



Vaasan yliopisto
UNIVERSITY OF VAASA

Viktor Kupi

Digitalisaation vaikutus laadunvarmistukseen myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa

Kandidaatintutkielma

Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö
Tekniikan kandidaatti
Tuotantotalous

Vaasa 2026

VAASAN YLIOPISTO**Tekniikan ja innovaatiojohtamisen akateeminen yksikkö**

Tekijä:	Viktor Kupi		
Tutkielman nimi:	Digitalisaation vaikutus laadunvarmistukseen myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa: Kandidaatintutkielma		
Tutkinto:	Tekniikan kandidaatti		
Oppiaine:	Tuotantotalous		
Työn ohjaaja:	Tauno Kekäle		
Valmistumisvuosi:	2026	Sivumäärä:	31

TIIVISTELMÄ:

Teollisuuden nopea digitalisoituminen on muuttanut sitä, miten yritykset käsittelevät tuotantoa, dataa ja laadunhallintaa. Erytisesti Industry 4.0 -ajattelussa uudet teknologiat, kuten tekoäly, esineiden internet, data-analytiikka ja digitaaliset kaksoset, ovat luoneet uusia mahdollisuuksia kehittää laadunjohtamista. Tässä kandidaatintutkielmassa tarkastellaan, miten digitalisaatio vaikuttaa laadunvarmistukseen myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa. Tutkielman keskiössä on, miten digitaalista dataa ja digitaalisia työkaluja voidaan käyttää tunnistamaan, ehkäisemään ja ratkaisemaan laatuongelmia tuotteen myynnin jälkeen.

Tutkimuksen tavoitteena on analysoida, miten digitalisoituminen vaikuttaa laadunhallintaan myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa, ja arvioida, miten digitaaliset ratkaisut voivat parantaa organisaation tehokkuutta, laatua ja asiakastytyväisyyttä. Tutkielma on rajattu suuriin teollisuusyrityksiin, koska niissä myynnin jälkeinen asiakaspalvelu ja laatu prosessit ovat usein laajempia ja järjestelmällisempiä kuin pienemmissä yrityksissä. Tutkielma toteutetaan systemaattisena kirjallisuuskatsauksena ja perustuu pääasiassa tieteellisiin artikkeleihin sekä muuhun relevanttiin kirjallisuuteen, jota on julkaistu vuosina 2019–2025. Lisäksi teoreettisessa viitekehysessä on käytetty myös vanhempia lähteitä.

Tulokset osoittavat, että laadunvarmistus myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa eroaa tuotannon perinteisestä laadunvarmistuksesta. Tyypillisiä haasteita ovat pitkät odotusajat, vaihteleva palvelun laatu sekä rajoitettu varaosien saatavuus. Digitalisaatio tarjoaa useita mahdollisuuksia näiden haasteiden ratkaisemiseen. Sensoreiden, asiakaspalautteen ja huoltohistorian datan avulla yritykset voivat siirtyä reaktiivisesta toimintamallista ennakoivaan toimintaan. Tämä mahdollistaa virheiden nopeamman havaitsemisen, paremman päätöksenteon ja lyhyemmät vastausajat takuu- ja huoltotilanteissa.

Tutkielma osoittaa myös, että digitaalisia työkaluja ei tulisi nähdä ihmisiä korvaavana vaihtoehtona, vaan heidän työnsä tukena. Erytisesti myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa tarvitaan edelleen ihmisen päättelykykyä, vuorovaikutustaitoja ja tilanteenmukaista päätöksentekoa. Parhaat tulokset saavutetaan yhdistämällä digitaalinen teknologia tunnettuihin laatumenelmiin ja systemaattiseen kehitystyöhön. Digitalisaatio voi näin parantaa palvelun laatua, vähentää kustannuksia, vahvistaa asiakassuhteita ja tukea kestävämpää resurssien käyttöä. Voidaan todeta, että digitalisaatiolla on selkeä positiivinen vaikutus laadunvarmistukseen myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa, mutta hyöty edellyttää korkeaa datan laatua sekä riittävää ammattitaitoa ja koulutusta organisaatioissa.

AVAINSANAT: digitalisaatio, laadunvarmistus, myynnin jälkeinen asiakaspalvelu, laadunhallinta, Industry 4.0, Quality 4.0

Sisällys

1	Johdanto	5
1.1	Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset	6
1.2	Tutkimusmenetelmä ja haun toteutus	6
1.3	Tutkielman rakenne	7
2	Digitalisaatio ja Quality 4.0 myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa	9
2.1	Laadun ja laadunvarmistuksen perusteet	9
2.2	Quality 4.0 -käsite ja soveltaminen	10
2.3	Myynnin jälkeinen asiakaspalvelu	12
2.4	Datan rooli myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa	13
2.5	Digitaaliset työkalut laadun tukena	14
2.5.1	Esineiden internet (IoT)	14
2.5.2	Data-analytiikka	14
2.5.3	Tekoäly ja koneoppiminen (AI & ML)	15
2.5.4	Digitaaliset kaksoset (digital twins)	16
3	Laadunvarmistus myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa digitalisaation näkökulmasta	19
3.1	Laatuongelmien luonne myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa	19
3.2	Digitaalisten työkalujen rooli laatuongelmien ratkaisemisessa	20
3.3	Digitalisaation vaikutukset laadunvarmistukseen myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa	22
3.4	Rajoitteet ja riskit	23
4	Yhteenveto ja johtopäätökset	25
4.1	Tutkimuksen rajoitteet	26
4.2	Jatkotutkimus	27
	Lähteet	28
	Liitteet	31
	Liite 1. Tekoälyn käyttö	31

Kuvat

- Kuva 1. Laadunhallinnan käytännöt yhdistettynä Industry 4.0 -teknologioihin. (Carvalho ja muut, 2021, s. 345) 11
- Kuva 2. Valmistajan asiakkaalta saama kokonaisliikevaihto eri palvelutasoilla (Baines & Lightfoot, 2013, s. 58). 13
- Kuva 3. Digitaalisen kaksosen keskeiset teknologiat (Attaran & Celik, 2023, s.3) 17

Lyhenteet

AI = tekoäly (Artificial Intelligence)

AR = lisätty todellisuus (Augmented Reality)

ICT = tieto- ja viestintäteknologia (Information and Communication Technology)

IoT = esineiden internet (Internet of Things)

ML = koneoppiminen (Machine Learning)

MR = yhdistetty todellisuus (Mixed Reality)

TQM = kokonaisvaltainen laadunhallinta (Total Quality Management)

VR = virtuaalitodellisuus (Virtual Reality)

XR = laajennettu todellisuus (Extended Reality)

1 Johdanto

Teollisuuden nopea muuttuminen on merkittävästi muuttanut, miten organisaatiot hoitavat tuotantoprosesseja, dataa ja laadunhallintaa. Tätä muutosta kutsutaan usein nimellä Industry 4.0. Se sisältää muun muassa teknologioita, kuten automaation lisääntymisen, digitaalisen datan laajemman hyödyntämisen sekä prosessien yleisen tehostamisen erilaisten modernien teknologioiden avulla (Lasi et al., 2014). Onnistumalla hyvin tässä muutoksessa organisaatiot voivat saada suuren edun.

Alkuperäiset Industry 4.0 -määritelmät keskittyivät pääasiassa digitalisaatioon ja verkottuneisiin tuotantojärjestelmiin. Viime vuosien tutkimukset osoittavat kuitenkin, että tekoäly on muodostunut keskeiseksi tekijäksi. Tekoäly mahdollistaa reaaliaikaisen optimoinnin, älykkään päätöksenteon ja joustavan reagoinnin tuotantoprosesseissa (Jan ja muut, 2023).

Teollisuuden osa-alueet ovat muuttuneet samaan suuntaan Industry 4.0:n myötä. Laadulle on muodostunut oma käsite, Quality 4.0, joka heijastaa Industry 4.0:n periaatteita. Quality 4.0:ssa hyödynnetään entistä enemmän dataa päätöksenteossa ja reaaliaikaista valvontaa. Lisäksi uudet teknologiat mahdollistavat ennakoivan analytiikan, jonka avulla yritykset voivat tunnistaa laatuongelmia ennen niiden syntymistä (Yang, 2024).

Tässä tutkielmassa tutkitaan, miten digitaalista dataa voidaan hyödyntää laadunhallinnan prosesseissa, erityisesti myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa. Aiemmin dataa kerättiin manuaalisesti projektin aikana paikan päällä havainnoimalla ja dokumentoimalla. Quality 4.0:n myötä voidaan laadunvarmistuksen aikana kerätä dataa digitaalisten teknologioiden avulla, joka on huomattavasti tehokkaampaa. (Ghansah & Edwards, 2024).

1.1 Tutkimuksen tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämän tutkimuksen tavoitteena on tarkastella digitalisaation vaikutusta myynnin jälkeiseen laadunhallintaan sekä sitä, miten se voi auttaa yrityksiä parantamaan tämän sujuvuutta. Tutkimuksessa käydään myös läpi rajoitteita ja ongelmia, jotka syntyvät digitalisaation seurauksena. Tutkimus keskittyy digitaalisen datan tuomiin hyötyihin erityisesti laatuongelmien näkökulmasta, minkä perusteella arvioidaan sen vaikutuksia myynnin jälkeiseen laadunhallintaan ja asiakastytyvyyteen.

Tässä tutkielmassa tarkastelu rajataan suuriin teollisuusyrityksiin, sillä niiden myynnin jälkeinen asiakaspalvelu, datan hyödyntäminen ja laadunhallintaprosessit ovat usein laajempia ja järjestelmällisempiä kuin pienemmissä yrityksissä. Rajaus mahdollistaa aiheen tarkastelun ympäristössä, jossa digitalisaation ja Quality 4.0:n hyödyntäminen on erityisen keskeistä.

Tutkimuskysymykset auttavat ohjaamaan tutkimusta tavoitteiden saavuttamiseksi. Tutkimuksen tueksi on valikoitu kolme tutkimuskysymystä. Näiden avulla tarkastellaan digitaalisen datan vaikutusta laadunvarmistuksessa ja sen vaikutuksia laadunhallinnan onnistumiseen myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa.

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Millaisia laatuongelmia myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa esiintyy?
2. Millaisia digitaalisia työkaluja ja dataa voidaan hyödyntää laatuongelmien hallinnassa?
3. Miten digitaalisen datan hyödyntäminen vaikuttaa myynnin jälkeisen asiakaspalvelun laadunvarmistukseen?

1.2 Tutkimusmenetelmä ja haun toteutus

Tämä tutkimus toteutettiin systemaattisena kirjallisuuskatsauksena. Tutkimuksen analyysiosassa on käytetty vertaisarvioituja artikkeleja ja aineistoja laadunhallinnasta,

asiakaspalvelusta sekä digitalisaatiosta vuosilta 2019–2025. Tämän lisäksi teorettisessa viitepohjassa on käytetty myös vanhempia lähteitä määrittäessä peruskäsitteitä. Kaikki lähteet on kuitenkin tarkistettu sen varmistamiseksi, että ne ovat edelleen alalla tunnustettuja ja tutkimuksen kannalta relevantteja.

Tutkimuksessa hyödynnettiin ScienceDirect, Google Scholar -tietokantoja sekä Tritonian Finna-hakupalvelua kirjaston verkkosivuilla. Hakutermeinä käytettiin muun muassa termejä Quality 4.0, digital data, after-sales customer service, quality assurance, Industry 4.0 ja customer satisfaction. Hakusanoja yhdistettiin Boolean operaattoreilla (AND, OR) tutkimuksen kannalta relevanttien tulosten löytämiseksi.

Esimerkiksi hakulausekkeella (tools OR "digital tools" OR "quality tools" OR "Industry 4.0" OR "Quality 4.0") AND "quality assurance" etsittiin tutkimuksia digitaalisten työkalujen ja laadunvarmistuksen yhteydestä. Lisäksi hakulausekkeella ("product quality assurance" OR "quality assurance") AND (aftersales OR "customer service") AND industrial haettiin erityisesti myynnin jälkeiseen asiakaspalveluun liittyviä tutkimuksia.

Hakutuloksia rajattiin pääasiassa vuosille 2020–2026, jotta aineisto olisi mahdollisimman ajankohtaista. Lopulliseen tarkasteluun valittiin lähteitä tieteellisyyden, ajankohtaisuuden sekä tutkimuskysymysten kannalta relevantin sisällön perusteella. Lähteiden luotettavuutta arvioitiin julkaisukanavan, vertaisarvioinnin, viittausmäärien sekä sisällön perusteella.

Päähakujen lisäksi aineistoa täydennettiin yksittäisillä lisähauilla tutkimusprosessin aikana. Näiden avulla löydettiin aiheeseen liittyviä tarkentavia lähteitä sekä aiemmin löydettyjen tutkimusten viitteisiin perustuvia julkaisuja.

1.3 Tutkielman rakenne

Tutkielman toisessa luvussa muodostetaan teorettinen viitekehys. Siinä keskitytään aiheen käsitteisiin sekä johdatellaan myöhemmin käsiteltäviin teemoihin. Kolmannessa

luvussa toteutetaan analyysi, jossa tarkastellaan eri tutkimusten näkökulmia tutkimuskysymyksiin liittyen. Kolmannen luvun pohjalta muodostetaan johtopäätökset, jotka esitetään luvussa 4.

2 Digitalisaatio ja Quality 4.0 myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa

Tässä luvussa tarkastellaan Quality 4.0 -käsitteitä sekä laadunhallinnan digitalisaatiota. Luvun tavoitteena on luoda teoreettinen pohja digitaalisen datan hyödyntämiselle laadunvarmistuksessa. Ensin määritellään Quality 4.0, minkä jälkeen käsitellään digitaalisen datan roolia laadunvarmistuksessa. Lopuksi tarkastellaan keskeisiä digitaalisia työkaluja, joita voidaan hyödyntää myynnin jälkeisen asiakaspalvelun laadunvarmistuksen tukena.

2.1 Laadun ja laadunvarmistuksen perusteet

Tässä alaluvussa tarkastellaan laadun ja laadunvarmistuksen keskeisiä käsitteitä ja periaatteita, jotka muodostavat perustan myöhemmälle Quality 4.0 -tarkastelulle. Erityistä huomiota kiinnitetään asiakaspalvelun laatuun.

Laatu voidaan määritellä eri tavoin. Bhat (2009, s.1) määrittelee laadun tuotteen tai palvelun kyynä täyttää asiakkaan tarpeet ja vaatimukset. Lisäksi hän kuvaa laadun koostuvan kaikista niistä tuotteen tai palvelun ominaisuuksista ja piirteistä, jotka edistävät tämän kyvyn toteutumista.

Laadunvarmistus varmistaa, että tuotteet ja palvelut vastaavat tai ylittävät niille asetetut vaatimukset ja standardit. Laadunvarmistus mahdollistaa virheiden syntymisen ehkäisyn ja luo luottamusta asiakkaan ja ostajan välille. Sen lisäksi se parantaa organisaation mainetta ja kilpailukykyä (Zahid, 2024, s.4).

Total Quality Management (TQM), suomeksi kokonaisvaltainen laatujohtaminen, tarkoittaa johtamisfilosofiaa, joka kattaa koko organisaation toiminnan laadun

kehittämiseen. Sen keskeinen tavoite on asiakaslähtöisyys ja asioiden tekeminen oikein heti alusta alkaen, jotta virheitä ja uudelleentyöstöä voidaan välttää. Tämä edellyttää, että organisaatio seuraa jatkuvasti asiakkaiden tarpeita ja palautetta sekä kehittää toimintaansa niiden pohjalta, mikä mahdollistaa jatkuvan parantamisen (Naidu ja muut, 2006).

2.2 Quality 4.0 -käsite ja soveltaminen

Carvalho ja muut (2021, s. 344) toteavat, että laadun käsite on viime vuosina muuttunut sopeutuakseen TQM:n digitalisaatioon. Quality 4.0 viittaa Industry 4.0 -teknologioiden soveltamiseen laadunhallinnassa. Laatualan ammattilaisten on keskeistä ymmärtää, miten ja miksi tietoa hyödynnetään, sillä tiedon käytön tulee olla prosessin ohjaamaa eikä toisin päin. Kuva 1 on tarkoitettu havainnollistamaan, miten laadunhallinnan käytännöt ja Industry 4.0 -teknologiat ja -työkalut voidaan yhdistää (Carvalho ja muut, 2021, s. 345).

14.0 Tools and Technologies	Quality Management Practices							
	Management Commitment	Customer Involvement	Supplier Involvement	Employee involvement	Benchmarking techniques	Process Management	Information and Analysis	Formal strategic planning
Data science and statistics	X					X	X	X
Enabling technologies (IoT, IIoT, Integrated systems, VR, AR, cloud computing)	X	X	X	X	X	X	X	X
Big Data	X	X	X			X	X	
Blockchain	X			X		X		X
AI	X			X			X	
ML	X						X	X
Neural Networks and Deep Learning	X					X	X	

Kuva 1. Laadunhallinnan käytännöt yhdistettynä Industry 4.0 -teknologioihin. (Carvalho ja muut, 2021, s. 345)

Laadunhallintaan kuuluu useita erilaisia menetelmiä, joihin sopivat erilaiset työkalut ja teknologiat. Kuvassa esitetty tieto voi helpottaa käyttäjää valitsemaan oikeat työkalut kuhunkin käyttötarkoitukseen. Tämä säästää aikaa ja parantaa prosessin sujuvuutta, kun työkalujen valintaan ei kulu ylimääräisiä resursseja.

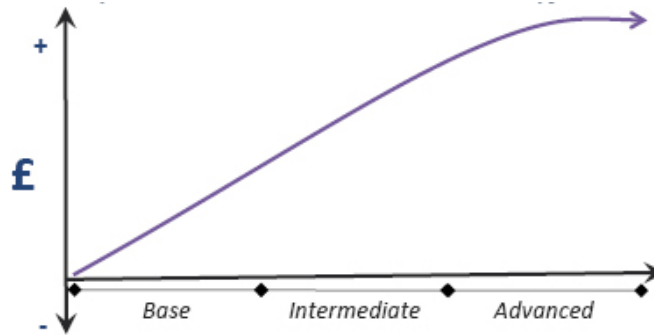
Quality 4.0:n keskeinen ajatus on siirtyminen perinteisestä laadunhallinnasta kohti datalähtöistä ja ennakoivaa toimintaa. Aiemmin virheitä havaittiin ja korjattiin vasta niiden ilmetyä, kun taas digitalisaation myötä ongelmia voidaan ennaltaehkäistä jo ennen niiden syntymistä, mikä tukee myös jatkuvaa parantamista. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että digitalisaation myötä voidaan hyödyntää paljon enemmän kerättyä dataa päätöksenteon tukena. Prosesseja seurataan systemaattisesti, ja poikkeamiin voidaan reagoida nopeammin.

Myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa tämä näkyy erityisesti palveluprosessien kehittämisenä. Datan hyödyntäminen mahdollistaa palvelun tehokkaamman seurannan sekä sen reaaliaikaisen ja systemaattisen parantamisen. Tämä puolestaan tukee organisaation asiakastyytyvyyttä ja tarjoaa merkittävän kilpailuedun verrattuna aiempiin prosesseihin.

2.3 Myynnin jälkeinen asiakaspalvelu

Myynnin jälkeinen asiakaspalvelu kattaa ajan myynnin jälkeen, jolloin myyjä tai valmistaja tarjoaa asiakkaalle tukea ja huoltopalveluita. Durugbon (2020) mukaan sen keskeisenä tavoitteena on pienentää omistamisen kokonaiskustannuksia sekä tarjota asiakkaalle tuki, joka vähentää laitteiden tai järjestelmien korjauskustannuksia ja seisokkiaikaa. Myynnin jälkeiset toiminnot ovat kenttätekninen tuki, varaosien jakelu, asiakaspalvelu sekä lisävarusteiden myynti.

Myynnin jälkeinen asiakaspalvelu on suurille teollisuusyrityksille tärkeä osa liikevaihtoa. Bainesin ja Lightfootin (2013, s.56–58) mukaan valmistajan asiakkaalta saama liikevaihto kasvaa siirryttäessä peruspalveluista kehittyneempiin palveluihin. Tätä kehitystä havainnollistaa kuva 2. Samalla myös kokonaiskannattavuus paranee. Saman tutkimuksen mukaan toinen kehittyneiden myynnin jälkeisten palveluiden hyöty on, että yritys voi kasvattaa osuuttaan asiakkaan kokonaisliiketoiminnasta. Käytännössä tämä tarkoittaa, että monet suuret teollisuusyritykset voivat kehittämällä myynnin jälkeisiä palveluitaan vahvistaa kilpailukykyään suhteessa muihin yrityksiin.



Kuva 2. Valmistajan asiakkaalta saama kokonaisliikevaihto eri palvelutasoilla (**Baines & Lightfoot, 2013, s. 58**).

2.4 Datan rooli myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa

Myynnin jälkeinen asiakaspalvelu ei ole pelkästään tukitoiminto ja tulon lähde, vaan myös tiedon lähde. Yang (2024) toteaa, että sen kautta voidaan kerätä suuria määriä tietoa tuotteen käytöstä sekä asiakkaiden kokemuksista, ja tätä tietoa voidaan hyödyntää tuotteiden ja palveluiden jatkokehityksessä. Dataa kerätään asiakaspalvelukanavista, sensoreiden avulla sekä asiakaspalautteesta. Kerätyn datan avulla voidaan tunnistaa toistuvia virheitä ja ongelmia sekä havaita trendejä ja kehityskohteita. Lisäksi datan avulla voidaan seurata palvelun laatua. Tämä muodostaa palautesilmukan, joka mahdollistaa tehokkaan jatkuvan parantamisen.

Ranjith Kumar ja muut (2022) toteavat, että tiedon laatu on tärkeää digitaalisessa transformaatiossa. He korostavat, että organisaatioiden hyödyntäessä dataa päätöksenteossa on tärkeää ymmärtää, että ilman riittävää datan laatua sen diagnostinen arvo ja päätösten laatu heikkenevät. He tuovat esiin, että datan hyödyntämisen yhteydessä on tärkeää huomioida siihen liittyvät laadulliset näkökohdat, kuten tietosuoja, turvallisuus ja käyttöoikeuksien hallinta. Voidaan todeta, että datan lisääntynyt hyödyntäminen tuo mukanaan useita hyötyjä, mutta myös piileviä riskejä. Tämä korostuu erityisesti myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa, jossa suuri osa datasta saadaan suoraan asiakkaalta.

2.5 Digitaaliset työkalut laadun tukena

Industry 4.0 tuo teollisuuteen teknologioita, jotka mahdollistavat tehokkaamman, luotettavamman ja korkeamman tuottavuuden. Näihin kuuluvat esimerkiksi esineiden internet (IoT, Internet of Things), tekoäly (AI, Artificial Intelligence), koneoppiminen (ML, Machine learning), massadata (Big Data) sekä digitaaliset kaksoset (Digital Twins) (Yang, 2024; Carvalho ja muut 2021, s. 342). Näitä teknologioita voidaan hyödyntää laadunhallinnassa esimerkiksi reaaliaikaisessa seurannassa, ennakoivassa huollossa sekä päätöksenteon tukena. Seuraavaksi tarkastellaan tarkemmin tutkielman kannalta keskeisimpiä teknologioita.

2.5.1 Esineiden internet (IoT)

Esineiden internet (IoT) tarkoittaa systeemiä, jossa älykkäät laitteet, kuten sensorit ja mittarit, ovat yhdistettyjä toisiinsa, jolloin ne pystyvät kommunikoimaan keskenään sekä käyttäjän kanssa. Tämä helpottaa esimerkiksi asennusta, ja laitteet voivat itse asentaa uusia järjestelmäpäivityksiä verkon kautta (Yang, 2024).

IoT on keskeinen osa ennakoivaa huoltoa, sillä sen avulla voidaan kerätä suuria määriä dataa laitteiden kunnosta ja suorituskyvystä (Christou ja muut, 2022). Kerätyn datan avulla voidaan ennakoida vikaantumisia ja parantaa laadunvarmistusta. IoT:n avulla voidaan seurata laitteiden kuntoa reaaliaikaisesti käytön aikana ilman, että laitteita tarvitsee pysäyttää tai purkaa. Tämä säästää sekä aikaa että kustannuksia, mikä vastaa asiakkaiden keskeisiin tarpeisiin.

2.5.2 Data-analytiikka

Suoraan laitteista saatu data ei aina ole selkeää tai suoraan käytettävissä. Tähän voidaan hyödyntää massadatan analytiikkaa (Big Data), jonka avulla kerättyä tietoa voidaan analysoida helpommin. Tässä hyödynnetään myös teknologioita, jotka kuuluvat tekoälyn (AI) ja koneoppimisen (ML) piiriin, mutta data-analytiikan näkökulmasta käytetään tätä

nimitystä (Yang, 2024). Näin voidaan jäsentää sekavasta raakadatasta selkeää informaatiota laitteiden kunnosta. Erityisesti laadunvarmistuksessa tästä on merkittäviä hyötyjä, kun pyritään tekemään parannuksia.

Big Data ja ML ovat tiiviisti yhteydessä toisiinsa, sillä koneoppiminen hyödyntää usein suuria datamääriä. Tämä johtuu siitä, että ML hyvin usein hyödyntää Big Datan kautta saatua tietoa. Big Data -kokonaisuudet ovat tyypillisesti erittäin suuria ja monimutkaisia, minkä vuoksi niiden käsittely perinteisillä data-analytiikan menetelmillä on haastavaa. Tämän vuoksi koneoppimista hyödynnetään datan analysoinnissa (Ogrizovic ja muut, 2024). Big Data toimii alustana, joka mahdollistaa IoT-datan hyödyntämisen AI- ja ML-menetelmillä. IoT-laitteiden lisääntyessä myös datan määrä kasvaa, jolloin Big Datan merkitys korostuu entisestään.

2.5.3 Tekoäly ja koneoppiminen (AI & ML)

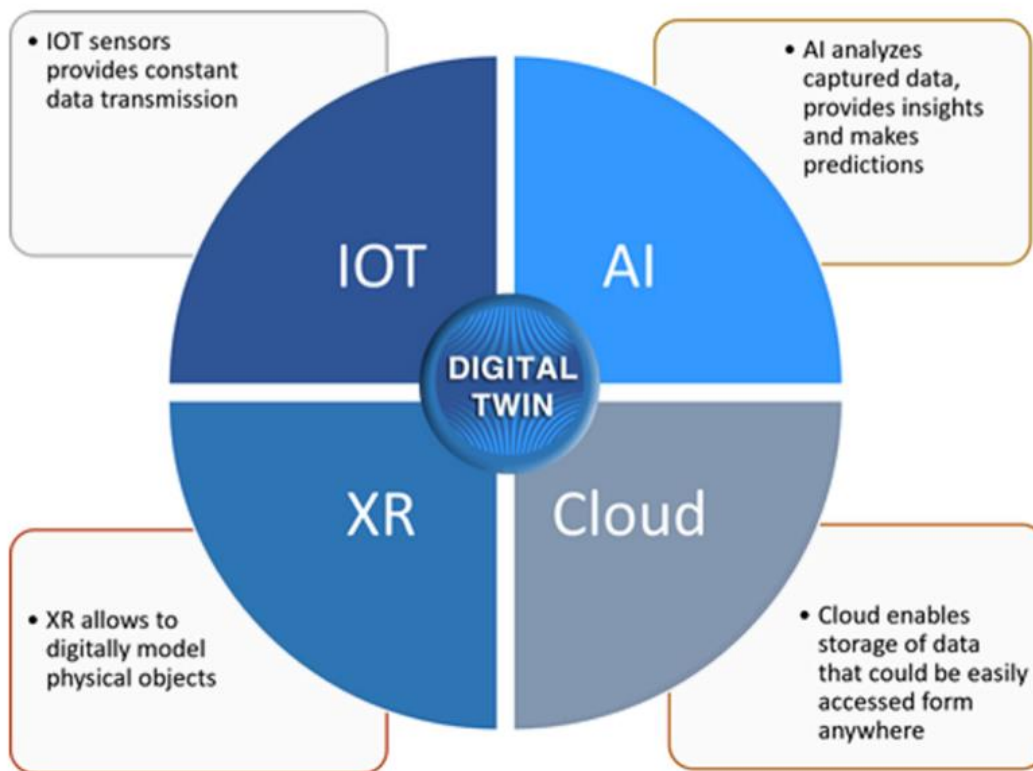
Tekoälyn ja koneoppimisen avulla voidaan tehostaa laadunvarmistusta merkittävästi. Tekoäly mahdollistaa esimerkiksi chattibottien käytön, joiden kanssa asiakas voi käydä keskusteluja tilanteissa, joissa ei tarvita ihmisen vastauksia, kuten rutiinikyselyissä. Näin voidaan vähentää asiakaspalvelutyöntekijöiden kuormitusta, jolloin he voivat keskittyä siihen, missä heitä tarvitaan eniten. Asiakaspalvelijat pystyvät myös tarjoamaan yksilöllisempää palvelua tekoälyn avulla. Tekoäly pystyy nopeasti kokoamaan yleiskuvan asiakkaan aikaisemmista yhteydenotoista, jolloin asiakaspalvelija tietää paremmin, miten hänen tulisi käsitellä asiakasta (Yang, 2024).

Koneoppiminen on osa tekoälyä, jonka tehtävä on käsitellä suuria määriä dataa. Koneoppimista voidaan hyödyntää laadunvarmistuksessa useilla eri tavoilla. Koneoppiminen on merkittävä apu ennakoivassa huollossa, jossa se pystyy datan perusteella ennakoimaan laitteiden kuntoa. Kuten edellisessä luvussa todettiin, koneoppiminen hyödyntää esimerkiksi Big Datan tuottamaa tietoa, ja tämän avulla se voi tunnistaa vikoja ennen kuin ne ovat ihmiselle havaittavissa. Tämä ei ainoastaan auta tavanomaisessa ennakoivassa huollossa, vaan se voi myös auttaa tunnistamaan

uudelleen esiintyviä laatuongelmia, jotka ilmenevät ennen laitteiden asetettua huoltoväliä (Yang, 2024). Lisäksi huoltovälit voidaan määrittää todellisen tarpeen mukaan laitteista kerätyn datan perusteella. Näin huoltoa voidaan optimoida sekä kustannusten että ajan säästämiseksi.

2.5.4 Digitaaliset kaksoiset (digital twins)

Attaranin ja Celikin (2023) mukaan digitaalinen kaksonen perustuu useiden teknologioiden yhdistelmään (kuva 3). Näihin kuuluvat esineiden internet, tekoäly, laajennettu todellisuus sekä pilvipalvelut. Digitaalinen kaksonen on fyysisen kohteen virtuaalinen versio. Sen avulla voidaan simuloida tietyn tuotteen toimintaa koko sen elinkaaren aikana. Tämän voidaan arvioida vähentävän fyysisen tuotteen testaamistarvetta todellisissa olosuhteissa sekä säästävän aikaa ja kustannuksia.



Kuva 3. Digitaalisen kaksosen keskeiset teknologiat (Attaran & Celik, 2023, s.3)

Kuvassa 3 esitetään digitaalisen kaksosen keskeiset teknologiat. IoT mahdollistaa reaaliaikaisen tiedon keräämisen, kun taas tekoälyä voidaan hyödyntää datan analysoinnissa, havaintojen tekemisessä sekä ennakoinnissa. Laajennettu todellisuus (XR, Extended Reality) on yläkäsite, johon sisältyvät virtuaalitodellisuus (VR, Virtual Reality), lisätty todellisuus (AR, Augmented Reality) sekä yhdistetty todellisuus (MR, Mixed Reality). Laajennettu todellisuus on digitaalisten kaksosten osa-alue, joka mahdollistaa kaksosen toteuttamisen virtuaalisena objektina. Tällöin virtuaalinen ja fyysinen objekti voivat olla rinnakkain sekä vuorovaikuttaa keskenään (Attaran & Celik, 2023).

Attaran ja Celik (2023) toteavat, että digitaalisilla kaksosilla on useita hyötyjä. Erityisesti laadunvarmistuksen ja myynnin jälkeisen asiakaspalvelun näkökulmasta keskeisiä hyötyjä on ennakoiva huolto, reaaliaikainen seuranta sekä nopeampi vikojen tunnistaminen. He mainitsevat hyötyinä myös huolto- ja palveluprosessien optimoinnin sekä paremman ymmärryksen asiakkaiden tarpeista. Lisäksi he toteavat, että

digitaalisten kaksosten hyödyntämiseen liittyy samoja riskejä kuin tekoälyn ja IoT-tekniologioiden käyttöön. Esimerkiksi datan standardisointi, datan hallinta sekä tietoturvasuus ovat keskeisiä haasteita.

3 Laadunvarmistus myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa digitalisaation näkökulmasta

Tässä luvussa tarkastellaan laadunhallinnan merkitystä myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa. Ensin analysoidaan, millaisia laatuongelmia myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa esiintyy. Tämän jälkeen tarkastellaan, millaisia digitaalisia työkaluja ja dataa voidaan hyödyntää laadunvarmistuksessa. Lopuksi arvioidaan digitalisaation vaikutuksia laadunvarmistukseen myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa soveltamalla edellisessä luvussa esitettyjä teorioita.

Tässä luvussa hyödynnetään tieteellisiä artikkeleita, joissa tarkastellaan esimerkiksi Quality 4.0:n vaikutuksia yritysten toimintaan ja suorituskykyyn. Artikkelit tarjoavat useita näkökulmia, joiden avulla aihetta voidaan analysoida monipuolisesti. Vaikka tutkimukset käsittelevät pääosin laadunhallintaa kokonaisuutena, niistä on rajattu tarkasteluun erityisesti myynnin jälkeiseen asiakaspalveluun, asiakastyytyväisyyteen sekä laadunvarmistukseen liittyvät näkökulmat.

3.1 Laatuongelmien luonne myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa

Sun ja muut (2022) tutkivat, miten korjauksien laatu, varaosien kulutus sekä huoltohenkilöstön matkustusaika liittyvät myynnin jälkeisen asiakaspalvelun tehokkuuteen. He nostavat esiin kaksi pääkulua myynnin jälkeisessä korjauksessa. Nämä ovat korjaavan henkilön matkustus sekä itse korjaus. Lisäksi he toteavat, että nopeuden ja laadun välillä esiintyy ristiriita, sillä nopeampi palvelu voi heikentää korjauksen laatua, kun taas perusteellisempi korjaus vie enemmän aikaa. Tämä tekee laadunvarmistuksesta myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa haastavaa erityisesti tilanteissa, joissa odotusajasta aiheutuu merkittäviä kustannuksia. Tutkimuksen avulla voidaan tarkastella, miten tällaisissa tilanteissa tulisi toimia ja miten voidaan löytää paras mahdollinen ratkaisu, jossa korjauksen laatu säilyy samalla kun asiakkaan odotusaika pysyy kohtuullisena. Tutkimus osoitti, että palvelun hinta ei välttämättä nouse palvelun laadun

parantuessa. Lisäksi asiakkaan keskimääräiselle kokonaisodotusajalle sallittu suurempi enimmäisarvo voi parantaa palvelun laatua samalla, kun varaosien kulutus vähenee.

Ebrahimi ja muut (2022) toteuttivat tapaustutkimuksen autoteollisuudessa, jossa he tarkastelevat, miten jälleenmyyjät voivat parantaa suhteitaan autonvalmistajiin myynnin jälkeisessä palveluverkostossa. He mainitsevat, että tehokas suhde näiden välillä voi johtaa parempaan asiakastytyvyyteen ja asiakasuskollisuuteen. Tutkimuksen perusteella voidaan myös tehdä muutamia johtopäätöksiä, jotka liittyvät yleisesti myynnin jälkeiseen asiakaspalveluun. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että palveluverkoston heikkoudet voivat heikentää palvelun saatavuutta, lisätä kustannuksia ja heikentää asiakastytyvyyttä. Lisäksi he mainitsevat, että ennakoivan analytiikan avulla ongelmia voidaan tunnistaa ennen niiden kärjistymistä.

Tutkimusten perusteella voidaan todeta, että palvelun laatu on tärkeä kustannusten ja asiakastytyvyyden kannalta. Keskeisiä haasteita ovat pitkät odotusajat, huoltohenkilöstön ja varaosien saatavuus sekä palveluverkoston toimivuus. Lisäksi voidaan todeta, että mitä enemmän toimijoita osallistuu palveluprosessiin, sitä enemmän se vaikuttaa laadun yhtenäiseen hallintaan. Nämä tekijät hankaloittavat laadunvarmistusta myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa ja erottavat sen tuotannon laadunvarmistuksesta. Myynnin jälkeisessä laadunvarmistuksessa ratkaisuja on yleensä useita, ja niiden valitsemisessa joudutaan näkemään paljon vaivaa samalla, kun asiakas odottaa ratkaisua.

3.2 Digitaalisten työkalujen rooli laatuongelmien ratkaisemisessa

Digitaalisten työkalujen merkitys laadunhallinnassa on kasvanut merkittävästi Quality 4.0:n myötä. Christou ja muut (2022) tarkastelivat digitaalista alustaa, jonka avulla voidaan kerätä, yhdistää ja analysoida tuotannosta saatavaa dataa laadunhallinnan tueksi. Tutkimuksen mukaan alustan avulla pystyttiin reaaliaikaisesti keräämään jatkuvaa dataa ja reagoimaan nopeammin laatuvirheisiin. Digitaalisten työkalujen etuna oli joustavuus, sillä eri datalähteitä voitiin hyödyntää ilman merkittäviä muutoksia. Alustaa

hyödynnettiin myös onnistuneesti ennakoivassa kunnossapidossa. Carvalho ja muut (2021, s.345) painottavat kuitenkin, että digitaalisten työkalujen hyödyistä huolimatta on edelleen paljon tutkittavana liittyen siihen, miten Industry 4.0 käytännössä vaikuttaa yritysten laadunhallintaan ja yleiseen tehokkuuteen. Tässä luvussa tarkastellaan uudempia tutkimuksia, joista löytyy lisää tietoa tästä aiheesta.

González-Prida ja muut (2025) tarkastelivat, miten Industry 4.0 -teknologioita voidaan hyödyntää myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa ja takuuhallinnassa. Tutkimus keskittyy siihen miten perinteisiä reaktiivisia takuuprosesseja voidaan muuttaa ennakoiviin ja ennaltaehkäiseviin prosesseihin. Tutkimuksessa nostetaan esiin työkaluja, kuten esimerkiksi IoT-laitteet, tekoäly sekä data-analytiikka. Näiden tarkoituksena on tutkimuksen mukaan muuttaa myynnin jälkeinen asiakaspalvelu reaktiivisesta ennakoivaan malliin.

Alsadi ja muut (2025) tarkastelivat systemaattisessa kirjallisuuskatsauksessaan Quality 4.0:n kehitystä ja siihen liittyviä keskeisiä tutkimussuuntia. Heidän mukaansa Quality 4.0 voidaan yhdistää myynnin jälkeiseen asiakaspalveluun erityisesti hyödyntämällä IoT-laitteita, joiden avulla voidaan kerätä tärkeää dataa tekoälyn avulla ja muokata prosessejaan siten, että ne parantavat asiakastyytyvyyttä. Lisäksi he kirjoittavat, että tuotteen käytön aikana kerätyn datan ja prosessien tarkempi analysointi sekä niiden kehittäminen saadun tiedon perusteella voivat johtaa entistä laadukkaampiin tuotteisiin.

Yhteenvetona voidaan todeta, että digitaaliset työkalut mahdollistavat laadunhallinnan siirtymisen reaktiivisesta toiminnasta ennakoivaan ja jatkuvasti kehittyvään malliin. On kuitenkin muistettava, että laadun digitalisoituessa tarvitaan myös koulutuksia uusien työkalujen käyttöön.

3.3 Digitalisaation vaikutukset laadunvarmistukseen myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa

Edellisissä alaluvuissa on tarkasteltu myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa esiintyviä laatuongelmia sekä laadunhallinnassa hyödynnettäviä digitaalisia työkaluja. Tässä alaluvussa arvioidaan, millaisia vaikutuksia digitalisaatiolla on ollut myynnin jälkeiseen asiakaspalveluun ja laadunvarmistukseen.

Digitalisaatio on muuttanut myynnin jälkeistä asiakaspalvelua perinteisestä reaktiivisesta toimintamallista ennakoivaan ja ennaltaehkäisevään suuntaan. Digitaaliset teknologiat auttavat yrityksiä kehittämään huoltostrategioitaan, ennaltaehkäisemään vikoja sekä vähentämään kustannuksia. González-Prida ja muut (2025) toteavat, että digitalisoitunut myynnin jälkeinen asiakaspalvelu auttaa yrityksiä rakentamaan pitkäaikaisia ja luotettavia suhteita asiakkaisiin. Tämä johtuu siitä, että digitalisaatio mahdollistaa yksilöllisemmän ja paremmin asiakkaiden tarpeisiin mukautetun palvelun. Tekoälyn ja IoT-teknologioiden hyödyntäminen takuuhallinnassa vähentää kustannuksia, parantaa asiakastytyväisyyttä sekä optimoi tuotteiden elinkaarta. Lisäksi he mainitsevat, että useat tapaustutkimukset osoittavat, että yritykset, jotka hyödyntävät tekoälyä ja IoT-laitteita takuuhallinnassa, parantavat asiakastytyväisyyttä.

Dias ja muut (2022) toteavat, että Quality 4.0 on edelleen suhteellisen uusi ilmiö, jolle ei ole muodostunut yhtä vakiintunutta määritelmää. He korostavat, että Quality 4.0:n tarkoituksena ei ole korvata ihmisiä, vaan täydentää heidän osaamistaan. Tämä on tärkeää erityisesti myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa, jossa ongelmien sattuessa tarvitaan usein harkintaa, vuorovaikutustaitoja ja tilannekohtaista päätöksentekoa. Lisäksi digitaaliset teknologiat mahdollistavat laitteiden, henkilöstön ja organisaation eri toimintojen välisen integraation, jolloin dataa voidaan jakaa eri järjestelmien välillä koko tuotteen elinkaaren ajan (Dias ja muut, 2022). Käytännössä tämä tarkoittaa, että valmistaja voi tuotteen myynnin jälkeenkin seurata sen kuntoa ja toimintaa etänä. Tämä helpottaa analysointia ja juurisyiden tunnistamista takuutilanteissa sekä muissa myynnin jälkeisissä toiminnoissa.

Yadav ja muut (2020) tutkivat, miten tunnettujen työkalujen, kuten laadunhallintajärjestelmien ja Lean-menetelmien, yhdistäminen ICT-teknologioihin vaikuttaa organisaation suorituskykyyn verrattuna tilanteisiin, joissa niitä hyödynnetään erillisinä ratkaisuinä. He havaitsivat, että tiedon saatavuus ja analysointi helpottuvat merkittävästi digitaalisten ratkaisujen avulla. Tutkimuksen mukaan parhaat tulokset saavutettiin silloin, kun kaikki mainitut elementit yhdistettiin. Tämän perusteella voidaan todeta, että pelkät modernit teknologiat eivät yksin riitä, vaan myös perinteisistä menetelmistä on edelleen hyötyä. Myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että ICT-teknologioiden avulla voidaan automatisoida toimintoja, kuten dokumentointia ja seuranta, mutta muita toimintoja on edelleen valvottava perinteisin keinoin.

3.4 Rajoitteet ja riskit

Antony ja muut (2024) toteuttivat laadullisen tutkimuksen, jossa he tarkastelivat, minkälaisia kriittisiä epäonnistumistekijöitä esiintyy Quality 4.0:n yhteydessä. He mainitsivat esimerkiksi, että yksi suuri ongelmantekijä on tarve sopeutua uusiin teknologisiin innovaatioihin, moderniin data-analytiikkaan ja järjestelmään, joka muistuttaa Industry 4.0:n piirteitä. Ongelmaksi ilmeni myös se, että vaikka digitalisointiprojekteja toteutettiin, ei kuitenkaan järjestetty tarvittavia koulutuksia parhaan tuloksen saavuttamiseksi. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että ilman perusteellista koulutusta laadunhallinnan työntekijöille ei voida odottaa merkittäviä hyötyjä Quality 4.0:n käyttöönotosta.

Ranjith Kumar ja muut (2022) korostavat tuloksissaan, että organisaatioiden maantieteellisten, kulttuuristen sekä vaihtelevien digitaalisten kehityksen tasojen vuoksi standardoitu laatujärjestelmä ei yksinään riitä. He toteavat, että organisaatioiden voi olla tarpeen kehittää lähestymistapa, jossa yhdistetään edellä mainitut näkökulmat. Lisäksi he huomauttavat, että organisaatioiden tulisi kehittää tarkoituksenmukaisia strategioita sekä lisätä osaamista ja tarvittavaa organisaatiokulttuuria. Tutkimuksen mukaan hyödyt eivät aina näy mikrotasolla, vaan digitalisaatio tuottaa dataa ja näkemyksiä pääasiassa

makrotasolla. Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että digitaalisten työkalujen integrointi nykyisiin laadunhallintajärjestelmiin on tehtävä huolellisesti, eikä tuloksia havaita pienessä mittakaavassa, vaan niiden arvioimiseksi yritystä on tarkasteltava laajemmasta näkökulmasta.

4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämän tutkielman tavoitteena oli tarkastella, miten viimeaikaiset digitaaliset muutokset näkyvät laadunvarmistuksessa erityisesti myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa. Aihe on ajankohtainen ja haastavampi käsitellä kuin tavanomainen tuotannossa tapahtuva laadunvarmistus, sillä myynnin jälkeinen asiakaspalvelu ei ole aina suoraviivaista ja johdonmukaista. Siinä vaaditaan tilannetuntemusta ja päättelykykyä.

Tutkimukset osoittavat, ettei Quality 4.0:lle ole vielä olemassa yhtenäistä määritelmää, ja sen sisältö tulee todennäköisesti muuttumaan käsitteen yleistyessä. Tutkimuksista voidaan päätellä, että vaikka Industry 4.0:stä on keskusteltu jo yli kymmenen vuoden ajan, Quality 4.0 ei ole vielä täysin kehittynyt samalla tasolla.

Myynnin jälkeinen asiakaspalvelu on hyvin asiakaslähtöistä, minkä vuoksi sitä on vaikea korvata kokonaan digitaalisilla ratkaisuilla. Tästä syystä tutkielmassa tarkasteltiin, miten digitaalisia työkaluja voitaisiin hyödyntää ensisijaisesti tukena eikä täysin korvaavana vaihtoehtona. Tavoitteena on käyttää dataa ja tekoälyä tunnistamaan asioita, jotka saattaisivat jäädä ihmiseltä huomaamatta. Näin voidaan rakentaa laadunhallinta, jossa ihminen ja teknologia täydentävät toisiaan.

Tutkimuksen perusteella myynnin jälkeisessä asiakaspalvelussa esiintyy useita laatuongelmia, kuten hitaita vasteaikoja, tehotonta resurssien käyttöä, virheellisiä havaintoja, puutteellista tiedonkulkua sekä vaihtelevaa palvelun laatua. Lisäksi ongelmia syntyy tilanteissa, joissa huoltoprosessit eivät ole yhtenäisiä, mikä usein johtuu siitä, että asiakkailta saatua dataa ei hyödynnetä tarkoituksenmukaisesti. Asiakaspalvelun laatuun vaikuttaa myös se, kuinka yksilöllistä palvelua asiakkaalle on mahdollista tarjota. Tämä edellyttää osaavaa henkilöstöä, mutta myös sellaisia työkaluja, jotka tukevat työntekijöitä tiedon keräämisessä ja hyödyntämisessä.

Laatuongelmien hallinnassa voidaan hyödyntää esimerkiksi tekoälyä, koneoppimista, IoT-teknologioita, ennakoivaa analytiikkaa sekä etävalvontaa datan keräämiseen ja

analysointiin. Näiden avulla voidaan kerätä merkittävä määrä dataa muun muassa huoltohistoriasta ja laitteiden kunnosta. Lisäksi teknologiat auttavat kokoamaan asiakkailta saatua palautetta, jolloin tieto säilyy paremmin hyödynnettävissä samankaltaisten ongelmien ilmetessä. Näin yritykset pystyvät tunnistamaan toistuvia ongelmia ja ennakoimaan tulevia vikatilanteita.

Digitaalisten teknologioiden soveltaminen myynnin jälkeiseen asiakaspalveluun voi tuoda yritykselle merkittäviä hyötyjä. Erityisesti ennakoiva huolto ja korjauspäätösten tekeminen helpottavat Quality 4.0:n myötä. Aihe on ajankohtainen myös kestävän kehityksen näkökulmasta, sillä ajan ja resurssien optimointi myynnin jälkeen voi säästää luonnonvaroja esimerkiksi vähentämällä varaosien vaihtotarvetta ja lisäämällä korjaamista. Kun ongelmat havaitaan ennen niiden varsinaista ilmenemistä, ne ovat myös todennäköisemmin korjattavissa. Tällainen korjaus on usein helpompi toteuttaa, koska vaurioituneiden osien määrä on todennäköisesti pienempi. Samalla myös asiakas hyötyy tilanteesta, kun korjaukseen kuluu vähemmän aikaa.

Lisäksi tutkielman perusteella voidaan todeta, että digitaalisten teknologioiden käyttöönottoon liittyy myös rajoitteita ja riskejä. Datan lisääntyvä hyödyntäminen edellyttää korkeaa tiedon laatua. Lisäksi tietosuojan ja tietoturvaan liittyvät riskit korostuvat entisestään. Teknologioiden hyödyntäminen edellyttää koulutettua henkilöstöä sekä organisaatiokulttuuria, joka tukee muutosta. Ilman näiden tekijöiden huomioimista digitaalisten työkalujen hyödyt voivat jäädä vähäisiksi.

4.1 Tutkimuksen rajoitteet

Tutkimus toteutettiin kirjallisuuskatsauksena, mikä tarkoittaa, että se perustuu aiempiin kirjoituksiin ja tutkimuksiin. Haasteena on se, että aihe kehittyy edelleen nopeasti, ja lähteissä käytetty tieto on osittain vanhempaa kuin itse julkaisuajankohta. Tämän seurauksena alkuperäisen tiedonkeruun ja tämän tutkielman laatimisen välillä on voinut kulua aikaa. Tutkielma kokoaa esiin aiempien tutkimusten havaintoja, eikä siinä ole tuotettu uutta empiiristä tietoa aiheesta.

4.2 Jatkotutkimus

Jatkotutkimuksissa laadunvarmistuksen ja asiakaspalvelun digitalisoinnin hyötyjä ja haasteita tulisi tarkastella sisällyttämällä tutkimukseen myös empiiristä aineistoa, esimerkiksi kyselyiden tai haastattelujen avulla. Näin saataisiin mahdollisimman ajankohtaista tietoa siitä, miten vaikutukset näkyvät käytännössä nykytilanteessa. Lisäksi tutkimukseen voisi sisällyttää yrityksiä erilaisista lähtökohdista, sillä kaikilla yrityksillä ei ole yhtä kehittyneitä laadunhallintaan liittyviä strategioita. Näin voitaisiin tutkia, miten digitalisaatio vaikuttaa erilaisiin yrityksiin ja missä organisaatioissa sen vaikutukset ovat merkittävimmät.

Lähteet

- Alsadi, J., Alkhatib, F., Antony, J., Garza-Reyes, J. A., Tortorella, G., & Cudney, E. A. (2025). A systematic literature review with bibliometric analysis of Quality 4.0. *TQM journal*, 37(5), 1446-1470. <https://doi.org/10.1108/TQM-02-2024-0050>
- Antony, J., Kaul, A., Bhat, S., Sony, M., Kaul, V., Zulfiqar, M., & McDermott, O. (2024). Critical failure factors for Quality 4.0: An exploratory qualitative study. *The International journal of quality & reliability management*, 41(4), 1044-1062. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-07-2023-0240>
- Attaran, M., & Celik, B. G. (2023). Digital Twin: Benefits, use cases, challenges, and opportunities. *Decision analytics journal*, 6, 100165. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100165>
- Baines, T., & Lightfoot, H. (2013). *Made to Serve: How Manufacturers Can Compete Through Servitization and Product—Service Systems*. John Wiley & Sons, Incorporated.
- Bhat, K. S. (2009). *Total Quality Management*. Himalaya Publishing House.
- Carvalho, A.V, Enrique, D.V., Chouchene, A. & Charrua-Santos, F. (2021). Quality 4.0: An Overview. *Procedia Computer Science*, Vol. 181, 341-346. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.176>
- Christou, I. T., Kefalakis, N., Soldatos, J. K., & Despotopoulou, A. (2022). End-to-end industrial IoT platform for Quality 4.0 applications. *Computers in industry*, 137, 103591. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2021.103591>
- Dias, A. M., Carvalho, A. M., & Sampaio, P. (2022). Quality 4.0: Literature review analysis, definition and impacts of the digital transformation process on quality. *The*

International journal of quality & reliability management, 39(6), 1312-1335.
<https://doi.org/10.1108/IJQRM-07-2021-0247>

Durugbo, C. M. (2020). After-sales services and aftermarket support: A systematic review, theory and future research directions. *International journal of production research*, 58(6), 1857-1892. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1693655>

Ebrahimi, A., Bakhshizadeh, P., & Varasteh, R. (2022). A predictive analytics approach to improve the dealers-manufacturer relationship in the after-sales service network; case study in the automotive industry. *International journal of management science and engineering management*, 18(3), 225-235.
<https://doi.org/10.1080/17509653.2022.2116733>

Ghansah, F., & Edwards, D. (2024). Digital Technologies for Quality Assurance in the Construction Industry: Current Trend and Future Research Directions towards Industry 4.0. *Buildings (Basel)*, 14(3), 844.
<https://doi.org/10.3390/buildings14030844>

González-Prida, V., Márquez, C. P., Gunckel, P. V., Rodríguez, F. K., & Márquez, A. C. (2025). Digital Transformation in Aftersales and Warranty Management: A Review of Advanced Technologies in I4.0. *Algorithms*, 18(4), 231.
<https://doi.org/10.3390/a18040231>

Jan, Z., Ahamed, F., Mayer, W., Patel, N., Grossmann, G., Stumptner, M., & Kuusk, A. (2023). Artificial intelligence for Industry 4.0: Systematic review of applications, challenges, and opportunities. *Expert Systems with Applications*, 216, 119456.
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.119456>

- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H. G., Feld, T., & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering*, 6(4), 239–242. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0334-4>
- Naidu, N., Babu, K. M., & Rajendra, G. (2006). *Total Quality Management*. New Age International.
- Ogrizovic, M., Draskovic, D., & Bojic, D. (2024). Quality assurance strategies for machine learning applications in big data analytics: An overview. *Journal of big data*, 11(1), 156-48. <https://doi.org/10.1186/s40537-024-01028-y>
- Ranjith Kumar, R., Ganesh, L., & Rajendran, C. (2022). Quality 4.0 – a review of and framework for quality management in the digital era. *The International journal of quality & reliability management*, 39(6), 1385-1411. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-05-2021-0150>
- Sun, M., Ng, C. T., Wu, F., & Cheng, T. (2022). Optimization of after-sales services with spare parts consumption and repairman travel. *International journal of production economics*, 244, 108382. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108382>
- Yadav, N., Shankar, R., & Singh, S. P. (2020). Impact of Industry4.0/ICTs, Lean Six Sigma and quality management systems on organisational performance. *TQM journal*, 32(4), 815-835. <https://doi.org/10.1108/TQM-10-2019-0251>
- Yang, K. (2024). *Quality in the era of Industry 4.0: Integrating tradition and innovation in the age of data and AI*. John Wiley & Sons, Inc.
- Zahid Qamar, S. (2024). *Quality Control and Quality Assurance*. IntechOpen.

Liitteet

Liite 1. Tekoälyn käyttö

Tutkielmaa tehdessäni olen käyttänyt OpenAI:n ChatGPT 5.2 -kielimallia. Tekoälyä on käytetty aiheen ideoinnissa. Lisäksi sitä on hyödynnetty tekstin muotoilussa lauserakenteiden parantamisessa. Tekoälyä on myös käytetty englanninkielisten termien ja tekstien kääntämiseen sekä niiden ymmärtämiseen. Tiedostan tekoälyn tuomat riskit ja rajoitteet, ja otan täyden vastuun sisällön laadusta.