



PROSESSILOUHINNAN POTENTIAALI TUOTANTOPROSESSIN JOHTAMISSESSA

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Tuotantotalouden kandidaatintyö

2023

Pauli Karjalainen

Tarkastaja: Dosentti Jouni Koivuniemi

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUT Teknis-luonnontieteellinen

Tuotantotalous

Pauli Karjalainen

Prosessilouhinnan potentiaali tuotantoprosessin johtamisessa

Tuotantotalouden kandidaatintyö

2023

34 sivua, 4 kuvaa, 2 taulukkoa

Tarkastaja: Dosentti Jouni Koivuniemi

Avainsanat: prosessiajattelu, prosessijohtaminen, liiketoimintaprosessi, prosessimalli, tuotantoprosessi, prosessilouhinta

Tämän kandidaatintyön tavoite on tutkia prosessilouhinnan potentiaalia tuotantoprosessin johtamisen ja kehittämisen työkaluna. Työn näkökulmana on prosessijohtaminen, ja työssä käydään läpi laajalti prosessijohtamisen peruseriaatteita, sekä prosessilouhinnan yleisiä periaatteita. Tutkielmassa tunnistetaan yleisiä prosessijohtamiseen liittyviä haasteita, tuotantoprosessille ominaisia haasteita sekä tuotantoprosessin johtamisen menestystekijöitä. Työn tarkoituksena on lisätä tietoa prosessilouhinnasta sekä sen ratkaisuihin, niin yleisellä tasolla, kuin myös yksityiskohtaisemmin tuotantoprosessin johtamisen tukena. Työ on toteutettu yhdistämällä kirjallisuuskatsausta, tapausesimerkkiä sekä haastattelua.

Tutkielmassa käydään laajasti läpi prosessilouhinnan eri vaiheita sekä muotoja, ja todetaan, että prosessilouhintaa voidaan soveltaa mihin tahansa prosessiin, sillä edellytyksellä että prosessista on tarjolla tutkimuksessa esitetyt perusedellytykset täyttävää dataa. Yleisesti prosessijohtamisessa haasteita voi tuottaa prosessin nykytilan selvittäminen sekä todellisuutta vastaavan prosessimallin muodostaminen. Tuotantoprosessin johtamisessa ja kehittämisessä haasteita voi tuottaa prosessin kompleksisuus ja kokonaisuuden hallinta; tuotantoprosessiin sisältyy lukuisia tuki- ja osaprosesseja, useita eri toimintoja sekä toimintojen välisiä vuorovaikutussuhteita. Tuotantoprosessin menestystekijät ovat riippuvaisia yrityksen toimialasta ja strategiasta. Menestystekijäksi voi muodostua esimerkiksi pitkälle standardoitu ja mahdollisimman yksinkertainen tuotantoprosessi, tuotantoprosessin johtamisen ketteruus ja muutosvalmius, organisaation prosessien yhtenäisyys sekä prosessin ohjattavuus. Prosessilouhinta tarjoaa avainratkaisuja edellä kuvattuihin ongelmiin, sekä tarjoaa mahdollisuuksia menestystekijöiden kehittämiseen ja teknologiapohjaisen kilpailuedun luomiseen.

KIITOKSET

Kiitos QPR Softwarelle haastattelututkimuksen mahdollistamisesta sekä prosessilouhinta-prosessin ja -ohjelmiston esittelemisestä.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

1	Johdanto.....	4
1.1	Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset	5
1.2	Tutkimusmenetelmät ja rajaukset	6
1.3	Tutkimuksen rakenne.....	7
2	Prosessijohtamisen teoreettiset lähtökohdat	8
2.1	Liiketoimintaprosessi.....	9
2.2	Prosessiajattelu ja prosessimalli	10
2.3	Prosessijohtamisen lähestymistavat toiminnan kehittämisessä	10
2.4	Tuotantoprosessin kehittämisestä	12
3	Prosessilouhinta prosessijohtamisen työkaluna.....	14
3.1	Prosessilouhinnan periaatteet.....	15
3.2	Prosessilouhinnan ratkaisut liiketoimintaprosessien johtamisen tukena	17
3.3	Case BMW: Prosessilouhinta tuotantoprosessin kehittämisessä	21
4	Haastattelututkimus: Prosessilouhinta palveluntarjoajan näkökulmasta.....	25
5	Johtopäätökset	27
5.1	Prosessilouhinnan potentiaali tuotantoprosessin kehittämisessä	28
5.2	Tulevaisuuden näkymät	31
	Lähteet	32

1 Johdanto

Kehitys teknologiassa ja tietotekniikassa ovat muuttaneet niin yritysten operatiivisia toimintoja, kuin myös yritysten välistä kilpailua ja strategista johtamista. Uudet teknologiat mahdollistavat sen, että alalle tulevat kilpailijat pystyvät perustamaan strategiansa sekä rakentamaan liiketoimintansa uuden teknologian päälle. Kilpailukyvykkyyden säilyttäminen edellyttää yrityksiltä jatkuvaa kilpailukyvyn hiomista, niin asiakastyytyväisyyden, kuten myös tuotekehityksen ja kustannustehokkuuden näkökulmista. Vuosien 2007 ja 2010 välillä Nokia on todistanut, että edes maailman johtava matkapuhelinvalmistaja ei pysy mukana kilpailussa, ellei se reagoi tarpeeksi nopeasti kehittyvän kilpailuympäristön muutoksiin.

Ajatus prosessidatan hyödyntämisestä operatiivisten prosessien johtamisen tukena on ollut olemassa jo kauan, ja jo reilut sata vuotta sitten tieteellisen liikkeenjohdon oppi-isänä pidetty yhdysvaltalainen tekniikko Frederick Taylor Winslow keräsi tieteellisen liikkeenjohdon tutkimuksessaan eri työvaiheita suorittavien työläisten päivittäisiin tehtäviin liittyvää dataa, tehostaen löydöksiensä avulla työntekijöiden tehokkuutta, optimoiden resursseja ja kehittämällä työntekijöiden tyytyväisyyttä. (Taylor, F.W. 1919. s. 37–144.) Myöhemmin, tieteellistä liikkeenjohto-oppia on alettu kutsumaan Taylorismiksi.

Kuten tiedetään, tietokoneiden ja toiminnanohjausjärjestelmien lisääntyessä data-analytiikkaa on ruvettu kasvavassa määrin hyödyntämään, ja liiketoimintadataa on ruvettu analysoimaan yrityksen operatiivisten prosessien tukena. Kuitenkin, fokus data-analytiikan hyödyntämisessä kohdistuu useimmiten prosessin yksittäisiin tehtäviin, tai tehtävien suorituskyvyn mittareihin (engl. key performance indicator, KPI), eli esimerkiksi tietyn tehtävän läpimenoaikaan, käytettävyyteen tai kustannuksiin. Prosessilouhinnan laajuus on tätä suurempi. Prosessilouhinnan tarkoituksena ja tavoitteena on ottaa käsittelyyn kokonainen end-to-end prosessi, läpivalaista se, ja analysoida sitä. Siinä missä data-analytiikan avulla voidaan löytää ratkaisu tutkittaessa prosessin tiettyä tehtävää, tai tehtävää mittaavaa KPI:tä, prosessilouhinta käsittelee prosessin kokonaisuutena, tunnistaa prosessin kannalta kriittisimmät ongelmat ja tehottomuudet, ja tarjoaa moniulotteisen ratkaisun prosessilöydöksiin. (van der Aalst, W & Carmona, J. 2022, s. 4.)

Prosessilouhinnan tutkimus on alkanut 1990-luvun lopulla, ja tänä päivänä markkinoilta löytyy yli 40 kaupallista prosessilouhintaratkaisua ja –työkalua. Silti suuri osa prosessilouhinnan potentiaalista jää nykypäivänä käyttämättä. Prosessilouhinta on prosessijohtamisen geneerinen työkalu, joten sitä voidaan soveltaa minkä tahansa alan organisaatioon. Prosessilouhintaa sovelletaan muun muassa hankinnasta maksuun -prosesseissa (engl. purchase to pay, P2P), tilauksesta kassaan -prosesseissa (engl. order to cash, O2C), henkilöstöhallinnon prosesseissa, logistiikkaprosesseissa tai esimerkiksi terveydenhuollon alalla (van der Aalst, et al. 2022, s. 30–31).

1.1 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksessa tutustutaan prosessijohtamisen peruseriaatteisiin ja kartoitetaan kirjallisuuskatsauksen, tapaustutkimuksen sekä haastattelun avulla prosessilouhinnan tarjoamia ratkaisuja prosessijohtamisen työkaluna. Työn ydintavoite on kartoittaa prosessilouhinnan hyödyntämispotentiaalia tuotantoprosessin kehittämisessä. Prosessijohtamisen teoreettisia perusteita käydään läpi kattavasti, sillä jotta voimme käsitellä prosessilouhintaa käsitteenä ja kartoittaa sen hyödyntämispotentiaalia prosessijohtamisen tukena, on ensin ymmärrettävä prosessiajattelun ja prosessijohtamisen periaatteet, ja tiedostettava siihen liittyviä haasteita ja motiiveja. Työn päätutkimuskysymys on:

- *Mitä ratkaisuja prosessilouhinta tarjoaa tuotantoprosessin johtamisessa?*

Päätutkimuskysymykseen vastaamiseen johdatellaan kolmen tukikysymyksen avulla. Tukikysymykset on muodostettu helpottamaan ja tukemaan ydintutkimuskysymykseen vastaamista ja luomaan teoreettisia perusteita työn tutkivalle osuudelle. Työn tukikysymykset ovat:

- *Mitä prosessiajatteluun perustuva johtaminen pitää sisällään?*
- *Mitä ovat tuotantoprosessin johtamisen menestystekijöitä ja haasteita?*
- *Miten prosessilouhintaa voidaan hyödyntää liiketoimintaprosessien johtamisessa?*

Lisäksi työ antaa lukijalle käytännönläheisen kuvan prosessilouhinnasta, sen vaiheista ja prosessilouhintaohjelmistojen kyvykkyyksistä, sillä prosessilouhinta on käsitteenä vielä valtirralle tuntematon asia. Prosessilouhinta itsessään ei ole uusi keksintö, ja sen tutkimus on aloitettu jo 1990-luvun loppupuolella, mutta sen käyttöönotto ja soveltaminen ovat vasta tiensä alkupäässä, sillä yritykset ovat vasta viimevuosikymmenien aikana alkaneet keräämään ja säilyttämään dataa. (van der Aalst, 2022, s. 3.)

1.2 Tutkimusmenetelmät ja rajaukset

Työn teoriaosuus on toteutettu kuvailevana kirjallisuuskatsauksena. Kuvailevaa kirjallisuuskatsausta voidaan luonnehtia käsiteltyjen, useimmiten laajojen aineistojen yleiskatsauksena. Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen tarkoituksena on kuvata tutkittava aihealue laaja-alaisesti, ja tarjota lisää tutkittavia aiheita tarkemmin seulovaa, systemaattista kirjallisuuskatsausta, sekä syvempää tutkimusta varten (Salminen, A. 2011, s. 6–9). Kirjallisuuskatsaus tarjoaa myös mahdollisuuden tutkia prosessijohtamisen ja prosessilouhinnan kehitystä historiallisesti. Tutkimuksen käsittelykappaleissa teoriaan on perehdytty kirjallisuuskatsauksen lisäksi tapaustutkimuksen, sekä eräälle prosessilouhinnan alan palveluntarjoajalle tehdyn haastattelun ja havaintoesityksen pohjalta. Johtopäätöksissä yhdistetään kirjallisuuskatsauksen, tapaustutkimuksen sekä haastattelututkimuksen pohjalta tehtyjä havaintoja ja löydöksiä.

Työ on rajattu tutkimaan liiketoimintaprosessien kehittämistä prosessiajattelun ja prosessijohtamisen näkökulmasta. Prosessiajattelu on lähestymistapa operatiivisen toiminnan kehittämiseen, jossa toimintaa tarkastellaan asiakkaalle arvoa luovien, poikkifunktionaalisten prosessien kautta, sen sijaan että toimintaa kehitettäisiin esimerkiksi keskittyen organisaation eri osa-alueiden kehittämiseen (Hannus, J. 2004. s. 102). Tutkimuksesta on rajattu pois muut, kuin prosessiajatteluun perustuvat operatiivisen toiminnan kehittämistavat.

1.3 Tutkimuksen rakenne

Työ koostuu johdannosta, kahdesta käsittelyluvusta, prosessilouhinnan alan yritykselle tehdyn haastattelututkimuksen tiivistelmästä sekä johtopäätöksistä. Johdannossa kerrotaan prosessilouhinnan historiasta ja motiiveista sekä kuvataan työn tavoite, tutkimuskysymykset, tutkimusmenetelmät ja rajaukset.

Luvussa kaksi perehdytään liiketoimintaprosesseihin, prosessimalliin, prosessiajattelun perusteisiin, sekä prosessijohtamisen periaatteisiin toiminnan kehittämisessä. Toisessa luvussa käydään myös läpi tuotantoprosessin yleisiä piirteitä sekä sen johtamista ja kehittämistä. Kolmannessa luvussa käydään läpi prosessilouhinnan vaiheet, tutustutaan prosessilouhinnan eri muotoihin ja esitetään prosessilouhinnan ratkaisuja operatiivisen toiminnan kehittämisessä. Luvussa tutustutaan myös tapausesimerkin kautta prosessilouhinnan tarjoamiin ratkaisuihin tuotantoprosessin kehittämisessä.

Neljäs luku perustuu prosessilouhinnan alan yritykselle tehtyyn haastatteluun, ja haastattelun yhteydessä tehtyyn havaintoesitykseen yrityksen prosessilouhintaohjelmiston soveltamisesta tuotantoprosessiin. Haastattelun tuloksina raportoidaan prosessilouhinnan yleisistä periaatteista, prosessilouhinnan merkittävimmistä kyvykkyyksistä palveluntarjoajan näkökulmasta, sekä prosessilouhintaprojektiin liittyvistä haasteista, yleisistä ongelmista sekä rajoitteista.

Työn lopuksi esitetään käsittelykappaleiden teorian ja tutkimustulosten perusteella työn johtopäätökset. Tarkoituksena on osakysymysten avulla pohjustaa selkeitä vastauksia työn ydintutkimuskysymykseen, eli selvittää prosessilouhinnan merkittävimpiä ratkaisuja tuotantoprosessin kehittämisessä.

2 Prosessijohtamisen teoreettiset lähtökohdat

Liiketoimintaprosessien johtaminen (engl. business process management, BPM) on organisaation toiminnan johtamisoppi, joka keskittyy liiketoiminnan kehittämiseen ja johtamiseen prosessiajattelun näkökulmasta. Liiketoimintaprosessien johtaminen sisältää erilaisia tekniikoita, metodeja ja työkaluja, joiden tarkoituksena on kehittää, optimoida sekä analysoida organisaation operatiivisia prosesseja esimerkiksi tehokkuuden, laadun tai kustannusten näkökulmasta (Hannus, 2004. s. 102). Tässä luvussa käsitellään prosessiajattelun ja -johtamisen teoreettisia perusteita, prosessilähtöistä kehittämistä sekä tuotantoprosessin yleispiirteitä. Luvussa tutustutaan liiketoimintaprosesseihin, prosessijohtamisen peruseräisiin, prosessikehityksen lähestymistapoihin sekä tuotantoprosessin kehittämisen keinoihin. Lisäksi kappaleessa pyritään tunnistamaan prosessijohtamisen, ja tarkemmin tuotantoprosessin kehittämisen menestystekijöitä, sekä näille ominaisia haasteita.

Miksi yrityksen tulisi johtaa operatiivista toimintaansa prosessilähtöisesti, eikä esimerkiksi keskittyen organisaation erillisten osa-alueiden ja toimintojen parantamiseen? Kuten tiedetään, yrityksen kilpailukyvyyn päätekijöitä ovat tuotteen tai palvelun laatu, toimitusten nopeus ja toiminnan joustavuus sekä kustannustehokkuus ja tuottavuuden kehittäminen (Sakki 1999, s. 16–17). Prosessilähtöinen johtamistapa tähtää operatiivisen toiminnan kokonaisvaltaiseen kehittämiseen, ja auttamaan organisaatioita saavuttamaan strategiset tavoitteet sekä kehittämään liiketoimintaprosessejaan jatkuvasti. Prosessorientoituneilla organisaatioilla on tapana menestyä paremmin, kuin yrityksillä, jotka eivät johda liiketoimintaansa prosessilähtöisesti (McCormack, K. 2001. s. 51–55). Laamanen (2001) kuvaa liiketoimintaympäristöä, jossa toiminta ei perustu standardoituihin, rakenteellisiin prosesseihin ”kaoottisena ympäristönä”, jossa yksilöllä on mahdollisuus toimia omien intressiensä mukaisesti, ja jossa asioita tehdään silloin, kun ne sattuvat kohdalle (Laamanen, 2001. s. 44).

2.1 Liiketoimintaprosessi

Prosessi tarkoittaa toistuvaa toimintoketjua, joka muuntaa panostekijät tuotokseksi. Prosesseja on jaoteltu prosessijohtamisen kirjallisuudessa eri tavoin. Michael Porter (1985, s. 38) jakaa prosessit ydinprosesseihin ja tukiprosesseihin. Ydinprosessi, eli operatiivinen prosessi, alkaa aina ulkoisen asiakkaan tarpeen ilmaisusta, ja päättyy tarpeen täyttämiseen. Tukiprosessit ovat yrityksen perustoimintaa, eli ydinprosesseja tukevia prosesseja. Tukiprosessit tuottavat palveluita, esimerkiksi suunnitelmia, ennusteita ja muuta informaatiota yrityksen sisäiseen käyttöön. Tukiprosesseissa asiakkaan voidaan ajatella olevan ikään kuin yrityksen sisäinen. (Laamanen, 2001. s. 51–60.) Childe (1994) sekä Earl & Khan (1994) jakavat puolestaan prosessit kolmeen eri luokkaan, riippuen niiden roolista yrityksen arvoketjussa: ydinprosessit, tukiprosessit ja prosessit, joilla johdetaan ydin- ja tukiprosesseja. (Childe, S. 1994 s. 24; Earl, M. & Khan, B. 1994. s. 12). Lillrank (2002) puolestaan jakaa prosessit standardiprosesseihin, rutiiniprosesseihin sekä ei-rutiini-prosesseihin. Standardiprosessit ovat kaikkein yleisimpiä prosesseja; prosesseja, jotka toistuvat identtisesti riippumatta, kuinka usein prosessi toistetaan. Rutiiniprosessit muistuttavat standardiprosesseja, mutta prosessia toistaessa pieniä muutoksia tapahtuu. Ei-rutiini-prosessit ovat niitä prosesseja, joita ei pystytä standardisoimaan tai toistamaan samalla tavalla, sillä niiden tarkoituksena on ratkaista ennalta-arvaamattomia tilanteita. (Lillrank, P. 2002. s. 144.)

Prosessin tunnistamisella ja rajaamisella tarkoitetaan sen määrittämistä, mistä prosessi alkaa ja mihin prosessi päättyy. Prosessin alku- ja päätepisteen tunnistamisen kannalta on tärkeää tunnistaa prosessin keskeisimmät tuotteet ja asiakkaat, sekä syötteet ja toimittajat. Määritelty prosessi on lähtökohta liiketoimintaorganisaation nykytason onnistuneelle kuvaukselle ja kokonaisuuden hahmottamiselle, sekä kriittinen lähtökohta prosessin parantamiselle ja kehittämiseksi. Prosessin rajaamisessa tavoitteena on erottaa prosessiketjun yksittäinen prosessi muista prosesseista, jotta prosessia voidaan tarkastella ja johtaa yksittäisenä toimintojen ketjuna. (Laamanen, K. 2001. s. 23, 52–69.)

2.2 Prosessiajattelu ja prosessimalli

Prosessiajattelu perustuu suurelta osin Porterin (1985) arvoketjuanalyysiin. Arvoketjumallissa yritystä tarkastellaan arvoa tuottavien toimintojen kokonaisuutena, ja yritystä laajemmin osana liiketoiminnan ketjua, joka koostuu yrityksen kytkennöistä toimittajiinsa, jakelukanaviinsa sekä asiakkaihinsa. (Hannus, 2004. s. 103–104.) Prosessiajattelun taustalla on perususkomus, että yrityksellä on olemassa tietty toimintojen ketju, jonka avulla organisaatio luo prosessiketjun syötteestä arvoa asiakkaille ja prosessiajattelun ydinkysymys, miten organisaatio luo arvoa asiakkaalle (Laamanen, K. & Tinnilä, M. 2009. s. 10). Asiakaslähtöisyyden lisäksi prosessiajattelussa korostuu kokonaisuuden hallinta (Hannus, 2004. s. 102).

Kaiken prosessiajattelun, ja -johtamisen perustana on prosessikaavio tai -malli. Prosessimallin avulla kuvataan graafisessa muodossa organisaation liiketoimintamalli prosessikulun ja prosessin vaiheiden kautta. Prosessimalli kuvaa prosessin eri toimijat ja vaiheet, eli prosessin aktiviteetit, tapahtumat tai porttisolmut, toimijoiden väliset vuorovaikutukset. Prosessin mallintaminen on lähtökohta onnistuneelle prosessijohtamiselle ja sitä kautta myös prosessien tehostamiselle (Laamanen, et al. 2009. s. 10–11). Van der Aalst (2016) kuvailee hyvää prosessimallia ”taiteena enemmän kuin tieteenä”, lisäksi kuitenkin, että täydellisen prosessimallin luominen on haastavaa ja virhealtista prosessien kompleksisuuden, sekä prosessikuvitelman yksinkertaistamiseen alttiin ihmismielen takia. Suurin osa prosessimalleista tehdäänkin vielä käsin, ja usein prosessimalli kuvaa vain 80-prosenttia prosessin yleisimmistä variaatioista (van der Aalst, 2016, s. 56).

2.3 Prosessihohtamisen lähestymistavat toiminnan kehittämisessä

Liiketoimintaprosessien johtaminen pitää sisällään erilaisia, eri tarkoituksiin sopivia lähestymistapoja, joita on esitelty taulukossa 1. Hannus (2004, s. 103) nimeää esitetyt lähestymistavat liiketoimintaprosessien johtamisen koulukuntina. Kaikissa koulukunnissa korostuu prosessiajattelu; toimintaa tarkastellaan prosessien kautta, arvoa lisäävät ja arvoa lisäämättömät toiminnot erotetaan toisistaan ja asiakaslähtöinen sekä poikkifunktionaalinen toimintatapa korostuu.

Taulukko 1: Prosessijohtamisen koulukuntia (mukaiillen Hannus, 2004, s. 103)

Koulukunta	Kuvaus	Kohderyhmä
Laatujohtaminen (Total Quality Management, TQM)	”Laajentuminen laadunvarmistuksesta kokonaisvaltaiseen toiminnan johtamisen laatuun.”	Laatujohto Tuotantojohto Ylin johto
Aikaan perustuva johtaminen (Time Based Management)	”Läpimenoaikojen minimointi operatiivisessa toiminnassa ja tuotekehityksessä”	Tuotanto- ja tuotekehitysjohto
Lean-johtaminen (Lean Management)	”Keveän ja joustavan toimintatavan edistäminen ja tuhlauksen välttäminen”	Ylin johto Tuotantojohto
Toimitusketjun hallinta (Supply Chain Management, SCM)	”Logististen kokonaisketjujen ohjaus ja hallinta yli yksikkö- ja organisaatorajojen.”	Tuotanto- ja logistiikkajohto
Massaräätälöinti (Mass Customization)	”Tuotteiden ja prosessien modulointi”	Yritysjohto Tietohallintojohto
Toimintojohtaminen (Activity Based Management)	”Toimintolaskennan laajentuminen kokonaisvaltaiseksi operatiivisen toiminnan lähestymistavaksi”	Talusojohtaminen
Prosessien radikaali uudistaminen (Business Process Re-engineering, BPR)	”Toimintaprosessien nykytilan kyseenalaistaminen ja radikaali uudistaminen tietotekniikan keinoin”	Tietohallintojohto

Hannus (2004) jakaa prosessijohtamisen eri koulukunnat lähestymistavoiltaan kahteen eri ideologiaan; evoluutioon ja revolutioon. Ideologialtaan evoluution luokkaan kuuluvat prosessijohtamisen muodot – kuten laatu-, Lean- ja toimintojohtaminen – korostavat ensisijaisesti jatkuvaa parantamista ja prosessien inkrementaalisia parannuksia. Prosessien revolutioon tähtäävät johtamistavat – kuten aikaan perustuva johtaminen, toimitusketjun hallinta ja prosessien radikaali uudistaminen (engl. business process re-engineering, BPR) – korostavat ensisijaisesti prosessin radikaalin uudistamisen periaatteita. (Hannus, 2004. s. 103.)

Davenport & Spanyi (2019) esittävät edellä mainittuihin kehittämisen ideologioihin liittyvän olennaisia, yrityksiä pitkään vaivanneita haasteita, joihin he esittävät avainratkaisuksi prosessilouhintaa. Prosessilouhinnan ratkaisuja liiketoimintaprosessien johtamisessa käsitellään tarkemmin kappaleessa 3.2. Ongelmia molemmissa ideologioissa tuottaa prosessin nykytilan kartoitus. Prosessin revolutioon tähtäävissä johtamiskeinoissa, kuten BPR:ssä, keskitytään pääosin siihen, mitä uudistetulta prosessilta halutaan, eikä olemassa olevaan prosessiin kiinnitetä tarpeeksi huomiota. Tämän seurauksena jotkin yritykset jättävät olemassa olevan prosessin analysoinnin tekemättä, tekevät sen nopeutetusti, tai palkkaavat

prosessikonsultin selvittämään nykytilan. Puolestaan yritykset, jotka valitsevat inkrementaalisesti parannuksiin tähtäävän lähestymistavan, käyttävät liikaa resursseja nykytilan kartoitukseen. Lisäksi nykytilan kartoitusta suoritetaan usein haastattelemalla prosessin osallisia, joka voi johtaa subjektiiviseen näkökulmaan prosessista. (Davenport, T & Spanyi, A. 2019.)

2.4 Tuotantoprosessin kehittämisestä

Tuotantoprosessi on yrityksen operatiivinen ydinprosessi. Teollinen tuotantoprosessi pitää tyypillisesti sisällään valmistusprosessin, eli toimenpiteet, jossa syötet käsitellään ja muutetaan valmiiksi lopputuotteiksi. Myös eri toiminnot, kuten myynti, markkinointi, hankinta sekä logistiikka, osallistuvat tuotantoprosessiin eri tavoin. Esimerkiksi myynti ja markkinointi voivat osallistua tuotantoprosessiin vaatimusten määrittelyyn, kysynnän tai tilausten hallinnan osalta. Hankinta- ja logistiikkatoiminnot osallistuvat tuotantoprosessiin tuotantomateriaalien hankinnan, varaston hallinnan, alihankkijoiden sekä toimitusketjun osalta. Myös tuotekehitys voi liittyä tuotantoprosessiin, esimerkiksi asiakaskohtaisesti määriteltyjen tuotteiden osalta. Tuotantoprosessin määritelmä on laaja, ja se pitää sisällään lukuisia huomioon otettavia toimintoja, joiden välillä on erilaisia riippuvuuksia ja vuorovaikutussuhteita. Tuotantoprosessin johtamisessa korostuu toiminnan organisointi ja tuotannonohjaus. Tuotantoprosessin johtamisen tavoitteita ovat asiakasarvon toteutuminen, kustannustehokkuus, toimituskyky, tuotteen laatu ja joustavuus. (Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. & Lyly-Yrjänä, J. 2016. s.134–141.)

Yleistettyjen, toimialasta ja strategiasta riippumattomien tuotantoprosessin johtamisen menestystekijöiden nimeäminen on haasteellista. Kuten aiemmassa kappaleessa todettiin, tuotantoprosessi voi olla kompleksinen ja siihen voi sisältyä useita erilaisia toimintoja, ja toimintojen välisiä suhteita. Valmistusprosessiin sisältyy erilaisia laitteita, jotka tuottavat erilaisia tuotteita, tai toimivat yhdessä tuottaen kompleksisia tuotteita. Tämän lisäksi tuotannon suunnittelussa tulee ottaa huomioon muun muassa laitteita operoivat työntekijät, laitteille tehtävät huollot ja tuotantolinjan tuotevaihdot.

Menestyksekkään tuotantoprosessin avaintekijät voivat olla hyvinkin riippuvaisia yrityksen toimialasta ja strategiasta. Matalan volyymin, korkean laadun sekä spesifien tuotteiden

markkinoilla kilpailevan yrityksen tuotantoprosessin on oltava ketterää, muutosvalmista ja dynaamista, jotta organisaatiot pysyvät ajan tasalla ja kilpailijoiden edellä (Maskell, B. 2001. s. 5–11). Korkean volyymin tuotantolinjan on oltava suunniteltu pysyväksi, mahdollisimman yksinkertainen ja pitkälle standardoitu (Martinsuo, et al. 2016. s. 270–271). Suurissa prosessijohdetuissa organisaatioissa, yksi avaintekijä on prosessien yhtenäisyyden aste. Esimerkiksi organisaatiota, jolla on 20 maantieteellisesti hajautettua liiketoimintayksikköä, jotka toteuttavat samankaltaista prosessia, on liiketoimintaa kannattavampaa ja tehokkaampaa johtaa, kun prosessin yhtenäisyyden aste on hyvällä tasolla (Hannus, J. 2004. s. 107). Tuotannon ohjattavuutta voidaan pitää yleisenä, toimialasta riippumattomana menestystekijänä. Tuotannon ohjattavuudella tarkoitetaan sitä, että tuotannosta on saatava ajantasaista tilanne- ja ennustetietoa päätöksenteon tueksi. Ohjattavuuden kehittämällä voidaan kohdentaa voimavaroja paremmin, reagoida muutoksiin ja välttää virheitä paremmin, sekä parantaa yleisesti tehokkuutta. (Martinsuo, et al. 2016. s. 140.)

Taulukossa 1 esitetyistä prosessijohtamisen koulukunnista, tuotantoprosessin kehittämistä voidaan suorittaa aikaan perustuvan johtamisen, laatujohtamisen, Lean-johtamisen ja toimintusketjun hallinnan periaattein. Digitalisoituvassa kilpailukentässä näiden johtamisen periaatteiden ongelmana on heikko liitännäisyys yrityksen toiminnanohjausjärjestelmiin (Davenport & Spanyi, 2019).

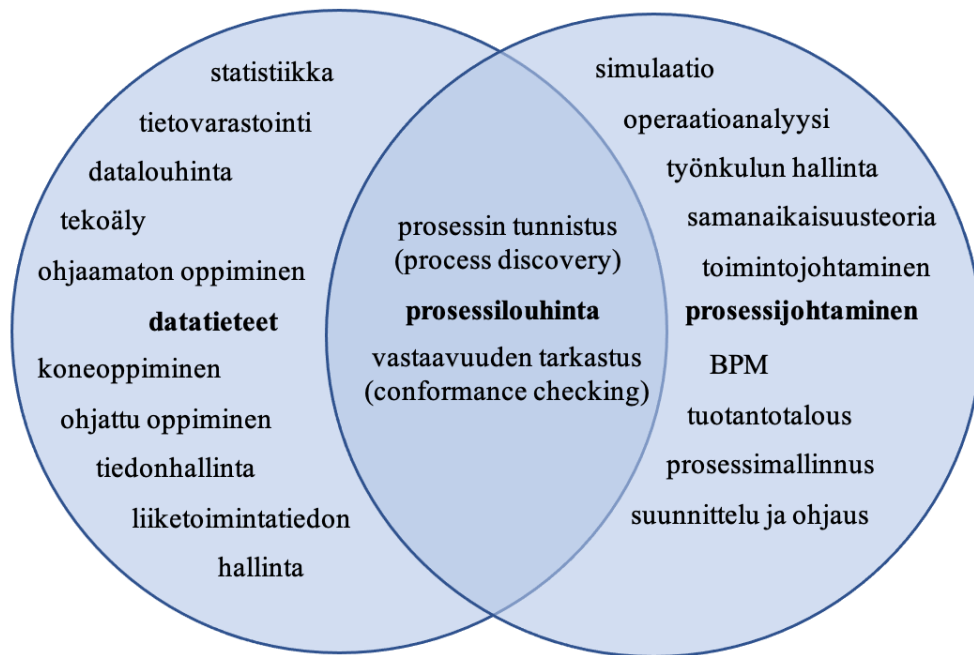
3 Prosessilouhinta prosessijohtamisen työkaluna

Tässä kappaleessa tutustutaan prosessilouhinnan teoreettisiin perusteisiin, käydään läpi prosessilouhinnan vaiheita, prosessilouhinnan eri muotoja sekä prosessilouhinnan ratkaisuja liiketoimintaprosessien johtamisen ja kehittämisen tukena. Kappaleen tavoitteena on myös pohjustaa prosessilouhinnan merkittävimpiä ratkaisuja tuotantoprosessin kehittämisen tukena, jotka esitellään kootusti luvussa 5.1.

Prosessilouhinta on prosessijohtamisen työkalu, jonka tavoitteena on yrityksen liiketoimintaprosessien kehittäminen ja optimointi hyödyntäen prosessien tietojärjestelmien tallentamaa tapahtumadataa sekä prosessimalleja (van der Aalst, et al. 2022, s. 3). Perusajatus prosessilouhinnassa on, että tapahtumalokien perusteella prosessista voidaan kerätä informaatiota, prosessi pystytään mallintamaan ja prosessista voidaan tunnistaa sen ongelmat, heikkoudet ja hukcatekijät. Siinä, missä prosessi pystyttäisiin tunnistamaan, mallintamaan ja analysoimaan ilman prosessilouhintaa, on prosessilouhinnan vahvuutena se, että kaikki tämä tapahtuu automatisoidusti. Eräs maailman johtavista prosessilouhinnan palveluntarjoajista, QPR Software (2023), kuvailee prosessilouhintaa prosessijohtamisen työkaluna verkkosivuillaan seuraavasti: ”*Prosessilouhinta läpivalaisee ja visualisoi organisaation prosessit automaattisesti, ja esittää puolueettomat faktat*”.

Liiketoiminnan kompleksisuus on yksi keskeisistä haasteista kaikessa liiketoimintaprosessien johtamisessa; suuret organisaatiot käsittelevät satojatuhansia toimittajia sekä miljoonia osto- ja asiakastilauksia, toimituksia ja taloudellisia transaktioita. Samalla, pienempien yritysten haasteena voi olla todellisten liiketoimintaprosessien ymmärtäminen ja mallintaminen, jotta ne kykenisivät prosessin jatkuvaan kehitykseen kehittyvässä kilpailuympäristössä. Prosessilouhinta, avainratkaisuna kompleksisuuden haasteeseen, kykenee organisaation toiminnanohjausjärjestelmien tuottamien tapahtumalokien perusteella käsittelemään kokonaisia end-to-end-prosesseja. (Reinkemeyer, L. 2020. s. vii, 39.) Peilaten prosessilouhintaa luvussa kaksi esiteltyihin prosessijohtamisen koulukuntiin, prosessilouhinta voitaisiin määritelmän mukaan sijoittaa BPR:n piiriin. Kuitenkin prosessilouhinta tarjoaa ratkaisuja myös muihin prosessijohtamisen koulukuntiin, joten sitä ei voida nimetä yksinomaan BPR:n

työkaluksi. Tieteenalana, prosessilouhintaa voidaan pitää datatieteiden ja prosessijohtamisen leikkauksena oheisen kuvan (Kuva 1) mukaisesti.



Kuva 1: $\text{Prosessilouhinta} = \text{Datatieteet} \cap \text{Prosessijohtaminen}$ (mukaillen van der Aalst, et al. 2022, s. 4)

Prosessilouhintaa, prosessijohtamisen geneerisenä työkaluna, voidaan soveltaa liiketoiminta-alasta riippumatta mihin tahansa organisaation prosessiin, mikäli prosessista on saatavilla dataa. Prosessilouhintaa sovelletaan muun muassa P2P -prosesseissa, O2C -prosesseissa, henkilöstöhallinnon prosesseissa, logistiikkaprosesseissa tai esimerkiksi terveydenhuollon alalla (van der Aalst, et al. 2022, s. 30–31).

3.1 Prosessilouhinnan periaatteet

Louhintaprosessi alkaa datan eli tapahtumalokien keräämisellä. Tapahtumaloki on liiketoimintaprosessiin sisältyvien tapahtumakirjausten kokoelma, esimerkiksi organisaation prosessijohtamisjärjestelmän tietokanta. Jokainen tapahtuma viittaa tiettyyn aktiviteettiin, joka on tapahtunut tiettyyn aikaan, ja voidaan kohdentaa tiettyyn tapaustyyppiin.

Tapahtumalokissa, tapahtumien tulee sisältää vähintään seuraavat kolme attribuuttia (mm. Suriadi, S., Andrews, R., ter Hofstede, A & Wynn, M. 2017. s. 133):

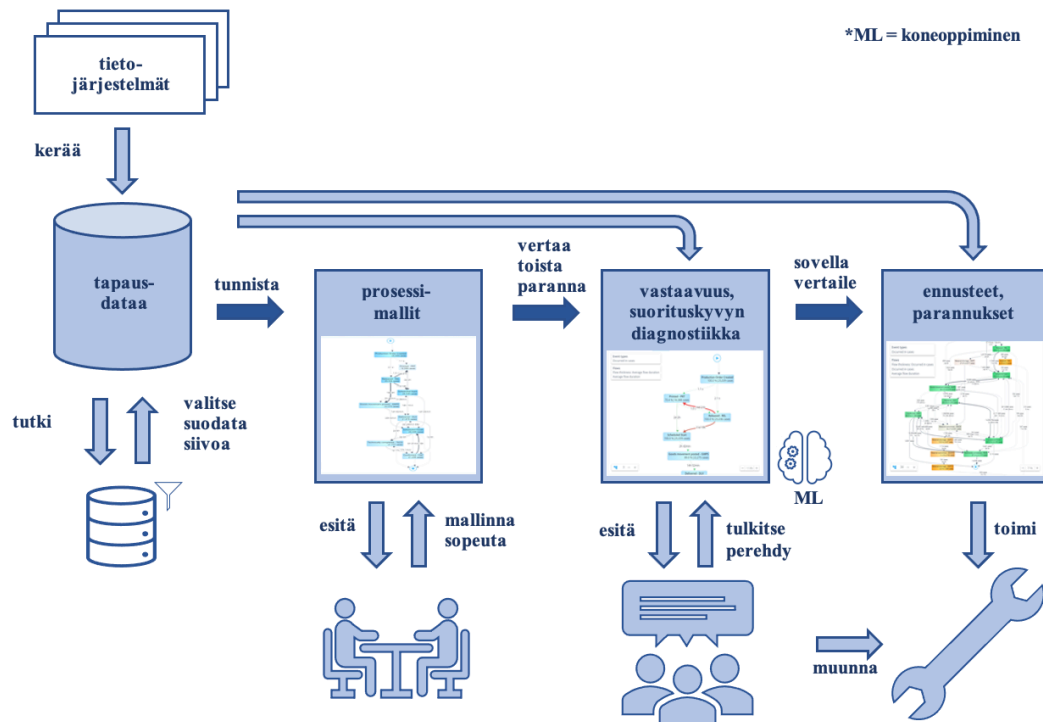
1. Tapauksen yksilöllinen numeerinen tunniste (CaseID)
2. Aktiviteetin tyyppi; yleensä tapahtuman nimi tai tapauksen lyhyt kuvaus
3. Prosessin tapahtumajärjestystä kuvaava attribuutti, yleensä aikaleima

Keräämisen jälkeen data tuodaan prosessilouhintaohjelmistoon. Ennen tuontia tai tuonnin yhteydessä data valmistellaan. Sitä voidaan suodattaa, rajata tai muokata ja siihen voidaan lisätä attribuuttitietoja, kuten esimerkiksi toimittaja, maantieteellinen sijainti, tuotteen arvo tai eräkkö. (Reinkemeyer, 2020. s. 3; Camargo, M., Dumas, M. & González-Rojas, O. 2020. s. 1–4) Olennaista valmistelu- ja tuontivaiheessa on datan käyttötarkoitus; mikäli tarkoituksena on kehittää tuotantoprosessia, ei ole tarkoituksenmukaista tuoda organisaation toiminnanohjausjärjestelmän koko tietokantaa, vaan kyseiselle prosessille ominaiset tapahtumalokit. Rajausta voidaan suorittaa muun muassa tapauskohtaisten komentosarjojen avulla, tiedonlouhinnan tai koneoppimisen keinoin sekä manuaalisesti. (Reinkemeyer, 2020. s 3–5.)

Prosessin tunnistaminen ja kuvaaminen on tyypillisesti seuraava askel datan valmistelun ja tuonnin jälkeen (van der Aalst, et al. 2022. s 37). Mallintamisessa, prosessilouhintaohjelmisto tai -algoritmi tunnistaa tuoduista tapahtumalokeista prosessin, ja generoi sen perusteella nykytilannetta kuvaavan prosessikaavion. Prosessimalli on kaikkien prosessilouhinnan analyysien lähtökohta ja täten laadukas prosessimallinnus on menestyksekkään prosessilouhintaproessin kulmakivi (Leemans, S. J. J. 2022. vii).

Datan analysoinnin ja prosessin parannuskohteiden tunnistamisen työkaluja sekä viitekehyksiä on olemassa erilaisia, riippuen käytössä olevasta prosessilouhintaohjelmistosta, sekä projektin näkökulmasta tai asiakkaan asettamista tavoitteista. Näitä keinoja tarkastellaan lisää luvussa 3.2. Olennaista on ymmärtää, että prosessin tunnistamisen ja mallintamisen jälkeen, alkaa työvaihe, jossa tarkoituksena on tunnistaa prosessin tehottomuuksia, pullonkauloja sekä kehityskohteita. Louhintaprojektin jälkeen kohdeorganisaatiolle on määritelty sen prosessien tehostamista edistävät muutokset, mutta ilman kohdeorganisaation sitoutumista ja

muutosvalmiutta, prosessilöydökset jäävät hyödyntämättä ja louhintaprojektin potentiaali valuu hukkaan. Edellä kuvatut prosessilouhinnan vaiheet on esitetty kuvassa 2 (Kuva 2).



Kuva 2: Prosessilouhinnan vaiheita (mukaillen van der Aalst, et al. 2022, s. 5)

3.2 Prosessilouhinnan ratkaisut liiketoimintaprosessien johtamisen tukena

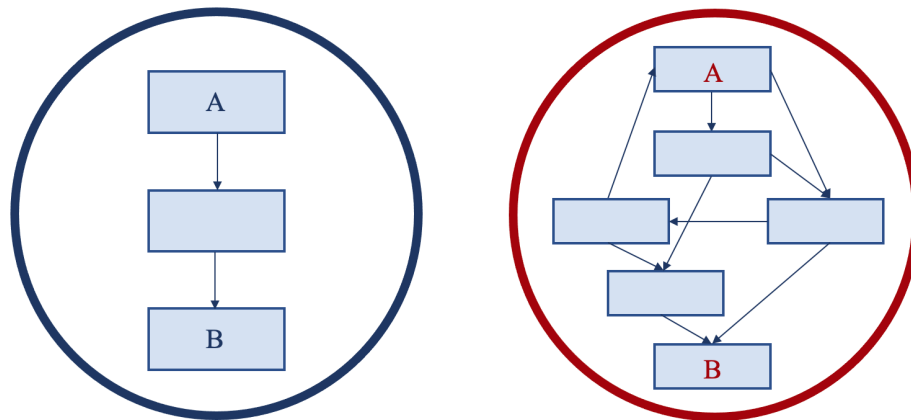
Prosessilouhinnan vaiheet ovat olennaisia eri prosessilouhinnan muotojen takia. Van der Aalst et al. (2022, s. 24) esittävät kuusi yleistä prosessilouhinnan muotoa, jotka voidaan myös sitoa prosessilouhinnan eri vaiheisiin (Kuva 4). Nämä kuusi eri prosessilouhinnan lajia ovat:

1. Prosessin tunnistaminen ja mallintaminen (engl. process discovery)
2. Vastaavuuden tarkastus (engl. conformance checking)
3. Suorituskyvyn analysointi (engl. performance analysis)
4. Vertaileva prosessilouhinta (engl. comparative process mining)
5. Ennustava prosessilouhinta (engl. predictive process mining)

6. Toiminto-orientoitunut prosessilouhinta (engl action-oriented process mining)

Prosessilouhinnan tunnistaminen ja mallintaminen on useimmiten kaikkien prosessilouhintaprojektien ensimmäinen askel, ja täten yksi merkittävimmistä prosessilouhinnan muodoista (Leemans, S. J. J. 2022. s. xi). Prosessin tunnistamisessa ja mallintamisessa, prosessilouhinta kykenee automaattisesti muodostamaan kompleksin, eri variaatioista koostuvan prosessimallin, jota voidaan tarkastella eri näkökulmista. Prosessin tunnistamis- ja mallinutusprosessi vastaa aiemmin kuvailtuun, liiketoimintaprosessin kompleksisuuden haasteeseen. Oakland (2014), viittaa kirjassaan, että prosessikulun tuntemus on organisaatioissa usein huonolla tasolla, ja yksittäinen henkilö on harvoin kyvykäs piirtämään prosessin kulkukaavion tai prosessimallin ilman muiden prosessin osallisten apua (Oakland, J. 2014. s. 217).

Vastaavuuden tarkastus pitää sisällään eri metodeja, joissa mitataan prosessimallin vastaavuutta todellisuudessa tapahtuvaan prosessiin. Vastaavuuden tarkastus -analyysijä on olemassa erilaisia, joista merkittävimmät ovat lokeihin vertaileva vastaavuuden tarkastus (*engl. log conformance checking*) sekä rakenteellisen vastaavuuden tarkastus sekä (*engl. system conformance checking*). Lokeihin vertailevassa vastaavuuden tarkastuksessa luotua prosessimallia vertaillaan tapahtumalokeihin, ja prosessimallin todellista toteutumisasetta arvioidaan. Rakenteellisen vastaavuuden tarkastuksessa tunnettua, yrityksen omaa prosessimallia vertaillaan prosessilouhinnan avulla muodostettuun prosessimalliin. Vastaavuuden tarkastuksen avulla kyetään löytämään yrityksen prosessimallin ja todellisen käyttäytymisen välisiä eroavaisuuksia, ja turhien vaiheiden poistamisen lisäksi korjaamaan prosessimalleja (Kuva 3). Eroavaisuus voi olla esimerkiksi prosessimallissa kuvattu vaihe, joka todellisuudessa jätetään tekemättä, tai vaihe joka todellisuudessa suoritetaan, mutta sitä ei ole kuvattu prosessimalliin. (van der Aalst, 2016, s. 243–244; Leemans, S. J. J, s. 82–88.) Prosessimalli voi usein myös olla suunniteltu kuvaamaan ideaaliprosessia, eikä siksi kuvaa kaikkia todellisuudessa tapahtuvia vaiheita (Reinkemeyer, 2020. s 4–5).



Kuva 3: Yrityksen malli prosessista vs. todellisuudessa tapahtuva prosessi (Reinkemeyer, 2020, s. 4)

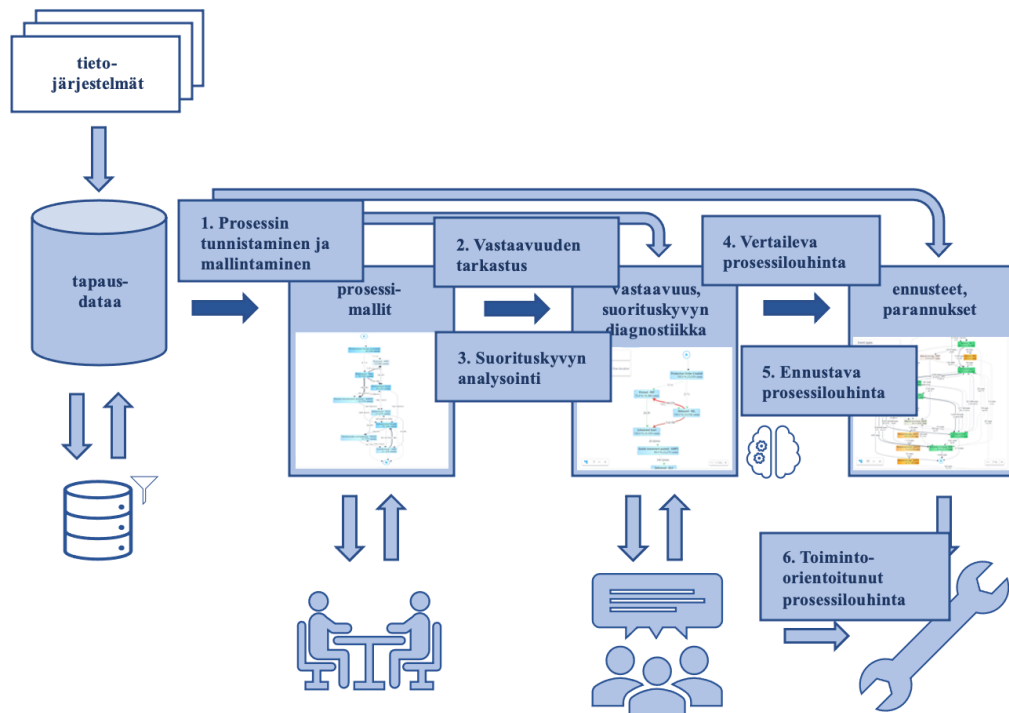
Suorituskyvyn analysointi, tai tutkiva prosessilouhintaa, pitää sisällään analyyskejä, joiden avulla voidaan löytää odotusaikojen, automaation tason, tai muiden suorituskyvyn mittareiden kautta prosessin vaiheista tehottomuuksia, pullonkauloja, toistuvia laatuongelmia tai esimerkiksi turhia vaiheita. Analyyskejä voivat olla esimerkiksi juurisyyanalyysit, pullonkaula-analyysi tai erilaiset variaatioanalyysit, joiden avulla kyetään tunnistamaan prosessin harvinaisimmat variaatiot. Harvinaisimpien prosessivariaatioiden lisäksi voidaan tunnistaa prosessin harvinaisia vaiheita, tai esimerkiksi toistuvia vaiheita. Usein, harvinaisista variaatioista sekä toistuvista vaiheista pyritään pääsemään eroon, sillä nämä aiheuttavat prosessiin useimmiten pelkkää hukkaa. (van der Aalst, et al. 2022, s. 25, 426.) Frei et al. (1999) esittävät tutkimuksessaan teorian, jonka mukaan tietyissä tapauksissa yrityksen on kannattavampaa panostaa prosessivariaatioiden lukumäärän vähentämiseen, kuin prosessien suorituskyvyn kehittämiseen (Frei, F. X., Kalakota, R., Leone, A. & Marx, L. 1999. s. 1210–1220).

Vertailevassa prosessilouhinnassa, analysoitavaa tapahtumalokia verrataan toiseen, vastaavaan tapahtumalokiin. Vertauskohde voi olla esimerkiksi yrityksen toisen liiketoimintayksikön vastaava prosessi, tai sama prosessi eri ajanjaksolta. Vertailua voidaan suorittaa myös esimerkiksi toimialastandardeihin. Useaa, toistaan muistuttavaa prosessia vertailemalla, eroavaisuuksien kautta voidaan löytää ratkaisuja muihin tapahtumalokeihin verrattuna alisuoriutuviin prosessivaiheisiin, tai kehittää erinomaisesti suoritettujen vaiheiden perusteella vertauskohteiden vastaavia prosessivaiheita. (Accorsi, R., Ceravolo, P. & Cudré-Mauroux,

P. 2015. s. 110–111.) Vertaileva prosessilouhinta on myös erinomainen työkalu vertailuanalyysin eli benchmarking-menetelmän suorittamiseen (van der Aalst, 2022. s. 27).

Ennustava prosessilouhinta pyrkii tapahtumalokeista tunnistetun käyttäytymisen perusteella ennustamaan tiettyjen erityistapausten tapahtumista. Sen avulla, kyetään esimerkiksi tunnistamaan toistuvaa pullonkaulan muodostumista aiheuttavat tekijät ja olosuhteet, ja näiden avulla ennustaa vastaavan tapahtuman kehittymistä. Ennustava prosessilouhinta hyödyntää usein koneoppimisen algoritmeja kyseisten riskitekijöiden, olosuhteiden ja juurisyiden tunnistamisessa. Aiheuttavia tekijöitä voi olla esimerkiksi prosessiin liittyvät työntekijät, tietty prosessivariaatio tai tietty vuorokaudenaika. (van der Aalst, et al. 2022. s. 27–28.)

Toiminto-orientoituneessa prosessilouhinnassa pyritään kääntämään prosessilouhinnan diagnostiikka konkreettisiksi toiminnoiksi. Toiminto-orientoituneessa prosessilouhinnassa voidaan hyödyntää esimerkiksi matalan koodin alustoja, joiden avulla laukaistaan työnkulkuun liittyviä toiminnallisuuksia. Toiminnallisuus voi olla tietyn mittarin hälytysrajan rikkoutumisen aiheuttama matalan koodin automaattioratkaisu. Esimerkiksi, jos tilausprosessissa saadun tilauksen vastaanottamisen, ja tilausvahvistuksen välinen aika kasvaa liian suureksi, voidaan luoda sääntö, ettei vastaavassa tilanteessa oteta uusia tilauksia vastaan. (van der Aalst, et al. 2022. s. 28, 320–322.)



Kuva 4: Prosessilouhinnan eri muodot (mukaillen van der Aalst, et al. 2022, s. 24)

Tänä päivänä, erilaisia kaupallisia prosessilouhintaohjelmistoja ja -ratkaisuja on markkinoilla yli 40, ja tuhannet organisaatiot hyödyntävät prosessilouhintaa prosessijohtamisen työkaluna. Kuitenkin, vain murto-osaa prosessilouhinnan potentiaalista hyödynnetään. Eri prosessilouhintaohjelmistot hyödyntävät dataa eri muodossa, ja useimmat prosessilouhintaohjelmistot kykenevät hyödyntämään tiettyjä kaupallisia tietojärjestelmiä, kuten esimerkiksi SAP S/4HANA, Salesforce CRM tai Microsoft Dynamics 365. (van der Aalst, et al. 2022, s. 4–12.)

3.3 Case BMW: Prosessilouhinta tuotantoprosessin kehittämisessä

Tässä kappaleessa tutustutaan case-esimerkin kautta prosessilouhinnan tarjoamiin ratkaisuihin tuotantoprosessin johtamisessa ja kehittämisessä. BMW, aloitti prosessilouhinnan implementoinnin tuotantoprosessiinsa vuonna 2017, ottaessaan käyttöön uutta, innovatiivisuuteen tähtäävää maalaamaa eräässä tuotantoyksikössään. Uuden maalaamon mukanaan tuomien uusien teknologioiden käyttöönotto aiheutti ongelmia, kuten virheitä tiettyjen maalien väreissä, tai pitkäkestoisia vaiheita sekä huonosti toteutuvia vaiheita. BMW lähestyi

kohdattuja ongelmia aluksi empiirisin keinoin, ja vaikka tarjolla olevaa dataa oli olemassa paljon, oli sen analysointi ja hyödyntäminen monimutkaista ja aikaa vievää. (Reinkemeyer, L. 2020. s 67.)

Ongelmia datalähtöisessä prosessikehittämisessä tuotti BMW:n tapauksessa prosessin monimutkaisuus, tuotantoresurssien optimointi, tarve reaaliaikaisille analyyseille sekä datan laatu - jotta maalaamon prosessia voidaan analysoida, tulee ottaa huomioon satojen sensoreiden tuottamaa dataa, ja yhdistäessä maalausprosessin osaksi tuotantoprosessia, kasvaa prosessiin vaikuttavien tekijöiden lukumäärä tuhansiin. Tuotantoresurssien optimoinnissa on otettava huomioon henkilöstön työnkierto, koneiden huoltoikkunat sekä testiajot. Analyysejä on tehtävä tiheästi, ja niiden on oltava lähes reaaliaikaisia, jotta ilmenevät ongelmat voidaan välttää. Virheellinen data on tunnistettava ennen analyysivaihetta. (Reinkemeyer, 2020. s 67–68.)

BMW:n tapauksessa prosessilouhinta osoittautui ratkaisuksi edellä esitettyihin ongelmiin. Seuraavaan taulukkoon on kerätty prosessilouhinnan avulla muodostetut ratkaisut, joiden avulla BMW on pystynyt onnistuneesti vastaamaan uuden maalaamon käyttöönotossa ilmeneisiin ongelmiin, sekä kehittämään yleistä tuotantoprosessia tehokkaammaksi, ja helpommaksi johtaa (Reinkemeyer, 2020. s. 68–69):

Taulukko 2: Prosessilouhinnan ratkaisut BMW:n tuotantoprosessin kehittämisessä (mukaillen Reinkemeyer, 2020, s. 68–69)

Ratkaisu	Ratkaisun kuvaus	Saavutettu hyöty
Prosessimallin muodos- taminen prosessilokien perusteella	Prosessimalli vastaa todellisuutta, eikä ennalta suunniteltua prosessia	Parempi prosessien ymmärrys
Digitaalinen kuva tuotan- toyksiköstä	Lähes reaaliaikainen, digitaalinen kuvaus tuotantoyksikössä tapahtu- vista prosesseista, prosessin vai- heista ja prosessin osallisista	Parempi prosessien ymmärrys, ongelmien ennakointi, nopea reagointi ongelmatilan- teisiin
Vastaavuuden tarkistus	Prosessilokien perusteella tunnis- tetun prosessin vertaaminen en- nalta suunniteltuun prosessimal- liin	Suunnittelemattomien poikkeaminen tun- nistaminen sekä vaatimusten toteutumisen seuranta
Pullonkaulojen nopea tunnistaminen	Pullonkaulat kyetään tunnistama- an nopeammin kuin empiirisiin keinoihin pohjautuvilla menetel- millä	Tunnistetaan pullonkaulat, ja täten näh- dään, mitkä muutokset vaikuttavat tuo- tannon läpimenoaikoihin
Laatu-attribuutin lisäämi- nen analyysiin	Laatudatan implementointi pro- sessilouhinnan tekemisiin analy- yysiin	Pystytään tekemään laatu- perusteisia juurisyyanalyysejä. Tuotannon laatuongelmat pystytään kohdistamaan relevantteihin prosessivaiheisiin
Suorituskyvyn mittareiden analysointi	Suorituskyvyn mittareiden merkit- tävyuden ja laadun analysointi	Pystytään tunnistamaan ohjaavat suori- tuskyvyn mittarit, sekä suorituskyvyn mittarit, joiden mittaaminen ei tuota lisä- arvoa
Kustannus-attribuutin li- sääminen analyysiin	Rahallisten kustannuksien, ja energiakustannusten lisääminen prosessilouhinnan analyysiin	Voidaan analysoida tiettyjen autojen tai prosessivaiheiden kokonaiskustannuksia sekä energiakustannuksia. Nähdään esi- merkiksi, mitkä värit tuottavat suunnitel- tua korkeampia kustannuksia
Vertaileva prosessi- louhinta	Prosessilouhinnan implementointi useaan tuotantoyksikköön, tuotan- toyksiköiden keskinäinen vertailu	Prosessilouhinnan implementointi useaan tuotantoyksikköön mahdollistaa pienistä tuotantoyksikkökohtaisista eroavaisuuksista huolimatta vertailun ja benchmarking- menetelmän, joiden avulla voidaan saavuttaa paras toiminnan taso kaikissa tuotantoyksiköissä

BMW:n maalaamon kannalta tärkeimpiä prosessilouhinnan ratkaisuja olivat visuaalisen nykylakartoituksen ja digitaalisen kuvan tuotantoyksiköstä tuoma parempi prosessien ymmärrys, analyysien reaaliaikaisuus, kyky nopeaan reagointiin, sekä kompleksisen prosessin tuotantoresurssien optimointi. Lisähavaintona kuitenkin mainitaan, että analytiikka ja prosessilouhinta ei itsessään tuota liikearvoa. Vain, kun prosessilouhinnan esittämiä faktoja hyödynnetään oikein, voidaan saavuttaa potentiaalista lisäarvoa prosessikehitykselle. Jos

ydinprosessissa on pullonkaula, voi tukiprosessin kehittämisestä saavuttaa vain rajallisen määrän ylimääräistä liikearvoa. BMW:llä on useimmissa liiketoimintayksiköissään käytössä sama IT-järjestelmä, joten prosessilouhinnan laajentaminen pelkästä maalausprosessista laajemmin koko tuotantoprosessiin, hyödyntäminen muissa liiketoimintayksiköissä sekä tämän myötä vertaileva prosessilouhinta, on mahdollista. (Reinkemeyer, 2020. s 67–70.)

4 Haastattelututkimus: Prosessilouhinta palveluntarjoajan näkökulmasta

Haastattelututkimuksen tarkoituksena oli tutustua prosessilouhintaan käytännön tasolla, ja tutkia prosessilouhinnan keinoja ja soveltamista palveluntarjoajan näkökulmasta. Haastattelu on tehty QPR Softwarelle. QPR Software on vuonna 1991 perustettu suomalainen pörssi-yhtiö, jonka liiketoiminta perustuu asiantuntijapalveluihin, sekä toiminnan johtamisen, muutoshankkeiden ja operatiivisen toiminnan tukemisen ratkaisuihin. QPR Software on yksi prosessilouhinnan alan johtavista ja vanhimmista yrityksistä, ja heidän tuotteensa QPR ProcessAnalyzer on yksi markkinoiden kokonaisvaltaisimmista prosessilouhinnan ratkaisuista (Davenport & Spanyi, 2019). QPR Software on muun muassa palkittu keväällä 2023 prosessilouhinnan visionääriksi Gartnerin Magic Quadrant for Process Mining Tools -tutkimuksessa, QPR ProcessAnalyzer -ohjelmistonsa ansiosta. QPR Softwaren asiakaskirjo on laaja, ja asiakkaisiin kuuluu muun muassa tilintarkastusyhtiöitä, pankkeja, teknologiateollisuuden valmistajia sekä energiayhtiöitä.

Haastattelussa käytiin läpi prosessilouhinnan perusvaatimuksia, vaiheita, prosessilouhinnan analyysijä ja lopputuloksia. Lisäksi haastattelun yhteydessä demonstroitiin QPR Softwaren ProcessAnalyzer -prosessilouhintaohjelmiston soveltamista tuotantoprosessin louhimiseen, hyödyntämällä havaintoesitystarkoitukseen luotua tuotantoprosessin mallidataa. Haastattelun tavoitteena oli selvittää prosessilouhinnan merkittävimpiä vahvuuksia yleisesti prosessien johtamisessa, sekä yksityiskohtaisemmin tuotantoprosessin johtamisen tukena. Haastattelussa pyrittiin myös kartoittamaan prosessilouhinnan mahdollisia haasteita ja heikkouksia.

Haastattelussa nousi esiin, että tuotantoprosessi ei ole yleisimpiä QPR Softwaren louhinta-projektien kohteita. Yleisimpiä prosesseja ovat P2P-prosessi, O2C-prosessi, ostoreskontra sekä myyntireskontra. Tuotantoprosessille suoritetaan louhintaa, mutta ei yhtä paljon kuin neljälle edellä mainitulle prosessille. Tästä huolimatta prosessilouhinnan ratkaisut tuotantoprosessin johtamisessa ja kehittämisessä tuovat merkittävää hyötyä kohdeorganisaation prosessikehitykselle ja -johtamiselle.

Palveluntarjoajan näkökulmasta, prosessilouhinnan suurimpia kilpailukyvykkyksiä on sen tarjoama objektiivinen näkemys prosessista. Muissa prosessikehityksen keinoissa, nykytilakartoitusta lähestytään empiirisin keinoin, esimerkiksi työntekijöille tehtyjen haastattelujen tai työpajojen kautta. Näissä keinoissa nykytilan kuvausta saattaa vääristää haastateltavan subjektiivinen käsitys siitä, mikä aiheuttaa hukkaa ja mikä on oikeasti tarpeellista. Lisäksi nykytilakartoituksen tekeminen voi olla hidasta, eikä kuvattu malli välttämättä pidä sisällään kaikkia todellisuudessa tapahtuvia vaiheita, tai siihen sisältyy ylimääräisiä vaiheita. Mieli-piteet, ja subjektiiviset näkemykset eivät vaikuta prosessilouhinnan tekemään nykytilakuvaukseen. Prosessilouhinta esittää sen, mitä prosessissa tapahtumalokien perusteella tapahtuu. Lisäksi prosessilouhinnan avulla nykytilakuvaus kyetään tekemään ”napin painalluksella”, mikä tekee myös tulosten seurannasta helpompaa ja nopeampaa. Toiseksi merkittäväksi eduksi prosessilouhinnassa nähdään se, että prosessilouhinnassa voidaan ottaa käsitte-lyyn kokonainen, end-to-end-prosessi, ja tunnistaa prosessista ylemmän tason ongelmia. Muissa prosessikehityksen keinoissa keskitytään usein yksityiskohtaisempaan toimintaan prosessissa.

Haastattelussa ilmeni, että tuotantoprosessin louhimista voivat rajoittaa kokonaan manuaalisesti suoritettavat työvaiheet ja osaprosessit. Manuaalisesti suoritettavista työvaiheista ei useimmiten tehdä kirjauksia yrityksen tietojärjestelmiin, jolloin kyseisiä vaiheita ei kyetä louhimaan. Toisaalta prosessilouhinnalla voidaan mitata prosessin vaiheiden automaatioas- tetta, joka voi paljastaa prosessista merkittäviä kehityskohteita. Haasteeksi voi muodostua myös, että asiakas käyttää tietyissä liiketoimintayksiköissään eriäviä määritelmiä suoritus- kyvyn mittareille, jolloin vertailevan prosessilouhinnan suorittaminen vaikeutuu. Esille nou- see myös, että esimerkiksi pienelle yritykselle, jolla on yksinkertaiset prosessit, ei prosessi- louhinnan tuomasta prosessien läpinäkyvyydestä ole välttämättä kannattavaa hyötyä, oman prosessin tuntemuksen ollessa jo hyvällä tasolla. Louhintaprojekteissa on myös tiedostettava fakta, että lukuun ottamatta toiminnallisen prosessilouhinnan matalan koodin ratkaisuja, pro- sessilouhinnan avulla kyetään vain tunnistamaan ja paikantamaan prosessin ongelmia – koh- deorganisaation vastuulle jää prosessille tehtävät muutokset. Ellei kohdeorganisaatio ole muutosvalmis, ja hyödynnä prosessilouhinnan tekemiä löydöksiä, jää prosessilouhinnan po- tentiaali käyttämättä.

5 Johtopäätökset

Tämän kandidaatintyön tarkoituksena oli tutustua prosessijohtamisen peruseriaatteisiin ja tunnistaa prosessijohtamisen edellytyksiä, menestystekijöitä sekä haasteita. Työssä kartoitettiin kirjallisuuskatsauksen sekä haastattelun avulla prosessilouhinnan tarjoamia ratkaisuja prosessijohtamisen työkaluna, sekä selvitettiin prosessilouhinnan potentiaalia tuotantoprosessin kehittämisessä. Työn päätutkimuskysymyksen tueksi esitettiin kolme tukikysymystä, joiden avulla pyrittiin tukemaan ja johdattelemaan päätutkimuskysymykseen vastaamista. Työn ensimmäinen tukikysymys oli:

- *Mitä prosessiajatteluun perustuva johtaminen pitää sisällään?*

Työn pohjalta kysymykseen voidaan vastata seuraavasti: Prosessijohtaminen sitouttaa yrityksen prosessiajattelun periaatteisiin. Prosessijohtamisen pääperiaatteita ovat kokonaisuuk-sien hallinta ja asiakaslähtöisyys, ja prosessikehityksen lähtökohtia ovat prosessin mallinta-minen sekä poikkifunktionaalinen toimintatapa. Toimintaansa prosessilähtöisesti johtavan yrityksen tulee johtaa liiketoimintaansa prosessien kokonaisuutena, ja painottaa kehittämi-nen strategisesti kriittisiin prosesseihin. Prosessijohtaminen pitää myös sisällään eri tarkoi-tuksiin sopivia viitekehyksiä, lähestymistapoja ja koulukuntia, joiden avulla yritys voi pa-rantaa prosessejaan. Prosessorientoituneilla organisaatioilla on tapana menestyä paremmin, kuin organisaatioilla, jotka eivät johda liiketoimintaansa prosessilähtöisesti. Työn toinen tu-kikysymys oli:

- *Mitkä ovat tuotantoprosessin johtamisen menestystekijöitä ja menestystä estäviä te-kijöitä?*

Tuotantoprosessin johtamisen menestystekijöitä on vaikea määrittää yleisellä tasolla, sillä menestystekijät voivat olla vahvasti sidonnaisia yrityksen strategiaan ja toimialaan. Korkean volyymin tuotantolinjassa tärkeäksi ominaisuudeksi muodostuu mahdollisimman

yksinkertainen ja standardoitu prosessi. Matalan volyymin ja korkean laadun tai erilaistavan tuotteen tuotantostrategiaa toteuttavan yrityksen tuotantoprosessin on oltava dynaaminen, ketterä, sekä valmis muutoksiin, jotta yritys pysyy ajan tasalla ja kilpailijoiden edellä. Suurissa organisaatioissa, mittaamalla ja kehittämällä eri liiketoimintayksiköiden prosessien yhtenäisyyden astetta, voidaan saavuttaa parannuksia prosesseissa koko organisaation tasolla. Tuotannon ohjattavuus on yleinen, merkittävä tekijä tuotantoprosessin johtamisessa, ja sitä kehittämällä, voidaan muun muassa reagoida muutoksiin nopeammin, välttää virheitä sekä optimoida resursseja paremmin.

- *Miten prosessilouhintaa voidaan hyödyntää liiketoimintaprosessien johtamisessa?*

Työssä käytiin laajasti läpi prosessilouhinnan eri muotoja, sekä niiden tarjoamia ratkaisuja liiketoimintaprosessien kehittämisessä. Prosessilouhinnan ollessa prosessijohtamisen geneerinen työkalu, voidaan sitä soveltaa mihin tahansa eri prosessiin. Kirjallisuuskatsauksen ja haastattelun perusteella voidaan todeta, että prosessilouhinnasta ja sen eri muodoista, voi olla hyötyä minkä tahansa prosessin johtamisessa ja kehittämisessä. Prosessilouhintaa hyödyntämällä, yritys voi muun muassa muodostaa automaattisesti reaaliaikaisia prosessimalleja, parantaa prosessien ymmärrettävyyttä, tunnistaa prosessistaan turhia vaiheita tai tehottomuuksia, ja analysoida prosessin ongelmien juurisyyt. Sen lisäksi, prosessilouhintaa voidaan käyttää vertailuanalyysin työkaluna, sitä voidaan hyödyntää ennustavien mallien luomiseen, sekä sen avulla voidaan luoda matalan koodin automaattioratkaisuja. Prosessilouhinnasta voi olla hyötyä minkä tahansa prosessin kehittämisessä, mutta sen integraatio osaksi yrityksen prosessijohtamisen työkalupakkia vaatii yritykseltä osaamista ja henkilöstöresursseja, tai tukeutumista prosessilouhinnan palveluntarjoajaan, joten yritykselle jää pohdittavaksi kannattavuuskysymys.

5.1 Prosessilouhinnan potentiaali tuotantoprosessin kehittämisessä

Tutkimuksen tukikysymyksiin vastattaessa esille nousi muun muassa laadukkaan prosessimallin tärkeys, tuotantoprosessien yhtenäistäminen ja tuotannon ohjattavuus. Tutkimuksen

teorian pohjalta voidaan kuitenkin tiivistää, että näiden kolmen tehtävän suorittaminen tuottaa usein yrityksille vaikeuksia; subjektiivinen ihmismieli voi olla taipuvainen prosessimallin yksinkertaistamiseen, tai prosessimalli voi kuvata ainoastaan todellisen prosessimallin ihannelilannetta. Tuotantoprosessi on usein kompleksinen, ja siihen liittyy lukuisia osa- ja rinnakkaisprosesseja, jotka tekevät todellisuutta vastaavan prosessimallin muodostamisesta haastavaa. Tuotantoprosessien yhtenäistäminen tai tuotannon ohjattavuuden kasvattaminen voi vaatia prosessijohtamisen radikaalia uudistamista. Työssä esitetty päätutkimuskysymys oli:

- *Mitä ratkaisuja prosessilouhinta tarjoaa tuotantoprosessin johtamisessa?*

Prosessilouhinta tarjoaa kaikille edellä kuvatuille ongelmille olennaisia ratkaisuja. Prosessilouhinnan suorittaman prosessin tunnistamisen ja mallintamisen avulla kyetään automaattisesti muodostamaan kompleksi, eri variaatioista koostuva prosessimalli, jota voidaan tarkastella eri näkökulmista. Vertailevan prosessilouhinnan avulla kyetään tunnistamaan eri tuotantoyksiköiden prosessien alisuoriutuvia prosessivaiheita, sekä erinomaisesti suoritettuja vaiheita, ja näiden avulla kehittämään sekä yhtenäistämään koko organisaation tuotantoprosesseja. Prosessin ohjattavuutta pystytään kehittämään prosessilouhinnan lukuisien analyysien, sekä esimerkiksi tuotantoyksiköstä luodun digitaalisen kuvan avulla.

Teoriaosuudessa nousee myös esille eri prosessikehittämisen lähestymistavoilla ominaiset ongelmat. Ideologialtaan prosessin evoluutioon tähtäävissä prosessikehityksen keinoissa keskitytään usein liikaa nykytilakartoitukseen. Revoluutioon tähtäävissä prosessijohtamisen keinoissa ei puolestaan kiinnitetä tarpeeksi huomiota olemassa olevaan prosessiin. Digitalisoitua kilpailukenttä paljastaa useiden johtamisen periaatteiden ja koulukuntien olevan heikosti liitettävissä yrityksen tieto- ja toiminnanohjausjärjestelmiin. Sen lisäksi, etenkin tuotantoprosessissa, nykytilan ymmärtäminen ja kuvaaminen voi olla lukuisista tukiprosesseista, sekä jopa tuhansista erilaisista huomioon otettavista tapauksista ja toiminnoista johtuen haastavaa. BMW:n tapaustutkimuksessa tärkeiksi ratkaisuiksi muodostuivat digitaalisen kuvan muodostaminen tuotantoyksiköstä, prosessimallin muodostaminen kompleksisessa prosessissa ja prosessikuvitelman vastaavuuden tarkastus, sekä prosessilouhinnan

implementoiminen useaan tuotantoyksikköön ja tätä kautta mahdollistunut vertailevan prosessilouhinnan avulla suoritettava vertailuanalyysi. Haastattelussa, palveluntarjoajan näkökulmasta, prosessilouhinnan merkittäviksi eduiksi nousi muun muassa prosessilouhinnan mielipiteetön ja objektiivinen näkökulma, ja käsitys nykytilakartoituksen, sekä tutkivan prosessilouhinnan analyysien merkittävydestä vahvistui.

Kootusti, tutkimuksen perusteella prosessilouhinnan tarjoamia ratkaisuja sekä merkittäviä etuja tuotantoprosessin johtamisen ja kehittämisen tukena voivat olla:

- Parempi prosessien ymmärrys, prosessimallin vastaavuuden tarkastus
- Digitaalinen kuva tuotantoyksiköstä – tuotannon suunnittelu ja optimointi sekä resurssien hallinta
- Liitännäisyys yrityksen tieto- ja toiminnanohjausjärjestelmiin
- Suorituskyvyn mittareiden analysointi
- Pullonkaulojen, tehottomuuksien sekä turhien vaiheiden tunnistaminen
- Pullonkaulojen ja tehottomuuksien juurisyiden analysointi
- Nykytilan reaaliaikainen seuranta – prosessiin tehtyjen muutosten tulokset
- Toimintoihin orientoituneen prosessilouhinnan ratkaisut tuotantoprosessissa
- Tuotantoyksiköiden välinen vertaileva prosessilouhinta – prosessien yhtenäisyyden kehittäminen

Prosessilouhinta tarjoaa lukuisia ratkaisuja tuotantoprosessin johtamisen ja kehittämisen tukena. Tutkimuksessa ilmenee myös asioita, jotka on otettava huomioon prosessilouhintaprojekteissa. Lukuun ottamatta toiminnallisen prosessilouhinnan avulla luotuja työnkulun automaattioratkaisuja, suurin osa prosessilouhinnan tarjoamista ratkaisuista ovat vain prosessista tehtyjä tutkimuslöydöksiä, sekä prosessin läpinäkyvyyden kehittämistä. Prosessilöydöksistä ei ole hyötyä, ellei organisaatio käytä resursseja ja sitoudu prosessilöydösten korjaamiseen. Haastattelussa selvisi, ettei tuotantoprosessi ole QPR Softwaren asiakaskunnan yleisimpiä louhittavia prosesseja, ja osasyynä voi olla tuotantoprosessiin tehtävien rakenteellisten muutosten korkeat kustannukset. Ideologialtaan prosessin evoluutioon tähtäävien

prosessikehityksen lähestymistapojen inkrementaaliset parannukset voivat olla toteutettavissa pienemmillä kustannuksilla, kuin prosessilouhinnan paljastamat, ylemmän tason ongelmat. Prosessikehitys on myös painotettava strategisesti kriittisiin prosesseihin sekä prosessivaiheisiin. Jos ydinprosessissa on merkittävä pullonkaula, voidaan tukiprosessin kehittämisellä saavuttaa vain rajallinen määrä ylimääräistä liikearvoa.

5.2 Tulevaisuuden näkymät

Kuvailevan kirjallisuuskatsauksen sivutuotteena tapahtunut prosessilouhinnan tutkimuksen ja julkaisujen aikajanallinen tarkastelu paljasti, että prosessilouhintaa koskevien tutkimusten lukumäärällinen trendi on ollut kasvava 2010-luvun jälkeen. Nykypäivänä, yritykset ovat yhä tietoisempia prosessilouhinnan tarjoamista mahdollisuuksista, ja markkinoilta löytyy lukuisia prosessilouhinnan palveluita sekä palveluntarjoajia. Tutkimuksessa on todettu, että suuri osa prosessilouhinnan tarjoamasta potentiaalista on hyödyntämättä, ja että tuotantoprosessi ei ole yleisimpiä prosessilouhinnan käyttökohteita. Soveltamismahdollisuuksia ja potentiaalia löytyy siis runsaasti tuotantoprosessin louhimisessa.

Tuotantoprosessin kannalta, prosessilouhinnan tulevaisuus näyttää kiehtovalta. Digitalisaatio sekä neljäs teollinen vallankumous ajavat valmistavaa teollisuutta kohti älykkäämpiä tuotantoprosesseja. Kehittyvät teknologiat, kuten koneoppiminen, tekoäly, pilvipalvelut, esineiden internet sekä robotiikka tulevat luomaan uusia suuntia prosessilouhinnan tutkimukselle, ja uusia soveltamismahdollisuuksia sekä kyvykkyyksiä. Prosessilouhinnan muodoista etenkin ennustava prosessilouhintaa, toiminto-orientoitunut prosessilouhintaa ja vertaileva prosessilouhintaa hyödyntävät paljon kehittyvää teknologiaa, ja pitävät sisällään runsaasti mielenkiintoisia jatkotutkimusaiheita.

Lähteet

- Aalst, W. van der. & Carmona, J. (2022) *Process Mining Handbook*. Cham: Springer Nature.
- Aalst, W. van der (2016) *Process Mining Data Science in Action*. 2nd ed. 2016. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Accorsi, R., Ceravolo, P. & Cudré-Mauroux, P. (2015) *Data-Driven Process Discovery and Analysis Third IFIP WG 2.6, 2.12 International Symposium, SIMPDA 2013*, Riva del Garda, Italy, August 30, 2013, Revised Selected Papers. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Camargo, M., Dumas, M. & González-Rojas, O. (2020) Automated discovery of business process simulation models from event logs. *Decision Support Systems*. 134113284–.
- Childe, S. 1994. Frameworks for understanding business process re-engineering. *International Journal of Operations & Production Management*. 14 (12), 22–34.
- Davenport, T & Spanyi, A. (2019) What Process Mining Is, and Why Companies Should Do It [Verkkosivu]. [Viitattu 22.4.2023]. Saatavilla: <https://hbr.org/2019/04/what-process-mining-is-and-why-companies-should-do-it>
- Earl, M & Khan, B. (1994) How new is business process redesign? *European Management Journal*, 12.
- Frei, F. X., Kalakota, R., Leone, A. & Marx, L. (1999) Process Variation as a Determinant of Bank Performance: Evidence from the Retail Banking Study. *Management science*. 45 (9), 1210–1220.
- Hannus, J. (2004) *Strategisen menestyksen avaimet : tehokkaat strategiat, kyvykkyudet ja toimintamallit*. Helsinki: ProTalent.
- Laamanen, K. (2001) *Johda liiketoimintaa prosessien verkkona : ideasta käytäntöön*. Helsinki: Laatukeskus.
- Laamanen, K. & Tinnilä, M. (2009) *Prosessijohtamisen käsitteet = Terms and concepts in business process management*. 4. uud. p. Helsinki: Teknologiainfo Teknova.
- Leemans, S. J. J. (2022) *Robust process mining with guarantees : process discovery, conformance checking and enhancement*. Cham, Switzerland: Springer.

- Lillrank, P. (2002) The broom and nonroutine processes: a metaphor for understanding variability in organizations. *Knowledge and process management*. 9 (3), 143–148.
- Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. & Lyly-Yrjänä, J. (2016) *Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa*. 1. painos. Helsinki: Edita.
- Maskell, B. (2001) The age of agile manufacturing. *Supply chain management*. 6 (1), 5–11.
- McCormack, K. (2001) Business process orientation: do you have it? *Quality progress*. 34 (1), 51–60.
- Porter, M. 1985. *Competitive Advantage: Creating and sustaining superior performance*. Free Press: New York
- QPR Software. (2023) *Prosessilouhinta | QPR ProcessAnalyzer*. [Verkkosivu]. [Viitattu 6.3.2023]. Saatavilla: <https://www.qpr.com/fi/prosessilouhinta/qpr-processanalyzer>
- Reinkemeyer, L. (2020) *Process Mining in Action: Principles, Use Cases and Outlook*. Cham: Springer International Publishing AG.
- Sakki, J. (1999) *Logistinen prosessi : tilaus-toimitusketjun hallinta*. 4. uud. p. Espoo: [J. Sakki].
- Salminen, A. (2011) *Mikä kirjallisuuskatsaus? : johdatus kirjallisuuskatsauksen tyypeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin*. Vaasa: Vaasan yliopisto.
- Suriadi, S., Andrews, R., ter Hofstede, A & Wynn, M. (2017) Event log imperfection patterns for process mining: Towards a systematic approach to cleaning event logs. *Information systems (Oxford)*. 64132–150.
- Taylor, F.W. (1919) *The Principles of Scientific Management*. Harper and Brothers Publishers, New York