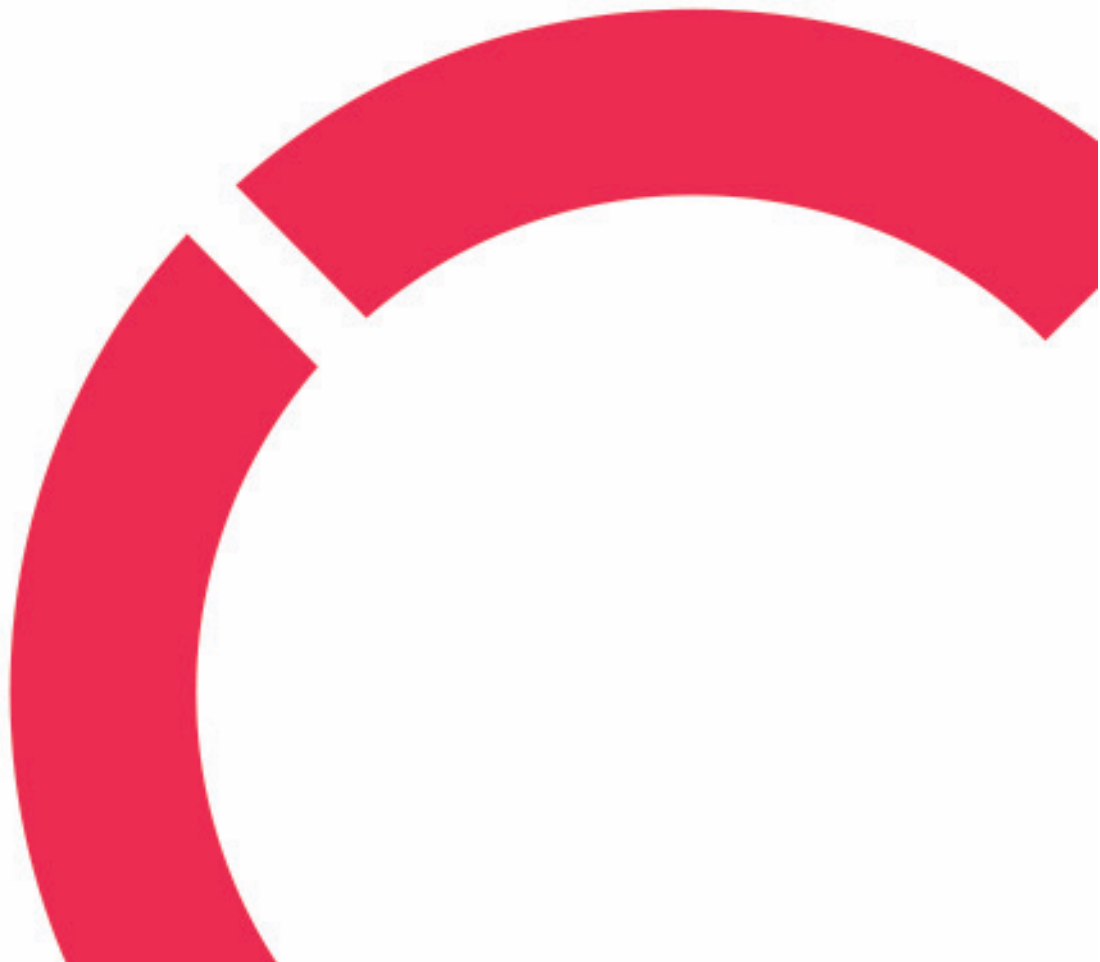


**Laura Pahlman**

**ASiantuntijatyön tehokkuuden mittaaminen SPC I -  
korkeilla**

**Näkökulmana Lean Six Sigma**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Tuotantotalouden insinööri  
Marraskuu 2025**



## TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

<b>Centria-ammattikorkeakoulu</b>	<b>Aika</b> Marraskuu 2025	<b>Tekijä/tekijät</b> Laura Pahlman
<b>Koulutus</b> Tuotantotalouden insinööri		<input checked="" type="checkbox"/> AMK  <input type="checkbox"/> YAMK
<b>Työn nimi</b> ASiantuntijatyön tehokkuuden mittaaminen SPC I -KORTEILLA. Näkökulmana Lean Six Sigma		
<b>Työn ohjaaja</b> Matti Ojala		<b>Sivumäärä</b> 56
<b>Työelämäohjaaja</b> Tanja Karonen		
<p>Tässä opinnäytetyössä tutkittiin asiantuntijatyön tehokkuutta SPC i -korteilla, ja tuloksia hyödynnettiin sen kehittämisessä Lean Six Sigma -menetelmien avulla. Tavoitteena oli selvittää, miten tilastollisen prosessin ohjauksen menetelmiä voidaan hyödyntää asiantuntijatyön tehokkuuden mittaamisessa ja kehittämisessä. Tutkimusaineisto kerättiin strukturoimattomien haastattelujen avulla, joista saatiin tieto asiantuntijan hankkeeseen käyttämästä työ- ja läpimenoajasta. Ne koostuivat PDSA-sykleistä, ja niiden perusteella laadittiin SPC i -kortit asiantuntijatyön tehokkuutta kuvaavista läpimenoajoista ja valmistusnopeuksista. SPC i -kortit laadittiin koko hankkeesta sekä jokaisesta syklistä ja sen vaiheista erikseen. Lisäksi laadittiin SPC i -kortit ulkopuolisen palveluntuottajan paikallisen tekoälyn kehittämisen läpimenoajasta.</p> <p>Opinnäytetyö oli tutkimuksellinen kehitystyö, joka perustui määrälliseen aineistoon ja jota tukivat laadulliset havainnot ja menetelmät. Tuloksista kävi ilmi, että asiantuntijatyön tehokkuuden läpimenoaika koko hankkeesta oli tilastollisesti hallinnassa. Siinä esiintyi yksi erityisyys, joka oli selitettävissä, joten prosessi todettiin stabiiliksi. Läpimenoajat jokaisesta PDSA-syklistä ja sen vaiheista olivat myös stabiileja. Myös valmistusnopeudet koko hankkeesta, sen sykleistä ja vaiheista olivat stabiileja. Poikkeamia havaittiin koko hankkeen läpimenoajassa ja valmistusnopeudessa, ja niitä hyödynnettiin asiantuntijatyön tehokkuuden kehittämis ehdotuksissa. Lean Six Sigman näkökulmasta vaihtelua, hukkaa ja odotusaikoja voitaisiin vähentää, jotta asiantuntijatyön tehokkuus paranisi. Kehitysehdotuksiin esitettiin kolme menetelmää. Ulkopuolisen palveluntuottajan teknisen kehittämisen tuloksista havaittiin erityisyyttä, mutta niitä ei voitu analysoida tarkemmin, koska palveluntuottajalta ei ollut saatavissa siihen tarvittavaa aineistoa.</p> <p>Tutkimus todettiin luotettavaksi, ja sen perusteella SPC i -kortti osoittautui soveltuvaksi menetelmäksi asiantuntijatyön tehokkuuden mittaamiseen ja kehittämiseen. Lisäksi havaittiin, että SPC i -kortin ja Lean Six Sigman yhteiskäyttö tukee toisiaan paremman virtaus- ja resurssitehokkuuden saavuttamisessa. SPC i -kortit tekivät asiantuntijatyön tehokkuuden näkyväksi, ja menetelmän todettiin soveltuvan myös muihin käyttötarkoituksiin alasta tai tehtävästä riippumatta.</p>		
<b>Asiasanat</b> Hukka, jatkuva parantaminen, LCL, Lean Six Sigma, läpimenoaika, PDSA, poikkeama, prosessi, SPC i -kortti, tehokkuus, UCL, vaihtelu, valmistusnopeus, virtaustehokkuus		

**ABSTRACT**

<b>Centria University of Applied Sciences</b>	<b>Date</b> November 2025	<b>Author</b> Laura Pahlman
<b>Degree programme</b> Bachelor of Engineering, Industrial Management		
<b>Name of thesis</b> MEASURING THE EFFICIENCY OF EXPERT WORK WITH SPC I-CHARTS. Perspective: Lean Six Sigma		
<b>Centria supervisor</b> Matti Ojala		<b>Pages</b> 56
<b>Instructor representing commissioning institution or company</b> Tanja Karonen		
<p>In this thesis expert work efficiency with SPC I-charts was researched, and the results were utilized to improve efficiency through Lean Six Sigma methods. The goal was to clarify how statistical process control methods can be utilized in measuring the effectiveness of expert work and its development. Research data was collected with the help of unstructured interviews, from which information of the expert's working and lead time for the project was obtained. The research data consisted of PDSA cycles and SPC I-charts about the throughput times and throughput rates that describe the efficiency of expert work that were based off on the PDSA cycles. The SPC I-charts were created for the entire project and for each cycle and their phases separately. Furthermore SPC I-charts were created for the lead time of the development of local artificial intelligence by an external service provider.</p> <p>The thesis was a research development work utilizing quantitative data and complemented by qualitative observations and methods. The results revealed that the efficiency lead time of expert work of the whole project was statistically under control. One special cause that was explainable appeared so the process was deemed stable. The lead times of each PDSA cycle and its phases were also stable. The throughput rates of the whole process, its cycles and phases, were also stable. Deviations were found in the whole project of the lead time and throughput rates, and these deviations were used as a basis for proposals to improve expert work efficiency. From a Lean Six Sigma perspective variation, waste and waiting times could be reduced, so that the expert work efficiency would improve. Three methods were presented for the development proposals. Special causes were found from the external service provider's results of technical development, but they could not be analysed further, as the necessary data for it could not be received from the service provider.</p> <p>The research was deemed reliable, and based on that the SPC I-chart proved to be a suitable method for measuring and developing the effectiveness of expert work. Furthermore it was discovered that the joint use of SPC I-chart and Lean Six Sigma supports each other better in achieving flow and resource efficiency. SPC I-charts made the expert work efficiency visible, and the method was also deemed suitable for other uses regardless of industry or function.</p>		

<b>Key words</b> Continunous improvement, deviation, effcinency, flow efficiency, LCL, lead time, Lean Six Sigma, PDSA, process, SPC I-chart, throughput rate, UCL, variation, waste
---

## **KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**

### **ARVOVIRTAKAAVIO**

Arvovirtakaaviossa kuvataan, kuinka paljon aikaa kuluu eri työvaiheisiin asiakkaan yhteydenotosta palvelun toimittamiseen asti. Sen avulla voidaan ymmärtää nykytila, tavoitetila ja tarvittavat muutokset.

### **DMAIC**

DMAIC-ongelmanratkaisumenetelmässä sovelletaan laajaa laatuteknisten ja tilastollisten työkalujen joukkoa. Jokainen vaihe (Define, Measure, Analyse, Improve and Control) sisältää kysymyksen, joka tulee ratkaista ennen siirtymistä seuraavaan vaiheeseen. Menetelmää soveltamalla voidaan tunnistaa prosessin suorituskykyä parantavat tekijät.

### **ENTERPRISE-LISENSSI**

Paikallisen tekoälyn käyttöönottoa varten yrityksen on hankittava Enterprise-lisenssi.

### **FIFO**

Fifo:ssa (first-in-first-out) työtehtävät tehdään samassa järjestyksessä kuin ne saapuvat, jolloin niitä ei priorisoida. Menetelmän avulla läpimenoaika lyhenee ja prosessista tulee ennustettavampi.

### **LCL**

Lower control limit on SPC-käyrän alaohjausraja, jonka avulla suodatetaan normaalitoimintaan kuuluvat satunnaiset tapahtumat poikkeamista.

### **LEAN SIX SIGMA**

Lean Six Sigma on menetelmä jatkuvaan parantamiseen, joka yhdistää Leanin virtauksen ja hukan poistamisen periaatteet sekä Six Sigman tilastolliset työkalut laadun parantamiseen. Sen tavoitteena on tehostaa prosesseja, vähentää vaihtelua ja parantaa suorituskykyä systemaattisesti.

### **LÄPIMENOAIKA**

Läpimenoaika on kokonaisaika, joka kuluu tehtävän tai työn etenemiseen prosessin läpi alusta loppuun. Kokonaisläpimenoaika määrittää pitkälti prosessin sujuvuuden ja tehokkuuden.

## **PAIKALLINEN TEKOÄLY**

Paikallinen tekoäly on tekoälyjärjestelmän tallennuspaikka, jossa jokainen osa toimii itsenäisenä osana. Osat voivat sijaita työasemilla, paikallisverkossa tai pilvessä.

## **PDSA**

PDSA (Plan-Do-Study-Act) on jatkuvan parantamisen sykli, jossa toimintaa kehitetään vaiheittain suunnittelemalla, toteuttamalla, arvioimalla ja parantamalla tai vakiinnuttamalla. Sykliä toistetaan niin kauan, kunnes haluttu tulos saavutetaan. Sen avulla voidaan testata muutoksia hallitusti ja oppia prosessin toimivuudesta käytännössä.

## **RESURSSITEHOKKUUS**

Resurssitehokkuus maksimoi resurssien käyttöasteen, jolloin käytettävissä olevia resursseja hyödynnetään jatkuvasti. Korkea resurssitehokkuus ei kuitenkaan lyhennä läpimenoaikaa.

## **SCRUM**

Scrum on ketterän projektinhallinnan viitekehys, joka toimii tyypillisesti ohjelmistokehityksen ajallisesti rajatuissa jaksoissa eli sprinteissä. Se käyttää iteratiivista lähestymistapaa, jossa prosessia kehitetään sykleittäin.

## **SPC**

Statistic process control on tilastollinen prosessinohjaus, joka sisältää tilastollista mittaamista, analysointia ja prosessien määrittämistä mahdollistavia menetelmiä.

## **STABIILI**

SPC-käyrän havaintojen pysyessä ohjausrajojen (UCL ja LCL) sisäpuolella on prosessi stabiili.

## **UCL**

Upper control limit on SPC-käyrän yläohjausraja, jonka avulla suodatetaan normaalitoimintaan kuuluvat satunnaiset tapahtumat poikkeamista.

## **VALMISTUSNOPEUS**

Valmistusnopeus kuvaa sitä, kuinka monta tehtävää tai työvaihetta prosessissa viedään läpi tietyssä ajassa. Se vaikuttaa suoraan organisaation tehokkuuteen ja tuottavuuteen.

## **VIRTAUSTEHOKKUUS**

Virtaustehokkuudessa pyritään minimoimaan läpimenoaika ja saattamaan mahdollisimman paljon tehtäviä valmiiksi. Tavoitteena on, että työ virtaa prosessin läpi mahdollisimman sujuvasti ilman tarpeettomia odotusaikoja.

TIIVISTELMÄ  
ABSTRACT  
KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY  
SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	1
2 TILASTOLLINEN PROSESSINOHJAUS JA SUORITUSKYVYN MITTAAMINEN .....	3
2.1 Prosessin määrittely .....	3
2.2 Asiantuntijatyön luonne ja vaatimukset .....	4
2.3 SPC – Tilastollinen prosessinohjaus .....	5
2.3.1 SPC:n historia .....	5
2.3.2 SPC i -kortti ja SPC-käyrä.....	6
2.3.3 Tehokkuuden mittaaminen SPC i -kortilla .....	10
2.4 Lean Six Sigma .....	11
2.4.1 Lean Six Sigman pääperiaatteet .....	12
2.4.2 PDSA – Plan-Do-Study-Act.....	13
2.4.3 Virtaus- ja resurssitehokkuus .....	15
3 MENETELMÄT JA AINEISTO .....	16
3.1 Teoreettinen viitekehys .....	16
3.2 Tutkimusmenetelmät .....	19
3.3 Aineiston keruun lähtökohdat .....	19
3.4 Aineiston keruu .....	21
3.4.1 Eteneminen PDSA-sykliden mukaisesti .....	22
3.4.2 Teknisen kehittämisen vaiheen aineisto .....	27
4 TULOKSET.....	29
4.1 T&K-hankkeen läpimenoajat henkilötyöpäivissä.....	29
4.2 T&K-hankkeen läpimenoajat työtunneissa .....	34
4.3 T&K-hankkeen valmistusnopeudet.....	35
4.4 Teknisen kehittämisen läpimenoaika .....	39
5 POHDINTA JA PÄÄTELMÄT .....	41
5.1 T&K-hankkeen läpimenoaikojen analysointi.....	41
5.2 T&K-hankkeen valmistusnopeuksien analysointi .....	42
5.3 Asiantuntijatyön tehokkuuden analysointi.....	43
5.4 Teknisen kehittämisen läpimenoaikojen analysointi .....	43
5.5 Kehittämisehdotukset .....	44
5.5.1 Fifo – Firts-in-first-out.....	46
5.5.2 Arvovirtakaavio.....	47
5.5.3 DMAIC-Ongelmanratkaisumenetelmä.....	49
5.6 Tutkimuksen arviointi .....	51
6 YHTEENVETO .....	53
LÄHTEET .....	55

## KUVIOT

KUVIO 1. Stabiili SPC-käyrä.....	8
KUVIO 2. SPC-käyrässä esiintyvä erityisyys.....	9
KUVIO 3. Kaaottinen prosessi havainnollistettuna SPC-käyrällä .....	9
KUVIO 4. PDSA-syklin neljä toistuvaa vaihetta.....	14
KUVIO 5. Kohdeorganisaation rakenne vuonna 2025 .....	20
KUVIO 6. SPC i -kortti T&K-hankkeen läpimenoajasta henkilötyöpäivissä .....	31
KUVIO 7. Kuuden PDSA-syklin SPC i -kortit läpimenoajoista henkilötyöpäivissä .....	32
KUVIO 8. Plan-, Do-, Study- ja Act-vaiheiden SPC i -kortit läpimenoajoista henkilötyöpäivissä .....	33
KUVIO 9. SPC i -kortti T&K-hankkeen läpimenoajasta työtunneissa .....	35
KUVIO 10. SPC i -kortti T&K-hankkeen valmistusnopeudesta työtunneissa .....	36
KUVIO 11. Kuuden PDSA-syklin SPC i -kortit valmistusnopeudesta työtunneissa .....	37
KUVIO 12. Plan-, Do-, Study- ja Act-vaiheiden SPC i -kortit valmistusnopeudesta työtunneissa .....	38
KUVIO 13. SPC i -kortti teknisen kehittämisen läpimenoajasta.....	39
KUVIO 14. SPC i -kortti T&K-hankkeen Do-vaiheiden ja teknisen kehittämisen läpimenoajasta .....	40
KUVIO 15. Arvovirtakaavio.....	47

## TAULUKOT

TAULUKKO 1. Muutos perinteisestä ajattelusta Lean Six Sigma -ajatteluun .....	13
TAULUKKO 2. Kuuden PDSA-syklin aineisto .....	26
TAULUKKO 3. Teknisen kehittämisen aineisto .....	28
TAULUKKO 4. T&K-hankkeen läpimenoajan tunnusluvut henkilötyöpäivissä.....	31
TAULUKKO 5. Kuuden PDSA-syklin läpimenoajan tunnusluvut henkilötyöpäivissä.....	32
TAULUKKO 6. Plan-, Do-, Study- ja Act-vaiheiden läpimenoaikojen tunnusluvut henkilötyöpäivissä .....	33
TAULUKKO 7. T&K-hankkeen läpimenoajan tunnusluvut työtunneissa.....	34
TAULUKKO 8. T&K-hankkeen valmistusnopeuden tunnusluvut työtunneissa.....	35
TAULUKKO 9. Kuuden PDSA-syklin valmistusnopeuden tunnusluvut työtunneissa.....	36
TAULUKKO 10. Plan-, Do-, Study ja Act-vaiheiden valmistusnopeuden tunnusluvut työtunneissa ...	38
TAULUKKO 11. Teknisen kehittämisen läpimenoajan tunnusluvut.....	39
TAULUKKO 12. T&K-hankkeen Do-vaiheiden ja teknisen kehittämisen läpimenoajan tunnusluvut .....	40
TAULUKKO 13. DMAIC:n ja PDSA:n rinnakkain asettelu vaiheittain.....	51

## 1 JOHDANTO

Asiantuntijatyö on jatkuvasti muotoutuvaa ja koostuu useista toisiaan tukevista työvaiheista, kuten päätöksenteosta, yhteistyöstä eri sidosryhmien kanssa sekä käsittely- ja odotusajoista. Työhön sisältyy myös ongelmanratkaisua ja ajattelutyötä, joiden tuottavuus ei ole helposti havaittavissa tai mitattavissa. Nykypäivän organisaatioissa toimitaan jatkuvan kehittämisen ja kustannustehokkuuden paineen alla, ja samalla pyritään parantamaan työn laatua, vaikuttavuutta ja tehokkuutta. Työstä pyritään tekemään mahdollisimman tehokasta ja tuottavaa – mieluiten jo olemassa olevilla resursseilla. On tarpeen löytää menetelmiä, joilla voidaan tunnistaa asiantuntijatyön tehokkuutta, vaihtelua ja kehitystarpeita. Asiantuntijatyön tehokkuuden tutkiminen ei ole yksiselitteistä, sillä siihen vaikuttavat monet tekijät, kuten työn organisointi, yhteistyö, työkuorman vaihtelu ja odotusajat. Tämän vuoksi tehokkuuden kehittämiseen tarvitaan menetelmiä, jotka perustuvat mitattuun dataan eikä pelkkiin ajatuksiin tai tuntemuksiin.

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimi Nexpert Oy. Työ liittyi kohdeorganisaatioon, jossa oli käynnissä hanke, josta tutkimusaineisto kerättiin. Kohdeorganisaation nimeä ei julkaista, koska se ei toiminut työn tilaajana. Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia, miten tilastollisen prosessinohjauksen (SPC, Statistical Process Control) menetelmiä voidaan hyödyntää asiantuntijatyön tehokkuuden mittaamisessa ja kehittämisessä. Tutkimus pyrki selvittämään, voidaanko SPC i -kortin avulla tunnistaa tietoa asiantuntijatyön tehokkuudesta ja kehittää prosessien jatkuvaa parantamista. Tutkimuskysymykset olivat seuraavat:

1. Miten asiantuntijatyön tehokkuutta voidaan mitata, ja soveltuuko SPC i -kortti tähän?
2. Jos SPC i -kortti soveltuu asiantuntijatyön tehokkuuden mittaamiseen, voidaanko sen avulla myös parantaa tehokkuutta?
3. Miten Lean Six Sigma -menetelmiä voidaan hyödyntää asiantuntijatyön tehokkuuden kehittämisessä?

SPC on tilastollinen prosessinohjaus -menetelmä, jonka avulla pyritään tunnistamaan ja hallitsemaan prosessin vaihtelua. Se on dataperusteinen menetelmä, jolla saadaan tietoa prosessin ohjaamiseen ja siihen liittyvään päätöksentekoon, jonka keskeinen työkalu on SPC-kortti. (Salomäki 1999, 145–147; Torkkola 2015, 151–159.) SPC-kortteja on useita, ja tämä tutkimus rajattiin i-korttiin sen laajan soveltuvuuden takia. SPC i -kortteja käytettiin havainnollistamaan asiantuntijatyön tehokkuutta.

Opinnäytetyön rakenne etenee johdannon jälkeen siten, että toisessa luvussa käsitellään tutkimuksen pääasiallinen teoriapohja eli tilastollinen prosessinohjaus ja suorituskyvyn mittaaminen. Luvussa esitellään SPC i -kortti ja siihen tarvittavat laskukaavat. Luvussa kolme kuvataan tutkimusmenetelmät ja aineisto sekä tarkastellaan aineiston keruun lähtökohtia, kohdeorganisaatiota sekä hanketta, josta aineisto kerättiin. Neljännessä luvussa esitetään tulokset SPC i -korttien avulla, jotka analysoidaan viidennessä luvussa, ja esitetään pohdinta ja johtopäätökset. Lopuksi esitetään yhteenveto keskeisistä tuloksista. Aineisto kerättiin strukturoimattomien haastattelujen avulla, ja niiden pohjalta laadittiin asiantuntijatyön tehokkuutta kuvaavat SPC i -kortit hankkeen läpimenoajoista ja valmistusnopeuksista.

Tulosten analysoinnissa tavoitteena oli tunnistaa vaihtelua ja kehityskohteita sekä tehdä johtopäätöksiä asiantuntijatyön tehokkuudesta. Kehittämistyötä tarkasteltiin Lean Six Sigman -näkökulmasta. Lean Six Sigma on jatkuvan parantamisen menetelmä, jossa työskennellään prosessien parantamiseksi ja suorituskyvyn nostamiseksi (Karjalainen & Karjalainen 2020, 49–50). SPC i -kortin ja Lean Six Sigman yhdistäminen osoittautui toimivaksi lähestymistavaksi, ja sen pohjalta laadittiin kehitysehdotuksia. SPC i -kortin avulla tunnistettiin asiantuntijatyön tehokkuuden kehityskohteet, ja Lean Six Sigma -menetelmät tarjosivat SPC i -korttiin soveltuvia työkaluja prosessien parantamiseen ja vaihtelun vähentämiseen. Menetelmien yhdistäminen mahdollisti dataperusteisen lähestymistavan, joka tukee asiantuntijatyön tehokkuuden kehittämistä myös pitkällä aikavälillä.

## 2 TILASTOLLINEN PROSESSINOHJAUS JA SUORITUSKYVYN MITTAAMINEN

Organisaation toiminnan kehittämiseksi tarvitaan todellinen kuva nykytilasta ja siitä, miten prosessit rakentuvat, jotta tiedetään, mitä tulee muuttaa (Torkkola 2015, 106). Yrityksissä käytettävät mittarit ovat usein taloudellisia tunnuslukuja, kuten voitto, tase, varaston kiertonopeus ja erilaiset kuluerät. Nämä mittarit kuvaavat toimintojen lopputuloksia, eivätkä ne yksinään riitä asiantuntijatyön suorituskyvyn kehittämiseen. Tämän vuoksi tarvitaan myös prosessimittareita, jotka tarjoavat näkymän itse tekemiseen ja sen laatuun. (Torkkola 2015, 163.) Tässä luvussa tarkastellaan opinnäytetyön aihepiiriin liittyvää teoreettista taustaa ja keskeisiä käsitteitä. Tarkastelu alkaa prosessin määritelmästä ja prosessiajattelun merkityksestä organisaatioiden toiminnan ohjauksessa. Tämän jälkeen käsitellään asiantuntijatyön erityispiirteitä ja vaatimuksia. Luvun painopisteenä on SPC eli tilastollinen prosessinohjaus (Statistical Process Control), jonka avulla prosesseja voidaan analysoida, ohjata ja kehittää systemaattisesti. Lopuksi esitellään Lean Six Sigma -menetelmä ja PDSA-sykli, jotka tukevat jatkuvaa parantamista ja suorituskyvyn mittaamista.

### 2.1 Prosessin määritelmä

Prosessit ohjaavat kaikkea tavoitteellista toimintaa, ja ne antavat vakiintuneen ja toistettavan toimintamallin säännöllisesti esiintyvien tapausten hoitamiseen. Prosessiajattelua ja -johtamista pidetään laatukehitystyön perustana, ja prosessiajattelun avulla tarkasteluun otetaan koko kokonaisuus, johon kuuluvat kaikki osatekijät. Edellytys prosessin ohjaamiselle on sen tunnistaminen, määrittely, kuvaaminen ja suorituskyvyn mittaaminen. (Salomäki 1999, 98–101.) Prosessi kattaa kaikki vaiheet, joita tarvitaan asiakkaan tarpeiden täyttämiseen alusta loppuun saakka sekä sen tiedon, jonka avulla näitä toimintoja ohjataan ja hallitaan organisaatiossa. Prosessin tarkoitus on tuottaa arvoa asiakkaalle. (Torkkola 2015, 125–126.)

Organisaatio ja sen toiminta on nähtävä kokonaisvaltaisena systeeminä asiakkaan näkökulmasta. Prosessin rakenne voidaan nähdä lineaarisena sarjana perättäisiä toimenpiteitä, jotka yhdessä tuottavat halutun tuotteen, palvelun tai lopputuloksen. Kyseessä on keskinäisvaikutus, jossa perättäiset toimenpiteet tehdään yleensä tietyssä järjestyksessä. Toimenpiteet vaikuttavat toisiinsa ja voivat aiheuttaa jo-

noutumista. Tuotannollisia- ja palveluprosesseja parannetaan ja kehitetään Lean Six Sigmalla. Prosessien kehittämisessä organisaation tuottamia tuotteita ja palveluita tarkastellaan niiden tuottamiseen tarvittavien ja toisiaan seuraavien työvaiheiden kokonaisuutena. (Karjalainen & Karjalainen 2020, 203.)

## 2.2 Asiantuntijatyön luonne ja vaatimukset

Asiantuntijatyössä työntekijä muodostaa keskeisen osan koko työprosessia. Hänen hyvinvointinsa vaikuttaa suoraan työn tarkkuuteen ja kehittämiseen. Työntekijän näkökulmasta mielekäs ja hyvin suunniteltu työympäristö on olennainen tekijä organisaation toiminnan tehokkuuden kannalta. (Torkkola 2015, 25.) Asiantuntijatyö on tyypillisesti asioihin syventymistä sekä uuden tuottamista ja luomista. Syvän osaamisen lisäksi se on reagoitua ulkopuolelta tuleviin pyyntöihin, viestintää, kokouksia, verkostojen rakentamista ja ylläpitoa sekä työtulosten kirjaamista. (Toivanen 2018, 1–2.) Asiantuntijaorganisaatiossa työtehtävien suunnittelu – eli mitä tehdään ja missä järjestyksessä – on useimmiten työntekijän omalla vastuulla. Työtehtäviä tulee monista eri kanavista, ja asiantuntijan rooliin kuuluu oman ajankäytön hallinta, tehtävien priorisointi sekä ajan varaaminen kuhunkin työtehtävään. Työssä korostuu paineensietokyky ja kiireen hallinta – usein vasta jälkikäteen nähdään, mitkä tehtävät ovat jääneet kesken tai kokonaan tekemättä. (Torkkola 2015, 79.)

Työ vaatii erityisosaamista joltain tietyltä alalta, ja se perustuu usein analysointiin, ongelmanratkaisuun ja jatkuvaan oppimiseen. Asiantuntijatyötä tekevät ovat tyypillisesti korkeakoulutettuja, ja heidän on saavutettava asemansa asiakkaiden, kansalaisten, muiden ammattiryhmien ja työnantajien kanssa tehtävien neuvottelujen kautta. Asiantuntija-asema ei säily itsestään, vaan sen pätevyys työmarkkinoilla pitää itse määritellä uudelleen. (Haapakorpi 2010, 1.) Isopahkala-Bournet (2008,7) esittää, että asiantuntijuuteen kuuluu kolme osa-aluetta: asiaankuuluva tietämys, tilannesidonnainen kyky toimia sekä luottamuksen ja varmuuden tunne, mutta asiantuntijuus ei kuitenkaan täysin poikkea muusta inhimillisestä toiminnasta. Asiantuntijan työ saattaa kuitenkin sisältää työtehtäviä, joiden ei ajatella kuuluvan omaan työnkuvaan (Toivanen 2018, 1).

## 2.3 SPC – Tilastollinen prosessinohjaus

Prosesseja voi hallita tilastollisen prosessinohjauksen eli SPC:n avulla, mikä tarjoaa viitekehyksen, jonka avulla voidaan oppia datan vaihtelusta ja hyödyntää sitä analyttisiin tarkoituksiin. SPC:n tavoitteena on puuttua vaihtelun taustalla oleviin syihin prosessin tulevan suorituskyvyn ylläpitämiseksi tai parantamiseksi. Kyse on välittömästä ongelmiin puuttumisesta, jottei korjaavia toimenpiteitä tarvitsisi tehdä jälkikäteen. (Salomäki 1999, 147.) SPC on menetelmä operatiivisen suorituskyvyn analysointiin mittaamalla havaintoja tietyin aikaväleihin ja esittämällä tulokset graafisesti. Sen avulla voidaan vertailla samanlaisten toimintojen tuloksia organisaation sisällä ja prosesseja yritysten välillä. (Taylor 2009, 84.) Erityisesti laatutyössä hyödynnettävä SPC sisältää tilastollista mittaamista, analysointia ja prosessien määrittämistä mahdollistavien menetelmien. (Kehusmaa 2023, 25.) Se on vakiintunut tapa valvoa prosesseja ja usein myös tuotteen laatua hyödyntämällä tilastollisia menetelmiä. Se tarkoittaa laajalti kaikkia sovelluksia, joilla saadaan tilastollisia perusteita prosessin ohjaamiseen liittyvälle päätöksenteolle. (Salomäki 1999, 147.) SPC:tä hyödyntäen tutkitaan prosessin tai systeemin tilaa erottaen erityisyydet ja juurisyyt toisistaan. Erottelu tapahtuu SPC-korttien ja -käyrien avulla. (Karjalainen ym. 2020, 190.) Jotta SPC:tä voidaan soveltaa, tulee prosessin perusasiat olla kunnossa, jotta siihen ei jää ongelmia tai tuhlausta (Salomäki 1999, 145).

SPC ei tarkastele yksittäisiä havaintoja vaan mahdollistaa laatuarkastelun prosessin keskimääräiseen tilastolliseen laaduntuottokykyyn. Sen avulla prosessi on tarkoitus pitää niin hyvässä kunnossa, että huonon tuotteen tai palvelun syntyminen on tilastollisesti epätodennäköistä prosessista itsestään johtuvista syistä. SPC:llä prosessin vaihtelu halutaan pienentää ja hallita, jotta ulkopuoliset tai satunnaiset tekijät eivät uhkaa sen suorituskykyä. (Salomäki 1999, 148.) Ennustettavaksi muutettavan toiminnan tulee olla stabiilia, jotta tilastollisen prosessinohjauksen voi käynnistää SPC-käyrillä (Torkkola 2015, 150).

### 2.3.1 SPC:n historia

Tilastollisen prosessinohjausmenetelmän kehitti fyysikko ja insinööri Walter Shewhart 1920-luvulla osana työtään teollisuuden laadunvalvonnan parissa. Hän esitteli ensimmäisen valvontakortin esihenkilölleen R.L. Jonesille 16.5.1924. Shewhart työskenteli tehdaslaitoksessa vuosien 1925–1956 välillä sekä opetti ja luennoi useissa oppilaitoksissa ympäri maailmaa sekä konsultoi mm. USA:n puolustus-

ministeriössä ja YK:ssa. Lisäksi hän sai huomattavia tunnustuksia ansioistaan ja valittiin American Society of Quality:n (ASQ) ensimmäiseksi kunniajäseneksi. (Salomäki 1999, 150.) Toisen maailmansodan aikaan tohtori W. Edwards Deming sovelsi tilastollisia menetelmiä tuotannon laadun parantamisessa Yhdysvalloissa, ja hän teki yhteistyötä Shewhartin kanssa (Torkkola 2015, 226). Länsimaissa Demingin opeista ei vielä innostuttu, mutta japanilaiset oivalsivat SPC:n merkityksen ja ottivat menetelmän nopeasti tehokkaaseen käyttöön. Länsimaissa huomattiin 1970-luvulla japanilaisten tapaa käyttää SPC:tä ja tehdä jatkuvaa parantamista. SPC tuli Suomeen 80- ja 90-lukujen vaihteessa kansainvälisen yhteistyön myötä. (Salomäki 1999, 152.)

### 2.3.2 SPC i -kortti ja SPC-käyrä

SPC:n pääasiallinen työkalu on ohjauskortti, joka on mittausväline, jota käytetään laadun, tuottavuuden ja kustannustehokkuuden mittaamiseen. Ohjauskortteja on erilaisia, ja käytettävä korttityyppi riippuu kerätyn datan tyypistä ja siitä, mitä halutaan mitata. (Taylor 2009, 84–85.) Esimerkkejä korteista ovat mm.  $\bar{x}$ /MR-kortti,  $\bar{x}$ -kortti, c-kortti ja u-kortti, johon jokaiseen on omat laskentakaavansa (Salomäki 1999, 211–278). I-kortti soveltuu 90 %:iin tapauksista, joten tässä opinnäytetyössä keskitytään ainoastaan siihen sen huomattavan laajan soveltuvuuden vuoksi. SPC i -kortti piirretään Excelin line chart -toiminnolla, ja siihen muodostuu SPC-käyrä, jonka tarkoitus on visualisoida prosessin suorituskyky, jolla pystyy pitämään prosessin hallinnassa. (Torkkola 2015, 158–162.)

Käytännössä tilastollinen prosessinohjaus tapahtuu siten, että prosessista kerätään suunnitellusti dataa, josta tehdään SPC-käyrä. Dataa ei tarvitse olla valmiina, ja sitä tarvitaan yllättävän vähän. 16 havaintoa on tyypillinen suositus, ja ohjausrajat vakiintuvat 25 havainnon jälkeen. Käyrästä näkee, onko datassa ohjausrajojen ylittäviä tapahtumia. Jos niitä on, tulee vastuuhenkilöiden selvittää syy. Havainnoista lasketaan keskiarvo, liukuva vaihteluväli, vaihteluvälin keskiarvo sekä ylä- (UCL, Upper Control Limit) ja alaohjausrajat (LCL, Lower Control Limit), jotka ovat symmetrisesti keskiarvon molemmin puolin. SPC-käyrällä mitataan vaihtelun määrää, josta näkee visuaalisesti asiat, joihin pitäisi puuttua. (Torkkola 2015, 149–162.)

SPC-käyrää varten mittaushavainnot järjestetään aikajärjestykseen, joista lasketaan keskiarvo  $\bar{x}$  seuraavalla kaavalla:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (1)$$

jossa  $n$  on havaintojen lukumäärä ja  $x_i$  on havainto. Keskiarvo piirretään kuvaan keskiarvoviivana. (Torkkola 2015, 159.)

Seuraavaksi lasketaan liukuva vaihteluväli  $v_i$  seuraavalla kaavalla:

$$v_i = |h_i - h_{i-1}|, \quad (2)$$

jossa  $h$  on havainto, ja  $h_i$  ja  $h_{i-1}$  ovat aina perättäisiä havaintoja, joiden erotus ilmoitetaan itseisarvona (aina positiivinen luku). Täten käydään kaikki havainnot läpi. (Torkkola 2015, 159.)

Liukuvan vaihteluvälin keskiarvo  $\bar{v}$  lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$\bar{v} = \frac{\sum_{i=1}^m v_i}{m}, \quad (3)$$

jossa  $m$  on liukuvan vaihteluvälin tulosten lukumäärä.

UCL lasketaan kaavalla:

$$UCL = \bar{x} + 2,659 * \bar{v}, \quad (4)$$

jossa vakio 2,659 on matemaattinen yleistys, jolla voidaan riittävällä tarkkuudella laskea kolmen keskihajonnan raja keskiarvon ja liukuvanvaihteluvälin perusteella. (Torkkola 2015, 160–161.)

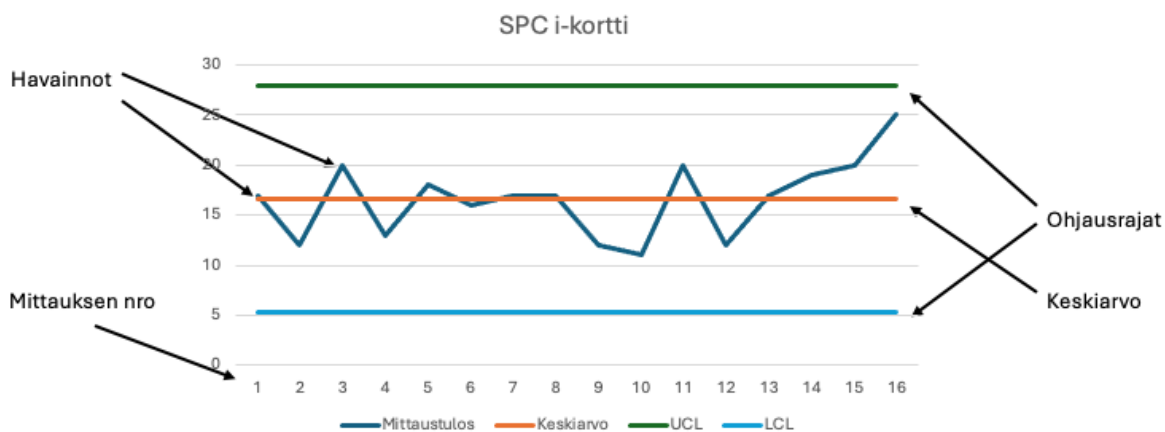
LCL lasketaan kaavalla:

$$LCL = \bar{x} - 2,659 * \bar{v}, \quad (5)$$

jossa vakio 2,659 on sama matemaattinen yleistys kuin UCL:ssä kaavassa 3. Jos laskennallinen LCL on negatiivinen luku, asetetaan alaraja manuaalisesti nolnaan. Käyttäytymiskäyrä on tilastomatematiik-

kojen mielestä työkalu, jolla erotetaan datasta informatiivinen signaali ja toisistaan satunnainen kohina. (Torkkola 2015, 161.) Kohinaa on prosessissa mukana oleva ja koko ajan vaikuttava luonnollinen vaihtelu (Salomäki 1999, 172).

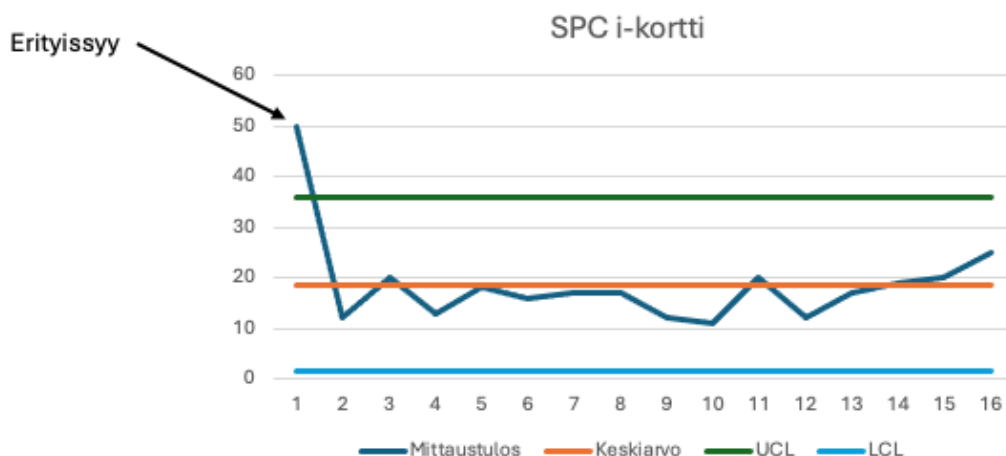
Tapahtumat lähellä ohjausrajoja ovat yleisempiä kuin lähellä keskiarvoa (Torkkola 2015, 161). Ohjausrajat (UCL ja LCL) ovat kolmen sigman rajoja eli kolmen keskihajonnan päässä prosessin keskiarvosta. Niiden avulla löytää datasta tarvittavan informaation suodattaen satunnaiset poikkeamat normaalista toiminnasta. Organisaation suorituskyky on ennustettavissa, kun prosessi sisältää vain satunnaista vaihtelua, jota ei saa koskaan nolla. (Torkkola 2015, 152.) Alla oleva kuvio 1 havainnollistaa stabiilin SPC-käyrän, jossa havainnot pysyvät ohjausrajojen sisäpuolella, jolloin suorituskyky on ennustettavissa. Ennuste toimii ainoastaan, mikäli systeemissä mikään olennainen ei muutu. (Torkkola 2015, 151).



KUVIO 1. Stabiili SPC-käyrä

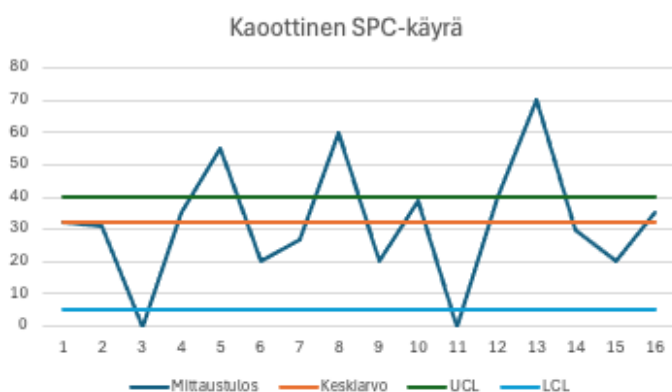
Erityisyyksi kutsutaan havaintoa, joka sijoittuu ohjausrajojen ulkopuolelle. Yksittäinen ohjausrajan ylitys on yleistä, mutta mikäli niitä on useita, tulee juurisyy etsiä ja käynnistää tarvittavat toimenpiteet. Kaikkea ei tarvitse korjata kerrallaan, vaan riittää, että valitsee yhden kehityskohteen. Prosessin tila paranee vähitellen, ja erityisyyt vähenevät. (Torkkola 2016, 153–155.) SPC i -kortin avulla voidaan selvittää, onko toiminnan suorituskyky vapaa erityisyyden aiheuttamasta vaihtelusta. Jos toiminta on vapaata erityisyyden vaihtelusta, toiminnan voi ennakoida – miten toiminta etenee ja mitä tuloksia voidaan odottaa tulevaisuudessa. Jos erityisyyttä ilmenee, muuttuu ennustettavuus epävakaa ja vaikeaksi hallita. (Taylor 2009, 84.) Erityisyys ei ole normaalisti mukana prosessissa, vaan se on löydettävä, ja sen vaikutus prosessiin on poistettava sekä pyrittävä estämään jatkossa (Salomäki 1999, 173). Erityisyyden

poistaminen vähentää kokonaisvaihtelua, mikä tekee prosessista stabiilimman. (Torkkola 2015, 154.) Syiden luokittelu erityis- ja juurisyyksi mahdollistaa toimenpiteiden tarkan ja tehokkaan kohdistamisen (Salomäki 1999, 172). Tapahtumien pysyessä ohjausrajojen sisällä on prosessi stabiili, eli se tulee toimimaan lähitulevaisuudessa samoin 99,7 %:n todennäköisyydellä, jolloin poikkeaman todennäköisyys on 0,3 %:a (Torkkola 2015, 152). Alla olevassa kuviossa 2 yksi havainnoista sijoittuu ohjausrajojen ulkopuolelle.



KUVIO 2. SPC-käyrässä esiintyvä erityisyys

Prosessien jakaminen omiksi SPC-käyriksi on suotavaa, jos suurin osa havainnoista menee ohjausrajojen yli. Tällainen SPC-käyrä on kaoottinen, ja syynä voi olla, että siinä näkyvät samanaikaisesti usean erilaisen prosessin tapahtumat. Vaihtoehtoisesti mitattavia kohteita voi myös supistaa. (Torkkola 2015, 153.) Alla on esimerkki siitä, miltä kaoottinen prosessi SPC-käyrällä näyttää (KUVIO 3).



KUVIO 3. Kaoottinen prosessi havainnollistettuna SPC-käyrällä (mukaillen Torkkola 2015, 150)

### 2.3.3 Tehokkuuden mittaaminen SPC i -kortilla

Tehokkuus tarkoittaa, että käytettävissä olevilla resursseilla saadaan aikaan mahdollisimman suuri tuotos, ja tehokkuuden tärkeä mittari on tuottavuus (Aro, Heikkilä, Holmgren, Ikonen, Juujärvi, Morikawa, Sahimaa & Råman 2023, 16). Asiantuntijatyötä tekevän mielestä hänen työhönsä voi sisältyä tehtäviä, jotka eivät kuulu työn ytimeen, ja nämä koetaan turhiksi ja vääriksi oman tehtävänkuvan näkökulmasta. Työn lisääntyvä hallinnointi, raportointi ja uusien tietojärjestelmien käyttöönotto voivat häiritä asiantuntijatyön tekemistä. (Toivanen 2016, 20–21.) Voidaan pohtia, voisiko työn tehokkuuden kokemukseen vaikuttaa se, miten työntekijä kokee tehtäviensä tärkeyden. Turhalta tuntuvien työtehtävien tekeminen saattaa luoda tunteen ajantuhlaukselta ja heikentää kokonaistehokkuutta, koska tehtävät eivät tunnu merkityksellisiltä. Toisaalta näidenkin tekemisen arvon voisi nähdä osana laajempaa kokonaisuutta, joka vaikuttaa kokonaistehokkuuteen.

Aro ym. (2023, 25) toteavat, että jokainen työtunti ei ole yhtä tehokas asiantuntijatyössä. Toisinaan ideat syntyvät helposti ja tehtävät etenevät kuin itsestään, kun taas välillä työ tuntuu tahmealta. Asiantuntijatyön tehokkuutta mitattaessa SPC i -kortin piirtäminen voi olla varteenotettava vaihtoehto. SPC-käyrän avulla asiantuntijatyön tehokkuudesta voi tunnistaa erottavat tekijät ja jakaa prosessit omiksi SPC-käyriksi (Torkkola 2016, 153). SPC-käyristä ymmärretään, minkälaisen ongelmien kanssa kollega kamppailee, jolloin se luo yhteisen käsityksen työyhteisölle kokonaisuuden toiminnasta ja suorituskyvystä. Käyrä avaa silmät muiden vastuualueiden haasteille ja suorituskyvyn parannuksille. (Torkkola 2016, 157–158.) SPC i -kortti tarjoaa datan avulla johdettavan pohjan päätöksenteolle, mikä tukee asiantuntijatyön tehokkuuden mittaamista.

## 2.4 Lean Six Sigma

Lean Six Sigman tarkoituksena on tuottaa lähes täydellisiä palveluja ja tuotteita asiakkaille. Siinä yhdistyvät Lean ja Six Sigma -menetelmät yhdeksi tekniikaksi, joiden molempien juuret ovat vaihtelussa ja sen hallitsemisessa. Lean keskittyy ajankäyttöön ja prosessin tehokkuuteen, kun taas Six Sigma painottaa prosessin ominaisuuksia ja sen laadullista suorituskykyä. Molempien tarkoitus on vähentää vaihtelua ja hukkaa. Ne edustavat tuottavuuden ja tehokkuuden molempia osakokonaisuuksia, virtaus- ja tehokkuutta ja resurssitehokkuutta. Lean Six Sigman teorian mukaan prosessin ominaisvaihtelu on minimoitava, ja tavoitteena on pyrkiä 0-virheeseen eikä ”optimivirhetasoon”. (Karjalainen & Karjalainen 2020, 48–49.)

Lean on arvon tuottamista poistamalla hukkaa ja kiinnittämällä huomiota enemmän prosessointi- ja jaksoaikoihin, järjestykseen ja prosessien tehostamiseen ja yleiseen parantamiseen (Karjalainen & Karjalainen 2020, 49). Sen periaatteiden mukaan organisaatio pyritään rakentamaan siten, että toiminta on mahdollisimman sujuvaa ja tehokasta. Tavoitteena on lyhentää asiakkaan kokema läpimenoaika varmistuen, että työtehtäviä valmistuu mahdollisimman paljon (Torkkola 2015, 75). Six Sigma puolestaan tarkoittaa tilastollista 0-virhettä ja hukkaa sekä strategiaa siihen, kuinka 0-virheeseen päästään (Karjalainen & Karjalainen 2020, 49). Se on historian menestynein suorituskyvyn parannusmenetelmä, joka kehitettiin Motorolalla 1980-luvulla yrityksen sisäiseksi toimintamalliksi, joka kokosi yhteen Shewharthin ja Demingin tilastolliset menetelmät yhdeksi strategiaksi. Vuonna 2009 julkaistiin Six Sigmaan liittyvä ISO-Standardi ISO 13053; Prosessien kehittämisen kvantitatiiviset menetelmät. (Torkkola 2015, 207.)

Yhdessä nämä kaksi asettavat asiakkaan etusijalle ja käyttävät ideoita, faktoja sekä dataa viedäkseen organisaatiota kohti parempia päätöksiä. Lean Six Sigma on kokonaisvaltaista prosessin parannusta, joka toimii asiakaslähtöisesti. Se vaatii johdon sitoutumista, ja sen tavoitteena on parantaa kaikkia organisaation osa-alueita niin, että asiakkaiden ja markkinoiden muuttuvat tarpeet täyttyvät sekä työntekijät, asiakkaat ja osakkaat hyötyvät. Ensin pienennetään vaihtelu, ja tämän jälkeen optimoidaan keskiarvot mahdollisimman lähelle tehokkuusreunaa. (Karjalainen & Karjalainen 2020, 49–50.)

Lean ja Six sigma yhdistyivät 2000-luvun alussa (Torkkola 2015, 207). Pääidea on siinä, että Lean Six Sigmassa työskennellään prosessien parantamisen eteen, ja sen avulla organisaatiolle pyritään tuomaan uusi tapa ajatella ja johtaa toimintaa. Se on ensimmäinen parannus- ja laatumenetelmä, jolla on merkit-

tävä vaikutus yrityksen tulokseen. Lean Six Sigman avulla voi tehokkaasti toteuttaa jatkuvaa parantamista ja uudistaa prosesseja sekä myös löytää halvempi tapa valmistaa, toteuttaa ja toimittaa tuote tai palvelu. (Karjalainen & Karjalainen 2020, 50.) Torkkolan (2015, 207) mukaan Lean Six Sigma -menetelmä sopii käytettäväksi viimeistään siinä vaiheessa, kun organisaation toiminta on stabiilia ja vaihtelua halutaan pienentää.

Lean Six Sigma on jatkuvan parantamisen lähestymistapa, jonka myötä organisaatio alkaa vähitellen kokea muutoksen. Useiden projektikierrosten jälkeen johdolla on mahdollisuus siirtää huomio yksittäisten työntekijöiden sijaan prosessien kehittämiseen. Työntekijöille annetaan mahdollisuus tunnistaa parannusideoita ja toteuttaa niitä. (Shaffie & Shahbazi 2012, 29.)

### 2.4.1 Lean Six Sigman pääperiaatteet

Lean Six Sigma on osaamiseen perustuva kehittämisstrategia, joka muodostaa organisaatiolle uuden tavan toimia. Se mahdollistaa kasvun parantamalla prosessien suorituskykyä ilman resurssilisäystä, ja se on ensi sijassa tietoperusteinen parannusmenetelmä, jossa systeemissä olevaa kohinaa pienennetään. Lean Six Sigman pääperiaatteiksi voidaan mainita seuraavat:

1. Keskittyminen asiakastyytyväisyyteen.
2. Suorituskyvyn parantaminen projekti projektilta.
3. Projektien lähtökohta on vaikutuksessa liiketoimintaan.
4. Lisääntyvien tuottojen ja vähentyneiden kustannusten avulla voiton parantaminen.
5. Vikojen, virheiden ja poikkeamien parantaminen sen perusteella, mikä vaikuttaa asiakkaalle ja niiden yhteisvaikutuksena tuotteen tai palvelun rakenteen kustannuksiin.
6. Organisaation johtaminen toisiinsa liittyvien prosessien systeeminä.
7. Tieteellisen lähestymistavan soveltaminen – PDSA (Plan-Do-Study-Act).
8. 0-virheen eli lähes täydellisyyden tavoittelu.
9. Lean- ja tilastollisten työkalujen käyttäminen.
10. Tietopohjan, kokemuksen ja ihmisten sitoutumisen rakentaminen organisaation suorituskyvyn parantamiseksi. (Karjalainen & Karjalainen 2020, 120–121.)

Lean Six Sigma edustaa muutosta perinteisestä johtamis- ja ongelmanratkaisumallista kohti tehokkaampaa, asiakaskeskeisempää ja dataperustaista toimintatapaa. Tämän ajattelutavan ytimessä on siirtyminen perinteisestä johtamis- ja ongelmanratkaisumallista kohti asiakaslähtöistä, prosessiperusteista ja tietoon perustuvaa toimintatapaa. (Shaffie & Shahbazi 2012, 28–29.) Alla oleva taulukko 1 kuvaa muutosta perinteisestä ajattelusta Lean Six Sigma -ajatteluun, jossa perinteinen ajattelu painottuu kustannusten hallintaan, oletuksiin perustuvaan ongelmanratkaisuun, yksilöiden syyllistämiseen, yrityskeskeisyyteen ja hierarkkisuuteen. Lean Six Sigma -ajattelu puolestaan korostaa arvon tuottamista asiakkaille vähemmällä virheillä, datan hyödyntämistä ongelmanratkaisussa, prosessien kehittämistä yksilöiden sijaan sekä valtuutettuja tiimejä.

TAULUKKO 1. Muutos perinteisestä ajattelusta Lean Six Sigma -ajatteluun (mukaillen Shaffie & Shahbazi 2012, 29)

Perinteinen ajattelu		Lean Six Sigma -ajattelu
Johtaminen kustannusten mukaan	➡	Johtaminen arvoa tuottamalla, vähemmällä virheillä
Ongelman ratkaisu oletuksilla	➡	Ongelmanratkaisu datan avulla
Syyllistää ihmisiä	➡	Syy etsitään prosessista
Yrityskeskeisyys	➡	Asiakaskeskeisyys
Hierarkisuus	➡	Valtuutetut tiimit

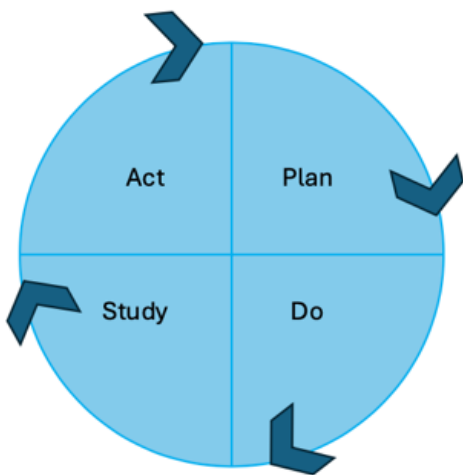
#### 2.4.2 PDSA – Plan-Do-Study-Act

PDSA-sykli eli kokeilujen kehä on systemaattinen prosessi toiminnan kehittämiseen, ja perustuu toistuviin vaiheisiin, joilla pyritään parantamaan suorituskykyä kokeilujen ja jatkuvan parantamisen avulla. Malli tunnetaan myös kehittäjänsä mukaan nimellä Demingin kehä, ja se on yksi neljästä peruspilarista W. Edwards Demingin teoriassa. Demig sovelsi tieteellistä ajattelua teollisuuteen 1950-luvulla, hyödyntäen erityisesti Walter A. Shewhartin kehittämiä menetelmiä. Mallin taustalla on tieteellisen menetelmän periaate, jonka juuret juontuvat 1600-luvulle Francis Baconin esittämään ideaan, missä havaintojen pohjalta muodostetaan hypoteesi, arvaus tapahtumasta, ja sen jälkeen hypoteesi vahvistetaan empiirisesti kokeilemalla. Tarkoituksena on löytää yleistettäviä ilmiöitä. (Torkkola 2015, 40.)

PDSA-sylkin tavoite on saavuttaa mahdollisimman virheetön prosessin suorituskyky. Mitä useammin se pyörii, sitä enemmän se tuottaa tietoa siitä, kuinka toimintaa voidaan parantaa. (Taylor 2009, 177;

Torkkola 2015, 42.) Jokainen uusi pyörähdys hyödyntää aiemmilta kierroksilta opittuja asioita ja sen aikana havaittuja uusia faktoja (Torkkola 2015, 42). Kuviossa 4 on esitelty PDSA-syklin neljä vaihetta, jotka ovat seuraavat:

1. Plan (suunnittele) -vaiheessa määritellään kehitysidea tai parannusehdotus, jonka toimivuutta halutaan testata. Suunnittelu tarkoittaa hypoteesin määrittelyä: mitä odotetaan tapahtuvan, mitaamisen rakentamista ja onnistumisen kriteerien pohdintaa. (Torkkola 2015, 41.) Jollakulla saattaa olla idea tuotteen tai prosessin parantamiseksi. Ensimmäinen askel on tutkia prosessia ja päättää, mitä muutosta kannattaa kokeilla. Asianmukainen tiimi organisoidaan testaamaan kehitysajatusta, ja laaditaan suunnitelma odotetuista tuloksista. (Taylor 2009, 176–177.)
2. Do (toteuta) -vaiheessa parannus toteutetaan ja pilotoidaan pienessä mittakaavassa (Taylor 2009, 177; Torkkola 2015, 41). Tämän voi tehdä esim. yksi henkilö tai yksi osasto, jotta vaiheesta ei tule liian hidas tai kallis (Torkkola 2015, 41).
3. Study (tutki) -vaiheessa tuloksia tutkitaan ja arvioidaan. Pohditaan, onko tulos ollut sattumaa vai saavutettiin ne muutoksen seurauksena. (Taylor 2009, 177; Torkkola 2015, 42.)
4. Act (toimi) -vaiheessa parannus otetaan käyttöön, idea hylätään tai sykli toistetaan uudestaan eri olosuhteissa (Taylor 2009, 177; Torkkola 2015, 42). Päätetään, levitetäänkö muutos laajempaan käyttöön, mikä on ennuste ja onko muutos järkevä vai onko sen toteuttamatta jättäminen parempi päätös. Alkuperäisen idean hylkääminen auttaa organisaatiota jatkamaan tehokkaasti eteenpäin. (Torkkola 2015, 42.)



KUVIO 4. PDSA-syklin neljä toistuvaa vaihetta (mukaiillen Taylor 2009, 177)

### 2.4.3 Virtaus- ja resurssitehokkuus

Virtaustehokkuus tarkoittaa, että asiakkaan kokema läpimenoaika minimoidaan ja pyritään siihen, että saadaan mahdollisimman paljon tehtäviä valmiiksi. Virtaustehokkaassa organisaatiossa keskeneräisen työn määrä pysyy pienenä ja työ virtaa prosessin läpi sujuvasti. Tekijä voi joutua odottamaan työtään, mutta työ ei odota tekijäänsä. Resurssitehokkuuden tavoitteena on puolestaan korkea käyttöaste, jolloin resursseja käytetään jatkuvasti. Se pyrkii siihen, että työntekijällä on aina tehtävä – eli työ odottaa tekijäänsä. Resurssitehokkuus maksimoi resurssien käyttöasteen mutta ei välttämättä lyhennä asiakkaan kokemaa läpimenoaikaa. (Torkkola 2015, 157–159.)

### 3 MENETELMÄT JA AINEISTO

Aiemmin optimaaliseksi määritelty ratkaisu ei pysy muuttumattomassa tilassa, vaan sen vaikuttavuus heikkenee toimintaympäristön muuttuessa. Tämän vuoksi organisaatioiden on tärkeää ylläpitää jatkuvan parantamisen käytäntöjä. Prosessin säännöllinen kehittäminen ja ylläpito ovat välttämättömiä, jotta sen suorituskyky ja tarkoituksenmukaisuus voidaan varmistaa myös pitkällä aikavälillä. (Torkkola 2015, 104.) Tässä luvussa kuvataan tämän opinnäytetyön tutkimusasetelma, käytetyt menetelmät ja aineisto sekä niiden analysoinnin periaatteet. Luku alkaa aineiston teoreettisella taustalla sekä perustelemalla SPC i -kortin valinnan yhdessä Lean Six Sigman kanssa asiantuntijatyön tehokkuuden mittaamiseksi. Seuraavaksi esitellään tämän opinnäytetyön tilaaja, kohdeorganisaatio ja tutkimusaineisto sekä aineiston keruun eteneminen kuuden PDSA-syklin mukaisesti. Tarkoituksena on esittää systemaattinen ja toistettavissa oleva menettely, jonka avulla asiantuntijatyön tehokkuutta voidaan mitata ja tulkita luotettavasti kohdeorganisaatiolle toteutettavan hankkeen edetessä.

#### 3.1 Teoreettinen viitekehys

Läpimenoaika kuvaa aikaa, joka kuluu tehtävän tai työn kulkemiseen prosessin läpi. Se on kokonaisaika prosessin etenemiselle alusta loppuun sisältäen myös työ- ja odotusajat, jolloin työ ei aktiivisesti etene. Keskeistä on kokonaisläpimenoaika, sillä se määrittää pitkälti prosessin sujuvuuden. Prosessin kehittämisen kannalta voi olla tarpeen tarkastella myös yksittäisiä vaiheita tai jonoja, jotta voidaan tunnistaa pullonkauloja tai parantaa suorituskykyä. Mitä enemmän on vaihtelua, sitä pidempi läpimenoaika on. (Torkkola 2015, 187–192.)

Valmistusnopeus tarkoittaa sitä määrää tehtäviä tai työvaiheita, jotka prosessissa viedään läpi tietyssä ajassa. Valmistusnopeuden taso vaikuttaa suoraan organisaation tehokkuuteen, kilpailukykyyn ja asiakastytyväisyyteen. Mikäli prosessissa esiintyy pullonkauloja, ne hidastavat valmistusnopeutta ja heikentävät tuottavuutta. (Himes, 2023.) Keskeneräisen työn rajoittaminen takaa tasaisemman valmistusnopeuden (Torkkola 2015, 63.)

Pullonkaulateoria tarkastelee prosessia toisiinsa kytkeytyvien vaiheiden ketjuna, jossa kokonaisuuden suorituskykyä rajoittaa aina heikoin lenkki – pullonkaula. Paras parannusvaikutus saadaan kohdistamalla kehittäminen juuri tähän kohtaan. Pullonkaulan tunnistaminen ei ole yksinkertaista, sillä jonoja syntyy myös muualle kuin todelliseen pullonkaulaan. (Torkkola 2015, 99.)

Strukturoimaton haastattelu on avoin haastattelu, joka muistuttaa haastattelijan ja haastateltavan välistä keskustelua, sillä kysymyksiä ei aseteta etukäteen. Tutkimusaineisto on mielekästä koota haastattelemalla, kun sen tavoitteena on tuottaa tietoa, joka koskee esim. havaintoja. Haastattelu on aineistonkeruumenetelmä, jossa tutkija on aktiivisesti mukana vuorovaikutuksessa ja vaikuttaa siten aineiston syntyyn. Haastattelumenetelmät voidaan luokitella sen perusteella, kuinka suuri rooli tutkijalla on vuorovaikutustilanteessa. (Jyväskylän yliopisto.)

Asiantuntijatyöhön soveltuvia prosessimittareita saa soveltamalla Littlen lakia ja Kingmanin yhtälöä. Littlen lain mukaan on tarkoituksenmukaista mitata keskeneräisen työn määrää, valmistuvien töiden määrää sekä jokaisen yksittäisen työn läpimenoaikaa. Lukumäärien lisäksi mittauksessa tulee ymmärtää ja mitata näiden eri osa-alueiden vaihtelu. Mikäli keskeneräisten ja valmistuvien töiden määrä saadaan stabiloitua, muuttuu myös läpimenoaika stabiloiduksi eli siitä tulee ennustettava. Kingmanin yhtälö puolestaan kuvaa, miten kysyntä, käyttöaste ja vaihtelu vaikuttavat läpimenoaikaan. SPC i -kortti siirtää huomion pois mm. yksittäisestä keskeneräisestä työpyynnöstä tai tehtävälistoista kokonaisuuden käyttäytymiseen. (Torkkola 2015, 164–165.)

Littlen laki on yksinkertainen ja tehokas matemaattinen lause, jota käytetään kuvaaman prosessien dynamiikkaa erityisesti jonojärjestelmissä. Sillä voidaan määrittellä keskimääräinen jonon pituus muuttumattomassa jonotusjärjestelmässä missä tahansa tilanteessa, jossa on jono. (Masterclass 2022; Mulholland 2017.)

Littlen lain kaava on:

$$L = \lambda * W, \tag{6}$$

jossa L on jonotusjärjestelmässä olevien yksiköiden keskimääräinen lukumäärä, mitä kutsutaan myös keskeneräiseksi työksi.  $\lambda$  on prosessiin saapuvien ja siitä poistuvien yksiköiden määrä tietynä ajanjaksona. W on keskimääräinen aika, jonka yksikkö viettää jonossa, ja tätä kutustaan myös läpimenoajaksi.

Yksiköiden tulee olla samoja kahdessa jälkimmäisessä. (Masterclass 2022; Mulholland 2017.) Mulhollandin (2017) mukaan ilman Littlen lakia Leania ei olisi olemassa.

Kingmanin yhtälö auttaa ymmärtämään jonoutumista eli odotuksen aikaa, ja se on tärkeä teoreettinen työkalu prosessien odotusaikojen arvioinnissa. Työmäärästä valtaosa odottaa sen aloittamista, ja vain pieni osa siitä on jo työn alla. Yhtälö tarjoaa yksinkertaistetun mutta käytännössä toimivan arvion keskimääräisestä jonotusajasta. Kingmanin yhtälö on soveltuva prosesseihin, joissa sekä työn saapuminen että sen käsittely vaihtelevat satunnaisesti. (Majava, P. & Piirainen, A. 2025.)

Kingmanin yhtälön kaava on:

$$E(W) = \left( \frac{p}{1-p} \right) * \left( \frac{c_a^2 + c_e^2}{2} \right) t_e, \quad (7)$$

jossa  $E(W)$  on jonotusaika,  $p$  on käyttösuhde,  $c_a^2$  on neliöllinen saapumisaikavaihtelukerroin,  $c_e^2$  on neliöllinen tehollisen aikavaihtelukerroin ja  $t_e$  on tehollinen aika tai prosessointiaika. Vuonna 1961 esitetty Kingmanin yhtälö auttaa ymmärtämään läpimenoajan muodostumista, ja sen kehitti brittiläinen matemaatikko Sir John Kingman. (Roser 2017.)

Tämän teoreettisen tiedon pohjalta tässä työssä päädyttiin mittaamaan asiantuntijatyön läpimenoaikaa ja valmistusnopeutta. Läpimenoaika valittiin, koska se kuvaa prosessin kestoa ja tuo näkyviin mahdolliset viiveet, resurssien riittävyyden ja prosessin pullonkaulat. Lean Six Sigma näkökulmasta läpimenoaika on keskeinen asiakasarvon mittari: mitä lyhyempi ja ennustettavampi läpimenoaika on, sitä paremmin prosessi tuottaa arvoa ilman hukkaa. Valmistusnopeus puolestaan mittaa työn tuottavuutta suhteessa käytettyyn aikaan ja mahdollistaa eri vaiheiden tai menetelmien tehokkuuden vertailun. Se tukee Lean Six Sigma -ajattelun tavoitteita vaihtelun hallinnassa, sillä valmistusnopeuden avulla voidaan seurata, kuinka tasaisesti ja ennustettavasti työ etenee eri sykleissä. Yhdessä nämä mittarit muodostavat tasapainoisen kokonaisuuden, joilla saadaan kuva asiantuntijatyön suorituskyvystä ja prosessin vakaudesta.

### 3.2 Tutkimusmenetelmät

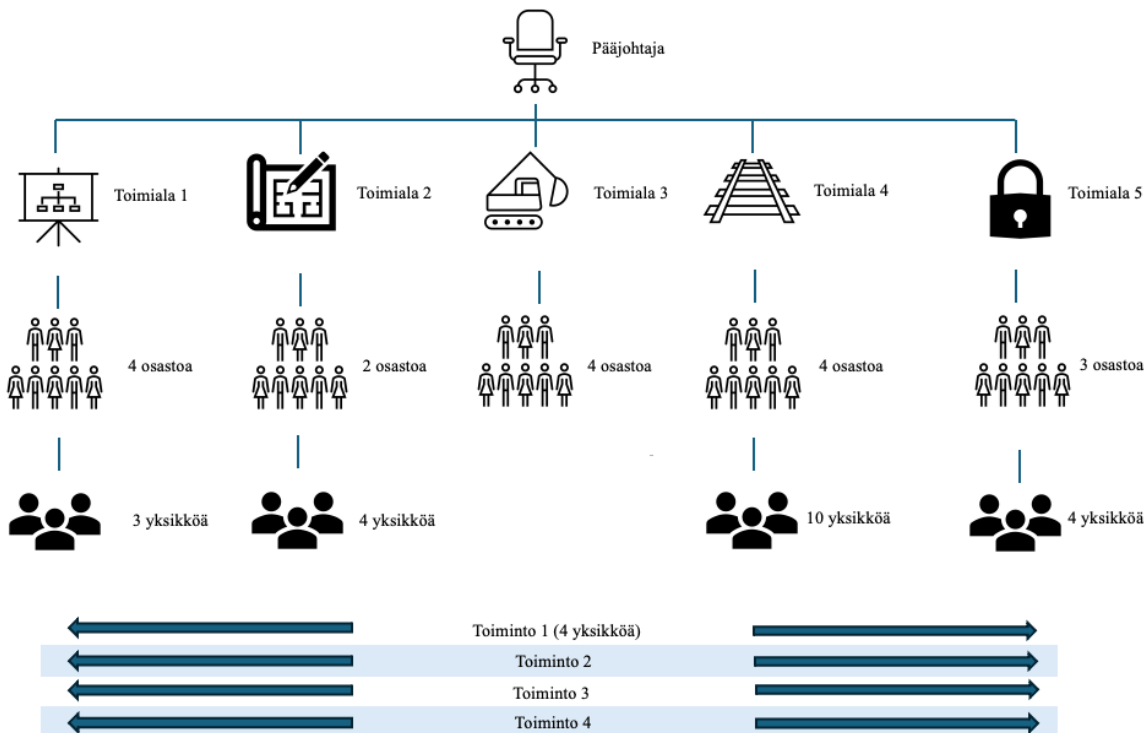
Tämä opinnäytetyö on tutkimuksellinen työ, jossa asiantuntijatyön tehokkuutta mitataan ja analysoidaan SPC i -kortin avulla. SPC valittiin keskeiseksi menetelmäksi, koska se tarjoaa rakenteellisen tavan seurata ja parantaa prosessin suorituskykyä mittausdatan perusteella. Tutkimuksessa käytettiin SPC i -korttia sen laajan soveltuvuuden takia, kuten luvussa 2.3.2 SPC i -kortti ja SPC-käyrä on esitetty. SPC i -kortit piirrettiin Excelin line chart -toiminnolla. Tutkimus teoreettisena viitekehyksenä toimii lisäksi Lean Six Sigma, joka tuo jatkuvan parantamisen ja systemaattisen kehittämisen näkökulman osaksi tehokkuuden parantamista. Lean Six Sigman ajateltiin sopivan asiantuntijatyön kaltaiseen kontekstiin, jossa tehokkuutta halutaan mitata ja parantaa. Yhdessä SPC i -kortin kanssa se muodostaa kokonaisuuden, jonka avulla asiantuntijatyön tehokkuutta voidaan mitata, kehittää ja analysoida systemaattisesti sekä luotettavasti.

### 3.3 Aineiston keruun lähtökohdat

Aineisto kerättiin organisaatiosta, joka hoitaa infrarakentamisen suunnittelua ja toteutusta. Jatkossa organisaatiota kutsutaan kohdeorganisaatioksi. Kohdeorganisaatiossa on käynnissä useita tutkimus- ja kehityshankkeita, joilla pyritään vastaamaan alati muuttuvaan toimintaympäristöön. Suunnittelutoimialalla, jota kutsutaan jatkossa kohdetoimialaksi, on käynnissä tutkimus- ja kehityshanke (T&K-hanke), jonka tavoitteena on palautteen käsittelyn menetelmänkuvaus, joka tukee jatkuvan parantamisen mallia. Hankkeen aikana haluttiin tutkia myös asiantuntijatyön tehokkuutta SPC i -korteilla, mikä tukee myös jatkuvan parantamisen mallia. Tehokkuuden tutkiminen eriytettiin hankkeesta omaksi tutkimukseksi tämän opinnäytetyön puitteissa. Jotta lukija ymmärtää, miksi T&K-hanke käynnistettiin, seuraavaksi esitellään kohdeorganisaatio ja T&K-hankkeen kohdetoimiala sekä siellä havaitut haasteet.

Kohdeorganisaatiolla on viisi toimialaa, ja näiden alla on osastoja ja yksiköitä, joiden tukena on neljä tukitoimintoa. Organisaation rakenne on esitelty alla olevassa kuviossa 5, jossa pääjohtajan alaisuuteen kuuluu viisi toimialaa, joiden alla on osastoja ja yksiköitä. Jokaiselle toimialalle, osastolle ja osalle yksiköistä tehdään oma vuosittainen toimintasuunnitelma. Yhteistä toimintamallia ei ole, joten tiedonvaihto tapahtuu lähinnä perustettavien työryhmien ja ohjausryhmien kautta sekä ajoittain myös erilaisissa tapaamisissa ja tilaisuuksissa. Organisaation rakenne on rakennettu joustavaksi ja kyseisen toiminnon tarpeita tukeväksi, joten toimialojen kesken ei ole yhtenäistä toimintatapaa tiedonkulussa, tie-

donhallinnassa tai tiedolla johtamisessa. Toimintamalli mahdollistaa joustavan työskentelyn yksiköiden ja osastojen sisällä, mutta aiheuttaa haasteita tiedon hallinnassa eri tietojärjestelmien rajapinnoilla. Tiedonhallintaprosesseja on vain osittain automatisoitu, ja työ perustuu osittain hiljaiseen tietoon tai vakiintuneisiin ja epävirallisiin käytäntöihin. Muutostilanteissa tämä johtaa usein tiedonkulun häiriöihin, ja tuo esiin tarpeen päivittää ja selkeyttää toimintatapoja. Kohdetoimialalla on myös tunnistettu tiedonkulunhaasteet palautteen keräämisessä, käsittelyssä ja viestinnässä.



KUVIO 5. Kohdeorganisaation rakenne vuonna 2025 (mukaihen kohdeorganisaatio 2025)

T&K-hanketta työstävä asiantuntija on korkeasti koulutettu ammattilainen, joka kehittää osaamistaan jatkuvasti. Hänellä on pitkä ja monipuolinen kokemus infra- ja talonrakentamisen toimialoilta, joissa asiantuntija on toiminut mm. hallinnon laajojen kehityskokonaisuuksien vetovastuussa. Ennen T&K-hankkeen alkamista hän oli toiminut vuoden ajan kohdeorganisaation suunnittelun ohjauksen kehittämistehtävässä, ja nykyisin hän on yrittäjä. Aiemmasta työelämästään hänellä on hyviä kokemuksia Lean-menetelmien soveltamisesta rakentamisen toteutuksessa. Hän toimii vakuuttavasti vaativissakin asiantuntijatehtävissä, ja hänen työskentelyään luonnehtii kehittämislähtöinen lähestymistapa ja prosessien kehittäminen.

Kohdetoimialalla palautteen käsittelyn jatkuvan parantamisen mallia ei ollut aiemmin määritelty, joten sen selvittäminen oli ensimmäinen askel. Lisäksi tavoitteena oli selvittää, miten jatkuvan parantamisen toimet kohdennetaan niin, että niistä saadaan suurin vaikuttavuus. Hankkeen toteuttanut asiantuntija hyödynsi Lean-menetelmiä analyysin ja kehitystyön tukena. Näistä syistä tämän tutkimuksen näkökulmaksi valittiin Lean Six Sigma ja PDSA-sykli. Lean Six Sigma yhdistää Lean-ajattelun prosessien virtaukseen ja Six Sigma tilastollisesti ohjattuun laadun parantamiseen. PDSA puolestaan korostaa jatkuvaa parantamista, kokeilua ja oppimista sykleittäin. Yhdessä nämä tarjoavat systemaattisen viitekehyksen asiantuntijatyön tehokkuuden mittaamiseen ja kehittämiseen.

### 3.4 Aineiston keruu

Tutkimuksen alkuvaiheessa ei ollut vielä selvää, ketä ja mitä tarkalleen tutkittaisiin. T&K-hanke toteutettiin palvelumuotoilun keinoin, minkä vuoksi tämän tutkimuksen aineiston keruu tarkentui vähitellen hankkeen edetessä. Tiedossa kuitenkin oli, että tutkimus kohdistuisi asiantuntijatyön tehokkuuden mittaamiseen SPC i -korttien avulla. Alkuperäinen suunnitelma oli tutkia kohdetoimialan asiantuntijoiden työtä, mutta asiantuntijan arvion mukaan kohdetoimialan prosesseista ei saisi sopivaa mitattavaa aineistoa. Asiasta järjestettiin tapaaminen, jonka tavoitteena oli selvittää, mistä saisi sopivan aineiston tähän tutkimukseen. Tapaamisessa päätettiin, että tutkimus kohdistetaan tilaajana toimivan asiantuntijan työn tehokkuuteen T&K-hankkeen yhteydessä, joka oli jo käynnissä tämän tutkimuksen alkaessa. Osa aineistosta koostui hankkeen etenemisaikataulusta, joka saatiin kerättyä jo tämän tutkimuksen käynnistyessä, mutta jota jouduttiin myöhemmin päivittämään T&K-hankkeen aikatauluviivästyksen vuoksi. Lopullisen aineiston laajuus ei ollut alussa tiedossa, vaan se täsmentyi vasta hankkeen loppuvaiheessa, kun mukaan päätettiin ottaa myös teknisen kehittämisen aineistoa. Aineiston keruu valmistui vasta tämän jälkeen, ja siihen kului lopulta noin viisi kuukautta. Näistä syistä aineiston keruu osoittautui haasteelliseksi, sillä tämän tutkimuksen tarkoitus muotoutui vasta hankkeen loppuvaiheessa.

Tavoiteaikatauluksi oli sovittu asiantuntijan ja kohdetoimialan välillä kahdeksan kuukautta. T&K-hanke koostui kuudesta PDSA-syklistä ja niiden vaiheista (Plan, Do, Study ja Act), joista tämän tutkimuksen aineisto kerättiin. Aineiston keruu toteutettiin strukturoimattomilla haastatteluilla, joissa karotettiin T&K-hankeeseen käytetty työaika, joka koostui suunnittelusta, toteutuksesta, analysoinnista ja muokausehdotuksista. Asiantuntija tarkisti kalenteristaan ja vanhoista sähköposteistaan työtunnit, ja ne kirjattiin manuaalisesti Google Sheetsiin haastattelujen yhteydessä. Lisäksi kirjattiin jokaisen

syklin vaiheen alkamis- ja päättymispäivät. Aineisto muodostui Google Sheetsin kirjauksista haastattelujen pohjalta, jotka siirrettiin myöhemmin Exceliin. Google Sheets ei soveltunut SPC-käyrän piirtämisen, sillä siitä ei löydetty tarvittavaa Line Chart -toimintoa. Excel osoittautui käytännössä toimivammaksi työkaluksi aineiston käsittelyyn, joten se valittiin Google Sheetsin sijaan. Aineisto asetettiin Excelissä havaintojen mukaan aikajärjestykseen. Alkamis- ja päättymispäivistä laskettiin Excelin työpäivät-kaavan avulla läpimenoajat henkilötyöpäivissä, joista viikonloput ja pyhäpäivät jätettiin pois. Läpimenoajat muunnettiin tunneiksi kertomalla ne Excelissä 7,5:llä, joka oli määritetty yhden työpäivän pituudeksi.

PDSA-sykliden toteutus osoitti, että asiantuntijatyön tehokkuuden tutkiminen ei ole yksiselitteistä, sillä työ on tilannesidonnaista ja jatkuvasti muotoutuvaa. PDSA-syklejä toteuttaessa ei ollut ennakkoon tietoa vaiheiden alkamis- ja päättymispäivistä, vaan ne selvisivät vasta käytännön toteutuksen aikana. Tämä toi haasteita aineiston keruuseen, sillä sen rakennetta ei voitu alkuvaiheessa määrittellä selkeästi. Asiantuntijatyöhön kuului suunnittelua, analysointia sekä päätöksentekoa ja muutosehdotusten laatimista. Lisäksi asiantuntijan työ sisälsi vuorovaikutusta kohdetoimialan asiantuntijoiden kanssa, mikä johti usein vastausten ja päätösten odottamiseen. Tämä viivästytti etenemistä ja lisäsi kokonaisprosessin kestoa, mikä osaltaan vaikeutti tehokkuuden tutkimista.

Kuuden PDSA-syklin visualisointi SPC i -korteiksi oli tarkoitettu havainnollistamaan kohdetoimialan esihenkilöille tulevien kehitysprojektien resurssitarpeita, aikatauluja ja suunnitteluun vaatimaa aikaa. SPC i -korttien käyttö ei ollut kohdetoimialalla entuudestaan tuttua, mutta asiantuntija näki menetelmässä merkittävän potentiaalin ja halusi esitellä sen heille. Lisäksi tavoitteena oli tarjota ideoita muihin käyttötarkoituksiin SPC i -kortille. Työn päätavoitteena oli kehittää kohdetoimialan johdon käyttöön mittari, joka tekee tuottavuuden parantamisen näkyväksi.

Seuraavassa luvussa 3.4.1 Eteneminen PDSA-sykliden mukaisesti esitellään kuuden PDSA-syklin työtehtävät, jotta lukija näkee, mistä aineisto muodostui. Työvaiheiden esittely tekee ymmärrettäväksi läpimenoajan ja valmistusnopeuden mittaamisen SPC i -korteilla.

### **3.4.1 Eteneminen PDSA-sykliden mukaisesti**

Ensimmäisen PDSA-syklin tarkoitus oli selkeyttää kaikille osapuolille T&K-hankkeen tavoitteet, ja lisäksi tavoitteena oli laatia kohdetoimialan määräysten mukainen hankesuunnitelma. Plan-vaiheessa

asiantuntija laati T&K-hankesuunnitelman kohdetoimialalle ja teki hankkeessa toteutettavien menetelmien suunnittelun ja valinnan. Do-vaiheessa kohdetoimiala luki sen ja antoi siitä ohjeistuksia, joiden perusteella suunnitelma laadittiin osittain uusiksi. Study-vaiheessa asiantuntija kävi läpi kaikki muutosehdotukset ja -vaatimukset sekä teki uuden suunnitelman ja ehdotuksen kohdetoimialalle. Act-vaiheessa kohdetoimiala tutustui uuteen ehdotukseen, ja sopimus allekirjoitettiin sähköisesti.

Plan-vaihe toteutui yhden päivän aikana (26.2.2025), ja sen muutos tunteihin oli seitsemän ja puoli tuntia. Asiantuntijan vaiheeseen käyttämä työaika, eli valmistusnopeus, oli neljä tuntia. Do-vaihe alkoi 26.2.2025 ja päättyi 4.3.2025, ja sen läpimenoaika oli viisi henkilötyöpäivää. Muutos tunteihin on kolmekymmentäseitsemän ja puoli tuntia. Vaiheen valmistusnopeus oli puolitoista tuntia. Study-vaiheen läpimenoaika oli seitsemän henkilötyöpäivää ja valmistusnopeus neljä tuntia. Act-vaiheen läpimenoaika oli seitsemäntoista henkilötyöpäivää, ja valmistusnopeus kaksi ja puoli tuntia. Jokaisen PDSA-syklin kaikkien vaiheiden (Plan, Do, Study ja Act) vastaavat tiedot on koottu havaintojen aikajärjestyksessä taulukkoon 2.

Toisen PDSA-syklin tavoitteena oli löytää koko toimialaa palveleva kehityskohde. Plan-vaiheessa asiantuntija valitsi menetelmäksi Learning cafen, ja suunnitteli sen toteutuksen. Learning cafe on fasilitointimenetelmä, jossa osallistujat keskustelevalt ennalta valituista aiheista kahvilanomaisessa asetelmassa. Menetelmän avulla voidaan kerätä ja kehittää ideoita osallistaen kaikki osallistujat. Tavoitteena on sitoutua ratkaisujen toteuttamiseen. (Nummi 2022, luku 2.3.) Do-vaiheessa hän toteutti kohdetoimialan asiantuntijoille Learning cafe -minityöpajan ja keräsi aineistoa asiantuntijoiden työajan jakautumisesta. Tavoitteena oli saada 80/20-mallilla näkyviin ne vuorovaikutustilanteet ja toimintatavat, joihin kehitystoimet kannattaa kohdistaa. 80/20-mallin mukaan 80 % seurauksista johtuu 20 % syistä. Mallin voi tehdä esim. lukumäärän, keskiarvon tai keskihajonnan määrän mukaan. (Shaffie & Shabazi 2012, 13.)

Study-vaiheessa asiantuntija siirsi aineiston taulukkolaskentaohjelmaan ja analysoi sen kohdetoimialan asiantuntijoiden kanssa hyödyntäen A3-ongelmanratkaisumenetelmää. A3-ongelmanratkaisumenetelmä on oppimis- ja johtamisväline, jonka perusajatus on, että organisaatio oppii parhaiten ratkomalla ongelmia yhdessä. Se korostaa syiden selvittämistä oireiden sijaan, keskittymistä olennaiseen sekä yhteisen ymmärryksen rakentamista ryhmätyön ja harkitun ajattelun kautta. (Torkkola 2015, 32–35.) Analyysin perusteella ongelmaksi muodostui kohdetoimialan asiantuntijoiden tyypillisten töiden erilaisuus, ja ettei vastauksista voinut päätellä mistä yksiköstä ne oli kirjattu. Työpajan yhteydessä käytiin

myös vapaamuotoista keskustelua hyödyntäen 5 x miksi -menetelmää. 5 x miksi -menetelmässä kysytään viisi kertaa miksi, kunnes tarkasteltavan ilmiön juurisyy löytyy. Yleensä se löytyy viidennen kysymyksen kohdalla tai jo aiemmin. (Työturvallisuuskeskus 2025.) Keskustelussa todettiin, että kehityskohdetta ei saatu ratkaistua, ja päätettiin, että aineistoa tulee analysoida huolellisemmin. Tämän jälkeen asiantuntija hyödynsi tulosten analysointiin lisäksi tekoälyä ja teki yhteenvedon A3-menetelmän analyysistä. Act-vaiheessa hän havaitsi, että kehittämisen rajausta ei voitu tehdä kerätyllä aineistolla, joten hän teki ehdotuksen uudesta aineistonkeruusta MS Forms -kyselynä, jonka tulokset jaoteltaisiin yksiköittäin tai osastoittain. Kysely on yksi eniten käytetyistä tiedonkeruu menetelmistä, jonka avulla voidaan kerätä laaja tutkimusaineisto. Se on nopea ja tehokas sekä tuottaa tyypillisesti paljon numeroihin perustuvia tuloksia. (Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2015, 121–122.) Kohdetoimiala hyväksyi ehdotuksen.

Kolmannen PDSA-syklin tavoite T&K-hankkeessa oli löytää koko toimialaa palveleva kehityskohde tarkentamalla Learning cafeen tuloksia yksiköiden ja osastojen tasolla. Plan-vaiheessa asiantuntija suunnitteli MS Forms -työajan jakautumiskyselyn, jossa kohdetoimialan asiantuntijoiden tuli jakaa työaikansa (100 %) eri vaihtoehtojen kesken. Do-vaiheessa asiantuntija toteutti kyselyn. Study-vaiheessa hän sai tulokset ulos Excelistä ja käsitteli ne kohdeorganisaation paikallisella tekoälyllä. Paikallinen tekoäly on tekoälyjärjestelmän tallennuspaikka, jossa jokainen osa toimii itsenäisenä osanaan. Osat voivat sijaita työasemilla, paikallisverkossa tai pilvessä. Järjestelmä toimii organisaation sisäisessä ympäristössä paikallisesti ilman, että tietoja tarvitsee siirtää ulkoisiin palveluihin. Paikallisen tekoälyn käyttäminen edellyttää yritykseltä Enterprise-lisenssin hankkimista. (Immonen 2025.) Hän analysoi tuloksia 80/20-mallilla, jonka tavoitteena oli selvittää, mitkä 20 % työtehtävistä kuluttavat 80 % ajasta. Vastaukset eivät antaneet 80/20-mallin mukaisia vastauksia. Asiantuntija hyödynsi analysoinnissa myös tekoälyä ja pyysi siltä ehdotuksia jatkoanalysoinnista. Tekoäly ei antanut soveltuvaa vastausta jatkoanalysointiin. Hän tarkisti lisäksi avoimista vastauksista asiantuntijoiden mielipiteet ensisijaisista kehityskohteista ja löysi keskeisen ehdotuksen: roolien ja tehtävien läpinäkyvyyden lisääminen. Act-vaiheessa asiantuntija esitti kehityskohteen kohdetoimialalle ja ehdotti roolien ja tehtävien läpinäkyvyyden tarkempaa selvittämistä työpajatyöskentelyssä.

Neljännän PDSA-syklin tarkoitus T&K-hankkeessa oli edelleen kehittää asiantuntijatyötä, ja tavoitteena oli löytää suunnitelmätiedon virtauksen pullonkaulat tai katkeamiset aineiston siirtyessä vaiheesta seuraavaan. Plan-vaiheessa asiantuntija suunnitteli aineiston keruuta mahdollisimman kattavasti koko toimialalle. Kohdetoimiala kokoontuu muutaman kerran vuodessa, joten hän ehdotti aineiston keruuta tulevassa toimialapäivässä Me-We-Us-fasilitoidun työpajan avulla. Me-We-Us on kaikkia

osallistava menetelmä, jonka tavoitteena on rakentaa ryhmähenkeä. Se koostuu kolmesta vaiheesta nimensä mukaisesti edeten yksilötasolta pienryhmiin ja sitä kautta koko ryhmän pohdintaan. (Nummi 2022, luku 3.1.) Ehdotus hyväksyttiin, ja asiantuntija suunnitteli työpajan. Tavoitteena oli dokumentoida kohdetoimialan asiantuntijoiden laaja-alaiset kokemukset suunnittelutiedon siirtymisessä vaiheesta toiseen sekä laatia projektipäälliköille ohjeistus, jossa roolit ja tehtävät suunnittelutiedon siirtymisessä seuraavaan vaiheeseen avataan.

Do-vaiheessa asiantuntija toteutti Me-We-Us-työpajan. Study-vaiheessa hän analysoi työpajan tuloksia kalanruotokaavion avulla yhdessä kohdetoimialan asiantuntijoiden kanssa. Iwshika- eli kalanruotokaavio on työkalu ongelmien syiden jäsentämiseen, jossa tarkastellaan kuutta osa-aluetta: ihmisiä, menetelmiä, materiaaleja, mittareita, laitteita ja ympäristöä. Kokonaisvaltainen lähestymistapa edellyttää, että kaikkia kuutta osa-aluetta tarkastellaan. Kaavio on työkalu, jota käytetään ongelmien syiden selvittämiseen ja jäsentelyyn. (Torkkola 2015, 98.) Kaaviosta nousi esiin erilaisia asiantuntijoiden työtä helpottavia kokonaisuuksia, joista asiantuntija laati tulevaan toimialainfoon yhteenvedon. Act-vaiheessa hän ehdotti kohdetoimialalle toimialainfossa toteutettavaa MS Teams Polls -kyselyä, johon sisältyi kuusi kehittämiskohdevaihtoehtoa, joista kohdetoimialan asiantuntijat valitsevat tärkeysjärjestyksen. Ehdotus hyväksyttiin.

Viidennen PDSA-syklin tavoitteena oli saada kohdetoimialan asiantuntijoiden tärkeysjärjestykseen asettamat kehityskohteet. Plan-vaiheessa asiantuntija teki yhteenvedon toimialapäivän löydöksistä, joista hän laati aloituksen toimialainfoon. Hän suunnitteli myös kyselyn, jossa pyydettiin kirjaamaan omaan työhön vaikuttavat parannusehdotukset tärkeysjärjestykseen. Do-vaiheessa asiantuntija piti toimialainfon alussa intron ja toteutti kyselyn. Study-vaiheessa hän analysoi vastaukset ja teki ristiintarkistuksia tekoälyn tuottaman aineistoanalyysin kanssa. Hän laski myös painotetun tuloksen ja vertasi sen tulosta kyselyn vastauksiin. Analyysin tuloksena Act-vaiheessa hän ehdotti kohdetoimialan kehityskohteeksi tilannekuvapalvelua sekä laati ehdotuksen siitä, miten ja millä työkalulla asiantuntijatyötä voitaisiin parhaiten helpottaa. T&K-hankkeen asiantuntijatyön kehittämisen tutkimus päättyi viidennen PDSA-sykliin.

Kuudennen PDSA-syklin tarkoituksena T&K-hankkeessa oli esihenkilötyön kehittäminen, ja tavoitteena oli kiireellisten tietopyyntöjen prosessien parantaminen. Plan-vaiheessa kohdetoimiala ehdotti Lean-työkalujen esittelyä kohdetoimialan esihenkilöille, ja tätä varten he sopivat asiantuntijan kanssa kaksi tapaamista. Ensimmäinen tapaaminen sisältyi Plan-vaiheeseen, jossa asiantuntija esitteli kohdetoimialan esihenkilöille Lean-työkalut: Kata-menetelmät (parannus-kata ja valmennus-kata), PDSA:n,

A3-ongelmanratkaisumenetelmän, kalanruotokaavion ja 5 x miksi -menetelmän. Parannus-kata on Lean-johtamisen menetelmä, jonka avulla organisaatiossa voidaan saavuttaa systemaattinen jatkuva parantaminen. Se etenee vaiheittain siten, että tavoitteita kohti edetään kokeilujen kautta. Valmennus-kata on Lean-johtamisen menetelmä, joka tukee parannus-katan toteuttamista. Siinä on kolme roolia, valmentaja, kakkosvalmentaja ja oppija, ja siinä korostuu esihenkilön valmentava ote. Valmennus tapahtuu lyhyissä, päivittäisissä keskusteluissa samojen kysymysten avulla. Tarkoituksena on kehittää oppijan ongelmanratkaisutaitoja jatkuvan parantamisen mallilla. (Torkkola 2015,114–119.)

Tapaamisessa päätettiin, että Lean-työkaluja kokeillaan käytännössä ja kehitettäväksi kohteeksi valikoitui kiireellisten tietopyyntöjen vastausprosessi. Plan-vaiheessa asiantuntija lisäksi suunnitteli toisen tapaamisen kehitystyöpajan muodossa. Do-vaiheessa toteutettiin työpaja. Study-vaiheessa työpajassa kerättiin ideoita prosessin toimivuudesta Aloita-Lopeta-Jatka-retrospektiivillä. Ideat luokiteltiin sekä analysoitiin A3-ongelmanratkaisumenetelmällä. Työpajan tavoitteena oli määrittää prosessin ensisijainen kehityskohde ja sopia sen toimenpiteistä. Lopullinen analyysi tehtiin keskustellen. Act-vaiheessa keskustelun tuloksena laadittiin A3-ongelmanratkaisupohjalle ehdotus, suunnitelma ja seuranta.

TAULUKKO 2. Kuuden PDSA-syklin aineisto

PDSA-sykli	vaihe	havainto	alkamispvä	päätymis-pvä	läpimeno-aika (hpt)	h (läpimeno-ajasta)	valmistus-nopeus (h)
1.	Plan	1	26.2.	26.2.	1	7,5	4
	Do	2	26.2.	4.3.	5	37,5	1,5
	Study	3	4.3.	12.3.	7	52,5	4
	Act	4	12.3.	3.4.	17	127,5	2,5
2.	Plan	5	20.3.	20.3.	1	7,5	4
	Do	6	25.3.	25.3.	1	7,5	0,5
	Study	7	7.4.	9.4.	3	22,5	3
	Act	8	10.4.	11.4.	2	15	3
3.	Plan	9	14.4.	28.4.	9	67,5	8
	Do	10	29.4.	5.5.	4	30	1
	Study	11	6.5.	7.5.	2	15	4
	Act	12	8.5.	8.5.	1	7,5	4
4.	Plan	13	9.5.	15.5.	5	37,5	16
	Do	14	16.5.	16.5.	1	7,5	3
	Study	15	19.5.	12.6.	18	135	13
	Act	16	12.6.	12.6.	1	7,5	0,5
5.	Plan	17	12.6.	12.6.	1	7,5	1,5
	Do	18	13.6.	13.6.	1	7,5	0,5
	Study	19	13.6.	11.8.	41	307,5	3
	Act	20	11.8.	20.8.	8	60	1,5
6.	Plan	21	6.6.	9.6.	2	15	12,5
	Do	22	16.6.	16.6.	1	7,5	0,5
	Study	23	16.6.	16.6.	1	7,5	1
	Act	24	15.8.	20.8.	4	30	1

### 3.4.2 Teknisen kehittämisvaiheen aineisto

Tähän tutkimukseen päätettiin T&K-hankkeen lopuvaiheessa sisällyttää myös tekniseen kehittämisen aineistoa. Kohdeorganisaatio kehitti omaa paikallista tekoälyään ulkopuolisen palveluntuottajan toteuttamana, ja tämän tehokkuuden visualisointi SPC i -korteiksi nähtiin merkittävänä hyötynä tulevaa kehitystyötä ajatellen. Tämän sisällyttämiseen päädyttiin myös siksi, että tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli myös tarjota ideoita muihin käyttötarkoituksiin SPC i -kortille. Aineisto kerättiin palveluntuottajan teknisen kehittämisen toiminnasta. Palveluntuottaja ei seuraa PDSA-sykliä vaan käyttää Scrum-menetelmää. Scrum on ketterän projektinhallinnan viitekehys, joka toimii tyypillisesti ohjelmistokehityksen sprinteissä, ajallisesti rajatuissa jaksoissa. Se koostuu rooleista, säännöllisistä palavereista, työkaluista ja säännöistä sekä käyttää iteratiivista lähestymistapaa toimivan tuotteen toimittamiseen. Tuotteen omistaja vastaa tuotteen arvon maksimoimisesta. (Project Management Institute Inc 2017, 101.) Palveluntuottaja opetti kohdeorganisaation paikallista tekoälyä sekä lanseerasi yhteensä seitsemän kehitettyä versiota. Näistä kaksi liittyivät samaan paikalliseen tekoälyyn, jonka kehitys saatiin päätökseen kahden version kautta aina julkaisuun asti. Loput viisi versiota koskivat toista paikallista tekoälyä, jonka kehittäminen on edelleen kesken. Näiden kahden tekoälyn kehittäminen esitetään aineistossa seitsemänä versiona, koska niiden tarkoitus oli kuitenkin sama.

Alkuperäinen ajatus oli esittää teknisen kehittämisen aineisto seitsemäntenä PDSA-syklinä, mutta palveluntuottajalta saatiin aineistoksi ainoastaan eri versioiden kehittämisen läpimenoajat henkilötyöpäivissä – ei valmistusnopeuksia tai tietoa käytetystä työajasta. Tiedettiin kuitenkin, että läpimenoaikojen aikana toteutui kaikkien seisemän version kehittäminen, mikä vastasi selvästi PDSA-syklin Do-vaihetta. Vaiheet alkoivat sovittujen kehityskohteiden mukaisen työn käynnistymisestä, ja päättyivät uuden version lanseeraukseen. Kunkin version alkamis- ja päättymispäivien perusteella laskettiin läpimenoajat henkilötyöpäivissä Excelin työpäivät-kaavalla, ja tulokset on koottu taulukkoon 3.

Asiantuntija koekäytti jokaista uutta versiota tavoitteenaan selvittää, miten paikallinen tekoäly voisi tukea Lean-menetelmien automatisointia. Hän kommentoi havaintojaan kohdeorganisaatiolle, mutta alkuvaiheessa ongelmaksi muodostui, ettei yhteistä toimintamallia kommentoinnin jälkeen ollut etukäteen sovittu. Kehitystyön aikana tämä ratkaistiin siten, että hän sai lopulta kommentit suoraan palveluntuottajalle. Tähän tutkimukseen ei saatu aineistoa muista työvaiheista, joten tämä päätettiin pitää erillisenä mittauksena, vaikka se olisi haluttu visualisoida seitsemäntenä PDSA-syklinä. Aineistoa pää-

tettiin kuitenkin vertailla T&K-hankkeen aiempien Do-vaiheiden tehokkuuden tutkimisessa. Havaittiin, että merkityksellisintä on osoittaa kohdeorganisaatiolle palveluntuottajan tehokkuus kehitystyössä SPC i -korttien avulla.

TAULUKKO 3. Teknisen kehittämisen aineisto

versio	alkamispäivä	päätymispäivä	läpimeno- aika (hpt)
1.	22.10.2024	24.3.2025	110
2.	23.1.2025	20.5.2025	84
3.	25.3.2025	11.5.2025	34
4.	21.5.2025	4.6.2025	11
5.	5.6.2025	25.6.2025	15
6.	10.8.2025	10.9.2025	23
7.	10.9.2025	6.10.2025	19

## 4 TULOKSET

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli mitata asiantuntijatyön tehokkuutta ja tunnistaa prosessien sisäistä vaihtelua SPC i -kortin avulla. Työ oli tutkimuksellinen kehitystyö, ja se perustui kohdetoimialan asiantuntijatyön T&K-hankkeen aikana kerättyyn aineistoon. Luvun alussa esitetään esimerkkiyhtälöt, joiden tunnuslukuja käytettiin SPC i -korttien laatimista varten. SPC i -kortit laadittiin koko T&K-hankkeen läpimenoajasta henkilötyöpäivissä ja työtunneissa sekä valmistusnopeudesta työtunneissa. Lisäksi läpimenoaika henkilötyöpäivinä ja valmistusnopeus on kuvattu erikseen jokaisesta PDSA-syklistä ja sen vaiheista (Plan, Do, Study ja Act). Teknisen kehittämisen aineistosta laaditut SPC i -kortit esitetään sekä omana läpimenoaikanaan henkilötyöpäivissä että yhdessä T&K-hankkeen Do-vaiheiden kanssa. Luku kokoaa yhteen tutkimuksessa saadut tulokset ja esittää niistä laaditut SPC i -kortit.

### 4.1 T&K-hankkeen läpimenoajat henkilötyöpäivissä

T&K-hankkeesta laadittiin SPC-käyrät koko hankkeen läpimenoajasta ja valmistusnopeudesta, jokaisesta syklistä sekä kunkin vaiheen (Plan, Do, Study ja Act) läpimenoajasta ja valmistusnopeudesta erikseen. Läpimenoaikojen SPC i -kortit esitetään sekä asiantuntijan hankkeeseen käyttämien henkilötyöpäivien (htp) että niistä muutettujen työtuntien perusteella. Tässä luvussa esitellään tulokset läpimenoajasta henkilötyöpäivinä. PDSA-sykliden mukaisten läpimenoaikojen SPC i -korttien laatimisessa käytettiin kaavoja, jotka on esitelty luvussa 2.3.2 SPC i -kortti ja SPC-käyrä. Taulukossa 4 on esitetty hankkeesta kerätty aineisto etenemisjärjestyksessä sekä siitä laskettu keskiarvo, liukuvat vaihteluvälit, vaihteluvälin keskiarvo sekä UCL ja LCL.

Keskiarvo työpäivistä laskettiin taulukon 4 aineistosta kaavalla (1) alla olevan yhtälön mukaisesti. Laskussa käytettiin sarakkeen läpimenoaika (htp) -arvoja ja Excelin keskiarvokaavaa. Esimerkkiyhtälössä käytettiin koko T&K-hankkeen aineistoa.

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{1 + 5 + 7 + 17 + 1 + 1 + 3 + 2 + 9 + 4 + 21 + 5 + 1 + 18 + 1 + 1 + 1 + 41 + 8 + 2 + 1 + 1 + 4}{16} \\ &= 5,708 \end{aligned}$$

Liukuva vaihteluväli määritettiin laskemalla perättäisten havaintojen erotus itseisarvoja (aina positiivinen luku) kaavalla (2) käyttäen Excelin itseisarvo-kaavaa. Esimerkkiyhtälössä alla käytettiin taulukon 4 ensimmäistä ja toista havaintoa sarakkeesta läpimenoaika (htp). Samalla periaatteella laskettiin kaikkien havaintojen liukuvat vaihteluvälit, joiden tulokset on esitetty taulukossa 4.

$$v_i = | 1 - 5 | = 4$$

Vaihteluvälin keskiarvo laskettiin kaavalla (3) liukuvan vaihteluvälin sarakkeen tuloksista (TAULUKKO 4) käyttäen Excelin keskiarvokaavaa alla olevan esimerkkiyhtälön mukaisesti.

$$\begin{aligned} \bar{v} &= \frac{4 + 2 + 10 + 16 + 0 + 2 + 1 + 7 + 5 + 2 + 14 + 4 + 17 + 17 + 0 + 0 + 40 + 33 + 6 + 1 + 0 + 3}{15} \\ &= 7,609 \end{aligned}$$

UCL laskettiin kaavalla (4) alla olevan esimerkkiyhtälön mukaisesti:

$$UCL = 5,708 + 2,659 * 7,609 = 25,940$$

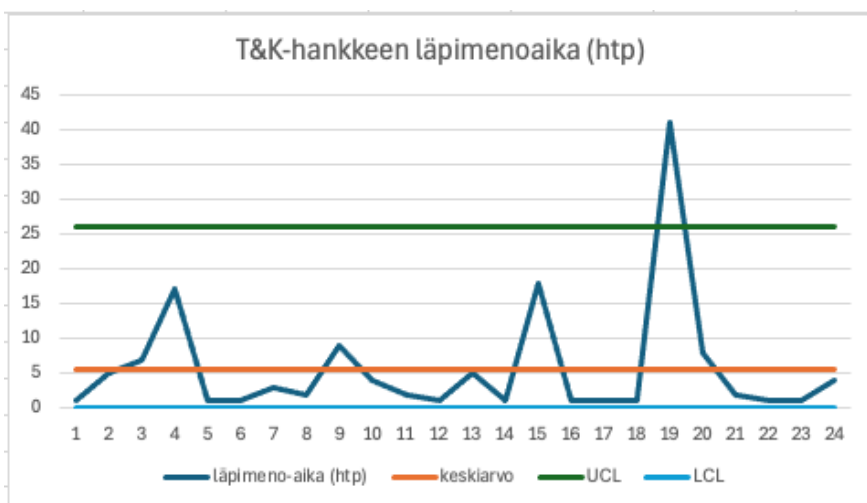
LCL laskettiin vastaavasti kaavalla (5) alla olevan esimerkkiyhtälön mukaisesti. Tulos oli negatiivinen (-14,523), joten LCL asetettiin manuaalisesti nolnaan.

$$LCL = 5,708 - 2,659 * 7,609 = -14,523$$

TAULUKKO 4. T&amp;K-hankkeen läpimenoajan tunnusluvut henkilötyöpäivissä

PDSA-sykli	vaihe	havainto	alkamispvä	päättymis- pvä	läpimeno- aika (htp)	keskiarvo	liukuva vaihteluväli	vaihteluvälin keskiarvo	UCL	laskennalli- nen LCL	LCL
1.	Plan	1	26.2.	26.2.	1	5,70833333		7,608695652	25,9398551	-14,52318841	0
	Do	2	26.2.	4.3.	5	5,70833333	4		25,9398551		0
	Study	3	4.3.	12.3.	7	5,70833333	2		25,9398551		0
	Act	4	12.3.	3.4.	17	5,70833333	10		25,9398551		0
2.	Plan	5	20.3.	20.3.	1	5,70833333	16		25,9398551		0
	Do	6	25.3.	25.3.	1	5,70833333	0		25,9398551		0
	Study	7	7.4.	9.4.	3	5,70833333	2		25,9398551		0
	Act	8	10.4.	11.4.	2	5,70833333	1		25,9398551		0
3.	Plan	9	14.4.	28.4.	9	5,70833333	7		25,9398551		0
	Do	10	29.4.	5.5.	4	5,70833333	5		25,9398551		0
	Study	11	6.5.	7.5.	2	5,70833333	2		25,9398551		0
	Act	12	8.5.	8.5.	1	5,70833333	1		25,9398551		0
4.	Plan	13	9.5.	15.5.	5	5,70833333	4		25,9398551		0
	Do	14	16.5.	16.5.	1	5,70833333	4		25,9398551		0
	Study	15	19.5.	12.6.	18	5,70833333	17		25,9398551		0
	Act	16	12.6.	12.6.	1	5,70833333	17		25,9398551		0
5.	Plan	17	12.6.	12.6.	1	5,70833333	0		25,9398551		0
	Do	18	13.6.	13.6.	1	5,70833333	0		25,9398551		0
	Study	19	13.6.	11.8.	41	5,70833333	40		25,9398551		0
	Act	20	11.8.	20.8.	8	5,70833333	33		25,9398551		0
6.	Plan	21	6.6.	9.6.	2	5,70833333	6		25,9398551		0
	Do	22	16.6.	16.6.	1	5,70833333	1		25,9398551		0
	Study	23	16.6.	16.6.	1	5,70833333	0		25,9398551		0
	Act	24	15.8.	20.8.	4	5,70833333	3		25,9398551		0

Taulukon 4 tuloksista piirrettiin Excelin Line Chart -toiminnolla SPC-käyrä, joka kuvaa T&K-hankkeen asiantuntijatyön tehokkuutta läpimenoajasta henkilötyöpäivissä. SPC i -kortti on esitetty kuviossa 6. Keskimääräinen läpimenoaika pysyi ohjausrajojen sisäpuolella, ja suurin osa havainnoista sijoittui keskiarvon läheisyyteen, mikä viittaa satunnaiseen vaihteluun. Kortissa havaittiin yksi erityisyys (havainto 19), jossa läpimenoaika ylitti UCL:n. Havainnot 4 ja 5 poikkesivat muista, mutta asettuivat ohjausrajojen sisäpuolelle havainnollistaen prosessin normaalia vaihtelua.



KUVIO 6. SPC i -kortti T&amp;K-hankkeen läpimenoajasta henkilötyöpäivissä

Jokaisesta kuudesta PDSA-syklistä laadittiin vastaavasti edellä esitettyjen esimerkkiyhtälöiden mukaisesti SPC i -kortit läpimenoajoista henkilötyöpäivissä. Taulukossa 5 on esitelty kunkin kierroksen keskiarvo, liukuva vaihteluväli, vaihteluvälin keskiarvo, UCL ja LCL, jotka laskettiin kultakin kierrokselta erikseen.

TAULUKKO 5. Kuuden PDSA-syklin läpimenoaikojen tunnusluvut henkilötyöpäivissä

PDSA-sykli	vaihe	havainto	alkamispäivä	päättymispäivä	läpimenoaika (htp)	keskiarvo	liukuva vaihteluväli	vaihteluvälin keskiarvo	UCL	laskennallinen LCL	LCL
1.	Plan	1	26.2.	26.2.	1	7,5		5,333333333	21,6813333	-6,681333333	0
	Do	2	26.2.	4.3.	5	7,5	4		21,6813333		0
	Study	3	4.3.	12.3.	7	7,5	2		21,6813333		0
	Act	4	12.3.	3.4.	17	7,5	10		21,6813333		0
2.	Plan	1	20.3.	20.3.	1	1,75		1	4,409	-0,909	0
	Do	2	25.3.	25.3.	1	1,75	0		4,409		0
	Study	3	7.4.	9.4.	3	1,75	2		4,409		0
	Act	4	10.4.	11.4.	2	1,75	1		4,409		0
3.	Plan	1	14.4.	28.4.	9	4		2,666666667	11,0906667	-3,090666667	0
	Do	2	29.4.	5.5.	4	4	5		11,0906667		0
	Study	3	6.5.	7.5.	2	4	2		11,0906667		0
	Act	4	8.5.	8.5.	1	4	1		11,0906667		0
4.	Plan	1	9.5.	15.5.	5	6,25		12,66666667	39,9306667	-27,43066667	0
	Do	2	16.5.	16.5.	1	6,25	4		39,9306667		0
	Study	3	19.5.	12.6.	18	6,25	17		39,9306667		0
	Act	4	12.6.	12.6.	1	6,25	17		39,9306667		0
5.	Plan	1	12.6.	12.6.	1	12,75		24,33333333	77,4523333	-51,95233333	0
	Do	2	13.6.	13.6.	1	12,75	0		77,4523333		0
	Study	3	13.6.	11.8.	41	12,75	40		77,4523333		0
	Act	4	11.8.	20.8.	8	12,75	33		77,4523333		0
6.	Plan	1	6.6.	9.6.	2	2		1,333333333	5,54533333	-1,545333333	0
	Do	2	16.6.	16.6.	1	2	1		5,54533333		0
	Study	3	16.6.	16.6.	1	2	0		5,54533333		0
	Act	4	15.8.	20.8.	4	2	3		5,54533333		0

SPC-käyrät taulukon 5 aineistosta on esitelty alla olevassa kuviossa 7. SPC i -korteista käy ilmi, että asiantuntijatyön tehokkuuden läpimenoaika pysyy jokaisessa PDSA-syklissä ohjausrajojen sisäpuolella. Jokaisessa syklissä havaintojen määrä on neljä (Plan, Do, Study ja Act). Tulokset vastaavat aiemmin esitetyn kuvion 6 SPC-käyrän tuloksia.



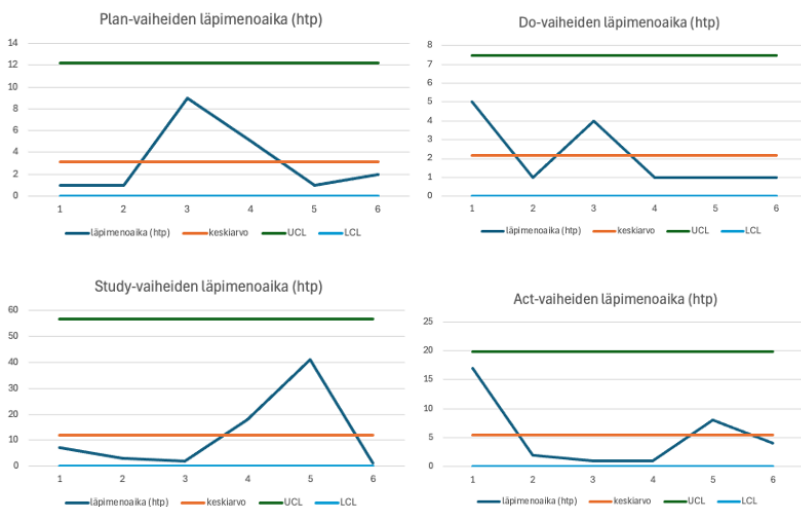
KUVIO 7. Kuuden PDSA-syklin SPC i -kortit läpimenoajoista henkilötyöpäivissä

SPC i -kortit tehtiin läpimenoajasta myös Plan-, Do-, Study- ja Act-vaiheista erikseen. Aineisto ja siitä lasketut tunnusluvut on esitelty taulukossa 6. Tunnusluvut on laskettu samalla menetelmällä kuin esimerkkilaskuissa.

TAULUKKO 6. Plan-, Do-, Study ja Act-vaiheiden läpimenoaikojen tunnusluvut henkilötyöpäivissä

PDSA-sykli	vaihe	havainto	alkamispäivä	päättymispäivä	läpimenoaika (htp)	keskiarvo	liukuva vaihteluväli	vaihteluvälin keskiarvo	UCL	laskennallinen LCL	LCL
1.	Plan	1	26.2.	26.2.	1	3,16666667		3,4	12,2072667	-5,873933333	0
2.	Plan	2	20.3.	20.3.	1	3,16666667	0		12,2072667		0
3.	Plan	3	14.4.	28.4.	9	3,16666667	8		12,2072667		0
4.	Plan	4	9.5.	15.5.	5	3,16666667	4		12,2072667		0
5.	Plan	5	12.6.	12.6.	1	3,16666667	4		12,2072667		0
6.	Plan	6	6.6.	9.6.	2	3,16666667	1		12,2072667		0
1.	Do	1	26.2.	4.3.	5	2,16666667		2	7,48466667	-3,151333333	0
2.	Do	2	25.3.	25.3.	1	2,16666667	4		7,48466667		0
3.	Do	3	29.4.	5.5.	4	2,16666667	3		7,48466667		0
4.	Do	4	16.5.	16.5.	1	2,16666667	3		7,48466667		0
5.	Do	5	13.6.	13.6.	1	2,16666667	0		7,48466667		0
6.	Do	6	16.6.	16.6.	1	2,16666667	0		7,48466667		0
1.	Study	1	4.3.	12.3.	7	12		16,8	56,6712	-32,6712	0
2.	Study	2	7.4.	9.4.	3	12	4		56,6712		0
3.	Study	3	6.5.	7.5.	2	12	1		56,6712		0
4.	Study	4	19.5.	12.6.	18	12	16		56,6712		0
5.	Study	5	13.6.	11.8.	41	12	23		56,6712		0
6.	Study	6	16.6.	16.6.	1	12	40		56,6712		0
1.	Act	1	12.3.	3.4.	17	5,5		5,4	19,8586	-8,8586	0
2.	Act	2	10.4.	11.4.	2	5,5	15		19,8586		0
3.	Act	3	8.5.	8.5.	1	5,5	1		19,8586		0
4.	Act	4	12.6.	12.6.	1	5,5	0		19,8586		0
5.	Act	5	11.8.	20.8.	8	5,5	7		19,8586		0
6.	Act	6	15.8.	20.8.	4	5,5	4		19,8586		0

Taulukon 6 aineiston perusteella laadittiin asiantuntijatyön tehokkuuden Plan-, Do-, Study- ja Act-vaiheista SPC i -kortit läpimenoajoista työpäivissä, ja ne on esitetty alla kuviossa 8. SPC-käyrät pysyvät jokaisessa vaiheessa ohjausrajojen sisäpuolella.



KUVIO 8. Plan-, Do-, Study- ja Act-vaiheiden SPC i -kortit läpimenoajoista henkilötyöpäivässä

## 4.2 T&K-hankkeen läpimenoajat työtunneissa

Edellisessä luvussa 4.1 Projektivaiheiden läpimenoajat työpäivissä esitetyt SPC-käyrät olivat pääsääntöisesti stabiileja, joten henkilötyöpäivät muutettiin työtunneiksi vastaavien SPC i -korttien laatimista varten. Taulukossa 7 on nähtävillä henkilötyöpäivien muutokset työtunneiksi sekä näistä lasketut tunnusluvut: keskiarvo, liukuva vaihteluväli, vaihteluvälin keskiarvo sekä UCL ja LCL. Laskut on tehty samalla menetelmällä kuin luvussa 4.1 T&K-hankkeen läpimenoajat henkilötyötunneissa.

Yhden työpäivän kestoksi muutoksessa määriteltiin 7,5 tuntia. Alla olevassa esimerkkiyhdyksessä on laskettuun toisen havainnon muutos työtunneiksi:

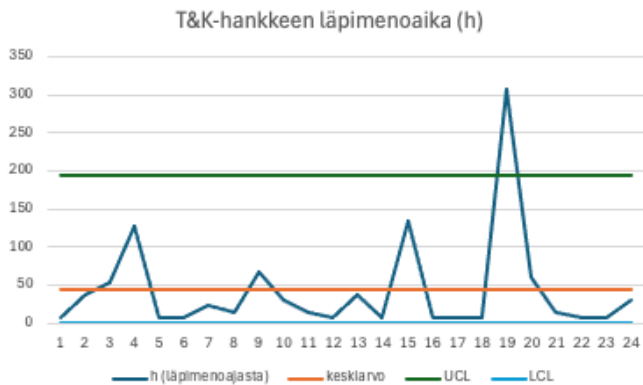
$$5 * 7,5 = 37,5$$

TAULUKKO 7. T&K-hankkeen läpimenoajan tunnusluvut työtunneissa

PDSA-sykli	vaihe	havainto	alkamispäivä	päättymispäivä	läpimenoaika (htp)	h (läpimenoaika)	keskiarvo	liukuva vaihteluväli	vaihteluvälin keskiarvo	UCL	laskennallinen LCL	LCL
1.	Plan	1	26.2.	26.2.	1	7,5	42,8125		57,0652174	194,548913	-108,92391	0
	Do	2	26.2.	4.3.	5	37,5	42,8125	30		194,548913		0
	Study	3	4.3.	12.3.	7	52,5	42,8125	15		194,548913		0
	Act	4	12.3.	3.4.	17	127,5	42,8125	75		194,548913		0
2.	Plan	5	20.3.	20.3.	1	7,5	42,8125	120		194,548913		0
	Do	6	25.3.	25.3.	1	7,5	42,8125	0		194,548913		0
	Study	7	7.4.	9.4.	3	22,5	42,8125	15		194,548913		0
3.	Act	8	10.4.	11.4.	2	15	42,8125	7,5		194,548913		0
	Plan	9	14.4.	28.4.	9	67,5	42,8125	52,5		194,548913		0
	Do	10	29.4.	5.5.	4	30	42,8125	37,5		194,548913		0
4.	Study	11	6.5.	7.5.	2	15	42,8125	15		194,548913		0
	Act	12	8.5.	8.5.	1	7,5	42,8125	7,5		194,548913		0
	Plan	13	9.5.	15.5.	5	37,5	42,8125	30		194,548913		0
5.	Do	14	16.5.	16.5.	1	7,5	42,8125	30		194,548913		0
	Study	15	19.5.	12.6.	18	135	42,8125	127,5		194,548913		0
	Act	16	12.6.	12.6.	1	7,5	42,8125	127,5		194,548913		0
6.	Plan	17	12.6.	12.6.	1	7,5	42,8125	0		194,548913		0
	Do	18	13.6.	13.6.	1	7,5	42,8125	0		194,548913		0
	Study	19	13.6.	11.8.	41	307,5	42,8125	300		194,548913		0
7.	Act	20	11.8.	20.8.	8	60	42,8125	247,5		194,548913		0
	Plan	21	6.6.	9.6.	2	15	42,8125	45		194,548913		0
	Do	22	16.6.	16.6.	1	7,5	42,8125	7,5		194,548913		0
8.	Study	23	16.6.	16.6.	1	7,5	42,8125	0		194,548913		0
	Act	24	15.8.	20.8.	4	30	42,8125	22,5		194,548913		0

Alla kuviossa 9 on esitetty SPC i -kortti asiantuntijatyön tehokkuuden T&K-hankkeen läpimenoajasta työtunneissa. SPC i -korttiin on piirretty SPC-käyrä taulukon 7 aineiston perusteella. Havaittiin, että SPC-käyrä on vastaava kuin kuviossa 6, jossa läpimenoajat on esitetty henkilötyöpäivinä. Tämän

vuoksi muita tuloksia ei raportoida asiantuntijatyön tehokkuudesta T&K-hankkeen läpimenoajasta työtunneissa.



KUVIO 9. SPC i -kortti T&K-hankkeen läpimenoajasta työtunneissa

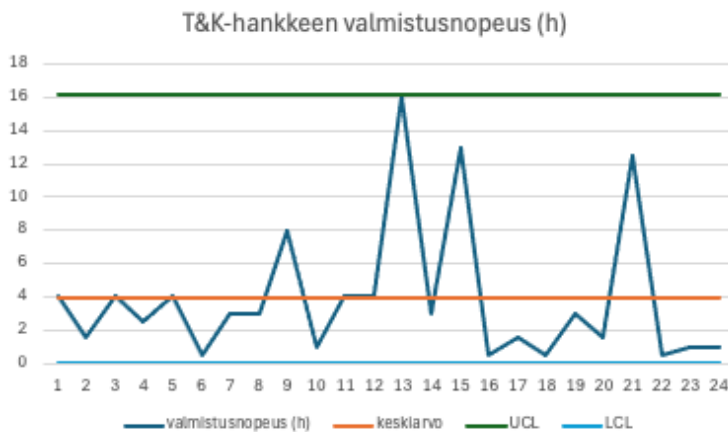
### 4.3 T&K-hankkeen valmistusnopeudet

Asiantuntijatyön tehokkuuden T&K-hankkeen valmistusnopeuden tunnusluvut laskettiin aineistosta samoin kuten läpimenoajat luvussa 4.1 T&K-hankkeen läpimenoajat henkilötyöpäivissä. Alla oleva taulukko 8 havainnollistaa keskiarvon, liukuvan vaihteluvälin, vaihteluvälin keskiarvon sekä UCL:n ja LCL:n.

TAULUKKO 8. T&K-hankkeen valmistusnopeuden tunnusluvut työtunneissa

PDSA-sykli		havainto	alkamispäivä	päätymispäivä	valmistusnopeus (h)	keskiarvo	liukuva vaihteluväli	vaihteluvälin keskiarvo	UCL	laskennallisen LCL	LCL
1.	Plan	1	26.2.	26.2.	4	3,89583333		4,60869565	16,1503551	-8,3586884	0
	Do	2	26.2.	4.3.	1,5	3,89583333	2,5		16,1503551		0
	Study	3	4.3.	12.3.	4	3,89583333	2,5		16,1503551		0
	Act	4	12.3.	3.4.	2,5	3,89583333	1,5		16,1503551		0
2.	Plan	5	20.3.	20.3.	4	3,89583333		1,5	16,1503551		0
	Do	6	25.3.	25.3.	0,5	3,89583333	3,5		16,1503551		0
	Study	7	7.4.	9.4.	3	3,89583333	2,5		16,1503551		0
	Act	8	10.4.	11.4.	3	3,89583333	0		16,1503551		0
3.	Plan	9	14.4.	28.4.	8	3,89583333		5	16,1503551		0
	Do	10	29.4.	5.5.	1	3,89583333	7		16,1503551		0
	Study	11	6.5.	7.5.	4	3,89583333	3		16,1503551		0
	Act	12	8.5.	8.5.	4	3,89583333	0		16,1503551		0
4.	Plan	13	9.5.	15.5.	16	3,89583333		12	16,1503551		0
	Do	14	16.5.	16.5.	3	3,89583333	13		16,1503551		0
	Study	15	19.5.	12.6.	13	3,89583333	10		16,1503551		0
	Act	16	12.6.	12.6.	0,5	3,89583333	12,5		16,1503551		0
5.	Plan	17	12.6.	12.6.	1,5	3,89583333		1	16,1503551		0
	Do	18	13.6.	13.6.	0,5	3,89583333	1		16,1503551		0
	Study	19	13.6.	11.8.	3	3,89583333	2,5		16,1503551		0
	Act	20	11.8.	20.8.	1,5	3,89583333	1,5		16,1503551		0
6.	Plan	21	6.6.	9.6.	12,5	3,89583333		11	16,1503551		0
	Do	22	16.6.	16.6.	0,5	3,89583333	12		16,1503551		0
	Study	23	16.6.	16.6.	1	3,89583333	0,5		16,1503551		0
	Act	24	15.8.	20.8.	1	3,89583333	0		16,1503551		0

Alla oleva kuvio 10 esittää asiantuntijatyön tehokkuuden T&K-hankkeen valmistusnopeuden SPC-käyrän, joka on laadittu taulukon 8 aineiston perusteella. Kaikki havainnot pysyvät asetettujen ohjausrajojen sisäpuolella. SPC-käyrässä havaitaan poikkeamia havainnoissa 13, 15 ja 21, joissa valmistusnopeus on korkeampi kuin muissa havainnoissa.



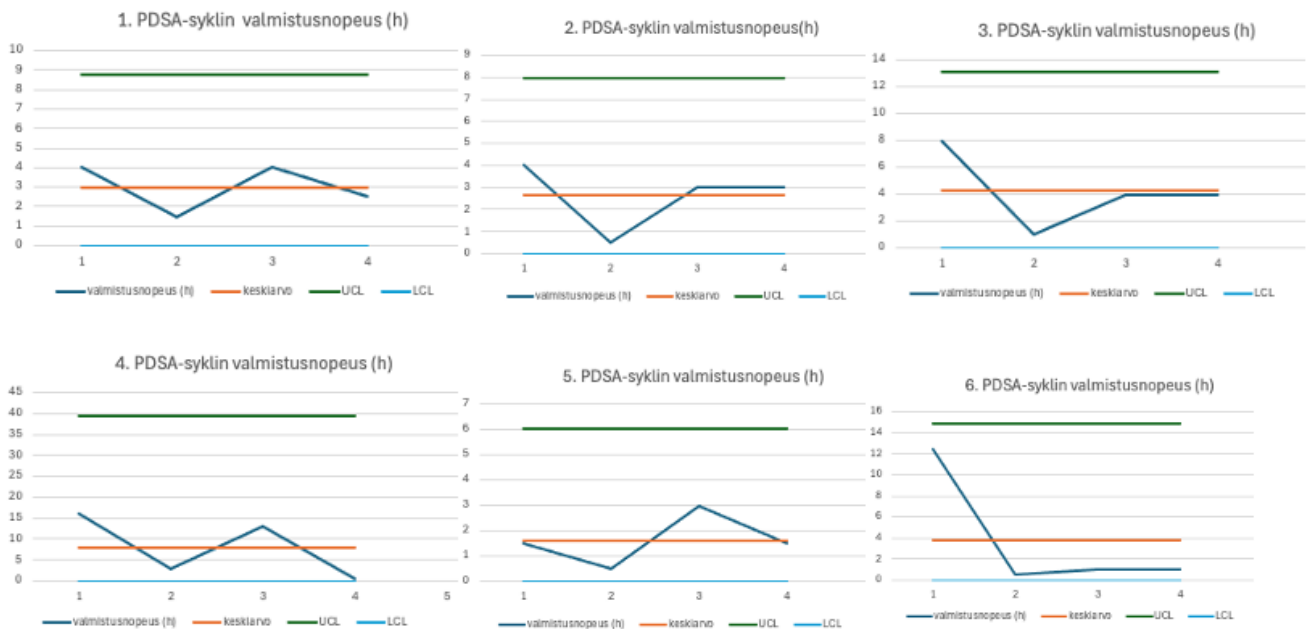
KUVIO 10. SPC i -kortti T&K-hankkeen valmistusnopeudesta työtunneissa

Kustakin kuudesta PDSA-syklistä laadittiin SPC-käyrät samoin kuten aiemmassa luvussa on esitetty. Lasketut tunnusluvut: eli keskiarvo, liukuva vaihteluväli, vaihteluvälin keskiarvo sekä UCL ja LCL ovat nähtävissä alla (TAULUKKO 9).

TAULUKKO 9. Kuuden PDSA-syklin valmistusnopeuden tunnusluvut työtunneissa

PDSA-sykli	vaihe	havainto	alkamispäivä	päättymispäivä	valmistusnopeus (h)	keskiarvo	liukuva vaihteluväli	vaihteluvälin keskiarvo	UCL	laskennallinen LCL	LCL
1.	Plan	1	26.2.	26.2.	4	3		2,16666667	8,76116667	-2,7611667	0
	Do	2	26.2.	4.3.	1,5	3	2,5		8,76116667		0
	Study	3	4.3.	12.3.	4	3	2,5		8,76116667		0
	Act	4	12.3.	3.4.	2,5	3	1,5		8,76116667		0
2.	Plan	1	20.3.	20.3.	4	2,625		2	7,943	-2,693	0
	Do	2	25.3.	25.3.	0,5	2,625	3,5		7,943		0
	Study	3	7.4.	9.4.	3	2,625	2,5		7,943		0
	Act	4	10.4.	11.4.	3	2,625	0		7,943		0
3.	Plan	1	14.4.	28.4.	8	4,25		3,33333333	13,1133333	-4,6133333	0
	Do	2	29.4.	5.5.	1	4,25	7		13,1133333		0
	Study	3	6.5.	7.5.	4	4,25	3		13,1133333		0
	Act	4	8.5.	8.5.	4	4,25	0		13,1133333		0
4.	Plan	1	9.5.	15.5.	16	8,125		11,8333333	39,5898333	-23,339833	0
	Do	2	16.5.	16.5.	3	8,125	13		39,5898333		0
	Study	3	19.5.	12.6.	13	8,125	10		39,5898333		0
	Act	4	12.6.	12.6.	0,5	8,125	12,5		39,5898333		0
5.	Plan	1	12.6.	12.6.	1,5	1,625		1,66666667	6,05666667	-2,8066667	0
	Do	2	13.6.	13.6.	0,5	1,625	1		6,05666667		0
	Study	3	13.6.	11.8.	3	1,625	2,5		6,05666667		0
	Act	4	11.8.	20.8.	1,5	1,625	1,5		6,05666667		0
6.	Plan	21	6.6.	9.6.	12,5	3,75		4,16666667	14,8291667	-7,3291667	0
	Do	22	16.6.	16.6.	0,5	3,75	12		14,8291667		0
	Study	23	16.6.	16.6.	1	3,75	0,5		14,8291667		0
	Act	24	15.8.	20.8.	1	3,75	0		14,8291667		0

SPC-käyrät yllä olevasta aineistosta (TAULUKKO 9) on esitetty alla (KUVIO 11). Jokaisessa PDSA-syklissä on kuvattu yksittäiset havainnot, valmistusnopeudet, keskiarvo sekä ohjausraajat (UCL ja LCL). SPC-käyrät pysyvät jokaisessa SPC i -kortissa ohjausrajojen sisäpuolella. Kussakin kortissa havaintoja on neljä.



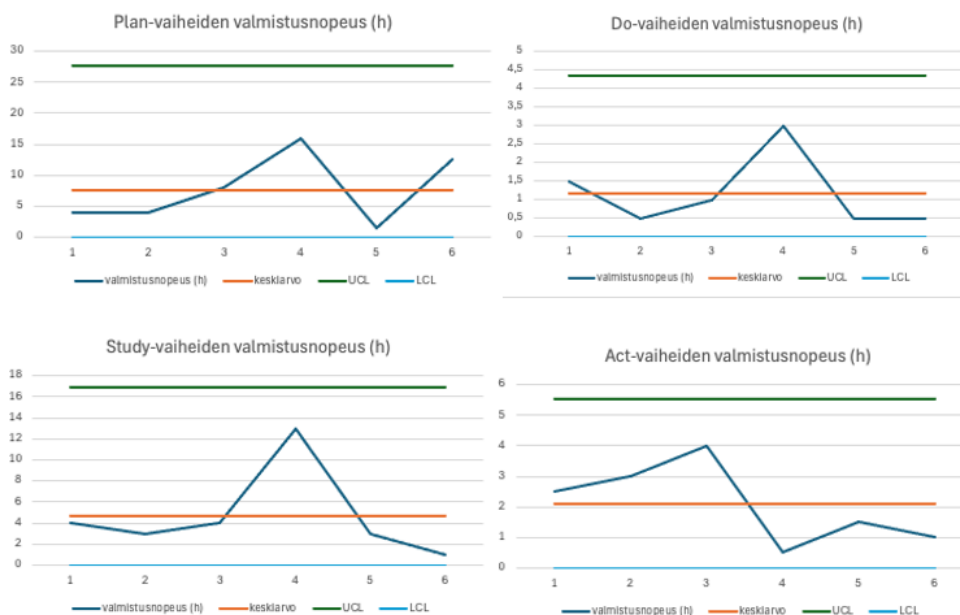
KUVIO 11. Kuuden PDSA-syklän SPC i -kortit valmistusnopeudesta työtunneissa

Valmistusnopeudesta tehtiin myös omat SPC i -kortit asiantuntijatyön tehokkuudesta Plan-, Do-, Study- ja Act-vaiheista. Alla (TAULUKKO 10) on laskettu tunnusluvut: keskiarvo, liukuvavaihteluväli, vaihteluvälin keskiarvo sekä UCL ja LCL jokaiselle kierrokselle erikseen.

TAULUKKO 10. Plan-, Do-, Study ja Act-vaiheiden valmistusnopeuden tunnusluvut työtunneissa

PDSA-sykli	vaihe	havainto	alkamispäivä	päättymispäivä	valmistusnopeus (h)	keskiarvo	liukuva vaihteluväli	vaihteluvälin keskiarvo	UCL	laskennallinen LCL	LCL
1.	Plan	1	26.2.	26.2.	4	7,66666667		7,5	27,6091667	-12,275833	0
2.	Plan	2	20.3.	20.3.	4	7,66666667	0		27,6091667		0
3.	Plan	3	14.4.	28.4.	8	7,66666667	4		27,6091667		0
4.	Plan	4	9.5.	15.5.	16	7,66666667	8		27,6091667		0
5.	Plan	5	12.6.	12.6.	1,5	7,66666667	14,5		27,6091667		0
6.	Plan	6	6.6.	9.6.	12,5	7,66666667	11		27,6091667		0
1.	Do	1	26.2.	4.3.	1,5	1,16666667		1,2	4,35746667	-2,0241333	0
2.	Do	2	25.3.	25.3.	0,5	1,16666667	1		4,35746667		0
3.	Do	3	29.4.	5.5.	1	1,16666667	0,5		4,35746667		0
4.	Do	4	16.5.	16.5.	3	1,16666667	2		4,35746667		0
5.	Do	5	13.6.	13.6.	0,5	1,16666667	2,5		4,35746667		0
6.	Do	6	16.6.	16.6.	0,5	1,16666667	0		4,35746667		0
1.	Study	1	4.3.	12.3.	4	4,66666667		4,6	16,8980667	-7,5647333	0
2.	Study	2	7.4.	9.4.	3	4,66666667	1		16,8980667		0
3.	Study	3	6.5.	7.5.	4	4,66666667	1		16,8980667		0
4.	Study	4	19.5.	12.6.	13	4,66666667	9		16,8980667		0
5.	Study	5	13.6.	11.8.	3	4,66666667	10		16,8980667		0
6.	Study	6	16.6.	16.6.	1	4,66666667	2		16,8980667		0
1.	Act	1	12.3.	3.4.	2,5	2,08333333		1,3	5,54003333	-1,3733667	0
2.	Act	2	10.4.	11.4.	3	2,08333333	0,5		5,54003333		0
3.	Act	3	8.5.	8.5.	4	2,08333333	1		5,54003333		0
4.	Act	4	12.6.	12.6.	0,5	2,08333333	3,5		5,54003333		0
5.	Act	5	11.8.	20.8.	1,5	2,08333333	1		5,54003333		0
6.	Act	6	15.8.	20.8.	1	2,08333333	0,5		5,54003333		0

SPC-käyrät piirrettiin asiantuntijatyön tehokkuudesta Plan-, Do-, Study- ja Act-vaiheista yllä esitetyn aineiston perusteella (TAULUKKO 10). SPC i -korteista (KUVIO 12) havaitaan, että kaikki SPC-käyrät pysyvät ohjausrajojen sisäpuolella.



KUVIO 12. Plan-, Do-, Study- ja Act-vaiheiden SPC i -kortit valmistusnopeudesta työtunneissa

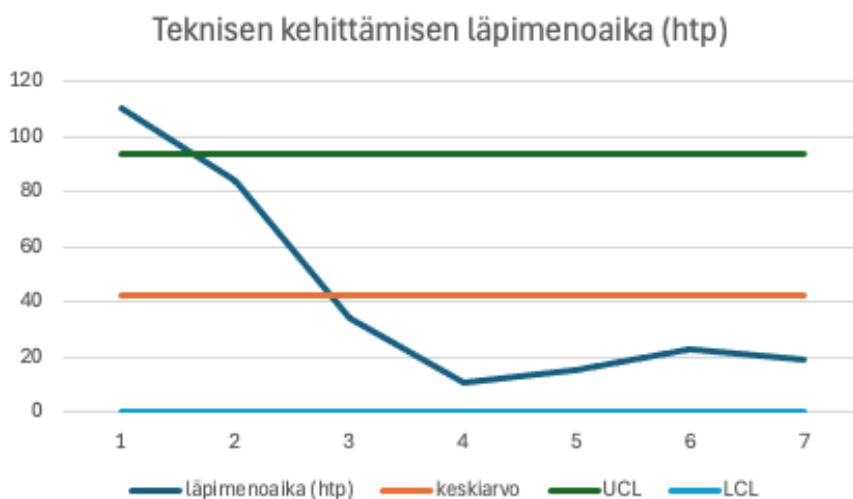
#### 4.4 Teknisen kehittämisen läpimenoaika

Teknisen kehittämisen läpimenoajan aineistosta laskettiin samat tunnusluvut kuin aiemmissa luvuissa. Tunnusluvut on esitetty taulukossa 11.

TAULUKKO 11. Teknisen kehittämisen läpimenoajan tunnusluvut

versio	alkamispäivä	päätymispäivä	läpimeno-aika (htp)	keskiarvo	vaihteluväli	vaihteluvälin keskiarvo	UCL	laskennallinen LCL	LCL
1.	22.10.2024	24.3.2025	110	42,2857143		19,1666667	93,249881	-8,6784524	0
2.	23.1.2025	20.5.2025	84	42,2857143	26		93,249881		0
3.	25.3.2025	11.5.2025	34	42,2857143	50		93,249881		0
4.	21.5.2025	4.6.2025	11	42,2857143	23		93,249881		0
5.	5.6.2025	25.6.2025	15	42,2857143	4		93,249881		0
6.	10.8.2025	10.9.2025	23	42,2857143	8		93,249881		0
7.	10.9.2025	6.10.2025	19	42,2857143	4		93,249881		0

SPC-käyrä teknisen kehittämisen läpimenoajasta on piirretty taulukon 11 aineistosta. SPC i -kortti on alla kuviossa 13. Ensimmäinen havainto sijoittuu UCL:n yläpuolelle, ja muut havainnot pysyvät ohjausrajojen sisäpuolella.



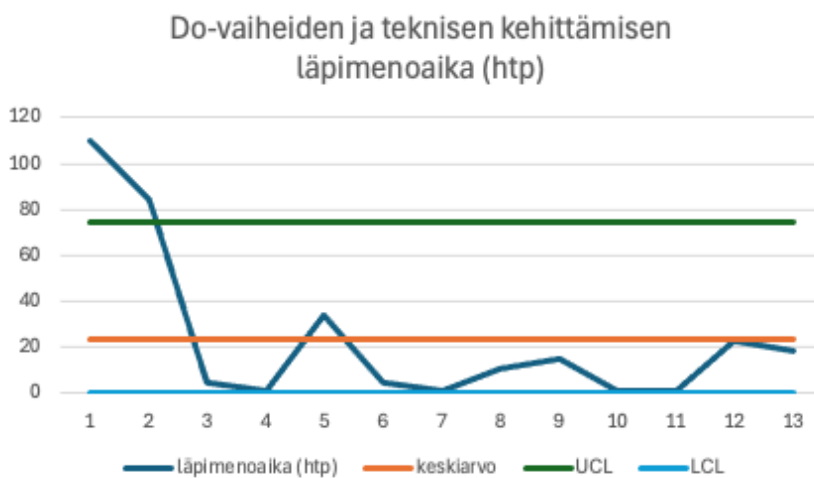
KUVIO 13. SPC i -kortti teknisen kehittämisen läpimenoajasta

Teknistä kehittämisen aineisto sisällytettiin myös asiantuntijatyön tehokkuuden T&K-hankkeen Do-vaiheiden läpimenoaikaan henkilötyöpäivissä, josta laskettiin tunnusluvut, jotka ovat taulukossa 11.

TAULUKKO 12. T&amp;K-hankkeen Do-vaiheiden ja teknisen kehittämisen läpimenoajan tunnusluvut

PDSA-sykli/versio	vaihe	havainto	alkamispäivä	päättymispäivä	läpimenoaika (htp)	keskiarvo	liukuva vaihteluväli	vaihteluvälin keskiarvo	UCL	laskennallinen LCL	LCL
1. versio	Do	1	22.10.2024	24.3.2025	110	23,8461538		19,08333333	74,5887372	-26,89642949	0
2. versio	Do	2	23.1.2025	20.5.2025	84	23,8461538	26		74,5887372		0
1. sykli	Do	3	26.2.2025	4.3.2025	5	23,8461538	79		74,5887372		0
2. sykli	Do	4	25.3.2025	25.3.2025	1	23,8461538	4		74,5887372		0
3. versio	Do	5	25.3.2025	11.5.2025	34	23,8461538	33		74,5887372		0
3. sykli	Do	6	29.4.2025	5.5.2025	5	23,8461538	29		74,5887372		0
4. sykli	Do	7	16.5.2025	16.5.2025	1	23,8461538	4		74,5887372		0
4. versio	Do	8	21.5.2025	4.6.2025	11	23,8461538	10		74,5887372		0
5. versio	Do	9	5.6.2025	25.6.2025	15	23,8461538	4		74,5887372		0
5. sykli	Do	10	13.6.2025	13.6.2025	1	23,8461538	14		74,5887372		0
6. sykli	Do	11	16.6.2025	16.6.2025	1	23,8461538	0		74,5887372		0
6. versio	Do	12	10.8.2025	10.9.2025	23	23,8461538	22		74,5887372		0
7. versio	Do	13	10.9.2025	6.10.2025	19	23,8461538	4		74,5887372		0

Taulukon 12 tunnusluvuista piirrettiin SPC-käyrä, mikä kuvaa läpimenoaikaa henkilötyöpäivissä (KUVIO 14). Havainnot 1 ja 2 asettuvat UCL:n yläpuolelle, ja muut havainnot pysyvät ohjausrajojen sisäpuolella.



KUVIO 14. SPC i -kortti T&amp;K-hankkeen Do-vaiheiden ja teknisen kehittämisen läpimenoajasta

## 5 POHDINTA JA PÄÄTELMÄT

SPC i -korttia tulkittaessa on selvitetävää, mistä vaihtelu ja erityisyyt johtuvat. Jos SPC-käyrä on stabiili, mutta siinä havaitaan poikkeamia, tulee prosessia kehittää. Kehittäminen on syytä aloittaa jo ennen erityisyyden ilmenemistä, jolloin kaikki poikkeamat voidaan hyödyntää prosessin jatkuvassa parantamisessa. Prosessin todellinen kehittyminen pyritään vakiinnuttamaan osaksi sen normaalia toimintaa. (Salomäki 1999, 196; Torkkola 2015, 153–155.) Tässä luvussa esitetään luvun 4. Tulokset perusteella pohdinta ja päätelmät. Luku alkaa asiantuntijatyön tehokkuuden T&K-hankkeen läpimenoaikojen ja valmistusnopeuksien analysoinnilla, minkä jälkeen tarkastellaan asiantuntijan tehokkuutta kokonaisuutena. Tämän jälkeen analysointi etenee ulkopuolisen palveluntuottajan teknisen kehittämisen läpimenoajan tarkasteluun. Luvun lopussa esitetään kehitysehdotukset sekä pohditaan tutkimuksen luotettavuutta.

### 5.1 T&K-hankkeen läpimenoaikojen analysointi

Koko T&K-hankkeesta laadittiin SPC i -kortit asiantuntijatyön tehokkuuden mittaamiseksi läpimenoajasta sekä henkilötyöpäivinä (KUVIO 6) että työtunneina (KUVIO 9). Muutos työtunneiksi tehtiin, koska sen ajateltiin lisäävän havaintojen hajontaa, ja siten myös poikkeamien määrää. Havaittiin, että SPC i -kortit olivat keskenään samanlaiset, minkä takia työtunneista ei laadittu erillisiä SPC i -kortteja jokaisesta PDSA-syklistä ja sen vaiheista. Todettiin, että koska läpimenoajasta käytetty kerroin (7,5) oli vakio, SPC-käyrä pysyy muuttumattomana.

Asiantuntijatyön tehokkuuden näkökulmasta T&K-hankkeen läpimenoaika pysyi keskimäärin ohjausrajojen sisäpuolella, eli prosessi oli pääosin stabiili. Suurin osa havainnoista sijoittui keskiarvon läheisyyteen, mikä viittasi tasapainoiseen ja tehokkaaseen työskentelyyn. Yksi erityisyys havaittiin (havainto 19), joka ylitti UCL:n. Havainto 19 oli viidennen PDSA-syklin Study-vaihe, jossa asiantuntija analysoi asiantuntijoiden tärkeysjärjestykseen laittamia kehityskohteita vastauksista, ja teki ristiin tarkistuksia tekoälyn tuottaman aineistoanalyysin kanssa. Erityisyys selittyi kesälomatauolla, jolloin T&K-hankkeeseen liittyvä työ keskeytyi kokonaan. Yksittäisen erityisyyden esiintyminen on yleistä, joten juurisyytä ei tarvitse etsiä. Lisäksi erityisyys on tunnistettavissa ja selitettävissä, kun prosessi on muuten hallinnassa. (Torkkola 2015, 153–155.) Havainnot 4 ja 15 poikkesivat muista, mutta pysyivät ohjausrajojen sisäpuolella. Havainto 4 oli ensimmäisen PDSA-syklin Act-vaihe, jossa kohdetoimiala

tutustui uuteen ehdotukseen, ja sopimus allekirjoitettiin sähköisesti. Havainto 15 oli neljännen PDSA-syklin Study-vaihe, jossa asiantuntija analysoi työpajan tuloksia kalanruotokaavion avulla yhdessä kohdetoimialan asiantuntijoiden kanssa. Todettiin, että läpimenoajassa esiintyi kaksi poikkeamaa, jotka hidastavat valmistusnopeutta, sillä työhön sisältyi yhteistyötä muiden asiantuntijoiden kanssa. Voitiin päätellä, että asiantuntijatyön tehokkuus oli tilastollisesti hallinnassa ja vaihtelu normaalia, lukuun ottamatta kesälomatauon aiheuttamaa katkosta. Asiantuntijatyön tehokkuus oli tuloksen perusteella ennustettavissa.

Jokaisen PDSA-syklin (KUVIO 7), ja sen vaiheiden (KUVIO 8) läpimenoaikojen SPC-käyrät olivat stabiileja, sillä kaikki havainnot pysyivät ohjausrajojen sisäpuolella. Pääteltiin, että asiantuntijatyön tehokkuuden prosessi oli tilastollisesti hallinnassa ja suorituskyky ennustettavissa. Prosessin keskimääräinen tehokkuus säilyi, vaikka eri vaiheissa esiintyi pientä vaihtelua. Huomioksi nousi, että jokaisessa PDSA-syklissä havaintoja oli ainoastaan neljä (Plan-, Do-, Study- ja Act-vaiheet) ja jokaisessa vaiheessa havaintoja oli kuusi, mikä on pieni otoskoko. Tästä syystä nämä SPC i -kortit toimivat ensisijaisesti havainnollistavina välineinä asiantuntijatyön tehokkuuden mittaamiseen eikä niitä analysoida tarkemmin. T&K-hankkeen edetessä jokainen yksittäinen sykli oli kuitenkin merkittävä osa kokonaisuutta, joten SPC i -kortit laadittiin myös niistä. Kaikki vaiheet olivat myös selkeitä osioitaan, joten SPC i -korttien laatiminen myös niistä oli perusteltua.

## **5.2 T&K-hankkeen valmistusnopeuksien analysointi**

T&K-hankkeen kaikissa valmistusnopeuksissa jokainen havainto pysyi asetettujen ohjausrajojen sisäpuolella. Analysointi osoitti, että asiantuntijatyön tehokkuus oli tilastollisesti hallinnassa, ja tulos oli yhtenevä luvun 5.1.1 T&K-hankkeen läpimenoaikojen analysointi kanssa. Asiantuntijatyön tehokkuus oli stabiilia ja suorituskyky ennustettavissa. Koko T&K-hankkeen valmistusnopeudessa (KUVIO 10) havaittiin kuitenkin kolme poikkeamaa (havainnot 13, 15 ja 21), joissa valmistusnopeus on suurempi kuin muissa havainnoissa. Havainto 13 oli neljännen PDSA-syklin Plan-vaihe, jossa asiantuntija laati ehdotuksen laajasta aineiston keruusta koko toimialalle, odotti sen hyväksymistä ja suunnitteli ehdotuksen perusteella We-Me-Us -työpajan. Havainto 15 oli neljännen PDSA-syklin Study-vaihe, jossa asiantuntija analysoi työpajan tuloksia kalanruotokaavion avulla yhdessä kohdetoimialan asiantuntijoiden kanssa. Havainto 21 oli kuudennen PDSA-syklin Plan-vaihe, joka oli valmistusnopeudeltaan pisin kaikista vaiheista: kaksitoista ja puoli tuntia. Vaihe piti sisällään kohdetoimialan ehdotuksen Lean-työkalujen esittelystä ja niiden esittelyn sekä toisen tapaamisen suunnittelun.

Asiantuntija teki T&K-hankkeen aikana yhteistyötä kohdetoimialan asiantuntijoiden kanssa, mikä osaltaan hidasti etenemistä havainnoissa 13, 15 ja 21. Vastauksien ja päätösten odottaminen selittää näiden kolmen vaiheen hitaamman valmistusnopeuden. Tämä selittää myös tehokkuuden mittaamisen haastetta, sillä tulokset eivät riipu pelkästään asiantuntijan omasta työpanoksesta vaan myös vuorovai-  
kutuksesta ja yhteistyöstä muiden asiantuntijoiden kanssa. Tämä vaikuttaa virtaustehokkuuteen ja voi aiheuttaa prosessiin pullonkauloja.

### **5.3 Asiantuntijatyön tehokkuuden analysointi**

Tutkittavana ollut asiantuntija esiteltiin luvussa 3.3 Aineiston keruun lähtökohdat, ja hänen työskente-  
lyään voidaan pitää tämän tutkimuksen kannalta vakuuttavana. Asiantuntijan työ havaittiin SPC-käy-  
rissä ennustettaviksi sekä läpimenoajan että valmistusnopeuden SPC i -korteissa. Ainoa havaittu eri-  
tyisyys sijoittui läpimenoajassa kesälomatauon ajalle, ja poikkeamat läpimenoajassa ja valmistusno-  
peudessa olivat odotusaikoja. Nämä selittyivät sillä, että työ sisälsi yhteistyötä muiden asiantuntijoiden  
kanssa, mikä hidasti prosessin etenemistä. Tämä ei viittaa muiden asiantuntijoiden tehottomuuteen  
vaan kuvaa asiantuntijatyön luonnetta. Jos vastuuta, työrajauksia ja -vaiheita ei ole määritelty, kasvaa  
mahdollisuus, että prosessin läpimenoajat pitenevät ja valmistusnopeudet hidastuvat.

Tutkittavan asiantuntijan tehokkuutta voitiin kokonaisuudessaan pitää hyvänä ja se pysyi tilastollisesti  
hallinnassa. Asiantuntijaa luonnehtii kehittämislähtöinen lähestymistapa ja halu prosessien kehittämi-  
seen, mikä todennäköisesti vaikutti työn tehokkuuteen. Tutkimustulokset visualisoivat kohdetoimialan  
lisäksi asiantuntijalle itselleen, miten prosessin tehokkuutta voidaan parantaa. Tulokset osoittivat, että  
alkavat pullonkaulat voidaan tunnistaa ja niihin voidaan puuttua jo ennen niiden syntymistä. Asiantun-  
tijatyön tehokkuuden läpimenoaika voidaan lyhentää poistamalla hukkaa, erityisesti odotusaikoja,  
mutta valmistusnopeus oli jo nyt hyvällä tasolla.

### **5.4 Teknisen kehittämisen läpimenoaikojen analysointi**

Teknisen kehittämisen läpimenoajan SPC i -kortti (KUVIO 13) kuvasi ulkopuolisen palveluntuottajan  
paikallisen tekoälyn kehittämisen läpimenoaika. Läpimenoaika lyheni eksponentiaalisesti SPC-käy-  
rässä ensimmäinen version kehittämisestä seitsemänteen versioon. Ensimmäinen havainto oli erityis-  
syy, koska se sijoittui UCL:n yläpuolelle. Loput havainnot pysyivät ohjausrajojen sisäpuolella. Palve-

luntuottajalta ei saatu tietoon muuta aineistoa, joten voitiin olettaa, että ensimmäinen version kehittäminen vaati eniten työtä tai vaihtoehtoisesti työ seiso odottamassa tekemistään. Kyseessä oli ainoastaan yksi erityisyys, joten juurisyyn etsiminen ei ole tarpeen, mikäli se on selitettävissä. Tekoälyn kehittämiseen liittyi ainoastaan seisemän havaintoa, mikä on pieni otos, mutta tulosta pidettiin riittävän validina.

Teknisen kehittämisen ja T&K-hankkeen Do-vaiheiden läpimenoajan SPC i -kortissa (KUVIO 14) esiintyi kaksi erityisyyttä (havainnot 1 ja 2). Muut havainnot sijoittuivat ohjausrajojen sisäpuolelle. Havainnot 1 ja 2 olivat teknisen kehittämisen kaksi ensimmäistä versiota ja poikkesivat muista ollen selvästi keskiarvoa korkeampia. Tämä saattoi viitata ensimmäisten versioiden hitaampaan kehitykseen tai työn odottamiseen. Näiden kahden ensimmäisen havainnon aikana palveluntuottaja sai kuitenkin ensimmäisen ohjelman julkaistua kohdeorganisaation käyttöön, mikä saattoi viitata osittaiseen prosessin hallintaan. Kyseessä oli kuitenkin kaksi erityisyyttä seitsemästä havainnosta, joten juurisyys olisi ollut tarpeen etsiä ja selvittää. Juurisyyn selvittäminen ei onnistunut tämän tutkimuksen puitteissa, sillä toisen ohjelman paikallisen tekoälyn kehittäminen on edelleen kesken eikä palveluntuottajalta ollut saatavilla muuta aineistoa. Juurisyyn selvittäminen jää täten spekuloinnin varaan eikä sitä käsitellä tässä tutkimuksessa enempää. Havaintoja oli yhteensä kolmetoista, ja tulos todettiin validiksi. Tärkeintä oli osoittaa kohdeorganisaatiolle palveluntuottajan tehokkuus kehitystyössä SPC i -korttien avulla.

## 5.5 Kehittämisehdotukset

Tulosten analysointi osoitti, että kaikki SPC i -kortit olivat keskenään samankaltaisia. Tämän takia asiantuntijatyön tehokkuuden kehittäminen Lean Six Sigman näkökulmasta ja siihen liittyvät kehitysehdotukset esitetään yhtenä kokonaisuutena. Tässä tutkimuksessa SPC i -korttien käyttö tuki Lean Six Sigma -ajattelun mukaista prosessien kehittämistä. SPC i -kortin käyttöä suositellaan, kun prosessi on hallinnassa ja sen tavoitteena on puuttua vaihtelun taustalla oleviin syihin prosessin tulevan suorituskyvyn ylläpitämiseksi tai parantamiseksi (Torkkola 2015, 150). Tulosten perusteella asiantuntijatyön tehokkuus oli tilastollisesti hallinnassa. Lean Six Sigma on jatkuvan parantamisen menetelmä, jossa prosessin ominaisvaihtelua pyritään minimoimaan vähentämällä vaihtelua ja hukkaa (Karjalainen & Karjalainen 2020, 48–49). Tutkimuksen perusteella asiantuntijatyön tehokkuutta voidaan pitää myös Lean Six Sigman näkökulmasta hallittuna, mutta teorian mukaan vaihtelua, hukkaa ja odotusaikoja

voisi vähentää (Karjalainen & Karjalainen 2020, 49; Torkkola 2015, 75). Näin voidaan saavuttaa parempi virtaus- ja resurssitehokkuus, mikä tekee tuottavuuden parantamisen näkyvämmäksi. Erityisesti virtaustehokkuuden kehittäminen tukee läpimenoajan pienentämistä.

Lean-ajattelun mukaan läpimenoajan lyhentäminen edellyttää organisaation rakentamisen siten, että toiminta on mahdollisimman sujuvaa ja tehokasta. Tavoitetilana on lyhentää läpimenoaikoja ilman, että prosessin hallittavuus kärsii. (Torkkola 2015, 75.) Lean Six Sigmassa organisaatiota kehitetään kohti parempia tuloksia datan perusteella (Karjalainen & Karjalainen 2020, 49–50). Tähän SPC i -kortti soveltuu tutkimuksen perusteella erinomaisesti, sillä sen käyttö on dataan perustuva toimintatapa, joka tekee vaihtelun näkyväksi ja tukee jatkuvan parantamisen mallia.

Vaikka asiantuntijatyön tehokkuuden prosessit olivat hallinnassa, erityisyyttä ja poikkeamia voidaan hyödyntää kehitystyössä. Asiantuntijatyön suurin hukka johtui odottamisesta, joka on tekijästä itseltään riippumaton tekijä. Kun hukkaa vähennetään, virtaustehokkuus paranee. Kun vaihtelu pienenee, prosessit ovat paremmin ennustettavissa ja läpimenoajat lyhenevät. Työn tulee olla ennustettavaa, jotta se voi virrata organisaation läpi. Tämän vuoksi tarvitaan yhteisiä sovittuja toimintamalleja siihen, miten ja milloin prosessi etenee eri henkilöiden välillä. (Torkkola 2015, 128.)

Lean Six Sigma -ajattelua hyödyntämällä ja SPC i -korttien analysoinnin avulla kohdetoimialan esihenkilöt voivat arvioida tulevien kehitysprojektien resurssitarpeita, aikatauluja ja suunnitteluun tarvittavaa aikaa. Esihenkilöt näkevät SPC i -korttien avulla, missä kohtaa hukka ja vaihtelu ilmenevät, ja tieto on kaikille näkyvää. Oikein kohdistetut toimenpiteet ovat selkeitä toteuttaa. SPC i -korteilla voidaan havainnollistaa tuottavuuden parantamista, ja Lean Six Sigma -ajattelu antaa kehittämismenetelmiä toteuttamiseen.

Tutkimuksen tulosten perusteella SPC i -korttia voidaan hyödyntää asiantuntijatyön tehokkuuden mittaamiseen ja kehittämiseen. Se tarjoaa käytännön työkalun tehokkuuden parantamiseen, jossa tulokset eivät jää arvailun varaan, vaan perustuvat mitattuun dataan. SPC i -kortteja voi käyttää sekä yksittäisen toistuvan tehtävän että kokonaisen hankkeen mittaamisessa, ja niiden hyödyntäminen päätöksenteon tukena tekee tuottavuuden parantamisen näkyvämmäksi. SPC i -kortit voivat toimia myös johdon ja esihenkilöiden ennakoivina välineinä, jos mittaus tehdään säännöllisesti. SPC i -korttien avulla prosessia voidaan parhaimmillaan seurata lähes reaaliaikaisesti, jolloin vaihtelun kasvaessa voidaan siihen reagoida jo prosessin edetessä. SPC i -kortit tekevät vaihtelun näkyväksi, ja ne yhdessä Lean Six Sigma -ajattelun ja -menetelmien kanssa, tarjoavat työkalut jatkuvaan parantamiseen ja tehokkuuden

kehittämiseen. Lean Six Sigma -menetelmiä on paljon, joten rajauksen vuoksi tutkimuksessa esitetään kolme ehdotusta tehokkuuden kehittämiseen.

### 5.5.1 Fifo – Firts-in-first-out

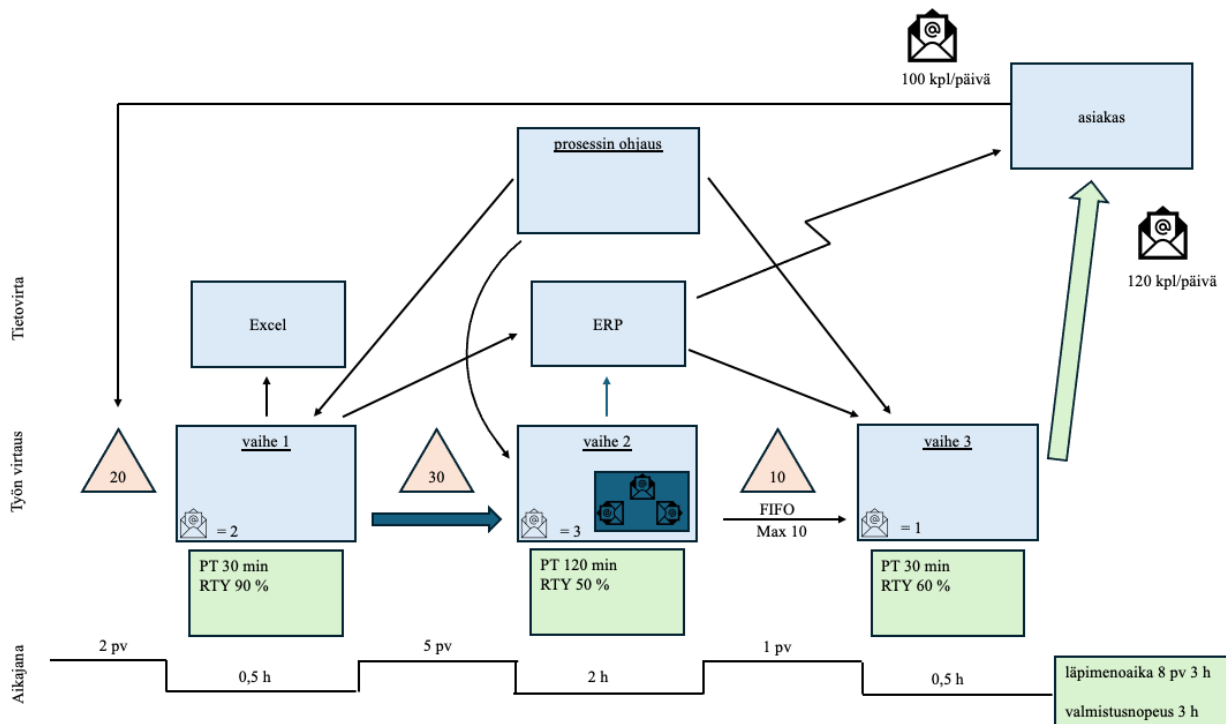
Ensimmäinen ehdotus läpimenoajan lyhentämiseksi ja valmistusnopeuden parantamiseksi on fifo (first-in-first-out). Työtehtävien suoritusjärjestyksien vaihtelu lisää prosessien läpimenoaika ja heikentää ennustettavuutta. Torkkolan (2015, 136–138) mukaan tehtävien suoritusjärjestyksellä on merkitys, ja tehokkain tapa on fifo, jossa työt tehdään samassa järjestyksessä kuin ne saapuvat. Fifo vähentää vaihtelua, eikä silloin tarvitse priorisoida tehtäviä, vaan voidaan keskittyä niiden suorittamiseen. Fifon avulla läpimenoaika lyhenee ja prosessi muuttuu ennustettavammaksi ja nopeammaksi – samalla resurssimäärällä. Menetelmällä voidaan suunnitella yksi prosessi kerrallaan tehokkaaksi. On huomiotava, että kaikkea työtä ei saada virtaamaan, joten myös suunnittelemattomalle työlle tulee varata aikaa. Fifo toimii Lean Six Sigma -ajattelun kanssa yhdessä virtauksen ja vaihtelun hallinnassa läpimenoajan lyhentämisessä. Fifo:n käyttö asiantuntijatyössä vähentää hukkaa, parantaa virtaustehokkuutta ja toimii kehittämismenetelmänä niin tiimitasolla kuin yksilön omissa prosesseissaan.

Fifo-menetelmä tukee myös Lean Six Sigma -ajattelun periaatteita hukan ja vaihtelun hallinnassa sekä virtaustehokkuudessa. Työjonot pysyvät hallinnassa, kun tehtävät käsitellään saapumisjärjestyksessä eikä tule tarpeetonta viivettä tehtävien priorisoinnin takia. Tämä luo vakautta prosessiin ja helpottaa sen ohjaamista yhdessä SPC i -kortin kanssa. Fifo mahdollistaa tasaisen työn etenemisen ja selkeyttää asiantuntijatyötä, kun ei tarvitse arvioida, mitä tehdä seuraavaksi.

Asiantuntijaorganisaatiossa tehtäviä tulee monista eri kanavista, kuten kokouksista, puhelimitse, sähköpostitse ja mahdollisesti tuotannonohjausjärjestelmästä (Torkkola 2015, 79). Tämän takia tarvitaan yhtenäinen toimintamalli, jossa kaikki saapuvat työtehtävät kirjataan yhteen paikkaan. Tehtäviä voidaan käsitellä joko yhteisen saapumisajan mukaisesti tai keskitetysti kanavakohtaisesti. Mikäli tehtävät käsitellään kanavakohtaisesti, on hyvä sopia ennakkoon, miten varmistetaan, että kaikkia kanavia tyhennetään tasaisesti. Näin varmistetaan virtaustehokkuus, prosessin läpinäkyvyys ja eri kanavista tulevien tehtävien tasainen toteutus.

### 5.5.2 Arvovirtakaavio

Torkkola (2015, 131–133) esittää arvovirtakaavion (KUVIO 15), jossa näkyy sulkeutuva kehä asiakkaalta asiakkaalle, tietovirrat, työvaiheet, virtausyksikön kertyminen eri vaiheisiin keskeneräisenä työnä sekä aikajana odotus- ja käsittelyajoista. Arvovirtakaavio esitetään visuaalisesti, ja se on Lean-työkalu prosessin nykytilan arviointiin. Kaaviossa kuvataan, kuinka paljon kuluu aikaa eri työvaiheisiin asiakkaan yhteydenotosta palvelun toimittamiseen asti. Se auttaa ymmärtämään nykytilaa, tavoite-tilaa ja tarvittavia muutoksia. Arvovirtakaavion avulla voidaan tunnistaa, mikä ohjaa tekemistä ja miten prosessien yhteisiin toimintamalleihin voidaan päästä. Kun arvovirta on kuvattu, toimintaa voidaan kehittää ja tehokkuutta parantaa, josta hyötyy lopulta asiakas. Arvovirtakaavion avulla asiantuntijat näkevät prosessin työkulun todellisuuden.



KUVIO 15. Arvovirtakaavio (mukaillen Torkkola 2015, 131)

Kuviossa 15 esitetään organisaatioon saapuvien ja lähtevien sähköpostien määrä. Asiakkailta saapuu sata sähköpostia päivässä, ja organisaatiosta lähetetään vastauksia asiakkaille satakaksikymmentä sähköpostia päivässä. Kolmioiden sisällä kuvataan kunkin vaiheen keskeneräisen työn määrä, eli tässä ta-

pauksessa käsittelemättömät sähköpostit. Aikajana kuvaa vaiheittain prosessin läpimenoajan ja valmistusnopeuden, ja tietovirrasta osoittaa, mihin tiedonsiirto eri vaiheissa tehdään. Arvovirtakaavion prosessi etenee vaiheittain seuraavasti:

1. Vaihe: käsittelemättömiä sähköposteja on kaksikymmentä. Ajatellaan, että assistentti lukee sähköposteja ja välittää ne eteenpäin. Yhden sähköpostin käsittelyaika on kolmekymmentä minuuttia (PT 30 min), ja yhdeksänkymmentä prosenttia sähköposteista lähetetään oikeille henkilöille (RTY 90 %). Kymmenen prosenttia sähköposteista välitetään siis väärille henkilöille ja joudutaan käsittelemään uudelleen. Samaa sähköpostia on käsitelty kaksi kertaa, ja tiedonsiirto tapahtuu Exceliin. Vaiheen läpimenoaika on kaksi päivää ja valmistusnopeus puoli tuntia.
2. Vaihe: käsittelemättömiä sähköposteja on kolmekymmentä. Sähköposti saavuttaa oikean henkilön, joka käsittelee viestin. Käsittelyaika on satakaksikymmentä minuuttia, ja viisikymmentä prosenttia sähköposteista menee oikeille ja viisikymmentä prosenttia väärille henkilöille. Sama sähköposti käsitellään kolme kertaa, ennen kuin se tavoittaa oikean henkilön. Ajatellaan, että ensimmäisen sähköpostin lukee asiantuntija, ja siinä kerrotaan korjaustarpeesta. Asiantuntija toteaa, että asiaa tulee käsitellä laajemmin ja varaa tätä varten kokousajan tai tuo asian viikkokokoukseen. Tämän jälkeen hän siirtää tiedon toiminnanohjausjärjestelmään (ERP). Läpimenoaika on viisi työpäivää ja valmistusnopeus kaksi tuntia. Tässä vaiheessa suositellaan fifo:n käyttöä, joka esiteltiin luvussa 5.5.1 First-In-First-Out, ja keskeneräisen työn rajoittamista korkeintaan kymmeneen käsittelemättömään sähköpostiin.
3. Vaihe: käsittelemättömiä sähköposteja on kolmenkymmentä. Sähköposteille tehdään tarvittavat toimenpiteet, jotka on sovittu edellisessä vaiheessa. Käsittelyaika on kolmekymmentä minuuttia ja kuusikymmentä prosenttia toimenpiteistä tehdään oikein. Sähköpostia käsitellään yhden kerran. Läpimenoaika on yksi päivä ja valmistusnopeus puoli tuntia. Lopulta vastataan asiakkaalta saapuneeseen sähköpostiin, mikä tuli vaiheessa yksi. Koko prosessin läpimenoaika aikajanaassa on kahdeksan päivää ja kolme tuntia ja valmistusnopeus on kolme tuntia.

Ehdotetaan arvovirtakaavion kuvaamista ennen SPC i -korttien laatimista. Sen avulla voidaan parantaa virtaus- ja resurssitehokkuutta, mikä lyhentää läpimenoaikoja ja nopeuttaa valmistusnopeuksia. Visuaalinen esitys tekee prosessin nykytilasta ymmärrettävän, sillä kaikki vaiheet ovat näkyvissä ja hukka voidaan tunnistaa. Arvovirtakaavion avulla voidaan erottaa, mikä osa ajasta on aktiivista työtä ja kuinka paljon kuluu odottamiseen. Lisäksi arvovirtakaavio auttaa tunnistamaan prosessin pullonkaulat ja vähentämään keskeneräisen työn määrää. Tämä nopeuttaa virtausta ja lyhentää läpimenoaikoja Litt-

len lain mukaisesti: mitä enemmän keskeneräistä työtä on, sitä pidempi on läpimenoaika. Arvovirta-kaaviosta tunnistetaan, missä kohtaa prosessia keskeneräinen työ kasaantuu ja virtaus hidastuu, joten toimenpiteet voidaan kohdistaa juuri näihin vaiheisiin. Kun pullonkaulat poistetaan, läpimenoaika lyhenee ja asiantuntijatyön tehokkuus paranee.

### 5.5.3 DMAIC-Ongelmanratkaisumenetelmä

DMAIC (Define, Measure, Analyse, Improve and Control) on keskeinen Lean Six Sigma -ajattelun ongelmanratkaisumenetelmä, jossa sovelletaan laajaa laatuteknisten ja tilastollisten työkalujen joukkoa. Jokainen DMAIC-vaihe pitää sisällään kysymyksen, joka tulee ratkaista ennen siirtymistä seuraavaan vaiheeseen. DMAIC-menetelmää soveltamalla löydetään prosessin suorituskykyä parantavat tekijät. Viisivaiheinen ongelmanratkaisumenetelmä etenee seuraavasti:





1. Määrittelyvaihe, jonka tehtävänä on määritellä prosessin ongelma: mitä halutaan parantaa ja miksi. Määriteltävän ongelman tulee tukea yrityksen päämääriä ja tavoitteita, ja sille laaditaan selkeä raja- ja mitattava tavoite.
2. Mittausvaihe, jossa luodaan teoria niistä tekijöistä, joiden uskotaan vaikuttavan suorituskyvyn parantamiseen. Tässä vaiheessa kerätään dataa, jonka tarkoituksena on tuottaa lisäinformaatiota nykytilasta, jotta prosessin lähtötiedot voidaan analysoida.
3. Analysointivaihe, jossa tarkennetaan ongelmanasettelua ja etsitään sen juurisyitä. Vaiheen tavoitteena on selvittää, mitä muutoksia prosessiin on tehtävä tulosten parantamiseksi sekä mistä vaihtelu johtuu.
4. Parannusvaihe, jossa kehitetään, toteutetaan ja arvioidaan ratkaisuja, jotka on tunnistettu edellisessä vaiheessa. Tässä vaiheessa juurisyihin kohdistuvat ratkaisut otetaan käytännön kokeiluun, mikä noudattaa PDCA-sykliä. Pyrkimyksenä on saavuttaa pysyvä parannus.
5. Ohjausvaihe, jossa prosessi viimeistellään, parannukset vakiinnutetaan ja laaditaan ohjaussuunnitelma saavutettujen tulosten ylläpitämiseksi. (Karjalainen & Karjalainen 2020, 216–320.)

Kehitystyön pohjana asiantuntijatyön tehokkuuden ja prosessien parantamiseksi kohdeorganisaatiolle ehdotetaan kolmantena DMAIC-ongelmanratkaisumenetelmän käyttöä. Tavoitteena on vähentää hukkaa ja vaihtelua sekä kehittää prosessien jatkuvaa parantamista seuraavasti:

1. Määrittelyvaiheessa arvovirtakaavion laatiminen selkeyttää, mistä prosessin hukka ja vaihtelu johtuvat. Rajauksena voidaan käyttää esimerkiksi läpimenoajan parantamista kymmenellä prosentilla, mikä tukee tuottavuuden parantamisen näkyvyyttä ja havainnollistaa kohdetoimialan esihenkilöille tulevien kehitysprojektien resurssitarpeita, aikatauluja ja suunnitteluun kuluva aikaa.
2. Mittausvaiheessa suositellaan datankeruuta SPC i -korttien laatimista varten, jolloin prosessin nykytilasta saadaan todellinen ja luotettava kuva. SPC i -kortit mahdollistavat jatkuvan parantamisen perustuen mitattuun dataan.
3. Analysointivaiheessa voidaan hyödyntää samoja menetelmiä, joita asiantuntija käytti T&K-hankkeen toteutuksessa, kuten 5 x miksi -menetelmää, kalanruotokaaviota ja 80/20-mallia. Näiden menetelmien käyttö osoittautui asiantuntijatyön tehokkuuden mittaamisessa tilastollisesti hallituksi, joten niiden laajempaa hyödyntämistä suositellaan myös muissa kehityshankkeissa.
4. Parannusvaiheessa edetään PDSA-syklin mukaisesti kiertäen sykliä läpi, kunnes juurisyy on löydetty ja pysyvä parannus saavutettu. Vaiheeseen soveltuvat samat työpajamenetelmät, joita asiantuntija käytti T&K-hankkeen yhteydessä, kuten Learning cafe ja We-Me-Uus. Myös näiden hyödyntäminen osoittautui tutkimuksessa tilastollisesti hallituksi.
5. Ohjausvaiheessa laaditaan uudet SPC i -kortit, joiden avulla varmistetaan, että prosessin pysyvä parannus on saavutettu ja suorituskyky pysyy hallinnassa myös pitkällä aikavälillä.

DMAIC-ongelmanratkaisumenetelmä ja PDSA-sykli ovat molemmat jatkuvan parantamisen menetelmiä, jotka muistuttavat sisällöllisesti toisiaan. DMAIC on dataohjautuva menetelmä, ja sen käyttö soveltuu erityisesti tilanteisiin, joissa halutaan keskittyä mittauksiin. PDSA puolestaan keskittyy kokeilujen kautta tapahtuvaan jatkuvaan parantamiseen pyörien jatkuvana syklinä – kuten tämän tutkimuksen asiantuntijatyön aineistonkeruun työtehtävät esitettiin luvussa 3.4.1 Eteneminen PDSA-sykliden mukaisesti. Mikäli DMAIC:n käyttö ei ole entuudestaan tuttua, voidaan sen ja PDSA:n rinnastus vaiheittain nähdä yhtenä kokonaisuutena. DMAIC:n määrittelyvaihe vastaa PDSA:n Plan-vaihetta, joita yhdistää ongelman määrittely. DMAIC:n mittausvaihe kiteytyy yhteen Do-vaiheen kanssa, jossa totuetaan datankeruu lähtötietojen analysointia varten. DMAIC:n analysointivaihe ja Study-vaiheessa tuloksia analysoidaan ja arvioidaan, etsien juurisyyt tulosten parantamiseksi. Parannus- ja ohjausvaiheet vastaavat puolestaan Act-vaihetta, jolloin toimenpiteiden vaikutukset arvioidaan ja vakautetaan pysyväksi käytännöksi. DMAIC:n ja PDSA:n rinnastus on koottu taulukkoon 13. Ensisijaisena suosituksena on kuitenkin DMAIC tämän tutkimuksen yhteydessä, sillä se tukee SPC i -korttien käyttöä.

TAULUKKO 13. DMAIC:n ja PDSA:n rinnakkain asettelu vaiheittain

DMAIC-vaihe		PDSA-vaihe
Määrittely		Plan
Mittaus		Do
Analysointi		Study
Parannus ja ohjaus		Act

## 5.6 Tutkimuksen arviointi

Tutkimusmenetelmä perustui määrälliseen aineistoon, mikä mahdollisti tulosten esittämisen ja analysoinnin mittausdatan perusteella. SPC i -kortin etuna oli sen kyky seurata ja parantaa prosessin suorituskkyä dataperusteisesti. SPC i -kortti valittiin sen laajan soveltuvuuden vuoksi. Lean Six Sigma tarjosi tutkimuksessa viitekehyksen, jonka avulla asiantuntijatyön tehokkuutta voitiin tarkastella jatkuvan parantamisen mallilla. Nämä menetelmät soveltuivat yhteen, sillä molempien tavoitteena on suorituskyvyn parantaminen ja prosessin hallinta dataan perustuen. SPC i -kortit toivat näkyväksi prosessin todellisen vaihtelun, ja Lean Six Sigma -ajattelu analysoinnin ja kehitystyön kohdentamisen yhdessä tulosten kanssa.

Tutkimuksen aineisto perustui asiantuntijatyön T&K-hankkeeseen työ- ja läpimenoaikaan sekä ulkopuolisen palvelutuottajan paikallisen tekoälyn kehittämisen käytettyyn läpimenoaikaan. Asiantuntijalta kerätty aineisto hankittiin strukturoimattomilla haastatteluilla, ja sitä pidettiin luotettavana. Palveluntuottajalta kerätty aineisto oli myös riittävän luotettava, sillä se perustui dokumentoituun kehitystyöhön. Tutkimuksen aineistoa voidaan kokonaisuudessaan pitää luotettavana. SPC i -kortit koko T&K-hankkeen läpimenoajasta ja valmistusnopeudesta, olivat luotettavia, sillä havaintoja oli molemmissa yhteensä 24. PDSA-sykliden ja niiden vaiheiden SPC i -kortit sisälsivät vähemmän havaintoja, minkä takia niiden ensisijainen tehtävä oli havainnollistaa tuloksia. Teknisen kehittämisen SPC i -kortteja pidettiin myös riittävän luotettavana, vaikka niissä oli havaintoja 7 ja 13. Kokonaisuutena tutkimusmenetelmät ja -aineisto tukivat tutkimuksen tarkoitusta ja tavoitteita hyvin.

Tutkimuksen toteutus ei ollut alusta alkaen selkeää, sillä aineisto muokkautui ja täsmentyi vasta T&K-hankkeen edetessä. Prosessi olisi todennäköisesti ollut helpompi, jos aineisto ja siihen liittyvät muuttu-

jat olisivat olleet tiedossa jo alkuvaiheessa. Tämän tutkimuksen tekijä oli yhteydessä ainoastaan tilaajaan, ei suoraan kohdeorganisaatioon tai -toimialaan, mikä saattoi osaltaan hidastuttaa esimerkiksi ulkopuolisen palveluntuottajan aineiston keruuta. Tutkimuksen läpimenoaikaan saattoi vaikuttaa sama kuin itse tutkimustulokseen: läpimenoaika piteni, sillä prosessissa esiintyi hukkaa. Tutkimuksen aikana syntyneet haasteet kuvaavat myös asiantuntijatyön luonnetta: jatkuvasti muotoutuvaa ja tilannesidonnaista. Tutkimuksen tuloksia voidaan pitää luotettavana, ja niitä voidaan hyödyntää tulevaisuuden kehitystyössä alasta tai työstä riippumatta.

## 6 YHTEENVETO

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin, miten SPC i -korttia voidaan hyödyntää asiantuntijatyön tehokkuuden tutkimisessa ja kehittämisessä. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten asiantuntijatyötä voi mitata, soveltuuko SPC i -kortti tähän tarkoitukseen ja voidaanko sen avulla parantaa tehokkuutta. Lisäksi tutkittiin, miten Lean Six Sigma -menetelmiä voidaan hyödyntää asiantuntijatyön tehokkuuden kehittämisessä. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että SPC i -kortti soveltuu tehokkuuden mittaamiseen. SPC i -kortin selkeän visualisoinnin avulla voidaan tunnistaa poikkeamat ja erityisyyt, mikä tukee tehokkuuden parantamista ja prosessien hallintaa.

Asiantuntijatyön tehokkuuden tulokset läpimenoajoista ja valmistusnopeudesta olivat keskenään saman suuntaisia. Koko T&K-hankkeen asiantuntijan tehokkuuden läpimenoajassa esiintyi yksi erityisyys, joka selittyi kesälomakaudella. Loput havainnot sijoittuvat ohjausrajojen sisäpuolelle ja lähelle keskiarvoa, mikä osoitti vaihtelun olevan normaalia ja prosessin hallinnassa. Kaksi havaintoa poikkesi kuitenkin muista, mikä selittyi odotusajoilla. Asiantuntijatyön tehokkuutta läpimenoajassa voidaan pitää ennustettavana. Koko T&K-hankkeen valmistusnopeuden SPC-käyrä pysyi asetettujen ohjausrajojen sisäpuolella, mikä osoitti myös, että asiantuntijatyön tehokkuus oli tilastollisesti hallinnassa ja suorituskyky ennustettavissa. Kolme poikkeamaa kuitenkin havaittiin, joissa valmistusnopeus oli pidempi kuin muissa. Ne selittyivät odotusajoista, joiden todettiin vaikuttavan virtaustehokkuuteen ja mahdollisuuteen aiheuttaa pullonkauloja. Läpimenoajat ja valmistusnopeudet pysyivät jokaisen PDSA-syklin ja sen vaiheiden SPC-käyrissä stabiileina. Havaintojen määrä oli kuitenkin pieni, joten SPC i -kortit toimivat ensisijaisesti havainnollistavina mittareina.

Ulkopuolisen palveluntuottajan teknisen kehittämisen läpimenoaika lyheni eksponentiaalisesti ensimmäisestä versiosta seitsemänteen versioon. Ensimmäinen havainto oli erityisyys, mutta muut pysyivät ohjausrajojen sisäpuolella. Ulkopuolisen palveluntuottajan ja T&K-hankkeen Do-vaiheiden läpimenoajassa havaittiin kaksi erityisyyttä, jotka liittyivät paikallisen tekoälyn kahteen ensimmäiseen versioon. Juurisyytä ei voitu selvittää, sillä paikallisen tekoälyn kehittäminen oli kesken eikä ulkopuoliselta palveluntuottajalta ollut saatavissa muuta tarvittavaa aineistoa. Todettiin tärkeämmäksi osoittaa kohdeorganisaatiolle ulkopuolisen palveluntuottajan tehokkuus kehitystyössä.

Työn päätavoitteena kohdeorganisaatiolle oli kehittää kohdetoimialan johdon käyttöön mittari, joka tekee tuottavuuden parantamisen näkyväksi. Tavoitteena oli myös visualisoida kohdetoimialan esihenkilöille tulevien kehitysprojektien resurssitarpeita, aikatauluja ja suunnitteluun vaatimaa aikaa sekä tarjota ideoita muihin käyttötarkoituksiin SPC i -kortille. Tulokset osoittivat, että näihin tavoitteisiin päästiin. Asiantuntijan T&K-hankkeen aineistosta laadittiin SPC i -kortit läpimenoajoista ja valmistusnopeuksista, jotka kuvasivat asiantuntijatyön tehokkuuden stabiiliksi. Samalla osoitettiin, että ulkopuolisen palveluntuottajan tehokkuutta voi mitata SPC i -kortin avulla. Kohdetoimialalle esitettiin mittari, jonka avulla kehitystyötä voidaan jatkossa suunnitella ja seurata dataperusteisesti. SPC i -kortti visualisoi ymmärrystä asiantuntijatyön tehokkuudesta sekä auttaa tunnistamaan hukkaa ja vaihtelua. Lean Six Sigma -ajattelun avulla havaintoja voi hyödyntää prosessien jatkuvassa parantamisessa.

Tutkimustulokset asiantuntijatyön tehokkuudesta olivat SPC i -kortin mukaan hallittuja, mutta Lean Six Sigman näkökulmasta vaihtelua, hukkaa ja odotusaikoja voisi vähentää. Jotta saataisiin lyhyemmät läpimenoajat ja nopeammat valmistusnopeudet, parempaa virtaus- ja resurssitehokkuutta varten kehitysehdotuksiksi laadittiin arvovirtakaavion kuvaaminen, fifo:n käyttöönotto ja DMAIC-ongelmanratkaisumenetelmän hyödyntäminen.

Tutkimus osoitti, että SPC i -kortit tekevät asiantuntijatyön tehokkuuden näkyväksi. SPC i-kortti ja Lean Six Sigma tarjoavat työkalun sekä kohdetoimialakohtaiseen että organisaation laajuiseen kehittämistyöhön. Menetelmiä voivat hyödyntää myös muut organisaatiot, eivätkä ne ole sidonnaisia yhteen tiettyyn alaan tai tehtävään. Tämä havaittiin tutkimalla ulkopuolisen palveluntuottajan läpimenoaikaa. SPC i -kortti havainnollistaa poikkeamat ja erityisyyt, kun taas Lean Six Sigma tarjoaa menetelmän, jolla juurisyyt voidaan selvittää. Tutkimustuloksia voidaan pitää luotettavina ja hyödynnettävinä tulevaisuuden kehitystyössä.

## LÄHTEET

- Aro, A., Heikkilä, A., Holmgren, E., Ikonen, O., Juujärvi, P., Morikawa, M., Sahimaa, J., & Råman, S. 2023. *Inhimillinen tehokkuus – jännitteet hyötykäyttöön*. Helsinki: Alma Talent. Saatavissa: <https://bisneskirjasto-almatalent-fi.ezproxy.centria.fi/teos/IAHBIXETEB>. Viitattu 5.6.2025.
- Haapakorpi, A. 2010. Kuka pääsee asiantuntijaksi? Yhteiskunnallisen taustan merkitys asiantuntijaseuran rakentumisessa. *Aikuiskasvatus*, 30(4), 256–266. Saatavissa: <https://journal.fi/aikuiskasvatus/article/view/93894/52572>. Viitattu 5.6.2025.
- Himes, E. 2023. *What Is Manufacturing Throughput?* Saatavissa: [https://www.ptc.com/en/blogs/iiot/what-is-manufacturing-throughput?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.ptc.com/en/blogs/iiot/what-is-manufacturing-throughput?utm_source=chatgpt.com). Viitattu 25.9.2025.
- Immonen, M. 2025. *Onnistu hankinnoissa tekoälyn avulla – julkisten hankintojen tulevaisuus. Paikallinen AI – Generatiivisen tekoälyn suljetun ympäristön tekninen arkkitehtuuri, Case LUT Kauppakorkeakoulu*. Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto. Webinaari.
- Isopahkala-Bouret, U. 2008. Asiantuntijuus kokemuksena. *Aikuiskasvatus*, 28 (2), 1–10. Saatavissa: <https://doi.org/10.33336/aik.93808> Viitattu 5.6.2025.
- Jyväskylän yliopisto. *Haastattelut*. Saatavissa: <https://sites.app.jyu.fi/mehu/fi/metelmapolku/aineistonhankintamenetelmat/haastattelut>. Viitattu 25.9.2025.
- Karjalainen, E. & Karjalainen T. 2020. *Lean Six Sigma 2.0 ja laatuteknologia*. 1. painos. Lahti: Quality Knowhow Karjalainen.
- Kehusmaa, K. 2023. *Merkitykselliset tavoitteet ja mittarit työyhteisön johtamiseen*. 1. painos. Helsinki: Kauppakamari. Saatavissa: <https://kauppakamaritieto-fi.ezproxy.centria.fi/ammattikirjasto/teos/merkitykselliset-tavoitteet-ja-mittarit-tyoyhteison-johtamiseen-2023>. Viitattu 4.6.2025.
- Majava, P. & Piirainen, A. 2025. *Projektijohtaminen ja Kingmanin yhtälö*. Lean Podi + Laatu. Podcast. Saatavissa: <https://www.leanpodifi.fi/podcast/projektin-johtaminen-ja-kingmanin-yhtalo/>. Viitattu 6.8.2025.
- Masterclass. 2022. *Little's Law: Definition, Formula and Example*. Saatavissa: <https://www.masterclass.com/articles/littles-law>. Viitattu 4.8.2025.
- Mulholland, B. 2017. *Little's Law: How to Analyze Your Processes (with Stealth Bombers)*. Process. Saatavissa: <https://www.process.st/littles-law/>. Viitattu 4.8.2025.
- Nummi, P. 2022. *Ammattifasilitaattorin käsikirja*. Helsinki: Balmar Oy. Saatavissa: <https://www.bookbeat.com/fi/book/ammattifasilitaattorin-kasikirja-1032399>. Viitattu 30.7.2025.
- Ojasalo, K., Moilanen, T. & Ritalahti, J. 2015. *Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaan*. 3.–4. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy. Saatavissa: <https://www.elibrary.com/book/978-952-63-2695-5>. Viitattu 8.9.2025.

Project Management Institute, Inc. 2017. *Agile Practice Guide*. Project Management Institute, Inc. (PMI): Newton Square, Pennsylvania, USA.

Roser, C. 2017. All About Lean. Organize your industry! *The Kingman Formula – Variation, Utilization and Lead Time*. Saatavissa: <https://www.allaboutlean.com/kingman-formula/>. Viitattu 6.8.2025.

Salomäki, R. 1999. *Suorituskykyiset prosessit – hyödynnä SPC*. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus.

Shaffie, S, & Shahbazi, S. 2012. *The McGraw-Hill 36-Hour Course: Lean Six Sigma*. The United States of America: McGraw-Hill.

Taylor, G. 2009. *Lean Six Sigma Service Excellence. A Guide to Green Belt Certification and Bottom Line Improvement*. Florida: J. Ross Publishing.

Toivanen, M. 2018. Asiantuntijatyötä vai toisarvoista puuhastelua? *Ei-legitiimi työ ja sen yhteydet hyvinvointiin asiantuntijatyössä*, 16 (1), 1–14. Saatavissa: <https://journal.fi/tyoelamantutkimus/article/view/85265/44250>. Viitattu 5.6.2025.

Torkkola, S. 2015. *Lean Asiantuntijatyön johtamisessa*. Helsinki: Talentum Pro.

Työturvallisuuskeskus. *5 x Miksi?*. Saatavissa: <https://turvallisuuskumppani.fi/5-x-miksi/>. Viitattu 30.7.2025.