

Ville Hirvonen

TUOTANTOPROSESSIEN OPTIMOINTI- PALVELUIDEN KEHITTÄMINEN KYP- SYYSMALLIN AVULLA

Diplomityö
Johtamisen ja talouden tiedekunta
Tarkastaja: Professori Hannu Kärkkäinen
Elokuu 2020

TIIVISTELMÄ

Ville Hirvonen: Tuotantoprosessien optimointipalveluiden kehittäminen kypsyyssmallin avulla
Diplomityö, 67 sivua
Tampereen yliopisto
Tietojohtamisen diplomi-insinöörin tutkinto-ohjelma
Elokuu 2020

Työn tavoitteena oli kehittää kohdeorganisaation tarjoamia teollisuuden tuotantoprosessien optimointipalveluita. Tavoitteena oli selvittää, kuinka palveluita tulisi kehittää, jotta niillä voitaisi vastata kasvaviin teollisuusprosessien optimoinnin asiakastarpeisiin. Työssä tavoitteena oli lisäksi luoda tiekartta tukemaan kehitystyötä. Tavoitteiden perusteella työn päätutkimuskysymykseksi muodostui: ”Kuinka kohdeorganisaation tulisi kehittää teollisuuden tuotantoprosessien optimointipalveluitaan?”

Tavoitteiden saavuttamiseksi työssä luotiin kypsyyssmalli, jota käytettiin runkona optimointipalveluiden nyky- ja tavoitetilojen määrittämisessä. Nyky- ja tavoitetilat määritettiin kohdeorganisaatiossa suoritettuna fokusryhmähaastattelun avulla. Fokusryhmähaastatteluun osallistui yhteensä kahdeksan henkilöä, jotka vastaavat optimointipalveluiden kehittämisestä. Haastattelun avulla määritettiin nyky- ja tavoitetilojen lisäksi myös tarpeellisia toimenpiteitä, joiden avulla halutut tavoitetilat voidaan saavuttaa, sekä mahdollisia haasteita, joita kehitystyössä voi ilmetä.

Haastattelun perusteella kohdeorganisaation optimointipalvelut nykytilassa asettuivat kypsyyssmallin tasolle kaksi, eli diagnostisen analytiikan tasolle. Tavoitetilaksi optimointipalveluille haastattelun perusteella muodostui taso kolme, eli ennustavan analytiikan taso. Optimointipalveluiden kannalta suurimmat kehityskohteet nähtiin olevan resurssoinnissa sekä palveluarkkitehtuurissa.

Saavutettujen tulosten myötä työssä luotiin kuusivaiheinen tiekartta optimointipalveluiden kehittämisen tueksi. Tiekartassa kehitystyön vaiheet määritettiin niin, että kehitystyö etenee systemaattisesti ja loogisesti kohti asetettua tavoitetilaa. Vaikka tiekartassa ei ole yksityiskohtaisesti määritelty kaikkia kehitystyön vaiheita, tarjoaa se selkeän suunnitelman kehitystyön toteuttamiselle.

Avainsanat: data-analytiikka, optimointi, kypsyyssmalli, tiekartta, tuotantoprosessi

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck –ohjelmalla.

ABSTRACT

Ville Hirvonen: Developing Production Process Optimization Services with Maturity Model
Master of Science Thesis, 67 pages
Tampere University
Master's Degree Program in Information and Knowledge Management
August 2020

The objective of the thesis work was to develop optimization services of production processes which are offered by the target organization. The objective was to research, how to develop the services to meet the increasing customer needs of industrial process optimization. Also, the objective of the thesis work was to make a roadmap to support the development of the services. According to the objectives, a main research question was drawn as: "How the target organization should develop the production process optimization services?"

To achieve the objectives, the maturity model about optimization services was built. The maturity model was used as a frame to define the current and target stages of the services. The current and target stages were found out through the focus group interview. The focus group interview included a total of eight people, who are responsible for developing optimization services. In addition to defining current and target stages, the interview also identified the necessary actions to achieve the desired target stages, as well as possible challenges that may arise in development work.

Based on the interview, the target organization's optimization services in the current state settled at level two of the maturity model, i.e. at the level of diagnostic analytics. On the other hand, based on the interview, the target stage for optimization services was level three, i.e. the level of predictive analytics. In terms of optimization services, the biggest development targets were seen in resourcing and service architecture.

As a result, a six-stage roadmap was created to support the development of optimization services. In the roadmap, the stages of development work were defined in a such way, that the development work proceeds systematically and logically towards the set target stage. Even though all the stages of development work are not defined accurately, the roadmap provides a clear plan for carrying out the development work.

Keywords: data analytics, optimization, maturity model, roadmap, production process

The originality of this thesis has been checked using the Turnitin OriginalityCheck service.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö antoi hienon mahdollisuuden tutustua palvelunkehittämiseen liittyviin asioihin. Työn aikana oli mielenkiintoista huomata, miten monet asiat nivoutuvat yhteen palveluita kehitettäessä. Pelkästään tekninen näkökulma ei riitä, vaan on huomioitava laaja kokonaisuus kehitystyötä tehdessä. Uskon, että tämä työ antaa hyvää oppia ja hyviä työkaluja tulevaisuutta ajatellen.

Kiitokset työn ohjauksesta professori Hannu Kärkkäiselle. Koin saavani hyviä neuvoja ja kommentteja kysymyksiini pitkin diplomityöprosessia. Ilman asiantuntevaa ohjausta olisin varmasti ollut hukassa työn teon aikana. Haluan myös kiittää kohdeorganisaatiota mielenkiintoisesta työn aiheesta sekä työnaikaisesta ohjauksesta. Aina, kun avulle oli tarvetta, sitä oli saatavilla. Selkeät työn rajaukset sekä toimialaan liittyvä ohjaus helpottivat myös työn saattamista valmiiksi.

Lisäksi haluan kiittää läheisiä ja ystäviä kaikesta saamastani tuesta sekä opintojen että tämän työn aikana. Tutkinnon suorittaminen ei tapahdu itsestään, eikä varsinkaan ilman tukea, joten suuri kiitos kuuluu teille kaikille.

Tampereella, 25.8.2020

Ville Hirvonen

SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO	1
1.1	Tutkimuksen tausta	1
1.2	Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymys	2
1.3	Tutkimuksen näkökulma ja rajaukset	2
1.4	Tutkimuksen rakenne	3
2.	TUOTANTOPROSESSIEN DATALÄHTÖINEN OPTIMOINTI	5
2.1	Yleistä tuotantoprosesseista	5
2.2	Tuotantoprosessien optimoinnin tarkoitus	6
2.3	Menetelmiä tuotantoprosessien optimointiin	8
2.3.1	Kuvaileva analytiikka	9
2.3.2	Diagnostinen analytiikka	9
2.3.3	Ennustava analytiikka	10
2.3.4	Ohjaileva analytiikka	11
2.4	Tuotantoprosessien optimoinnin haasteet	12
3.	KYPSYYSMALLI OPTIMOINTIPALVELUIDEN KEHITTÄMISESSÄ	14
3.1	Kypsyysmallien tausta ja määritelmä	14
3.2	Aihetta lähellä olevat kypsyysmallit	15
3.3	Kypsyysmallin rakentamisen vaiheet	17
4.	KYPSYYSMALLI KOHDEORGANISAATION TARPEISIIN	20
4.1	Kohdeorganisaatio ja kypsyysmallin tavoite	20
4.2	Kypsyysmallin dimensiot	20
4.3	Kypsyysmallin tasot ja sisältö	26
5.	TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	33
5.1	Tutkimusmetodologia	33
5.2	Tutkimuksen toteuttaminen ja aineistonkeruu	35
5.3	Tutkimusaineiston analysointi	36
6.	TULOKSET	38
6.1	Optimointipalveluiden nykytila	38
6.1.1	Osaaminen	38
6.1.2	Teknologia	39
6.1.3	Analytiikka	41
6.1.4	Prosessien ja palveluiden integrointi	42
6.2	Optimointipalveluiden tavoitetila	43
6.2.1	Osaaminen	44
6.2.2	Teknologia	45

6.2.3	Analytiikka	46
6.2.4	Prosessien ja palveluiden integrointi.....	48
7.	POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET	50
7.1	Pohdinta.....	50
7.1.1	Osaaminen	50
7.1.2	Teknologia.....	51
7.1.3	Analytiikka	52
7.1.4	Prosessien ja palveluiden integrointi.....	53
7.2	Johtopäätökset.....	54
7.3	Tiekartta optimointipalveluiden kehittämiselle.....	55
7.4	Työn arviointi ja rajoitteet	60
7.5	Jatkotutkimustarpeet.....	62
	LÄHTEET	64

KUVALUETTELO

<i>Kuva 1. Dataohjatun tiedon rooli älykkäässä tuotannossa (mukaillen Wang et al. 2018).</i>	7
<i>Kuva 2. Liiketoiminta-analytiikan kypsyysmalli (mukaillen Pospieszny 2017).</i>	9
<i>Kuva 3. Osaamisdimension kypsyysden nykytila.</i>	38
<i>Kuva 4. Teknologiadimension kypsyysden nykytila.</i>	40
<i>Kuva 5. Analytiikkadimension kypsyysden nykytila.</i>	41
<i>Kuva 6. Prosessien ja palveluiden integrointi -dimension kypsyysden nykytila.</i>	42
<i>Kuva 7. Osaamisdimension kypsyysden tavoitetila.</i>	44
<i>Kuva 8. Teknologiadimension kypsyysden tavoitetila.</i>	45
<i>Kuva 9. Analytiikkadimension kypsyysden tavoitetila.</i>	46
<i>Kuva 10. Prosessien ja palveluiden integrointi -dimension kypsyysden tavoitetila.</i>	48

TAULUKKOLUETTELO

<i>Taulukko 1. Kypsyysmallin dimensiot.....</i>	<i>26</i>
<i>Taulukko 2. Kypsyysmalli optimointipalveluiden kehittämiseen.....</i>	<i>28</i>

1. JOHDANTO

1.1 Tutkimuksen tausta

Mahdollisuus pärjätä nykyisillä digitalisaation muokkaamilla markkinoilla vaatii organisaatioilta laajoja, nopeita ja eteenpäin katsovia päätöksiä (Laney et al. 2018). Digitalisaatio voidaankin organisaatioiden näkökulmasta nähdä sekä uhkana että mahdollisuutena. Yhtäältä globaalit ja nopeasti muuttuvat markkinat lisäävät kilpailua ja tekevät organisaatioiden toiminnan haastavaksi. Toisaalta taas digitalisaatio antaa avaimia tehostaa omaa toimintaa kilpailijoita paremmaksi.

Teollisuudessa digitalisaation tuomiin haasteisiin ja mahdollisuuksiin on herätty varsinkin viime vuosina. Esineiden internet (IoT), teollinen internet, analytiikan kehittyminen ja pilvipohjaiset alustat ovat mahdollistaneet toimintojen kehittämistä tehokkaimmiksi ja nopeammin markkinoiden vaateisiin vastaaviksi. Tuotantoa on voitu sopeuttaa paremmin tarvetta vastaavaksi, logistiikkaa on voitu yksinkertaistaa ja tuotantolaitteistoa on voitu ohjata dataan perustuen (Koistinen-Jokiniemi et al. 2017).

Kehittynyt teknologia ja sen mukana kehittyneet toimintaprosessit ovat näkyneet myös kasvaneena tiedon määränä. Tietoa ja dataa saadaan haalittua jokaisesta prosessista ja laitteesta. Dataa saadaan mittaustietona, tilastoina, raporteina, palautteina ja vaikka missä muodossa. Usein organisaatiot kuitenkin törmäävät samaan haasteeseen: Miten dataa pitäisi hyödyntää, jotta omaa toimintaa voitaisiin kehittää edelleen (Halper & Stodder 2014)?

Koska teollisuuden organisaatioiden ydinosaaminen yleensä liittyy heidän omiin tuotantoprosesseihinsa, voi digitalisaation myötä tarve erilaisille datan hyödyntämiseen liittyville optimointi- ja analytiikkapalveluille kasvaa teollisuuden sektorilla. Monitahoiset ja laajat prosessit sisältävät valtavasti muuttuvia tekijöitä, joihin on hankala päästä käsiksi ilman datapohjaista tarkastelua. Teollinen ympäristö tarjoaakin valtavasti potentiaalia erilaiselle tuotannon kehittämiseksi yksittäisistä prosesseista aina koko tehdasjärjestelmää koskevaan tuotannon optimointiin.

Tämän työn kohdeorganisaatio tarjoaa erilaisia optimointi- ja analytiikkapalveluita teollisuuden asiakkaille. Kohdeorganisaatiossa on huomattu, että tarve erilaisille palveluille, varsinkin haastavamman analytiikan suhteen, kasvaa jatkuvasti. Organisaatio haluaakin

selvittää, kuinka heidän tulisi kehittää palveluitaan, jotta organisaatiolla on tulevaisuudessa mahdollisuus vastata asiakkaiden kasvaviin optimointi- ja analytiikkapalveluiden tarpeisiin.

1.2 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymys

Tämän diplomityön tavoitteena on kehittää kohdeorganisaation optimointipalveluiden tarjontaa. Työssä on tavoitteena selvittää, millä tavoin kohdeorganisaation optimointipalveluita tulisi kehittää, jotta niillä voitaisi vastata kasvaviin asiakastarpeisiin tuotantoprosessien optimoinnin saralla. Lisäksi työssä on tavoitteena luoda tiekartta palveluiden kehittämiseksi, jonka pohjalta kehittämistyötä voidaan tehdä. Tiekartalla pyritään luomaan selkeä polku, miten ja missä järjestyksessä palvelunkehittäminen kannattaa suorittaa. Näiden tavoitteiden mukainen päätutkimuskysymys on:

Kuinka kohdeorganisaation tulisi kehittää teollisuuden tuotantoprosessien optimointipalveluitaan?

Päätutkimuskysymyksen ollessa melko laaja, pyritään tutkittavaan ongelmaan pureutumaan seuraavien alakysymysten avulla:

1. Mitä tarkoitetaan tuotantoprosessien optimoinnilla?
2. Millaisia mahdollisuuksia erilaiset menetelmät tarjoavat optimointipalveluiden toteuttamiseen?
3. Millaisia esteitä ja haasteita optimointipalveluiden kehittämisessä voi ilmetä?
4. Kuinka kypsyysmallia voidaan hyödyntää optimointipalveluiden kehittämisen tukena?
5. Mitkä ovat tärkeimpiä osa-alueita optimointipalveluiden kehittämisen kannalta?
6. Millä tasolla optimointipalvelut ovat tällä hetkellä, mitkä ovat tavoitteet tulevaisuudessa ja miten haluttuun tavoitteeseen päästään?

1.3 Tutkimuksen näkökulma ja rajaukset

Kohdeorganisaatio tarjoaa optimointipalveluitaan lähinnä energia-, prosessi-, metsä- ja elintarviketeollisuuden asiakkaille. Tämän vuoksi työssä erilaiset tuotantoprosessit on rajattu koskemaan näiden teollisuuden alojen tuotantoprosesseja.

Tässä työssä keskitytään kohdeorganisaation yksittäisen palvelun kehittämiseen ja sen näkökulmasta toiminnan kehittämiseen. Työssä ei niinkään tarkastella koko kohdeorganisaation toimintaa tai muita tarjottavia palveluita, vaan työ keskittyy tämän yksittäisen palvelun rajaamaan kokonaisuuteen.

Tuotantoprosesseja voidaan optimoida monesta eri näkökulmasta. Optimointitoimenpiteinä voivat esimerkiksi olla resurssien jakaminen, prosessien ohjaaminen, datan hyödyntäminen, aikataulut, suunnittelutoimenpiteet, energiamarkkinoiden hintatasojen seuranta tai robotiikan hyödyntäminen. Koska kohdeorganisaation tarjoamat teollisuuden optimointipalvelut ovat dataan ja data-analytiikkaan liittyviä palveluita, rajoittuu teollisuuden optimointi tämän työn osalta datapohjaiseen optimointiin.

Työssä ei erikseen tutkita tulevaisuuden asiakastarpeita optimointipalveluiden osalta, vaan luotetaan kohdeorganisaation omaan näkemykseen palvelutarpeisiin liittyen. Optimointipalveluiden tavoitetilan määrittely perustuu siis kohdeorganisaation omaan näkemykseen ja kokemukseen asiakkaiden tarpeista.

Työssä keskitytään luomaan tiekartta, jonka avulla kohdeorganisaatio pystyy kehittämään toimintaansa johdonmukaisesti ja suunnitellusti. Tämä työ kuitenkin rajoittuu tiekartan tekemiseen, ei sen toimenpiteiden implementointiin tai toimivuuden seurantaan. Tarkoituksena työllä on tarjota suunnitelma, jonka perusteella kehitystyötä voidaan suorittaa johdonmukaisesti vaihe kerrallaan.

1.4 Tutkimuksen rakenne

Tämä työ koostuu seitsemästä luvusta. Johdantoluvun jälkeen luvuissa kaksi ja kolme tarkastellaan työn teoriataustaa. Toinen luku keskittyy tuotantoprosessien optimoinnin teoriataustaan. Luvussa kerrotaan yleisesti tuotantoprosesseista ja niiden optimoinnin tarkoituksesta, tarkastellaan menetelmiä, joilla optimointia voidaan suorittaa sekä mahdollisia haasteita ja pullonkauloja, joita optimoinnissa voi ilmetä. Kolmannessa luvussa taas keskitytään kypsyysmallimenetelmän läpikäyntiin. Luvussa esitellään kypsyysmallien taustaa ja niiden määrittelmää sekä käydään läpi, millaisia kypsyysmalleja kirjallisuus tarjoaa liittyen optimointipalveluiden kehittämiseen. Lisäksi kolmannessa luvussa esitetään kypsyysmallin rakentamisen vaiheet.

Työn neljäs luku esittelee työtä varten luodun kypsyysmallin. Luvussa esitetään kypsyysmallin tavoite sekä perusteet valituille dimensioille ja tasoille. Lisäksi luvussa käydään läpi tarkemmin luodun kypsyysmallin sisältö.

Luvut viisi ja kuusi keskittyvät tutkimuksen toteuttamiseen sekä tutkimuksen tuloksiin. Luvussa viisi esitetään, miten tutkimus on toteutettu, mitkä ovat teoreettiset lähtökohdat

tutkimukselle sekä miten aineisto on kerätty ja analysoitu. Luvussa kuusi taas esitetään tutkimuksen pohjalta saadut tulokset. Lopuksi, seitsemännessä luvussa on esitetty yhteenveto tuloksista, tiekartta toimenpiteiden suorittamiselle, työn arviointi ja rajoitteet sekä esiin nousseet jatkotutkimustarpeet.

2. TUOTANTOPROSESSIEN DATALÄHTÖINEN OPTIMOINTI

2.1 Yleistä tuotantoprosesseista

Tuotannolla tarkoitetaan työtä, jossa syötettä (raaka-aine, materiaali, komponentti) muokataan arvoa lisäävässä prosessissa asiakastarpeita vastaavaksi tuotteeksi tai palveluksi (Martinsuo et al. 2016). Tuotantoon sisältyy yleensä useita työvaiheita, joissa raaka-aineita jalostetaan. Tuotantoprosessi-termillä kuvataankin näiden tuotannossa tapahtuvien toimenpiteiden keskinäisiä suhteita ja niiden välisiä materiaalivirtoja (Martinsuo et al. 2016).

Tuotantoprosessissa olevien työvaiheiden ja toimenpiteiden määrät vaihtelevat eri teollisuuden aloilla. Esimerkiksi energiantuotannossa tuotantoprosessi voi yksinkertaisimmillaan koostua vain muutamasta työvaiheesta: polttoaine (syöte) siirretään kattilaan poltettavaksi, jolla lämmitetään vettä, joka siirretään kaukolämpöverkkoon. Toisaalta taas esimerkiksi metsäteollisuudessa paperinvalmistukseen voi sisältyä kymmeniä eri työvaihteita, joissa kaikissa jollain tavalla muokataan ja jalostetaan syötettä, ennen kuin siitä saadaan haluttu lopputuotos.

Vaikka eri teollisuuden alojen tuotantoprosessit vaihtelevat toisiinsa verrattuna toimenpiteiden, työvaiheiden, resurssien ja prosessin järjestyksen osalta, yhteistä eri teollisuuden alojen tuotannoilla ovat tuotantoprosesseihin liittyvät vaihtelut. Tuotantoprosessit pyritään suunnittelemaan niin, että ne ovat turvallisia, tehokkaita ja kestäviä toimintoja (Shang & You 2019), mutta siitä huolimatta voidaan prosesseihin yleensä liittää jonkinlaista vaihtelua ja epävarmuutta. Tuotannon vaihtelut voivat johtua monesta eri tekijästä, ja voivat ilmetä missä tahansa tuotannon vaiheessa.

Vaihtelut voidaan karkeasti jakaa kahtia: suunniteltuihin sekä suunnittelemattomiin vaihteluihin (Correa & Slack 1996). Suunnitelluilla vaihteluilla tarkoitetaan sellaista normaalia poikkeavaa tuotantoa, joka on ennakkoon tiedossa, ja joka johtuu organisaation tietoisista päätöksistä (Kara & Kayis 2004). Suunniteltuihin vaihteluihin voidaan esimerkiksi listata erilaiset tuotannolliset tauot ja seisakit, huollot, resurssit sekä työntekijöiden osamisesta johtuvat vaihtelut (Correa & Slack 1996). Suunniteltuihin vaihteluihin pystytään varautumaan ja niiden vaikutukset pystytään huomioimaan etukäteen.

Suunnittelemattomat vaihtelut ovat taas sellaisia, jotka tapahtuvat itsenäisesti ilman organisaation tietoista päätöstä, mutta joihin organisaation on kuitenkin reagoitava (Kara & Kayis 2004). Suunnittelemattomiin vaihteluihin voivat vaikuttaa esimerkiksi konerikot,

laatuongelmat, materiaalien toimitusongelmat ja markkinoiden vaihtelut (Correa & Slack 1996). Organisaatiolta vaaditaan joustavuutta eri prosessien vaiheissa, jotta suunnittelelemattomiin vaihteluihin voidaan varautua (Correa & Slack 1996).

Sekä suunnitellut että suunnittelelemattomat vaihtelut ovat tekijöitä, jotka vaikuttavat tuotantoprosessien tehokkuuteen. Vaihtelut aiheuttavat esimerkiksi viivästyksiä läpimenoaikoihin, ylimääräisiä huoltokuluja ja lisäresurssien tarvetta. Jos vaihteluita tuotantoprosessissa on paljon, voi tuotannon kannattavuus vaarantua. Tuotantoprosessien tehokkuuden ja toimivuuden kannalta vaihteluiden minimointi on tärkeää.

2.2 Tuotantoprosessien optimoinnin tarkoitus

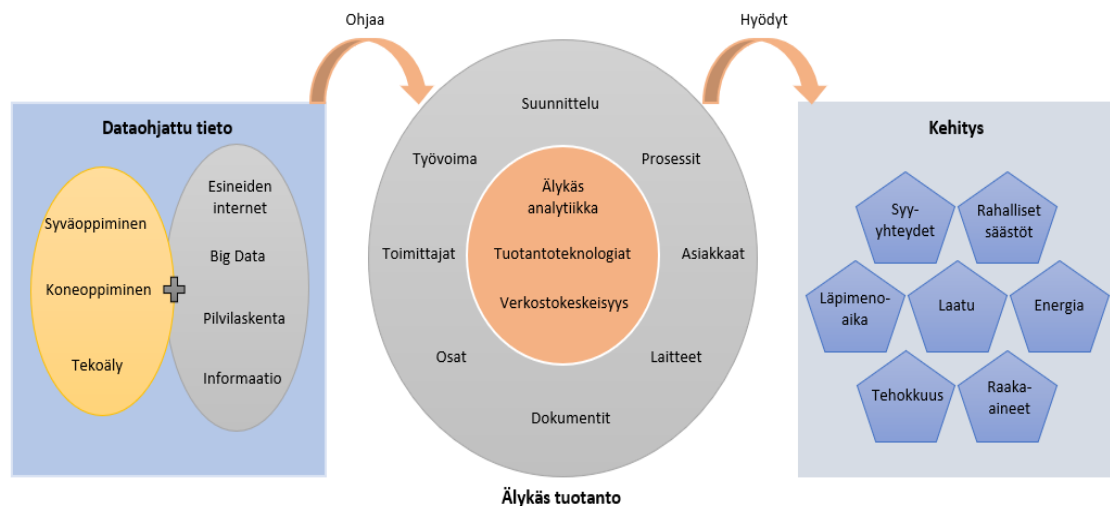
Yksi tapa vastata suunniteltuihin ja suunnittelelemattomiin vaihteluihin on pyrkiä optimoimaan tuotannon eri prosesseja dataan perustuen. Datan ja eri analytiikkamenetelmien avulla on mahdollista löytää yksittäisten muuttujien vaihteluita (esimerkiksi voima, vääntö, lämpötila, värinä), numeraalisia statistiikkoja (esimerkiksi keskiarvoja, variansseja, keskihajontoja) ja kuvaavia frekvenssejä, joiden avulla ja joita yhdistelemällä voidaan ennakoita ja ehkäistä vaihteluita (Monostori 2003).

Datapohjaisella optimoinnilla voidaan vaikuttaa koko tuotantoprosessin elinkaaren kehittämiseen aina materiaalin hankinnasta tuotteen loppukäyttöön asti (Davis et al. 2012). Tuotannon datapohjaista optimointia voidaan suorittaa yksittäisinä toimenpiteinä, jossa tiettyä osaa tuotannosta pyritään kehittämään optimoinnin avulla tai toisaalta datan määrän lisääntymisen ja kehittyneiden teknologioiden myötä pystytään keskittymään suuremmista prosessikokonaisuuksista aina koko tuotteen elinkaaren samanaikaiseen optimointiin (Kang et al. 2016). Dataan perustuva tuotantoprosessin optimointi mahdollistaa esimerkiksi tehokkaamman tuotannon suunnittelun ja materiaalien käsittelyn, tuotantokatkojen ehkäisyn, paremman lopputuotteen laadun, tehokkaamman energiankäytön tuotantoprosessissa, poikkeustilanteiden ennakoinnin sekä ennakoivan ylläpidon ja huollon (Tao et al. 2018).

Dataan perustuvalla tuotannon optimoinnilla voidaan niin ikään vastata nopeammin sekä asiakkaiden että markkinoiden muutostarpeisiin. Nopeampi vaste näkyy asiakkaiden suuntaan parempana asiakaspalveluna. Tehokkaampi tuotanto ja mahdollisuus muokata ja mittaroida tuotantoa auttaa taas kehittämään uusia tuotteita ja palveluita, jotka voidaan nopealla aikataululla viedä markkinoille. Toisaalta taas datasta saatava tieto auttaa organisaation johtoa tekemään tehokkaampia strategisia päätöksiä. (Ren et al. 2018.)

Lisäksi yksi optimoinnin tärkeimmistä tavoitteista on parantaa koko tuotantoprosessin ohjattavuutta. Dataan pohjautuen tuotantoprosesseja on mahdollista ohjata niin, että inhimillisille virheille ei juurikaan jää sijaa. Tästä kaikkein kehittynein tuotantomuoto on kirjallisuudessa esitetty älykäs tuotanto (smart manufacturing) (esim. Kang et al. 2016; Kusiak 2018; Tao et al. 2018; Wang et al. 2018). Käsitteenä älykäs tuotanto on noussut pinnalle viime vuosina kehittyneiden teknologioiden myötä; IoT (Internet of Things), pilvipohjainen laskenta, palveluorientoitunut laskenta (service-oriented computing), tekoälyteknologia sekä datatieteet ovat edesauttaneet älykkään tuotannon kehittymistä ja yleistymistä (Kusiak 2018).

Älykkään tuotannon peruseriaate on, että kaikki tuotantolaitteet on yhdistetty yhteiseen verkkoon sensoreiden avulla, jotka tuottavat reaaliaikaista dataa tuotannon ohjaamista varten. Pilvipohjaiset alustat tarjoavat taas mahdollisuuden tallentaa, hallita, käsitellä kerättyä datamassaa reaaliaikaisesti ja eri data-analytiikkaan perustuvilla menetelmillä voidaan ohjata tuotannon eri vaiheita ilman ihmisten tekemää ohjausta. Älykkäässä tuotannossa data ja tieto ovat avainasemassa, ja koko älykkään tuotannon ajatus perustuu datan ja tiedon laajamittaiseen hyödyntämiseen (kuva 1). Dataa kerätään koko tuotantoprosessin elinkaaren ajalta aina materiaaleista lähtien, ja joka käsitellään ja analysoidaan edistyneiden analytiikkamenetelmien avulla. Menetelmien avulla on mahdollista luoda ennennäkemätöntä tietoa tuotannonohjauksen ja päätöksenteon tueksi, jolla taas voidaan kokonaisvaltaisesti kehittää tuotannon eri osa-alueita. (Wang et al. 2018.)



Kuva 1. Dataohjatun tiedon rooli älykkäässä tuotannossa (mukaillen Wang et al. 2018).

Lopputuloksena dataan pohjautuvalla tuotannon optimoinnilla voidaan siis saavuttaa tuotantolaitos, jonka täysin integroidut ja yhdistetyt tuotantoprosessit pystyvät vastaamaan reaaliajassa muuttuviin tarpeisiin sekä itse laitoksen ja asiakkaiden että myös koko toimitusketjun osalta (Kang et al. 2016). Käytännössä aktiiviset tuotantoteknologiat ja -

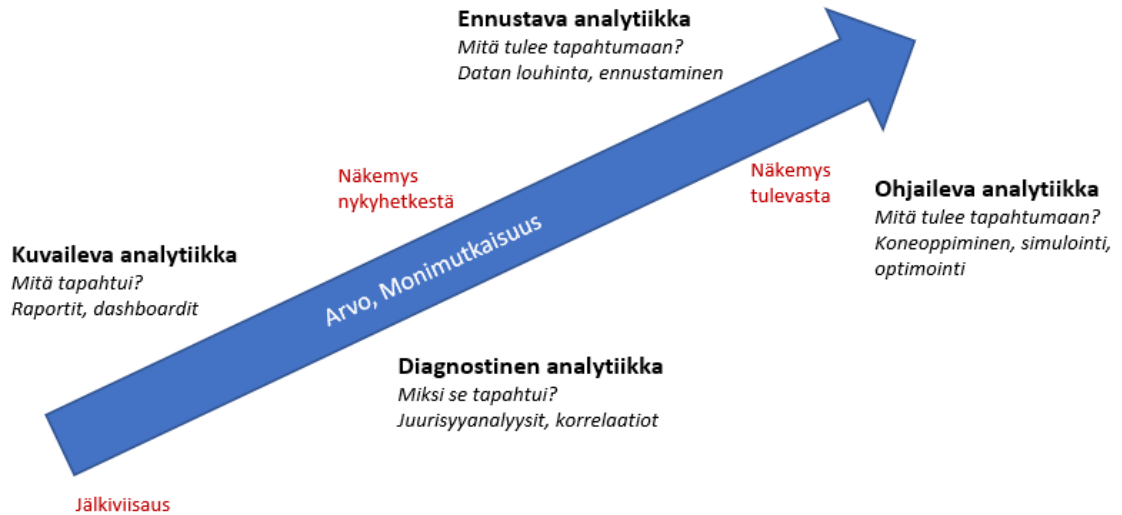
prosessit pystyvät reaaliajassa vastaamaan haastaviin ja monitahoisiin tilanteisiin (Kang et al. 2016). Tämä kaikki tapahtuu ilman suurempaa ihmisten panosta, älykäs tuotanto kykenee tekemään pääsääntöisesti tarvittavat päätökset itse (Tao et al. 2018).

Tämän työn osalta on tärkeää tiedostaa, että asiakaskunnan ollessa levittäytynyt eri teollisuuden aloille, voivat vaihtelut prosesseissa olla hyvin erilaisia, haastavia ja monitahoisia. Vaihteluiden havaitseminen ja ymmärtäminen vaatii näin ollen teknologisen osaamisen lisäksi myös ymmärrystä eri teollisuuden alojen lainalaisuuksista ja toimintaperiaatteista. Oikeanlainen ymmärrys prosesseista takaa parhaan mahdollisen lopputuloksen optimoinnin näkökulmasta.

2.3 Menetelmiä tuotantoprosessien optimointiin

Data-analytiikka tarjoaa laajan kirjon eri vaihtoehtoja tuotantoprosessien datapohjaiseen optimointiin. Tarpeet ja menetelmät tuotannon optimointiin riippuvat pitkälti siitä, millaiset valmiudet organisaatiolla optimoinnin hyödyntämisen näkökulmasta on. Yksinkertaisemmat analytiikkamenetelmät eivät vaadi valtavia datamassoja, vaan vähäisemmästäkin datan määrästä voidaan havainnoida historian tapahtumia. Toisaalta taas suuret datamassat ja tarkkaan mitatut prosessit tarjoavat mahdollisuuden laajamittaiseen analytiikkaan ja optimointiin.

Yksi tapa arvioida ja jakaa data-analytiikkamenetelmiä on jaotella ne kypsyyden mukaan eri tasoille. Kypsyyden mukaan analytiikkatarpeet voidaan jakaa neljään alueeseen: kuvaileva analytiikka, diagnostinen analytiikka, ennakoiva analytiikka ja ohjaileva analytiikka (kuva 2) (Pospieszny 2017). Pospieszny (2017) mukaan analytiikasta saatavat hyödyt kasvavat, mitä korkeammalle tasolle mennään, mutta samaan aikaan myös analytiikan hyödyntäminen muuttuu haastavammaksi. Alimmilla tasoilla pystytään jälkeenpäin sanomaan, mistä tapahtuneet asiat johtuivat, kun taas viimeisillä tasoilla pystytään ennakoimaan tulevia tapahtumia ja ohjaamaan prosesseja tarpeen mukaan (Pospieszny 2017).



Kuva 2. Liiketoiminta-analytiikan kypsyyssmalli (mukaillen Pospieszny 2017).

2.3.1 Kuvaileva analytiikka

Kuvaileva analytiikka pyrkii tarjoamaan tietoa historian tapahtumista yhdistelemällä ja visualisoimalla dataa. Pääsääntöisesti kuvaileva analytiikka tuottaa tietoa ja ymmärrystä historian tapahtumista ja siitä, miten ne mahdollisesti vaikuttavat tulevaan. Kuvaileva analytiikka mahdollistaa poikkeamien havaitsemisen normaaliin verrattuna. (Pospieszny 2017.)

Kuten nimikin antaa ymmärtää, kuvailevan analytiikan menetelmillä pyritään kuvailemaan tai tekemään yhteenvetoja datasta ja tuomaan se ihmisille ymmärrettävässä muodossa. Usein käytettyjä sovelluksia kuvailevan analytiikan menetelmillä ovat esimerkiksi erilaiset kuvailevat tilastot, KPI-mittarit (key performance indicator), dashboardit ja eri tyyppiset visualisoinnit (Appelbaum et al. 2017). Kuvailevan analytiikan menetelmiä käytetään myös jatkuvaan monitorointiin prosessien hälytysjärjestelmissä, joissa esimerkiksi jollekin prosessille luodaan raja-arvot, joiden ylittymistä seurataan kyseisillä keinoilla (Ge et al. 2017). Kuvailevan analytiikan menetelmät antavat pohjan edistyneimmille analytiikkamenetelmille (Pospieszny 2017).

2.3.2 Diagnostinen analytiikka

Kun kuvaileva analytiikka pyrki tuomaan esille, mitä historiassa on tapahtunut, diagnostinen analytiikka pyrkii selvittämään, miksi se tapahtui, ja mikä sen aiheutti (Pospieszny 2017). Tapahtuneelle pyritään etsimään syitä historiatadatasta esimerkiksi korrelaatioiden ja data-assosiaatioiden avulla (Pospieszny 2017). Kun prosessin vaihtelun aiheuttaja on

saatu paikallistettua, diagnostisen analytiikan pohjalta voidaan lähteä selvittämään, miten prosessia tulee kehittää tai optimoida, jottei sama toistuisi uudestaan (Ge et al. 2017).

Kun edellisessä aluvuossa kerrottiin, että kuvaileva analytiikka pyrkii monitoroimaan prosesseja ja antamaan hälytyksiä raja-arvon ylittäneistä tilanteista, diagnostisen analytiikan menetelmiä käytetään hyväksi löytämään juurisyyt epänormaalille toiminnalle ja prosessin vaihtelulle. Diagnostinen analytiikka pyrkii löytämään yksityiskohtaiset syyt tapahtumille, ja riippuen menetelmästä, voidaan saada hyvinkin yksityiskohtaisesti paikallistettua juuri tietty prosessin osa, joka vaihteluun prosessissa vaikutti. (Ge et al. 2017.)

2.3.3 Ennustava analytiikka

Ennustava analytiikka hyödyntää tietoa historiasta saadakseen luotua käsityksen tulevasta ja luodakseen hyödyllistä tietoa päätöksentekoa varten. Hyödyntämällä erilaisia menetelmiä, kuten regressioanalyysia, datan luokittelumenetelmiä tai ennustealgoritmeja voidaan luoda tuotoksia, joilla prosesseja saadaan optimoituja, vähennettyä opeointikuluja, tunnistettua trendejä ja minimoitua riskejä. Kyseisillä menetelmillä pyritään vastaamaan kysymykseen ”mitä seuraavaksi tulee tapahtumaan”. Ennustavaa analytiikka voidaan hyödyntää lukuisten eri muuttujien osalta, kuten esimerkiksi laadun, huoltokulujen tai läpimenoajan ennustamisessa. (Pospieszny 2017.)

Vaikkakin diagnostinen analytiikka antaa vastauksia, mitkä tekijät vaihtelun prosessissa aiheuttaa, ongelman aiheuttajia voi ilmetä prosessissa useita erilaisia. Voikin olla tarpeellista pystyä esimerkiksi luokittelemaan, minkä tyyppisiä eri vaihtelun aiheuttajat ovat. Jos havaitut vaihtelun aiheuttajat saadaan luokiteltua ja määriteltyä onnistuneesti, voidaan prosessin tilasta saada entistä luotettavampaa tietoa, joka taas auttaa kehittämään tuotantoprosesseja tehokkaammiksi ja vähemmän virhealttiiksi. (Ge et al. 2017.)

Toisaalta taas ennustealgoritmien avulla on mahdollista tehdä malleja eri muuttujien osalta, joiden avulla tuleviin tuotannon vaihteluihin voidaan etukäteen varautua. Ennustemallit käyttävät hyödykseen historiadataa ja tekevät laskelmia dataan perustuen mahdollisista tulevaisuuden tapahtumista (Appelbaum et al. 2017). Nykyisin käytetty menetelmä ennustemallien tekoon on neuroverkkomenetelmä, jolla on mahdollista oppia ja mallintaa monitahoisiakin epälineaarisia jatkuvuussuhteita (Khosravi et al. 2011). Neuroverkkojen yleistymistä puoltaa se, että ne sopivat alasta ja datasta katsomatta hyvin moniin erilaisiin sovelluskohteisiin (Khosravi et al. 2011).

2.3.4 Ohjaileva analytiikka

Ohjaileva analytiikka sisältää kaikki edelliset tasot menetelmiseen, eikä pelkästään tarjoa näkökulmia tulevasta, vaan ennemminkin esittää toimenpiteitä tai päätöksiä, jotka voivat merkittävästi kehittää prosessien tehokkuutta (Pospieszny, 2017). Nimensä mukaisesti ohjailevan analytiikan menetelmillä voidaan ohjata prosessia ja tehdä prosessista tehokkaampaa ilman ihmisen toimia. Ohjaileva analytiikka toimii asetettujen tavoitteiden ja rajoitteiden pohjalta tarjoten parhaan mahdollisen lopputuleman (Pospieszny, 2017). Tämän vuoksi tarvitaan yhdistelmä eri tekniikoita, menetelmiä ja lähestymistapoja, jotka kumpuavat tuotannon ja liiketoiminnan säännöistä, datan hallinnasta ja käsittelystä sekä varsinkin koneoppimisen algoritmeista (Pospieszny, 2017).

Koneoppimisen menetelmät ja niiden yhdistelemien ovat avainasemassa ohjailevan analytiikan toteuttamisessa. Vaikka niitä käytetäänkin myös muilla tasoilla, niiden edistyneimmät sovellukset korostuvat ohjailevassa analytiikassa. Koneoppimisessa käytetyt menetelmät jaetaan usein ohjatun, ohjaamattoman ja vahvistetun oppimisen välille (Bajic et al. 2018). Ohjattu oppiminen tarkoittaa menetelmää, jossa aineisto koostuu syötteistä ja halutuista tuloksista, ja jossa menetelmällä luodun mallin pitäisi pystyä luokittelemaan ennestään tuntemattomia syötteitä (Bajic et al. 2018). Ohjaamattomassa oppimisessä taas ei ole tiedossa tuloksia, vaan malli oppii löytämään aineistosta yhtäläisyyksiä ja jatkuvuuksia (Bajic et al. 2018). Vahvistettu oppiminen on taas sitten ohjatun ja ohjaamattoman oppimisen välimuoto: osaltaan ympäristö oppimiselle on määritetty, mutta toisaalta mallilla on vapauksia oppimisen suhteen (Bajic et al. 2018).

Haastavien menetelmien soveltaminen ja yhdistäminen käytännön tarpeisiin ei ole kuitenkaan helppoa. Ohjailevassa analytiikassa monien yksittäisten asioiden täytyy nivoutua yhteen, jotta ohjailevasta analytiikasta on todellista hyötyä. Basu (2013) jakaa artikkelissaan ohjailevan analytiikan onnistumisen viiteen peruspilariin:

- Hybrididata: Ohjailevassa analytiikassa ei nojauduta pelkästään strukturoituun dataan, vaan datalähteinä on myös strukturoimatonta dataa sekä organisaation sisäisistä että ulkoisista lähteistä. Hybrididata ajatuksena mahdollistaa yritysten käyttää päätöksenteossa hyväkseen kaiken mahdollisen tiedon, ja päästä näin parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen.
- Yhdistetyt ennustavan ja ohjailevan analytiikan menetelmät: Kummankin tason menetelmien on toimittava yhteistyössä, jotta ohjaileva analytiikka on mahdollista. ”Täytyy ensin nähdä tulevaisuus, ennen kuin sitä voi muokata”.

- Ohjaileva analytiikka ja sen sivuvaikutukset: Ohjailevalle analytiikalle on määritettävä tarkasti viitekehys tai runko, jonka mukaan ohjausta toteutetaan. Ilman viitekehystä toimintaa haittaavat sivuvaikutukset ovat mahdollisia.
- Adaptiiviset algoritmit: Tuotannon eri vaiheissa tapahtuvat vaihtelut vaativat joustavuutta ohjaukselta. Ohjailevassa analytiikassa vaaditaan joustavia ja tilanteeseen mukautuvia algoritmeja, jotka tarpeen mukaan luovat uusia algoritmeja tukemaan toimintaa.
- Palautemekanismit: Kaikki ohjailevan analytiikan tekemät päätökset pitäisi tallentaa myöhempää kehittämistä varten. Ilman järjestelmästä saatavaa palautetta, ei voida tietää järjestelmän toimivuutta.

Yleisesti ottaen voidaan huomata, että erilaisia menetelmiä tuotantoprosessien optimointiin löytyy laaja kirjo. Kuten edellisistä kappaleista voidaan huomata, analytiikan kehittyessä haastavammille tasoilla kasvaa myös huomioitavien asioiden määrä. Vaikka ohjaileva analytiikka eniten arvoa tuokin, on se myös monimutkainen kokonaisuus toteuttaa. palvelunkehittämisen näkökulmasta on tärkeää tarkastella todellisia asiakastarpeita ja palvelukokonaisuuden kustannustehokkuutta. Välttämättäärkevintä kokonaisuutta ei saavuteta viemällä analytiikan taso kaikista korkeimmalle.

2.4 Tuotantoprosessien optimoinnin haasteet

Vaikka suuri datan määrä ja kehittyneet tiedonhankinta ja -analysointimenetelmät tuovat mahdollisuuksia tuotannon kehittämiseksi, on olemassa myös haasteita, jotka on otettava huomioon dataa hyödynnettäessä ja tuotantoprosesseja optimoidessa. Tuotantoprosessien optimoinnissa haasteet ovat usein monitahoisia, ja onkin tärkeää tiedostaa, mistä asioista haasteet voivat koostua.

Tuotantoprosessien optimointiin eniten ongelmia aiheuttavat dataan liittyvät haasteet (Bajic et al. 2017). Wuest et al. (2016) mukaan yleisiä ongelmia datan hyödyntämisessä tuotantoprosessien optimoinnissa ovat oleellisen datan hankinta, käytettävyys, laatu ja datojen yhdistäminen. Saman suuntaisia haasteita listaavat myös Bajic et al. (2018): ongelmia aiheuttavat datamassojen kasvaminen ja käytettävyys, datan moniulotteisuus, vaihtelevuus sekä homogeenisuus. On siis nähtävissä, että vaikka suuret datamassat tuovat mahdollisuuksia, voivat ne aiheuttaa myös osaltaan suuria haasteita.

Myös nopeasti kehittynyt teknologia datan hyödyntämisen saralla tuottaa ongelmia osaa misnäkökulmasta. Kun tietämys datan louhimisen tärkeydestä on kasvanut, ovat kasvaneet myös tarpeet teknologian kehittymiselle ja käyttämiselle, kuten tietokannoille, da-

tanhallinta- ja datankäsittelymenetelmille (Ge et al. 2017). Välttämättä kuitenkin menetelmien osaamisen taso ei ole kehittynyt samassa suhteessa kuin teknologia. Sekä menetelmien että datan väärä käyttö voi ohjata tuotantoa väärään suuntaan, ja liika informaatio voi helposti johdattaa huomion pois ongelmien oikeista syistä (Wuest et al. 2016). Tuotantoprosessit itsessään tuottavat myös haasteita optimoinnin näkökulmasta. Ajan myötä tuotantoprosessit ovat kehittyneet kasvattaen samalla koko tuotantoketjun osalta eri prosessien määrää. Useat lisääntyneet eri prosessit näin ollen myös kasvattavat todennäköisyyttä prosessivaihteluille ja vikaantumiselle (Shang & You 2019). Usein kaikkia tuotantoprosessin vaihteluita on haastavaa huomioida tuotannon suunnitteluvaiheessa varsinkin monimutkaisten tuotantoprosessien osalta, jolloin mahdollisuus tuotantotehokkuuden heikkenemiselle kasvaa (Shang & You 2019).

Sekä datan että tuotantoprosessien aiheuttamat haasteet näkyvät analytiikan puolella ja varsinkin koneoppimisen hyödyntämisessä tuotantoprosessien optimoinnissa. Haastavat ja monitahoiset tuotantoprosessit hankaloittavat oikeiden koneoppimismenetelmien ja algoritmien valintaa (Wuest et al. 2016; Bajic et al. 2018). Haasteena voi olla löytää sopivia olemassa olevia menetelmiä, jotka pystyisivät vastaamaan nopeasti muuttuviin tilanteisiin ja lisäksi oppimaan niistä (Bajic et al. 2018). Akkiraju et al. (2018) mukaan perinteiset koneoppimismenetelmät eivät pysty vastaamaan tuotannon asettamiin uusiin haasteisiin, joita yritykset kehitystyössään kohtaavat. Vaaditaan räätälöintiä, työkaluja ja muokattuja menetelmiä eri yritysten erilaisiin tarpeisiin (Akkiraju et al. 2018).

Oman haasteensa datan määrän kasvaessa tuo myös tietoturvan riittävyys. Pilvipalvelualustat, langattomat verkot ja sensoreiden avulla ohjattavat prosessit ovat tietoturvariskejä monella tapaa, jos tietoturvaan ei kiinnitetä tarpeeksi huomiota. Jos tietoturvasasioista ei ole huolehdittu tarvittavalla tavalla, voi data päätyä väriin käsiin tai etäohjatut laitteet voivat olla vaarassa joutua värien tahojen ohjailemiksi. Huomiota täytyy kiinnittää varsinkin datan varastointiin sekä tiedonsiirtojärjestelmiin, jotta tuotanto ei vaarannu tietoturva-asteiden myötä. (Bajic et al. 2018.)

Haasteeksi tuotantoprosessien optimoinnin onnistumisessa voidaan laskea lisäksi organisaation kulttuuriset tekijät. McDermott:n ja Stock:n (1999) mukaan onnistunut implementointi vaatii yleensä erityyppisen organisaation, kuin mihin perinteisessä ympäristössä on totuttu. Toisin sanoen organisaatiolta vaaditaan joustavuutta, jotta järjestelmien implementointi saadaan toteutettua onnistuneesti. Usein laitteiden käyttö muuttuu totutusta, jolloin organisaatioon kuuluvilta vaaditaan sopeutumista muuttuvaan tilanteeseen (McDermott & Stock 1999). Organisaation kulttuurilla on merkittävä vaikutus järjestelmän implementoinnin onnistumiseen (McDermott & Stock 1999).

3. KYPYSYYSMALLI OPTIMOINTIPALVELUIDEN KEHITTÄMISESSÄ

3.1 Kypsyysmallien tausta ja määritelmä

Kun organisaatiot jatkuvasti kohtaavat paineita kasvattaa kilpailullista etua, kustannusten leikkaaminen, laadun kehittäminen ja prosessien nopeuttaminen ovat esimerkkeinä kasvaneet tärkeiksi toimenpiteiksi. Suoriutuakseen näistä toimenpiteistä mahdollisimman hyvin, kypsyysmallit ovat olleet yksi työkalu avustamassa toimintaa. Näitä malleja on käytetty kehityksen pohjana auttamaan toimenpiteiden arvioinnissa ja vertailussa. Kypsyysmallit on kehitetty osoittamaan valitun kohteen kypsyyttä (kelpoisuutta, kyvykkyyttä, kehittyneisyyden tasoa), joka pohjautuu enemmän tai vähemmän kattavaan koelmaan erilaisia kriteerejä. Yleisin tapa kypsyiden arviointiin on viisivaiheinen asteikko, jossa taso 5 edustaa kypsyiden korkeinta tasoa. (De Bruin et al. 2005.)

Kypsyysmallit ovat suosittuja työkaluja arvioimaan eri elementtien kypsyyttä ja valitsemaan tarvittavia toimenpiteitä elementtien kypsyiden parantamiseen (Kohlegger et al. 2009). Kypsyysmallien ehdoton vahvuus onkin se, että ne ovat sovellettavissa moniin eri tarkoituksiin, kuten myös palvelunkehittämiseen. Malleja hyödynnetään laajasti sekä tutkimustyössä ja liiketoiminta-alueella että tekniikan puolella (Kohlegger et al. 2009). Tämän työn tavoitteena on hyödyntää kypsyysmalliajattelua optimointipalveluiden kehittämisen työkaluna.

Vaikka usein organisaation sisällä ollaan tietoisia ongelmista, joita tulisi kehittää, saattaa erimielisyyttä organisaation sisällä aiheuttaa niiden tärkeysjärjestys. Ilman organisoitua strategiaa on haastavaa luoda yhteysymmärrystä organisaation sisälle kehitettävien asioiden tärkeysjärjestyksestä. Jotta pysyviä tuloksia voidaan saavuttaa, on tarpeellista luoda reitti, jonka avulla tarkasteltavan kohteen kypsyyttä voidaan kehittää. (Pault et al. 1993.)

Kypsyysmallit työkaluna tarjoavat mahdollisuuden kehittää toimintaa ennalta määritettyjen rajausten mukaisesti. Kypsyys terminä tarkoittaakin jonkin asian kehittymistä nykytilasta kohti parempaa tavoitetilaa (Aho 2011). Kypsyysmalli koostuu mallista ja kysymyksistä, joita käytetään osoittamaan kehitettävän kohteen kypsyystasoa (Rajteric, 2010). Mallin ja kysymysten avulla pyritään kuvailemaan, selittämään ja arvioimaan tarkasteltavan kohteen elinkaaren kasvua (Rajteric 2010). Toisin sanottuna kypsyysmallista voidaan puhua tietynlaisena viitekehystenä, jonka avulla organisaation kehittymistä pyritään tukemaan (Aho 2011).

Kypsyysmalleja on kolmea erityyppistä: tasollinen, jatkuva ja kontekstuaalinen. Tasollisessa kypsyysmallissa jokainen taso rakentuu edellisen tason pohjalta ja on määritelty eri kriteerien pohjalta, joiden tulee täytyä, jotta kyseinen taso voidaan saavuttaa. Jatkuvat kypsyysmallit ovat muuten samanlaisia kuin tasolliset mallit, mutta jatkuviissa mallissa eri komponenttien kypsyys tasoilla voi olla eri tavalla määritelty. Kontekstuaaliset kypsyysmallit taas ovat muuten samantyyppisiä kuin jatkuvat kypsyysmallit, mutta ne sallivat liikkumisen mallin sisällä sekä eteen- että taaksepäin. (Cosic et al. 2012.)

Yleisesti kypsyystarkastelun kohde on joko ihminen, objekti tai sosiaalinen systeemi (Kohlegger et al. 2009). Useimmiten tarkastelun kohteina käytetään organisaation määrittelemiä avainprosessialueita (Key Process Areas) (Paulk et al. 1993). Avainprosessialueet määrittävät, mitä indikaattoreita kohteen kypsyiden osoittamisessa käytetään. Esimerkkejä avainprosessialueista ovat prosessien, digitaalisten resurssien tai ihmisten kyvykkyyden kypsyiden arviointi (Kohlegger et al. 2009). Kypsyysmalli osoittaa tarkasteltavien kohteiden sijoittumisen tasoille, jotka yleensä ovat jaoteltu vaatimusten mukaisesti ja järjestetty peräkkäin (Kohlegger et al. 2009).

Kypsyystasojen määrittelyssä ja tasojen määrissä on vaihtelua eri kypsyysmallien välillä. Yhteistä eri kypsyysmalleille kuitenkin on se, että tarkasteltava kohde voi sijoittua mille tahansa mallin tasolle, jos se täyttää kaikki edellisten tasojen vaatimukset sekä myös sen tason, jolle se ajatellaan sijoitettavaksi (Kohlegger et al. 2009). Tarkasteltavat kohteet (ne osa-alueet, joka organisaation täytyy ottaa huomioon saavuttaakseen tietyn kypsyystason) määritellään jokaisella tasolla niin, että näiden osien tyypilliset piirteet tulevat esille tason mukaisesti (Rajteric 2010).

Esikuvana nykypäivän kypsyysmalleille voidaan pitää 1990-luvulla esiteltyä CMM-kypsyysmallia (Capability Maturity Model), joka on alun perin kehitetty ohjelmistotekniikan puolen työkaluksi (Mettler et al. 2010). CMM-kypsyysmalli on tyypillinen esimerkki tasollisesta mallista (Cosic et al. 2012). Malli koostuu viidestä ennalta määritellystä tasosta sekä ohjelmistotekniikan avainprosessialueista, joiden avulla eri tasojen määrittely on suoritettu (Paulk et al. 1993). Vaikkakin kyseinen kypsyysmalli on kehitetty ohjelmistotekniikan tarpeisiin, sen määrittely on ollut sen verran yleispätevä, että sitä on voitu hyödyntää myös muiden alojen kypsyysmallien rakentamisen pohjana (Rajteric 2010).

3.2 Aihetta lähellä olevat kypsyysmallit

Tässä työssä tarkoituksena hyödyntää kypsyysmallia teollisuuden tarjottavien analytiikka- ja optimointipalveluiden kehittämisessä. Kirjallisuus tarjoaa olemassa olevia eri

kypsyysmallivaihtoehtoja hyödynnettäväksi kehittämisen tukena. Olemassa olevia kypsyysmalleja löytyy aiheeseen liittyen esimerkiksi teollisuuden optimoinnin, analytiikan kehittämisen ja erilaisten palveluiden kehittämisen saralta.

Teollisuusprosessien optimointiin löytyy useampikin kypsyysmalli, joita voidaan hyödyntää kehittämisen työkaluina. Esimerkiksi Weber et al. (2017) esittelevät artikkelissaan M2DDM -kypsyysmallin (Maturity Model for Data-Driven Manufacturing), joka keskittyy viiden tason perusteella kehittämään tuotantoprosessia niin, että ylimmällä tasolla tuotanto ohjautuu pääsääntöisesti täysin reaaliaikaiseen dataan perustuen. Ylintä tasoa kuvataan tässä mallissa termillä ”itseoptimoituva tehdas” (Weber et al. 2017). Nemeth et al. (2018) esittelemä PriMa-X -kypsyysmalli perustuu taas ennakoivaan kunnossapidon kehittämiseen koneoppimisen keinoin. Kypsyysmallin tavoitteena on tukea ennakoivan kunnossapidon strategian implementointia, helpottaa datatieteiden yhdistämistä osaksi organisaation toimia ja auttaa kartoittamaan toimenpiteitä, jotka vaikuttavat korkeimman määritellyn kypsyystason saavuttamiseen (Nemeth et al. 2018).

Analytiikan kehittämiseen työkaluiksi kirjallisuus tarjoaa esimerkiksi Pospieszny (2017) liiketoiminta-analytiikan kypsyysmallin sekä Halperin ja Stodderin (2014) esittelemä analytiikkakypsyysmallin. Pospieszny (2017) mallissa organisaation toimia kehitetään liiketoiminta-analytiikan kehittämisen keinoilla. Kypsyysmalli perustuu neljään tasoon, jossa ylimmällä tasolla liiketoiminta-analytiikan keinoin voidaan organisaation toimia ohjata simuloimalla ja ennustamalla tulevia tapahtumia (Pospieszny 2017). Halperin ja Stodderin (2014) mallissa taas ennalta määritellyt osa-alueet jaetaan kypsyyden mukaan viidelle tasolle. Mallissa eri tasoilta on saatavissa eri määrä pisteitä. Näiden eri osa-alueilta saatujen pisteiden avulla voidaan taas arvioida koko organisaation analytiikan kypsyyttä (Halper & Stodder 2014).

Palveluiden kehittämiseen tarkoitettuja kypsyysmalleja löytyy myös useampia. Esimerkiksi Jin et al. (2013) esittelevät artikkelissaan uuden palvelun kehittämiseen (New Service Development) tähtäävän kypsyysmallin. Kypsyysmallin tarkoituksena on auttaa analysoimaan ja kehittämään uuden palvelun kehittämisen prosessia. Kehittämistä suoritetaan neljän dimension kautta, jotka ovat strategian johtaminen, prosessien formalisointi, tietojohtaminen ja asiakkaan osallistaminen (Jin et al. 2013). Toinen esimerkki palvelunkehittämiseen sopivasta kypsyysmallista on Rapaccini et al. (2013) kehittämä malli. Kyseinen malli keskittyy niin ikään uusien palveluiden kehittämiseen, mutta näkökulmana on enemmän teollisuuden tuotteisiin liittyvien palveluiden kehittäminen. Kehittäminen tapahtuu viiden ennalta määritetyn tason sekä määriteltyjen avainprosessialueiden perusteella. Kyseisessä mallissa avainprosessialueita ovat esimerkiksi osaaminen, roolit, asiakkaat, työkalut ja menetelmät sekä johtamiskäytännöt (Rapaccini et al. 2013).

Vaikka tämän työn aihetta lähellä olevia valmiita kypsyysmalleja löytyykin paljon, on hankala löytää mallia, joka suoraan sopisi tämän työn tarpeisiin. Koska tässä työssä kyseessä on yksittäisen organisaation yksittäisen palvelun kehittäminen, vaaditaan kypsyysmallien muokkausta, jotta kaikki työn kannalta tärkeimmät avainprosessialueet tulevat huomioitua.

3.3 Kypsyysmallin rakentamisen vaiheet

Kuten edellä todettiin, kypsyysmallit usein vaativat muokkausta, jotta ne saadaan vastaamaan omaa käyttötarkoitusta. Eri käyttötarkoituksiin rakennetut kypsyysmallit ovat kuitenkin osaltaan saaneet kritiikkiä esimerkiksi byrokraattisuudesta, huonosta teoriapohjasta ja siitä, että ne antavat väärennetyn vaikutelman saavutetuista hyödyistä (Mettler 2009). Onkin tärkeää, että uuden kypsyysmallin rakentaminen tai olemassa olevan muokkaaminen perustuu teoriaan ja tutkittuun tietoon. Esimerkiksi Mettler (2009), Becker et al. (2009) ja De Bruin et al. (2005) tarjoavat eri toimialoille suunnattuja viitekehyyksiä kypsyysmallin rakentamisen ja kehittämisen tueksi, joiden tarkoitus on yksinkertaistaa ja yhdistää kypsyysmallin rakentamisen perusperiaatteita.

Mettlerin (2009) viitekehys on suunnattu lähinnä informaatiojärjestelmien kypsyysmallien rakentamisen tueksi. Viitekehyyksen mukaan kypsyysmallin rakentaminen tapahtuu neljän vaiheen perusteella: tavoitteen määrittäminen, mallin suunnittelu, mallin toimivuuden arviointi ja mallin kehittäminen myöhempää käyttöä varten. Nämä neljä vaihetta on viitekehyyksessä jaoteltu omaksi taulukoksi, jossa taas vaiheita on tarkennettu pienemmiksi kokonaisuuksiksi. Taulukkoa edetessä vaihe vaiheelta eteenpäin saadaan luotua kattava kypsyysmalli, joka ottaa huomioon sekä teoreettiset että käytännön asettamat vaatimukset. (Mettler 2009.)

Becker et al. (2009) viitekehys tarjoaa apua tietojärjestelmien kehittämisen kypsyysmallien rakentamiseen. Kyseinen viitekehys tarjoaa kahdeksan vaihetta kypsyysmallin kehittämisen tueksi. Ensiksi tulee määrittää ongelma tai tavoite, johon mallilla pyritään vastaamaan. Tämän jälkeen olemassa olevia kypsyysmalleja tulee tarkastella oman tavoitteen näkökulmasta, jottei uutta kypsyysmallia kehitetä turhaan. Seuraava toimenpide on määrittää kypsyysmallin kehitysstrategia, jonka jälkeen kypsyysmalli luodaan kehitysstrategiaa noudattaen. Kun kypsyysmalli on luotu, on arvioitava sen toimivuutta. Ensiksi arvioidaan, soveltuvatko valitut dimensiot (avainprosessialueet) tosielämässä käytettäväksi. Tämän jälkeen kypsyysmalli implementoidaan suunniteltuun käyttöön ja arvioidaan sen toimivuutta käytännössä. Jos malli ei sovellu käyttöön, se hylätään ja rakentaminen aloitetaan alusta. (Becker et al. 2009.)

De Bruin et al. (2005) laatima viitekehys on taas enemmänkin yleisesti eri alojen kypsyysmallien rakentamiseen tarkoitettu viitekehys. Tässä viitekehyksessä kypsyysmallin rakentaminen on jaettu kuuteen vaiheeseen: tavoitteen määrittäminen, kypsyysmallin suunnittelu, kypsyysmallin dimensioiden arviointi, kypsyysmallin testaaminen, mallin levittäminen organisaation käyttöön ja kypsyysmallin kehittäminen sekä ylläpito. De Bruin et al. (2005) huomauttavat artikkelissaan, että vaikka kypsyysmallin rakentamisen vaiheet ovatkin melko yleistettyjä, on tärkeää, että ne tehdään edellä esitetystä järjestyksessä. Järjestyksessä eteneminen takaa sen, että tarvittavat toimenpiteet tulee huomioidua kehitystyötä tehtäessä (De Bruin et al. 2005).

Vaikka edellä mainitut viitekehukset ovatkin suunnattu eri toimialojen tarkoituksiin, on nähtävissä, että niissä esitetyt kypsyysmallin rakentamisen vaiheet ovat hyvin samansuuntaisia. Vaikka viitekehysten toimenpidemäärissä onkin eroja, ovat toimenpiteet sisällöiltään hyvin samanlaisia. Näiden viitekehysten pohjalta kypsyysmallin rakentamisen vaiheet voidaan yksinkertaistetusti jakaa neljään päätoimenpiteeseen:

1. Määritä kypsyysmallin tavoite
2. Suunnittele kypsyysmalli
3. Arvioi ja testaa mallin toimivuutta
4. Kehitä ja ylläpidä kypsyysmallia

Tavoitteen määrittäminen on koko toiminnan kehittämisen lähtökohta. On erityisen tärkeää arvioida ja määrittää, mitä kypsyysmallin avulla pyritään kehittämään. Ilman selkeää kuvaa kehitettävästä kohteesta, on kypsyysmallin hyödyntäminen helposti harhaanjohtavaa. Tavoitteen määrittämisessä on huomioitava, tarkastellaanko yleistä vai tapauskohtaista asiaa, koskeeko kehittäminen yksittäistä joukkoa vai esimerkiksi koko organisaatiota, onko kehitettävä asia uusi vai olemassa oleva, ketä varten kehitystyötä tehdään ja miten laajalle malli levitetään (Mettler 2009).

Tämän jälkeen kypsyysmalli suunnitellaan määriteltyihin tavoitteisiin pohjautuen. Suunnittelussa pyritään huomioimaan se, että kypsyysmalli sisältää kaikki kehittämisen kohteena olevan aiheen sisältämät dimensiot. Haasteena kypsyysmallin suunnittelussa onkin se, että se on tarpeeksi kattava, muttei liian monimutkainen (De Bruin et al. 2005). Kypsyysmalli ei saa olla liian yksinkertainen, jotta kehitystyöstä ei jää huomioimatta tärkeitä yksityiskohtia (De Bruin et al. 2005). Toisaalta taas liian monimutkainen kypsyysmalli johtaa helposti väriin lopputuloksiin (De Bruin et al. 2005). Tärkeä osa kypsyysmallin suunnittelussa on määrittää tasot, jonka mukaan kehitettävää kohdetta arvioidaan.

Kolmas vaihe kypsyysmallin rakentamisessa on arvioida suunniteltua mallia ja testata sen toimivuutta. Kypsyysmallin toimivuuden ja käytettävyyden kannalta arviointi- ja testausvaihe on oleellinen osa rakentamisvaihetta. On tarpeellista arvioida, mittaako luotu malli tavoitteiden mukaisia asioita ja antaako se luotettavia tuloksia. Arvioinnissa ja testauksessa tulee huomioida sekä kypsyysmallin rakenne että sen sisältö oikeellisuuden, luotettavuuden ja yleistettävyyden näkökulmista (De Bruin et al. 2005).

Kun malli on saatu kehitettyä, arvioitua ja testattua, on tärkeää myös ylläpitää ja kehittää luotua mallia. Kypsyysmalleista tulee helposti käyttökelvottomia, jos tarkasteltavan kohteen ympäristö muuttuu tai teknologia kehittyy (Becker et al. 2009). Jos kypsyysmallia halutaan käyttää jatkuvasti, on sitä myös kehitettävä jatkuvasti. Kypsyysmallin oikeellisuus ajan myötä varmistetaan ainoastaan sillä, että sitä ylläpidetään ja kehitetään (De Bruin et al. 2005).

4. KYPYSYYSMALLI KOHDEORGANISAATION TARPEISIIN

4.1 Kohdeorganisaatio ja kypsyysmallin tavoite

Kohdeorganisaatio on suomalainen suunnittelu- ja konsulttiyritys, joka tarjoaa erilaisia palveluita teollisuuden asiakkaille. Palveluita tarjotaan monille eri teollisuuden sektoreille, kuten laiva-, paperi-, metsä-, prosessi-, lääke- ja energiateollisuuteen. Palvelutarjontaan kuuluvat erilaiset suunnittelupalvelut, turvallisuuteen ja käytettävyyteen liittyvät palvelut, tehokkuuspalvelut, tekninen laskenta sekä tuote- ja palvelukehitys. Tarjottavien palveluiden laajuus vaihtelee yksittäisistä suunnittelutoimeksiannoista aina kokonaisten tuotantolaitosten toimitukseen.

Tässä työssä keskitytään kohdeorganisaation tehokkuuspalveluihin ja niiden kehittämiseen. Yhtenä osana tehokkuuspalveluita on teollisuuden asiakkaille tarjottavat tuotannon optimointi- ja analyysipalvelut. Näiden palveluiden tarkoituksena on dataan pohjaten tarjota mahdollisuuksia kehittää tuotantoprosesseja tehokkaimmiksi ja toimivammiksi. Tarjottavat palvelut pohjautuvat joko asiakkailta saatuun dataan, organisaation itse asiakaskohteista kerättyyn dataan tai näiden yhdistelmiin.

Kohdeorganisaatiossa on havaittu muutosta asiakaskunnassa siinä suhteessa, että digitalisaation tuomat vaikutukset ovat alkaneet näkyä kasvavana tarpeena optimointi- ja analytiikkapalveluiden suhteen. Erilaisia optimointeja ja analyyseja tarvitaan enenevässä määrin ja tarve käyttää eri analytiikkamenetelmiä kasvaa jatkuvasti. Kohdeorganisaatiossa onkin huomattu, että omaa toimintaa tulee kehittää, jotta asiakkaille voidaan tulevaisuudessa tarjota heidän tarvitsemiaan palveluita.

Kypsyysmallin tavoitteena on siis kehittää organisaation omia valmiuksia, jotta asiakkaita voidaan auttaa optimoimaan tuotantoprosessejaan, ja tehdä siitä liiketoimintaa. Kypsyysmallissa pyritään määrittämään kaikki optimointipalveluiden kehittämiseen liittyvät tarpeelliset asiat niin, että kehittämistyössä huomioidaan optimointipalvelut kokonaisuutena. Luodun kypsyysmallin tavoitteena on toimia viitekehystenä kohdeorganisaation optimointipalveluiden kehittämisessä.

4.2 Kypsyysmallin dimensiot

Tämän työn kypsyysmallin dimensioiden valitseminen suoritettiin luvussa 3.2 esitettyjen eri kypsyysmallien sisältämien avainprosessialueiden pohjalta. Dimensioiden valinnassa

ja määrittämisessä huomioitiin myös tuotantoprosessien optimoinnin teoriaosuudessa esiin tulleet asiat etenkin optimoinnin hyödyntämisen ja haasteiden osalta. Eri kypsyysmalleissa toistuivat suhteellisen samat teemat, vaikka kypsyysmallit ovat eri käyttötarkoituksiin luotuja. Yleisesti eri kypsyysmalleissa toistuneita teemoja olivat esimerkiksi datan hallinta, analytiikka, teknologia, organisaation kulttuuri ja osaaminen, prosessit, laatu ja ylläpito.

Näiden teemojen pohjalta ja niitä yhdistelemällä valikoitui neljä päädimensiota tämän kypsyysmallin tarkoitusta varten: osaaminen, teknologia, analytiikka sekä prosessien ja palveluiden integrointi. Dimensioiden määrittely tehtiin yhteistyössä kohdeorganisaation kanssa niin, että ne tukevat optimointipalvelun kehittämistä. Dimensioiden valinta pohjautui sekä asetettuun kypsyysmallin tavoitteeseen että siihen, mitkä nähtiin merkittävimmäksi tekijöiksi kyseisen palvelun kehittämisen kannalta.

Dimensioiden valintoihin vaikuttivat merkittävästi sekä toimialaan liittyvät erityispiirteet että toisaalta myös kohdeorganisaation näkemykset onnistuvan palvelun avainasioista. Analytiikka sinällään nähtiin selvänä valintana, koska palvelun lähtökohta on tarjota analytiikkaa asiakkaille. Koska analytiikka on keskeinen osa palvelua, on se tarpeellista tutkia omana osa-alueenaan kehitystyössä.

Lisäksi osaaminen nähtiin yhtenä tärkeimmistä avainasioista, jonka varaan kehitystyön on mahdollista nojata. Kohdeorganisaation näkemyksen mukaan tarvitaan eri osa-alueiden ja eri näkökulmien osaamista, jotta paras mahdollinen lopputulos on saavutettavissa. Kohdeorganisaation liiketoiminta ylipäättensä nojaa ihmisten osaamiseen ja sen hyödyntämiseen, joten osaamisdimension valinta oli melko ilmeinen.

Teknologiadimension valinta pohjautui pitkälti kehitystiimin rakenteeseen. Kehitystiimissä kaksi henkilöä on selkeästi vastuussa teknologisista tekijöistä, joten tämän dimension valinta tuntui kohdeorganisaation mielestä luontevalta. Teknologia nähtiin myös erittäin tärkeänä kokonaisuutena koko palvelun osalta: teknologia on kuitenkin se, joka mahdollistaa analytiikan suorittamisen.

Koska kohdeorganisaatiolla on jo olemassa laajat palvelut ja niihin sisältyvät integraatiot, nähtiin tämänkin palvelun osalta tärkeänä asiana pyrkiä integroimaan se osaksi kohdeorganisaation olemassa olevia toimia. Palvelun on tärkeää lopulta olla yhteneväinen kohdeorganisaation muiden toimien ja prosessien kanssa, jotta jo olemassa olevia järjestelmiä pystytään hyödyntämään parhaalla mahdollisella tavalla, ja näin ollen tehostamaan palvelun toimintaa. Loppujen lopuksi tavoitteena palvelulla on kuitenkin tuottaa taloudellisesti positiivista tulosta kohdeorganisaatiolle.

Myös muita vaihtoehtoja valituiksi dimensioiksi oli tarjolla. Esimerkiksi organisaatiokulttuurin vaikuttavat tekijät nähtiin osaltaan asioina, jotka liittyvät palvelun kehittämiseen. Kuitenkin se päätettiin rajata pois dimensiovalinnoista. Kehitystyötä tekevän tiimin osalta nähtiin, että vaikka organisaatiokulttuurilla vaikutuksia varmasti on, ei siihen tämän kehitystyön osalta pystytä juuri mitenkään vaikuttamaan. Tiimin osalta nähtiin, että on hyvä tiedostaa nämä asiat, mutta niihin ei ole tarvetta ottaa kantaa liikaa kehitystyön aikana.

Lopulta valitut dimensiot määriteltiin seuraavalla tavalla:

- **Osaaminen:** Viittaa kaikkiin yksilöihin, jotka liittyvät optimointipalvelun käyttämiseen, kehittämiseen ja ylläpitämiseen. Vaatii tietoa ja osaamista teknologian, analytiikan, liiketoiminnan sekä asiakkaiden teollisuusprosessien osalta. Mahdollistaa muiden dimensioiden olemassaolon.
- **Teknologia:** Viittaa palveluun liittyviin teknologisiin tekijöihin, kuten palvelun arkkitehtuuriin sekä datan hankintaan, hallintaan ja käsittelyyn, jotka mahdollistavat analytiikan suorittamisen eri keinoin. Mahdollistaa eri lähteistä olevan datan hyödyntämisen eri analytiikkamenetelmillä ja -työkaluilla.
- **Analytiikka:** Viittaa palveluun liittyviin eri työkaluihin ja menetelmiin, jolla analytiikkaa on mahdollista tehdä. Mahdollistaa asiakkaiden prosessien analysoinnin ja kehittämisen/optimoinnin.
- **Prosessien ja palveluiden integrointi:** Viittaa palveluiden yhdistämiseen organisaation toimintaprosessien (kuten myynti ja markkinointi) kanssa sekä palveluiden sisältöön ja hyötyihin. Tässä dimensiossa määritetään myös, millaista kokonaisuutta myydään, miten myydään, mitkä ovat saatavat hyödyt, miten asiakkaan rooli näkyy palvelussa ja kuka käytettävän datan omistaa.

Määritelmät ovat kuitenkin melko yläkäsitteisiä ja kehittämisessä onkin omat riskinsä, jos kaikki kypsyysmallia hyödyntävät henkilöt eivät ymmärrä kypsyysmallin sisältöä samalla tavalla. Kypsyysmalli voi tässä tilanteessa antaa harhaanjohtavia tuloksia ja palvelun kehitystyö voi vaarantua. Näin ollen on tärkeää, että kypsyysmallin sisältö määritetään mahdollisimman tarkkaan niin, että kaikki ymmärtävät sen samalla tavalla. (Mettler 2009.)

Määritelmät eivät ainoastaan auta ymmärtämään dimensioiden sisältöä paremmin, vaan niiden avulla voidaan myös arvioida, onko kaikki tarvittava otettu huomioon dimensioihin liittyen. Tarkempi sisällön määritelmä toimii hyvänä kehittävän keskustelun runkona ja kehityksen työkaluna. Tämän vuoksi työssä dimensiot jaettiin pienempiin ja yksityiskohtaisempiin määritelmiin. Seuraavissa kappaleissa on esitetty tarkemmat määritelmät kullekin dimensiolle.

Osaamisdimensio jaettiin neljään pienempään osa-alueeseen, jotka määräytyivät pitkälti muiden dimensioiden tietämykseen ja osaamiseen liittyvien asioiden pohjalta. Dimensio jaettiin teknologiaan, analytiikkaan, liiketoimintaan ja asiakkaiden prosesseihin liittyvään tietämykseen ja osaamiseen. Alla tarkempi kuvaus näiden neljän osion määritelmistä:

- **Teknologiaan liittyvä tietämys ja osaaminen:** Liittyy teknologiadimension sisältävien asioiden tietämykseen ja osaamiseen. Henkilöiltä vaaditaan osaamista tietojärjestelmä- ja pilvipalveluarkkitehtuurista, tietokannoista sekä datanhankintamenetelmistä. Henkilöiden tulee myös ymmärtää analytiikkamenetelmien ja työkalujen vaatimuksia sekä liiketoimintaan liittyviä vaatimuksia, jotta teknologian avulla tietoa pystytään tuottamaan tarvittavassa muodossa.
- **Analytiikkaan liittyvä tietämys ja osaaminen:** Liittyy analytiikkadimension sisältävien asioiden tietämykseen ja osaamiseen. Analytiikkamenetelmät vaativat osaamista ja tietämystä matematiikan ja tilastotieteiden puolelta. Menetelmien hyödyntäminen taas vaatii eri analytiikkatyökalujen käytön osaamista ja hallitsemista. Lisäksi tietämystä ja osaamista tulee olla myös ohjelmoinnin saralta, jotta erikoisempiin analytiikkatarpeisiin voidaan vastata itse tehdyillä sovelluksilla.
- **Liiketoimintaan liittyvä tietämys ja osaaminen:** Liiketoimintaan liittyvä tietämys ja osaaminen viittaa myyntiin ja markkinointiin liittyviin asioihin. Henkilöiltä vaaditaan tietämystä sekä asiakaskentän että koko toimialan nykyisistä ja tulevista tarpeista palveluihin liittyen. Henkilöiltä vaaditaan myös ymmärrystä teknologiaan ja analytiikkaan liittyvistä asioista, jotta voidaan tarjota tarvittavia palveluita.
- **Asiakkaiden prosesseihin liittyvä tietämys ja osaaminen:** Asiakkaiden prosesseihin liittyvä tietämys ja osaaminen on palvelun onnistumisen lähtökohta. Asiakkaiden prosessit määrittelevät sekä menetelmät ja työkalut, joilla analyysia lähdetään tekemään että teknologiset lähtökohdat sen toteuttamiseen. Henkilöiltä vaaditaan eri teollisuudenalojen tuotantoprosessien osaamista ja ymmärtämistä, jotta analytiikkaa ja optimointia voidaan suorittaa oikeilla menetelmillä.

Teknologiadimension tarkoitus on olla analytiikan mahdollistavana tekijänä. Dimensio jaettiin niin ikään neljään osa-alueeseen, jotka kaikki osaltaan edistävät analytiikan mahdollistumista. Nämä neljä osa-aluetta olivat datan hankinta, datan hallinta ja käsittely, analytiikkapalvelun arkkitehtuuri ja tietoturva. Alla on esitetty tarkempi kuvaus näille osa-alueille:

- **Datan hankinta:** Määrittää, miten haluttu data saadaan kerättyä eri lähteistä. Datan hankintaan sisältyy itse tehtävät mittaukset, asiakkailta hankittava data (yksittäiset tietolähteet, tietokannoista kerättävä data yms.) sekä myös kolmannen osapuolen data (esimerkiksi säätiedot). Määrittää teknologiset tekijät, joiden avulla data saadaan siirrettyä halutusta paikasta omiin tietokantoihin tai pilvipalveluun.
- **Datan hallinta ja käsittely:** Määrittää, miten eri lähteistä oleva eri muotoinen data saadaan tallennettua, käsiteltyä ja yhdistettyä niin, että se on käytettävissä eri menetelmien ja työkalujen avulla. Sisältää kyseisiin toimenpiteisiin liittyvät teknologiset tekijät, kuten tietokannat, prosessit ja työkalut.
- **Analytiikkapalvelun arkkitehtuuri:** Arkkitehtuurin avulla kuvataan, miten eri komponentit, jotka liittyvät datan hankintaan, hallintaan, käsittelyyn ja analysointiin, on linkitetty toisiinsa, ja millaiset ovat niiden riippuvuussuhteet. Arkkitehtuuri mahdollistaa eri näkökulmien huomioisen niin, että palvelusta saadaan teknisesti toimiva, looginen ja käytännöllinen.
- **Tietoturva:** Sisältää tietoturvaan liittyvät tekniset aspektit. Teknologian rakentamisessa on otettava huomioon lainsäädännön, oman organisaation sekä asiakkaiden vaatimukset tietoturvan suhteen. Teknologiaa rakennettaessa täytyy mahdollistaa tietoturallinen työ myös asiakkailta saatavan datan suhteen.

Analytiikkadimension avulla pyritään vastaamaan asiakkaiden tarpeisiin ja pyritään kehittämään asiakkaiden tuotantoprosesseja. Dimensio jaettiin kolmeen osaan: analytiikkamenetelmiin, analytiikkatyökaluihin sekä tuotoksiin. Alla on esitetty tarkempi kuvaus näille osa-alueille:

- **Analytiikkamenetelmät:** Sisältää kaikki eri menetelmät, joilla data-analytiikkaa ja optimointia suoritetaan, kuten kuvailevan, diagnostisen, ennustavan ja ohjailevan data-analytiikan menetelmät.
- **Analytiikkatyökalut:** Sisältää palveluiden tuottamisessa käytettävät työkalut, joilla analytiikka- ja optimointipalveluita voidaan toteuttaa. Analytiikkatyökaluihin kuuluvat organisaatiossa tällä hetkellä käytössä olevat työkalut, markkinoilla olevat työkalut sekä itse ohjelmoitavat työkalut. Työkalut mahdollistavat erilaisten analytiikkamenetelmien käytön.
- **Tuotokset:** Määrittää, millaisia tuotoksia eri menetelmillä ja työkaluilla asiakkaille luodaan. Tuotoksiin kuuluvat esimerkiksi erilaiset raportit, visualisoinnit, dashboardit, korrelaatioanalyysit ja ennustemallit.

Prosessien ja palveluiden integrointi jaettiin viiteen erilliseen osakokonaisuuteen: organisaation toimintaprosessien integrointi, palveluiden sisältö, palveluiden hyödyt, asiakkaan rooli palveluissa ja datan omistajuus. Alla on tarkempi määritelmä kustakin osakokonaisuudesta:

- **Organisaation toimintaprosessien integrointi:** Ilmaisee, miten organisaation sisäiset toimintaprosessit saadaan integroiduksi osaksi palveluita. Organisaation sisäisiin toimintaprosesseihin kuuluvat esimerkiksi myynti- ja markkinointiprosessit. Integrointi on tärkeää, että jo olemassa olevista sisäisistä prosesseista saadaan paras mahdollinen hyöty palvelun kannalta.
- **Palveluiden sisältö:** Palvelun sisältö määrittää palvelun laajuuden (yksittäinen raportti vs. itseohjautuva tehdas), palvelun myyntitavan (tuntihinta, kiinteä hinta, kuukausiveloitus) ja sen, millaisia ovat palveluun liittyvät kulut ovat (esim. datahallintakulut, ylläpitokulut, pilvipalvelukulut, mittalaittekulut).
- **Palveluiden hyödyt:** Palveluista saatavat hyödyt syntyvät sekä asiakkaille että organisaatiolle itselleen. Asiakkaille syntyvät hyödyt sisältävät rahallisia (esimerkiksi säästöt energiankäytössä tai tarvittavissa resursseissa) ja ei-rahallisia (esimerkiksi tuotannon varmuus ja ennakointi) hyötyjä. Organisaatio hyötyy liiketaloudellisessa mielessä, mutta myös saamalla lisätietoa asiakasyritysten toiminnan ja prosessien tilanteesta. Tämä tieto auttaa myyntiä ja markkinointia kohdistamaan.
- **Asiakkaan rooli palveluissa:** Ilmaisee, millaisia toimia asiakkaalta vaaditaan, jotta palvelu saadaan integroitua osaksi asiakkaan omaa prosessia. Nämä toimet liittyvät esimerkiksi datan hankintaan ja lopputuotosten integrointiin osaksi asiakkaan omaa tuotantoa ja prosesseja.
- **Datan omistajuus:** Määrittää, kuka omistaa optimointipalveluissa käytetyn datan. Määrittää myös kenelle datan avulla luodut ohjelmat, koodit ja keksinnöt kuuluvat.

Taulukkoon 1 on vielä koottu dimensioiden tarkempine osa-alueineen selkeyttämään kypsyyksimallin dimensioiden sisältöä. Dimensiot osa-alueineen toimivat pohjana kypsyyksimallin sisällön tarkemmalle määrittämiselle eri kypsyyksitasoilla.

Taulukko 1. Kypsyysmallin dimensiot.

Osaaminen	Teknologia	Analytiikka	Prosessien ja palveluiden integrointi
Teknologiaan liittyvä tietämys ja osaaminen	Datan hankinta	Analytiikkamenetelmät	Organisaation toimintaprosessien integrointi
Analytiikkaan liittyvä tietämys ja osaaminen	Datan hallinta ja käsittely	Analytiikkatyökalut	Palveluiden sisältö
Liiketoimintaan liittyvä tietämys ja osaaminen	Analytiikkapalvelun arkkitehtuuri	Tuotokset	Palveluiden hyödyt
Asiakkaiden prosesseihin liittyvä tietämys ja osaaminen	Tietoturva		Asiakkaan rooli palveluissa
			Datan omistajuus

4.3 Kypsyysmallin tasot ja sisältö

Kypsyysmallin tasojen pohjaksi otettiin Pospieszyn (2017) esittelemät tasot liiketoiminta-analytiikan kypsyydelle. Kyseisessä mallissa kypsyys jaotellaan analytiikan mukaisesti neljään tasoon: kuvaileva analytiikka, diagnostinen analytiikka, ennustava analytiikka ja ohjaileva analytiikka. Tässä tasorakenteessa analytiikka on lähtökohta, jonka perusteella dimensioita lähdetään jaottelemaan paikoilleen.

Tämän työn osalta analytiikkajakoon perustuva tasorakenne nähtiin toimivana rakenteena. Eri analytiikkatasot edustavat hyvin nykyistä tilannetta teollisuuden kentällä optimointitarpeiden näkökulmasta: osalla teollisuuden aloista tarve on diagnostiselle analytiikalle, kun taas joillain aloilla voidaan lähennellä jo ennakoivan analytiikan tasoa. Tämän vuoksi sekä palvelun kehittämisen näkökulmasta että liiketoiminnallisesta näkökulmasta analytiikkapohjainen tasorakenne koettiin järkeväksi. Kypsyysmallin tasot on siis määritelty seuraavissa kappaleissa mukailen Pospieszyn (2017) mallia.

Taso 1 (Kuvaileva): Analytiikan avulla pystytään kuvailemaan, mitä historiassa on tapahtunut. Asiakkaille voidaan luoda yksittäisiä raportteja ja visualisointeja, joilla osoitetaan historiassa tapahtuneet tapahtumat. Analytiikka tällä tasolla on melko yksinkertaista ja tuotokset tehdään ad hoc-tyyppiseen tarpeeseen.

Taso 2 (Diagnostinen): Analytiikan avulla pystytään määrittämään, miksi mikäkin tapahtuma on tapahtunut. Asiakkaalle saadaan luotua jo hieman kattavampia tuotoksia, joilla voidaan esittää syy- ja seuraussuhteet historiassa tapahtuneille asioille. Tällä tasolla dataa hyödynnetään eri tietolähteistä laajemmassa mittakaavassa. Diagnostisen analytiikan tasolla tuotokset ovat kuitenkin edelleen tarpeeseen räätälöityjä ja niiden tekeminen vaatii paljon käsin tehtävää työtä. Diagnostisen tason tuotoksilla voidaan parantaa yksittäisten prosessien tai pienien osa-alueiden tehokkuutta.

Taso 3 (Ennustava): Analytiikan avulla pystytään määrittämään ja ennustamaan, mitä tulevaisuudessa tulee tapahtumaan. Asiakkaille saadaan tarjottua analytiikkamenetelmiä soveltamalla näkymä tulevaisuuden tapahtumista, joiden avulla tuotantoprosesseja saadaan optimoitua ja tehostettua laajemmassa mittakaavassa. Toistuvat raportit ja visualisoinnit ovat automatisoituja, jolloin käsin tehtävän työn määrä vähenee. Tällä tasolla hyödynnetään myös eri lähteistä saatavaa reaaliaikaista dataa, jolla saadaan luotua lähes senhetkinen tilannekuva tuotantoprosessien toiminnasta. Näin ollen optimoinnista saatavat hyödyt näkyvät lähes reaaliajassa.

Taso 4 (Ohjaileva): Analytiikan avulla tuotantoprosesseja pystytään simuloimaan ja ohjailemaan ilman ihmisen ohjausta. Ohjailevan analytiikan taso kattaa käytännössä kaikkien edellisten tasojen vaatimukset ja lisäksi pyrkii ehkäisemään inhimillisten virheitä mahdollisimman tehokkaasti prosessien ohjauksen näkökulmasta. Tällä tasolla palvelu analysoi tuotantoprosessia jatkuvasti ja antaa jatkuvasti tietoa päätöksenteon tueksi. Palvelusta saatavat hyödyt näkyvät reaaliajassa ja ne ovat merkittäviä verrattuna muiden tasojen hyötyihin. Palvelu hyödyntää käytännössä kaikkea mahdollista saatavilla olevaa dataa, jotta se pystyy tarjoamaan parhaan mahdollisen lopputuloksen.

Taulukko 2. Kypsyysmalli optimointipalveluiden kehittämiseen.

Taso	Osaaminen	Teknologia	Analytiikka	Prosessien ja palveluiden integrointi
1 (Kuvaileva)				
2 (Diagnostinen)				
3 (Ennustava)				
4 (Ohjaileva)				

Tasojen mukaan kypsyysmalli muodostui lopulta taulukon 2 mukaiseksi. Kypsyysmallin sisältöä lähdettiin luomaan analytiikkadimension sijoittamisesta eri tasoille. Tämän dimension sijoittamisessa eri tasoille hyödynnettiin niin ikään Pospieszyn (2017) liiketoiminta-analytiikan kypsyysmallia, jossa on määritelty analytiikan piirteet eri tasojen mukaisesti. Muiden dimensioiden osalta sisältöä käytiin rakentamaan analytiikkadimension vaatimusten mukaisesti. Toisin sanoen muiden dimensioiden osalta tarkasteltiin, mitä kultakin dimensiolta vaaditaan, että kyseisen tason analytiikkapiirteet saadaan toteutettua. Seuraavissa kappaleissa on esitetty, kuinka dimensiot kiinnittyvät määriteltyihin tasoihin.

Taso 1 (Kuvaileva)

- **Osaaminen:** Osaamisella ja tietämyksellä pystytään vastaamaan vain pieneen osaan asiakkaiden optimointitarpeista. Analytiikkamenetelmiä- ja työkaluja osataan käyttää auttavasti, jotta yksinkertaisia raportteja ja visualisointeja saadaan luotua. Tietämys asiakkaiden prosesseista ei ole tarpeeksi hyvää, jotta kehittyneempiä analyyseja voitaisiin tuottaa. Data-analytiikan mahdollistavan teknologian rakentaminen on haastavaa ja toteuttaminen on yksittäisten henkilöiden osaamisen varassa. Tietämys asiakkaiden tarpeista on vähäistä.
- **Teknologia:** Teknologia mahdollistaa datan hankkimisen yksittäisistä datalähteistä. Osin datan hankinta on asiakkaiden vastuulla, koska kaikkea ei saada itse hankittua. Datan keräämistä ja käsittelyä varten ei ole luotu erillistä arkkitehtuuria. Data tallennetaan yksittäisiin projektikansioihin, eikä asiakkaan eri projektien

välistä tietoa saada välttämättä hyödynnettyä. Datan käsittely ja yhdistäminen on tehtävä käsin, jotta sitä voi hyödyntää eri työkaluilla. Tietoturvaan ei ole juurikaan kiinnitetty huomiota.

- **Analytiikka:** Analysointi on historiadataan perustuva ja sen avulla kuvaillaan, mitä historiassa on tapahtunut. Historiaa kuvataan erilaisilla yksittäisillä raporteilla, dashboardeilla ja datan visualisoinneilla, jotka luodaan käsin lähinnä ad hoc-tyyppiseen tarpeeseen. Työkaluja analytiikan suorittamiseksi on rajallinen määrä.
- **Prosessien ja palveluiden integrointi:** Tarjottavat palvelut ovat yksittäisiä ja irrallisia toisistaan. Asiakas on itse vastuussa palvelun tulosten hyödyntämisestä omassa tuotantoprosessissaan ja joutuu itse tekemään muutokset tuotantoprosesseihin. Mahdolliset palvelun hyödyt ovat yksittäisiä ja kertavaikutteisia, sekä todennettavissa vasta tulevaisuudessa. Organisaatio saa palvelusta rahallista hyötyä, mutta tietoa lopputuloksen toimivuudesta ei välttämättä saada ollenkaan. Palveluita ei ole integroitu osaksi organisaation muita toimintaprosesseja. Datan omistajuuteen liittyviin asioihin ei ole kiinnitetty huomiota.

Taso 2 (Diagnostinen)

- **Osaaminen:** Osaamisella ja tietämyksellä pystytään vastaamaan myös haastavampiinkin asiakastarpeisiin. Tietämys asiakkaiden prosesseista on kokonaisvaltaisempaa ja ymmärretään eri teollisuusalojen prosesseja. Teknologian osalta ymmärretään, miten eri tietolähteistä data saadaan hankittua ja miten se saadaan tallennettua yhdeksi kokonaisuudeksi. Osataan käyttää eri analytiikkatyökaluja ja ymmärretään sekä teoriassa että käytännössä, miten esimerkiksi juurisyitä ja korrelaatiota muodostetaan. Tiedetään kattavammin varsinkin avainasiakkaiden tämänhetkiset palvelutarpeet sekä osataan hieman arvioida myös tulevaisuuden tarpeita.
- **Teknologia:** Teknologia mahdollistaa datan keräämisen useista eri lähteistä ja se saadaan tallennettua yhteiseen tietokantaan. Datan hankintaa ja tallentamista varten on määritelty prosessit ja mietitty arkkitehtuurisessa mielessä järjestelmän toimivuus. Datan hyödyntäminen eri analytiikkatyökaluilla vaatii kuitenkin edelleen käsin tehtävää työtä. Tietoturvaan on kiinnitetty huomiota arkkitehtuuria luotaessa.
- **Analytiikka:** Analytiikan avulla pystytään määrittämään, miksi mikäkin tapahtuma on tapahtunut. Tapahtuneita syitä voidaan selvittää esimerkiksi juurisyys- ja

korrelaatioanalyysillä. Raportointi ja datan visualisointi on edelleen käsin tehtävää. Analytiikan toteuttamiseksi on olemassa erilaisia työkaluja, joiden avulla haastavampiakin analyyseja pystytään tuottamaan.

- **Prosessien ja palveluiden integrointi:** Tarjottavat palvelut ovat yksittäisiä ja tiettyihin tarpeisiin räätälöityjä, ja edelleen asiakas on itse vastuussa tulosten hyödyntämisestä omassa tuotantoprosessissaan. Analyysit ovat kuitenkin kokonaisvaltaisempia ja niistä saatavat hyödyt vaikuttavat useampaan tekijään. Yksittäiset palvelut on integroitu osaksi organisaation toimintaprosesseja ja niitä markkinoidaan aktiivisesti eri toimialoilla. Palveluiden hyödyt ovat yksittäisiä tuotantoprosesseja koskevia ja ne ovat nähtävissä yleensä vasta pidemmän ajan kuluessa. Datan omistajuuteen liittyvät peruseräpäätökset on huomioitu palveluiden sisällössä.

Taso 3 (Ennustava)

- **Osaaminen:** Eri osa-alueiden osaaminen ja tietämys on erittäin hyvällä tasolla ja osaamisella sekä tietämyksellä pystytään vastaamaan lähes kaikkiin asiakastarpeisiin. Asiakkaiden prosessien toiminta ja vaatimukset ovat erittäin hyvin tiedossa, sekä tiedetään myös kattavasti asiakkaiden tarpeet tällä hetkellä ja tulevaisuudessa. Eri analytiikkatyökaluja osataan käyttää kattavasti ja niitä osataan tarpeen tullen ohjelmoida myös itse. Koneoppimisen teoria ja käytäntö on hallussa ja ymmärretään esimerkiksi eri algoritmien merkitys analytiikassa. Teknologinen osaaminen on kehittynyt, jotta pilvipalvelualustat saadaan hyötykäyttöön analytiikkapalveluiden toteuttamisessa.
- **Teknologia:** Dataa kerätään eri lähteistä eri muotoisena ja sen yhdistäminen ja käsittely on hallittua ja automatisoitua. Teknologian avulla suuret datamassat eri lähteistä saadaan yhdistettyä yhteiseen datavarastoon, josta se on käytettävissä olemassa olevilla analytiikkatyökaluilla. Teknologia mahdollistaa myös osan analytiikasta tehtävän automaattisesti, kuten esimerkiksi ennustemallien teon. Teknologia on luotu pääsääntöisesti pilvipalvelualustalle, jossa datan hallinta ja käsittely tapahtuu. Teknologia mahdollistaa myös tietoturvan vaatimusten mukaisesti datan hallinnan ja käsittelyn erillisissä tietokannoissa.
- **Analytiikka:** Analytiikan avulla pystytään määrittämään ja ennustamaan, mitä tulevaisuudessa tulee tapahtumaan esimerkiksi datan louhinnan ja luokittelun, regressioanalyysien sekä ennustemallien avulla. Raportit ja datan visualisoinnit pe-

rusrakenteeltaan automatisoituja, mutta tarvittavat lisäanalyysit tehdään käsin tapauskohtaisesti. Työkaluja on käytettävissä kattavasti ja tarpeen mukaan työkaluja saadaan luotua myös itse.

- **Prosessien ja palveluiden integrointi:** Yksittäiset palvelut on yhdistetty kokonaisuuksiksi, jotka ovat tilattavissa helposti asiakkaan näkökulmasta joko kiinteään hintaan tai kuukausiveloituksella. Palvelukokonaisuudet voidaan integroida osaksi asiakkaan tuotantoprosessia yhteistyössä asiakkaan kanssa. Tuotantoprosessien dataa analysoidaan laajassa mittakaavassa, joka mahdollistaa tarkan ja yksityiskohtaisen tuotantoprosessien optimoinnin. Palvelun tuottamat hyödyt ovat kokonaisvaltaisia ja ne ovat nähtävissä lyhyellä aikavälillä. Organisaatio hyödyntää asiakkaiden tuotantoprosesseista saatua tietoa toiminnassaan. Datan omistajuuden suhteen pääsääntöisesti on määritetty sopimustekniset asiat erilaiset tilanteet ja asiakkaat huomioiden.

Taso 4 (Ohjaileva)

- **Osaaminen:** Eri osa-alueiden osaaminen ja tietämys on erinomaisella tasolla ja osaamisella sekä tietämyksellä pystytään vastaamaan kaikista haastavimpiinkin asiakastarpeisiin. Asiakkaiden prosessien toiminta ja vaatimukset ovat täysin tiedossa, sekä tiedetään myös erittäin tarkasti koko toimialan tarpeet tällä hetkellä ja tulevaisuudessa. Eri analytiikkamenetelmien osaaminen teoriassa ja käytännössä on erinomaisella tasolla. Analytiikkatyökaluja osataan käyttää erittäin laajasti ja niissä osataan hyödyntää eri menetelmien käyttöä. Teknologian osalta osataan sekä arkkitehtuurin puolesta että teknisestäkin näkökulmasta rakentaa järjestelmä, jossa reaaliaikainen data saadaan hallittua ja analysoitua.
- **Teknologia:** Dataa kerätään eri lähteistä eri muotoisena ja sen yhdistäminen ja käsittely on hallittua ja automatisoitua. Teknologian avulla suuret datamassat eri lähteistä saadaan yhdistettyä yhteiseen datavarastoon, josta se on käytettävissä olemassa olevilla analytiikkatyökaluilla. Teknologia on luotu pilvipalvelualustalle ja se mahdollistaa reaaliaikaisen datan analysoinnin. Analytiikkatyökalut on integroitu osaksi pilvipalveluarkkitehtuuria. Erilaiset tietoturvaan liittyvät aspektit on otettu huomioon teknologiamielessä niin, että jokaiselle asiakkaalle voidaan tarjota palveluita.
- **Analytiikka:** Analytiikan avulla tuotantoprosesseja pystytään ohjaamaan ja simuloimaan ilman ihmisen ohjausta. Ohjaus ja simulointi suoritetaan esimerkiksi ko-

neoppimisalgoritmien avulla. Raportointi ja datan visualisointi on täysin automatisoitua ja kokonaisvaltaista. Analytiikkatyökalujen avulla pystytään vastaamaan kaikista haastavimpiinkin analytiikkatarpeisiin.

- **Prosessien ja palveluiden integrointi:** Organisaation toimintaprosessit on integroitu palveluihin niin, että asiakas pystyy tilaamaan palvelukokonaisuuden helposti "avaimet käteen" -periaatteella. Palvelu on jatkuvaa ja se on koko ajan läsnä tuotannon ohjauksessa. Palvelulle on määritetty kuukausihinta, joka määräytyy ohjailtavan prosessin laajuuden mukaan. Asiakkaalle palvelun tuottamat hyödyt ovat kokonaisvaltaisia ja ne ovat nähtävissä päivittäisessä toiminnassa sekä rahallisessa että ei-rahallisessa mielessä. Organisaatio hyödyntää asiakkaiden tuotantoprosesseista saatua tietoa kokonaisvaltaisesti. Datan omistajuuden suhteen on määritetty sopimustekniset asiat erilaiset tilanteet ja asiakkaat huomioiden.

Kun kypsyysmalli on saatu suunniteltua ja määriteltyä, on seuraavana toimenpiteenä testata ja arvioida mallin toimivuutta käytännössä. Nämä toimenpiteet on esitetty seuraavissa osioissa.

5. TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

5.1 Tutkimusmetodologia

Tutkimusmetodologian tarkoituksena on tarkastella käytettyjen aineistonkeruu- ja analysointimenetelmien soveltuvuutta asetetun päämäärän saavuttamiseksi (Tuomi & Sarajärvi 2018). Määritetty tutkimusongelma ohjaa metodologisia valintoja, mutta tutkimuksen tekijän on huomioitava menetelmien soveltuvuudet ja eroavuudet, jotta tutkimusta voidaan pitää luotettavana ja oikeellisena. Tutkimuksen metodologisen osuuden tarkoituksena onkin esittää, miten ja millaisia menetelmiä ja käsitteitä on käytetty tieteellisen tiedon saavuttamisessa (Tuomi & Sarajärvi 2018).

Työn tutkimuskohteena ollessa yksittäisen organisaation yksittäisen palvelun kehittäminen, voidaan sen nähdä tieteenfilosofiselta näkemykseltään olevan lähimpänä interpretivismiä. Interpretivistinen tutkimus pyrkii ymmärtämään ihmisiä ja ympäröivää maailmaa tulkintoihin perustuen (Saunders et al. 2019). Tässä tutkimuksessa se tarkoittaa kehitettävän kohteen tarkastelua eri näkökulmista: kehitystyössä mukana olevat henkilöt tulkitsevat kehityskohdetta eri tavoin omien lähtökohtiensa mukaisesti. Interpretivistisen tutkimus pyrkiikin luomaan uutta ja rikkaampaa ymmärrystä, joka mahdollistuu eri tavoin tulkittavien asioiden myötä (Saunders et al. 2019).

Interpretivistiselle tutkimukselle tyypillistä on sen induktiivinen tutkimusote. Induktiivista tutkimusotetta käytetään etenkin tutkimuksessa, jossa dataan pohjautuen pyritään ymmärtämään tarkasteltavaa ilmiötä. Induktiivinen tutkimusote sopii laadulliseen tutkimukseen, jossa otanta on pieni ja keskiössä on aineistoon perustuva teorianmuodostus. (Saunders et al. 2019.) Tässä työssä induktiivisen tutkimusotteen peruspiirteet toteutuvat, koska tutkimus on laadullinen, aineiston otanta on pieni ja aineiston perusteella pyritään luomaan viitekehys palvelun kehittämiseksi.

Tutkimusstrategiana tässä työssä toimii toimintatutkimus. Toimintatutkimuksella pyritään tutkimaan ja muuttamaan olemassa olevia tottumuksia (Kuula 2006). Toimintatutkimusstrategian tarkoitus on tarjota organisaatiolle oppia, jotta se voisi paremmin tunnistaa haasteita, suunnitella toimintaa, toteuttaa toimintaa ja arvioida myös sitä (Saunders et al. 2019). Toimintatutkimukseen olennaisena osana kuuluu tutkittavien henkilöiden tai tutkittavan kohteen parissa työskentelevien henkilöiden osallistaminen osaksi tutkimuksen tekemistä (Kuula 2006). Saunders et al. (2019) mukaan toimintatutkimus on ennemminkin tutkimuksen tekemistä osana toimintaa, ei niinkään toiminnasta. Osallistamalla

henkilöitä osaksi tutkimusta, tutkimus ei nojaa pelkästään teoreettiseen tietoon, vaan ottaa vaikutteita myös henkilöiden kokemukseräisestä tiedosta sekä osaamisesta, joka liittyy itse tutkittavaan kohteeseen (Saunders et al. 2019). Lisäksi tyypillinen piirre toimintatutkimukselle on, että tutkija on yksi toimintaan osallistuvista henkilöistä (Saunders et al. 2019).

Toimintatutkimusstrategian valintaa tämän työn osalta puoltaa useampi asia. Ensinnäkin työllä pyritään tuottamaan organisaatiolle tietoa siitä, miten optimointipalveluita tulisi kehittää. Toiseksi toimintatutkimukselle tyypilliseen tapaan kehittämistyössä mukana olevat henkilöt ovat mukana tutkimuksen toteuttamisessa sekä tutkimuksen tekijä on yksi kehittämistyöhön osallistuvista henkilöistä. Lisäksi tämä työ tehdään osana kehitysprojektia, eikä niinkään yksittäisenä tutkimuksena jostain toiminnasta.

Laadulliseen tutkimuksen tekemiseen ja aineiston hankintaan on olemassa useampia menetelmiä. Yleisimpiä aineistonkeruumenetelmiä ovat haastattelu, kysely, havainnointi ja eri dokumenteista kerätty tieto (Tuomi & Sarajärvi 2018). Aineistonkeruumenetelmän valinta perustuu tutkittavaan ongelmaan tai tutkimustehtävään (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006). Ennen aineistonkeruumenetelmän valintaa on tärkeää määritellä, miten ja millaista aineistoa halutaan kerätä, kuinka paljon aineistoa tarvitaan, kuinka tutkitavat valitaan, sekä onko aineisto edustava (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006).

Tämän työn toteutuksessa aineistonkeruumenetelmäksi valittiin fokusryhmähaastattelu. Fokusryhmähaastattelu on ryhmähaastattelun alalaji, jossa haastatteluun osallistuvat henkilöt valikoidaan tarkoin. Ryhmähaastatteluissa yleisesti pyritään siihen, että osallistujat tekisivät keskustelun omaisesti havaintoja aiheesta melko vapaasti ja spontaanisti. Haastattelijan rooli ryhmähaastatteluissa on puhua osallistujille yhtä aikaa, kuitenkin välillä suunnaten kysymyksiä yksittäisille osallistujille. (Hirsjärvi & Hurme 2008.)

Fokusryhmähaastattelu menetelmänä on toimiva varsinkin silloin, kun tarkoituksena on kehittää uusia ideoita ja palveluita (Hirsjärvi & Hurme 2008). Hirsjärven ja Hurmeen (2008) mukaan tyypillisiä piirteitä fokusryhmähaastattelulle ovat, että ryhmä koostuu yleensä 6-8 henkilöstä, ryhmän jäsenet ovat tarkasti valittuja ja edustavat yleensä alan asiantuntijoita, ja että ryhmällä on tarkasti määritelty tavoite. Etuna tällä tiedonkeruumenetelmällä on, että tietoa aiheesta saadaan tuotettua nopeasti ja eri näkökulmista. Ryhmähaastattelu voi tuoda osallistujille mieleen asioita, joita ei välttämättä haastattelijan ja haastateltavan välillä kaksistaan tulisi.

Kyseinen aineistonkeruumenetelmä valikoitui tarpeeseen pohjautuen. Tutkimuksen kannalta oli tärkeää saada tietoa juuri niiltä henkilöiltä, jotka optimointipalvelun kehittämi-

seen osallistuvat. Tällä hetkellä kehitystyöhön osallistuva joukko on kahdeksasta henkilöstä koostuva asiantuntijatiimi, joten tiimin koko mahdollisti fokusryhmähaastattelumenetelmän käyttöä.

Asiantuntijatiimin sisällä osaaminen ja tietämys jakautuu edellisessä osiossa luodun kypsyysmallin dimensioiden mukaisesti. Kaksi ryhmään kuuluvista henkilöistä ovat keskittyneet liiketoiminnallisiin toimiin myynnin, markkinoinnin ja palveluintegraation näkökulmasta. Kaksi tiimin jäsenistä taas vastaa teknologisiin asioihin liittyvistä kehitystoimenpiteistä. Loput neljä jäsentä, tutkimuksen tekijä mukaan lukien, keskittyvät työssään analytiikkadimension sisältämiin osa-alueisiin.

Fokusryhmähaastattelun käyttämistä aineistonkeruumenetelmänä puoltaa asiantuntijatiimin osaamisen jakautuminen kypsyysmallin dimensioiden mukaisesti. Koska osaaminen henkilöillä on tiettyyn osa-alueeseen keskittyvää, on yksittäisillä haastatteluilla haastavaa saada kattavia tuloksia kaikkiin palvelukehittämisen osa-alueisiin liittyen. Tämän vuoksi fokusryhmähaastattelulla uskottiin saavan parempia tuloksia aikaisempiin yksilöhaastatteluilla.

5.2 Tutkimuksen toteuttaminen ja aineistonkeruu

Fokusryhmähaastattelu suoritettiin niin, että haastattelijalla ja kaksi osallistujista oli yhteisessä tilassa ja muut viisi henkilöä osallistuivat haastatteluun etäyhteyden kautta. Tilaisuutta varten haastattelijalla oli luonut valmiiksi rungon, jonka mukaan tilaisuus vietettiin läpi. Haastattelutilaisuus tallennettiin sekä etäyhteysovelluksen kautta videotallenteena että puhelimella äänitallenteena.

Aluksi tilaisuudessa käytiin läpi työn ja haastattelun tarkoitus ja tavoitteet. Alun osiolla pyrittiin sekä motivoimaan haastateltavia että myös tuomaan selkeästi esille, mitkä tilaisuuden ja työn tavoitteet ovat. Tämän jälkeen tilaisuudessa käytiin yleisesti läpi kypsyysmallien teoriaa ja käytettävyyttä palvelunkehittämisen työkaluna.

Kun tilaisuuden tarkoitus ja tavoitteet oli kaikilla selvillä, siirryttiin ryhmähaastattelussa käymään läpi luotua kypsyysmallia. Aluksi jokainen osallistuja sai itsekseen rauhassa käydä läpi luotua kypsyysmallia ja miettiä omassa mielessään eri osa-alueiden sijoittamista kypsyysmallin tasoille. Samanaikaisesti osallistujia pyydettiin myös arvioimaan mallin toimivuutta ja oikeellisuutta yleisesti. Tämän jälkeen osa-alueiden sijoittumisesta tasoille ryhdyttiin käymään läpi koko ryhmän voimin dimensio kerrallaan. Ryhmähaastattelussa pyrittiin saamaan perustelut jokaisen osa-alueen osalta, miksi osa-alue on kyseiselle tasolle sijoitettu.

Kun nykytilan osalta kaikki dimensiot osa-alueineen läpi käyty, siirryttiin tavoitetilan määrittämiseen. Tavoitetilan määrittäminen eteni samalla tavalla kuin nykytilan määrittäminen. Erona nykytilaan verrattuna oli, että tavoitetilan tasojen määrittämisen yhteydessä jokaiselle osa-alueelle pyrittiin lisäksi määrittämään tarvittavat toimenpiteet, joilla kehittyminen tasolta toiselle mahdollistuu, sekä arvioimaan myös mahdollisia pullonkauloja ja haasteita, joita kehitystyössä saattaa ilmetä. Sekä nykytilan että tavoitetilan osalta saadut tulokset ovat nähtävissä työn tulokset-osiossa.

Fokusryhmähaastattelun lisäksi tutkimusta tuettiin erillisellä kehityspalaverilla. Palaveriin osallistui työn tekijän lisäksi kaksi ryhmäläistä. Tässä tilaisuudessa keskityttiin tarkentamaan fokusryhmähaastattelun aikana esille nousseen osa-alueen kehittämistoimenpiteitä. Tämän kehitystilaisuuden tulokset ovat nähtävissä luvussa 7.2.

5.3 Tutkimusaineiston analysointi

Yleensä analyysimenetelmä laadullisen aineiston analysointiin on sisällönanalyysi. Sisällönanalyysin perusperiaatteisiin kuuluu, että itse analyysin lähtökohtana ei yleensä ole mikään teoria, mutta itse analyysissa voidaan soveltaa erilaisia teoreettisia lähtökoh-
tia ja viitekehyksiä. Sisällönanalyysi menetelmänä onkin melko joustava ja useaan käyttötarkoitukseen sopiva. (Tuomi & Sarajärvi 2018.)

Tuomi ja Sarajärvi (2018) esittelevät teoksessaan rungon, jonka mukaan laadullisen tutkimuksen sisällönanalyysi tulisi edetä:

- Tee päätös, mitkä asiat aineistossa kiinnostavat
- Käy aineisto läpi ja merkitse kiinnostavat asiat
- Kerää kiinnostavat asiat yhteen
- Luokittele, teemoita tai tyypittele kerätty aineisto
- Kirjoita yhteenveto kerätystä aineistosta.

Tämän rungon mukaan ensiksi tulisi siis tehdä selkeä päätös, mitä aineistosta haetaan. Vaikka aineistosta saattaa nousta esille useita kiinnostavia aiheita, on analyysivaiheessa pidettävä tarkasti mielessä tutkimuksen tavoitteet. Tämän jälkeen aineisto tulee litteroida tai koodata. Aineisto tulee käydä tarkasti läpi ja sieltä tulee merkitä ne asiat, jotka eniten vaikuttavat tutkimuksen tavoitteisiin ja tuloksiin. Seuraavana toimenpiteenä on kerätyn aineiston ryhmittely. Yleensä tekniikoina käytetään joko luokittelua, tyypittelyä tai teemoittelua. Tekniikka määräytyy yleensä tutkimuksen tavoitteiden ja aineiston perusteella. Viimeisenä toimenpiteenä on vielä kirjoittaa yhteenveto kerätystä aineistosta. (Tuomi & Sarajärvi 2018.)

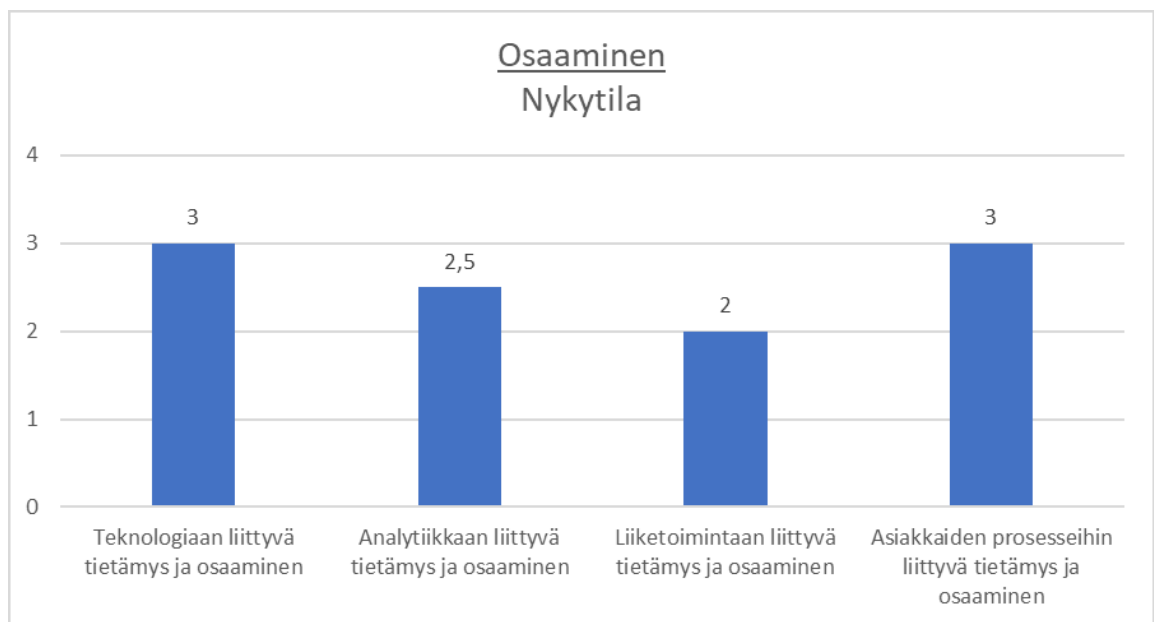
Tämän työn osalta tutkimusaineiston analysoinnissa käytettiin sisällönanalyysia ja analysoinnissa edettiin edellä esitetyn rungon mukaisesti. Ensiksi aineistosta päädyttiin etsimään vain niitä asioita, jotka liittyvät oleellisesti optimointipalveluun ja sen kehittämiseen. Tämän jälkeen aineisto litteroitiin ja aineistosta kerättiin yhteen palveluun ja sen kehittämiseen liittyvät asiat. Aineiston ryhmittelyssä käytettiin apuna luotua kypsyyssmallia. Kypsyyssmallin dimensiot ja osa-alueet ohjasivat aineiston ryhmittelyä. Lopuksi kerätyistä aineistosta kirjoitettiin yhteenveto sekä nykytilan että tavoitetilan osalta.

6. TULOKSET

6.1 Optimointipalveluiden nykytila

Optimointipalveluiden nykytilan tulokset on esitetty seuraavissa alaluvuissa. Tulosten esittäminen etenee kypsyyssmallin mukaisesti niin, että ensiksi on esitetty nykytilan tulokset osaamisdimension osalta, tämän jälkeen teknologiadimension, seuraavana analytiikkadimension ja viimeisenä prosessien ja palveluiden integrointi -dimension osalta.

6.1.1 Osaaminen



Kuva 3. Osaamisdimension kypsyyden nykytila.

Osaamisdimensio sijoittui osa-alueiden osalta kypsyyssmalliin tasojen 2 ja 3 välille kuvan 3 mukaisesti. Teknologiaan ja asiakkaiden prosesseihin liittyvä tietämys ja osaaminen nähtiin olevan hyvällä tasolla (taso 3), kun taas liiketoimintaosaamisessa koettiin olevan eniten kehittämisen varaa (taso 2). Analytiikkaan liittyvän tietämyksen ja osaamisen koettiin olevan näiden tasojen 2 ja 3 välissä.

Teknologiaan liittyvä tietämys ja osaaminen nähtiin yleisesti olevan hyvällä tasolla. Kyseisellä osaamisella koettiin pystyvän vastaamaan lähes kaikkiin tarpeisiin, joita asetetaan sekä asiakkaiden että organisaation osalta. Teknologiaan liittyvää osaamista ja kehittämistä on luotu organisaation muiden työtehtävien kautta, jotka ovat osaltaan tuke-

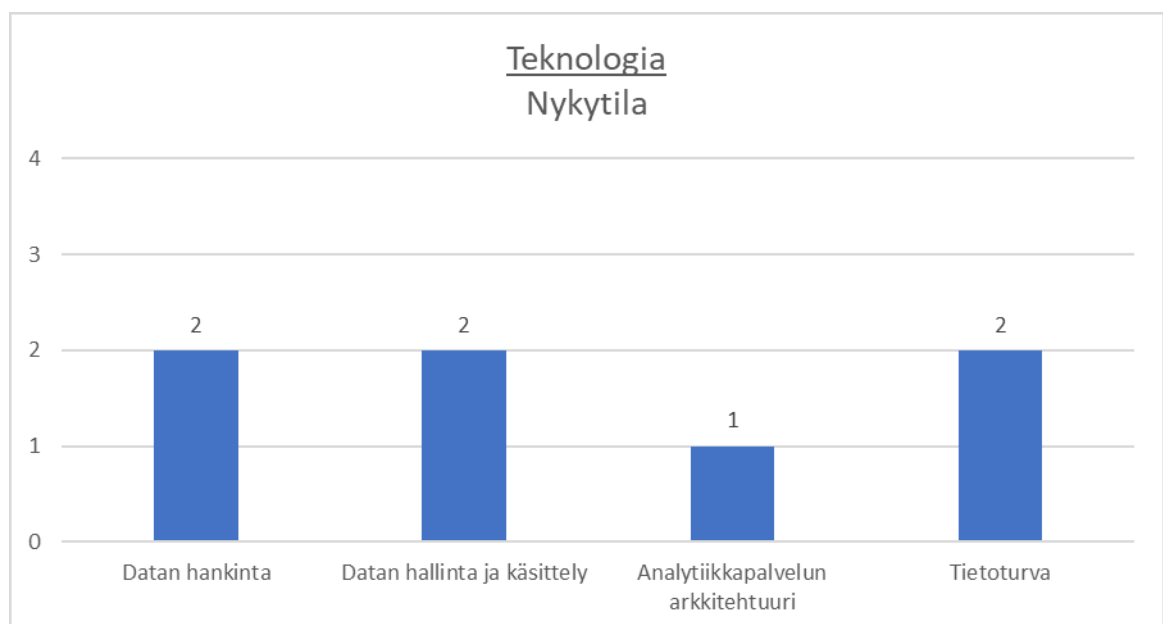
neet optimointipalveluiden kehittämisessä tarvittavaa osaamista ja tietämystä. Teknologiaosaamisella nähtiin pystyttävän vastaamaan ennustavan analytiikan asettamiin vaateluihin.

Analytiikkaan liittyvän tietämyksen ja osaamisen koettiin olevan tasojen 2 ja 3 välissä. Osaaminen täyttää tasolla 2 määritellyt vaatimukset ja osan myös 3-tason vaatimuksista, mutta osaamisen laajuus eri menetelmien ja työkalujen osalta ei täyttänyt tason 3 vaatimuksia. Ryhmässä koettiin, että tiettyjen menetelmien ja työkalujen osaaminen on 3-tason vaatimalla tasolla, mutta laaja-alainen osaaminen ja tietämys puuttuu. Toisin sanoen osaaminen on keskittynyt yksittäisiin menetelmiin ja työkaluihin, joilla pyritään tekemään kaikki työtehtävät.

Liiketoimintaan liittyvä tietämys ja osaaminen sijoittui tasolle 2. Tämän osa-alueen osalta nähtiin, että asiakkaiden tarpeet osataan tunnistaa kohtalaisen hyvin ja niihin pystytään tarjoamaan oikeanlaisia palveluita. Ryhmän osalta koettiin kuitenkin, että osaamista ja tietämystä puuttuu palvelukonseptin rakentamisen ja lanseeraamisen saralta. Palveluiden tuotteistaminen on vaikeaa varsinkin hinnoittelun haastavuuden ja konsernin sanelemien reunaehtojen vuoksi.

Asiakkaiden prosesseihin liittyvä tietämys ja osaaminen sijoittui tasolle 3 ja sen koettiin olevan pääsääntöisesti hyvällä tasolla. Tämän osaamisen koettiin olevan organisaation ydinosaamista, jonka pohjalle palveluita pystytään rakentamaan. Ryhmässä koettiin, että asiakkaiden prosessien tuntemus on sen verran hyvällä tasolla, että sen puolesta haastavamman analytiikan toteuttaminen asiakkaille on mahdollista.

6.1.2 Teknologia



Kuva 4. *Teknologiadimension kypsyyden nykytila.*

Teknologiadimension nykytilan nähtiin olevan tasojen 1 ja 2 välissä kuvan 4 mukaisesti. Osa-alueista datan hankinta, datan hallinta ja käsittely sekä tietoturva sijoittuivat tasolle 2. Analytiikkapalvelun arkkitehtuuri nähtiin sijoittuvan tasolle 1.

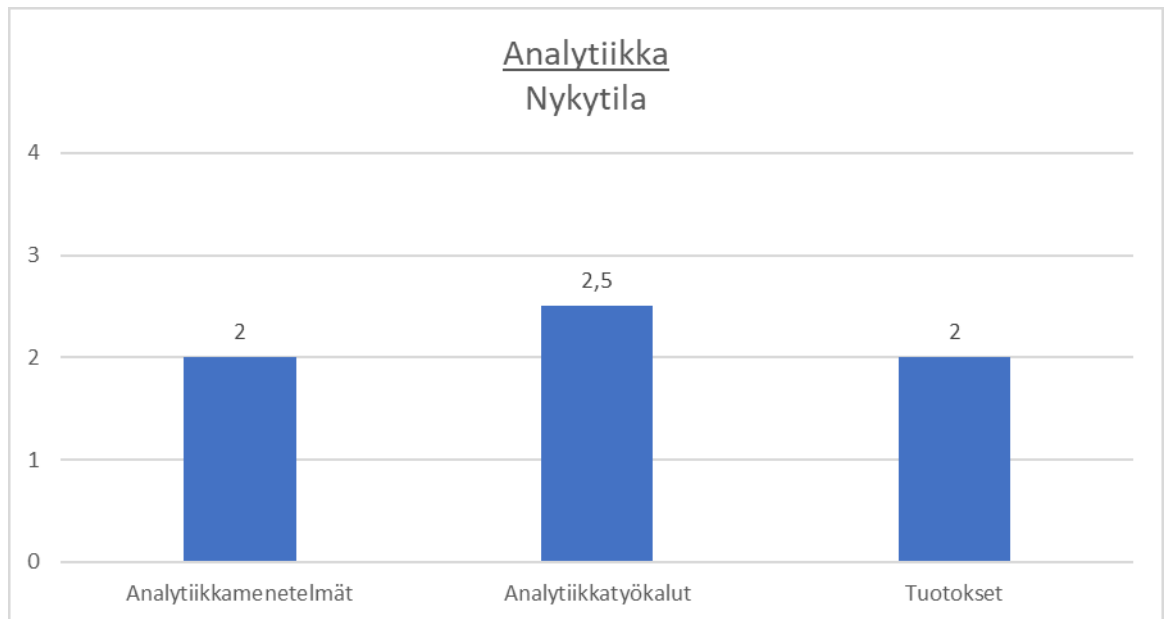
Datan hankinnan nähtiin täyttävän tason 2 vaatimukset. Dataa saadaan hankittua useista eri lähteistä ja se saadaan tallennettua osaltaan yhteiseen tietokantaan. Dataa kerätään omista mittauksista, asiakkailta saatavasta datasta sekä kolmannen osapuolen datalähteistä. Datan hankinnan osalta nähtiin kuitenkin, että puutteita on vikasietoisuuden ja monitoroinnin osalta, joka taas näkyy välillä datan laadussa.

Datan hallinta ja käsittely sijoittui niin ikään tasolle 2. Tämän osa-alueen osalta nähtiin, että dataa hallitaan ja käsitellään keskitetysti ja osin automaattisesti, mutta edelleen on paljon käsin tehtävää työtä. Varsinkin vähän erikoisemmista lähteistä ja erikoisemmassa muodossa tuleva data joudutaan käsittelemään käsin analytiikkaa varten. Lisäksi edellä mainitut haasteet datan hankinnassa heijastuvat käsin tehtävään käsittelyyn määrään.

Analytiikkapalvelun arkkitehtuurin osalta tason nähtiin olevan 1. Arkkitehtuuria on mietitty ja osaksi suunniteltu, mutta mitään konkreettista ei vielä nykytilassa ole olemassa. Arkkitehtuurin puute nähtiin vaikuttavan myös muiden teknologiadimension alla olevien osa-alueiden tasoon. Ryhmässä tiedostettiin kuitenkin arkkitehtuurin tärkeys ja sen vaikutus optimointipalveluiden kehittämisen onnistumiseen.

Tietoturvan koettiin olevan kypsyydellä 2. Tämän osa-alueen osalta nähtiin, että datan hankinta, siirtäminen ja tallentaminen tapahtuu tietoturvallisesti, mutta erilaisten poikkeustilanteiden ja rajatapauksen huomiointi on vaillinaista. Vaillinaiseen huomiointiin vaikuttavat sekä arkkitehtuurin että resurssien puute.

6.1.3 Analytiikka



Kuva 5. Analytiikkadimension kypsyyden nykytila.

Analytiikkadimension nykytilan koettiin olevan tasojen 2 ja 3 välissä (kuva 5). Analytiikkamenetelmät ja tuotokset sijoituivat tasolle 2. Analytiikkatyökalujen osa-alueen nähtiin taas olevan tasojen 2 ja 3 välissä.

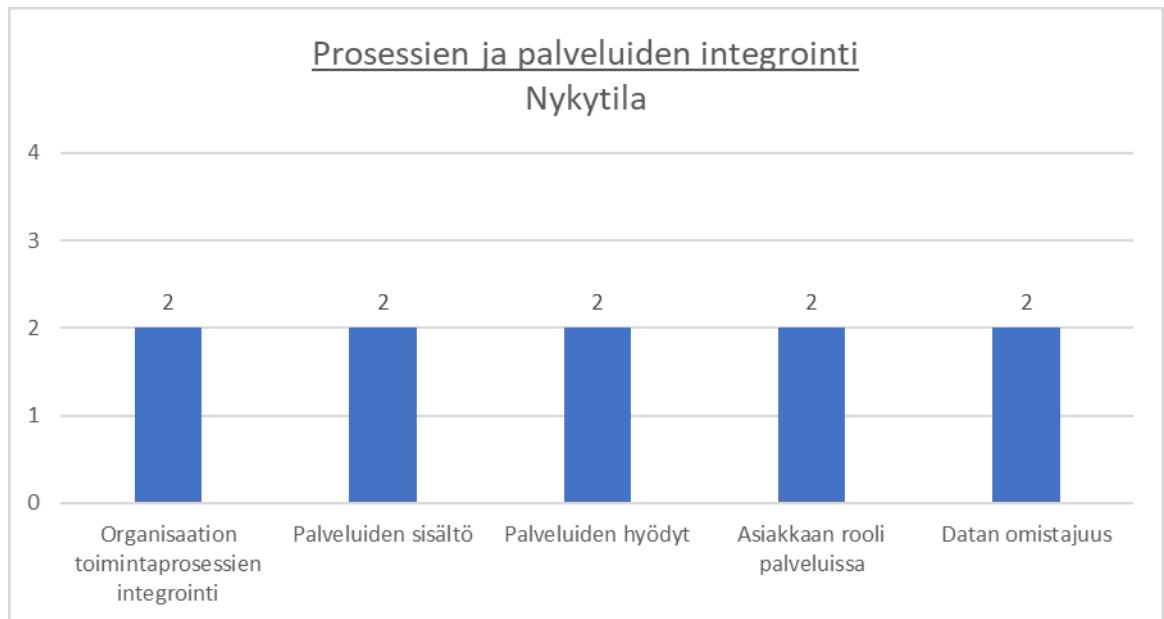
Analytiikkamenetelmien osalta koettiin, että analytiikkaa kyetään pääsääntöisesti tekemään diagnostisen analytiikan vaatimusten mukaisesti. Osaltaan joitakin menetelmiä, kuten esimerkiksi neuroverkkomenetelmää kyetään soveltamaan ennustavan analytiikan menetelmien mukaisesti, mutta laajemmassa skaalassa menetelmien käyttö rajoittuu diagnostiseen analytiikkaan. Ryhmässä nähtiin, että eri menetelmien soveltamista erilaisissa analytiikkatoimissa tulisi tarkastella tarkemmin ja löytää sopivat menetelmät kulloiseenkin tarpeeseen.

Analytiikkatyökalut sijoituivat taas tasojen 2 ja 3 väliin. Työkalujen osalta nähtiin, että työkaluja on olemassa jo ennustavan analytiikan tarpeisiin ja lisäksi omia työkaluja on luotu, mutta laajempi työkalujen hallinta 3-tason edellyttämällä tavalla puuttuu. Työkaluja ei ole testattu tarpeeksi kattavasti, jotta tiedettäisiin, mitkä työkalut milloinkin soveltuvat parhaiten käyttöön. Testausta hankaloittavat työkalujen usein hinnakkaat lisenssi- ja ylläpitomaksut.

Tuotokset sijoituivat kypsyyksellään tasolle 2. Tuotoksia pystytään tuottamaan erilaisiin tarpeisiin monipuolisesti ja niillä voidaan vastata myös haastavimpiinkin tarpeisiin. Kuitenkin tuotokset ovat pääsääntöisesti käsin tehtyjä, eikä automatisoituja toimintoja juuri-

kaan ole. Haasteeksi tuotoksissa nähtiin työkalujen ja analysointialustojen asettamat rajoitteet esimerkiksi tuotosten visualisoinnin näkökulmasta. Usein parhaiten analytiikkaan sopivilla työkaluilla ei saa luotua lopputuloksen näkökulmasta parasta tuotosta varsinkaan visuaalisessa mielessä.

6.1.4 Prosessien ja palveluiden integrointi



Kuva 6. *Prosessien ja palveluiden integrointi -dimension kypsyyden nykytila.*

Prosessien ja palveluiden integroinnin osalta kaikki osa-alueet sijoittuivat tasolle 2 kuvan 6 mukaisesti. Näiden osa-alueiden osalta nykyiseen tasoon vaikuttaa teknologian kehittymisen puute. Yleisesti ottaen kaikkien näiden osa-alueiden kehittäminen vaatii, että teknologiaa kehitetään myös paremmalle tasolle.

Organisaation toimintaprosessien integroinnin osalta nähtiin, että jonkunlaista kehitystyötä ja integrointia nykyisiin olemassa oleviin toimintaprosesseihin on jo tehty, mutta kehitystyö on vielä alkutekijöissään. Esimerkiksi myynnin ja markkinoinnin osalta integrointia on tehty ja näitä toimia tehdään melko laajasti, mutta muilta osin kehittämistyö on alussa. Kehittäminen vaatii analytiikkapalvelun arkkitehtuurin kehittämistä, jonka myötä voidaan helpommin määritellä ja integroida organisaation sisäisiä prosesseja osaksi analytiikkapalveluita.

Palveluiden sisältöjen koettiin olevan tason 2 määritysten mukaisia. Tarjottavat palvelut ovat pääsääntöisesti yksittäisiä ja niitä räätälöidään jatkuvasti asiakkaan tarpeiden mukaisesti. Laskutus perustuu joko sovittuun kiinteään hintaan tai työtunteihin perustuvaan

laskutukseen. Kuitenkin tässäkin tapauksessa vaaditaan teknologian osalta kehittämistä, jos halutaan päästä kokonaisvaltaisempien palveluiden tarjontaan ja sitä myötä esimerkiksi kuukausitasoiseen laskutukseen.

Palveluiden hyödyt nähtiin sijoittuvan niin ikään tasolle 2. Koska tarjottavat palvelut ovat usein yksittäisiä ja tiettyyn tarpeeseen räätälöityjä, ovat niistä saatavat hyödyt myös usein yksittäisiä prosesseja koskevia. Hyödyt myös usein näyttäytyvät vasta pidemmän ajan päästä. Tähän vaikuttavat osaltaan tarjottavien palveluiden laatu, mutta myös toisaalta asiakkaiden rooli palveluiden implementoinnissa osaksi heidän tuotantoprosessejaan. Nykytasolla usein tuotosten implementointi ja niiden tulosten hyödyntäminen jää asiakkaan vastuulle, jolloin aikataulu implementoinnille voi vaihdella huomattavasti asiakkaan mukaan. Tämä taas vaikuttaa merkittävästi palveluista saatavien hyötyjen näyttäytymiseen. Kohdeorganisaation osalta tieto palvelun tai tuotoksen saavuttamista hyödyistä voi jäädä pimentoon edellä mainituista syistä.

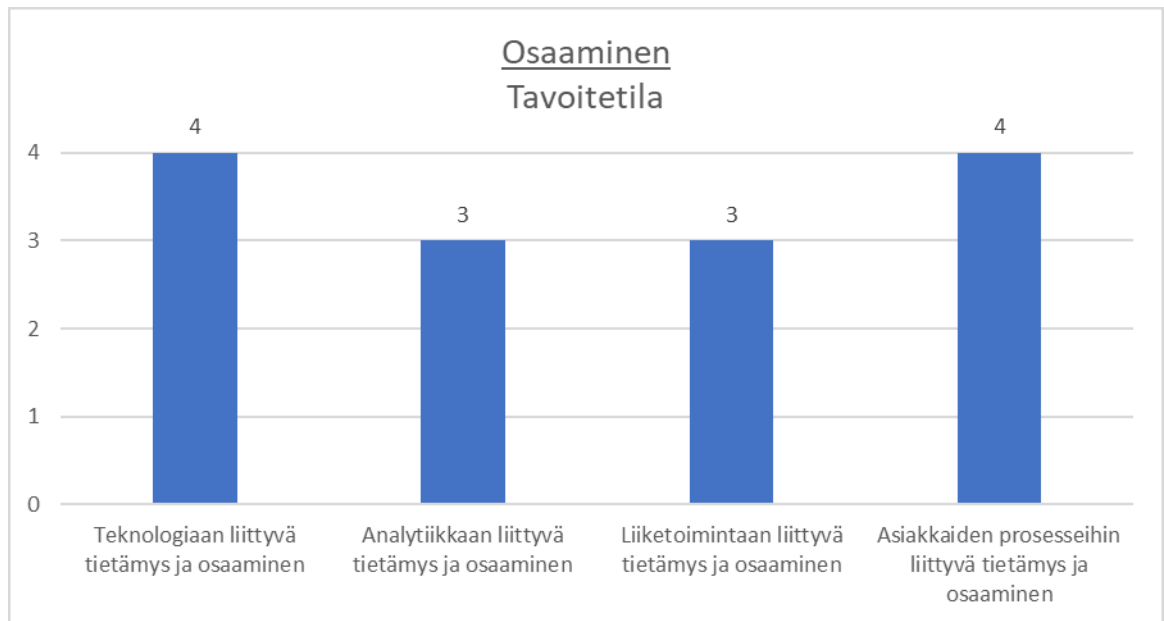
Datan omistajuus koettiin haastavana asiakokonaisuutena. Datan omistajuus on noussut esille organisaatiossa eri projektien ja asiakkaiden myötä ja usein datan omistajuuden määritelmät ovat vaihdelleet eri asiakkaiden välillä. Osaltaan sitä siis on jo mietitty ja suunniteltu, mutta tämän palvelukokonaisuuden osalta kehittämistyö on kesken. Haasteena on määrittää, kuka omistaa datan ja sitä myötä syntyvät erilaiset keksinnöt.

6.2 Optimointipalveluiden tavoitetila

Kohdeorganisaation tavoitetilan tulokset on esitetty seuraavissa alaluvuissa. Tulosten esittäminen etenee kypsyyksmallin mukaisesti niin, että ensiksi on esitetty nykytilan tulokset osaamisdimension osalta, tämän jälkeen teknologiadimension, seuraavana analytiikadimension ja viimeisenä prosessien ja palveluiden integrointi -dimension osalta.

Yleiseksi tavoitetilaksi palvelunkehittämiselle haastattelun myötä muotoutui taso 3, ennustavan analytiikan taso. Ryhmässä koettiin, että tulevaisuuden asiakastarpeet analytiikan suhteen tulevat muotoutumaan ennustavan analytiikan tason määritysten mukaisesti. Näin ollen myös nähtiin, että jos halutaan tarjota ennustavan analytiikan palveluita, pitää myös muiden dimensioiden vastata samaa tasoa. Jos jokin dimension osa-alueista oli jo ennustavan analytiikan tasolla, ryhmässä nähtiin, että kyseistä osa-aluetta pyritään kehittämään seuraavalle tasolle.

6.2.1 Osaaminen



Kuva 7. Osaamisdimension kypsyyden tavoitetila.

Kuvassa 7 on esitetty tavoitetila osaamisdimension ja sen osa-alueiden suhteen. Teknologiaan ja asiakkaiden prosesseihin liittyvässä tietämyksessä ja osaamisessa tasoa on tavoitteena nostaa nykytasolta 3 tavoitetasolle 4. Analytiikkaan liittyvässä tietämyksessä ja osaamisessa tavoitteena on nousta nykytasolta 2,5 tasolle 3. Liiketoiminnan osalta tavoitteena on nousu nykytilalta 2 tavoitetasolle 3.

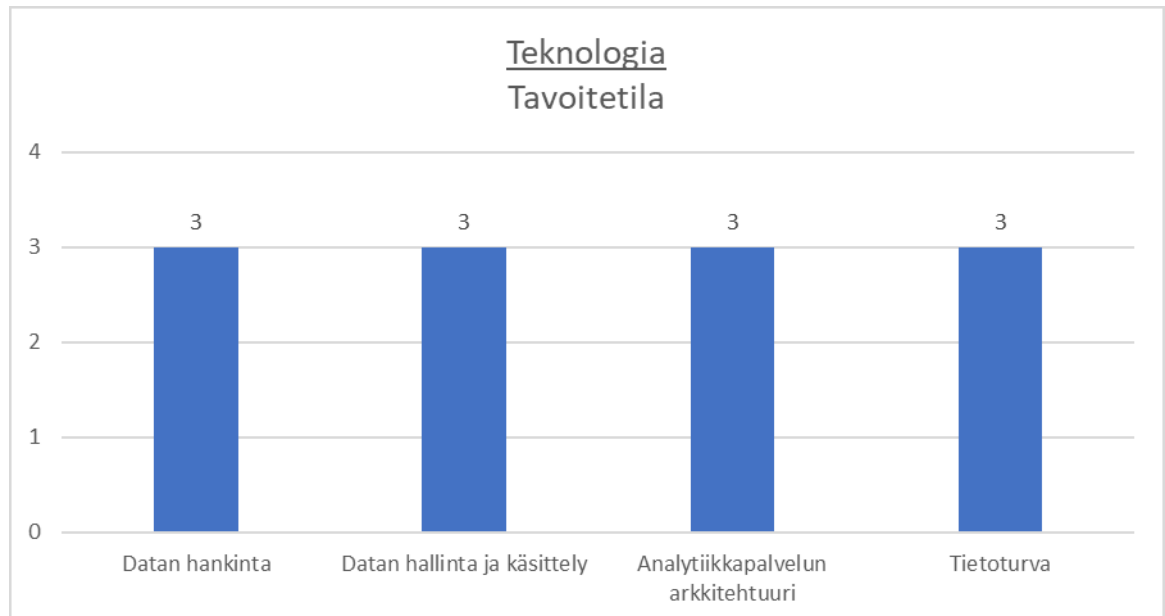
Suurimpana yksittäisenä haasteena osaamisdimension kehittämiseksi nähtiin resurssien vajavuus ja puute. Yleisesti koettiin, että osaaminen ja tietämys on liian pienen joukon varassa. Kehitystyö helposti vaarantuu tai hidastuu resurssimuutosten myötä. Tarvetta nähtiin varsinkin osaamisen ja tietämyksen levittämisestä laajemmalle joukolle.

Toimenpiteet tasolta seuraavalle pääsemiseksi nähtiin hyvin samankaltaisina varsinkin teknologiaan, analytiikkaan ja asiakkaan prosesseihin liittyvän tietämyksen ja osaamisen näkökulmasta: jatkuva kehitys ja kouluttautuminen sekä lisäresurssointi. Ryhmässä koettiin, että näillä toimenpiteillä pystytään vastaamaan aiemmin esitettyihin pullonkauloihin ja haasteisiin. Eri osa-alueiden tietämyksen lisääminen ja jakaminen sekä resurssien kasvattaminen lisäävät osaamista ja tietämystä kokonaisuudessaan kohti tavoiteltuja tasoa.

Liiketoimintaan liittyvän tietämyksen ja osaamisen kehittämiseksi haasteena nähtiin palveluiden tuotteistaminen: miten palvelut tulee määritellä ja hinnoitella. Jotta tämän osa-alueen osalta voidaan päästä seuraavalle tasolle, täytyy optimointipalvelun konseptointia

kehittää. Ryhmässä koettiin, että konseptointiin tarvitaan todennäköisesti apua ulkopuolisilta palveluntarjoajilta, jotta konseptisuunnittelussa osataan ottaa tarvittavat asiat huomioon.

6.2.2 Teknologia



Kuva 8. Teknologiaadimension kypsyyden tavoitetila.

Teknologiaadimension osalta tavoitteena sekä kokonaisuudessaan että yksittäisten osa-alueiden osalta on taso 3 (kuva 8). Tavoitteena datan hankinnan, hallinnan ja käsittelyn sekä tietoturvan osalta on nousta tasolta 2 tasolle 3. Arkkitehtuuria on tavoitteena kehittää tasolta 1 vastaamaan tason 3 vaatimuksia.

Yleisesti teknologiaadimension kehittämisen pullonkaulana nähtiin resurssien vähyys. Nykytilanteessa kehittäminen on kahden henkilön varassa, joilla molemmilla on myös suuri kuorma muita työtehtäviä hoidettavana. Kehitystyötä tehdään käytännössä niissä väleissä, kun muut työtehtävät antavat myöten. Tämä vaikuttaa kehittämistyön tehottomuuteen. Kehitystyötä olisi tärkeää tehdä suunnitelmallisesti ja järjestelmällisesti kaikki osa-alueet huomioiden.

Osa-alueittain tarkasteltuna työpajan aikana tuli esiin erilaisia toimenpiteitä, joiden myötä tasolta toiselle on mahdollista päästä. Tärkeimpänä tehtävänä kehittämiselle nähtiin analytiikkapalvelun arkkitehtuurin luonti. Vaikka alustava suunnitelma arkkitehtuurille on olemassa, vaatii kehittäminen suunnitelman tarkentamista ja kehitystoimenpiteiden järjestykseen laittamista. Toimenpiteille vaaditaan siis selkeää tiekarttaa, jonka pohjalta arkkitehtuurin

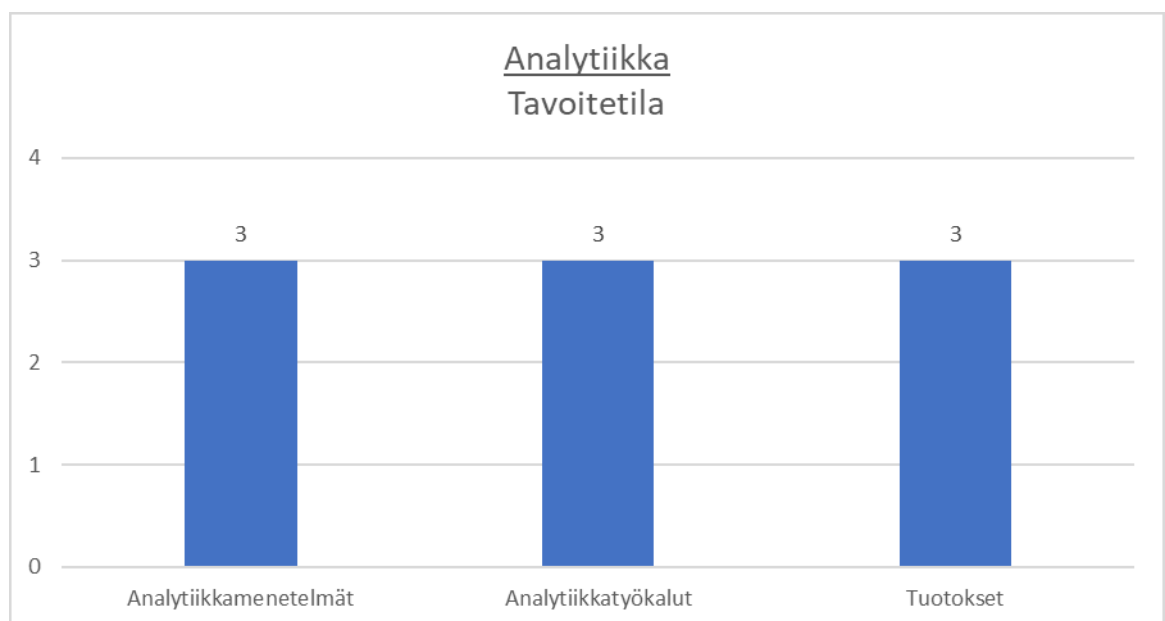
tehtuurin kehittäminen suoritetaan. Lisäksi tärkeänä tehtävänä nähtiin yhteistyön lisääminen organisaation sisällä. Organisaation sisäistä tietotaitoa on tärkeää pyrkiä hyödyntämään kehittämisen tukena.

Datan hankinnan osalta nähtiin, että tasonnaisuus vaatii erityisesti datan hankintamenetelmien yleistämistä ja standardointia. Kun datan hankinnalle on olemassa yhteisesti määritellyt toimintatavat, helpottaa se myös muiden teknologiadimension osa-alueiden kehittämistä. Osaltaan standardisoidulla datan hankinnan toimintatavat voidaan varmistua myös paremmasta datan laadusta ja käytettävyydestä.

Tason 3 vaatimuksena on, että teknologian avulla saadaan eri tietolähteistä olevat suuret datamassat yhdistettyä yhteiseen tietovarastoon, josta ne ovat taas hyödynnettävissä analyysia varten. Toisaalta tilannetta auttaa datan hankinnan standardointi, mutta tämän lisäksi arkkitehtuuriin on luotava osiot, joilla hankittu data saadaan normalisoitua ja yhdistettyä. Normalisointi auttaa datan hallintaa ja käsittelyä, sekä myös hyödyntämistä eri analytiikkamenetelmillä ja työkaluilla.

Tietoturvan osalta nähtiin, että tasolta seuraavalle pääseminen vaatii dataan liittyvien käyttöoikeuksien kehittämistä. Lisäksi tarvitaan lisäselvitystä datan hallintaan ja ylläpitoon liittyvien tietosuojavaatimusten osalta. Varsinkin yleisen tietosuojasetuksen (GDPR) vaatimukset tulee ottaa tarkasti huomioon palvelua kehitettäessä.

6.2.3 Analytiikka



Kuva 9. Analytiikkadimension kypsyyden tavoitetila.

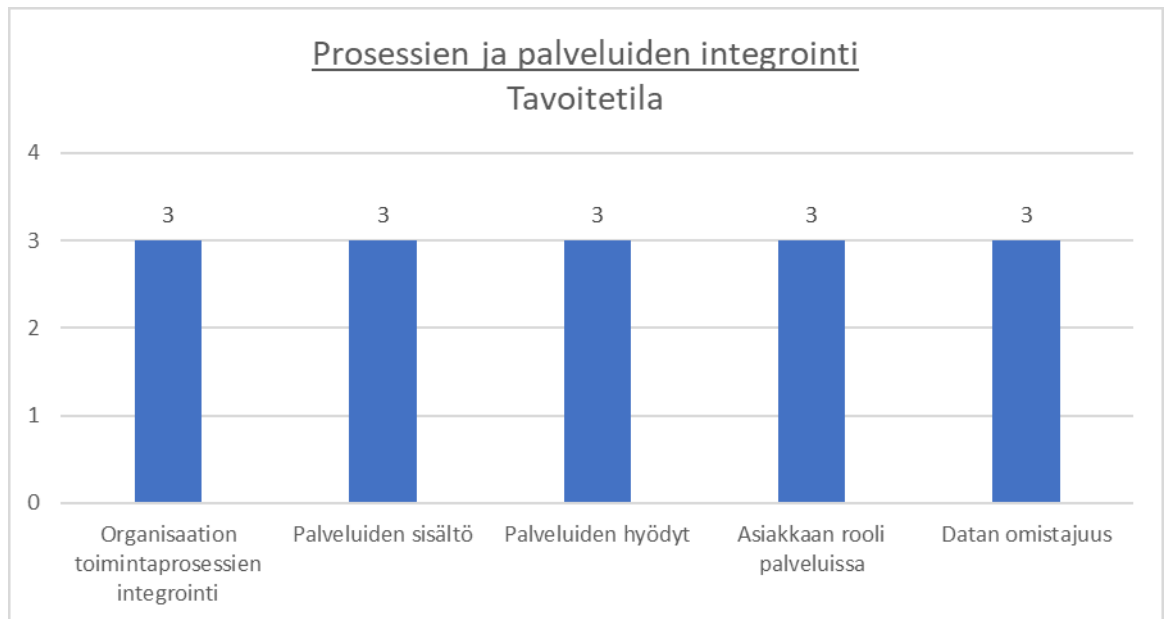
Myös analytiikkadimension osalta tavoitteena sekä kokonaisuudessaan että osa-alueittain on kypsyystaso 3 (kuva 9). Analytiikkamenetelmien ja tuotosten osalta tavoitteena on nousta nykytasolta 2 tavoitetasolle 3. Analytiikkatyökaluissa tavoitellaan nykytasolta 2,5 nousua vastaamaan tason 3 vaatimuksia.

Analytiikkamenetelmien kehittämisen haasteena nähtiin osaamisen rajoittuminen muutamien henkilöiden varaan. Ryhmässä koettiin, että tavoitetasolle pääsy vaatii sekä osaamisen levittämistä laajemmalle organisaatiossa että menetelmäosaamisen lisäämistä ylipäättänsä. Menetelmäosaamista voidaan kehittää yleisillä matematiikkataitojen kehittämisellä ja eri algoritmien paremmalla ymmärtämisellä. On myös tärkeää ymmärtää kattavammin eri menetelmien soveltamismahdollisuuksia analytiikkapalveluissa. Näiden mahdollisuuksien kartoittaminen on osa analytiikkamenetelmien osa-alueen kehittämistä.

Analytiikkatyökalujen osalta kehittämisen pullonkauloina koettiin olevan työkaluihin liittyvät lisenssi- ja ylläpitomaksut sekä kohdeorganisaation ICT-politiikan rajoitteet. Uusien työkalujen testaaminen voi päättyä jo heti alussa työkalujen kustannuksiin, ja näin ollen mahdollisesti palveluun sopiva työkalu jää hankkimatta. Myöskään kohdeorganisaation ICT-politiikka ei välttämättä aina tue uusien työkalujen testaamista ja hankkimista kustannussyistä. Työpajan aikana kuitenkin todettiin, että tasolta toiselle pääseminen vaatii uusien työkalujen testaamista ja niiden mahdollisuuksien selvittämistä. Toisaalta myös nykyisillä työkaluilla uusien analytiikkamenetelmien soveltaminen nähtiin tarpeellisenä toimenpiteenä palvelun kehittämismielessä.

Tuotosten kehittäminen tasolta toiselle vaatii taas ensinnäkin teknologian kehittymistä, jonka jälkeen vaaditaan analytiikkatyökalujen ja -menetelmien viemistä pilvipalveluun. Jotta tuotokset saadaan tason 3 mukaisesti pääosin automatisoitua, vaatii se sekä työkalujen implementointia että eri analytiikkaskriptien kirjottamista osaksi arkkitehtuuria. Näillä toimenpiteillä osa toiminnoista saadaan automatisoitua ja prosessia nopeutettua. Kehittämisvaiheessa on kuitenkin huomioitava työkalujen ja analysointialustojen rajoitteet, jotka voivat vaikeuttaa joidenkin toimien automatisoinnissa.

6.2.4 Prosessien ja palveluiden integrointi



Kuva 10. Prosessien ja palveluiden integrointi -dimension kypsyyden tavoitetilä.

Kuvassa 10 on nähtävissä prosessien ja palveluiden integrointi -dimension kypsyyden tavoitetilä, joka on 3. Sama tavoitetilä on myös kaikilla osa-alueilla yksinään. Tavoitteena on siis nostaa kaikkia osa-alueita tasolta 2 tasolle 3. Yhteisenä pullonkaulana kehittämiselle työpajassa nousi esille, että ensin täytyy kehittää teknologiadimensiota, ennen kuin tämän dimension kehittäminen on mahdollista.

Organisaation toimintaprosessien integrointi osaksi kehitettävää palvelua nähtiin vaativan ensiksi palvelun arkkitehtuurin kehittämistä. Kun arkkitehtuuria on kehitetty eteenpäin, voidaan kehittää omia toimintaprosesseja vastaamaan arkkitehtuurin ja palvelun vaatimuksia. Toimintaprosessein määrittäminen ja kehittäminen on helpompaa, kun taustalla on jo eteenpäin kehitetty arkkitehtuuri.

Palveluiden sisällön kehittyminen vaatii myös teknologian kehittämistä. Esimerkiksi palvelukokonaisuuden ja laskutusperusteiden kehittäminen vaativat, että teknologia on kehittynyt tasolle, jossa laajempia kokonaisuuksia pystytään tarjoamaan. Toisaalta palveluiden sisällön kehittyminen nivoutuu osaksi liiketoimintaan liittyvän tietämyksen ja osaamisen kehittämistä. Mahdollisesti palvelun sisällön kehittämisessä tarvitaan ulkopuolista apua sekä jo aiemmin mainitun palvelukonseptoinnin osalta että myös palvelumuotoilun näkökulmasta kokonaisuudessaan.

Palveluiden hyötyjen ja asiakkaan roolin kehittyminen tasolle 3 nähtiin tapahtuvan osaltaan sekä teknologian että koko palvelun kehittymisen myötävaikutuksesta. Kun teknologia ja koko palvelu kehittyvät, mahdollistuvat palveluista saatavat hyödyt nopeammalla

aikataululla. Lisäksi asiakkaan rooli muuttuu vähemmän aktiiviseksi, kun asiakkaille tarjotaan kokonaisvaltaisempia palveluita. Haasteeksi voi kuitenkin muodostua asiakaspuolen teknologia ja siihen liittyvä osaaminen. Usein asiakaspuolen osaamistakin tarvitaan, jotta tarjottava palvelu saadaan ylläpidettyä tehokkaasti.

Datan omistajuuteen liittyvien asioiden kehittyminen tapahtuu määrittämällä tarkasti kuka datan omistaa missäkin tilanteessa ja kenelle datasta kehitettävät keksinnöt kuuluvat. Tällä hetkellä asiakkailla on jo vaatimuksia datan omistajuuteen liittyen ja nämä vaatimukset usein vaihtelevat eri asiakkaiden välillä. Palvelua kehitettäessä on huomioitava asiakkaiden vaatimukset datan suhteen ja määritettävä sopimukseen tarkasti, ketkä missäkin tilanteessa datan ja keksinnöt omistavat.

7. POHDINTA JA JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1 Pohdinta

Nykytilassa teollisuuden optimointipalvelut sijoittuivat keskimäärin kypsyyssmallin tasolle kaksi, eli diagnostisen analytiikan tasolle. Vaihtelua eri dimensioiden välillä hieman oli, kuten osaamisdimensio oli hieman keskimääräistä korkeammalla ja teknologiadimensio hieman keskimääräistä alempana, mutta kokonaisuutena tämänhetkistä tilannetta kuvaa diagnostinen taso. Käytännössä siis nykytilassa analytiikan avulla kyetään selvittämään, miksi mikäkin tapahtuma on tapahtunut. Tuloksista voi huomata, että palvelua on jo kehitetty ennestäänkin. Asiakkaiden tarpeisiin pystytään eri toimenpiteillä vastaamaan nykyisin, mutta haastavampien ja suurempien kokonaisuuksien analysointi on vielä nykytilassa vaikeaa.

Tavoitetilan osalta yleiseksi tasoksi muodostui taso kolme, eli ennustavan analytiikan taso. Ryhmähaastattelussa ilmeni, että asiakastarpeet tulevat keskittymään ennustavan analytiikan tasolle lähitulevaisuudessa. Hallitsemalla ennustavan analytiikan taso ja sitä edeltävät tasot, pystytään pääsääntöisesti vastaamaan asiakkaiden analytiikka- ja optimointitarpeisiin. Toisaalta nähtiin, että myös muiden dimensioiden tulee vastata analytiikkadimension tasoa, jotta palvelukokonaisuus on hyvä ja laadukas.

Yleisesti ottaen tavoitetasoa voidaan pitää järkevänä ainakin teoriassa esiin nousseiden asioiden näkökulmasta. Kuten teoriaosuudessa todettiin, ohjailevan analytiikan taso vaatii runsaasti osaamista ja resursseja, jotta järkevään lopputulokseen on mahdollista päästä. On siis järkevää, ettei tavoitetasoa viedä liian korkeaksi, vaan keskitytään toteuttavaan ja asiakastarpeisiin nähden järkevään tavoitetasoon. Alla olevissa kappaleissa on käyty tuloksia läpi vielä tarkemmin dimensiokohtaisesti.

7.1.1 Osaaminen

Osaaminen ja tietämys eri osa-alueiden välillä nähtiin kohdeorganisaation vahvuutena. Osaamisella koettiin jo nykyhetkellä osittain pystyttävän vastaamaan ennustavan analytiikan tason vaateisiin. Kehittämistyön näkökulmasta onkin positiivista, että osaamisen puute ei jarruta palvelun kehittämistä, vaan kehittämistä pystytään tekemään nopeallakin aikataululla.

Erityisesti vahvuuksiksi osaamisdimension osalta nykytilassa koetaan sekä teknologiaan että asiakkaiden prosesseihin liittyvä osaaminen ja tietämys. Varsinkin asiakkaiden prosesseihin liittyvä osaaminen on tärkeä osa-alue, jota tulee ylläpitää ja kehittää eteenpäin.

Kuten teoriaosuudessa todettiin, eri teollisuuden aloilla tapahtuvat vaihtelut prosesseissa voivat olla hyvin monitahoisia ja vaikeasti tunnistettavia. Näin ollen vahva tietämys eri asiakkaiden prosesseista auttaa keskittymään ongelmaan oikeasta näkökulmasta, ja näin ollen myös mahdollistaa parempien lopputulosten syntymisen.

Hieman heikompana osa-alueena osaamisen kannalta nähtiin liiketoimintaan liittyvä osaaminen ja tietämys. Vaikka asiakastarpeet tunnistetaan välillä jopa ennen kuin asiakkaat ne tiedostavat, on ongelmana ettei oikein tiedetä, mitä tulisi myydä, ja millä tavoin. Palvelukokonaisuuden tulevaisuuden kannalta on tärkeää kehittää tätä osa-aluetta ja kartoittaa mahdollista ulkopuolista apua palvelukokonaisuuksien konseptoinnissa.

Sinällään mielenkiintoista on, että vaikka osaaminen kokonaisuutena koetaan kohdeorganisaation vahvuutena, ja sen puolesta kehittämistyötä on mahdollista viedä eteenpäin, on se omalla tavallaan myös kehityksen pullonkaula. Tuloksista on nähtävissä, että osaaminen ei ole jakautunut kovinkaan laajasti ryhmän välille, vaan se nojaa enemminkin muutamaan henkilöön. Kehitystyö on siis käytännössä yksittäisten henkilöiden varassa, ja jos heillä ei ole aikaa kehitystyötä tehdä, ei palvelun kehittäminen edisty juurikaan. Usein henkilöillä, joilla on osaamista monenlaiseen asiaan, riittää myös paljon muita työtehtäviä hoidettavakseen.

7.1.2 Teknologia

Teknologiadimension tuloksissa heijastuu selkeästi resurssipuutteet. Osaamisdimensiosta on huomattavissa, että teknologinen tietämys jo tällä hetkellä koetaan olevan vahvalla tasolla, mutta siitä huolimatta teknologiadimensio kokonaisuutena jää 2 tason alapuolelle. Vaikka osaamista teknologiamielessä kehittämiseen olisi, ei kehitystyötä ole saatu vietyä juurikaan eteenpäin.

Etenkin se on nähtävissä palveluarkkitehtuurin puutteena. Vaikka suunnitelma arkkitehtuurille on ollut olemassa, ei itse arkkitehtuurin rakentamista ole viety eteenpäin vielä ollenkaan. Ja kuten tuloksista näkyy, arkkitehtuurin puute vaikuttaa sekä teknologiadimension että koko palvelun kehittämiseen. Kehittämistyön näkökulmasta arkkitehtuurin eteenpäin saattaminen on yksi tärkeimmistä toimenpiteistä.

Pääsemiseksi tavoitetasolle toimenpiteinä muiden osa-alueiden osalta nähtiin tietomasojen parempi hyödyntäminen, datan hankinnan standardointi ja normalisointi sekä tietoturvan osalta dataan liittyvien käyttöoikeuksien kehittäminen. Nämä toimenpiteet ja kehityskohteet ovat samoja, jotka nousevat teoriaosuudessa esille optimoinnin haasteina. Tuloksista on siis nähtävissä, että yleisesti tunnistettavat haasteet datan hankinnassa ja tietoturvassa näyttävät esiintyvän myös kyseisen palvelun kehittämisessä. Esimerkiksi

Wuest et al. (2016) sekä Bajic et al. (2018) nostavat tuotantoprosessien optimoinnin suurimmiksi haasteiksi juuri datan käytettävyyteen ja laatuun liittyvät ongelmat. On siis tärkeää, että näihin asioihin pureudutaan jo varhaisessa vaiheessa kehitystyötä, jotta ne eivät vaikuttaisi lopputuotoksiin.

Teknologiadimensiolla ja varsinkin arkkitehtuurilla on vahva vaikutus myös muiden dimensioiden kehitykseen. Kuten tuloksista on nähtävissä, monien osa-alueiden kehitys nojaa arkkitehtuuriin ja sen kehittämiseen. Tämän vuoksi teknologiadimension kehitystyössä onkin tärkeää muistaa tarkastella kehitystyötä monesta eri näkökulmasta. Paras lopputulos ei välttämättä ole se, joka on teknisesti paras, vaan se, joka sopii kaikille käyttäjille.

7.1.3 Analytiikka

Resurssipuutteet ja osaamisen siiloutuminen on nähtävissä myös analytiikkadimension tuloksissa. Analytiikkadimension osalta yhtenä tärkeimmistä kehityskohteista nähtiinkin osaamisen lisääminen ja jakaminen useamman henkilön harteille. Menetelmäosaamisen siiloutuminen yksittäisten henkilöiden harteille voi olla pullonkaula koko palvelun kehittämisen näkökulmasta. Tällainen henkilö helposti kuormittuu liiasta työmäärästä tai toisaalta henkilön siirtyessä muihin työtehtäviin menee mukana koko menetelmäosaaminen.

Tuloksista on havaittavissa myös sellaisia pullonkauloja, joita voi olla haastavaa ratkaista kehitystyön aikana. Edellytyksenä analytiikkatyökalujen kehittymiselle tasolta toiselle nähtiin laajamittainen eri analytiikkatyökalujen testaaminen. Toisaalta kuitenkin nähtiin, että kohdeorganisaation ICT-politiikka ja analytiikkatyökalujen kustannukset voivat olla hankaloittavia tekijöitä kehittämisen tiellä. Tämä on syytä ottaa huomioon kehitystyötä tehtäessä. Voi olla, että välttämättä kaikkia mahdollisia työkaluja ei voida optimoinnissa testata ja käyttää, vaan kehitystyön aikana joudutaan tekemään kompromisseja suuntaan tai toiseen.

On myös tärkeää tarkastella, miten pitkälle analytiikkadimensiota lopulta viedään. Kuten teoriaosuudessa todettiin, analytiikka muuttuu hyvin paljon haastavammaksi, mitä lähemmäs ennustavaa ja ennakoivaa analytiikka mennään. Vaikka tavoitteena palvelun kehittämisessä on ennustavan analytiikan taso, on tarpeen tarkastella, millä tasolla ja miten laajasti ennustavan analytiikan palveluita tullaan tarjoamaan. Pienemmät ennustavan analytiikan kokonaisuudet voivat olla taloudellisessa mielessä kustannustehokkaampia kuin laajat kokonaisuudet.

Sama koskee myös tuloksissa esiinnoussutta tuotosten automatisoinnin tarvetta. Jotta työ tehostuu, on tiettyjä toimintoja tuotosten osalta tärkeää automatisoida ja sisällyttää arkkitehtuuriin. Mutta tässäkin asiassa on hyvä miettiä, mitä toimista ovat toistuvia ja tarpeellisia automatisoida, ja mitkä ehkä edelleen kannattaa jättää käsin ratkaistaviksi. Liiallinen automatisointi voi nopeasti muodostua uudeksi pullonkaulaksi teknologiadi-mensioon ja myös osaltaan nostaa tarpeettomasti palvelun kustannuksia.

7.1.4 Prosessien ja palveluiden integrointi

Prosessien ja palveluiden integrointi -dimension nähtiin nykyhetkellä olevan tasolla 2. Käytännössä siis tämän dimension osalta koettiin, että tällä hetkellä tarjottavien opti-mointipalveluiden tarpeet pystyttiin toteuttamaan kyseisen dimension osalta. Tuloksista on kuitenkin havaittavissa, että kehitystyötä ei juurikaan ole tämänhetkistä tarvetta pi-demälle viety.

Suurimmaksi pullonkaulaksi dimension osa-alueiden kehittämiseksi nähtiin teknologiadi-mension kehityksen puute. Vastauksista paistoi melko selkeästi ajatus, että ensin täytyy olla teknologia olemassa, ennen kuin tämän dimension osa-alueita voidaan kehittää. Tarpeellista olisi kuitenkin miettiä kehitystyötä käsi kädessä tapahtuvaksi kokonaisuudeksi. On tärkeää muistaa viedä myös tämän dimension osa-alueita eteenpäin, vaikka pääpaino kehitystyössä olisikin teknologiadimension asioissa. Viemällä kehitystyötä eteenpäin muiden dimensioiden kanssa yhtä aikaa, voidaan välttyä turhilta pullonkauloilta.

Haastavimpana osa-alueena palvelun kehittämisessä tämän dimension osalta koettiin datan omistajuuteen liittyvät asiat. Kohdeorganisaatiossa on datan omistajuuteen liittyviin haasteisiin törmätty jo ennestään ja sen uskotaan tuovan haasteita myös tulevaisuudessa. Vaikka osa-alue nähdäänkin mahdollisena pullonkaulana ja haastavana ratkaista, on kuitenkin tärkeää tunnistaa se. Vaikka kaikkia osa-alueeseen liittyviä ongelmia ei pystyttäisikään ratkaisemaan, on ongelma tiedostettu jo hyvissä ajoin kehitysvaihetta.

Prosessien ja palveluiden integrointi -dimension kehittäminen kokonaisuudessaan vaatii jokaisen osa-alueen viemistä eteenpäin. Dimension sisällä ei ole niinkään yksittäistä osa-aluetta, joka vaatisi kehittämistä muita ennen, vaan kaikissa osa-alueissa riittää tekemistä. Samoin tarvitaan myös muiden dimension kehittämistä, jotta kyseisen dimension osa-alueita voidaan kehittää. Tämä tuo selkeästi esille sen, että kehitystyö ei ole pelkästään yksittäisten asioiden edistämistä, vaan kehittäminen täytyy tehdä kokonaisuutena.

7.2 Johtopäätökset

Työn tarkoituksena oli kehittää kohdeorganisaation teollisuuteen tarjottavia optimointipalveluita. Työn päätutkimuskysymykseksi muodostui *”Kuinka kohdeorganisaation tulisi kehittää teollisuuden tuotantoprosessien optimointipalveluitaan?”*. Päätutkimuskysymyksen ollessa melko laaja, vastattiin tutkimuskysymykseen kuuden alatutkimuskysymyksen avulla.

Ensimmäiseen alatutkimuskysymykseen *”Mitä tarkoitetaan tuotantoprosessien optimoinnilla?”* on vastattu alaluvuissa 2.1 ja 2.2. Yksinkertaistettuna optimoinnilla pyritään tehostamaan tuotantoa vähentämällä tuotannossa aiheutuvaa vaihtelua, joka voi olla joko itse suunniteltua tai suunnittelematonta. Optimoinnilla voidaan vaikuttaa esimerkiksi tuotannon läpimenoaikoihin, tuotannon energiatehokkuuteen, tuotteen laatuun tai vaikka markkinoiden vaihteluihin (Tao et al. 2018). Käytännössä optimoinnin tarkoitus on tehostaa tuotannon toimintaa ja parantaa kilpailukykyä.

Toinen alatutkimuskysymys oli *”Millaisia mahdollisuuksia erilaiset menetelmät tarjoavat optimointipalveluiden toteuttamiseen?”*. Tähän kysymykseen on vastattu alaluvussa 2.3. Koska mahdollisuuksia ja menetelmiä erilaisiin tuotannon optimointeihin on tarjolla laajasti, on hankalaa antaa yksityiskohtaista vastausta kysymykseen. Käytännössä menetelmät optimoinnin toteuttamiseen riippuvat pitkälti optimoitavan kohteen tilasta. Jos kohteesta on kattavasti dataa tarjolla, on mahdollista käyttää optimoinnin apuna kehittynyttä analytiikkaa esimerkiksi ennustavan tai ohjailevan analytiikan muodossa. Jos taas dataa on niukasti tarjolla, ovat myös käytettävät menetelmät yksinkertaisempia.

Kolmanteen alatutkimuskysymykseen *”Millaisia esteitä ja haasteita optimointipalveluiden kehittämisessä voi ilmetä?”* on vastattu sekä alaluvussa 2.4 että tulososiossa (luku 6). Kirjallisuudesta haasteiksi nousivat varsinkin dataan liittyvät ongelmat (hankinta, käytettävyys, laatu, yhdistäminen), analytiikkamenetelmiin ja niiden osaamiseen liittyvät haasteet sekä tietoturvaan liittyvät haasteet. Samansuuntaisia esteitä ja haasteita oli nähtävissä myös tulosten osalta. Suurimpina haasteina nähtiin resurssiongelmat ja osaamisen siiloutuminen, arkkitehtuurin puute, analytiikkatyökalujen kustannukset sekä kohdeorganisaation ICT-politiikka.

Neljänteen alatutkimuskysymykseen *”Kuinka kypsyysmallia voidaan hyödyntää optimointipalveluiden kehittämisen tukena?”* on vastattu luvussa 3 ja 4. Luvussa 3 on teoriatasolla esitetty kypsyysmallin peruseräite, ja kuinka sitä voidaan hyödyntää kehittämisen tukena. Määrittämällä kehitettävän kohteen nykytila, tavoittila ja askeleet nykytilasta tavoitteeseen pääsemiseksi, voidaan luoda selkeä polku kehittämiselle. Kypsyys-

mallin etuna on, että siinä pyritään ottamaan kaikki tarvittavat osa-alueet huomioon kehitystyötä tehdessä. Luvussa 4 on taas esitetty kohdeorganisaation optimointipalvelun kehittämiseen luotu kypsyysmalli, johon nojaten kehityspolku on voitu rakentaa.

Viidennen alatutkimuskysymyksen, ”*Mitkä ovat tärkeimpiä osa-alueita optimointipalveluiden kehittämisen kannalta?*”, osalta vastaukset löytyvät alaluvuista 4.1 ja 4.2. Tärkeimpien osa-alueiden määrittämisen kannalta on tarpeellista ensin määrittää, mihin tarkoitukseen kehittämistä tehdään, ja mitkä ovat kehitystyön tavoitteet. Näihin on vastattu luvussa 4.1. Tämän pohjalta sekä myös kirjallisuuteen nojaten on luvussa 4.2 määritetty optimointipalvelun kehittämisen kannalta tärkeimmät osa-alueet: osaaminen, teknologia, analytiikka sekä prosessien ja palveluiden integrointi.

Viimeiseen eli kuudenteen alatutkimuskysymykseen ”*Millä tasolla optimointipalvelut ovat tällä hetkellä, mitkä ovat tavoitteet tulevaisuudessa ja miten haluttuun tavoitteeseen päästään?*” on vastattu luvussa 6 sekä alaluvuissa 7.1 ja 7.2. Tutkimuksen perusteella optimointipalveluiden nykytila keskimäärin oli tason kaksi luokkaa (diagnostinen analytiikka) ja tavoitetila oli tasolla kolme (ennustava analytiikka). Askelmerkit haluttuun tavoitteeseen on esitetty alaluvussa 7.2, jossa on luotu kuusivaiheinen tiekartta optimointipalveluiden kehittämiseksi.

7.3 Tiekartta optimointipalveluiden kehittämiseksi

Tulosten perusteella optimointipalveluiden kehittämiseksi luotiin tiekartta. Optimointipalveluiden kehittäminen on tarpeen jaksottaa eri vaiheiden välille, jotta kehitystyö on systemaattista. Jos kehittämistä lähdetään suorittamaan kaikkien kehityskohteiden osalta yhtäaikaisesti, voi kehitystyön tehokkuus kärsiä. Selkeän kehityssuunnitelman myötä on mahdollista tietää, missä tilassa optimointipalvelu milloinkin on, ja mitä kehitystyötä on tarve vielä tehdä.

Kehittämisen kannalta on tärkeää huomata, että vaiheet ovat toisistaan riippuvaisia. Toisin sanoen kaikki vaiheet ovat merkityksellisiä kehittämisen kannalta, eikä niistä voi valita vain itselle mieleisiä kehitysvaiheita. Jos jotain vaiheita jätetään suorittamatta, palvelun kehittämisen kokonaisuus kärsii. Toisaalta on myös tärkeää viedä eri vaiheita limittein eteenpäin. Ei ole tarpeellista odottaa esimerkiksi, vaihe 2 on kokonaan valmis ennen kuin siirrytään seuraavaan vaiheeseen. Kehittämistyötä on tarpeellista tarkastella edelleen kokonaisuutena, vaikka kehitystyö onkin vaiheistettu.

Optimointipalveluiden kehittämisen tiekartta sisältää 6 vaihetta, jotka on esitetty seuraavissa kappaleissa.

Vaihe 1: Resurssien ja osaamisen lisääminen

Ensimmäinen vaihe ei ole niinkään yksittäinen kehitysvaihe, vaan koko projektin läpi ja sen jälkeenkin oleva tarpeellinen toimi. Kuten tulokset osoittivat, merkittävimmät palvelunkehittämisen haasteet olivat henkilöressurssien puute ja osaamisen kasautuminen yksittäisten henkilöiden harteille. Onkin tärkeää, että osaamisen kehittäminen ja resursoinnista huolehtiminen on mielessä läpi kehitysprojektin. Palvelunkehityksen onnistuminen nojaa kuitenkin lopulta osaamiseen ja resursseihin. Ensimmäinen vaihe keskittyy siis osaamisdimension osa-alueiden kehittämiseen kohti tavoitetasoja.

Teknologiadimension osalta tarvetta on ensisijaisesti lisähenkilöresursseille. Osaaminen teknologian osalta on jo hyvällä tasolla ja osaamisen voidaan olettaa kehittyvän teknologian kehittymisen vanavedessä. Tärkeää on kuitenkin saada lisäksi kehittämisen avuksi. Tällä hetkellä kehitystyö on vaarassa, jos yksikin henkilöresurssi jää kehitystyöstä pois.

Analytiikan osalta on tarpeellista kehittää menetelmäosaamista ja jakaa osaamista laajemmalle. Tilastotieteiden, algoritmien ja datanlouhinnan periaatteiden osaamisen tarpeet kasvavat sitä myötä, mitä haastavammaksi analytiikka- ja optimointitarpeet kasvavat. Varsinkin eri menetelmien soveltaminen käytännössä korostuu tarpeiden kasvaessa.

Edellä mainittuihin resurssiongelmiiin tulisi ratkaisuna ensisijaisesti pyrkiä syventämään kohdeorganisaation osastojen välistä yhteistyötä. Olisi tärkeää selvittää, miten eri osastoilta löytyvällä osaamisella ja resursseilla voitaisiin tukea palvelunkehittämistyötä. Tukea voisi harkita sekä lisähenkilöressurssien näkökulmasta että esimerkiksi menetelmäosaamisen kouluttamisen näkökulmasta. Olemassa olevan osaamisen hyödyntäminen kehittämisen tukena on kuitenkin kustannustehokkain tapa ratkaista resurssihaasteita. Jos organisaation sisältä ei tarpeeksi apua löydy, tulisi myös tarkastella mahdollisuuksia ulkopuolisille koulutuksille.

Asiakkaiden prosesseihin liittyvän tietämys ja osaaminen on nykyäänkin jo hyvällä tasolla ja se koetaan olevan kohdeorganisaation ydinosaamista. Kehittymistä tapahtuu jatkuvasti eri asiakasprojektien myötä ja osaaminen jakautuu käytännössä itsestään eri henkilöiden välille. Kehittymisen kannalta on kuitenkin tärkeää hyödyntää organisaation sisäistä osaamista vielä laajemmassa mittakaavassa myös asiakasprosessien osaamiseen liittyen.

Vaihe 2: Optimointipalvelun arkkitehtuurin toteuttaminen

Arkkitehtuurin toteuttaminen nousi tuloksissa selkeäksi pullonkaulaksi koko palvelun kehittämisen osalta. Monien muiden osa-alueiden kehittäminen vaatii, että arkkitehtuuri on

olemassa, ja että kehitystyö voi nojautua siihen. Tämän vuoksi työn aikana pidettiin erillinen kehityspalaveri, jossa luotiin tarkemmat askeleet arkkitehtuurin toteuttamiselle. Näiden toimenpiteiden myötä sekä analytiikkapalvelun arkkitehtuurin että koko teknologia-dimension on mahdollisuus kehittyä halutulle tavoitetasolle. Arkkitehtuurin toteuttaminen mahdollistaa myös muiden dimensioiden kehittymisen halutulle tasolle.

Kehityspalaverissa nojauduttiin aiemmin luotuun arkkitehtuurisuunnitelmaan, jossa palveluarkkitehtuurin eri osa-alueet olivat vuokaaviomaisesti esitettyinä. Suunnitelmassa oli jo pohdittu, mille alustalle arkkitehtuuri rakennetaan, ja millaisia komponentteja se mahdollisesti sisältää. Tämän pohjalta rakennettiin kuusivaiheinen toteutussuunnitelma arkkitehtuurin rakentamiselle.

Ensimmäisessä vaiheessa tulee selvittää, miten ja millaisilla työkaluilla dataa saadaan siirrettyä ulkoisista lähteistä palvelualustan tietokantoihin. Tutkimus aloitetaan testamalla yksittäisillä tiedostoilla (esim. csv-tiedostot), missä formaatissa data kannattaa palvelualustan tietokantoihin siirtää. Testien perusteella päätetään, millainen ratkaisu datan siirtämiseen parhaiten soveltuu (palvelualustan tarjoama valmis komponentti vai jokin muu ratkaisu).

Toisessa vaiheessa selvitetään, mitkä tietokantaratkaisut palvelualustan sisällä palvelevat parhaiten kokonaisuutta. Osaltaan ensimmäinen ja toinen vaihe nivoutuvat yhteen, koska näissä vaiheissa tulee tarkastella ulkoisten lähteiden siirrettävyyttä ja siirtoon sopivia tietokantaratkaisuja. Toisessa vaiheessa pyritään ensiksi selvittämään, millainen tietokantarakenne palvelun kannalta on paras ratkaisu. Vaihtoehtona on esimerkiksi rakentaa tietokannat niin, että ensiksi on yksi yhteinen tietokanta, johon kaikki data aluksi siirretään. Tämän jälkeen data siirretään tietokannasta toiseen analysointitarpeiden mukaisesti. Tässä vaiheessa onkin tärkeää tarkastella, mikä on paras ratkaisu kokonaisuuden kannalta.

Kolmas vaihe keskittyy ETL-prosesseihin (extract, transform, load), eli siihen, miten data käsitellään arkkitehtuurin sisällä. Tässä vaiheessa testataan palvelualustan tarjoaman ETL-alustan toimivuutta. Ensiksi testataan, miten erilaisten ETL-työprosessien luominen onnistuu. Tämän jälkeen testataan, miten data saadaan siirtymään työprosesseista ETL-alustan sisältämään datakatalogiin. Lisäksi on vielä tarkasteltava, että millaisissa tilanteissa alustan sisältämät triggerit ovat toimivia, ja voidaanko niitä soveltaa tässä arkkitehtuurissa.

Neljännessä vaiheessa on tarpeen selvittää, miten data saadaan luettua ETL-alustan datakatalogista eri toimintojen käytettäväksi. Tässä vaiheessa selvitetään, voiko dataa

lukea suoraan katalogista sekä palvelualueen sisäisiin että ulkoisiin tietokantoihin, millaisia raportteja datakatalogista saa suoraan luotua, ja voiko datan visualisointia tehdä palvelualueen omilla komponenteilla. On tärkeää myös selvittää, ettei data enää muutu data katalogissa ("read only" -muotoinen data), ja jos jostain syystä muuttuu, niin mitä tällöin tulee tehdä. Lisäksi tulee arvioida, onko datakatalogi paras ratkaisu tämän arkkitehtuurin kannalta.

Viidennessä vaiheessa arvioidaan arkkitehtuurin kustannuksia. Kustannusten arviointi yksittäisten osuuksien osalta on haastavaa etukäteen, ennen kuin arkkitehtuurirakennetta on testattu. Näin ollen tarvitaan olemassa oleva arkkitehtuuri, jotta tulevaisuuden kulurakenteita voidaan hahmotella. Kustannuksista saadaan tietoa ajamalla yksittäisiä tiedostoja arkkitehtuurin läpi ja seuraamalla yksittäisten komponenttien aiheuttamia kustannuksia.

Viimeisessä kuudennessa vaiheessa arkkitehtuuria voidaan lähteä kehittämään edellisten vaiheiden pohjalta eri tietolähteille sopivaksi. Kehitys voidaan toteuttaa samalla tavalla esitettyjen vaiheiden mukaisesti niin, että yksitellen testataan eri tietolähteiden toimivuutta arkkitehtuurissa. Palvelun arkkitehtuuri kehittyy näin ollen vaiheittain laajemmaksi kokonaisuudeksi.

Eri vaiheiden välillä on tärkeää muistaa arvioida mahdollisia teknisiä pullonkauloja, joita kehitystyössä ilmenee. Varsinkin, jos niillä koetaan olevan vaikutusta tulevaisuudessa, kun palvelua kehitetään edelleen, on hyvä tiedostaa mahdolliset tekniset haasteet. Kun tiedetään, millaiset rajoitteet teknologia palvelunkehittämiseksi asettaa, on palvelun konseptointi ja tuotteistaminen helpompaa.

Vaihe 3: Analytiikan kehittäminen ja implementointi osaksi arkkitehtuuria

Analytiikkaosaamisen ja palveluarkkitehtuurin kehittymisen myötä on tarpeen tarkastella eri analytiikkamenetelmien soveltuvuutta käytännössä sekä niiden mahdollista implementoimista osaksi arkkitehtuuria. Palvelun kehittyessä kohti ennustavan analytiikan tasoa kasvavat myös vaateet haastavamman analytiikan soveltamiselle. Tärkeää tässä vaiheessa on erityisesti tarkastella nykyisten analytiikkatyökalujen soveltuvuutta haastavampien analytiikkamenetelmien hyödyntämiseen. Lisäksi on tärkeää kartoittaa uusia työkaluja ja niiden soveltuvuutta osana palveluita.

Kartoitustyössä tulee huomioida myös työkalujen soveltuvuus osana palvelun arkkitehtuuria. Jos työkaluja tai niillä tuotettuja ohjelmia saadaan vietyä osaksi arkkitehtuuria, mahdollistuu myös joidenkin analysointitoimenpiteiden automatisointi. Varsinkin yksinkertaisimmat, usein toistuvat ja aikaa vievät toimenpiteet tulevat automatisoida, jotta työ

tehostuu ja henkilöiden käsin tehtävän työn määrä vähenee. Lisäksi on tärkeää huomioida laskentatehontarpeen vaikutukset analytiikan kehittyessä. Haastavat ja kompleksiset analyysit vaativat enemmän laskentatehoa, ja on tärkeää tunnistaa niiden vaikutukset arkkitehtuurimielessä.

Työkalujen ja ohjelmien implementointi osaksi arkkitehtuuria on hyvä aloittaa jo arkkitehtuurin toteutusvaiheessa (vaihe 2). Siinä vaiheessa, kun dataa on jo saatu läpi ETL-prosessin datakatalogiin, on hyvä viedä olemassa olevia työkaluja osaksi arkkitehtuuria ja testata niiden toimivuutta. Kun arkkitehtuuri kehittyy ja laajenee, on myös mahdollista lisätä tarvittavien automatisoitujen toimien osuutta. Toimintojen automatisointi mahdollistaa analytiikkadimension kehittymisen halutulle tasolle varsinkin työkalujen ja tuotosten osalta.

Vaihe 4: Palvelukonseptin kehittäminen

Kun optimointipalvelun arkkitehtuurin toimivuudesta ja eri analytiikkamenetelmien hyödyntämismahdollisuuksista on saatu osviittaa, voidaan asiakkaille tarjottavia palvelukokonaisuuksia käydä suunnittelemaan tarkemmin. Tiedossa olevien mahdollisuuksien ja kulurakenteiden perusteella voidaan suunnitella esimerkiksi, millaisia palveluita tarjotaan, mikä on niiden sisältö ja miten ne asiakkaalta laskutetaan. Suunnittelun pohjalta voidaan käydä luomaan erisisältöisiä ja -rakenteisia palvelukokonaisuuksia asiakkaille.

Tuloksista oli nähtävissä, että palvelukonseptointi koettiin haastavana toimenpiteenä. Haasteita oli tunnistaa, miten palvelukonsepti tulisi rakentaa, ja miten se tulisi lanseerata. Tässä vaiheessa olisikin hyvä kartoittaa, löytyykö kohdeorganisaation sisältä konseptointiosaamista, jota kehittämisen tukena voisi hyödyntää. Tarpeen vaatiessa myös ulkopuolisen avun tarpeet on hyvä kartoittaa.

Osana palvelukonseptointia tulee myös huomioida datan omistajuuteen liittyvät aspektit. Kun palvelu kehittyy, kehittyvät myös asiakasdatalla tehtävät tuotokset. Nämä tuotokset voivat olla kohdeorganisaation näkökulmasta merkittävä osa koko palvelun toimintaa, joten on tärkeää olla tietoinen, missä tilanteessa data ja sillä tehtävät tuotokset kenellekin kuuluvat.

Vaihe 5: Organisaation toimintaprosessien kehittäminen vastaamaan luotua arkkitehtuuria

Osaltaan vaihe 5 on yhteydessä vaiheen 4 palvelukonseptin kehittämiseen. Samalla kun palvelukonseptia kehitetään, on tarpeellista kehittää myös omia toimintaprosesseja vastaamaan luotua arkkitehtuuria ja luotuja palveluita. On tärkeää, että kehitettyä palvelua toteutetaan niin kuin on suunniteltu.

Koska kehitettävän palvelun yhteydessä olevia toimintaprosesseja on lukuisia, on tärkeää suunnitelmallisesti käydä läpi palveluun liittyvät eri toimintaprosessit ja niiden integroituminen osaksi kehitettävää palvelua. Esimerkiksi datan osalta tulee käydä läpi, miten ja mistä dataa hankitaan, kuka sen hankkii, minne hankittu data siirretään, miten se siirretään palvelualustalle, ja kuka sen tekee. Toisaalta myynnin ja markkinoinnin osalta tulee käydä läpi yhteiset pelisäännöt, kuten kuka myy ja markkinoi, mitä myydään ja markkinoidaan, tai miten ne tehdään. Luomalla eri toimintaprosesseista kuvaukset voidaan varmistua, että palvelu toimii niin kuin se on suunniteltu.

Toimintaprosessien kuvauksista on hyötyä monessa mielessä. Ensinnäkin, kun kuvaukset on tehty, voidaan varmistua, että tieto on siirrettävissä henkilöltä toiselle resurssimuutosten tapahtuessa. Toiseksi palvelusta on helposti saatavilla kokonaiskuva, kun siihen liittyvistä eri toimintaprosesseista on olemassa kuvaukset. Lisäksi palvelun jatkokehittäminen on helpompaa, kun on tiedossa, miten palvelukokonaisuus nykyisellään toimii.

Vaihe 6: Palvelukokonaisuuden kehityksen arviointi

Kun kehitystyötä on saatu vietyä lähes eteenpäin, on viimeisenä, ja kenties tärkeimpänä vaiheena on arvioida, miten palvelun kehittäminen on onnistunut. On tärkeää tarkastella, onko kehitystyössä päästy siihen tavoitteeseen, mihin on pyritty, vai onko jossain kohdassa jääty tavoitteesta jälkeen. Jos tavoitteesta on jääty jälkeen, tulee arvioida mahdollisia syitä tähän. Lisäksi on tärkeää myös arvioida, vastaako kehitetty palvelu senhetkiin ja tuleviin asiakastarpeisiin.

Arvioinnin perusteella voidaan tarpeen mukaan luoda suunnitelma jatkokehitystarpeille. Usein tällaisissa palveluissa riittää aina kehitettävää, joten on tärkeää, että vaikka yksittäinen kehitysprojekti päättyikin, pysyy jatkossakin palvelunkehittäminen suunnitelmallisena ja osana toimintaa.

7.4 Työn arviointi ja rajoitteet

Työssä siis onnistuttiin vastaamaan asetettuun tutkimuskysymykseen alatutkimuskysymysten avulla. On kuitenkin muutamia asioita, jotka vaikuttavat työn tuloksiin ja niiden arviointiin. Ensinnäkin tämän työn tulosten analysointi poikkeaa normaalista kypsyysmallien hyödyntämisestä siinä mielessä, että tässä työssä jokaisen dimension jokainen osa-alue itsessään on sijoitettu jollekin kypsyysmallin tasolle. Yleensä kypsyysmalleja hyödynnettäessä dimensiot sijoitetaan kokonaisuudessaan jollekin tasolle. Tämän työn osalta nähtiin kuitenkin tarpeellisena tehdä tarkempi jaottelu dimensioiden sisällä, koska eroja eri osa-alueiden välillä tiedettiin olevan.

Työn tulosten perusteella voidaan arvioida, että kypsyysmallin hyödyntäminen kehitystyökaluna oli tämän työn osalta onnistunut valinta. Kypsyysmalli menetelmänä pakottaa ottamaan kantaa kaikkiin palvelunkehittämiseen liittyviin tekijöihin, jolloin kehitystyö tapahtuu kokonaisuutena, ei yksittäisinä osina. Kypsyysmallin avulla tulokset on mahdollista esittää niin, että ne ovat ymmärrettävässä muodossa jokaisen osallistujan näkökulmasta. Myös eri kehitysvaiheiden tärkeysjärjestystä on helppo arvioida kypsyysmallin ja siitä saatavien tulosten avulla. Lisäksi, kun malli on hyvin tehty, on sitä mahdollista hyödyntää myös tulevaisuudessa. Kypsyysmalli ei siis pelkästään ole vain kertaluontoinen työkalu.

Tosin täytyy huomata, ettei kypsyysmalli menetelmänä ole täysin mutkaton ja joka tilanteeseen sopiva työkalu. Vaikka tämän työn osalta nähtiin positiivisena asiana se, että menetelmän vuoksi jokaiseen osa-alueeseen täytyy ottaa kantaa, voi se tuntua myös melko työläältä tavalta tehdä kehitystyötä. Jos kaikkia osa-alueita ei jaksa käydä läpi tarpeeksi tarkasti, voi se vääristää työn lopputulosta. Myös oikean kypsyysmallin valinta ja räätälöinti on melko työlästä. Vaarana on, jos kypsyysmallin luomiseen ei käytä tarpeeksi aikaa ja ajatusta, voivat tulokset vääristyä. Oikein määritetyt kypsyysmallin tasot ja dimensiot mahdollistavat oikean menetelmän käytön. Onkin tärkeää myös tämän työn osalta arvioida kriittisesti, ovatko dimensiot ja tasot oikein valittuja ja määriteltyjä.

Omat haasteensa tutkimuksen tulosten oikeellisuuteen asettavat myös tutkimusmetodologiset tekijät. Toimintatutkimus tutkimusstrategiana on haastava siinä mielessä, että toimintatutkimus yleensä vaatii paljon henkilöresursseja ja aikaa (Saundes et al. 2019). Jos tutkimukseen osallistujat eivät ehdi paneutua tutkimukseen sen tarvitsevalla tavalla, voivat tulokset olla harhaanjohtavia. Lisäksi luotettavuuteen voi vaikuttaa se, että toimintatutkimukselle tyypilliseen tapaan tässäkin työssä tutkimuksen tekijänä toimi yksi kehitystyöhön osallistujista. Vaikka tutkijan pitääkin pystyä toimimaan objektiivisesti tutkimusta kohtaan, on mahdollista, että tutkijan asemalla on vaikutusta työn luotettavuuteen.

Myös ryhmähaastattelu aineistonkeruumenetelmänä aiheuttaa haasteita. Hirsjärvi ja Hurme (2008) esittävät teoksessaan, että ryhmädynamiikalla ja ryhmän sisäisellä valtahierarkialla voi olla vaikutuksia siihen, kuka puhuu ja mitä sanotaan. Erityisesti ongelmia voi aiheuttaa se, jos ryhmässä on joku dominoiva henkilö (Hirsjärvi & Hurme 2008). Tämän työn osalta on haastavaa arvioida ryhmähaastattelutilanteen vaikutuksia työn tuloksiin varsinkin, kun osa haastateltavista henkilöistä osallistui haastatteluun etäyhteyden kautta. Jatkoa ajatelleen tutkimuksen luotettavuuden näkökulmasta olisi tärkeää järjestää ryhmähaastattelut niin, että kaikki ovat samassa tilassa, ja että haastateltavien ilmeiden ja eleiden havainnointi on mahdollista.

Lisäksi tuloksia tulee arvioida kriittisesti siinä mielessä, että palvelua kehittävä joukko on määrältään melko pieni. Näin ollen kaikkiin kehitettävän palvelun dimensioihin ei välttämättä löydy tietoa useammalta henkilöltä. Jos jonkun tietyn dimension osaaminen on yhden henkilön varassa, jää kriittinen keskustelu asioiden oikeellisuudesta väistämättä välistä. Tämä voi vääristää dimension todellista tasoa, jos ainoa kriteeri dimension tason määräytymiselle on vain yhden henkilön mielipide.

Kaiken kaikkiaan tuloksena työssä saatiin kuitenkin luotua selkeä tiekartta optimointipalveluiden kehittämiseksi, joka työn tavoitteena olikin. Vaikka tiekartan kaikkia vaiheita ei ole yksityiskohtaisesti valmiiksi suunniteltu, on tiekartan avulla mahdollista tehdä kehitystyötä systemaattisesti ja johdonmukaisesti. Tulevaisuudessa onkin sitten nähtävissä, päästäänkö toimenpide-ehdotusten myötä haluttuun lopputulokseen.

7.5 Jatkotutkimustarpeet

Mielenkiintoisena jatkotutkimuskohteena olisi tarkastella optimointipalveluiden hyödyntämistä mahdollisesti myös muilla teollisuuden aloilla. Kohdeorganisaation asiakaskunta on kuitenkin laajasti eri teollisuuden sektoreille levinnyttä, joten potentiaalista asiakaskuntaa voisi löytyä muualtakin. Kuten työssä todettiin, vaikka tuotantoprosessit eri teollisuuden aloilla toisistaan poikkeavatkin, esiintyy niissä myös samantyyppisiä vaihteluita. Näin ollen optimointipalveluiden monistaminen muillekin teollisuuden voisi olla mahdollista.

Palvelun kehittyessä kohti ennustavan analytiikan tasoa on tärkeää tutkia, mitkä palvelun osa-alueista kannattaa toteuttaa itse, ja mitkä osa-alueista kannattaa mahdollisesti ulkoistaa. Palvelun kehitys lisää jokaisen osa-alueen työmäärää, ja onkin tärkeää miettiä, mitkä osa-alueet oikeasti kuuluvat oman ydinosaamisen alle, ja mitkä mahdollisesti voidaan esimerkiksi ostaa ulkopuoliselta palveluntarjoajalta. Varsinkin silloin asiaa on tarpeen tarkastella, jos palvelun kehittämiseen ja ylläpitämiseen tarvittavia resursseja ei saada lisättyä.

On myös tärkeää tarkastella kypsyysmallin toimivuutta ja käytettävyyttä myös tulevaisuudessa. Kuten Becker et al. (2009) toteaa, kypsyysmalleista tulee nopeasti käyttökelvottomia tarkasteltavan kohteen kehittyessä, jos kypsyysmallia ei kehitetä ja ylläpidetä samanaikaisesti. Tarvitaan siis jatkuvaa ylläpitoa ja kehitystä myös kypsyysmallin osalta, mikäli sitä halutaan jatkossakin kehityksen työkaluna käyttää.

Lisäksi tulevaisuuden osalta mielenkiintoinen tutkimusnäkökulma olisi tarkastella, onko optimointipalveluiden kehittämisellä ollut vaikutuksia muihin organisaation toimiin.

Ovatko esimerkiksi organisaation toimintaprosessien integroinnin toimet vaikuttaneet jollain tavalla muihin organisaation toimiin, vai onko tilanne pysynyt samanlaisena kuin nykytilassakin. Sekä negatiivisten että positiivisten muutosten havainnointi voisi antaa näkökulmaa, mitä kehitystoimenpiteitä tulisi mahdollisesti hyödyntää myös muihin kehitysprojekteihin, ja mitä kannattaisi jättää hyödyntämättä.

LÄHTEET

Aho, M. (2011). *Konstruktio suorituskyvyn johtamisen kypsyyden arviointiin*. Tampereen teknillinen yliopisto.

Akkiraju, R., Sinha, V., Xu, A., Mahmud, J., Gundecha, P., Liu, Z., Liu, X. & Schumacher, J. (2018). *Characterizing machine learning process: A maturity framework*. IBM Watson, IBM Almaden Research Center, San Jose, California, USA.

Appelbaum, D., Alexander, K., Vasarhelyi, M. & Yan, Z. (2017). *Impact of business analytics and enterprise systems on managerial accounting*. *International Journal of Accounting Information Systems*. Vol. 25, s. 29-44.

Bajic, B., Cosic, I., Lazarevic, M., Sremcevic, N. & Rikalovic, A. (2018). *Machine Learning Techniques for Smart Manufacturing: Applications and Challenges in Industry 4.0*. 9th International Scientific and Expert Conference TEAM 2018.

Basu, A. (2013). *Five pillars of prescriptive analytics success*. *Analytics*. March/April 2013, s. 8-12.

Becker, J., Knackstedt, R. & Pöppelbuß, J. (2009). *Developing Maturity Models for IT Management*. *Business & Information Systems Engineering*. Vol. 1, s. 213-222.

Correa, H. & Slack, N. (1996). *Framework to analyse flexibility and unplanned change in manufacturing systems*. *Computer Integrated Manufacturing Systems*. Vol. 9(1), s. 57-64.

Cosic, R., Shanks, G. & Maynard, S. (2012). *Towards a Business Analytics Capability Maturity Model*. 23rd Australasian Conference on Information Systems.

Davis, J., Edgar, T., Porter, J., Bernaden, J. & Sarli, M. (2012). *Smart manufacturing, manufacturing intelligence and demand-dynamic performance*. *Computers and Chemical Engineering*. Vol. 47, s. 145-156.

De Bruin, T., Freeze, R., Kulkarni, U. & Rosemann, M. (2005). *Understanding the Main Phases of Developing a Maturity Assessment Model*. 16th Australasian Conference on Information Systems.

Ge, Z., Song, Z., Ding, S. & Huang, B. (2017). *Data Mining and Analytics in the Process Industry: The Role of Machine Learning*. *IEEE Access*. Vol. 5, s. 20590-20616.

Halper, F. & Stodder, D. (2014). *TDWI Analytics Maturity Model Guide*. TDWI Research.

- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. (2008). Tutkimushaastattelu: teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press.
- Jin, D., Chai, K. & Tan, K. (2013). New service development maturity model. *Managing Service Quality*. Vol. 24, s. 86-116.
- Kang, H., Lee, J., Choi, S., Kim, H., Park, J., Son, J., Kim, B. & Noh, S. (2016). Smart Manufacturing: Past Research, Present Findings, and Future Directions. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-green Technology*. Vol. 3(1), s. 111-128.
- Kara, S. & Kayis, B. (2004). Manufacturing flexibility and variability: an overview. *Journal of Manufacturing Technology Management*. Vol. 15(6), s. 466-478.
- Khosravi, A., Nahavandi, S., Creighton, D. & Atiya, A. (2011). Comprehensive Review of Neural Network-Based Intervals and New Advances. *IEEE Transactions on Neural Networks*. Vol. 22, s. 1341-1356.
- Kohlegger, M., Maier, R. & Thalmann, S. (2009). Understanding Maturity Models Results of a Structured Content Analysis. *Proceedings of I-KNOW '09 and I-SEMANTICS '09 2-4 September 2009, Graz, Austria*, s. 51-61.
- Koistinen-Jokiniemi, P., Koskiniemi, T., Lehtinen, I., Lindroos, V., Martikainen, J., Montonen, S., Savela, O. & Tuomaala, E. (2017). Digitalisaatio ja BKT – Miten digitalisaatio näkyy taloustilastoissa. Tilastokeskuksen julkaisu. Saatavissa: <https://www.tilastokeskus.fi/static/media/uploads/tup/kantiliinpito/> (Viitattu: 27. huhtikuuta 2020).
- Kusiak, A. (2018). Smart manufacturing. *International Journal of Production Research*. Vol. 56(1-2), s. 508-517.
- Kuula, A. (2006). Toimintatutkimus. Luku 5.4 kokonaisuudesta Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. (2006). *KvaliMOTV – Menetelmäopetuksen tietovaranto* (verkkojulkaisu). Saatavissa: <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/> (Viitattu: 15. huhtikuuta 2020).
- Laney, D., Howson, C., Buytendijk, F., Waller, G., Schulte, R., Logan, V., Duncan, A. & White, A. (2018). *Predicts 2019: Data and Analytics Strategy*. Gartner Research. Saatavissa: <https://www.gartner.com/en/doc/374107-predicts-2019-data-and-analytics-strategy> (Viitattu: 24. huhtikuuta 2020).
- Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. & Lyly-Yrjänäinen, J. (2016). *Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa*. Helsinki: Edita.

- McDermott, C. & Stock, G. (1999). Organizational culture and advanced manufacturing technology implementation. *Journal of Operations Management*. Vol. 17, s. 521-533.
- Mettler, T., Rohner, P. & Winter, R. (2010). Towards a Classification of Maturity Models in Information Systems. *Proceedings of 6th Conference of the Italian Chapter of AIS*.
- Monostori, L. (2003). AI and machine learning techniques for managing complexity, changes and uncertainties in manufacturing. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. Vol. 16, s. 277-291.
- Nemeth, T., Ansari, F., Sihn, W., Haslhofer, B. & Schindler, A. (2018). Prima-X: A reference model for realizing prescriptive maintenance and assessing its maturity enhanced by machine learning. *Procedia CIRP*. Vol. 72, s. 1039-1044.
- Paulk, M., Curtis, B., Chrissis, M. & Weber, C. (1993). *Capability Maturity Model for Software, Version 1.1*. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania.
- Pospieszny, P. (2017). Software Estimation – towards prescriptive analytics. In *Proceedings of 27th International Workshop on Software Measurement and 12th International Conference on Software Process and Product Measurement*.
- Rajteric, I. (2010). Overview of Business Intelligence Maturity Models. *Management*. Vol. 15, s. 47-67.
- Rapaccini, M., Sacconi, N., Pettozza, G., Burger, T. & Ganz, W. (2013). Service development in product-service systems: a maturity model. *The Service Industries Journal*. Vol. 33(3-4), s. 300-319.
- Ren, S., Zhang, Y., Liu, Y., Sakao, T., Huisin, D. & Almeida, C. (2019). A comprehensive review of big data analytics throughout product lifecycle to support sustainable smart manufacturing: A framework, challenges and future research. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 210, s. 1343-1365.
- Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. (2006). *KvaliMOTV – Menetelmäopetuksen tietovaranto (verkkojulkaisu)*. Saatavissa: <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/> (Viitattu: 24. huhtikuuta 2020).
- Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A. (2019). *Research Methods for Business Students*. 8th p. Pearson Education Limited.
- Shang, C. & You, F. (2019). Data Analytics and Machine Learning for Smart Process Manufacturing: Recent Advances and Perspectives in the Big Data Era. *Engineering*. Vol. 5(6), s. 1010-1016.

Tao, F., Qi, Q., Liu, A. & Kusiak, A. (2018). Data-driven smart manufacturing. *Journal of Manufacturing Systems*. Vol. 48(C), s. 157-169.

Tuomi, J. & Sarajärvi, A. (2018). *Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. Uudistettu laitos*. Helsinki: Tammi.

Wang, J., Ma, Y., Zhang, L., Gao, R. & Wu, D. (2018). Deep learning for smart manufacturing: Methods and applications. *Journal of Manufacturing Systems*. Vol. 48(C), s. 144-156.

Weber, C., Königsberger, J., Kassner, L. & Mitschang, B. (2017). M2DDM – A Maturity Model for Data-Driven Manufacturing. *Procedia CIRP*. Vol. 63, s. 173-178.

Wuest, T., Weimer, D., Irgens, C. & Thoben, K. (2016). Machine learning in manufacturing: advantages, challenges, and applications. *Production & Manufacturing Research*. Vol. 4(1), s. 23-45.