M. Projektipäällikkö, AGCO Power Oy. Haastattelu 19.7.2018, Linnavuori
- Riitahuhta, A. & Pulkkinen, A. 2001. Design for Configuration – A Debate based on the 5th WDK Workshop on Product Structuring, Springer Verlag, Berlin
- Sääksvuori, A. & Immonen, A. 2002. Tuotetiedonhallinta – PDM, Talentum Media Oy Helsinki, 201 s.
- Tiihonen, J. & Soinen, T. 1997. Product Configurators - Information System Support for Configurable Products, Technical report, TKO-B137, Helsinki University of Technology, 22 s.
- Ulrich, K.T. & Eppinger, S.D. 2012. Product Design and Development, The McGraw-Hill Companies Inc. 415
- Ulrich, K. & Tung, K. 1991. Fundamentals of product modularity, Issues in Design/Manufacture Integration, A. Sharon, Ed. New York: ASME, pp. 73–79.

LIITE A: TUOTERAKENTEEN SYÖTTÖEXCEL 1/2

Level	Item number	DESCRIPTION	ADDITIONAL_DESC	DESC_LOCAL	ADDITIONAL_DESC_LOCAL	
0	BB84	BB84_SERIES_KMAT	BIG BORE PCO	BB84_SARJA_KMAT	BIG BORE PCO	
1	BB84M01	BASE_ENGINE		MOOTTORIAIHIO		O & S pakolliset ominaisuudet.
2	BB84S0101	CYLINDER_BLOCK		SYLINTERIRYHMÄ		S= yksi vaihtoehto (Single)
3	BB84V01010001	CYLINDER_BLOCK	84	SYLINTERIRYHMÄ	84	A= Useita vaihtoehtoja, joista valitaan yksi (Alternative)
3	BB84V01010002	CYLINDER_BLOCK	PUSH_ROD_KIT_HLA	SYLINTERIRYHMÄ	TYÖNTÖTANKOSARJA_HLA	O=lisäksi ylimääräinen vaihtoehto (Option)
3	BB84V01010003	CYLINDER_BLOCK	FLANGE_GAMSHAFT_TUNNEL_OPENING	SYLINTERIRYHMÄ	LAIPPA_NOXKA_AKSELIN_TUNNELIN	
3	BB84V01010004	CYLINDER_BLOCK	OIL_PRESSURE_VALVE	SYLINTERIRYHMÄ	ÖLYNPAINEN_SAATOVENTTIILI	
3	BB84V01010005	CYLINDER_BLOCK	PLUG_KIT_LRT	SYLINTERIRYHMÄ	TULPPASARJA_LRT	
3	BB84V01010006	CYLINDER_BLOCK	PLUG_KIT_R9	SYLINTERIRYHMÄ	TULPPASARJA_R9	
2	BB84S0102	FRONT_COVER		ETUKOTELO		
3	BB84V01020001	FRONT_COVER	W/O_PTO	ETUKOTELO	ILMAN_KÄYTTÖLAITETTA	
3	BB84V01020002	FRONT_COVER	W/_PTO	ETUKOTELO	KÄYTTÖLAITTEELLA	
3	BB84V01020004	FRONT_COVER	FLANGE_FOR_PTO_FRONT_COVER	ETUKOTELO	LAIPPA_ETUKOTELOON_PTO	
3	BB84V01020005	FRONT_COVER	VISCO_DAMPER_D275_84	ETUKOTELO	VÄRÄHTELYVAIMENNIN_D275_84	
3	BB84V01020006	FRONT_COVER	OIL_FILLING_CAP	ETUKOTELO	ÖLYN TäYTTÖKORKKI	
3	BB84V01020007	FRONT_COVER	OIL_FILLING_PIPE/CAP	ETUKOTELO	ÖLYN TäYTTÖKORKKI_PUTKELLA	
2	BB84S0103	CYLINDER_HEAD		SYLINTERIKANSI		
3	BB84V01030001	CYLINDER_HEAD	84	SYLINTERIKANSI	6-SYL	
3	BB84V01030002	CYLINDER_HEAD	CONNECTING_PART_FOR_CYL_HEADS	SYLINTERIKANSI	YHDYSKAPPALE_SYLINTERIKANSILLE	
3	BB84V01030003	CYLINDER_HEAD	CYL_HEAD_FLANGE_REAR_W/O_HOLE	SYLINTERIKANSI	SULKULAIPPA_ETEEN_REIÄTÖN	
3	BB84V01030004	CYLINDER_HEAD	CYL_HEAD_FLANGE_REAR_W/_HOLE	SYLINTERIKANSI	SULKULAIPPA_ETEEN_REIÄLLINEN	
3	BB84V01030005	CYLINDER_HEAD	VALVE_MECHANISM	SYLINTERIKANSI	KEINUVIVUSTO	
3	BB84V01030006	CYLINDER_HEAD	VALVE_COVER_W/O_OIL_FILL	SYLINTERIKANSI	VIVUSTOKANSI_ILMAN_KORKKIA	
3	BB84V01030007	CYLINDER_HEAD	CYL_HEAD_WATER_PLUG_M18X1.5	SYLINTERIKANSI	SYLINTERIKANNEN_TULPPA_M18X1.5	
3	BB84V01030008	CYLINDER_HEAD	CYL_HEAD_FLANGE_FRONT_W/O_HOLE	SYLINTERIKANSI	SULKULAIPPA_TAAKSE_REIÄTÖN	
3	BB84V01030009	CYLINDER_HEAD	PLUG_FOR_CABIN_HEATER_PIPE	SYLINTERIKANSI	TULPPA_HYTNLÄMMITYSPUTKELE	
2	BB84S0104	CRANKCASE		KAMPIKONEISTO		
3	BB84V01040001	CRANKCASE	CRANKSHAFT	KAMPIKONEISTO	KAMPIAKSELI	
3	BB84V01040002	CRANKCASE	PISTON_SET	KAMPIKONEISTO	MAINTASEITTI	
3	BB84V01040003	CRANKCASE	OIL_SEAL_GASKET_120X140X13	KAMPIKONEISTO	AKSELITIIVISTE_120X140X13	
1	BB84M02	INTERFACE_COMPONENTS		LIITYNTÄKOMPONENTIT		
2	BB84S0201	FLYWHEEL_HOUSING		VAUHTIPYÖRÄKOTELO		
3	BB84V02010001	FLYWHEEL_HOUSING	AGCO_LRT	VAUHTIPYÖRÄKOTELO	AGCO_LRT	
3	BB84V02010002	FLYWHEEL_HOUSING	SAE_2	VAUHTIPYÖRÄKOTELO	SAE_2	
3	BB84V02010003	FLYWHEEL_HOUSING	SAE_3	VAUHTIPYÖRÄKOTELO	SAE_3	
2	BB84S0202	FLYWHEEL		VAUHTIPYÖRÄ		
3	BB84V02020001	FLYWHEEL	AGCO_LRT_CVT	VAUHTIPYÖRÄ	AGCO_LRT_CVT	
3	BB84V02020002	FLYWHEEL	SAE_11.5"	VAUHTIPYÖRÄ	SAE_11.5"	
3	BB84V02020003	FLYWHEEL	SRD_1	VAUHTIPYÖRÄ	SRD_1	
2	BB84S0203	OIL_SUMP		ÖLYPÖHIA		
3	BB84V02030001	OIL_SUMP	AGCO_LRT	ÖLYPÖHIA	AGCO_LRT	
3	BB84V02030002	OIL_SUMP	AGCO_R9	ÖLYPÖHIA	AGCO_R9	
3	BB84V02030003	OIL_SUMP	OIL_FILLING_PIPE_AGCO_LRT	ÖLYPÖHIA	ÖLYN TäYTTÖPUTKI_AGCO_LRT	
3	BB84V02030004	OIL_SUMP	OIL_DIPSTICK_ICE_BLUE_LONG	ÖLYPÖHIA	ÖLYN TäYTTÖPUIKKI_AANSININEN_PITKÄ	
3	BB84V02030005	OIL_SUMP	OIL_DIPSTICK_R9	ÖLYPÖHIA	ÖLYN TäYTTÖPUIKKI_R9	
3	BB84V02030006	OIL_SUMP	SRD_1	ÖLYPÖHIA	SRD_1	
2	BB84S0204	ACCESSORIES		LISÄLAITTEET		
3	BB84V02040001	ACCESSORIES	LIFTING_PARTS	LISÄLAITTEET	NOSTOKORVAKKEET	
3	BB84V02040002	ACCESSORIES	AIR_COMPRESSOR_360_CC	LISÄLAITTEET	PI-KOMPRESSORI_360_CC	
3	BB84V02040003	ACCESSORIES	AIR_COMPRESSOR_225_CCM	LISÄLAITTEET	PI-KOMPRESSORI_225_CCM	
3	BB84V02040004	ACCESSORIES	JIC_CONNECTOR_360_CCM	LISÄLAITTEET	JIC_LIITIN_PI-KOMP_360_CCM	
1	BB84M03	AIR_SYSTEM		IMU- JA PAKOJÄRJESTELMÄ		
2	BB84S0301	AIR_INTAKE		IMUJUOLEN_KOMPONENTIT		
3	BB84V03010001	AIR_INTAKE	INTAKE_MANIFOLD_W/O_THREADS	IMUJUOLEN_KOMPONENTIT	IMUSARJA_ILMAN_KIERREREIKIÄ	
3	BB84V03010002	AIR_INTAKE	INTAKE_MANIFOLD_W/_THREADS	IMUJUOLEN_KOMPONENTIT	IMUSARJA_KIERREREIJIILLÄ	
3	BB84V03010003	AIR_INTAKE	INTAKE_ELBOW_R9	IMUJUOLEN_KOMPONENTIT	IMUKÄYRÄ_R9	
3	BB84V03010004	AIR_INTAKE	INTAKE_ELBOW_LRT	IMUJUOLEN_KOMPONENTIT	IMUKÄYRÄ_LRT	
2	BB84S0302	EXHAUST_SYSTEM		PAKOPUOLEN_KOMPONENTIT		
3	BB84V03020001	EXHAUST_SYSTEM	6_CYL_MIDDLE_HIGH	PAKOPUOLEN_KOMPONENTIT	PAKOSARJA_AHTIMELLA_KESKI_YLÄ	
3	BB84V03020002	EXHAUST_SYSTEM	6_CYL_MIDDLE_SIDE	PAKOPUOLEN_KOMPONENTIT	PAKOSARJA_AHTIMELLA_KESKI_VIER	
1	BB84M04	COOLING/LUBRICATION_SYSTEM		JÄÄHDYTYSVARUSTELUJÄRJESTELMÄ		
2	BB84S0401	OIL_PUMP		ÖLYPUMPPU		
3	BB84V04010001	OIL_PUMP	84	ÖLYPUMPPU	84	
3	BB84V04010002	OIL_PUMP	SRD_1	ÖLYPUMPPU	SRD_1	
2	BB84S0402	OIL_COOLER		ÖLYNJÄÄHDYTTIN		
3	BB84V04020001	OIL_COOLER	LRT	ÖLYNJÄÄHDYTTIN	LRT	
3	BB84V04020002	OIL_COOLER	VERTICAL	ÖLYNJÄÄHDYTTIN	PYSTYASENNUS	
2	BB84S0403	OIL_SEPARATOR		ÖLYNEROTIN		
3	BB84V04030001	OIL_SEPARATOR	MOUNTING_PARTS	ÖLYNEROTIN	ASENNUSOSAT	
3	BB84V04030002	OIL_SEPARATOR	HOSE_BREATHER_TO_CCV	ÖLYNEROTIN	LETKU_HUOHOHTIN_CCV	

LIITE B: TUOTERAKENTEEN SYÖTTÖEXCEL 2/2

2	BB84S0404	WATER_PUMP		VESIPUMPPU	
3	BB84V04040001	WATER_PUMP	LRT	VESIPUMPPU	LRT
3	BB84V04040002	WATER_PUMP	BIG_BORE	VESIPUMPPU	BIG_BORE
2	BB84S0405	THERMOSTAT_HOUSING		TERMOSTAATTIPESA	
3	BB84V04050001	THERMOSTAT_HOUSING	LRT_ASSEMBLY	TERMOSTAATTIPESA	LRT_ASENNUS
3	BB84V04050002	THERMOSTAT_HOUSING	BIG_BORE_ASSEMBLY	TERMOSTAATTIPESA	BIG_BORE_ASENNUS
3	BB84V04050003	THERMOSTAT_HOUSING	COVER_LRT	TERMOSTAATTIPESA	KANSI_LRT
3	BB84V04050004	THERMOSTAT_HOUSING	COVER_BIG_BORE	TERMOSTAATTIPESA	KANSI_BIG_BORE
3	BB84V04050005	THERMOSTAT_HOUSING	FLUGS_LRT	TERMOSTAATTIPESA	TULPAT_LRT
3	BB84V04050006	THERMOSTAT_HOUSING	FLUGS_R9	TERMOSTAATTIPESA	TULPAT_R9
3	BB84V04050007	THERMOSTAT_HOUSING	FLUGS_3RD_1	TERMOSTAATTIPESA	TULPAT_3RD_1
2	BB84S0406	OIL_PIPES		ÖLJYPUTKET	
3	BB84V04060001	OIL_PIPES	OIL_COOLER_TO_CYL_BLOCK_LRT	ÖLJYPUTKET	ÖLJYNÄÄHDYTTIN_RYHMÄ_LRT
3	BB84V04060002	OIL_PIPES	OIL_COOLER_TO_CYL_BLOCK_R9	ÖLJYPUTKET	ÖLJYNÄÄHDYTTIN_RYHMÄ_R9
3	BB84V04060003	OIL_PIPES	TURBO_LRT	ÖLJYPUTKET	AHTIMELLE_LRT
3	BB84V04060004	OIL_PIPES	TURBO_R9	ÖLJYPUTKET	AHTIMELLE_R9
2	BB84S0407	WATER_PIPES		VESIPUTKET	
3	BB84V04070001	WATER_PIPES	FOR_CABIN_HEATING	VESIPUTKET	HYTINLÄMMITYKSEEN
3	BB84V04070002	WATER_PIPES	OIL_COOLER_RETURN_LRT	VESIPUTKET	ÖLJYNÄÄHDYTTIMEN_PALUU_LRT
3	BB84V04070003	WATER_PIPES	OIL_COOLER_RETURN_R9	VESIPUTKET	ÖLJYNÄÄHDYTTIMEN_PALUU_R9
3	BB84V04070004	WATER_PIPES	TURBO_ACTUATOR_COOLING_LRT	VESIPUTKET	AHTIMEN_AKT_JÄÄHDYTYKSEEN_LRT
3	BB84V04070005	WATER_PIPES	TURBO_ACTUATOR_COOLING_R9	VESIPUTKET	AHTIMEN_AKT_JÄÄHDYTYKSEEN_R9
3	BB84V04070006	WATER_PIPES	AIR_COMPRESSOR_360_CC	VESIPUTKET	PI_KOMPRESSORILLE_360_CC
3	BB84V04070007	WATER_PIPES	OIL_COOLER_RETURN_3RD_1	VESIPUTKET	ÖLJYNÄÄHDYTTIMEN_PALUU_3RD_1
3	BB84V04070008	WATER_PIPES	AIR_COMPRESSOR_225_CCM	VESIPUTKET	PI_KOMPRESSORILLE_225_CCM
1	BB84M05	FEAD_INSTALLATION		HIHNALINJA_INSTALLAATIO	
2	BB84S0501	APPLICATION_SPECIFIC		MALLIKOHTAISET_ASENNUKSET	
3	BB84V05010001	APPLICATION_SPECIFIC	BELT_INSTALLATION_LRT	MALLIKOHTAISET_ASENNUKSET	HIHNA_ASENNUS_LRT
3	BB84V05010002	APPLICATION_SPECIFIC	BELT_INSTALLATION_R9	MALLIKOHTAISET_ASENNUKSET	HIHNA_ASENNUKSEEN_R9
3	BB84V05010003	APPLICATION_SPECIFIC	BRACKET_FOR_BOSCH/ISKRA_ALTR	MALLIKOHTAISET_ASENNUKSET	TELINEN_BOSCH/ISKRA_GENERATOR
3	BB84V05010004	APPLICATION_SPECIFIC	BRACKET_FOR_A/C_COMPRESSOR	MALLIKOHTAISET_ASENNUKSET	TELINEN_MAASHI_KOMPRESSORILLE
3	BB84V05010005	APPLICATION_SPECIFIC	BELT_INSTALLATION_3RD_1	MALLIKOHTAISET_ASENNUKSET	HIHNA_ASENNUKSEEN_3RD_1
2	BB84S0502	PULLEY		HIHNAPYÖRÄ	
3	BB84V05020001	PULLEY	I=1.27	HIHNAPYÖRÄ	I=1.27
3	BB84V05020002	PULLEY	POLY_V-BELT_PK4_FOR_WATER_PUMP	HIHNAPYÖRÄ	PK4_VESIPIUMPPULLE
3	BB84V05020003	PULLEY	PK12+V	HIHNAPYÖRÄ	PK12+V
3	BB84V05020004	PULLEY	POLY_V-BELT_FOR_CRANKSHAFT	HIHNAPYÖRÄ	KAMPIAKSELILLE
1	BB84M06	FUEL_SYSTEM		POLTTOAINELAJESTELMÄ	
2	BB84S0601	FUEL_EQUIPMENT		POLTTOAINELAITTEET	
3	BB84V06010001	FUEL_EQUIPMENT	HIGH_PRESSURE_PUMP_CP4	POLTTOAINELAITTEET	KORKEAPAINEPUMPPU_CP4
3	BB84V06010002	FUEL_EQUIPMENT	INJECTOR_CRIN3-20	POLTTOAINELAITTEET	SUUTIN_CRIN3-20
3	BB84V06010003	FUEL_EQUIPMENT	RAIL	POLTTOAINELAITTEET	RAIL
2	BB84S0602	FUEL_FILTERS_W/BRACKET		TELINEET_JA_SUODATTIMET	
3	BB84V06020001	FUEL_FILTERS_W/BRACKET	B4	TELINEET_JA_SUODATTIMET	B4
2	BB84S0603	FUEL_PIPES		POLTTOAINEPUTKET	
3	BB84V06030001	FUEL_PIPES	LOW_PRESSURE	POLTTOAINEPUTKET	MATALAPAINET
3	BB84V06030002	FUEL_PIPES	HIGH_PRESSURE_PUMP_TO_RAIL	POLTTOAINEPUTKET	KORKEAPAINEPUTKET_PUMPPU_RAIL
3	BB84V06030003	FUEL_PIPES	HIGH_PRESSURE_RAIL_TO_INJECTOR	POLTTOAINEPUTKET	KORKEAPAINEPUTKET_RAIL_SUUTIN
3	BB84V06030004	FUEL_PIPES	OVERFLOW	POLTTOAINEPUTKET	YLIVUOTO
3	BB84V06030005	FUEL_PIPES	CONTINUOUS_VENTING	POLTTOAINEPUTKET	JATKUVAN_ILMAUS
1	BB84M07	ELECTRONIC_SYSTEM		SÄHKÖLAITTEET	
2	BB84S0701	ELECTRIC_COMP		SÄHKÖLAITTEET	
3	BB84V07010001	ELECTRIC_COMP	ECU_CV41	SÄHKÖLAITTEET	OHJAINYKSIKKÖ_CV41
3	BB84V07010002	ELECTRIC_COMP	SOLENOID_12V/150A	SÄHKÖLAITTEET	SOLENOIDI_12V/150A
3	BB84V07010003	ELECTRIC_COMP	STARTER_MOTOR_12V_4.2kW	SÄHKÖLAITTEET	STARTTI_12V_4.2kW
2	BB84S0702	WIRING_HARNESS		JOHTOSARJA	
3	BB84V07020001	WIRING_HARNESS	MAIN_HARNESS	JOHTOSARJA	PÄÄJOHTOSARJA
3	BB84V07020002	WIRING_HARNESS	ACCESSORY_HARNESS	JOHTOSARJA	LISÄJOHTOSARJA
3	BB84V07020003	WIRING_HARNESS	CABLE_BRIDGES	JOHTOSARJA	JOHDINSILLAT
3	BB84V07020004	WIRING_HARNESS	SOLENOID_TO_GRID_HEATER_L500	JOHTOSARJA	SOLENOIDI-GRILLI_L500
3	BB84V07020005	WIRING_HARNESS	SOLENOID_TO_GRID_HEATER_L800	JOHTOSARJA	SOLENOIDI-GRILLI_L800
2	BB84S0703	HARNESS_BRACKET		JOHTOSARJAN_TELINE	
3	BB84V07030001	HARNESS_BRACKET	FOR_HARNESS_WITH_CASING	JOHTOSARJAN_TELINE	KOTELOJOHTOSARJALLE
3	BB84V07030002	HARNESS_BRACKET	FOR_ACCESSORY_HARNESS	JOHTOSARJAN_TELINE	LISÄJOHTOSARJALLE
3	BB84V07030003	HARNESS_BRACKET	SUPPORT_TO_CYL_HEAD_END	JOHTOSARJAN_TELINE	TUKI_KANNEN_TAKAPÄÄHÄN
2	BB84S0704	SENSORS		ANTURIT	
3	BB84V07040001	SENSORS	LRT	ANTURIT	LRT
3	BB84V07040002	SENSORS	R9	ANTURIT	R9
3	BB84V07040003	SENSORS	3RD_1	ANTURIT	3RD_1

LIITE C: TUOTEPERHEEN KONFIGUROINTITIEDO K-MATRIISISSA, MAIN-GROUP 01

Level	Item number	DESCRIPTION	ADDITIONAL_DESC	DESC_LOCAL	ADDITIONAL_DESC_LOCAL	H2V	R9	3RD_1	3RD_2
0	BB84	BB84_SERIES_KMAT	BIG BORE PCO	BB84_SARJA_KMAT	BIG BORE PCO				
1	BB84M01	BASE_ENGINE		MOOTTORIAIHIO					
2	BB84S0101	CYLINDER_BLOCK		SYLINTERIRYHMÄ					
3	BB84V01010001	CYLINDER_BLOCK	84	SYLINTERIRYHMÄ	84	S	S	S	S
3	BB84V01010002	CYLINDER_BLOCK	PUSH_ROD_KIT_HLA	SYLINTERIRYHMÄ	TYÖNTÖTANKOSARJA_HLA	S	S	S	S
3	BB84V01010003	CYLINDER_BLOCK	FLANGE_CAMSHAFT_TUNNEL_OPENING	SYLINTERIRYHMÄ	LAIPPA_NOKKA_AKSELIN_TUNNELIIN	S	S	S	S
3	BB84V01010004	CYLINDER_BLOCK	OIL_PRESSURE_VALVE	SYLINTERIRYHMÄ	ÖLYNPAINEEEN_SÄÄTÖVENTTIILI				
3	BB84V01010005	CYLINDER_BLOCK	PLUG_KIT_LRT	SYLINTERIRYHMÄ	TULPPASARJA_LRT	A			
3	BB84V01010006	CYLINDER_BLOCK	PLUG_KIT_R9	SYLINTERIRYHMÄ	TULPPASARJA_R9		A		
2	BB84S0102	FRONT_COVER		ETUKOTELO					
3	BB84V01020001	FRONT_COVER	W/O_PTO	ETUKOTELO	ILMAN_KÄYTTÖLAITETTA	A			
3	BB84V01020002	FRONT_COVER	W/_PTO	ETUKOTELO	KÄYTTÖLAITTEELLA		A	A	
3	BB84V01020004	FRONT_COVER	FLANGE_FOR_PTO_FRONT_COVER	ETUKOTELO	LAIPPA_ETUKOTELOON_PTO		A	A	
3	BB84V01020005	FRONT_COVER	VISCO_DAMPER_D275_84	ETUKOTELO	VÄRÄHTELYVAIMENNIN_D275_84	S	S	S	S
3	BB84V01020006	FRONT_COVER	OIL_FILLING_CAP	ETUKOTELO	ÖLYNTÄYTTÖKORKKI	A			
3	BB84V01020007	FRONT_COVER	OIL_FILLING_PIPE/CAP	ETUKOTELO	ÖLYNTÄYTTÖKORKKI_PUTKELLA		A	A	
2	BB84S0103	CYLINDER_HEAD		SYLINTERIKANSI					
3	BB84V01030001	CYLINDER_HEAD	84	SYLINTERIKANSI	6-SYL.	S	S	S	S
3	BB84V01030002	CYLINDER_HEAD	CONNECTING_PART_FOR_CYL_HEADS	SYLINTERIKANSI	YHDYSKAPPALE_SYLINTERIKANSILLE	S	S	S	S
3	BB84V01030003	CYLINDER_HEAD	CYL_HEAD_FLANGE_REAR_W/O_HOLE	SYLINTERIKANSI	SULKULAIPPA_ETEEN_REIÄTÖN				
3	BB84V01030004	CYLINDER_HEAD	CYL_HEAD_FLANGE_REAR_W/_HOLE	SYLINTERIKANSI	SULKULAIPPA_ETEEN_REIÄLLINEN		A		
3	BB84V01030005	CYLINDER_HEAD	VALVE_MECHANISM	SYLINTERIKANSI	KEINUVIVUSTO	S	S	S	S
3	BB84V01030006	CYLINDER_HEAD	VALVE_COVER_W/O_OIL_FILL	SYLINTERIKANSI	VIVUSTONKANSI_ILMAN_KORKKIA	S	S	S	S
3	BB84V01030007	CYLINDER_HEAD	CYL_HEAD_WATER_PLUG_M18X1.5	SYLINTERIKANSI	SYLINTERIKANNEN_TULPPA_M18X1.5		O		
3	BB84V01030008	CYLINDER_HEAD	CYL_HEAD_FLANGE_FRONT_W/O_HOLE	SYLINTERIKANSI	SULKULAIPPA_TAAKSE_REIÄLLINEN	S	S	S	S
3	BB84V01030009	CYLINDER_HEAD	PLUG_FOR_CABIN_HEATER_PIPE	SYLINTERIKANSI	TULPPA_HYTNLÄMMITYSPUTKELLE			A	
2	BB84S0104	CRANKCASE		KAMPIKONEISTO					
3	BB84V01040001	CRANKCASE	CRANKSHAFT	KAMPIKONEISTO	KAMPIAKSELI	S	S	S	S
3	BB84V01040002	CRANKCASE	PISTON_SET	KAMPIKONEISTO	MÄNTÄSETTI	S	S	S	S
3	BB84V01040003	CRANKCASE	OIL_SEAL_GASKET_120X140X13	KAMPIKONEISTO	AKSELITIIVISTE_120X140X13	S	S	S	S

LIITE D: TUOTEPERHEEN KONFIGUROINTITIEDO K-MATRIISISSA, MAIN-GROUP 02

Level	Item number	DESCRIPTION	ADDITIONAL_DESC	DESC_LOCAL	ADDITIONAL_DESC_LOCAL	H2V	R9	3RD_1	3RD_2
0	BB84	BB84_SERIES_KMAT	BIG BORE PCO	BB84_SARJA_KMAT	BIG BORE PCO				
1	BB84M02	INTERFACE_COMPONENTS		LIITYNTÄKOMPONENTIT					
2	BB84S0201	FLYWHEEL_HOUSING		VAUHTIPYÖRÄKOTELO					
3	BB84V02010001	FLYWHEEL_HOUSING	AGCO_LRT	VAUHTIPYÖRÄKOTELO	AGCO_LRT	A			
3	BB84V02010002	FLYWHEEL_HOUSING	SAE_2	VAUHTIPYÖRÄKOTELO	SAE_2		A		
3	BB84V02010003	FLYWHEEL_HOUSING	SAE_3	VAUHTIPYÖRÄKOTELO	SAE_3			A	
2	BB84S0202	FLYWHEEL		VAUHTIPYÖRÄ					
3	BB84V02020001	FLYWHEEL	AGCO_LRT_CVT	VAUHTIPYÖRÄ	AGCO_LRT_CVT	A			
3	BB84V02020002	FLYWHEEL	SAE_11,5"	VAUHTIPYÖRÄ	SAE_11,5"		A		
3	BB84V02020003	FLYWHEEL	3RD_1	VAUHTIPYÖRÄ	3RD_1			A	
2	BB84S0203	OIL_SUMP		ÖLJYPOHJA					
3	BB84V02030001	OIL_SUMP	AGCO_LRT	ÖLJYPOHJA	AGCO_LRT	A			
3	BB84V02030002	OIL_SUMP	AGCO_R9	ÖLJYPOHJA	AGCO_R9		A		
3	BB84V02030003	OIL_SUMP	OIL_FILLING_PIPE_AGCO_LRT	ÖLJYPOHJA	ÖLJYNTÄYTTÖPUTKI_AGCO_LRT	A			
3	BB84V02030004	OIL_SUMP	OIL_DIPSTICK_ICE_BLUE_LONG	ÖLJYPOHJA	ÖLJYTIKKU_JÄÄNSININEN_PITKÄ	A			
3	BB84V02030005	OIL_SUMP	OIL_DIPSTICK_R9	ÖLJYPOHJA	ÖLJYTIKKU_R9		A		
3	BB84V02030006	OIL_SUMP	3RD_1	ÖLJYPOHJA	3RD_1			A	
2	BB84S0204	ACCESSORIES		LISÄLAIITTEET					
3	BB84V02040001	ACCESSORIES	LIFTING_PARTS	LISÄLAIITTEET	NOSTOKORVAKKEET	S	S	S	S
3	BB84V02040002	ACCESSORIES	AIR_COMPRESSOR_360_CCM	LISÄLAIITTEET	PI-KOMPRESSORI_360_CCM		A		
3	BB84V02040003	ACCESSORIES	AIR_COMPRESSOR_225_CCM	LISÄLAIITTEET	PI-KOMPRESSORI_225_CCM			A	
3	BB84V02040004	ACCESSORIES	JIC_CONNECTOR_360_CCM	LISÄLAIITTEET	JIC_LIITIN_PI-KOMP_360_CCM		O		

LIITE E: TUOTEPERHEEN KONFIGUROINTITIETO K-MATRIISISSA, MAIN-GROUP 03

Level	Item number	DESCRIPTION	ADDITIONAL_DESC	DESC_LOCAL	ADDITIONAL_DESC_LOCAL	H2V	R9	3RD_1	3RD_2
0	BB84	BB84_SERIES_KMAT	BIG BORE PCO	BB84_SARJA_KMAT	BIG BORE PCO				
1	BB84M03	AIR_SYSTEM		IMU- JA PAKOJÄRJESTELMÄ					
2	BB84S0301	AIR_INTAKE		IMUPOULEN_KOMPONENTIT					
3	BB84V03010001	AIR_INTAKE	INTAKE_MANIFOLD_W/O_THREADS	IMUPOULEN_KOMPONENTIT	IMUSARJA_ILMAN_KIERREIKIÄ				
3	BB84V03010002	AIR_INTAKE	INTAKE_MANIFOLD_W/_THREADS	IMUPOULEN_KOMPONENTIT	IMUSARJA_KIERREIJILLÄ	S	S	S	S
3	BB84V03010003	AIR_INTAKE	INTAKE_ELBOW_R9	IMUPOULEN_KOMPONENTIT	IMUKÄYRÄ_R9		A		
3	BB84V03010004	AIR_INTAKE	INTAKE_ELBOW_LRT	IMUPOULEN_KOMPONENTIT	IMUKÄYRÄ_LRT	A		A	
2	BB84S0302	EXHAUST_SYSTEM		PAKOPUOLEN_KOMPONENTIT					
3	BB84V03020001	EXHAUST_SYSTEM	6_CYL_MIDDLE_HIGH	PAKOPUOLEN_KOMPONENTIT	PAKOSARJA_AHTIMELLA_KESKI_YLÄ	A	A	A	
3	BB84V03020002	EXHAUST_SYSTEM	6_CYL_MIDDLE_SIDE	PAKOPUOLEN_KOMPONENTIT	PAKOSARJA_AHTIMELLA_KESKI_VIER				A

LIITE F: TUOTEPERHEEN KONFIGUROINTITIEDO K-MATRIISISSA, MAIN-GROUP 04

Level	Item number	DESCRIPTION	ADDITIONAL_DESC	DESC_LOCAL	ADDITIONAL_DESC_LOCAL	H2V	R9	3RD_1	3RD_2
0	BB84	BB84_SERIES_KMAT	BIG BORE PCO	BB84_SARJA_KMAT	BIG BORE PCO				
1	BB84M04	COOLING/LUBRICATION_SYSTEM		JÄÄHDYTYKSEN VOITELUJÄRJESTELMÄ					
2	BB84S0401	OIL_PUMP		ÖLJYPUMPPU					
3	BB84V04010001	OIL_PUMP	S4	ÖLJYPUMPPU	S4	A	A		
3	BB84V04010002	OIL_PUMP	3RD_1	ÖLJYPUMPPU	3RD_1			A	
2	BB84S0402	OIL_COOLER		ÖLJYNJÄÄHDYTIMEN					
3	BB84V04020001	OIL_COOLER	LRT	ÖLJYNJÄÄHDYTIMEN	LRT	A			
3	BB84V04020002	OIL_COOLER	VERTICAL	ÖLJYNJÄÄHDYTIMEN	PYSTYASENNUS		A	A	
2	BB84S0403	OIL_SEPARATOR		ÖLJYNEROTIN					
3	BB84V04030001	OIL_SEPARATOR	MOUNTING_PARTS	ÖLJYNEROTIN	ASENNUSOSAT	S	S	S	S
3	BB84V04030002	OIL_SEPARATOR	HOSE_BREATHER_TO_CCV	ÖLJYNEROTIN	LETKU_HUOHOTIN_CCV		O	O	
2	BB84S0404	WATER_PUMP		VESIPUMPPU					
3	BB84V04040001	WATER_PUMP	LRT	VESIPUMPPU	LRT	A		A	
3	BB84V04040002	WATER_PUMP	BIG_BORE	VESIPUMPPU	BIG_BORE		A		
2	BB84S0405	THERMOSTAT_HOUSING		TERMOSTAATTIPESÄ					
3	BB84V04050001	THERMOSTAT_HOUSING	LRT_ASSEMBLY	TERMOSTAATTIPESÄ	LRT_ASENNUS	A		A	
3	BB84V04050002	THERMOSTAT_HOUSING	BIG_BORE_ASSEMBLY	TERMOSTAATTIPESÄ	BIG_BORE_ASENNUS		A		
3	BB84V04050003	THERMOSTAT_HOUSING	COVER_LRT	TERMOSTAATTIPESÄ	KANSI_LRT	A		A	
3	BB84V04050004	THERMOSTAT_HOUSING	COVER_BIG_BORE	TERMOSTAATTIPESÄ	KANSI_BIG_BORE		A		
3	BB84V04050005	THERMOSTAT_HOUSING	PLUGS_LRT	TERMOSTAATTIPESÄ	TULPAT_LRT	A			
3	BB84V04050006	THERMOSTAT_HOUSING	PLUGS_R9	TERMOSTAATTIPESÄ	TULPAT_R9		A		
3	BB84V04050007	THERMOSTAT_HOUSING	PLUGS_3RD_1	TERMOSTAATTIPESÄ	TULPAT_3RD_1			A	
2	BB84S0406	OIL_PIPES		ÖLJYPUTKET					
3	BB84V04060001	OIL_PIPES	OIL_COOLER_TO_CYL_BLOCK_LRT	ÖLJYPUTKET	ÖLJYNJÄÄHDYTIMEN_RYHMÄ_LRT	A			
3	BB84V04060002	OIL_PIPES	OIL_COOLER_TO_CYL_BLOCK_R9	ÖLJYPUTKET	ÖLJYNJÄÄHDYTIMEN_RYHMÄ_R9		A	A	
3	BB84V04060003	OIL_PIPES	TURBO_LRT	ÖLJYPUTKET	AHTIMELLE_LRT	A			
3	BB84V04060004	OIL_PIPES	TURBO_R9	ÖLJYPUTKET	AHTIMELLE_R9		A	A	
2	BB84S0407	WATER_PIPES		VESIPUTKET					
3	BB84V04070001	WATER_PIPES	FOR_CABIN_HEATING	VESIPUTKET	HYTTILÄMMITYKSEEN	A	A		
3	BB84V04070002	WATER_PIPES	OIL_COOLER_RETURN_LRT	VESIPUTKET	ÖLJYNJÄÄHDYTTIMEN_PALUU_LRT	A			
3	BB84V04070003	WATER_PIPES	OIL_COOLER_RETURN_R9	VESIPUTKET	ÖLJYNJÄÄHDYTTIMEN_PALUU_R9		A		
3	BB84V04070004	WATER_PIPES	TURBO_ACTUATOR_COOLING_LRT	VESIPUTKET	AHTIMEN_AKT_JÄÄHDYTYKSEN_LRT	A			
3	BB84V04070005	WATER_PIPES	TURBO_ACTUATOR_COOLING_R9	VESIPUTKET	AHTIMEN_AKT_JÄÄHDYTYKSEN_R9		A	A	
3	BB84V04070006	WATER_PIPES	AIR_COMPRESSOR_360_CC	VESIPUTKET	PI_KOMPRESSORILLE_360_CC		A		
3	BB84V04070007	WATER_PIPES	OIL_COOLER_RETURN_3RD_1	VESIPUTKET	ÖLJYNJÄÄHDYTTIMEN_PALUU_3RD_1			A	
3	BB84V04070008	WATER_PIPES	AIR_COMPRESSOR_225_CCM	VESIPUTKET	PI_KOMPRESSORILLE_225_CCM			A	

LIITE G: TUOTEPERHEEN KONFIGUROIDINTIETO K-MATRIISISSA, MAIN-GROUP 05

Level	Item number	DESCRIPTION	ADDITIONAL_DESC	DESC_LOCAL	ADDITIONAL_DESC_LOCAL	H2V	R9	3RD_1	3RD_2
0	BB84	BB84_SERIES_KMAT	BIG BORE PCO	BB84_SARJA_KMAT	BIG BORE PCO				
1	BB84M05	FEAD_INSTALLATION		HIHNALINJA_INSTALLAATIO					
2	BB84S0501	APPLICATION_SPECIFIC		MALLIKOHTAISET_ASENNUKSET					
3	BB84V05010001	APPLICATION_SPECIFIC	BELT_INSTALLATION_LRT	MALLIKOHTAISET_ASENNUKSET	HIHNA_ASENNUS_LRT	A			
3	BB84V05010002	APPLICATION_SPECIFIC	BELT_INSTALLATION_R9	MALLIKOHTAISET_ASENNUKSET	HIHNA_ASENNUKSEEN_R9		A		
3	BB84V05010003	APPLICATION_SPECIFIC	BRACKET_FOR_BOSCH/ISKRA_ALTR	MALLIKOHTAISET_ASENNUKSET	TELINE_BOSCH/ISKRA_GENERATOR		A		
3	BB84V05010004	APPLICATION_SPECIFIC	BRACKET_FOR_A/C_COMPRESSOR	MALLIKOHTAISET_ASENNUKSET	TELINE_ILMAST_KOMPRESSORILLE		O		
3	BB84V05010005	APPLICATION_SPECIFIC	BELT_INSTALLATION_3RD_1	MALLIKOHTAISET_ASENNUKSET	HIHNA_ASENNUKSEEN_3RD_1			A	
2	BB84S0502	PULLEY		HIHNAPYÖRÄ					
3	BB84V05020001	PULLEY	i=1.27	HIHNAPYÖRÄ	i=1.27	A			
3	BB84V05020002	PULLEY	POLY_V-BELT_PK4_FOR_WATER_PUMP	HIHNAPYÖRÄ	PK4_VESIPUMPPULLE		A		
3	BB84V05020003	PULLEY	PK12+V	HIHNAPYÖRÄ	PK12+V			A	
3	BB84V05020004	PULLEY	POLY_V-BELT_FOR_CRANKSHAFT	HIHNAPYÖRÄ	KAMPIAKSELILLE	S	S	S	S

LIITE H: TUOTEPERHEEN KONFIGUROINTITIETO K-MATRIISISSA, MAIN-GROUP 06

Level	Item number	DESCRIPTION	ADDITIONAL_DESC	DESC_LOCAL	ADDITIONAL_DESC_LOCAL	H2V	R9	3RD_1	3RD_2
0	BB84	BB84_SERIES_KMAT	BIG BORE PCO	BB84_SARJA_KMAT	BIG BORE PCO				
1	BB84M06	FUEL_SYSTEM		POLTTOAINELAJESTELMÄ					
2	BB84S0601	FUEL_EQUIPMENT		POLTTOAINELAITTEET					
3	BB84V06010001	FUEL_EQUIPMENT	HIGH_PRESSURE_PUMP_CP4	POLTTOAINELAITTEET	KORKEAPAINEPUMPPU_CP4	S	S	S	S
3	BB84V06010002	FUEL_EQUIPMENT	INJECTOR_CRIN3-20	POLTTOAINELAITTEET	SUUTIN_CRIN3-20	S	S	S	S
3	BB84V06010003	FUEL_EQUIPMENT	RAIL	POLTTOAINELAITTEET	RAIL	S	S	S	S
2	BB84S0602	FUEL_FILTERS_W/_BRACKET		TELINEET_JA_SUODATTIMET					
3	BB84V06020001	FUEL_FILTERS_W/_BRACKET	84	TELINEET_JA_SUODATTIMET	84	S	S	S	S
2	BB84S0603	FUEL_PIPES		POLTTOAINEPUTKET					
3	BB84V06030001	FUEL_PIPES	LOW_PRESSURE	POLTTOAINEPUTKET	MATALAPAIN	S	S	S	S
3	BB84V06030002	FUEL_PIPES	HIGH_PRESSURE_PUMP_TO_RAIL	POLTTOAINEPUTKET	KORKEAPAINEPUTKET_PUMPPU_RAIL	S	S	S	S
3	BB84V06030003	FUEL_PIPES	HIGH_PRESSURE_RAIL_TO_INJECTOR	POLTTOAINEPUTKET	KORKEAPAINEPUTKET_RAIL_SUUTIN	S	S	S	S
3	BB84V06030004	FUEL_PIPES	OVERFLOW	POLTTOAINEPUTKET	YLIVUOTO	S	S	S	S
3	BB84V06030005	FUEL_PIPES	CONTINUOUS_VENTING	POLTTOAINEPUTKET	JATKUVAN_ILMAUS	S	S	S	S

LIITE I: TUOTEPERHEEN KONFIGUROINTITIEDO K-MATRIISISSA, MAIN-GROUP 07

Level	Item number	DESCRIPTION	ADDITIONAL_DESC	DESC_LOCAL	ADDITIONAL_DESC_LOCAL	H2V	R9	3RD_1	3RD_2
0	BB84	BB84_SERIES_KMAT	BIG BORE PCO	BB84_SARJA_KMAT	BIG BORE PCO				
1	BB84M07	ELECTRONIC_SYSTEM		SÄHKÖJÄRJESTELMÄ					
2	BB84S0701	ELECTRIC_COMP		SÄHKÖLAITTEET					
3	BB84V07010001	ELECTRIC_COMP	ECU_CV41	SÄHKÖLAITTEET	OHJAINYKSIKKÖ_CV41	S	S	S	S
3	BB84V07010002	ELECTRIC_COMP	SOLENOID_12V/150A	SÄHKÖLAITTEET	SOLENOIDI_12V/150A	S	S	S	S
3	BB84V07010003	ELECTRIC_COMP	STARTER_MOTOR_12V_4.2kW	SÄHKÖLAITTEET	STARTTI_12V_4.2kW			O	
2	BB84S0702	WIRING_HARNESS		JOHTOSARJA					
3	BB84V07020001	WIRING_HARNESS	MAIN_HARNESS	JOHTOSARJA	PÄÄJOHTOSARJA	S	S	S	S
3	BB84V07020002	WIRING_HARNESS	ACCESSORY_HARNESS	JOHTOSARJA	LISÄJOHTOSARJA	S	S	S	S
3	BB84V07020003	WIRING_HARNESS	CABLE_BRIDGES	JOHTOSARJA	JOHDINSILLAT	S	S	S	S
3	BB84V07020004	WIRING_HARNESS	SOLENOID_TO_GRID_HEATER_L500	JOHTOSARJA	SOLENOIDI-GRILLI_L500		A		
3	BB84V07020005	WIRING_HARNESS	SOLENOID_TO_GRID_HEATER_L800	JOHTOSARJA	SOLENOIDI-GRILLI_L800	A		A	
2	BB84S0703	HARNESS_BRACKET		JOHTOSARJAN_TELINE					
3	BB84V07030001	HARNESS_BRACKET	FOR_HARNESS_WITH_CASING	JOHTOSARJAN_TELINE	KOTELOJOHTOSARJALLE	S	S	S	S
3	BB84V07030002	HARNESS_BRACKET	FOR_ACCESSORY_HARNESS	JOHTOSARJAN_TELINE	LISÄJOHTOSARJALLE	S	S	S	S
3	BB84V07030003	HARNESS_BRACKET	SUPPORT_TO_CYL_HEAD_END	JOHTOSARJAN_TELINE	TUKI_KANNEN_TAKAPÄÄHÄN	S	S	S	S
2	BB84S0704	SENSORS		ANTURIT					
3	BB84V07040001	SENSORS	LRT	ANTURIT	LRT	A			
3	BB84V07040002	SENSORS	R9	ANTURIT	R9		A		
3	BB84V07040003	SENSORS	3RD_1	ANTURIT	3RD_1			A	