

# **Prosessijärjestelmien automaatioperussuunnittelun tehostaminen**

Pasi Janhonen

Opinnäytetyö

Marraskuu 2017

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (YAMK), Teknologiaosaamisen johtamisen tutkinto-ohjelma

Tekijä(t) Janhonen, Pasi	Julkaisun laji Opinnäytetyö, ylempi AMK	Päivämäärä 15.11.2017
	Sivumäärä 102	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Prosessijärjestelmien automaatioperussuunnittelun tehostaminen</b>		
Tutkinto-ohjelma Teknologiaosaamisen johtaminen		
Työn ohjaaja(t) Peuranen, Harri ja Rantapuska, Seppo Valmet: Järvinen, Jarmo		
Toimeksiantaja(t) Valmet Technologies Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää keinoja ja kehitysmalleja automaatioperussuunnittelun tehostamiseksi Valmet Technologies Oy:n prosessijärjestelmien suunnittelussa.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin kehittämistutkimustyönä, jonka perusaineisto hankittiin teema-haastatteluilla, tutkimalla tehtyjä suunnitteluprojekteja viimeisiltä vuosilta, sekä tutustumalla aiemmin tehtyihin vastaavan kaltaisiin tutkimuksiin Valmetilla. Työssä tutustuttiin Lean-johtamisfilosofiaan ja käytettiin sen tarjoamia työkaluja kuten arvovirtakartoitusta suunnittelun tilan analysoinnissa ja kehityskohteiden paikantamisessa.</p> <p>Työn tuloksena syntyi joukko kehitysehdotuksia yrityksen suunnittelutoiminnan tehostamiseksi. Tärkeimmäksi yksittäiseksi kehitysehdotukseksi muodostui suunnittelun mallikirjasto. Projektin pääsuunnittelijan tehtävällä ja suunnitteluosastojen pääsuunnittelijoiden tehtävänjaon selvennyksellä pyrittiin pienentämään epätietoisuuden aiheuttamaa hukkaa.</p> <p>Lukuisilla pienemmillä kehitysehdotuksilla haettiin suuntaviivoja paitsi työaikaa ja kustannuksia säästävään toimintaan, myös helpottamaan työkuormaa ja päivittäistä toimintaa.</p> <p>Esitettyjen kehitysehdotusten voitiin arvioida tuottavan säästöjä ja laadukkaampaa suunnittelua. Arviointi ei rajoittunut vain automaatiosuunnitteluun, vaan se linkittyi olennaisesti yhteistyössä tehtävän prosessisuunnittelun kanssa. Samalla voitiin nähdä laitevalmistuksen ja kokoonpanon hyötyvän oikea-aikaisesta valmistusdokumentaatiosta.</p>		
Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> ) Lean, automaatio, automaatiosuunnittelu, toiminnan tehostaminen, tekninen dokumentaatio, suunnittelu, projektityö, arvovirtakuvaus, VSM		
Muut tiedot Liitteissä 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 ja 10 on esitetty yrityksen liikesalaisuuksiin liittyviä tietoja. Nämä liitteet on siksi jouduttu poistamaan perustuen lakiin (621/1999) 24§ kohdat 17 ja 20 yrityksen liike- tai ammatillisalaisuus. Salassapitoaika viisi (5) vuotta, salassapito päättyi 15.11.2023.		

Author(s) Janhonen, Pasi	Type of publication Master's thesis	Date 15.11.2017  Language of publication: Finnish
	Number of pages 102	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Development of automation engineering in paper machine processes</b>		
Degree programme Master's Degree Programme in Technological Competence Management		
Supervisor(s) Peuranen, Harri and Rantapuska, Seppo Valmet: Järvinen, Jarmo		
Assigned by Valmet Technologies Oy		
Abstract  <p>The purpose of the Master's thesis was to find solutions and development models to make the basic automation engineering in the paper machine process system at Valmet Technologies more efficient.</p> <p>The thesis is as development study. Lean philosophy and techniques such Value Stream Mapping were explored and used to determine the current state of the engineering. Other method used were theme interviews. Some of the previous, slightly similar studies were researched to extend the knowledge base and to find suitable development targets.</p> <p>As a result, numerous development proposals to enhance the engineering efficiency were introduced. The main development target was to totally rebuild the engineering model library from scratch. One way to keep the model library up-to-date in the future was suggested. A new job description for the lead engineer in the project was created. Clarifying the tasks of the lead engineers between departments was also introduced to reduce uncertainty that can cause waste (Muda).</p> <p>The development study also resulted in some minor development proposals that could give significant benefits in saved working hours and quality. At the same time they would help to maintain good daily practices while lightening the workload of engineers.</p> <p>The proposals were estimated to improve engineering quality and the same time bring some savings in working hours. The study was not limited to only automation engineering, but it was essentially linked with process engineering. In addition, manufacturing and assembly could be seen to benefit from timely documentation.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> ) Lean, automation, basic automation engineering, improving engineering efficiency, technical documentation, engineering, project work, Value Stream Mapping		
Miscellaneous The attachments 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 and 10 have been set confidential as they include the company's business secrets. These attachments have been removed based on the legal clauses (621/1999) 24§ sections 17 and 20. Confidential period is five (5) years, confidentiality expires 15.11.2023.		

## Sisältö

1	Johdanto.....	5
1.1	Lähtökohdat .....	5
1.2	Työn tavoitteet .....	5
1.3	Valmet .....	6
1.3.1	Teknologiayhtiön historia .....	6
1.3.2	Prosessisuunnittelun sijoittuminen organisaatiossa .....	7
1.3.3	Nykyisen toimintamallin ongelmat ja haasteet.....	9
2	Opinnäytetyö kehittämistutkimuksena .....	10
2.1	Kehittämistutkimus .....	11
2.2	Tutkimusaineiston kerääminen.....	13
2.2.1	Teemahaastattelu.....	13
2.2.2	Havainnointi.....	14
2.2.3	Tapaustutkimus ja monitapaustutkimus .....	15
3	Lean .....	16
3.1	Lean-filosofian synty.....	16
3.2	Lean-johtaminen .....	17
3.2.1	Hukka .....	20
3.2.2	Arvovirtakuvaus .....	23
3.2.3	Virtaustehokkuus.....	27
3.2.4	Kaizen – jatkuva kehittäminen .....	28
4	Automaatioperussuunnittelu .....	30
4.1	Suunnittelu projekteissa.....	30
4.2	Automaatioperussuunnittelulle tyypillisiä piirteitä .....	31
4.3	Prosessijärjestelmien automaatioperussuunnittelu .....	33
5	Kehittämistutkimuksen toteutus .....	34
5.1	Lähtötilanteen kartoitus.....	36
5.1.1	Projektien tarkastelu .....	36

	2
5.1.2 Teemahaastattelut .....	40
5.1.3 Aiemmin tehdyt tutkimukset.....	46
5.2 Suunnittelun arvovirtakuvaus .....	50
5.2.1 Pienprojektit .....	51
5.2.2 Linjaprojektit.....	54
5.3 Havainnointi projektityössä .....	55
6 Tulokset .....	57
6.1 Kehitysmalleja tutkimuksen pohjalta .....	58
6.1.1 Mallikirjasto .....	58
6.2 Tulevaisuuden kehityskohteet .....	65
6.2.1 Projektien suunnittelun pääsuunnittelija.....	65
6.2.2 Prosessijärjestelmien suunnittelun roolien selkeyttäminen .....	67
6.2.3 Muut kehityskohteet ja -ehdotukset.....	68
7 Pohdinta ja johtopäätökset.....	74
Lähteet.....	78
Liitteet .....	80
Liite 1. Teemahaastattelut (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti).....	80
Liite 2. Tiivistetty yhteenveto haastatteluista, koottu käsin puretusta aineistosta (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti) .....	86
Liite 3. Suunnittelun sisältö sopimuksessa (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti) .....	90
Liite 4. Automaatiosuunnittelun arvovirtakuvauksen nykytila, pienprojekti (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti) .....	91
Liite 5. Automaatiosuunnittelun arvovirtakuvauksen tavoitetila, pienprojekti (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti) .....	92
Liite 6. Automaatiosuunnittelun arvovirtakuvauksen hukat ja ratkaisuehdotukset, pienprojekti .....	93
Liite 7. Automaatiosuunnittelun arvovirtakuvauksen nykytila, linjaprojekti (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti) .....	96

Liite 8. Automaatiosuunnittelun arvovirtakuvauksen tavoitetila, linjaprojekti (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti) .....	97
Liite 9. Automaatiosuunnittelun arvovirtakuvauksen hukat ja ratkaisuehdotukset, linjaprojekti .....	98
Liite 10. Mallikirjaston kehitystyö (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti)...	101
Liite 11. Suunnittelun tehtävien työnjako .....	102

## Kuviot

Kuvio 1. Valmetin historia aikajanalla. (Valmet) .....	7
Kuvio 2. Suunnitteluorganisaatio laajassa projektikonaisuudessa, automaatio-osasto. ....	9
Kuvio 3. Kehittämistutkimuksen malli. (Kananen 2012, muokattu) .....	12
Kuvio 4. Kehittämissyklin eri vaiheet. (Kananen 2012, muokattu) .....	13
Kuvio 5. Toyotan tavan neljän tason malli. (Liker 2004, 13) .....	17
Kuvio 6. Lean työkalut. (Moisio 2009, 8) .....	19
Kuvio 7. Tuotantoprosessin arvovirta. (Moisio 2009, muokattu) .....	24
Kuvio 8. Tyypillisiä arvovirtakuvauksen symboleja. (Magnier 2003, 7) .....	25
Kuvio 9. Esimerkki prosessin nykytilan arvovirtakuvauksesta. (Magnier 2003, 8) .....	26
Kuvio 10. Esimerkki prosessin tavoitetilan arvovirtakuvauksesta. (Magnier 2003, 9) .....	27
Kuvio 11. PDCA- eli Suunnittele-Toteuta-Tarkista-Toimi-ympyrä. (Liker, muokattu) ..	29
Kuvio 12. Automaation eri ohjaustapoja. ....	32
Kuvio 13. Työn prosessikaavio. ....	34
Kuvio 14. Projektien dokumenttietokanta Valo, perusnäkyminen projektille. ....	38
Kuvio 15. Osa suuremmasta PI-kaaviosta, piirit numeroituna. ....	39
Kuvio 16. Tiedonkeruun prosessi toimitusprojekteista. ....	40
Kuvio 17. Haastattelut leikattuna ja liimattuna. ....	45
Kuvio 18. DMAIC-prosessi: määrittele, mittaa, analysoi, paranna, ohjaa. (Aronen 2012).....	47
Kuvio 19. Pienten projektien mallien käyttö nykytilanteessa .....	59
Kuvio 20. Keskisuurten projektien mallien käyttö nykytilanteessa. ....	60
Kuvio 21. Suurten linjaprojektien mallien käyttö nykytilanteessa.....	61
Kuvio 22. Mallikirjaston rakenne.....	62

Kuvio 23. Mallikirjaston käytön tavoitetilat.....	63
Kuvio 24. Mallikirjaston ylläpito.....	64
Kuvio 25. Projektin suunnittelijahierarkia, nyt ja uusi ehdotus.....	66
Kuvio 26. Suunnittelun tehtäväluettelo OneNote-ohjelmassa.....	70

# 1 Johdanto

## 1.1 Lähtökohdat

Opinnäytetyön aiheena oli paperiteollisuuden prosessijärjestelmien automaatioperussuunnittelun tehostaminen. Aihe muodostui Valmet Technologies Oy:n tarpeesta yhdenmukaistaa ja tehostaa kyseisen suunnittelun toimintamallia. Vuosien saatossa konsernin eri yksiköillä on ollut erilaisia tapoja toimia ja erilainen työkuultuuri. Toteutettavien projektien suunnittelumateriaalin sisältö ja laajuus on ollut vaihtelultaan kirjavaa. Suunnitteluyksiköiden yhdistyessä näiden eri toimintamallien on koettu hankaloittavan eri suunnitteluorganisaatioiden työskentelyä ja lisäävän hukkaa projektien dokumentointivaiheiden aikana.

Automaatiosuunnittelu toimii yhdessä prosessisuunnittelun, paperikoneen sähkö- ja ohjelmistosuunnittelun sekä mekaniikkasuunnittelun kanssa, jolloin yhtenäisistä ja selkeistä käytännöistä olisi hyötyä myös muille suunnittelualoille.

Lisäksi erilaisista käytännöistä johtuen esimerkiksi myynti-, käyttöönotto- ja projektiorganisaatiot eivät ole täysin tietoisia millaista tukea ja palvelua he voivat suunnittelulta saada.

## 1.2 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena oli tutkia prosessijärjestelmien automaatioperussuunnitteluryhmän toimintaa ja löytää sieltä suurimmat hukan aiheuttajat, sekä esittää parannuksia toimintamalleihin jotka samalla helpottaisivat myös muita automaatiosuunnittelun kanssa yhteistyötä tekeviä suunnitteluosastoja ja sidosryhmiä.

Kehittämistutkimuksen lisäksi työhön liittyi myös suunnittelun toteutukseen liittyviä haasteita, kun automaatiosuunnittelussa käytetty Valmetin oma AXES-suunnittelujärjestelmä vaihtui vuoden 2017 aikana automaatioperussuunnittelussa CADS-järjestelmään. Se on otettu aiemmin käyttöön sähkösuunnittelussa, mutta ei ollut sellaisenaan suoraan täysin käyttökelpoinen prosessijärjestelmien



automaatioperussuunnittelussa. Työkalun käyttöönotto ja tuotantokäytössä tehtävä kehitys ajoittuivat opinnäytetyön ajalle ja jatkuu sen jälkeen.

Valmetilla on tehty joitakin sisäisiä selvityksiä ja kehityssuunnitelmia aiemminkin ja opinnäytetyössä käytettiin hankittua tietoa hyväksi. Opinnäytetyössä hyödynnettiin aiemmin vuonna 2012 Valmetin massankäsittelyn suunnitteluosastolla tehtyä yrityksen sisäistä Lean Six Sigma-selvitystä (Aronen 2012). Toisena yrityksen omana lähdemateriaalina oli käytössä vuonna 1995 tehdyn, silloisen Sunds Defibratorin aikaisen OPPI-projektin kattava loppuraportti. (Andersen Consulting, 1995).

## 1.3 Valmet

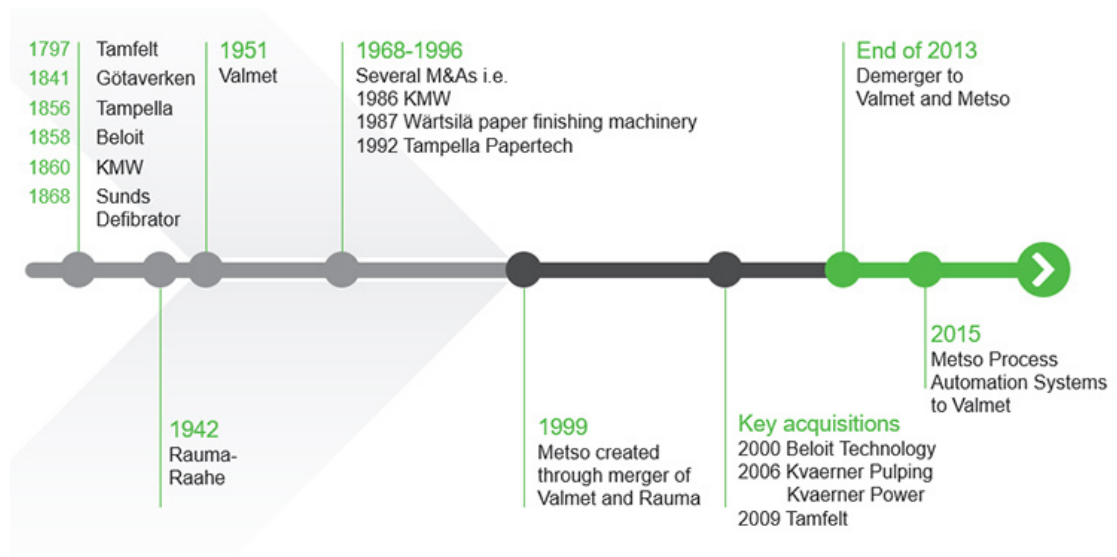
### 1.3.1 Teknologiayhtiön historia

Teknologiayhtiö Valmetin historia ulottuu sota-aikaan 1940-luvulle, jolloin yhtiö perustettiin valtion asetehaaksi. Sodan jälkeen viralliseksi nimeksi tuli Valtion Metallitehtaat. Paperikoneteollisuudessa Valmet aloitti 1950-luvun alkupuolella Jyväskylän Rautpohjassa, jossa toiminta jatkuu edelleen. 50- ja 60-luvuilla Valmet sementoi paikkansa kansainvälisesti merkittävänä paperikoneteollisuuden konepajana toimittaen lukuisia koneita ympäri maailman. (Valmet has 220 years of industrial history 2017.)

Myöhemmin valtion yksityistäessä valtio-omisteisia yrityksiä myös Valmet myi ydin toimintansa ulkopuolella toimivia yksiköitä, pysyen kuitenkin koko ajan paperikone-tekniikan toimijana. Suuri muutos tapahtui vuonna 1999, kun Valmet Oy fuusioitui Rauma Oy:n kanssa. Uusi suuryhtiö sai nimekseen Metso Oy ja siinä yhdistyi lukuisia eri teollisuudenaloja, mm. paperi- ja kartonkikoneteollisuus, teollisuusautomaatio-tekniikka, kaivos- ja maanrakennusteollisuus ja öljy- ja kaasuteollisuus. Vuonna 2000 Metso osti amerikkalaisen paperikonevalmistaja Beloitin huoltoliiketoiminnan, sekä paperi- ja kartonkikoneteollisuuden. (Metson historia 2017.)

Seuraava merkittävä tapahtuma oli vuonna 2006, kun Metso osti norjalaisen teollisuusjätti Aker Kvaernerin voimalaitos- ja selluteollisuusliiketoiminnat ja sulautti ne

osaksi Metsoa. Vuonna 2009 Metso osti vielä paperikoneiden viira- ja huopavalmistaja Tamfeltin. Vuoden 2013 lopussa Metson yhtiökokous päätti eriyttää yhtiön kahteen osaan (ks. kuvio 1). Valmetiin siirtyi paperi- ja kartonkikone-teollisuusliiketoimintalinjat, voimalaitos- ja selluteollisuusliiketoimintalinjat, sekä hieman myöhemmin Valmetiin siirtyi myös teollisuusautomaatioliiketoiminta. Samalla toimintoja keskitettiin Jyväskylään, Järvenpäähän, Raisioon ja Tampereelle, mikä johti väistämättä joidenkin yksiköiden lakkauttamiseen henkilöstön keskittyessä jäljelle jääneisiin yksiköihin. (Valmet has 220 years of industrial history 2017.)



Kuvio 1. Valmetin historia aikajanalla. (Valmet)

### 1.3.2 Prosessisuunnittelun sijoittuminen organisaatiossa

Prosessiautomaatiosuunnittelua on Valmet Technologies Oy:ssä Jyväskylässä ja Raisiossa. Automaatiosuunnitteluun kuuluvat myös seuraavat suunnitteluryhmät:

- fluidisuunnittelu
- sähkösuunnittelu
- ohjelmistosuunnittelu
- tuotekehitys.

Prosessisuunnittelun prosessilla tarkoitetaan tässä työssä paperiteollisuuden fyysisiä prosessijärjestelmiä, jotka eivät ole suoraan liittyneinä paperikoneen rakenteeseen, mutta ovat välttämättömiä paperintekoprosessin ja paperikoneen toiminnan kannalta. Kaikki paperikoneen liikeohjausten automaatio kuuluu fluidi-, sähkö- ja ohjelmistoryhmille. Valmet Technologies Oy:n prosessijärjestelmiä paperi- ja kartonkikoneprojekteissa ovat:

- kokonaiset massankäsittely- ja uusiokuitulinjat
- höyry- ja lauhdejärjestelmät
- lyhyt kierto eli massan jaottelu ja pumppaus perälaatikolle
- paperikoneen vesikierrot
- tyhjöjärjestelmät
- viiraosan suihkuvedet
- paperikoneen ilmajärjestelmät.

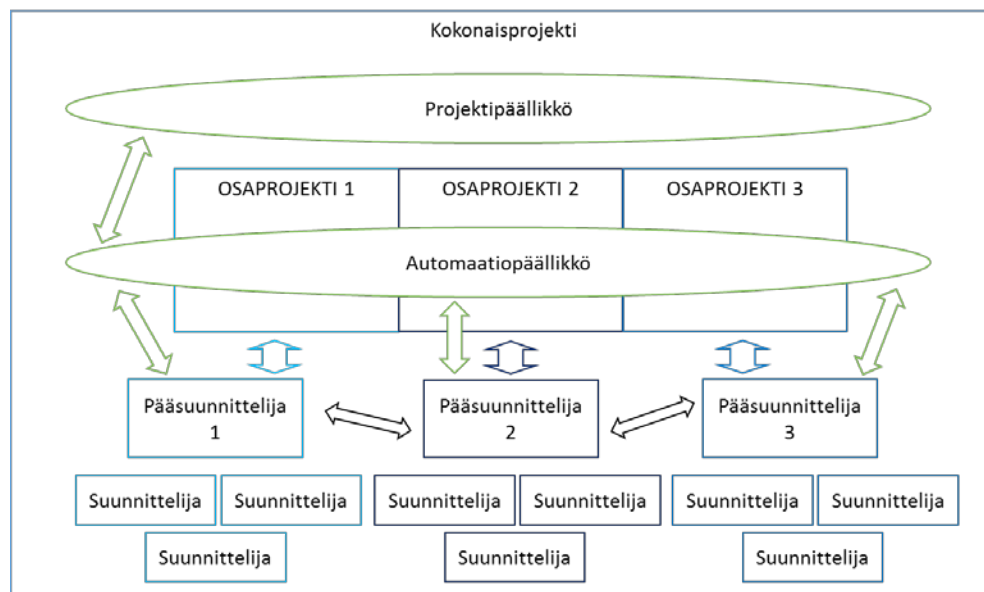
Massankäsittely ja ilmajärjestelmien prosessit ovat suurimpia prosessiautomaation suunnittelun kohteita ja merkittäviä työmäärältään. Alkujaan kuituteknologia oli perujaan ruotsalaiselta Sunds Defibrator-yhtiöltä, jolla oli toimintaa myös Suomessa. Rauma Oy osti Sunds Defibratorin kokonaisuudessaan vuonna 1991 ja kuituteknologia ja paperikoneen massankäsittely siirtyivät Metsolle 1999 tapahtuneen fuusion mukana Rauma Oy:n kautta. (Valmet has 220 years of industrial history 2017.)

Myöhemmin Sunds Defibrator nimi poistui käytöstä ja se sulautettiin Metsoon, toiminta keskittyi Valkeakoskelle. Vuoden 2013 muutoksissa Valkeakosken yksikkö lakkautettiin, henkilöstön siirtyessä Tampereen ja Jyväskylän yksiköihin.

Ilmajärjestelmät on omana suunnitteluosastonaan Raisiossa, tässä työssä ei keskitytty erityisesti sen toimintaan.

Toimitusprojekteissa prosessijärjestelmien automaatio suunnittelu kuuluu osana projektin muuta suunnitteluorganisaatiota. Projektioorganisaatiomuoto vaihtelee suuresti

riippuen projektin laajuudesta. Laajimmillaan projektissa voi työskennellä kymmeniä pääsuunnittelijoita ja heidän alaisuudessaan vielä suunnittelijoita Valmetilta sekä alihankintana suunnittelutoimistoilta. Automaatiosuunnittelussa on lisäksi käytössä automaatiopäällikkö, jonka tehtävänä on toimia yhteen sitovana voimana asiakkaan, projektipäällikön ja eri suunnittelyryhmien välillä (ks. kuvio 2). Tällainen projekti voi olla esimerkiksi mittava paperikoneuudistus tai kokonainen uusi paperikonelinja apuprosesseineen.



Kuvio 2. Suunnitteluorganisaatio laajassa projektikokonaisuudessa, automaatio-osasto.

Pienemmissä projekteissa sen sijaan on nimetty vain projektipäällikkö ja muutama pääsuunnittelija, jolloin pääsuunnittelija voi oman työkuormansa sallimana tehdä suunnittelun ilman apuvoimia. (Automaatiopääsuunnittelija ja -päällikön roolit ja työtehtävät VSM.)

### 1.3.3 Nykyisen toimintamallin ongelmat ja haasteet

Prosessijärjestelmien suunnittelussa hankaluus syntyy sen erilaisesta luonteesta verrattuna Valmetin paperikonesuunnitteluun. Paperikonesuunnittelussa Valmet tekee suunnittelua enimmäkseen omaan käyttöönsä, toimittaen asiakkaalle valmiin mekaanisen ratkaisun jonka toteutus sekä dokumentaatio on yrityksen omissa

käsissä. Toki asiakkaan kanssa tehdään yhteistyötä ja varsinkin paperikoneuudistukset vaativat mukautettuja ratkaisuja, mutta tietyt perusasiat pysyvät aina samoina. Prosessijärjestelmien kohdalla sen sijaan asiakas tekee yleensä tarkemman niin sanotun detail-suunnittelun, sekä vastaa materiaalihankinnoista ja urakoinneista. Tällöin Valmet toimittaa perussuunnittelun, laitekaupassa valmistaa koneet, sekä toimii testauksissa ja käyttöönotoissa apuna ja teknisenä tukena. Käytännössä perussuunnittelu voi olla sisällöltään hyvinkin erilaista, riippuen kaupan toimituslaajuudesta, asiakkaasta sekä tehdystä sopimuksesta. Erilaisesta dokumentaation luonteesta johtuen niiden toteutustapa ja sisältö eivät ole yhteneväistä Valmetin muun suunnittelun kanssa. Myös työkalut ja toimintatavat ovat osittain eriäviä.

Yksi lisähankaluus normaaleihin Valmetin paperikoneliiketoimintayksikön toimituksiin verrattuna on prosessijärjestelmien automaation ohjaukset. Itse paperikoneen osalta Valmet toimittaa ja tekee itse automaatiojärjestelmän ohjaukset ja siten takaa niiden turvallisen toimivuuden. Prosessijärjestelmissä teollisuusprosessin automaatiojärjestelmä kuuluu lähes aina asiakkaan toimitusvastuulle, jolloin Valmet ainoastaan antaa ohjeet kuinka ohjaukset tulee suorittaa ja asiakas toteuttaa niitä joko sellaisenaan tai soveltaen. Tämä aiheuttaa hankaluuksia jos asiakkaalla ei ole riittävästi omaa suunnitteluresurssia tai konsulttitoimistoa käytössään, ja toteutus saattaa olla keskentekeinen ja toimimaton vielä käyttöönottovaiheen alkaessa.

## **2 Opinnäytetyö kehittämistutkimuksena**

Kehittämistutkimus valikoitui lähestymistavaksi, koska sen avulla pyritään hakemaan vastauksia juuri opinnäytetyön esittämiin kysymyksiin. Opinnäytetyö sisälsi nykyhetken kartoituksen, kehittämiskohteiden määrittelyn ja ideoimisen, sekä kehittämistyön hyötyjen teoreettisen tutkimisen. Lähestymistavaksi valittiin kvalitatiivinen tutkimus, koska suunnitteluryhmän koosta johtuen pelkästään määrällinen anti ei olisi ollut kovin laaja. Lisäksi ongelmien oletettiin olevan projektien poikkeavuuksien vuoksi hyvin tapauskohtaisia, jollaisten tulkinta kvantitatiivisella tutkimuksella olisi ollut hankalaa.

## 2.1 Kehittämistutkimus

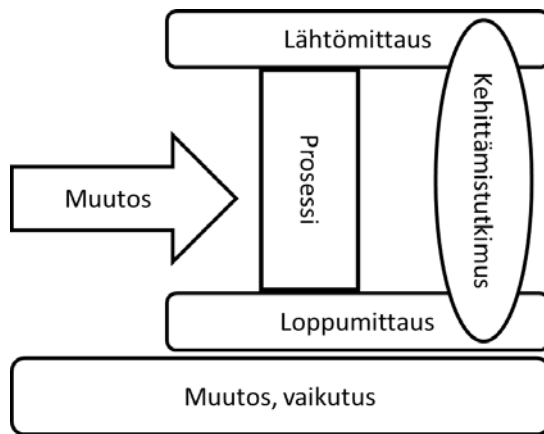
Kanasen (2012, 45) mielestä kehittämistutkimus jakautuu kahteen eri prosessiin: kehittämistyöhön ja tutkimukseen. Kehittämistyön kohteena voi olla jokin prosessi tai tuote, tässä tapauksessa kohteena oli perussuunnitteluprosessi, jonka tuli olla tutkijalle pääpiirteittäin selvillä.

Kehittämistutkimukselle luonteenomaista on pyrkimys muutokseen ja parannukseen. Kaikenlainen muutokseen pyrkivä kehittämistyö ei kuitenkaan ole kehittämistutkimusta, sillä kehittämistutkimuksen määritelmän täyttyminen vaatii sekä tutkimusosion että riittävän tutkimusotteen. (Kananen 2015, 39-41.)

Kehittämistutkimus voi olla yhdistelmä kvalitatiivista tai kvantitatiivista tutkimusta, tai pelkästään kvalitatiivista tutkimusta. Kanasen (2012, 29) mukaan kvalitatiivinen tutkimus pyrkii kuvaamaan ja tulkitsemaan ilmiötä sanoin, eikä pyri yleistyksiin ja numeraalisuuteen kuten kvantitatiivinen tutkimus.

Kanasen (2012, 29) mukaan kvalitatiivinen tutkimus pyrkii kuvaamaan ja tulkitsemaan ilmiötä sanoin, eikä pyri yleistyksiin kuten kvantitatiivinen tutkimus. Kvalitatiivisen tutkimuksen apuna ei kuitenkaan ole kvantitatiivisen tutkimuksen tapaista tarkempaa ohjeistusta, mutta toisaalta kvantitatiivinen tutkimus on joustavampi ja sen aikana on aina mahdollista siirtyä kenttätutkimuksen ja teorian tarkastelun välillä.

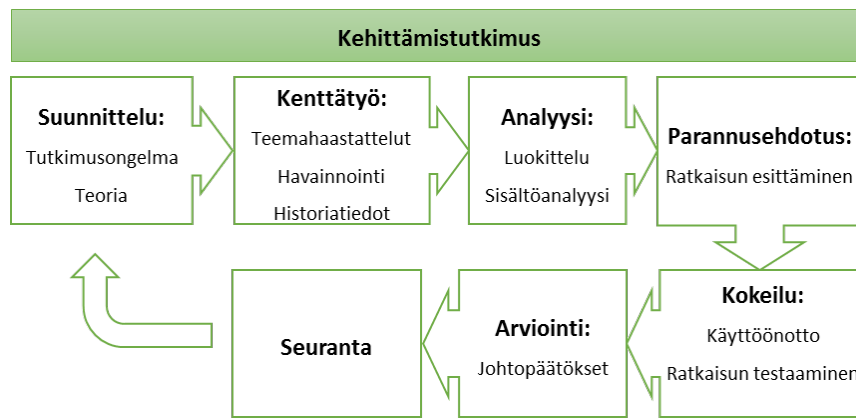
Kehittämistyö tapahtuu ilmiön luontaista prosessia noudattaen, kun taas tutkimusosassa tutkimusprosessi muodostuu tutkittavan ilmiön mukaan. Kehittämistyö on koko kehittämistutkimuksen ajan jatkuvaa työtä, tutkimuksen keskittyessä sen alku- ja loppupisteeseen (ks. kuvio 3).



Kuvio 3. Kehittämistutkimuksen malli. (Kananen 2012, muokattu)

Kuvion 4 mukaisesti kehittämistutkimus sisältää perinteisesti muutamia päävaiheita, jotka toteutuvat työn aikana joko kokonaisuudessaan tai niitä voidaan tarvittaessa karsia. Suunnitteluvaiheessa perehdytään prosessiin ja ilmiöön, sekä kartutetaan teorian tietoutta. Ilmiön hahmottumisen kautta voidaan havaita ongelma ja tehdä siitä tarkempi määritelmä. Tämän jälkeen siirrytään kenttävaiheeseen, jonka aikana tietoa kerätään eri menetelmin kuten haastatteluin, prosessista löytyvien kirjallisen ja sähköisen tiedon kautta sekä prosessiin jalkautuessa havainnoinnin keinoin.

Kenttävaiheessa kerätty tieto analysoidaan ja sen sisällön perusteella tehtyjen johtopäätösten nojalla löydetään ongelman ratkaisuun kelvollisia vaihtoehtoja. Vaihtoehdot arvioidaan ja niistä valitaan arvioinnin perusteella käyttökelpoisimmat muutosvaiheeseen. Muutosvaiheessa valittuja ongelmanratkaisuja kokeillaan ja otetaan käyttöön. Kohtuullisen kokeiluajan jälkeen toimenpiteiden toimivuutta arvioidaan ja prosessia seurataan. (Kananen 2012, 47-53.)



Kuvio 4. Kehittämissyklin eri vaiheet. (Kananen 2012, muokattu)

Kuviossa 4 on hahmoteltuna kehittämistutkimuksen syklinen luonne. Prosessin edelleen kehittäminen vaatii nykytilanteen uudelleenkartoittamisen, josta kehittämissykli jatkaa kiertoaan.

## 2.2 Tutkimusaineiston kerääminen

### 2.2.1 Teemahaastattelu

Teemahaastattelua käytetään kehittämistutkimuksessa, kun haetaan tutkittavasta kohteesta ymmärrystä. Tutkittava aihe voi olla tutkijalle vieras, jolloin sen perustietämystä voidaan kartuttaa keskustelemalla aiheeseen perehtyneen haastateltavan kanssa. Vierasta ilmiötä ei lähestytä vain yhdestä kulmasta, vaan eri teemojen avulla tavoitteena saada kattava kuvaus ilmiöstä. Teemahaastattelu onkin hyvä keino arvioidaessa työn lähtötilannetta. (Kananen 2012, 99-100.)

Teemahaastattelut voidaan toteuttaa henkilökohtaisina yksilöhaastatteluina tai suurempaan joukkoon keskittyvinä ryhmähaastatteluina. Yksilöhaastatteluiden vastaukset tuottavat tarkempia ja luotettavampia tuloksia, mutta ne ovat suurelle haastateltavajoukolle työläitä toteuttaa. Ryhmähaastatteluissa voidaan säästää merkittävästi aikaa ja vaivaa, mutta niissä ei voida paneutua kovin yksityiskohtaisiin kysymyksiin ja ryhmän mielipiteet sekä ryhmäpaine saattavat suodattaa vastauksia. Haastateltaviksi valitaan ilmiön kanssa tekemisessä tai kosketuksessa olevia avainhenkilöitä. Henkilöiden valinta ja saavutettavuus saattavat tuottaa hankaluksia, mutta siihen on syy-



tä kiinnittää huomiota tutkimuksen luotettavuuden säilyttämiseksi. (Kananen 2012, 100-101.)

Teemahaastattelussa teemaa ei pidä sekoittaa yksityiskohtaiseen kysymykseen. Teema on pikemminkin koko tutkittavaa ilmiötä kattava aihekokonaisuus tai keskustelunaihe, joka täydentyy ja tarkentuu haastateltavan vastausten mukaan. Haastattelu varten rakennettu kysymysrakenne ei saa olla liian yksityiskohtainen, muuten haastattelu ohjautuu ennalta käsikirjoitetusti ilman että vastaukset kuljettavat haastattelua. Jokainen vastaus vie haastattelua syvemmälle kohti ilmiön ydintä, kunnes siirrytään haastattelun seuraavaan teemaan. Jälleen aloitetaan yleisemmällä tasolla, josta siirrytään kohti teeman yksityiskohtia. (Kananen 2012, 102-104.)

Lopuksi haastatteluilla kerätty materiaali puretaan ja litteroidaan. Haastatteluiden sisältö pyritään kirjoittamaan pedantisti, tutkija ei saa vaikuttaa sisältöön. Samalla tutkijan tulee valita litteroinnin taso ja sisältö, sillä haastatteluissa on väistämättä tullut esille asioita jotka eivät kuulu olennaisesti haastattelun teemaan. (Kananen 2012, 109-110.)

Litteroitua aineistoa voidaan analysoida sen sisällön laajuuden mukaisella tavalla. Laajan aineiston tulkinta vaatii tiivistämistä ja aineiston tutkimista enemmänkin eri rakenteina kuin yksittäisinä tiedonjyväsinä. Suppeampaan aineistoon voi pureutua sanatarkasti ja merkityksiä on helpompi etsiä myös syvemmältä, varsinkin jos haastattelun litteroinnissa on kuvailtu haastateltavan ilmeitä ja elekieltä. Sisältöanalyysissä aineisto voidaan vielä teemoittaa, eli vastaukset sijoitetaan niiden teemojen alle. Tutkijan tehtäväksi jää tulkita teemojen sisältä ja nähdä aineiston sisältä tutkijan kannalta merkittävät asiat. Tällaisella menetelmällä tulokset vaihtelevat tutkijan mukaan, eikä yhtä oikeaa vastausta voida todeta kuten kvantitatiivisen materiaalin tulkinnassa. (Kananen 2012, 112-117).

### 2.2.2 Havainnointi

Havainnointi on keino löytää hankalasti muilla keinoin, esimerkiksi haastatteluin, selviteltävää tietoa. Ilmiön lähellä oleminen ja sen toimintojen havainnointi saattavat

paljastaa piilossa olevaa tietoa. Ilmiön tulee kuitenkin olla perusteltavasti havaittavissa, pelkkä ihmisten ajatusten ja mielipiteiden havainnointi ei ole tiedonkeruumenetelmänä käyttökelpoista. Havainnoija voi toimia paikan päällä tai piilohavainnoijana. Suoraan paikan päällä havainnoidessa tutkija voi osallistua tutkittavan prosessin toimintoihin, mikä samalla helpottaa havainnoitavaan ilmiöön tutustumista. Tällaisessa tutkimuksessa on kuitenkin vaarana, että tutkijan toiminta vaikuttaa tutkimustulokseen. (Kananen 2012, 94-96.)

Havainnot kirjataan ja ne analysoidaan, tämän avulla tehdään valintoja mitkä havainnot ovat tutkimuksen kannalta kelpoisia ja tarvitaanko lisähavaintoja. Havaintoja tehdään koko tutkimusprosessin ajan, koko ajan lähestyen ongelmakohtien ratkaisua. Strukturoitu havainnointi on tarkkaan harkittua ja ennakoitua tutkimusta, kun strukturoimattomassa havainnoinnissa kirjataan ylös kaikki asiat jotka tutkijan mielestä voivat jollain tapaa liittyä ilmiöön. Strukturoimattomassa observoinnissa on kuitenkin pidettävä huoli, että materiaalin määrä ei paisu hallitsemattomaksi. (Kananen 2012, 97.)

### 2.2.3 Tapaustutkimus ja monitapaustutkimus

Kehittämistutkimuksessa voidaan käyttää hyväksi kvantitatiivisia menetelmiä. Yksi tällainen menetelmä on case-tutkimus joka tarkoittaa yksittäisen tai useampien tapausten tutkimista kontekstissaan. Lähteinä case-tutkimukselle voivat olla tilastot, yksittäiset dokumentit, havainnot tai haastattelut. Case-tutkimukselle ominaista onkin sen aineiston monilähtöisyys. (Kananen 2012, 34-35.)

Kananen (2012) täsmentää että tarkasteltaessa useampaa kohdetta ei puhuta enää tapaustutkimuksesta vaan monitapaustutkimuksesta. Tutkittaessa useampaa kohdetta pystytään tuloksista muodostamaan luotettavampia. Tapaustutkimuksen ja monitapaustutkimuksen ero kehittämistutkimukseen on vähintäänkin hämärä. Tapaustutkimuksesta siirrytään kohti kehittämistutkimusta silloin kun tavoitteena on kehittää tutkittavaa prosessia.

## 3 Lean

### 3.1 Lean-filosofian synty

Lean on johtamisfilosofia, jonka historia ulottuu Japaniin 1900-luvulle. Toisen maailmansodan runteleman Japanin teollisuus kärsi materiaalien niukkuudesta, joka pakotti myös autoteollisuuden tehostamaan raaka-aineiden käyttöä ja varastointia. Autovalmistaja Toyota oli panostamassa aivan uudella tavalla tuotantojärjestelmäänsä tehokkuuteen saadakseen kaiken irti niukoista resursseista.

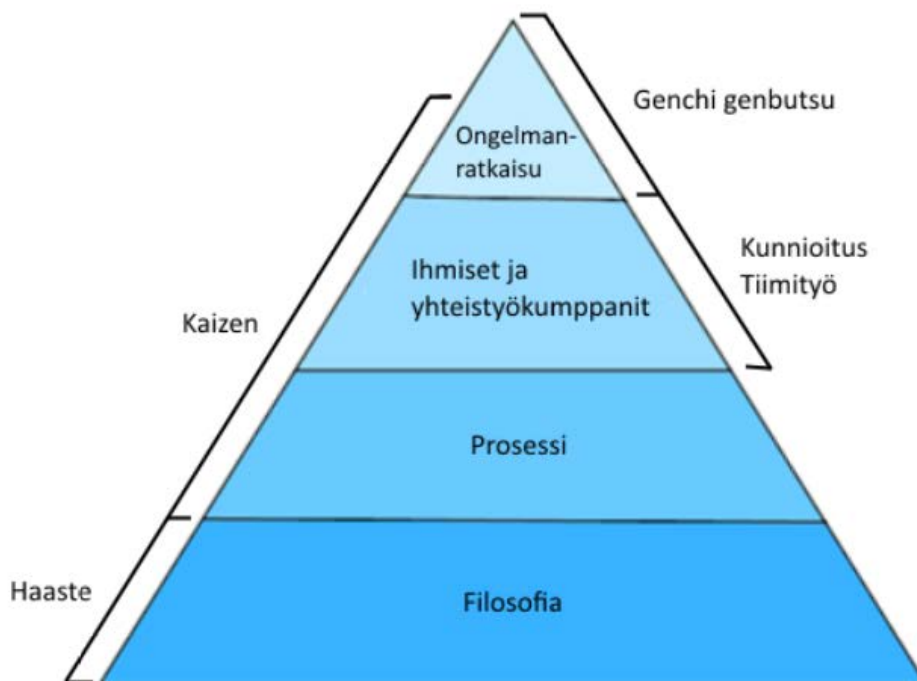
Toyotan yhdysvaltalaiset kilpailijat Ford ja GM käyttivät kaiken voimavaransa massatuotantoon, kun Toyota valitsi päinvastaisen lähestymistavan. Sen asiakkaat olivat alkuvaiheessa kotimaan markkinoilla, jotka olivat sodan jälkeisen ajan puutteen vuoksi hyvin rajalliset. Toyota valitsi vallitsevassa markkinatilanteessa pääfokukseksi asiakaslähtöisyyden, joka poikkesi täysin sen länsimaalaisten kilpailijoiden strategias-ta.

Näistä kehitystoimista syntyi ajatus virtaustehokkuudesta ja ”Just-in-time”-käsite sai alkunsa. Vaikka Toyotan tuotantofilosofia TPS, eli Toyota Production System, oli lanseerattu jo tuolloin toisen maailmansodan jälkeen, tuli se tunnetuksi vasta vuonna 1988 kun Taiichi Ohnon japaninkielinen alkuperäisteos ”Toyota Production System: Beyond Large Scale Production” julkaistiin ensimmäisen kerran englanninkielisenä. Japaninkielinen teos oli julkaistu jo kymmenen vuotta aiemmin, mutta vasta John Krafcikin onnistui kääntää teos artikkelissaan ”Lean-järjestelmän riemuvoitto”. Siinä hän käy läpi Toyotan virtaustehokkaan tuotannon hyödyt verrattuna mittakaava-etuun ja huipputekniseen tuotantojärjestelmään. Samalla Krafcik lanseerasi ensimmäistä kertaa järjestelmälle englanninkielisen termin lean. (Modig & Åhlström 2013, 78-79.) Toisaalta Liker (2004, 15) kertoo termien lean ja lean-tuotanto tulleen maailmalla tunnetuiksi kahden suosittuun kirjan mukaan. Kyseiset kirjat olivat ”The Machine That Changed the World” (Jones, Roos, Womack) vuodelta 1991, sekä ”Lean Thinking” (Jones, Womack) vuodelta 1996.

Myöhemmin suuret yritykset ympäri maailman ovat ottaneet käyttöön omia Lean-ohjelmiaan. Toyotan eräät suurimmat kilpailijat ovat myös nähneet Leanin ja TPS:n edut, kuten Ford joka on kehittänyt oman version nimeltään FPS (Ford Production System), sekä General Motorsin Delphi-yksikkö jonka valmistusjärjestelmän nimi on DMS (Delphi Manufacturing System). (Liker 2004, 301-307.)

### 3.2 Lean-johtaminen

Lean-filosofia lähtee johtamisesta, eikä se tarkoita vain yksittäisten toimintojen tehostamista ja yhdenmukaistamista. Johtamisajattelua on sovellettava niin, että se on osa koko yrityksen toimintaa niin johto-organisaatiossa kuin alemmilla työntekijätasollakin. Ajattelutavan opettelu alkaa tyypillisesti organisaation johdon koulutuksesta, josta yrityksen johtamisen strategiasta riippuen se jalkautuu eri esimiesasteiden kautta työntekijätasolle. Toyota julkaisi vuonna 2001 sisäiseen jakeluun lyhyen kirjoituksen The Toyota Way, joka tiivistää filosofian neljään tasoon ja sen sisällä viiteen ydinosaan:



Kuvio 5. Toyotan tavan neljän tason malli. (Liker 2004, 13)

Pyramidin alimmalla tasolla ja ensimmäisenä askeleena on Lean-filosofia, joka on koko toiminnan ydin ja samalla hankalimmin ymmärrettävissä. Monet Leanin käsit-

teistä ovat abstrakteja, eivätkä tarjoa suoraan mitään työkaluja tai toimenpidemalleja toiminnan kehitykselle. Lean-ajattelussa on tarkoituksena luoda yrityskulttuuri, jossa ajattelutapa juurtuisi osaksi jokapäiväistä toimintaa. Toyotakin loi oman tapansa pitkällä aikajänteellä yrityksen ja erehdyksen kautta, joten jokaisen yrityksen tulee kulkea matka omalla tavallaan ja aikataulullaan. Haasteena on suunnitella organisaatiolle pitkän aikavälin toimintasuunnitelma ja tuoda Lean osaksi tuota strategiaa. (Liker 2004, 37.)

Seuraavana tasona on prosessi, jolla tarkoitetaan tutkimisen ja tehostustoiminnan kohteena olevaa organisaation tuotantoprosessia. Kolmantena tasona ovat ihmiset ja yhteistyökumppanit, eli organisaation työresurssien hallinta. Lean-ajatteluun kuuluu se, että työntekijöiden, alihankkijoiden ja yhteistyökumppaneiden välillä on kunnioitettava suhde. Tiimityön merkitys prosessissa eri työvaiheissa korostuu mitä pidemmälle organisaation toimintaan syvennyttään. Jokaisen työntekijän mielipide ja panos on tärkeä ja ylemmän johdon tehtävänä on huolehtia, että tämä otetaan huomioon. Ylimpänä tasona on ongelman ratkaisu, joka voidaan toteuttaa vasta kun kaikki alemmat tasot ovat selvitettyinä.

Ongelman, tai ongelmien ratkaisuun liittyy olennaisesti käsite Genchi genbutsu, joka tarkoittaa paikan päälle menemistä ja todellisen tilanteen ymmärtämistä. Toisten tekemistä raporteista voi olla ongelmatilanteissa apua, mutta asioita ei saa pitää itsestään selvyytenä ja niiden konkretisoimiseksi parasta on jalkautua ongelman lähteelle. Vasta tämän jälkeen asiasta voi raportoida, koska jakamastaan informaatiosta tulee olla vastuussa. (Liker 2004, 223-225.)

Prosessiin tutustumisesta aina ongelmanratkaisuun asti koko matkan varrella mukana kulkee Kaizen, joka on japaninkielinen käsite jatkuvalla parantamiselle. Vaikka yksittäisiä ongelmia saataisiin ratkaistua, jää prosessiin aina jotain parannettavaa. Tarkemmin Kaizenista kappaleessa 3.2.4.

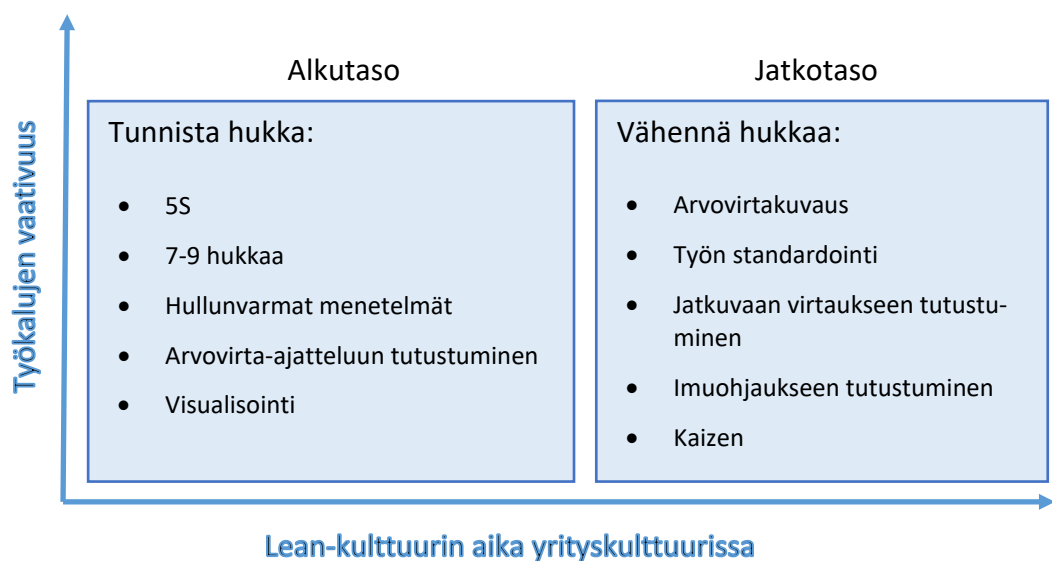
Moisio (2009, 3) on yksinkertaistanut lean-ajattelun seuraavasti:

- Asiakkaalle ja omistajille arvoa luovan sisällön tunnistaminen

- arvotuotantovirran määrittely
- informaation ja materiaalien virtauksen määrittely
- imuohjaustavan määrittely
- arvovirran jatkuva parannus
- asioiden tarkka visualisoiminen.

Moisio ei keskity lean-filosofiaan ja -kulttuuriin, vaan siirtyy suoraan keskeiseen toimintaan eli arvon maksimointiin ja hukan poistoon. Samalla hän esittelee siihen soveltuvat yleisimmät työkalut ja menetelmät.

Kuviossa 5 esitellään työkalujen sijaintia organisaation yrityskulttuurin kehityksen aikajanalla. Perusajatuksena on käyttää oikeita työkaluja oikeaan aikaan.



Kuvio 6. Lean työkalut. (Moisio 2009, 8)

Prosessin arvo ja arvoton toiminta pyritään tunnistamaan, jolloin sen hetkisen prosessin arvovirta voidaan määritellä. Hukkatekijöiden tunnistamiseen käytetään muutamaa työkalua. Useammalla työkalulla saadaan riittävästi erilaista aineistoa, jotta

nykytilan tunnistamisen luotettavuus lisääntyy. Tärkeää on tutustua jatkokasolla käytettäviin ajattelumalleihin ja työkaluihin hyvissä ajoin, jotta ajatus ehtii juurtua eikä tule uutena asiana käyttöönottovaiheessa. Tavoitetilan määrittelyn jälkeen siirrytään tekemään konkreettisia toimenpiteitä, kuten standardoimaan työmenetelmiä. Siitä jatketaan asteittain kohti jatkuvaa virtausta ja prosessin jatkuvaa parantamista, koko ajan sekä omaa prosessia että jatkokasolla tarvittavaa teoriaa opiskellen.

### 3.2.1 Hukka

Hukka, japaniksi Muda, tarkoittaa tuotannossa käytettyä aikaa ja vaivaa, joka ei tuo asiakkaalle minkäänlaista lisäarvoa. Niin teollisessa tuotantoprosessissa, kuin asiantuntijatyössäkin, syntyy odotusaikaa tai tehdään turhaa työtä josta asiakas ei ole valmis maksamaan.

Torkkola (2015, 25) jakaa hukkatyypit seitsemään kategoriaan:

1. Ylituotanto
2. Varastot
3. Odottaminen
4. Ylimääräinen liike
5. Ylimääräiset siirtämiset
6. Virheet ja virheiden korjaukset
7. Epätarkoituksenmukainen käsittely.

Ylituotanto on pahinta hukan lajia, koska se aiheuttaa muita hukan muotoja. Ylituotannolla tarkoitetaan suurien eräkokojen vuoksi syntynyttä varastoitavaa tuotantoa tai esimerkiksi keskeneräistä tuotantoa (Kouri 2010, 10). Myös ennenaikaisesti tehty tuotanto on ylituotantoa. Suunnittelutyössä ylituotantoa ovat turha tai vääräaikainen dokumentointi tai turhat palaverit. Ylituotantoa syntyy heikosti optimoiduista prosesseista ja toiminnan suunnittelusta. Ylituotanto voi johtua myös tiedon puutteesta organisaation ryhmien ja osastojen välillä, sama työvaihe voi olla menossa kahdessa paikassa samaan aikaan.

Varastointi on tuotantoyrityksessä monikertaista hukkaa. Varastokapasiteetti itsessään maksaa, suuren varaston sisällön hahmottaminen on hankalaa ja varastoitavan tavaran hallinta voi olla vaikeaa, jos se sisältää usean eri tuotantoerän tuotteita (Modig & Åhlström 2013, 51-52). Suunnittelussa varastointia vastaa ennenaikaisesti tuotettu dokumentaatio, joka odottaa jatkokäsittelyä tai toimitusta. Sen luominen kertaalleen on kuluttanut aikaa ja liian aikaisin tuotettuna siihen voidaan joutua palaamaan uudelleen. Keskeneneräisten dokumenttien tunnistaminen voi olla hankalaa ja asiakkaalle saattaa pahimmassa tapauksessa ajautua ennenaikaisilla suunnittelutiedoilla toteutettua vanhaa tietoa. Varastointia syntyy myös tiedonkulun katkoksissa (ks. odottaminen) tai huonosti aikataulutetussa tuotannossa.

Odottamisessa työntekijä ja tuote odottavat seuraavaan työvaiheeseen siirtymistä. Vaikka työntekijä itse voi siirtyä odotteluajaksi muihin tehtäviin, jää tuote odotustilaan. Odottamista voi syntyä tehtyjen virheiden korjaamisen vuoksi tai aiempien työvaiheiden aikataulujen pettämisen seurauksena (Moisio 2009, 54). Odottelu johtaa usein varastointiin, kun odottava työ jätetään varastoon ja siirrytään seuraavaan työhön tai projektiin. Asiantuntijatyössä odotetaan esimerkiksi työssä tarvittavaa lähtötietoa tai vietetään aikaa turhissa palavereissa (Lean Office Overview 2015, 13).

Ylimääräistä liikettä on kaikki lisäarvoa tuottamaton liike, esimerkiksi työpisteiden ja varaston välillä liikkuminen (Moisio 2009, 58). Suunnittelussa liikettä syntyy, jos työpisteet ovat huonosti suunniteltuja tai epäsiistejä. Toimiston pohjapiirustus voi synnyttää turhaa liikettä, samoin kuin jos yhteisten toimistovälineiden sijoittelu on kaukana työpisteiltä. Tietotyössä käytettävät lukuisat eri tietojärjestelmät saattavat vaatia ohjelmasta toiseen siirtymistä ja eri työkalujen käyttöä, jolloin keskittyminen eri järjestelmiin aiheuttaa keskittymisen herpaantumista.

Ylimääräinen tavaran siirtäminen on kappaletavateollisuudessa tai prosessiteollisuudessa helposti käsitettävissä. Mitä vähemmän yksikkö liikkuu eri työvaiheiden välillä, sitä enemmän syntyy siirtämisestä aiheutuvia kuluja ja mahdollisia vahinkoja. Tietotyössä siirtäminen kohdistuu tiedonsiirtoon ja sen väliaikaiseen turhaan varastointiin, oli kyse sitten paperille painetusta tai datana liikkuvasta tiedosta (Lean



Office Overview 2015, 15). Osastojen ja suunnittelijoiden välinen tieto saattaa matkan varrella muuttua sen käsittelijän mukaan ja jokaiseen siirtoon kuluu vähintäänkin kahdelta työntekijältä ylimääräistä aikaa. Siirto voi olla myös tietojen tallentamista eri suunnittelujärjestelmiin, jos suunnitteluorganisaatiosta puuttuu yhdenmukainen tietojärjestelmä. Ylimääräisten siirtojen syitä voivat ovat yhteen sopimattomat tietojärjestelmät tai liian suuri sähköpostijakeluketju.

Virheet ja niistä aiheutuva lisätyö ovat selkeää laatuun liittyvää hukkaa. Jos virheellinen tuote on päätenyt asiakkaalle asti, on sen tuotannossa ja laadun valvonnassa ollut puutteita. Virhe on kuitenkin merkittävä kustannus myös suunnittelu- ja tuotantovaiheissa. Lopputuotteeksi asti päätenyt virhe saattaa olla suunnittelussa syntyntä, mutta monimutkaisessa tuotteessa se saattaa paljastua vasta takuuajana yksittäistapauksissa. Vianhaku vaatii myös aikaa ja siihen erikoistuneiden henkilöiden työpanosta. Suunnittelussa virheet voivat johtua virheellisistä lähtötiedoista tai aiemman suunnittelun tekemästä virheestä, jolloin virhe kertautuu jokaisessa vaiheessa, kunnes se on tunnistettu ja korjattu. Virheen korjaaminen vaatii aina lisätyötä (Lean Office Overview 2015, 19).

Epätarkoituksenmukainen käsittely tai selkeämmin ilmaistuna yliprosesointi on hieman samankaltaista kuin ylituotanto, mutta sillä tarkoitetaan selkeämmin hyödyttöä asiakkaalle lisäarvoa tuottamatonta työtä. Suunnittelussa yliprosesointia ovat suunnittelusopimukseen kuulumattomat tai tuotannolle tarpeettomat dokumentit. Hieman huomaamatonta ylituotantoa voi syntyä, jos tuotetaan liian tarkkaa dokumentaatiota. Asiantuntijatyössä yliprosesoinnin aiheuttamaa hukkaa syntyy myös puutteellisten tarkastus- ja hyväksyntäprosessien kautta, samaa toimintaa saatetaan joutua suorittamaan usean henkilön voimin (Lean Office Overview 2015, 16). Syitä yliprosesointiin ovat virheelliset tiedot ja tiedonkulku projektin tai asiakkaan vaatimuksista, huonosti toimivat suunnittelu- tai tuotantoprosessit tai virheelliset ja määrittelemättömät työskentelytavat.

Toyotalla on käytössä kahdeksas tärkeä hukka: henkilöstön luovuuden ja resurssien käyttämättömyys (Moisio 2009, 52). Jos työntekijät ovat väärissä tai koulutustaan vastaamattomissa työtehtävissä, ei heidän työpanoksestaan saada ulosmitattua koko

kapasiteettia. Samoin työteho heikkenee merkittävästi, jos henkilökunta ei ole koulutettu käyttämään työkaluja ja tärkeimpiä järjestelmiä. Kaikki tämä vaikuttaa työntekijöiden motivaatioon, joka voi motivaation laskiessa aiheuttaa kertautuvaa hukkaa. Alihankinnassa resurssihukka syntyy helposti, jos työvoimaa vuokrattaessa hinta menee pätevyyden edelle.

Toimisto-Lean tuntee lisäksi kaksi hukkaa, joita käytetään erityisesti toimistoympäristössä: toimistokäytäntöhukka ja epäsäännöllisyyden hukka. Toimistokäytäntöjen hukalla tarkoitetaan toimintoja, joilla ei ole käytännön merkitystä mutta niitä tehdään esimiesten miellyttämiseksi. Toimistokäytäntöjen hukkaa on myös tarkoitukseton ja merkityksetön raportointi. Työskentely muuttuu epätasaiseksi tai epäsäännölliseksi, jos työkuormituksen määrittelystä puuttuu siihen vaadittava tietovirta. Tätä aiheuttavat kaikki muut hukkatyypit. (Tapping, D. & Dunn, A. & Fertuck, D & Baban, V. 2012, liite B.)

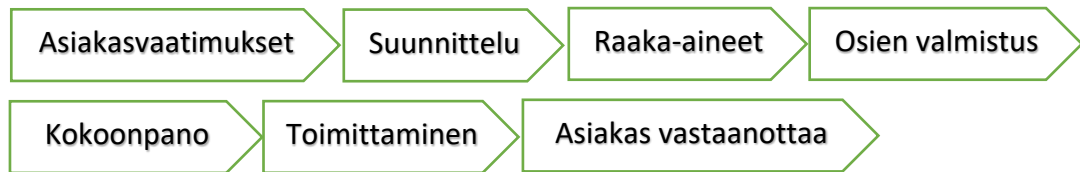
Hukan tunnistaminen ja poistaminen ovat organisaation toiminnan tehostamisen keskeisiä toimia. Lean auttaa ymmärtämään ja tarjoaa työkaluja hukan tunnistamiseen, poistamiseen ja ennaltaehkäisyyn. Hukka löydetään analysoimalla prosessin nykytilaa, joka voidaan tehdä esimerkiksi seuraavassa kappaleessa kuvatun arvovirtakartoituksen avulla. Hukkaa ei välttämättä voida aina tunnistaa, jolloin se voidaan tehdä arvioimalla mikä on arvoa tuottavaa työtä. Kaikki sen ulkopuolelle jäävä työ voidaan todeta hukaksi. (Tuominen 2010, 87.)

Hukan poistamiseksi Tuominen tarjoaa muutaman yksinkertaisen, mutta tehokkaan vinkin. Vanhoja vakiintuneita käytäntöjä kannattaa kyseenalaistaa ja yleisimpiä universaaleja hukan lähteitä kannattaa tutkia. Tuomisen neuvot hukan ehkäisyyn ovat tapojen standardisointi ja jatkuva kehittäminen.

### 3.2.2 Arvovirtakuvaus

Prosessin ongelmien hahmottamiseksi on tarpeen kuvata sen nykyhetken tilanne. Sen kuvaamisen voi toteuttaa puhtaasti tekstimuotoisesti tai visuaalisesti selkeämmin, esimerkiksi arvovirtakartoituksen avulla. Arvovirtakartoituksessa kuvataan pro-

sessin jokainen vaihe virtauskaaviomaisesti, jolla havainnollistetaan prosessin virtaamaa työn aloituksesta valmiiseen tuotteeseen (ks. kuvio 7).



Kuvio 7. Tuotantoprosessin arvovirta. (Moisio 2009, muokattu)

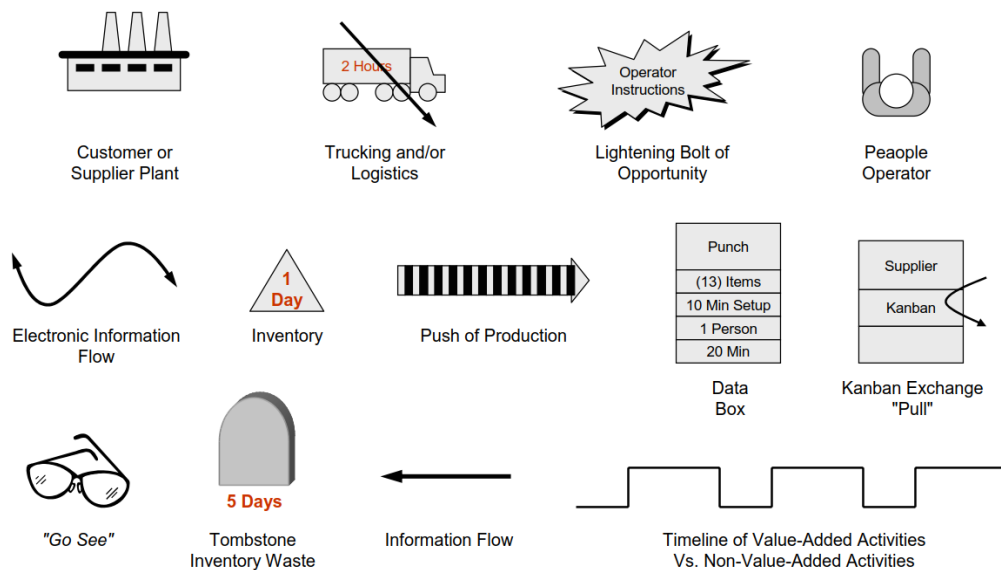
Arvovirtakuvaus eli VSM (Value Stream Mapping) alkaa nykytilanteen kartoituksella ja se on parasta tehdä ns. ovelta ovelle virtauksena. Se tulisi kuitenkin rajata yrityksen yksiköiden sisällä niin, ettei tutkinnan laajuudesta tule liian monimutkainen. Jokaiselle vaiheelle kirjataan sen käyttämä aika silloin kun se on mahdollista arvioida tai mitata. Lopuksi kirjataan koko prosessin läpimenoaika. Virtauksen selvittämisessä on tärkeää kerätä tietoa sekä itse prosessista, että saada tietoa prosessin tekijöiltä. Arvovirtakartoituksen ei tarvitse sisältää kokonaisen laitoksen toimintaa, jos se uhkaa paisua liian mittavaksi työksi. Kartoituksen sisällön voi rajata myös yksiköiden toimintojen tarkasteluun. (Moisio 2009, 112-119.)

Prosessin selvittämiseksi lean tarjoaa sopivan työkalun nimeltään gemba-läpikävely. Japaninkielinen sana gemba tarkoittaa todellista paikkaa. Gembassa on tarkoituksena selvittää katselemalla ja kyselemällä prosessin todellinen tila mahdollisimman rehellisesti ja avoimesti. Pyrkimyksenä on nähdä toiminta asiakkaan näkökulmasta ja prosessin mukaisessa järjestyksessä. Tärkeää on muistaa, ettei ongelmia ole tarkoitus ratkaista tässä vaiheessa, tutkinta on kesken ja tavoitteena on kartoittaa koko prosessi asiakkaan silmin. (Torkkola 2015, 125-126.)

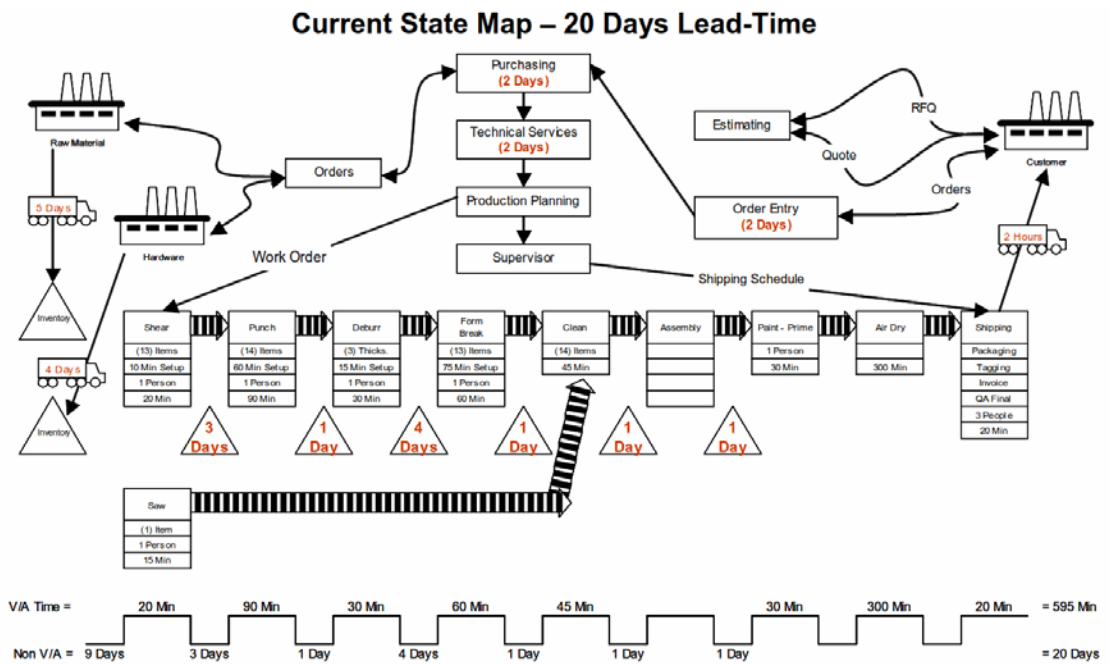
Prosessin virtauksen selvityksen jälkeen on vuorossa arvovirtakuvauksen puhtaaksi piirtäminen, jollaisesta esimerkki kuviossa 9. Jos kuvauksesta odotetaan tulevan monimutkainen ja monivaiheinen, voidaan siitä ensin tehdä karkeampi malli. Mallin hahmotuttua varsinainen arvovirtakuvaus on helpompi visualisoida. Arvovirtakuvauksessa jokaiselle prosessivaiheelle merkitään tietolaatikot, joissa vaihe kuvataan

lyhyesti. Tietolaatikoihin kerätään niin paljon informaatiota vaiheesta kuin mahdollista. Tällaista tietoa on esimerkiksi vaiheen läpimenoaika, työntekijöiden määrä ja heidän työaikansa, virheiden ja uudelleentekemisen määrä ja tuotantoerän suuruus. Tuotantoprosessissa eri vaiheiden väliin sijoitetaan inventaariota kuvaavat kolmiot ja niille avainluvut. Kaavioon merkataan toimittajien tiedot, kuten esimerkiksi milloin tavaraa toimitetaan ja millaisissa erissä. Prosessien välinen tiedonkulku merkitään nuolilla prosessin informaation virtauksen mukaisesti. Lopuksi kaavioon kirjataan läpimenoajat sekä yksittäisille vaiheille että koko prosessille. (Moisio 2009, 124-128.)

Arvovirtakuvaukseen on käytössä monta erilaista piirtämistyyliä, yksinkertaisimmillaan se voi olla taululle kiinnitettyjä värikoodattuja paperilappuja joka valokuvataan sähköiseksi dokumentiksi. VSM:n kuvaamiseen on syntynyt myös symbolikirjasto, jota käytetään tyyppillisesti tuotantoteollisuudessa (ks. kuvio 8).



Kuvio 8. Tyyppisiä arvovirtakuvauksen symboleja. (Magnier 2003, 7)

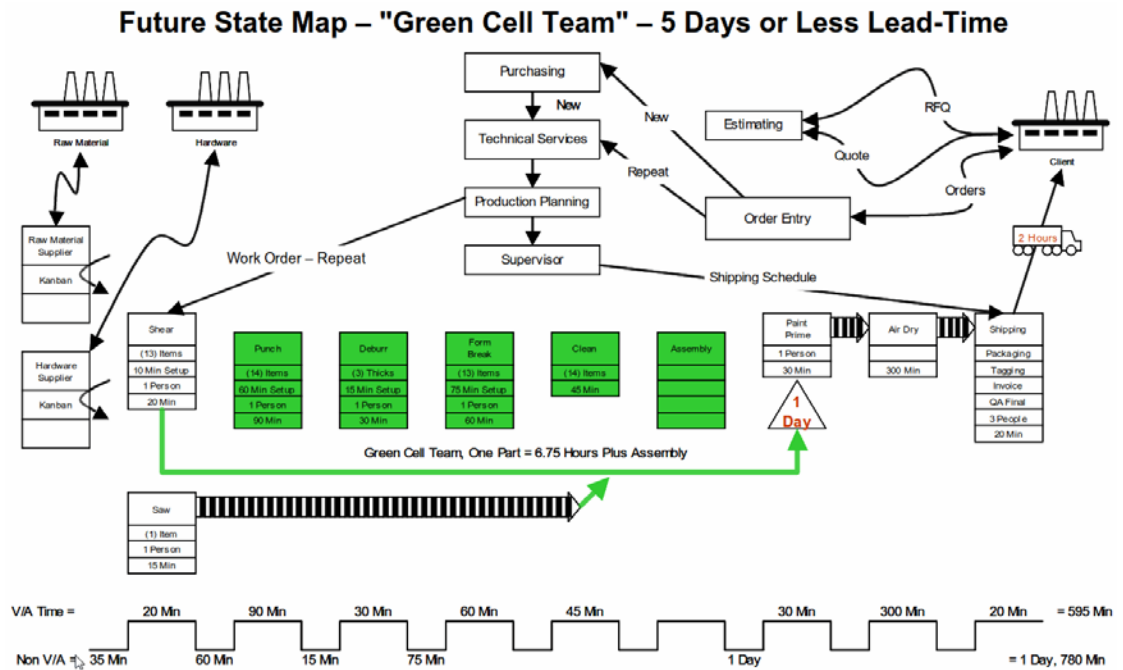


Kuvio 9. Esimerkki prosessin nykytilan arvovirtakuvauksesta. (Magnier 2003, 8)

Nykytilan analyysin jälkeen on vuorossa tulevaisuuden tilan visioiminen. Tavoitteena on luoda hyvin virtaava prosessi, jossa pyritään eliminoimaan nykytilan kartoituksessa esille tulleet hukkatekijät. Tärkeitä huomioonotettavia kohtia tulevaisuuden tilan suunnittelussa ovat mm.:

- asiakastoimitusten ajoitus ja sisällön vastaavuus asiakkaan tarpeisiin
- informaation kulun varmistaminen ja nopeuttaminen
- korjaamisen ja uudelleen tekemisen eliminointi
- työvaiheiden vähentäminen silloin kun mahdollista
- dokumentoinnin käsittelyvaiheiden vähentäminen
- prosessivaiheiden laadun varmistaminen.

Suunnittelun jälkeen on aika hahmotella prosessin tulevaisuuden kuva arvovirtakuvauksena, josta esimerkki kuviossa 10. (Moisio 2009, 139-140, 142.)



Kuvio 10. Esimerkki prosessin tavoitetilan arvovirtakuvauksesta. (Magnier 2003, 9)

### 3.2.3 Virtaustehokkuus

Arvovirtakartoituksessa virtauksen havainnollistamisella pyritään kehittämään virtaustehokkuutta. Lean-ajattelun mukaan resurssitehokkuus korvataan virtaustehokkuudella, kun perinteinen massatuotanto taas pyrkii resurssitehokkuuteen. Teollisuudessa virtauksen yksikkönä toimii valmistettava tuote ja asiakaspalvelussa itse asiakas, kun taas virtaustehokkuudessa huomio kiinnittyy tuotteen tai asiakkaan kulukemassa ajassa ja matkassa läpi prosessin. Erityisesti tarkastellaan millä tavalla läpi virtaavan yksikkö jalostuu ja saa arvoa eri prosessin vaiheissa. Prosessin hyvyys ei kuitenkaan yleensä ole joko täysin virtaustehokas tai resurssitehokas, vaan pikemminkin jotakin siltä väliltä. (Modig & Åhlström 2013, 13-16.)

Asiantuntijatyössä virtaustehokkuus tarkoittaa, että työntekijä pystyy tekemään haluamansa työvaiheet omalla aikataulullaan. Tällainen resurssisuunnittelu on kaikkein vaihteluineen mahdotonta. Lean-ajattelussa ei kuitenkaan keskitytä yksittäisen työntekijän toiminnan virtaustehokkuuteen vaan prosessin virtaukseen. Tämä antaa työntekijöille mahdollisuuden sopeutua ja oppia käyttämään työaikansa prosessin vaa-

teen mukaisesti. Kaikki keskeytykset ja odottelu pilaavat virtausta, jonka vuoksi niitä pyritään välttämään. Siihen auttaa organisaation tai työryhmän yhteinen toimintamalli, joka pysyy samanlaisena työntekijästä riippumatta. (Torkkola 2015, 61-62.)

### 3.2.4 Kaizen – jatkuva kehittäminen

Kaizen on japanilainen yritysfilosofia askeleittain tehtävälle prosessin jatkuvalla parantamiselle. Tarkemmin termi tarkoittaa jatkuvaa ja pitkäaikainen lähestymistapa pienille ja vaiheittaisille muutoksille kohti tehokkaampaa ja laadukkaampaa prosessia (Learn Kaizen – Glossary 2017).

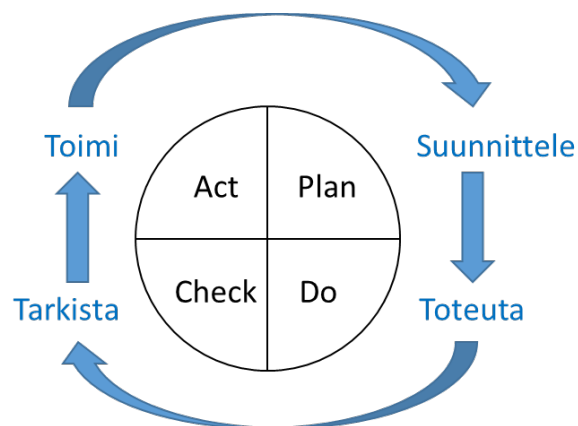
Termin käyttö vakiintui vuonna 1986 kun Masaaki Imai julkaisi teoksensa Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success. Teos oli tarkoitettu selventämään länsimaisille yrityksille mitä Kaizen merkitsee konseptina. Länsimainen teollisuus jumaloi suuria innovaatioita yritysten johtamiskulttuurissa tai teknisessä tuotekehityksessä. Kaizenissa taas tehdään vähemmän dramaattisia pieniä korjauksia, jotka myös johtavat pieniin muutoksiin. Eräänä etuna voidaan nähdä Kaizenin tarjoaman pienemmän riskin kehityksen, epäonnistumisia sattuu joka tapauksessa ja pienen muutoksen jälkeen on helpompi palata takaisin vanhaan tapaan. (Imai 1997, 1-2.)

Jatkuvan kehittämisen aloittaminen vaatii yrityksen johdon päätöksen ja sitoutumisen asiasta, kehittämisen valmentajan ja hänen valmennuksessaan olevia yrityksen esimiestason työntekijöitä, sekä itse kehittämisen suorittamiseen keskittyviä kehittämisen ryhmiä (Tuominen 2010, 107). Tuo kaikki viittaa kuitenkin jatkuvan kehittämisen valjastamista koko organisaation laajuiseksi toiminnaksi. On mahdollista käyttää Kaizenia pienemmissä ryhmissä ilman useita tasoja ylempää tulevaa ohjausta. Silloin kehittämisryhmiltä itseltään tulee löytyä asiaan riittävä tietämys, samalla yrityksen johdon on oltava tietoisia kehitysohjelman olemassaolosta ja etenemisestä.

Kaizenia on Likerin ja Convisin (2012, 107-108) mukaan kahta tyyppiä. Ensimmäinen on ylläpitävä Kaizen, jossa tarkkaillaan ja otetaan kantaa jokapäiväisiin ongelmiin ja virheisiin. Ylläpitävän Kaizenin tarkoituksena on nostaa ongelmat esille lyhyellä aikajänteellä ja pyrkiä palauttamaan toiminta kohti sovittua standardia. Toisena Kai-

zenina on parantava Kaizen, jossa pyritään kehittämään toimintaa kohti täydellisyyttä. Ajatuksena on löytää prosessista hukkaa ja pullonkaulakohtia, koska kaikissa prosesseissa on mahdollisuuksia parantamiseen. Tässä piilee Toyotan toiminnan nerokkuus: Kaizen jatkuu päivittäisenä, vaikka he ovat hioneet tuotantoprosessiaan vuosikymmenien ajan.

Jatkuvan parannuksen kulmakivenä pidetään amerikkalaisen laatupioneerin W. Edwards Demingin kehittämää PDCA-ympyrää (Liker 2008, 23). Ympyrä kuvaa jatkuvan kehittämisen syklistä luonnetta (ks. kuvio 11). Kehitystoiminta on jatkuvassa liikkeessä ja jokaisessa toiminnassa on aina jotain parannettavaa. PDCA-ympyrä vaikuttaa työkalulta joka sopii hyvin yksityiskohtaisiin prosesseihin, mutta sitä voidaan käyttää kaikilla yrityksen tasoilla. (Liker 2008, 264.)



Kuvio 11. PDCA- eli Suunnittele-Toteuta-Tarkista-Toimi-ympyrä. (Liker, muokattu)

Kouri (2010, 15) tiivistää ympyrän syklin vaiheet lyhyesti:

- **suunnittele** parannustoimenpide, valitse ja rajaa kehitystoimenpiteet
- **suorita** kehitystoimet pilottiprojektina
- **arvioi** pilottiprojektien onnistuminen ja käyttökelpoisuus, pilottimallia voidaan vielä säätää prosessiin paremmin toimivaksi
- **toteuta** ja käyttöönotta onnistunut pilottiprojekti prosessissa ja tee siitä osa parannettua toimintamallia.



Toimistoympäristössä Gemba Kaizen voi pureutua työtapoihin, mutta myös työympäristöön. Imai (1997, 211) mainitsee esimerkkinä auton varaosavalmistajan tuotekehitysosastosta, jossa säilytystila oli alkanut käydä vähiin. Pelkästään kahteen kertaan eri osastojen säilyttämää tietoa poistamalla mappimäärän putosi alle kolmasosaan alkuperäisestä. Sen lisäksi että työpaikka siistiytyi ja tilaa vapautui parempaan käyttöön, säästy jatkossa myös mappien ylläpitämiseen käytettyä aikaa.

## **4 Automaatioperussuunnittelu**

### **4.1 Suunnittelu projekteissa**

Valmetilla laitteiden, prosessin tai kokonaisen paperikonelinjan suunnittelu jaetaan perussuunnitteluun ja detail-suunnitteluun.

Perussuunnittelu tarkoittaa suunnittelua jonka suunnitteluaineisto tukee jatkossa tehtävää tarkempaa suunnittelua. Asiaa tuntemattoman on helppo perehtyä aineistoon sen yleisen luonteen vuoksi, mutta hän ei välttämättä pysty hahmottamaan suunnittelun tarkkaa lopputuotetta. Suunnittelun tarkoituksena on tarjota toimitettavasta laitteistosta ja prosessista riittävä perustieto sekä loppuasiakkaalle että omalle projektiorganisaatiolle. Tämän tiedon perusteella alalle vihkiytynyt ammattilainen voi jatkaa projektin suunnittelua omalla tahollaan. Esimerkkinä voidaan ottaa yksi toimitettava laite, jonka ympäröivän prosessin automaatioinstrumentit hankkii loppuasiakas. Laitetoimittaja ilmoittaa perussuunnitteluaineistossaan kaiken tarvittavan perustiedon, kuten esimerkiksi putkikoot, prosessiaineet, painealueet, virtausalueet ja vaaditut sähkösyöttöjen jännitteet ja myös kuinka kyseistä laitetta käytetään automaatiojärjestelmän sovelluksessa. Sen sijaan perustiedot eivät kerro millä kaapelitunnuksella varustetulla kaapelilla laite kytketään asiakkaan automaatiojärjestelmään tai miltä ilmanjakotelolta pneumaattinen toimilaite saa ilman syötön. Perussuunnitteluaineiston perusteella voidaan valmistaa myös valmis tuote, jos aineisto on standardoitu niin, ettei suunnittelu vaadi suurta työmäärää tai räätälöintiä.

Detail-suunnittelu menee perussuunnittelua tarkemmalle tasolle ja sen perusteella voi työskennellä myös asiaan ennestään vihkiytymätön. Edellistä esimerkkiä käyttäen detail-suunnittelu vaatisi laitoksella kenttäkäynnin, jonka perusteella suunniteltaisiin tarkemmin laitteiden sijoitukset, kaapeloinnit ja kaikki muu millä koko uusi laitteisto ja sitä ympäröivä prosessi saataisiin valmiiksi asennettuna ja käyttövalmiina. Vaikka detail-suunnittelu menee hyvinkin syvälle tarkkuudessaan, ei se sulje pois mallikirjaston käyttämistä. Kirjasto on tosin huomattavasti laajempi ja vaikeammin hallittavissa kuin perussuunnittelun tapauksessa.

Voidaan karkeasti yleistää opinnäytetyössä käsiteltävän projekteille tehtävän suunnittelun olevan perussuunnittelua, jos se sisältää selkeän perussuunnitteluosan ja sen lisäksi yrityksen omaan toimitukseen ja projektitoimintaan ehdottoman välttämättömän detail-suunnitteluosan. Toisessa vielä karkeammassa yleistyksessä perussuunnitteluaineistoa ei pidetä sellaisenaan lopulliseen toteutukseen kelpaavana, vaan asiakkaan tulee muokata se omaan laitokseensa ja prosessiinsa sopivaksi. Oli kyseessä millainen rajanveto tahansa, on määrittely ja sen ymmärtäminen projektin alkuvaiheessa tärkeää. Jos asiakkaan saama aineisto ei ole heille riittävää ja projekti on edennyt jo hyvin pitkälle, voi sopimusvaiheessa selvitettävästä perusasiasta koitua myöhästymistä ja ylimääräisiä kustannuksia. Toisaalta kummankaan osapuolen kannalta ei ole edullista ylituottaa aineistoa.

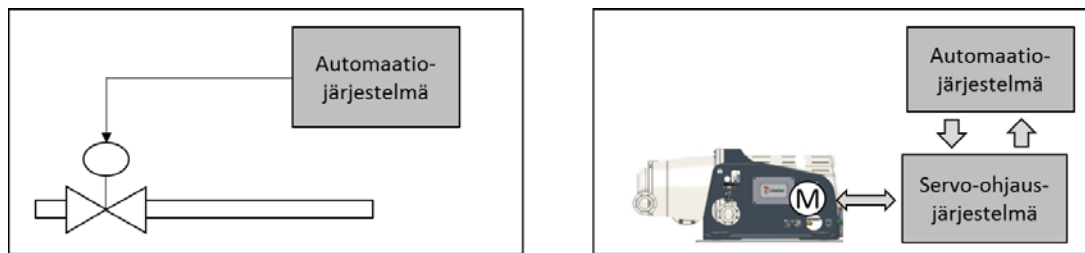
Valmetin automaatio-suunnittelussa käytetään suunnitteluryhmästä ja suunnittelun kohteesta riippuen sekä perussuunnittelua että detail-suunnittelua.

## 4.2 Automaatioperussuunnittelulle tyypillisiä piirteitä

Automaatio-suunnittelu teollisuudessa keskittyy laitteiden, laitekokonaisuuksien ja kokonaisten prosessien hallintaan automaation keinoin. Tässä työssä on keskitytty enemmän sähköautomaatioon, automaation piiriin kuuluvat myös hydraulisesti ja pneumaattisesti ohjatut ratkaisut.

Suunnittelua tarvitaan jollain tasolla projektista riippumatta, sillä parhaimmatkaan mallikirjastot eivät voi ottaa huomioon kaikkien projektien erikoisuuksia. Nykyaikai-

set automaatiojärjestelmät pystyvät toteuttamaan monimutkaisia laskutoimituksia ja säätöalgoritmeja millisekunneissa. Myös prosessin ohjaustapoja on monia jo teknisesti, kuviossa 9 on esitetty perinteinen venttiiliohjaus sekä monimutkaisempi servo-ohjaus. Näissä tapauksissa ohjaustapa muodostuu ohjattavan laitteen mukaan ja siten sen suunnittelussa on otettava huomioon vaaditun tiedon taso ja tarkkuus.



Kuvio 12. Automaation eri ohjaustapoja.

Korkealla teknisellä tasolla liikuttaessa prosessin ja laitteiden ohjauksen hyvyys ja tarkoituksenmukaisuus on yhä enemmän suunnittelusta ja sen laadukkaasta toteutuksesta riippuvaista. Automaation tekniset rajoitukset tulevat vastaan ainoastaan, jos järjestelmiin varattu kapasiteetti ylitetään tai jos pyritään korjaamaan automaation keinoin jotakin laitteeseen tai prosessiin sisältyvää perustavanlaatuista puutetta. Tästä lähestymiskulmasta tarkastellen automaatio suunnittelun tulisi olla johdonmukaista ja standardoitua.

Asiakkaiden suunnasta lisääntyvät vaatimukset ja alati kasvava tietämys prosessista uhkaavat monimutkaistaa suunnittelua, samalla tehden siitä projekti- ja asiakaskohteisesti vaihtelevaa. Projektikohtaiset vaihtelut vähentävät mallikirjastojen käyttöä, tehden lopputuotteesta aina yksilöidympää ja vikaherkempää. Toki joissakin erikoistilanteissa räätälöidyn ratkaisun tekeminen on perusteltua, mutta se ei saa korvata normaalia malleihin perustuvaa projektityöskentelyä. Tässä on myös hyvän automaatio suunnittelun eräs ominaispiirre, on pystyttävä jo projektin alkuvaiheessa hahmotamaan lopputulos ja valittava käytettävä malli sen mukaisesti. Samoin poikkeaminen mallista on tehtävä harkiten, uuden mallin tekeminen tai kokonaan uuden ratkaisun räätälöiminen vaatii huomattavaa työmäärää ja lopputulos on aina testattava huolellisesti.

### 4.3 Prosessijärjestelmien automaatioperussuunnittelu

Prosessijärjestelmien automaatiosuunnittelu on määritelty perussuunnitteluksi sen dokumentaation ja suunnittelun perustason mukaisesti. Näin siitä huolimatta, että projektikohtaisesti sekä laitteiden että niihin liittyvän prosessin vaatima suunnittelu saattaa mennä tasoltaan tarkaksi. Projektikohtaiset vaatimukset ja laitteiden toimivuuden takaaminen saattavat pakottaa tarkempaan suunnittelutarkkuuteen, kuin yleisellä tasolla oleva linjaus sen määrittelee.

Luotua automaatiidokumentaatiota käytetään muun muassa laitevalmistuksessa, asiakkaan detail-suunnittelun tukena ja ajotapaneuvotteluiden apuna.

Automaatiidokumentaatiolta vaaditaan laadukkuuden ja kattavuuden lisäksi tiettyä selkeyttä ja helppolukuisuutta, sillä sen on pystyttävä myös täydentämään asiakkaan käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön käyttöön luotavaa koulutusmateriaalia.

Prosessijärjestelmien automaatiosuunnittelu tekee yhteistyötä myös paperikoneen koneohjausryhmän ja sähkösuunnitteluryhmän kanssa. Koneohjauksista vastaava ryhmä suunnittelee ja toteuttaa kaiken paperikoneessa kiinni olevan ja paperikoneen mukana toimitettavan, sen käyttöön suoraan vaikuttavan laitteiston ohjaukset. Koneohjausten ja prosessijärjestelmien automaation rajat ovat piiritasolla sangen standardoidut, mutta joissakin prosesseissa on projektikohtaisia eroja. Esimerkiksi koneenaluspulpperit kuuluvat nykyisessä toimintamallissa prosessijärjestelmien automaatiosuunnittelun piiriin, vaikka ne sijaitsevat fyysisesti paperikoneen alla ja niiden toiminta linkittyy paperikoneen käyntiin ja paperiradan katkotietoihin. Koneen saumattoman toimimisen varmistamiseksi näillä kahdella suunnitteluryhmällä on oltava keskinäiset pelisäännöt.

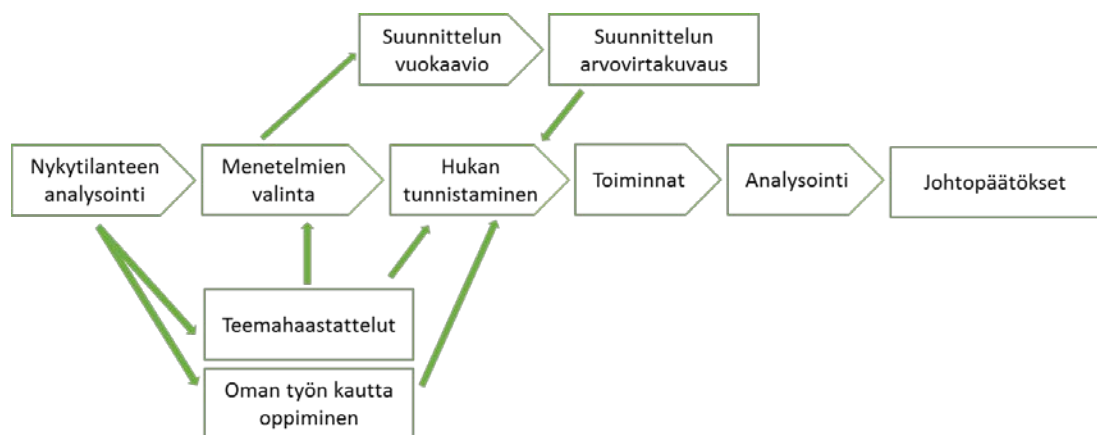
Valmetilla on vastuu paperikoneen toiminnasta ja sen erilaisten toimintojen osaaminen vaatii erityisosaamista, jota vain tuolta koneohjausryhmältä löytyy. Heidän suunnittelunsa pohjautuu vahvasti mallikirjastoon, koska paperikoneet ovat joitakin yksittäisiä uusintaprojekteja lukuun ottamatta hyvin samanlaisia. Eri ryhmien välinen

tiedonsiirto on äärimmäisen tärkeää onnistuneen lopputuotteen kannalta ja siinä mallikirjasto on erinomainen apukeino. Mallikirjastoon tutustumalla myös maallikko pääsee kohtuullisella vaivalla perille siitä, kuinka laitteet ovat suunniteltu toimivan. Heidän mallikirjastonsa on avoin kaikille automaatio-osaston työntekijöille, löytääkseen haluamansa pitää vain olla käsitys heidän ohjelmistonsa rakenteesta.

## 5 Kehittämistutkimuksen toteutus

Opinnäytetyön tutkimus muodostui kvalitatiivisen tutkimusprosessin mallin mukaan seuraavasti:

- tutkimusongelman määrittely sekä teoriataustan selvitys
- nykytilanteen analysointi
- tiedon luokittelu ja analysointi
- johtopäätökset ja kehityskeinoja esille nousseiden ongelmien ja parannustarpeiden kautta.



Kuvio 13. Työn prosessikaavio.

Kehittämistutkimuksen suunnittelu koostui ensivaiheessa tutkimusongelman määrittelystä. Tutkimusongelmaa avattiin tutustumalla suunnittelutoimintaan oman työskentelyn ja kokemuksen kautta, reflektoiden omaa aiempaa suunnittelualan työkokemusta Valmetin prosessiautomaatiosuunnittelun toimintatapoihin. Aiheen koko-

naislaajuus pakotti kohdistamaan tutkimusta tiettyyn suuntaan, kuitenkin suurempi kokonaisuus huomioon ottaen. Omien kokemusten ja tehtyjen suunnitteluprojektien perusteella huomiota haluttiin keskittää erityisesti suunnittelun toteutukseen ja sen tuloksena syntyvään dokumentaatioon. Teoriataustan selvittäminen sisälsi Lean-johtamiseen ja yrityksen toiminnan kehittämiseen keskittyvään materiaaliin syven-  
tymistä.

Nykytilanteen analysoinnissa tutkimustyön tärkeimpinä menetelminä olivat suunnit-  
teluorganisaation eri jäsenille tehdyt teemahaastattelut, sekä päivittäisessä työssä  
eteen tulleet tutkimukseen liittyvät seikat. Tutkimuksen aikana valmistui useita  
suunnitteluprojekteja, joissa esille tulleita huomioita voitiin hyödyntää nykytilanteen  
kartoituksessa. Teemahaastatteluiden ja oman työn kautta muodostuvan havain-  
noinnin lisäksi oli tarpeen saada myös numeropohjaista informaatiota suunnittelusta  
ja sen dokumentoinnista. Tämä tehtiin tutkimalla muutaman viime vuoden aikana  
toteutuneiden suunnitteluprojektien automaation perussuunnitteluaineistoa ja läh-  
tötietoja, verraten saatuja lukuja laskennallisiin arvioihin. Nykytilanteen analysoinnin  
perusteella luotiin arvovirtakuvaus.

Analysointivaiheessa kerätty tieto luokiteltiin arvovirtakuvauksen kautta esille nous-  
seiden hukkien mukaisesti. Osa aineistosta jouduttiin jättämään huomiotta niiden  
vähäiseksi oletetun merkityksen tai tutkimuksen kannalta epäolennaiseksi nähdyn  
sisällön vuoksi. Tarkoitus oli jättää jäljelle vain kova ydin, jonka perusteella jatkotoi-  
mia olisi mahdollista toteuttaa konkreettisesti.

Projektien pitkän keston ja suunnittelutoiminnassa tutkimuksen aikana vallinneen  
suuren työkuorman vuoksi kehitystoimia ei pantu voimaan ja siten päästy tutkimaan  
ja mittaamaan niiden vaikutusta. Kiireellä ja huonosti suunnitellulla kehitystyöllä ei  
olisi saavutettu välttämättä suuria etuja, mutta varmasti menetettäisiin työaikaa ja  
mahdollisesti hankaloitettaisiin käynnissä olevien projektien toteutusta.

Johtopäätökset tehtiin tarkastelemalla esille nousseiden ongelmien ja parannustar-  
peiden kehityskeinoja, niiden relevanssia ja todennäköisyyttä muovaantua käytän-  
nön ratkaisuiksi.

## 5.1 Lähtötilanteen kartoitus

### 5.1.1 Projektien tarkastelu

Työssä sovellettiin soveltamalla monitapaustutkimusta kehittämistutkimuksen apukeinona. Toteutuneita suunnitteluprojekteja tutkittiin monitapaustutkimuksen kaltaisesti tutustumalla eri projektien projektinaikaiseen dokumentaatioon. Lisäksi projektien pääsuunnittelijaa tai suunnittelijaa haastateltiin lyhyesti, nämä haastattelut toteutettiin teemahaastatteluista erillisinä. Haastatteluiden tarkoituksena oli poissulkea mahdollisten poikkeavuuksien ja projektikohtaisten erikoisuuksien vaikutus tutkimustuloksiin.

Projektit valikoituivat niiden laajuuden ja haasteellisuuden mukaisesti. Tällä haettiin sitä, että otannassa olisi mukana tyyppillisten perustapausten lisäksi myös hankalia projekteja, joiden onnistumisten tai epäonnistumisten tutkiminen toisi erilaisia tutkimustuloksia. Haasteet suunnitteluprojekteissa käsitettiin esimerkiksi asiakkaan vaativuutena tai erilaisina epäselvyyksinä työn sisällössä ja tarkkuudessa. Osa tutkimuksessa mukana olleista projekteista oli tekijälle itselleen tuttuja suunnittelijan tai pääsuunnittelijan ominaisuudessa. Opinnäytetyön tekijä ei ollut mukana kaikissa projekteissa, joten otannan luotettavuutta ei ollut syytä kyseenalaistaa tekijän jääviyden vuoksi. Tarkoitus oli valita tutkittavaksi useita Valmetin kokonaistoimituksia, muutamia pienempiä osatoimituksia sekä joitakin yksittäisiä laitekauppoja. Kokonaisuudessaan tutkittavia projekteja oli 15 kappaletta, joista kolme oli suurempia linjaprojekteja ja loput joko yksittäisiä laitetoimituksia tai muutamien laitteiden ja niitä sitovien teollisuusprosessien kokonaisuuksia. Otantaan valittujen linjaprojektin määrä on melko pieni, mutta sen oletettiin olevan riittävän vertailukelpoinen selvittämään kriittisimmät seikat.

Kun perustiedot olivat kerättyinä, tarkasteltiin projekteja tarkemmin sekä lukumääräisesti että tehtyjä dokumentteja läpikäymällä. Dataa kerättiin lähetetyistä dokumenteista, joka kertoo suoraan asiakkaalle menneen informaation määrään. Turha,

asiakkaalle hyödytön dokumentaatio, ja lukuisat revisiotasot pyrittiin löytämään hukan tunnistamiseksi.

Jo suunniteltuja projekteja tarkasteltaessa oli otettava aluksi huomioon projektin toimituslaajuus, sen dokumentointivaatimusten laajuus, dokumentaatiolta vaadittu tarkkuus, sekä aikataulu.

Lisäksi kokonaisuutta tarkasteltaessa tuli ottaa huomioon mahdolliset projektikohtaiset haasteet, jotka selvisivät haastatteleamalla projektin pääsuunnittelijaa tai osin myös tarkastelemalla projektin varrella dokumentaatiossa tehtyjä muutoksia. Haastattelut olivat poikkeusten huomioon ottamisessa kuitenkin merkittävä kartoitusmenetelmä, koska sillä pystyi poissulkemaan turhia olettamuksia.

Projektia tutkittaessa lähtökohtana toimi asiakkaan ja Valmetin myyntiorganisaation allekirjoittama sopimus. Allekirjoitettua versiota käytettiin varmistamaan tietojen ja sopimuksen sisällön ajantasaisuus.

Sopimustekstistä selvitettiin kaupan laajuus toimitettavan tuotteen osalta, eli mitä laitteita kauppaan kuuluu. Tärkein osa sopimuksesta suunnittelun kannalta on kuitenkin kaupan suunnittelusopimus (liite 3), joka määrittää yksityiskohtaisesti suunnittelun tason ja vastuullisen osapuolen. Yksittäislaitekaupoissa suunnittelu jää yleensä perussuunnittelun tasolle, joka on yleensä riittävä myös asiakkaalle.

Tämän lisäksi jokaiselle dokumenttityypille on määritelty toimituspäivämäärä tai pikemminkin toimitusviikko. Jälleen suurissa projekteissa eri toimitusaikoja voi olla runsaasti, kun taas pienprojekteissa saatetaan tehdä vain yksi tai kaksi dokumenttilähetystä. Lähetyskertojen määrä nostaa suunnittelutunteja ja siten projektikustannuksia merkittävästi, joten ylimääräisiä dokumenttilähetyksiä ja dokumenttien versioimista on syytä välttää. Suuremmissa dokumenttilähetyksissä tarvitaan lisäksi dokumentoijien apua, sekä mahdollisesti kielitoimiston apua käyttöohjeiden ja toimintaselostusten kääntämiseen.

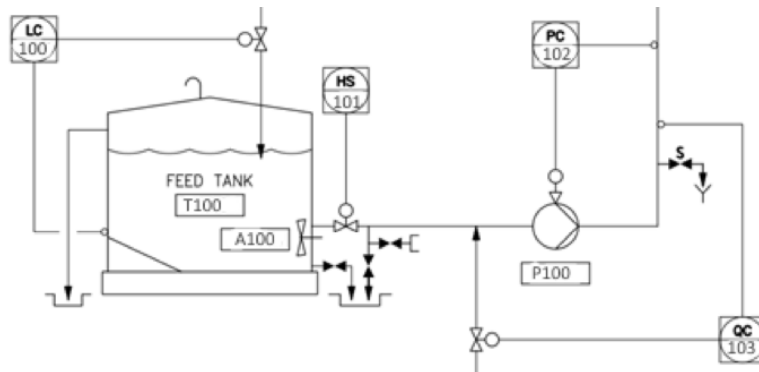


Tutkimuksessa otettiin huomioon mahdollisten ylimääräisten dokumenttien määrä ja sopimuksesta poikkeavat dokumenttilähetykset, kuten myös jälkeinpäin tehdyt uudet dokumenttirevisiot. Dokumenttilähetykset löytyvät helposti Valmetin käyttämäästä Notes-tietokannasta. Projektien omien tietokantojen lisäksi niille on luotu oma dokumenttienhallintasovellus nimeltä Valo (kuvio 4). Valoon on kerätty dokumenttienhallinnan työntekijöiden toimesta dokumenttityypit ja niiden toimituspäivämäärät. Kannasta näkee lähetetyt dokumentit ja niiden lähetyspäivämäärät melko helposti, mutta sen lisäksi kaikki lähetetyt dokumentit tallennetaan myös prosessisuunnittelun verkkoasemalle omiin hakemistoihin. Sieltä tulisi löytyä myös yksittäiset asiakkaalle lähetetyt epävirallisemmat dokumentit, joiden toimitus tietokannan kautta on turhan kankea ja hidasta.

Description	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	Pen.
1 SUPPLIER'S RESPONSIBILITIES	1548	1552	1603	1607	1613	1627	1639	1647				
1.01 GENERAL												
1.02 PROCESS SYSTEMS												
1.03 PROCESS SYSTEM FIELD EQUIPMENT												
1.04 BUILDING												
1.05 MECHANICAL ENGINEERING												
1.06 MACHINE AUTOMATION												
1.07 MACHINE AUTOMATION, REFINING												
2 PURCHASER'S RESPONSIBILITIES												

Kuvio 14. Projektien dokumenttietietokanta Valo, perusnäkökulma projektille.

Tärkein yksittäinen projektin automaatio suunnittelun laajuuden mittari muodostuu sen kohteen eli ns. piirien määrän mukaisesti. Piirillä tarkoitetaan yksittäistä laitetta tai mittauspistettä, esimerkiksi laitteen moottoria, linjaventtiiliä tai prosessimittausta. Piiri on yksittäinen automaation kohde teollisuusprosessissa ja se kuvataan prosessisuunnittelun piirtämissä, lähes aina projektikohtaisissa PI-kaavioissa (ks. kuvio 15).



Kuvio 15. Osa suuremmasta PI-kaaviosta, piirit numeroituna.

Valmetilla on erilaisia työkaluja kustannusten laskentaan, ja prosessijärjestelmien ja massaosaston suunnittelun kustannuslaskelmia voi tarkastella omalla taulukkolaskentaohjelmaan tehdyllä sovelluksella. Kyseistä taulukkoa päivitetään tasaisin väliajoin lähinnä eri automaatiokomponenttien hinnoilla.

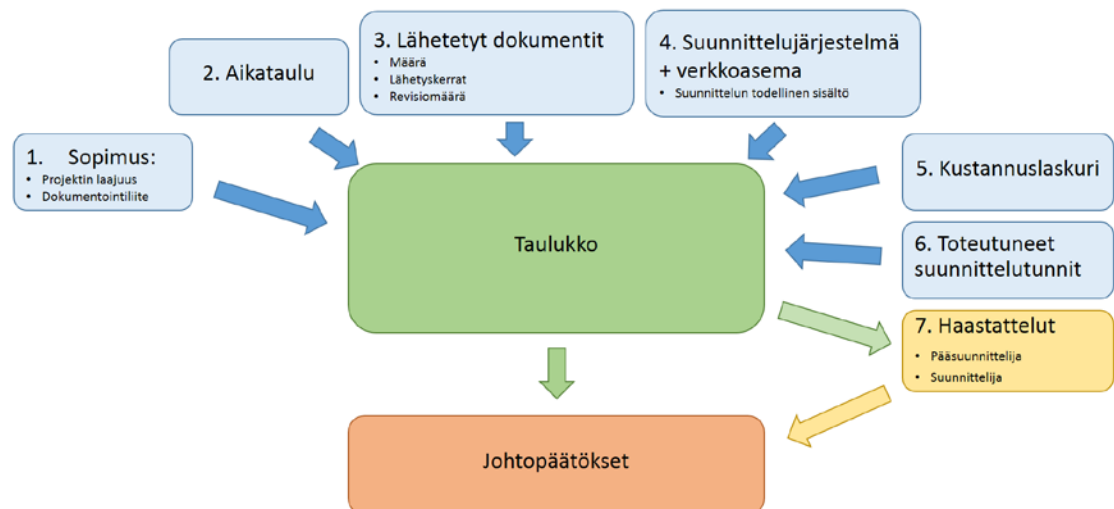
Laskentataulukkoon syötetään projektin laitteet ja yksittäiset piirit, jonka perusteella se osaa laskea kokonaispiirimäärästä komponenttien hintojen lisäksi myös eri suunnitteluryhmien vaatiman suunnitteluajan. Kun suunnittelun keskimääräinen tuntihinta on tiedossa, on kokonaiskustannusten selvittäminen yksinkertaista matematiikkaa.

Suurempien linjaprojektien tarjousvaihetta varten tehdyt kustannuslaskelmat ovat löydettävissä Valmetin lähiverkosta niille henkilöille, joille on annettu kyseisen tietorakenteen käyttöoikeudet. Pienempien projektien kustannuslaskelmat eivät läheskään jokaisen projektin osalta ole saatavilla. Tasapuolisuuden vuoksi niistä kannatti tehdä uudet kustannuslaskelmat, 50-200:n piirin kokonaisuuksien laskeminen oli opinnäytetyön kannalta kohtuullinen työmäärä ja samalla hyvää harjoitusta kustannuslaskelmien laatimista varten ja projektien erilaisten kustannusrakenteiden hahmottamiseksi.

Projektien toteutuneet suunnittelutunnit oli mahdollista hakea projektikohtaisesti Valmetin tuntiraportintiohjelma BAAN:ia hyväksikäyttäen. Tällä työkalulla oli mahdollista hakea tuntiraportti tietyllä projektinumerolla tai projektitunnuksella. Raportti oli mahdollista tulostaa työntekijäkohtaisesti eriteltynä, ja tästä raportista

oli helppo kerätä sekä pääsuunnittelijan että suunnittelijoiden projektille kohdistamat tunnit. Kustannuslaskelman ilmoittamaa tavoitetuntimäärää ja tuntiraportointiohjelman ilmoittamaa toteutuneiden tuntien määrää vertaamalla pääsi auttavasti kartalle siitä, kuinka paljon projektissa oletettavasti oli ollut hukkaa suunnittelussa.

Projektin suunnittelutyön arvioinnissa otettiin mahdollisuuksien mukaan huomioon projektikohtaiset erikoisuudet, kuten esimerkiksi Yhdysvalloissa käytettävät standardit, joiden huomioonottaminen oli työtä vaativaa, jos valmista mallia tai ohjeistusta ei ole saatavilla. Näiden sekä muiden suunnittelu-aikaan ja dokumenttien tasoon vaikuttavien seikkojen selvittämiseksi käytettiin apuna pääsuunnittelijoiden ja suunnittelijoiden haastatteluja. Tämänkin vuoksi tiedonkeruussa oli tarpeen käyttää melko tuoreita projekteja, ajan kuluessa muistinvaraisten tietojen luotettavuus kärsii. Koko tiedonkeruun prosessi on havainnollistettu kuviossa 16.



Kuvio 16. Tiedonkeruun prosessi toimitusprojekteista.

### 5.1.2 Teemahaastattelut

Aineiston hankinnassa käytettiin apuna teemahaastatteluja. Haastattelujen tarkoituksena oli kartoittaa prosessijärjestelmien automaatio suunnittelun nykytilaa

ja sen kehitystarpeita. Haastattelut toteutettiin noin tunnin mittaisina ja haastateltaviksi valikoitui henkilöitä, jotka olivat opinnäytetyön aihepiiriin suoraan kytköksissä. Haastateltavat olivat pääsuunnittelijoita ja vanhempia pääsuunnittelijoita prosessijärjestelmien automaatio suunnittelussa, yksi suunnittelija alihankinnasta, automaatiopäällikkö sekä suunnitteluryhmän esimies. Kokonaisuudessaan otanta oli melko kattava, prosessijärjestelmien ja automaatiopäälliköiden muodostama ryhmä käsittää n. 20 Valmetin työntekijää. Haastateltavat valikoituivat heidän työtehtävänsä mukaan, painottuen kokeneempiin työntekijöihin.

Haastateltavilla ei ollut tiedossa kysymyksiä ennen haastattelua, vaan ainostaan haastattelun aihepiiri, eli prosessijärjestelmien automaatio suunnittelun nykytila ja sen haasteet. Tästä johtuen haastateltavat eivät voineet valmistella vastauksia etukäteen ja vastausten voitiin siten olettaa olevan enemmän henkilön mielipiteeseen perustuvia. Kysymykset olivat kaikille haastateltaville teemaltaan samoja, mutta tarkemmat kysymykset teeman sisällä vaihtelivat haastateltavan asemasta ja työnkuvasta riippuen.

Haastattelut toteutettiin pääsääntöisesti henkilökohtaisesti ilman apuvälineitä, lukuunottamatta digitaalista ääninauhointia. Joitakin haastatteluja tehtiin verkkokokouksina, koska eräät haastateltavista sijaitsivat Valmetin toimipisteissä eri puolella Suomea tai he olivat muuten vaikeasti tavoitettavissa. Verkkokokous tukee keskustelun tallentamista, joten muistiinpanoja ei tehty haastattelun aikana. Poikkeuksena yksi haastattelu jonka aikana ilmeni teknisiä ongelmia ja nauhoitusta ei voitu suorittaa. Ongelma ratkaistiin kirjoittamalla muistiinpanoja. Tämän vuoksi keskustelu keskeytyi lukuisia kertoja kirjoitustaukojen ajaksi, jolloin haastateltava sai vastata hieman harkitummin ja siten keskustelun luonne muuttui. Vastaukset olivat kuitenkin linjassa muiden haastateltavien vastausten kanssa, joten haastattelu kelpuutettiin otantaan.

Haastatteluissa haettiin perustietämyksen kartuttamisen lisäksi tietoa suunnittelun hukasta. Sen vuoksi haastatteluissa keskityttiin projektien käytännön toteutukseen, käytössä oleviin työtapoihin, työkaluihin ja yleisesti esilletulleisiin ongelmiin. Hukan

oletettiin liittyvän suunnitteluryhmien väliseen tiedonsiirtoon, työkaluihin sekä dokumentointiin, joten niiden painoarvo oli merkittävä.

Haastattelut aloitettiin haastateltavan taustan kartoittamisella, koska tarkentavat kysymykset olivat edellä mainitusti hieman eroavia haastateltavan taustasta riippuen.

Haastateltavan taustatiedot:

- toimenkuva
- tehtävät
- vastualueet.

Seuraavaksi pureuduttiin suunnittelijan rooliin ja yhteistyöhön sidosryhmien kanssa. Tällä haettiin hyvin avointa keskustelua siitä, mitä kaikkea suunnittelijan tehtäviin oletetaan kuuluvan ja toisaalta mihin vaatimukseen suunnittelijan työ nykyhetkellä vastaa. Yhteistyö eri sidosryhmien välillä on montaa eri teknologiaa sisältävissä kokonaisuuksissa välttämätöntä, joten sen toteutumista ja tavoitetilaa haluttiin kartoittaa.

Suunnittelijan tehtävät:

- suunnittelijan rooli prosessijärjestelmien automaatioperussuunnittelussa
- haastateltavan kontakti prosessijärjestelmien automaatioperussuunnitteluun (jos haastateltava ei itse suunnitteluorganisaatiossa)
- automaatiosuunnittelun yhteistyö muiden suunnitteluryhmien kanssa
- automaatiosuunnittelun rajapinnat eri paperikoneprosesseissa.

Projektien laajuuden ja sisällön tiedettiin poikkeavan jonkin verran projektikohtaisesti, joten poikkeavuuksien luonnetta ja merkitystä oli tarpeen valottaa.

Projektien erot:

- projektien laajuuden poikkeavuudet
- projektien sisällön poikkeavuudet ja projektikohtaiset vaatimukset
- projektikohtaisten erojen vaikutus suunnitteluun ja automaatiidokumentaatioon.

Käytetyillä työkaluilla on merkittävä vaikutus paitsi dokumentoinnin luomistyöhön, myös niistä syntyviin kustannuksiin ja suunnittelun resurssointiin. Nykyisistä työkaluista selvitettiin kokemuksia ja toisaalta haettiin, jos haastateltavalla olisi ollut kehitysehdotuksia suunnittelujärjestelmien ja -työkalujen kehittämiseen.

Työkalut:

- nykyisten suunnittelutyökalujen soveltuvuus suunnitteluun
- uusien työkalujen käyttöönotto ja aikataulu, haasteet, edut ja haitat
- uusien työkalujen haasteet, uhat
- uusien työkalujen edut, mahdollisuudet.

Suunnittelun näkyvä lopputulos ja merkittävä kustannus on lopullinen dokumentaatio. Sen sisältöä haluttiin selvittää projektikohtaiset eroavaisuudet huomioon ottaen.

Dokumentointi, pienprojektit ja linjaprojektit erikseen:

- eri dokumenttien tarpeellisuus
- dokumentoinnin laajuus
- dokumentoinnin tarkkuus.

Suunnittelijalla on erilaisia tehtäviä myös projektisuunnittelun ulkopuolella. Erilaiset oheistehtävät ovat oleellisia kustannuksellisesti ja resurssimielessä. Niillä voi kuitenkin olla merkitystä eri sidosryhmien välisessä yhteistyössä, projektitoiminnan sekä tuotteiden kehittämisessä. Eri tehtäviä haluttiin avata hieman, että ymmärrettäisi niiden vaikutus suunnitteluun.

Automaatiosuunnittelijan roolit:

- myynnin tukemisessa ja tarjouskyselyissä
- testaustoiminnassa, sisäinen testaus ja asiakastestaus
- käyttöönottoapu, automaatiokäyttöönotto.

Lopuksi haastateltavilta kysyttiin kehitystoimista. Tällä pyrittiin kartoittamaan ettei yritettäisi toistaa joitakin kehitysprojekteja, jotka ovat epäonnistuneet aiemmin.

Lisäksi pyrittiin ottamaan selvää mitä muuta kehitykseen liittyvää haastateltavalle oli haastattelun aikana tullut mieleen, mikä ei ole vielä tullut esille.

Valmetin kehitys suunnittelussa:

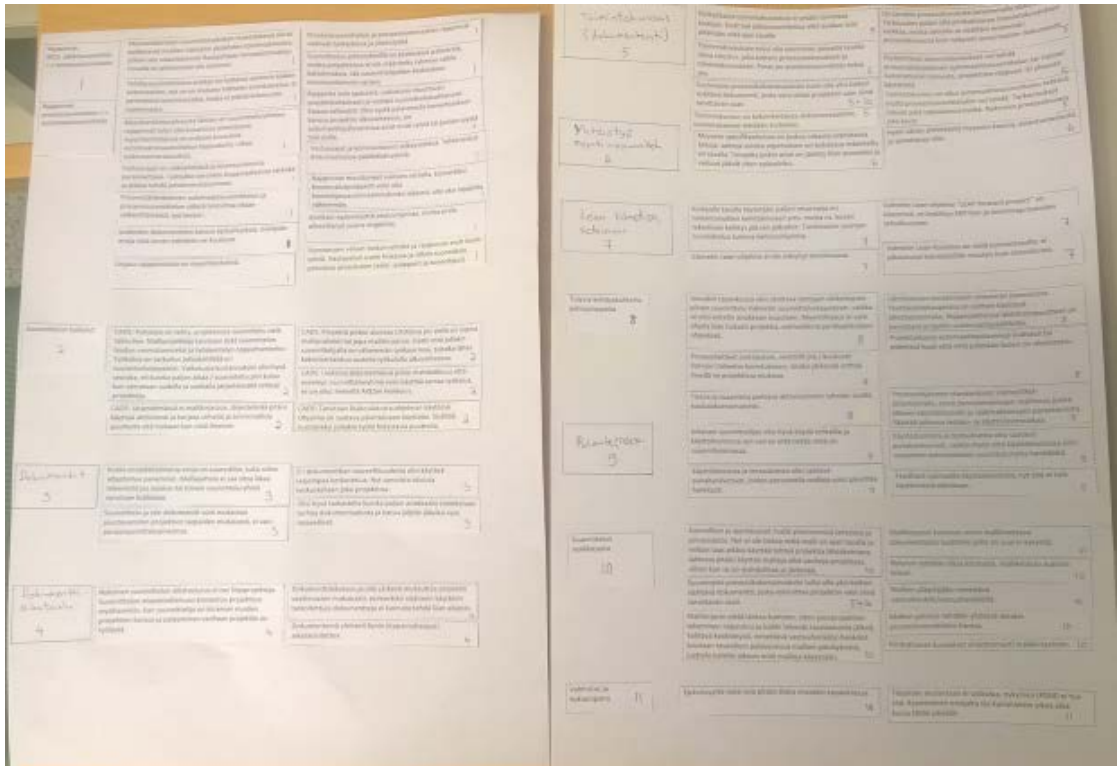
- automaatio suunnittelun kehitystoiminta menneiden vuosien varrella
- meneillään olevat kehitystoimet, tietoisuus niistä
- haastateltavan osallistuminen eri kehitystehtäviin
- kaivatut kehitystoimet ja -kohteet.

Haastattelumateriaali kirjoitettiin ensin puhtaaksi ääninauhoitteen perusteella.

Puhtaaksi kirjoitettu raakateksti lajiteltiin ja jäseneltiin eri aiheiden erottamiseksi.

Lajiteltu aineisto siirrettiin taulukoiksi, jolloin aiheet oli vielä paremmin eriteltyinä ja haastatteluiden tiukasti samanlainen ulkoasu helpotti haastatteluiden tulkintaa ja keskinäistä vertailua. Teemahaastattelut ovat litteroituina liitteissä (liite 1).

Taulukoiduista haastatteluista tulostettiin muutama kopio ja jokainen vastaus leikattiin omaksi paperilapuksi. Vastaukset levitettiin ja järjesteltiin teemojen mukaisesti. Vastauksista karsittiin pois yksittäiset kommentit, jotka eivät vastanneet varsinaisesti minkään teeman kysymykseen tai vastaus oli vajavaisesti argumentoitu. Sama olisi voitu tehdä nopeasti tekstinkäsittelyohjelmalla tai siirtämällä vastaukset yhteen keräilytaulukkaan. Syynä valittuun perinteiseen ja hitaaseen tapaan oli parempi kokonaisuuden hahmottaminen. Teemahaastattelua tehdessä vaivasi ajatus, että asiat teemojen sisällä polveilevat laajasti, jonka vuoksi teemoihin liittyvät vastaukset sekoittuvat osittain eri teemojen kesken. Käsityönä tehdyssä lajittelussa koko teemahaastatteluaineisto ikäänkuin räjäytettiin auki ja koottiin uudelleen, jolloin jokainen kysymys ja vastaus tuli käsiteltyä useampaan kertaan. Samalla käsityönä tehty työmenetelmä vaati harkitsevampaa otetta ja antoi aikaa pohtia jokaista vastausta.



Kuvio 17. Haastattelut leikattuna ja liimattuna.

Leikkaa ja liimaa tekniikalla koottu haastatteluaineisto kirjoitettiin uudelleen sähköiseen muotoon (liite 2), josta sen sisältöä analysoitiin teemoittain.

Ohessa lyhyesti yleisellä tasolla haastatteluiden analysoinnin keskeiset asiat:

- selkeästi esille nousivat suunnitteluosastojen ja -ryhmien keskinäisten rajapintojen määrittely ja selkeytys, dokumenttien tarkoituksenmukaisuus sekä suunnittelun mallikirjaston kehittäminen ja ylläpito
- edellä mainittu mallikirjaston tarpeellisuus nousi esille lähes poikkeuksetta, joissain tapauksissa sen käsittely oli suuri osa koko haastattelua
- rajapintojen määrittely on ainoita suuria ongelmia, joka vaatii muidenkin kuin automaatioperussuunnittelun näkemystä ja panostusta, sama pätee osittain myös eri maiden yksiköiden kanssa yhteistyössä tehtäviin projekteihin
- käytössä olevat suunnittelutyökalut eivät tällä hetkellä optimaalisia, mutta käyttöä opettelemalla ja ohjelmistoa kehittämällä on mahdollista saavuttaa hyötyjä nykyiseen järjestelmään verrattaessa

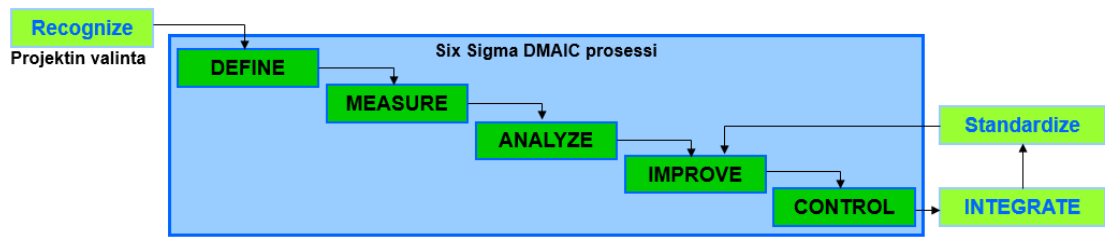


- dokumentaation sisällön sekä aikataulutuksen suhteen enemmistömielipiteenä oli joustavuuden lisääminen puolin ja toisin, samasta aiheesta sai paljon tietoa mallikirjastojen kehittämisen suhteen
- myyntierittelyjen sisältöön ei oltu täysin tyytyväisiä ja myynnin kanssa oli halua tehdä yhteistyötä
- Valmetin Lean-ohjelman viesti ei ollut kaikille kirkastunut, osin siitä että sitä ei ollut vielä täysin jalkautettu työntekijäportaalle
- olemassaolevat Lean-ohjelmat eivät tuoneet kehitystutkimukseen mitään käytännön hyötyä, eikä tutkimusta voinut liittää olennaiseksi osaksi meneillään olevaa kehitystyötä
- käyttöönotto-organisaatiolta ja asiakkailta saatava palautteen puute oli yleisenä huolena
- suunnittelun teettämät hankinnat, niiden seuranta sekä kokoonpanon teettäminen kaipaavat lisäohjeistusta.

Kaikki haastatteluista saatu tieto vietiin arvovirtakartoitukseen osana nykytilanteen kartoitusta. Sen lisäksi haastatteluiden sisältöä ja analyysia käytettiin hyväksi myös yksityiskohtaisemmalla tasolla esimerkiksi kehitysehdotusten laadinnassa.

### 5.1.3 Aiemmin tehdyt tutkimukset

Tutkimuksessa hyödynnettiin vuonna 2012 Valmetilla koulutuksena käydyn Lean Six Sigma Green Belt -kurssin materiaalia. Kurssin projektityönä oli tehty massankäsittelyn perussuunnittelun läpimenoajan lyhentämiseen tähtäävä kehitystutkimus, josta käyttöön valittiin kattava loppuraportti sekä yhteenvetona tehty suunnitteluprosessin parannussuunnitelma (Aronen 2012). Tutkimus oli tehty Six Sigman oppien mukaisesti DMAIC-prosessia käyttäen (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Kehitystutkimuksen mukaisesti projekti oli tehty kuvion 18 mukaisesti, se oli aloitettu nykytilanteen kartoituksella, saatu materiaali oli analysoitu ja sen pohjalta oli tehty kehityssuunnitelmat.



Kuvio 18. DMAIC-prosessi: määrittele, mittaa, analysoi, paranna, ohjaa. (Aronen 2012)

Nykytilanteen määrittelyn tekniikoina oli käytetty haastatteluja ja eri tiimien kesken tehtyjä prosessikarttoja (PMAP, ProcessMap). Mittausvaihe oli suoritettu laskemalla suunnittelukustannukset ja suunnittelutunnit. Tuloksista oli tehty kalanruotokaavio, sekä syy- ja seurausmatriisit.

Analysoinnissa oli käytetty hyödyksi vikatila- ja vaikutusanalyysia (FMEA, Failure Mode and Effect Analyze), jossa oli kartoitettu kehitystoimenpiteitä.

Analysointivaiheessa esille oli noussut tuttuja ongelmia: kokonaiskustannuksissa (projektien suunnittelutunneissa) suuria vaihteluja, projektien ongelmat toistuivat eli oppiminen oli alhaisella tasolla, standardisointi ei täysin valmista.

Kalanruotokaavioanalyysissa oli paljon yksityiskohtaisemmin kuvattuna hyvin samoja asioita. Kehitysehdotuksissa näistä oli keskitytty kuuteen suurempaan kokonaisuuteen: lähtötietojen oikeellisuuteen, suunnitteluvirheisiin, aikataulutukseen, suunnittelun kustannuksiin, tiedon oikeellisuuteen ja ns. Pulse-palaverihin. Lähtötietojen keräämiseen oli aiottu kehittää lähtötietolomakkeita.

Suunnitteluvirheitä oli tarkoitus välttää mallien päivittämisellä, joka tuli esille hyvin voimakkaasti myös omassa tutkimuksessa. Aikataulutusta oli aiottu linjata eri suunnitteluryhmien välillä ja tämä työ oli pienprojekteissa kohtuullisella tasolla, mutta linjaprojekteissa se on ollut aina ongelmallista. Kustannusten seurantaan ja sitä kautta karsimiskohteiden hakuun oli harkittu hinnoittelumallien päivitystä, jota työtä oli tehty projektin päätöksen jälkeen ja myös myöhemmin vuoden 2016 aikana aktiivisesti. Tiedon oikeellisuuden parantamisesta ei ollut tarkkaa suunnitelmaa,

mutta käytännössä laitteiden ja tuotantoprosessien tietojen tarkistuksen todettiin olevan tuotehallinnan, ja sitä kautta tuotteiden nimettyjen teknologioiden vastuulla. Tuotteita kehitettäessä tämä työ ei varsinaisesti lopu koskaan, vaan kriittisimpien tietojen ylläpidosta on pidettävä systemaattisesti huolta. Viimeisenä kohtana olivat niin sanotut Pulse-palaverit ja niiden käyttöönotto. Valmetin ruotsin toimipisteissä olivat käytössä viikoittaiset projektikohtaiset pikapalaverit, joissa oli tarkoitus tuoda esille kiireisimmät projektiasiat viidessätoista minuutissa.

Loppuraportti ei sisältänyt kehitystoimien käyttöönottoa ja seurantaakin, kuten ei myöskään lopullista arvovirtakuvausta. Tästä huolimatta se oli tehty niin perusteellisesti ja aihepiiriltään opinnäytetyön kannalta soveltuvasti, että sen analyysivaiheen koettiin olevan hyödynnettävissä.

Lyhyenä yhteenvedona voidaan todeta ongelmien olleen standardisointi ja lähtötietojen oikeellisuus. Raportin jälkeen on tehty korjaavia liikkeitä, jotka ovat nähtävissä tänä päivänä. Sellaisia ovat Pulse-palaverit, joiden käytäntö on linjaprojektien suhteen vakiinnuttamassa asemaansa. Pienemmissä projekteissa sen hyödyllisyys ei ole olennaista, kysymykset voidaan käydä normaalein puhelinneuvotteluin. Toinen merkittävä eteenpäin mennyt asia on lähtötietojen keräämiseen perustettu automaation lähtötietolomake jota käytetään nykyisin. Esille nousut standardisointi ei ole vielä kovin hyvin toteutunut.

Toisena aiemmin tehtynä tutkimuksena tutustuttiin 90-luvun puolivälissä yhdysvaltalaisen konsulttiyhtiö Andersen Consulting silloiselle massankäsittelyn laitteistoja toimittavalle Sunds Defibratorille tekemän OPPI (Order Pipeline Profit Improvement) mahdollisuusarvioinnin, jossa tutkittiin yksikön toimintaa sisältäen myös suunnitteluvaiheen (Andersen Consulting, 1995). Vaikka raportti on jo yli 20 vuotta vanha, ovat siinä ilmenevät ongelmat ja niihin esitetyt ratkaisuehdotukset samankaltaisia kuin nykypäivänä. Raportissa ei käytetä Lean-termistöä, mutta siinä pureudutaan läpimenoajan lyhentämiseen ja sitä kautta virtaustehokkuuteen.

Arviointi oli jaettu kuuteen kohtaan:

1. Strategia

2. Asiakassuhteet
3. Ydintoiminnot
4. Organisaatio
5. Johtaminen
6. Informaatioteknologia.

Työssä tutustuttiin raporttiin kokonaisuutena, mutta suurin painoarvo oli suunnittelun kannalta olennaisilla kohdilla. Niitä olivat ydintoiminnot sekä IT. Yrityksen strategia, organisaatio ja johtaminen olivat vähemmän merkityksellisiä, koska arviointi oli tehty ennen Valmetin yrityskauppaa ja siten tiedot eivät olleet enää relevantteja.

Raportista nousi esiin muutamia tänä päivänäkin olennaisia ongelmakohtia, joista tarkemmin oli syytä tarkastella kolmea pääseikkaa: myynnin erittelyn sisältö ja sen informointi, teknisen dokumentaation standardoinnin taso, sekä eri toimintojen it-ratkaisut.

Raportissa mainitaan, että projektitoiminta ei saa myynniltä aina riittävää tietoa kaupan sisällöstä. Tästä johtuen projektin suunnittelu ja projektipäällikkö joutuvat tekemään aina vähintään tyypillisen projektin työmäärän, vaikka sisältö ollut normaalia suppeampi. Asiakkaaseen ja heidän tuotantoprosessiinsa liittyvä erikoistietämys voi olla paikallisella myyntihenkilöllä syvempää, kuin konttorilla projektien suunnittelutöitä tekevillä. Tämä tieto paitsi helpottaisi suunnitteluprosessia, myös parantaisi lopputulosta joka on asiakkaan suuntaan tärkeintä palvelua. Ratkaisuksi raportti tarjosi jokaisen myytävän tuotteen standardointia, jolloin yhdenmukaiset myyntierittelyt eivät vaatisi projektitoiminnalta erityishuomiota ja projektin muut vaiheet olisi helpompi standardoida. Kaikki projektin toteuttamiseen vaadittava tieto tulisi olla kerättynä yhteen paikkaan, jonne kaikilla asianosaisilla olisi riittävät pääsyoikeudet.

Toisena asiana mainitun teknisen dokumentoinnin standardoinnin alhaisen tason kerrottiin tuottavan merkittäviä lisäkustannuksia suunnittelutoiminnassa. Dokumentoinnin rakenteen ja niiden sisällön yhdenmukaistaminen vaatisi

vähemmän projektikohtaista muutostyötä, jolloin suunnittelutunnit pysyisivät mahdollisesti paremmin myynnin laskelmassa käytetyn budjetin raameissa.

Kolmas kohta koski käytössä olleita monia eri tietojärjestelmiä. Eri järjestelmät myynnin, projektoinnin ja eri suunnitteluosastojen välillä eivät keskustelleet keskenään tai niihin ei ollut kaikilla pääsyoikeutta. Tämän vuoksi usea eri henkilö joutui syöttämään manuaalisesti teknisiä tietoja eri järjestelmiin, joka aiheutti työajan hukan lisäksi myös mahdollisia virheitä jokaisen syöttövaiheen kohdalla. Tietojen päivittäminen jälkikäteen aiheutti lisähankaluutta ja tiedon palautuminen toteutuneen projektin mukaisesti ei päivittynyt takaisin myyntiorganisaatiolle, joka olisi voinut hyödyntää palautetta seuraavassa myyntitapahtumassa. Ehdotuksena oli yhteneväinen järjestelmä kaikkien sidosryhmien kesken, joka ei kuitenkaan toteutunut, koska kaikkia toimintoja tukevia järjestelmiä ei juurikaan ollut markkinoilla. Käytössä oli liian monia eri prosesseja että sellaiseen taipuvan järjestelmän käyttöönotto ja ylläpito olisi ollut taloudellisesti järkevää. Toisena ongelmaa helpottavana ratkaisuna ehdotettiin, että yritys kannustaisi jakamaan tietoa ja kokemuksia eri yksiköiden välillä.

OPPI-materiaalin perusteella voitiin todeta ongelmien olleen yli kaksikymmentä vuotta sitten hyvin nykyisen kaltaisia. Kehitysehdotukset olivat myös tuttuja, joten johtopäätöksenä voitiin olettaa että kyseiset ongelmat ovat globaaleja eikä niihin ole yrityksistä huolimatta löydetty kaikissa tapauksissa toimivia patenttiratkaisuja. Yhteenvetona voitiin päätellä että suurimmat ongelmakohdat olivat tiedon kulun puutteellisuus sekä standardoinnin puute.

## 5.2 Suunnittelun arvovirtakuvaus

Nykytilanteen hahmottamista selventäväksi työkaluksi valikoitui arvovirtakuvaus eli Value Stream Mapping, josta tarkemmin luvussa 3. Arvovirtakuvausta käytettiin sen informatiivisuuden vuoksi ja myös siksi, että sen tekemisen koettiin ikään kuin pakottavan tutkimaan jokainen suunnitteluvaihe juurta jaksan. Oli tiedossa että lähes täysin informaatiovirtaan perustuva arvovirtakuvaus olisi haastavaa tehdä, mutta sen oletettiin paljastavan paremmin pullonkauloja kuin esimerkiksi

yksinkertaisemman vuokaavion tekeminen. Arvovirtakuvaus voi parhaimmillaan sisältää paljon informaatiota nopeasti omaksuttavassa ulkoasussa, ja tutkimuksessa sillä haluttiin tuoda selkeä kuva koko suunnitteluprosessista. Arvovirtakuvauksen kaltaisia suunnittelun vuokaavioita ja virtauskaavioita oli tehty viime vuosikymmeninä myös Valmetin automaatio suunnittelussa, joten vertailukelpoista materiaalia oli tarjoilla. Aivan sellaisenaan olemassa olevaa materiaalia ei kuitenkaan ollut hyödynnettävissä, koska ne eivät noudatelleet perinteistä arvovirtakuvauksen esitystapaa ja rakennetta.

Arvovirtakuvausten luomisessa käytettiin apuna teemahaastatteluja, havainnointia sekä työn kautta syntynyttä kokemusta projektien virtauksesta. Prosessijärjestelmien automaatio suunnittelun arvovirtakuvaus oli tarpeen tehdä kahdesta eri lähestymiskulmasta; pienet laitetoimitusprojektit ja suuret linjaprojektit. Näiden projektityyppien ja suunnittelun toimintamallien vertaaminen keskenään ei ole suoraan vertailukelpoista, sen sijaan vertailun tekeminen niiden sisällä on mahdollista.

Projektin suunnittelun lisäksi Valmetin sisäinen ja asiakkaan luona tapahtuva testaus, sekä työmaalla tehtävä käyttöönotto eivät kuulu varsinaiseen suunnittelutoimintaan, mutta kehittämisen kannalta ne ovat tärkeitä toimintoja. Työskentely työmaalla sisältää kuitenkin paljon itsestä riippumatonta odotusta ja odottamattomia yllätyksiä itsestä riippumattomista syistä johtuen, joten hukan syihin vaikuttaminen ei välttämättä ole edes mahdollista. Tämän vuoksi testaus- ja käyttöönotto toimintojen tarkempi analysointi rajattiin tutkinnan ulkopuolelle.

### 5.2.1 Pienprojektit

Pienprojekteiksi käsitettiin yksittäiset laitetoimitukset tai muutamista yksittäisistä laitteista koostuvat teollisuusprosessit. Näissä projekteissa projektiorganisaation rakenne on kevyt, jolloin pääsuunnittelija joko suunnittelee projektin itse, tai delegoi suunnittelutoiminnan alihankintaan ja vastaa itse projektin aikataulutuksesta. Projektien suunnittelun aikajänne on yleisesti kahdesta kolmeen kuukautta, laitemäärästä ja projektille asetetusta dokumentaation tarkkuuden tasosta riippuen. Pienprojek-

teista esimerkkinä käytetty massaosaston jauhintoimituksen arvovirtakuvaus nykytilasta, tavoitetilasta sekä hukasta kehitysehdotuksineen ovat liitteissä 4-6.

Projekti alkaa asiakkaan tilauksen saapumisesta, jonka jälkeen kuluu vähintään joitakin päiviä, että tilauksesta muodostuu projekti. Projektiosasto ilmoittaa asiasta suunnitteluosastoille, joiden esimiehet jakavat projekteja työkuorman ja osaamisen mukaisesti pääsuunnittelijoille ja suunnittelijoille. Tässä syntyvät pienet viiveet eivät ole vielä olennainen uhka projektin onnistumisen kannalta.

Projektin virallisen alkamisen jälkeen automaation pääsuunnittelija aloittaa suunnitteluun tarvittavan välttämättömän lähtötiedon keräämisen. Samalla aloitetaan suunnittelu laitevalmistusta varten. Suomessa valmistettavat laitteet vaativat vähemmän aikaa, mutta Kiinassa valmistus vaatii pidemmän aikajänteen ja suunnittelu laitteistohankintoja varten on käytännössä aloitettava heti projektin aloituspalaverin jälkeen. Tässä vaiheessa ongelmaksi saattaa muodostua lähtötietojen riittämättömyys hankintojen suhteen. Laitevalmistus alkaa hyvin etupainotteisesti johtuen pitkistä valmistusajoista, eikä asiakkaalla välttämättä ole vielä edes projektioorganisaatio valmiina tässä vaiheessa. Täten he eivät ole valmiina ottamaan kantaa tarkentaviin lähtötietokyselyihin, joka saattaa johtaa muutoksiin vielä useiden kuukausien päästä. Jos muutos koskee tilattavia tuotteita joita ei ole toimittajan varastossa, voi se johtaa ongelmiin laitteiston toimittamisen ja käyttöönoton suhteen.

Kun lähtötietoja on saatu riittävä määrä, voidaan aloittaa perussuunnittelu. Alkuvaiheessa perussuunnittelu tähtää tiettyjen alustavien tietojen toimittamiseen asiakkaalle. Tällä tiedolla asiakkaalla tulisi olla valmiudet tehdä omat laitehankintansa ja jatkosuunnittelunsa. Dokumenttisisältö vaihtelee hieman projektikohtaisesti, riippuen millainen suunnittelun valmius on. Jos valmistusta varten on jo tehty suunnittelua, tukee se ainakin osittain perussuunnittelua.

Asiakkaalla on hetki aikaa kommentoida alustavaa dokumentaatiota, jolloin tarvittavat muutokset ovat vielä suhteellisen helppoa toteuttaa sekä suunnittelussa, että valmistuksessa. Pääsuunnittelijan tehtävään kuuluu ottaa selvää ja kysyä asiakkaalta mahdollisesti epäselviä asioita. Jos alustavaa dokumentaatiota kommentoidaan, teh-

dään vaaditut muutokset kommentointeja seuraavan jatkokeskustelun perusteella. Muussa tapauksessa aloitettu suunnittelu jatketaan loppuun ja kootaan dokumentaatio aiemmin sovittuna viikkona tehtävää lähetystä varten.

Sitovan dokumentaation jälkeen projektille nimetty dokumentoija kerää vielä laitteiden käyttöohjeet valmiiksi paketiksi, jossa vaiheessa automaatio suunnittelulla saattaa vielä olla tehtävänä jalostaa ja tarkistaa asiakkaalle menevät käyttö- ja huolto-ohjeet.

Automaatio suunnittelulla on roolinsa myös laitteiston ja siihen liittyvän automaation testauksessa:

- Pro-jauhien osalta automaatiolaitteiston kokoonpanon tarkistus, valmistelu, testaus kokoonpanohallissa sekä mahdollisesti testaus yhdessä jauhimen kanssa jauhinkokoonpanossa
- toimitettavaan laitteeseen liittyvän prosessiautomaation toimintojen testaus, yleensä erikseen asiakkaan pyynnöstä
- jauhinten käyttöönotossa automaatio suunnittelija saattaa olla avustamassa käyttöönottajaa tai mahdollisesti olla tekemässä myös käyttöönottajan tehtävät.

Testauksen ja/tai käyttöönoton jälkeen saattaa olla tarpeen korjata dokumentaatiota vastaamaan käytännössä löydettyjä korjaustarpeita. Ne ovat saattaneet syntyä suunnitteluvirheistä, virheellisistä lähtötiedoista, asiakkaasta liittyvistä muutostarpeista, laitteiston poikkeavasta käytöksestä tai löydettyistä käytännön kehitystarpeista. Kaikki edellä mainitut ovat sinänsä tarpeellisia korjaustoimenpiteitä, mutta tässä vaiheessa muuhun kuin kehitystyöhön tähtäävät korjaukset ovat hukkaa.

Liitteissä 4-6 esitettyjen arvovirtakuvausten perusteella voitiin päätellä, ettei odotus aikoihin ollut suurta mahdollisuutta vaikuttaa. Tämä johtuu siitä, että asiakas tarvitsee tietyt lähtötiedot heti projektin alussa. Tällaisia tietoja ovat esimerkiksi suurien moottoreiden perustiedot ja sähkökeskuksiin vaikuttavat vaatimukset. Sekä sähkö-



keskusten kojeiden, että suuritehoisten moottoreiden toimitusajat ovat kuukausien tai jopa yli vuoden mittaisia, joten niiden tarkat tiedot ovat aikakriittisiä. Liikaa aikais-tettu suunnittelu taas aiheuttaa alttiutta muutostarpeisiin, kun asiakkaan projek-tiorganisaatio kommentoi dokumentteja myöhemmin. Tästä syystä projektin suun-nittelun kestoa ei voi paljoo siirtää alku- tai loppuosasta. Sen vuoksi toimivin ratkaisu on säästää suunnittelukustannuksia suunnitteluvaiheiden välillä. Kun samoilla suun-nittelijoilla ja pääsuunnittelijoilla on useita projekteja yhtäaikaisesti työn alla, on jo-kin tai jotkin projekteista aina aktiivisena ja toisaalta osa projekteista odottaa jatko-käsittelyä.

### 5.2.2 Linjaprojektit

Linjaprojekteissa prosessijärjestelmien automaatioperussuunnittelu on melko piene-nä tekijänä koko automaatiosuunnittelun mittakaavassa. Tällaisiksi projekteiksi voi lukea suuremmat koneuusinnat sekä uusien paperikoneiden toimitusprojektit. Pro-jektiorganisaatio on melko raskas ja jokaisen rakenneryhmän pääsuunnittelijalla on usein apunaan joko kollegoita tai suunnittelijoita alihankinnasta. Projektien suunnit-telun aikajänne on puolesta vuodesta jopa yli kahteen vuoteen. Projektit alkavat yleensä heti tilauksen vahvistuttua ja projektin alkuvaihe on kiireisintä aikaa.

Projektin kulku on prosessijärjestelmien automaatioperussuunnittelun kannalta kar-kealla tasolla samankaltainen kuin pienprojekteissa. Linjaprojektin esimerkkinä on paperikonetoimitus, jossa prosessijärjestelmien perussuunnitteluun kuuluu perälaa-tikon osuus sekä koneenaluspulpperit. Sen arvovirtakuvaus nykytilasta, tavoitetilasta sekä hukasta kehitysehdotuksineen on esitetty liitteissä 7-9.

Linjaprojektien ja pienten laitetoimitusprojektien välillä on joitakin poikkeavuuksia johtuen paperikoneen muiden suunnitteluryhmien välisistä rajapinnoista. Erikoisuu-tena on, että prosessijärjestelmien automaatiosuunnittelu on muihin suunnittelu-ryhmiin verrattuna hyvin etupainotteista. Tällöin synergiahyötyä ei pääse syntymään, vaikka nykyisin käytössä oleva suunnittelujärjestelmä sellaisen muuten mahdollistai-si. Suunnittelu saattaa olla ollut täysin valmiina jo puoli vuotta tai vuodenkin, kun itse paperikonesuunnittelu kaipaa tietoja yhteisiin rajapintoihin. Samoin asiakkaan kom-

mentit tulevat usein koottuina pitkään jälkikäteen. Tämä vaikeuttaa työskentelyä, koska vanhoihin asioihin palaaminen on työlästä ja projektikohtaiset muutokset joudutaan tekemään jälkikäteen. Paperikoneen automaatiosuunnittelu ei sekään pääse paljoo nauttimaan valmiista suunnittelusta, koska muutostarpeisiin tarvittava yhteistyö vaatii aikaa suunnittelijoiden siirryttyä jo uusien projektien pariin. Dokumentaation valmistumista ja lähettämistä valvoo pääsuunnittelijan lisäksi projektin automaatiopäällikkö, joka myös välittää tiedon kulkua asiakkaan ja suunnittelijoiden, sekä eri suunnitteluosastojen ja -ryhmien kesken.

Suunnittelijoiden osallistuminen testauksiin ja käyttöönottoon vaihtelee projekteittain, usein se päätetään automaatiopäällikön toimesta vasta testausvaiheen alla. Jos testattava osuus on yksinkertainen ja laajuudeltaan pieni, ei siihen tuhleta suunnittelun resursseja.

Liitteissä 7-9 esitettyjen arvovirtakuvausten perusteella voitiin nähdä, etteivät suunnittelun hukan erot pienten laitetoimitusprojektien ja suurempien linjaprojektien välillä olleet suuria. Merkittävää suunnittelukustannusten säästöä olisi mahdollista saada lisäämällä joustavuutta dokumenttitoimitusten lähetysaikoihin ja sopimalla sisäisesti tiettyjen perustietojen oikea-aikaisesta toimituksesta. Suunnitteluhenkilöstön harkittu jalkauttaminen käyttöönottoihin olisi oiva mahdollisuus samalla hyötyä kiireisten käyttöönottojen ajoittaisesta henkilöstövajeesta ja toisaalta kerätä arvokasta käytännön tietoa suunnittelijoille.

### 5.3 Havainnointi projektityössä

Yhtenä tutkimisen keinona käytettiin havainnointia, joka tapahtui osana normaalia päivätyötä projektien suunnittelun parissa. Tutkimuksen aloittaminen lähes heti Valmet Technologies oy:n suunnitteluorganisaatioon liittymisen jälkeen takasi eräänlaisen ulkopuolisen tarkastelun ja havainnoinnin mahdollisuuden, jota vanhalla työntekijällä ei ole. Havainnoinnin aluksi päätettiin mitä asioita haluttiin observoida, millaiseen tarkkuuteen havainnoinnilla pyrittiin, kuinka havainnot jäsennellään ja analysoidaan ja millaisessa roolissa havainnoija oli.

Havainnoijan rooliksi valikoitui väistämättä osallistuva havainnoija, koska tutkimusongelma liittyi päivittäiseen työhön. Osallistuvan havainnoijan rooli edesauttoi observointia, koska tutkittavaan ilmiöön ei tarvinnut tulla ulkopuolelta kaikkiin työvaiheisiin erikseen opiskellen. Lisäksi useimpien projektien pitkät aikajänteet olisivat tehneet ulkopuolisen tarkkailijan roolin hyvin raskaaksi ja aikaa vieväksi.

Havainnoinnin kohteeksi otettiin projektien eri suunnitteluvaiheiden kulku, työkalujen soveltuvuus ja yksittäisten ongelmien paikantaminen. Tarkkuudessa haluttiin pyrkiä muuten enemmän yleisellä tasolla, mutta työkalujen eli ohjelmistojen ja tietokantojen käytössä oli tarpeen pureutua teknisesti syvemmälle tasolle. Havainnoissa oli siis strukturoitu runko, mutta sisältöä kirjattiin kuitenkin valittujen aiheiden ulkopuolelta, kun mielenkiintoinen havainto sitä vaati.

Seuraavassa hieman tarkemmin valittuja aiheita ja valintaperusteita.

Koska tutkimuskohteena oli projektityö ja sen tulokset, pyrittiin niiden perusasioita havainnoimaan.

#### Projektien kulku:

- projektien eri vaiheet, poikkeavuudet
- projektiaikataulut, vaikutus suunnitteluun
- dokumenttiaikataulut, dokumenttityypit ja -määrät.

Työkalujen eli ohjelmistojen, tietokantojen ja suunnitteluun liittyvän ohjeistuksen havainnointi oli vaivatonta sen kuuluessa suunnittelutyön olennaisena osana. Siinä keskityttiin tärkeimpiin ohjelmiin, jotka tulivat myös teemahaastatteluissa esille.

#### Työkalut:

- suunnittelujärjestelmät CADS ja AXES, käyttökelpoisuus ja vaadittava kehitystyö
- toimintakuvausten, sekä piirikohtaisten toimintakuvausten projektikohtainen valinta ja muokkaaminen
- mallikirjastojen käyttö nykytilassa
- muita suunnittelutyökaluja ja niiden soveltamista, kuten esimerkiksi Valmet DNA.

Havainnointimenetelmällä yksittäisten ongelmien ja puutteiden löytäminen oli helpompaa kuin työssä käytetyillä muilla menetelmillä. Tämä johtui havainnoinnin aikajänteestä, joka oli tässä tapauksessa lähes kaksi vuotta. Lisäksi koska havainnointia tuli matkan varrella aihepiirien rajalta ja ulkopuoleltakin, koska observointia ei oltu tarkoituksella tarkkaan rajattu. Yksittäiset havainnot oli tarkoitus liittää osaan isompaa kokonaisuutta silloin kun se oli mahdollista. Tätä käytettiin hyväksi hukan tunnistamisen alkuvaiheessa.

Yksittäiset ongelmat, puutteet:

- tiedonkulku
- lähtötiedot
- laitetiedot, manuaalit.

Näin kirjattua jäsenneltyä luetteloa hyödynnettiin arvovirtakuvauksen tekemisessä ja kehitysmallien laadinnassa. Havainnoinnin hyödyntäminen työn toteutuksessa ei ollut niin systemaattista kuin esimerkiksi teemahaastatteluiden. Työn edetessä havainnot nousivat pintaan, kun niihin liittyviä asioita käsiteltiin. Tuntuikin että havainnoinnin hyöty tuli useimmin esiin intuitiivisina huomioina kuin systemaattisena tutkimustapana. Huomattiin, että monitahoisessa projektityöskentelyssä Kanasen (2012, 98) mainitsema arkipäivän havainnointi oli nopeampaa ja siten tehokkaampaa kuin kirjattujen havaintojen analysointi. Havainto tuli yhdistettyä ongelmaan nopeammin kuin sen kirjaaminen ja analysoiminen olisi kestänyt, toki kirjoittamisprosessi toimi muistin tukena.

## 6 Tulokset

Opinnäytetyön tuloksena syntyi joukko kohdennettuja kehitysehdotuksia. Kehitysehdotusten tehtävänä on antaa toimintamalleja, joilla voidaan vastata työn tutkimuskysymysten haasteisiin. Pääpainotus on suunnittelun mallikirjaston uudelleen rakentamisella, kehityksellä ja ylläpidolla. Suunnittelijoiden välisten tehtävien jakaminen ja suunnittelua valvovan pääsuunnittelijan vakanssin perustaminen olivat toinen osa kehitysehdotuksia. Näiden lisäksi tuloksena saatiin tiettyihin peruongelmiin pureu-

tuvia täsmällisempiä kehitysehdotuksia, joilla ei ollut laajempaa yhdistävää teemaa. Ne kuitenkin linkittyivät arvovirtakuvausten hukan minimointiin oleellisesti, joten niiden mainitseminen on perusteltua.

## 6.1 Kehitysmalleja tutkimuksen pohjalta

### 6.1.1 Mallikirjasto

Toimivalta malliprojektilta vaaditaan lukuisia yleispäteviä ratkaisuja, muutoin sitä täytyy räätälöidä käsityönä aina uudestaan.

Mallin täytyy vastata lukuisiin teknisiin muuttujiin, kuten

- laite tai laitekokonaisuus, sen toiminta ja turvallisuus
- laitteen ympäristö, ympäröivän teollisuusprosessin laajuus ja sen laitteet
- dokumentoinnin taso ja laajuus
- asiakaskohtaiset erityisvaatimukset
- maakohtaiset erityisvaatimukset.

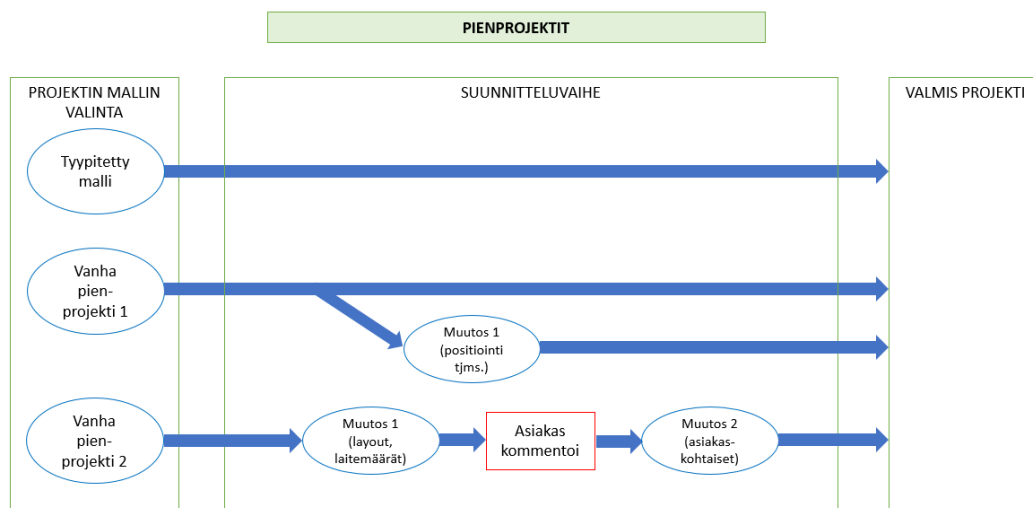
Tämän lisäksi kyseisen mallin tulee olla päivitetty vastaamaan viimeisimpiä kehitystoimia ja muutoksia. Ilman selkeää mallikirjastoa on täysin projektin pääsuunnittelijasta tai suunnittelijasta mielivallasta kiinni, millaista malliprojektia hän käyttää missäkin tilanteessa. Selvisi lisäksi, että suunnittelijat käyttävät yleensä hyväksi havaitsemiaan projekteja vuosikausia ja muuttavat niitä vastaamaan nykyistä toteutustapaa. Tämä johtaa auttamatta hieman toisistaan poikkeaviin toteutuksiin ja aiheuttaa suunnitteluajan kasvaessa lisäkustannuksia. Mallikirjaston rakentamisen huonoina puolina nähtiin sen vaatima resurssi sekä rakennusvaiheessa, että ylläpidossa. Toisena vaihtoehtona nousi esille tiettyjen vanhojen projektien siivoaminen ja niiden käyttäminen hallitusti malliprojekteina. Tässä kuitenkin tultaisiin todennäköisesti nykytilan kaltaiseen ongelmaan, jossa tuotekehitys ei automaattisesti päivity uusien projektien toteutukseen.

Uuden mallikirjaston suunnittelun alkuvaiheessa oli tarkoitus määritellä karkeasti tarvittavat mallit sekä raamit niille. Projektit päätettiin jakaa kolmeen eri projektin kokoluokkaan, joita on jo hieman aiemmin avattu

- pienprojektit eli yksittäiset laitetoimitusprojektit
- keskiuuret projektit, jotka sisältävät yhden kokonaisen prosessialueen, tällaisia ovat melko yleisesti vanhojen paperikoneiden saneeraukset
- suuret projektit, linjaprojektit, kokonaisen paperikoneen ja sen apujärjestelmien ja -prosessien kokonaistoimitukset.

Tällainen jako oli tarpeellinen tehdä siksi, että näin oli helpompi käsitellä kerättyä aineistoa tutkittaessa nykyistä suunnittelutapaa. Toisaalta kirjastoa olisi huomattavasti yksinkertaisempaa rakentaa muutaman projektityypin kautta, sen sijaan että olisi tehty monimutkaisia rekonstruktioita tehdyistä projekteista.

Nykyisiä malleja ei ole monessa tapauksessa päivitetty ja siten niiden käyttäminen on hankalaa. Tutkimuksessa huomattiin, että projektien suunnittelun toteutus alkaa usein etsimällä pohjaksi sopiva vanha projekti. Yksinkertaisimmissa projekteissa on tosin tapauskohtaisesti käytetty olemassa olevia malleja. Kuviossa 19 on esitetty projektien automaatioperussuunnittelun mallien käyttö nykytilanteessa.

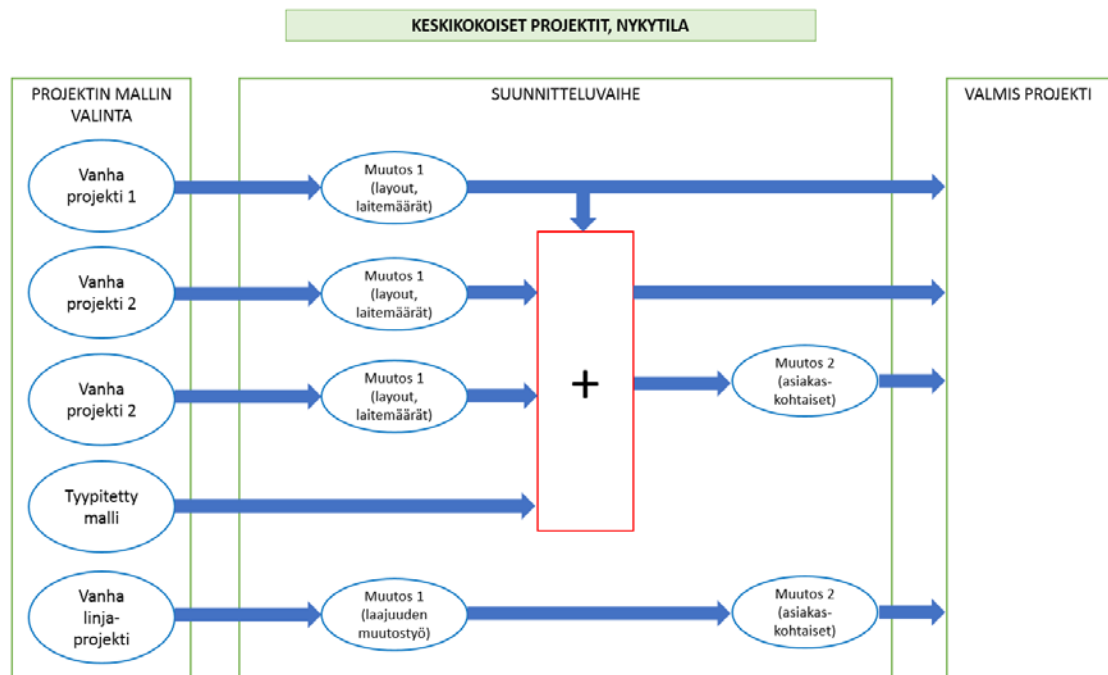


Kuvio 19. Pienten projektien mallien käyttö nykytilanteessa.

Pienprojekteissa toiminta on melko suoraviivaista ja suunnitteluksi saattaa riittää räätelöimätön perustieto. Nykyhetkellä löytyy joihinkin tilanteisiin sopivia tyyppitettyjä mallidokumentteja, jotka voidaan lähettää asiakkaalle sellaisenaan. Normaali toimipide on kuitenkin ottaa pohjaksi jokin vanha, yleensä suunnittelijalle ennestään tuttu projekti, ja käyttää sitä sellaisenaan tai muokata sitä vastaamaan uutta projektia. Käytäntö on osittain toimiva, mutta vaarana on projektien erikoisuuksien periytyminen uusiin projekteihin. Pääsuunnittelijan ja suunnittelijan tulisi siis tietää projektien historia sekä viime aikoina tehdyt kehitystoimet, jotta hän osaisi valita parhaan mallin uuden projektin pohjaksi.

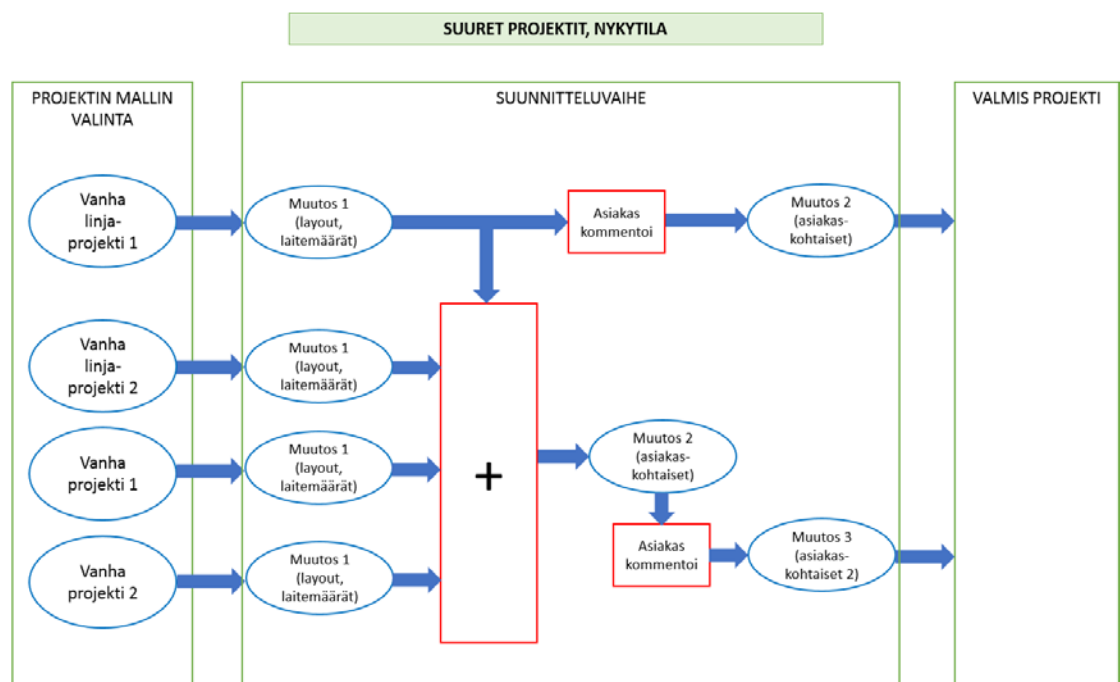
Jos projektin laajuus tai haasteellinen kohde sitä vaatii, on otettava huomioon myös asiakkaan kommentit ja vaatimukset. Tämä tuottaa lisätyötä, mikä toisaalta voi hyödyttää projektin käyttöönottovaiheessa. Ratkaisu muutosten tekemiseen on tehtävä tapauskohtaisesti, muutosten täytyy tukea projektia.

Kuviossa 20 esitetyt keskisuuret projektit ovat usein linjaprojekteja siinä mielessä, että niissä saattaa olla koko paperikoneen linjalta erilaisia Valmetin toimituksia.



Kuvio 20. Keskisuurten projektien mallien käyttö nykytilanteessa.

Yleensä kyseessä on jonkin vanhan koneen uusinta, jolloin myös prosessijärjestelmiin tulee jonkinasteisia muutoksia ja siten suunnittelutarvetta. Yksinkertaisimmillaan voidaan käyttää pohjana vanhaa projektia, joka muokataan vastaamaan projektin vaatimuksia. Yleensä kuitenkin tällaiset projektit sisältävät paljon rajapintoja asiakkaan olemassa olevaan prosessiin, jotka jäävät joko kokonaan tai osittain suunnittelun ulkopuolelle. Laajuuden ja sisällön vaihtelun vuoksi projektit yleensä kootaan useamman vanhan projektin summana, niistä poistetaan turhat osuudet pois ja liitetään yhdeksi kokonaisuudeksi. Yhtenä vaihtoehtona on ottaa pohjaksi vanha laajuudeltaan suuren kokoluokan linjaprojekti, muokata sitä eli poistaa osuuksia ja räätälöidä jäljelle jäävää osuutta. Lähes kaikissa näissä tapauksissa asiakkaan kommentteja ja asiakaskohtaisia muutoksia joudutaan tekemään jälkikäteen, johtuen asiakkaan kanssa jaettavista lukuisista rajapinnoista.



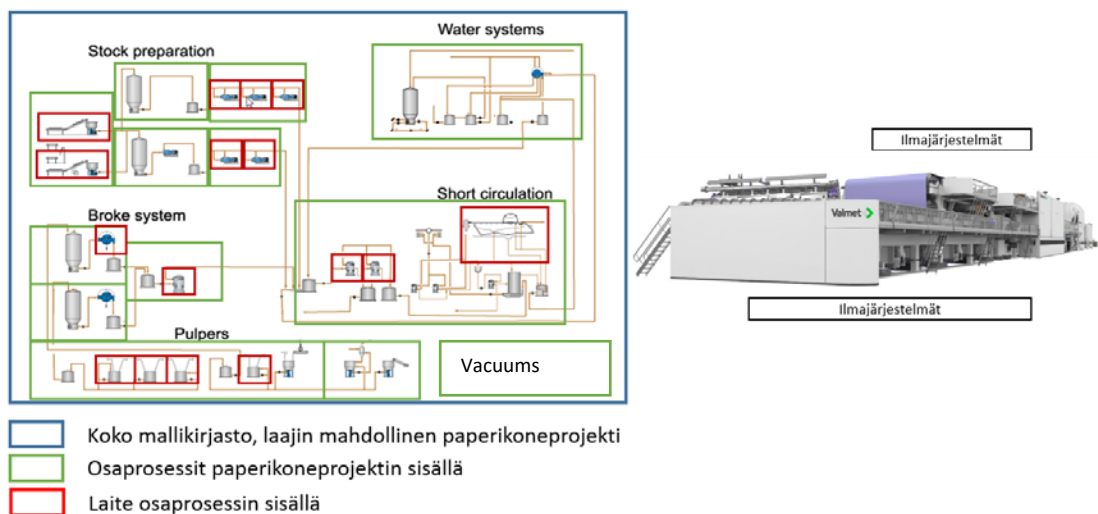
Kuvio 21. Suurten linjaprojektien mallien käyttö nykytilanteessa.

Laajojen linjaprojektien suunnittelun aloitus on eräänlaista palapelin kokoamista, täydellistä mallia ei ole olemassakaan, vaan helpoimmassakin tapauksessa vanhaa pohjaksi otettua projektia joudutaan muokkaamaan useampaan otteeseen. Yleisempää on kuitenkin kerätä parhaimpia käytäntöjä sisältäviä toteutuneita projekteja ja koota niistä yksi kokonaisuus. Tämä on varsinkin pääsuunnittelijalle äärimmäisen



haastavaa, vanhojen projektien ratkaisut voivat olla hyvin erilaisia. Standardit, turvallisuussäädökset, yrityksen suunnittelukäytännöt ja -säännöt sekä varsinkin tuotekehitystoimet voivat olla täysin eri aikakausilta, jolloin ensimmäinen tehtävä projektin luomisen jälkeen on yhdenmukaistaa hallitusti kaikki osa-alueet. Kun tämä tehdään useisiin erityyppisiin dokumentteihin, puhutaan kymmenistä tai jopa sadoista työtunneista.

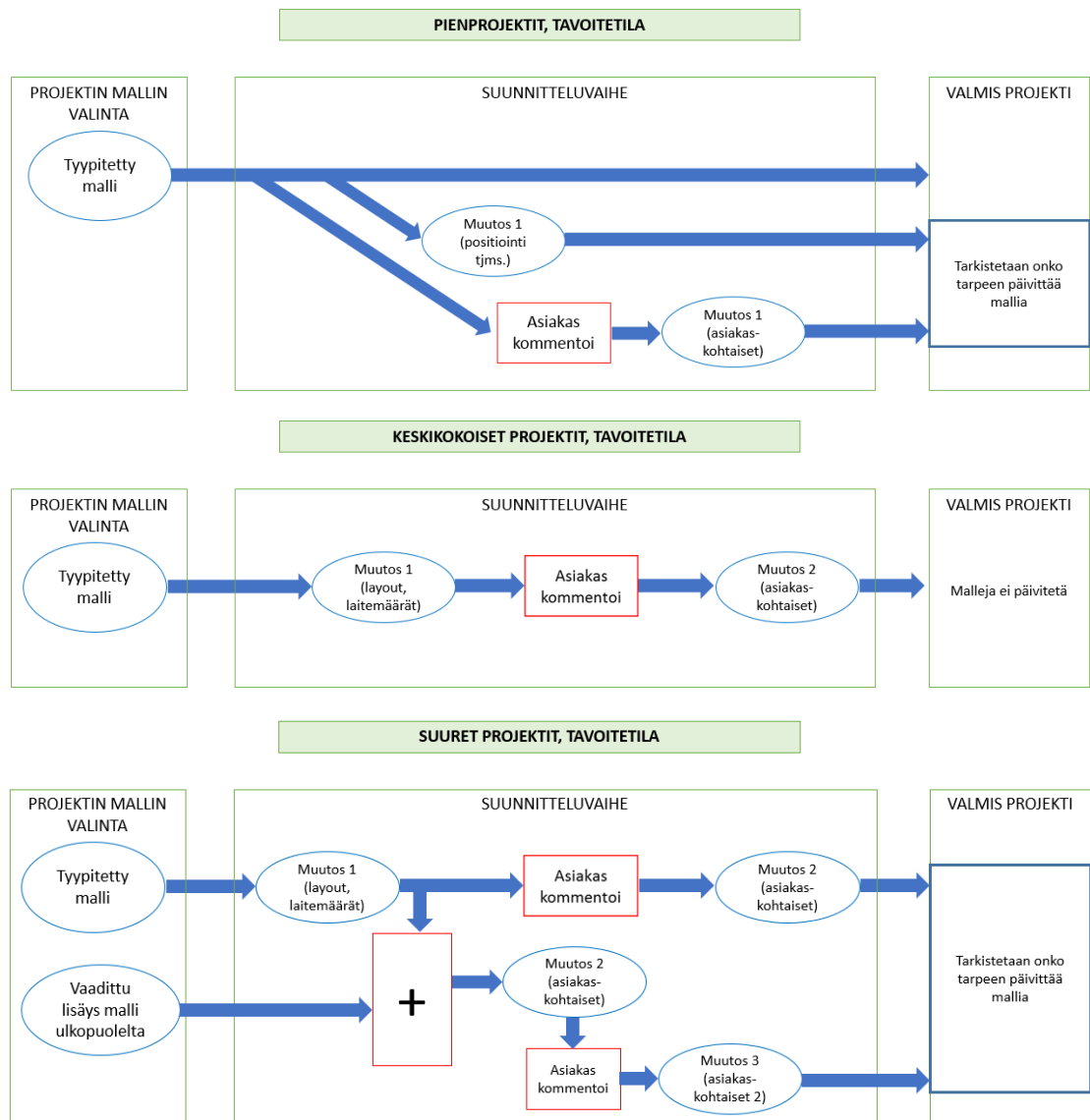
Näitä erilaisia toimintatapoja tutkiessa huomattiin, että malliajatus oli ollut jossain taustalla, mutta sen käyttäminen ja ylläpito olivat rapautuneet. Tästä ja teemahaastatteluiden kehitysnäkemyksistä muodostui ajatus mallikirjastosta enemminkin kokonaisuutena kuin yksittäisinä palasina. Uuden mallikirjaston pääajatuksiksi muodostui mallintaa prosessijärjestelmien koko suunnittelulaajuus, josta palasia lohkomalla saisi tarvittavat mallit myös pienprojekteihin. Tämä on tärkeää siksi, että vaikka pienten projektien projektikohtainen työmäärä ei ole suuri, kertyy niistä volyymin vuoksi merkittävä osa suunnitteluun käytetyistä tunneista. Kuviossa 22 on kuvattu mallin rakenne, prosessijärjestelmät on nidottu yhden projektin alle mahdollisimman suurena kokonaisuutena. Tämän kokonaisuuden sisällä osaprosessit on jaettu niin, että ne voidaan jakaa tarpeen mukaan joko osaprosesseihin tai vaikka laitetasolle asti. Tällä ajatuksella haetaan samankaltaista modulaarisuutta kuin tällä hetkellä on jo olemassa paperikoneen osalta, eli kokonainen tuote voidaan rakentaa yksittäisistä palikoista.



Kuvio 22. Mallikirjaston rakenne

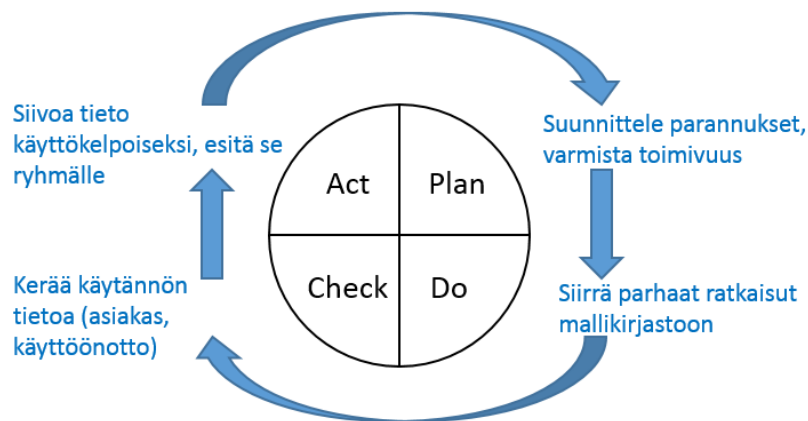
Suuren yhden mallin rakentaminen voi vaikuttaa liian raskaalta toimelta, mutta yhden kokonaisuuden ylläpitäminen tekee siitä lopulta helpommin ymmärrettävän ylläpidettävän. Useiden mallien kokoelmalla on taipumus pirstoutua ajan saatossa.

Kokonaisuuden suunnittelu tulee tehdä järjestelmällisesti ja askeleittain. Vaikka kirjaston rakentaminen on tehtävä harkiten, ei sen tekemiseen saa käyttää liiaksi aikaa. Muutoin sisältö voi muuttua jo sen tekovaiheessa ja jos työ ei ole jatkuvaa, innostus ja panostus sen tekemiseen laimenee. Liitteessä 10 kuvataan mallikirjaston kehitystyötä tarkemmin. Kuviossa 23 on esitelty uuden mallikirjaston käytön tavoitetilaa (vrt. kuviot 19-21).



Kuvio 23. Mallikirjaston käytön tavoitetilat.

Mallikirjaston ylläpito perustuu kentältä ja asiakkailta saatuun palautteeseen ja sen käsittelyyn. Siten tuotekehitystä tapahtuu mallien kautta. Tällaisessa toimintatavassa mallit kehittyvät vuosien varrella parhaiden käytäntöjen keinoin. Kuviossa 23 on lisäksi esitetty valmiiden projektien onnistuneiden ratkaisujen siirtäminen malleihin. Koneuusintaprojektien kohdalla sitä ei ole suotavaa tehdä, niiden ratkaisut ovat usein projektikohtaisia. Tärkeintä on, että kehitystä ylläpidetään jatkuvasta, mutta malleja ei kuitenkaan muokata harkitsematta. Kuviossa 24 mallikirjaston kehitystyön askeleet on esitetty Demingin PDCA-ympyrän muodossa.



Kuvio 24. Mallikirjaston ylläpito.

Tässä esitellyssä mallin rakentamisessa on jo käytetty hyödyksi prosessisuunnittelun osaamista, ja olisikin välttämätöntä kehittää sama malli myös prosessisuunnittelussa. Ongelmaksi muodostuu yhteisen suunnittelujärjestelmän käyttö, mutta automaatio-suunnittelussa käyttöönotetun suunnittelujärjestelmä CADSin myötä tämä saattaa tulevaisuudessa olla mahdollista. Kuten kappaleessa 5.1.3 OPPI-materiaalia tutkiessa todettiin, kaikkia palvelevan järjestelmän opettelu ja käyttöönotto ovat äärimmäisen vaativa tehtävä.

Ilmajärjestelmien suunnittelun on mahdollista käyttää malliratkaisuja pohjana omalle kirjastolleen. Toiminnallisilla muutoksilla he pystyvät tekemään oman mallikirjastonsa yhteiseen suunnittelujärjestelmä CADSiin. Tämä edesauttaa yhteistä tiedonsiirtoa

ja ennen kaikkea yhdenmukaistaa koko Valmetin tuottamaa dokumentaatiota. Myös Ilmajärjestelmien suunnittelun on mahdollista käyttää malliratkaisuja pohjana omalle kirjastolleen. Toiminnallisilla muutoksilla he pystyvät tekemään oman mallikirjaston yhteiseen suunnittelujärjestelmä CADSiin. Tämä edesauttaisi yhteistä tiedonsiirtoa eri suunnitteluryhmien rajapinnoissa. Ennen kaikkea se yhdenmukaistaisi koko Valmetin tuottamaa dokumentaatiota.

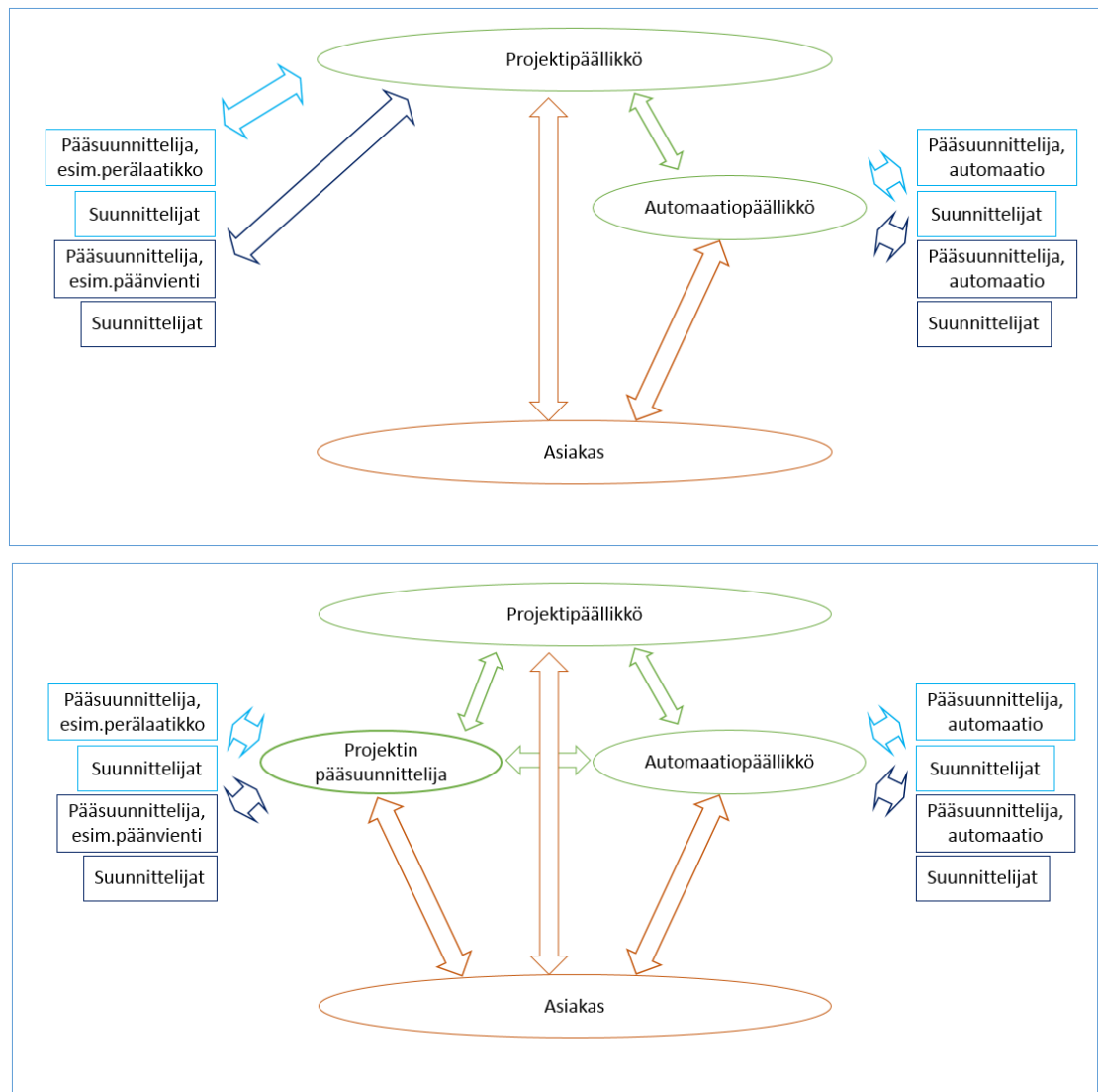
## 6.2 Tulevaisuuden kehityskohteet

Laajan mallikirjaston lisäksi tutkimuskehitystyössä tuli esille useita muita suunnittelun tehostamiseen keskittyviä kehitysmahdollisuuksia. Näitä olivat pienempimuotoiset asiakaskyselylomakkeet ja lisäykset ohjeistukseen, mutta myös laajempia kokonaisuuksia, kuten prosessisuunnittelun ja automaatiosuunnittelun työnjaon selkeyttäminen sekä uusi pääsuunnittelijarooli.

### 6.2.1 Projektien suunnittelun pääsuunnittelija

Kuten kappaleessa 1.3.2 esitetyssä kuviossa 2 havainnollistettiin, Valmetin projekteissa on projektipäällikön alaisuudessa joukko suunnittelijoita ja pääsuunnittelijoita, sekä linjaprojekteissa automaatiopäällikkö. Automaatiopäällikkö pitää huolen automaatiosuunnittelusta, mutta muut rakenneryhmät jäävät vaille yhtenäistä valvontaa. Tämä johtuu Valmetin tiukan standardoidusta tuotteesta, pääsuunnittelijat ovat oman alansa asiantuntijoita ja ratkaisut ovat usein standardeihin pohjautuvia. Ammattitaitoa käytetään ratkaisujen soveltamiseen sekä tuotekehittelyyn, ja kun suunnittelu on vakaalla pohjalla, ei sitä tarvitse normaalisti valvoa. Ongelmia saattaa kuitenkin tulla siinä vaiheessa, kun suunnittelijat eläköityvät ja tilalle tulee nuori kokematon sukupolvi tai kohdalle osuu erittäin haastava projekti, jossa standardiratkaisut eivät tuota riittävää tulosta. Silloin olisi tarvetta projektin pääsuunnittelijalle, joka on vastuussa koko projektin suunnittelutoiminnasta. Nimike voisi olla myös projektin suunnittelupäällikkö, jos pääsuunnittelijan nimike aiheuttaisi sekaannusta. Jokaisen rakenneryhmän pääsuunnittelija olisi toki edelleen vastuussa omasta suunnittelualueestaan aivan kuten tähänkin asti. Projektin pääsuunnittelija pitäisi huolen, että dokumentit toimitetaan ajallaan, että suunnittelijoiden välinen tiedonsiirto toimii ja samalla hän olisi asiakkaan suuntaan ensimmäinen yhteyshenkilö suunnitteluun liit-

tyvissä asioissa. Hänellä ei kuitenkaan olisi automaatiopäällikön kanssa päällekkäisiä toimintoja, vaan he toimisivat hierarkkisesti samalla tasolla, projektipäällikölle raportoiden ja pääsuunnittelijoihin ja suunnittelijoihin yhteyttä pitäen. Jos asiakkaalle ei olisi tietoa kehen ottaa yhteyttä, he voisivat ensin ottaa yhteyttä projektin pääsuunnittelijaan joka automaatioasioissa siirtäisi yhteydenpidon automaatiopäällikölle. Kuviossa 25 on esitetty yksinkertaistettuna nykyinen tiedonkulkuvirta ja sama projektin pääsuunnittelijan vakanssilla lisättynä.



Kuvio 25. Projektin suunnittelijahierarkia, nyt ja uusi ehdotus.

Vakanssin ei olisi tarkoitus aluksi olla kokopäiväinen, eikä siihen palkattaisi ketään ulkopuolista. Tehtävä olisi kokeiluluonteinen vuoden 2018 ajan, jonka lopussa vakanssin perustamisesta tai siitä luopumisesta tehtäisi lopullinen päätös. Projektin

pääsuunnittelijaksi voisi ryhtyä kuka tahansa asiasta kiinnostunut ja riittävää laajakatseisuutta omaava pääsuunnittelija. Vakanssi olisi erinomainen paikka laajentaa omaa osaamistaan ja tietouttaan muiden rakenneryhmiensä ja suunnitteluosastojen toiminnoista, sekä paperikoneteknologiasta ylipäätään.

### 6.2.2 Prosessijärjestelmien suunnittelun roolien selkeyttäminen

Linjaprojekteissa sekä prosessisuunnittelulla että automaatio suunnittelulla on oma selkeä roolinsa, kummankin työpanos on tarpeellinen ja työnjako on kohtuullisen selkeä. Suunnitteluosastojen välillä tehdään projektien aikana yhteistyötä ja työnjako yleensä hoituu mallikkaasti. Ongelmia kuitenkin saattaa ilmetä, jos prosessisuunnittelija ja automaatio suunnittelija eivät ole tehneet aiemmin projekteja keskenään. Tuloksena saattaa olla päällekkäistä työtä, puuttuvaa suunnittelua kun kumpikin osapuoli olettaa toisen tekevät suunnittelun, väärää informaatiota ja viivästyksiä dokumenttitoimituksissa.

Työnjaosta on tehty kuluneina vuosina erilaisia esityksiä, myös vuonna 2017 on tehty sangen kattava esitys prosessisuunnittelun ja automaatio suunnittelun työn jakamisesta. Asian loppuun saattamiseksi on kuitenkin vaikea löytää yhteistä aikaa, kun jatkuvasti on eri vaiheessa menossa olevia projekteja. Helpoin ratkaisu tähän ongelmaan on tehdä muutoksia pienin askelin, eikä yrittää muuttaa koko konseptia. Koska automaatio suunnittelu ja prosessisuunnittelu ovat toisistaan riippuvaisia, on luonnollista lisätä dialogia osastojen kesken. Yhteisiä projektikatselmuksia ei juurikaan järjestetä, vaan ne tapahtuvat lähinnä suunnittelijoiden oman tarpeen mukaan. Tällaisen käytännön vallitessa tiedonkulku jää kiireessä vaillinaiseksi. Eräs ongelma katselmusten järjestämisessä liittyy projektiorganisaation rakenteeseen, ei ole olemassa henkilöä ja kutsuisi tekijät koolle eri suunnitteluosastojen välillä. Ratkaisuna ongelmaan on kappaleessa 6.2.1 esitetty projektin pääsuunnittelija, joka ottaisi ohjat käsiinsä epäselvissä tapauksissa. Pienemmissä projekteissa pääsuunnittelija voisi olla joko automaation tai prosessisuunnittelun pääsuunnittelija, joka tekisi omaa suunnittelutyötään ja sen lisäksi määrittäisi kenen tehtäväksi mikin dokumentti kuuluu. Hänen vastuullaan jäisi pitää huolen, että kaikki dokumentit tulevat tehtyä ja toimitetuiksi asiakkaalle. Tehtävää on havainnollistettu liitteessä 11.

Työnjaon ongelmiin kuuluu olennaisena osana yhteiset dokumentit, joita voi tehdä sekä automaatio suunnittelu että prosessisuunnittelu. Selkein tällainen dokumentti on prosessisuunnittelun tekemä prosessikuvaus ja automaatio suunnittelun tekemä toimintakuvaus. Tältä osin tehtäviä voidaan jakaa tekemällä jokaisesta prosessi-alueesta yhteistyössä yksi kattava dokumentti, joka toimii perusdokumenttina koko prosessialueelle ja siten voi olla osana mallikirjastoa. Haastatteluissa tuli hyvin esille, että nykyinen erillinen prosessikuvaus on sisällöltään puutteellinen ja liian yleisellä tasolla asioista kertova. Automaatio suunnittelun vastaava taas ei ota kantaa prosessiin riittävästi, joten näiden yhdistäminen ratkaisisi ongelman. Toinen hieman helpommin hallittavissa oleva dokumentti on moottoriluettelo. Sen voi täyttää sekä prosessisuunnittelu että automaatio suunnittelu, mutta vaatii yhteisen katselmuksen. Vastuullisen tekijän nimeäminen ja katselmuksen järjestäminen jäisi projektin pääsuunnittelijan tehtäväksi.

Tällaiselle proseduurille ei olisi tarvetta, jos käytössä olisi yhteinen suunnittelujärjestelmä.

### 6.2.3 Muut kehityskohteet ja -ehdotukset

Suunnittelutoiminnasta nousi työn edetessä esille joitakin epäkohtia, joita täsmen-  
tämällä ja kehittämällä suunnittelun laatua ja ajankäyttöä on mahdollista tehostaa. Karkeasti jaoteltuna kehitysehdotusten kohteet ovat seuraavat

- lähtötietojen paikkansapitävyys ja oikea-aikaisuus
- ajankäytön ja resurssien visualisointi
- rajapintojen täsmennys, yhteistyö muiden automaatio suunnitteluryhmien kanssa
- yhteiset suunnittelu ympäristöt ja tietojen tallennuspaikat
- prosessiautomaatio suunnittelun tehtävistä maininta Valmetin sisäiseen materiaaliin
- laitetöimitusten, kuten jauhimien, Kiinan ja Suomen välisten toimintojen selkeyttäminen

- henkilöstön osaaminen; erikoisosaaminen ja moniosaaminen
- kyselykäytäntö asiakkaalle projektin jälkeen, tarkemmin dokumentaatioon liittyen
- palauteprosessi käyttöönoton ja suunnittelun välillä osaksi normaalia projektityötä.

Lähtötietojen hankintaan on parhaana keinona tietojen kysyminen suoraan asiakkaalta. Ilman tarkkoja lähtötietoja voidaan projekti toteuttaa hyvinkin pitkälle pelkätään sopimuksen teknisen osan perusteella, mutta lopputulos ei välttämättä vastaa asiakkaan käsitystä lopputuloksesta. Eräs puute on ollut ajotapaneuvottelujen puute, niitä ei järjestetä kaikissa projekteissa. Kustannusten vähentämiseksi ne voidaan tarvittaessa pitää puhelinneuvotteluina, jos asialista on lyhyt. Vaikka paperikone itsessään on täysin Valmetin osaamista ja vastuulla, liittyy siihen paljon asiakkaan apulaitteita ja -prosesseja, joihin heillä on enemmän tietämystä ja kokemusta. Ajotapaneuvottelu olisi hyvä pitää projektin alkuvaiheessa ja siihen osallistuisi sekä prosessi- että automaatio-suunnittelu, lisäksi teknologi voisi tukea erityisen teknisissä asioissa. Neuvottelussa sovitut asiat tulisi ehdottomasti kirjoittaa palaveripöytäkirjaan, joka jaettaisiin jokaiselle projektiin osallistuvalla. Jos projekti toteutetaan sovitun mukaisesti, voidaan välttää myöhemmin esille nousevat asiakkaan muutosvaateet ja toisaalta kaikki tieto on heti suunnittelijoiden käytössä.

Ajankäytön visualisointiin on olemassa kaksi tapaa, fyysinen valkotaulu tai sähköinen visualisointisovellus. Nyt Rautpohjassa on käytössä tärkeimpiin dokumenttitoimituksiin, testauksiin ja käyttöönottoihin keskittyvä viikkokohtainen taulu automaatio-suunnittelulle. Tauluun kirjoitetaan eri värein suunnittelijoiden tehtävät, värillä kategorisoidaan tehtävät kiireellisyyden perusteella. Sen etuna on helppo käytettävyys ja lähes rajaton muokattavuus. Taulu ei kuitenkaan ole nähtävillä kuin Rautpohjan suunnittelijoille, sen rinnalle olisi tuotava sähköinen versio johon koko suunnitteluryhmä pääsisi käsiksi ja se sisältäisi kaikkien tehtävät. Samalla ryhmäpäällikkö näkisi yhdellä silmäyksellä suunnitteluryhmän todellisen kuormitustilanteen. Markkinoilla on lukuisia ohjelmistoja joilla tehtäväluetteloita ja aikatauluja voi jakaa sähköisesti. Tällaisia ohjelmia ovat esimerkiksi Shore Labs:n Kanban Tool ja Servicenow:n Visual



Task Board, joiden opettelu olisi jokaiselle suunnittelijalle melko työlästä. Näiden lisäksi on olemassa Microsoft Office365-työkaluihin kuuluva Sharepoint-sovellus, jonka avulla on mahdollista jakaa Excel-taulukkoja käyttäjien kesken. Tähän taulukkoon voi tehdä minkä tahansa näköisen päivä-, viikko- tai kuukausinäkömään, johon jokainen suunnittelija käy merkitsemässä omat tehtävänsä. Ryhmäpäällikkö voi kirjata valmiiksi projektien alkamisajankohdat ja muut hänen tiedossaan olevat tehtävät, jolloin taulukkoon alkaa muodostua selkeä näkömää suunnittelijoiden ajankäytöstä. Taulukkoon voidaan linkittää Visual Basic-ohjelmointikielen tai tallennettavien makrojen avulla tietoa muista taulukoista. Koska suunnittelulla on käytössä oma projektien seurantataulukonsa, voisi siitä siirtää automaattisesti uuteen tehtävätaulukoon tietyt suunnittelun kannalta merkittävät asiat. Tehtävämerkintöjä olisivat esimerkiksi projektin aloitus, dokumenttien toimituspäivämäärät, sekä testaus- ja käyttöönottoajankohdat. Näin yhtä jo nykyisin ylläpidettävää taulukkoa hyväksikäyttämällä voitaisi sen tietoja hakemalla generoida visuaalisen tehtäväluettelon. Aiheesta tehtiin kevään 2017 aikana pilottiversio suunnitteluryhmän käyttämään Microsoft Office 365-ohjelmiston OneNote-työkaluun. OneNoten suunnittelun päiväkirjaan liitettiin yhdeksi välilehdeksi tehtäväluettelo (ks. kuvio 26), jota oli mahdollista editoida käsin Excel-taulukkolaskentaohjelmalla.

Viikko	32	33	34	35	36	37	38
Projekt	Stanger Pro1	Stanger Pro1		Stanger Pro1		Celesia	
Tehtävä	Loppudokumentaatio valmiiksi, jos asiakkaalta saadaan postit	Ohjaukotelot (Rexroth) testattavana Installa		Loppudokumentaatio (AUT/PROS) asiakkaalle		Mootoriluettelo	
Tekijä	P.Janhonen	?		P.Janhonen / J.Heinonen		P. Janhonen	
Projekt			Asai Paper 2*Pro3	Asai Paper 2*Pro3	Asai Paper 2*Pro3	Mirra Papier	
Tehtävä			Ohjaukotelot (Beckhoff) testattavana Installa	Ohjaukotelot (Beckhoff) testattavana Installa	Ohjaukotelot (Beckhoff) testattavana Installa	Ohjaukotelot (Beckhoff) testaus	
Tekijä			?	J. Aronen	J. Aronen	H.Turunen	
Projekt			GPBrewton			Kanf Petroleum Pro1	
Tehtävä							
Tekijä			Tehdas käynti V. Pätinen			Käyttöönotto, automaatio H. Vesala	
Projekt							
Tehtävä							
Tekijä							
Projekt							
Tehtävä							
Tekijä							
Loma, vapaa	Vesa	Pasi, Timo	Pasi, Timo	Pasi (toimistolla mahd.pari päivää)	Pasi		

Värikoodaus:

keltainen = aikataulussa

vihreä = tehty

oranssi = huomioonotettavaa; mahdollinen viivästys, aikataulu epäselvä tai peruuntuminen

punainen = kriittinen tila, myöhästymisen tai vaikea tehtävä suoritaa

Kuvio 26. Suunnittelun tehtäväluettelo OneNote-ohjelmassa.

Testaus onnistui osittain, ryhmän jäsenet pystyivät muokkaamaan taulukkoa ja tietoa pystyttiin vaihtamaan reaaliajassa. Taulukkoa on tällaisenaan turhan hankala muokata, se vaatii ehdottomasti automatiikkaa. Samanlaisen taulukon käyttö Sharepointissa olisi tehokkaampaa, koska sen avulla taulukkoa voi katsella ja muokata suoraan internet-selaimella.

Yksi toistuvasti esille tuleva epäkohta vaikuttaisi olevan yhteistyön puute paperikoneen koneohjausryhmän kanssa, vaikka yhteisiä rajapintoja on paljon lähes jokaisessa projektissa ja suunnittelijat työskentelevät osittain samoissa työtiloissa. Ongelma juontuu aikaan, jolloin massaosaston suunnittelua tehtiin Valkeakoskella ja muita prosessijärjestelmiä suunniteltiin lähinnä vain prosessisuunnittelun toimesta. Yhteistä työkuultuuria ja toimintatapaa ei ole vielä ehtinyt syntyä ja suunnittelijat ovat tehneet yhteistyötä vain automaatiopäälliköiden toimiessa välikätenä pakollisissa kysymyksissä. Automaatiopäälliköt voisivat kannustaa yhteistyöhön useamminkin ja varsinkin projektien alkuvaiheessa. Rajapintoja löytyy useita, joita ovat esimerkiksi paperikoneen määrässä päässä perälaatikon alueella, koko koneen osalta koneenaluspulperien yhteydessä, ilmajärjestelmät kuivausosalla ja jälkikuivausosalla sekä kemikaalijärjestelmät koneen päällystysasemissa ja määrässä päässä. Yksinkertaisimmillaan yhteistyö kuuluisi ottaa esille projektien automaatiokatselmuksissa, joissa suunnittelijat tapaavat toisiaan. Tietyt perusasiat ovat aina samoja ja vaativat loppuun asti toteutettuna yhteistyötä, ja siten ne voidaan ottaa esille heti projektin alussa. Projekteista olisi tarpeellista kerätä tietyt yhteiset rajapinnat, joiden olemassaolon projektissa voitaisi todeta joko olevan tai puuttuvan. Tällainen rasti ruutuun-periaatteella tehtävä nopea kysely pakottaisi suunnittelijat ainakin kertaalleen miettimään asiaa ja samalla se ohjaisi suunnittelijat keskustelemaan aiheesta.

Eräs suunnittelua hidastava tai jopa haittaava tekijä on muiden suunnitteluosastojen dokumenttien saavutettavuus. Käytettävissä oleva dokumenttien hallintajärjestelmä Sovelia pitää sisällään osan dokumenteista, mutta ei kaikkea. Samoin projektien dokumenttilähetyskannat ja verkkokansiot pitävät sisällään osan dokumenteista. Työversiot ja esimerkiksi vanhat dokumenttiversiot ovat kuitenkin hankalasti saatavilla ja niitä voi joutua pyytämään ko. alueen suunnittelijalta joka etsii tiedoston omalta tie-

tokoneeltaan. Projekteja varten olisi tarpeen perustaa oma verkkoasema jonne luotaisi yhteistuumin projektikohtainen hakemistorakenne. Tuonne hakemistorakenteesseen jokainen suunnittelija tallentaisi omat suunnittelunaikaiset dokumenttinsa ja veisi sinne suunnittelua tukevia tiedostoja. Kaikilla olisi vapaa pääsy mihin tahansa hakemistoon. Tämä pitäisi kaikki suunnittelijat ajan tasalla dokumenttien viimeisimmistä revisioista, eikä niitä tarvitsisi kysellä aina erikseen. Ongelmatilanteissa verkkokansioista olisi helppo löytää halutut dokumentit kenen tahansa toimesta. Niiden alkuperäinen suunnittelija saattaa olla tavoittamattomissa tai muissa tehtävissä, jolloin ulkopuolisenkin pitäisi pystyä etsimään projektin suunnitteluvaiheen tietoja. Jos tällainen kaikille yhteinen verkkohakemistorakenne osoittautuu liian vaikeaksi ja hintavaksi toimenpiteeksi, voisi asiaa lähestyä kevyemmin keräämällä kaikki asiakkaille lähetetty aineiston yhteen paikkaan. Sen järjestäminen jatkossa lisääntyvän kiinasuunnittelun kanssa voi olla vaikeaa, olisi suunniteltava sähköinen dokumenttihanke tai muu vastaava, jossa asiakasdokumentaatio olisi koottuna. Toisaalta sen auttaisi juuri kiinasuunnittelun dokumenttien löytymistä, nyt tietoja pitää kysyä sähköpostitse usealta henkilöltä ja aikavasteet ovat päivistä jopa viikkoihin.

Valmetin suunnittelussa on havaittavissa suurelle organisaatiolle tyypillistä erikoistumista, jossa suunnittelijat ajautuvat tekemään hieman kapea-alaisesti työtään, koska projektien toteutus vaatii heiltä tiettyjä samankaltaisia tehtäviä. Tällainen toimintatapa hidastaa suunnittelijoiden tietoutta ja oppimista koko paperikoneen ja sen apuprosessien toiminnasta. Valmetin automaatio-osastolla kannustetaan kyllä tehtäväkiertoa, mutta silloin työntekijä joutuu vaihtamaan tehtävänsä, mikä voi olla monelle liian suuri kynnyksen. Tehtäväkiertoa voisi järjestää määräaikaista. Lyhytkin aika eri suunnittelutehtävissä toisi laajempaa näkemystä kokonaisuutta ajatellen. Nyt samaa tehdään Valmetin Suomen ja Kiinan konttoreiden välillä, mutta samalla ajatuksella sitä voitaisi tehdä Suomessa yksiköiden sisällä.

Laitetoimitusten osalta on ollut välillä epätietoisuutta automaation laitteiston koonpanon ja laitteiden tilausten kanssa. Varsinkin uusilla työntekijöillä on ollut vaikeuksia hahmottaa mitä heidän osuuteensa kuuluu ja kuinka asiat käytännössä tehdään. Toimitettavia laitteita on kuitenkin vain muutamia, joten niistä olisi melko vai-

vatonta koostaa tehtäväluettelot joissa näkyisi jokaisen tehtävä ja sen aikataulus. Aikataulut ovat melko yhteneväisiä projektista riippumatta, joten yleispätevä ohjeistus olisi riittävä. Jauhimien osalta kiina valmistuksen yhteistyö ja työnjako selkiytettävä ja selvitetävä kaikille, niin suunnittelussa kuin valmistuksessakin. Siinä tärkeintä ovat aikataulu ja toimitusrajat, ne olisi syytä käydä kiinan yksikön kanssa läpi niin, että kumpikin osapuoli ymmärtää toistensa tarpeet. Kiinan osalta tarve on kokoonpanna ja valmistaa laitteet omassa aikataulussa, Suomessa tehtävässä suunnittelussa yritetään pysytellä projektin vaatimassa aikataulussa. Tätä voisi helpottaa tekemällä automaatiosuunnittelussa yleispätevät kappaleessa 6.1.1 käsitellyt mallit, jotka tässä tapauksessa olisi tehty erityisesti valmistusta silmällä pitäen. Laittevariaatioita ei ole niin paljoa, että niiden mallien ylläpitäminen muodostuisi ongelmaksi. Projektin alkamissa mallidokumentit voisi toimittaa kiina valmistukselle projektin alkamisesta parin viikon kuluessa, kun laitetiedot ovat varmistuneet. Tämän mallidokumentaation lisäksi myöhemmin toimitettaisiin erilliset täydentävät tiedot, jotka liitettäisiin mallidokumentaatioon laitteiden kokoonpanovaiheessa. Mallidokumentaatio sisältäisi kaikki pitkän toimitusajan vaativat komponentit ja täydentävissä tiedoissa annettaisiin tarkemmat spesifikaatiot asiakaskohtaisille tarpeille, kuten laitekilville. Näin projektin ei tarvitsisi odottaa pitkien toimitusaikojen vaatimia komponentteja.

Viimeisenä kehitysehdotuksena on suunnittelun tehostamista edistävä palautteen kerääminen ja käsittely. Tämä voidaan jakaa kahteen alakohtaan; asiakaspalautteeseen ja sisäiseen projektipalautteeseen. Valmetilla on asiakkaan suuntaan tyytyväisyyskyselyjä, joista työntekijöille informoidaan asiakastyytyväisyysarvosanoilla. Suunnittelijat kaipaavat spesifisempää tietoa, jota ei ole saatavilla oikeastaan kuin Valmetin sisäisen palautekanavan kautta. Tuo palautekanava ei ainakaan vielä tällä hetkellä palvele käyttöönoton ja suunnittelun välistä vuoropuhelua. Sen vuoksi projektityön päätteeksi Valmetilla voisi olla asiakkaalle normaalien mielipidekysymysten lisäksi omat kysymyksensä dokumentointiin ja suunnitteluun liittyviin asioihin. Näin tarpeellisten dokumenttien ja niiden sisällön haarukoiminen saisivat selkeää konkretiaa. Projektipäällikkö ja automaatiopäällikkö voisivat koostaa projektikohtaisesti vastaukset, jotka välitettäisiin suunnitteluryhmien esimiehille. Esimiehet voisivat referoida ja kerätä tärkeimmät huomiot ja esitellä ne suunnitteluryhmälle esimerkiksi pari kertaa vuodessa. Näistä pääkohdista keskusteltaisiin yhdessä pääsuunnittelijoiden

kanssa ja keskustelun lopputulemana olisi parhaimmillaan paremmin asiakasta ja omaa suunnittelua tukevaa dokumentaatiota. Sisäisessä palautteessa tärkeimmäksi osoittautui myös teemahaastattelujen perusteella suunnittelun sisällön lopullinen soveltuvuus käyvässä laitoksessa. Käyttöönotto-osasto toimii itsenäisesti ja jos automaattiosuunnittelija ei ole työmaalla, saa hän vain harvoin palautetta suunnittelun laadusta ja tehtyjen ratkaisujen toimivuudesta. Käyttöönoton ja suunnittelun välillä ei ole jatkuvaa tiedonvaihtoa. Haastatteluissa ilmeni, että aina ei ole tiedossa ovatko suunnitellut ratkaisut siirtyneet lopulliseen toteutukseen. Suunnittelijan jalkauttaminen työmaalle olisi paras vaihtoehto, mutta se on kallista ja sitoo suunnittelijan täysin irti muusta projektityöstä. Haastateltavat olivat periaatteessa kiinnostuneita käyttöönottoehtävistä, mutta ajankäytöllisesti se koettiin haastavaksi. Palautetta kannattaisi kerätä aktiivisesti käyttöönottajilta, prosessijärjestelmien suunnittelu voisi koostaa yksinkertaisen palautelomakkeen johon käyttöönottajat kommentoisivat lyhyesti ranskalaisin viivoin vastaukset. Sisältönä olisivat dokumentaation paikkansapitävyys, laitteiden toiminnat, prosessin hyvyys, työmaalla tehdyt pakolliset muutokset ja niiden syyt, prosessin ja laitteiden hienoviritys johon voisi valmistautua jo suunnitteluvaiheessa, sekä muut kehitysehdotukset. Tämän palautteen jakaminen voisi kulkea käyttöönotosta suunnitteluryhmien esimiehille, jotka jakaisivat ne projektien pääsuunnittelijoiden kesken. Pääsuunnittelijat arvioisivat palautteet ja harkiten siirtäisivät parhaat ehdotukset käytäntöön.

## **7 Pohdinta ja johtopäätökset**

Opinnäytetyön taustatiedon kartoituksessa käytetyt menetelmän olivat teemahaastattelut, soveltava monitapaustutkimus toteutuneiden projektin tiedonkeruussa, aiemmin tehtyjen tutkimusten vertailu sekä havainnointi työssä.

Teemahaastattelut olivat oivallinen keino lisätä tietoutta opinnäytetyön alkuvaiheessa, kun työympäristö oli vielä hieman vieras. Otanta oli noin kolmasosa koko ryhmän suuruudesta, joten sen voidaan todeta olevan riittävä. Samoin haastateltavien erilaiset toimenkuvat ja taustat varmistivat, etteivät vastaukset olleet muovautuneet kollektiivisiksi mielipiteiksi. Haastatteluiden ja niiden analysoinnin jokainen vaihe dokumentoitiin. Ainoa heikkous haastatteluissa oli haastattelijan kokemattomuus sekä

haastattelijana että työntekijänä kyseisessä suunnittelutoiminnassa työn alkuvaiheessa. Tämän vuoksi ensimmäisissä haastatteluissa ei noussut esiin kaikkia tarpeellisia asioita ja tarkentavia lisäkysymyksiä piti esittää myöhemmin haastattelun ulkopuolella. Vaikka vastauksissa näkyy eri mielipiteitä, oli niissä riittävästi samankaltaisuutta, että yleistyksiä oli turvallista tehdä. Kootun materiaalin sisältöanalyysissä ei esiintynyt paljoa ristiriitaisuuksia, ne harvat liittyivät enemmän teknisiin yksityiskohhtiin kuin periaatteellisiin probleemiin.

Aiemmin tehdyt tutkimukset oli valikoitu niiden sisällön ja kohteen mukaan. Tavoitteena oli löytää sellaisia tutkimuksia, joissa on otettu kantaa myös suunnittelutoimintaan ja että tutkimusmenetelmät olivat Lean-ajatukseen liittyviä. Valitut tutkimukset täyttivät nämä kriteerit ja ne olivat lopulta muuten onnistuneita, mutta kumpikaan ei sisältänyt kehitystoimien käyttöönottoa ja mittaamista. Tutkimuksista ei löytynyt kehittämistutkimuksen kannalta kokonaan uusia ajatuksia, mutta ne alleviivasivat ja vahvistivat muiden menetelmien tuloksia.

Sovellettu monitapaustutkimus antoi hyvän poikkileikkauksen toteutuneista projekteista, mutta muuten sen käyttö oli ristiriitainen kokemus. Oma kokemus projekteista ei ollut tutkimuksen alkuvaiheessa riittävän kattava otanta koko työtä ajatellen ja samalla tulosten luotettavuus oli vaarassa kärsiä. Ottamalla tutkimukseen sekä muiden pääsuunnittelijoiden, että omia suunnitteluprojekteja, oli tuloksien tarkastelu luotettavampaa. Oman työn kriittinen tarkastelu helpottui, kun samalla aikaa tulkittavana oli useiden henkilöiden vastuulla olleita projekteja. Pelkkiä numeroarvoja tutkimalla ja suunnittelijoiden kommentteja tulkitseamalla saatu informaatio sisälsi paljon tietoa, josta ei voinut tehdä pitkälle viettäviä johtopäätöksiä. Analyysin perusteella ääripäät kuitenkin erottuivat ja niitä pystyi käyttämään hyväksi mm. todistamalla toimivien mallien vaikutusta projektin suunnittelutuntimäärissä. Muutoin työvaiheet olivat vaivalloisia ja siihen käytettiin enemmän aikaa kuin muihin aineistonkeruumenetelmiin, joten menetelmän toteutus ei onnistunut aivan halutulla tavalla.

Havainnoinnin luotettavuutta työn alkupuolella on vaikea todistaa, sen sijaan taustatiedon lisääntyessä havainnointi muodosti tärkeän roolin johtopäätösten tekemis-

sä. Vaikka havaintoja dokumentoitiin, oli niiden suurin hyöty intuitiivisessa käytössä, kun jokin ongelma nousi muusta aineistosta kerätyistä analyyseistä esille.

Aihevalinta tuntui sen ideointi- ja valintavaiheessa kohtuullisen haastavalta mutta toteuttamiskelpoiselta. Aiheen laajuus ja avoimuus olivat kuitenkin miltei kohtalokkaita työn valmistumisen kannalta. Aihetta olisi ehdottomasti pitänyt rajata työn alkuvaiheessa, nyt työn tekeminen pitkittyi ja fokus oli kadota hetkittäin kokonaan. Työn loppuvaiheessa siihen käytetty aika kuitenkin palkittiin ja työ löysi lopullisen muotonsa. Tässä auttoi varmasti pitkä työkokemus eri teollisuusalojen suunnittelu- toiminnoista, joka antoi riittävästi kykyä keskittyä olennaiseen ja suhtautua kriittisesti analysoituun tietoon.

Aiheen lisäksi ongelmaksi muodostui aivan liian tiukaksi alun perin suunniteltu aikataulu. Siinä mukana pysyminen osoittautui hankalaksi heti alkuvaiheessa ja ensimmäiset viivästykset romuttivat koko työn aikataulun. Uusi väljempi aikataulutus olisi ollut syytä tehdä heti ja jatkaa työtä sen mukaisesti, nyt vanhaan aikatauluun tuli koko ajan enemmän jättämää mikä oli turhauttavaa.

Lean ja sen opit toimivat suunnitteluympäristössä ja toimistotyössä, tosin eivät täysin ongelmitta. Arvovirtakuvauksen tekeminen projektiluonteiseen työhön vaati paljon soveltamista ja yleistämisiä, eri toimintojen vaatimien aikajaksojen arvioiminen oli haastavaa. Hukan tunnistaminen oli sangen helppoa, mutta hukkalajien määrittämien tuntui hieman väkinäiseltä. Hukkalajeista odottaminen oli esiintymistiheydeltään merkittävin. Se ei ollut mikään ei ollut suuri yllätys ja kyseiseen hukkalajiin vaikuttamiseen löytyi korjaavia toimenpiteitä.

Aiemmin tehtyjä Valmetin sisäisiä kehitystutkimuksia tutkimalla huomattiin, että samoja asioita oli noussut esille vuonna aiemmissa tutkimuksissa 1990-luvulla ja vuonna 2012. Myös esille nousseet kehitysehdotukset olivat osittain samoja, joten olennainen kysymys olikin, ovatko kehitysehdotukset olleet toteuttamiskelpoisia. Todennäköisintä on, että ongelmat ovat niin perustavanlaatuisia suuren yrityksen suunnitteluympäristössä, että niiden ratkaisemiseen ei ole olemassa yksittäistä toimintatapoihin perustuvaa ratkaisua. Toisaalta myös matriisiorganisaatio luo omat haasteen-

sa, rajapintoja on vaikeampi hahmottaa ja niihin ei osata panostaa, jos vastuullista osapuolta ei ole erikseen määriteltynä.

Millaisia vaikutuksia kehitysehdotuksien toimilla olisi? Mallikirjaston vaikutus suunnittelun tehostamisessa voi onnistuessaan olla merkittävä. Toteutuneita projekteja tutkimalla huomattiin, että malliin perustuva automaatioperussuunnittelu voi säästää pienprojektissakin kymmeniä työtunteja verrattuna käsityönä räätälöityyn suunnitteluun. Lisäksi säästetty aika hyödyttää dokumentaatiota kaipaavaa laitevalmistusta ja asiakkaan suunnitteluorganisaatiota, jotka pystyvät optimoimaan oman ajankäyttönsä paremmin. Sidosryhmiä ajatellen mallikirjasto edesauttaa tarjousinsinöörien toimintaa tarjouslaskentavaiheessa. Yhdenmukainen suunnittelu on kustannuksiltaan tasaisempaa ja siten helpompaa hinnoitella, vaikka toimituslaajuudet vaihtelevat. Muut suunnitteluryhmät voivat suunnitella rajapinnassa olevat ratkaisut standardimaisesti ja kun suunnittelumateriaaliin tarvitsee tukeutua, on sen sisältö ja ulkoasu ennestään tuttua.

Vaikka kehitysehdotukset ovat kohdennettuja tutkitun ryhmän käyttötarkoitusta silmällä pitäen, ovat ne periaatteessa siirrettävissä myös muualle teollisuuden suunnittelutoimintaan. Malliajattelu ei ole mitään uutta, mutta sitä sovelletaan hyvin eri tavoin. Kappaleessa 6.1.1 on esitelty, miten Valmetin muut suunnitteluryhmät ja osastot voisivat hyötyä yhteisestä kirjastosta. Soveltaen sama on mahdollista esimerkiksi selluteollisuudessa ja voimalaitosteollisuudessa. Teollisuusprosessit pysyvät samankaltaisina vuodesta toiseen ja asiakkaalle tarjotaan omaan parhaaseen tietämykseen perustuvia standardiratkaisuja, jotka sopivat mallikirjastoajatteluun.

Vaikeuksien ja viivästysten jälkeen mieleen jäi kuitenkin oman osaamisen kehittyminen ja onnistuneet huomiot kehitysprosessista. Kehitysehdotusten eteenpäin vieminen ja jatkojalostus olisi ollut niin suuritöinen prosessi, että sen loppuun saattaminen olisi vastannut lähes uuden opinnäytetyön työmäärää. Sen vuoksi opinnäytetyön rajaaminen tähän vaiheeseen oli luonnollinen päätös tehdä. Vaikka työtä ei viety täysin käytännön tasolle, on sen tuloksista oletettavasti hyötyä myös työnantajalle. Jotkin työn ehdotuksista saivatkin myönteisen vastaanoton.



## Lähteet

Andersen Consulting, 1995. Stock Preparation/Recycled Fibre Division Sunds Defibrator, Order Pipeline Profit Improvement - Opportunity Assessment Final Report. Valkeakoski.

Aronen, J. 2012. Lean Six Sigma Green Belt projektiraportti - Perussuunnittelun läpimenoajan optimointi. Viitattu 7.8.2017. Valmet.

Automaatiopääsuunnittelija ja -päällikön roolit ja työtehtävät VSM. Valmet. Viitattu 23.8.2017.

Imai, M. 1997. Gemba kaizen : a commonsense, low-cost approach to management. New York: McGraw-Hill.

Interview with Masaaki Imai. 2015. Viitattu 21.5.2017.

<https://kim.kaizen.com/kimglobal/userfiles/File/gl/Interview-Masaaki-Imai-Jan-2015.pdf>

Learn Kaizen – Glossary. N.d. Kaizen Institute. Viitattu 21.5.2017.

<https://www.kaizen.com/learn-kaizen/glossary.html>

Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä : kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Tampere: Suomen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print.

Kananen, J. 2015. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Miten kirjoitan kehittämistutkimuksen vaihe vaiheelta. Tampere: Suomen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print.

Kananen, J. 2014. Laadullinen tutkimus opinnäytetyönä. Miten kirjoitan kvalitatiivisen opinnäytetyön vaihe vaiheelta. Tampere: Suomen Yliopistopaino Oy – Juvenes Print.

Kouri, I. 2010. Lean taskukirja. Helsinki: Teknologiainfo Teknova.

Liker, J. K. 2004. Toyotan tapaan. Helsinki: Readme.fi.

Liker, J. K. & Convis, G.L. 2012. Toyotan tapa Lean-johtamiseen – erinomaisuuden saavuttaminen ja ylläpito johtajuutta kehittämällä. Helsinki: Readme.fi.

Magnier, P. 2003. The Lean Enterprise Value Stream Mapping. Viitattu 9.8.2017. <http://www.nwlean.net/toolscd/vsm/4%20steps%20to%20vsm.pdf>

Metson historia. Artikkelit Metson sivustolla. Viitattu 2.3.2017. N.d.

<http://www.metso.com/fi/yritys/metso-yrityksena/historia/>

Modig, N. & Åhlström P. 2013. Tätä on Lean – ratkaisu tehokkuusparadoksiin. 3p. Tukholma: Rheologica Publishing.

Moisio, J. 2009. Lean toimintaperiaatteita ja työkaluja. PDF-julkaisu. Qualitas Fennica Oy.

Lean Office Overview – Improving Workflow and Efficiency in Administrative Processes. Quantum Associates, Inc. 2015. Viitattu 28.5.2017.  
<https://www.slideshare.net/WillieCarter1/lean-office-overview-2015>

Tapping, D. & Dunn, A. & Fertuck, D & Baban, V. 2012. Lean Office Demystified II: Using the Power of the Toyota Production System in Your Administrative, Desktop and Networking Environments. MCS Media.

Torkkola, S. 2015. Lean asiantuntijatyön johtamisessa. Helsinki: Talentum Pro.

Tuominen, K. 2010. Lean – kohti täydellisyyttä. Helsinki: readme.fi

Valmet. 2016. Mitä on lean. Viitattu 14.5.2017.

Valmet. 2017. Automaatiopääsuunnittelija ja -päällikön roolit ja työtehtävät VSM. Viitattu 26.7.2017.

Valmet has 220 years of industrial history. N.d. Artikkelin Valmetin sivustolla. Viitattu 16.5.2017. <http://www.valmet.com/about-us/valmet-in-brief/history/>

## Liitteet

Liite 1. Teemahaastattelut (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti)

### Haastattelu 1

Teema	Vastaus tiivistettynä
Automaatiosuunnittelun haasteet	
Suunnittelun työkalut	
Rajapinnat: MCS, sähkösuunnittelu <-> prosessiautomaatio	
Rajapinnat: prosessisuunnittelu <-> automaatiosuunnittelu	
Kehitystoimet tällä hetkellä	
Tulevia kehityskohteita, kehitystarpeita	

## Haastattelu 2

Teema	Vastaus tiivistettynä
Automaatiosuunnittelun tehtävät	
Suunnittelun työkalut	
Suunnittelun mallikirjasto	
Suunnittelun tuottamat dokumentit	
Rajapinnat: MCS, sähkösuunnittelu <-> prosessiautomaatio	
Rajapinnat: prosessisuunnittelu <-> automaatiosuunnittelu	
Myynnin tukitoiminta	
Kehitystoimet tällä hetkellä	
Tulevia kehityskohteita, kehitystarpeita	

## Haastattelu 3

Teema	Vastaus tiivistettynä
Automaatiosuunnittelun tehtävät	
Suunnittelun työkalut	
Suunnittelun mallikirjasto	
Rajapinnat: MCS, sähkösuunnittelu <-> prosessiautomaatio	
Rajapinnat: prosessisuunnittelu <-> automaatiosuunnittelu	
Myynnin tukitoiminta	
Kehitystoimet tällä hetkellä	
Tulevia kehityskohteita, kehitystarpeita	

## Haastattelu 4

Teema	Vastaus tiivistettynä
Automaatiosuunnittelun tehtävät	
Suunnittelun työkalut	
Suunnittelun mallikirjasto	
Suunnittelun tuottamat dokumentit	
Rajapinnat: MCS, sähkösuunnittelu <-> prosessiautomaatio	
Rajapinnat: prosessisuunnittelu <-> automaatiosuunnittelu	
Tulevia kehityskohteita, kehitystarpeita	

## Haastattelu 5

Teema	Vastaus tiivistettynä
Automaatiosuunnittelun tehtävät	
Suunnittelun työkalut	
Suunnittelun mallikirjasto	
Rajapinnat: MCS, sähkösuunnittelu <- > prosessiautomaatio	
Rajapinnat: prosessisuunnittelu <-> automaatiosuunnittelu	
Kehitystoimet tällä hetkel- lä	
Tulevia kehityskohteita, kehitystarpeita	
Valmistus ja kokoonpano	

## Haastattelu 6

Teema	Vastaus tiivistettynä
Automaatiosuunnittelun tehtävät	
Suunnittelun työkalut	
Suunnittelun mallikirjasto	
Suunnittelun tuottamat dokumentit	
Rajapinnat: MCS <-> DCS	
Myynnin tukitoiminta	
Valmistus ja kokoonpano	



Liite 2. Tiivistetty yhteenveto haastatteluista, koottu käsin puretusta aineistosta (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti)

Teema	Yhteenveto
1) Rajapinnat: - koneohjaukset - sähkösuunnittelu - prosessisuunnittelu - prosessiautomaatio	



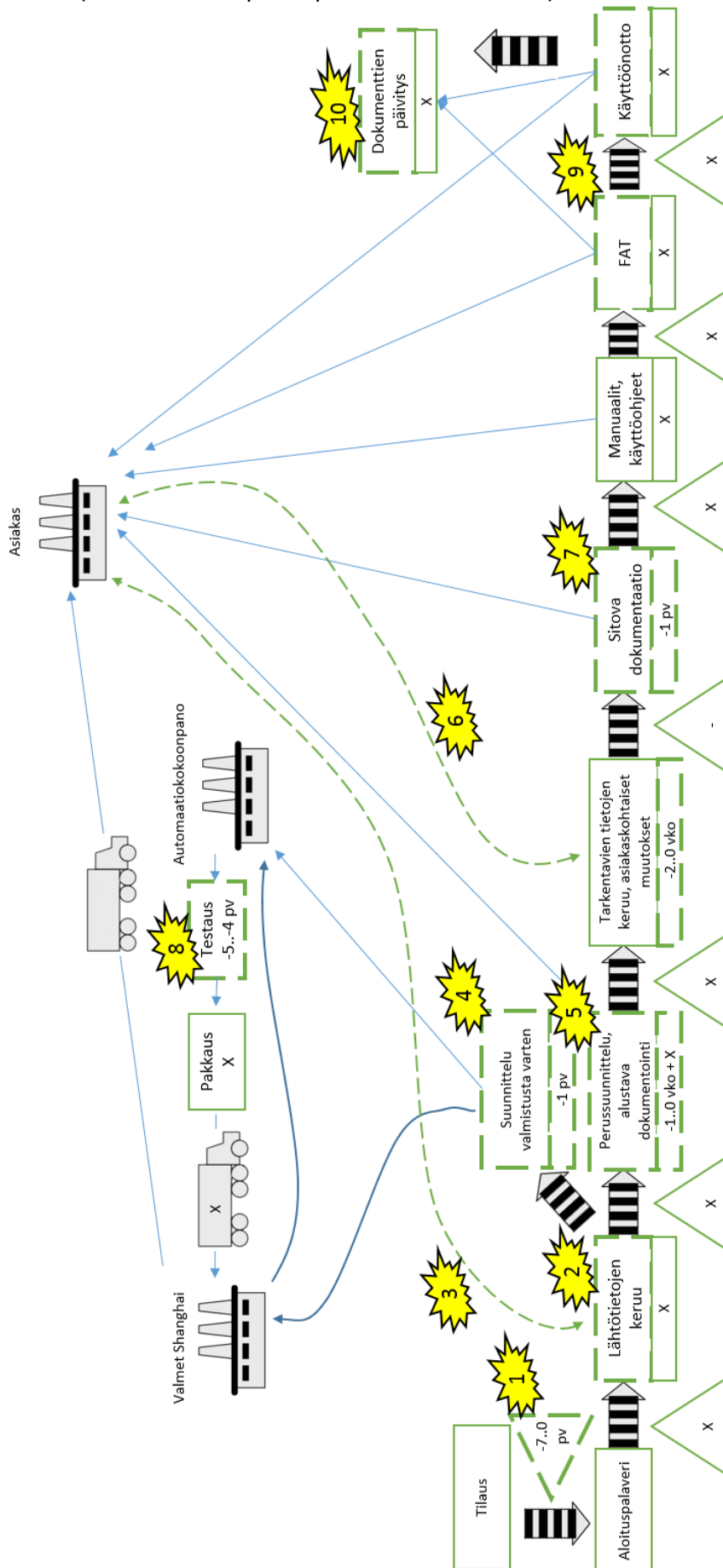
5) Dokumenttiaikataulut	
6) Yhteistyö myynnin ja suunnittelun kesken	
7) Lean-tietoisuus, Valmetilla on käynnissä mm. arvovirtakartoituksia ja koulutusta	
8) Tulevia kehityskohteita, kehitysehdotuksia	

9) Palauteprosessi	
10) Suunnittelun mallikirjasto	
11) Hankinta, kokoonpano	

Liite 3. Suunnittelun sisältö sopimuksessa (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti)



Liite 5. Automaatiosuunnittelun arvovirtakuvauksen tavoitetila, pienprojekti (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti)



Liite 6. Automaatiosuunnittelun arvovirtakuvauksen hukat ja ratkaisuehdotukset, pienprojekti



Työn jakautuminen suunnittelijoiden kesken.  
Hukkalaji: odottaminen, henkilöstön luovuuden ja resurssien käyttämättömyys.

Kehitysehdotus:

- tiedonsiirto ja keskinäinen kouluttaminen.



Lähtötietojen saaminen asiakkaalta.  
Hukkalaji: ylituotanto, varastot, odottaminen, ylimääräinen liike, virheet ja virheiden korjaukset.

Kehitysehdotus:

- automaation lähtötietolomake
- myynnin erittelyiden yhdenmukaisuus.



Asiakaspalaute projektin alkuvaiheessa.  
Hukkalaji: ylituotanto, varastot, odottaminen.

Kehitysehdotus:

- projektipäällikön ja paikallisen yhteyshenkilö pitävät yhteyttä asiakkaaseen
- lähtötietolomakkeen käyttö
- suunnittelun aloitusajankohdan optimointi



Valmistusta ja kokoonpanoa tekevä yksikkö tarvitsee tietoa hyvin aikaisessa projektin vaiheessa.  
Hukkalaji: varastot, ylimääräiset siirtämiset.

Kehitysehdotus:

- valmistusta vaativien laitteiden perussuunnittelulle oma mallikirjasto.





Myyntierittelyissä eroja tai tulkinnanvaraisuuksia sisällöstä.

Hukkalaji: ylituotanto, virheet ja virheiden korjaukset, henkilöstön luovuuden ja resurssien käyttämättömyys.

Kehitysehdotus:

- aloituspalaverissa mietittävä harkiten suunnitteluorganisaatio
- pääsuunnittelijan rooli korostuu
- mallikirjaston kehittäminen, avainhenkilöiden nimeäminen ja kirjaston jatkuva ylläpito.



Asiakaskommentit suunnitteludokumentaatiosta.

Hukkalaji: ylituotanto, varastot, odottaminen.

Kehitysehdotus:

- projektipäällikön ja paikallisen yhteyshenkilö pitävät yhteyttä asiakkaaseen
- tarvittaessa asiakkaan kannustaminen kommentteihin ja palaveri heidän kanssaan.



Dokumenttien tekemiseen kuluva aika.

Hukkalaji: virheet ja virheiden korjaukset.

Kehitysehdotus:

- mallikirjasto kuntoon
- ylimääräisten dokumenttien tekemistä pyrittävä välttämään.



Sisäiseen testaukseen kuluva aika.

Hukkalaji: epätarkoituksenmukainen käsittely.

Kehitysehdotus:

- testaustapaa kevennetään
- testauslaitteistoa päivitetään.



Testauksessa tai käyttöönotossa kuluva aika.

Hukkalaji: virheet ja virheiden korjaukset, odottaminen, epätarkoituksenmukainen käsittely.

Kehitysehdotus:

- kehitetään testausprotokollaa
- varaudutaan käyttöönotto tehtävien resurssivarauksiin ennakoon.



Asiakkaalta tai käyttöönotto toiminnasta vaillinainen palaute.

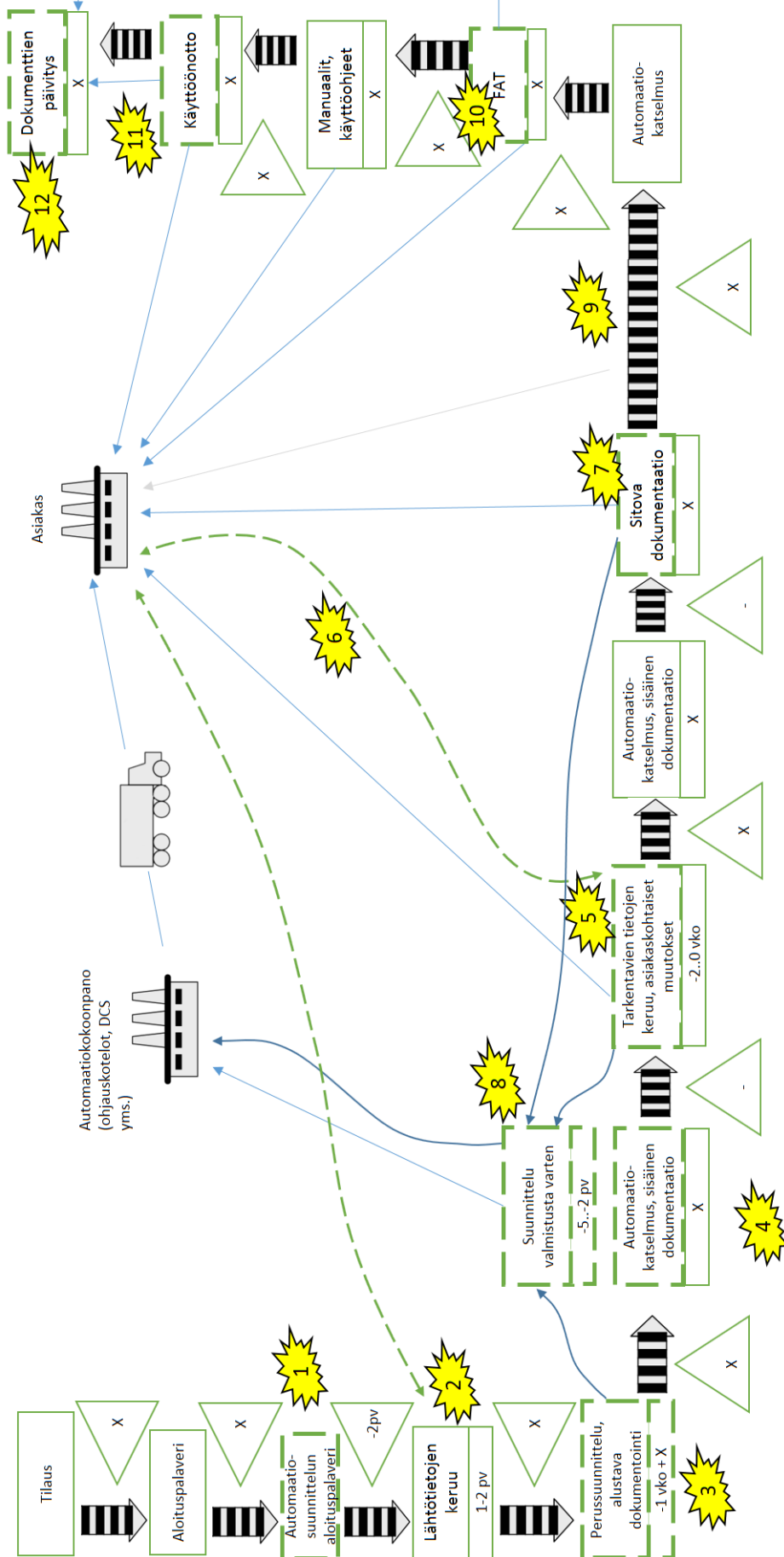
Hukkalaji: virheet ja virheiden korjaukset.

Kehitysehdotus:

- asiakastytyväisyyskysely myös teknisistä suunnitteluun liittyvistä asioista
- järjestetään käyttöönoton ja suunnittelun eri osastojen väliset katselmukset tai yhteistyöpäivät.



Liite 8. Automaatiosuunnittelun arvovirtakuvauksen tavoitetila, linjaprojekti (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti)



Liite 9. Automaatiosuunnittelun arvovirtakuvauksen hukat ja ratkaisuehdotukset, linjaprojekti



Asiakkaan ja laitetoimittajien väliset rajapinnat projektin alkuvaiheessa.  
Hukkalaji: odottaminen, henkilöstön luovuuden ja resurssien käyttämättömyys.

Kehitysehdotus:

- myynnin erittelyjen tulkintaan apua.



Lähtötietojen saaminen.  
Hukkalaji: ylituotanto, varastot, odottaminen, ylimääräinen liike, virheet ja virheiden korjaukset.

Kehitysehdotus:

- automaation lähtötietolomakkeen hyödyntäminen linjaprojekteissa.



Kiireisenä aikana tarvittavien suunnittelijoiden löytäminen.  
Hukkalaji: ylituotanto, virheet ja virheiden korjaukset, henkilöstön luovuuden ja resurssien käyttämättömyys.

Kehitysehdotus:

- uusia alihankkijoita mukaan resurssien kasvattamiseksi
- tiedonsiirto ja keskinäinen kouluttaminen.



Lähtötietojen saaminen toisessa vaiheessa.  
Hukkalaji: ylituotanto, odottaminen, ylimääräinen liike, virheet ja virheiden korjaukset.

Kehitysehdotus:

- kirjataan keskinäiset rajapinnat ja käydään läpi seuraavassa katselmuksessa.



Lähtötietojen tarkentuessa joudutaan tietoja päivittämään.  
Hukkalaji: ylituotanto, virheiden korjaukset.

Kehitysehdotus:

- jätetään välirevisiot pois ja sovitaan ajoissa dokumentointitarpeille ajankohdat.



Asiakaskommenttien oikea-aikaisuus.  
Hukkalaji: ylituotanto, varastot, odottaminen.

Kehitysehdotus:

- automaatiopäällikkö pitää asian tiimoilta yhteyttä asiakkaaseen.



Kts. kohta 5.  
Hukkalaji: ylituotanto, virheiden korjaukset.

Kehitysehdotus:

- tietojen päivitys tässä kohtaa voisi olla riittävä koko projektin tarpeisiin.



Samat tiedot päivitetään moneen kertaan, kts. kohdat 5 ja 7.  
Hukkalaji: varastot, ylimääräiset siirtämiset.

Kehitysehdotus:

- välirevisiot pois.



Sitovien dokumenttien versiointi.  
Hukkalaji: ylituotanto, virheiden korjaukset.

Kehitysehdotus:

- Sovitaan yhdessä järkevä sitovan dokumentaation toimitusaika.



Testauksessa tai käyttöönotossa kuluva aika.  
Hukkalaji: virheet ja virheiden korjaukset, odottaminen, epätarkoituksenmukainen käsittely.

Kehitysehdotus:

- kehitetään testausprotokollaa
- varaudutaan käyttöönotto tehtävien resurssivarauksiin ennakoon.



Suunnittelijoiden osallistuminen käyttöönottoihin, tieto suunnittelun onnistumisista ja epäonnistumisista jää vaillinaiseksi.

Hukkalaji: henkilöstön luovuuden ja resurssien käyttämättömyys.

Kehitysehdotus:

- lähellä sijaitseviin kohteisiin suunnitteluhenkilöstöä lyhytaikaiseksi käyttöönottoavuksi.



Asiakkaalta tai käyttöönottoiminnasta vaillinainen palaute.

Hukkalaji: ylituotanto, virheiden korjaukset.

Kehitysehdotus:

- asiakastytyväisyyskysely myös teknisistä suunnitteluun liittyvistä asioista
- järjestetään käyttöönoton ja suunnittelun eri osastojen väliset katselmuksset tai yhteistyöpäivät.

Liite 10. Mallikirjaston kehitystyö (salattu salassapitosopimuksen mukaisesti)

Mallikirjaston kehitystyö:



## Liite 11. Suunnittelun tehtävien työnjako

