

Opinnäytetyö AMK

Tuotantotalouden Insinööri

2024

Marisa Värtinen

Rakennusautomaatioprojektien työvaiheiden yhtenäistäminen



Opinnäytetyö AMK | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Insinööri | Tuotantotalous

2024 | 65 sivua

Marisa Värtinen

Rakennusautomaatioprojektien työvaiheiden yhtenäistäminen

Tämä opinnäytetyö käsittelee rakennusautomaatioprojektien työvaiheiden yhtenäistämistä ja sen hyötyjä yrityksen näkökulmasta. Tutkimuksen kohteena on 20-henkinen rakennusautomaatio-osasto, joka toimii pääasiassa pääkaupunkiseudulla. Rakennusautomaatioprojektien keskeiset työvaiheet ovat toteutussuunnittelu, ohjelmointi, käyttöönotto ja testaus. Työvaiheet vaativat asiantuntijuutta ja projekti-insinööreillä tulee olla kyky toimia vaihtelevissa projektiympäristöissä.

Tutkimuksessa hyödynnettiin Lean-ajattelun ja standardisoinnin periaatteita. Tutkimusaineisto kerättiin puolistrukturoitujen haastatteluiden kautta, joihin haastateltiin osaston esihenkilöä ja kuutta projekti-insinööriä.

Haastatteluissa korostuivat teknisten työvaiheiden ohjeistuksien puutteet, vaihtelevat perehdytysprosessit ja henkilöstön koulutustaustojen erot. Näistä syistä johtuen osastolla on huomattava määrä hiljaista tietoa ja yksilöllisiä käytäntöjä.

Opinnäytetyön kehitysehdotuksena on työohjeiden ja prosessikaavioiden laatiminen sekä yhtenäisen perehdytysohjelman ja työn seurantajärjestelmän kehittäminen. Lisäksi osaston työnjaon ja osaamisen hybridimallista kohdentamista suositellaan pilotoitavaksi. Muutosjohtaminen on avainasemassa ehdotuksien eteenpäin viemisessä.

Asiasanat:

rakennusautomaatio, Lean-ajattelu, työohjeet, standardisointi

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Engineer | Industrial Management

2024 | 65 pages

Marisa Värtinen

Standardizing the Work Phases of Building Automation Projects

This thesis focuses on the standardization of work phases in building automation projects and the benefits it can bring from a company's perspective. The study examines a 20-person building automation department operating mainly in the Helsinki metropolitan area. The key work phases of building automation projects are detailed designing, programming, commissioning, and testing. These phases require expertise, and project engineers need the ability to work in dynamic project environments.

The study utilized the principles of Lean thinking and standardization. Data was collected through semi-structured interviews with the department manager and six project engineers.

The interviews highlighted the lack of clear instructions for technical work phases, inconsistent onboarding processes, and differences in employees' educational backgrounds. As a result, the department relies heavily on tacit knowledge and individual practices.

The thesis proposes the development of work instructions and process flowcharts, as well as the creation of a unified onboarding program and a system for tracking work progress. Additionally, piloting a hybrid model for task allocation and skill management within the department is recommended. Change management plays a key role in implementing these proposals successfully.

Keywords:

building automation, Lean thinking, work instructions, standardization

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	6
1 Johdanto	10
1.1 Tutkimusongelma ja tausta	10
1.2 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset	11
1.3 Toimeksiantaja	12
1.4 Tutkimuksen rakenne	13
2 Rakennusautomaatio	14
2.1 Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne	15
2.2 Rakennusautomaatioprojektin vaiheet	16
2.2.1 Projektinhallinta	19
2.2.2 Riskit ja epävarmuudet	21
3 Lean-ajattelu	23
3.1 Lean ja työn standardisointi	28
3.2 Itseohjautuvuus	30
4 Työvaiheiden yhtenäistäminen	32
4.1 Työohjeet	33
4.2 Vertailuanalyysi ja parhaat käytännöt yhtenäistämisen edistämässä	36
4.3 Moni- ja erikoisosaajamalli	37
5 Tutkimusmenetelmät	40
6 Tutkimusaineisto ja analyysi	42
6.1 Esihenkilön haastattelu	44
6.1 Projekti-insinöörien haastattelut ja keskeiset havainnot	48
7 Johtopäätökset ja kehitysehdotukset	52
8 Lähteet	60

Liitteet

Liite 1. Osaston esihenkilön haastattelukysymykset

Liite 2. Projekti-insinöörien haastattelukysymykset

Kuvat

Kuva 1: Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne (Uusitalo ym. 2023, 7)	16
Kuva 2: Projektikolmion rajoitteet (Leong, Zakuan & Saman 2014)	20
Kuva 3: Vaihtelun ymmärtämisen tärkeys (Torkkola 2015)	24
Kuva 4: Yhtenäistämisen hyödyt	43

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

Alakeskus	Keskitettyissä automaatiojärjestelmissä toiminnan perusta on itsenäisissä alakeskuksissa ja niihin liitetyissä I/O-moduuleissa. Alakeskukset sisältävät ohjelmia, jotka hallitsevat prosesseja ohjaamalla kenttälaitteita I/O-pisteiden kautta. (Härkönen, Liedes & Mikkola 2018, 60)
Anturi	Mittalaitteen osa, joka mittaa ja kerää tietoa. Tieto lähetetään eteenpäin automaatiojärjestelmälle. Tyypillisiä antureita ovat esimerkiksi lämpötila- tai paineanturi. (Härkönen ym. 2018, 82)
BACnet	Building Automation and Control Network. Rakennusautomaatiossa käytettävä standardisoitu tiedonsiirtoprotokolla. Sen tarkoitus on varmistaa järjestelmien ja laitteiden yhteensopivuus sekä tiedonsiirto eri valmistajien laitteiden välillä. (Liedes, Uusitalo & Reinikainen 2022, 72)
Vertailuanalyysi	Menetelmä (Benchmarking), jossa vertaillaan organisaation prosesseja ja suorituskkyä parhaisiin käytäntöihin muissa organisaatioissa tai tiimeissä parannusideoiden löytämiseksi. (Niemi 2018)
EE-tiimi	Koulutus- ja tekniikkatiimi (Education and Engineering), joka vastaa osaston koulutuksesta ja teknisestä tuesta. Toimeksiantajan organisaatiossa toimiva yksikkö. (Schneider Electric Oy, henkilökohtainen tiedonanto 11.9.2024)
Hiljainen tieto	Yksilön kokemukseen perustuva epävirallinen tieto, taito tai osaaminen. Sitä ei ole dokumentoitu, mutta se siirtyy usein henkilöltä toiselle. (Pohjalainen 2012, 2–5)
I/O-moduuli	Alakeskus koostuu I/O-moduuleista, joihin kenttälaitteet liitetään fyysisillä liityntäpisteillä. Yksi I/O-moduuli voi hallita tavallisesti 8–40 fyysistä pistettä, kuten

	hälytystuloja, poisohjauksia tai kosteusantureita. (Härkönen ym. 2018, 72)
Kaizen	Lean-ajattelun periaate, joka tarkoittaa jatkuvaa parantamista ja prosessien kehittämistä. (Pažek, Saddikuti V. & Saddikuti S. 2021, 13–16)
Kanban-taulu	Johtamistyökalu, joka visualisoi työprosessin ja tehtävien etenemisen eri vaiheissa. Lean-periaatteiden toteuttamisen työkalu. (Pažek ym. 2021, 6–8)
Kenttälaite	Laiteet, jotka on liitetty osaksi automaatiojärjestelmää. Ne toimivat tietojen kerääjänä, ohjaajana tai viestien välittäjänä järjestelmän ja ympäristön välillä. (Ollenberg 2015, 7)
KNX	Standardoitu kenttäväylä, jota käytetään automaatiolaitteiden yhteyksien varmistamisessa. (Härkönen ym. 2018, 60)
Lean-ajattelu	Filosofia ja toimintamalli, joka pyrkii vähentämään hukkaa ja optimoimaan prosessien tehokkuutta. (Torkkola 2015)
LVI	Lämmitys, vesi ja ilmastointi. LVI-järjestelmät ja -laitteet ovat keskeinen osa talotekniikkaa. (Rasmussen, Price & Koeln 2018, 74)
Läpimenoaika	Aika, joka kuluu työtehtävän tai prosessin alusta sen päättymiseen. (Torkkola 2015)
Modbus	Standardoitu kenttäväylä, joka mahdollistaa rakennusautomaatiolaitteiden kommunikointiyhteyden. (Härkönen ym. 2018, 61)
Parhaat käytännöt	Todistetusti tehokkaimmat ja laadukkaimmat toimintatavat, jotka perustuvat kokemukseen ja käytännön sovelluksiin. (Liimatainen & Lähteenmaa 2020)
Pilvipalvelut	Internetin kautta toimivia palvelimia ja ohjelmia, joissa tietoja säilytetään ja käsitellään. (Ollenberg 2015, 22)

Prosessikaavio	Visuaalinen esitys työnkulusta tai projektin eri vaiheista loogisessa ja kronologisessa järjestyksessä. (Sutinen & Haapakorva 2021)
Pullonkaula	Prosessin osa, joka hidastaa koko prosessin etenemistä ja rajoittaa sen suorituskykyä. (Torkkola 2015)
Rakennusautomaatio-järjestelmä	Tekninen järjestelmä, joka valvoo, ohjaa ja optimoi rakennuksen eri toimintoja, kuten lämmitystä, ilmanvaihtoa, valaistusta ja turvallisuusjärjestelmiä. Tavoitteena on parantaa rakennuksen energiatehokkuutta, mukavuutta ja järjestelmien toimintavarmuutta. (Härkönen ym. 2018, 21)
SOP	Vakiotoimintamenettely (Standard Operating Procedure) on selkeä toimintaohjeistus, joka varmistaa tehtävän suorittamisen aina samalla tavalla. SOP esittää parhaan mahdollisen tavan työvaiheen tekemiseksi. (Jääskeläinen 2024)
Standardointi	Yhtenäisten toimintakäytäntöjen ja menetelmien laatiminen. Standardisointia voidaan suorittaa globaalilla, maanosakohtaisella tai kansallisella tasolla. Standardien noudattaminen on vapaaehtoista, mutta usein se tuo kilpailuetuja. (Pyyskänen 2010, 11)
TCP/IP	Tietoliikenneprotokolla (Transmission Control Protocol/Internet Protocol), jota käytetään internetissä ja muissa verkoissa. Se määrittää säännöt, joiden avulla tietokoneet ja muut laitteet voivat kommunikoida keskenään verkossa. TCP/IP koostuu useista kerroksista, joista jokainen hoitaa tietyn osan tiedonsiirtoprosessista. (Ollenberg 2015, 7–9)
Tietoturva	Toimenpiteet ja teknologiat, joilla varmistetaan tietojen suojaaminen luvottomalta käytöltä ja väärinkäytöltä. (Ollenberg 2015, 23)

Toimilaitteet	Rakennusautomaatiojärjestelmän laitteita, jotka toteuttavat ohjaustoimintoja, kuten venttiilien avaamista tai sulkemista. (Härkönen ym. 2018, 21)
Virtaustehokkuus	Virtaustehokkuus kuvaa, kuinka suuri osa kokonaisprosessiajasta on lisäarvoa tuottavaa työtä. (Torkkola 2015)
Arvovirtakartoitus	Arvovirtakartoitus (Value Stream Mapping, VSM) on Lean-ajattelun mukainen visualisointimenetelmä, jonka avulla kartoitetaan kaikki prosessin vaiheet ja tunnistetaan sekä lisäarvoa tuottavat että tuottamattomat osat. (Pažek ym. 2021, 90–91)

1 Johdanto

Tässä luvussa käsitellään ensin tutkimusongelman taustaa ja syitä tutkimuksen aloittamiselle. Tämän jälkeen keskitytään tutkimuksen tavoitteisiin ja tutkimuskysymyksiin. Kolmannessa alaotsikossa esitellään toimeksiantaja sekä avataan energia-alan merkityksellisyyttä kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä kestäväen kehityksen tavoitteiden saavuttamiseksi. Johdannon lopuksi esitellään tutkimusmenetelmät ja -rajaukset.

1.1 Tutkimusongelma ja tausta

Rakennusautomaatio yhdistää automaatio-, LVI-, sähkö- ja tietotekniikan osa-alueet saumattomaksi kokonaisuudeksi. Eri alojen tiivis yhteistyö on ratkaisevan tärkeää, jotta rakennusautomaatiojärjestelmät toimivat tehokkaasti ja täyttävät niille asetetut vaatimukset. Sähköasentajat ja -insinöörit vastaavat sähkölaitteiden asennuksista, LVI-asiantuntijat huolehtivat lämmitys- ja ilmastointijärjestelmistä, ja IT-asiantuntijat takaavat tietoturvan ja järjestelmien yhteensopivuuden. Automaatioasiantuntijat puolestaan ohjelmoivat järjestelmät optimaalisesti, mikä mahdollistaa keskitetyn ja älykkään hallinnan kaikille rakennuksen eri järjestelmille. Automaatiojärjestelmät valvovat ja optimoivat rakennuksen erilaisia toimintoja, kuten kiinteistöjen lämpötilaa ja ilmankiertoa, reaaliaikaisesti. Sen tavoitteena on parantaa rakennuksien energiatehokkuutta, turvallisuutta ja käyttömukavuutta. (Härkönen, Liedes & Mikkola 2018, 21)

Rakennusautomaatioala kohtaa useita haasteita. Keskeisiä ovat järjestelmien monimutkaisuus, tietoturvariskit ja eri teknologioiden integroinnin vaikeus. Näiden lisäksi Suomessa on suppeasti suoraan rakennusautomaatioon keskittyviä koulutuspolkuja. Alan koulutus on hajautettu osaksi laajempia automaatio-, sähkö- ja talotekniikan koulutusohjelmia, millä voi olla vaikutus rakennusautomaation työvoiman määrään. Opinnäytetyön toimeksiantajan edustaja, Miika Halmetoja, on kuvannut alan tilannetta 2020 julkaistussa haastattelussa seuraavasti: ”Toiveenamme on saada alalle lisää työntekijöitä,

sillä töitä on tarjolla hyvin ja tekijöitä on vaikea löytää” (Salonen 2020). Digitalisaation ja älyrakennusten yleistyessä alan asiantuntijoille on yhä suurempi tarve. (Härkönen ym. 2018, 107–108, 114)

Prosessien yhtenäistäminen ja sisäisen koulutuksen kehittäminen ovat keinoja, joiden avulla yritys voi ylläpitää tuottavuutta ja kehittää työntekijöidensä osaamista, vaikka työvoimaa olisi rajallisesti saatavilla. Opinnäytetyö tutkii, miten rakennusautomaatioprojektin teknisten työvaiheiden suorittamiskäytäntöjä voidaan yhtenäistää. Tärkeät edistysaskeleet alalle yleensä tulevat alan ulkopuolelta (Tuominen 2021, 7). Lean-ajattelu, joka juontaa juurensa 1950-luvun Japanista, tarjoaa yhden ratkaisunäkökulman alan haasteisiin.

Lean-filosofia syntyi Toyotan autotehtailla, missä kehitettiin "Toyota Production System" -niminen tuotantomalli. Sen peruseriaatteena on poistaa hukkaa eli kaikkia prosesseja, jotka eivät tuota lisäarvoa loppuasiakkaalle. Yksi Leanin keskeisistä periaatteista on työn standardisointi, jonka avulla pyritään yhtenäisiin toimintatapoihin ja selkeisiin työprosesseihin. Tehdasympäristössä standardisointi tarkoittaa toistuvien prosessien tarkkaa määrittelyä ja tehokkuuden maksimointia. (Vuorinen & Huikkola 2023, 72–73)

Rakennusautomaatioalalla täyttää standardointia ei voida soveltaa samalla tavalla kuin teollisuudessa, sillä asiantuntijatyö ja projektikohtainen joustavuus ovat olennaisia. Työvaiheiden yhtenäistämistä voidaan kuitenkin parantaa luomalla joustavia ohjeita ja parhaita käytäntöjä, jotka varmistavat teknisten työvaiheiden suorittamisen yhdenmukaisesti ja ottavat asiantuntijuuden huomioon. Säännölliset koulutukset ja työpajat ovat myös olennaisia prosessien vakiinnuttamisessa. (Vuorinen & Huikkola 2023, 7)

1.2 Tutkimuksen tavoite ja tutkimuskysymykset

Osastolla on tunnistettu haasteita yhteisten toimintatapojen puutteessa. Tämän tutkimuksen tavoitteena on kartoittaa osaston nykytila, selvittää syitä työvaiheiden epäyhtenäisyyteen ja kehittää ratkaisuja tilanteen parantamiseksi. Osasto pyrkii tehostamaan työnkulkua siten, että eri vaiheet etenevät

koordinoidusti. Tavoitteena on varmistaa, että työvaiheet täyttävät laatu- ja aikatavoitteet suunnitellusti. Osastolla uskotaan, että yhtenäiset toimintatavat voivat merkittävästi tehostaa työvaiheiden läpivientiä ja uusien työntekijöiden perehdyttämistä. Tämä vähentäisi viivästyksiä ja virheitä, parantaisi resurssien ennustettavuutta ja edistäisi tehokkaampaa resurssien käyttöä. Lisäksi yhtenäiset käytännöt tukisivat hiljaisen tiedon systemaattista jakamista.

Rakennusautomaatioprojektit ovat ainutlaatuisia ja vaativat korkeaa asiantuntijuutta, mikä tekee työvaiheiden toistamisen aina samalla tavalla haastavaksi. Tässä tutkimuksessa keskitytään löytämään vastaukset kahteen tutkimuskysymykseen: miten projektitiimin työskentelyä voidaan yhtenäistää ja millaisia hyötyjä se voisi tuoda toimeksiantajalle.

1.3 Toimeksiantaja

Euroopan unioni on sitoutunut vähentämään kasvihuonekaasupäästöjä vähintään 40 % vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 1990 tasoon. Rakennuksilla on tässä keskeinen rooli, sillä ne kuluttavat lähes 40 % Suomen kokonaisenergiasta. EU:n tavoitteiden saavuttamisessa tekniset järjestelmät ja automaatio ovat avainasemassa. Rakennusautomaation avulla energiankäyttöä voidaan optimoida, mikä vähentää sekä kustannuksia että päästöjä. Tämä tarkoittaa älykkäiden järjestelmien, kuten automaattisten lämmitys-, ilmastointi-, valaistus- ja turvallisuusjärjestelmien hyödyntämistä. Näiden avulla rakennusten toimintaa voidaan valvoa ja ohjata reaaliajassa, mikä lisää energiatehokkuutta, käyttömukavuutta ja turvallisuutta samalla, kun energiankulutus ja ylläpitokustannukset vähenevät. (Liedes 2020, 4–6)

Tässä kontekstissa Schneider Electric on merkittävä toimija. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimiva Schneider Electric on monikansallinen yritys, joka on erikoistunut automaatioon ja energianhallintaan. Yrityksellä on pitkä historia, joka ulottuu vuoden 1836 Ranskaan, ja nykyisin se toimii yli 100 maassa. Schneider Electric tarjoaa innovatiivisia ja kestäviä ratkaisuja, jotka tukevat EU:n asettamia päästötavoitteita ja energiatehokkuuspyrkimyksiä. Yrityksen tuotteet ja palvelut,

kuten rakennusautomaatioratkaisut, ovat suunniteltu vähentämään energiankulutusta, parantamaan rakennusten älykkäitä toimintoja sekä edistämään kestävästä kehitystä. Schneiderin missio ja arvot—innovatiivisuus, ympäristövastuullisuus ja kestävä kehitys—ovat linjassa EU:n tavoitteiden kanssa. (Schneider Electric 2024)

1.4 Tutkimuksen rakenne

Tutkimuksen rakenne etenee loogisesti taustoista ja teoreettisesta viitekehyksestä käytännön havaintoihin ja johtopäätöksiin. Alussa esiteltiin tutkimusongelma, tavoitteet ja toimeksiantaja. Teoriaosuudessa käsitellään rakennusautomaation erityispiirteitä sekä Lean-ajattelun ja standardisoinnin periaatteita, jotka toimivat viitekehyksenä työvaiheiden yhtenäistämiseksi.

Tutkimusmenetelmänä käytetään laadullista tutkimusta ja vielä tarkemmin määriteltynä kvalitatiivista haastattelumenetelmää. Tutkimusaineiston saamiseksi haastatellaan osaston esihenkilöä ja kuutta projekti-insinööriä. Tutkimusaineistosta pyritään saamaan syvällistä tietoa osaston nykytilanteesta, tavoitteista ja haasteista. Projekti-insinöörien näkemykset ja kokemukset teknisien työvaiheiden suorittamisesta ja perehdytysprosessista ovat tärkeitä. Lopuksi työ kokoaa yhteen kolme kehittämissuositusta, joiden avulla osaston toimintaa voidaan viedä eteenpäin kohti yhtenäisempää työntekoa. Tutkimus yhdistää teorian, tutkimusaineiston ja käytännön kehityssuositukset kokonaisuudeksi.

2 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaation tavoitteena on tehdä rakennuksista energiatehokkaita, miellyttäviä käyttää ja turvallisia. Tämä tapahtuu hallitsemalla automaattisesti erilaisia teknisiä järjestelmiä ja laitteita. Järjestelmät kattavat esimerkiksi lämmityksen, ilmanvaihdon ja ilmastoinnin, valaistuksen sekä turvallisuusratkaisut, kuten valvonta- ja paloturvallisuuden. Rakennusautomaatio kerää tietoa rakennuksen olosuhteista ja laitteiden kunnosta erilaisten mittauspisteiden kautta. Tämä tieto käsitellään järjestelmien logiikkayksiköissä, jotka ohjaavat toimilaitteita tarpeen mukaan. Lisäksi tiedon perusteella järjestelmä havaitsee mahdolliset poikkeamat ja hälyttää niistä järjestelmän käyttäjälle. (RIL 268-2017, 119; Härkönen ym. 2018, 21)

LVI-järjestelmät säätelevät ilmanvaihtoa, lämpötilaa ja kosteutta. Sähkö- ja valaistusjärjestelmien automaatio auttaa optimoimaan valaistuksen esimerkiksi luonnonvalon mukaan. Turvallisuusjärjestelmät, kuten kameravalvonta ja muut hälytykset, voidaan integroida automaatioon. Tämä mahdollistaa keskitetyn valvonnan ja parantaa turvallisuutta. Voimassa olevat hälytykset käydään läpi päivittäin ja niiden vaatimat korjaustoimenpiteet on tehtävä mahdollisimman nopeasti (Sahlstén 2017, 7). Muita tarkkailtavia mittauspisteitä voisi esimerkiksi olla läsnäolotiedot, patteriverkoston toiminta, vesivuodot, varashälytykset tai hiilidioksidipitoisuus. (RIL 268-2017, 119; Härkönen ym. 2018, 21)

Rakennusautomaatiojärjestelmän avulla voidaan myös tuottaa kattavaa tietoa rakennuksen energiankulutuksesta, olosuhteista ja järjestelmien tilasta. Tämä informaatio tukee energiatehokasta ylläpitoa ja mahdollistaa rakennuksen toiminnan optimoinnin. Rakennusautomaatio tukee rakennuksen elinkaaren aikaista kustannustehokkuutta, vaikka sen osuus uuden rakennuksen investointikustannuksista on suhteellisen pieni (Härkönen ym. 2018, 21). Automaatiojärjestelmät tarjoavat lisäksi käyttäjäystävällisen käyttöliittymän, jota kutsutaan valvomoksi. Valvomoa voidaan joko käyttää paikallisesti tai etänä. Se on rakennuksien käytöstä vastaavien henkilöiden keskeinen työkalu, mikä helpottaa merkittävästi heidän työtään (RIL 268-2017, 119). Valvomo on pitkän

aikavälin hankinta, joka tulee vaikuttamaan kiinteistöön ja sen hallintaan monia vuosia. (Uusitalo, Asp & Liedes 2023, 7–8, 10)

Rakennusautomaatio tukee myös lisäpalveluita, jotka toimivat itsenäisesti tai ovat integroituja muihin taloteknisiin järjestelmiin. Usein valvomoon voidaan tuoda kolmannen osapuolen dataa sekä palveluita (Uusitalo ym. 2023, 10). Esimerkiksi audiovisuaalisten järjestelmien ja kulunvalvonnan kaltaiset palvelut lisäävät rakennuksen käyttömahdollisuuksia ja mukautuvat hyvin hotellien, toimistojen ja muiden suurten rakennusten tarpeisiin. (Härkönen ym. 2018, 21)

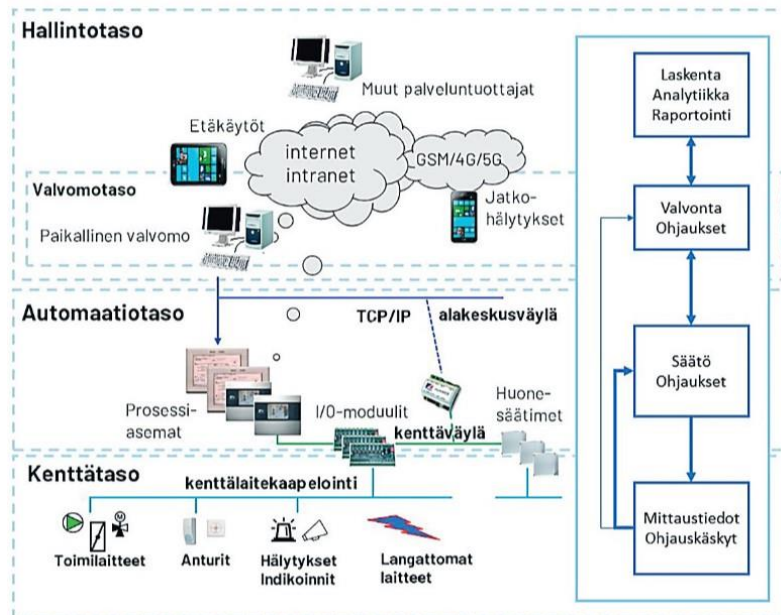
2.1 Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne

Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne jakautuu hallinto-, automaatio- ja kenttätasoon (Kuva 1), joista jokaisella on oma tehtävänsä kiinteistön teknisten toimintojen hallinnassa. Ylin taso toimii ihmisten ja järjestelmän välisenä rajapintana. Tällä tasolla ovat valvomon ja hallinnan laitteet (Uusitalo ym. 2023, 7). Paikalliset ja etävalvomot mahdollistavat käyttäjille pääsyn hälytystietoihin, trendeihin, prosessien graafisiin kuviin sekä asetusten, kuten lämpötilojen ja aikaohjelmien, säätämiseen. Kommunikaatio hallintotasolla perustuu Ethernet ja internet-yhteyksiin, jotka mahdollistavat luotettavan ja turvallisen tiedonsiirron, vaikka etähallinta vaatii erityistä tietoturvaa. (Härkönen ym. 2018, 59–60)

Automaatiotasoa keskittyy I/O-moduuleihin ja alakeskuksiin, jotka ohjaavat kenttätasolla sijaitsevia laitteita (Härkönen ym. 2018, 60). Kenttätaso sisältää anturit, toimilaitteet sekä säätimet, jotka mittaavat ja säätelevät rakennuksen olosuhteita. Yksinkertaistettuna laitteiden tietoa kerätään ja se välitetään ohjaukseen antavalle yksikölle. Ohjaukseen antava yksikkö suorittaa laskentaa ohjelmien avulla ja välittää tarvittavat käskyt laitteille, jolloin laitteet toimivat käskyjen mukaan. Kaikki tämä tehdään reaaliaikaisesti. (Uusitalo ym. 2023, 7)

Kenttätasolla käytetään erilaisia kenttäväyliä, kuten ModBus ja KNX, jotka yhdistävät laitteet ja mahdollistavat niiden yhteistoiminnan. Tietoliikenne automaatiotasolla perustuu paikallisverkkoon ja TCP/IP-protokollaan, mikä

mahdollistaa tietojen siirron alakeskusten ja valvomon välillä sekä useiden mittaustietojen, kuten ulkolämpötilojen, jakamisen eri järjestelmille. Automaatiotaso varmistaa rakennuksen toimintojen reaaliaikaisen ohjauksen ja tiedonsiirron automaatiotasolle. (Härkönen ym. 2018, 60)



Kuva 1: Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne (Uusitalo ym. 2023, 7)

2.2 Rakennusautomaatioprojektin vaiheet

Rakennusautomaatioprojektin suunnitteluvaiheessa määritellään järjestelmän tekniset ja toiminnalliset vaatimukset, jotka perustuvat rakennuksen käyttötarkoitukseen, energiankulutustavoitteisiin sekä turvallisuusvaatimuksiin. Tämä vaihe vaatii tiivistä yhteistyötä eri suunnittelualojen, kuten LVI-, sähkö-, kylmä- ja palosuunnittelun asiantuntijoiden kanssa, jotta järjestelmän yksityiskohdat saadaan suunniteltua tarkasti ja integroitua. Lisäksi suunnitteluvaiheessa tehdään yhteistyötä laitevalmistajien ja järjestelmätoimittajien kanssa, mikä mahdollistaa laadukkaiden ja yhteensopivien ratkaisujen toteutuksen. Laadukas suunnittelu sujuvoittaa rakennusautomaatiojärjestelmän käyttöönottoa ja urakointia. Se myös varmistaa kiinteistön tehokkaan ja älykkään käytön koko sen elinkaaren ajan. Automaatiolla

nimittäin voidaan vaikuttaa yli 50 %:iin kiinteistön elinkaaren aikaisista kustannuksista. (Härkönen ym. 2018, 133–134)

Rakennusautomaatiourakoinnin osuus alkaa, kun siirrytään suunnitteluvaiheesta toteutukseen. Siirrytään asennusvaiheeseen, jossa rakennukseen asennetaan tarvittavat tekniset laitteet ja järjestelmät, kuten anturit, toimilaitteet ja automaatioyksiköt. Tämä vaihe sisältää esimerkiksi ilmanvaihto- ja lämmitysjärjestelmien venttiilien ja pumppujen liittämisen automaatiojärjestelmiin, sähkölaitteiden ja valaistuksen ohjausyksiköiden asentamisen sekä tietoverkkojen ja -turvajärjestelmien asennuksen. Automaatiourakoitsijan alihankkijana toimiva asentaja tekee asennukset. Hänen pohjakoulutuksensa toimii esimerkiksi sähkö- tai automaatioalan perustutkinto. Tämän lisäksi asentajalta vaaditaan ymmärrys taloteknisistä laitteista ja prosesseista. Asennusvaiheessa korostuvat erityisesti järjestelmien fyysinen integrointi ja sähkönsyötön varmistaminen, jotta kaikki osat toimivat yhteen odotetusti. (Härkönen ym. 2018, 265–266)

Asennuksien jälkeen tehdään ohjelmointi- ja konfigurointivaihe, jossa automaatiojärjestelmät ohjelmoidaan toimimaan suunnitelmien mukaisesti. Tämä sisältää logiikan määrittelyn eri järjestelmien väliselle viestinnälle, kuten lämpötilansäätelylle, valaistuksen ohjaukselle tai turvajärjestelmien hälytyksille. Prosessin säädöt, ehdolliset hälytykset ja toiminnot sekä niiden prioriteetit ja aikaohjelmat kuuluvat ohjelmointiin. Aikaohjaukset ovat tyypillisimpiä automaatio-ohjauksia. Niiden avulla järjestelmien toiminnot voidaan ajoittaa kiinteistön käyttöajolle. Lisäksi rakennusautomaatio mahdollistaa laitteiden ohjaamisen erilaisten mittaustietojen, kuten läsnäolon, katolla olevan valoisuusanturin, sähkön hinnan tai sääennusteiden perusteella. (Sahlstén 2017, 5–6)

Automaatiourakoitsija tekee ohjelmat säätökaavioiden ja toimintaselostuksien perusteella, joissa tulee ilmi halutut ohjelmalliset toiminnot. Yleensä automaatiourakoitsijalle on aikaisemmista projekteista syntynyt vakiototeutuksiin kattavat kirjastot, joita täydennetään aina uusilla sovelluksilla. Tämä nopeuttaa seuraavien projektien ohjelmointia. Ohjelmoinnilla varmistetaan, että järjestelmät

reagoivat kiinteistöstä ja sen ympäristöstä saatuun tietoon ja toimivat yhdessä ennakkoidusti. Tässä vaiheessa myös järjestelmien tietoturva varmistetaan, jotta ne ovat suojattuja mahdollisilta ulkopuolisilta uhilta. (Härkönen ym. 2018, 274)

Lopuksi projekti siirtyy testaus- ja käyttöönottoon, jolloin asennettu ja ohjelmoitu järjestelmä testataan käytännössä. Kenttälaitteet, esimerkiksi huonesäätimet, palopellit ja venttiilit, on testattava. Tätä vaihetta kutsutaan pistekoestukseksi. Testauksen aikana varmistetaan, että kaikki automaatiolaitteet ja -järjestelmät toimivat suunnitellusti. Testauksessa yleensä toimitaan yhteistyössä laitteet asentaneen aliurakoitsijan kanssa, mutta sähköpisteet, kuten ryhmäkeskusten indikoinnit sekä 230 V:n ohjaukset testataan aina sähköurakoitsijan kanssa. (Härkönen ym. 2018, 274–275)

Yleisten sopimusehtojen mukaan urakoitsijan on itse ennen vastaanottotarkastusta varmistuttava siitä, että työ on valmis ja täyttää sopimuksen mukaiset vaatimukset. Tämä osoitetaan itselleluovutusasiakirjoilla, joista käy ilmi urakoitsijan oman työn valvonta ja tarkastus. Asiakirjat on laadittu osoittamaan tilaajalle, että järjestelmä on valmis siirrettäväksi tilaajan vastaanottomenettelyyn. Tämä ilmoitus toimitetaan kirjallisessa muodossa tilaajalle. On sekä rakennuttajan että urakoitsijan etu, että rakennusautomaatiojärjestelmän kaikki pisteet ja ohjelmat tarkastetaan huolellisesti. Tämä käytäntö auttaa yleensä välttämään luovutuksen jälkeiset korjauskäynnit ja käyttäjien tekemät valitukset. Lopulta projekti saatetaan päätökseen, kun vastaanotto on suoritettu ja urakoitsija on suorittanut mahdolliset puutekorjaukset. (Sahlstén 2013, 8–9)

Rakennusautomaatioprojektin lopputuotoksiin kuuluu valvomo tai etäkäyttöön soveltuva ja web-selaimella toimiva käyttöpaneeli. Valvomon grafiikka on olennainen osa automaatioprojektin kokonaisuutta, sillä se liittää yhteen rakennuksen hallintaan ja ylläpitoon tarvittavat toiminnot ja tiedot. Automaatiourakoitsija toteuttaa valvomoon tulevan grafiikan ja suunnittelee sisällön asiakkaan kanssa. Helppokäyttöisyys, hälytyksien kattava seuranta ja reaaliaikainen hallinta ovat etusijalla. (Uusitalo ym. 2023, 45, 83–84)

Rakennusautomaatiourakan hankintahintaan yleensä kuuluu järjestelmän koulutus tilaajan nimeämille käyttäjille, jonka tarkoituksena on varmistaa, että käyttäjät osaavat hyödyntää järjestelmän toimintoja oikein (Sahlstén 2013, 6). Tällaisia toimintoja ovat esimerkiksi raporttien ja tulosteiden tuottaminen ja näistä taulukoiden tai käyrästöjen muodostaminen. Muun muassa energiankulutuksesta, hälytystiedoista tai sisäolosuhteista on mahdollista tehdä raportit. Automaatiojärjestelmä on tehokas työkalu vain osaavissa käsissä. (Uusitalo ym. 2023, 45, 83–85)

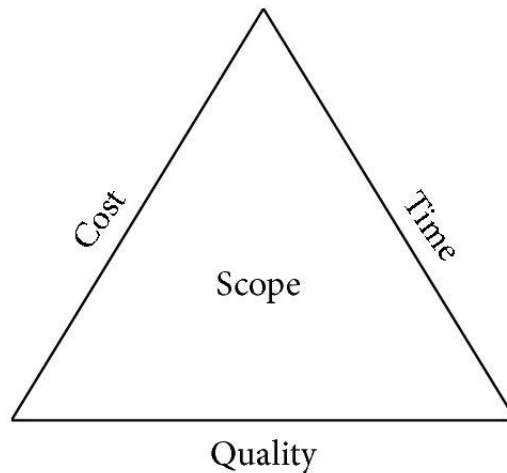
Todellisuudessa tehtävät ja työvaiheet eivät etene suoraviivaisesti vaan lomittuvat ja vaikuttavat ristiin toisiinsa. Automaatiourakka on yleensä hyvin riippuvainen sähkö-, putki- ja ilmanvaihtourakan edistymisestä ja laitetietojen saannista. Aikataulun tekemistä varten on hyvä selvittää, minkälaisilla kriteereillä edelliset projektit samalle asiakkaalle on toteutettu. Näin tiedetään, voidaanko alkavassa projektissa käyttää hyväksi jo olemassa olevia ja toimivia ohjelmia sekä muita dokumentteja, mitkä auttaisivat projektin läpiviennissä. Aikataulujen jälkeen suunnitellaan periaatekaavio projektin hoidosta, järjestelmään liittyvistä suunnitelmista ja ohjelmoinnista. Haasteita automaatiourakan aikatauluissa aiheuttavat usein sähköurakoitsijan kaapelointien myöhästyminen, virheet ja puutteet suunnitelmissa sekä valvomoiden käyttöönotto-ongelmat. (Härkönen ym. 2018, 276)

2.2.1 Projektinhallinta

Projekti määritellään kertaluontoisena työkokonaisuutena, jolla on selkeät tavoitteet, aikarajoitukset ja laatuvaatimukset. Lähtökohtaisesti projekti käynnistyy, kun asiakas on tehnyt päätöksen tilata hyödykkeen, eli tuotteen, palvelun tai muun tuotoksen. Projektin päättyessä tuotosta täytyy pystyä vertaamaan yhdessä sovittuun sopimukseen, jossa tulevat ilmi hyödykkeelle asetetut vaatimukset. Sopimusrikkomukset voivat johtaa oikeudellisiin seuraamuksiin ja vaarantaa asiakassuhteen sekä projektiin talouden. Asiakkaan lisäksi projektin sidosryhmiin voi kuulua suuri määrä muita toimijoita, joiden odotukset ja vaatimukset tulee ottaa huomioon. Projektin sidosryhmiä ovat

esimerkiksi loppukäyttäjät, toimittajat, alihankkijat, media, viranomaiset ja yrityksen ylin johto (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjäinen, 2016). Projekti etenee tehdyn suunnitelman mukaan, missä työvaiheet, resurssit sekä aikataulu ovat määriteltä. (Mäntyneva 2016, 13, 107)

Projektikolmio (Iron Triangle) on tunnettu projektinhallinnan käsite, mikä esitettiin vuonna 1969. Se kuvaa projektin kolmen keskeisen rajoitteen, laadun, ajan ja kustannuksien, riippuvuuksia suhteessa projektin tavoitteisiin. Ajatuksena on, että nämä kolme tekijää ovat kiinni toisissaan tiukasti ja muutoksen tapahtuessa yhdessä rajoitteessa, se vaikuttaa väistämättä myös kahteen muuhun. Jos projektin aikataulu on tiukoilla, täytyy joko lisätä kustannuksia, eli esimerkiksi palkata projektille enemmän työntekijöitä, tai laskea laatutasoa. Laadun, ajan ja kustannuksien tasopainottaminen ja seuranta ovat keskiössä projektin hallinnassa. Ne lopulta myös määrittelevät, onnistuttiinko projektissa ja saadaanko asiakas tilaamaan lisää projekteja. (Pollack, Helm, & Adler 2018)



Kuva 2: Projektikolmion rajoitteet (Leong, Zakuan & Saman 2014)

Projektikolmio on osaltaan saanut kritiikkiä, koska sen määrittämä näkemys projektin onnistumiselle koetaan rajallisena. Se esimerkiksi jättää huomioimatta muita tärkeitä tekijöitä, kuten sidosryhmien tyytyväisyyden, projektin pitkäaikaisen arvon ja organisaation strategiset tavoitteet. On mahdollista, että projekti täyttää kaikki projektikolmion kriteerit (kustannukset, aikataulu, laatu) ja

silti epäonnistuu, koska se ei vastaa yrityksen tai loppukäyttäjien tarpeita. Projektin ylläpidon ja tuen kustannuksia ei myöskään usein huomioida mallissa. Projektikolmio voidaan nähdä lyhytnäköisenä mittarina, sillä työntekijöiden ylityöt ja resurssien ylikuluminen johtavat henkilöstön tyytymättömyyteen, mikä vaikuttaa negatiivisesti organisaation tuleviin projekteihin. (Morris & Sember 2008, 72–73)

Menestyvällä organisaatiolla on tarkka ja selkeä käsitys omista projektista ja niiden prosessien toimintaperiaatteista. Keskiössä ovat jatkuvasti kehitettävät prosessit, joilla projekti suunnitellaan, ohjataan ja toteutetaan hallitusti. Tällaisessa organisaatiossa projektin prosessit jakautuvat määriteltyihin työvaiheisiin ja -tehtäviin, joiden seuraaminen ja arviointi on tehty helpoksi. Tämä vaatii työvaiheiden kuvausta, josta selviää kunkin tehtävän tavoitteet, vastuuhenkilöt ja vaiheen riippuvuussuhde muihin vaiheisiin. Tärkeää on myös tehtävään tarvittavan ajan määrittäminen, eli läpimenoaika. Kun jokainen projekti ja niiden työvaiheet ovat ainutlaatuisia, on läpimenoajan arviointi haasteellista. Arvioinnissa kannattaa hyödyntää aikaisempien projektien työvaiheiden läpimenoaikoja, joissa laajuus ja projektin kolme keskeisintä rajoitetta (aikataulu, kustannukset ja laatu) ovat samankaltaisia. (Tuominen 2021, 7, 17)

2.2.2 Riskit ja epävarmuudet

Projektinhallinnan tavoitteiden saavuttaminen edellyttää tarkkaa ohjausta, ja erityisesti projektipäälliköllä on merkittävä rooli projektin onnistumisen varmistamisessa. Projektipäällikön keskeisenä tehtävänä on tunnistaa ja arvioida riskit, jotka voivat vaarantaa projektin lopputuloksen, aiheuttaa toteutuksen kannalta huomattavia haasteita tai johtaa kustannusten kasvuun heikentyneen laadun vuoksi (Härkönen ym. 2018, 265). Projektien toteutuksessa on kuitenkin usein vaikea täysin välttää muutostarpeita tai työvaiheisiin liittyviä epävarmuuksia. Tämä epävarmuus on erityisen ilmeistä seurannaisperiaatteen vuoksi. Se tarkoittaa, että seuraavien työvaiheiden tarkkaa sisältöä, aikataulua ja vaatimuksia on usein hankala ennakoida ennen kuin edeltävät vaiheet on saatu päätökseen. Tämän takia jokainen vaihe tuo mukanaan uusia riskejä ja

epävarmuuksia, jotka voivat liittyä muun muassa teknologiaan, alihankkijoihin, materiaalivalintoihin, projektitiimin kokoonpanoon tai muutoksiin maailmantilanteessa. (Mäntyneva 2016, 107–110, 133–136)

Rakennusautomaatioprojektin aikana muutostarpeet ovat yleisiä. Muutosten määrä ja laajuus riippuvat usein asiakkaan asiantuntemuksesta. Kokenut asiakas kykenee realistisesti arvioimaan tarpeensa ja automaatioon liittyvät mahdollisuudet sekä esittämään konkreettisia toiveita ja vaatimuksia. Erityisesti suurissa projekteissa muutokset korostuvat, sillä laajoihin kokonaisuuksiin sisältyy useita vaiheita ja yksityiskohtia, jotka saattavat edellyttää tarkennuksia projektin edetessä. Yleisimmät muutokset ovat pistelisäyksiä, jotka kertyvät vähitellen projektin aikana esimerkiksi puutteellisten tai virheellisten suunnitelmien seurauksena. Muutosten huolellinen kirjaaminen, dokumentointi ja laskutus on tärkeää, sillä pieniltä vaikuttavat muutokset voivat yhteenlaskettuna kuluttaa merkittävästi resursseja. Projektitiimin vastuulla on seurata ohjelma- ja pistemuutoksia sekä niihin käytettyä aikaa. Projektisopimuksen sisällön mukaan muutokset laskutetaan joko tuntiperusteisesti tai yksikköhinnoittelulla. (Härkönen ym. 2018, 278)

Muutostarpeiden hallinta on siten olennainen osa riskienhallintaa. Hallitsemattomat muutokset voivat helposti aiheuttaa viiveitä ja kustannusten kasvua, ellei niitä havaita ja käsitellä ajoissa. Projektinhallinnan riskit ja epävarmuudet voidaan minimoida jatkuvalla laadunvalvonnalla ja nopealla reagoinnilla pieniinkin poikkeamiin. Ennakoiva ote auttaa saavuttamaan projektin tavoitteet suunnitellusti ja vähentää riskiä merkittäviin aikataulu- tai kustannuspoikkeamiin. (Järvenpää & Kankare 2013; Härkönen ym. 2018, 278)

3 Lean-ajattelu

Lean-filosofia on tuotanto- ja palveluprosessien hallintamenetelmä, jonka tavoitteena on maksimoida tehokkuus ja minimoida hukka. Kärjitettyinä Lean-ajattelun kautta pyritään tekemään enemmän, mutta vähemmillä resursseilla (Bicheno & Holweg 2023, 17). Se juontaa juurensa Toyota Production System (TPS) -mallista, joka mullisti perinteiset tuotantomenetelmät yhdistämällä tarkkuuden, joustavuuden ja asiakasarvon korostamisen. Lean-ajattelu nojaa vahvasti jatkuvan parantamisen eli Kaizen-filosofiaan, jossa pyritään jatkuvasti kehittämään prosesseista virtaustehokkaita. (Womack, Jones. & Roos 1990, 48–53, 71–78, 98–101)

Lean-periaatteita voidaan edistää yrityksissä erilaisin työkaluin, kuten 5S, SMED ja Kanban. Ainoastaan työkalukeskeistä lähestymistä ei kuitenkaan suositella, koska se voi johtaa epäselvään ymmärrykseen Lean-periaatteista. Työkalujen tarkoitus on palvella asiakasarvon parantamista, mutta ei olla päämääränä itsessään. Lean-ajattelu kehittyy työkaluista periaatteisiin. Todellinen toteutus perustuu käyttäytymiseen, joka näkyy jokapäiväisessä toiminnassa ilman erillisiä ohjeita. Lean ei ole pelkästään kokoelma työkaluja, vaan kokonaisvaltainen ja käyttäytymislähtöinen lähestymistapa, jonka tavoitteena on poistaa hukkaa ja parantaa prosessien virtausta ja arvontuottoa. (Bicheno & Holweg 2023, 22–23)

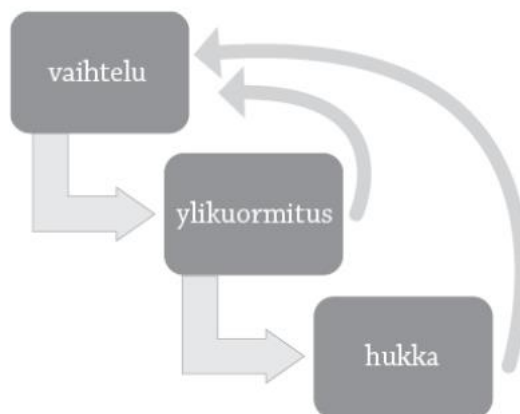
Lean-ajattelu on levinnyt autoteollisuuden ulkopuolelle ja sitä sovelletaan nykyään laajasti eri toimialoilla. Seuraavaksi esitellään Lean-ajattelun keskeisimmät periaatteet listamuodossa.

1. Arvon määrittäminen asiakkaan näkökulmasta: Keskittyminen siihen, mikä on asiakkaan kannalta oleellista ja arvokasta.
2. Arvovirran tunnistaminen: Kaikkien prosessien tarkastelu ja niiden analysointi lisäarvon tuottamisen näkökulmasta.
3. Virtaustehokkuuden varmistaminen: Esteiden, kuten pullonkaulojen, poistaminen, jotta tuotanto tai palvelu virtaa keskeytyksettä.
4. Imuohjaus (pull production): Tuotannon tai palvelun mukauttaminen todelliseen kysyntään.

5. Jatkuva parantaminen (Kaizen): Jatkuva pyrkimys pieniin parannuksiin, jotka kumuloituvat merkittäviksi tuloksiksi.
6. Standardoidut työmenetelmät: Näitä pidetään Toyotan tuotantojärjestelmän selkärankana. Ne kattavat järjestelmien, työkalujen ja toimintatapojen yhdenmukaistamisen.

(Pažek ym. 2021, 10, 13–16)

Lean-ajattelun päämääränä on sujuva työnkulku, jota haittaavat erityisesti kolme ongelmaa: vaihtelu, ylikuormitus ja hukka. Usein näistä puhutaan alkuperäisillä, eli japaninkielisillä sanoilla; mura, muri ja muda (Holt 2019, 83). Näistä vaihtelu on keskeisin ongelma, koska se tuottaa ylikuormitusta ja hukkaa. Vaihtelun hallinta tarkoittaa esimerkiksi yhdenmukaisuuden varmistamista työvaiheiden läpimenoajoissa ja suoritustavoissa. Hallinnalla tavoitellaan virtaustehokkuutta ja tasapainoista kuormitusta, joka mahdollistaa resurssien optimaalisen käytön ja minimoi odotusajat, ylityön tarpeen sekä keskeytykset. Asiantuntijatyössä vaihtelu voi johtua esimerkiksi henkilöiden osaamistasoista, keskeneräisien töiden kasaantumisesta tai sidosryhmien aikatauluviiveistä. Vaihtelun hallinta on tärkeää, koska se vaikuttaa suoraan työn tehokkuuteen, laatuun ja asiakkaalle toimitettavien tulosten aikatauluun. (Torkkola 2015).



Kuva 3: Vaihtelun ymmärtämisen tärkeys (Torkkola 2015)

Ylikuormitus tarkoittaa resurssien, kuten henkilöstön tai laitteiden, liiallista rasittamista. Hälytysmerkkejä ylikuormituksesta ovat jaksamisongelmat,

työajanhallinnan ongelmat, epäasiallinen käytös ja heikentynyt työsuoritus. Työtehtävien selkeys ja kehittymismahdollisuudet ovat keskeisiä työkyvyn hallinnan keinoja. Työkyvyn arvioinnissa työn fyysinen ja psykososiaalinen kuormittavuus sekä työn ja vapaa-ajan tasapainoinen yhteensovittaminen ovat keskiössä. Asiantuntijatyössä hyvinvoinnin lasku heijastuu suoraan työn tulokseen. Ylikuormituksen mittaaminen käyttöasteen avulla voi auttaa tasapainottamaan työkuormaa. Käyttöasteen ylittäessä 80 %, kuormitus ja keskeneräiset työt alkavat kasvaa eksponentiaalisesti, mikä lisää riskiä virheille. (Torkkola 2015; Mannermaa 2024, 291)

Lean-ajattelussa hukka jaetaan kahdeksaan eri kategoriaan, jotka kaikki estävät sujuvaa työkulkua ja virtaustehokkuutta. Näihin kuuluvat esimerkiksi tarpeeton tiedon tai materiaalien siirtely, liialliset varastot tai käyttämättömät resurssit sekä turhat liikkeet, kuten ylimääräinen liikkuminen paikasta toiseen tai asioiden, kuten työkalujen, etsiminen. Lisäksi odotusajat, tarpeettomat tai ylimääräiset prosessit, virheet ja niiden korjaus sekä työntekijöiden osaamisen alihyödyntäminen muodostavat tyypillisesti esteitä tehokkaalle työn suorittamiselle. (Holt 2019, 84–88)

Lean-ajatuksen mukaisessa virtaustehokkaassa organisaatiossa työntekijä odottaa työtä, eikä toisinpäin. Tämä on erityisen haastavaa asiantuntijatyössä, jossa tehtävät usein jonoutuvat. Työn virtauksen varmistaminen tiimissä edellyttää keskittymistä koko tiimin suorituskyvyn optimointiin yksilön sijasta. Tämä voi aluksi tuntua vieraalta ylikuormitukseen tottuneille työntekijöille. Kuitenkin virtaustehokkuuteen pyrkivä tiimi toimii kokonaisuutena nopeammin ja tuottavammin kuin ylikuormittuneet huippu yksilöt. (Torkkola 2015)

Asiantuntijaorganisaatiossa työn virtausta voidaan tehostaa selkeyttämällä työntekijöille vastaukset seuraaviin kysymyksiin:

Miten tiedän, mitä seuraavaksi teen?

- Määritellään selkeästi tavoitteet ja priorisointiperiaatteet. Päivittäiset tehtävälistat, sähköinen työnohjausjärjestelmä tai tiimin yhteiset suunnittelupalaverit voivat olla ratkaisu tähän.

Mistä minulle annetaan työtehtäväni?

- Kehitetään keskitetty tehtävänjakomekanismi. Tätä voidaan selkeyttää esimerkiksi projektipäällikön antamilla ohjeilla, digitaalisella työnohjausjärjestelmällä (esim. Kanban-taulu) tai sovitulla tiimin vastuunjaolla.

Kuinka kauan voin käyttää aikaa työn suorittamiseen?

- Sovitaan aikataulut ja tehtävien laajuus etukäteen. Työvaiheille on hyvä määrittää arvioitu läpimenoaika.

Mihin vien työni sen valmistuttua?

- Määritellään selkeä palautekanava tai jatkokäsittelyn osoite. Esimerkiksi tehtävän siirto seuraavaan työvaiheeseen tai lopputuotoksen vieminen dokumenttivarastoon tai asiakkaalle.

Kuinka voin olla varma, että lopputulos täyttää vaaditun laatutason?

- Määritellään selkeät laatustandardit, laadunvarmistusprosessit, ohjeistukset, sekä palautteen anto työn edistymisestä.

(Torkkola 2015)

Kanban-taulu ja arvovirtakartoitus

Pienetkin jatkuvat hajonnat voivat ajan myötä kasautua merkittäviksi ongelmiksi ja horjuttaa projektin etenemistä. Suunnittelu- ja toteutusvaiheet ovat erityisen alttiita hajonnalle rakennusalalla. Vaikka prosessit on suunniteltu kestämään tietyn määrän vaihtelua, Lean-ajattelussa ylimääräiset puskurit ja keskeneräiset työt nähdään hukkana. Keskeneräinen työ ei vain hidasta työntekijöille (Jääskeläinen 2024). Siksi tarkka työvaiheiden suunnittelu ja aikataulutus ovat ratkaisevia, jotta hajontaa ja siitä aiheutuvia viiveitä voidaan minimoida. (RIL 276-2021)

Kanban-taulu toimii johtamisen työkaluna visualisoimalla työntekijöiden korttien avulla, jotka kulkevat kanban-työkalulla vaiheittain vasemmalta oikealle tiimin

mukauttaman prosessin mukaan. Japaninkielinen sana kanban tarkoittaa korttia. Se auttaa hallitsemaan materiaalivirran ja työnkulun varmistamalla, että oikeat tehtävät suoritetaan oikeaan aikaan ja oikeassa järjestyksessä. Länsimaissa Kanban nähdään synonyymina imuohjaukselle. Kanban-taulua käytetään erityisesti tuotannon tasapainottamiseen, keskeneräisen työn minimoimiseen ja logististen viiveiden välttämiseen. Tämän lisäksi kanban vähentää ylikuormitusta eli työtehtävien ruuhkautumista. Jos kysyntä kasvaa, järjestelmä ei sisäisesti ylikuormitu, vaan työt pysyvät hallitusti jonossa. Korttijärjestelmän avulla voidaan tunnistaa nopeasti, mitä tuotetaan, missä määrin, millä resursseilla ja miten materiaali siirtyy seuraavaan vaiheeseen. (Torkkola 2015; Pažek ym. 2021, 136–138)

Kanban-taulun käyttöön sisältyy selkeiden sääntöjen määrittäminen ja noudattaminen. Yksiselitteisten, selkeiden ja yhteisten sääntöjen kautta johtamistyökalun jalkauttaminen todelliseen käyttöön helpottuu. Yleisiä hyväksi havaittuja sääntöjä ovat WIP-rajat (Work In Progress -raja), palveluluokat, suoritusjärjestys, priorisointisäännöt ja odottavien töiden jono. Säännöt ohjaavat, miten työn virtausta hallitaan. WIP-rajat tarkoittavat keskeneräisen työn määrän rajoittamista tiettyyn maksimimäärään. Kanban-taulua päivitetään vain päiväkokouksissa. Päivittäinen kokous taulun äärellä tuo tiimille selkeyttä ja yhteisymmärrystä työn etenemisestä. Projektitiimi mukauttaa taulun vastaamaan omaa toimintaympäristöään, mutta vakiosarakkeina säilyvät Valmis-, Työjono- ja Työn alla -sarakkeet. Kokouksessa käsitellään eiliset tulokset, päivän tavoitteet ja mahdolliset ongelmat, mutta itse ongelmanratkaisu jätetään kokouksen ulkopuolelle, jotta päiväkokous pysyy tehokkaana. Ideaaliaika päiväkokoukselle voi vaihdella, mutta 10–15 minuuttia riittää. (Torkkola 2015)

Pullonkaulojen tunnistaminen Kanban-taulun avulla on mahdollista. Pullonkaulateorian mukaan prosessissa on aina yksi työvaihe, joka määrittää kokonaisuuden maksimisuorituskyvyn. Pullonkaula syntyy silloin, kun jokin työvaihe on hitaampi kuin muut, ja se rajoittaa prosessin läpimenoa. Yleensä syy on kapasiteetin riittämättömyys tai muut resurssipuutteet. Tavoitteena kuitenkin on tasapainottaa työn virtaus mahdollisimman tasaiseksi. Arvovirtakartoitus

(Value Stream Mapping, VSM) auttaa paikallistamaan ja esittämään juurisyyt prosessin pullonkauloille yksityiskohtaisemmin kuin Kanban-taulu. (Pažek ym. 2021, 90–91). (Torkkola 2015)

Arvovirtakartoitus on Lean-työkalu, jonka avulla visualisoidaan prosessin vaiheet, resurssien käyttö ja tuotannon virtaus samaan prosessikaavioon. Kartoituksessa keskitytään tunnistamaan hukan lähteitä, kuten viivästyksiä, ylimääräisiä vaiheita tai resurssien epätasapainoa, jotka rajoittavat koko tuotantoketjun tehokkuutta. Työkalun tavoitteena on virtaviivaistaa prosessia poistamalla ei-arvoa tuottavat toiminnot ja parantamalla kokonaisvaltaista tehokkuutta ja asiakastyytyväisyyttä. (Pažek ym. 2021, 90–91)

3.1 Lean ja työn standardisointi

Työn standardisointi on yksi Lean-ajattelun keskeisistä periaatteista. Sen tavoitteena on luoda vakioidut toimintatavat, jotka varmistavat prosessien tehokkuuden ja laadun. Standardisoinnin keskeiset elementit ovat keskittyminen kolmeen peruspilariin, jotka ovat selkeästi määritelty työnkulku, suoritustandardit ja ohjeistukset. Työn vakioiminen varmistaa, että työntekijät suorittavat työtehtävät yhtenäisellä tavalla riippumatta työvuorosta tai työntekijästä. (Jääskeläinen 2024)

Jäykät massatuotantotyyliset standardit eivät kuitenkaan kuulu Lean-ympäristöön, koska ne voivat johtaa motivaatio-ongelmiin ja poissaoloihin. Sen sijaan, että standardeja pidettäisiin rajoittavana, ne tulisi ajatella mahdollistavana. Työntekijöille annetaan oikeus tehdä päätöksiä, mutta tiettyjen ohjeiden ja rajojen puitteissa. Tehtäviä ei välttämättä tarvitse yksityiskohtaisesti määritellä alusta loppuun, mutta niihin kuuluu keskeisiä kohtia, joiden määrittelemine on perusteltua. Tämä mahdollistaa tiimin suorituskyvyn nostamisen. On myös ensiarvioista ymmärtää, että tarkasti määritellyllä järjestelmällä on kyky tehdä suuria hallittuja muutoksia. (Bicheno & Holweg 2023, 127)

Esimerkiksi autoteollisuudessa standardisointi mahdollistaa samanlaisten osien tuotannon eri tehtailta, mikä lisää skaalautuvuutta. Sama periaate pätee

muihinkin aloihin. Jos standardisoinnin peruspilarit ovat kunnossa, tuotantoa voidaan skaalata organisaation sisällä, sekä ulkoistaa helposti. Muita standardisoinnin kautta saavutettavissa olevia hyötyjä on esimerkiksi vaihtelun vähentyminen, laatupoikkeamien nopea havaittavuus ja työntekijöiden kuormituksen tasapainottuminen. Peruspilarit myös luovat pohjan jatkuvalle toiminnan kehittämiseksi. (Jääskeläinen 2024)

Läpimenoaika on keskeinen mittari Lean-ajattelussa, erityisesti työnstandardisoinnin yhteydessä. Se määrittää prosessin kyvyn täyttää asiakkaan odotukset. Läpimenoajan hallinta vaatii prosessin ennustettavuuden, joka saavutetaan mittaamalla ja stabiloimalla prosessia tilastollisilla menetelmillä, kuten SPC-käyrillä (Statistical Process Control). Tilastollinen prosessiohjaus mahdollistaa poikkeamien tunnistamisen ja toimenpiteiden kohdentamisen häiriöiden vähentämiseksi. (Torkkola 2015)

Kun työaika ja -vaiheet dokumentoidaan tarkasti, syntyy dataa, jonka perusteella prosesseja voidaan analysoida ja kehittää. Tämä vähentää epäselvyyksiä ja varmistaa, että työpanos kohdistuu lisäarvoa tuottaviin tehtäviin. Jos tunnit kirjataan epäjohdonmukaisesti, nopea ja tarkka työntekijä voi näyttää alhaisen laskutusasteensa vuoksi tehottomalta, kun taas vähemmän tuottava työntekijä saattaa vaikuttaa tilastojen perusteella tehokkaammalta. Tämä korostaa selkeiden ja yhtenäisten kirjauskäytäntöjen merkitystä, jotta työpanos voidaan arvioida objektiivisesti. Lean-ajattelun mukainen prosessien standardointi auttaa minimoimaan nämä ongelmat, varmistamalla, että tehokkuus ja lisäarvo näkyvät selkeästi yrityksen sisällä ja asiakkaalle. (Jääskeläinen 2024)

Vaikka täydellinen standardointi ei ole aina mahdollista asiantuntija- tai projektityön luonteen vuoksi, selkeämmät prosessiohjeet ja yhtenäinen työnkulku voivat vähentää vaihtelua ja lisätä tehokkuutta. Monet mieltävät hukan poistamisen Lean-ajattelun pääsisällöksi, mutta todellisuudessa hukka on seurausta vaihtelusta. Siksi keskeinen kysymys on ymmärtää vaihtelun syyt ja pyrkiä hallitsemaan niitä esimerkiksi kehittämällä työohjeita tai korjaamalla häiriötä aiheuttavat järjestelmät, jotka hidastavat työn läpimenoa. (Torkkola 2015)

3.2 Itseohjautuvuus

Itseohjautuvuus on merkittävä piirre asiantuntijatyössä, jossa korostuu työntekijöiden kyky itsenäiseen päätöksentekoon, oman työn hallintaan ja ongelmanratkaisuun. Asiantuntijatyössä työntekijät toimivat usein monimutkaisissa ja vaihtelevissa tehtävissä, jotka vaativat jatkuvaa oppimista, luovuutta ja tehokasta kommunikaatiota. Näissä ympäristöissä työtehtävät ovat usein projektiperustaisia, mikä asettaa korkeat vaatimukset ajankäytön hallinnalle ja työn sujuvalle virtaamiselle. (Ropponen, Bergbom, Härmä & Sallinen 2018, 10)

Yleisesti mielletään, että asiantuntijat ovat itseohjautuvia, mutta asiantuntijoiden työ on usein näkymätöntä, minkä takia epäoleellisen työn erottaminen on hankalaa sivusta seuraamalla (Jääskeläinen 2024). Asiantuntijatyössä työtehtävien määrittely ja aikatauluttaminen voivat myös olla epäselviä, mikä voi johtaa ylikuormitukseen ja ajanhallinnan ongelmiin. Tällöin työpäivän kulku voi olla vaikeasti ennakoitavaa, mikä lisää vaihtelua ja heikentää prosessin sujuvuutta. Lean-ajattelussa pyritään vähentämään tätä vaihtelua esimerkiksi kehittämällä yhtenäisiä työ- ja toimintatapoja, jotka parantavat sekä työn virtausta että työntekijöiden hyvinvointia. Asiantuntijat myös tarvitsevat työnohjausta, kuten muutkin työntekijät, vaikka usein ajatellaan päinvastaisesti (Jääskeläinen, 2024). (Ropponen ym. 2018)

Itseohjautuvuus ei ole pelkästään yksilön ominaisuus, vaan se voi toteutua myös ryhmätasolla. Ryhmän itseorganisoituminen on olennainen osa Lean-ajattelun mukaista tiimityön optimointia, jossa pyritään toimimaan ilman jatkuvaa ulkopuolista kontrollia. Jotta tiimi tai yksilö voi toimia itseohjautuvasti, tietyt ehdot on täytettävä. Henkilöt tarvitsevat selkeät tavoitteet, riittävän osaamisen ja motivaation tavoitteiden saavuttamiseksi. Nämä reunaehdot luovat perustan tiimin sujuvalle työskentelylle ja tehokkaalle prosessille. (Martela & Jarenko 2017)

Keskeytysten ja vaihtelun minimointi on erityisen tärkeää asiantuntijatyössä, jossa työn keskeytyminen ja tehtävästä toiseen siirtyminen voi merkittävästi hidastaa työn etenemistä. Tutkimukset osoittavat, että tehtävien vaihtaminen

lisää käsittelyaikaa jopa 40 %, ja keskittymisen uudelleen löytäminen voi kestää useita minuutteja. Tämän vuoksi on tärkeää, että työntekijöillä on selkeät tavoitteet ja osaaminen saavuttaa tavoitteet itsenäisesti, jotta työn virtaus säilyy sujuvana. (Torkkola 2015)

Lean-ajattelun periaatteisiin kuuluu myös työntekijöiden osallistuminen prosessien jatkuvaan kehittämiseen. Itseohjautuvuus on keskeisessä roolissa, koska organisaatiossa, jossa työntekijät voivat itse hallita työaikaansa ja vaikuttaa työtehtäviinsä, heidän motivaationsa osallistua toiminnan kehittämiseen kasvaa merkittävästi (Torkkola, 2015). Tämä tukee Lean-ajattelun perimmäistä tavoitetta jatkuvasta parantamisesta ja hukkan vähentämisestä, mikä voi johtaa prosessien virtaviivaistamiseen. (Martela & Jarenko 2017)

4 Työvaiheiden yhtenäistäminen

Monissa organisaatioissa työvaiheiden suorittaminen vaihtelee suuresti eri henkilöiden välillä, vaikka kyseessä olisi täysin sama tehtävä. Tämä ei ole tehokasta, koska jos työ tehdään aina eri tavalla, asiakas saa jokaisella kerralla hieman erilaisen lopputuloksen. Kukaan ei myöskään voi varmuudella jatkaa toisen aloittamaa tehtävää. Samoin työn tehokkuuden mittaaminen ja kiireen hallinta on vaikeaa, jos työntekotavat eivät ole johdonmukaisia. Työn standardisointi on ratkaisu tähän. Standardointi ei aina tarkoita suurta ja monivaiheista prosessia. Tärkeintä on, että kaikki työntekijät tietävät, millainen suoritustapa on oikea ja odotettu. (Jääskeläinen 2024)

Prosessien yhtenäistäminen vaikuttaa vaihteluun, laatuun ja resurssien tehokkaaseen hyödyntämiseen. Vaihtelevat prosessit ja toimintatavat tuottavat usein epävarmuutta, mikä voi johtaa virheisiin ja viivästyksiin. Työvaiheiden standardointi tarjoaa selkeitä linjauksia ja työtapoja, joiden avulla työvaiheet voidaan suorittaa tehokkaammin ja johdonmukaisemmin. Tämä ei ainoastaan paranna projektin laatua ja luotettavuutta, vaan myös vähentää työntekijöihin kohdistuvaa stressiä ja kuormitusta, sillä työprosessi on ennakoitavampi ja virheet ovat helpommin huomattavissa. (Torkkola 2015)

Osaamisen ja henkilöstön hallinta ovat osa tehokasta organisaation toimintaa, erityisesti silloin, kun tavoitteena on standardisoida työvaiheita ja saavuttaa johdonmukaisia lopputuloksia. Lean korostaa työntekijöiden luovuuden ja ajattelutaitojen hyödyntämistä. Filosofia keskittyy ”ajattelevien ihmisten” luomiseen, eikä ainoastaan tehtävien suorittajiin. Osaamismatriisi on käytännöllinen työkalu, jolla organisaation osaamistasot voidaan kartoittaa systemaattisesti. Tämä auttaa tunnistamaan kriittiset osaamisaukot, jotka voivat haitata prosessien yhtenäistämistä. Matriisin avulla voidaan myös varmistaa, että kaikilla työntekijöillä on riittävä osaaminen. (Bicheno & Holweg 2023, 31–32; Jääskeläinen 2024)

4.1 Työohjeet

Organisaatiot voivat toteuttaa prosessien yhtenäistämistä eri tavoin riippuen heidän resursseistaan, projektien laajuudesta ja asiantuntijoidensa erityisosaamisesta. Yksi yleisin tapa yhtenäistää työn läpivientiä on luoda selkeät työvaihejärjestykset, prosessikaavio ja ohjeistukset. Tällöin organisaation sisäiset toimintatavat ja työnjako selkeytyvät. Tätä prosessien yhtenäistämistä voidaan toteuttaa esimerkiksi luomalla standardeja tai vakiotoimintamenettelyjä (SOP=Standard operating procedure) työvaiheelle. Henry Wordin mukaan, standardit edustavat tämänhetkisiä parhaita käytäntöjä, mutta niiden tarkoitus on parantua tulevaisuudessa. Peter Wickens, Nissanin entinen HR-johtaja, painottaa, että menestyvässä organisaatiossa standardit ovat työntekijöiden, eivät vain johdon omaisuutta. (Bicheno & Holweg 2023, 125–128)

Vakiotoimintamenettelyn laadintaprosessi organisaatiossa on kuvattu seuraavaksi.

1. Määritellään tarve. Yrityksen tulee tunnistaa prosessit ja tehtävät, mitkä vaativat standardisoituja ohjeita. Kannattaa etenkin valita toistuvat tai kriittiset työvaiheet, joissa yhdenmukaisuus on tärkeää.
2. Luo tehokas tiimi. Otetaan kehitystyöhön mukaan prosessin asiantuntijat ja muut työntekijät, joilla on syvällistä tietoa työvaiheesta. Tämä voi olla käytännönläheistä tai teoreettista tietoa, taitoa tai kokemusta.
3. Laaditaan vaiheittaiset ohjeet. SOP kirjoitetaan yksinkertaisesti ja selkeästi, kuitenkin huomioiden mahdolliset poikkeamat ja niiden käsittelytavat. Erikoistermit ja lyhenteet on selitettävä tarvittaessa. Muistetaan sisällyttää ohjeeseen myös tarvittavat laitteet ja ohjelmistot.
4. Arvioidaan ja testataan. Ohjeet käydään läpi tiimin kanssa ja testataan niiden toimivuus käytännössä, jotta varmistetaan niiden käytettävyys.
5. Hyväksyntä ja ylläpito. SOP:n hyväksymisestä vastaavat laadunvalvonnan vastuuhenkilöt. Hyväksynnän päivämäärä merkataan ja määritellään seuraava tarkistuspäivä, jotta ylläpitoa ei laiminlyödä.

6. Koulutetaan ja jalkautetaan SOP. Kaikkien työntekijöiden on saatava koulutus uuden SOP:n käyttöön. SOP täytyy olla helposti saatavilla mieluiten sähköisessä muodossa.

(EPA 2007)

Työohjeiden yksityiskohtainen ja käyttäjäystävällinen laadinta on keskeistä. Ne eivät kuitenkaan saa olla työtä rajoittavia, vaan niiden tulisi tukea jatkuvaa parantamista (Bicheno & Holweg 2023, 125). Työohjeiden tulisi aina olla ajan tasalla ja selkeitä. Niiden tulisi kuvata, mitä työntekijältä odotetaan ja minkälainen mallisuoritus on. Riittävän tarkasti laadittujen työohjeiden lisäksi tarvitaan huolellista työnopastusta ja koulutusta sekä tarvittavien työvälineiden tai ohjelmistojen käyttöön liittyvää opastusta (Kortejärvi 2018, 17). Ohjeiden laadintaan suositellaan työntekijöiden osallistaminen, mikä varmistaa, että työn arjen haasteet huomioidaan. Hiljainen tieto saadaan siirtymään dokumentoiduksi. Tämä osallistava kehittämistapa tukee jatkuvaa prosessien parantamista ja varmistaa, että kaikki hiljainen tietotaito on organisaation hyödynnettävissä. (Tuominen 2021, 86–87)

Työtehtävien merkitys lopputuotokseen ja seuraavaan työvaiheeseen voi olla tärkeää avata työohjeessa, jotta työntekijä ymmärtää oman työnsä laadun vaikutuksen koko prosessin onnistumiseen. Standardoidut työohjeet voivat tukea myös nopeaa koulutusta, mikä on olennaista tilanteissa, joissa organisaatio kohtaa työntekijävajetta tai suurta vaihtuvuutta. Näin työtehtävät voidaan toteuttaa laadukkaasti ja turvallisesti myös poikkeustilanteissa, ja organisaatio voi vastata heille asetettuihin laatutavoitteisiin. (Kesti 2013; Kortejärvi 2018, 22)

Jotta yhtenäistäminen voisi aidosti tukea työn tehokkuutta ja laatua, organisaatiolla tulee olla prosessikaavio työvaiheiden järjestyksestä. Näin kaikki työntekijät tietävät tarkasti projektin kokonaisuuden ja sen, mitä heidän tulee seuraavaksi tehdä. Kun työtehtävät suoritetaan aina samalla tavalla, prosessien laatu paranee ja virheet vähenevät, mikä on ratkaisevaa niin asiakkaan tyytyväisyyden kuin resurssien hallinnan kannalta. (Tuominen 2021, 86–87)

Standardisoimalla työprosesseja ja määrittämällä selkeitä laatumalleja organisaatio voi varmistaa, että projektin tekniset vaiheet toteutetaan yhdenmukaisesti. Standardi toimii prosessien kehittämisen lähtöpisteenä, koska se antaa kiintopisteen, johon voidaan palata virhetilanteessa. Vakionnin hyötynä on olennaisesti myös töiden parempi suunnittelu. Kiireessä suunnitellun työn toteuttamiseen liittyy todennäköisesti enemmän riskejä, kuin huolella suunniteltuun (Kortejärvi 2018, 18). Organisaation tulee tähdätä johdonmukaiseen, toistettavaan ja ennustavaan työntekoon. (Tuominen 2021, 103).

Standardisoinnin haasteet teknisissä työvaiheissa

Vaikka prosessien yhtenäistäminen voi tuoda rakennusautomaatioprojekteihin ennakoitavuutta ja tehokkuutta, on jokainen projekti silti ainutlaatuinen ja vaatii projektitiimiltä asiantuntijuutta ja soveltuvuutta. Jokaisessa projektissa voi tulla vastaan uusia olosuhteita, teknisiä erityispiirteitä tai asiakkaan vaatimuksia, jotka vaativat sopeutumiskykyä ja laajaa yksilöllistä osaamista projektitiimiltä. Yhtenäisten prosessien rinnalla työntekijöillä tulee olla riittävästi osaamista ja joustavuutta, jotta he pystyvät arvioimaan tilanteita ja tekemään tarpeellisia muutoksia projektin vaatimusten mukaisesti. Asiantuntijuuden merkitys työvaiheissa on tärkeä ymmärtää. (Sahlstén 2013)

Rakennusautomaatio-projekteissa työvaiheiden standardisointi kohtaa erityisiä haasteita, kuten eri järjestelmien tekniset vaatimukset ja käytettävien laitteiden yhteensopivuus. Standardointi voi helpottaa projektin hallintaa, mutta jokainen projekti edellyttää joustavuutta teknisissä ratkaisuissa, koska järjestelmät ovat kokonaisuuksina ainutlaatuisia. Avoimet järjestelmät mahdollistavat eri valmistajien laitteiden yhteensopivuuden ja vapaamman liitettävyyden, mutta voivat myös lisätä kompleksisuutta suunnitteluvaiheessa. (Sähköinfo Oy 2024)

Toinen haaste liittyy hajautettujen järjestelmien luonteeseen. Nykyaikaiset automaatiojärjestelmät ovat usein hajautettuja, mikä tarkoittaa, että älykkyyks on jaettu useisiin alajärjestelmiin ja laitteisiin. Tämä lisää luotettavuutta, mutta edellyttää projektitiimiltä syvällistä ymmärrystä eri tasoilla toimivista teknisistä

ratkaisuista. Näin voidaan varmistaa, että yksittäiset osakokonaisuudet toimivat itsenäisesti myös vikatilanteissa. Lisäksi projektitiimin asiantuntemus on kriittistä, kun suunnitellaan erityyppisiä järjestelmäintegraatioita ja valvotaan niiden toteutusta. Standardisointi voi toimia tehokkaana pohjana esimerkiksi BACnet- ja KNX-protokollien käytössä, mutta onnistuminen vaatii silti projektikohtaista räätälöintiä ja teknistä osaamista erityisesti energiatehokkuuden ja järjestelmän suorituskyvyn optimoimiseksi (Sähköinfo Oy 2024).

Ohjelmointia kuitenkin voidaan pyrkiä yhtenäistämään erilaisin keinoin. Ohjelmoinnin yhtenäistäminen tuo selkeitä hyötyjä rakennusautomaatiojärjestelmien toteutukseen. Se esimerkiksi vähentää ohjelmointiin käytettyä aikaa, parantaa projektien laatua ja varmistaa järjestelmien yhteensopivuuden. Rakennusautomaatiojärjestelmissä yhtenäistämisen avaintekijöitä ovat työkaluohjelmat, kuten sovelluskehittimet, parametrisointimallit ja ohjelmointikirjastot, sekä IEC-standardien noudattaminen. Käyttämällä valmiita ratkaisuja voidaan vähentää ohjelmointityön määrää ja keskittyä räätälöintiin projektin erityistarpeiden mukaan. (Härkönen ym. 2018, 63–64)

4.2 Vertailuanalyysi ja parhaat käytännöt yhtenäistämisen edistämässä

Vertailuanalyysi (Benchmarking) on keino oppia muilta ja parantaa omaa toimintaa vertaamalla sitä alan parhaisiin käytäntöihin. Se auttaa yrityksiä huomaamaan, missä omaa toimintaa voidaan parantaa. Lisäksi vertailuanalyysi tuo yrityksille ideoita, joita he voivat soveltaa omaan yritykseensä. Vertailuanalyysin avulla voidaan yhtenäistää toimintatapoja havainnoimalla ja ottamalla käyttöön jo hyviksi havaittuja ratkaisuja muilta oman alan tai sen ulkopuolisilta toimijoilta. Analyysi toimii myös työkaluna, jolla yritys voi määritellä uusia selkeitä tavoitteita ja seurata niiden saavuttamista. Vertailuanalyysi auttaa löytämään käytännönläheisiä ratkaisuja, jotka tekevät prosesseista tehokkaampia, laadukkaampia ja johdonmukaisempia. Organisaatio ei ainoastaan oppi muilta, vaan reflektoi omaa osaamistaan muihin. Se ei ole kertaluonteinen projekti, vaan jatkuva prosessi, johon kuuluu aktiivisesti seurata,

mitä uutta alalla tapahtuu ja millä tavoilla muut toimijat ovat ratkaisseet alan haasteita. Vertailuanalyysia voi soveltaa sisäisesti eri osastoihin, oman alan kilpailijoihin tai kokonaan toimialan ulkopuolisiin yrityksiin. (Niemi 2018)

Parhaat käytännöt ovat keino, missä organisaatiossa toimivat henkilöt oppivat toistensa parhaista käytännöistä. Parhaiden käytäntöjen valinta perustuu usein käytännön kokemuksiin ja systemaattiseen arviointiin. Käytäntöjen jakaminen voi tapahtua esimerkiksi luomalla organisaatiokohtaisia tietokantoja, joissa hyviksi todetut ratkaisut ja mallit ovat kaikkien käytettävissä. Näiden jakaminen esimerkiksi sisäisissä työpajoissa tai tapaamisissa mahdollistaa myös uusien ideoiden syntymisen ja käytäntöjen jatkuvan parantamisen. (Liimatainen & Lähteenmaa 2020)

Toinen lähestymistapa on integraatiomalli, jossa yhdistetään useammat henkilön parhaat käytännöt. Tämä malli toimii erityisesti silloin, kun kyseessä on tasavahvoja käytäntöjä. Parhaiden käytäntöjen valinta voi kuitenkin olla haastavaa, sillä on päätettävä, mitkä käytännöt soveltuvat parhaiten eri tilanteisiin. Tämä malli korostaa vuorovaikutusta ja yhteisten toimintamallien kehittämistä, mikä voi johtaa uuden, kaikkia osapuolia palvelevan toimintatavan syntymiseen. (Liimatainen & Lähteenmaa 2020)

4.3 Moni- ja erikoisosajamalli

Tuotantolayoutin ensisijainen tavoite on maksimoida voitto järjestämällä laitoksen tilat tehokkaasti, jotta ne tukevat tuotteen valmistusta mahdollisimman sujuvasti ja kokonaisvaltaisesti. Tuotantolayoutin oikea valinta on keskeinen osa tuotannon hallintaa ja optimointia. Valintaan vaikuttaa usea tekijä, kuten tuotantovolyymi, tuotteiden vaihtelu, tilankäyttö, joustavuusvaatimukset, työntekijöiden osaaminen, materiaalivirrat ja ympäristötekijät. Tässä luvussa keskitytään ymmärtämään, minkälaista osaamista työntekijät tarvitsevat eri tuotantolayouteissa, ja voidaanko havaintoja hyödyntää projektiympäristössä. (Kumar & Suresh 2008, 42–43)

Työntekijöiden osaamistason arvioinnissa vastakkain asettuvat usein kaksi lähestymistapaa. Työntekijä, joka osaa kaikki vaiheet monipuolisesti, ja työntekijä, joka keskittyy yhteen tehtävään tullakseen siinä asiantuntijaksi. Molemmissa malleissa on etuja ja haasteita, jotka vaikuttavat tuotannon tehokkuuteen ja joustavuuteen. Työntekijöiden osaamisesta voidaan myös luoda hybridimalli, mikä erityisesti tulee esiin yhdistelmälayoutissa. Kun tuotantoprosessit ovat monivaiheisia ja sisältävät sekä joustavuutta vaativia osioita että tehokasta erikoistumista edellyttäviä vaiheita, hybridimalli voi olla optimaalinen. (Kumar & Suresh 2008, 45; Martinsuo ym. 2016, 184)

Prosessi- ja tuotelayoutit erottuvat selkeästi toisistaan työntekijöiden osaamisvaatimusten suhteen. Prosessilayoutia hyödynnetään usein moniosajamallin kaltaisessa joustavassa tuotannossa, jossa valmistetaan pieniä eriä erilaisia tuotteita. Layout mahdollistaa henkilöstön monipuolisen käytön, mutta pitkät prosessiajat ja tehoton materiaalien käsittely ovat layoutin heikkouksia. Tuotelayout hyödyntää erikoisosajamallia pääasiassa, sillä se tukee suurten volyymien tehokasta ja nopeaa tuotantoa. Tässä mallissa prosessien standardointi ja materiaalivirran sujuvuus mahdollistavat korkean tehokkuuden, mutta joustavuuden puute rajoittaa sen soveltuvuutta vaihtelevissa olosuhteissa. (Kumar & Suresh 2008, 43–47)

Moniosajamallissa työntekijöitä koulutetaan hallitsemaan useita työtehtäviä, mikä tuo joustavuutta tuotantoon. Tämä malli sopii erityisesti projekteihin, joissa olosuhteet ja vaatimukset muuttuvat nopeasti. Kun työntekijät voivat siirtyä eri tehtävien välillä tarpeen mukaan, resurssien käyttö on tehokasta, ja tuotannon keskeytykset voidaan minimoida. Moniosajamalli myös lisää työntekijöiden työtyytyväisyyttä, sillä vaihtelevat työtehtävät pitävät työpäivät mielenkiintoisina. Toisaalta tämän mallin haasteena ovat korkeammat koulutuskustannukset, koska kaikkien vaiheiden hallintaan kouluttaminen on pitkä prosessi ja se vaatii kustannuksia. Lisäksi moniosaja työntekijöiden syvälinen osaaminen voi jäädä puutteelliseksi, koska työvaiheita on paljon ja niitä ei tehdä toistuvasti. Tämä voi vaikuttaa tuottavuuteen, jos jokainen vaihe ei suju yhtä tehokkaasti kuin erikoistuneilla työntekijöillä. (Martinsuo ym. 2016, 184–186)

Erikoisosaajamallissa työntekijät keskittävät osaamisensa yhteen tiettyyn työvaiheeseen ja tulevat siinä asiantuntijoiksi. Tämä malli mahdollistaa korkean tehokkuuden ja tarkan laadunvalvonnan, sillä työntekijät kehittävät huippuosaamista tehtävässään. Erikoistuminen sopii erityisesti projekteihin, joissa tuotantoprosessit ovat toistuvia ja vaativat tarkkuutta sekä nopeutta. Mallin etuna on myös prosessien standardointi, joka yksinkertaistaa toimintaa ja mahdollistaa paremman kustannusten hallinnan. Haasteena on kuitenkin joustavuuden puute. Työntekijöitä voi olla vaikea siirtää eri tehtäviin, mikä voi johtaa pullonkauloihin, jos yksi osa prosessista keskeytyy. Lisäksi työntekijöiden motivaatio voi kärsiä, jos työ on toistuvaa ja yksipuolista, mikä saattaa heikentää pitkän aikavälin sitoutumista työhön. (Martinsuo ym. 2016, 187–188)

Tuotantomallin valinta riippuu tuotannon luonteesta, tavoitteista ja ympäristöstä. Moniosaajamalli sopii parhaiten pieniin ja keskisuuriin tuotantoihin, joissa vaaditaan joustavuutta ja vaihtelevia taitoja. Työntekijöiltä vaaditaan lisäksi hyviä kommunikaatiotaitoja ja sopeutumiskykyä. Erikoistumismalli taas on tehokas toistuvissa ja suurivolyymisissä tuotannoissa, joissa painotetaan tarkkuutta ja nopeutta. Molemmissa malleissa työntekijöiden odotetaan hallitsevan itsenäisesti tuotantonopeuksiaan ja saavuttavan tavoitteet määräajassa. Tämä vaatii sekä taitoa tehtävien suorittamiseen että tehokasta ajanhallintaa. Molempien mallien yhdistämistä voidaan harkita, esimerkiksi jakamalla tuotantoprosessi vaiheisiin, joissa osa vaatii erikoistumista ja osa moniosaamista. Hybridilähestymistapa voi optimoida tuotannon tehokkuuden ja joustavuuden. (Martinsuo ym. 2016, 189; Bicheno & Holweg 2023, 167–169)

5 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä käytettiin kvalitatiivista tutkimusta, mikä tunnetaan myös laadullisena tutkimuksena. Käsitteenä se kattaa laajan ja moninaisen kirjon eri tiedonkeruutekniikoita, joiden tarkoitus on kuvailla tutkittavaa asiaa. Tavoitteena on ymmärtää tutkittava aihe yksilön tai yksilöiden näkökulmasta. Laadullisella tutkimuksella pyritään saamaan syvällistä ja yksityiskohtaista tietoa, koska sen avulla muotoillaan hypoteesi esimerkiksi tutkittavan ongelman ratkaisemiseksi. (Hyvärinen, Nikander & Ruusuvuori 2017)

Kvalitatiivisista tutkimusmenetelmistä aineiston keräämiseen valittiin puolistrukturoitu haastattelu. Tämä menetelmä perustuu siihen, että kaikille haastateltaville esitetään samat kysymykset. Puolistrukturoidussa haastattelussa on määritelty teemat, joiden ympärille on laadittu tarkkoja kysymyksiä. Menetelmän keskiössä on haastattelijan tarkka näkemys siitä, millaista tietoa teemoista halutaan kerätä. Haastateltavan näkökulmasta, hänellä ei ole puolistrukturoidussa haastattelussa yhtä suuria vapauksia kuin esimerkiksi teemahaastattelussa. (Hirsjärvi & Hurme 2022)

Tutkimushaastattelussa toimii suurilta osin samat oletukset kuin missä tahansa muussakin kasvokkain tapahtuvassa vuorovaikutustilanteessa. Osallistujat, haastattelijat ja haastateltavat, luovat yhdessä tilanteesta haastattelun. Molemmilla on oltava jaettu ymmärrys siitä, mitä ollaan tekemässä, jotta haastattelu tuottaa toivottuja tuloksia. Arkikeskustelusta poiketen, tutkimushaastattelulla on päämäärä ja osallistujaroolit. Haastatteluun on ryhdytty haastattelijan, eli tietämättömän osapuolen aloitteesta. Hän ohjaa keskustelun suuntaa tiettyihin puheenaiheisiin, jotta haastateltava, tietävän roolissa, osaa jakaa tarvittavaa tietoa haastattelevalle osapuolelle. (Hyvärinen ym. 2017)

Puolistrukturoituun haastatteluun valittavien henkilöiden prosessi alkaa tutkimuksen tavoitteiden ja keskeisten teemojen määrittelystä. Haastateltavat valitaan harkinnanvaraisesti niin, että he edustavat tutkimuksen kannalta olennaisia näkökulmia ja kokemuksia. Valinnassa pyritään varmistamaan, että haastateltavat voivat tarjota syvällistä ja merkityksellistä tietoa valituista

teemoista. Prosessi on joustava ja vuorovaikutteinen, sillä tutkija voi keskustella mahdollisten haastateltavien kanssa varmistaakseen heidän sopivuutensa tutkimukseen. Haastateltavien määrän ei tarvitse olla suuri, mutta sen tulee olla riittävä vastaamaan tutkimuskysymyksiin. (Hirsjärvi & Hurme 2022)

Haastattelurunko rakennetaan tutkimuskysymysten ja -tavoitteiden pohjalta siten, että se tarjoaa selkeän rakenteen, mutta säilyttää joustavuuden, joka mahdollistaa haastateltavan omien näkökulmien ja kokemusten esille tuomisen. Rungon teemat johdetaan tutkimuskysymyksistä, ja niiden avulla varmistetaan, että kaikki tutkimuksen kannalta keskeiset aiheet käsitellään. Kysymysten johdonmukainen ja looginen järjestys helpottaa haastateltavan osallistumista ja vuorovaikutusta. Samalla rungon on huomioitava haastateltavan konteksti, jotta kysymykset ovat merkityksellisiä ja ymmärrettäviä. Lähestymistapa tekee haastattelusta tutkimuksellisesti vahvan menetelmän, joka tukee syvällisen ja monipuolisen aineiston keruuta. (Eskola & Suoranta 1998)

Tutkimusaineiston analyysissä aineisto koodataan ja ryhmitellään teemoihin, jotka vastaavat tutkimuskysymyksiin ja paljastavat ilmiön keskeiset piirteet. Kontekstin huomioiminen on olennaista, jotta analyysi säilyy merkityksellisenä ja sidoksissa aineiston keruulosuhteisiin. Analyysi sisältää yhtäläisyyksien ja erojen tarkastelua aineiston sisällä, mikä auttaa ymmärtämään ilmiön moniulotteisuutta. Tulkintavaiheessa teemoja yhdistetään aiempaan teoriaviitekehukseen, jolloin johtopäätökset voivat tarjota syvällistä tietoa. Läpinäkyvyys prosessissa vahvistaa luotettavuutta aineiston keräämis- ja analysoimisvaiheissa. (Alasuutari 2011)

Tutkimuksen eettisyys varmistetaan kiinnittämällä erityistä huomiota osallistujien anonymiteettiin ja luottamuksellisuuteen. Haastateltavilta pyydetään suostumus aineiston käyttöön, ja heillä on oikeus keskeyttää osallistumisensa milloin tahansa. Tutkijan omalla roolilla ja tulkintojen tarkkuudella on myös huomattava merkitys tutkimuksen luotettavuuden varmistamisessa. Tulkintojen vertailu alkuperäiseen aineistoon on keino tämän tavoitteen saavuttamiseksi. (Alasuutari 2011)

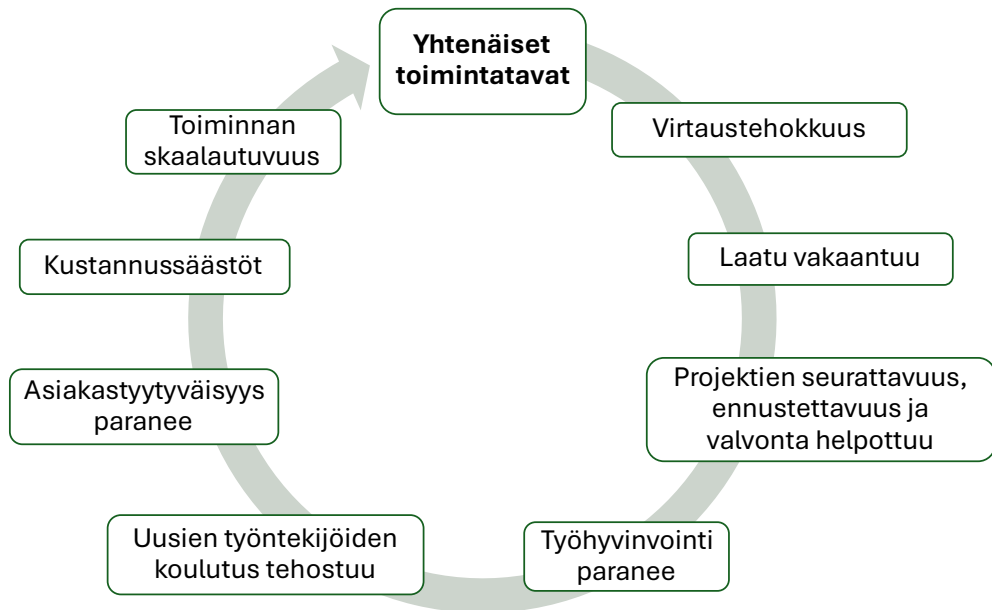
6 Tutkimusaineisto ja analyysi

Aluksi käydään läpi, kuinka haastatteluja alustettiin. Haastateltavan tulee saada käsitys tutkimuksen tavoitteista ja rajauksesta, jotta haastattelu antaa tutkimukselle tarpeellista, tärkeää ja tukevaa tietoa. Tutkimusaineiston kerääminen alkoi osaston esihenkilön haastattelulla, minkä jälkeen kuutta osaston projekti-insinööriä haastateltiin. Kaikki haastattelut kestivät keskimäärin yhden tunnin. Sähköpostin kautta lähetetyissä haastattelukutsuissa esiteltiin opinnäytetyön aihe ja tuotiin esille, minkälaisia aihepiirejä haastatteluissa käydään läpi. Tällä haluttiin varmistaa, että haastateltavat ymmärtävät tutkimuksen sekä haastatteluiden tavoitteet ja päämäärät. Lisäksi tätä kautta haastateltaville annettiin mahdollisuus miettiä aihepiirejä etukäteen halutessaan. Seuraaviin kappaleisiin on tiivistetty haastattelutilanteessa esitelty alustus, minkä tarkoituksena on johdattaa haastateltavat sisälle tutkimusaiheeseen ja -ongelmaan.

Tutkimusongelmana on projekti-insinöörien hajanainen toimintatapa suorittaa tekniset työvaiheet. Tilannetta selittää osaksi rakennusautomaatioprojektin toteuttamisen omaispiirteet, kuten vaihtelevat projektiympäristöt ja asiantuntijuuden tarve. Projektien laajuus, aikataulu, resurssit, budjetti, teknologiat, markkinatilanne, tiimit ja sidostyhmät muodostavat projektiympäristön. Tämän lisäksi vahva tekninen osaaminen, itsenäinen ongelmanratkaisu, kyky jatkuvaan oppimiseen ja uusien teknologioiden ymmärrys ovat piirteitä, joita projekti-insinööreiltä odotetaan. Opinnäytetyössäni tutkin, miten osasto kykenisi ohjaamaan projekti-insinöörien teknisten vaiheiden suorittamista yhtenäisemmäksi, vaikka edellä mainitut tekijät tuovat haasteensa asian edistämiseen. Toisena tutkimuskysymyksenä on, minkälaisia hyötyjä yhtenäistämällä voidaan saavuttaa.

Tutkimuksen teoreettinen viitekehys pohjautuu Lean-ajattelun periaatteisiin ja työn standardisointiin. Teoreettisessa viitekehyksessä pyrittiin tuomaan esille standardisoinnin merkitystä, sen hyötyjä ja tapoja sen edistämiseen. Tutkimuksen teoreettiseen viitekehukseen perustuvat hyödyt esiteltiin

haastattelujen alustuksessa. Hyödyt ovat tiivistä yhteydessä toisiinsa, mutta niiden saavuttaminen vaatii pitkää ja päämäärätietoista työtä koko osastolta.



Kuva 4: Yhtenäistämisen hyödyt

Alustuksen jälkeen siirryttiin haastattelukysymyksiin. Esihenkilön ja projekti-insinöörien haastatteluissa ei käytetty samoja kysymyksiä, mutta aihepiirit olivat samankaltaisia. Esihenkilön kysymykset oli jaettu neljään kategoriaan; nykytilanne, tavoitteet, haasteet ja projekti-insinöörien haastattelut. Projekti-insinöörien haastattelukategoriat olivat koulutuspolku, teknisten vaiheiden suorittaminen, EE-tiimi, työkuorma ja -hyvinvointi ja viimeisenä työvaiheiden yhtenäistäminen. Projektitiimi on kokonaisuudessaan yli 20-henkinen ja koostuu joukosta projekti-insinöörejä ja -päälliköitä. Keskustelin osaston esihenkilön kanssa, ketkä projekti-insinööreistä sopisi haastateltaviksi. Pääkriteerinä oli, että haastateltavilla tulisi olla syvällistä ja merkityksellistä tietoa aiheesta. Tavoitteena oli lisäksi saada eri näkökulmia edustetuksi. Yhteensä haastateltaviksi valikoitui kuusi projekti-insinööriä. Opinnäytetyön liitteistä ensimmäinen sisältää osaston esihenkilölle suunnatut haastattelukysymykset, ja toinen liite kattaa projekti-insinööreille osoitetut kysymykset. Liitteissä näkyy myös kysymysten esitysjärjestys, mitä noudatettiin.

6.1 Esihenkilön haastattelu

Esihenkilön haastattelussa selvisi, että työprosesseissa on jonkin verran vaihtelua. Selittäviksi tekijöiksi koetaan teknisten työvaiheiden laadulliset ongelmat ja henkilöstön eri osaamistasot. Prosessien vaihtelu luo epävarmuutta tuleviin työvaiheisiin ja niiden aikatauluihin. Tämän voi heijastua työntekijöiden työhyvinvointiin ja jaksamiseen. On kuitenkin pyritty siihen, että kiireisissä tilanteissa projekti-insinöörit siitä huolimatta kokisivat, että heillä on hallinta projektin etenemisestä.

Projektipäälliköiden työtä on pyritty yhtenäistämään prosessikaavion ja kattavan projektinhoito-ohjeen kautta. Prosessikaavio kuvaa kaikki projektin eri vaiheet. Se on pääasiassa tarkoitettu projektipäälliköille, eli teknisiä työvaiheita se sivuaa ainoastaan projektipäällikön näkökulmasta. Teknisen puolen työtehtäviin ja -vaiheisiin ei ole olemassa samantyyllistä prosessikaaviota tai ohjetta, missä asiat esiteltäisiin täysin kronologisessa järjestyksessä projektin edetessä. Tästä syystä projektin etenemistä ja seuranta on ollut osittain haastava toteuttaa.

EE-tiimi vastaa osaston koulutusmateriaalien tuottamisesta, sekä päivittämisestä. He myös jatkuvasti kehittävät uusia työkaluja, joilla teknisiä työvaiheita voidaan tehostaa. Teknisistä työvaiheista on olemassa suuri määrä materiaalia, mutta ne eivät luo kronologisesti etenevää kokonaisuutta, eikä materiaaleja suuren määrän takia aina muisteta päivittää. Suomen EE-tiimin lisäksi globaalissa yrityksessä myös muut tahot tuottavat koulutusmateriaalia yleisesti saataville, mutta tätä materiaalia ei ole saatavilla suomeksi. Tiedon etsintä useista koulutuspaketeista on lisäksi koettu haastavana.

Uusiin työntekijöihin tällä on vaikutus, koska työn omaksuminen ja itseohjautuvuuteen pääseminen kestää suhteellisen kauan. Perehdytyspolku ja sen kehittäminen ovat keskiössä, jotta toimintamalleja saadaan vakiinnutettua. Tilanteen takia kokeneemmille työntekijöille on muodostunut omat toimintatavat tehdä töitä. Hiljaista tietoa on kertynyt suuri määrä tiimin ja sen yksilöiden omaan tietoon. Tätä hiljaista tietoa jaetaan työntekijöiden välillä, mutta tulokset saattavat johtaa vaihtelevaan lopputulokseen. Teknologioiden, kuten ohjelmistojen ja

työkalujen, kehittyessä vanhaa tietoa ja toimintatapoja jaetaan eteenpäin tietämättä, ettei kyseinen toimintatapa ole enää välttämättä pätevä esimerkiksi uusien ohjelmistojen kanssa.

Työvaiheiden yhtenäistämiseksi koetaan olevan tarve organisaatiossa. Tarve ei ole vastikään tullut, vaan sen olemassaolo on tiedostettu. Vaikka projektien tekniset työvaiheet vaativat asiantuntijuutta ja ovat ainutlaatuisia kokonaisuuksia, jokaisen projektin vaiheet ovat siitä huolimatta samankaltaiset. Prosessikaavio jäljittelisi aina samaa kaavaa, vaikka tuotteet, rakennukset tai halutut järjestelmät, kuten asennettavat anturit, rakennuksen tyyppi tai lämmitysjärjestelmät, saattavat olla erilaisia.

Yhtenäistämisen edistämiseksi on kehitetty erilaisia tapoja. Yksi niistä on projektinjohdon ja teknisten työvaiheiden koulutus jokaiselle uudelle työntekijälle. Sitä lähdettiin suunnittelemaan noin kaksi vuotta sitten ja ideana oli luoda yhtenäinen toimintamalli projektien etenemiselle. Koulutus on jaettu kahteen osaan; projektinjohto ja tekninen toteutus. Projektinjohdon koulutuspäivää on toteutettu useampaan kertaan. Teknisten työvaiheiden koulutuspaketti ei vielä täysin vastaa osaston tarpeisiin.

Haasteellista koulutuspaketin luomisessa on ollut yhteistyö kahden eri osaston välillä. EE-tiimi vastaa teknisten työvaiheiden materiaaleista ja uusien työkalujen kehittämisestä. Yhteistyötä on esimerkiksi hidastanut resurssipuuteet, kuten aikataululliset tekijät. Kehitystyölle ajan löytäminen on osoittautunut ajoittain haastavaksi. Toisena haasteena työohjeiden laatimiselle on ollut niiden joustavuuden tarve. Teknisille työvaiheille on mahdotonta luoda täysin yksiselitteiset ohjeet. Tästä huolimatta olisi mahdollista luoda malleja, mitkä veisivät osaston toimintaa yhtenäisempään muotoon.

Esihenkilö kuitenkin pohtii, millä tavalla työohjeet vaikuttaisivat työntekijöiden kykyyn soveltaa tietoa. Itsenäinen ongelmanratkaisutaito on jokaiselta projekti-insinööreiltä vaadittu piirre. Työohje ei saisi vahingoittaa työntekijöiden omaa aktiivista ajattelua, vaan se tulisi olla oikein mitoitettu ja jättää tilaa omalle ajattelulle. Työohjeissa oleva puute tai epäkohta voisi viedä projekteja nopeasti

ongelmiin, jos ohjeita noudatettaisiin täysin ilman asiantuntemusta. Yleisesti teknologioiden kanssa työskentelyyn kuuluu huomattava määrä muuttujia, joita ei aina voida tietää etukäteen. Silloin muuttujiin täytyy osata reagoida ja soveltaa olemassa olevaa tietoa. Lisäksi muutokset ovat osa projektiympäristöä ja niiden kohtaamiseen on osattava asennoitua.

Yhtenäistämisen hyödyt

Kaikista yhtenäistämisen hyödyistä esihenkilö korosti laadun parantamisen olevan osaston ensisijainen tavoite. Laatu yksinään on suuri tekijä virtaustehokkaassa toiminnassa ja se on keskiössä vaihtelevuuden hallitsemisessa. Korkea työn laatu takaa projekteille olosuhteet, joiden avulla työt etenevät suunnitellussa aikataulussa samalla pitäen kustannukset ennustettavana. Korkean laadun ylläpito vaatii järjestelmällistä tekemistä ja vahvaa osaamista rakennusautomaatioprojekteista. Vahvan osaamisen kartuttaminen on pitkä ja resursseja vievä prosessi. Yhtenäistämisen kautta sitä voidaan nopeuttaa mahdollisesti.

Vaikka laatu asetettiin ensisijaiseksi tavoitteeksi, resurssien ennustettavuus ja vaihtelun minimoiminen ovat myös keskeisiä tavoitteita. Koska tiimi on henkilöstömäärältään suuri ja monia projekteja on jatkuvasti käynnissä, on resurssien ennustettavuuden oltava tarkkaa. Projektit pitää saada päätökseen asetetussa aikataulussa, jotta seuraaviin projekteihin on henkilöresursseja. Viimeisimpänä tavoitteena nousi esiin varautuminen tilanteisiin, kuten henkilöstön vaihtuvuuteen. Työvaiheiden yhtenäistämällä vaihtuvuuden vaikutuksia voidaan hallita, jolloin tiimi pysyy suorituskykyisenä. Yhtenäistämisen hyödyillä koetaan olevan merkittäviä vaikutuksia myös työntekijöiden kuormitukseen sekä hyvinvointiin. Työtehtävien hallinnalla on suuria vaikutuksia kiireen syntymiseen. Se oletettavasti laskisi kiireen tuntua ja antaisi työntekijöille mahdollisimman hyvän työympäristön hoitaa työtehtävänsä.

Rakennusautomaatioalalla ihmiset ovat pitkään oppineet asioita hiljaisen tiedon kautta. Tämä on tarkoittanut sitä, että uusi työntekijä on laitettu kokeneemman perehdyttäväksi suoraan usein työmaalle. Uudelta työntekijältä on odotettu

kykyä oppia itse ja kysyä jatkuvasti apua sekä ohjeita kokeneemmilta työntekijöiltä. Kehittymistä ei ole seurattu, eikä oppiminen ole ollut suunniteltua. Tällöin perehdyttäjällä on merkittävä vastuu uuden työntekijän oppimisesta ja tulevista työskentelytavoista. Kun yhtenäisiä toimintatapoja työskentelyyn ei ole, yksilölliset toimintatavat siirtyvät uusille työntekijöille. Nämä rakennusautomaation historiasta tulevat piirteet ovat edelleen osittain läsnä alalla, vaikkakin asioita on onnistuttu kehittämään paljon.

Tällä hetkellä projekti-insinöörien eteneminen työvaiheessa tai pulman ratkaiseminen riippuu hänen osaamisestaan ja kyvystään selvittää tilannetta. Tiedon etsiminen, sen löytäminen ja soveltaminen omatoimisesti on osa arkipäivää tiimissä. Työntekijöille kyseinen kompetenssi on kehittynyt kokemuksen kautta. Edellytyksenä kuitenkin on, että työntekijälle on ohjeistettu yrityksen suomenkieliset kanavat, joista löytyy tekniseen suorittamiseen liittyvää materiaalia. Tämän lisäksi globaalit sivut auttavat myös. Tärkeää on huomata, ettei tieto tule suoraan annettuna, vaan sitä tulee osata myös soveltaa. Projektien haastavissa ongelmissa teknisestä kouluttamisesta vastaava osasto on osaltaan projektitiimien käytettävissä.

Tiedon etsimisessä ja soveltamisessa tulee esiin ongelma, mikä liittyy työntekijöiden oman toiminnan kriittiseen tarkasteluun. Kun tietoa etsitään ja sovelletaan, on osattava arvioida, onko toiminta tehokasta. Saman tehtävän toteutus voi vaihdella huomattavasti riippuen siitä, kuka sen tekee ja millaisella työskentelytyylillä. Osaston tavoitteena on tulevaisuudessa saada tiedon hankintaprosessista yhtenäinen siltä osin, kun se on mahdollista.

Yhtenäistämisen haasteet

Esihenkilön haastattelussa selvisi, että työntekijöiden osaamiserot ja erilaiset koulutustaustat ovat monesti haasteiden ytimessä. Työntekijöillä ei aina ole yhtenäistä koulutustaustaa, mikä jo lähtökohtaisesti kasvattaa osaamiseroja. Näiden lisäksi yrityksen sisäinen koulutus suunnitelma ja teknisten työvaiheiden prosessikaaviot sekä ohjeistukset ovat osittain puutteelliset kronologisuuden ja selkeän kokonaisuuden kannalta. Osaston projekti-insinööreille tulisi luoda

selkeät mallit työvaiheiden toimintatavoista ja ohjeistuksista, jonka päälle rakennettaisiin kattava koulutussuunnitelma. Ohjeistukset ja yhteiset toimintatavat olisivat aina saatavilla ja sen mukaan töitä suoritettaisiin. Tämä ei olisi suunnattu ainoastaan uusille työntekijöille, vaan koko tiimille.

Aikaisemmin rakennusautomaatio nähtiin pakollisena pahana, kuin nykyään alan merkityksellisyys on noussut nopealla vauhdilla. Nousuun liittyy monia tekijöitä, kuten esimerkiksi ilmaston saastumisen vähentäminen, energianhallinnan kautta saatavat säästöt ja rakennuksien elinkaareen panostaminen automaation osalta. Asiakassuhteet ovat tiivistyneet ja asiakkaat halaavat entistä monipuolisempia rakennusautomaatoratkaisuja.

6.1 Projekti-insinöörien haastattelut ja keskeiset havainnot

Haastatteluista nousi esille monia teemoja, jotka koskevat perehdytyksen, työhohjeiden ja koulutuksen nykytilaa, sekä toimintatapojen yhtenäistämisen mahdollisuuksia. Tutkimuksen kannalta haastatteluista saatiin merkityksellistä ja syvällistä tietoa, minkä pohjalta tutkimuskysymyksiin voidaan vastata. Toistuvia kokemuksia ja teemoja löydettiin. Seuraavissa kappaleissa käsitellään projekti-insinöörien haastatteluiden kautta esiin tulleita keskeisiä havaintoja ja teemoja.

Perehdytys ja koulutus

Monilla oli aiempaa kokemusta automaatioalalta, mutta se liittyi usein teolliseen automaatioon tai LVI- ja sähkötoihin, eikä spesifisti rakennusautomaatioon. Itsenäinen oppiminen ja motivaatio syventyä alaan nousivat merkittäväksi tekijäksi kehityksessä ja työhön siirtymisessä. Haastateltavien perehdytysprosessit olivat vaihtelevia, ja niihin vaikutti erityisesti perehdyttäjän aktiivisuus, resurssit sekä sen hetkisen projektien tilanne. Osa työntekijöistä sai kattavaa ja käytännönläheistä perehdytystä kokeneilta kollegoilta työmailla, kun taas toisilla perehdytys jäi suppeammaksi ja nojaamaan itsenäiseen oppimiseen.

Satunnaiset koulutukset, kuten EE-tiimin järjestämät ohjelmointikoulutukset, tukivat osaamista. Kokonaisuus huomioon ottaen koulutukset kuitenkin usein

koettiin hajanaisina todellisiin työtehtäviin nähden, ja kronologisuuden puute nähtiin niiden haasteena. Lisäksi useampi mainitsi, että ohjelmistojen ja työkalujen oppiminen tapahtui usein lennossa, työmailla toisten kollegoiden tukemana. Uusien työntekijöiden aktiivisuus ja asenne kuitenkin määritteli paljon osaamisen edistymistä.

Kokonaisuutena perehdytysprosessit kuvattiin käytännönläheisiksi ja työmaalla toteutettaviksi. Usein perehdyttäjänä oli alalla pitkään ollut toinen työntekijä. Monet kokivat tarpeen systemaattisemmalle koulutussuunnitelmalle sekä johdonmukaisemmalle perehdytykselle. Tämä korostui erityisesti uusien työntekijöiden keskuudessa, jotka joutuivat omaksumaan uusia teknisiä taitoja nopeasti käytännön työssä ilman jatkuvaa tukea. Kaikki projekti-insinöörit olivat yhtä mieltä siitä, että jokaisen työntekijän lähtökohdat ja oppimistavat ovat erilaisia, mikä tekee perehdytyksen toteuttamisesta haastavaa. Oppimistapoja ja -tyylejä on yhtä paljon, kun työntekijöitä tiimissä. Yhtenäisemmät perehdytyskäytännöt, selkeämmät ohjeistukset ja aktiivisempi vuorovaikutus tiimin kanssa nähtiin keskeisinä kehityskohteina.

Ohjeistuksen ja prosessien puutteet

Teknisten työvaiheiden ohjeistuksen ja prosessikaavioiden puutteet nousivat esiin yhtenä kehityskohteena. Työtehtävien suorittaminen perustuu paljon yksilöllisiin käytäntöihin ja hiljaiseen tietoon. Tämä johtaa tilanteisiin, joissa vaihtelua syntyy projektista ja tekijöistä riippuen. Moni työntekijä korosti, että selkeät ja yhtenäiset ohjeet voisivat parantaa prosessien tehokkuutta ja laatua.

EE-tiimi nähdään tärkeänä resurssina, mutta sen toimintaa pitäisi kehittää, vaikkakin heidän resurssien rajallisuus täytyy huomioida. Koulutusten ja materiaalien systemaattisempi suunnittelu, jatkuva päivittäminen ja käyttäjien tarpeiden parempi huomioiminen voisivat merkittävästi parantaa EE-tiimin vaikutusta työntekijöiden oppimiseen ja työn sujuvuuteen. Kirjalliset ohjeet ja lyhyemmät, aihekohtaiset videot parantaisivat oppimista ja tehokkuutta. Monet haastateltavat kertoivat pitävänsä visuaalisista ohjeista, kuten videoista.

Suurin osa koki, että heidän ymmärryksensä työtehtävien ja teknisten vaiheiden järjestyksestä on kehittynyt ajan ja kokemuksen myötä. Työntekijät turvautuvat usein kollegoihinsa saadakseen tukea työtehtävissä, joissa heillä ei ole osaamista. EE-tiimin sivuja myös käytettiin laajasti, mutta kollegoiden tukeen nojaaminen oli yleisintä.

Yhtenäistämisen mahdollisuudet ja hyödyt

Yhtenäistämisen tuomia hyötyjä pidettiin selkeinä, erityisesti laadun ja tehokkuuden parantamisen näkökulmasta. Haastateltavat uskoivat, että yhtenäiset työohjeet ja mallit vähentäisivät virheitä, selkeyttäisivät työnkulkuja ja helpottaisivat tiedonkulkua projektitiimin sisällä. Lisäksi ne tukisivat uusien työntekijöiden nopeampaa oppimista ja itsenäistä työskentelyä. Haastatteluissa kuitenkin pohdittiin myös ohjeistuksen rajoituksia. Projektien ainutlaatuisuus ja työmaiden vaihtelevat olosuhteet asettavat haasteita täysin standardisoitujen ohjeiden laatimiselle. Useat työntekijät korostivat, että ohjeiden tulisi olla joustavia ja helposti sovellettavia erilaisiin tilanteisiin. Heidän mukaansa ohjeistus ei saa olla liian yksityiskohtaista, sillä sen soveltaminen konkreettisiin työtehtäviin voi olla vaikeaa.

Yhteisten ohjeiden ohella korostettiin myös palaverikäytäntöjen merkitystä. Tämä tulee esiin etenkin suuremmissa projekteissa, joissa vastuunjaolla ja työnjohdolla on suuri merkitys. Heikosti toteutettu suunnittelu ja työtehtävien seuranta lisäävät resurssien tehottomuutta ja hidastavat työn etenemistä. Viikoittaiset palaverit ja tarkemmat suunnitelmat työtehtävien jakamisesta voisivat parantaa projektien sujuvuutta ja vähentää kiireen tuntua.

Työkuorma ja kiire

Kiireen tunne oli monelle työntekijälle tuttu ilmiö, mutta haastateltavat kertoivat oppineensa suhtautumaan siihen oikein ajan ja kokemuksen myötä. Kiire ja vaihteleva työkuorma koetaan olevan luonnollinen osa projektityötä. Haastateltavat kertoivat, että kiireen taustalla on usein epäjohdonmukaiset toimintatavat, puutteellinen tiedonkulku ja resurssien epätasainen hallinta. Erityisesti heikko suunnittelu ja riippuvuus toisista sidosryhmistä johti kiireeseen,

joka koettiin stressaavana ja haitallisena työn sujuvuudelle. Esimerkiksi työvaiheiden selkeä aikataulutus ja muiden sidosryhmien parempi koordinointi voisivat vähentää turhaa kiirettä ja lisätä työn ennustettavuutta. Työntekijät uskoivat, että paremmalla suunnittelulla ja yhtenäisillä prosesseilla kiireen tunnetta voitaisiin vähentää. Lisäksi projekti-insinöörit kokivat, että työvaiheen läpimenoajan seuraaminen voisi olla hyödyllistä. Asiantuntijatyössä monesti tulee työn keskityksiä ja työtehtävien vaihtumisia yllättäen, joten läpimenoaikojen seuraaminen on osittain haastavaa.

7 Johtopäätökset ja kehitysehdotukset

Tutkimusaineiston perusteella osaston nykytila korostaa selkeiden rakenteiden, toimintatapojen ja ohjeistusten tarvetta. Yhtenäistämällä voidaan saavuttaa huomattavia hyötyjä, kuten laadun parantaminen, resurssien tehokkaampi käyttö ja työntekijöiden hyvinvoinnin tukeminen. Kaikilla näillä on positiivinen vaikutus asiakastyytyvyyteen. Lisäksi yhtenäiset prosessit helpottavat huomattavasti huollon osaston työkuorman, millä on suora vaikutus lopputuotteiden ja -palveluiden elinkaarikustannuksiin.

Muutos vaatii resursseja, selkeää johtamista ja tiimin sitouttamista, sillä siirtymä hajanaisesta toimintamallista yhtenäisempään tekemiseen on pitkä prosessi. Jos yhtenäistämisen hyödyt halutaan saavuttaa, yrityksen tulee resursoida osaston kehittämiseen aikaa sekä EE-tiimin ja projektipuolen työntekijöiltä. Vaikka suorien kustannushyötyjen suuruutta on vaikea määrittää, voidaan tutkimuksen perusteella todeta, että työtapojen yhtenäistämiseksi on tarve ja hyödyt tulevat näkymään pitkällä aikavälillä osaston tuloksessa.

Osasto kykenee rakentamaan yhtenäisiä työtapoja, kuten projektipäälliköille kohdennetusta prosessikaaviosta ja laajasta projektinhoito-ohjeesta voidaan päätellä. Teknisten työvaiheiden yhtenäistäminen ei kuitenkaan ole yhtä helposti toteutettavissa useammasta eri syystä. Ensinnäkin teknisten työvaiheiden yhtenäistäminen vaatisi resursseja useammalta eri taholta ja henkilöltä. Lisäksi tekniset työvaiheet muodostavat erittäin laajan kokonaisuuden. Tällä hetkellä tästä kokonaisuudesta on olemassa suuri määrä hiljaista tietoa projekti-insinööreillä. Hiljainen tieto koostuu jokaisen työntekijän omista parhaista käytännöistä, kuinka suorittaa työvaiheet. EE-tiimi on lähtökohtaisesti koulutus- ja perehdytysmateriaaleista huolehtiva osasto. Heidän kanssaan tulisi tehdä tiivistä yhteistyötä, jotta projektipuolen suorittamista saadaan yhtenäistettyä.

Tiedon hajanaisuus ja hiljaiseen tietoon nojaaminen lisäävät työvaiheiden vaihtelua. Työkulttuuria tulisi kehittää kohti avoimempaa ja systemaattisempaa tiedonhallintaa. Tiimin sisäinen tiedonvaihto perustuu pitkälti hiljaiseen tietoon, mikä tekee tiedon jakamisesta vaikeasti hallittavaa. Tämä voi johtaa

vanhentuneiden tai epäjohdonmukaisten toimintatapojen siirtymiseen työntekijältä toiselle. Osastolla on tiedonhallintajärjestelmä, jota hallinnoi EE-tiimi. Järjestelmä sai osakseen kiitosta haastatteluissa, mutta jokaiselta haastateltavalta tuli myös kehitysideoita. Tiedonhallintajärjestelmän tulisi ideaalilanteessa sisältää ohjeet, työkalut ja prosessikaavion kuvauksineen kronologisessa ja selvässä muodossa. Tarvittavan tiedon etsintä tulisi olla helppoa projekti-insinööreille ja heillä ei pitäisi olla tarvetta kyseenalaistaa, onko tiedonhallintajärjestelmässä esitetty tieto ajantasaista.

Tällä hetkellä, kun työntekijät kohtaavat haasteita, useat heistä soittavat aluksi kollegoilleen pyytääkseen apua ja ohjeistusta. Ratkaisun etsinnässä voidaan soittaa useita kollegoita läpi, ennen kun käännytään EE-tiimin apuun. Toimintamalli ei haittaa ainoastaan pulassa olevan työntekijän työn jatkuvuutta, vaan rasittaa ja hidastaa myös kollegoiden työnkulkua. Joustavat ja sovellettavissa olevat työohjeet keskitetyssä tiedonhallintajärjestelmässä voi olla ratkaisu ongelmatilanteisiin. Asian toteuttamiseen on panostettava, sillä projekti-insinöörit alkavat muuttamaan totuttuja tapojaan vasta, kun he saavat suoria ja nopeita hyötyjä toista kautta.

Rakenteellisen perehdytysuunnitelman puutteet vaikeuttavat uusien työntekijöiden oppimista ja hidastaa heidän siirtymistään itsenäiseen työhön. Tämä korostaa tarvetta luoda selkeä perehdytysuunnitelma teknisille työvaiheille, mikä tukisi työntekijöitä riippumatta heidän lähtötasostaan. Perehdytysprosessin tulisi kattaa tekniset työvaiheet, yrityksen ohjelmistojen käyttö ja projektien eteneminen. Koska projekti-insinöörien koulutustaustat ovat vaihtelevia, sisäisellä perehdyttämiskoulutuksella osasto pystyy tehostamaan uusien työntekijöiden oppimista huomioiden yksilölliset tarpeet ja kaventamaan tiimin sisäisiä osaamiseroja. Lisäksi kattava perehdytysuunnitelma lieventää kokeneiden työntekijöiden kuormitusta perehdyttämisessä.

EE-tiimi ei kuitenkaan vastaa projektipuolen johtamisesta, vaan osaston esihenkilö on vastuussa tästä. Siirtyminen yhtenäisempään suorittamiseen vaatii esihenkilöltä vahvaa johtajuutta sekä tiimin sitouttamista muutokseen. Siirtyminen yhtenäisempiin toimintatapoihin voi herättää yksilöissä sekä

positiivisia että negatiivisia reaktioita muutokseen. Muutosprosessin onnistuminen edellyttää, että osaston johto luo selkeät tavoitteet ja viestii ne tiimilleen avoimesti ja johdonmukaisesti. Muutosjohtaminen on keskeisessä asemassa toimintatapojen yhtenäistämässä, ja osaston esihenkilön tulee varmistaa, että tiimin jäsenet kokevat muutoksen tarpeelliseksi ja ymmärtävät sen tuomat hyödyt. Lisäksi muutoksen toteuttamiseen tarvitaan riittävät resurssit, kuten aika ja työkalut, sekä tuki EE-tiimiltä ja muilta sidosryhmiltä.

Toimintatapojen yhtenäistäminen ja uusien käytäntöjen omaksuminen vaativat myös jatkuvaa palautteen keräämistä ja kehitystoimien arviointia. Pilottiprojektit, joissa uusia ohjeita ja järjestelmiä testataan, voivat auttaa tunnistamaan parhaita käytäntöjä ja mahdollisia ongelmakohtia. Näin varmistetaan, että muutokset palvelevat sekä osaston tavoitteita että työntekijöiden tarpeita. Lopulta yhtenäiset toimintatavat voivat merkittävästi parantaa teknisten työvaiheiden laatua, tehokkuutta ja työntekijöiden hyvinvointia, mikä heijastuu positiivisesti myös asiakastyytyvyyteen ja yrityksen kilpailukykyyn.

Kehittämisehdotukset

Haastattelut osoittavat, että osastolla on tarve yhtenäistää enemmän toimintatapojaan ja parantaa perehdytyksen sekä ohjeistuksen laatua. Seuraavaksi esitellään kehitysehdotuksia, joiden kautta osaston on mahdollista saavuttaa yhtenäisempi teknisten työvaiheiden suorittaminen.

1. Selkeä perehdytysohjelma ja koulutusmateriaalit

EE-tiimin on laadittava yhdessä projektipuolen kanssa käytännönläheinen, kronologinen ja systemaattinen perehdytysohjelma, joka kattaa tekniset työvaiheet, yrityksen ohjelmistojen käytön ja projektien vaiheet. Tämä nopeuttaa uusien työntekijöiden oppimista ja vähentää perehdyttäjien kuormitusta. Materiaalien kielenä tulisi olla suomi ja esitystapaa voidaan mukauttaa esitettävän aiheen mukaan. Haastatteluiden perusteella hyödyllisiksi koettiin videomuotoiset ohjeistukset, mutta niiden sisältö tulee olla suunniteltuna

vastaamaan yksittäistä työvaiheita. Video-ohjeiden tulisi olla ytimekkäitä ja sopivan pituisia, jotta ne tulevat käyttöön. Projekti-insinöörin tulee etukäteen tietää, missä järjestyksessä ja mitä työvaiheita videolla käsitellään. Perehdytysohjelma luo pohjan ja raamit koko osaston projekti-insinöörien toiminnalle. Seuraavissa vaiheissa käydään perehdytysohjelman sisältöä.

1.1 Yhtenäisten työohjeiden luominen perehdytysohjelmaan

Luodaan yksinkertaiset ja käytännönläheiset ohjeet teknisten työvaiheiden tueksi. Ohjeistuksen tulee olla selkeää, helposti saatavissa olevaa ja nopeasti sovellettavaa. Keskitetään tieto helposti käytettävälle alustalle ja varmistetaan, että materiaalit ovat ajan tasalla.

- Esitetään tekniset työvaiheet vaiheittain.
- Projekti-insinööreille on kertynyt vuosien ajan suuri määrä hiljaista tietoa ja parhaita käytäntöjä suorittaa työvaiheet. Näitä käytäntöjä voidaan käyttää pohjana uusien työohjeiden luomisessa ja päivittämisessä.
- Arvovirtakartoitus auttaa tunnistamaan ei-arvoa tuottavat vaiheet ja pullonkaulat prosesseista. Ei-arvoa tuottavat vaiheet on poistettava ja pullonkaulojen vaikutukset on minimoitava.
- EE-tiimin uusien työkalujen esittely koko osastolle on tapahduttava organisoidusti ja niiden jalkauttaminen on otettava osaston tavoitteeksi. Kun työkaluja julkaistaan, on ne päivitettävä osaksi työohjeita. Uusien työkalujen täyttä potentiaalia ja hyötyjä ei voida muuten saavuttaa, jos niiden dokumentointi- ja ohjeistustyöhön ei panosteta.
- Ohjeiden käytettävyyttä on testattava pilotointiprojektissa, jossa niiden tehokkuus ja joustavuus arvioidaan.

1.2 Prosessikaavio perehdytysohjelmaan ja työn seuranta

EE-tiimin on laadittava yhdessä projektipuolen kanssa visuaalinen prosessikaavio teknisten vaiheiden kronologisesta etenemisestä. Kaavioon tulee sisällyttää roolit ja vastuut. Prosessikaavio kuvaa projektien päävaiheet projekti-insinöörien näkökulmasta.

- Sisällytetään kaavioon kohtia, joissa eri tilanteissa voidaan valita eri toimintapolkuja. Esimerkiksi, jos tietty työvaihe riippuu toisen urakoitsijan valmiudesta, kaaviossa voidaan osoittaa vaihtoehtoiset etenemistavat sen mukaan, onko edellytys täytetty vai ei.
- Sisällytetään kaavioon tieto siitä, kuka voi ottaa vastuun tietyistä vaiheista, jos ensisijainen henkilö ei ole käytettävissä. Tämä parantaa prosessin jatkuvuutta, vaikka resurssit vaihtelevat.
- Tuodaan kaavioon työvaiheet, jotka voidaan suorittaa eri tavoilla riippuen käytettävistä resursseista, teknologioista tai aikataulusta.
- Rakennetaan kaavio modulaariseksi, eli tietyt osiot voidaan lisätä, poistaa tai muokata ilman, että koko kaavion rakenne rikkoutuu. Esimerkiksi erilliset prosessit lämmitysjärjestelmille ja ilmanvaihtojärjestelmille voidaan kuvata omina moduuleinaan.
- Integroidaan kaavioon linkkejä esimerkiksi ohjeisiin, työkaluihin tai asiakirjoihin, jotka antavat tarkempia tietoja tarvittaessa.

Prosessikaavion valmistuttua, sen rinnalle voidaan rakentaa yhtenäinen työvaiheiden seurantajärjestelmä. Se toimii lähtökohtana projektipäälliköiden ja -työntekijöiden kommunikoinnissa. Säännölliset palaverit sekä selkeät roolien jaot tukevat tätä prosessia.

Kanban, Lean-periaatteen mukainen tuotannonohjausjärjestelmä, voisi toimia seurantajärjestelmän pohjana. Kanban-taulun periaatteet esiteltiin sivuilla 26–27. Idea visuaalisen työnohjausjärjestelmän takana on hyvin yksinkertainen. Jos jokaisesta projektista olisi olemassa oma Kanban-taulu, projektien seurattavuus ja työn etenemisen selkeys paranisi. Kun projektien työkuorma on visualisoitu, se on helposti esiteltävissä projektitiimin ulkopuolisille henkilöille, kuten esihenkilölle. Kanban-taulu pitää myös huolen siitä, että työt tehdään kerralla valmiiksi, sillä sen yksi tärkeimmistä säännöistä on keskittyä yhteen tehtävään kerrallaan ja saattaa se loppuun asti laatuvaatimukset täyttävällä tavalla.

2. Työnjaon ja osaamisen kohdentaminen osaston toiminnassa

Luvussa 4.3 tarkasteltiin moniosaaja- ja erikoistumismallien periaatteita sekä niiden soveltamista projektiympäristöön.

Moniosaajamallissa työntekijät hallitsevat useita työvaiheita, mikä tuo joustavuutta ja parantaa resurssien käyttöä etenkin pienemmissä projekteissa. Tämä malli voi lisätä työtyytyväisyyttä, mutta vaatii korkeita koulutuskustannuksia ja saattaa heikentää vaiheiden läpimenoaikoja ja laatua. Nykyisin suurin osa osaston projekti-insinööreistä on moniosaajia.

Erikoistumismallissa osa työntekijöistä keskittyy vain tiettyihin työvaiheisiin, kuten ohjelmointiin tai toteutussuunnitteluun. Pienemmät ryhmät pystyvät tällöin auttaa laatimaan työvaiheen suorittamiseen parhaat käytännöt EE-tiimin kanssa. Yhtenäiset toimintatavat dokumentoidaan ja jaetaan EE-tiimi johdolla tiedonhallintajärjestelmässä muille erikoisosaamisryhmille ja moniosaajille.

Heidän tavoitteenaan on tulla erikoisosaajiksi tiettyyn työvaiheeseen ja luoda EE-tiimin kanssa yhtenäiset tavat, kuinka työvaihe suoritetaan tehokkaasti. Tähän kuuluu myös pullonkaulojen tunnistaminen. Erikoisosaajien käyttö projekteissa nostaa tehokkuutta ja laatua, mutta saattaa rajoittaa joustavuutta. Ideaalitulanteessa erikoisosaajalla on perustason ymmärrys myös muista työvaiheista, mutta hän keskittyy pääasiallisesti oman työvaiheensa suorittamiseen.

Osaston tulisi harkita siirtymistä joustavaan hybridimalliin, joka yhdistää moniosaaja- ja erikoisosaajamallien parhaat puolet. Hybridimalli tarjoaa skaalautuvan ja tehokkaan ratkaisun erilaisten projektien tarpeisiin, mikä mahdollistaa osaamisen kohdentamisen projektikohtaisesti. Hybridimallin käyttöönotto voidaan toteuttaa seuraavin toimenpitein:

1. Määritellään roolit moni- ja erikoisosaajille. Esimerkiksi moniosaajat voivat hallita useita eri työvaiheita pienemmissä projekteissa, kun taas erikoisosaajat keskittyvät syvälliseen osaamiseen, mikä on kohdennettu vain yhteen työvaiheeseen.

2. Luodaan osaamismatriisi (esiteltiin lyhyesti sivulla 32), joka sisältää kaikkien työntekijöiden taidot, vahvuudet ja erikoistumisalueet. Tällä hetkellä kaikista projekti-insinööreistä on alusta asti koulutettu moniosaajia. Osaamismatriisi ja keskustelut kunkin projekti-insinöörin kanssa selventää, kiinnostaako heitä erikoistuminen tiettyyn työvaiheeseen vai kokevatko he mielekkäämpänä keskittyä jokaiseen työvaiheeseen.
3. Projektin vaatimusten mukaisesti muodostetaan joustavia tiimejä, joissa yhdistetään moniosaajien ja erikoistujien osaamista. Käytetään työvaiheiden seurantajärjestelmiä, kuten Kanban-tauluja, roolien ja vastuiden hallintaan.
4. Hybridimallin toimivuutta voidaan mitata asettamalla projektikohtaisia tavoitteita, kuten työn läpimenoaikoja, laatua ja työntekijöiden tyytyväisyyttä.
5. Aloitetaan hybridimallin kokeilu tietyillä projekteilla, joiden laajuus ja vaatimukset eroavat toisistaan. Dokumentoidaan projekteissa kohdatut kokemukset, tunnistetut haasteet ja koetut hyödyt. Palautteen perusteella kehitetään mallia.

2.1 Hybridimallin hyödyt

Hybridimalli yhdistää erikoistumisen tarkkuuden ja moniosaamisen joustavuuden, mikä parantaa sekä työn laatua että tehokkuutta. Kun työntekijöillä on mahdollisuus valita erikoistuminen tai moniosaaminen, työn mielekkyys lisääntyy, ja urakehitysmahdollisuudet monipuolistuvat. Osaamismatriisi mahdollistaa resurssien käytön optimoinnin sijoittamalla oikeat henkilöt tehtäviin, joissa heidän vahvuutensa korostuvat. Tämä yhdistyy joustaviin tiimeihin, jotka varmistavat tehokkaan työnjaon. Selkeä roolitus vähentää epäselvyyksiä ja ehkäisee työn päällekkäisyyksiä, mikä nopeuttaa projektien etenemistä ja parantaa työn virtausta. Hybridimallin avulla osasto voi mukautua nopeasti projektien muuttuviin vaatimuksiin ja hyödyntää ulkoistamismahdollisuuksia erityisesti suurivolyymisissä projekteissa.

3. Muutosjohtamisen vahvistaminen ja vertailuanalyysi

Muutosjohtamisen vahvistaminen on keskeistä toimintatapojen yhtenäistämisessä. Onnistunut muutosjohtaminen edellyttää esihenkilöiltä vahvaa johtajuutta sekä kykyä motivoida ja sitouttaa tiimin jäsenet muutokseen. Muutoksen jalkauttaminen on pitkä ja päämäärätietoinen prosessi, joka vaatii tiivistä yhteistyötä osaston sisällä ja tukitiimien, kuten EE-tiimin, kanssa.

Selkeiden tavoitteiden ja toimintamallien luominen on tärkeää, jotta työntekijät ymmärtävät muutoksen tarpeellisuuden ja sen mukanaan tuomat hyödyt. Muutoksen vastarintaa voidaan vähentää tarjoamalla riittävästi tukea, kuten koulutusta ja uusien työkalujen käyttöönottokoulutuksia. Samalla on tärkeää mahdollistaa vuorovaikutus ja palautteen antaminen muutoksen kaikissa eri vaiheissa, jotta työntekijöiden näkemykset voidaan huomioida reaaliaikaisesti.

Vertailuanalyysi voi toimia merkittävänä apuvälineenä muutosjohtamisen vahvistamisessa. Vertailu samankaltaisten yritysten tai projektitiimien parhaisiin käytäntöihin auttaa tunnistamaan toimivia ratkaisuja, joita voidaan mukauttaa omaan organisaatioon. Vertailuanalyysiprosessissa voidaan esimerkiksi analysoida, miten muut yritykset ovat onnistuneesti yhtenäistäneet työvaiheitaan, ja minkälaisia menetelmiä he ovat käyttäneet. Näitä oppeja voidaan hyödyntää omien prosessien ja toimintatapojen kehittämisessä.

Vertailuanalyysi tukee myös muutoksen tavoitteiden määrittelyä ja auttaa konkretisoimaan, millaisia hyötyjä organisaatio voi saavuttaa. Vertailutulosten pohjalta voidaan asettaa realistiset tavoitteet ja kehittää toimintamalleja, jotka ovat jo osoittautuneet toimiviksi muissa organisaatioissa. Tämä voi osaltaan vähentää muutosvastarintaa, kun työntekijät näkevät konkreettisia esimerkkejä onnistumisista.

8 Lähteet

- Alasuutari, P. 2011. Laadullinen tutkimus 2.0. Tampere: Vastapaino.
- Bicheno, J. & Holweg, M. 2023. The Lean Toolbox Sixth Edition: A Sourcebook for Process Improvement. Buckingham: Picsie Books.
- EPA. 2007. Guidance for Preparing Standard Operating Procedures (SOPs). Pennsylvania: U.S. Environmental Protection Agency. Viitattu 1.9.2024.
[https://www.epa.gov/sites/default/files/Guidance for Preparing Standard Operating Procedures \(SOPs\)](https://www.epa.gov/sites/default/files/Guidance%20for%20Preparing%20Standard%20Operating%20Procedures%20(SOPs).pdf)
- Eskola, J. & Suoranta, J. 1998. Johdatus laadulliseen tutkimukseen. Tampere: Vastapaino.
- Hirsjärvi, S. & Hurme, H. 2022. 2. Painos. Tutkimushaastattelu — Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Gaudeamus Oy.
- Holt, P. 2019. The simplicity of lean: Defeating complexity, delivering excellence. Amsterdam: Management Impact.
- Hyvärinen, M.; Nikander, P. & Ruusuvoori, J. 2017. Tutkimushaastattelun käsikirja. Tampere: Vastapaino.
- Härkönen, P.; Liedes, R.; Mikkola, J.; Piikkilä, V.; Pusa, K.; Sahala, A.; Sahlstén, T.; Sandström, B.; Sirviö, A.; Spangar, T. & Sulku, J. 2024. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Espoo: Sähkötieto ry.
- Järvenpää, T. & Kankare, I. 2013. Veikö Moolok vallan? Vapauta projektisi tuhlaajakultista. Helsinki: Talentum Media.
- Jääskeläinen, J. 2024. Työntekijöiden taidot ja vastuut. Helsinki: Helsingin seudun kauppakamari.
- Kesti, M. 2013. Hiljaiset signaalit esimiestyössä. Helsinki: Finva.
- Kortejärvi, P. 2018. Lean Safety-työkirja. Työturvallisuuskeskus, teknologia-alojen työalatoimikunta.

Kumar, S. & Suresh, N. 2008. Production and Operations Management. 2. Painos. New Delhi: New Age International.

Liedes, R. 2020. Automaation vaikutus rakennusten energiatehokkuuteen. Espoo: Sähkötieto ry.

Liedes, R.; Uusitalo, S.; Reinikainen, V.; Erkkilä, V. & Koivisto, P. 2022. Taloteknisten järjestelmien tiedonsiirto. Espoo: Sähkötieto ry.

Liimatainen, A. & Lähteenmaa, L. 2020. Kasvuun yritysostolla. Helsinki: Alma Talent Oy.

Mannermaa, K. 2024. Työntekijätaidot. Helsinki: Alma Talent Oy.

Martinsuo, M.; Mäkinen, S.; Suomala, P. & Lyly-Yrjäinen, J. 2016. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. Helsinki: Edita.

Martela, F. & Jarenko, K. 2017. Itseohjautuvuus: Miten organisoida tulevaisuudessa? Helsinki: Alma Talent Oy.

Morris, R. & Sember, B. 2008. Project management that works: Real-world advice on communicating, problem solving, and everything else you need to know to get the job done. New York: American Management Association.

Mäntyneva, M. 2016. Hallittu projekti. Helsinki: Helsingin seudun kauppakammari.

Niemi, P. 2018. Sisäinen tarkistus käytännössä. Helsinki: Alma Talent Oy.

Ollenberg, J. 2015. Verkottuneen talotekniikan tietoturva. Helsinki: Sähkötieto ry.

Pažek, K.; Saddikuti, V.; Saddikuti, S.; Shanmugam, B.; Ismyrlis, V.; Sharma, S.; Khatri, R.; Gaikwad, M.; Sunnapwar, K.; Safra, I.; Ghachem, K.; Demirkesen, S.; Vallespir, B.; Zouggar-Amrani, A.; Dave, Y.; Solís-Quinteros, M.; Zayas-Márquez, C.; Ávila-López, A.; Carrillo-Gutiérrez, T.; Jacob, S.; Kothandaraman, K.; Sileyew, J.; Gebreyohannis, S.; Genç, R. & Despoudi, S. 2021. Lean Manufacturing. London: IntechOpen.

Pohjalainen, M. 2012. Hiljaisen tiedon käsite ja hiljaisen tiedon tutkimus. Tampere: Tampereen kaupunginkirjasto.

Pollack, J.; Helm, J. & Adler, D. 2018. What is the Iron Triangle, and how has it changed? International Journal of Managing Projects in Business 11: 527-547. Viitattu 12.11.2024. https://www.researchgate.net/publication/What_is_the_IronTriangle_and_how_has_it_changed

Pyyskänen, S. 2010. Teollisuuden automaatio- ja ohjausjärjestelmät: Standardien valinta ja käyttö. Suomen Automaatioseura ry. Julkaisunumero 40.

Rasmussen, B.; Price, C.; Koeln, J.; Keating, B. & Alleyne, A. 2018. Intelligent Building Control Systems. Texas: Springer International Publishing AG 2018.

RIL 276-2021. Lean rakentamisessa. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 268-2017. Asuinkiinteistöä kehittävä linjasaneeraus. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

Ropponen, A.; Bergbom, B.; Härmä, M. & Sallinen, M. 2018. Asiantuntijatyön työajat – yhteydet työhön ja hyvinvointiin. Helsinki: Työterveyslaitos. Viitattu 22.5.2024. https://www.julkari.fi/Työterveyslaitos/Asiantuntijatyön_työajat_-_yhteydet_työhön_ja_hyvinvointiin

Sahlstén, T. 2017. Rakennusautomaatiojärjestelmät: Käyttö, ylläpito ja huolto. Espoo: Sähkötieto ry.

Sahlstén, T. 2013. Rakennusautomaatioprojektin hallinta. Espoo: Sähkötieto ry.

Sutinen, M. & Haapakorva, A. 2021. Pelastetaan strategia: Pöytälaatikosta päivittäiseksi työkaveriksi. Helsinki: Alma Talent Oy.

Sähköinfo Oy 2024. Rakennusautomaatio. Julkaisu 7. Espoo: Sähkötieto ry.

Torkkola, S. 2015. Lean asiantuntijatyön johtamisessa. Helsinki: Alma Talent Oy.

Tuominen, K. 2021. Laatu projektien hallintaan pähkinässä – ISO 1006. Oy Benchmarking Ltd.

Tuominen, K. 2021. Lean – kohti täydellisyyttä. Uusittu painos. Oy Benchmarking Ltd.

Uusitalo, S.; Asp, R. & Liedes, R. 2023. Rakennusten automaation valvomot. 2. Uudistettu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

Vuorinen, T. & Huikkola, T. 2023. Strategiakirja. Helsinki: Alma Talent Oy.

Womack, P.; Jones, T. & Roos, D. 1990. The Machine That Changed the World. New York: Simon & Schuster.

Nettilähteet

Salonen A. 2020. Osajista iso pula. Viitattu 5.11.2024

https://tyoelama/rakennusautomaatio-koulutus/osajista_iso_pula

Schneider Electric 2024. Viitattu 4.8.2024

<https://www.se.com/fi/fi/about-us/company-profile/>

Kuvat

Kuva 1: Härkönen, P.; Liedes, R.; Mikkola, J.; Piikkilä, V.; Pusa, K.; Sahala, A.; Sahlstén, T.; Sandström, B.; Sirviö, A.; Spangar, T. & Sulku, J. 2024. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Espoo: Sähkötieto ry.

Kuva 2: Leong, K.; Zakuan, N.; Saman, M.; Ariff, M. & Tan, S. 2014. Using Project Performance to Measure Effectiveness of Quality Management System Maintenance and Practices in Construction Industry. The Scientific World Journal. Article ID 591361. Viitattu 1.12.2024.

<https://doi.org/10.1155/2014/591361>

Kuva 3: Torkkola, S. 2015. Lean asiantuntijatyön johtamisessa. Helsinki: Alma Talent Oy.

Liite 1: Esihenkilön haastattelukysymykset

Opinnäytetyö

Osaston esihenkilön haastattelu

Nykytilanne

- 1.1 Onko yrityksessä jo olemassa tiettyjä standardoituja prosesseja tai työohjeita? Jos on, mitkä nämä ovat?
- 1.2 Miten työntekijät yleensä jakavat tietoa ja kommunikoivat keskenään prosessien aikana?
- 1.3 Onko työvaiheiden suorituskykyä ja laatua arvioitu tai seurattu aiemmin? Miten?

Tavoitteet

- 2.1 Mitä yrityksessä halutaan saavuttaa prosessien yhtenäistämällä?
- 2.2 Miten yhtenäistettyjen prosessien odotetaan vaikuttavan organisaation toimintaan ja tuloksiin?
- 2.3 Onko joitakin tiettyjä mittareita tai avainlukuja (KPI) asetettu, joiden avulla seurataan prosessien yhtenäistämisen onnistumista?

Haasteet

- 3.1 Mitkä ovat suurimmat haasteet nykyisten prosessien standardoinnissa ja yhtenäistämässä?
- 3.2 Miten nämä haasteet ovat vaikuttaneet tiimiin tai osaston suorituskykyyn ja tuloksiin?
- 3.3 Onko resursseja, kuten aikaa tai osaamista, puutteellisesti tai epätasaisesti saatavilla?
- 3.4 Mikä tekee työvaiheiden yhtenäistämisestä haastavaa?

Liite 2: Projekti-insinöörien haastattelukysymykset

Opinnäytetyö

Projekti-insinöörien haastattelu

Koulutuspolku

- 1.1 Minkälainen oli osaamisesi rakennusautomaatiosta ennen yritykseen tuloa?
- 1.2 Minkälainen perehdytys sinulla oli teknisiin työvaiheisiin?
- 1.3 Tehtiinkö sinulle koulutussuunnitelma ja nimettiin perehdyttäjä?
- 1.4 Kuvaile lyhyesti ensimmäistä vuottasi yrityksessä. Minkälaisella oppimistyyllillä opit, kuinka työtehtävät tulisi suorittaa?
- 1.5 Kuinka kehittäisit perehdytysprosessia?

EE-tiimi

- 2.1 Oletko käynyt EE-tiimin koulutuksia? Oletko kokenut ne hyödyllisiksi?
- 2.2 Kuinka usein käyt EE-tiimin ylläpitämällä Sharepoint-sivulla?
- 2.3 Löytyykö etsimäsi tieto helposti sieltä?
- 2.4 Miten kehittäisit EE-tiimin toimintaa, jotta se vastaisi paremmin sinun ja tiimin tarpeisiin? (sis. Sharepoint-sivut, koulutukset, ohjeet)

Teknisten vaiheiden suorittaminen

- 3.1 Onko sinulla selkeä kuva siitä, minkälaisia työtehtäviä kuuluu eri työvaiheisiin? Onko työtehtäviä listattuna jollakin dokumentilla?
- 3.2 Miten toimit, jos et tiedä kuinka työtehtävä tulisi tehdä?
- 3.3 Miten toimit, jos isompia ongelmia ilmenee?
- 3.4 Minkälaisilla tavoilla teknisten työvaiheiden suorittaminen voisi olla tehokkaampaa ja työnjälki korkealaatuisempaa?

Työkuorma ja -hyvinvointi

- 4.1 Tietyn tehtävän tekemiseen on projektin laskennassa mitoitettu työaika. Vertaatko koskaan omaa suoritusajakaasi tähän?
- 4.2 Koetko, että kiire on usein läsnä työpäivissäsi?
- 4.3 Luuletko, että kiireen tunne johtuisi osittain työtehtävien hallinnan puutteesta? Tuottavatko epäjohton mukaisen toimintatavat kiirettä?
- 4.4 Voisiko prosessikaavio ja työtehtävien ohjeet luoda tasaisempaa suorittamista osastolla?

Työvaiheiden yhtenäistäminen

- 3.1 Koetko, että olisi mahdollista luoda yhtenäiset työohjeet teknisiin työvaiheisiin?
- 3.2 Jos ohjeet luotaisiin, käyttäisitkö sinä ja/tai tiimi niitä?
- 3.3 Mihin vaiheisiin erityisesti olisi hankala luoda ohjeita? Miksi?