

Aaro Tikkanen

KIINTEISTÖAUTOMAATIOPROJEKTIN TOTEUTUKSEN TOIMINTATAPOJEN VERTAILU

Opinnäytetyö

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

2025



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tutkintonimike	Insinööri (AMK)
Tekijä/Tekijät	Aaro Tikkanen
Työn nimi	Kiinteistöautomaatioprojektin toteutuksen toimintatapojen vertailu
Toimeksiantaja	Uudenmaan automatiikkahuolto oy
Vuosi	2025
Sivut	27
Työn ohjaaja(t)	Risto Kuitunen

TIIVISTELMÄ

Kiinteistöautomaation jatkuva kysynnän lisääntyminen sekä talotekniikan laitteiden määrä rakennuksissa kasvavat entisestään aiheuttaen lisää työtä kiinteistöautomaatioprojekteihin. Tällöin on mietittävä tarkkaan, miten kiinteistöautomaatioprojektit saadaan toteutettua mahdollisimman tehokkaasti. Nykyaikana tämä on relevanttia ja elintärkeää. Kilpailuedun sekä kannattavan liiketoiminnan kannalta.

Työn tarkoituksena on viedä läpi kokonainen kiinteistöautomaatioprojekti sekä vertailla, olisiko kannattavaa, niin tehokkuuden kuin taloudellisen liiketoiminnan kannalta, käyttää kiinteistöautomaatioprojekteissa erillistä projektinhoitajaa. Kannattaisiko tietyt osa-alueet, kuten asennukset, kilpailuttaa ja käyttää ulkopuolista toimijaa? Vertailuna työssä käytän yhtä kokonaista projektia, jossa olen itse toiminut sekä ohjelmoitsijana että työnjohtajana sekä lisäksi muutamaa yksittäistä kiinteistöautomaatioprojektia, jotka kyseinen yritys on toimittanut.

Työn tuloksista käy ilmi, että tehokkuuden ja taloudellisuuden optimoimiseksi yritykselle on järkevintä toteuttaa kiinteistöautomaatioprojekteja moniprojektinhallinnalla. Nykyaikaisten etäyhteyksien ansiosta ohjelmoitsija pääsee kohteeseen käsiksi etäältä valvonta-alakeskuksen valmistuttua, joka mahdollistaa ohjelmoitsijan suorittaa samanaikaisesti eri kiinteistöautomaatioprojekteja vaikuttamatta lopputuotteeseen tai aikatauluun.

Asiasanat: Kiinteistöautomaatioprojekti, Fidelix, Toteutus

Degree title	Bachelor of Engineering
Author (authors)	Aaro Tikkanen
Thesis title	Method of operation and execution in building automation project
Commissioned by	Uudenmaan automatiikkahuolto oy
Time	2025
Pages	27
Supervisor	Risto Kuitunen

ABSTRACT

The rising demand of building automation and the growth of building technology devices in buildings, increases the workload in building automation projects. It is important to choose precisely, the most effective way to complete an automation project. Nowadays a company must retain it's competitive advantage on the market.

The purpose of this thesis was to complete a full building automation project from start to finish. The thesis examines the question if it would be more efficient and financially viable to use a separate project manager in building automation projects. Would it be worth to run offer of assemblies for different contractors? As a comparison, I used two projects. In the first, I was myself the programmer and project manager. The second was another project the company had delivered.

This thesis shows that it is more financially and efficiency friendly to operate building automation projects with multi-project management. Thanks to modern remote connections it is possible for a programmer remote control the buildings automation system center, which allows the programmer to run multiple building automation projects simultaneously without impeding the final product or schedule.

Keywords: Building automation project, Fidelix, Excecution

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	TOIMEKSIANTAJA JA TYÖN TAUSTA.....	7
2.1	Työn tavoitteet	7
2.2	Kiinteistöautomaation tarkoitus	8
3	KIIINTEISTÖAUTOMAATIOPROJEKTIN TOTEUTUKSEN TOIMINTATAPOJA	9
3.1	Yksittäinen projektinhallinta.....	10
3.2	Moniprojektinhallinta.....	12
3.3	Aliurakoitsijoiden hyödyntäminen.....	13
3.4	Hybridimenetelmä.....	15
4	PROJEKTIN TOTEUTUS	17
4.1	Suunnittelu sekä ohjelmointi.....	17
4.2	Fyysiset työt ja palaverit	22
4.3	Testaukset sekä luovutus.....	23
5	TULOKSET	25
6	YHTEENVETO.....	27

Lyhenteet ja käsitteet

AU	Automaatiourakoitsija
Automaatiopiste	1 Piste = 1 Laitte tai toiminto laitteessa.
IV-kone	Ilmanvaihtokone
PU	Putkiurakoitsija
Moduuli	Input/Output moduuli, automaatiopisteiden piirikortti.
ST	(Structured text) ohjelmointikieli
VAK	Valvonta-alakeskus, Ohjaa talotekniikan toimilaitteita piirikorttien avulla.

1 JOHDANTO

Kiinteistöautomaatiotekniikan jatkuva kehitys sekä kova kysyntä tuovat kiinteistöautomaatioyrityksille lisää työtä. Lisääntyvän työmäärän johdosta projektien läpiviennin täytyy sujua mahdollisimman tehokkaasti sekä taloudellisesti, jotta yritykset säilyttävät kilpailukykynsä markkinoilla. Jatkuva kehitys kiinteistöautomaatiossa tarkoittaa, että kiinteistöautomaatioprojektin toteutuksen täytyy olla nykyaikaisella tasolla pysyäksään relevanttina ja kilpailukykyisenä markkinoilla sekä mukana kiinteistöautomaation nopeassa kehityksessä. (Bamberg 2023.)

Työssä käyn läpi kolme eri tapaa toteuttaa kiinteistöautomaatioprojekti sekä yksi hybridimalli, jossa käytetään sekalaisesti eri toimintatapoja yhden projektin aikana. Kyseisessä kiinteistöautomaatioprojektissa käytetään Fidelix-automaatiojärjestelmää, joka pohjautuu IEC61131-3 ST -standardin mukaiseen ohjelmointikieleen (Fidelix s.a.,16).

Työn tarkoitus on perehtyä yleisesti kiinteistöautomaatioprojektin toteutukseen eikä niinkään yhteen tiettyyn projektiin, vaikka kyseisessä työssä seuraammekin yhden toteutuksen läpivientiä yleiskatsauksella. Opinnäytetyössä on kirjallista dataa automaatioalan ammattilaisilta, joiden kokemus vaihtelee kymmenestä vuodesta yli kolmeenkymmeneen vuoteen.

Haluan lopuksi kiittää Pasia opinnäytetyöideasta sekä koko Uudenmaan automatiikkahuollon väkeä avusta. Työn tilaajan toimi Uudenmaan automatiikkahuolto oy.

2 TOIMEKSIANTAJA JA TYÖN TAUSTA

Toimeksiantajana kyseisessä työssä toimi Uudenmaan automatiikkahuolto Oy, jonka päätoimialat ovat rakennusautomaatiourakointi sekä kiinteistöautomaatiohuollot. Yritys toimii pääsääntöisesti Uudenmaan alueella, mutta urakointi- sekä huoltokohteita löytyy myös muualta Suomesta.

Toimeksiantaja mielellään säilyttää huoltokohteiksi itse urakoineet kohteensa, tällöin sekä kiinteistön omistaja että yritys selviävät pienemmällä työllä, kun kyseinen kohde on jo valmiiksi tuttu.

Yleinen ongelma kiinteistöautomaatiohuolloissa on pitkä vasteaika. Yrityksen tavoite on olla nopeasti tavoitettavissa, ja tällöin olisi tärkeää, että henkilöstöä olisi nopeasti saatavilla fyysisiä töitä varten. Uudenmaan Automatiikkahuollolta löytyy jo useampi huoltokohde Uudenmaan alueelta, joita seurataan ja huolletaan aktiivisesti, ja näin tehden ennaltaehkäistään suurempien saneerauksien tarpeelta. Edelleen uusille kohteille löytyy hyvin tilaa sekä aikaa.

Työn taustalla on toimeksiantajan toimesta huomattu epäkohta, johon toivottiin ratkaisua. Toimeksiantaja halusi selvittää, olisiko mahdollista käyttää eri työntekijöiden sekä projekteihin kulunutta aikaa tehokkaammin sekä taloudellisemmin. Tarkoitus on projektin suorittaessa pohtia, olisiko joitakin osa-alueita hyvä ulkoistaa sekä pohtia olisiko kannattavaa käyttää erillistä projektinhoitajaa kiinteistöautomaatioprojektin toteutuksessa. Lopuksi vertaillaan kyseistä projektia muutamaaan muuhun kyseisen toimeksiantajan toteuttamaan kiinteistöautomaatioprojektiin.

2.1 Työn tavoitteet

Työn tavoitteet ovat seurata yhden kokonaisen kiinteistöautomaatioprojektin toteutusta sekä vertailla eri toteutustapoja toimeksiantajan toimesta. Käyn läpi neljä eri tapaa toteuttaa kiinteistöautomaatioprojekti, joita kyseinen tilaaja on käyttänyt aikaisemmissa projektien toteutuksissa. Toimeksiantaja haluaa saada tehokkaan sekä taloudellisen tavan toteuttaa kiinteistöautomaatioprojekteja liukuhihnaisesti puuttumatta työn laatuun tai lopputuotteeseen.

2.2 Kiinteistöautomaation tarkoitus

Kiinteistöautomaation tarkoitus on ohjata erillisen hallintajärjestelmän kautta kaikkia rakennuksen eri järjestelmiä, jotta nämä toimisivat sujuvasti keskenään. Automaatiojärjestelmään on mahdollista kytkeä rakennuksen laitteet yhteen, jolloin ilmastointi, lämmitys, vesi, valot, hälytinkeskukset sekä paljon muuta kommunikoivat keskenään.

Nykyaikana kun energian hinta sekä kulutus ovat paljon otsikoissa, kiinteistöautomaatio nousee yhä enemmän esiin. Kiinteistöt kuluttavat 42 % maailman energiasta, joten kiinteistöjen lämmitys sekä ilmastointilaitteiden hallinta automaatiojärjestelmän avulla tulee vain lisääntymään. Vanhoissa kiinteistöissä 50 % käytetystä energiasta menee hukkaan. Hyödyt vanhojen kiinteistöhallintajärjestelmien päivittämisestä uusiin ovat energiankulutuksen kannalta suuret ja edesauttaa parempaan tulevaisuuteen. (Schneider Electric s.a.)

Turvallisuuden kannalta uudet kiinteistöautomaatiojärjestelmät luovat turvaa rakennuksen käyttäjille. Palon tai muun vahingon sattuessa kiinteistöautomaatiojärjestelmä osaa lakkauttaa ilmastointijärjestelmät toiminnasta, sulkea palopellit, sekä avata mahdolliset savunpoistoluukut riippuen kohteesta.

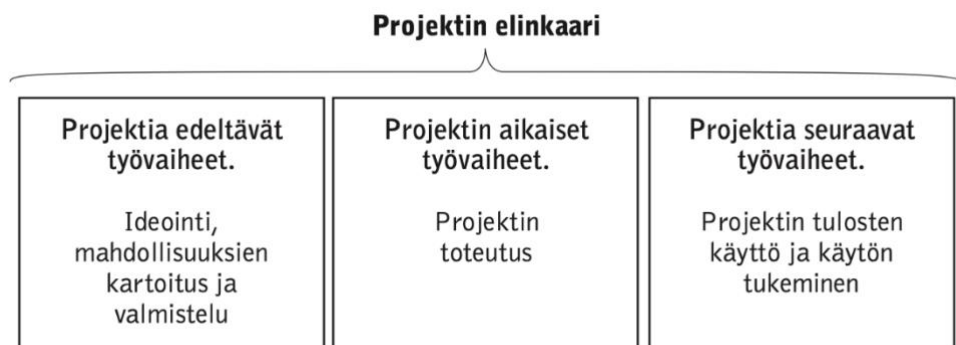
Moderneihin kiinteistöautomaatiojärjestelmiin on mahdollista liittää etäyhteys kohteeseen, jonka ansiosta monet ongelmat pystytään ratkaisemaan etänä sekä välttämään ylimääräiset huoltokäynnit, jolloin kiinteistön omistaja selviää pienemmillä kustannuksilla sekä mahdollinen ongelma pystytään ratkaisemaan nopeammin.

Kiinteistöautomaatiojärjestelmän tarkoitus on siis luoda rakennuksesta energiaystävällisempi, kustannustehokkaampi sekä turvallisempi rakennuksen käyttäjille.

3 KIINTEISTÖAUTOMAATIOPROJEKTIN TOTEUTUKSEN TOIMINTATAPOJA

Kiinteistöautomaatioprojektia aloittaessa täytyy selvittää muutama asia alkuun, projektin elinkaari sekä toteutus. Projektin elinkaaren (Kuva 1) voi jakaa kolmeen eri ryhmään, projektia edeltävät työvaiheet, projektin aikaiset työvaiheet, sekä projektia seuraavat työvaiheet. (Artto ym. 2006, 47.)

Projektia edeltävissä työvaiheissa käydään tilaajan kanssa läpi urakkarajat, sopimukset sekä suunniteltu aikataulu. Projektinaikaiset työvaiheet, joka koostuu muun muassa projektin toteutuksesta käydään läpi myöhemmin tässä työssä. Projektin seuraavat työvaiheet tarkoittavat käytön tukemista eli mahdollisia ongelmakohtia, joita syntyy projektin jälkeen eli takuuajana.



Kuva 1. Projektin elinkaari – karkean tason kuvaus (Artto ym. 2006, 47)

Projektin toteutus koostuu viidestä eri kohdasta, joilla projektin aikaiset työvaiheet suoritetaan. (Artto ym.2006, 49):

Aloitusta ja määrittelyvaihe

Projektin aloitus sekä tavoitteiden ja päämäärän määrittely projektille. Tavoitteisiin voi kuulua niin aikataululliset kuin kustannukselliset tavoitteet. Tässä vaiheessa projektiin määritetään myös projektipäällikkö.

Suunnitteluvaihe

Suunnitteluvaiheessa määritellään projektin toteutukseen tarvittavat resurssit, jonka avulla määritellään toteutustapa projektille. Näiden avulla voidaan projektille suunnitella tarkempi aikataulu ja kustannusrakenne.

Toteutusvaihe

Toteutusvaiheessa läpikäydään tiimin kanssa projektin eri vaiheet läpi ja resurssien kohdentamista oikeaan paikkaan. Riippuen projektin toteutustavasta kommunikointi toteutuksessa tiimin kesken on elintärkeää kannattavan projektin kannalta.

Ohjausvaihe

Ohjausvaiheen kannalta toteutustapa on todella suuressa merkityksessä projektin ollessa käynnissä riippuen, onko kyseinen projekti yksittäinen vai kuuluuko projekti moneen samanaikaiseen projektiin. Tähän vaikuttaa se, kuka on projektista vastuussa.

Päätäminen

Projektin päättäminen toimittajan taloudellisuuden kannalta on suuri askel, sillä se sisältää yleensä isoimmat laskutuserät sekä vapauttaa resurssien käytön muihin mahdollisiin projekteihin. Projektin päättämisessä luovutetaan valmis työ, opastetaan ja käydään tilaajan kanssa läpi tuote sekä luovutetaan dokumentit.

3.1 Yksittäinen projektinhallinta

Kiinteistöautomaatioprojekteissa yksittäinen projektinhallinta on mahdollista vain tietyissä tapauksissa, joten tarkoitus on käydä niitä läpi tässä kohdassa. Yksittäistä projektinhallintamallia käytetään yleensä kiinteistöautomaatioprojektissa silloin, kun on kyse laajemmasta projektista.

Tarjouslaskentavaiheessa rakennusautomaatiourakoitsija laskee kyseisen kohteen automaatiopisteiden määrän. Tämän avulla urakoitsija tietää kohteen laajuuden ja miten urakointisopimukseen määritetään urakointirajat esim. toimilaitteiden hankinta, kaapeloinnit, ohjelmoinnit sekä asennukset. Kyseisten asioiden selvittyä myyjä eli urakan hankkija päättää, vaatiiko kyseinen kiinteistöautomaatioprojekti täysin sitoutuneen ohjelmoitsijan tai projektinhoitajan.

(Kerzner 2017, 115.)

Laajempi automaatioprojekti -termiä ei ole varsinaisesti missään luokiteltuna, kun projektiin vaikuttaa suuresti, kenen toimituksessa eri toimilaitteet ovat ja hoitaako esimerkiksi sähköurakoitsija automaatiokaapeloinnit vai itse kiinteistöautomaatiourakoitsija. Kun kyse on laajemmasta automaatioprojektista, puhutaan yleisesti yli 2000 pisteen projektista.

Automaatiopiste

Käsitteenä automaatiopiste lyhyesti selitettynä, kun huoneessa on yksi lämpötilaa mittaava NTC10 vastuselementillä toimiva anturi, tarvitsee kyseinen anturi yhden Analog input -moduulikorttipisteen alakeskuksesta. (Fidelix s.a., 33)

Ohjelmoitsija/Projektinhoitaja

Yksittäisessä kiinteistöautomaatioprojektin toteutuksessa on yleistä, että ohjelmoitsija toimii sekä projektinhoitajana että ohjelmoitsijana. Kun projektissa tulee muutoksia tai lisäyksiä, pystyy kyseinen ohjelmoitsija hankkimaan toimilaitteet, asentajat sekä tekemään mahdolliset ohjelmalliset lisäykset.

Ohjelmoitsija pystyy siis keskittymään täysipäiväisesti yhden kiinteistöautomaatioprojektin läpiviemiseen, murehtimatta muista samaan aikaan käynnissä olevista toteutuksista. (Kerzner 2017, 270.)

3.2 Moniprojektinhallinta

Moniprojektinhallintaan perustuvaan toteutustapaan liittyen seuraavat asiat täytyy ottaa huomioon, mikäli haluaa toteuttaa kyseisellä projektinhallintatavalla.

Riskienhallinta

Moniprojektinhallinnan avulla riskienhallintaa voidaan jakauttaa paremmin verrattuna yksittäiseen projektinhallintaan. Sen sijaan, että koettaa saada yhden suuremman projektin, kannattaa harkita, olisiko kannattavampaa toteuttaa muutama hieman pienempi projekti yhtä aikaa.

Asia ei kuitenkaan ole näin yksinkertainen, mikäli yritys haluaa toteuttaa moniprojektinhallinnan avulla projekteja yhtäaikaaisesti. Tällöin seuraavien asioiden tulee olla kunnossa.

Resurssien käyttö

Moniprojektinhallinnassa on mahdollista käyttää muutamaa eri resurssien käyttötapaa. Jokaiselle samaan aikaan käynnissä olevalle projektille on mahdollista nimetä oma nokkamies, joka osallistuu projektin läpivientiin tai käyttää erillistä projektinhoitajaa, joka vastaa tietyistä osa-alueista jokaisessa projektissa. (Kerzner 2017, 747.)

Nokkamiehen nimeäminen

Nokkamies tulee nimetä erikseen jokaiseen projektiin. Nokkamiehen tulee olla kokemuksen omaava henkilö, joka osaa pienemmän projektin sisällä ohjata resursseja oikeaan paikkaan sekä ongelmaratkaisutaitoinen henkilö.

Projektinhoitajan käyttö

Kyseisellä toteutustavalla projektinhoitajalle on nimetty tietyt osa-alueet eri projekteista. Yleensä projektinhoitajan toimialueeseen kuuluu urakoitsijapalaverit, toimilaitteiden tilaus, varmistaa että tietyt asiat tulevat määräaikaan mennessä valmiiksi sekä tiivis kommunikointi asentajien ja ohjelmoitsijan kanssa. (Kerzner 2017, 748.)

Yleisesti moniprojektinhallinta toimii hyvin pienemmissä kiinteistöautomaatioprojekteissa. Tällöin on yleistä käyttää erillistä projektinhoitajaa ohjelmoitsijan tukena, kun sekä ohjelmoitsija että projektinhoitaja tekevät useampaa kiinteistöautomaatioprojektia samanaikaisesti. (Kerzner 2017, 748.)

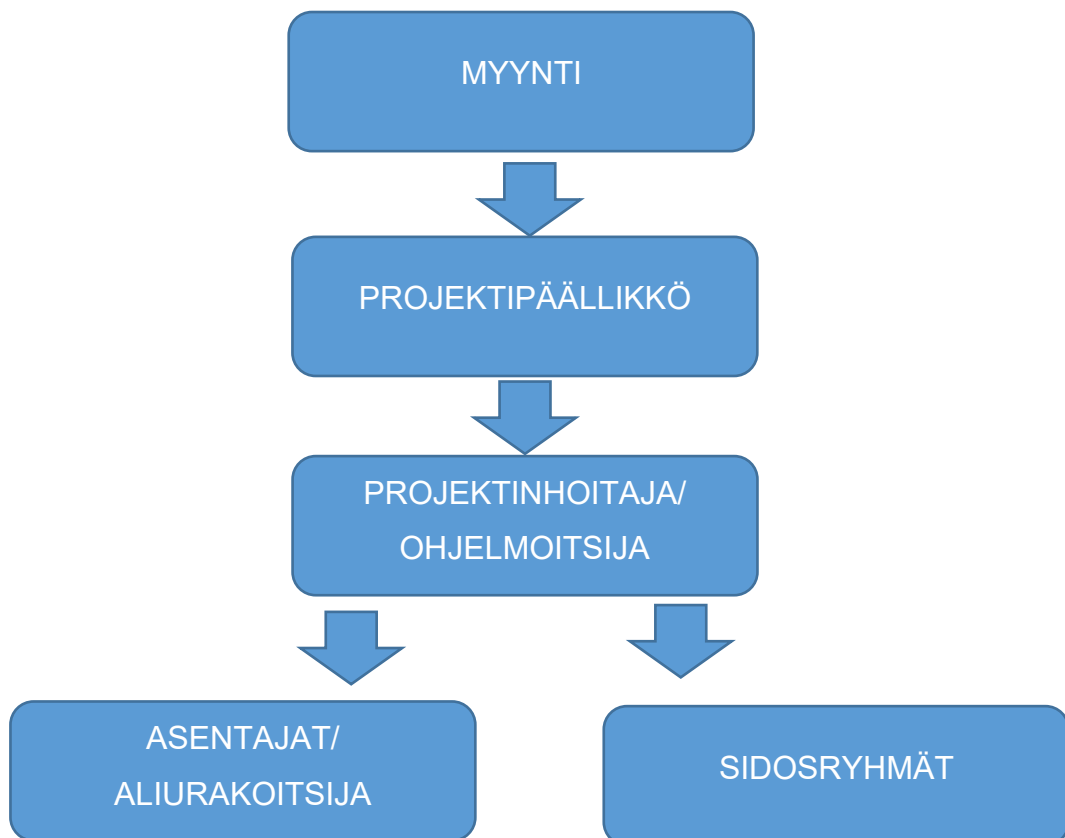
Projektien aikarajojen on kuitenkin oltava erillään toisistaan. Mikäli kaikissa yhtä aikaa käynnissä olevissa projekteissa on päällekkäisyyksiä luovutuksien suhteen, vaikuttaa tämä projektin lopputuotteeseen. On kuitenkin mainittava, että kommunikaation ohjelmoitsijan, projektinhoitajan sekä asentajien kanssa on oltava hyvä. Mikäli tilaajalla tulee tarvetta lisäyksille tai muutoksille, on tiedon kuljettava kaikille moitteettomasti välttääkseen suuremmat ongelmakohdat. (Kerzner 2017, 748.)

3.3 Aliurakoitsijoiden hyödyntäminen

Kiinteistöautomaatioprojekteissa usein yrityksen projektipäällikkö tai projektinhoitaja kilpailuttaa asennukset sekä kaapeloinnit aliurakoitsijoiden kautta.

Aliurakoitsija on erillinen yritys, joka on sopinut tilaajan kanssa toteuttamaan urakkasopimuksen mukaisen työn, mutta ei ole tehnyt suoraa sopimusta pääurakoitsijan kanssa (RT 16-10660: 1998). Tilaajan on tyypillisesti hyväksyttävä ensin aliurakoitsija pääurakoitsijalle ennen töiden aloittamista, jotta pääurakoitsija voi tarvittaessa tarkistaa aliurakoitsijan organisaation taustat.

Aliurakoitsijoiden käyttö kiinteistöautomaatioprojekteissa on yleistä (kuva 2), ja sen avulla tietyt projektin osa-alueet pystytään ulkoistamaan, mikäli yrityksen omat resurssit tai laajuus eivät riitä. Projektissa aliurakoitsijoiden käyttö vaihtelee suuresti. Osa suuremmista organisaatioista ulkoistaa koko projektin asennukset sekä kaapeloinnit aliurakoitsijalle, kun taas pienemmissä yrityksissä mahdollisesti käytetään aliurakoitsijaa vain muutaman päivän kestävässä asennus tai kaapelointiosissa.



Kuva 2. Uudenmaan automatiikkahuolto oy:n sisäisen projektin rakenne

Kiinteistöautomaatioprojektin läpivientiin vaikuttavat sidosryhmät vaihtelet riippuen projektista (Taulukko 1), onko kyse rakennuskohteesta vai pienemmästä pelkän automaation uusimisesta. Yleisimmät sidosryhmät kiinteistöautomaatioprojektissa ovat tilaaja, suunnittelijat, viranomaiset, valvojat, pääurakoitsija, sähköurakoitsija sekä LVI urakoitsija. (Rantanen 2018, 14.)

Taulukko 1. Kiinteistöautomaation sidosryhmät ja niiden merkitys.

Sidosryhmä	Vaikutus Kiinteistöautomaatioprojektiin
Tilaaja	Tilaajalla on selkeä tavoite kiinteistölle
Suunnittelijat	Suunnittelijat ovat laatineet tilaajan käyttötarkoitukseen soveltuvan ratkaisun
Viranomaiset	Turvallisuuden ja standardien mukainen toteutus
Valvojat	Tilaajan vaatimustenmukainen ratkaisu
Pääurakoitsija	Velvoitteet ja yhteistyö
Sähköurakoitsija	Mahdollisen sähköurakoitsijan välinen yhteistyö
LVI urakoitsija	LVI urakoitsijan väliset velvoitteet ja yhteistyö

3.4 Hybridimenetelmä

Hybridimenetelmän käyttäminen kiinteistöautomaatioprojektissa lisää projektin räätälöitymisessä olevia mahdollisuuksia, joten otetaan alle pari esimerkkiä, jossa tällaista toteutustapaa voidaan käyttää. (Kerzner 2017, 43)

Projektinvastuuhenkilön vaihtuminen

Mikäli kiinteistöautomaatioprojektin toteutustapana on ollut yksittäinen projektinhallinta ja projekti on edennyt aikataulua sujuvammin, on yleistä, että projektin vetäjänä toiminut projektinohjaintaja/ohjelmoitsija siirretään alkavan toteutuksen suunnitteluun mukaan tai avuksi toiseen toteutukseen.

Vastuuhenkilön vaihtuminen voi johtua myös ulkoisen tekijän kuten sairastumisen tai tapaturman seurauksena.

Resurssien puute

Kiinteistöautomaatioprojekteissa kiire sekä resurssien puute ei ole harvinaista, joten kesken projektin voidaan huomata, että oman organisaation resurssit ja aikataulu eivät kohtaa. Tällöin voidaan vapauttaa mahdollisesti oman yrityksen resursseja toisiin projekteihin ja kilpailuttaa tietty urakka osa aliurakoitsijoiden kesken pysyäkseen projektin aikataulussa sekä välttääkseen mahdolliset myöhästymisestä koituvat sakot.

Alusta asti hybriditoteutuksella

Hybriditoteutukseen ryhtyessä organisaatio on projektiin ryhtyessä jo tiedostanut ongelmakohdat ja vahvuudet, jonka seurauksena se on ryhtynyt hybriditoteutukseen. Syitä voivat olla pienemmän kohteen kanssa aikataululliset päällekkäisyydet toisten projektien kanssa tai resurssienhallintaan liittyvät ongelmat.

Kun toteutuksen aloittaessa yrityksen työntekijöiden vahvuudet tiedostetaan, on helppo valita kokenut ja erikoistunut projektinhoitaja toteuttamaan kiinteistön lämmönjakopakettia, kun taas huoneiden ilmastoinnin ohjaukseen voi käyttää yrityksen ohjelmoitsijaa. Asennukset ja kaapeloinnit taas omien asentajien toimesta, sekä ennakkoon pienempien urakkaosuuksien tarjoaminen aliurakoitsijoille.

Hybriditoteutuksessa kommunikaatio projektien jäsenten kanssa on oltava tiivis, jolloin jokainen on päivittänyt listaa tehdyistä töistä, sekä mahdollisista lisätöistä. Luovutusvaiheessa riittää vain, että yksi projektiin osallistunut henkilö on paikan päällä ja muut projektiin osallisena olevat ovat tavoitettavissa.

4 PROJEKTIN TOTEUTUS

Kiinteistöautomaatioprojektina tässä työssä toimi toimisto- sekä asuinrakennuksena oleva komplekssi Helsingissä. Kiinteistöön suoritettiin hieman tavallista suurempi saneeraus, jonka yhteydessä kiinteistöön päivitettiin modernimpi kiinteistöautomaatiohallintajärjestelmä. Tämän kohdan tarkoitus on näyttää yleiskatsauksena vanhan Siemens hallintajärjestelmän päivittäminen uuteen Fidelix-järjestelmään, suunnittelusta luovutukseen.

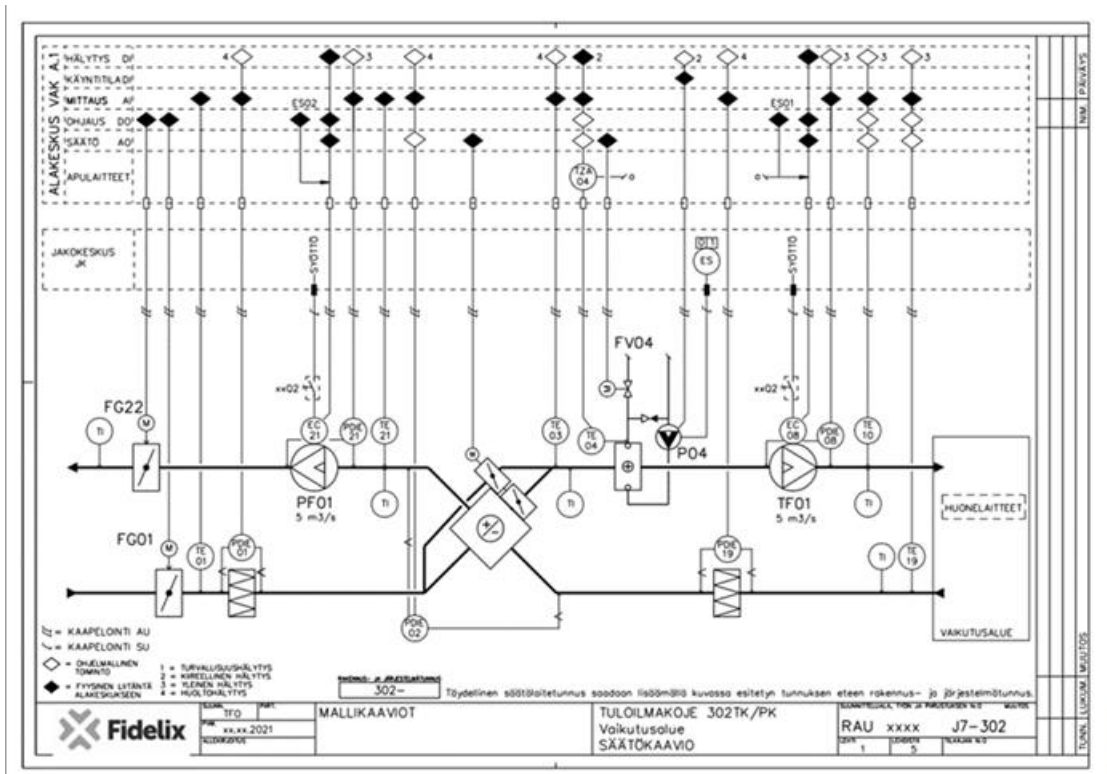
Tilaaajan hyväksytyä tarjous. Projekti aloitettaisiin normaalisti urakoitsijoiden välisellä aloituspalaverilla, tämän projektin kohdalla tarjous projektista tuli sen verran myöhään, että virallista aloituspalaveria ei ollut. Tästä syystä tarjouslaskentaa ei tässä kohtaa ollenkaan oteta huomioon.

Aikaa Kiinteistöautomaatio järjestelmän päivitykselle tähän projektiin oli annettu 3 kuukautta, joten projekti oli kohtuullisen kiireinen. Urakkarajaksi oli sovittu tilaaajan kanssa koko automaatiojärjestelmän päivittäminen uuteen, mutta IV-koneet, pumput, palopellit sekä joitain muita pieniä yksittäisiä toimilaitteita ei vaihdettaisi tai ne ovat muiden urakoitsijoiden toimituksessa.

Kiinteistöautomaatioprojektin toteutustapana tässä kyseisessä projektissa toimi yksittäinen projektinhallinta, jossa itse toimin niin ohjelmoitsijana kuin projektinhoitajana. Apua sain parilta yrityksen kollegalta, jotka auttoivat väylätoimilaitteiden ohjelmoinnin kanssa.

4.1 Suunnittelu sekä ohjelmointi

Kiinteistöautomaatioprojektin suunnittelu alkaa, kun tarjous on hyväksytty ja pisteet on laskettu. Lämmönjakopaketin sekä huoneiden toimilaitteiden hankinta oli AU:n vastuulla. Tilaaja halusi, että vanha lämmönjakopaketti pidetään ennallaan mutta toimilaitteet vaihdetaan, jolloin vanhoihin venttiileihin ei lainkaan koskettu. Tämä vähensi hieman PU:n sekä meidän työtämme, kun ei ollut tarve mitoitaa eikä asentaa uusia venttiilejä.



Kuva 3. Ilmanvaihdon säätökaaviota (Fidelix s.a., 48)

Kuva 3 esittää esimerkin ilmastointikoneen säätökaaviosta, josta on mahdollista laskea automaatiopisteiden määrä. Tumma salmiakki merkki kertoo, että kyseessä on fyysinen piste ja vaalea taas, että kyseessä on ohjelmallinen piste.

Ohjelmallinen piste on fiktiivinen toiminto, joka voi olla esimerkiksi toimilaitteen hyötysuhde, käyntiaikalaskuri tai hälytys.

Toimilaitteiden tilaus

Toimilaitteiden tilausta auttoi, kun lämmönjakopaketin venttiilit säilyivät ennallaan, joten vanhat Siemensin venttiilimoottorit päivitettiin uusiin Belimon venttiilimoottoreihin, jolloin ei ollut tarvetta mitoittaa uusia venttiilejä lämmönjakopakettiin. Ilmastointikoneet olivat valmiita pakettikoneita, jotka toimivat väyläliitoksella, joten toiminnot näihin toteutettiin väylän välityksellä ilman fyysisiä pisteitä.

Taulukko 2. AU:n toimituksessa olleet toimilaitteet ja niiden määrä

Toimilaite	Kappale määrä
Fidelix AI8C	6
Fidelix AO8C	3
Fidelix DI16C	6
Fidelix DO8C	6
Fidelix FX3000X	1
Fidelix M-LINK	2
Fidelix VISIO-15-C	1
Belimo LM24A	6
Belimo NVC24A	3
Produal HLS44	18
Produal A40405	40
Produal JVS24	1
Produal KLK	1
Produal TEAT NTC10	10
Produal TEHR NTC10	1
Produal TEK NTC10	1
Produal TENA NTC10	4
Produal TEU NTC10	2
Produal TEV PT1000	1
Produal VPEL	3
Produal VPEL 16	2

Listaan ei ole laskettu mukaan kaapeleita, jakorasioita tai muuta asennuksiin liittyviä kustannuksia. Sillä osa kaapelikeloista sekä asennustarvikkeista on ylijäämiä edellisistä projekteista, joiden määrää olisi vaikea lähteä selvittämään.

Ohjelmointi

Fyysisiä pisteitä kyseisessä kohteessa oli alkuun 120 kappaletta, mutta projektin lopuksi lisätöiden johdosta 146 kappaletta. Ohjelmointiin kului kaikkineen lisätöineen n. 5 työpäivää, josta jonkin verran kului aikaa lisätöiden sekä ongelmien ratkaisemiseen. Ohjelmointiin kuuluu niin graafisten kuvien tekeminen automaatiopaneelille kuin myös IEC-ohjelmointi Open PC:ssä, jossa itse muuttujien ohjaus tapahtuu.

```
END_VAR

VAR
Ulkoilma           :REAL;
Sulanapito_o      :INT;

iResult           :INT;

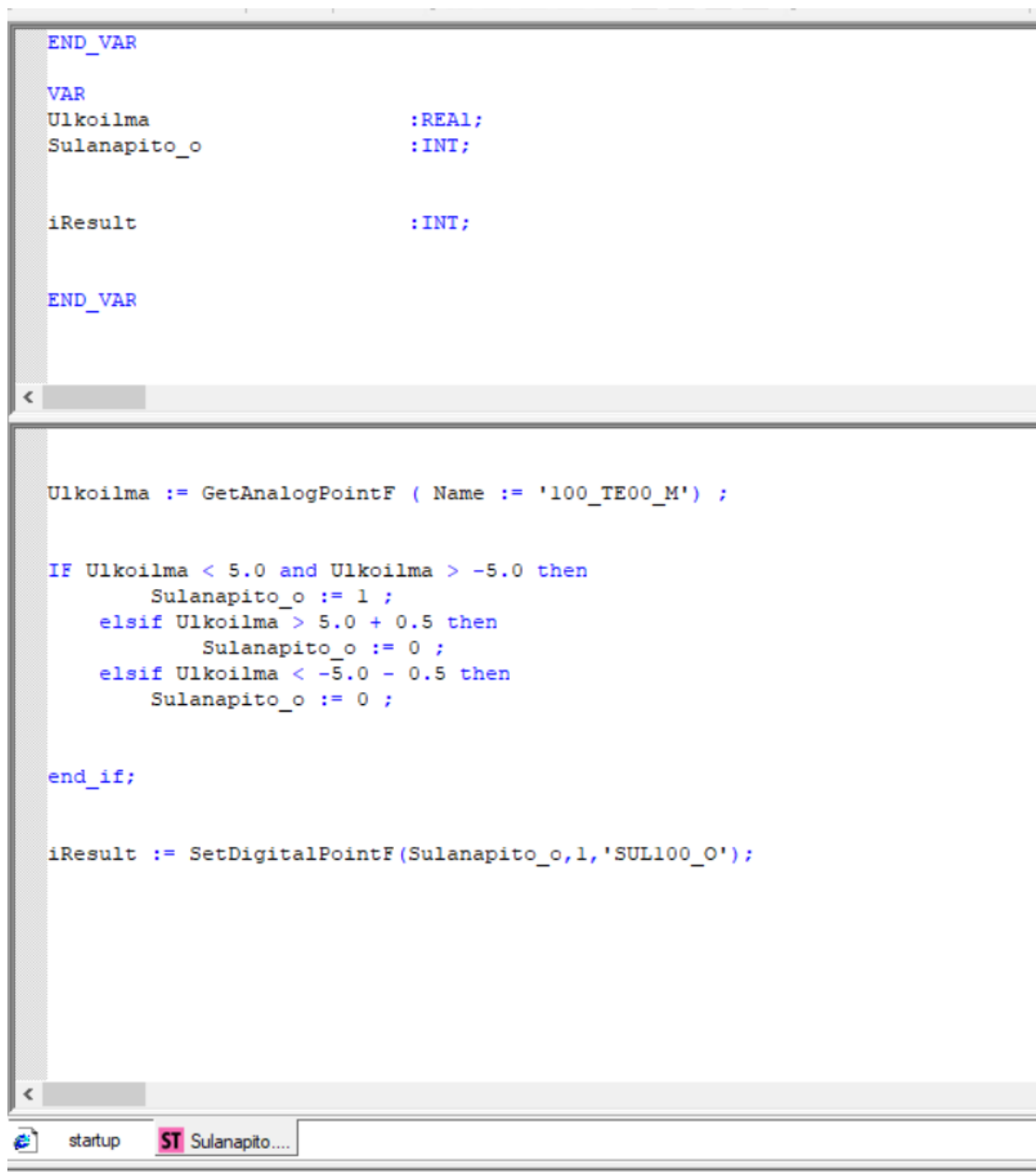
END_VAR

Ulkoilma := GetAnalogPointF ( Name := '100_TE00_M' ) ;

IF Ulkoilma < 5.0 and Ulkoilma > -5.0 then
    Sulanapito_o := 1 ;
    elsif Ulkoilma > 5.0 + 0.5 then
        Sulanapito_o := 0 ;
    elsif Ulkoilma < -5.0 - 0.5 then
        Sulanapito_o := 0 ;

end_if;

iResult := SetDigitalPointF(Sulanapito_o,1,'SUL100_O');
```



Kuva 4. Sulanapidon ohjelma IEC61131-3 ST-ohjelmointikielellä

Esimerkki sulanapidon IEC-ohjelmoinnista, jossa ensimmäisessä kohdassa eli pääohjelmassa esitellään eri muuttujat, seuraavaksi ns. hakemisto, eli tietojen luku pistetietokannasta.

IF-kohdasta alkaa itse ohjelma, jossa tehdään tarvittava ohjaus ja viimeisempänä tulosten kirjoitus, ohjelman lähetys pisteelle.

Kaapelivetoluettelon tekeminen

Erikoista tästä kiinteistöautomaatioprojektista teki sen että, sekä kaapelointi että asennukset olivat automaatiourakoitsijan urakassa. Todella monesti kaapelointi kuuluu sähköurakoitsijan urakkaan, mutta tässä kyseisessä kohteessa asia oli toisin. Kaapelivetoluettelon (Taulukko 3) tekemiseen ei ollut kauheasti aikaa ja siihen tehtiin lisäyksiä sitä mukaan, kun lisätöitä tuli. Listan tekemiseen käytettiin pohjakuvaa apuna ja suunniteltiin, miten tietyt kaapeloinnit olisivat fiksuinta toteuttaa.

Taulukko 3. Esimerkki kaapelivetoluettelosta

Mistä	Mihin	Kaapeli
127 Huonesäädinkotelo	VAK01	Jamak 4x(2+1)x0,5+0,5
RK1.1	VAK01	MMO 7x1,5

4.2 Fyysiset työt ja palaverit

Fyysiset työt aloitettiin saman tien, kun urakka oli hyväksytty, sillä kyseisessä kohteessa projektin ajallinen takaraja oli lähellä. Asentajat aloittivat työt kaapeloinnilla kaapelivetoluettelon mukaan. Fyysisiä töitä helpotti, kun muut urakoitsijat olivat aikataulussa, jolloin ei tarvinnut odotella muiden tekemisiä.

Asennukset

Kohde eteni osissa, vaikka kaikissa kiinteistön osissa oli sama takaraja valmistumiselle. Asentajat pääsivät ensimmäisen osion asennuksia kytkemään, kun kaapelointi oli suoritettu alkuperäisen suunnitelman mukaan.

Kaikki alkuperäisissä suunnitelmissa olleet toimilaitteet saatiin asennettua ja kytkettyä vaaditun aikarajan sisällä, ainoastaan muutama lisätö meni aikarajan yli joko pitkän toimitusajan tai muiden urakoitsijoiden haasteiden takia.

Urakoitsijapalaverit

Projekti oli siitä erikoinen, että pääurakoitsija päätti loppukirin alkaessa reilu kuukausi ennen projektin takarajaa tehdä muutoksen urakoitsija palavereihin. Alkuun oli tapana joka keskiviikko klo 9 pitää urakoitsijapalaveri, mutta loppukirin alkaessa urakoitsijapalavereita olisi joka aamu tiistaista perjantaihin klo 8. Muutos helpotti kommunikointia, sekä ongelmat eivät juuttuneet kenenkään työpöydille pitkiksi ajoiksi. Uusi palaverimuoto kuitenkin vaikutti omaan tekemiseen, sillä vaikka suunnitelmissa oli mennä toimistolle tekemään lisätöinä tulleita muutoksia ohjelmistopuoleen, joutui ajamaan Helsingin keskustan kautta, että pääsi osallistumaan urakoitsijapalaveriin, johon ei ollut mahdollista liittyä etänä.

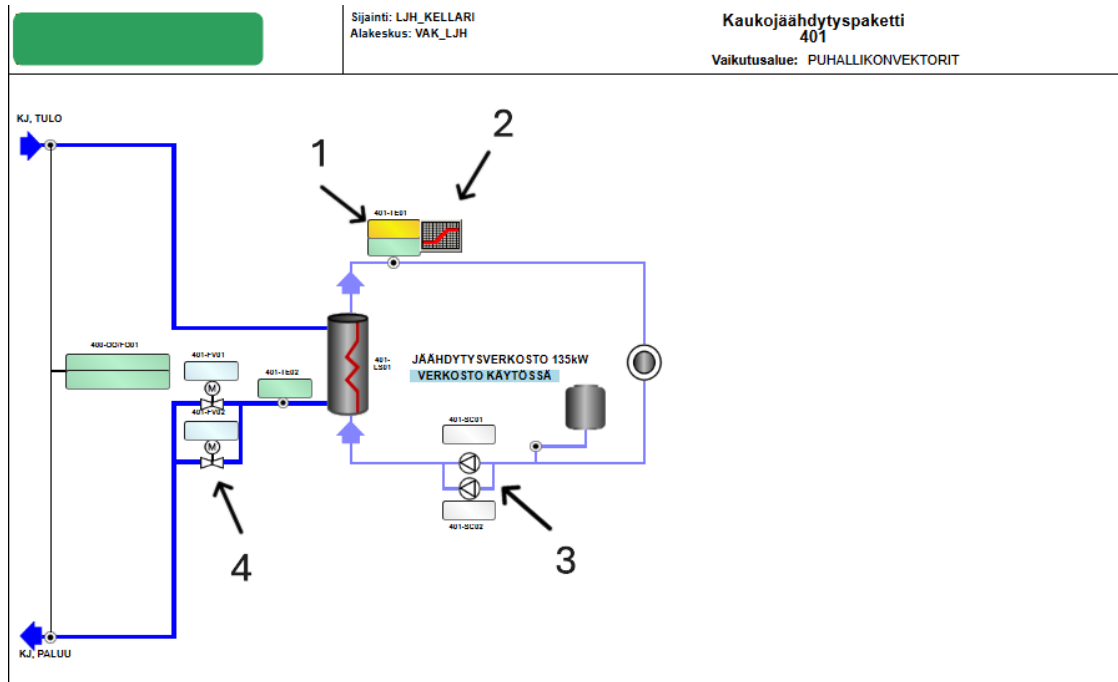
4.3 Testaukset sekä luovutus

Testauksiin oli varattu aikaa ainoastaan yhden päivän ajan, jolloin kolmen ihmisen kesken kokeilimme kaikki toimilaitteet sekä yhteydet. Itse ohjasin toimilaitteita tietokoneen kautta VAK:ilta, jolloin toinen henkilö kävi varmistamassa toimilaitteen toimivuuden. Kytöntävirheet korjasimme heti vian havaittua ja rikkiäisistä toimilaitteista tilasimme uuden vastaavan sekä ilmoitimme pääurakoitsijalle mahdollisista viivästyksistä.

Toimintakokeet

Toimintakokeita ennen olimme tehneet jo oman listan ongelmakohtista, sekä esitimme oman korjausehdotuksen valvojalle ennen toimintakokeiden aloitusta. Muutamissa toimintakokeissa osallisena olleena tiedostin jo etukäteen, että valvojan laatima lista voi olla kohtuullisen pitkä, mikä voisi tuoda haasteita korjauksien suhteen, kun projektin takaraja on muutaman päivän kuluttua.

Valvoja oli onneksi tyytyväinen niin asennuksiin kuin myös laitteiden toimivuuteen, ainoana mainintana tuli automaatiografiikalla (Kuva 5) olevat otsikoiden nimet.



Kuva 5. Kaukokylmä grafiikka, Fidelix Fx editorissa

1. Keltainen laatikko on asetusarvo, eli mihin lämpötilaan verkosto asetetaan.
Vihreä laatikko on reaaliaikainen mittaus.
2. Muunnostaulukko, eli säätökäyrä, johon X akselille asetetaan ulkolämpötilan mittaus ja Y akselille asetusarvot.
3. Verkoston pumpput, yleensä paine-ero ohjattuja mutta tässä tapauksessa pyörivät vakionopeudella verkoston ollessa käytössä.
4. Säätoventtiilit, säätö tapahtuu 1. kohdan asetusarvon mukaan.

Projektin luovutus tilaajalle

Projektin luovutus käynnistyi, kun valvoja sekä tilaaja olivat tyytyväisiä toimintakokeiden tuloksiin ja toimintakokeissa syntyneet viat oli korjattu. Luovutukseen kuului käytönopastus tilaajalle ja heidän huoltohenkilölleen, ja tilaisuudessa kävimme läpi automaatiohallintajärjestelmän, toimilaitteet sekä dokumentaatiot ja huolto-ohjeet. Projektin valmistumisen kunniaksi kävimme tilaajan, valvojan sekä muiden urakoitsijoiden kesken lounaalla ja kiitimme yhteistyöstä.

5 TULOKSET

Tuloksien tarkoituksena vertailla kyseisen kiinteistöautomaatioprojektin tehokkuutta sekä taloudellisuutta toiseen toteutettuun projektiin, jossa käytettiin eri toimintatapaa. Toteutuksien vertailussa ei lasketa asentajien tehokkuutta tai taloudellisuutta mukaan, kun projekteissa oli organisaation omat asentajat käytössä.

Yksittäisen projektinhallinnan etuja

Yksittäisen projektinhallinnan nopea reagointi muutoksiin tai lisätöihin oli projektin kiireisessä lopussa eduksi. Saneerauskohteessa ongelmien syntyminen on yleistä, projektin loppuvaiheessa kiireisessä aikataulussa projektinhoitajan ja ohjelmoitsijan olevan sama henkilö auttoi nopeaan ratkaisun löytymiseen urakoitsijoiden/valvojien kanssa.

Yksittäisen projektinhallinnan tehokkuus sekä taloudellisuus

Toimintatavan tehokkuus sekä taloudellisuus jäivät odotuksista. Lähes päivittäiset pakolliset urakoitsijoiden väliset palaverit laskivat ohjelmoitsijan/projektinhoitajan tehokkuutta huomattavasti. Kahden asentajan sijasta työmaalla piti myös ohjelmoitsijan olla lähes päivittäin, mikä aiheutti lisää kustannuksia sekä laski tehokkuutta huomattavasti. Keskimäärin kokoukset kestivät puoli tuntia, ja kun otetaan huomioon, että viikossa oli neljä kokousta, eli yhteensä kokouksiin kului 2 tuntia aikaa viikossa ja tähän lisäksi vielä matkoihin kulunut aika Helsingin ydinkeskustassa. Kokouksien yhteyteen projekti käynneille oli elintärkeää saada tekemistä ohjelmoitsijalle, ettei tehokkuus laskisi liikaa ja koituisi taloudelliseksi murheeksi organisaatiolle. Siksi usein projektikäynneillä, mikäli ohjelmat olivat ajan tasalla, autoin asentajia kytkemisessä sekä mahdollisissa kaapeloinneissa, ettei matkoihin ja kokouksiin kulunut aika olisi mennyt aivan hukkaan.

Moniprojektinhallinnalla toteutetun projektin tehokkuus sekä taloudellisuus

Moniprojektinhallinnalla toteutetussa kiinteistöautomaatioprojektissa muutoksiin tai lisäyksiin reagointi ei ollut yhtä sujuvaa kuin yksittäisessä projektinhallinnassa. Vaikka projektit loppua kohden alkavat olemaan kiireisiä, ei moniprojektinhallinnan hitaampi reagointikyky koitunut ongelmaksi aikataulun tai lopputuotteen osalta. Selväksi eduksi moniprojektinhallinnassa verrattuna yksittäiseen projektinhallintaan oli tehokkuus, kokenut nokkamies osasi muiden urakoitsijoiden kanssa ratkaista mahdolliset ongelmat ja lisätyöt sekä kommunikoida ohjelmoitsijan kanssa ilman, että ohjelmoitsijan tarvitsi tulla kohteessa käymään. Kyseinen kohde oli kooltaan hieman pienempi, ja pääurakoitsija ilmoitti, että tavallisiin työmaakokouksiin ei tarvitse muiden urakoitsijoiden tulla, sekä mahdolliset ongelmat selvitetään kentällä urakoitsijoiden kesken, jolloin tehokkuus oli huomattavasti parempaa. Projektin toteutukseen vaikutti kuitenkin kohteen koko, joka oli huomattavasti pienempi sekä hyvän kokemuksen kiinteistöautomaatiosta omaava nokkamies.

Pääurakoitsijan vaikutus kiinteistöautomaatioprojektiin

Pääurakoitsijan toimintatavalla oli suuri merkitys kiinteistöautomaatioprojektin läpivientiin, ongelmatilanteissa pääurakoitsijan liittyminen neuvotteluihin auttoi suuresti. Neuvotteluissa on helppoa aktiivisesti mukana toteutuksessa olevan pääurakoitsijan kanssa sopia mahdollisista lisätöistä ja näiden korvauksista, ongelmat eivät jää makaamaan kenenkään työpöydille viikoiksi sekä ratkaisu koitetaan toteuttaa tehokkaasti ja mahdollisimman kustannus ystävällisesti urakoitsijoiden kesken.

6 YHTEENVETO

Tämän työn tarkoitus oli työntilaaajalle vertailla eri kiinteistöautomaatioprojektin toteutuksen toimintatapojen etuja toisiinsa oikeiden projektien pohjalta. Projektin toteutuksen toteuttaminen ja seuraaminen sekä vertaileminen edelliseen projektiin antoi hyvin arvokasta tietoa seuraavien kiinteistöautomaatioprojektien toteutukseen. Projektin järkevällä toteutuksella on mahdollista säästää huomattavasti työtunteja sekä kustannuksia, ylimääräiset matkat kohteeseen turhien palaverien tai ongelmien takia syövät organisaation resursseja. Kunnollisella projektiryhmällä toteutukseen lähdettäessä on suuri merkitys, kokenut projektinhoitaja tai asentaja osaa ratkaista mahdolliset ongelmat ilman, että ohjelmoitsijan tarvitsee käyttää aikaansa tullakseen kohteeseen. Nykypäivänä nopeiden etäyhteyksien ansiosta projektin loppuvaiheessa ohjelmoitsija pääsee käsiksi kohteeseen etäältä, jolloin voi tarvittaessa auttaa asentajia ratkaisemaan ongelmia tai lataamaan ohjelmia kohteeseen.

LÄHTEET

Artto, K. 2006. Aalto-yliopisto. Projektiliiketoiminta. PDF-dokumentti. Saatavilla: <https://www.aalto.fi/sites/default/files/2020-08/Projektiliiketoiminta.pdf>. [viitattu 16.4.2025].

Bamberg, H. 2023. Monta vuosikymmentä rakennusautomaation kehityksen ytimessä. Saatavilla: <https://news.fidelix.com/ajankohtaista/monta-vuosikymmentä-rakennusautomaation-kehityksen-ytimessä>. [viitattu 24.2.2025].

Fidelix. s.a. Fidelix RAU-järjestelmäkoulutus: Fxeditor ja ohjelmoinnin perusteet. [Esitys/koulutusmateriaali].

Kerzner, H. 2017. Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. Hoboken, NJ: Wiley.

Rantanen, T. 2018. Kiinteistöautomaation merkitys rakennushankkeen eri vaiheissa. Aalto-yliopisto. Pro gradu -tutkielma. Saatavilla: <https://aaltodoc.aalto.fi/server/api/core/bitstreams/87e87f42-0c1d-4664-8975-1c0ae7c4b287/content>.

Schneider Electric. s.a. Building Management – Products and Solutions. WWW-dokumentti. Saatavilla: <https://www.se.com/fi/fi/work/products/building-management/> [viitattu 15.4.2025].