



Imutelasuunnittelun toiminnan kehittäminen

Jukka Koponen

Opinnäytetyö, AMK

Toukokuu 2022

Tekniikan ala

Konetekniikka

Koponen Jukka

Imutelasuunnittelun toiminnan kehittäminen

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2022, 45 sivua.

Tekniikan ala. Konetekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: Kyllä

Tiivistelmä

Toimeksiantajayritys Valmet Technologies Oy halusi tutkia ja kehittää Jyväskylän Rautpohjan tehtaalla valmistettävien imulaatikoiden suunnittelun toimintaa ja laatua imulaatikon kokoonpano-osastolla kerättyjen laatuPALAUTTEIDEN pohjalta. Toimeksiantajayritys halusi lisäksi tutkia imulaatikon suunnitteluohjeen ajantasaisuuden. Tavoitteiksi asetettiin selvät kehitystoimenpiteet imulaatikon kokoonpano-osastolla kerättyjen laatuPALAUTTEIDEN perusteella, imulaatikon suunnitteluohjeeseen liittyvät kehitystoimenpiteet sekä tarkastuslistan laatiminen imulaatikon suunnittelun tueksi.

Toimeksianto toteutettiin tutkimuksellisella kehittämistyöllä, jossa hyödynnetään erilaisia tutkimusmenetelmiä työelämän kehittämiseksi. Tutkimuksen tukena toimivat haastattelut ja kyselyt. Osa haastatteluista suoritettiin teemahaastatteluina, jotta tutkimuksen eettisyys ei vaarantuisi. Haastatteluja tehtiin myös muiden Valmetin yksiköiden työntekijöille, jotta tutkimuksessa saatiin uusia näkökulmia muista Valmet Technologies Oy:n yksiköiden toimintatavoista. Aikaa käytettiin myös paljon laatuPALAUTTEIDEN analysointiin, 3D-tuotemallin tarkasteluun sekä tuotannossa vierailuun.

Tuloksina syntyi lista kehitystoimenpiteistä imutelasuunnittelun toimintaan liittyen, ja miten laatuPALAUTTEIDEN esiintyviä erityisyyistä johtuvia laatuongelmia saataisiin vähennettyä. Imutelan suunnitteluohjeeseen liittyen saatiin kehittävää informaatiota jatkokehitystä varten. Imulaatikon suunnittelun tueksi tehtiin tarkastuslista. Myös imulaatikon 3D-tuotemallin jatkokehitystä ajatellen tehtiin kehitystoimenpiteitä sisältävä listaus.

Imutelasuunnittelun toiminnassa on kehitettävää. Toimintaa tulee yhdenmukaistaa, ja kommunikaatiota tulee lisätä alihankintasuunnittelutoimistojen kanssa.

Avainsanat (asiasanat)

Kehittämistutkimus, toiminnan kehittäminen, satunnaisuus, erityisyys, imulaatikko, imutela, imutelasuunnittelu

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Koponen Jukka

Development of suction roll design department

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2022, 45 pages.

Engineering and technology. Degree Programme in Mechanical Engineering. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The client company Valmet Technologies Oy wanted to research and develop the design and quality of the design department of the suction boxes manufactured at the Jyväskylä Rautpohja plant on the basis of the quality feedback collected in the suction box assembly department. The client company also wanted to check the timeliness of the suction box design guide. The objectives were clear development measures based on the quality feedback collected in the suction box assembly department, development measures related to the suction box design guide, and the preparation of a checklist to support the suction box design.

The assignment was carried out through research and development work, which utilizes several different research methods to develop working life. The research was supported by interviews and surveys. Some of the interviews were conducted in the form of thematic interviews so that the ethics of the research would not be compromised. Interviews were also conducted with employees of other Valmet units in order to gain new perspectives on the other operating methods of Valmet Technologies units. A lot of time was also spent analyzing the quality feedback table, reviewing the product model, and visiting production.

The results provided a list of development measures related to suction roll design activities and reduction of quality problems due to individual reasons in the quality feedback. In connection with the suction roll design guide, a lot of developmental information was obtained for further development. A checklist was made to support the design of the suction box. A list of development measures was also made for the further development of the suction box product model.

There is room for improvement in suction roll design department. Activities need to be harmonized and communication with subcontracting planning offices needs to be increased. Finding out the current situation was surprisingly difficult, as different people had different perceptions of the current situation in suction roll design. This, on the other hand, provided new perspectives which made it easier to think about the results of the assignment from different points of views.

Keywords/tags (subjects)

Development research, operational development, common cause, special cause, suction box, suction roll, suction roll design

Miscellaneous (Confidential information)

Sisältö

1	Johdanto	3
2	Imutela	3
2.1.1	Vedenpoisto imutelan avulla viiraosalla.....	4
2.1.2	Radan siirto pick-up- ja siirtoimutelalla.....	5
2.1.3	Vedenpoisto puristinimutelalla.....	5
2.2	Imulaatikko.....	5
3	Laadunhallinta	6
4	Tutkimusasetelma	7
4.1	Tutkimusmenetelmä.....	7
4.2	Aineistonkeruu- ja analyysi	8
4.2.1	Teemahaastattelut	8
4.2.1.1	Litterointi	9
4.2.2	Kysely.....	9
4.2.3	Kyselyn analysointi	9
4.3	Tutkimuksen eettisyys	10
4.4	Tutkimusongelma	10
5	Tietoperusta	11
5.1	Laatu käsitteenä	11
5.2	Total Quality Management (TQM) - Kokonaisvaltainen laadunhallinta.....	12
5.3	Statistical Process Control (SPC) – Prosessin tilastollinen valvonta.....	18
5.3.1	Tuotelaadun tilastollinen valvonta.....	18
5.3.2	Vaihtelu prosessissa	19
5.4	LEAN-menetelmät	20
5.4.1	Kaizen – Jatkuva Parantaminen	20
5.4.2	Työn vakiinnuttaminen	22
6	Nykytilanteen kuvaus	22
6.1	Imulaatikon laatupalautelista	23
6.2	Imulaatikon suunnitteluohje.....	24
6.3	Imulaatikon tuotemalli	24
6.4	Imutela- ja alihankintasuunnittelu	25
7	Tulokset	26
7.1	Imulaatikon laatupalautelista	26
7.2	Imulaatikon suunnitteluohje.....	27

7.3	Imulaatikon tuotemalli	29
7.4	Imutela- ja alihankintasuunnittelu	30
8	Pohdinta	33
	Lähteet	36
	Liitteet	38
	Liite 1. Imutela- ja alihankintasuunnittelun toiminta; teemahaastattelujen tulokset	38
	Liite 2. Imulaatikon suunnitteluohjeen käytettävyys -kysely pohja.....	39
	Liite 3. Imulaatikon suunnitteluohjeen käytettävyys -kysely tulokset.....	42
	Liite 4. Imulaatikon tuotemalli; teemahaastattelujen tulokset	43
	43	
	Liite 5. Imulaatikkosuunnittelun tarkastuslista.....	44
	Kuviot	
	Kuvio 1. Imutelan rei'itetty vaippa (Suction roll shell n.d.).....	4
	Kuvio 2. Imutelan rakenne (Imutelan rakenne n.d.).....	5
	Kuvio 3. Telat-tuoteryhmän rakenne	7
	Kuvio 4. Kokonaisvaltainen laatujohtaminen - Total Quality Management (Hannukainen, Slotte, Kilpi & Nikiforow. 2006, 31.).....	13
	Kuvio 5. PDCA-sykli eli Demingin sykli	21
	Kuvio 6. Esimerkki imutelan suunnitteluohjeeseen kirjoitetusta ohjeesta	24

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön toimeksiantaja on Valmet Technologies Oy, joka on maailman johtava paperi- ja kartonkikoneiden valmistaja. Johtoaseman säilyttäminen edellyttää jatkuvaa tuotekehitystä ja -hallintaa, sillä kilpailu alalla on kovaa. Valmetin imutelasuunnittelussa on aloitettu panostamaan tuotehallintaan suunnittelutöiden helpottamiseksi tulevaisuudessa. Parhaillaan kehittämistoimia tehdään mm. imulaatikoiden suunnitteluprosessien parantamiseksi.

Valmetin Jyväskylän Rautpohjassa sijaitsevassa tuotantoyksikössä työskentelee päivittäin noin 1850 henkilöä, joista noin 350 työntekijää on alihankkijoita. Valmet Technologies Oy:n Jyväskylän Rautpohjassa sijaitseva tehdas tuottaa pääasiassa paperi- ja kartonkikoneita, sellunkuivatuskoneiden märänpään rakenneryhmiä, erilaisia paperikoneen komponentteja (erikoistelat, kuivatussylinerit, automaatio-, hydrauliiikka- ja voitelujärjestelmät, kaapimet, höyrykytkimet, korkeapainelaitteet ja vesikalusteet), telojen huoltopalveluja, telapinnoitteita sekä valimo- ja koelaitostoimintaa (Valmet Jyväskylä; toiminta onnettomuustilanteessa tiedote naapurustolle 2020.).

Opinnäytetyön tavoitteena oli tehdä kehitystoimenpiteitä imulaatikon kokoonpanossa kerättyjen laatupalautteiden perusteella. Toisena tavoitteena oli analysoida imulaatikon suunnitteluohje ja kehittää ohjeen käytettävyyttä paremmaksi. Kolmantena tavoitteena oli tutkia imutela- ja alihankintas suunnittelun yleisiä toimintatapoja.

2 Imutela

Erilaisten imutelojen päätehtävät paperikoneessa ovat maksimaalinen vedenpoisto paperiraidasta pelkästään imemällä tai vaihtoehtoisesti puristamalla. Imun energiatehokkuus riippuu alipaineesta ja virtaushäviöistä. Eräiden imutelojen tehtävänä on siirtää rata kudokselta toiselle. Imutelan etuina radan siirrossa ovat erittäin matala laahausvastus sekä erinomainen säädettävyys. Tyhjiö voidaan luoda, joko hoito- tai käyttöpään laakeroinnin läpi. Uusilla paperikoneilla käyttöpäästä imevät imutelat ovat yleisempiä, ja korvausteloilla hoitopäästä imevät ovat yleisempiä. (Polvinen

2022.) Imutelan hoitopäässä sijaitsevat imuleveyden ja imualueen säätö, mittarit sekä vesi-, ilma ja voiteluyhteet. Käyttöpäässä sijaitsevat käyttövaihte ja imuyhde sekä vaihteen ja laakeroinnin huohotus. (Metso; imutelakoulutus n.d.)

Imutela toimii siten, että rei'itetty vaippa pyörii laippa-akseleiden varassa laakereillaan imulaatikon ympäri. Imutelan vaipan materiaali on pääsääntöisesti telatyypistä riippuen erikoisduplex-terästä. Imutelan vaipan pinnoitteen materiaali voi olla imutelatyypistä riippuen muovista kutisteviiraa (formeritela) tai polyuretaani- tai wolframkarbidia (puristinimutela). (Metso; imutelakoulutus n.d.)

2.1.1 Vedenpoisto imutelan avulla viiraosalla

Viiraosalla imutelaa voidaan käyttää positiossa, jossa kaksi kerrosta yhdistetään toisiinsa. Imutelan tehtävänä ei ole silloin imeä vettä paperiradasta vaan parantaa radan laatuominaisuuksia. Imutelan sisään kehitetään imulaatikon avulla alipaine, jonka avulla paperiradasta imetään vettä. Vesi ohjautuu imutelan vaipassa oleviin reikiin (ks. kuvio 1), ei kuitenkaan kokonaan reiän läpi, jonka jälkeen valtaosa vedestä poistuu keskipakovoiman ansiosta vedenkeruukaukaloihin. Vain pieni osa vettä pääsee imutelan sisään. (Metso; imutelakoulutus n.d.)



Kuvio 1. Imutelan rei'itetty vaippa (Suction roll shell n.d.)

2.1.2 Radan siirto pick-up- ja siirtoimutelalla

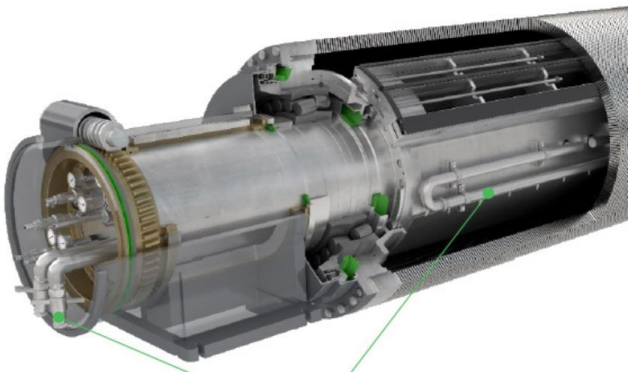
Pick-up-imutelan tehtävänä on siirtää paperirata viiralta puristimelle, kun taas siirtoimutela siirtää paperiradan kudokselta toiselle. Huopaimutela ohjaa rataa oikealle kudokselle. (Metso; imutelakoulutus n.d.)

2.1.3 Vedenpoisto puristinimutelalla

Puristimen imutelan päätoiminto on poistaa vettä puristamalla. Puristinimutela toimii siten, että se imee vettä vaipan ympärillä olevan huovan läpi imutelan vaipassa oleviin reikiin. Osa vedestä jää huopaan, mutta valtaosa imutelan vaipan reikiin imetystä vedestä poistuu keskipakovoiman ansiosta. (Metso; imutelakoulutus n.d.)

Imutelan rakenne (ks. kuvio 2) karkeasti jaoteltuna on seuraava:

- Vaippa
- Imulaatikko
- Laakeroinnit
- Telan huoltoon liittyvät osat
- Voimansiirtoon vaikuttavat osat



Kuvio 2. Imutelan rakenne (Imutelan rakenne n.d.)

2.2 Imulaatikko

Imulaatikot ovat pääsääntöisesti levy-rakenteisia (tai joskus harvoin ripa-rakenteisia), suunnikkaan muotoisia, ruostumattomasta teräslevystä valmistettuja kappaleita. (Metso; imutelakoulutus n.d.)

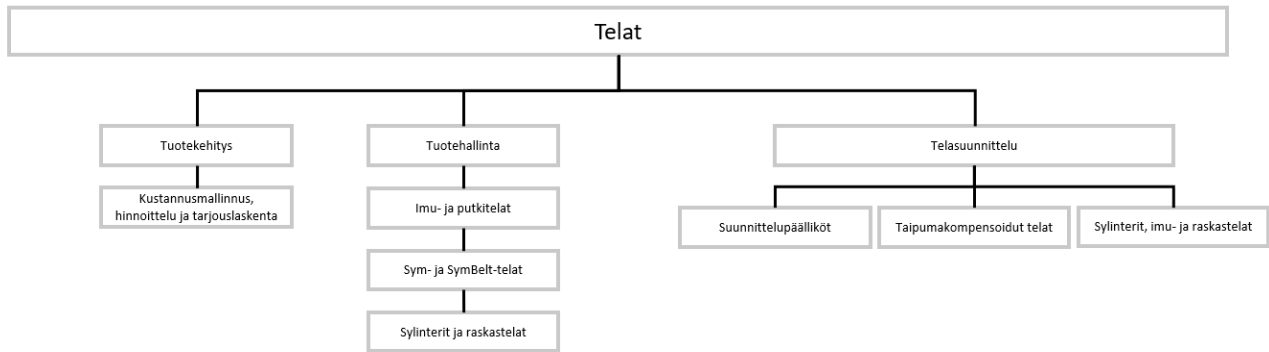
Imulaatikot voivat olla pituudeltaan noin 3 – 11 metriä pitkiä. Imulaatikon pituuden määrittää imutelan vaipan pituus. Imutelan vaipan halkaisijat vaihtelevat noin 0,5 – 2,0 metriä, jonka sisälle imulaatikon on mahduttava (Kortesalmi 2022.). Imulaatikon kääntäminen tapahtuu hoitopuolen laakerinkannassa olevan kierukkavälityksen avulla. Imulaatikko voidaan kääntää ulosvetoasentoon ja käyttöasentoon. On tärkeää huomioida ennen ulosvetoasentoon kääntämistä, että kuormitus- ja lukitusletkuista on poistettu paineet. Imuaukkoja on mahdollista hienosäätää käynnin aikana. (Metso; imutelakoulutus n.d.)

Pääsääntöisesti imulaatikon kumpaankin päähän on ruuviliitoksella kiinnitetty putkiakselit, joiden varaan imulaatikko on tuettu. Imulaatikon tarkoitus on kehittää voimakas säädettävä alipaine, joka mahdollistaa veden imemisen paperirainasta. Imuvyöhyke tiivistetään imutelan vaipan sisäpintaa vasten pääty- ja sivutiivistillä. Sivutiivistelistat kuormitetaan vaipan sisäpintaa vasten kuormitusletkuilla, jotka tarpeen mukaan paineistetaan. Sivutiivistelistat voidaan lukita ns. tiivistysasentoon lukitusmekanismilla (Locseal). Lukittavien sivutiivisteliskoilla on seuraavia etuja (Metso; imutelakoulutus n.d.):

- Tiivisteiden kulumisen hidastuu
- Telan energiankulutus pienenee
- Tiivistemelu pienenee
- Vaipan sisäpinnan kulumisen hidastuu
- Huoltoväliä voidaan pidentää

3 Laadunhallinta

Opinnäytetyö tehdään Valmet Technologies Oy:n Telat -tuoteryhmän alle kuuluvaan telasuunnitteluun, ja tarkemmin ottaen imutelasuunnitteluun (ks. kuvio 3). Toimeksiantaja halusi tutkia onko imulaatikon suunnitteluprosessissa tai jo suunnitelluissa imulaatikon komponenteissa parantamisen varaa. Tässä opinnäytetyössä keskitytään imutelasuunnittelussa suunniteltavien imulaatikoiden suunnittelutoimintojen kehittämiseen.



Kuvio 3. Telat-tuoteryhmän rakenne

Valmetin imutelasuunnittelussa suunniteltavien Imulaatikoiden suunnittelussa on ollut jo pitkään haasteita. Imulaatikon suunnittelussa apuna käytetään erilaisia imulaatikon suunnitteluohjeita sekä imulaatikon 3D-tuotemallia. Imulaatikon suunnitteluohjeet ja 3D-tuotemalli ovat keskeisessä asemassa suunniteltaessa uutta imulaatikkoa. Suunnittelu perustuu myös hyvin paljon kokemukseen ja tietotaitoon, jota imutelasuunnittelussa on paljon.

Aihetta rajattiin siten, että tietyt laatuvalautelistalla toistuvat laatuongelmat rajattiin opinnäytetyön ulkopuolelle, koska kyseisistä laatuongelmista oli tehty tai oli meneillään kehitystoimenpiteet. Imulaatikon suunnitteluohjeen tutkimusta rajattiin siltä osin, että nykyistä suunnitteluohjetta ei tarvitse päivittää tai kirjoittaa uudestaan vaan löytää virheellinen/vanhentunut data sekä kehitettävät osiot suunnitteluohjeesta. Suunnitteluohjeen tulkitsemiseen tarvitaan kattavaa tietämystä ja kokemusta imulaatikoista.

4 Tutkimusasetelma

4.1 Tutkimusmenetelmä

Tutkimuksellisessa kehittämistyössä tutkimusongelma nousee esiin työelämästä. Tutkimuksen tarkoituksena on tuottaa uutta tietoa, jota voidaan soveltaa työelämässä. Tutkimuksellinen kehittämistyö etenee siten, että ensin asetetaan tutkimukselliset kysymykset, jonka jälkeen edetään kohti konkreettisia kehittämistoimenpiteitä. Keskiössä on tutkimus, ja tuotettu tieto, joka vastaa tutkimusyhteisön vaatimuksia. Tutkimuksellisella kehittämistyöllä pyritään ratkaisemaan laajoja ongelmallisia kokonaisuuksia, eikä vain yksittäisiä ongelmia. Tutkimuksellisen

kehittämistyössä pyritään keräämään tietoa työyhteisön eri jäseniltä monesta eri näkökulmasta. Haastattelut ja kyselyt toimivat hyvinä keinoina aineiston keräämistä varten. Myös toiminnan tarkastelu, arviointi ja kyseenalaistaminen ovat tutkimuksellisen kehittämisen tunnusomaisia piirteitä (Työelämän tutkiva kehittämistoiminta 2022.).

4.2 Aineistonkeruu- ja analyysi

Opinnäytetyössä aineistoa kerätään hyödyntäen Jyväskylän ammattikorkeakoulun kirjaston tarjoamaa Janet palvelua. Janet palvelua käytetään tietoperustan teoria-aineiston etsimiseen ja keräämiseen kirjallisuudesta. Tutkimusaineistoa kerätään myös Valmetin sisäisestä järjestelmästä, josta löytyy kattavasti yksityiskohtaista tietoa imuteloista ja imulaatikoista.

Opinnäytetyön tutkimusta varten aineistoa kerätään teemahaastattelujen avulla.

Teemahaastatteluja hyödyntämällä saadaan selvitettyä monesta eri näkökulmasta nykytilannetta tutkimusongelmiin liittyen. Teemahaastattelut pyritään ensisijaisesti tallentamaan, jotta haastatteluaineisto voidaan myöhemmin litteroida. Teemahaastatteluiden tallentaminen mahdollistaa keskittymisen itse haastattelutilanteeseen, eikä haastattelun kirjaamiseen.

Tutkimuksessa yhtenä aineistonkeruumenetelmänä käytetään kyselyä. Kyselyn teettäminen vaatii tutkittavaan kohteeseen tutustumista etukäteen, jotta kyselyssä pystytään kysymään riittävän tarkat kysymykset, joilla on mahdollista saada mahdollisimman informatiivisia ja syvällisiä vastauksia. Kyselyä varten pitää teettää kyselypohja, johon tulevat ennalta mietityt kysymykset tutkittavan aineiston perusteella. Kyselyn luotettavuuden kannalta kysely lähetetään Valmetin imutelasuunnittelussa työskenteleville pääsuunnittelijoille. Kysely laaditaan tekstinkäsittelyohjelmalla, ja lähetetään sähköpostitse kyselyyn osallistuville henkilöille.

4.2.1 Teemahaastattelut

Eri haastattelumenetelmiä tarkastellessa teemahaastattelu sijoittuu lomakehaastattelun ja avoimen haastattelun välimaastoon. Teemahaastattelun on tarkoitus edetä ennalta suunniteltujen teemojen kautta, eikä valmiiksi mietittyjen ja aseteltujen kysymysten kautta. Teemahaastattelussa aiheeseen on tarkoitus tutustua etukäteen. Samat teemat pyritään keskustelemaan kaikkien haastateltavien kanssa. Teemahaastattelun eteneminen ei ole tiukasti ennalta määritelty, vaan

haastattelun on tarkoitus edetä vapaasti, sillä teemahaastattelun tulisi olla keskustelunomainen tilanne. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

4.2.1.1 Litterointi

Litterointia käytetään haastattelututkimuksessa ääni- tai videotallenteelle nauhoitetun puheen muuntamisessa kirjoitetuksi tekstiksi. Litteroidessa on tärkeää ymmärtää tallenteiden sisältö. Litteroinnin haasteena on se, kuinka tarkasti tallennettu äänite kirjoitetaan tiivistelmäksi. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.) Tässä tutkimuksessa ei analysoida kielenkäyttöä tai vuorovaikutusta, joten tärkeintä on löytää ja kirjoittaa tutkimustulosten kannalta olennaiset ydinasiat. Pähkinänkuoressa litterointi on tiivistelmä haastatteluissa puhutuista ydinasioista, koska kaikkea keskustelussa käytyjä asioita on lähes mahdoton ilmaista kirjallisesti. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006.)

4.2.2 Kysely

Kysely on haastattelun ohella yleisesti käytetty ja helposti toteutettava tutkimusmenetelmä, jonka avulla saa tehokkaasti kerättyä tutkimusaineistoa tutkittavasta aiheesta. Kyselyiden haasteena on, että vastaukset saattavat olla pinnallisia. Tämä voi johtua kyselyyn vastaavan henkilön kyllästymisestä vastaamiseen tai esimerkiksi väärin ymmärretystä kysymyksestä. Kyselyssä ei tulisi johdatella haastateltavaa kysymysten asettamisella, ja kysymysten tulisi olla helposti ymmärrettäviä. Kyselyn analysoinnissa on otettava huomioon vastausten virhemarginaali. Yleensä kyselyt tehdään postitse, virtuaalisesti, puhelimitse tai kasvokkain. Postitse ja virtuaalisesti laadittuihin kyselyihin vastaaja täyttää kyselylomakkeen itse. Puhelimitse ja kasvokkain laadituissa kyselyissä haastattelija täyttää kyselylomakkeen haastateltavan puolesta. (Kysely 2015.)

4.2.3 Kyselyn analysointi

Kyselyjen tuloksien analysointiin hyvä työkalu on Microsoft Excel -ohjelmisto. Kyselyä analysoidessa tulokset tulisi havainnollistaa esimerkiksi piirakka- tai pylväsgraafein. Myös frekvenssi- tai tunnuslukutaulukko ovat kyselyn analysoinnissa käytettyjä analysointimenetelmiä. (Kyselyiden analysointi 2018.)

Kyselyn tulokset pyritään kuvaamaan tilastollisten tunnuslukujen ja niistä koostettujen taulukoiden avulla. Tutkimusaineistoa voi kuvata myös kuvioilla, joiden avulla voidaan havainnollistaa jakaumaa kokonaisuudessaan. Kyselyn tuloksia (ns. raakadataa) ei tule esittää tutkimuksen tekstissä vaan esimerkiksi raportin liitteenä. (Aineiston analysointi n.d.)

4.3 Tutkimuksen eettisyys

Opinnäytetyössä noudatettiin hyviä eettisiä periaatteita. Tutkimuksen aikana kerättyä aineistoa käsiteltiin eettisten periaatteiden mukaisesti. Kaikki alkuperäinen haastattelu- ja kyselyaineisto poistettiin, kun tutkimus saatiin päätökseen. Haastatteluista ja kyselystä kerätty analysoitu aineisto jätettiin toimeksiantajan käyttöön. Haastateltavat lisättiin lähteeksi, jos haastattelussa tuli ilmi tutkimuksen kannalta olennaista tietoa esimerkiksi tietoperustaan. Pääsääntöisesti haastateltavien nimiä ei julkaistu opinnäytetyössä, koska haastateltavien henkilöllisyydellä ei ollut olennaista merkitystä tulosten kannalta. Toimeksiantaja ei vaatinut salassapitosopimuksen tekemistä opinnäytetyöhön liitettävihin dokumentteihin. Tutkimustulokset ovat kaikkien käytettävissä.

4.4 Tutkimusongelma

Tässä opinnäytetyössä etsitään vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

1. Miten imulaatikon kokoonpanossa kirjattuja laatupalautteita pystytään vähentämään?
2. Onko imulaatikon suunnitteluohje ajantasainen?
3. Millä toimenpiteillä imutela- ja alihankintasuunnittelun toimintaa ja prosesseja imulaatikon suunnittelussa voitaisiin parantaa?

Opinnäytetyössä tutkitaan imulaatikon kokoonpanossa kerättyjä laatupalautteita.

Laatupalautelistalta etsitään ensisijaisesti toistuvia laatupalautteita. Toistuvat laatupalautteet tutkitaan juurisyyn, toimitusprojektin ja toisteisuuden määrän perusteella, jotta saadaan riittävän kattava näkemys, miksi laatuongelmia esiintyy imulaatikon kokoonpanossa. Toistuville laatupalautteille tehdään kehitystoimenpiteet, joiden avulla saadaan kehitettyä komponenttia tai prosessia. Jos toistuvia laatupalautteita ei löydy, niin silloin pitää tutkitaan prosesseja, tai niiden puuttumista, jotka aiheuttavat satunnaissyistä johtuvia laatuongelmia imulaatikon kokoonpanossa.

Toimeksiantaja halusi tutkia imutelasuunnittelussa käytössä olevan imulaatikon suunnitteluohjeen, ja onko suunnitteluohjeessa esitetyt ohjeet sekä tiedot ajantasaisia. Tarkoituksena on tutustua ensin imulaatikon suunnitteluohjeeseen, jotta saadaan selville mitä informaatiota suunnitteluohje pitää sisällään ja kuinka laaja kokonaisuus on kyseessä. Kysely ja haastattelut auttavat saamaan suunnitteluohjetta käyttäneiltä työntekijöiltä dataa, jonka avulla voidaan analysoida imulaatikon suunnitteluohjeen ajantasaisuus. Haasteena imulaatikon suunnitteluohjeen tutkimisessa on vähäinen kokemus imulaatikoiden suunnittelusta, ja suunnitteluohjeen käytöstä.

Valmetin imutela- ja alihankintasuunnittelun toimintatapoja ja suunnitteluprosesseja haluttiin toimeksiantajan puolesta tutkia. Onko toimintatavoissa, palaverikäytänteissä tai suunnitteluprosesseissa parantamisen varaa. Teemahaastattelut ovat suuressa roolissa suunnittelun toimintatapojen tutkimisessa. Suunnittelun toimintojen tutkimisessa keskitytään selvittämään imulaatikon suunnitteluprosessi, imulaatikon suunnitteluun liittyvät palaverikäytännöt sekä kommunikointi alihankintasuunnittelun kanssa.

5 Tietoperusta

5.1 Laatu käsitteenä

SFS-ISO 9004-2 -laatustandardissa on kirjoitettu laadun käsite seuraavasti (Laatu – käsite ja tehtävät 2010.):

”Laatu on tuotteen tai palvelun kaikki piirteet ja ominaisuudet, joilla tuote tai palvelu täyttää sen”

Laatuajattelu on modernin historian aikana kehittynyt jatkuvasti. Kokonaisvaltaisen laadun määrittäminen on kuitenkin vaikeaa, koska laadun määritelmälle ei ole yksiselitteistä selitystä tai mittaria. Laatu on jokaisen yksilön henkilökohtaisesti määriteltävissä. Esimerkiksi kaksi asiakasta, jotka tarkastelevat samaa tuotetta voivat kokea tuotteen laadun erilaisesti. Tähän liittyy vahvasti myös asiakkaan vaatimukset ja odotukset tuotetta kohtaan, jotka määrittävät laadun rajapinnan. Kokonaisvaltaisen laadun määrittää kuitenkin lopulta asiakas (Salomäki 2003, 34-36.).

Laatua voidaan tarkastella erilaisilla laadun määrittelytavoilla:

1. Tuotteen laatu

- Valmistetun lopputuotteen laadun määrittäminen erilaisilla mittareilla sekä mielikuvilla todettavaa laatua. Tuotantomenetelmien tehokkuuteen tai järkevään käyttöön ei oteta kantaa.

2. Suunniteltu laatu

- Suunnittelun prioriteetti on suunnitella tuote käyttötarkoitukseensa sopivaksi. Suunnittelun laatu kertoo, kuinka hyvin tässä onnistutaan; kuinka se vastaa asiakkaan ja loppukäyttäjän tarpeita.

3. Toteutettu laatu

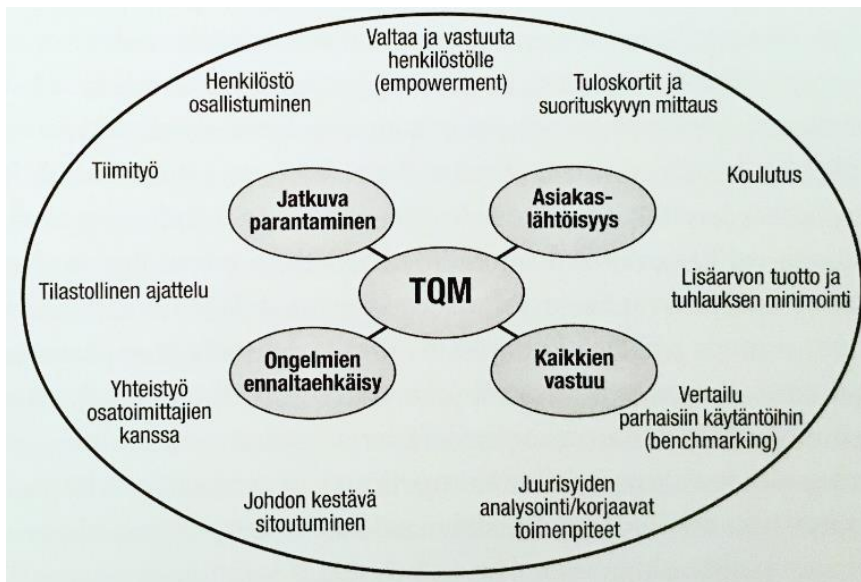
- Määrittää kuinka hyvin lopullinen tuote vastaa suunnittelun tekemiä määreitä, eli kuinka hyvin suunnittelun tekemä suunnitelma ovat toteutettu.

4. Toiminnan laatu

- Toiminnan laatu kertoo, miten tehokkaasti ja suunnitelmia noudattaen, yrityksessä toimitaan. Lopputuotteen lisäksi toiminnan laatu näkyy myös siinä, paljonko tehdään turhaa työtä yms. Nämä eivät välttämättä näy lopputuotteen laadussa, mutta kustannuksissa nämä näkyvät. Toiminnan laatu pitää myös henkilöstön sekä asiakkaat tyytyväisinä, ja luo yrityksestä positiivista imagoa ulospäin.

5.2 Total Quality Management (TQM) - Kokonaisvaltainen laadunhallinta

TQM eli Total Quality Management on W. E. Demingin luoma kokonaisvaltainen laatujohtamisen malli, jonka tarkoituksena on tuoda esille yrityksessä laadun kokonaisvaltaisuutta. Deming (2000, 1-3.) on kansainvälisesti tunnettu konsultti, jonka luoma teoria ja työ uudesta laatujohtamisen mallista johti 50-luvulla Japanin teollisuuden uusiin johtamisperiaatteisiin ja mullisti sen laadun sekä tuottavuuden. Deming kehitti teoriaansa Japanin teollisuuden ohella myös amerikkalaisessa sotateollisuudessa toisen maailmansodan aikana. Demingin mukaan hyvän johtajan tulee ymmärtää vaihtelun merkitys prosessissa, tunnistaa prosessille ominaiset piirteet (erillisyistä johtuva ongelma vai satunnaissyistä johtuva ongelma) sekä psykologian perusteet yksilön tasolla henkilöstöjohtamisessa (Deming 2000, 1-3.).



Kuvio 4. Kokonaisvaltainen laatujohtaminen - Total Quality Management (Hannukainen, Slotte, Kilpi & Nikiforow. 2006, 31.)

TQM on parannus perinteiseen liiketoimintatapaan. TQM perustuu siihen, että pelkän johdon toimintaa muuttamalla muuttuu koko organisaation toiminta ja -kulttuuri. TQM voidaan määritellä sekä filosofiaksi että joukoksi ohjaavia periaatteita, jotka ovat jatkuvaa parantamista toteuttavan yrityksen kivijalka (ks. kuvio 4). Besterfieldien (Besterfield & Besterfield 2003, 2-3.) mukaan TQM on kvantitatiivisten menetelmien ja henkilöresurssien soveltamista organisaation kaikkien prosessien parantamiseksi. Besterfieldit (Besterfield & Besterfield 2003, 2-3.) kirjoittavat kokonaisvaltaisesta laadunhallinnasta seuraavasti: TQM:n tulee yhdistää perustavanlaatuiset johtamistekniikat, nykyiset parannustoimet ja tekniset työkalut koko organisaation toiminnan parantamiseksi.

Kokonaisvaltainen laadunhallinta on laatujohtamisen malli, jolla pyritään saavuttamaan kokonaisvaltainen huippuosaaminen yrityksessä. Total Quality Management koostuu kolmesta sanasta, jotka tarkoittavat tarkemmin analysoituna seuraavaa (Besterfield & Besterfield 2003, 1-2.):

- Total – koostuu kokonaisuudesta
- Quality – tuotteen tai palvelun tarjoama korkea laadullinen taso
- Management – tapa tai keino, jolla johdetaan tai valvotaan

Deming on määritellyt 14 peruseriaatetta TQM-ajattelulle. Nämä 14 peruseriaatetta koskevat niin pieniä kuin suuriakin organisaatiota, palvelualaa sekä valmistavaa teollisuutta (Deming 2000, 23-24.).

W. E. Demingin (2000.) kokonaisvaltaisen laatuajattelu 14 peruseriaatetta ovat seuraavat:

1. Aseta laatu kestäväksi päämääräksi (Deming 2000.)

Yrityksen liiketoiminnan kannalta on olemassa kaksi yleistä ongelmatyyppiä. Ongelmatyypit ovat nykyiset ongelmat ja tulevaisuuden ongelmat. Yritys voi jäädä herkästi ns. painimaan nykyisten ongelmien kanssa, jolloin tulevaisuuden ongelmiin ei ehditä keskittyä.

Tulevaisuuden ongelmat vaativat ennen kaikkea päämäärätietoisuutta sekä omistautumista, jotta yritys selviää. Päätöksiä tulee tehdä innovaatioiden lisäämiseksi, tutkimuksen ja koulutuksen rahoittamiseksi sekä tuotesuunnittelun ja palvelun parantamiseksi. Laatu on ymmärrettävä pitkäaikaisena projektina, joka on osa jatkuvan parantamisen prosessia. Tämän kaiken keskellä on kuitenkin muistettava, että asiakas on jatkuvasti prosessin keskiössä. (Deming`'s 14 Points Explained and Implementation n.d.)

2. Omaksu laadun parantaminen uutena filosofiana (Deming 2000.)

Jotta hyvää laatua kyetään tuottamaan kustannustehokkaasti, tulee yrityksessä tehdä asiat kerralla oikein. Se vaatii henkilöstön sitoutumista, korkeaa motivaatiota sekä jatkuvaa panostamista koulutukseen ja osaamisen kehittämiseen (Deming`'s 14 Points Explained and Implementation n.d.).

3. Lakkaa luottamasta tarkastamiseen laadun saavuttamisessa (Deming 2000.)

Jatkuva tarkastaminen on epäluotettavaa, tehotonta sekä kallista. Tuotteen laatuun ei kyetään enää vaikuttamaan, kun tuote on lähdössä asiakkaalle. Laatu ei synny jatkuvasta tarkastamisesta vaan prosessien jatkuvasta kehittämisestä (Deming`'s 14 Points Explained and Implementation n.d.). Massatarkastuksista tulisi luopua, ja ottaa niiden tilalle tilastollisia näytteitä, joita voidaan käyttää prosessin ohjaukseen. Laatu syntyy osaamisesta, eikä tarkastamisesta (Einistö 2018.).

4. **Lopeta hintaan tuijottaminen** (Deming 2000.)

Laatujohtamisen yksi keskeisimpiä tavoitteita ovat laatu- ja kustannusten pienentäminen ja yrityksen kilpailukykyyn parantaminen. Alihankkijoita valittaessa yritys ei tulisi tuijottaa lyhytnäköisesti pelkästään hintaa alihankkijoita valittaessa, hankintapäätöksiä tehdessä tai koulutuksista yrityksessä. Organisaation laatu- ja toimintaa ei tule käsitellä ja nähdä pelkinä numeroina ja kustannuksina, sillä tämä johtaa lopulta huonoon laatuun osastoilla, eikä se ole kustannustehokasta (Deming`'s 14 Points Explained and Implementation n.d.).

5. **Paranna jatkuvasti kaikkia prosesseja** (Deming 2000.)

Yrityksen johdon pitää olla sitoutunut jatkuvan parantamisen -filosofian toteuttamiseen ja ylläpitämiseen. Yrityksessä pitää olla sellainen ilmapiiri, että työntekijöitä koulutetaan ja rohkaistaan puuttumaan havaittuihin virheisiin sekä laadun parantamiseen. Yrityksen johdon pitää ottaa vastuu koulutuksen järjestämisestä sekä työyhteisön osaamisen kehittämisestä. Kaikki edellä mainittu vaatii yrityksen johdolta suunnitelman tekoa. Suunnitelman tekemisen lähtökohdaksi on se, että kehittämiskohde tunnetaan ja tutkitaan, jonka lisäksi on tiedettävä kehitettävän kohteen kehityksen suunnasta ja tavoitteista. Lopulta tämä johtaa prosessin parantamiseen (Deming`'s 14 Points Explained and Implementation n.d.). Deming visioi jatkuvan parantamisen kehänä (ks. kuvio 2); suunnittele, tee, tutki ja toimi (Einistö 2018.).

6. **Perusta moderni menetelmäkoulutus** (Deming 2000.)

Yrityksen tulee pyrkiä luomaan työyhteisöön kulttuuri, jossa johdosta alkaen jokainen kehittää itseään paremmaksi omassa työssään. Tärkeää on, että oppiminen kuuluu työnkuvaan samantapaisesti kuin ns. tuottaminenkin. Olosuhteet muuttuvat herkeämättä yritysmaailmassa, joten yrityksen menestymisen kannalta ensiarvoisen tärkeää on toteuttaa koulutuksia henkilöstölle jatkuvasti (Deming`'s 14 Points Explained and Implementation n.d.). Yrityksen johdon tulisi tuntea oman yrityksensä tuotantoprosessit, sekä esimiesten on tärkeää ymmärtää ja tietää omien alaistensa työtehtävät. Koko henkilöstön tulee ymmärtää asiakkaan tarpeet sekä prosessien toiminta. Kaikkien tulisi osata yksinkertaiset tilastolliset menetelmät, sekä satunnaissyyden ja erityissyyden erojen merkitys. Työntekijät ovat jokaisen yrityksen kallisarvoisin pääoma, joten heitä ei tule pakottaa vaan johtaa (Einistö 2018.).

7. Ota käytännöksi järjestelmän parannusjohtajuus (Deming 2000.)

Johdon pitää johtaa, eikä valvo alaisiansa. (Deming`'s 14 Points Explained and Implementation n.d.) Johdon on lopetettava pelkkiin lukuihin tuijottaminen, ja otettava kokonaisvaltaisen johtamisen työkalut käyttöönsä. On tärkeää, että yrityksen johto ymmärtää, että yrityksen selkäranka muodostuu ihmisistä, eikä koneista ja kaavioista. Johdon tulee kannustaa ja palkita työntekijöitään, eikä pelkästään rangaista tai etsiä virheitä työntekijöiden tekemisistä. Tämä lisää pitkällä aikavälillä yrityksessä tuotettavaa laatua, ja nostaa työntekijöiden hyvinvointia työssään. Deming on kirjoittanut, että järjestelmät tai (huono) johtaminen estävät työntekijöitä työskentelemästä laadukkaasti, vaikka he haluaisivat työskennellä laadukkaasti. Yritysten ei tulisi kilpailuttaa sisäisiä osastoja keskenään, sillä se tuhoaa yrityksen systeemin (Einistö 2018.).

8. Poista pelko (Deming 2000.)

Työntekijöiden on tunnettava olonsa turvalliseksi, jotta he voivat antaa parhaan mahdollisen suorituskykynsä yrityksen käyttöön. Yrityksessä tulisi olla itsestänselvyys, että kaikki kanssakäyminen on avointa. Työntekijöiden ei pidä pelätä ilmaista ajatuksiaan tai esittää kysymyksiä (Deming`'s 14 Points Explained and Implementation n.d.). Pelolla johtaminen johtaa lopulta byrokraatiaan ja huonon laadun piilottamiseen. Hyvän laadun aikaansaamiseksi työntekijöillä pitää olla hyvät synergiat esimiestensä ja työtovereidensa kanssa. Tarpeeksi haastavat sekä palkitsevat työtehtävät auttavat ihmisiä jaksamaan ja olemaan kiinnostuneita omista työtehtävistään (Einistö 2018.).

9. Murra osastojen ja henkilöstöryhmien väliset esteet (Deming 2000.)

Ryhmätyötä tarvitaan koko yrityksessä, joten johdon tulisi korostaa ryhmätyön merkitystä työntekijöilleen. Kun ihmiset työskentelevät ryhmissä, niin vastaantulevia ongelmia on helpompi ja nopeampi korjata, jolloin palvelun tai tuotteen laatu paranee jokaisen ratkaistun ongelman jälkeen (Einistö 2018.). Kaikista päällekkäisestä toiminnasta on päästävä eroon, sillä se tuhlaa yrityksen voimavaroja. Kaikkien osastojen väliset rajat tulee poistaa, jotta osastojen välinen yhteistyö helpottuu. Kun eri osasto tekevät yhteistyötä, myös kokonaisvaltainen laatu paranee yrityksessä (Deming`'s 14 Points Explained and Implementation n.d.).

10. Älä johda iskulauseilla (Deming 2000.)

Yrityksen tulee poistaa iskulauseet, sillä iskulauseet eivät vähennä virheiden määrää tai takaa korkeampaa tuottavuutta, jollei iskulauseiden lisäksi anneta keinoja, joilla muutos on mahdollista tehdä. Yrityksen johdon tulee nähdä työntekijät yksilöinä, rohkaista työntekijöitä kouluttautumaan ja kehittämään itseään. Kun johto ja työntekijät asettavat tavoitteekseen yhdessä parantaa yrityksen prosesseja, niin iskulauseita ei enää tarvita (Deming`'s 14 Points Explained and Implementation n.d.).

11. Poista määrälliset tavoitteet ja kiintiöt (Deming 2000.)

Yrityksessä on lopetettava tuotannon määrällisten kiintiöiden jatkuva valvominen. Jotta menestyminen on mahdollista, niin yrityksen on keskityttävä pitkän aikavälin tavoitteisiin. Työntekijöiden ammattitilpeyttä on pyrittävä parantamaan, ja kiintiöjärjestelmät on poistettava. Johtajuuden avulla laatu ja tuottavuus kasvavat yrityksessä huomattavasti, sekä työntekijät ovat tyytyväisempiä työssään (Deming`'s 14 Points Explained and Implementation n.d.).

12. Poista esteet ammattitilpeydeltä (Deming 2000.)

Esihenkilöiden vastuu on siirrettävä pelkistä numeroista laatuun. Useissa organisaatioissa tuntityöntekijästä tulee hyödyke, sillä työntekijä ei välttämättä tiedä onko hän töissä seuraavalla viikolla. Johto kykenee kohtaamaan laskevan myynnin tai kustannusten nousun, mutta usein yrityksen johdolla ei ole työkaluja kohdata henkilöstöongelmia. Johdon on kuunneltava työntekijöitä ja korjattava ongelmat prosesseissa, jotka vievät työntekijältä tilpeyden tehdä töitä (Deming`'s 14 Points Explained and Implementation n.d.).

13. Kannusta koulutusta ja rohkaise itsensä kehittämistä (Deming 2000.)

Organisaatiolla on tarve hyvälle työntekijöille, jotka haluavat kouluttautua ja kehittää itseänsä. Johdon tulee tukea ja rohkaista jokaista työntekijää hankkimaan lisäkoulutusta ja osallistumaan itsensä kehittämiseen (Deming`'s 14 Points Explained and Implementation n.d.).

14. Laita jokainen työskentelemään muutoksen aikaansaamiseksi (Deming 2000.)

Organisaation johdon on ryhdyttävä toimiin, jotta organisaatiossa kyetään toteuttamaan edellä mainitut 13 kohtaa, ja sitouduttava toteuttamaan jatkuvan parantamisen -menetelmää (Einistö 2018.). Jotta, tämä on mahdollista, on yrityksessä otettava ensimmäisenä huomioon, että jokainen työ ja toiminta ovat osa prosessia. Käytä vuokaavioita, jotta voit vaiheistaa prosessit. Tämän jälkeen on kysyttävä, mitä muutoksia kussakin vaiheessa voitaisiin tehdä tehokkuuden parantamiseksi. Jotta prosessien vaiheita pystytään tehostamaan, on organisaatiossa tehtävä töitä ryhmissä. Tällöin tulokset, prosessit ja laatu paranevat. Jokaisella ryhmän jäsenellä on oltava mahdollisuus esittää ideoita ja suunnitelma. Ryhmille asetetaan tavoitteet, ja tavoitteen on vastata asiakkaiden tarpeita. (Deming`s 14 Points Explained and Implementation n.d.)

5.3 Statistical Process Control (SPC) – Prosessin tilastollinen valvonta

Prosessin tilastollinen valvonta eli Statistical Process Control (SPC) on Walter A. Shewartin luoma teoria, joka syventyy kaikissa palvelu- ja teollisuusprosesseissa olevaan vaihteluun. Prosessin tilastollinen valvonta perustuu pääsääntöisesti matemaattisilla menetelmillä kerättyyn tilastotieteeseen, johon kuuluu tilastojen keräämistä, käsittelyä sekä johtopäätöskien tekoa tilastojen perusteella. Tilastotieteeseen kuuluu myös erilaiset graafit, tunnusluvut ja kuviot, joita voidaan kutsua kuvailevaksi tilastotieteeksi. Tilastotiede perustuu todennäköisyysteorioiden avulla tehtäviin ennustuksiin tulevien tapahtumien todennäköisyyksistä tai epävarmuuksien määrittämisestä. Prosessin tilastollinen valvonta ei vaadi suuria valmistussarjoja, jotta sitä pystytään toteuttamaan, vaan SPC onnistuu myös pienissä sarjoissa tai yksittäistuotannossa, sillä keskiössä on prosessit eivätkä tuotteet. (Salomäki 2003, 165-168.)

5.3.1 Tuotelaadun tilastollinen valvonta

Salomäen (Salomäki 2003, 165-168.) mukaan tilastollisen tuotelaadun valvonta tulee aina suunnitella tapauskohtaisesti. Salomäen mukaan suurin määrittävä tekijä on se, että valmistetaanko tuotetta erissä vai jatkuvana prosessina. Tuotelaadunvalvonta perustuu tarkastuksiin, joita tehdään tietyille erälle tai näytteelle, sillä kaikkia tuotteita ei ole mahdollista tai järkevää tarkastaa. Salomäki korostaakin, että jatkuvassa tuotantoprosessissa näyte tulee ottaa

säännöllisin väliajoin. Tilastollisen valvonnan avulla on mahdollista määrittää todennäköisyys viallisille tuotteille tarkastamattomien tuotteiden joukossa. (Salomäki 2003, 165-168.)

5.3.2 Vaihtelu prosessissa

Vaihtelun merkitys prosessin ohjauksessa on suuri, ja se tulee ottaa huomioon prosesseja tarkasteltaessa. Tuotantolinjalta ei koskaan valmistu täsmälleen kahta samanlaista tuotetta. Erot tuotteiden välillä voivat olla todella pieniä, ei silmin havaittavia. Mittaustulokset voivat olla samoja kahden kappaleen välillä, mutta ero syntyy esimerkiksi mittauslaitteen mittausepävarmuudesta, sillä jokainen tuotteesta otettu mitta vaihtelee (Salomäki 2003.). Kun, mittaustuloksia kerätään riittävästi, voidaan niiden avulla asettaa hyväksyttävät raja-arvot esimerkiksi tuotteen mitoitukselle. Tämä koskee kaikkia maailmassa tapahtuvia asioita ja tuotteita, ja tätä ilmiötä kutsutaan vaihteluksi. Prosessiin kuuluu luonnollisesta vaihtelusta johtuva kohina ja häiriösumu, jotka eivät pidä sisällään tärkeää informaatiota. Vaihtelu jaotellaan kahteen eri kategoriaan, jotka ovat seuraavat:

- Satunnaissyiden aikaansaamaan vaihteluun (common causes). (Tilastolliset menetelmät (SPPC, MSA, jne) n.d.)
- Erityissyiden aikaansaamaan vaihteluun (special causes). (Tilastolliset menetelmät (SPPC, MSA, jne) n.d.)

Satunnaissyiden aikaansaama vaihtelu prosessissa (common causes)

Eri lähteissä ”common causes” -termille on useita erilaisia tulkintoja. Salomäki (Salomäki 2003, 192.) kirjoittaa yleisistä syistä, ja LaatuTieto.fi -sivustolla (Tilastolliset menetelmät (SPPC, MSA, jne) n.d.) kirjoitetaan satunnaissyistä. Parempi ilmaisu kirjoittajan mielestä on satunnaissyyt.

Satunnaissyyt viittaavat moniin vaihtelun lähteisiin prosessissa, jolla on vakaa ja toistettava jakauma pitkällä ajanjaksolla. Jos, satunnaissyiden vaihtelut ovat tiedossa eivätkä muutu, niin prosessin tulos on ennustettavissa. (Statistical Process Control (SPC) 1995, 9-10.)

Satunnaissyiden aikaansaama vaihtelu on prosessissa tapahtuvaa luonnollista vaihtelua, joka on osa prosessia. Esimerkkinä voi käyttää työntekijän käsien liikerataa, joka vaihtelee jatkuvasti.

Satunnaissyistä johtuvia tapahtumia voi olla prosessia monenlaisia, eikä näitä tapahtumia ole välttämättä helppoa tunnistaa ja poistaa. (Tilastolliset menetelmät (SPPC, MSA, jne) n.d.)

Erityissyiden aikaansaama vaihtelu prosessissa (special causes)

Erityisyyt, joita kutsutaan myös kohdistettavissa oleviksi syiksi, viittaavat kaikkiin vaihtelua aiheuttaviin tekijöihin, jotka eivät aina vaikuta prosessiin. Toisin sanoen, kun ne tapahtuvat, niin ne muuttavat yleistä prosessijakaumaa. Ellei kaikkia vaihtelun erityisiä syitä tunnisteta ja poisteta, niin ne vaikuttavat edelleen prosessin tuottoon arvaamattomilla tavoilla. Prosessin lopullinen tuotos ei ole pitkällä aikavälillä tasalaatuinen, jos prosessissa esiintyy erityissyistä johtuvaa vaihtelua (Statistical Process Control (SPC) 1995, 9-10.).

Erityissyiden aikaansaama vaihtelu johtuu odottamattomista muutoksista prosessissa, kuten vikaantumisista. Vikaantuminen voi olla äkillinen, eli *erityisestä syystä* johtuva, joka näkyy piikkinä luonnollista prosessia tarkasteltaessa. Vikaantumista poistettaessa täytyy muistaa, että itse prosessia ei saa muuttaa, vaan on löydettävä *erityisyys* ja poistettava sen aiheuttamat vaikutukset prosessista. Tämän jälkeen on löydettävä keinot vikaantumisen estämiseksi prosessissa tulevaisuudessa. Erityissyistä johtuvalle vaihtelulle on helpompi nimetä tarkka syy. (Salomäki 2003 165-166.)

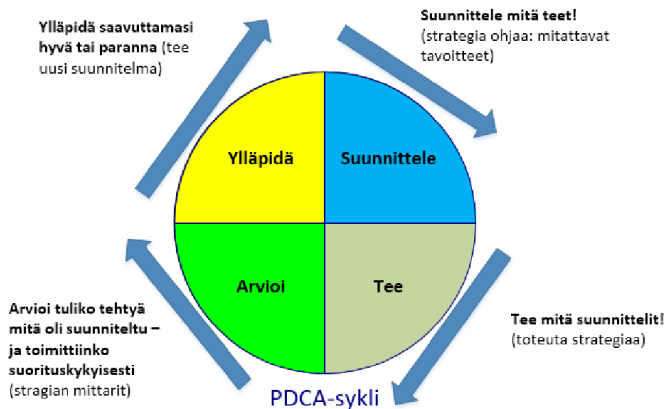
5.4 LEAN-menetelmät

5.4.1 Kaizen – Jatkuva Parantaminen

Kaizen on jatkuvan parantamisen työkalu, jonka päätehtävänä on saada kaikilla organisaation tasoilla (johdosta tuotantoon) työntekijät työskentelemään yhdessä, jotta saavutetaan asteittaisia ja systemaattisia parannuksia valmistusprosesseihin. Jokaisen työntekijän vastuulla on kehittää tuotteen sekä toimintojen laatua. Kaikki eteen tulevat ongelmat tulisi nähdä mahdollisuutena, eikä uhkana, parantaa prosessien ja tuotteen laatua, työturvallisuutta sekä toimintojen tehokkuutta. (Kouri 2010, 14-15)

Kouri (2010, 14-15) kirjoittaa, että jatkuvaa parantamista käytännössä kannattaa toteuttaa neljä vaiheisen PDCA-syklin (ks. kuvio 5) mukaisesti. PDCA-sykli toimii hyvin kaikenlaisissa

organisaatioissa. Sitä voidaan käyttää minkä tahansa prosessin tai tuotteen parantamiseen jakamalla ne pienempiin vaiheisiin tai kehitysvaiheisiin ja tutkimalla tapoja parantaa jokaista.



Kuvio 5. PDCA-sykli eli Demingin sykli

PDCA -syklin vaiheet ovat seuraavat:

1. *Suunnittele – Plan*

Tunnista ja ymmärrä ongelma (tai mahdollisuus). Kerää ja tutustu saatavilla oleva tieto kokonaisuudesta. Luo ja karsi ideoita, jonka jälkeen kehitä toteutussuunnitelma. (Kouri 2010)

2. *Suorita – Do*

Kun mahdollinen ratkaisu on löydetty, sitä testataan pilottiprojektilla. Pilottiprojekti paljastaa saavutetaanko halutut tulokset ennalta suunnitelluilla muutoksilla. Pilottiprojektia suorittaessa kerätään kaikki tieto talteen, jotta voidaan todentaa, onko muutos toimiva vai ei. (Kouri 2010)

3. *Arvioi – Check*

Analysoi pilottiprojektin tulokset vaiheessa 1.määriteltyjen kriteerien perusteella, oliko idea toteutuskelpoinen. (Kouri 2010)

Jos ei, palaa vaiheeseen 1. Jos oli, siirry vaiheeseen 4.

4. *Toteuta – Act*

Viimeisessä vaiheessa toteutetaan ratkaisu. Täytyy muistaa, että PDCA on silmukka, eikä prosessi. Parannetusta prosessista tulee uusi lähtökohta, johon etsitään edelleen parempia keinoja toteuttaa se. (Kouri 2010)

5. *Jatka – Continue*

Jatka prosessien kehittämistä. (Kouri 2010)

5.4.2 Työn vakiinnuttaminen

Työpaikoilla on paljon erilaisia työtapoja ja -menetelmiä. Jotta erilaisia työtapoja ja -menetelmiä pystytään mittaamaan, pitäisi ne tehdä joka kerta mahdollisimman samalla tavalla, eli työtavat ja -menetelmät tulisi vakinaistaa. Kun työprosessit ovat vakinaistettu, pystytään työprosessien laatua, tuottavuutta ja turvallisuutta mittaamaan. Tämä on tärkeää, jotta työprosesseja pystytään jatkossa kehittämään. Työprosessien vakiinnuttaminen tuo monia hyviä piirteitä työpaikalle: (Kouri 2010, 16-17.)

- Hyväksi ja tehokkaiksi havaittujen työtapojen kehittämisen tehostuminen
- Kaiken tiedon jakaminen helpottuu, jonka kautta oppiminen tehostuu
- Turvallisuuden paraneminen → työtaturmat vähenevät
- Työn laadun paraneminen
- Työn tuottavuuden paraneminen

Työprosessien vakiinnuttaminen haastaa työntekijöitä jatkokehittämään vakiintuneita työprosesseja entistä paremmaksi osana jatkuvaa parantamista PDCA-syklin mukaisesti. (Kouri 2010, 16-17.)

6 Nykytilanteen kuvaus

Valmetin imutelasuunnittelussa suunnitellaan paperikoneen imuteloja ja imulaatikoita. Vuosittain imuteloja suunnitellaan noin 150 kappaletta, joista noin puolet ovat Palvelut (Services) -liiketoimintalinjalle toimitettavia korvausteloja jo olemassa oleviin paperikoneisiin (Polvinen 2022.). Imutelasuunnittelussa ainoastaan imutelojen parissa työskentelee kuusi Valmetin pääsuunnittelijaa ja kaksi suunnittelijaa. Suunnittelijoita on imutelasuunnittelussa enemmänkin, mutta osa suunnittelijoista työskentelee useiden eri telatyyppien parissa. Valmet käyttää

imulaatikoiden suunnittelussa myös alihankintasuunnittelutoimistoja, joita on kuusi toimistoa. Suunnittelutoimistot sijaitsevat Suomessa ja ulkomailla, kuten mm. Intiassa ja Puolassa.

Toimeksiantajayrityksen imulaatikon kokoonpanossa on ollut jo pitkään laatuongelmia. Erilaisia laatuongelmia on esiintynyt suunnittelun dokumentaatioissa, alihankinnassa valmistetuissa osissa ja omassa tuotannossa. Kyseiset laatuongelmat ovat aiheuttaneet ylimääräistä työtä tuotannossa ja suunnittelussa, virheellisesti valmistettuja osia alihankinnassa sekä ylimääräisiä kustannuksia. Haasteita imutelasuunnittelussa aiheuttavat erilaiset imulaatikon rakenteelliset ja toiminnalliset variaatiot.

Suunnittelun toiminta on muuttunut pandemian myötä, jonka tuloksena on kehittynyt uusia toimivia ja aikaa säästäviä toimintaa helpottavia toimintamalleja, kuten esimerkiksi etätyö- ja palaverikäytänteet. Toisaalta pandemian vuoksi vierailut tuotannossa ovat vähentyneet ja kanssakäyminen tiettyjen toimintojen kanssa on vähentynyt.

6.1 Imulaatikon laatupalautelista

Opinnäytetyö alkoi imulaatikon kokoonpanossa kerättyjen ja Excel -taulukon listattujen laatupalautteiden läpikäymisellä ja analysoinnilla. Laatupalautteet ovat taulukoitu Excel -taulukon organisaation eri toimintojen, juurisyyden ja projektien perusteella. Laatupalautteita kerätään Excel -taulukoihin kuukauden sykleissä puolen vuoden ajan. Tässä opinnäytetyössä analysoitava taulukko on 1.12.2020 – 31.6.2021 sijoittuvalle ajanjaksolle.

Laatupalautteita analysoimalla selvisi, että 52 % laatuongelmista oli telasuunnittelusta johtuvina ja 36 % laatuongelmista oli alihankintavalmistuksesta johtuvia, jotka yhdessä muodostavat 88 % kaikista laatuongelmista. Pitää ottaa huomioon, että alihankintavalmistuksesta johtuvat laatuongelmat voivat osittain johtua vanhoista tai virheellisistä valmistuspiirustuksista. Muiden toimintojen (hankinta, aikataulusuunnittelu, yms.) laatuongelmien osuus ja vaikutus, kustannusten ja ajallisten menetysten kannalta, olivat määrältään merkittävästi pienemmässä osassa, joten opinnäytetyössä keskityttiin suunnittelusta ja alihankinnasta johtuvien laatupalautteiden analysointiin.

6.2 Imulaatikon suunnitteluohje

Toisena tavoitteena oli tutustua Valmetin IBM Lotus Notes -tiedonhallintajärjestelmästä löytyvään imulaatikon suunnitteluohjeeseen. Imulaatikon suunnitteluohjeen tarkoitus on helpottaa imulaatikon suunnittelua. Imulaatikon suunnitteluohje tarjoaa tietoa imulaatikoissa käytettävistä materiaaleista, hitsauksista, mitoituksista, koneistamisista, läpivienneistä sekä muista yksityiskohtaista tietoa vaativista osista.

Imulaatikon suunnitteluohjeen viimeisin revisio (14) on päivätty vuodelle 2011, jonka jälkeen imulaatikon suunnitteluohjetta ei ole päivitetty. Ennen vuotta 2011 imutelan suunnittelu ohjetta on päivitetty aktiivisesti 1-2 vuoden välein, kun siihen on tullut tarvetta tehdä muutoksia tai päivityksiä.

Imulaatikon suunnitteluohjetta tarkasteltiin imutelasuunnittelussa työskentelevän pääsuunnittelijan kanssa, sekä itse tutkimalla. Lisäksi suunnitteluohjeen käytettävyydestä pidettiin kysely. Imutelan suunnitteluohje on kirjoitettu pääosin yksiselitteisesti sekä yksityiskohtaisesti, ja se etenee loogisessa järjestyksessä. Suunnitteluohjeessa on joitakin kuvioita, mutta osa kuvioista on väärinpäin, eikä niitä pysty IBM Lotus Notesilla kääntämään, lähentämään tai avaamaan erilliseen ikkunaan. Suunnitteluohjetta tulkitessa täytyy tietää hyvin yksityiskohtaisesti imulaatikon rakenteet ja osat. Osassa suunnitteluohjetta lukijan oletetaan tietävän valmiiksi asioita, kuten esimerkiksi vanhoja mittoja (ks. kuvio 6). Suunnitteluohje on tehty rakenteeltaan ripa-malliselle imulaatikon vaikkakin nykyään lähes kaikki imulaatikon ovat rakenteeltaan kansi-mallisia.

Hyllyn etäisyyttä vaipan sisäpintaan nähden on kasvatettu kaikilla RAU:n konekonseptien imuteloilla, mukaanlukien erilliset

- viiraosalla "vanha" + 25 mm
- puristinosalla "vanha" + 50 mm

Kuvio 6. Esimerkki imutelan suunnitteluohjeeseen kirjoitetusta ohjeesta

6.3 Imulaatikon tuotemalli

Imulaatikon parametrin 3D-tuotemallin ensisijainen tarkoitus on nopeuttaa suunnittelua, jotta jokaista imulaatikkoon ei tarvitse mallintaa kokonaan alusta asti. Imulaatikon tuotemalli voidaan

parametrien avulla mitoittaa vaatimusten mukaiseksi, sekä lisätä tai poistaa imulaatikkoon tulevaa varustelua. Nykyinen tuotemalli on raskas käyttöinen, koska siinä on kaikki mahdolliset varusteluvariaatiot samassa 3D-mallissa. Tuotemalli on käytössä Valmetin imutelasuunnittelussa sekä alihankkijoiden suunnittelussa.

Nykyinen tuotemalli on alun perin tehty Catia V5 -suunnitteluohjelmalla, joka on siirretty myöhemmin Catia V6 -versioon. Tuotemallin siirrosta Catia V5 -versiosta Catia V6 -versioon. Täyttä varmuutta ei ole, onko siirtymä aiheuttanut tuotemallissa muutoksia tai puutteita, jotka näkyvät nykyisessä Catia V6:lle tuodussa tuotemallissa. Tätä vaihtoehtoa ei voi kuitenkaan kokonaan pois sulkea (Kortesalmi 2022.).

6.4 Imutela- ja alihankintasuunnittelu

Opinnäytetyössä tutkittiin myös Valmetin imutelasuunnittelussa olevia toimintatapoja. Suunnittelun toimintatapoja tutkittiin haastatteluissa Valmetin imutelasuunnittelussa työskentelevän pääsuunnittelijan kanssa sekä alihankintasuunnittelussa työskentelevän suunnittelijan kanssa. Suunnittelun toimintatavoista keskusteltiin myös muiden suunnittelijoiden ja alihankintasuunnittelijoiden teemahaastatteluissa, joiden keskeisimmät tulokset dokumentoitiin (ks. liite 1).

Valmetin imutelasuunnittelussa suunniteltavien imulaatikoiden suunnitteluprosessi etenee karkeasti jaoteltuna siten, että pääsuunnittelija piirtää tulevan imulaatikon perusgeometrian eli skeleton -mallin. Skeleton -malli lähetetään alihankintasuunnitteluun, jonka jälkeen pääsuunnittelija auttaa alihankintasuunnittelua imulaatikon taipumalaskuissa ja antaa tarvittavat lähtötiedot imulaatikon suunnittelun aloittamiseksi. Tämän jälkeen imulaatikko suunnitellaan loppuun alihankintasuunnittelussa. Ongelmien ilmetessä alihankintasuunnittelusta ollaan suoraan yhteydessä pääsuunnittelijaan, jonka jälkeen pääsuunnittelija tarjoaa tukea alihankintasuunnitteluun.

Imulaatikoita suunnitellaan osaksi myös ulkomaisissa suunnittelutoimistoissa. Laatupalautteet kirjataan nykyään vain suomeksi, jolloin tieto laatupalautteista ei mene ulkomaisille suunnittelutoimistoille. Ulkomaisten (eikä suomalaisten) suunnittelutoimistojen kanssa ole vakiintuneita palaverikäytäntöjä laatupalautteisiin liittyen.

7 Tulokset

7.1 Imulaatikon laatupalautelista

Imulaatikon kokoonpanossa Excel -taulukon listattuja laatupalautteita analysoidessa huomattiin, että valtaosa laatupalautteista ovat erityissyistä johtuvia. Erityissyistä johtuvilla syillä ei ole merkittävää toisteisuutta. Listalta löytyi myös satunnaissyistä johtuvia laatupalautteita, mutta kaikista satunnaissyistä johtuvista laatupalautteista oli tehty, tai on meneillään, kehitysprojektit. Laatupalautteita tarkasteltiin projektitasolla ja imulaatikon mallin perusteella, mutta merkittävää toisteisuutta laatuongelmista ei löydetty.

Teemahaastatteluissa selvisi, että yksi osasy laatuongelmille on vanhojen projektien imulaatikoiden kopioiminen uusille projekteille, joiden mukana myös vanhojen projektien virheet kopioituvat uusille projekteille. Vanhojen projektien kopioimista tehdään, koska imulaatikon 3D-tuotemallia ei haluta käyttää, sillä se koetaan hankalasti käytettäväksi. Suunnittelun on pyrittävä vähentämään vanhojen projektien kopiointia tulevaisuudessa projekteissa, ja keskittää resursseja uuden tuotemallin kehittämiseen ja ylläpitämiseen, jotta tulevat projektit voitaisiin pääsääntöisesti tehdä tuotemallin pohjalta. Toiminnan yhdenmukaistaminen käyttämällä samaa tuotemallia auttaa pitkällä aikavälillä pienentämään erityissyistä johtuvien laatupalautteiden määrää, kun myös tuotemallia päivitetään ja ylläpidetään.

Tutkimuksen ja haastattelujen perusteella ideoitiin seuraavat kehitysehdotukset:

- Kerätään laatupalautteet projektikohtaisesti.
- Viikko- tai kuukausitasolla pidettävä palaveri, jossa laatu yhtenä aihealueena. Tässä palaverissa käytäisiin projektilla ilmenneitä laatupalautteita lyhyesti läpi.
- Otetaan alihankkijoilta edustajat mukaan palaveriin, jotta myös alihankintasuunnitteluun menee tietoa laatupalautteista.
- Projektin lopussa pidetään lopetuspalaveri, jonka yhtenä aihealueena on laatu. Palaverissa käydään kaikki projektissa ilmenneet laatupalautteet läpi, ja mietitään korjaavat toimenpiteet.
- Projektiaikataulun loppuun lisätään aikaa tuotehallinnalle esimerkiksi 2-3 päivää, jolloin projektilla löydetty virheet korjataan 3D-malleihin ja piirustuksiin.

Jotta erityissyistä johtuvia laatuongelmia saataisiin vähennettyä, on tuotehallintaa lisättävä.

Lisätään (mieluummin) jo olemassa oleviin projektikohtaisiin palaverikäytänteisiin yhdeksi aihealueeksi laatu sekä laatupalautteiden läpikäynti. Palaverin laatuosiossa käydään lyhyesti läpi

projektin aikana ilmenneitä laatu palautteita, jolloin imulaatikon laatuongelmat tulevat kaikkien projektilla työskentelevien tietoisuuteen, jolloin osalliset voivat alkaa miettiä ratkaisua ongelmaan. Alihankintasuunnittelusta pitää olla myös edustaja(t) mukana kuulemassa imulaatikon laatu palautteita, jotta laatu palautteet saadaan myös alihankintasuunnittelun tietoisuuteen. Projektin lopetuspalaverissa käydään kootusti läpi projektin aikana havaitut imulaatikon laatu palautteet, ja mietitään yhdessä korjaavat toimenpiteet. Projektille tulisi lisätä 2-3 päivää tuotehallintaan, jolloin projektilla ilmenneet laatuongelmat korjataan 3D-malleihin ja valmistus- jsekä kokoonpanopiirustuksiin.

Edellä mainitut toimenpiteet auttavat parantamaan laatua hitaasti, mutta varmasti. Tuotehallinnan tulee olla PDCA -syklin (Kouri 2010.) mukaista jatkuvan parantamisen mukaista sekä järjestelmällistä toimintaa projektitasolla. Projektikohtainen tuotehallinta auttaa tulevaisuudessa vähentämään uusien revisiointien tarvetta, kun edellisten projektien laatuongelmat saadaan korjattua 3D-malleihin ja piirustuksiin. Ensisijaiseksi toimintatavaksi olisi otettava 3D-tuotemallin käyttö kaikissa projekteissa, joissa se on mahdollista.

7.2 Imulaatikon suunnitteluohje

Imulaatikon suunnitteluohjeesta pidettiin Valmetin imutelasuunnittelun pääsuunnittelijoille imulaatikon suunnitteluohjeen käytettävyys -kysely (ks. liite 2). Kysely lähetettiin kuudelle pääsuunnittelijalle. Kyselyn, tarkoituksena oli selvittää imulaatikon suunnitteluohjeen tietojen paikkansa pitävyys ja onko suunnitteluohjeessa osioita, joita pitäisi päivittää. Tärkeää oli saada tietoa myös, mitä Valmetin omat pääsuunnittelijat ajattelevat imulaatikon suunnitteluohjeesta. Imulaatikon suunnitteluohjeen käytettävyys -kyselyyn olisi haluttu ottaa mukaan myös alihankintasuunnittelijoita, mutta kaikilla alihankintasuunnittelijoilla ei ollut pääsyä Valmetin järjestelmiin, joten kysely päätettiin rajata koskemaan pelkästään Valmetin henkilöstöä. Imulaatikon suunnitteluohjeen käytettävyydestä keskusteltiin myös useissa teemahaastatteluisissa. Kyselyn sekä teemahaastattelujen tulokset analysoitiin (ks. liite 3). Tuloksina saatiin dataa, jonka avulla imulaatikon suunnitteluohjetta pystytään kehittämään.

Kyselyn ja haastattelujen keskeisimmät tulokset analysoinnin jälkeen ovat seuraavat:

- Imulaatikon suunnitteluohje on tehty rakenteeltaan ripa-malliselle imulaatikon, vaikka nykyään pääsääntöisesti kaikki imulaatikon ovat rakenteeltaan kansi-mallisia. Rakenteeltaan ripa-mallisia imulaatikoita tehdään poikkeustapauksissa. **Ohje on päivitettävä kansi-malliselle imulaatikon.**
- Imutelan suunnitteluohjeen eri osioissa on oikeaa ja väärää tietoa sekaisin. Koettiin, että tietoon ei pystytä luottamaan, koska kaikki suunnittelijat eivät erota oikeaa ja väärää tietoa. **Kootaan työryhmä analysoimaan nykyisen imulaatikon suunnitteluohjeen sisältämät tiedot, ja kirjoittamaan uusi ohje kokonaan uudestaan. Käyttökelpoiset tiedot säilytetään uudessa ohjeessa.**
- Ohjeessa on paikoittaan ns. hiljaista tietoa. Lukijan oletetaan tietävän tietoja vanhoista ohjeista tai muista lähteistä. **Uusi ohje tulee kirjoittaa sellaisesta näkökulmasta, että hiljaista tietoa ei tarvita. Kaikki mahdollinen imulaatikon suunnitteluun liittyvä tieto täytyy löytyä ohjeista. Tämä helpottaa myös uusien suunnittelijoiden sopeutumista työhön.**
- IBM Lotus Notes koettiin vanhanaikaiseksi alustaksi käyttää suunnitteluohjetta. Osa kuvista on väärinpäin eikä niitä pysty ohjelmalla kääntämään. Osa kuvista on myös pieniä IBM Lotus Notesilla, eikä niitä pysty suurentamaan. IBM Lotus Notesin tuki (päivitykset) ovat loppuneet vuonna 2018. Tämä tulee myös huomioida nykyisessä maailmantilanteessa, jossa mahdollisuus tietoturvamurrolle on realistinen. **Suunnitteluohjeen voisi sijoittaa johonkin muuhun tiedonhallintajärjestelmään esimerkiksi Sharepointista.**
- Nykyisessä suunnitteluohjeessa on epäselviä kohtia. Kyselyssä toivottiin, että kuvia voitaisiin lisätä enemmän kirjoitettujen ohjeiden tueksi. Kuvat auttaisivat epäselvissä kohdissa selventämään ohjeistusta. **Lisätään kuvia ohjeistukseen. 3D-mallista otettuja kuvia toivottiin myös lisää imulaatikon suunnitteluohjeeseen.**
- Hitsausohjeistus koettiin pääsääntöisesti epäselväksi. Epäselvyyttä liittyy hitsausmerkkien käyttöön, milloin ja millaisia hitsausmerkkejä kuuluisi käyttää. Myös hitsaussaumojen ohjeelliset paksuudet ja pituudet ovat aiheuttaneet epätietoisuutta. **Lisätään hitsausta koskevaan osioon lisää kuvia. Hitsausmerkkien käytöstä useita esimerkkikuvia. Yksityiskohtaisempaa ohjeistusta hitsausmerkkien yms. käyttöön.**

Imulaatikon suunnitteluohje tulee kirjoittaa kokonaisuudessaan uudestaan, sillä oikeaa ja väärää tietoa on sekaisin imulaatikon suunnitteluohjeen eri osioissa. Työhön pitää koota työryhmä, jolla on riittävästi kokemusta ja näkökulmaa uuden ohjeen kirjoittamiseen. Ensimmäisenä pitää käydä vanha ohje läpi, ja poimia ajankohtaiset ja käyttökelpoiset tiedot talteen, jonka jälkeen uusi ohje voidaan kirjoittaa. Ohje tulee kirjoittaa sellaisesta näkökulmasta, että kynnys käyttää imutelan suunnitteluohjetta uudella työntekijällä on mahdollisimman pieni. Myös kuvien käytön lisääminen uudessa suunnitteluohjeessa olisi suotavaa.

Imulaatikon suunnitteluohjeen on tärkeää olla loogisesti etenevä, mahdollisimman yksiselitteinen ja informatiivinen, jotta uusillakin suunnittelijoilla kynnys käyttää suunnitteluohjetta, ja samalla oppia tuntemaan suunnittelemansa tuote suunnitteluohjeen avulla, olisi mahdollisimman matala.

7.3 Imulaatikon tuotemalli

Nykyistä imulaatikon tuotemallia tarkasteltiin alihankintasuunnittelussa työskentelevän suunnittelijan kanssa sekä Valmetin imutelasuunnittelussa työskentelevän pääsuunnittelijan kanssa. Tuotemallista käytiin myös keskusteluja, useissa teemahaastatteluissa, joiden perusteella saatiin riittävästi tietoa tuotemallin haasteista, ja kehityskohdista. Haastattelujen keskeisimmät tulokset analysoitiin ja dokumentoitiin (ks. liite 4).

Tuotemallia tarkasteltaessa kävi ilmi, että nykyisessä tuotemallissa on liikaa parametreja, osa parametreista ei toimi ja osa parametreista on päällekkäisiä. Parametrejä muuttamalla kaikki tarvittavat parametrit eivät muutu tai parametrien vaikutuksia (toisiin parametreihin) ei ymmärretä, jonka jälkeen rakennepuuhun tulee useita virheilmoituksia. Parametrien käytön haastavuus koettiin ensisijaiseksi syyksi, jonka takia tuotemallin käyttöä vältetään.

Teemahaastattelujen perusteella, myös imulaatikon tuotemallin sekava ja raskas rakenne koettiin haastavaksi. Myös tuotemallin käyttöä koskevan ohjeistuksen puuttuminen sai käyttäjät luopumaan tuotemallin käytöstä.

Imulaatikon tuotemallille tehtävät kehitystoimenpiteet:

- Imulaatikon tuotemalli on tehtävä kokonaisuudessaan uudestaan.
- Uudessa mallissa perusrakennetta on yksinkertaistettava, siten että komponentit ja osat tuodaan malliin, jolloin rakennepuu selkeytyy eikä tuotemalli ole niin raskas käyttää ja päivittää. Tämä selkeyttää myös tuotemallin rakennepuuta.
- Uuden tuotemallin parametrit suunniteltava huolellisesti, sekä ohjeistettava niiden käyttö. käyttöohjeen tulee olla selkeä ja siitä pitää tulla ilmi, miten tuotemallia käytetään ja missä järjestyksessä parametreja tulisi käyttää.
- Tuotemallilla on oltava ylläpito, jotta uuden tuotemalli saataisiin mahdollisimman virheettömäksi.
- Tuotemallin ylläpito alihankintaan, jottei omia resursseja tarvitse käyttää imulaatikon tuotemallin ylläpitämiseksi.
- Alihankintasuunnittelu mukaan tuotemallin kehitykseen ja ylläpitoon.
- Uuden tuotemallin käyttö projekteilla aina, kun mahdollista tulevaisuudessa. Yhteiset toimintamallit helpottavat suunnittelua.

- Tuotemallista tulleiden laatu palautteiden läpikäynti ja korjaukset esimerkiksi kuukausitasolla.
- Tehdään imulaatikon tuotemalliin referenssikuvat kaikista imulaatikon osista. Referenssi piirustuksista voi käydä jatkossa tarkastamassa tietoja. Referenssi piirustuksia voidaan käyttää myös tarkastamisen apuna.
 - Referenssi piirustusten järjestelmällinen ylläpito ja päivitys

Imulaatikosta pitää tehdä uusi tuotemalli. Nykyinen tuotemalli koetaan vaikeaksi sekä raskaaksi käyttää, ja näiden syiden takia tuotemallin käyttöä tällä hetkellä vältetään. Nykyisen tuotemallin käytön sijasta imulaatikon malli kopioidaan vanhalta projektilta, jonka jälkeen kopioitu malli muokataan vastaamaan asetettuja vaatimuksia. Kopioimista tulisi välttää, ja suunnittelijoita pitää kannustaa siirtymään takaisin tuotemallin käyttöön, jotta laatuongelmia saadaan karsittua.

Edellä mainittujen kehitystoimenpiteiden tekemiseen olisi hyvä koota työryhmä Valmetin omista suunnittelijoista sekä alihankintasuunnittelijoista, jotka käyttävät säännöllisesti imulaatikon tuotemallia. Myös Catia V6:n perehtyneen työntekijän olisi hyvä olla työryhmässä mukana, jolloin saadaan mahdollisimman paljon tietoa ja näkökulmaa Catia V6 käytön mahdollisuuksista. Työryhmän pitää yhdessä miettiä millainen rakenne tuotemallille on käytettävyyden kannalta toimiva ja helppokäyttöinen. Teemahaastatteluissa toivottiin, yksinkertaista parametristä tuotemallia, johon varustelut ja komponentit tuodaan. Alihankintasuunnittelussa on monia erittäin kokeneita suunnittelijoita, jotka voivat auttaa tuotemallin kehittämisessä. Työryhmän pitää samalla tehdä myös ohje, jonka avulla uutta tuotemallia käytetään. Ohje on tärkeä osa tuotemallia, jotta (uudetkin) suunnittelijat, osaavat käyttää tuotemallia.

7.4 Imutela- ja alihankintasuunnittelu

Opinnäytetyössä selvitettiin myös muiden osastojen tuotehallinta- ja palaverikäytäntöjä. Selvitystä varten haastateltiin Valmetin kuivatusosia valmistavan yksikön (Dryer & components) suunnittelupäällikköä sekä Valmet Automationin pääsuunnittelijaa. Haastattelut antoivat näkökulmia, millaisia tuotehallinta keinoja ja palaverikäytäntöjä Valmetin muilla yksiköillä on.

Imutela- ja alihankintasuunnittelun teemahaastattelujen haasteet sekä tulokset analysoitiin ja dokumentoitiin kootusti (ks. liite 1). Tuloksien perusteella ilmeni, että alihankintasuunnittelussa on

käytössä vanhoja paperisia ohjeita, joiden sisältämä tietoa on suurimmaksi osaksi vanhentunutta. Suunnitteluohjeita oli kerätty myös sähköpostiin, ja vain osalla alihankinnan suunnittelijoista oli pääsy Valmetin järjestelmiin, joissa on imulaatikon suunnittelutietoa ja -ohjeita. Imulaatikon suunnitteluun liittyvät ohjeistukset Valmetin järjestelmissä koettiin myös imutelasuunnittelussa osittain vanhentuneiksi. Kaikki suunnittelijat eivät osaa erotella vanhaa ja ajantasaista tietoa, jonka seurauksena saattaa esiintyä laatusattumuksia. Imulaatikkoon liittyvät suunnitteluohjeet ja -tiedot ovat ”pirstaloituneet” useisiin eri järjestelmiin, joka hankaloittaa tiedon etsimistä. Kaikki suunnittelijat eivät ole tietoisia kaikista suunnitteluohjeista ja -tiedoista sijainneista. Kaikki imulaatikon suunnitteluohjeet pitävät jo itsessään sisällä hiljaista tietoa, jolloin suunnitteluohjeen käyttäjän oletetaan tietävän tietoja esimerkiksi vanhasta suunnitteluohjeesta. Kaikkea suunnittelutietoa ei ole dokumentoitu.

Teemahaastattelujen perusteella alihankintasuunnittelussa koettiin, että pääsuunnittelijoiden kesken on eroja laatuvaatimusten suhteen. Tämä koettiin jopa suunnittelua hidastavana tekijänä, sillä samat asiat saatetaan tehdä eri tavalla pääsuunnittelijasta riippuen, jolloin aikaa pitää käyttää kysymiseen.

Tutkimuksen ja teemahaastattelujen perusteella ehdotetaan seuraavia kehitystoimenpiteitä imulaatikkosuunnittelun toiminnan parantamiseksi:

- Imulaatikon parissa työskentelevillä alihankintasuunnittelijoilla tulee olla pääsy Valmetin järjestelmissä sijaitseviin suunnitteluohjeisiin. Jatkossa myös alihankkijat voivat kehittää ohjeistuksia ja pääsuunnittelijoiden on helpompi ohjeistaa alihankintaa, kun ei tarvitse lähettää kuvakaappauksia sähköpostitse.
- Pyritään vakinaistamaan työprosesseja- ja menetelmiä. Pääsuunnittelijoiden välille luodaan yhtenäinen linjaus laatuvaatimusten suhteen. Selkeä linja luo myös alihankintaan selkeät toimintatavat jokaisessa projektissa. Kourin kirjoittaa, että työn vakinaistaminen edesauttaa työn laadun parantamisessa sekä työn tuottavuuden parantamisessa (Kouri 2010.).
- Imulaatikon suunnitteluohjeet pitää päivittää ajantasaisiksi. Kaikki imulaatikon suunnitteluohjeet tulisi keskittää samaan järjestelmään loogisen rakennepuun alle. Imulaatikon suunnitteluohjeiden keskittäminen auttaa löytämään kaiken tarvittavan tiedon, jolloin suunnittelutoiminta selkeytyy ja samalla myös toimintatavat selkeytyvät. Myös hiljainen tieto pitää dokumentoida.
 - Suunnitteluohjeille täytyy olla ylläpito.
- Tehdään suunnittelun tueksi tarkastuslista (ks. liite 5), jonka avulla satunnaissyistä johtuvia laatuvirheitä voidaan vähentää ja tarkastaa imulaatikon kriittiset osat ennen kuin piirustuksia lähetetään eteenpäin.

- Tarkastuslistaa tulee jatkokehittää.
 - Jatkokehittämisen myötä tarkastuslistasta saadaan yksityiskohtaisempi kokonaisuus.
- Osastojen välisiä rajoja on murrettava, jotta yhteistyö helpottuu, kuten Deming asian ilmaisee. (Deming 2000.) Otetaan imutelasuunnittelussa kokeiluun kiertävä ”päivystys”, jolloin päivystäjälle voidaan laatuongelmien ilmetessä soittaa tuotannosta ja suunnittelija saadaan paikalle nopeastikin tarvittaessa. Tällä tavalla saadaan tuorein tieto laatusattumuksista, eikä tietoa pääse unohtumaan. Tämä parantaa suunnittelun ja tuotannon välistä kommunikaatiota, jolloin ongelman ratkaisulle voi tulla ideoita myös tuotannosta.
 - Spotlight -laatupalautejärjestelmään tehtyjä laatupalautteita lähetetään suoraan myös alihankkijoille. Tämä auttaa lisäämään tietoisuutta laatuongelmista alihankinnassa.
 - Laatuun keskittyvä työhyvinvointipäivä, johon kutsutaan tuotannon sekä suunnittelun työntekijät. Päivän aikana voidaan rennossa ilmapiirissä keskustella laatuun liittyvistä asioista, jolloin tietoisuus lisääntyy sekä suunnittelun, että tuotannon haasteista imulaatikkoon liittyen.
 - Alihankintasuunnittelu mukaan laatupalaveriinhin, jolloin tietous laatuongelmista tulee myös alihankkijoille. Ennen koronapandemiaa on ollut käytössä ns. luola -palaveri, jossa on käyty tuotannon, Valmetin imutelasuunnittelun sekä alihankintasuunnittelun kesken läpi laatupalautteita. Tämä palaverikäytäntö tulisi tuoda takaisin. Palaveri voidaan toteuttaa etänä, eli Microsoft Teamsissä, jolloin aikaa ei tuhlaannu matkustamisiin.
 - Otetaan ulkomaisia alihankintasuunnittelijoita mukaan laatuongelmia käsitteleviin palaveriinhin
 - Palaverin kielenä käytetään englantia
 - Otetaan esimerkiksi puolen vuoden kokeilu imulaatikon osalta
 - Palaveriin osallistujille voisi aluksi tehdä tukisanalistan imulaatikon osista, sekä teknisestä englannista → myöhemmin, kun totutaan englanniksi käytäviin palaveriinhin sanasto ei tuota ongelmia
 - Laatupalautteet kirjataan sekä suomeksi, että englanniksi. Tällöin laatupalautteita voidaan lähettää myös ulkomailla sijaitseviin alihankintasuunnittelu toimistoihin. Tämä lisää myös Valmetin omien työntekijöiden teknisen englannin taitoa, joka auttaa tulevaisuudessa esimerkiksi palaverieissa ja tehdasvierailujen yhteydessä.
 - Järjestetään teknisen sanaston englannin -kursseja. Rohkaistaan työntekijöitä Demingin perusperiaatteiden mukaisesti kouluttamaan ja kehittämään itseään. (Deming 2000.) Tämä tulee tulevaisuudessa auttamaan kommunikoinnissa ulkomaisten alihankintatoimistojen kanssa.

Imutelasuunnittelun ja alihankintasuunnittelun yhteistyötä olisi lisättävä. Laatupalautteet tulisi kirjata ensisijaisesti suomeksi, mutta myös englanniksi. Kääntäminen suomesta englanniksi on nopea toimenpide hyvän teknisen englannin osaavalta henkilöltä. Osa suunnittelusta tehdään alihankintasuunnittelussa, jonne laatupalautteiden lähettäminen auttaisi ymmärtämään syvemmin imulaatikon laatuongelmista ja niiden ratkaisuista.

Ulkomaisten suunnittelutoimistojen kanssa toimiessa on otettava huomioon se, että laatukäsite on eri kansallisuuksissa erilainen, kuten Salomäki kirjoittaa laadun määritelmästä (Salomäki 2003.). Tämän takia olisi tärkeää, että ulkomailla sijaitseviin alihankintasuunnittelutoimistoihin menisi tieto kaikista imulaatikkoon liittyvistä laatuvalutuksista. Käytännöksi otettaisiin myös ulkomailla työskentelevien alihankintasuunnittelijoiden osallistuminen laatuongelmia käsitteleviin palaveriin, jolloin palaveri käytäisiin englannin kielellä. Tämä auttaisi alihankintasuunnittelua helpommin hahmottamaan laadun rajapinnan, jota imutelasuunnittelussa tavoitellaan.

Spotlight -laatuvalutejärjestelmässä tehtyjen laatuvalutusten kohdistaminen alihankintasuunnitteluun vapauttaisi hieman resursseja Valmetin pääsuunnittelijalta ja toisaalta laatuvalutuksesta menee tieto alihankintasuunnitteluun. Juurisyiden ymmärtäminen paranisi, kun alihankintasuunnittelussa joudutaan miettimään ratkaisua ongelmaan. Tämä saattaisi johtaa myös uusien innovaatioiden kehittämiseen, kun saadaan uusia näkökulmia ongelmien ratkaisemiseen. Alihankintasuunnittelu tulisi nähdä liikekumppanina, ja jakaa kaikki mahdollinen suunnittelutieto alihankinnan kanssa.

8 Pohdinta

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia Valmet Technologies Oy:n imulaatikon kokoonpanossa esiintyviä laatuongelmia, joista olivat listattu laatuvalutalista Excel -taulukko. Muut opinnäytetyön tavoitteet olivat tutkia imulaatikon kokoonpanossa kerättyjä laatuvalutlistoja, imutela- ja alihankinta suunnittelun (välisiä) toimintatapoja ja imulaatikon suunnitteluohjetta.

Opinnäytetyön tuloksina saatiin kehitystoimenpiteitä, joiden avulla voidaan vähentää satunnaissyistä johtuvia laatuongelmia imulaatikon kokoonpanossa. Tuloksina syntyivät myös kehitystoimenpidelistoja, joiden avulla voidaan kehittää imulaatikon tuotemallia, imulaatikon suunnitteluohjetta sekä imutela- ja alihankintasuunnittelun toimintaa ja yhteistyötä paremmaksi. Imulaatikon suunnittelun tueksi tehtiin myös tarkastuslista.

Laatuvalutalista oli haastava analysoida, sillä erityisistä johtuvista laatuongelmista oli jo tehty, tai oli meneillään, kehitysprojektit. Jäljelle jäivät satunnaissyistä johtuvat laatuongelmat. Tämä oli opinnäytetyön haastavin osuus. Laatuvalutelistan tutkimiseen olisi voinut käyttää loputtomasti aikaa, mutta raja piti vetää siihen, kun toistuvia laatuongelmia ei löytynyt.

Kehitystoimenpiteet imutela- ja alihankinta suunnittelun toiminnan ja yhteistyön parantamiseksi olisivat mahdollista toteuttaa esimerkiksi vaiheittain. Imulaatikon tuotemallin ja suunnitteluohjeen kehitystoimenpidelistojen tekemisessä onnistuttiin hyvin, ja kehitystoimenpiteet ovat riittävän tarkkoja tuomaan esiin imulaatikon tuotemallin ja suunnitteluohjeen ongelmakohdat.

Haasteita opinnäytetyön tekemisessä aiheutti korona pandemiasta johtuvat pääsyräjitukset imulaatikon kokoonpano-osastolle. Imulaatikon kokoonpano-osastolle päästiin vierailemaan vasta opinnäytetyön loppuvaiheessa. Vierailut kokoonpanossa saatiin kuitenkin järjestettyä, jonka ansiosta myös tuotannon näkökulmia imulaatikon laatuongelmiin saatiin opinnäytetyössä huomioitua.

Opinnäytetyön tulosten luotettavuuteen ei jäänyt epäilemisen varaa. Kaikki haastattelut ja kysely suoritettiin imutela- tai alihankintasuunnittelussa toimineille henkilöille. Alihankintasuunnittelussa haastatellut henkilöt omasivat erittäin kattavan kokemuksen imutelojen alueelta. Tietoperustassa käytetyt tiedot ovat pääosin tunnetuista kirjallisista teoksista. Myös Valmetin sisäisestä järjestelmästä käytetyt tiedot varmistettiin imutelasuunnittelun pääsuunnittelijoilla, jotta voidaan olla varmoja, että vanhentunutta tietoa ei päädy opinnäytetyöhön.

Kehitystoimenpiteitä voidaan tehdä jatkossa vaiheittain tai ottaa osa ehdotetuista kehitystoimenpiteistä esimerkiksi kokeiluun. Imulaatikon suunnitteluohjetta on mahdollista jatkossa kehittää entistä paremmaksi tuomalla ohjeeseen esimerkiksi kuvia ja yksityiskohtaisempaa tietoa. Tuotemallia ajatellen dataa tuli riittävästi, jotta voidaan ottaa huomioon asiat, jotka helpottaisivat tuotemallin käytettävyyttä. Tuotemallille tulisi jatkossa olla ylläpito, jotta käytön aikana havaitut käytettävyysongelmat saataisiin ratkaistua. Tämä edesauttaa tuotemallin mahdollisimman laajaa käyttöä imutela- ja alihankintasuunnittelussa tulevaisuudessa. Tarkastuslistaa tulisi jatkossa kehittää yksityiskohtaisemmaksi, ja mahdollisesti lisätä uusia kohtia tarkastuslistaan, jotta suunnittelun tarkastustoiminta imulaatikoiden osalta helpottuu tulevaisuudessa. Jatkossa tarkastuslistaan voidaan lisätä esimerkiksi satunnaissyystä johtuvia ongelmia, sen sijaan, että niistä tehdään laatuvalvontatekijöitä. Tarkastuslistan käyttö tulisi ottaa vakiintuneeksi tavaksi käyttää ja kehittää imulaatikon toimitusprosessissa.

Opinnäytetyötä oli mielekästä tehdä, sillä Valmetilla ja alihankkijoilla työskentelevät ammattilaiset osallistuivat kiitettävästi vastaamalla kysymyksiin, haastatteluihin sekä kyselyihin. Opinnäytetyö oli mielestäni onnistunut, jonka avulla Valmet Technologies sai selviä kehitystoimenpiteitä imulaatikon suunnittelun kehittämiseksi. Kehitystoimenpiteiden mittarointi tapahtuu pitkällä aikavälillä, sillä edellä mainittuja kehitystoimenpiteitä ei voida mitata lyhyellä aikavälillä.

Lähteet

Aineiston analysointi. N.d. Opinkirjo.fi -sivusto, jolla tietoa aineiston analysointimenetelmistä. Viitattu 21.5.2022.

<https://opinkirjo.fi/tutkimuksen-perusteet/aineiston-analysointi/>

Besterfield, D.H & Besterfield G.H. 2003. Total Quality Management Revised Third Edition. New Delhi: Dorling Kindersley (India)

Deming, W. E. 2000. Out Of The Crisis. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Deming`'s 14 Points Explained and Implementation. N.d. Internetsivusto, jossa tietoa TQM:n periaatteista. Viitattu 4.4.2022.

<https://smartersolutions.com/services/business-system-tee/demings-14-points-explained-implementation/>

Einistö, P. 2018. Deming: Neljätoista periaatetta. Internetsivusto, jossa tietoa TQM:n periaatteista. Viitattu 4.4.2022.

<https://erinomainen.fi/deming-neljatoista-periaatetta/>

Imutelan rakenne. N.d. Valmetin kotisivuilta otettu esimerkkikuva imutelan rakenteesta. Viitattu 8.5.2022.

<https://www.valmet.com/media/articles/up-and-running/new-technology/FPSuctRollUpgrades/>

Laatu – käsite ja tehtävät. 2010. Internetsivusto. Viitattu 24.4.2022.

<http://www.kotiposti.net/tuurala/Laatu.htm>

Kortesalmi, M. 2022. Haastattelu imutelasuunnittelun haasteista sekä imuteloista yleisesti. 11.4.2022. Viitattu 29.4.2022.

Kouri, I. 2010. LEAN Taskukirja. Helsinki: Teknologiateollisuus Ry

Kyselyiden analysointi. 2018. Jyväskylän yliopiston sivustolla olevaa informaatiota kyselyjen analysoinnista. Viitattu 20.5.2022.

https://www.jyu.fi/digipalvelut/fi/ohjeet/korppi-ohjeet/kyselyt/kysely_analysointi

Metso; imutelakoulutus. N.d. Imutelan esittely- ja koulutusmateriaalia Valmetin sisäisessä verkossa. Viitattu 1.4.2022.

Kysely. 2015. Oppariapu.fi -sivustolla olevaa informaatiota kyselyistä ja niiden laatimisesta. Viitattu 22.5.2022.

<https://oppariapu.wordpress.com/kyselyt/>

Polvinen, J. 2022. Microsoft Teamsissä käyty keskustelu liittyen suunniteltavien imutelojen määrään vuositasona. Viitattu 11.5.2022

Saaranen-Kauppinen, A & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. Viitattu 22.5.2022.
https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_2.html

Saaranen-Kauppinen, A & Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Litterointi. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. Viitattu 22.5.2022.
https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali/L7_2_1.html

Salomäki, R. 2003. Suorituskykyiset prosessit – hyödynnä SPC. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus Oy.

Statistical Process Control (SPC). 1995. Chrysler Corporation, Ford Motor Company and General Motors Corporation

Suction roll shell. N.d. Fincoat:n kotisivuilta esimerkkikuva imutelan vaipan rei`ityksestä. 2022. Viitattu 5.5.2022.
<https://fincoat.fi/references/pulp-and-paper-industry/>

Tilastolliset menetelmät (SPPC, MSA, jne). N.d. Nettikirjakauppa. Viitattu 12.3.2022.
http://www.laatutieto.fi/product_catalog.php?c=46&page=2

Työelämän tutkiva kehittämistoiminta. 2022. JAMK:n opettajan käsikirjasta löytyvää tietoa tutkimuksellisesta kehittämistyöstä. Viitattu 11.5.2022.
<https://oppimateriaalit.jamk.fi/yamk-kasikirja/tyoelaman-tutkiva-kehittamistoiminta/>

Valmet Jyväskylä; toiminta onnettomuustilanteessa tiedote naapurustolle. 2020. Tiedote Valmetin kotisivuilla. Viitattu 15.4.2022.
<https://www.valmet.com/globalassets/about-us/valmet-suomessa/valmet-jyvaskyla-toiminta-onnettomuustilanteessa-tiedote-naapurustolle.pdf>

Liitteet

Liite 1. Imutela- ja alihankintasuunnittelun toiminta; teemahaastattelujen tulokset

TEEMAHAASTATTELUJEN TULOKSET; Imutela- ja alihankintasuunnittelun toiminta

HAASTEET

- Alihankintasuunnittelussa kaikilla ei pääsyä Valmetin imulaatikkoon liittyviin ohjeisiin ja tietokantoihin → Muodostuu erilaisia toimintatapoja → Vanhoja paperisia ohjeita, ohjeita sähköpostissa yms.
- Alihankintasuunnittelussa koettiin, että pääsuunnittelijoiden kesken on eroja laatuvaatimuksissa → Tämä saattaa hidastaa suunnittelua, kun ei ole selvää linjausta laatuvaatimuksista
- Sekä imutela- että alihankintasuunnittelussa koettiin, että imulaatikkoon liittyvät ohjeistukset ovat osittain vanhentunutta tietoa → Vanhentuneen tiedon perusteella saatetaan tehdä uusia laatusattumuksia, jos henkilöllä ei ole tietoa, että ohjeet eivät ole ajan tasalla.
- Imutela- ja alihankintasuunnittelussa koettiin, että ohjeet ja tiedot ovat liian pirstaloituneet eri järjestelmiin → Aina ei löydetä tai tiedetä, missä ohjeita on
- Imutelasuunnittelussa suunnittelijoilla hallussa hiljaista tietoa → kaikki tieto ei ole ohjeissa ja dokumenteissa
- Tuotannossa koettiin, että suunnittelijoita ei saada aina tarvittaessa kiinni tai paikanpäälle → Laatusattumukset saattavat jopa jäädä kirjaamatta
- Imutelasuunnittelussa oli toiveita uudesta tuotemallista → Vanha tuotemalli koettiin monimutkaisena käyttää → Ei käytetä vanhaa tuotemallia
- Alihankintasuunnitteluun ei mene imulaatikosta tehdyt lautupalautteet → Alihankintasuunnittelussa ei tiedossa kaikkia imulaatikon laatuongelmia → Eivät pysty auttamaan tuotekehityksessä

Liite 2. Imulaatikon suunnitteluohjeen käytettävyys -kysely pohja

Imulaatikon suunnitteluohjeen kehitys

-kysely

Nimi	
Päivämäärä	8.4.2022
Viimeisin tutkinto	Valitse kohde.
Työskentelyaika imutelasuunnittelussa	Valitse kohde.

1. Käytätkö IBM Notesissa sijaitsevaa imulaatikon suunnitteluohjetta? (Vastaathan myös loppuihin kysymyksiin vaikka vastasitkin "Ei")

Kyllä Ei

Jos vastasit ei, niin perustele vastauksesi:

Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

2. Kuinka usein käytät imulaatikon suunnitteluohjetta?

En koskaan Aina

3. Kuinka pitkälle pystyt suunnittelemaan imulaatikon suunnitteluohjeen avulla?

0% 25% 50% 75% 100%

4. Onko imulaatikon suunnitteluohje mielestäsi yksiselitteinen?

Kyllä Ei

Jos vastasit ei, niin perustele vastauksesi:

Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

5. Eteneekö imulaatikon suunnitteluohje mielestäsi loogisessa järjestyksessä?

Kyllä Ei

Jos vastasit ei, niin perustele vastauksesi:

Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

6. Onko imulaatikon suunnitteluohjeessa vanhentunutta tietoa?

Kyllä Ei

Jos vastasit kyllä, niin perustele vastauksesi:

Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

7. Onko imulaatikon suunnitteluohjeessa riittävästi kuvia?

Kyllä Ei

Jos vastasit ei, niin perustele vastauksesi:

Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

8. Onko imulaatikon suunnitteluohjeessa olevat kuvat mielestäsi riittävän informatiivisia?

Kyllä Ei

Jos vastasit ei, niin perustele vastauksesi:

Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

9. Onko imulaatikon suunnitteluohjeessa mielestäsi kehitettävää?

Kyllä Ei

Jos vastasit kyllä, niin miten kehittäisit imulaatikon suunnitteluohjetta?

Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

10. Olisiko Imulaatikon suunnitteluohje mielestäsi parempi jollakin muulla alustalla kuin IBM Notesilla?

Kyllä Ei

Jos vastasit kyllä, niin perustele vastauksesi:

Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

Mikä alusta olisi mielestäsi parempi?

Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

11. Puuttuuko imulaatikon suunnitteluohjeesta (olennaista) tietoa?

Kyllä Ei

Jos vastasit kyllä, niin mitä tietoja toivoisit lisättävän imulaatikon suunnitteluohjeeseen?

Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

12. Onko imutelan suunnitteluohjeessa mielestäsi epäselviä kohtia?

Kyllä

Ei

Jos vastasit kyllä, niin perustele vastauksesi:

Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

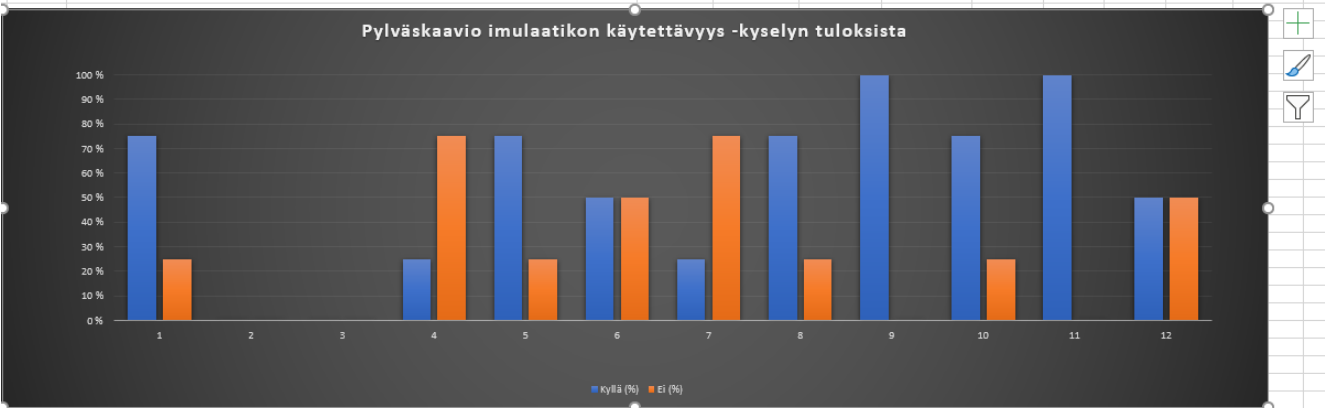
13. Kerro vielä muut huomiot tai kommentit liittyen imulaatikon suunnitteluohjeeseen, jotka eivät tulleet esille kyselyssä.

Kirjoita tekstiä napsauttamalla tai napauttamalla tätä.

KIITOS VASTAUKSISTASI!

Liite 3. Imulaatikon suunnitteluohjeen käytettävyys -kysely tulokset

Vastanneet	1	2	3	4	Kyllä (kpl)	Ei (kpl)	Kyllä (%)	Ei (%)
1. Käytätkö IBM Notesissa sijaitsevaa imulaatikon suunnitteluohjetta?	Kyllä	Ei	Kyllä	Kyllä	3	1	75 %	25 %
2. Kuinka usein käytät imulaatikon suunnitteluohjetta?	Usein (80%)	Harvoin (20%)	Joskus (60%)	Harvoin (20%)	-	-	-	-
3. Kuinka pitkälle pystyt suunnittelemaan imulaatikon suunnitteluohjeen avulla?	25 %	0 %	100 %	25 %	-	-	-	-
4. Onko imulaatikon suunnitteluohje mielestäsi yksiselitteinen?	Kyllä	Ei	Ei	Ei	1	3	25 %	75 %
5. Eteneekö imulaatikon suunnitteluohje mielestäsi loogisessa järjestyksessä?	Kyllä	Kyllä	Ei	Kyllä	3	1	75 %	25 %
6. Onko imulaatikon suunnitteluohjeessa vanhentunutta tietoa?	Kyllä	Kyllä	Ei	Ei	2	2	50 %	50 %
7. Onko imulaatikon suunnitteluohjeessa riittävästi kuvia?	Ei	Kyllä	Ei	Ei	1	3	25 %	75 %
8. Onko imulaatikon suunnitteluohjeessa olevat kuvat mielestäsi riittävän informatiivisia?	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	3	1	75 %	25 %
9. Onko imulaatikon suunnitteluohjeessa mielestäsi kehitettävää?	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	4	0	100 %	0 %
10. Oisiko imulaatikon suunnitteluohje mielestäsi parempi jollakin muulla alustalla kuin IBM Notesillä?	Ei	Kyllä	Kyllä	Kyllä	3	1	75 %	25 %
11. Puuttuuko imulaatikon suunnitteluohjeesta (olennaista) tietoa?	Kyllä	Kyllä	Kyllä	Kyllä	4	0	100 %	0 %
12. Onko imulaatikon suunnitteluohjeessa mielestäsi epäselviä kohtia?	Kyllä	Ei	Ei	Kyllä	2	2	50 %	50 %



KOMMENTIT

Suunnitteluohje on vanhentunut --> käsitellään riparakenteista imulaattikkoa --> Tehdään vain poikkeustapauksissa --> Osa tiedoista vanhentunutta
 Useissa eri osissa oikeaa ja väärää tietoa sekaisin --> Ei voida luottaa tietoon --> Ei eroteta oikeaa ja väärää tietoa
 Ohjeessa on ns. hiljasta tietoa --> asiat esitetään olettaen, että lukija tietää vanhoja mittoja yms. --> Pitäisi tuntea vanhoja ohjeistuksia
 Ohje tulisi tehdä kokonaan uusiksi kansli-mallille imulaattikolle
 Imulaatikon suunnitteluohje + kaikki suunnitteluun liittyvät ohjeistukset keskitetyksi samaan paikkaan --> Alusta voisi olla jokin muu kuin Notes --> Esim- Sharepoint
 Nykyisiin suunnitteluvaatimuksiin peilattuna imulaatikon suunnitteluohjeessa on epäselviä kohtia
 Ohje tehty vanhanmalliseen imulaattikoon --> riparakenteinen
 Ohje ei etene loogisessa järjestyksessä
 Kuvia voisi olla enemmän --> informatiivisempi --> helpommin ymmärrettävä
 Uusi ohje kansimallille imulaattikolle --> ohjeet aukkojen tekemiseen --> Catlalle opastus --> Onko mahdollinen?
 Ohjeesta puuttuu olennaista tietoa --> Aukotukset, kannen paksuudet yms.
 Suunnitteluohjeessa on paljon vanhentunutta tietoa --> Tehty riparakenteiselle laatikolle
 Osa tiedosta pystyy soveltamaan --> Oikeaa ja väärää tietoa vaikea erotella
 Ohjeessa viitataan Rautpohjan konepajaan --> Laatikoita tehdään nykyään useissa paikoissa --> Ei tiedetä valmistajien konekantoja --> Ei kyetä huomioimaan suunnittelussa
 Hitsausosia kaipaisi päivitystä --> millaiset saumat --> kuinka paksut saumat yms.
 Hitsausmerkkien käyttöön lisäohjeistusta --> Miksi käytetään / miksi ei käytetä --> Mitä merkkejä käytetään?
 Kuvia lisää hitsausosion havainnollistamaan merkkien yms käyttöä
 Kuvia voisi olla enemmän --> informatiivisempi --> helpommin ymmärrettävä
 Kuvat vanhoja ja pieniä --> Lisää kuvakaappauksia 3D-malleista
 Suunnitteluohjeessa on paljon epäselviä kohtia --> Kuvat auttaisivat havainnollistamaan
 Suunnitteluohje suurilta osin vanhentunut --> Vaikea erottaa oikeaa tietoa väärästä
 Kuvia saisi olla enemmän --> helpottaa tiedon tulkitsemista
 Suunnitteluohje on tehty ripamalliselle imulaattikolle --> Tehdään erittäin harvoin --> Uusi ohje kansimallille imulaattikolle
 Hitsausosia kaipaa lisää kuvia --> hitsausmerkkien käyttö epäselvää

Liite 4. Imulaatikon tuotemalli; teemahaastattelujen tulokset

TEEMAHAASTATTELUIJEN TULOKSET; Imulaatikon tuotemalli

HAASTEET

- Nykyinen imulaatikon tuotemalli siirretty Catia V5 -ympäristöstä Catia V6 -ympäristöön → ei tietoa onko siirto aiheuttanut muutoksia nykyiseen tuotemalliin → Ei voida täysin pois sulkea
- Parametrejä on liian paljon → Parametrien muuttamisesta aiheutuneita vaikutuksia tuotemalliin ei täysin ymmärretä
 - Osa parametreista ei toimi
 - Osa parametreista päällekäisiä
 - Osan vaikutuksia ei ymmärretä muihin parametreihin
- Koettiin, että tuotemallin rakenne on raskas → Rakennepuussa liian paljon komponentteja → aiheuttaa virheilmoituksia → koetaan helpommaksi tehdä imulaatikko omien mallien avulla
 - Raskas tuotemalli on myös hidas päivittää muutoksia tehtäessä
- Osa komponenteista sellaisia, joita ei koskaan tarvita → Aiheuttaa ylimääräistä hämmennystä tuotemallin käytettävyyttä ajatellen
- Tuotemallin rakenne ei vastaa tuotehallintajärjestelmä PDM:ssä olevaa rakennetta
- Tuotemallin käytölle ja parametrien käytölle ei ole olemassa käyttöohjetta → Parametrien käytössä on merkitystä parametrien käytön järjestyksellä
- Tuotemallilla ei järjestelmällistä ylläpitoa
- Tuotemallin käyttöä vältetään
- Alihankintasuunnittelussa ei yhtenäistä linjaa tuotemallin käytöstä → suunnittelijoilla itse tehdyt imulaatikon mallit käytössä

Liite 5. Imulaatikkosuunnittelun tarkastuslista

IMULAATIKKOSUUNNITTELUN TARKASTUSLISTA

- Varmista, että kaikki osat voidaan asentaa eivätkä törmää toisiinsa
- Varmista asennusluukkujen riittävä määrä sekä positiot asennettavuus huomioiden
- Varmista välilevyn reikien riittävä koko, jotta putket mahtuvat reikien läpi
- Varmista välilevyn reikien positiot, jotta putket osuvat reikien keskelle
- Lisää kilpilevyn tulevat aseteltavat liittimet, jotta asennettavuus helpottuu
- Tarkista nostokohtien paikoitus ja tasapaino
- Varmista T-listojen sopivuus päätytiivisteeseen
- Varmista luistipaketin aukon riittävä etäisyys (min. 70mm) särmäyksestä
 - Luistipaketin aukon suoruustoleranssi
- Varmista imupituudet ja -leveydet mittakuvasta
- Varmista kuormitusilmaliittimien tulevien reikien:
 - Riittävä halkaisija
 - Positiot
 - Reikien viisteet
- Varmista imuleveyden säätimen säätömuttereiden ja imuleveyden osoittimen yhteensopivuus, jotta imuaukonleveyden osoittimen mitta-asteikko ei jää näkyviin, kun kääntötangosta kaikki varat käytetty.
- Tarkasta, että kilpilevyn läpi tulevien putkien seuraavat mitoituslöytyvät kokoonpanopiirrustuksesta:
 - Kilpilevy – putken pää
 - Välilevy – putken pää

