



Tuotemallin hyötyjen arviointi perälaatikkoiden suunnittelussa ja tuotannossa

Arjo Forsman

Opinnäytetyö

Huhtikuu 2024

Insinööri (ylempi AMK), Teknologialiiketoiminnan johtaminen

Forsman Arjo

Tuotemallin hyötyjen arviointi perälaatikoiden suunnittelussa ja tuotannossa

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Huhtikuu 2024, 92 sivua

Teknologia liiketoiminnan johtaminen Opinnäytetyö YAMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Opinnäytetyössä tutkittiin tuotemallipohjaisen suunnittelufilosofian tarjoamia etuja perälaatikoiden tuotannossa ja suunnittelussa. Työn tavoitteena oli selvittää mitä etuja tuotemalliin perustuvalla suunnittelulla voidaan saavuttaa perälaatikoiden kokoonpanossa ja suunnittelussa. Selvitystyön yksi päätavoiteista oli selvittää tuotemallin käytön hyötyjä myös OFGap-perälaatikkotyypille, jossa sitä vielä ei ole käytössä.

Tuotemallin hyödyllisyyttä tutkittiin kahdessa eri tutkimuskokonaisuudessa. Ensimmäinen kokonaisuus käsitti perälaatikkotuotannon ja -suunnitteluosaston henkilöstölle suunnatut määrälliset kyselytutkimukset, jotka suoritettiin strukturoitujen kyselykaavakkeiden avulla. Kyselyissä selvitettiin sitä kuinka nämä kaksi eri henkilöstöryhmää kokevat tuotemallin hyödyllisyyden. Toisessa tutkimuskokonaisuudessa selvitettiin tuotemallin vaikutusta perälaatikoiden laatutasoon. Tässä kokonaisuudessa tutkittiin tuotemallipohjaisesti suunnitellun perälaatikkotyypin ja ei tuotemallipohjaisen perälaatikkotyypin kirjattujen laatupoikkemien määriä, laatua ja vakavuuksia vertailemalla tutkimusaineistoja keskenään.

Tutkimusten mukaan tuotemallipohjaisella suunnittelulla saavutetaan monia etuja verrattuna sitä tilanteeseen, jossa tuotemallia ei käytetä. Tuotemalli muun muassa edesauttaa virheettömien valmistusdokumenttien laatimista ja parantaa perälaatikoiden laatutasoa vähentäen turhaa työtä.

Tuotemallin luonti perälaatikolle on kuormittava ja aikaa vievä prosessi. Opinnäytetyön tuloksien pohjalta tuotemallin käyttöönotto olisi perusteltua ja edistäisi laatua. Tehdyn opinnäytetyön myötä työn tilaaja sai tietoa tuotemallin hyödyistä ja haasteista tuotemallin kehittämiseen ja laatimiseen liittyvien päätösten tekemisen tueksi.

Avainsanat

Perälaatikko, Tuotemalli

Forsman Arjo

Evaluating the benefits of the product model in the design and production of headboxes

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, April 2024, 92 pages

Degree Programme in Technology business management. Master's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

This thesis explored the benefits of a product model-based design philosophy in the production and design of headboxes. The aim of the thesis was to find out what advantages product model based design has achieved so far in the assembly and design of headboxes. One of the main objectives of the study was to find out whether it would be worthwhile to start making a product model for the OFGap headbox type, where it does not yet exist.

The usefulness of the product model was investigated in two different studies. The first set consisted of quantitative surveys of staff in the headbox production and headbox design departments, using structured questionnaires. The questionnaires were designed to find out how these two different groups of staff perceive the usefulness of the product model. The second set of studies investigated the impact of the product model on the quality level of headboxes. In this set, the quantity, quality and severity of quality failures recorded for a product-model based headbox type and a non-product-model based headbox type were investigated by comparing the survey data.

Research has shown that product model-based design offers many advantages over the situation where no product model is used. Among other things, the product model contributes to the creation of error-free manufacturing documents and improves the quality level of headboxes by reducing unnecessary work.

Creating a product model for a headbox is a laborious and time-consuming process, but in view of the benefits achieved, it is justified and makes sense to do so. The thesis provided the client with a knowledge base on the benefits and challenges of the product model, which will make it easier to make decisions on the development and design of the product model in the future.

Keywords/tags

Headbox, production model

Miscellaneous (Confidential information)

-

Sisällysluettelo

Termit ja lyhenteet.....	7
1 Johdanto	8
2 Lähtötilanteen kuvaus ja aiheen rajaus	9
3 Tutkimusmenetelmät	11
4 Toimeksiantaja	13
5 Paperikoneen perälaatikko	14
6 Tuotemalli	16
6.1 Parametreihin perustuvan mallin luominen	18
7 Valmet perälaatikot	20
7.1 Perälaatikkotyypit ja niiden erityispiirteet	21
8 Tuotemallin hyödyntäminen Valmet perälaatikoiden suunnittelussa ja tuotannossa ..	26
8.1 OFF-perälaatikoiden tuotemalli	26
8.2 Modulaarisuus perälaatikkosuunnittelun näkökulmasta	27
8.3 OptiFlo Gap- perälaatikoiden suunnittelu tänä päivänä.....	29
9 Tuotemallin etujen määrittely kyselytutkimuksen avulla.....	30
10 Selvitystyön toteutus perälaatikkovalmistuksessa	31
10.1 Kyselyn sisältö	32
10.2 Kyselyn toteutus ja taustat.....	33
11 Perälaatikkotuotannon kyselytutkimuksen tulokset	38
12 Tuotemallin etujen määrittely perälaatikkosuunnittelun kannalta	47
12.1 Kyselyn sisältö	47
12.2 Kyselyn toteutus ja taustat.....	48
13 Perälaatikkosuunnittelun kyselytutkimuksen tulokset.....	53
14 Kyselytutkimusten yhteenveto.....	63
15 Tuotemallin vaikutukset perälaatikoiden laatuun.....	64
15.1 Laatumerkintöjen hyväksikäyttö tutkimuksessa.....	65
15.2 Tutkimuksen tietopohja	65
15.3 OFGap- perälaatikoiden laatumerkinnät ja niiden luokittelut.....	66
15.4 Suunnittelusta johtuvien laatumerkintöjen analysointi OFGap-perälaatikolle	69
15.5 OFF- perälaatikoiden laatumerkinnät ja niiden luokittelut	71
15.6 Suunnittelusta johtuvien laatumerkintöjen analysointi OFF-perälaatikolle.....	73

16	Laatupoikkeamatutkimusten tulosten yhteenveto	74
17	Tutkimustulosten yhteenveto ja päätelmät.....	75
18	OFGap-perälaatikoiden tuotemallille asetetut vaatimukset.....	76
19	Vaihtoehtoskenaariot jatkoa ajatellen	77
19.1	Skenaario 1: Tuotemallin toteutus perälaatikkosuunnittelijoiden toimesta.....	78
19.2	Skenaario 2: Tuotemallin toteutus alihankintasuunnitteluna	80
19.3	Skenaario 3: Tuotemallin toteutus hybridimallilla, johon sisältyy omaa ja ostettua suunnittelua	81
19.4	Skenaario 4: Tuotemallin toteutus opiskelijatyönä	82
19.5	Skenaario 5: Tuotemallin toteuttamatta jättäminen.....	83
19.6	Skenaarioiden vertailu	85
20	Työn luotettavuuden ja eettisyyden arviointi	86
21	Johtopäätökset.....	88
	Lähteet	91
	Liitteet	93
	Liite 1: Tuotannon kysely	93
	Liite 2: Perälaatikkosuunnittelun kysely	94
	Liite 3: Kyselyn saatekirje	95

Kuviot

Kuvio 1. Tasoviira (Knowpap N.d.)	15
Kuvio 2. Hybridiformeri (Knowpap N.d.).....	15
Kuvio 3. Kitaformerit (Knowpap N.d.)	16
Kuvio 4. OptiFlo Fourdrinier perälaatikko (Valmet N.d.)	22
Kuvio 5. OptiFlo layering fourdrinier perälaatikko (Valmet N.d.).....	23
Kuvio 6. OptiFloGap-perälaatikko (Valmet N.d.)	24
Kuvio 7. OptiFlo Layering Gap perälaatikko (Valmet N.d.)	25
Kuvio 8. Perälaatikkotuotannon kyselyyn vastanneiden henkilöiden tehtäväkuvat.....	34
Kuvio 9. Perälaatikkoverstaan tuotannon kyselyyn vastanneiden henkilöiden työkokemusvuodet perälaatikkoverstaalla.....	35
Kuvio 10. Tuotemalli on helpottanut ja selkeyttänyt ja OFF-tyyppisten perälaatikoiden tuotantoa viime vuosina kysymyksen vastausjakauma	39
Kuvio 11. Olen osallistunut OFGap-perälaatikoiden kokoukseen tai osavalmistukseen viimeisen 2-vuoden aikana kysymyksen vastausjakauma	40

Kuvio 12. Tuotemallin puuttuminen on aiheuttanut “ylämääräisiä” laatuongelmia OFGap-perälaatikoiden tuotannossa kysymyksen vastausjakauma.....	41
Kuvio 13. Tuotemallin puuttuminen näkyy työohjeissa/ työkuviissa virheinä kysymyksen vastausjakauma.....	42
Kuvio 14. Tuotemallin puuttuminen on aiheuttanut ylimääräistä työtä viime vuosina OFGap-perälaatikoiden kohdalla kysymyksen vastausjakauma.	43
Kuvio 15. Toivon että tuotemalli tehtäisiin myös OFGap-perälaatikoilla kysymyksen vastausjakauma.....	44
Kuvio 16. Perälaatikkosuunnittelun kyselyyn vastanneiden henkilöiden tehtävänkuvat.	49
Kuvio 17. Perälaatikkoverstaan tuotannon kyselyyn vastanneiden henkilöiden työkokemusvuosien jakautuminen.	50
Kuvio 18. Tuotemalli on helpottanut ja selkeyttänyt ja OFF-tyyppisten perälaatikoiden suunnittelutyötä viime vuosina kysymyksen vastausjakauma.	54
Kuvio 19. Olen osallistunut OFGap-perälaatikoiden suunnitteluun viimeisen 2-vuoden aikana kysymyksen vastausjakauma	55
Kuvio 20. Tuotemallin puuttuminen on hidastanut OFGap-tyyppisten perälaatikoiden suunnittelutyötä kysymyksen vastausjakauma	56
Kuvio 21. OFGap- perälaatikon tuotemallin puuttuminen lisää riskiä valmistusdokumenteissa ilmeneviin virheisiin/ puutteisiin kysymyksen vastausjakauma.	57
Kuvio 22. Uskon että jo käytössä olevilla resursseilla voidaan luoda tuotemalli myös OFGap-perälaatikolle kysymyksen vastausjakauma.	59
Kuvio 23. Toivon että tuotemalli tehtäisiin myös OFGap-perälaatikoille kysymyksen vastausjakauma.....	60
Kuvio 24. Perälaatikkokohtaisten laatumerkintöjen jakaantuminen OFGap-perälaatikoilla	67
Kuvio 25. Luokitellut OFGap-perälaatikoiden laatu poikkeamat.....	68
Kuvio 26. Kategorioidut OFGap-perälaatikoiden laatu poikkeamat.....	70
Kuvio 27. OFF-perälaatikoiden laatu poikkeamien syiden jakaantuminen	73

Taulukot

Taulukko 1. Skenaario 1: Tuotemallin toteutus perälaatikkosuunnittelijoiden toimesta SWOT-analyysi.....	79
Taulukko 2. Skenaario 2: Tuotemallin toteutus alihankintasuunnitteluna SWOT-analyysi	81
Taulukko 3. Skenaario 3: Tuotemallin toteutus hybridimallilla, johon sisältyy omaa ja ostettua suunnittelua SWOT-analyysi	82
Taulukko 4. Skenaario 4: Tuotemallin toteutus opiskelijatyönä SWOT-analyysi	83
Taulukko 5. Skenaario 5: Tuotemallin toteuttamatta jättäminen SWOT-analyysi.....	85

Termit ja lyhenteet

CAD-malli =	Tietokoneavusteinen suunnittelu (eng. Computer-aided Design).
OFGap-perälaatikko =	OptiFlo Gap- perälaatikko, jota käytetään tyypillisesti kitaformerilla varustetuissa paperi- ja kartonkikoneissa. Tämän perälaatikkotyypin suunnittelu ei pohjautu käytössä olevaan tuotemalliin.
OFF-perälaatikko =	OptiFlo Fourdrinier-perälaatikko, jota käytetään tyypillisesti tasovieralla varustetuissa paperi- ja kartonkikoneissa. Tämän perälaatikkotyypin suunnittelu pohjautuu käytössä olevaan tuotemalliin.
PDM- järjestelmä =	Product Data Management on järjestelmä tuotetietojen hallintaan
Spotlight järjestelmä =	Valmetin sisäinen laatujärjestelmä

1 Johdanto

Tämän päivän dynaaminen ja muuttuva työympäristö vaatii toimiakseen tehokasta tiedonhallintaa. Joskus tietoa on saatavilla liikaa ja toisinaan liian vähän. Tieto voi olla väärää tai puutteellista aiheuttaen vahinkoa käyttäjälleen. Edellä mainittuja riskejä voidaan hallita monella tapaa, joista yksi on tuotemalliajattelu. Tässä ajatusmallissa tietoa käsitellään tietovarastosta käsin, jolloin tietoja on mahdollista käsitellä usean järjestelmän avulla niiden ollessa yhteydessä toisiinsa. Tällä tietopankin tietojen pohjalta toimivalla tuotemallilla voidaan koota tuotetiedot muotoon, jota voidaan käyttää tehokkaasti eri tarpeisiin. (Laakko ym. 1998. s.10)

Opinnäytetyössä käsitellään tuotemallirakenteen perusteita, etuja ja käytännön toteutusta Valmetin perälaatikkosuunnittelussa. Työn keskiössä oli tarkastella mitä hyötyjä, haasteita ja vaatimuksia tuotemallin luominen OFGap -perälaatikkotyypille käytännössä tarkoittaisi ja mitä sen avulla voitaisiin saavuttaa. Vertailukohtana työssä käytettiin OFF-tyypin perälaatikoiden mallisarjaa, jossa on käytössä aiemmin luotu tuotemalli. Tuotemalli ohjaa perälaatikon tapauksessa tuotteen valmistusta sen suunnittelusta, markkinoinnista ja myynnistä valmiiseen tuotteeseen asti.

Tuotemallin luominen on suunnitteluosastoa kuormittava, laaja kokonaisuus, jonka käytännön etuja on haastavaa todentaa yksiselitteisesti. Työn tuloksena Valmetin perälaatikkosuunnittelu saa tietopohjaa tuotemallin tarjoamista eduista OFGap-perälaatikoiden suunnitteluun ja valmistukseen liittyen. Opinnäytetyön tuloksia tutkimalla työn tilaajan on helpompi tehdä päätös OFGap-perälaatikon tuotemallirakenteen laatimistyön aloituksesta, aloittamatta jättämisestä tai jatkokehittämisestä ja tutkimisesta.

2 Lähtötilanteen kuvaus ja aiheen rajaus

Opinnäytetyön aiheena on käsitellä perälaatikoiden tuotemallirakenteen tuomia mahdollisuuksia ja etuja OFGap-perälaatikoiden suunnittelussa ja valmistuksessa. Nykytilanteessa tuotemallia ei OFGap perälaatikkotyypin kohdalla ole käytössä, mutta tuotemalli on luotu ja se on ollut käytössä OFF- mallin perälaatikoissa jo vuosien ajan.

Opinnäytetyön aihe syntyi perälaatikkosuunnittelun tarpeesta, tuotemallirakenteen luomiseen ja ylläpitoon. Valmetilla on osattu tunnistaa tuotemallin mukanaan tuomia etuja, mutta varsinaista tutkimukseen perustuvaa tietoa ei tuotemallin hyödyllisyydestä ole kerätty. On tiedossa, että tuotemallin luonti OFF- perälaatikoille vei paljon aikaa sitoen perälaatikkosuunnittelun resursseja. Samanlaisia ponnisteluja vaadittaisiin myös, jos OFGap-perälaatikolle ryhdyttäisiin tekemään tuotemallia perälaatikkosuunnittelun toimesta. Tutkimustyön lähtötilanteessa on tiedossa, että perälaatikkoverstaan työntekijöillä ja -suunnittelijoille on molemmille kertynyt käytännön kokemusta työskentelystä tuotemallipohjaisten OFF-perälaatikoiden sekä tuotemallittomien OFGap-perälaatikoiden parista.

Valmetin ydin on laatutason pitäminen korkealla tasolla ja myös tällä hetkellä perälaatikkotuotannon laatu poikkeamat kirjataan laatu järjestelmään tarkasti ylös. Tämä mahdollistaa laatu ongelmien tarkastelun järjestelmällisesti myös jälkikäteen.

Opinnäytetyössä hyödynnetään perälaatikkotuotannon ja -suunnittelun työntekijöiden kokemusperäistä tietoa, sekä laatu järjestelmästä saatavilla olevaa tietoa perälaatikon tuotemallin toimivuutta ja hyötyjä arvioitaessa. Työssä lähestytään tuotemallia perälaatikkosuunnittelun ja tuotannon näkökulmista, jolloin tuotemallin tuomat edut ja haasteet tulevat monipuolisesti esille.

Tavoitteita selvitetään kolmen työskentelyä ohjaavan avainkysymyksen avulla:

1. Mitä etuja tuotemallipohjainen suunnittelumalli tarjoaa perälaatikkotuotantoon?
2. Miten perälaatikkovalmistus ja -suunnittelu kokee tuotemallin hyödyllisyyden?
3. Onko tuotemallin puuttuminen OFGap-perälaatikoiden kohdalla lisännyt laatu ongelmia kyseisten perälaatikoiden kohdalla.

Ensimmäistä kysymystä lähestytään tässä opinnäytetyössä selvittämällä tuotemallin teoriapohjaa ja sitä mitä tuotemallilla tarkoitetaan. Tavoitteena on selvittää tuotemalliin liittyvien lähdetietojen pohjalta tuotemallin liittyviä etuja ja niiden soveltuvuutta perälaatikkotuotantoon. Toisen kysymyksen tavoitteena on selvittää perälaatikkovalmistuksen ja -suunnittelun näkemyksiä tuotemallin hyödyllisyyteen liittyen. Kolmannessa kysymyksessä selvitetään, minkälainen vaikutus tuotemallilla on perälaatikoissa ilmenevien laatuvirheiden määriin.

Opinnäytetyössä keskitytään tarkastelemaan OptiFlo Fourdrinier (OFF) ja OptiFlo Gapin (OFGap) perälaatikoita tuotemallin hyödyllisyysnäkökulmaan peilaten. Aiheen rajaus perustuu siihen, että kyseiset perälaatikot edustavat määrällisesti suurinta osaa Valmetin toimittamista perälaatikoista. Tällöin niiden suunnittelusta ja valmistuksesta on riittävästi saatavilla kokemuseräistä ja järjestelmäpohjaista tietoa opinnäytetyön tekoa varten. Rajaus on määritelty yhteistyössä työn tilaajana toimivan Valmetin kanssa.

OptiFlo Fourdrinierin eli OFF perälaatikon tapauksessa suunnittelun lähtökohtana toimii aina tuotemalli, jonka kautta OFF perälaatikoiden tuotetietoja voidaan hallita järjestelmän ohjaamana keskitetysti tietopankin tapaan. OptiFlo Gapin eli OFGap-perälaatikolle ei tuotemallia olla tehty ja suunnittelutyö tehdään tällä hetkellä kopioperiaatteella, siten että uuden perälaatikon suunnittelun pohjana toimii aina aiemmin suunniteltu ja valmistettu perälaatikko.

Tämä opinnäytetyö on esitutkimus, jonka tarkoitus on tuottaa tietopohjaa työn tilaajalle tuotemallin synnyttämistä eduista ja haasteista perälaatikkosuunnittelussa sekä tuotannossa. Opinnäytetyön yhteydessä ei ole tarkoitus toteuttaa varsinaista tuotemallia eikä tässä työssä paneuduta yksityiskohtaisesti siihen, miten jo olemassa oleva OFF-tyyppisten perälaatikoiden tuotemalli on tehty. Taustatietona on mainittava, että opinnäytetyöntekijä toimi perälaatikkoverstaan kokoonpanon esihenkilönä 28.5.2018- 6.10.2023 välisenä aikana, minkä takia Valmet perälaatikot ja niiden tekniset ominaisuudet ovat opinnäytetyön tekijälle tuttuja asiakokonaisuuksia. Osaa opinnäytetyöntekijän käyttämää tekstistä voidaan pitää asiantuntijatekstinä ja lähdemateriaalina.

3 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön tutkimuksellinen osuus perustuu määrälliseen tutkimusmenetelmään. Työssä kerätään aineistoa kahdella tavalla 1.) kyselylomake/tulosten analysointi perälaatikkoverstaan ja suunnitteluosaston työntekijöille ja 2.) valmiiden tilastojen käyttö OFGap-perälaatikoiden laatupoikkeamien selvitystyöstä, jossa tutkitaan laatupoikkeamien yhteyttä tuotemallin puuttumiseen. (Vilka. 2021, s.94)

Määrällinen tutkimusmenetelmä mahdollistaa aineiston keräämisen vakioidulla kyselylomakkeella, jossa kaikilta vastaajilta kysytään sama asia täysin samalla tavoin. Kyselylomakkeessa on myös mahdollisuus kirjoittaa vapaasti sille osoitetulle alueelle, jolloin kyselyyn yhdistyy vakioidun mallin lisäksi informoidun kyselylomakkeen piirteitä. Tällä vapaan sanan osiolla saadaan vielä lisää syvyyttä tutkittavaa asiaa kohtaan. (Vilka. 2021 s.94)

Määrällisessä tutkimusmenetelmässä voidaan käyttää monesta eri lähteestä peräisin olevaa tietoa. Tätä tietoa voidaan hankkia esimerkiksi yrityksen tuottamasta rekisteristä, tietokannasta tai tilastoista. Valmis aineisto joudutaan tässä tapauksessa usein muokkaamaan ennen kuin sitä voidaan soveltaa tutkimustarkoitukseen. Tästä syystä menetelmä ei ole nopein tai helpoin tutkimusaineiston saamiseksi. Ennen rekistereiden tai tilastojen käyttöä on selvitettävä se mihin tarkoitukseen tietoa on alettu keräämään. Valmiiden tutkimusaineistojen käyttö saattaa olla luvanvaraista, jolloin tietojen käyttöön tarvitaan tiedon haltijan lupa. (Vilka 2021. s.97)

Kyselytutkimusten lisäksi tässä opinnäytetyössä tuotemallin hyödyllisyyttä tutkitaan myös perälaatikoiden laatupoikkeamatietoja tutkimalla ja analysoimalla. Työssä käytettävät laatupoikkeamatiedot tullaan keräämään työn toimeksiantajan käytössä olevasta Spotlight-laatujohtamuksesta, joka mahdollistaa tehokkaan laatujohtamisen ja, joka on tätä kautta tärkeä osa toimeksiantajan johtamisjärjestelmää.

Tutkimuksessa hyödynnetään benchmarking menetelmää laatujohtamustutkimuksen yhteydessä. Benchmarkingin tarkoituksena on vertailla tutkittavaa menetelmää parhaaseen mahdolliseen menetelmään, joka on saatavilla. Benchmarking toiminta voidaan jakaa sisäiseen ja ulkoiseen benchmarkaukseen. Sisäisessä benchmarkauksessa toimintaa verrataan organisaation sisällä tapahtuvien toimintojen sisällä. Tässä menetelmässä tavoitteena on oppia ja omaksua parhaita

menetelmiä toimintayksiköiden, osastojen ja työvuorojen sisällä. Sisäinen Benchmarking on menetelmänä turvallinen ja helppo, koska käytössä olevat tiedot ovat luotettavia. (Tuominen. 2021 s.56)

Tyypillisesti johtamisjärjestelmään sisällytetään laadun, ympäristön ja uusien innovaatioiden hallintaa. Yhdenmukainen toimintamalli, jossa toimintamallit ja tavat on vakioitu lisää tehokkuutta ja henkilöstön itseohjautuvuutta. (Lecklin & Laine 2009. s.111) Laatujohtamiseen tarvitaan kunnollinen tietojärjestelmä, johon tiedot tallennetaan järjestelmällisesti ja niitä voidaan hyödyntää. Oikea ja ajantasainen tieto mahdollistaa tehokkaan laatujohtamisen ja toiminnan kehittämisen. Tietojen hyödyntäminen edellyttää yhtenäistä linjausta, jolloin tietojen jalostaminen mahdollistuu. Laatujohtamisessa tarvitaan monenlaista informaatioita päätöksentekoa tukemaan. Tietojärjestelmä sallii yksilökohtaisen tietojen tarkastelun, eri tasoiset yhteenvedot ja vaihtoehtolaskelmat. Tietojärjestelmä tarvitsee tuekseen tietovaraston, jossa tietojärjestelmässä olevat raakatiedot säilyvät ajantasaisina sellaisessa muodossa, jolloin ne voidaan koota ja summata raporteille ja analyysille sopivaan muotoon. Tavoitteena on luoda mahdollisimman tarkkoja ja täsmällisiä raportteja käyttäjiensä tarpeisiin. Pohjatieto kerätään käytössä olevista järjestelmistä, kuten tuotannonohjauksesta tai tilauskäsittelystä. Tieto tulee olla oikeaa, koska virheellinen tieto tuhoaa koko tietovaraston idean. Tietokantojen tiedot on tarkoitus pitää mahdollisimman suppeina ja oikein ryhmiteltyinä, jolloin yksittäisen tapahtuman käsittely on nopeaa. Tietoja summaamalla laaditaan valmiita raportteja, joista käyttäjät voivat työkalujen avulla muokata haluamiaan tietoja ja, jotka ovat käytävissä esimerkiksi internetin kautta. (Lecklin. 2006 s.263–264).

4 Toimeksiantaja

Valmet on maailman johtava sellu-, paperi- ja energiateollisuuden laitetoimittaja. Valmetin osaaminen keskittyy prosessiteknologioihin, automaattioratkaisuihin ja niiden palveluihin. Liiketoimintalinjoina ovat palvelut, virtauksensäättö, automaatiojärjestelmät, sellu- ja energia sekä paperit. Työntekijöitä Valmetilla on yli 19 000. Valmet on maailmanlaajuinen toimija, jonka työntekijät työskentelevät ympäri maailmaa. Pääkonttori sijaitsee Espoossa. (Valmet N.d.)

Jyväskylän Rautpohjassa sijaitsee Valmetin Keski-Suomen yksikkö, joka toimii opinnäytetyön toimeksiantajana. Rautpohjasta käsin toimitetaan maailmalle paperi- ja kartonkikoneita, niiden komponentteja sekä erilaisia palvelukokonaisuuksia. Nykyisin myös erilaiset koneisiin liittyvät korjaukset ja kunnostustoimenpiteet ovat kiinteä osa palveluliiketoimintaa. (Valmet N.d.)

Valtion metallitehtaat syntyivät vuonna 1946, kun joukko Suomen valtion omistamia metallitehtaita yhdistettiin. Vuonna 1951 Valtion Metallitehtaista tuli Valmet Oy. Yhtiön tuotevalikoima oli laaja ja siihen sisältyi muun muassa laivat, lentokoneet, aseet, veturit, traktorit, laivan moottorit, hissit ja paperikoneet. (Valmet N.d.)

Paperikoneiden valmistus Rautpohjan entisen tykkitehtaan tiloissa Jyväskylän Rautpohjassa aloitettiin 1950-luvun alussa. 1960-luvulla Valmet oli jo kansainvälisesti tunnettu paperikonevalmistaja, jonka koneita oli jo useita maailman johtavissa paperiteollisuusmaissa. 1980- ja 1990-luvuilla Valmet luopui laivanrakennuksesta, vetureista, hisseistä sekä traktoreista ja keskittyi paperikone-tekniikkaan. Valmet osti jälkikäsitteilylaittevalmistaja Karlstad Mekaniska Werkstadin ja kartonkikonevalmistaja Tampella Papertechin. (Valmet N.d.)

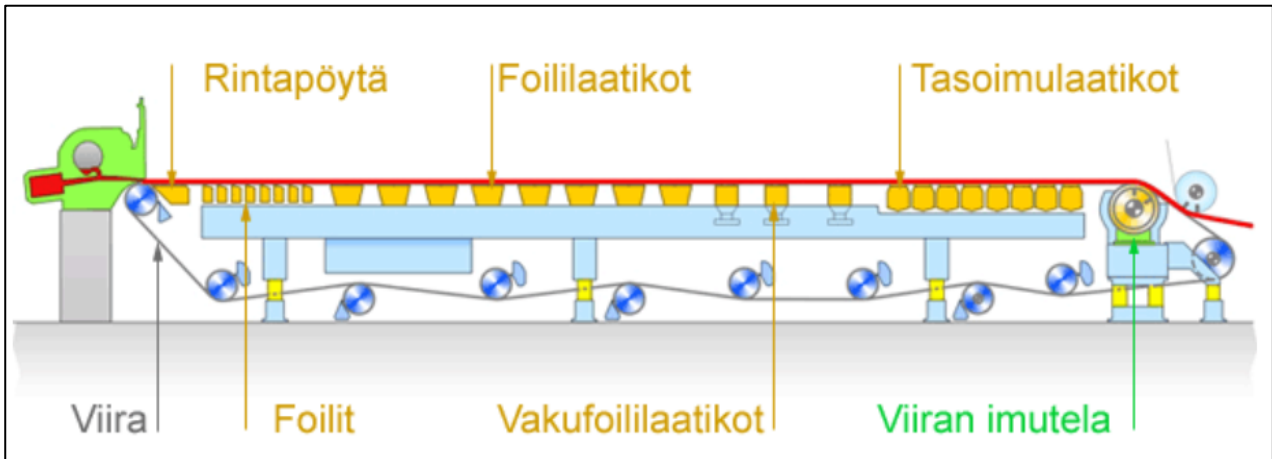
Tänä päivänä Valmetin strategian tärkein asia on edistää asiakkaidensa menestystä. Valmetin tavoitteena on tulla maailman parhaaksi myös asiakkaidensa palvelussa. Valmetin asiakaslupaus "Forward" kuvaa Valmetin vahvaa sitoutumista asiakkaiden menestyksen edistämiseen sekä tulevaisuuden ratkaisuihin. Valmet on aina panostanut tutkimukseen, kehitykseen ja innovaatioihin. Valmetin tulevaisuuden tavoitteena on muuntaa uusiutuvat raaka-aineet kestäviksi tuloksiksi. Tutkimus- ja kehitystyön tavoitteina on uusien teknologioiden luominen, uusien tuotteiden kehittäminen ja palveluiden luonti siten että ne vastaavat asiakkaiden tarpeisiin. (Valmet N.d.)

5 Paperikoneen perälaatikko

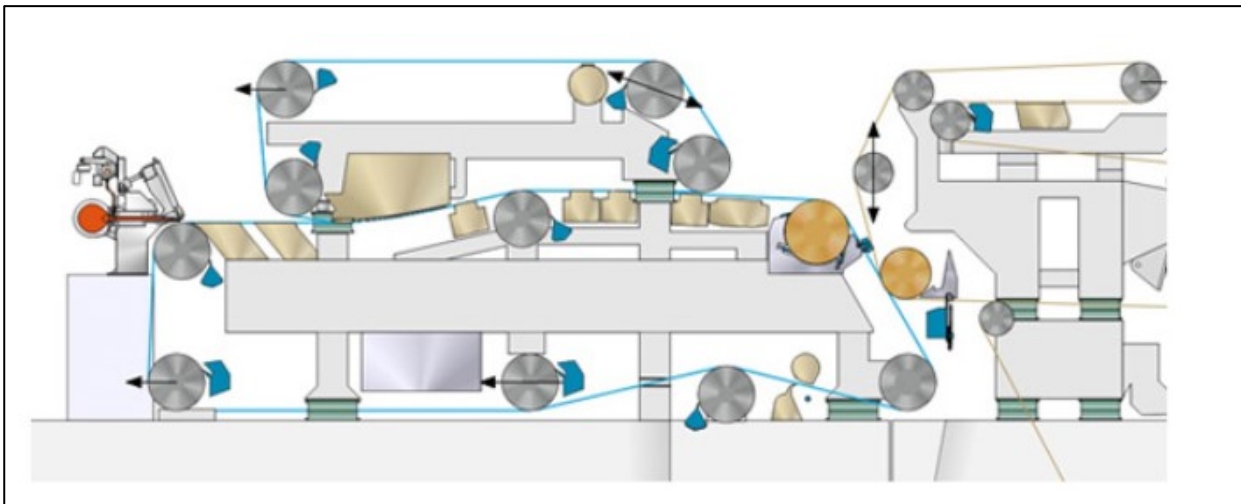
Perälaatikolla on monta tärkeää tehtävää paperikoneessa. Perälaatikko stabiloi paperi- ja kartonkikoneissa syöttövirtauksen painevaihtelut ja pulseerauksen sekä erilaiset virtaushäiriöt. Perälaatikolla saadaan sellu-vesiseokseen tehtyä turbulenssia, joka hajottaa kuituflokkeja, jotka muutoin aiheuttaisivat ongelmia koko koneen toiminnalle. Perälaatikko tuottaa viiraosalle massasuspensiosuihkun, jolla on haluttu nopeus, sakeus ja suunta. (Knowpap v24 N.d.)

Paperikoneen viiratyypin puolestaan määrittelee sen, minkälainen perälaatikko paperikoneeseen toimitetaan. Rainanmuodostusosion, johon viiran lisäksi sisältyy perälaatikko ja syöttöputkisto tapahtuu paperin rakenneominaisuuksien määrittely. Monikerroskartonkikoneissa on kerrosten lukumäärän mukaisesti useita rainanmuodostusosia. Viiraosan tärkein tehtävä paperikoneessa on poistaa vettä perälaatikon rainalle suihkuttamasta massasuspensioista. (Knowpap v.24 N.d.)

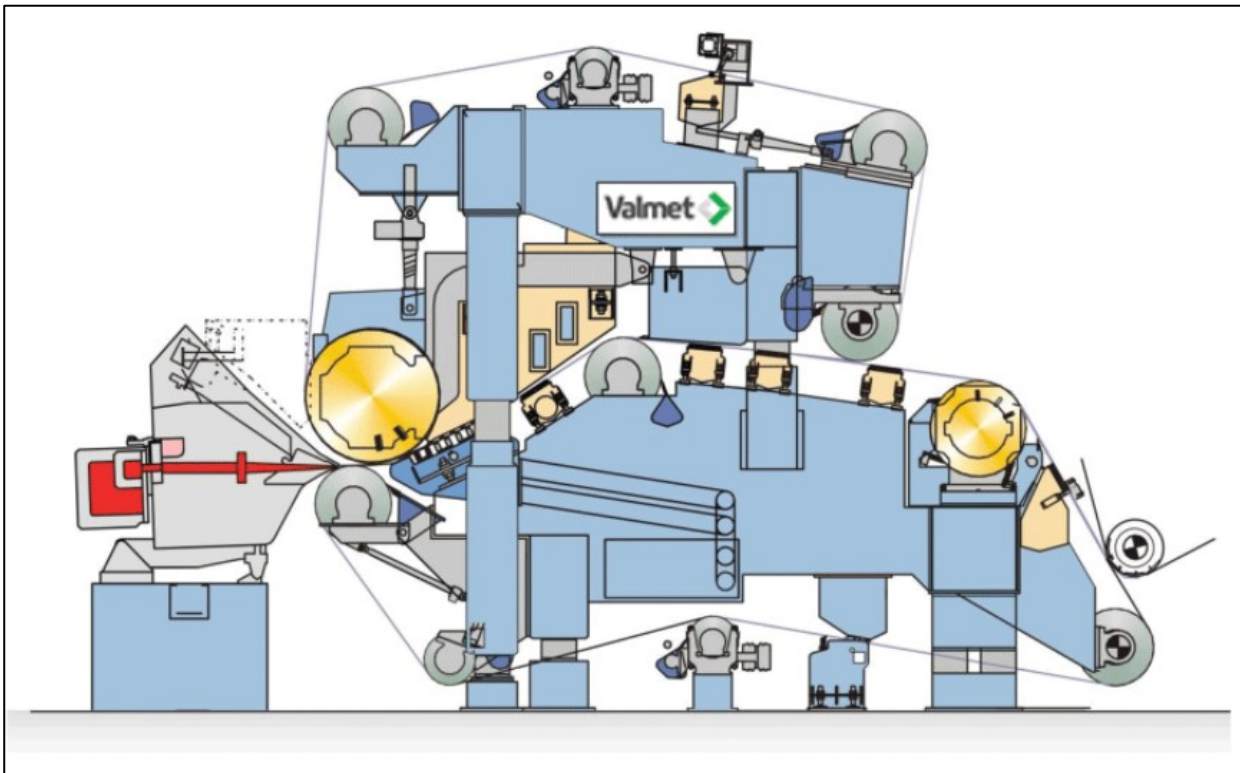
Viiraosatyyppejä on neljä; tasoviira, hybridiformeri, kitaformeri ja sylinteriformeri. Tasoviiralla vettä poistetaan pitkäkestoisesti ja hellävaraisesti alaspäin (kuvio 1). Hybridiformerissa veden poisto tapahtuu kaksiosaisesti. Vettä poistetaan ensin alaspäin tasoviiralla, jonka jälkeen veden poisto tapahtuu yläviirayksikössä, jossa massaraina kulkee kahden viiran välissä veden poistuessa samalla ylöspäin (kuvio 2). Kitaformerissa vettä poistetaan alusta asti molempiin suuntiin lyhyellä matkalla, jolloin korkeammat ajonopeudet ovat mahdollisia (kuvio 3). Sylinteriformeri on harvinaisuus, jota käytetään lähinnä erikoispaperien kuten setelipaperilaadun valmistamiseen. (Knowpap v.24 N.d.)



Kuvio 1. Tasoviira (Knowpap N.d.)



Kuvio 2. Hybridiformeri (Knowpap N.d.)



Kuvio 3. Kitaformer (Knowpax N.d.)

6 Tuotemalli

Tuotemalli on kokoonpantavan tuotteen tai yksittäisen kappaleen CAD-malli, joka vastaa algoritmisesti moniin tuotteeseen koskeviin kysymyksiin. Perustehtävänä tuotemallille on koota tuotetieto muotoon, jota voi tehokkaasti käyttää eri tarpeisiin. Tuotemallissa tietojen tulee olla riittävän tarkkoja, täydellisiä ja oikeellisia, jotta sille asetetut tavoitteet olisivat kokonaisuudessaan saavutettavissa. Tuotemallin kautta pitäisi voida mallintaa ja hallita suuria ja laajoja kokoonpanoja. Tuotemallin sisältämää tuotetietoa tulisi pystyä siirtämään käytettäväksi valmistusprossin aikana eri tarkoituksiin, jolloin tuotetietoa pitää pystyä tulkitsemaan esimerkiksi tuotesuunnittelun, tarjouslaskennan, työvaihesuunnittelun ja valmistuksen näkökulmista. Tuotemallista täytyy selvittää olennaisia tietoja esimerkiksi tuotedokumenttimuodossa. Tietoteknisesti toteutettua tuotemallia voi tulkita eri näkökulmista siten, että siihen on mahdollista liittää eri sovellusten tarvitsemaa tietoa. (Laakko ym. 1998. s.3)

Tuotemalliajattelussa tuotteen rakenne voidaan jakaa kahteen osaan, jossa sillä on fyysiset ja toiminnalliset puolet. Tuotemallin sisällä tuote jaetaan toimintojen perusteella kokonaisuuksiin sen perusteella, minkälaisista toiminnoista tuote muodostuu. Tuotteen fyysinen osa koostuu komponenteista ja komponenttikokonaisuuksista, joiden avulla voidaan toteuttaa tuotetta koskevat toiminnallisuudet suunnitelmallisesti. Tuotearkkitehtuurissa edellä mainitut komponenttiyhdistelmät on lajiteltu siten, että tuotteen toiminnot toteutuvat. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 186)

Tuotearkkitehtuurilla saavutetaan monia etuja tuotetta kehitettäessä, tuotetta valmistettaessa ja sitä markkinoitaessa ja tämän vuoksi arkkitehtuurin huolellinen suunnittelu on tärkeää. Suunnittelutyön tuloksena pyritään muodostamaan geometrinen ryhmittely tuotteesta, luomaan pääkomponentit ja tieto komponenttien välisistä vuorovaikutuksista. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 193)

Ulrich ja Eppingerin mukaan tuotearkkitehtuuri jaetaan kahteen tyyppiin, joita ovat modulaarinen ja yhteenrakennettu (integral). Modulaarisessa tuotearkkitehtuurityypissä tuote sisältää eroteltavia kokonaisuuksia, eli moduuleita, joihin sisältyy erilaisia toiminnallisuuksia. Näiden toiminnallisuuksien rajapinnat ja vuorovaikutukset ovat tarkasti määriteltä. Nämä kokonaisuudet ovat tyypillisesti komponenttikokoonpanoja ja yksittäisiä tuotteita. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 187–188)

Yhteenrakennetussa arkkitehtuurissa yksittäiseen toimintoon vaikuttavat useammat komponenttikokonaisuudet tai yksi kokonaisuus suorittaa monia toimintoja, jolloin näiden komponenttikokonaisuuksien yhteyksiä ei pystytä yksiselitteisesti osoittamaan. Tuotteiden rakenteita ei yleensä voida yksiselitteisesti määrittellä modulaarisiksi, mutta on kuitenkin mahdollista määrittellä, kuinka paljon modulaarisuutta tuotteeseen sisältyy. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 186–188)

Tuotearkkitehtuurissa käsitteenä käytetään tuotealustaa, jossa ajatuksena on suunnittelun yhtenäistäminen siten, ettei eri asiakasryhmille tarvitse suunnitella täysin erilaisia tuotteita. On hyödyllisempää, jos tuotteeseen voidaan suunnitella vakioitu alustaosa, jossa komponenttien määriä ja malleja muuttamalla voidaan rakentaa tuotteita, jotka palvelevat eri käyttäjäryhmiä. (Ulrich & Eppinger 2012, s. 202). Tuotealusta ei ole pelkästään yksittäinen osa tai osakokoonpano. Pitemmälle kehitetyissä tuotealustoissa on kokoonpanoja, sekä toiminnallisia moduuleja, joista alusta koostuu. Näissä tapauksessa tuotealustat koostuvat erilaisista elementeistä, jotka monessa tapauksessa ovat valmiita moduuleja tai komponentteja. Tuotealustaa voidaan käyttää suunnittelualustana, aihiona, tai sitten se on yhdistelmä näistä. (Lehtonen 2007, s. 81)

Tuotemalliajattelun mukaan tietovarastossa olevia tietoja on mahdollista käsitellä usean järjestelmän kautta, jolloin järjestelmät ovat yhteydessä toisiinsa. Tuotemalli kertoo ja määrittelee tuotteen ominaisuudet, jotka perustuvat tuotteen fyysisiin ja toiminnallisiin ominaisuuksiin. Tuotemalli saa tietonsa Product Data Management järjestelmästä (PDM), jolla hallitaan ja järjestellään tuotetietoja. Tuotetiedonhallinnan kannalta tarkasteltuna tavoitteena on, että käytössä on ajantasaista tietoa, jossa ei ole ristiriitoja, riskiä katoamiselle tai tietojen tuhoutumiselle. Lisäksi tietojen tulee olla suojattu siten, ettei ulkopuoliset pääse niihin käsiksi. Tärkeää on, että tarvittavat tiedot ovat helposti löydettävissä ja käytettävissä. Tuotetiedot tallennetaan yhteiseen tietokantaan mikä helpottaa esimerkiksi sisältöjen päivittämistä, hyväksymisprosesseja sekä tietoturvallisuuden toteuttamista, jolloin tuotetieto standardoituu. (Salonen & Sääsäski. 2005 s.6)

Tuotemalliajattelussa tiedon saaminen on sujuvaa, koska tietoa on saatavilla tietopankista, joka pohjautuu standardiprosesseihin. Haastavaa on saada ihmiset toimimaan standardien mukaan ja saada heidät myös kehittämään niitä. Standardointia toteutettaessa pitää olla selkeät raamit ja säännöt, joita noudatetaan. Samalla on annettava tilaa toimia luovasti ja innovatiivisesti, jolloin standardit kehittyvät jatkuvan parantamisen periaatteella. (Liker, 2006 s.148)

6.1 Parametreihin perustuvan mallin luominen

Mallipohjainen suunnittelu on nykypäivänä laajasti käytössä. 3D-malli, jonka suunnittelu pohjautuu parametriseen suunnitteluun, on helposti ja nopeasti muokattavissa ja sen suunnittelutiedot on rakennettu mallin sisään, siten että niihin pääsee helposti käsiksi yrityskohtaisen PDM-järjestelmän kautta. Tämä mahdollistaa sen, että malleja voidaan käyttää tehokkaasti hyväksi esimerkiksi tuotekehitysprossin aikana. (Camba ym, 2016, s.18)

CAD-mallinnuksessa eri mallinnustapoja teknisesti vaativalle kappaleelle on käytössä lähes rajaton määrä. Monimutkaisille kappaleille on monia eri tapoja toteuttaa malli. Mallinnustyössä pyritään parametrien avulla luomaan piirteitä, joita on mahdollista muunnella ja uudelleen käyttää. Parametripohjaisissa malleissa kappaleen geometrioita ohjaavat pääasiassa ei geometriset piirteet, joita kutsutaan parametreiksi ja joita voidaan määritellä dimensio- ja geometrisilla tai algebrallisilla rajoituksilla. (Camba ym. 2016, s. 18) Näitä parametrisia malleja käsitellään yleisesti teknologian ja tuotekehitystoiminnan yhteydessä. (Camba ym. 2016, s. 19).

Parametrisen geometrisen 3D-mallin (solidimalli) luominen perustuu eri ohjelmistoissa monessa tapauksessa mallin piirrepuuhun, jossa piirteiden järjestys kuvataan hierarkisesti, siten että jokainen sidos edustaa ominaisuutta ja jokainen yhteys riippuvuutta kahden ominaisuuden välillä. Piirrepuun yksi merkittävin ominaisuus on tarjota suunnittelun apuna toimiva parent/child -rakenne, jolloin (parent), joka on luotu ensimmäisenä vaikuttaa jälkimmäisenä tehtyyn piirteeseen (child). Tämä parent/child -yhteys tekee mahdolliseksi piirrepuussa sen, että parent-piirteeseen tehdyt muutokset vaikuttavat automaattisesti ainoastaan child-piirteisiin niiden ominaisuuksia muuttaen. (Camba ym. 2016, s. 19)

Mallien muunneltavuus ja uudelleen käytettävyys voidaan toteuttaa kolmella eri tekniikalla. Näitä tekniikoita ovat lineaarinen mallinnus (horizontal modeling), yksiselitteisten referenssien mukainen mallinnus (explicit references modeling) ja joustava mallinnus (resilient modeling). Linearisessa mallinnustavassa ei tietoisesti pyritä luomaan parent/child tyyppisiä relaatioita. Tässä tekniikassa piirteet rakennetaan niitä varten tehtyjen tasojen avulla, jolloin yhtymäkohtia parent/child tasojen välille ei synny. Seurauksena syntyy helposti muokattava malli ilman älykkyyttä. (Camba ym. 2016, s. 20-21)

Yksiselitteisen referenssien mukainen mallinnustapa soveltuu hyvin monimutkaisille kappaleille. Tässä mallinnustavassa on tavoitteena minimoida käytössä olevien geometrioiden riippuvuutta lisäävät piirteet ja samalla ryhmitellä parent/child riippuvuuksia mallikohtaisesti. Jokaiselle ryhmälle luodaan kappaleen geometriasta riippumaton oma referenssipiirre, joka voi olla esimerkiksi tasopinta, johon parent-piirre laaditaan. Liitoksilla yhdistetyt piirteet ja niiden ryhmät, jotka liittyvät samaan toiminnallisuuteen ryhmitellään piirrepuuhun visuaalisesti. Visuaalisuus helpottaa tässä tapauksessa mallin rakenteen ymmärtämistä, jolloin myös virheiden syntymekanismit tulevat malista helpommin ilmi. (Camba ym. 2016, s. 20)

Joustavassa mallinnustavassa piirteet on luokiteltu ryhmiin, joita on kuusi kappaletta. Piirteiden luokittelu perustuu niiden tarkoitukseen, mutta myös merkitykseen ja vaikuttavuuksiin muita piirteitä kohtaan. Ensimmäinen ryhmä (reference) ja toinen (construction) sisältää apureferenssejä. Ensimmäisen ryhmän referenssejä voidaan käyttää kaikissa piirrustustasoissa ja ne voivat olla päätasoja tai yksittäisiä layout-sketsikuvia. Toisen ryhmän referenssejä käytetään hyväksi silloin, jos monimutkaiset piirteet niitä vaativat. Kolmanteen ryhmään (core) sisältyy kappaleen pääpiirteet, jotka tyyppillisesti ovat ainetta lisääviä. Neljänteen ryhmään (detail) kuuluu ainetta poistavia piirteitä, jolloin pystytään käyttämään ryhmien 1-3 piirteiden yhteydessä, mutta ei neljännen ryhmän

piirteissä. Viides ryhmä (modify) koostuu piirteistä, jotka sisältävät geometrisiä muotoja. Kuudennen ryhmän (quarantine) piirteet ovat suunniteltavaa kappaletta viimeisteleviä. Tyypillisesti ne ovat esimerkiksi mallinnettavaan kappaleeseen sisältyviä viisteitä tai pyöristyksiä. (Camba ym. 2016, s. 21-22)

Edellä kuvattujen referenssien mukaan tehdyt mallit ovat rakenteeltaan analyttisiä, selkeitä ja nopeita muokata, ja siksi myös mallien uudelleenkäyttö toteutuu näillä mallinnustavoilla tehokkaasti. Konfiguroituvien kappaleiden kohdalla mallit tulee luoda siten, että niiden muokattavat parametrit ovat mahdollisimman selkeitä, yksinkertaisia ja sellaisia ettei niissä ilmene päällekkäisyyksiä tiettyjen toiminnallisuuksien välillä. Parhaiten tähän tarkoitukseen soveltuvat Parent/child relaatiot, jotka tehostavat suunnittelua ja vastaavat hyvin konfiguroitavien tuotteiden suunnitteluvaatimuksiin. (Camba ym. 2016, s. 19-29)

7 Valmet perälaatikot

Valmet on maailmalla tunnettu laadukkaista perälaatikoistaan. Perälaatikoiden pääraaka-aine on haponkestävä teräs, josta kaikki perälaatikon avainkomponentit ovat valmistettu. Paperi- ja kartonkikoneissa perälaatikoiden avainkomponentit ovat valmistettava erityistä tarkkuutta noudattaen. Käytännössä tämä tarkoittaa, että perälaatikon yksittäisissä komponenteissa pinnanlaatuvaatimukset ovat erittäin korkealuokkaisia, jottei sellu-vesiseos pääse tarttumaan kiinni perälaatikon pintoihin aiheuttaen ongelmia kartonki tai paperin valmistusprosessin aikana. Valmetin valmistamissa perälaatikoissa on satoja nimikkeitä, joista tärkeimmät avainkomponentit valmistetaan Rautpohjassa. Näitä avainkomponentteja ovat muun muassa alarunko, huulilevy, turbulenssigeneraattori, takalevy, ylähuulenrunko, liikevaihteet, siirtoluisti ja sisääntuloputki. Nämä komponentit ovat haastavia suunnitella ja valmistaa. Haastavuutta kappaleiden suunnitteluun ja valmistukseen tuo muun muassa kappaleiden suuri fyysinen koko ja korkeat laatuvaatimukset. Avainkomponenttien lisäksi perälaatikoissa käytetään osia ja osakokonaisuuksia, jotka Valmet ostaa alihankintana eri laite- ja tavarantoimittajilta.

Viime vuosina Valmetin Rautpohjan perälaatikkoverstaalla on valmistettu vuositasolla 20–30 kpl perälaatikkoa, joista valtaosa on toimitettu kartonkikoneisiin. Tyypillisesti yhteen kartonkikonee-

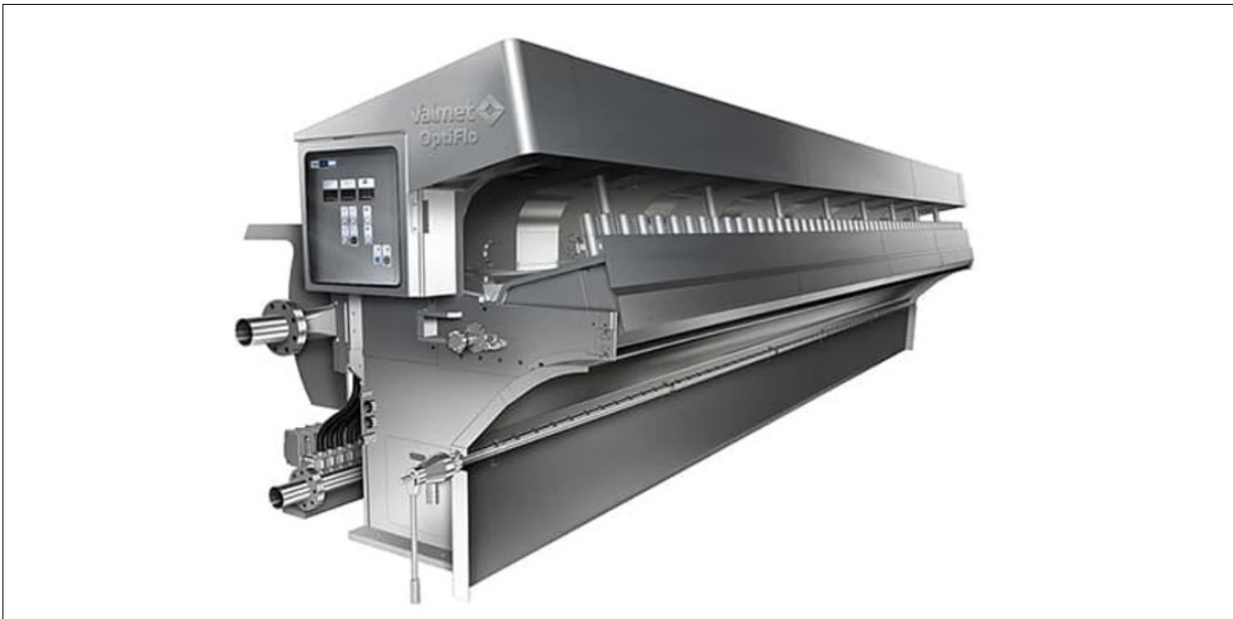
seen toimitetaan kolme perälaatikkoa, jolloin kartonkiin saadaan kerroksia ja tätä kautta lisää pak-suutta mekaanisten ominaisuuksien parantuessa. Muutoin sellu- ja paperikoneisiin toimitetaan yksi perälaatikko konetta kohden. Valmet valmistaa myös pehmopaperikoneiden perälaatikoita, joiden suunnittelu ja valmistus tapahtuu Ruotsissa.

Kartonki-, sellu- ja paperikoneiden perälaatikkosuunnittelu tapahtuu Rautpohjassa. Suunnittelua johtaa pääsuunnittelija, jolla on apunaan alihankinta suunnittelutoimiston osaaminen. Tätä alihankintatyötä tehdään kuormitushuippujen aikana, kun perälaatikkosuunnittelijoiden työtilanne sitä vaatii.

7.1 Perälaatikkotyypit ja niiden erityispiirteet

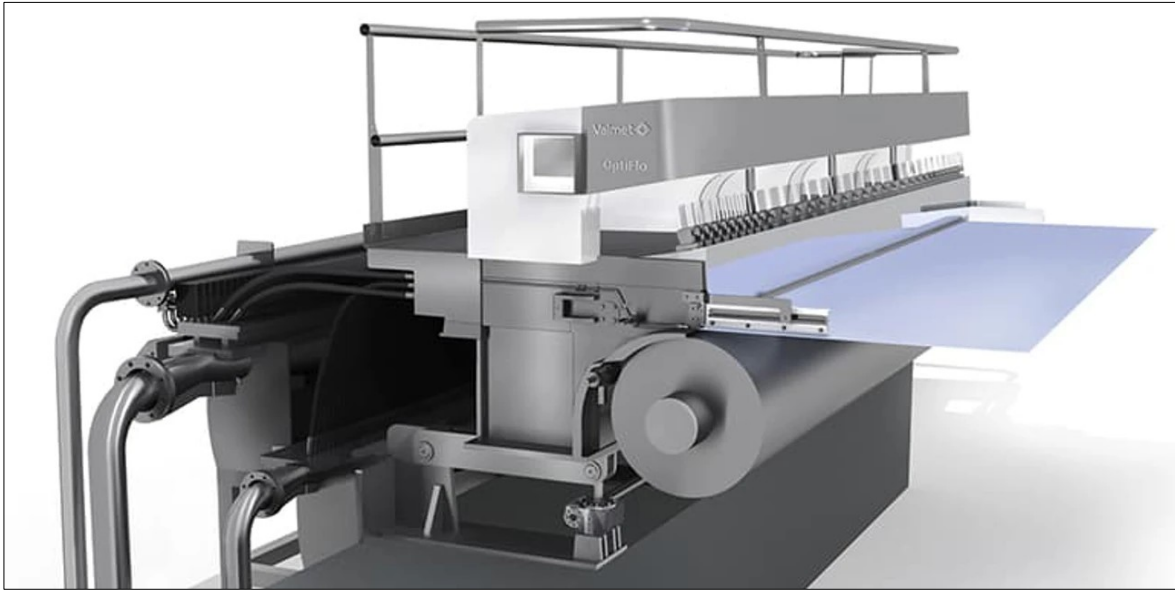
Perälaatikoiden tuoteperhe käsittää kaikki paperi- ja kartonkilaadut, sekä sellun valmistamisen. Tuoteperheen tavoitteena on tarjota markkinoille riittävä määrä erilaisia tuotevaihtoehtoja, jolloin valmistusprosesseissa saavutetaan samalla taloudellisia etuja. Käyttämällä yhteisiä komponentteja ja yhtenäistämällä valmistusprosesseja tuoteperheen kesken voidaan laajentaa tuotevalikoimaa joustavasti ja saada etulyöntiasema niihin kilpailijoihin verrattuna, jotka kehittävät vain yksittäisiä tuotteita. (Simpson 2003 s.4) Valmet OptiFlo- perälaatikoiden tuoteperheeseen kuuluu neljä perälaatikkomallisarjaa: OptiFlo Layering, OptiFlo Fourdrier, OptiFlo Gap, sekä OptiFlo Layering Gap perälaatikot. (Valmet N.d.)

OptiFlo Fourdrinier sekä OptiFlo Layering perälaatikot soveltuvat käytettäväksi sellaisissa paperi- ja kartonkikoneissa, joissa viiraosa on tasoviiratyypinen tai hybridiformeri. OptiFlo Gap ja OptiFlo Gap layering perälaatikoiden kanssa käytetään viiratyypinä kitaformeria. OptiFlo Fourdrinier perälaatikko (kuvio 4.) on Valmetin ”perinteisin” perälaatikko, joka tarjoaa luotettavuutta, laatua ja kustannustehokkuutta. Määrällisesti tätä perälaatikkoa valmistetaan eniten osittain siitä syystä, että usein yhteen kartonkikonelinjaan tulee monta kyseisen mallin perälaatikkoa. (Valmet N.d.)



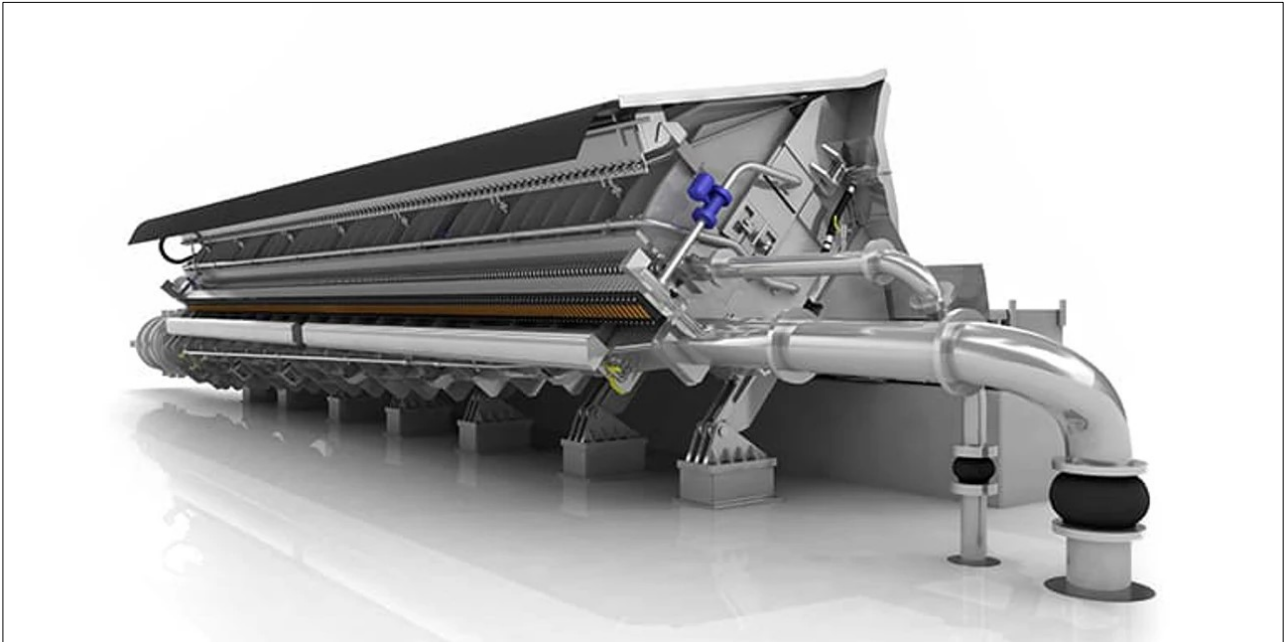
Kuvio 4. OptiFlo Fourdrinier perälaatikko (Valmet N.d.)

OptiFlo Layering Fourdrinier perälaatikko (kuvio 5.) muistuttaa ulkoisesti OptiFlo Fourdrinier perälaatikkoa. OptiFlo Layering Fourdrinier perälaatikossa on useampi massaa perälaatikkoon syöttävä massaputki, jonka vuoksi yhdellä perälaatikolla saadaan aikaan kaksi tai jopa kolme massakerrosta yhdellä kertaa. Tällainen perälaatikko mahdollistaa asiakkaalle kevyen kartongin valmistamisen siten että koneessa on ainoastaan yksi perälaatikko. (Valmet N.d.)



Kuvio 5. OptiFlo layering fourdrinier perälaatikko (Valmet N.d.)

OptiFloGap perälaatikko (kuvio 6.) edustaa myös perinteisempää perälaatikkotyyppiä, joka on rakenteeltaan raskastekoisempi verrattuna OptiFlo Fourdrinien perälaatikkoon. Tätä perälaatikkotyyppiä valmistetaan kahtena eri versiona. Toinen on tarkoitettu kovilla nopeuksilla ajoon, jonka vuoksi perälaatikkoon ja sen komponentteihin kohdistuu suurempi rasitus, mikä puolestaan asettaa suurempia vaatimuksia perälaatikon rakenteelle tehden perälaatikosta raskasrakenteisen. Toinen versioista on suunniteltu toimimaan hitaampien paperi- tai kartonkikoneiden perälaatikkona, jolloin se on rakenteellisesti kevytrakenteisempi, jos sitä verrataan koville nopeuksille suunniteltuun perälaatikkomalliin (Valmet suunnittelupäällikkö 2023). OptiFloGap eli OFGap-perälaatikoita toimitetaan paperikoneisiin, joissa niitä tyypillisesti on yksi kappale.



Kuvio 6. OptiFloGap-perälaatikko (Valmet N.d.)

OptiFlo Layering Gap perälaatikko (kuvio 7) muistuttaa ulkoisesti OptiFloGap perälaatikkoa, mutta tässä perälaatikkotyyppissä on useampi sellu-vesiseosta perälaatikkoon syöttävä massaputki. Tällainen perälaatikko soveltuu tyypillisesti nopeaan, ohutta kartonkia tai paperia valmistavaan koneeseen. (Valmet N.d.)



Kuvio 7. OptiFlo Layering Gap perälaatikko (Valmet N.d.)

Projektikohtaisesti valmistettavat perälaatikot ovat yksilöitä, joissa on monta muuttujaa. Koneen nopeus, leveys, koneella valmistettava paperi- tai kartonkilaatu ja sähköverkon käyttöjännite ovat esimerkkejä muuttujista, jotka vaihtelevat ja vaikuttavat valmistettavan perälaatikon ominaisuuksiin. Kaikkiin Valmetin valmistamiin perälaatikoihin on lisäksi mahdollista valita optiona laimennus ominaisuus. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että perälaatikossa on massaputken lisäksi myös laimennusjakoputki, jolla paperi- tai kartonkikoneen radalle voidaan lisätä hallitusti ja automaatio-ohjatusti vettä laimentamaan massasuihkua. Tämän laimennuslaitteiston avulla on tarkoitus säästää halutunlainen neliöpaineprofiili lopputuotteeseen. (Valmet suunnittelupäällikkö 2023)

Opinnäytetyössä tehtävät tutkimukset keskittyvät tarkastelemaan tuotemallipohjaisesti suunnitellun OptiFlo Fourdrinier-perälaatikon (OFF) sekä ilman tuotemallia suunniteltavien OptiFlo Gap-perälaatikoiden (OFGap) suunnittelun ja valmistettavuuden eroavaisuuksia. Rakenteeltaan OFF-perälaatikot ovat osa tasoviiratyypistä konetta, kun taas OFGap-perälaatikoita on kitaformerityyppisissä koneissa.

8 Tuotemallin hyödyntäminen Valmet perälaatikoiden suunnittelussa ja tuotannossa

8.1 OFF-perälaatikoiden tuotemalli

Tietoperustaa OFF-perälaatikoiden tuotemallista kerättiin tuotemallivastaavaa haastattelemalla elokuussa 2023. Nykyisin käytössä olevan tuotemallin tekeminen aloitettiin Valmetin perälaatikkosuunnittelussa vuonna 2015. Olemassa olevista parametrimalleista alettiin kasaamaan nykyisen kaltaista tuotemallia. Tuotemallin tekemisestä tuolloin, ja myös nykyään, vastaa tehtävään nimetty perälaatikkosuunnittelija. Nykyisin käytössä oleva tuotemalli valmistui vuonna 2022, mutta sitä päivitetään jatkuvasti. OFF-perälaatikon tuotemalli käsittää noin 500 kappaletta mallinnettuja osia, jotka voidaan lukea mukaan varsinaiseen tuotemalliin. Kaikkiaan valmiissa perälaatikossa on noin 1000 kappaletta sitä varten suunniteltua ja valmistettua nimikettä. Lisäksi perälaatikossa on suuri määrä kaupallisia nimikkeitä, kuten esimerkiksi kiinnitystarvikkeita ja tiivisteitä. (Valmet tuotemallivastaava 2023)

Valmetin perälaatikkosuunnittelussa työskentelevän tuotemallivastaavan mukaan Catia 3D-mallin-
nusohjelmaan pohjautuvaa tuotemallia päivitetään yksittäisiä perälaatikon avainkomponentteja
muokkaamalla aiemmin annettuihin lähtötietoihin nähden. Lähtötietojen parametreja voivat olla
esimerkiksi kartonki tai paperikoneen nopeus, leveys tai se mitä paperilaatua koneella tullaan val-
mistamaan. Tuotemalliin on määritelty tiettyjen komponenttien osalta raja-arvoja, jotka määritte-
levät sen kuinka kyseinen tuote tulisi valmistaa. Tuotemalli ohjaa ja määrittelee tarkasti yksittäis-
ten komponenttien ominaisuuksia kuten kappaleiden pinnanlaadun taso, käytettävät materiaalit ja
levyvahvuudet. Tuotemallivastaavan kanssa käydyn keskustelun mukaan tuotemallin päivitystyö
on työlästä. Kokemus on osoittanut, että keskimäärin yhden perälaatikossa käytettävän osan mal-
linus ja parametritietojen määrittely kestää keskimäärin kuukausia, jolloin kokonaisen perälaati-
kon tuotemallin luomisen kohdalla puhutaan vuosien työstä. (Valmet tuotemallivastaava 2023)

Viime vuosina kaikki ruuvit ja kiinnitystarvikkeet on lisätty Top-down malleihin mikä on lisännyt
osaltaan tuotemallin päivitystarvetta. Top-down suunnittelutavassa on kyse päätason luomisesta,
jota aletaan jakamaan pienempiin osiin rakennepuun alitasojen kautta. Alitasoja luodaan niin
monta, kunnes saavutetaan riittävän yksityiskohtainen suunnittelun tarkkuus (Laakko ym. 1998,

307). Valmetin tuotemallivastaavan mukaan aiemmin syntyneitä kuormituspiikkejä perälaatikkosuunnittelussa on tasattu siten, että suunnittelutyötä on ostettu alihankintasuunnittelutoimistoilta, jotka ovat vastanneet perälaatikoiden yksityiskohtien suunnittelusta. Top-down menetelmällä toteutettu suunnittelutyö toimii myös tuotemallipohjaisen suunnittelun tukena.

Perälaatikon tapauksessa tuote perustuu tasoihin, joissa ylätasolla on niin sanottu yleisluonnos perälaatikosta. Seuraavilla tasoilla on kuvattu yksityiskohtaisemmin vaatimuksia ja rakenteita, kun taas viimeiselle Top-down rakennepuun tasolle on sijoitettu muun muassa ruuvit ja kiinnitystarvikkeet parent/child periaatetta mukailleen.

OFF-perälaatikoiden Top-Down rakenteen tekeminen aloitettiin Valmetin perälaatikkosuunnittelussa vuonna 2017 ja se otettiin käyttöön 2020. Nykyään Top-Down rakenne käy ilmi Valmetilla käytössä olevan PDM:n tuotannonhallintajärjestelmän tuotemalliosaluetteloissa sekä kokoonpanojen piirustuksissa perälaatikkokokoonpanossa, tehden niistä visuaalisesti yhtenäisiä ja helpompilukuisia (Valmetin tuotemallivastaava 2023).

PDM-järjestelmiä käytetään yleisesti suunnittelu- ja valmistusteollisuudessa tuotetietoja hallinnoivana järjestelmänä. Suunnitteluprosessissa syntyneet dokumentit tallennetaan järjestelmään, jonka avulla järjestelmässä olevia tietoja voidaan käyttää myöhemmin hyväksi. Tietoja voidaan käyttää uusien rakenteiden suunnittelussa tai silloin kun muokataan jo olemassa olevia rakenteita valmistusprosessin aikana. PDM:n tärkeä tehtävä on jakaa tietoa niille tahoille, jotka sitä tarvitsevat; alihankkijat, ostajat ja tuotannon henkilöstö. Järjestelmän hyväksikäyttö on tehokkainta silloin kun suunnittelun ohella myös tuotanto käyttää samaa PDM-järjestelmää, koska tällöin valmistuskuvat siirtyvät automaattisesti järjestelmän välityksessä tuotannon käyttöön. (Peltokoski & Eskelinen s.1-2) Valmetilla PDM:n käyttö on laajaa ja sitä käytetään päivittäin kokoonpanotyön yhteydessä perälaatikkoasentajien, työnjohdon, ostajien sekä laatuhenkilöiden toimesta.

8.2 Modulaarisuus perälaatikkosuunnittelun näkökulmasta

Valmetin OFF-perälaatikoiden suunnittelussa ja valmistuksessa käytetään modulaarisia rakenteita. Modulaarisuuden käsitteellä tarkoitetaan tuotteen suunnittelun lähtökohtaa, jossa tuote on jaettu itsenäisiin moduuleihin, joilla on vakioina pidettävät ja tarkat rajapinnat. Näiden rajapintojen ansiosta moduulien yhdistettävyyden ja vaihdettavuus ovat mahdollisia. Moduloinnin pyrkimyksenä on

saada aikaan tuotteen fyysisen ja toiminnallisen rakenteen samankaltaisuus, jotta moduulien välisiä vuorovaikutuksia saadaan poistettua ja samalla yksinkertaistettua niiden välisiä rajapintoja. Modulaarisessa tuoterakenteessa on mahdollista suunnitella moduuleja yksi kerrallaan tai rinnakkain, koska riippuvuudet moduulien välillä ovat poissa. (Österholm ja Tuokko. 2001 s.8). Moduloinnin hyödyt tulevat parhaiten esiin silloin kun saadaan aikaan laaja tuotevalikoima pienimmällä mahdollisella määrällä erilaisia moduuleja. Moduloinnin tuloksena asiakasvaatimukseen vastaaminen on nopeaa ja kustannustehokasta (Tuominen.2021 s.13.), jolloin tuotantoympäristössä modulaarisuudella saavutetaan se, että asiakkaille voidaan toteuttaa lukuisia erilaisia tuotevariaatioita ilman erillistä suunnittelua. (Apilo & kump. 2008 s.30).

Moduloinnin lisäksi myös nimikkeistön standardointi tehostaa tuotehallintaa. Moduloinnin tavoitteena on pyrkiä minimoimaan erilaisten osien ja tätä kautta moduulien määrän, kun taas standardointi pyrkii vähentämään nimikkeiden määrää. Moduloinnin ja standardoinnin seurauksena yksittäisten nimikkeiden kierto tehostuu, jolla on vaikutus sitoutuneen pääoman ja suunnittelutyömäärän pienenemiseen (Laakko ym. 1998, s.16). Samalla standardointi tekee mahdolliseksi massatuotannon hyödyt, jolloin suuremmista tuotantomääristä syntyvät taloudelliset hyödyt realisoituvat (Juuti 2008, s. 4). Suuremmista tuotantomääristä aiheutuva taloudellinen etu perustuu siihen, että tuotantomäärien kasvaessa komponenttien yksikkökustannukset laskevat (Ulrich & Eppinger 2012, s. 266).

Suunnittelutyön kannalta ajateltuna moduulirakenteen etuna on, että variaatiot voidaan nopeasti yhdistellä standardimoduuleista, jolloin suunnittelu on nopeaa ja virheetöntä. Samalla syntyvät myös tarvittavat dokumentit. Arvokkaimmillaan moduulit ovat erilaisien kokoonpanotöiden yhteydessä, jolloin menetelmää voidaan käyttää esimerkiksi sekatuotantokokoonpanojen hallintaan. Tässä tapauksessa moduuliperiaatetta voidaan käyttää avuksi, kun tuotteen kokoonpanoja ollaan jakamassa osakokoonpanoiksi (Lapinleimu, 1997, s.294).

Valmetilla tunnistettiin vuonna 2008 tarve kehittää silloista ValFlo- perälaatikkonstruktioita modulaarisempaan suuntaan. Vuonna 2009 alkoi nykyisenlaisen OFF- perälaatikon kehitystyö. Modulaarisia ominaisuuksia omaavaan perälaatikkoon suunniteltiin vakioituneet ja modulaariset huulaukon osat, ylärunkomodulit sekä turbulenssigeneraattori. Rajapinnat moduulien välillä standardoitiin siten, että esimerkiksi aiemmin erityyppisistä kiinnityspinoista luotiin moduulien välillä standardeja, joita ei jatkossa enää muokattu. (Valmet suunnittelupäällikkö 2023)

8.3 OptiFlo Gap- perälaatikoiden suunnittelu tänä päivänä

OFGap- perälaatikoista ei ole tällä hetkellä tuotemallia. Suunnittelutyö tapahtuu kopioperiaatteella, jossa jo aiemmin suunniteltu, valmistettu ja asiakkaalle toimitettu perälaatikko toimii uuden perälaatikon suunnittelutyön lähtökohtana. Tässä tapauksessa suunnittelutyö on enemmän ”käsi-työtä”, jolloin lähes kaikki perälaatikon komponentit on tarkasteltava ja muokattava suunnittelijan toimesta. Tämä malliprojektimetodina tunnettu suunnittelutapa perustuu siihen, että lähtöteitoina käytetään aikaisemmin toteutettua projektia ja siihen luotuja työpiirustuksia. Edut, joita malliprojektimetodilla saavutetaan ovat suurimmat tuotehallinnassa, koska tuotemallien kehittäminen ja ylläpito eivät vaadi tässä tapauksessa resursseja. Uusien tuotteiden kohdalla malliprojektimetodilla toteutettu suunnittelutyö kuluttaa aikatauluresursseja, koska suunnittelutyö joudutaan tekemään alusta asti ja tyypillistä ovat pitkät toimitusajat. Malliprojektimenetelmässä tuotteeseen tehdyt muutokset ilmenevät seuraavissa projekteissa jättämällä, jolloin voi olla hankalaa tunnistaa mitkä muutokset ovat tuotekehitykseen tähtääviä ja mitkä ovat tuotekohtaisia. Tuotteen järjestelmällinen kehittäminen on vaikeaa, koska tuote kehittyy aina kun suunnittelijat muuttavat tuotetta. (Laakko 2018 s.27).

OFGap-perälaatikko on tekninen ja useista komponenteista koostuva vaativa tuote, jonka suunnittelutyö on haastavaa, työlästä ja aikaa vievää. Aikatauluresurssien ollessa tiukkoja lisääntyy riski suunnittelussa tapahtuville virheille, jotka tulevat esiin vasta siinä vaiheessa, kun perälaatikon tuotanto on jo aloitettu. Jotta suunnitteluprosessia pystytään kehittämään, on tärkeää osata tunnistaa suunnittelutyön aikana syntyviä virheitä.

Virheet synnyttävät hukkaa sen sijaan, että tuottaisivat asiakkaalle arvoa. Japanissa alkunsa saaneessa Lean filosofiassa hukkien tunnistaminen jaetaan seitsemään eri hukkalajiin. Yksi tunnistetuista hukkan lajeista on virheet. Muita hukkia ovat ylituotanto, kuljetus, odotus, yliprosessointi, varastointi sekä liikkuminen. Lean filosofiassa hukat voidaan jakaa syntymekanisminsa mukaan kahteen pääluokkaan. On olemassa hukkia, jotka johtuvat epätasaisesta työstä ja joiden taustalla vaikuttavat prosessin laatu, kustannukset tai läpimenoaikojen vaihtelu (Mura). Toinen hukkien päälaaji saa alkunsa ylikuormituksesta ja tätä hukkan lajia kutsutaan Muriksi. (Lean six sigma-Quik study.2016 s.3).

9 Tuotemallin etujen määrittely kyselytutkimuksen avulla

Opinnäytetyössä tietoa tuotemallirakenteen hyödyistä kerätään tuotannon- ja suunnitteluosaston henkilöstölle erikseen räätälöidyillä määrällisillä kyselyillä, joiden tavoitteena on selvittää henkilöstön näkemyksiä tuotemallin nykytilanteesta ja odotuksista tuotemallin soveltuvuuteen ja toimivuuteen liittyen. Kyselyiden päätavoite on kerätä riittävä määrä laadukasta tietoa tuotemallin toimivuuteen ja siihen liittyviin odotuksiin liittyen. Kyselyn tavoitteena on myös osallistaa kyselyyn vastaavat henkilöt mukaan kehitystoimintaan ja samalla tuoda esille työntekijöillä tiedossa olevaa hiljaista tietoa tutkittavaan aiheeseen liittyen. Ammattilaisilla on käsitys hyvästä ja tuottavasta toiminnasta, mutta he eivät pysty välttämättä perustelemaan mihin käsitys perustuu. Omaan asiaan yhteyteen liitetty hiljainen tieto muodostaakin laadukkaan tietolähteen kehitystoiminnalle. (Toikko&Rantanen 2009, 40-41).

Toikon & Rantasen mukaan osallistavassa kehitystoiminnassa tavoitellaan laajaa keskustelua, jossa henkilöiltä pyritään oppimaan ja heistä ollaan kiinnostuneita. Avoin vuorovaikutustilanne ja aktiivinen osallistuminen on mahdollista avoimessa vuorovaikutuksessa, jonka tavoitteena on prosessimaisesti rakentuva vuoropuhelu, jonka aikana kysytään ja opitaan toisilta. (Toikko&Rantanen 2009, s.93).

Määrällisen tutkimusmenetelmän tavoitteena on hankkia tutkittavasta aiheesta numeerista tietoa ja selittää tutkittavan ryhmän toimintaa numeraalisesti, kausaalisesti ja teknisesti. Kausaalisuudella tarkoitetaan tässä tutkimustavassa syyseuraus suhteita. Määrällisessä tutkimusmenetelmässä tutkimusaineisto on muutettavissa mitattavaan ja tarvittaessa myös testattavaan muotoon, jolloin tutkimustulos on esitettävissä numeerisesti esimerkiksi jakaumina, keskiarvona tai keskihajontana. Määrällisellä tutkimuksella toteutetulla tutkimuksella on tavoitteena löytää säännönmukaisuuksia siihen, millä tavoilla eri asiat liittyvät toisiinsa ja kuvata millä tavalla tutkittavat asiat eroavat erilaisten muuttujien suhteen. (Vilka 2021 s.66-67).

Strukturoidulla kyselylomakkeella tutkitaan yleisesti koettuja vaikutuksia. Strukturoitu kysely perustuu kysymyksiin, joiden vastausvaihtoehdot ovat olemassa kysymysten ja väittämien yhteydessä, jolloin kyselyyn vastaaminen on nopeaa ja tulosten analysointi helppoa. (Toikko & Rantanen 2009,s 153).

Opinnäytetyössä käytetyllä vakioidulla kyselykaavakkeella kysytään kaikilta kyselyyn osallistuvilta sama asiasisältö samalla tavalla. Informoidussa kyselyssä kyselylomakkeen lisäksi voidaan kysyä myös lisäkysymyksiä. Informoidussa kyselyssä tutkija on läsnä tutkimukseen osallistuvan henkilön kanssa tutkimuksen tekohetkellä, jolloin tutkija voi samalla selostaa ja selventää hänelle tutkimuksen taustoja ja tarkoitusta. Kyselylomakkeella tehty tutkimusaineiston kerääminen toimii parhaiten kasvokkain tehtynä, jos tutkimuskysymykset ovat tarkkaan rajattuja. Parhaiten tämä sopii tutkimuksiin, joissa tutkittava joukko on rajattu. Yrityksissä ja organisaatioissa tehdyissä kyselyissä anonymiteetti on tärkeää, sillä tutkija on tutkimusetiikan mukaan vaitiolovelvollinen kyselyiden vastaajista. (Vilkkä 2021, s.94-96).

10 Selvitystyön toteutus perälaatikkovalmistuksessa

Tuotannon henkilöstölle laaditulla kyselyllä haluttiin selvittää tuotannon näkökantoja tuotemallin hyötyihin ja haasteisiin liittyen. Kyselyn toteutus eteni kyselytutkimuksena, jonka ensimmäisessä vaiheessa käytiin läpi tutkimukseen liittyvä saatekirje (liite3.). Saatekirjeessä käytiin läpi tutkimustyön tavoitteita ja käytännön toteutusta. Saatekirjeen läpikäynnin jälkeen kyselyyn vastaajan kanssa käytiin alustuskeskustelu, jossa keskusteltiin tuotemalliajattelusta ja sen nykytilasta perälaatikkovalmistuksessa, jotta jokaisella kyselyyn vastanneella henkilöllä oli riittävät taustatiedot kyselyyn vastaamista varten. Kun saatekirje oli luettu ja alustuskeskustelu käyty suoritettiin kyselytutkimus informoidun kyselytutkimuksen tapaan, jossa tutkijana toimiva opinnäytetyön tekijä oli läsnä vastaamassa mahdollisiin täsmentäviin kysymyksiin, joita kyselyyn osallistuneet henkilöt hänelle kyselyn aikana esittivät.

Kyselylomakkeen laatimishetkellä päätavoite oli luoda kyselylomake, joka olisi mahdollisimman selkeä ja helppolukuinen tarjoten tutkimukselle luotettavan rungon. Tutkimuksen kohderyhmä oli tunnettu siitä, että heille suunnattujen kyselyiden vastausprosentit ovat olleet pieniä. Edellä mainitun syyn takia opinnäytetyön kyselyiden toteutustavaksi valikoitui strukturoituun kyselylomakkeeseen pohjautuva kysely, joka teki kyselyyn vastaamisesta helppoa. Liitteenä 1. on työntekijöille suunnattu kyselylomakepohja. Kyselyn pääkohderyhmää olivat perälaatikkokokoonpanijat, joille

tuotemallin tuomat edut tulevat parhaiten esiin kokoonpanotyön aikana. Kyselyyn vastauksia kerättiin myös koneistajilta, hiojilta, laatuhenkilöiltä sekä esihenkilöiltä, jotta perälaatikkoverstaan kokonaiskuva tutkittavasta asiasta saatiin selville.

10.1 Kyselyn sisältö

Perälaatikkotuotantoon suunnattu kysely sisältää kolme kokonaisuutta; kaksi kyselyyn valmistelemaa kysymystä, kuusi strukturoitua asiakysymystä sekä kyselyn lopussa olevan avoimen kysymyksen.

Valmistelevilla kysymyksillä selvitetään vastaajan työnkuva ja työkokemusvuodet perälaatikkoverstaalla (liite 1). Strukturoitujen asiakysymysten vastausvaihtoehdot ovat kaikissa kuudessa kysymyksessä samat; täysin samaa mieltä, osittain samaa mieltä, en osaa sanoa, osittain eri mieltä ja täysin eri mieltä. Asiakysymykset ovat perälaatikkotuotannon kyselyssä seuraavat:

- Tuotemalli on helpottanut ja selkeyttänyt OFF-tyyppisten perälaatikoiden tuotantoa viime vuosina
- Olen osallistunut OFGap-perälaatikoiden kokoonpanoon tai osavalmistukseen viimeisen 2-vuoden aikana
- Tuotemallin puuttuminen on aiheuttanut ”ylimääräisiä” laatuongelmia OFGap-tuotannossa
- Tuotemallin puuttuminen näkyy työohjeissa/työkuissa virheinä
- Tuotemallin puuttuminen on aiheuttanut ylimääräistä työtä viime vuosina OFGap-perälaatikoiden kohdalla
- Toivon että tuotemalli tehtäisiin myös OFGap-perälaatikoille.

Kyselyn lopussa vapaamuotoisessa kysymyksessä vastaajalta pyydetään vapaamuotoisena kommentteja ja lisätietoja kyselyn aiheeseen liittyen.

10.2 Kyselyn toteutus ja taustat

Perälaatikkotuotannon kyselytutkimus suoritettiin 25.9- 5.10.2023 välisenä aikana, jolloin kyselyyn vastasi 30 perälaatikkoverstaan työntekijää. Suurin yksittäinen ryhmä vastaajista oli perälaatikkokokoonpanijat (19 vastaajaa). Kysely tehtiin vain Valmetin omille työntekijöille tarkoittaen, että vuokratyöntekijät eivät osallistuneet kyselyyn. Vuokratyöntekijöiden kohdalla heidän perehtymisensä on siinä vaiheessa, ettei voida olettaa heidän tunnistavan termejä tuotemalli, OFF-perälaatikko tai OFGap-perälaatikko. Kyselyn tekeminen tälle ryhmälle olisi vääristänyt kyselyn tuloksia ja heikentänyt kyselyn luotettavuutta. Opinnäytetyön tutkijan roolissa toimiva perälaatikkokokoonpanon esihenkilö ei myöskään itse vastannut kyselyyn.

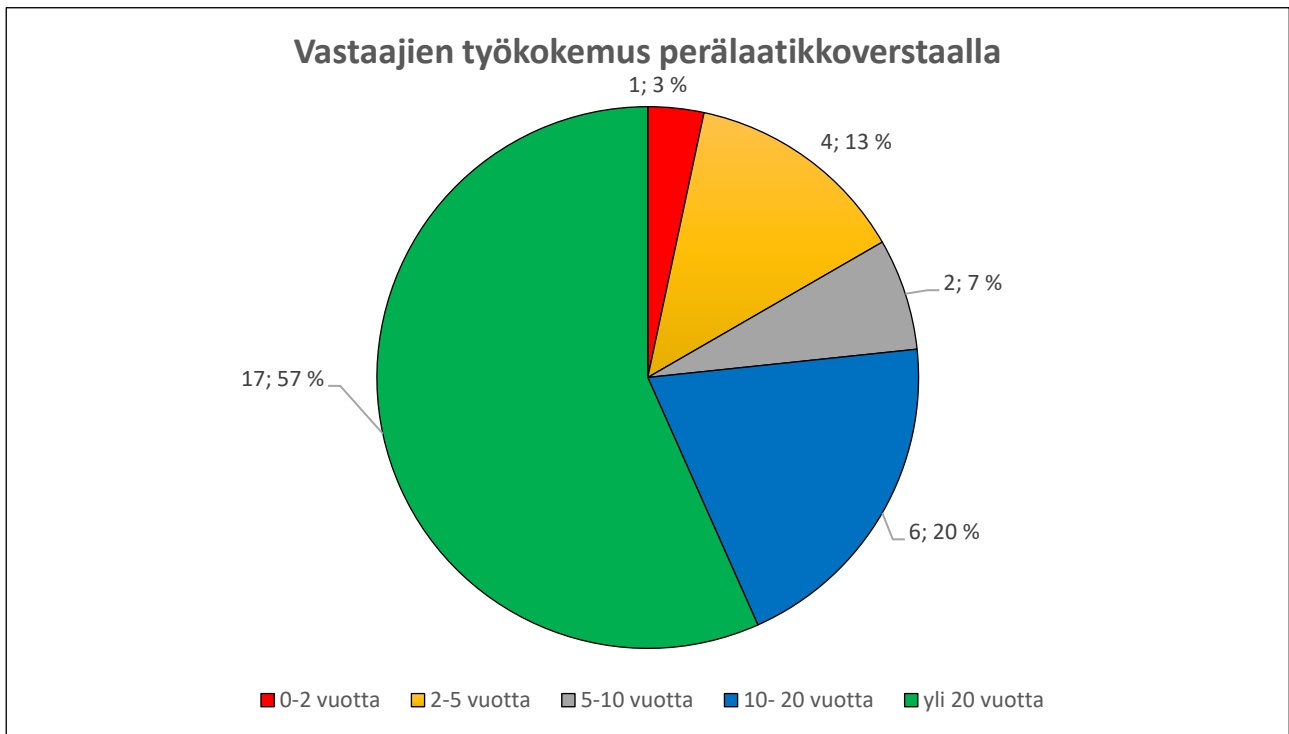
Kyselyn vastaamispaikkana toimi perälaatikkoverstas. Suurin osa kyselyyn vastaajista vastasivat kyselyyn taukotilassa loppujen vastatessa omalta työpisteeltään. Yhden kyselyn suorittamiseen aikaa kului keskimäärin noin 15 minuuttia. Kokonaisuudessa kyselyiden vastausten keräämiseen käytettiin aikaa noin 7.5 tuntia. Kyselyyn vastattiin nimettömästi useimmiten pienessä, kahden-kolmen hengen ryhmässä.

Kyselytutkimuksen vastaukset käsiteltiin Microsoftin Excel- taulukkolaskentaohjelmalla, jolla tehtiin myös kyselyiden vastauksia kuvaavat kuvaajat. Kuviossa kahdeksan on kuvattuna perälaatikkotuotannon kyselyyn vastanneiden henkilöiden tehtävänkuvien jakaantuminen.



Kuvio 8. Perälaatikkotuotannon kyselyyn vastanneiden henkilöiden tehtävänkuvat.

Perälaatikkotuotannon kyselyyn vastanneiden työkokemus on vahvaa. 30:n henkilön ryhmästä 23:lla vastaajalla on yli 10 vuoden työkokemus perälaatikkoverstaalla työskentelystä. Tämä lisää kyselyn luotettavuutta, sillä valtaosalla vastaajista on kokemusperäistä tietoa työskentelystä ennen tuotemallia ja tämän jälkeen. Tarkempi erittely perälaatikkoverstaan tuotannon kyselyyn vastanneiden työkokemusvuosista ilmenee kuviossa yhdeksän.



Kuvio 9. Perälaatikkoverstaan tuotannon kyselyyn vastanneiden henkilöiden työkokemusvuodet perälaatikkoverstaalla

Kysymys 1. Tuotemalli on helpottanut ja selkeyttänyt OFF-tyyppisten perälaatikoiden tuotantoa viime vuosina

Tuotemallin hyötyjä arvioivan kyselyn ensimmäisessä asiakysymyksessä selvitetään, onko tuotemalli helpottanut ja selkeyttänyt OFF-tyyppisten tasoviiraperälaatikoiden tuotantoa viime vuosina. Kysymyksen taustalla on huomiot päivittäiseen tekemiseen liittyen. Perälaatikko on asiakasräätälöity tuote, jonka valmistamiseen liittyy paljon vaatimuksia ja erityispiirteitä, jotka saattavat aiheuttaa ongelmia tuotannon aikana. Nämä ilmenevät ongelmat ratkotaan usein yhteistyössä perälaatikkosuunnittelun kanssa ongelmien ilmetessä. Ensimmäisen kysymyksen tavoitteena on selvittää perälaatikkoverstaan tuotannon näkemystä siihen, onko tuotemalli pohjaisella suunnittelulla saavutettu etuja perälaatikoiden tuotannon yhteydessä.

Kysymys 2. Olen osallistunut OFGap-perälaatikoiden kokoonpanoon tai osavalmistukseen viimeisen 2-vuoden aikana

Kyselyn toisella asiakysymyksellä selvitetään vastaajien kokemuspohjaa OFGap-perälaatikoiden valmistukseen liittyen. Kysymyksen tavoitteena on antaa luotettavuutta kyselylle. Jos kyselyyn vastaajista moni vastaisi, ettei heillä ole kokemusta OFGap-perälaatikoiden valmistuksesta, laskisi se tutkimuksen luotettavuutta. Kyselyn ensisijaisena kohderyhmänä ovat ne henkilöt, joilla on kokemusta työskentelystä sekä tuotemallipohjaisen OFF-perälaatikon että tuotemallittoman OFGap-perälaatikoiden parista. Ilman kokemusta molempien perälaatikoiden parissa työskentelystä tuotemalliin liittyvä luotettava ja omiin kokemuksiin perustuva arviointi on hankalaa.

Kysymys 3. Tuotemallin puuttuminen on aiheuttanut ”ylimääräisiä” laatuongelmia OFGap-perälaatikoiden tuotannossa

Tuotemallin hyötyjä arvioivan kyselyn kolmannella asiakysymyksellä selvitetään sitä, aiheuttaako tuotemallin puuttuminen ylimääräisiä laatuongelmia OFGap-perälaatikoiden tuotannossa. Perälaatikotuotannon näkökulmasta laatuongelma on poikkeama, joka ei täytä tuotteelle eli tässä tapauksessa perälaatikolle asetettuja laatuvaatimuksia. Perälaatikotuotannossa tuotteelle asetetut laatuvaatimukset ovat äärimmäisen korkeita. Tämän vuoksi valmiilta tuotteelta odotetaan virheettömyyttä tarkoittaen, että kaikki tuotannon aikana havaitut virheet ja poikkeamat korjataan ennen kuin perälaatikko toimitetaan asiakkaalle. Laatuvirheet jäävät kiinni yleensä vasta perälaatikon kokoonpanossa, jonka vuoksi parhain kokemustieto tähän kysymykseen vastaamiseen löytyy perälaatikoiden kokoonpanosta. Laatu-poikkeaman korjaus tarkoittaa aina ylimääräistä työtä ja hukkaa. Kyselyyn valittiin tästä syystä kysymys selvittämään aiheuttaako tuotemallin puuttuminen ”ylimääräisiä” laatuongelmia.

Kysymys 4. Tuotemallin puuttuminen näkyy työohjeissa/työkuvissa virheinä

Tuotemallin hyötyjä arvioivan kyselyn neljännen kysymyksen tavoitteena oli saada vastauksia perälaatikkoverstaan tuotannon henkilöstöltä siihen, minkälainen yhteys tuotemallilla on työohjeissa ja työkuvissa ilmenevien virheiden ilmenemiseen. Päivittäisessä työssä tärkeitä työohjeita ja valmistusdokumentteja luetaan tuotantoympäristössä joko paperille tulostettuina tai suoraan PDM-

järjestelmän kautta. Osavalmistuksessa työ perustuu valmistuskuviin, joista selviävät muun muassa valmistettävien kappaleiden mitat, materiaali, toleranssit ja nimiketunnukset. Kokoonpanotyötä tehdään työvaihekohtaisten kokoonpanokuvien ja niille räätälöityjen osaluetteloiden avulla, joista selviävät muun muassa nimikkeiden lukumäärät, toleranssit, nimiketunnukset ja niiden määrät sekä liitosten kiristysmomentit. Työkuvien virheet aiheuttavat ylimääräistä selvitystyötä ja hukkaa, jota korjataan kokoonpanotyön yhteydessä. Huonoin tilanne on, jos kappaleiden valmistuksessa valmistetaan virheellisten dokumenttien perusteella epäkurantti tuote, jonka soveltumattomuus kokoonpanon tarpeisiin huomataan vasta perälaatikon kokoonpanovaiheessa. Kokemus on osoittanut, että työohjeissa ja valmistusdokumenteissa on virheitä niin OFF-perälaatikoiden kuin myös OFGap-perälaatikoiden osalta. Tämän kysymyksen tavoitteena on kerätä kokemusperäistä tietoa perälaatikkoverstaan työntekijöiltä siitä minkälainen vaikutus tuotemallilla ja sen puuttumisella on työohjeissa ja dokumenteissa ilmenevien virheiden todennäköisyyteen.

Kysymys 5. Tuotemallin puuttuminen on aiheuttanut ylimääräistä työtä viime vuosina OFGap-perälaatikoiden kohdalla

Tuotemallin hyötyjä arvioivan kyselyn viidennen kysymyksen tavoitteena on saada tietoa perälaatikkoverstaan tuotannon henkilöstöltä liittyen OFGap-perälaatikoissa ilmenevään ylimääräiseen työhön. Ylimääräinen työ voidaan määritellä työksi, joka ei kuulu työntekijän työnkuvaan. Tällaisia töitä voivat olla esimerkiksi erilaiset materiaalinkäsittelyyn tai laadunvarmistukseen liittyvät työt, jotka normaalissa tilanteessa eivät kuulu perälaatikkoverstaan työntekijöiden töiden piiriin laatuhenkilöitä lukuun ottamatta.

Kysymys 6. Toivon että tuotemalli tehtäisiin myös OFGap-perälaatikolle

Tuotemallin hyötyjä arvioivan kyselyn kuudennella asiakysymyksellä selvitetään kyselyyn vastanneiden mielipidettä tuotemallin hankkimiseen OFGap-perälaatikoille. Selkeästi kyselyssä esille tuodun kysymyksen tavoitteena on selvittää perälaatikkoverstaan henkilöstön mielipide tuotemallin luontia kohtaan. Tämän kysymyksen vastausjakauma tulee antamaan tärkeää tietoa siitä kuinka tärkeänä asiana perälaatikkotuotannon henkilöstä tuotemallipohjaista suunnittelua pitävät.

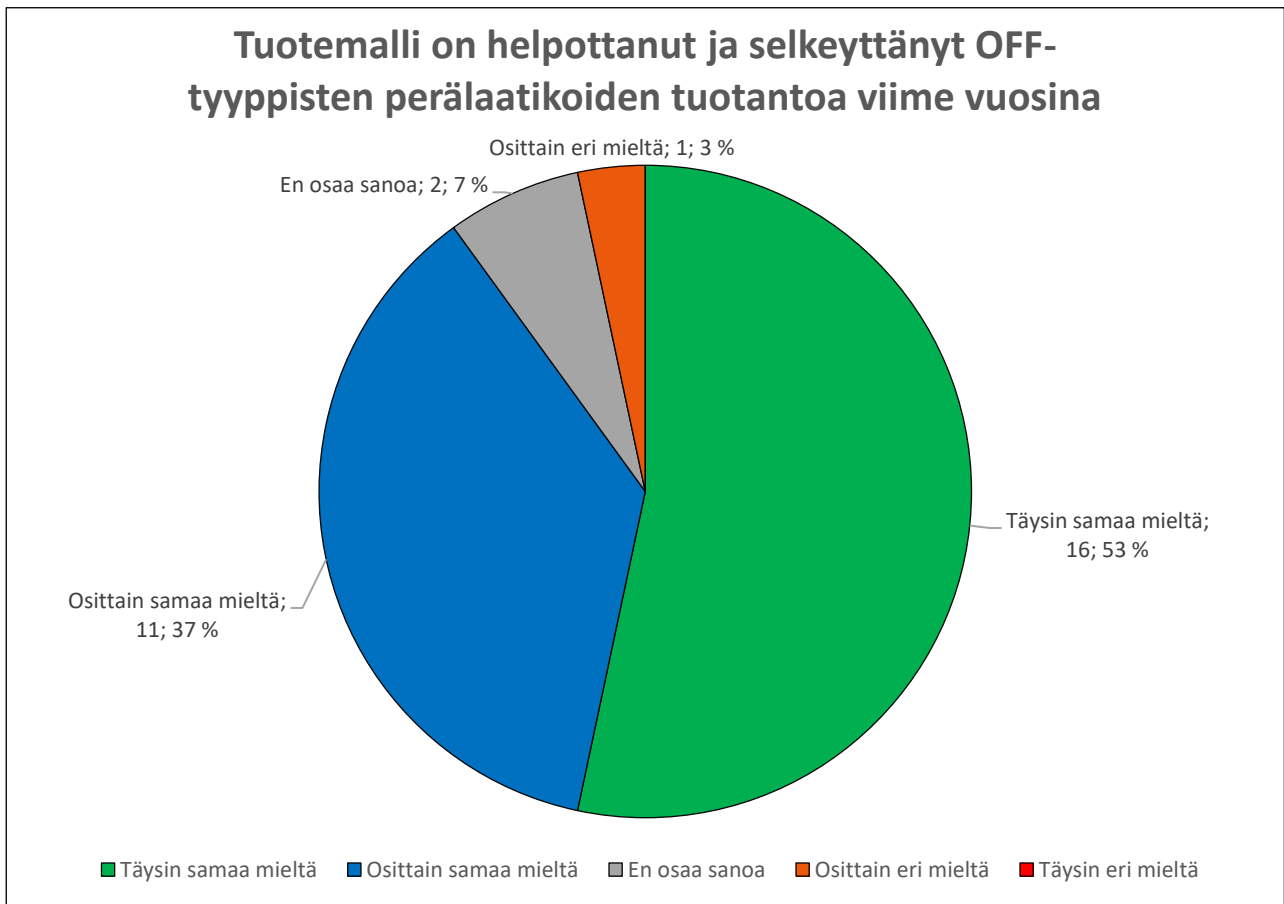
11 Perälaatikkotuotannon kyselytutkimuksen tulokset

Opinnäytetyössä strukturoitujen asiakysymysten vastauksia tarkastellaan Excel-taulukkolaskentaohjelmalla laadittujen taulukoiden avulla. Kuvaajien tavoitteena on selventää kyselyn tuloksia visuaalisesti helpottaen opinnäytetyön lukijaa. Visuaalisten kuvaajien lisäksi kyselyn tuloksia tarkastellaan kirjallisesti. Yksi tärkeimmistä asioista tulosten läpikäynnin yhteydessä on pohtia vastausten jakaantumista, ja sitä mihin annetut vastukset pohjautuvat.

Kysymys 1. Vastausjakauma -Tuotemalli on helpottanut ja selkeyttänyt OFF-tyyppisten perälaatikoiden tuotantoa viime vuosina

Ensimmäisen kysymyksen vastauksista ilmenee, että perälaatikkoverstaan työntekijöiden mielestä tuotemalli on helpottanut ja selkeyttänyt OFF-tyyppisten tasoviiraperälaatikoiden tuotantoa viime vuosina. Yli puolet kyselyyn vastanneista perälaatikkoverstaan tuotannon työntekijöistä ovat täysin samaa mieltä siitä, että tuotemalli on helpottanut ja selkeyttänyt työskentelyä. Tulos ei kuitenkaan ole yksimielinen, yksi vastaaja on osittain eri mieltä asiasta.

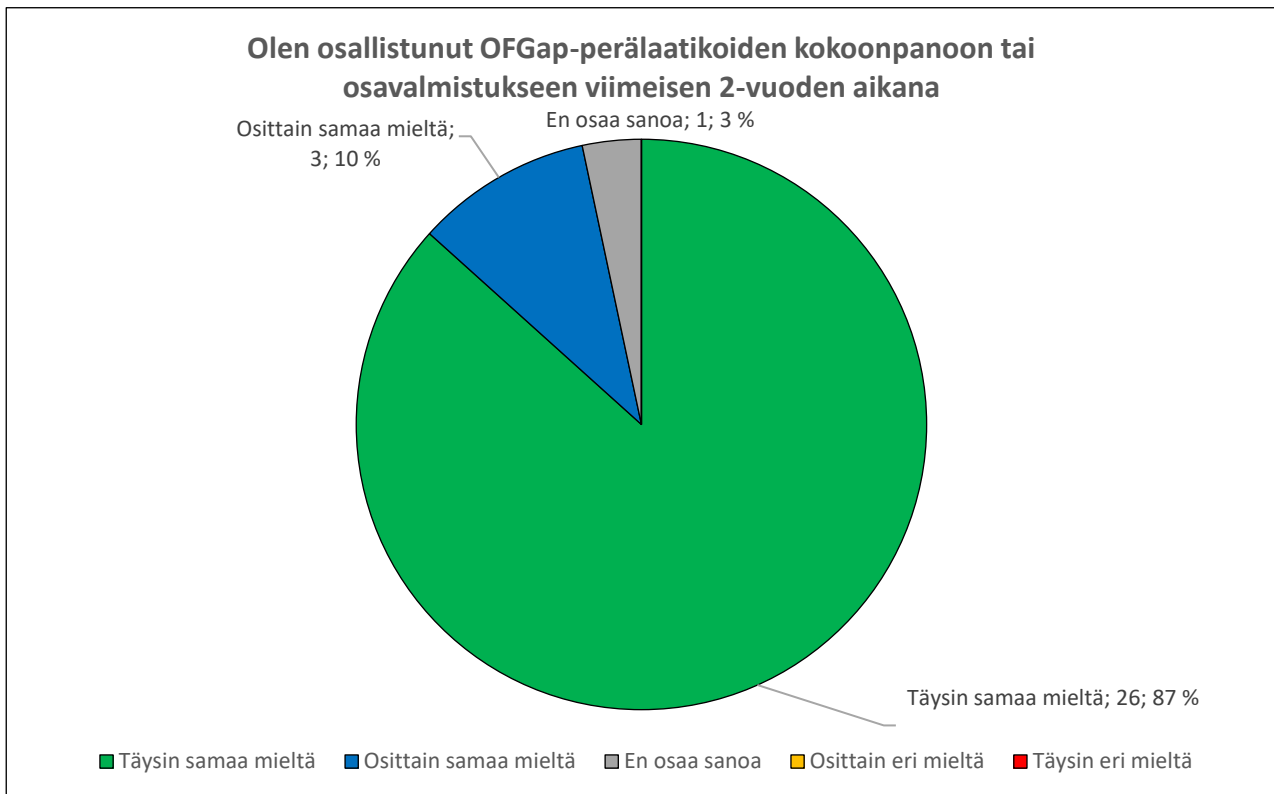
Vastauksia tulkittaessa todettakoon, että valtaosalla kyselyyn vastanneista on kertynyt käytännön kokemusta myös ajalta ennen tuotemallia. He pystyvät käyttämään tätä ajanjaksoa vertailukohdaksi nykypäivään, jolloin tuotemalli on käytössä OFF-tyyppisten perälaatikoiden suunnittelussa. Kyselyyn vastanneiden kokemukseräinen tieto ja käytännön kokemukset kertovat tämän kysymyksen vastausten osalta sen, että työskentely on selkiytynyt ja helpottunut tuotemallin myötä. 1. kysymyksen vastausjakauma ilmenee kuviossa 10.



Kuvio 10. Tuotemalli on helpottanut ja selkeyttänyt ja OFF-tyyppisten perälaatikoiden tuotantoa viime vuosina kysymyksen vastausjakauma

Kysymys 2. Vastausjakauma - Olen osallistunut OFGap-perälaatikoiden kokoonpanoon tai osavalmistukseen viimeisen 2-vuoden aikana

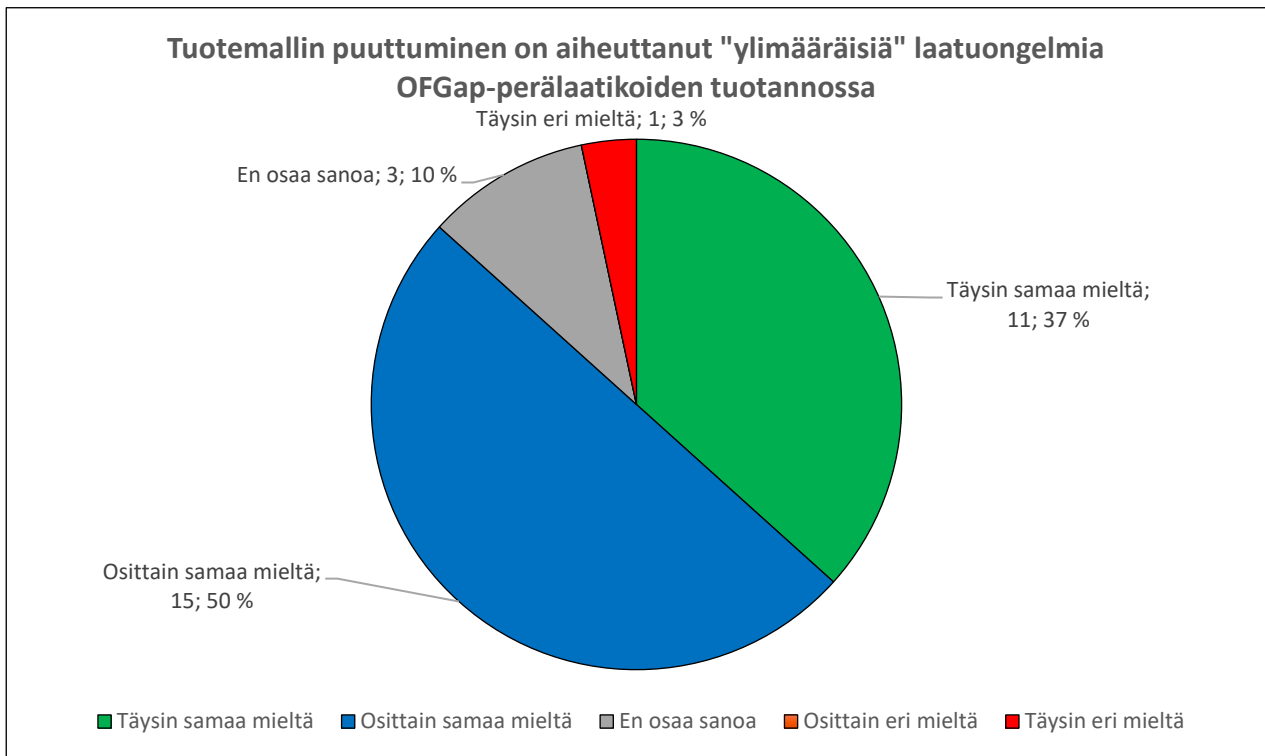
Toisen asiakysymyksen vastauksia tutkimalla voidaan todeta, että valtaosalla kyselyyn vastanneista työntekijöistä on kertynyt hyvät käytännön kokemukset OFGap-perälaatikoiden parissa työskenteleystä. 87 % vastaajista on täysin samaa mieltä kysymyksessä esitetyn väittämän kanssa ja 10 % vastaajista on osittain samaa mieltä. Vastausten perusteella voidaan päätellä, että kyselyn tulokset ovat luotettavia, sillä valtaosalla on kykyä tunnistaa ja arvioida tuotemallin ominaisuuksiin liittyviä asioita omiin kokemuksiin liittyen. 2. kysymyksen vastausjakauma kuviossa 11.



Kuvio 11. Olen osallistunut OFGap-perälaatikoiden kokoonpanoon tai osavalmistukseen viimeisen 2-vuoden aikana kysymyksen vastausjakauma

Kysymys 3. Vastausjakauma - Tuotemallin puuttuminen on aiheuttanut ”ylimääräisiä” laatuongelmia OFGap-perälaatikoiden tuotannossa

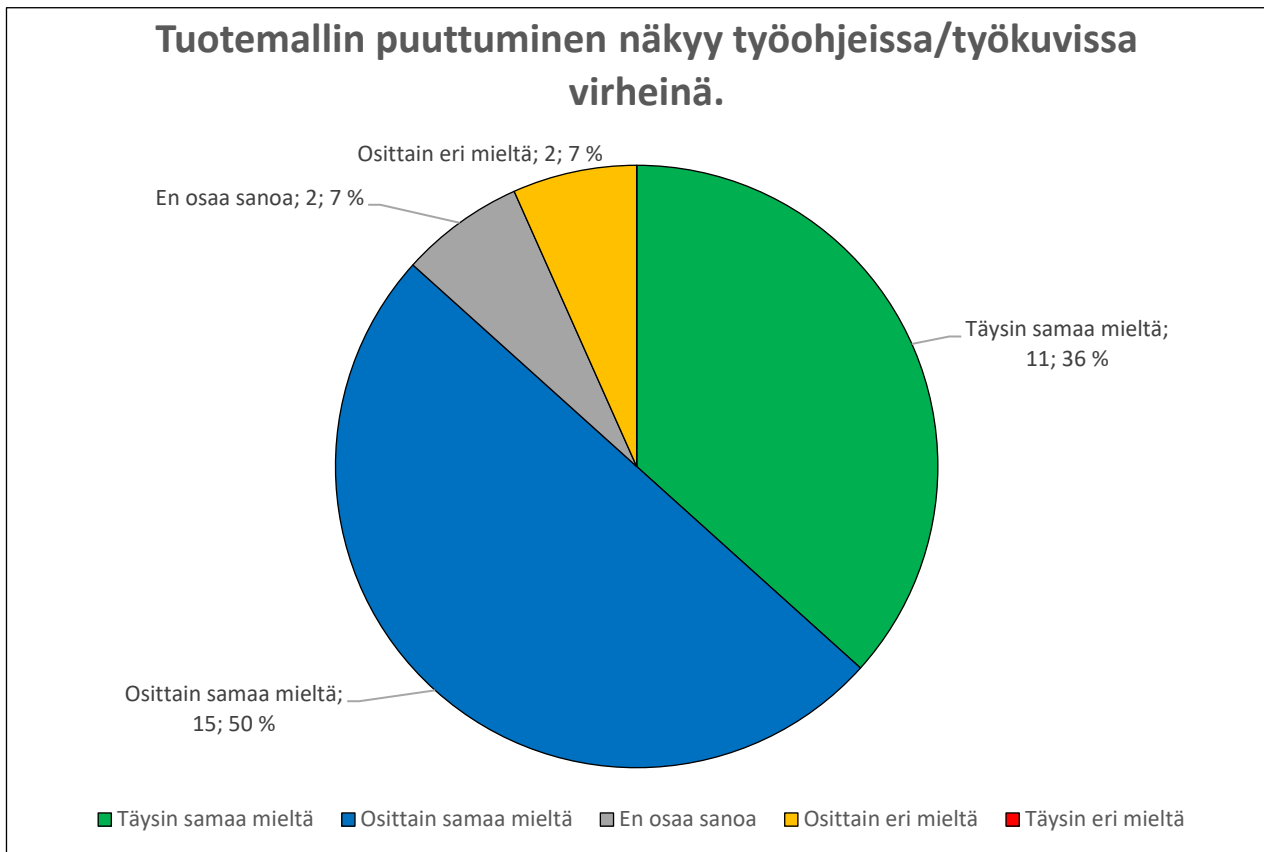
Kyselyn kolmannen asiakysymyksen vastauksien analysointi kertoo, että tuotemallin puuttuminen OFGap- perälaatikoissa on aiheuttanut ylimääräisiksi koettuja laatuongelmia kyseisen perälaatikkomallin tuotannossa. Ylimääräiset laatuongelmat ovat tässä asiayhteydessä sellaisia, joiden ilmeminen olisi pystytty ennaltaehkäisemään toimivan tuotemallin olemassaololla. Kun huomioidaan kyselyyn vastanneiden henkilöiden työkokemusvuodet (77 prosentilla vastaajista työkokemusta on yli 10 vuotta perälaatikkoverstaalla), voidaan tulkita, että kysymyksen vastaustulos on luotettava. Vastaajat ovat siis osanneet työkokemusvuosiensa tuoman kokemuksen myötä vastata luotettavasti kysymykseen. 3. Kysymyksen vastausjakauma ilmenee kuviosta 12.



Kuvio 12. Tuotemallin puuttuminen on aiheuttanut "ylimääräisiä" laatuongelmia OFGap-perälaatikoiden tuotannossa kysymyksen vastausjakauma

Kysymys 4. Vastausjakauma - Tuotemallin puuttuminen näkyy työohjeissa/työkuivissa virheinä

Tuotemallin hyötyjä arvioivan kyselyn neljännen kysymyksen vastausjakaumaa tutkimalla voidaan todeta, että kyselyyn vastanneiden perälaatikkoverstaan työntekijöiden mielestä tuotemallin puuttuminen näkyy virheinä työohjeissa ja työkuivissa. 36 % vastaajista on täysin samaa mieltä sen suhteen, että tuotemallin puuttuminen näkyy työohjeissa ja dokumenteissa virheinä, osittain samaa mieltä kysymykseen vastaajista on 50 %. Vastaajista 7 % on osittain eri mieltä kysymyksessä esitetyn väittämän kanssa, tämänkään kysymyksen kohdalla vastausten jakauma ei ole täysin yksimielinen. Vastaustulosta analysoimalla voidaan päätellä, että työohjeissa ja dokumenteissa on yleisellä tasolla jonkin verran virheitä, mutta virheiden todennäköisyys kasvaa niiden perälaatikoiden kohdalla, joissa ei tuotemallia ole käytössä. 4. Kysymyksen vastausjakauma ilmenee kuviosta 13.

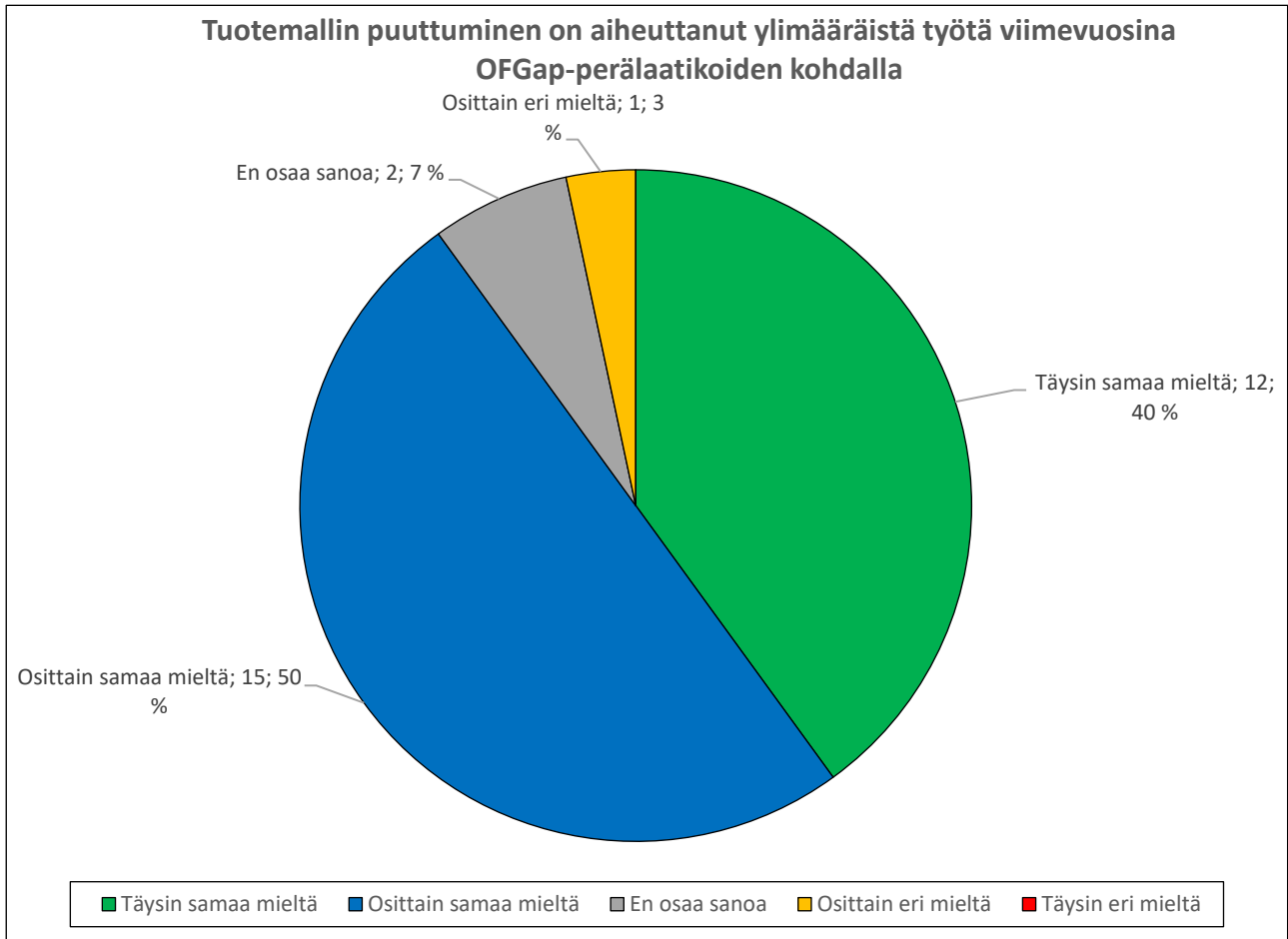


Kuvio 13. Tuotemallin puuttuminen näkyy työohjeissa/ työkuivissa virheinä kysymyksen vastausjakauma.

Kysymys 5. Vastausjakauma - Tuotemallin puuttuminen on aiheuttanut ylimääräistä työtä viime vuosina OFGap-perälaatikoiden kohdalla

Tuotemallin hyötyjä arvioivan kyselyn viidennen kysymyksen vastausjakaumaa tutkimalla voidaan todeta, että kyselyyn vastanneiden työntekijöiden mielestä tuotemallin puuttuminen on aiheuttanut viime vuosina ylimääräistä työtä OFGap-kitaperälaatikoiden tuotannon yhteydessä. Puolet kyselyyn vastanneista on täysin samaa mieltä sen suhteen, että tuotemallin puuttuminen on aiheuttanut ylimääräistä työtä viime vuosina OFGap-perälaatikoiden tuotannossa ja osittain samaa mieltä kysymykseen vastaajista on 40 %. Yksi vastaaja on osittain eri mieltä sen suhteen, että OFGap-perälaatikoiden tuotemallin puuttuminen olisi aiheuttanut ylimääräistä työtä perälaatikkoverstaalla. Ylimääräisen työn tekeminen laskee perälaatikkoverstaan tuottavuutta ja sitoo työvoiman työpanosta tehtäviin, jotka eivät suoraan kuuluisi heidän työhönsä synnyttäen ylimääräistä hukkaa ja tätä kautta kuluja työn toimeksiantajana toimivalle Valmetille. 5. Kysymyksen vastausjakauma käy

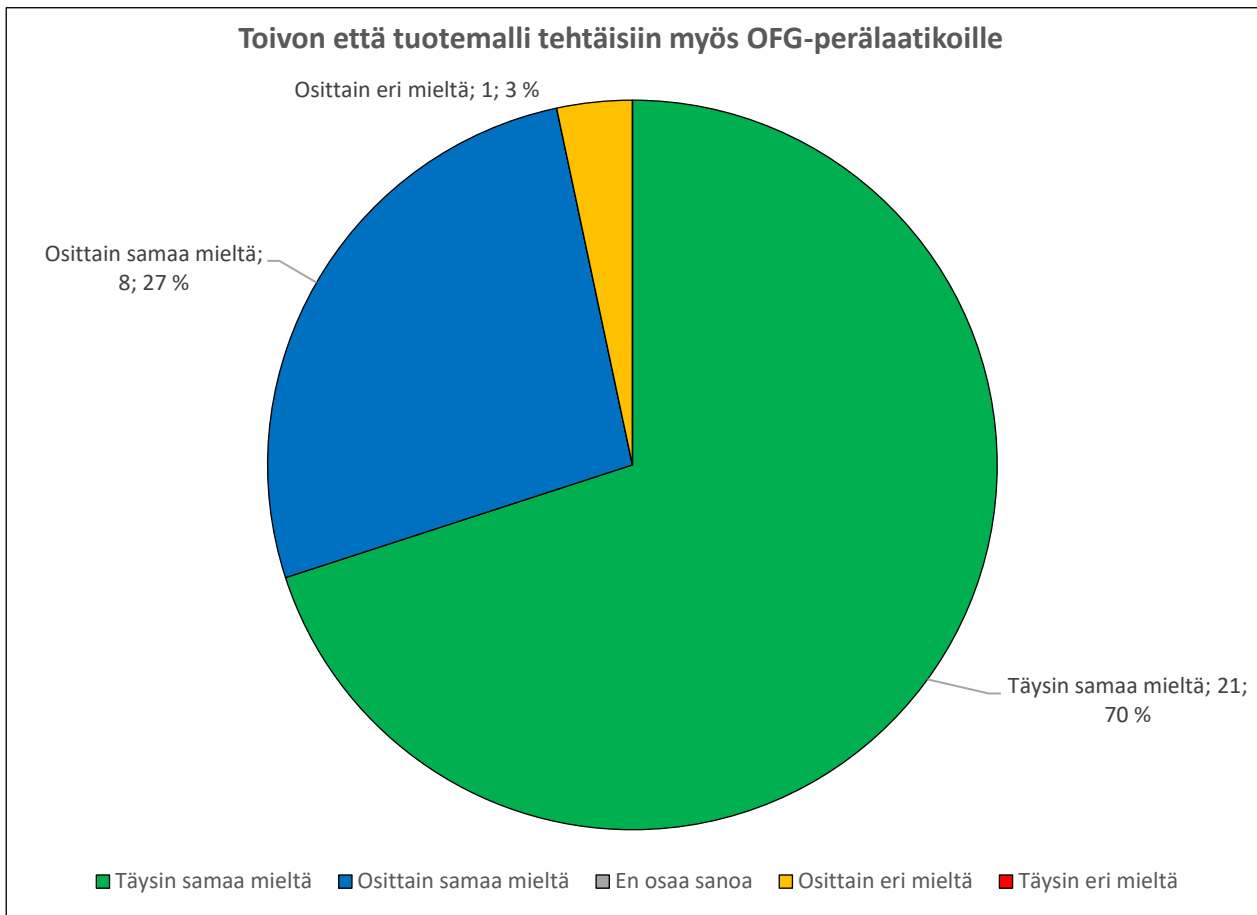
ilmi kuviosta 14.



Kuvio 14. Tuotemallin puuttuminen on aiheuttanut ylimääräistä työtä viimevuosina OFGap-perälaatikoiden kohdalla kysymyksen vastausjakauma.

Kysymys 6. Vastausjakauma - Toivon että tuotemalli tehtäisiin myös OFGap-perälaatikolle

Kuudennen ja kyselyn viimeisen asiakysymyksen vastauksista selviää, että perälaatikkoverstaan työntekijät toivovat tuotemallia myös OFGap-perälaatikoille. Kyselyn vastaajista 70 % toivoo täysin ja 27 % ovat osittain samaa mieltä sen suhteen, että tuotemalli tehtäisiin myös OFGap-perälaatikoille. Vastauksista voidaan vetää johtopäätös, jonka mukaan tuotemalli otettaisiin lähes varauksetta vastaan perälaatikkotuotannossa, jos sellaista lähdetäisiin tekemään ja ottamaan tulevaisuudessa käyttöön. 6. Kysymyksen vastausjakauma ilmenee kuviossa 15.



Kuvio 15. Toivon että tuotemalli tehtäisiin myös OFGap-perälaatikoilla kysymyksen vastausjakauma

Perälaatikkotuotannon avoimen kysymyksen vastaukset

Perälaatikkotuotannon kyselyn lopussa olleeseen avoimen kysymyksen kommenttikenttään jätti vastauksen vain 27 % kyselyyn vastanneista. Avoimen kysymyksen tavoitteena oli tarjota kyselyyn osallistuneille perälaatikkoverstaan työntekijöille mahdollisuus kommentoida kyselyn aihepiiriä vapaasti, koska aiempien strukturoitujen kysymysten kohdalla tätä mahdollisuutta ei ollut. Alla kaikki kyselyn avoimet kysymykset ja vastaajien tiedot.

- "Tuotemalli on kehityskohde, johon kannattaa panostaa" Esihenkilö, työkokemusta perälaatikkoverstaalla 2–5 v.

- ”Puutelistan/korjauslistan huomioiminen tietyistä toiminnoista jää usein huomioimatta, jos asiakkaalla on jotain meidän normaalista poikkeavia vaatimuksia” Perälaatikkoasentaja, työkokemusta perälaatikkoverstaalla yli 20 vuotta.
- ”Tuotemalli hyvä varsinkin lanseerauksen jälkeen 1–5 vuotta, koska asiaan kiinnitetään aktiivisesti huomiota. Parannuksia tapahtuu pitkin matkaa, mutta miten ne ui kuviin?” Laatumies, työkokemusta perälaatikkoverstaalla yli 20 vuotta.
- ”Hyötyä on, jos OFGap-perälaatikoita tehdään usein.” Laatumies, työkokemusta perälaatikkoverstaalla yli 20 vuotta.
- ”Riippuu varmaan OFGap-laatikoiden menekistä onko järkeä. Helpottaa varmasti tekemistä, jos tehdään tuotemalli, vaikka niissäkin aina jotain korjattavaa”. Laatumies, työkokemusta perälaatikkoverstaalla 10–20 vuotta.
- ”Copy paste kuvat ei aina liity kyseiseen perään -> Ei apuja kokoonpanossa.” Perälaatikkoasentaja, työkokemusta perälaatikkoverstaalla 10–20 vuotta.
- ”Virheiden määrä ja etenkin pahat virheet ovat tuotemallin myötä vähentyneet. Virheistä oppiminen on parantunut tuotemallin myötä.” Perälaatikkoasentaja, työkokemusta perälaatikkoverstaalla yli 20 vuotta.
- ”Hyvää työtä” Perälaatikkoasentaja, työkokemusta perälaatikkoverstaalla 2–5 vuotta.

Perälaatikkotuotannolta saatujen avoimia vastauksia tutkimalla voidaan todeta, että perälaatikkoverstaan laatuhenkilöistä kaikki vastasivat kyselyn avoimeen kysymykseen, muiden ammattiryhmien vastausprosenttien jäädessä pieniksi. Vastauksia analysoitaessa voidaan todeta, että suhtautuminen tuotemalliin on myös avoimen kysymyksen kohdalla pääosin positiivista. Toistuvuutta avoimien kommenttien osalta ilmeni OFGap-perälaatikoiden tuotantomäärien määrissä ja siinä, että varsinaiset tuotemallilla saavutettavat hyödyt toteutuvat parhaiten silloin kun OFGap-perälaatikoita on tuotanto-ohjelmassa säännöllisesti. Avoimissa kommentteissa oli myös mainittu tässä opinnäytetyössä aiemmin esiintuotu uhakuva, jonka mukaan kopiaimalla tehdyissä kuvissa ilmenee virheitä, jotka hankaloittavat kokoonpanon työskentelyä.

Perälaatikkotuotannolle suunnatun kyselyn luotettavuuden arviointi ja tulosten yhteenveto

Tuotemallin hyödyllisyyttä arvioivaan kyselyyn vastauksensa jätti 30 perälaatikkoverstaalla työskentelevää henkilöä, joista valtaosalla on erittäin vahva, kokemukseen perustuva osaaminen perälaatikoiden parissa työskentelystä. Kyselyn vastaajista 57 % omasi yli 20 vuoden työkokemuksen perälaatikoiden parista työskentelystä, ja 10–20 vuotta työkokemusta omaavia vastaajia oli 20 %. On selvää, että näin vahvan osaamisen omaavat vastaajat pystyivät vastaamaan kyselyyn luotettavasti.

Eri henkilöstöryhmien sisällä tuotemalliin liittyvä osaaminen on erilaista. Kappaleiden koneistajat tai hiojat tekevät omaa tärkeää työtään valmistaessaan perälaatikon osia, mutta paras kyky arvioida tuotemalliin etuja on perälaatikkoasentajilla sekä laatuhenkilöillä. Perälaatikkoasentajien kohdalla tämä johtuu siitä, että monessa tapauksessa virheellinen tuote päättyy kokoonpanovaiheeseen asti ilman, että esimerkiksi koneistaja tai hioja olisivat huomanneet virhettä omissa työvaiheissaan. Sen sijaan kokoonpanija huomaa yhdessä laatuhenkilön kanssa heti, jos tarvittava osa ei sovellu kokoonpantavaksi perälaatikkoon. Perälaatikkotuotannon kyselytulosten luotettavuutta arvioitaessa on hyvä huomata, että suurin yksittäinen ryhmä, joka kyselyyn vastasi oli perälaatikkoasentajat, jotka edustivat 63 % prosenttia kyselyyn vastaajista. Perälaatikkoverstaalla työskentelee kolme kappaletta laatuhenkilöitä, joista kaikki vastasivat tuotemallin etuja arvioivaan kyselytutkimukseen. Kun huomioidaan perälaatikkoasentajien ja laatuhenkilöiden vastausaktiivisuus, niin voidaan todeta, että tältä osin kyselyn tuloksia voidaan pitää luotettavina.

Perälaatikkotuotannon kyselyn tuloksia analysoimalla voidaan todeta, että kyselyyn vastanneiden mukaan tuotemalliin perustuvalla suunnittelumallilla saavutetaan etuja. Kyselytulosten mukaan tuotemalli on helpottanut ja selkeyttänyt OFF-tyyppisten perälaatikoiden tuotantoa viime vuosina. Kyselyn mukaan tuotemallilla on laatua parantava vaikutus, jonka yhtenä syynä on tuotemallipohjaisten valmistusdokumenttien virheettömyys, jos niitä verrataan kopioperiaatteella tehtyihin valmistusdokumentteihin. Tuotemallin valmistelun kannalta on hyvä tiedostaa, että valtaosa perälaatikkotuotannon kyselyyn vastanneista toivoo, että tuotemalli tehtäisiin myös OFGap-perälaatikoille. Tältä osin voidaan ennakoida, että tuotemalli ei tule synnyttämään perälaatikkotuotannon henkilöstössä muutosvastarintaa, jos sitä aletaan OFGap-perälaatikkotyypille teemmään.

12 Tuotemallin etujen määrittely perälaatikkosuunnittelun kannalta

Perälaatikkosuunnittelun henkilöstölle laaditulla kyselyllä haluttiin selvittää suunnitteluosaston näkemyksiä tuotemallin hyötyihin ja haasteisiin liittyen. Myös tämän kyselyn kohdalla kyselylomakkeen laatimishetkellä päätavoite oli luoda kyselylomake, joka olisi mahdollisimman selkeä ja helpolukuinen. Edellä mainittujen syihin perustuen myös perälaatikkosuunnittelijoille suunnattu kysely perustui strukturoituihin kysymyksiin. Liitteenä 2. on perälaatikkosuunnittelijoille suunnattu kyselylomakepohja.

12.1 Kyselyn sisältö

Samaan tapaan kuin perälaatikkotuotannon kyselyssä myös perälaatikkosuunnittelulle laadittu kyselytutkimus sisältää kolme kokonaisuutta, joita ovat kaksi kyselyyn valmistelevaa kysymystä, kuusi strukturoitua asiakysymystä sekä kyselyn lopussa oleva avoin kysymys. Kyselyn kahdella kyselyyn valmistelevalla kysymyksellä selvitetään vastaajan työnkuva ja työkokemusvuodet perälaatikkosuunnittelussa (liite 2).

Strukturoitujen asiakysymysten vastausvaihtoehdot ovat kaikissa kuudessa kysymyksessä samat; täysin samaa mieltä, osittain samaa mieltä, en osaa sanoa, osittain eri mieltä ja täysin eri mieltä. Asiakysymykset ovat perälaatikkosuunnittelun kyselyssä seuraavat:

- Tuotemalli on helpottanut ja selkeyttänyt OFF-tyyppisten perälaatikoiden suunnittelutyötä viime vuosina
- Olen osallistunut OFGap-perälaatikoiden suunnitteluun viimeisen 2-vuoden aikana
- Tuotemallin puuttuminen on hidastanut OFGap-tyyppisten perälaatikoiden suunnittelutyötä
- OFG-tuotemallin puuttuminen lisää riskiä valmistusdokumenteissa ilmeneviin virheisiin/puutteisiin
- Uskon että jo käytössä olevilla resursseilla voidaan luoda tuotemalli myös OFGap-perälaatikoille
- Toivon että tuotemalli tehtäisiin myös OFGap-perälaatikoille.

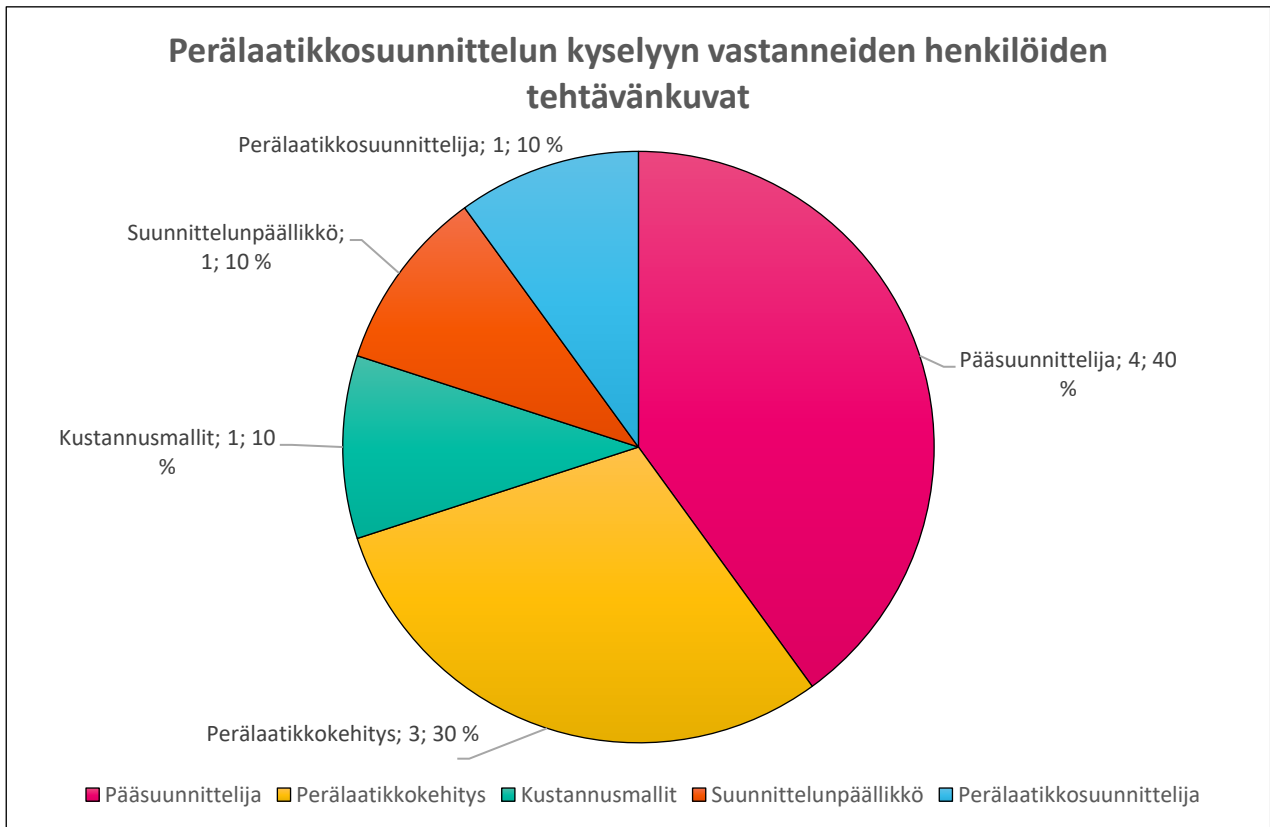
Kyselyn lopussa vapaamuotoisessa kysymyksessä vastaajalta pyydetään vapaamuotoisena kommentteja ja lisätietoja kyselyn aiheeseen liittyen.

12.2 Kyselyn toteutus ja taustat

Perälaatikkosuunnittelijoiden kyselytutkimus suoritettiin 2.10- 5.10.2023 välisenä aikana, jolloin kyselyyn vastasi 10 perälaatikkosuunnittelun työntekijää. Kysely eteni niin, että opinnäytetyön tekijä kävi vierailulla 2.10.2023 perälaatikkosuunnittelun viikkopalaverissa kertomassa tutkimuksen taustoista ja tavoitteista. Kyselyn pohjustuksen tukimateriaalina työn tekijä käytti liitteen 3. saatekirjettä, jossa käsitellään tutkimustyön tavoitteita ja käytännön toteutusta. Saatekirjeen läpikäynnin jälkeen kyselyyn vastaajille jaettiin kyselykaavakkeet, joihin jokainen suunnitteluosaston työntekijä sai vastata nimettömästi silloin kun hänelle se parhaiten sopi. Aikaa kyselyyn vastaamiseen annettiin 5.10.23 asti, jonka jälkeen kyselylomakkeet noudettiin perälaatikkosuunnittelusta opinnäytetyöntekijän toimesta.

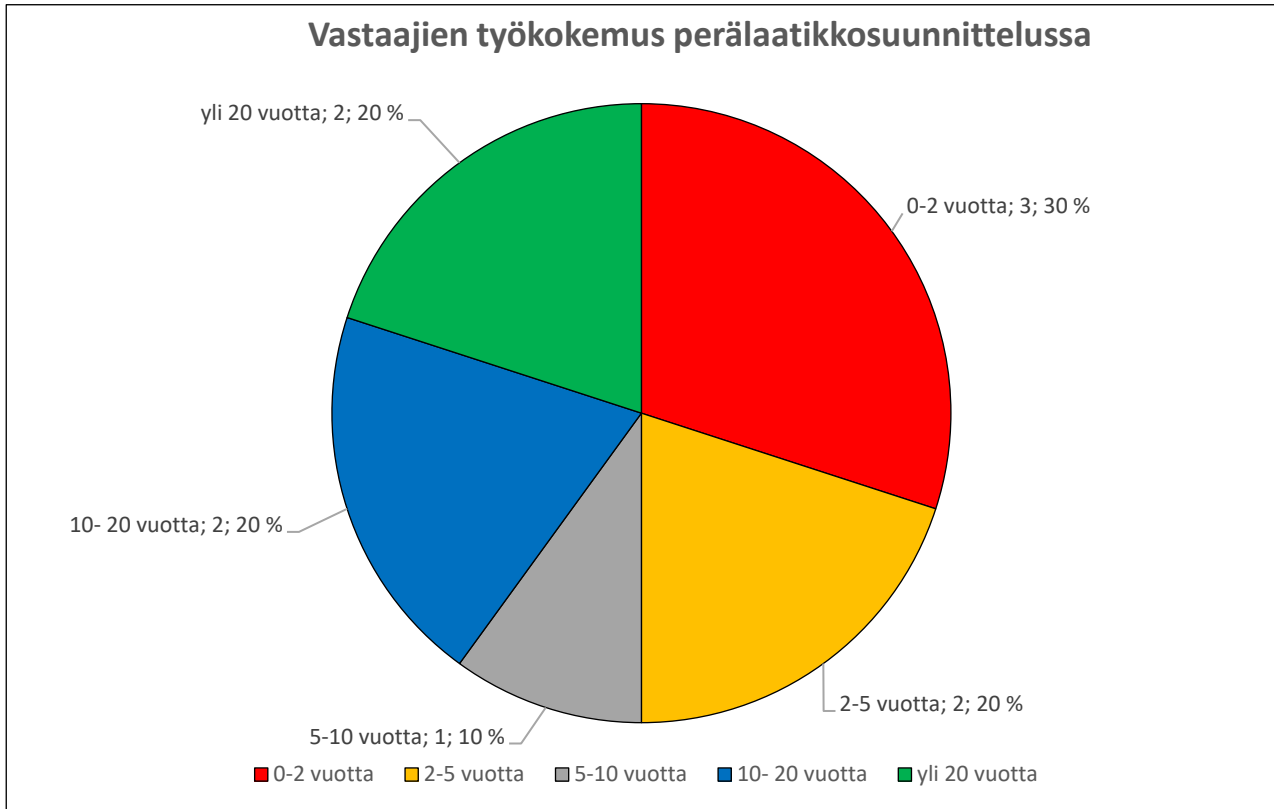
Toisin kuin perälaatikkovalmistukselle tehdyn kyselyn yhteydessä opinnäytetyön tekijä ei ollut läsnä siinä vaiheessa, kun yksittäinen vastaaja kirjasi vastauksiaan lomakkeelle. Tämä siksi että perälaatikkosuunnittelun työntekijöillä lähtötiedot tuotemalliin liittyen ovat hyvällä tasolla ja voidaan olettaa, että henkilöstöllä on jo ennestään riittävä tietotaito tunnistaa tuotemalliin liittyviä etuja ja haasteita ilman että kyselyn tekijää tarvittiin antamaan lisätietoja kysymysten sisältöihin liittyen.

Suurin yksittäinen ryhmä, joka kyselyyn vastasi oli pääsuunnittelijat. Toiseksi suurin edustus vastaajien lukumäärällä mitattuna olivat perälaatikkokehittäjät. Kyselyyn vastauksensa jättivät myös suunnittelupäällikkö, perälaatikkosuunnittelija sekä kustannusmalleista vastaava henkilö. Kaikki kyselyyn vastanneet henkilöt olivat Valmetin omia työntekijöitä. Kyselytutkimuksen vastaukset käsiteltiin Microsoftin Excel- taulukkolaskentaohjelmalla, jolla tehtiin myös kyselyiden vastauksia kuvaavat kuviot. Tarkempi tehtäväkuvajakauma perälaatikkosuunnittelun kyselyyn vastanneistakäytilmi kuviossa 16.



Kuvio 16. Perälaatikkosuunnittelun kyselyyn vastanneiden henkilöiden tehtäväkuvat.

Perälaatikkosuunnittelun kyselyyn vastanneiden työkokemus on monipuolista. Kyselyyn osallistui henkilöitä kaikista kokemusryhmistä. 30 % vastanneista on työskennellyt perälaatikkosuunnittelussa 0–2 vuotta. Tämä saattaa heikentää kyselyn luotettavuutta, sillä tämä joukko vastaajista ei ole työskennellyt aikana, jolloin tuotemallia ei vielä oltu tehty OFF-perälaatikkotyypille. He eivät siis välttämättä osaa arvioida tuotemallin hyötyjä luotettavasti, koska heille ei kokemusperäistä tietoa ajasta ennen tuotemallia. Tarkempi erittely perälaatikkosuunnittelun kyselyyn vastanneiden työkokemusvuosista ilmenee kuviosta 17.



Kuvio 17. Perälaatikkoverstaan tuotannon kyselyyn vastanneiden henkilöiden työkokemusvuosien jakautuminen.

Kysymys 1. Tuotemalli on helpottanut ja selkeyttänyt OFF-tyyppisten perälaatikoiden suunnittelutyötä viime vuosina

Perälaatikkosuunnittelulle suunnatun kyselyn ensimmäisessä asiakysymyksessä selvitetään, sitä onko tuotemalli helpottanut ja selkeyttänyt OFF-tyyppisten tasoviiraperälaatikoiden suunnittelutyötä viime vuosina. Tuotemallin yksi tärkeimmistä tavoitteista on helpottaa ja sujuvoittaa perälaatikkosuunnittelun työtä, mikä tekee kysymyksestä erittäin tärkeän. On resurssimielessä resurssien tuhlausta, jos suurta panostusta vaativalla tuotemallilla ei saavuteta perälaatikkosuunnittelussa mainittavia etuja työn sujuvuutta ajatellen. Tämän kysymyksen tavoitteena on saada vastaus siihen, kuinka selkeästi tuotemalli on helpottanut ja selkeyttänyt perälaatikkosuunnittelussa työskentelevien työntekijöiden työtä viime vuosina heidän itsensä mielestä.

Kysymys 2. Olen osallistunut OFGap- perälaatikoiden suunnitteluun viimeisen 2-vuoden aikana

Samaan tapaan kuin perälaatikotuoannon kyselyssä, myös perälaatikkosuunnittelun kyselyn toinen asiakysymys selvittää kyselyyn vastaajien kokemuspohjaa OFGap-perälaatikoiden parissa työskentelystä. Kysymyksen taustalla on antaa luotettavuuspohjaa kyselylle. Ongelmalliseksi muodostuisi tilanne, jossa kyselyyn vastaajista valtaosa vastaisi, ettei heillä ole kokemusta OFGap-perälaatikoiden suunnittelun parista, jolloin se laskisi tutkimuksen luotettavuutta. Ilman kokemusta tuotemalliin liittyvä luotettava arviointi on hankalaa, mikä myös puolestaan laskisi tutkimustulosten luotettavuutta.

Kysymys 3. Tuotemallin puuttuminen on hidastanut OFGap-tyyppisten perälaatikoiden suunnittelutyötä

Kolmas kysymys selvittää tuotemallin vaikutusta perälaatikkosuunnittelun ajankäyttöön liittyen. Kysymyksen tavoitteena on selvittää perälaatikkosuunnittelun työntekijöiltä sitä, onko tuotemallin puuttuminen hidastanut heidän suunnittelutyötään. Tuotemallin etujen määrittelyn kannalta kysymyksellä on suuri rooli, sillä tuotemallin luonti on työlästä ja aikaa vievää. Valmiin tuotemallin päätarkoitus on helpottaa ja nopeuttaa myös perälaatikkosuunnittelijoiden työskentelyä, mutta jos vaikutukset jäävät vähäisiksi tai pahimmillaan päinvastaisiksi on ponnistelut tuotemallin kehittämisen parissa tältä osin turhia.

Kysymys 4. Tuotemallin puuttuminen lisää riskiä valmistusdokumenteissa ilmeneviin virheisiin/puutteisiin

Neljännän kysymyksen tavoitteena on selvittää tuotemallin puuttumisen suhdetta valmistusdokumenteihin ilmeneviin virheisiin ja puutteisiin. Virheettömät valmistusdokumentit ovat perälaatikoiden valmistettavuuden vuoksi tärkeitä. Dokumenteissa ilmenevät puutteen ja virheet voivat aiheuttaa suurta lisätyötä ja hukkaa silloin kun virheellisten dokumenttien takia syntyneitä virheitä korjataan osavalmistuksessa tai kokoonpanossa.

Kysymys 5. Uskon että jo käytössä olevilla resursseilla voidaan luoda tuotemalli myös OFGap-perälaatikolle

Viides kysymys selvittää tuotemallin resurssitarpeita ja sitä onko nykyisillä resursseilla mahdollista luoda tuotemalli OFGap-perälaatikolle. Resursseilla tässä asiayhteydessä tarkoitetaan henkilöresursseja, koska tuotemallin luontiin vaadittavat työkalut ja osaaminen suunnittelutyöhön ovat jo olemassa nykyiselläänkin. On tiedossa, että tuotemallin luonti on työläs ja aikaa vielä prosessi. Kysymyksen on tarkoitus selvittää, onko tuotemallin luominen realistista jo käytössä olevilla resursseilla vai onko syytä varata lisäresursseja tuotemallin valmistelua ja laatimista varten siinä vaiheessa, jos tuotemallia päätetään lähteä tekemään myös OFGap-perälaatikotyypille.

Kysymys 6. Toivon että tuotemalli tehtäisiin myös OFGap-perälaatikoille

Kuudes asiakysymys selvittää perälaatikkosuunnittelijoiden yleistä mielipidettä tuotemallia kohtaan. Kysymys selvittää sitä haluavatko perälaatikkosuunnittelun työntekijät, että tuotemalli tehtäisiin myös OFGap-perälaatikoille. Kysymyksen tavoitteena on selvittää perälaatikkosuunnittelijoiden suhtautumista tuotemallia kohtaan. Tuotemallin valmistelu ja tekeminen on työlästä, jolloin myös tuotemallista vastaavien perälaatikkosuunnittelijoiden motivaatiolla ja asenteella on merkitystä siihen, miten tuotemallin toteutus onnistuu. Jos kysymyksen vastaus paljastaa, että tuotemallia ei haluta, tekee se asian toteutuksesta mutkikkaampaa, jos verrataan sitä tilanteeseen, jossa tuotemallin olemassaoloa kohtaan on toiveita ja halukkuutta.

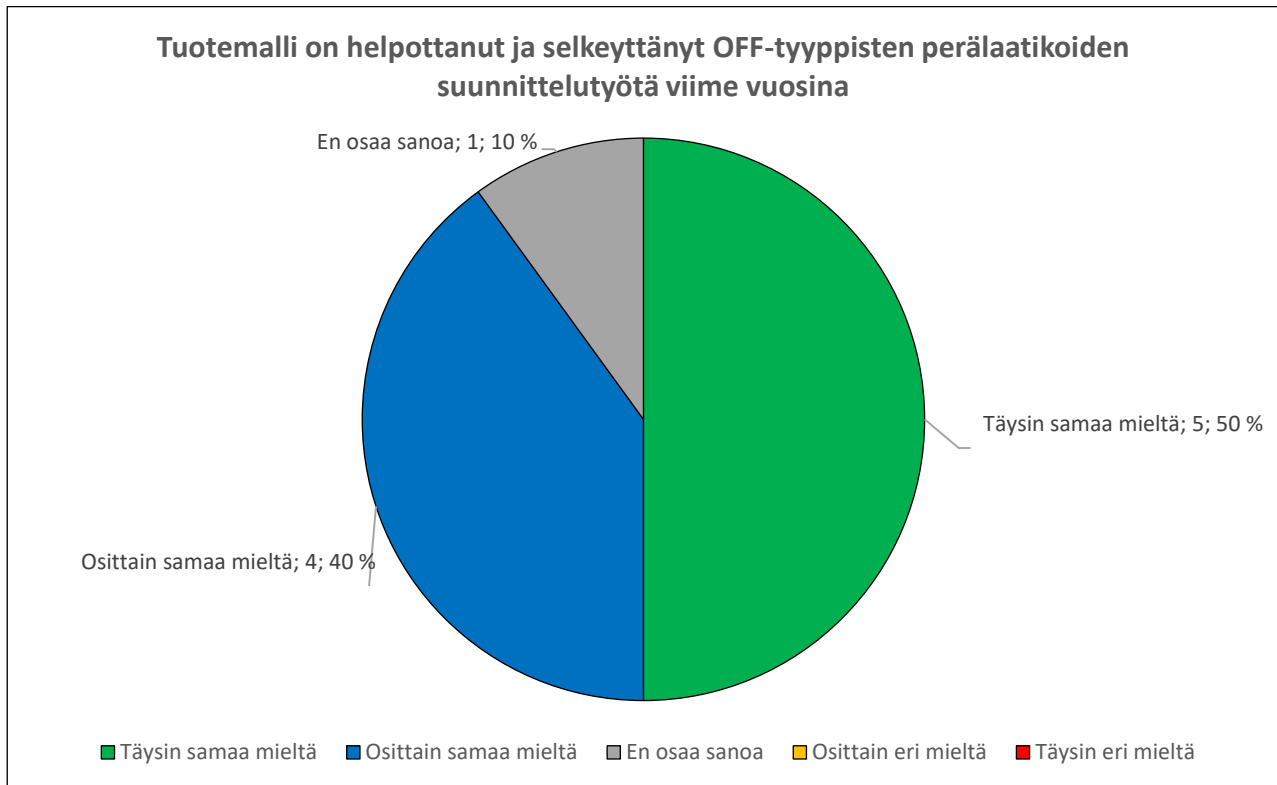
13 Perälaatikkosuunnittelun kyselytutkimuksen tulokset

Samaan tapaan kuin perälaatikkotuotannolle suunnatun kyselyn kohdalla myös perälaatikkosuunnittelijoille suunnatun kyselyn vastauksia tarkastellaan Excel-taulukkolaskentaohjelmalla laadittujen taulukoiden avulla. Tässäkin tapauksessa kuvaajien tavoitteena on selventää kyselyn tuloksia visuaalisesti, jolloin tutkimustulosten luku helpottuu. Visuaalisten kuvaajien lisäksi kyselyn tuloksia tarkastellaan myös kirjallisesti. Yksi tärkeimmistä asioista tulosten läpikäynnin yhteydessä on pohdita vastausten jakaantumista ja sitä mihin vastaustulokset pohjautuvat.

Kysymys 1. Vastausjakauma - Tuotemalli on helpottanut ja selkeyttänyt OFF-tyyppisten perälaatikoiden suunnittelutyötä viime vuosina

Ensimmäisen kysymyksen vastauksia analysoimalla voidaan todeta perälaatikkosuunnittelun työntekijöiden olevan sitä mieltä, että tuotemalli on helpottanut ja selkeyttänyt OFF-tyyppisten tasoviira-perälaatikoiden suunnittelutyötä viime vuosina. Puolet kyselyyn vastanneista on täysin samaa mieltä siitä, että tuotemalli on helpottanut ja selkeyttänyt tekemistä ja 40 % vastaajista on osittain samaa mieltä kysymyksen yhteydessä esitetyn väittämän kanssa. Kysymyksen vastausjakaumaa analysoidessa on hyvä tiedostaa, että perälaatikkosuunnittelussa on työskennelty viime vuosina

korkeassa työkuormassa, jolloin tuotemallilla saavutettu selkeys ja helppous OFF-tyyppisten perälaatikoiden kohdalla on tehostanut suunnitteluosaston työskentelyä merkittävästi. 1. kysymyksen vastausjakauma ilmenee kuviosta 18.

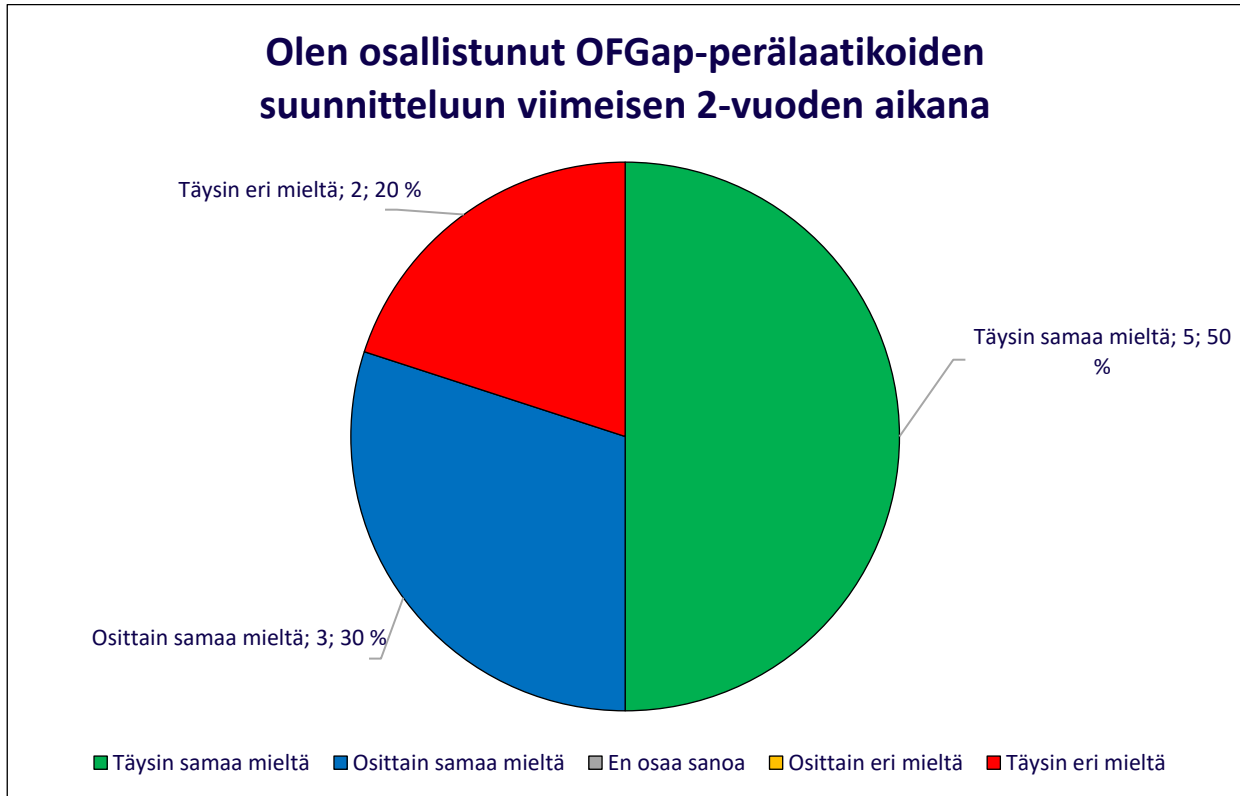


Kuvio 18. Tuotemalli on helpottanut ja selkeyttänyt ja OFF-tyyppisten perälaatikoiden suunnittelutyötä viime vuosina kysymyksen vastausjakauma.

Kysymys 2. Vastausjakauma - Olen osallistunut OFGap-perälaatikoiden suunnitteluun viimeisen 2-vuoden aikana

Perälaatikkosuunnitteluosaston työntekijöiden antamia vastauksia tutkimalla voidaan päätellä, että valtaosalla kyselyyn vastanneista on kertynyt hyvä käytännön kokemus OFGap-perälaatikoiden suunnittelutyöstä. 80 % kyselyyn vastaajista on tehnyt viimeisen kahden vuoden aikana suunnittelutyötä OFGap-perälaatikoiden parissa ja vastaajista 50 % on täysin samaa mieltä esitetyn väittämän kanssa ja 30 % osittain samaa mieltä. Vastausten perusteella voidaan todeta, että kyse-

lyn tulokset ovat luotettavia, sillä valtaosalla on kykyä tunnistaa ja arvioida tuotemallin ominaisuuksiin liittyviä asioita omiin kokemuksiin perustuen OFGap-perälaatikoiden suunnittelutyötä tehdessään. 2. Kysymyksen vastausjakauma ilmenee kuviosta 19.

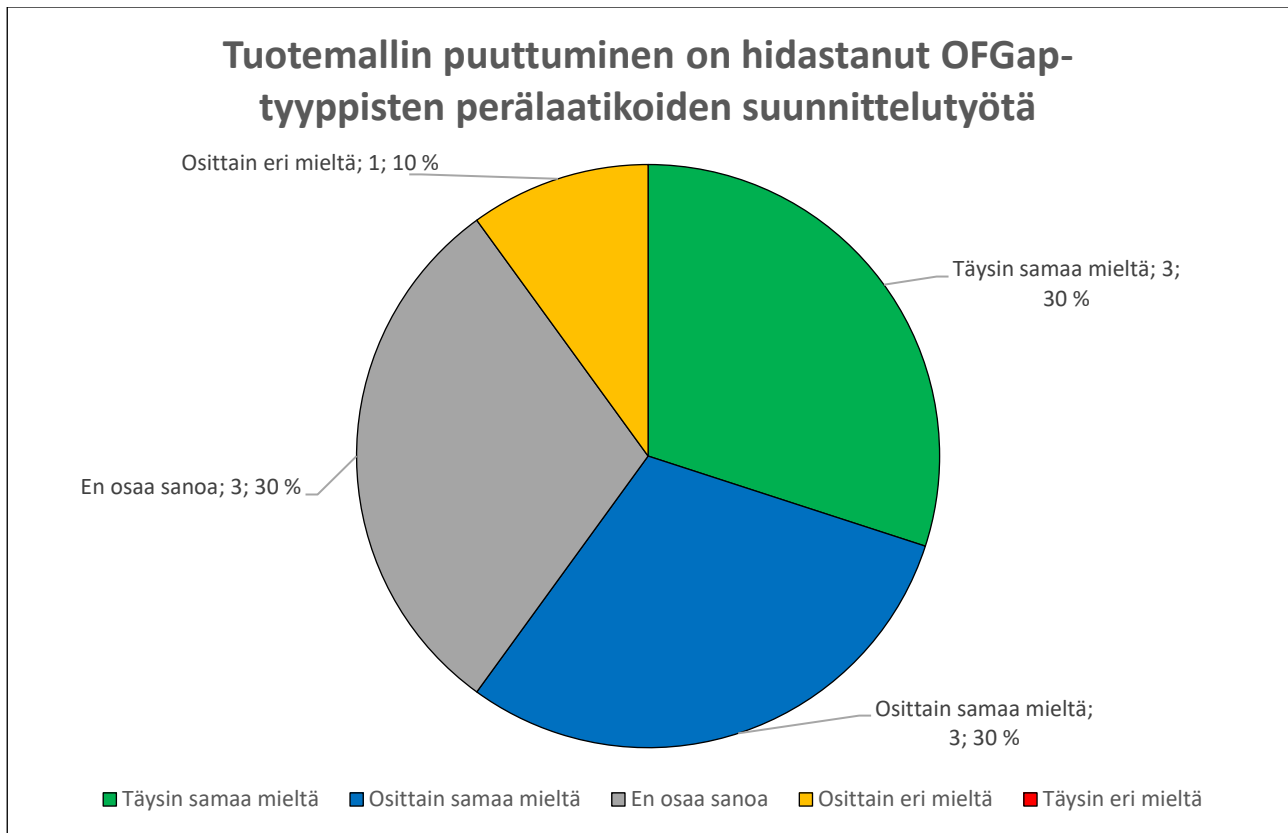


Kuvio 19. Olen osallistunut OFGap-perälaatikoiden suunnitteluun viimeisen 2-vuoden aikana kysymyksen vastausjakauma

Kysymys 3. Vastausjakauma - Tuotemallin puuttuminen on hidastanut OFGap-tyyppisten perälaatikoiden suunnittelutyötä

Kolmannen asiakysymyksen vastausjakaumaa tutkimalla voidaan todeta, että enemmistö suunnitteluosaston työntekijöistä kokee, että tuotemallin puuttuminen on hidastanut OFGap-perälaatikoiden suunnittelutyötä. Tarkemmin analysoituna 30 % vastaajista on täysin samaa mieltä kyselyssä esitetyn väittämän kanssa ja 30 % on osittain samaa mieltä. Täysin yksimielinen ei vastausjakauma ole, sillä yksi vastaaja on osittain eri mieltä väittämässä esitetyn väittämän suhteen. Vastaustulokset kertovat siitä, että suunnittelutyön joutuisuutta voitaisiin tehostaa OFG-perälaatikoiden osalta tuotemalliin perustuvalla suunnittelufilosofialla, jolloin suunnitteluosaston henkilöstöresursseja

voitaisiin ohjata tekemään muita kehitystehtäviä. 3. Kysymyksen vastausjakauma ilmenee kuviosta 20.

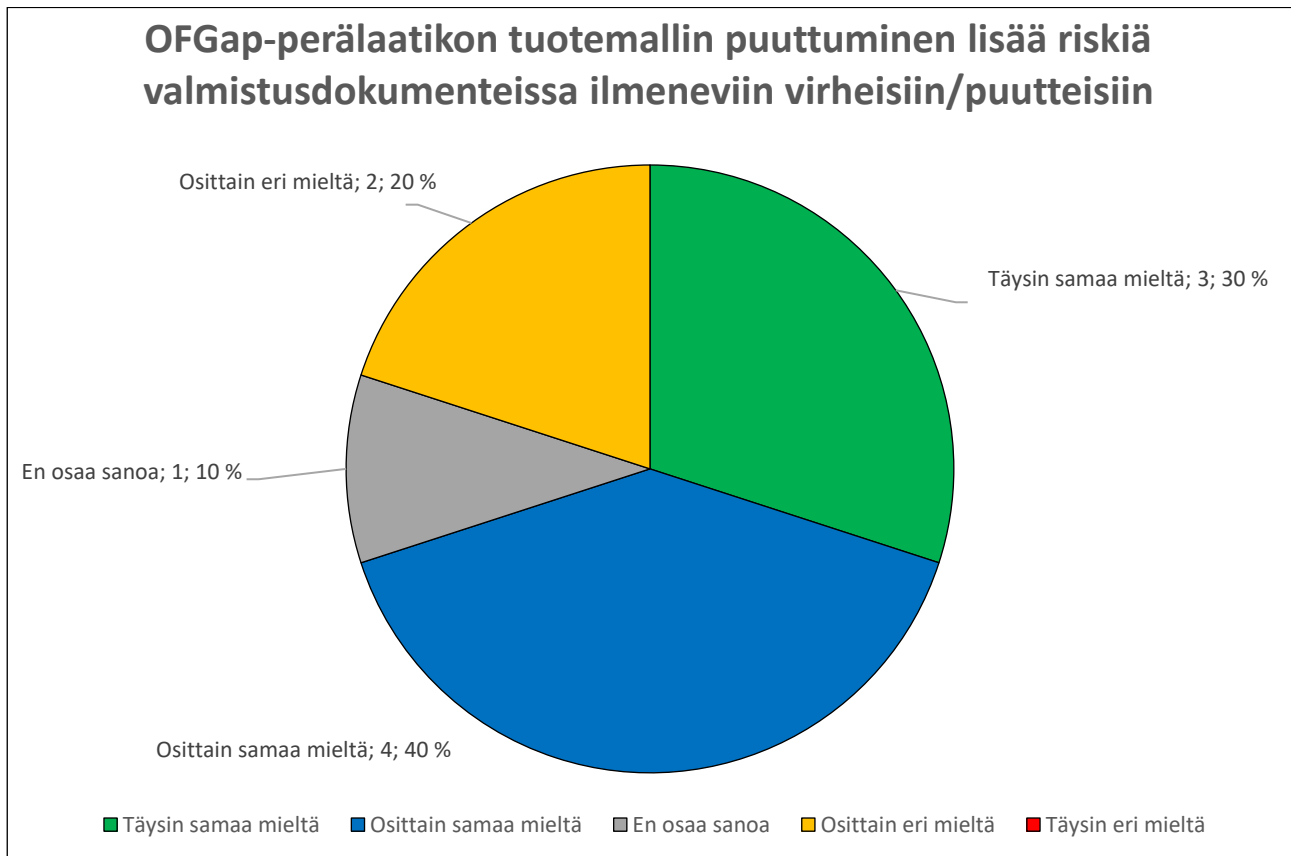


Kuvio 20. Tuotemallin puuttuminen on hidastanut OFGap-tyyppisten perälaatikoiden suunnittelutyötä kysymyksen vastausjakauma

Kysymys 4. Vastausjakauma - Tuotemallin puuttuminen lisää riskiä valmistusdokumenteissa ilmeneviin virheisiin/puutteisiin

Neljännän asiakysymyksen vastauksia tutkimalla voidaan päätellä, että OFGap-perälaatikon tuotemallin puuttuminen kasvattaa perälaatikkosuunnittelun työntekijöiden mielestä riskiä valmistusdokumenteissa ilmenevien virheiden syntyyn. Kyselyyn vastanneista 30 % on kysymyksen yhteydessä esitetyn väittämän kanssa täysin samaa mieltä ja osittain samaa mieltä on 40 % kyselyyn vastanneista. Tämänkin kysymyksen kohdalla vastausjakauma ei ole yksimielinen, sillä 20 % vastaajista on osittain eri mieltä kysymyksessä esitetyn väittämän kanssa. Vastausjakauman perusteella voidaan todeta, että tuotemallin puuttuminen lisää suunnittelutyössä syntyvien virheiden

riskiä, mikä on huono asia perälaatikkovalmistuksen kannalta, jossa työtä tehdään suunnitteluosastolla tehtyjen valmistusdokumenttien pohjalta. Lähtökohta niin suunnittelussa kuin myös valmistuksessa on tehdä virheetöntä ja tuottavaa työtä, koska virheet dokumenteissa voivat pahimmillaan johtaa siihen, että virhe saattaa päästä asiakkaalle asti, jolloin koko Valmetin maine laadukkaiden perälaatikoiden valmistajana voi heiketä. 4. Kysymyksen vastausjakauma ilmenee kuviossa 21.

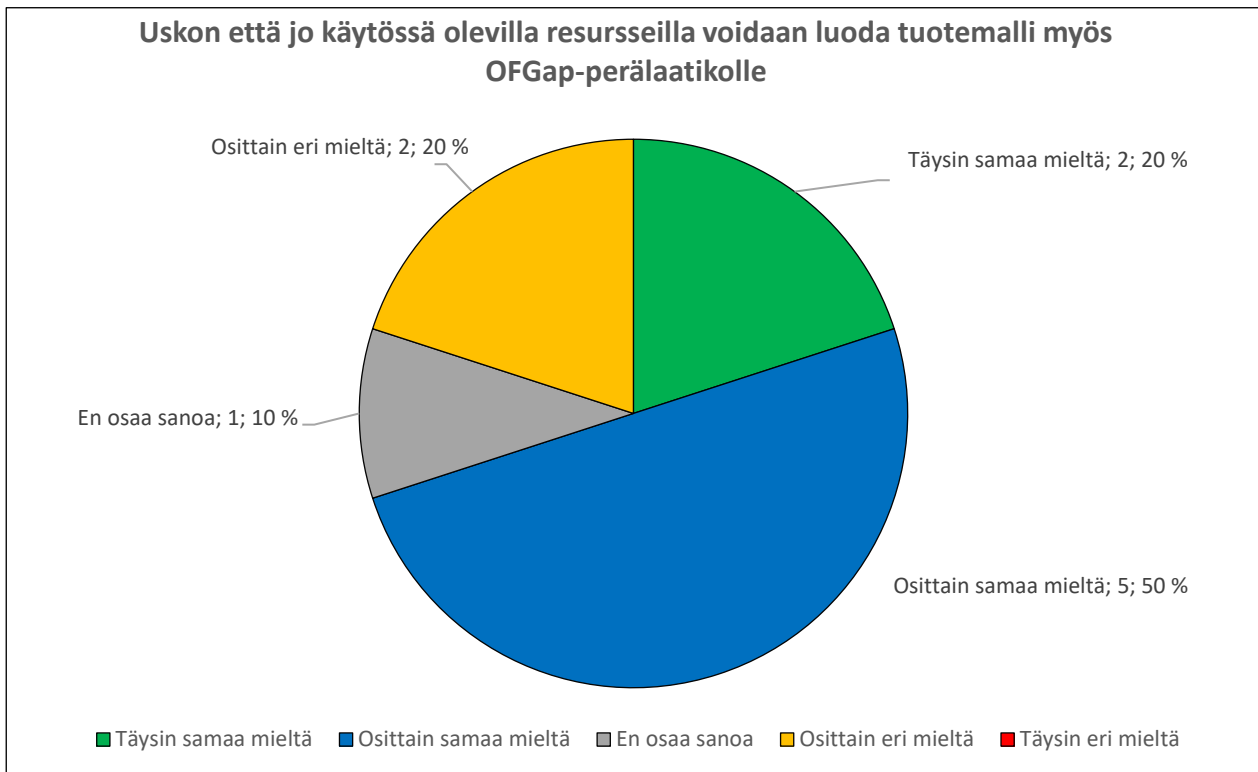


Kuvio 21. OFGap- perälaatikon tuotemallin puuttuminen lisää riskiä valmistusdokumenteissa ilmeneviin virheisiin/ puutteisiin kysymyksen vastausjakauma.

Kysymys 5. Vastausjakauma - Uskon että jo käytössä olevilla resursseilla voidaan luoda tuotemalli myös OFGap-perälaatikolle

Viidennen asiakysymyksen vastausjakaumasta voidaan päätellä, että perälaatikkosuunnittelijoilla on tuotemallin luomiseen myös OFGap-perälaatikoille riittävästi resursseja tarjolla, jolloin lisäresursseja ei tarvita vaan uusi tuotemalli voitaisiin toteuttaa olemassa olevilla resursseilla. Vastausprosentteja tarkastelemalla huomataan että 20 % vastaajista uskoo täysin, että käytettävät resurssit ovat riittäviä tuotemallin luontiin ja 50 % vastaajista on osittain samaa mieltä kysymyksessä esitetyn väittämän kanssa. Kaikki eivät kuitenkaan täysin usko, että jo käytössä olevat resurssit ovat riittäviä tuotemallin luontiin myös OFGap-perälaatikolle, sillä 20 % kyselyyn vastanneista on osittain eri mieltä kysymyksen yhteydessä esitetyn väittämän kanssa.

Vastausjakauma on Valmetin näkökulmasta tarkasteltuna hyvä, koska ennakkoon työlääksi arvelun tuotemallin luonti voisi onnistua kyselyn mukaan jo käytössä olevilla resursseilla ilman lisäresurssien hankkimista. Vastausten luotettavuutta arvioitaessa on hyvä tiedostaa, että perälaatikkosuunnittelun työntekijöillä on paras tietotaito antaa vastauksia kyseiseen kysymykseen liittyen, koska tuotemallin luonti ja ylläpito on tähänkin asti ollut heidän vastuullaan OFF-perälaatikoiden tapauksessa. Kysymyksen vastausjakaumaa tutkittaessa on otettava huomioon tilauskannan vaihtelusta johtuvat kuormitustason vaihtelut perälaatikkosuunnittelussa. Jos kyselyn ajankohta olisi sijoittunut vuoteen 2022 olisi se epäilemättä näkynyt vastausjakaumassa, muuttaen sitä nyt saatuun tulokseen verrattuna. 5. kysymyksen vastausjakauma käy ilmi kuviosta 22.

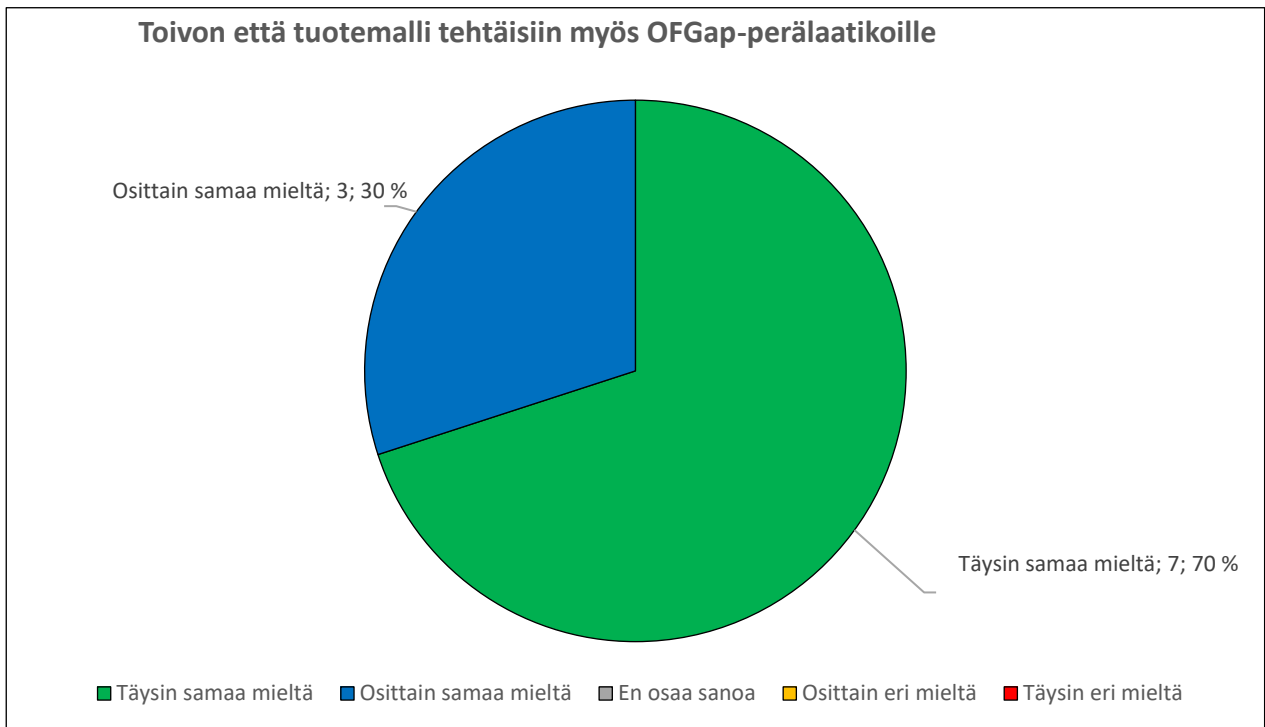


Kuvio 22. Uskon että jo käytössä olevilla resursseilla voidaan luoda tuotemalli myös OFGap-perälaatikolle kysymyksen vastausjakauma.

Kysymys 6. Vastausjakauma - Toivon että tuotemalli tehtäisiin myös OFGap-perälaatikoille

Kuudennen asiakysymyksen vastausjakaumaa tarkasteltaessa voidaan todeta, että perälaatikkosuunnittelun työntekijät toivovat, että tuotemalli tehtäisiin myös OFGap-perälaatikoille. Selvä enemmistö eli 70 % vastaajista on kysymyksen yhteydessä esitetyn väittämän kanssa täysin samaa mieltä ja 30 % vastaajista on osittain samaa mieltä väittämän kanssa.

On tiedossa, että tuotemallin tekeminen ja ylläpito on työlästä, mutta tämä ei näytä kyselyn mukaan vaikuttavan negatiivisesti perälaatikkosuunnittelijoiden asenteisiin tarkastelun kohteena olevaa asiaa kohtaan. Voidaan todeta, että asenne tuotemallia kohtaan on perälaatikkosuunnittelijoiden keskuudessa positiivinen. Tämä positiivisuus helpottaa osaltaan tuotemallin luontityötä ja motivoi työntekijöitä tekemään ja toimimaan tuotemallin parissa myös tulevaisuudessa. 6. kysymyksen vastausjakauma ilmenee kuviossa 23.



Kuvio 23. Toivon että tuotemalli tehtäisiin myös OFGap-perälaatikoille kysymyksen vastausjakauma.

Perälaatikkosuunnittelulle suunnatun kyselyn avoimen kysymyksen vastaukset

Myös perälaatikkosuunnittelijoiden kyselytutkimukseen sisältyi kyselyn lopussa ollut avoin kysymys kyselyn aihepiiriin liittyen. Avoimen kysymyksen tavoitteena oli kerätä strukturoitujen asiakysymysten lisäksi tietopohjaa perälaatikoiden tuotemallin toimivuuteen liittyen. Avoimeen kysymykseen vastauksia jätti 40 % vastaajista. Alla kaikki avoimen kysymyksen vastaukset:

- "OFGap-perälaatikoiden suunnittelua olen tehnyt vain pre-engineering tasolla." Pääsuunnittelija, työkokemusta perälaatikkosuunnittelusta 0–2 vuotta.
- "Kyllä tuotemalli OFGap-mallistakin selkeyttäisi muutoksia, päivityksiä ja niiden ylläpitoa mitä tulee projektien välillä. Myös rakenne OFGap- laatikolla olisi tuotemallin kautta yksiselitteisempi. Nyt on monenlaisia erilaisia ratkaisuja." Pääsuunnittelija, työkokemusta perälaatikkosuunnittelusta 2–5 vuotta.

- ”OFG-mallit ovat usein olleet ympäristöltään haasteellisia uusintoja, jolloin tuotemallista ei ehkä niin suurta hyötyä kuin OFF- malleissa. Tuotemalli ohjaisi OFGap-malleissakin suunnittelua oikeisiin ja virheettömiin ratkaisuihin. ”Kustomoija/estimoija, työkokemusta yli 20-vuotta.
- ”OFF-tuotemalli on varmasti selkeyttänyt ko. laatikoiden suunnittelua, mutta malli on ”hienan” hankala käyttää, jos jotain ongelmia tulee.
OFGap- laatikoissa on paljon pieniä eroja, jotka voitaisiin yhdistää ja helpottaa samalla suunnittelua.” Päällikkö, työkokemusta perälaatikkosuunnittelusta 10–20 vuotta.

Avoimia vastauksia analysoitaessa voidaan todeta, että ne tukevat hyvin jo tässä vaiheessa tietoon tulleita strukturoitujen kysymysten vastauksia eikä niistä nouse esiin yllätyksiä. Vastausten perusteella tuotemalli selkeyttää ja helpottaa suunnittelijoiden työtä, mutta jos suunnitteluprosessin aikana ilmenee ongelmia voi malli olla hankala käyttää eikä se tue ongelmanratkaisua. Avoimen kysymyksen vastauksissa toistuu positiivinen viesti tuotemallia kohtaan.

Perälaatikkosuunnittelulle suunnatun kyselyn luotettavuuden arviointi ja tulosten yhteenveto

Perälaatikkosuunnittelulle suunnattuun kyselyyn vastauksensa jätti 10 suunnitteluosastolla työskentelevää henkilöä. Perälaatikkosuunnittelun työntekijöiden kokonaismäärä on huomattavasti pienempi, kun sitä verrataan tuotannossa työskentelevien henkilöiden määrään. Työkokemusvuosia tutkimalla voidaan todeta, että perälaatikkosuunnittelun kyselyyn vastasi henkilöitä monenlaisilla kokemustiedoilla. Luotettavuuden kannalta tarkasteltuna ei ole hyvä että 40 % kyselyyn vastanneista on työskennellyt perälaatikkosuunnittelussa 0–2- vuotta. Tämä 40 % joukko ei ole nähnyt tai kokenut perälaatikkosuunnittelussa aikakautta, jolloin tuotemallia ei vielä ollut. He eivät siis osaa arvioida omaan kokemukseensa perustuen tuotemallin etuja niin hyvin kuin kokeneemat työntekijät, jotka voivat peilata kokemuksiaan aikaan ennen tuotemallia.

Toteutustavaltaan perälaatikkosuunnittelijoille osoitettu kysely vaati enemmän itseohjautuvuutta. Kyselyn alustus pidettiin suunnittelijoiden viikkopalaverin yhteydessä, jossa opinnäytetyön tekijä taustoitti tutkimusta, menetelmiä ja tavoitteita. Tässä yhteydessä perälaatikkosuunnittelun työntekijöille jaettiin kyselykaavakkeet, sekä tutkimusta koskeva saatekirje. Perälaatikkosuunnittelun

työntekijöillä oletettiin olevat jo riittävät lähtötiedot tuotemallipohjaisesta ajattelusta, joten jokainen kyselyyn vastannut vastasi kyselyyn itsenäisesti ilman että opinnäytetyön tekijä olisi ollut antamassa aiheeseen liittyen lisätietoja.

Yllä olevia taulukoita 18–24 analysoimalla voidaan päätellä, että tuotemallilla on positiivinen vaikutus myös perälaatikkosuunnitteluun. Valtaosa eli 90 % vastaajista kokee, että tuotemalli, joka OFF-perälaatikoille on luotu helpottaa ja selkeyttää suunnittelutyötä. Tuotemallin puuttumisella OFGap-perälaatikkotyypiltä on suunnittelijoiden mielestä selkeä yhteys valmistusdokumenteissa ilmeneviin virheisiin kasvattaen virhemääriä. Tuotemallin puuttuminen vaikuttaa myös suunnittelutyön joutuisuuteen hidastaen OFGap-perälaatikoiden suunnittelutyötä.

Valtaosa eli 70 % kyselyyn vastaajista on sitä mieltä, että uuden tuotemallin luonti onnistuu jo olemassa olevilla resursseilla. Valmetin kannalta vastausjakauma on suotuisa, koska se kertoo, sen että perälaatikkosuunnittelussa uskotaan omaan tekemiseen ja osaamiseen sikäli, ettei uutta työvoimaa tarvitse työntekijöiden mielestä palkata OFGap-perälaatikkotyypin tuotemallin tekoon, jos sellaista päätetään alkaa tekemään. Kun tähän asiayhteyteen lisätään vielä tieto siitä että 70 % kyselyyn vastanneista toivoo, että tuotemalli tehtäisiin myös OFGap-perälaatikolle, on se hyvä lähtökohta siinä vaiheessa, jos päätös tuotemallin luonnista tehdään.

14 Kyselytutkimusten yhteenveto

Tutkimustuloksia analysoimalla voidaan todeta, että perälaatikkoverstaalla työskentelevät henkilöt tunnistavat tuotemallin mukanaan tuomat edut hyvin. Kyselytutkimuksen mukaan tuotemalli on helpottanut OFF-tyyppisten perälaatikoiden valmistusta. Suunnittelussa syntyvät virheet tulevat useissa tapauksissa ilmi vasta perälaatikon kokoonpanovaiheessa, jonka vuoksi perälaatikkokokoonpanon henkilöstöllä on paras tietotaito ottamaan kantaa tuotemallin käytännön vaikutuksiin perälaatikotuotannossa.

Kyselytulosten mukaan tuotemallilla on selkeä perälaatikoiden laatua parantava vaikutus perälaatikkoverstaalla. Tuotemallipohjainen suunnittelumalli vähentää perälaatikkoverstaan työntekijöiden mukaan virheitä ja tätä kautta ylimääräisen työn ja hukan määrää. Perälaatikkoverstaan henkilöstölle suunnattuun kyselyyn vastauksensa antoi 30 vastaajaa ja käytännössä kaikki perälaatikkoasentajat vastasivat kyselyyn. Kun otetaan huomioon lisäksi vastaajien vahva kokemus perälaatikoiden parissa työskentelystä, niin voidaan todeta, että kyselyn tulosta voidaan pitää luotettavana.

Tuotemallin hyötyjä ei olla aiemmin arvioitu perälaatikkoverstaalla, joten odotuksia vastausjakauman suhteen oli hankala tehdä ennakkoon ennen tutkimustyön aloittamista. On yllättävää, että perälaatikkoverstaan henkilöstöllä on niin selkeät mielipiteet tuotemallin hyödyllisyydestä vaikkei aiheen ympärillä ole ollut jatkuvaa keskustelua tai kehitysprojekteja, jotka olisivat aktivoineet työntekijöitä aiheen pariin. Vastaustuloksia analysoitaessa voidaan päätellä, että pitkän kokemuksen omaavilla työntekijöillä on runsaasti hiljaista tietoa aiheeseen liittyen sekä kyky verrata tuotemallin hyödyllisyyttä ja sen avulla saatavia etuja aikaan ennen tuotemallia.

Perälaatikkosuunnittelulle tehdyn kyselytutkimuksen tuloksia analysoimalla voidaan todeta, että myös suunnitteluosastolla työskentelevät henkilöt suhtautuvat tuotemallin tarjoamiin etuihin positiivisesti ja näkevät tuotemallin tuomat ominaisuudet mahdollisuuksina uhkien sijaan. Kyselytutkimuksen yksi tärkeimmistä huomioista liittyi käytössä oleviin resursseihin. Perälaatikkosuunnittelun kyselyyn vastanneista 20 % oli täysin samaa mieltä sen suhteen, että jo olemassa olevilla resursseilla voidaan luoda OFGap-perälaatikoille tuotemalli ja 50 % vastaajista on osittain samaa mieltä. Kukaan kyselyyn vastanneista ei ollut täysin eri mieltä, mutta 20 % vastaajista oli osittain sen kannalla, että lisäresursseja tarvittaisiin tuotemallin luomiseksi. Tämän kysymyksen vastausjakauma oli selkeästi

opinnäytetyöntekijälle yllätys, koska perälaatikkosuunnittelun työkuormaa on pidetty menneinä vuosina suurena, ja etenkin kun suunnittelussa tiedetään ennalta miten suuri työ tuotemallin luominen OFG- perälaatikolle tulisi olemaan.

Perälaatikkosuunnittelussa tunnistetaan tuotemallin tuomat edut ja henkilöstön mukaan käytössä oleva tuotemalli tehostaa suunnittelutyötä ja pienentää syntyvien virheiden riskiä. Valtaosa perälaatikkosuunnittelun työntekijöistä (70 %) on tehdyntä kyselytutkimuksen mukaan täysin sitä mieltä, että he haluavat tuotemallin myös OFGap-perälaatikolle. Tulos on tältä osin melko yksimielinen, sillä loput 30 % vastaajista on osittain samaa mieltä asian suhteen.

Perälaatikkosuunnittelun kyselyn luotettavuutta arvioitaessa on hyvä huomioida, ettei kyselyyn vastanneiden henkilöiden työkokemus ollut yhtä vankalla pohjalla mitä se perälaatikkotuotannon kyselyn vastaajien kohdalla oli. Vastaajista puolella on kokemusvuosia perälaatikkosuunnittelusta 0-5 vuotta, jolloin heillä ei ole käytännön kokemuksia ajalta ennen tuotemallin käyttöönottoa. Toisaalta tutkimuksen luotettavuutta nostaa korkeahko vastausprosentti, joka oli noin 67 % prosenttia kaikista perälaatikkosuunnittelun työntekijöistä.

15 Tuotemallin vaikutukset perälaatikoiden laatuun

Opinnäytetyön yhteydessä tuotemallin hyödyllisyyttä arvioidaan Spotlight- järjestelmään kirjattujen laatupoikkeamien avulla. Määrällisen tutkimuksen päätavoitteena on selvittää sitä, onko tuotemallin puuttumisella vaikutusta laatupoikkeamien syntyyn ja ilmenemismääriin. Spotlight järjestelmä on näkyvä osa Valmetin laatu järjestelmää, joka on Valmetin työntekijöille avoin tietopankki, johon syötetään työntekijöiden toimesta tietoa esimerkiksi laatuun tai turvallisuuteen liittyen. Järjestelmä toimii siten, että jokainen työntekijä voi itsenäisesti käydä kirjaamassa havaitsemansa ongelman, puutteen tai epäkohdan järjestelmään. Perälaatikkoverstaan tapauksessa on sovittu, että laatupoikkeamien kirjaus järjestelmään tapahtuu verstaalla työskentelevien laatuhenkilöiden toimesta, jolloin kirjausten laatu tasoon ei synny vaihtelua. Jotta järjestelmä toimii suunnitellusti tietopankin tapaan, on kirjauksien pohjatietojen oltava kunnossa. Pakollisia pohjatietoja ovat muun muassa projektitieto, joka kertoo missä projektissa ongelma on ilmennyt, kirjauspäivämäärä, ongelman vastuorganisaatio ja kirjaajan omat tiedot. Järjestelmän käyttöön liittyen on ohjeistettu,

että ongelmaa pitää kuvata kirjaustilanteessa mahdollisimman tarkasti, mikä helpottaa ongelman ratkaisua. Perusteellisesti ylös kirjattujen pohjatietojen avulla on myös helpompi hakea tietoa jälkikäteen järjestelmään kirjatusta merkinnöistä. Spotlight- järjestelmään kirjattuja tietoja hyödynnetään Valmetilla tyypillisesti esimerkiksi erilaisissa turvallisuuteen ja laatuun liittyvissä palavereissa, joissa tietoa analysoidaan ja sen pohjalta kehitetään toimintaa jatkuvan parantamisen periaatteita noudattaen.

15.1 Laatumerkintöjen hyväksikäyttö tutkimuksessa

Tässä opinnäytetyön osiossa tarkastellaan tuotemallin vaikutusta perälaatikoiden laatuun tutkimalla Spotlight laatujärjestelmään kirjattuja laatumerkintöjä. Tavoitteena on selvittää ja arvioida sitä millaisia vaikutuksia tuotemallilla on perälaatikoiden laatuun. Kirjattuja laatumerkintöjä tutkimalla selvitetään myös sitä olisiko OFGap-perälaatikoiden yhteydessä ilmenneitä laatumerkintöjä pystytty ennaltaehkäisemään käytössä olevan tuotemallin avulla. Tutkimusaineistona käytettiin vuonna 2022 valmistettujen perälaatikoiden laatumerkintöjä, jolloin tiedot olivat tuoreita ja tuotemalli OFF-mallin perälaatikoilla käytössä. Benchmarking menetelmällä vertailtiin, sitä poikkesivatko OFF-tyyppisten perälaatikoiden poikkeamamäärät ja niiden syntymekanismit keskenään OFGap-perälaatikoiden laatumerkintöjen kanssa. Tutkimusaineisto kerättiin Spotlight-järjestelmästä syyskuussa 2023. Spotlight- merkinnät ovat Valmetin sisäistä tietoa ja saatavilla ainoastaan Valmetin työntekijöille, joten on luonnollista, ettei niitä tuoda yksityiskohtaisesti julki tämän opinnäytetyön kirjallisessa osiossa.

15.2 Tutkimuksen tietopohja

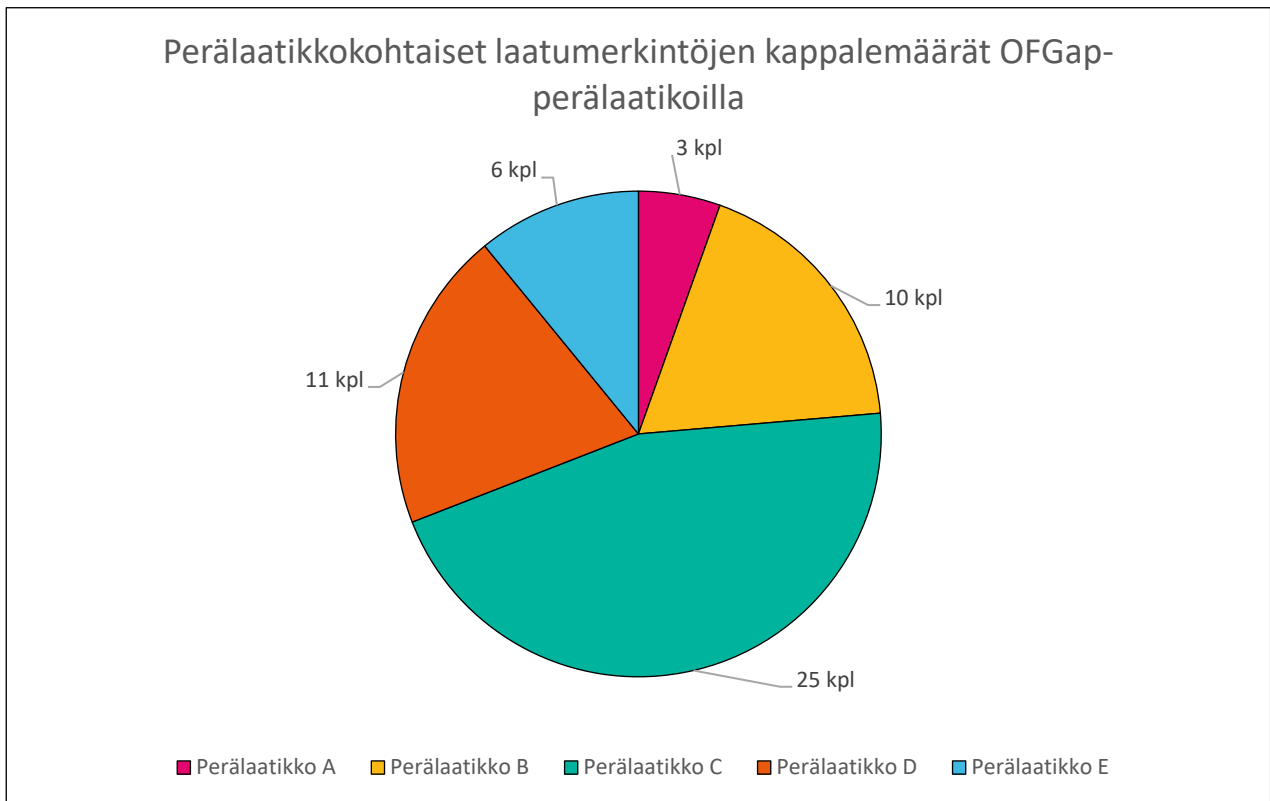
Tutkimustietoina käytettiin Spotlight-järjestelmään kirjattuja tietoja OFF- sekä OFGap-perälaatikoista. Jotta tutkimuksesta saatiin luotettava, käytettiin pohjatietoina useille perälaatikoille kirjattuja laatumerkintöjä. Lukumäärällisesti laatumerkintätietoja kerättiin viidestä OFG-perälaatikosta, sekä viiden OFF-perälaatikkoprojektin perälaatikoista, jossa perälaatikoiden yhteenlaskettu määrä oli 13 kappaletta. Laatupoikkeamien tiedon haussa käytettiin Spotlight- järjestelmässä kahta hakuehtoa. Ensimmäisenä hakuehtona oli kirjaajatieto, johon valittiin perälaatikkoverstaalla toimivien laatuhenkilöiden nimet, jolloin järjestelmä haki ainoastaan heidän kirjaamat huomiot järjestelmän tietopankista. Toisena hakuehtona tiedonhaussa käytettiin projektin nimiä, jolloin järjestelmä haki tietoja ainoastaan halutuista perälaatikkoprojekteista.

15.3 OFGap- perälaatikoiden laatumerkinnät ja niiden luokittelut

OFGap-perälaatikoiden laatumerkintöjä kerättiin viidestä vuoden 2022 aikana valmistuneesta perälaatikosta yhteensä 55 kappaletta, jolloin keskimäärin laatumerkintöjä kertyi perälaatikkoa kohden 11 kappaletta. Tässä opinnäytetyössä ei tuoda julki perälaatikoiden nimiä, koska perälaatikot nimetään asiakkaan mukaan. Asiakastiedot ovat salaista tietoa. Opinnäytetyössä OFGap- perälaatikot on nimetty A, B, C, D ja E perälaatikoiksi, joiden laatumerkinnät jakautuivat tutkimuksessa olevien perälaatikoiden kohdalla seuraavasti:

- Perälaatikko A: 3 laatumerkintää
- Perälaatikko B: 10 laatumerkintää
- Perälaatikko C: 25 laatumerkintää
- Perälaatikko D: 11 laatumerkintää
- Perälaatikko E: 6 laatumerkintää

Laatumerkintöjen ilmenemismäärissä on suuria vaihteluita, mikä käy ilmi myös tässä tutkimuksessa mukana olevista perälaatikoista. A, B, D ja E perälaatikoilla kyse on normaalista vaihtelusta, mutta perälaatikko C:n tapauksessa ei voida puhua normaalista vaihtelusta, koska laatumerkintöjen määrä on huomattavan suuri. Perälaatikko C:n tapauksessa suurelle laatumerkintöjen määrälle on syynä, jotka johtuivat asiakkaan muuttuvista vaatimuksista. Käytännössä Perälaatikko C:lle tehtiin valmistusvaiheessa suuria muutoksia, jotka olisi pitänyt tehdä jo paljon aiemmin perälaatikon suunnitteluvaiheessa. Nyt muutoksia jouduttiin tekemään verstasolosuhteissa, joka näkyy suurena määränä laatumerkintöjä. Alla olevassa kuviossa 24 on kuvattuna laatuvirheiden kappalemäärät tutkimuksessa mukana oleville A, B, C, D ja E- perälaatikoille.

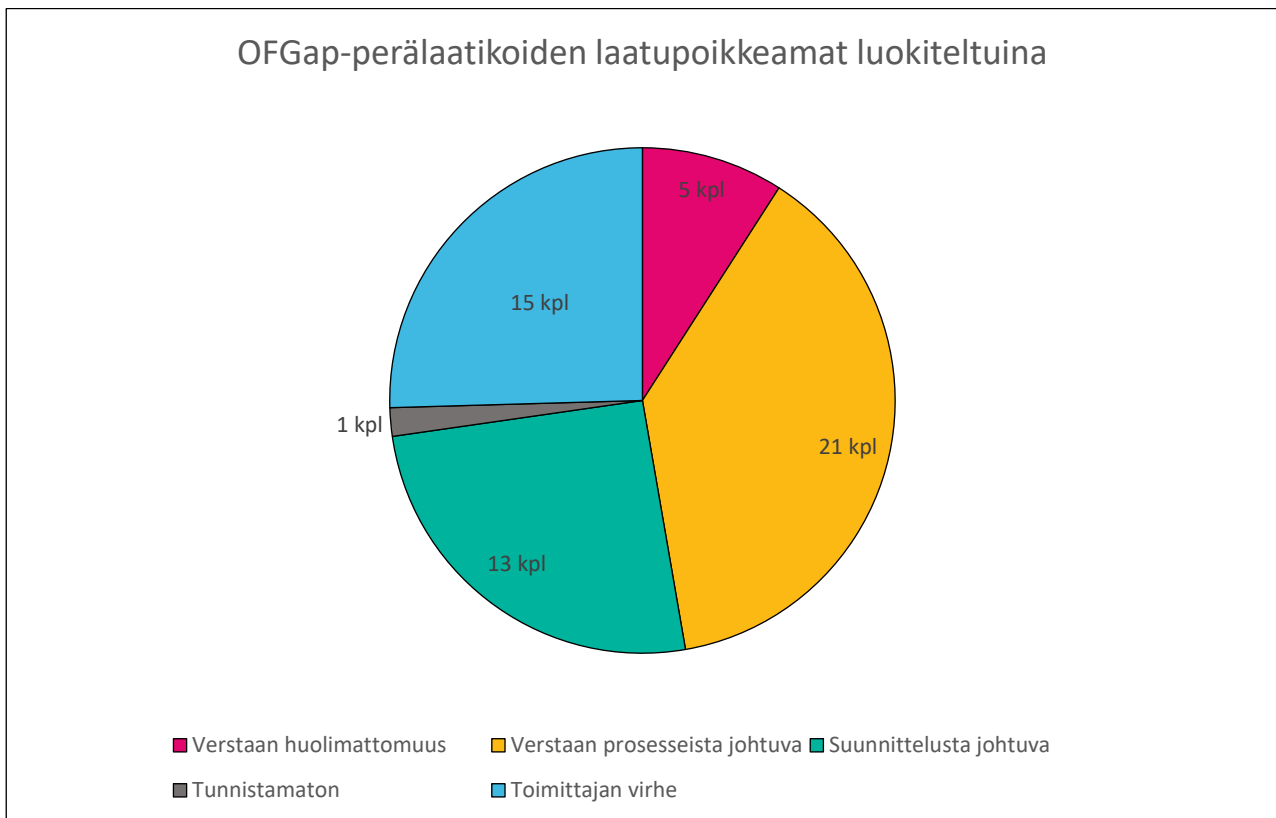


Kuvio 24. Perälaatikkokohtaisten laatumerkintöjen jakaantuminen OFGap-perälaatikoilla

Tutkimustietojen jatkojalostus toteutettiin siten, että OFGap-perälaatikoiden 55 laatumerkintää lajiteltiin eri kategorioihin ongelman syntymissyiden perusteella. Kategorioinnin tavoitteena oli karsia laatumerkinnöistä pois ne, joiden syntymekanismin taustalla ei ollut perälaatikkosuunnittelusta johtuvat syyt. Näihin muihin syihin kuuluivat verstaan huolimattomuus, verstaan prosesseista johtuvat syyt, osatoimittajista johtuvat syyt sekä tunnistamattomat syyt. Suunnittelusta johtuvat syyt olivat sellaisia, joiden kanssa tutkimustyötä lähdettiin viemään eteenpäin ja selvittämään sitä oltaisiinko, ne voitu ennaltaehkäistä käytössä olevalla tuotemallilla.

Verstaan huolimattomuudesta johtuvia virheitä analyysissä paljastui 5 kappaletta. Nämä virheet olivat sellaisia, jotka olisi voitu estää huolellisella työskentelyllä. Käytännössä virheet olivat perälaatikossa tuotannon aikana ilmenneitä virheitä kuten kolhuja tai väärin koneistettuja kappaleita. Koneistusvirheet olivat näissä tapauksissa sellaisia, ettei työohjeilla tai kuvilla ollut vaikutusta virheiden syntyyn. Verstaan prosesseista johtuvia virheitä analyysissä paljastui 21 kappaletta. Näiden laatupoikkeamien syyt liittyivät perälaatikkoverstaan omaan työskentelyyn, asennusongelmiin,

huonoon ohjeistukseen tai johtamiseen, sekä toleranssien alituksiin tai ylityksiin. Verstaan prosesseihin liittyvien ongelmien taustalla ei ollut perälaatikkosuunnitteluun liittyviä syitä, joita olisi voitu yhdistää tuotemallin puuttumiseen. Osatoimittajista johtuvia virheitä analyysistä paljastui 15 kappaletta. Nämä virheet olivat alihankintaketjussa syntyneitä ja alihankkijoiden toiminnasta johtuvia laatupoikkeamia, joiden syntyyn perälaatikkoverstaan tuotannolla tai suunnittelulla ei ollut osallisuutta. Tunnistamattomia virheitä analyysissä löytyi yksi kappale. Tässä tapauksessa kyse oli laatu-poikkeamasta, jonka juurisyy ei ollut selvillä. Vaihtoehtoisia juurisyitä olisi tässä tapauksessa ollut liian monia, joten ainoaksi vaihtoehdoksi jäi luokitella kyseinen poikkeama tunnistamattomaksi. Suunnittelusta johtuvia laatumerkintöjä tutkimukseen mukaan otetuissa OFGap-perälaatikoissa oli 13 kappaletta, joita analysoidaan tarkemmin seuraavaksi. Luokiteltujen laatu-poikkeamien jakaantuminen tutkimuksessa mukana olleissa OFGap-perälaatikoissa ilmenee kuviossa 25.



Kuvio 25. Luokitellut OFGap-perälaatikoiden laatu-poikkeamat

15.4 Suunnittelusta johtuvien laatuomerkintöjen analysointi OFGap-perälaatikolle

Suunnittelusta johtuvien poikkeamien analysointi on tämän opinnäytetyön tärkeimpiä asioita. Opinnäytetyö selvittää sitä olisiko käytössä olevalla tuotemallilla voitu ennaltaehkäistä suunnittelutyön aikana syntyneitä virheitä. Laatuomerkintöjen analysoinnissa suunnittelusta johtuneita laatuomerkintöjä löytyi tutkimuksessa mukana olevista OFGap-perälaatikoista 13 kappaletta eli 2.6 kappaletta perälaatikkoa kohden. Laatuomerkintöjen määrän selvittyä ne luokiteltiin seuraavaan kolmeen kategoriaan:

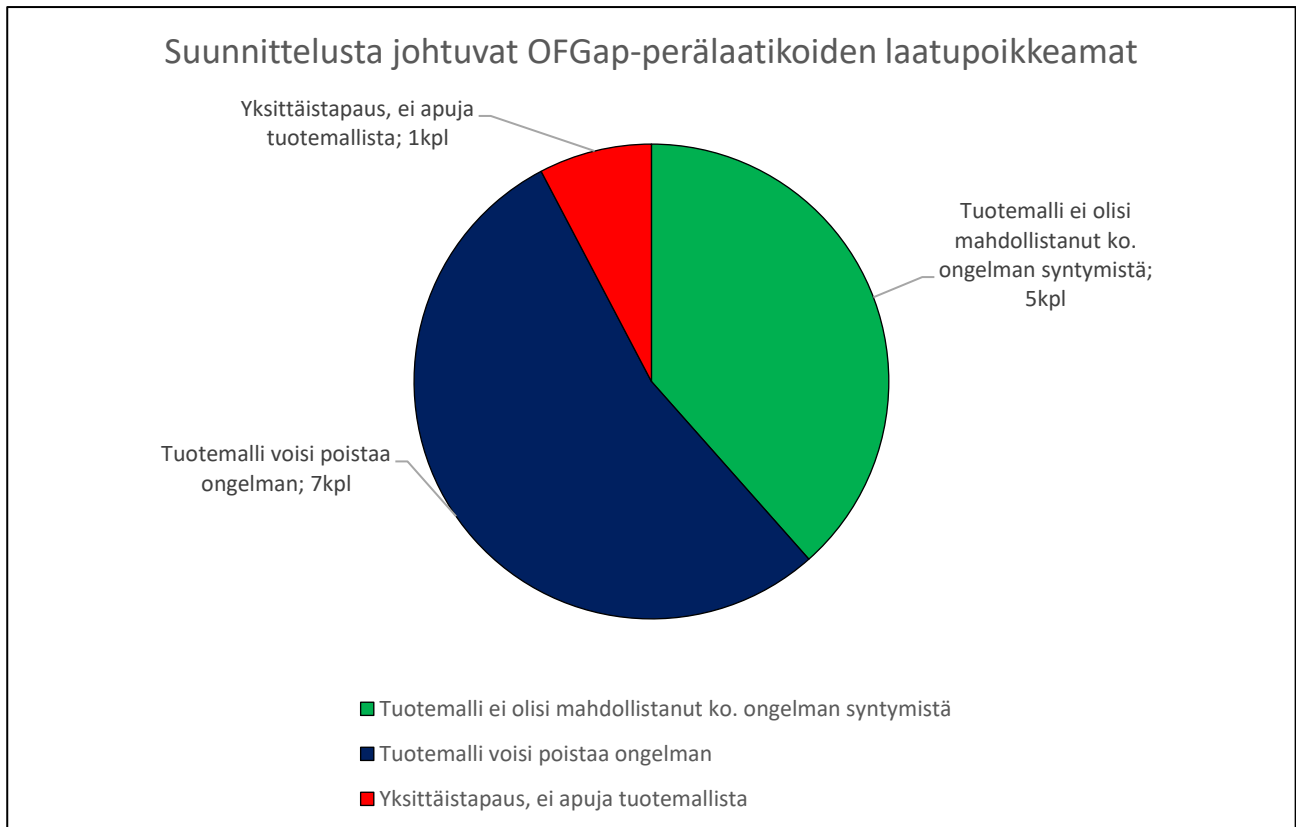
- Tuotemalli ei olisi mahdollistanut kyseisen ongelman syntymistä (5 kpl)
- Tuotemalli olisi voinut ennaltaehkäistä ongelman syntymistä (7 kpl)
- Yksittäistapaus, tuotemalli ei tähän olisi auttanut (1 kpl)

Poikkeamien jakaminen kategorioihin tapahtui 21.11.2023 yhteistyössä Valmetin perälaatikko-suunnittelun päällikön kanssa, joka toimii tässä opinnäytetyössä asiakasyrityksen puolelta opinnäytetyön ohjaajana. Tällä menetelmällä varmistettiin kategorioinnin oikeellisuus. Ensimmäiseen kategoriaan kuuluvat merkinnät, joita tutkimus toi esille viisi kappaletta olivat selkeästi sellaisia, joita ei olisi syntynyt lainkaan, jos suunnittelutyö olisi tapahtunut tuotemallipohjaisesti. Käytännössä näistä poikkeamista noin puolet olivat sellaisia, jotka aiheuttivat merkittäviä lisätoimia ja tätä kautta hukkaa, osan ollessa pienempiä ja nopeampia korjata.

Toisen kategorian poikkeamat (seitsemän kpl) olivat sellaisia, ettei niiden kohdalla voitu täysin arvioida tuotemallin vaikutusta ongelman syntyyn. Toisin sanoen ongelmat olisivat voineet päästä syntymään, vaikka tuotemalli olisi ollut käytössä myös OFGap-perälaatikoilla. Työmäärällisesti arvioiduna toisen kategorian laatuomerkintöjen poikkeamat olivat sellaisia, että niiden kaikkien korjausajat oli arviolta joitain tunteja eivätkä ne olleet niin hankalia korjata kuin ensimmäisen kategorian poikkeamat olivat.

Yksi analysoiduista laatuomerkintöistä luokiteltiin yksittäistapaukseksi, joka olisi päässyt syntymään, vaikka tuotemalli olisikin ollut käytössä. Tässä yksittäisessä kolmannen kategorian poikkeamassa oli kyse kuvavirheestä, joka oli yksittäinen ja se liittyi perälaatikoiden valmistukseen vain

välillisesti. Kuviossa 26 on kuvattuna kategorioidut perälaatikkosuunnittelusta johtuneet OFGap-perälaatikoiden laatu poikkeamat.



Kuvio 26. Kategorioidut OFGap-perälaatikoiden laatu poikkeamat

Suunnittelusta johtuvat laatu poikkeamat jakaantuivat tutkimuksessa mukana olleiden perälaatikoiden kesken seuraavasti:

- Perälaatikko A 0 kpl
- Perälaatikko B 2 kpl
- Perälaatikko C 7 kpl
- Perälaatikko D 2 kpl
- Perälaatikko E 2 kpl

Suunnittelusta johtuvien laatu poikkeamia määrissä on selkeää hajontaa ja tuloksia analysoimalla voidaan todeta, että perälaatikko C:tä lukuun ottamatta poikkeamien määrä on maltillinen, laatu poikkeamien määrien ollessa B, D ja E perälaatikoiden kohdalla ainoastaan kaksi laatu poikkeamaa perälaatikkoa kohden. Perälaatikko C:n poikkeamien suurta määrää selittää jo aiemmin mainitut syyt, joista suurin oli se, että perälaatikon ominaisuuksia muutettiin asiakkaan toivomuksesta perälaatikon ollessa jo kokoonpanovaiheessa.

15.5 OFF- perälaatikoiden laatu merkinnät ja niiden luokittelut

OFF-perälaatikoiden laatu merkintöjä kerättiin viidestä vuoden 2022 aikana valmistuneesta perälaatikkoprojektista. OFF-perälaatikkoprojekteille on tyypillistä, se että yhteen projektiin sisältyy useita perälaatikoita. Suurta määrää selittää, se että tämänkaltaiset perälaatikot toimitetaan tyypillisesti kartonkikoneisiin, joihin sisältyy konetta kohti tyypillisesti 3–4 perälaatikkoa, jotta kartonkiin saadaan vaaditut paksuus- ja lujuusominaisuudet. Tutkimuksessa oli mukana viiden perälaatikkoprojektin perälaatikot, joita oli yhteensä 14kpl. Näistä 14 perälaatikosta löytyi Spotlight-järjestelmään kirjattuja laatu poikkeamia yhteensä 32 kappaletta, jolloin keskimäärin laatu merkintöjä kertyi perälaatikkoa kohden 2.28 kpl. Tässä kohtaa opinnäytetyötä OFF perälaatikot on nimetty F, G, H, I ja J perälaatikoiksi, joiden laatu merkinnät jakautuivat tutkimuksessa olevien perälaatikoiden kohdalla seuraavasti:

- Perälaatikko F: Perälaatikoita 4kpl, järjestelmään kirjattuja laatu merkintöjä 6kpl
- Perälaatikko G: Perälaatikoita 4kpl, järjestelmään kirjattuja laatu merkintöjä 8kpl
- Perälaatikko H: Perälaatikoita 2kpl, järjestelmään kirjattuja laatu merkintöjä 4kpl
- Perälaatikko I: Perälaatikoita 1kpl, järjestelmään kirjattuja laatu merkintöjä 3kpl
- Perälaatikko J: Perälaatikoita 3kpl, järjestelmään kirjattuja laatu merkintöjä 11kpl

OFF perälaatikoiden laatu merkintöjen ilmenemismäärissä ei perälaatikkoprojektien kohdalla ole suuria vaihteluja. Tutkimuksessa mukana oleville perälaatikoille laatu merkintöjä on kertynyt tasaisesti.

Tutkimustietojen jatkojalostus toteutettiin myös OFF-perälaatikoiden kohdalla samaan tapaan kuin OFGap-perälaatikoille, jotta tiedot ovat keskenään vertailukelpoisia. Myös tässä tapauksessa laatumerkinnot lajiteltiin eri kategorioihin ongelman syntymissyyden perusteella. Kategorioinnin tavoitteena oli karsia laatumerkinnoista pois ne, joiden syntymekanismien taustalla ei ollut perälaattikkosuunnittelusta johtuvat syyt. Näihin muihin syihin kuuluivat verstaan huolimattomuus, verstaan prosesseista johtuvat syyt, osatoimittajista johtuvat syyt sekä tunnistamattomat syyt. Tässä tapauksessa suunnittelusta johtuvien syiden kohdalla tavoitteena oli selvittää niiden määrä, jota tultiin käyttämään niin sanottuna vertailulukuna OFGap-perälaatikoiden vastaavaan lukuun.

Verstaan huolimattomuudesta johtuvia virheitä analyysissä mukana olleista perälaattikoista paljastui 6 kappaletta. Nämä virheet olivat sellaisia, jotka olisi voitu estää huolellisella työskentelyllä. Käytännössä virheet olivat perälaatikossa tuotannon aikana ilmenneitä virheitä kuten kolhuja, väärin koneistettuja tai huonosti pestyjä kappaleita. Verstaan prosesseista johtuvia virheitä analyysissä paljastui 7 kappaletta. Näiden laatu-poikkeamien syyt liittyivät perälaattikkoverstaan omaan tekemiseen, asennusongelmiin, huonoon ohjeistukseen tai johtamiseen, sekä toleranssien alitukseen tai ylityksiin. Osatoimittajista johtuvia virheitä analyysistä paljastui 10 kappaletta. Nämä virheet olivat alihankintaketjussa syntyneitä ja alihankkijoiden toiminnasta johtuvia laatu-poikkeamia, joiden syntyyn perälaattikkoverstaan tuotannolla tai suunnittelulla ei ollut osallisuutta.

Tunnistamattomia virheitä analyysissä löytyi yksi kappale. Tässä tapauksessa kyse oli laatu-poikkeamasta, jonka juurisyy ei ollut selvillä. Vaihtoehtoisia juurisyitä oli tässä tapauksessa lukuisia, joten ainoaksi vaihtoehdoksi jäi luokitella kyseinen poikkeama tunnistamattomaksi. Yksi laatu-poikkeamista oli perälaattikkoasentajan ideoima kehitysehdotus, jonka tavoitteena oli kehittää tietyn osatyyppin merkkausta selkeämpään suuntaan.

Suunnittelusta johtuvia laatumerkinnoja tutkimukseen mukaan otetuissa OFF-perälaattikoissa oli seitsemän kappaletta, joita analysoidaan tarkemmin seuraavassa luvussa tarkemmin. Tutkimuksessa mukana olleiden OFF-perälaatikoiden laatu-poikkeamien syiden jakaantuminen luokkiin ilmenee kuviosta 27.



Kuvio 27. OFF-perälaatikoiden laatupoikkeamien syiden jakaantuminen

15.6 Suunnittelusta johtuvien laatumerkintöjen analysointi OFF-perälaatikolle

Suunnittelusta johtuvien poikkeamien analysointi myös OFF-perälaatikoille on tärkeää selvittää, jotta saadaan käsitys siitä minkälainen vaikutus tuotemallilla, on laatupoikkeamien syntyyn ja ilmeneeseen. Laatupoikkeamakartoituksessa suunnittelusta johtuneita laatumerkintöjä löytyi tutkimuksessa mukana olevista OFF-perälaatikoista seitsemän kappaletta eli 0.5 kappaletta perälaatikkoa kohden. Käytännössä näistä poikkeamista valtaosa eli viisi kappaletta oli kommentteja kokoonpanokuvien huonoon laatuun liittyen. Yksi näistä viidestä kuvavirheistä oli sellainen, että se aiheutti lisätyötä. Lisätyö aiheutui kuvasta puuttuvan yksittäisen osan positionumeroinnin takia. Positionumeroinnin puuttuminen oli johtanut siihen, ettei osaa ollut myöskään perälaatikon rakenneluettelossa, joka taas aiheutti sen, että osa piti tilata normaalista poiketen erikseen, koska järjestelmä ei puuttuneen nimikkeen myötä ollut luonut nimikkeestä järjestelmään ostopyyntöä.

Muutoin kokoonpanokuvien huono laatu ei aiheuttanut lisätöitä. Loput neljä kuvapoikkeamaa olivat sellaisia, että ne olivat huomioita kuvien laatuun ja niiden kehittämiseen liittyen, jolloin niiden aiheuttamaa lisätyömäärää on hankala arvioida.

Tutkimuksessa paljastui yksi järjestelmän aiheuttama virhe, joka ilmeni verstaalla siten, että valmistuskuvassa oli poikkeava tieto osaluettelossa olleeseen tietoon verrattuna. Virhe koski yhtä yksittäistä perälaatikon komponenttia aiheuttaen muokkaustarvetta kyseiseen komponenttiin. Valmistuskuvassa oli tässä tapauksessa oikea tieto ja ongelman juurisyynä oli järjestelmävirhe. Yksi laatupoikkeama johtui virheellisestä mittatiedosta, jonka takia perälaatikon komponenttia ei saatu asennettua suunnitellusti paikalleen. Tässä tapauksessa komponentti sattui olemaan perälaatikon ulkoisissa rakenteissa, jolloin se ei vaikuttanut perälaatikon kokoonpanoon hidastaen sitä. Suurimmin ongelmaratkaisu kuormitti perälaatikkosuunnittelua, joka korjasi virheellisen komponentin valmistuskuvan, sekä ostajaa, joka osti uudelleen mitoitettun osan virheellisesti mitoitettun komponentin tilalle.

16 Laatupoikkeamatutkimusten tulosten yhteenveto

Tässä opinnäytetyössä tuotemallin vaikutusta laatuun tutkittiin Spotlight järjestelmään kirjattuja laatumerkintöjä analysoimalla. Laatumerkintöjen määriä ja niiden vaikutuksia verrattiin OFF- ja OFG-perälaatikoiden kesken sisäisenä Benchmarkingina. Tässä tapauksessa parhaana mahdollisena menetelmänä käytettiin tuotemallipohjaisesti suunniteltujen OFF-perälaatikoiden laatumerkintätietoja, joita verrattiin OFGap-perälaatikoiden vastaaviin tietoihin, jossa tuotemallipohjaista toimintamallia ei suunnittelutyössä sovellettu. Tämän vertailun tavoitteena oli selvittää, mitä min-käläinen vaikutus käytössä olevalla tuotemallilla on perälaatikoiden laatupoikkeamien ilmenemismääriin ja poikkeamien vakavuuteen.

Spotlight laatumerkintätietoja analysoimalla voidaan todeta, että tuotemallipohjaisella suunnittelulla on selvä yhteys laatupoikkeamien ilmenemismääriin. Tutkimuksen mukaan suunnittelusta johtuvien virheiden määrä oli OFGap-perälaatikoilla keskimäärin 2.6 kpl / perälaatikko, kun vastaava luku OFF-perälaatikoiden kohdalla oli 0.5 kpl suunnittelusta johtuvaa laatumerkintää perälaatikkoa kohden. Suurimmalta osin OFF-perälaatikoiden kohdalla suunnittelulle kohdistetut laatumerkinnät liittyivät valmistuskuvien kehittämiseen ja hyvinkin yksityiskohtaisten ominaisuuksien

kehittämiseen työkuviin ollessa yleisesti ajatellen laadukkaita ja perälaatikkovalmistusta palvelevia, kun taas OFGap- tyyppin perälaatikoissa virheet olivat vakavampia ja vaativat työläämpiä korjaustoimenpiteitä, jotta ne saatiin korjattua kuntoon.

Tutkimuksen mukaan noin 40 % OFGap-perälaatikoilla ilmenneistä suunnitteluperäisistä laatuvirheistä ei olisi päässyt syntymään, jos suunnittelutyötä olisi ohjannut tuotemalli. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että Valmet perälaatikoiden suunnittelutyön laatu on laatumerkintöjen määrällä mitattuna laadukasta. Suunnittelusta johtuvien virheiden määrät ovat laatu poikkeamien määrällä mitattuna matalalla tasolla, vaikka suunniteltavat tuotteet ovat teknisiltä ominaisuuksiltaan vaativia ja korkealuokkaisia.

Tutkimuksen luotettavuutta arvioitaessa on hyvä huomioida se, että OFF- ja OFGap-perälaatikot ovat rakenteellisesti erilaisia tuotteita, minkä vuoksi niiden suora vertaaminen keskenään ei ole aivan yksinkertaista. Laatutasoon vaikuttaa epäilemättä myös OFF-perälaatikoissa vahvasti mukana oleva modulaarisuus, jolla on laatutasoa parantava vaikutus. OFGap- perälaatikoiden kohdalla tutkimuksessa ilmi tulleet suunnittelusta johtuvat laatu poikkeamat analysoitiin yhdessä perälaatikkosuunnittelun päällikön kanssa. Tällä menettelyllä taattiin tutkimustulosten oikeellisuus.

17 Tutkimustulosten yhteenveto ja päätelmät

Tässä opinnäytetyössä tehdyillä tutkimuksilla voidaan osoittaa selvästi mitä vaikutuksia tuotemallipohjaisella suunnittelulla saavutetaan. Laatumerkintöjen määrällä mitattuna perälaatikkosuunnittelusta johtuvien laatu poikkeamien määrät ovat OFGap-perälaatikoilla suurempia kuin tuotemallipohjaisesti suunnitelluilla OFF-perälaatikoilla. Tutkimuksen mukaan laatumerkintöjen luonteet poikkeavat perälaatikkotyyppien välillä. OFF-tyypin perälaatikoiden laatu poikkeamat vaativat tyyppillisesti pieniä toimenpiteitä esimerkiksi valmistuskuvien kehittämiseen liittyen aiheuttaen verrattain vähän hukkaa ylimääräisen työn muodossa. OFGap-perälaatikoilla laatu poikkeamat ovat vakavampia ja hankalia korjata aiheuttaen työn tilaajana toimivalle Valmetille merkittävää lisätyötä ja hukkaa.

Opinnäytetyöprosessin aikana tehtyjen kyselytutkimusten tulkinta ei ollut vaikeaa, koska kysymysten vastausjakaumat painottuivat selkeästi tukemaan tuotemallilla saavutettuja etuja. Kyselytutkimusten mukaan tuotemallilla saadaan parannettua kokonaisvaltaisesti perälaatikoiden laatutasoa

niin perälaatikkosuunnittelutyön kuin myös perälaatikkovalmistuksen katsantokannoilta. Kyselytutkimuksen tuloksista voidaan tulkita, että tuotemalli helpottaa niin perälaatikkosuunnittelijoiden kuin myös perälaatikkoverstaan työntekijöiden työtä, jonka vuoksi nämä molemmat henkilöstöryhmät toivovat, että tuotemalli luotaisiin myös OFGap-perälaatikoille. Tutkimustuloksista selviää myös se, että perälaatikkosuunnittelussa on riittävät resurssit tuotemallin tekemiseksi myös OFGap-perälaatikoille, mikä on työn tilaajana toimivan Valmetin kannalta hyvä huomioida. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että lisäresursseja tuotemallin tekemistä varten ei välttämättä tarvita.

18 OFGap-perälaatikoiden tuotemallille asetetut vaatimukset

Tämän opinnäytetyön tulokset osoittavat tuotemallipohjaisen suunnittelun kehittävän toimintaa monella tasolla. Tutkimustuloksista käy ilmi, että tuotemallipohjaisella suunnittelulla voidaan vaikuttaa perälaatikoiden laatutasoon sitä parantaen. Kokonaisuutta tarkasteltaessa on kuitenkin tiedostettava, että tuotemallin luominen OFGap-perälaatikolle tulee olemaan laaja ja aikaa vievä prosessi, jos siihen halutaan lähteä. On tiedossa, että OFGap-perälaatikko on monimutkainen ja teknisesti haastava tuote, joka koostuu laajasta määrästä erittäin tarkasti suunniteltuja ja valmistettuja komponentteja. Käytännössä tuotemallin luominen tarkoittaa vuosien suunnittelutyötä, joka kuormittaisi perälaatikkosuunnittelua huomattavan pitkän ajan riippuen käytössä olevasta resurssista ja tuotemallin laajuudesta. On tiedossa, että OFF-tyypin perälaatikoiden tuotemallin luontiin kului vuosia, joten odotettavissa on vähintään saman mittakaavan prosessi, jos työ tuotemallin luomiseksi myös OFG-perälaatikolle päätetään aloittaa.

Yleisenä vaatimuksena voidaan todeta, että OFG-perälaatikoiden tuotemallin tulisi toimia samaan tapaan kuin se OFF-perälaatikoiden kohdalla toimii. Tällöin perälaatikon suunnittelutyön pohjana toimisi tuotemalli, joka ohjaisi perälaatikkosuunnittelijoita tekemään suunnittelutyötä tehokkaasti minimoiden inhimillisten virheiden syntymismahdollisuudet. Tässä opinnäytetyössä ei otettu kantaa siihen kuinka olemassa oleva OFF-perälaatikoiden tuotemalli järjestelmätasolla teknisesti toimii, mutta lähtökohtaisesti on selvää, että tuotemallin käyttö ja päivitys pitäisi olla selkeää ja yksinkertaista, jolloin se helpottaisi ja tehostaisi perälaatikkosuunnittelijoiden työkuormaa samalla vähentäen lopputuotteessa ilmeneviä kopioituja virheitä.

Opinnäytetyössä tehtyjen kyselytutkimusten mukaan sekä perälaatikkovalmistuksen että perälaatikkosuunnittelun työntekijät toivovat, että tuotemalli tehtäisiin myös OFGap- perälaatikoille. Valitseva positiivinen suhtautuminen minimoi tuotemallia kohtaan ilmenevää mahdollista muutosvastarintaa, jota lähes jokaiseen muutosprosessiin sisältyy. Uuden tuotemallin tekoprosessi vaatii sitoutumista perälaatikkosuunnittelijoiden lisäksi myös perälaatikkoverstaan työntekijöiltä, jotka käyttävät tuotemallipohjaisesti tuotettuja valmistusdokumentteja. Tuotemalli vaatii toimiakseen jatkuvaa päivitystä, josta vastaa perälaatikkosuunnittelu. Suuri osa tietoon tulevista päivitystarpeista saadaan kerättyä jatkossakin Spotlight-järjestelmän kautta työntekijävetoisesti. Spotlight-järjestelmän hyödyntämiseen tulee myös jatkossa panostaa, koska se mahdollistaa työntekijöiden osallistumisen toiminnan kehittämiseen avoimesti ja toimintaa kehittäen.

19 Vaihtoehtoskenaariot jatkoa ajatellen

Opinnäytetyön keskiössä oli arvioida tuotemallin hyödyllisyyttä perälaatikoiden suunnittelussa ja valmistuksessa. Tutkimustuloksia analysoimalla voidaan tehdä johtopäätöksiä tuotemallin hyötyihin liittyen. Miten tuotemallia kannattaisi lähteä tekemään OFG-perälaatikkoon, kun sen hyödyllisyyttä korostetaan tämän opinnäytetyön tutkimustuloksissa? Tässä opinnäytetyön luvussa tullaan asiaa lähestymään erilaisilla skenaarioilla, joiden tavoitteena on punnita erilaisia vaihtoehtoja hyötyinen ja haittoineen. Skenaariot ovat vaihtoehtoja tarjoavia kertomuksia, joiden pohjalta voidaan toteuttaa päätöksiä. Skenaariot eivät ole ennusteita eivätkä strategioita, sen sijaan ne ovat hypoteeseja erilaisista tulevaisuuden vaihtoehtoista, joiden tarkoitus on korostaa strategiaan kysymyksiin liittyviä riskejä ja mahdollisuuksia. (Ogilvie 2011 s.13)

Eri skenaarioiden hyödyllisyyttä arvioidaan SWOT-analyysin (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) avulla, koska menetelmä sopii hyvin käytettäväksi skenaarioanalyysien yhteydessä. SWOT-analyysissä tutkittavaa asiaa lähestytään arvioimalla sen vahvuuksia, heikkouksia, uhkia, sekä mahdollisuuksia. Vahvuudet ja heikkoudet liittyvät yrityksen sisäisiin asioihin, jotka ovat nykyhetkessä tapahtuvia. Uhat ja mahdollisuudet luetaan kuuluvaksi ulkoisiin ympäristötekijöihin, jotka tapahtuvat tai toteutuvat tulevaisuudessa. SWOT-analyysin tarkoitus on tuottaa tilannekuva, jonka perusteella voidaan tehdä valintoja ja toimintasuunnitelmia. Asioiden listaus SWOT-analyysissä perustuu aina listauksen tekijän kokemuksiin ja tulkintoihin, kun käsitellään SWOT-analyysihin listattuja kirjauksia. (Huikkola ja Vuorinen 2023 s.97-104)

Opinnäytetyössä tehtyjen skenaarioiden päätavoite on tarjota työn tilaajalle hypoteeseja eri vaihtoehtoista. Varsinaisen päätöksen tuotemallin tekemisestä tekee tämän opinnäytetyön tilaaja, joka voi käyttää materiaalia päätöksen tukena. Skenaarioiden esittelyt ja vertailut esitellään SWOT-analyysinä, koska tällä tavalla eri skenaariot saadaan helposti luettavaan ja visuaaliseen muotoon.

19.1 Skenaario 1: Tuotemallin toteutus perälaatikkosuunnittelijoiden toimesta

Ensimmäistä skenaarioita kuvaavan SWOT-analyysin sisältöä tutkimalla voidaan todeta, että tuotemallin toteutus perälaatikkosuunnittelijoiden toimesta sisältää monia vahvuuksia ja mahdollisuuksia. Perälaatikkosuunnittelijoiden tekemänä tuotemallin tekoprosessi etenisi tehokkaasti kohti tavoitteena olevaa valmista tuotemallia. Tehokkuus perustuisi tässä skenaariossa korkeaan työmoraalin, joka taas perustuu siihen, että perälaatikkosuunnittelussa on kyselytutkimuksen mukaan halu ja toive siihen, että myös OFG-perälaatikoille tehtäisiin tuotemalli jo olemassa olevilla resursseilla. Tuotemallin tekeminen vaatii vahvaa tuotetuntemusta ja tämä osaaminen on perälaatikkosuunnittelijoilla äärimmäisen vankalla pohjalla. Tuotemallin valmistuminen olisi tässä skenaariossa täysin perälaatikkosuunnittelun omissa käsissä, mikä helpottaisi töiden suunnittelua ja takaisi myös korkean tietoturvasuustason, jossa ei tarvitsisi olla huolissaan, että salaisia tuotetietoja pääsee vuotamaan yrityksen ulkopuolelle. Tämä skenaario mahdollistaisi myös laadukkaan yhteistyön perälaatikkosuunnittelun ja perälaatikkotuotannon välillä, koska molemmat toimijaryhmät ovat saman työnantajan palveluksessa. Opinnäytetyön yhteydessä tehdyn perälaatikkotuotannon henkilöstölle osoitetun kyselytutkimuksen tulos osoittaa, että perälaatikkovers-taan henkilöstöllä on kykyjä tunnistaa tuotemallilla saavutettavia etuja, joten olisi perusteltua osallistaa myös tuotannon henkilöstöä tuotemallin tekoprosessiin sikäli, miten se on järkevästi perusteltua.

Tuotemallin toteutus perälaatikkosuunnittelijoiden toimesta tarjoisi monta mahdollisuutta. Mahdollisuus parantaa OFG-perälaatikoiden laatutasoa vähentäisi hukkaa ja tehostaisi näin työskentelyä ja tuloksetekokykyä perälaatikoiden suunnittelussa, mutta myös valmistuksessa. Tuotemallin toteutukseen olisi hyvä ottaa mukaan jo suunnitteluvaiheessa myös perälaatikkotuotannon henkilöstöä. Tätä kautta saataisiin henkilöstön tietotaitoa ja etenkin työntekijöille kerääntynyttä hyljaita tietoa käytettyä hyväksi, jolloin henkilöstön osaaminen ja yhteistyötaidot kehittyisivät entistäkin paremmiksi.

Jos tuotemallia lähdetäisiin toteuttamaan perälaatikkosuunnittelijoiden toimesta, sisältyisi siihen muutamia heikkouksia ja uhkakuvia. On tiedossa, että tuotemallin tekeminen OFGap-perälaatikko-tyypille veisi aikaa ja sitoisi resursseja vuosiksi eteenpäin, samaan tapaan kuin OFF-perälaatikon tuotemallin kohdalla tapahtui. Pahimpana uhkana olisi se, ettei laajaa tuotemalliprojektia saataisi täysin valmiiksi koskaan, jolloin se sitoisi resurssia tarpeettoman pitkän aikaa. Tämä uhkakuva tosin on ainoastaan hypoteettinen. Muutoin SWOT-analyysin kokonaistulos on vahvasti positiivinen tutkimuksen kohteena olevan skenaarion kohdalla. Skenaarioita, jossa tuotemallin toteutus tapahtuisi perälaatikkosuunnittelijoiden toimesta kuvaava SWOT-analyysi käy ilmi taulukosta 1.

Taulukko 1. Skenaario 1: Tuotemallin toteutus perälaatikkosuunnittelijoiden toimesta SWOT-analyysi

	Positiiviset	Negatiiviset
Sisäiset tekijät	<p>Vahvuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> Tarvittava osaaminen on jo olemassa <ul style="list-style-type: none"> Kaikki sidosryhmät lähellä Korkea työmoraali ja halu tehdä tuotemalli Voidaan helposti vastata tuotannon toiveisiin ja tehdä tarvittaessa helposti myös yhteistyötä perälaatikkosuunnittelun ja tuotannon kesken Työn valmistuminen omilla käsissä 	<p>Heikkoudet</p> <ul style="list-style-type: none"> Tuotemallin tekeminen vie aikaa Taloudellisesti verraten suuri investointi
Ulkoiset tekijät	<p>Mahdollisuudet</p> <ul style="list-style-type: none"> OFGap-perälaatikoiden laatutason parantuu <ul style="list-style-type: none"> Työn tehostuminen Laatutason parantaminen 	<p>Uhat</p> <ul style="list-style-type: none"> Tuleeko tuotemalli koskaan valmiiksi vai jääkö keskeneräiseksi? Voi sitoa resursseja pitkään

19.2 Skenaario 2: Tuotemallin toteutus alihankintasuunnitteluna

Tuotemallin toteutus alihankintatyönä skenaarion taustalla on jo menneisyydessä hyväksi todettu alihankintasuunnittelutyö, jota on jonkin verran käytetty perälaatikoiden suunnittelutyön toteutukseen niiltä osin, kun omat käytössä olevat resurssit eivät ole olleet riittäviä. Voisiko koko OFG-perälaatikoiden tuotemallia toteuttaa kuitenkin alihankintasuunnitteluna? Aihetta koskevaa SWOT-analyysiä tulkitsemalla voidaan huomata, että tähän skenaarioon sisältyy runsaasti uhkakuvia. Perälaatikkosuunnittelijoiden osaamiseen verrattuna tässä vaihtoehdossa osaaminen ei yllä samalle tasolle, jolloin tuotemalliin voi jäädä virheitä, jotka ilmenevät laatupoikkeamien määrän kasvuna aiheuttaen ylimääräisiä hukkaa ja tätä kautta kustannuksia. Perälaatikoiden tuotemallin kehittäminen on suunnittelijoiden osalta ydinosaamista ja aina kun ydinosaamista aletaan siirtämään alihankintaan, on siinä riskinsä. Alihankintasuunnittelu voi tapahtua jopa eri mantereella, joka aiheuttaa uhkakuvia yhteistyön sujuvuuden ja tietoturvan kannalta. Jos alihankinta suunnittelu tapahtuu ulkomailta käsin, on viestintäongelmien mahdollisuus olemassa, koska tuote on monimutkainen ja siihen sisältyvien nimikkeiden kirjo laaja.

SWOT-analyysin mukaan alihankintasuunnittelulla voidaan tasata työkuormaa ja se on hyvä vaihtoehto korkeassa työkuormassa. Lyhytkestoisessa kuormitushuipussa työkuorman taseus alihankintatyönä on perusteltua, koska tällaista tilannetta varten ei ole perusteita rekrytoida uutta henkilöstöä. Toisaalta jo nyt voidaan ennustaa, että OFGap-perälaatikoiden tuotemallin tekemiseen vaaditaan pitkäjänteistä, ja jopa vuosia kestävästä työtä eikä kyse ole yksittäisestä kuormitushuipusta. Alihankintana tapahtuva suunnittelu mahdollistaa parantuvan yhteistyön toimeksiantajayrityksen ja alihankintasuunnittelun välillä, jolloin myös alihankintasuunnittelua tekevän toimijan tuotemalliosaaminen ja tuotetuntemus parantuvat. Skenaarioita, jossa tuotemallin toteutus tapahtuisi alihankintasuunnitteluna kuvataan taulukossa kaksi.

Taulukko 2. Skenaario 2: Tuotemallin toteutus alihankintasuunnitteluna SWOT-analyysi

	Positiiviset	Negatiiviset
Sisäiset tekijät	Vahvuudet <ul style="list-style-type: none"> • Hyvä vaihtoehto korkeassa työkuormassa • Tasaa työkurmaa 	Heikkoudet <ul style="list-style-type: none"> • Osaamisvaje • Resurssit fyysisesti kauempana
Ulkoiset tekijät	Mahdollisuudet <ul style="list-style-type: none"> • Yhteistyön parantuminen alihankintasuunnittelutoimijan kanssa • Alihankintayrityksen osaaminen kehittyä helpottaen jatkossa yhteistyötä 	Uhat <ul style="list-style-type: none"> • Tuotemalliin voi jäädä virheitä • Projektin venyessä voivat myös kustannukset nousta yllättävästi • Ydinosaamisen siirtyminen alihankintayritykselle <ul style="list-style-type: none"> • Yhteistyöongelmat • Sitoutumisongelmat • Tietoturvaongelmat

19.3 Skenaario 3: Tuotemallin toteutus hybridimallilla, johon sisältyy omaa ja ostettua suunnittelua

Hybridimallilla toteutettuun tuotemalliin sisältyisi toimeksiantajan oman suunnittelutyön lisäksi myös ostettua alihankintasuunnittelua. Tämä työskentelymalli mahdollistaisi erilaiset työnjakovariaatiot ja se kehittäisi myös alihankintasuunnittelijan ja toimeksiantajana toimivan Valmetin välistä yhteistyötä. Työnjakoa voitaisiin tehdä strategisesti järkevästi esimerkiksi siten, että toimeksiantajan omat perälaatikkosuunnittelijat vastaisivat niin sanottujen avainkomponenttien tuotemallinuksesta, kun taas vähemmän merkitykselliset ja erityisosaamista vaativat osat kuten esimerkiksi kiinnitystarvikkeet voisivat kuulua alihankintasuunnittelijan vastuulle.

Hybridimallin heikkoutena on yhteydenpito, joka sitoo resursseja etenkin tilanteessa, jossa alihankintasuunnittelu tapahtuu kaukana toimeksiantajan toimitiloista. Tällaisessa tilanteessa myös viestintään liittyvät väärinymmärrykset ovat mahdollisia. Hybridimalli soveltuu käytettäväksi korkean työkuorman aikana, mutta jos työkuorma on matala ei tämän mallin käyttöön ole perusteita vaan

järkevämpää on valjastaa toimeksiantajan omat perälaatikkosuunnittelijat OFGap-perälaatikkomallin tuotemallin tekoon. Uhkakuvana tässä skenaarioissa on se kuka kantaa vastuuta mahdollisissa ongelmatilanteissa ilman, että asioista aletaan riitelemään ja etsimään syyllistä. Myös tietoturvaan liittyy tässä toimintamallissa ongelmia, koska on olemassa riski, että salaisia tuotetietoja pääsee vuotamaan kolmansille osapuolille alihankintasuunnittelutoimiston kautta. Hybridimallilla toteutetun tuotemallisuunnittelun SWOT-analyysi käy ilmi taulukosta kolme.

Taulukko 3. Skenaario 3: Tuotemallin toteutus hybridimallilla, johon sisältyy omaa ja ostettua suunnittelua SWOT-analyysi

	Positiiviset	Negatiiviset
Sisäiset tekijät	Vahvuudet	Heikkoudet
	<ul style="list-style-type: none"> Tasaa työkuormaa kovassa työkuormassa Mahdollistaa eri työnjakovariaatioita Kehittää yhteistyökykyä 	<ul style="list-style-type: none"> Yhteydenpito sitoo resursseja Taloudellisesti ei järkevää matalassa työkuormassa
Ulkoiset tekijät	Mahdollisuudet	Uhat
	<ul style="list-style-type: none"> Mahdollistaa töiden strategisen roolituksen 	<ul style="list-style-type: none"> Epäselvät vastuut ongelmatilanteissa

19.4 Skenaario 4: Tuotemallin toteutus opiskelijatyönä

Tuotemallin toteutus opiskelijatyönä on lähinnä teoreettinen vaihtoehto tuotemallin toteutustavaksi. SWOT-analyysi osoittaa, että tämän skenaarioiden suurin vahvuus on taloudellisuus, koska opiskelijatyön palkkakustannukset ovat matalia. Mahdollisuuksina voidaan tunnistaa opiskelijan osaamistason kasvu, josta toimeksiantajayritys voisi hyötyä etenkin siinä tapauksessa, jos opiskelija suoriutuu työstä hyvin ja mahdollisesti palkataan yhtiön palvelukseen valmistuttuaan. Teoriassa skenaariossa kuvattu toiminta voi onnistua, jos työtä tekemään löytyy poikkeukselliset lahjakas, motivoitunut tekijä, joka omaksuu OFGap-perälaatikkotyypin asiat nopeasti ja osaa soveltaa opittuja tietoja käytäntöön tuotemallin tekovaiheessa.

Opiskelijatyönä toteutettava tuotemallin toteutus OFGap-perälaatikkotyypille sisältää monia heikkouksia, joista vakavin liittyy osaamiseen. OFGap-tuotemallin laatiminen vaatii tekijältään vankkaa kyseisen perälaatikkotyypin tuotetuntemusta, jossa tekijän tulee osata tunnistaa ja hallita muun muassa perälaatikkotyypin osiin, ominaisuuksiin ja erityispiirteisiin liittyviä tietoja ja taitoja. Tuotemallin tekeminen on pitkä prosessi, mikä tekee tästä skenaariosta käytännössä hyvin hankalan toteuttaa, koska harva opiskelija on valmis sitoutumaan insinööri- tai diplomityön tekoon vuosien ajaksi. Osaamispuutetta paikataan tässä skenaariossa laadukkaalla perehdyttämällä, joka tässä tapauksessa sitoo resurssia pitkäksi aikaa ja on myös selkeästi tätä skenaariota koskeva heikkous. Uhkakuvana valmiiseen tuotemalliin jää heikosta osaamisesta johtuvia virheitä, joita korjataan tuotemallista ja pahimmillaan valmiista perälaatikoista pitkiä aikoja, jolloin syntyy ylimääräisestä työstä johtuvaa hukkaa. SWOT-analyysi, jossa kuvataan tuotemallin toteutusta opiskelijatyönä, ilmenee taulukosta neljä.

Taulukko 4. Skenaario 4: Tuotemallin toteutus opiskelijatyönä SWOT-analyysi

	Positiiviset	Negatiiviset
Sisäiset tekijät	Vahvuudet <ul style="list-style-type: none"> Taloudellisesti edullinen 	Heikkoudet <ul style="list-style-type: none"> Osaamispuutteet Sitoo osaavaa resurssia työn valvonnan muodossa Sitoo perehdytysresursseja Työmäärä liian suuri opiskelijatyöksi
Ulkoiset tekijät	Mahdollisuudet <ul style="list-style-type: none"> Kasvattaa opiskelijan osaamistasoa Onnistumisen edellytykset olemassa, jos työhön löytyy lahjakas tekijä. 	Uhat <ul style="list-style-type: none"> Tuotemalliin voi jäädä virheitä, jotka näkyvät myöhemmin laatuvirheinä

19.5 Skenaario 5: Tuotemallin toteuttamatta jättäminen

Tämän opinnäytetyön kannalta on tärkeää tiedostaa mitä seurauksia seuraa, jos tuotemallia OF-Gap-perälaatikkotyypille ei tehtäisi. Tämän skenaarion ainoa vahvuus olisi hetkellisesti saavutettu

taloudellinen etu, joka muuttuisi pitempikestoiseksi eduksi siinä vaiheessa, jos OFGap-perälaatikoiden tilausmäärät ja tätä kautta myös valmistusmäärät putoaisivat.

Tämän skenaarioiden kohdalla OFGap-perälaatikoiden laatutason ei voida odottaa paranevan. Tämän opinnäytetyön tutkimustulokset osoittavat, että olemassa olevalla tuotemallilla on laatu- ja keuhkämien määrään laskeva vaikutus. Tuotemallin tuomat edut korostuvat, jos tuotemallipohjaisesti suunniteltuja perälaatikoita valmistetaan säännöllisesti. Näitä saavutettuja etuja olisivat muun muassa suunnittelutyön tehostuminen ja laatu- ja keuhkamäärien väheneminen, jotka molemmat toteutuessaan vähentäisivät virheiden korjauksista johtuvia hukkakustannuksia ja täten tarjoisivat opinnäytetyön toimeksiantajayritykselle paremmat taloudelliset menestymismahdollisuudet. Uhkakuvien osalta pahimpia puolia tämän skenaarioiden osalta olisi tilanteet, joissa tuotemallin puuttumisen takia asiakkaalle asti päätyisi virheellisiä tuotteita, jotka aiheuttaisivat mainehaittoja Valmetille. Onneksi riski, jossa virheellinen tuote päätyisi asiakkaalle asti on pieni, koska kaikille perälaatikoille tehdään laatu- ja kokoonpano-osaston toimesta lopputarkastukset, joissa valmiit perälaatikot tarkastetaan ja todetaan virheettömiksi ennen perälaatikoiden toimittamista asiakkaille. Tuotemallin toteuttamatta jättämistä kuvaava SWOT-analyysi on kuvattuna taulukossa viisi.

Taulukko 5. Skenaario 5: Tuotemallin toteuttamatta jättäminen SWOT-analyysi

	Positiiviset	Negatiiviset
Sisäiset tekijät	Vahvuudet <ul style="list-style-type: none"> • Hetkellinen taloudellinen etu 	Heikkoudet <ul style="list-style-type: none"> • Virheiden määrä OFG-perälaatikoissa ei vähene
Ulkoiset tekijät	Mahdollisuudet <ul style="list-style-type: none"> • Voi olla kannattava päätös jos OFG-perälaatikoiden valmistusmäärät putoavat tulevaisuudessa merkittävästi 	Uhat <ul style="list-style-type: none"> • Hukkatyön osuus kasvaa • Ongelmat korostuvat OFG-perälaatikoiden tuotantomäärien kasvaessa • Laatuvirheitä voi mennä myös asiakkaille asti, jolloin niiden korjaus on kallista. • Mainehaitat laaturiskien toteutuessa

19.6 Skenaarioiden vertailu

Eri skenaariovaihtoehdoista tehtyjä SWOT-analyysyjä vertailemalla huomataan, että tuotemallin tekeminen perälaatikkosuunnittelijoiden toimesta on opinnäytetyön tuloksia analysoimalla skenaariovaihtoehdoista paras. Tuotemallin teko vaatii osaamista ja resursseja skenaarioista riippumatta. Toimeksiantajan omaan työskentelyyn perustuva skenaario tarjoaa parhaat mahdollisuudet tuotemallin tekoon OFGap-perälaatikolle, koska perälaatikkosuunnittelijoilla on parhaat valmiudet ja osaaminen tuotemallia ajatellen. Skenaarion soveltuvuutta arvioitaessa on hyvä huomioida, että tämän opinnäytetyön yhteydessä tehtyjen kyselytutkimusten mukaan Valmetin perälaatikkosuunnittelijat itse toivovat, että tuotemalli tehtäisiin myös OFG-perälaatikoille ja heidän mukaansa työhön riittäisi nykyisin käytössä olevat resurssit. Näiden tietojen pohjalta voidaankin olettaa, että tuotemallin teko perälaatikkosuunnittelijoiden toimesta tapahtuisi työnantajan kannalta sujuvasti.

Kovassa työkuormassa käyttökelpoinen skenaario olisi työskentelymalli, jossa tuotemallia tehtäisiin niin sanotulla hybridimallilla siten, että joltain osin suunnittelussa hyödynnettäisiin myös alihankintana tapahtuvaa suunnittelua niiltä osin kuin se tarpeelliseksi koettaisiin. Tällöin vaihtoehtona olisi esimerkiksi työskentelymalli, jossa eniten osaamista vaativien avainkomponenttien tuotemallintamisesta vastaisivat Valmetin omat suunnittelijat, kun taas vähemmän tuotetuntemusta vaativien nimikkeiden osalta työtä teetettäisiin myös alihankintasuunnitteluna. Tämä helpottaisi työkuormaa suuren tilauskannan aikana.

20 Työn luotettavuuden ja eettisyyden arviointi

Työn tuloksia ja lopputuloksia arvioitaessa on hyvä pohtia myös työn luotettavuutta ja eettisyyttä. Tässä opinnäytetyössä työn tuloksia kerättiin kyselytutkimuksilla sekä perälaatikoiden laatumerkintöjä analysoimalla. Kyselytutkimukset toteutettiin siten, että kyselyn runko muodostui strukturoitujen kysymysten ympärille, jolloin kysymyksiin tarjottiin valmiit vastausvaihtoehdot. Valmiiden vastausvaihtoehtojen ansiosta vastaustulosten analysointi oli johdonmukaista mahdollistaen selkeiden kuvaajien tekemisen tutkimustuloksista. Kyselytutkimuslomakkeissa oli valmiiden strukturoitujen kysymysten lisäksi myös vapaan sanan mahdollistava kysymys, johon kyselyyn vastaajat saivat halutessaan vastata. Tavoitteena vapaan sanan kysymyksellä oli tarjota vastaajalle mahdollisuus täsmentää näkemyksiään aiheeseen. Valitettavasti etenkin perälaatikkovalmistuksen osalta vapaan sanan kysymykseen jätettiin melko vähän vastauksia.

Kyselytutkimuksen luotettavuutta arvioitaessa on syytä mainita kyselyiden vastaajien määrät, jotka olivat perälaatikotuotannon osalta 30 vastaajaa ja perälaatikkosuunnittelun osalta 10 vastaajaa. Työn luotettavuutta arvioitaessa on todettava, että lähes kaikki perälaatikkokokoonpanijat vastasivat perälaatikotuotannon kyselyyn mikä vahvistaa osaltaan tutkimuksen luotettavuutta. Perälaatikkokokoonpanijoilla on parhaat kyvyt ja kokemus arvioida tuotemallin hyödyllisyyttä, koska tuotannossa ilmenevät virheet tulevat valta osin ilmi vasta kokoonpanovaiheessa.

Kyselyiden luotettavuuteen vaikuttavat myös vastaajien kokemus tutkittavaan aiheeseen liittyen. Perälaatikkovalmistukselle suunnattuun kyselyyn vastanneista henkilöistä 77 % omasi yli kymmenen vuoden työkokemuksen perälaatikoiden parissa työskentelystä, jolloin tältä osin tutkimustuloksia voi pitää luotettavina. Toisaalta perälaatikkosuunnittelun henkilöstölle suunnattuun kyselyyn vastasi huomattavasti heterogeenisempi joukko työkokemuksella mitattuna. Kyselyyn

vastanneiden henkilöiden työkokemuksessa oli suunnittelupuolella vaihtelua, mikä kannattaa huomioida kyselyn tuloksia analysoitaessa, koska vähän työkokemusta omaavilla vastaajilla ei ole omaakohtaisia kokemuksia ajalta ennen tuotemallia eivätkä he näin ollen pysty vertaamaan nykyhetkessä tapahtuvia asioita kokemusperäisesti.

Opinnäytetyössä tuotemallin hyötyjä arvioitiin kyselytutkimusten lisäksi perälaatikkokohtaisia laatupoikkeamia tutkimalla ja vertailemalla. Tutkimustiedot kerättiin tältä osin Valmetin spotlight järjestelmästä elokuun 2023 aikana. Tutkimuksessa käytettiin vuonna 2022 valmistettujen perälaatikoiden tietoja, koska tuolloin Spotlight- järjestelmä ja OFF-perälaatikoiden tuotemalli olivat molemmat käytössä. Tutkimustietojen hyödyntäminen vuonna 2021 valmistettujen perälaatikoiden kohdalla ei olisi ollut tutkimuksen luotettavuuden kannalta järkevää, koska Spotlight järjestelmä otettiin käyttöön vuoden 2021 aikana. Tästä syystä laatumerkintöjä kirjattiin uuteen ja vanhaan järjestelmään samanaikaisesti, jonka vuoksi tietojen kerääminen kahdesta järjestelmästä ei olisi ollut yksinkertaista. Laatu poikkeamatutkimuksen luotettavuutta arvioitaessa luotettavuutta lisää järjestelmällisyyden taso, jolla laatu poikkeamia laatu järjestelmään kirjataan. Laatu poikkeamien kohdalla on sovittu, että laatuhenkilöt kirjaavat laatu poikkeamat ylös järjestelmällisesti ja niitä myös käydään säännöllisesti läpi perälaatikkoverstaan verstpäällikön johdolla. Tältä osin voidaan todeta, että tutkimuksessa käytettyjen laatumerkintöjen luotettavuus on korkealla tasolla.

Lähteiden luotettavuutta arvioitaessa pitää todeta, että tuotemalliin liittyvien lähteiden etsintä tuotti opinnäytetyön tekijälle haasteita. Tuotemalli voidaan käsittää monella tapaa. Tuotemallista oli saatavilla tietoja runsaasti, mutta tuotemalli termillä on monta merkitystä ja tässä tapauksessa lähteiden piti käsitellä tuotemallipohjaista suunnittelua, josta luotettavaksi tunnistettavia teoksia oli saatavilla rajoitetusti. Muutoin lähdeaineistojen etsiminen työhön oli helpompaa ja ajankohtaisia sekä laadukkaita lähteitä esimerkiksi eri tutkimustapoihin, perälaatikkotyyppeihin ja asiakasyritykseen liittyen oli hyvin saatavilla. Opinnäytetyössä lähdeaineistona käytettiin lähinnä painettua materiaalia, nettijulkaisuja, sekä tutkimuskirjoituksia.

Opinnäytetyön eettisyyttä arvioitaessa on hyvä palata opinnäytetyöprossin alkuun. Opinnäytetyön aloituksen yhteydessä pidettiin palaveri opinnäytetyön toimeksiantajan edustajien ja opinnäytetyön tekijän kanssa. Tässä palaverissa rajattiin työn aihetta, tavoitteita ja määriteltiin toimeksian-

tajan puolelta työn ohjaaja. Tämän jälkeen opinnäytetyön tekijä oli yhteydessä Jyväskylän ammattikorkeakoulun teknologia liiketoiminnan johtamisen tutkintovastaavaan, joka määritteli ammattikorkeakoulun puolelta työn ohjaajan. Opinnäytetyön roolituksen selvittyä pidettiin aloituspalaveri, jossa työn aihetta ja tavoitteita rajattiin lisää sekä tehtiin opinnäytetyön tekoon liittyen opinnäytetyösopimus.

Opinnäytetyön tekoon osallistui opinnäytetyön tekijän lisäksi useita henkilöitä. Hyvään tutkimi-
etiikkaan kuuluu, se ettei tutkimuksiin osallistuneiden henkilöiden henkilöllisyys paljastu työn do-
kumenteista. Tämän vuoksi opinnäytetyön tutkimusten yhteydessä ei mainita henkilöiden nimiä.
Samaa periaatetta toistetaan myös tutkimustulosten osalta, siten ettei toimeksiantajan asiakastie-
toja paljasteta tässä opinnäytetyössä. Tämä ilmenee parhaiten laatupoikkeamia käsittelevässä
osuudessa, jossa perälaatikkoprojektien nimiä ei paljasteta, vaan projektit on nimetty kirjainperi-
aateella, ilman että lukijalle paljastuu mistä perälaatikko projektista on kyse. Tarkoilla nimi tai
projektitiedoilla ei tämän opinnäytetyön lopputuloksen kannalta ole merkitystä, jonka vuoksi niitä
ei opinnäytetyössä tuoda myöskään ilmi. Opinnäytetyöntekijä piti maaliskuussa 2024 työn toimek-
siantajan edustajille esittelytilaisuuden, jossa työn tulokset ja salaisiksi luokitellut yksityiskohtaiset
tiedot tulosten takana tulivat heidän tietoonsa. Tässä esittelytilaisuudessa tutkimustulokset esitel-
tiin toimeksiantajan edustajille PowerPoint-esityksenä.

21 Johtopäätökset

Tämän opinnäytetyön päätavoitteena oli selvittää tuotemallin tarjoamia etuja paperi- ja kartonki-
koneiden perälaatikoiden suunnittelun ja valmistuksen kannalta. Perälaatikkotuotannon henkilös-
tölle tehdyn kyselytutkimuksen mukaan tuotemallipohjaisella suunnittelulla saavutetaan monia
etuja, joista merkittävimmillä on vaikutusta perälaatikoiden laatuun. Nykyisellään OFGap-perälaa-
tikot suunnitellaan kopioperiaatteella, joka mahdollistaa virheiden kopioinnin valmistuskuviin. Ky-
selytutkimuksen mukaan tuotemallin puuttuminen lisää ongelmien esiintymistä OFGap- perälaati-
koiden valmistuksessa. Kyselyn mukaan perälaatikkoverstaan työntekijät kokevat, että OFGap-
perälaatikoiden valmistuskuvissa on virheitä, jotka lisäävät ylimääräistä työtä ja tätä kautta hukka-
työn määrää.

Saman kyselyn tuloksia analysoimalla voidaan todeta, että selvä enemmistö kyselyyn vastaajista on sitä mieltä, että tuotemalli on selkeyttänyt ja helpottanut OFF-tyyppisten perälaatikoiden tuotantoa viime vuosina. Opinnäytetyön tekijä yllättyi kyselytutkimuksen tuloksia analysoidessaan siitä, kuinka selvästi perälaatikkotuotannon työntekijät kokevat tuotemallin tuomat edut. Opinnäytetyöntekijä on työskennellyt perälaatikkoverstaalla kokoonpanon esimiehenä 2018–2023 välisen ajan, eikä tuona aikana kokoonpanotyön yhteydessä puhuttu jatkuvasti tuotemallin hyödyllisyydestä perälaatikkoverstaan työntekijöiden toimesta.

Tehdyn kyselytutkimuksen vastaajien työkokemus oli vahva, sillä 77 % vastaajista omasi yli kymmenen vuoden työkokemuksen perälaatikkoverstaalla työskentelystä. On selvää, että tämä hiljaista tietoa omaava joukko on kokenut omakohtaisesti ajan ennen tuotemallia, jolloin he ovat nähneet miten tuotemalli on kehittänyt OFF-perälaatikoiden suunnittelua ja tätä kautta myös valmistusta oikeaan suuntaan. On mahdollista, että jos kyselyyn vastaajilla ei olisi ollut näin vankkaa kokemuspohjaa taustalla olisi kyselyn vastausjakauma voinut olla hyvinkin erilainen eikä tuotemallin etuja olisi osattu tunnistaa näin selvästi.

Perälaatikkosuunnittelun työntekijöiden suhtautuminen tuotemallia kohtaan on kyselytutkimuksen vastausten mukaan positiivista, sillä myös perälaatikkosuunnittelijat tunnistavat tuotemallilla saavutettavia etuja, joita ovat muun muassa suunnittelutyön helpottuminen ja virhemäärien ennaltaehkäisy. Suunnitteluosastolle suunnatun kyselyn tuloksissa on yllättävintä se, että osaston työntekijät kokevat tuotemallin tekemisen olevan mahdollista myös OFGap- perälaatikoille jo olemassa olevilla resursseilla, siitä huolimatta, että suunnittelun työkuorma on ollut menneinä vuosina korkealla tasolla. Tämä tieto yhdistettynä siihen, että perälaatikkosuunnittelun työntekijät toivovat tuotemallia myös OFGap-perälaatikkotyypille on loppupäätelmänä tuotemallin toteutettavuuden kannalta positiivinen.

Tuotemallin vaikutusta perälaatikoiden laatutasoon tutkittiin laatupoikkeamatietoja arvioimalla. Arviointi perustui Valmetin Spotlight- järjestelmästä kerättyihin tietoihin, joissa käsiteltiin vuoden 2022 aikana valmistettujen OFF- ja OFGap- perälaatikoiden laatupoikkeamatietoja. Laatupoikkeamissa keskityttiin analysoimaan perälaatikkosuunnittelusta johtuvien virheiden määrää ja laatua. Tutkimustuloksista selvisi, että Valmet perälaatikoiden suunnittelun laatu on korkealla tasolla,

sillä OFF-perälaatikoissa laatuvirheitä ilmeni 0.5 kpl/perälaatikko ja OFGap-perälaatikoissa laatuvirheiden perälaatikkokohtainen laatupoikkeamien määrä oli 2.6 kpl virhettä. OFGap-perälaatikoiden virheistä valtaosa oli sellaisia, että käytössä olevalla tuotemallilla niitä ei olisi päässyt syntymään. Laatumerkintöjen määrään ja laatuun keskittyneen tutkimuksen tuloksista voidaan päätellä, että tuotemallilla on selkeä perälaatikoiden laatutasoa parantava vaikutus.

On työn tilaajan päätös, lähteekö se millä tavalla etenemään OFGap-perälaatikon tuotemallin kanssa. Tässä opinnäytetyössä päätöstä tukemaan laadittiin muutamia vaihtoehtoisia skenaariomalleja, joista parhaaksi osoittautui OFGap-perälaatikkomallin tuotemallin tekeminen Valmetin oman perälaatikkosuunnittelun toimesta. Tämän skenaarion vahvuuksia ovat muun muassa vankka tuotetuntemus, joka Valmetin perälaatikkosuunnittelijoilla on, sekä korkea motivaatio ja halu saada tuotemalli myös OFGap-perälaatikkotyypille.

Tämän opinnäytetyön tutkimustuloksiin vedoten voidaan todeta, että opinnäytetyön tekijä suosittelee opinnäytetyön tilaajalle, että tuotemalli tehtäisiin myös OFGap-perälaatikkotyypille. Tämän opinnäytetyön tutkimustulosten perusteella tuotemalli tarjoaa useita positiivisia hyötyjä perälaatikotuoannolle, sekä suunnittelulle.

Lähteet

Apilo, T., Kulmala, H. I., Kärkkäinen, H., Lampela, H., Mikkola, M., . . . Valjakka, T. 2008. Tuotekehitysverkoston uudet toimintamallit. Tampere: Teknologiainfo Teknova.

BarCharts, Inc.. Lean Six Sigma - Quick Study, BarCharts Publishing, Inc., 2016. ProQuest Ebook Central, <http://ebookcentral.proquest.com/lib/jypoly-ebooks/detail.action?docID=4877057>.

Camba, J.D., Contero, M. & Company, P. (2016). Parametric CAD modeling: An analysis of strategies for design reusability, Computer-aided design, Vol.74, pp. 18–31. Tieteellinen julkaisu. Viitattu 25.3.2024 <http://dx.doi.org/10.1016/j.cad.2016.01.003>

Juuti, T. (2008). Design Management of products with variability and commonality: contribution to the Design Science by elaborating the fit needed between product structure, Design process, Design goals and design organization for improved R&D efficiency, Tampere University of Technology, Tampere. Väitöskirjatyö. Viitattu 26.3.2024. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tty-200903021019>

Laakko, L. 2018. Valmistusosaluettelon muodostaminen modulaariselle tuotteelle. Diplomityö. Tampereen yliopisto. Teknillinen tiedekunta. Viitattu 11.9.2023. <http://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-201809062751>

Laakko, T. Sukuvaara, A. Borgman, K. Simolin, T. Björkstrand, R. Konkala, M. Tuomi, J. Kaikonen, H. 1998 Tuotteen 3D-CAD-suunnittelu. Helsinki: WSOY.

KnowPap- Paperinvalmistuksen oppimisympäristö. N.d. Taitotalo. <https://www.knowpap.com/>

Lapinleimu, I., Kauppinen, V., & Torvinen, S. (1997). Kone- ja metallituoteteollisuuden tuotantojärjestelmät. WSOY.

Lecklin, O. 2006 Laatu yrityksen menestystekijänä. Helsinki: Talentum media.

Lecklin, O & Laine R. 2009. Laadunkehittäjän työkalupakki. Helsinki: Talentum.

Lehtonen, T. (2007). Designing modular product architecture in the new product development, Tampere University of Technology, Tampere, Väitöskirjatyö, Viitattu 26.3.2024 . <https://research-portal.tuni.fi/files/2067026/lehtonen713.pdf>

Liker, J. 2006. Toyotan tapaan. Helsinki: Readme

Ogilvie, J. 2011. Facing the fold: Essays on scenario planning. Triarchy Press.

Peltokoski, M. Eskelinen, H. 2018. Challenges of manufacturability and product data management in bending. International journal of advanced manufacturing technology, Vol.99. Viitattu 12.1.2024. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/153424/Peltokoski_Eskelinen_Challenges-of-manufacturability_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Salonen, T. & Sääsäki, Juha. Tuotetietostandardien käyttö tuotannossa. VTT, verkkojulkaisu. Viitattu 24.11.2023. <https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/workingpapers/2005/W23.pdf>

Simpson, T.W. 2003 Product platform design and customization: Status and promise. Verkkojulkaisu julkaistu Cambridge University tiedotteena. Viitattu 26.2.2024 <https://www.cambridge.org/core/journals/ai-edam/article/product-platform-design-and-customization-status-and-promise/0C46A53C0CAFA0D6771D7CD19E9105F0>

Toikko, T. Rantanen, T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. Tampere: Tampereen Yliopistopaino.

Tuominen, K. 2021. Lean. Tehoa ja laatua tuotteiden ja tuotantojärjestelmän kehittämiseen. Helsinki: Readme.fi

Tuominen, K. Introducing Benchmarking : Development Manual, Oy Benchmarking Ltd, 2021. ProQuest Ebook Central. Viitattu 12.12.2023. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/jypoly-ebooks/detail.action?docID=28914925>.

Tutkimus, kehitys ja innovaatiot. N.d. Valmet Oy:n verkkosivulta. Viitattu 2.9.2023. <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/tutkimus-ja-kehitys/?language>

Ulrich, K.T. & Eppinger, S.D. 2012. Product design and development, Sixth edition, McGraw-Hill Irwin, New York, NY. Viitattu 25.3.2024 <https://industri.fatek.unpatti.ac.id/wp-content/uploads/2019/03/202-Product-Design-and-Development-Karl-T.-Ulrich-Sтивен-D.-Eppinger-Edisi-6-2015.pdf>

Valmet lyhyesti. N.d. Valmet Oy:n verkkosivulta. Viitattu 1.9.2023. <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/>

Valmetilla on yli 220 vuoden teollinen historia. N.d. Valmet Oy:n verkkosivulta. Viitattu 31.8.2023. <https://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/historia2/>

Valmet headboxes. N.d. Valmet. Viitattu 10.9.2023. <https://www.valmet.com/board-and-paper/board-and-paper-machines/headbox/#opti>

Valmet. Tuotemallivastaavan haastattelu 24.8.2023. Rautpohja, Jyväskylä.

Valmet. Suunnittelupäällikön haastattelu. Useita haastatteluita Microsoft Teamsin välityksellä 1.8.2023-1.2.2024 välisenä aikana.

Vilka, H. 2021. Tutki ja kehitä. 5., päivitetty painos. Jyväskylä: PS-kustannus.

Vuorinen, T., & Huikkola. 2023. Strategiakirja: 25 työkalua. Alma Talent.

Österholm, J. Tuokko, R. 2001. Systemaattinen menetelmä tuotemodulointiin. Vantaa: Metalliteollisuuden kustannus Oy

Liitteet

Liite 1: Tuotannon kysely

24.9.2023

Tuotemallin hyötyjen arviointi perälaatikkotuotannossa

Tällä kyselyllä selvitetään tuotemalli rakenteen (käytössä OFF perälaatikoilla) hyötyjä perälaatikkokokoonpanon näkökulmasta.

Työnkuvani on:

Perälaatikkoasentaja	
Koneistaja	
Hioja	
Laatumies	
Esimies	

Työkokemusta perälaatikkoverstaalla minulla on:

0-2v	
2-5v	
5-10v	
10-20v	
Yli 20v	

Tuotemalli on helpottanut ja selkeyttänyt OFF-tyyppisten perälaatikoiden tuotantoa viime vuosina

Täysin samaa mieltä	
Osittain samaa mieltä	
En osaa sanoa	
Osittain eri mieltä	
Täysin eri mieltä	

Olen osallistunut OFG perälaatikoiden kokoonpanoon tai osavalmistukseen viimeisen 2-vuoden aikana.

Täysin samaa mieltä	
Osittain samaa mieltä	
En osaa sanoa	
Osittain eri mieltä	
Täysin eri mieltä	

Tuotemallin puuttuminen on aiheuttanut "ylimääräisiä" laatuongelmia OFG-tuotannossa

Täysin samaa mieltä	
Osittain samaa mieltä	
En osaa sanoa	
Osittain eri mieltä	
Täysin eri mieltä	

Tuotemallin puuttuminen näkyy työohjeissa/työkuivissa virheinä

Täysin samaa mieltä	
Osittain samaa mieltä	
En osaa sanoa	
Osittain eri mieltä	
Täysin eri mieltä	

Tuotemallin puuttuminen on aiheuttanut ylimääräistä työtä viime vuosia OFG-perälaatikoiden kohdalla

Täysin samaa mieltä	
Osittain samaa mieltä	
En osaa sanoa	
Osittain eri mieltä	
Täysin eri mieltä	

Toivon että tuotemalli tehtäisiin myös OFG-perälaatikoille

Täysin samaa mieltä	
Osittain samaa mieltä	
En osaa sanoa	
Osittain eri mieltä	
Täysin eri mieltä	

Vapaa sana. Kommentit ja lisätiedot kyselyn aiheeseen liittyen.

Kyselyn tuloksia käsitellään nimettömästi. Kyselyn tulokset ovat Valmetin omaisuutta. Kyselyn tuloksia saa käyttää ainoastaan Arjo Forsmanin YAMK- loppuyön yhteydessä.

Liite 2: Perälaatikkosuunnittelun kysely

24.9.2023

Tuotemallin hyötyjen arviointi perälaatikkosuunnittelussa

Tällä kyselyllä selvitetään tuotemalli rakenteen (käytössä OFF perälaatikoilla) hyötyjä perälaatikkosuunnittelun näkökulmasta.

Työnkuvani on:

Pääsuunnittelija	
Perälaatikkokehitys	
Muu? Mikä?	

Työkokemusta perälaatikkosuunnittelussa minulla on:

0-2v	
2-5v	
5-10v	
10-20v	
Yli 20v	

Tuotemalli on helpottanut ja selkeyttänyt OFF-tyyppisten perälaatikoiden suunnittelutyötä viime vuosina

Täysin samaa mieltä	
Osittain samaa mieltä	
En osaa sanoa	
Osittain eri mieltä	
Täysin eri mieltä	

Olen osallistunut OFG perälaatikoiden suunnitteluun viimeisen 2-vuoden aikana.

Täysin samaa mieltä	
Osittain samaa mieltä	
En osaa sanoa	
Osittain eri mieltä	
Täysin eri mieltä	

Tuotemallin puuttuminen on hidastanut OFG-tyyppisten perälaatikoiden suunnittelutyötä.

Täysin samaa mieltä	
Osittain samaa mieltä	
En osaa sanoa	
Osittain eri mieltä	
Täysin eri mieltä	

OFG Tuotemallin puuttuminen lisää riskiä valmistusdokumenteissa ilmeneviin virheisiin/puutteisiin

Täysin samaa mieltä	
Osittain samaa mieltä	
En osaa sanoa	
Osittain eri mieltä	
Täysin eri mieltä	

Uskon että jo käytössä olevilla resursseilla voidaan luoda tuotemalli myös OFG-perälaatikoille

Täysin samaa mieltä	
Osittain samaa mieltä	
En osaa sanoa	
Osittain eri mieltä	
Täysin eri mieltä	

Toivon että tuotemalli tehtäisiin myös OFG-perälaatikoille

Täysin samaa mieltä	
Osittain samaa mieltä	
En osaa sanoa	
Osittain eri mieltä	
Täysin eri mieltä	

Vapaa sana. Kommentit ja lisätiedot kyselyn aiheeseen liittyen.

Kyselyn tuloksia käsitellään nimettömästi. Kyselyn tulokset ovat Valmetin omaisuutta. Kyselyn tuloksia saa käyttää ainoastaan Arjo Forsmanin YAMK- lopputyön yhteydessä.

Liite 3: Kyselyn saatekirje

Saatekirje tuotemallin hyötyjä arvioivaan kyselytutkimukseen

Tämän kyselytutkimuksen tarkoitus on selvittää tuotemallin tarpeellisuutta perälaatikoiden valmistuksen ja suunnittelun näkökulmista.

OFF-tyyppin perälaatikoissa on tuotemalli ollut käytössä vuosia, mutta OFG-perälaatikoiden kohdalla tuotemallia ei olla luotu. Kyselyn vastaukset antavat työn tilaajana toimivalle Valmetille tietopohjaa tuotemallin hyödyistä perälaatikkotuotannon, sekä perälaatikkosuunnittelun näkökannoilta katsottuina.

Kyselytutkimuksen pohjana toimii kyselykaavake, jonka täyttäminen on helppoa. Kysymysten yhteydessä on valmiit vastaukset, joista valitaan omaa mielipidettä parhaiten kuvaava väittämä. Kyselyn lopussa on myös vapaan sanan osio, johon voi täydentää vastauksia tai jättää muuta palautetta aiheeseen liittyen.

Kyselyn tuloksia tullaan käyttämään hyväksi ainoastaan opinnäytetyöprosessissani, jonka aiheena on selvittää tuotemallin hyötyjä perälaatikoiden valmistuksessa ja suunnittelussa.

Perälaatikkoverstaan tuotannon väelle ja suunnittelijoille on olemassa omat kyselynsä.

Ennen kyselyyn vastaamista käyn tämän saatekirjeen läpi jokaisen kyselyyn osallistuvan henkilön kanssa. Samalla selitän myös sen mitä tuotemallilla tässä tapauksessa tarkoitetaan.

Arjo Forsman 24.9.2023