

Simo Kylliäinen

Rakennusautomaation suunnittelutyökalun lokalisointi urakointiin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (ylempi AMK) -tutkinto

Rakentamisen koulutusohjelma

Opinnäytetyö

6.4.2015

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Simo Kylliäinen Rakennusautomaation suunnittelutyökalun lokalisointi urakointiin 52 sivua 6.4.2015
Tutkinto	Insinööri (ylempi AMK)
Koulutusohjelma	rakentaminen
Suuntautumisvaihtoehto	talotekniikka
Ohjaajat	Innovation Manager Antti Paulanne lehtori Jarmo Tapio
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli lokalisoida Ruotsissa käytössä ollut rakennusautomaation suunnittelutyökalu Suomeen. Suunnittelutyökalun avulla pyrittiin tehostamaan urakkaprosessia. Urakkaprosessissa kuluu aikaa merkittävästi kohteiden kenttälaitetunnuksien ja toiminnallisuuksien määrittämiseen, sillä rakennusautomaatiolle ei ole olemassa erityisiä määräyksiä tai ohjeita. Näiden puuttuessa rakennusautomaatiosuunnittelijoilla ja rakennuttajilla on ollut mahdollisuus luoda oma toteutusmalli.</p> <p>Suunnittelutyökalun avulla pyrittiin vähentämään järjestelmien määrittämiseen kuluva aikaa. Työkalu ei ollut suoraan käyttökelpoinen Suomessa, joten opinnäytetyössä keskityttiin löytämään oikeat toimintatavat ja tekniset ratkaisut lokalisoinnin läpiviemiseksi.</p> <p>Lokalisoinnin edetessä huomattiin, että työkalun käyttäminen aiheutti oman muutosprosessin toimintatapoihin. Muutosprosessi piti ottaa hallintaan, joten työkalun käyttöön liittyvä koulutus ja tuki piti tehdä muutosprosessia kunnioittaen.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena havaittiin, että työkalun käyttö voi tarjota merkittävää ajansäästöä urakkaprosessissa, mutta työkalun käytön oppiminen vie aikaa. Muutosprosessin onnistuminen vaatii työyhteisön ja erityisesti esimiesten sitoutumista uusiin toimintatapoihin. Tehokas työkaluohjelman käyttö takaa lopulta pienemmät ohjelmointi-, suunnittelu- ja käyttöönottotunnit, mikä taas johtaa laadun paranemiseen ja parempaan kilpailukykyyn.</p>	
Avainsanat	rakennusautomaatio, RAU-suunnittelu, muutosprosessi

Author Title	Simo Kylliäinen Localization for an engineering tool in building automation
Number of Pages Date	52 pages 6 April 2015
Degree	Master of Engineering
Degree Programme	Civil Engineering
Specialisation option	Building Services Engineering
Instructors	Antti Paulanne, Innovation Manager Jarmo Tapio, Senior Lecturer
<p>The aim of this Master's thesis was to localize a Swedish engineering tool for building automation systems in Finland. The purpose was to enhance the work process and decrease the configuration time in building automation projects by offering a ready set of configurations, like the names of field devices, to get rid of the need to always edit them separately for programs, graphics and other documents for every project of building automation. The engineering tool can build all configurations to all documents simultaneously.</p> <p>The tool could not be used directly. First, mostly technical modifications were done. However, the use of the tool caused a major change in the work procedure that called for training and support to ease and manage the process of transition. Once the transition process was understood, the methods for an efficient use of the tool could be determined for training and support.</p> <p>In conclusion, the engineering tool can accelerate the work process in building automation projects. However, it takes time to learn to use the tool efficiently. The transition cannot succeed without especially supervisors committing to the use of the tool. With an efficient use of the tool, lower costs in programming, planning and commissioning can be achieved and, thus, better quality and competitiveness reached.</p>	
Keywords	building automation, building automation planning, the process of transition

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Taustaa	3
2.1	Rakennusautomaatio	3
2.2	Rakennusautomaatiosuunnittelu	4
2.3	Schneider Electric Finland Oy	6
2.4	Schneider Electricin urakkaprosessi	7
2.5	IV- ja LJ-vakiot	9
2.6	TAC Design+	11
3	Kehitysprojekti: Design+-työkalun lokalisointi Suomeen	13
3.1	Kehitysprojektin vaiheet	13
3.2	Kehitysprojektin määrittely	14
3.3	Kehitysprojektin suunnittelu ja rajaus	15
3.4	Kehitysprojektin riskit	16
3.5	Kehitysprojektin toteutusvaihe	17
3.6	Kehitysprojektin päättäminen	19
4	Muutosprosessi	20
4.1	Työyhteisö muutoksen keskellä	20
4.2	Työyhteisön osallistuminen	21
4.3	Työyhteisön oppiminen	23
4.4	Jalkautusvaihe	23
5	Koulutus ja tuki	26
5.1	Onnistunut koulutus	26
5.2	Koulutus- ja tukimateriaali	28
6	Tekniset ratkaisut	31
6.1	Nykyisen kirjaston soveltaminen	31
6.2	Paikalliset muutokset	33
6.3	Asetussivumalli TAC Vista -järjestelmälle	35
6.4	Korvausmenetelmä	38
6.5	Urakkalaskentamenetelmä ja Excel-aputyökalu	40

7	Tulokset	42
7.1	Valmiit grafiikka- ja säätökaaviokuvakirjastot	42
7.2	Ajansäästö urakkaprosessissa	45
7.3	Toinen koulutuskierron	45
7.4	Ohjelman käytön aktiivisuus	47
8	Johtopäätökset	48

1 Johdanto

Rakennusautomaatiolla on keskeinen osa kiinteistöjen talotekniikan toimivuudessa, mikäli kiinteistöihin halutaan saada viihtyisät olosuhteet pienemmällä energiankulutuksella. Urakoinnin kannalta perinteikkäästä yksikkösäätimistä toimittavasta säätölaiteurakoitsijasta on tullut näin tämän päivän rakennusautomaatiourakoitsija, joka pystyy parhaimmillaan tarjoamaan laajalti energiatehokkuuteen, huoltoon ja ylläpitoon liittyviä kokonaisvaltaisia palveluita. Rakennusautomaation keskeisyydestä huolimatta siihen suoraan kohdistettuja standardeja ja määräyksiä ei juurikaan ole. Tästä syystä urakointien rakennusautomaatiojärjestelmien toteutus pitää tehdä aina kohdekohtaisesti rakennusautomaatiosuunnittelijan tai rakennuttajan toteutusmallin mukaisesti.

Rakennusautomaatiourakan kokonaishinta muodostuu hankittavan laitteiston ja työn hinnasta. Tiukassa hintakilpailussa kilpailukyky voidaan saavuttaa vain pitämällä urakkahinta kohtuullisena. Laitteiston hinnalla voidaan vaikuttaa urakkahintaan jonkin verran, mutta mikäli merkittäviä säästöjä halutaan saada, pitää säästöjä tehdä työn osuudesta. Schneider Electricin rakennusautomaation urakkaprosessi sisältää monia työvaiheita, jotka sisältävät myös päällekkäisiä määrittelyjä. Jos urakkaprosessia halutaan tehostaa, on pyrittävä vähentämään päällekkäisiä määrittelyitä ja aikaa kuluttavia työvaiheita. Päällekkäisiä määrittelyjä syntyy väkisin, kun käytössä on erilaisia järjestelmiä tai apuohjelmia, joita ei ole linkitetty keskenään toisiinsa. Ennen kuin urakkaprosessi on ehtinyt edes alkaa, on ensimmäinen määrittelykierros jo tehty, kun perusasiat on määriteltä myynnin tarjouslaskentavaiheessa.

Päällekkäisistä määrittelyistä ei päästä eroon, ellei käytettäviä järjestelmiä ja työvaiheita voida linkittää toisiinsa. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää, voidaanko pitkään Ruotsissa Schneider Electricin käytössä ollut rakennusautomaation suunnittelutyökalu TAC Design+ lokalisoida myös Suomen käyttöön. Työkalun perusajatuksena on vähentää päällekkäisiä määrittelyjä niin, että jo tarjouslaskentavaiheessa tehtävät määritykset voidaan hyödyntää myös varsinaisen urakkaprosessin eri vaiheissa. Tällöin kerran määriteltujen tietojen pohjalta voidaan generoida automaattisesti kaikki tarvittavat rakennusautomaatiojärjestelmän dokumentit, grafiikat ja ohjelmat. Oikein käytettynä tällaisen työkalun tuottama työajan säästö voi olla merkittävä ja myös virheiden mahdollisuus pienempi. Työkalun avulla voitaisiin tehostaa Schneider Electricin urakkaprosessia Suomessa.

Työkalu haluttiin ottaa käyttöön myös Suomessa, joten työkalun lokalisointia varten perustettiin oma kehitysprojekti. Kehitysprojektia lähdettiin viemään määrätietoisesti eteenpäin ilman tarkempaa suunnittelua, joten kunnollista riskikartoitusta tai projektin aikana ilmenevien ongelmakohtien määrittäystä ei tehty.

Kun työkaluohjelman ensimmäinen suomalaisen versio oli julkaistu, aloitettiin myös työkaluohjelman käyttökoulutukset. Käyttökoulutuksien aikana selvisi heti, että puutteellinen projektisuunnittelu kostautui. Työkaluohjelman käyttäminen vaikutti urakka-prosessiin niin merkittävästi, että se aiheutti käyttäjille liian suuren kulttuurimuutoksen toimintatapoihin. Projektisuunnittelussa oli unohdettu muutosprosessin tuomat haasteet. Jalkautus oli tehty sillä olettamuksella, että päivän koulutuksen jälkeen jokainen osaisi ohjelmaa käyttää päivittäisessä työssä.

Opinnäytetyössä pyritään löytämään keinot työkaluohjelman lokalisoinnille Suomessa projektinhallinnan avulla ja muutosprosessia ymmärtämällä. Luvussa 3 käsitellään projektin yleistä kulkua ja sen vaiheita. Luvussa 4 pohditaan muutosprosessia ilmiönä ja sitä, miten muutosprosessi voidaan ottaa hallintaan. Luvussa 5 suunnitellaan koulutuksen ja tuen järjestäminen työkaluohjelman käyttäjille niin, että muutosprosessi otetaan huomioon. Lisäksi luvussa 6 käsitellään joitakin välttämättömiä teknisiä ratkaisuja, joita ilman työkalun lokalisointi ei olisi voinut onnistua. Työn tärkeimpänä tavoitteena on luoda keinot, joilla TAC Design+ -työkaluohjelma saataisiin käyttöön Suomessa, mutta samalla tuoda näkökulmaa myös tuleville kehitysprojekteille.

2 Taustaa

2.1 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan taloteknisiä järjestelmiä, joilla ohjataan, säädetään ja valvotaan esimerkiksi lämmönjako- ja ilmanvaihtojärjestelmiä. Lisäksi voidaan hallita valaistusta sekä muita sähkötekniisiä järjestelmiä. Järjestelmäintegraation avulla voidaan edelleen ohjata tai saada tietoja rakennusautomaatiojärjestelmään esimerkiksi palo-, turva- tai kulunvalvontajärjestelmistä. [1, s. 9.]

Rakennusautomaatioala on kehittynyt viimeisen 20 vuoden aikana merkittävästi kehittyneen tietotekniikan ja tiedonsiirron avulla. Tämän päivän rakennusautomaatiossa energiatehokkuus, viihtyisät olosuhteet sekä käytettävyys ja parhaimmillaan niiden yhdistelmä ovat keskeisessä asemassa. Rakennusautomaatiourakoitsija on yleensä uudisrakennushankkeissa sivu-urakoitsijana tai sivu-urakoitsijan aliurakoitsijana, mutta saneerauskohteissa rakennusautomaatiourakoitsija voi toimia myös pääurakoitsijana.

Rakennusautomaatiojärjestelmät ohjaavat tänä päivänä kaikkia kiinteistöjen tärkeimpiä lämmitykseen, jäähdytykseen, ilmanvaihtoon ja sähköjärjestelmiin liittyviä prosesseja. Vaikka rakennusautomaation toimivuus on kiinteistön kannalta merkittävässä asemassa, rakennusautomaatioon suoraan kohdistettuja viranomaismääräyksiä ja standardeja on vähän. Rakentamisen määräys- ja ohjeasiakirjoista löytyy sekä suoria että sivuavia viitteitä rakennusautomaatioon liittyen, mutta rakennusautomaation toiminnallisuudesta ei kuitenkaan ole olemassa erityisiä määräyksiä tai ohjeita [1, s. 25]. Tämä on johtanut siihen, että rakennusautomaatiosuunnittelussa on vapaat kädet suunnittelijoilla, jolloin järjestelmien ja kiinteistöjen välille syntyy eroja, vaikka käytettävä rakennusautomaatiojärjestelmä olisi sama.

Olisi tärkeää, että rakennusautomaatiojärjestelmien toiminnallisuudet standardoitaisiin edes jollain tasolla, jotta järjestelmien väliset erot voisivat kaventua. Tämä helpottaisi myös kiinteistönhoitoa, jos laitepositiot ja toiminnot olisivat vakioita riippumatta siitä mistä kiinteistöstä olisi kysymys. Tulevaisuudessa energiatehokkuuden merkitys ja samanaikainen olosuhteiden viihtyvyys tulevat korostumaan edelleen ja järjestelmistä tulee näin entistä monimutkaisempia.

2.2 Rakennusautomaatiosuunnittelu

Rakennustiedon LVI-kortti 40-10250 määrittelee rakennusautomaatiojärjestelmän suunnitteluohjeen. Sen mukaan rakennusautomaatiosuunnitelman tulisi sisältää seuraavat tekniset asiakirjat [2, s. 2]:

- Rakennusautomaatioselostus (työselostus) sisältää järjestelmän yleistoinnatt ja vaatimukset esim. kanava-antureiden koteloluokka oltava IP44.
- Järjestelmäkaaviossa määritellään järjestelmän valvontakeskus- ja alakeskuslaitteiden määrät ja sijainnit sekä tiedonsiirtoverkon rakenne.
- Säättökaavioista toimintaselostuksineen selviää koneistojen yksityiskohtainen toiminta.
- Laiteluettelo sisältää käytettävät kenttälaitteet ja niiden tekniset ohje- ja mitoitusarvot.
- Logiikkakaavioissa määrätään yksityiskohtaiset sähköiset lukitukset ja pakko-kytkennät, tämä voi sisältyä myös säättökaavioihin tai toimintaselostuksiin.
- Pisteluettelon mukaan määrätään tulo- ja lähtöliitännät alakeskuksittain ja pistetyypeittäin.
- Ohjelmanuettelossa on määritelty erikoisohjelmat ja koneistojen väliset ohjelmat, joita ei ole esitetty säättökaavioiden toimintaselostuksissa. Myös toimintaselostuksista voidaan viitata ohjelmanuettelon kohtiin.
- Raporttiluettelo määrittelee raportoinnin sisällöt ja tulostusmallit.
- Kaapeli- ja kytkentätaulukoiden avulla selviää käytettävät kaapelit alakeskuksien kytkentäpisteiden ja kenttälaitteiden välillä, kytkettävät kaapeliparit/johtimet sekä oikeat tulo- ja lähtöliitännät.

Muita asiakirjoja voi olla esimerkiksi rakennuksen kerroskohtaiset tasokuvat, joista ilmenevät laitteiden sijoituspaikat rakennuksessa. Suunnittelutoimistosta riippumatta esitetyt asiakirjat tai tarvittavat tiedot yleensä löytyvät melko hyvin, vaikka kaikkia asiakirjoja ei toimitettaisikaan. Yksityiskohtaisemmat kaapeli- ja kytkentätaulukot laatii yleensä urakoitsija.

Vaikka käytettävät rakennusautomaatiosuunnittelun asiakirjat ovat sisällöltään yhtenevät, niiden piirrostavat ja käytettävät lyhenteet poikkeavat toisistaan. Suomen rakentamismääräyskokoelman ohje D4 määrittelee LVI-piirrosmerkit ja lyhenteet. Rakentamismääräyskokoelman määräykset ovat velvoittavia lukuun ottamatta ohjeita, jolloin on sallittua käyttää myös muita ratkaisuja [3]. RakMK D4 on vuodelta 1978, jolloin järjestelmät ovat olleet sillä tasolla, ettei täysin yhtenevää lyhenne- ja positiointimallia ole

ollut tarvetta määritellä. Urakoitsijan kannalta tilanne on ongelmallinen, sillä eri suunnittelijoiden toimesta rakennusautomaatiojärjestelmään joudutaan määrittelemään aina suunnittelutoimiston tai tilaajan haluamat positiot, jolloin järjestelmän konfigurointiin ja ohjelmointiin kuluu merkittävästi enemmän aikaa. Ongelma laajenee kohteen koon mukaan. Uudelleenpositioitavia kenttälaite- ja kytkentäpisteitä voi olla normaalikokoisessa kohteessa muutamia satoja, suuremmissa vieläkin enemmän.

Esimerkiksi kiinteistöyhtiö X toimii rakennuttajana ja kilpailuttaa uuden hankkeen LVI-suunnittelun eri suunnittelutoimistoilla valintaperusteena halvin hinta. Kiinteistöyhtiö saa kaksi tarjousta LVI-suunnittelutoimistoista Y ja Z. Näistä suunnittelutoimisto Y on halvempi, jolloin se valitaan valintaperusteiden mukaisesti. Kiinteistöyhtiön aiemmissa kohteissa on käytetty suunnittelutoimiston Z suunnitelmia. Kiinteistöyhtiön aiemmat kohteet on liitetty samaan rakennusautomaatiovalvomoon, jonka toimittajana on ollut rakennusautomaatiourakoitsija U. Mikäli samaa urakoitsijaa käytetään suoraan tai se valitaan kilpailutuksen kautta, kuluu urakoitsijalla työaikaa enemmän eri suunnitelmista johtuen. Rakennusautomaatiourakoinnissa projektien työajan suuruus on keskeisessä asemassa muihin urakoihin nähden, koska urakkahinnat ovat pieniä, tavallisesti vain noin 1 % kokonaisurakasta [4; 5; 6], jolloin työajan suuruus vaikuttaa suoraan projektin kannattavuuteen. Urakoinnissa kilpailu on kovaa, mikä näkyy talonrakennusyritysten liikevoitosta, joka on keskimäärin vain 5 %:n luokkaa [7].

Osalla rakennuttajista on ohjeita lyhenne- ja positiomalleineen suunnittelijoita varten, joiden mukaan rakennusautomaatiosuunnitelmat heidän kohteisiinsa tulee tehdä. Tällöin urakoitsijan kannalta ei ole niin suurta merkitystä sillä, mikä LVI-suunnittelija kohteeseen valitaan, ja LVI-suunnittelija noudattaa rakennuttajan antamaa lyhenne- ja positiomallia. Ongelma ei välttämättä kuitenkaan täysin poistu, jos kohde on urakoitsijalle uusi, sillä rakennuttajien käyttämät ohjeistukset poikkeavat toisistaan aivan samalla tavalla kuin suunnittelutoimistojen välillä.

Taulukko 1. Positioiden käyttö muutamissa kenttälaitteissa eri rakennuttajien välillä [8; 9; 10; 11; 12].

	RakMK D4	Hus- kiinteistöt	VVO	Oulun tilakeskus	HKR- Rakennuttaja
Tuloilma-anturi	-	TE10	TE10	TE10	TE5
Poistoilma-anturi	-	TE40	TE19	TE30	TE10
Tulopaine	-	PDIE08	PIE10	PE10	PDT5
Poistopaine	-	PDIE21	PIE19	PE30	PDT10
Tuloilmakone	TK	TK01	301TK	TK01	201TK
Tulopuhallin	TF	TF01	TF1	TF01	201TK
Poistopuhallin	PF	PF01	PF1	PF01	201PK
Lämmityspatterin venttiili	TV	FV04	FV04	TV04	FV5
Raitisilmapelti	SP	FZ01	FG01	FG01	FG1
Jäteilmapelti	SP	FZ40	FG22	FG35	FG10
Jäätymisvaaratermostaatti	-	TAZ04	TZA4	TAZ	TAZ14

Kuten taulukosta 1 nähdään, positioiden käyttö on varsin värikästä. On syytä huomata, että Helsingin kaupungin Rakennusvirastoon kuuluva HKR-Rakennuttaja on ohjeistanut poistoilman ja poistopaineen positionumeroksi 10, vaikka varsin usein arvolla 10 viitataan tulopuolelle, kuten taulukossakin. Lisäksi lämmityspatterin venttiilistä käytetään tunnusta FV eikä TV ja tulo- sekä poistopuhallin eivät ole TF ja PF, kuten RakMK D4 suositaa ja mihin yleensä on totuttu. Nämä seikat ovat siinä mielessä hämmäntäviä, että ST-kortistoon kuuluva ST-esimerkit 9: Rakennusautomaation mallikaaviot on nimennomaan laadittu suoraan HKR-Rakennuttajan mallin mukaan. ST-esimerkit 9 on tarkoitettu suoraan kaikille, jotka ovat tekemisissä rakennusautomaation säätö- ja ohjausteknisien toteutuksien kanssa, esimerkiksi LVI-, rakennusautomaatio- suunnittelijoille ja urakoitsijoille [12, s. 5]. Siksi onkin erikoista, ettei vuonna 2012 laadittuun käsikirjaan ole lainkaan yritetty laittaa positioita, joita yleisemmin käytetään.

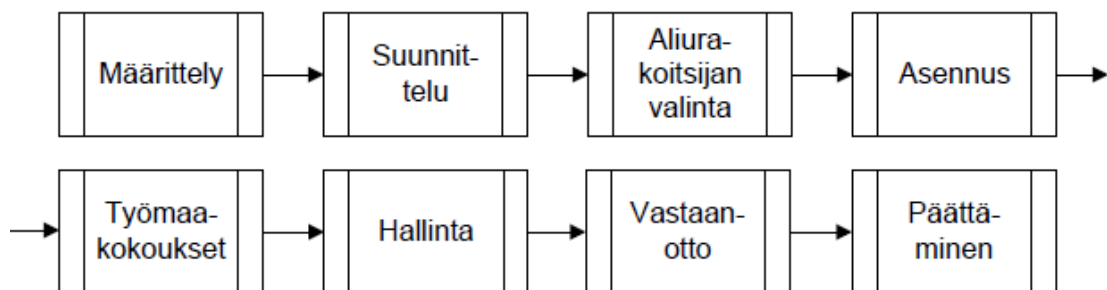
2.3 Schneider Electric Finland Oy

Kansainvälinen Schneider Electric on energianhallinnan maailmanlaajuinen asiantuntija ja se toimittaa kokonaisvaltaisia, integroituja energianhallinta- ja turvallisuusratkaisuja kiinteistöalan, teollisuuden, datakeskuspalveluiden ja sähköjakelun yrityksille ja organisaatioille. Liiketoiminta on jakautunut viiteen alueeseen: Power ja LifeSpace, Industry, IT, Buildings sekä InfraStructure. Schneider Electric on rakentunut hiljalleen eri yrityksistä, ja henkilöstöä sillä on yhteensä yli 140 000 ja toimintaa yli 100 eri maassa [13]. Rakennusautomaatiotoiminta sisältyy Buildings-liiketoiminnan alle. Nykyinen Schneider Electricin rakennusautomaatiotoiminta Suomessa on alkanut vuonna 2003,

kun Schneider Electric osti TAC Finland Oy:n. TAC Finland Oy oli jo ennestään tehnyt useita pienempiä yritysostoja ja kumppanuussopimuksia. Toiminta jatkui TAC:n nimellä, ja vuonna 2006 tehtiin merkittävä yhdistyminen toisen rakennusautomaatioalan yrityksen, Atmostech Oy:n kanssa. Yrityskaupan myötä vuodesta 2006 alkaen yritys on ollut alan markkinajohtaja Suomessa [14]. Markkinointinimenä pysyi TAC Atmostech aina vuoteen 2009, jonka jälkeen toiminta on jatkunut pelkästään Schneider Electricin nimen alla [13]. Vuoden 2013 lopussa Buildingsin henkilöstömäärä oli 383 henkilöä [15]. Vuoden 2015 alusta Schneider Electric Finland Oy ja Schneider Electric Buildings Finland Oy sulautettiin yhdeksi yhtiöksi, jolloin Buildings-liiketoiminta siirtyi kokonaisuudessaan Schneider Electric Finland Oy:n alle [16].

2.4 Schneider Electricin urakkaprosessi

Schneider Electricin urakkaprosessi on varsin yksityiskohtainen sisältäen yhteensä noin 80 eri vaihetta. Suurin osa vaihteista on ajallisesti nopeita, mutta mukana on myös työaikaa merkittävästi kuluttavia vaihteita, joihin pitää saada tehokkuutta. Urakkaprosessin yleiskuvaus on esitetty kuvassa 1. Ennen urakkaprosessin alkua projekti luovutetaan myynniltä urakoinnille ja projektin päättämisen jälkeen se luovutetaan urakoinnilta huollolle.



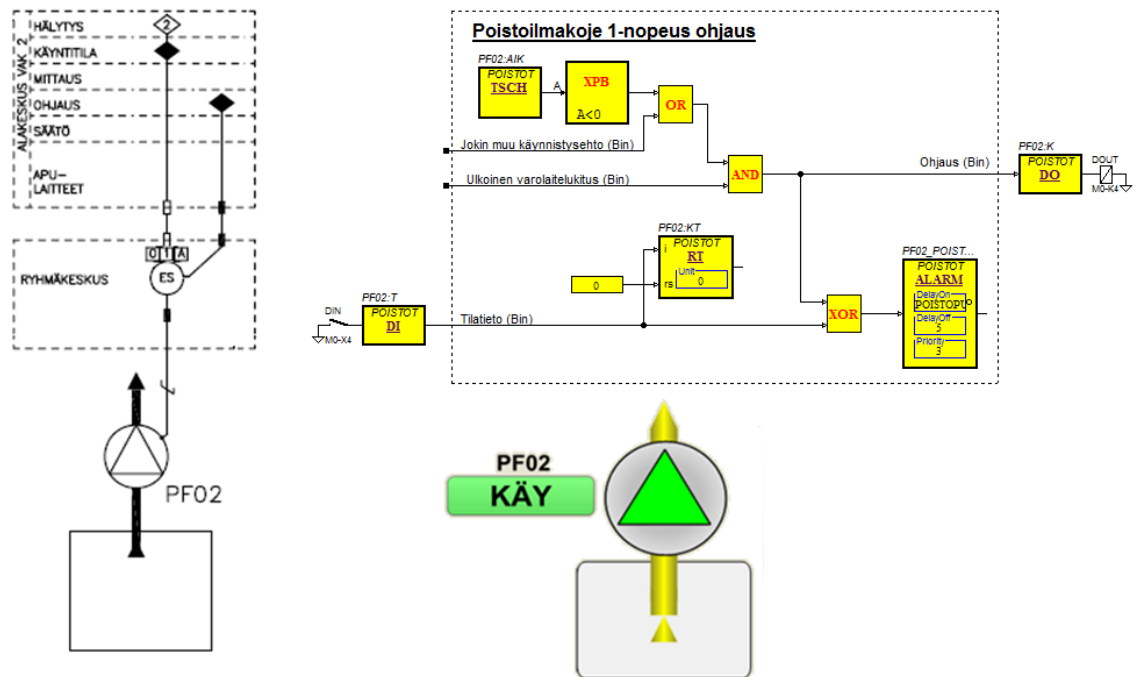
Kuva 1. Urakkaprosessin yleiskuvaus [17].

Suurimpana perusongelmana voidaan pitää päällekkäisiä määrittelyjä ja niihin kohtuuttomasti kuluvaa aikaa. Ennen kuin urakkaprosessi ehtii alkaa, on perusasiat määriteltävä ensimmäisen kerran jo myynnin tarjouslaskentavaiheessa. Tarjouslaskentavaiheessa määritellään ja suunnitellaan käytettävät laitteet, käydään läpi laitepositiot ja koko järjestelmän kokoonpano. Jos tilaaja hyväksyy tarjouksen, projekti luovutetaan laskentamateriaaleineen urakoinnille ja näin urakkaprosessi käynnistetään.

Määrittelyvaiheessa käydään LVI-suunnittelijalta saadut suunnitelmat vielä läpi ja niitä verrataan myynnin laskentamateriaaleihin. Samalla ennen varsinaista suunnitteluvaihetta hahmotetaan lähtökohdat suunnittelulle. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että uuden projektin luonne on oltava hyvin selvillä, jotta voitaisiin hyödyntää mahdollisimman hyvin aikaisemmissa projekteissa työstettyä materiaalia projektin työajan minimoimiseksi.

Suunnitteluvaiheeseen sisältyy pääosin laitteistokokoonpanon määritykset ja kytkentäkuvien laadinta. KytKentä kuvat sisältävät LVI kortin 40-10250 mukaisista asiakirjoista järjestelmäkaavion, laiteluettelon, pisteluettelon sekä kaapeli- ja kytkentätaulukon. KytKentä kuvat ovat yksityiskohtaisemmat työkuva versiot LVI-suunnittelijan versioihin verrattuna. Tarjouslaskentavaiheessa kerättyjä tietoja voidaan käyttää apuna, mutta yleensä niiden määrittely tapahtuu massoina, jolloin niistä saatava tieto on suppeampaa ja epätarkempaa. Käytännössä määrittely alkaa lähes alusta suunnitteluvaiheessa, tarjouslaskennan tietoja käytetään lähinnä vain tarkistukseen.

Urakkaprosessin asennusvaihe on työajan suhteen kaikista pisin vaihe, sillä se sisältää työmaa-asennusten lisäksi ohjelmointi-, käyttöönotto- ja testaustyöt. Ohjelmointivaiheeseen kuuluu ohjattavien LVI-prosessien ohjelmien ja grafiikkakuvien laadinta rakennusautomaatiojärjestelmään. Suunnitteluvaiheen yksityiskohtaisempia tietoja ei voida hyödyntää ohjelmointivaiheessa automaattisesti. Tällöin joudutaan turvautumaan olemassa oleviin ohjelma- ja grafiikkakirjastoihin tai aikaisempien projektien tuotoksiin. Näiden muokkaus ja yhteenlinkitys on hidas vaihe, lisäksi virheiden mahdollisuus kasvaa ja ne voivat tuottaa ongelmia käyttöönottovaiheeseen. Yleinen tapa on ollut myös se, että ohjelmat ja grafiikat on tehty kohteeseen täysin valmiiksi ennen kuin työmaalla on käyty. Käytännössä aina käyttöönottovaiheen yhteydessä on kuitenkin jouduttu muokkaamaan ”valmiita” ohjelmia ja grafiikoita, kun on selvinnyt, että toteutus ei olekaan ollut aivan kuten ne rakennusautomaatiosuunnittelijan piirustuksissa ovat olleet.



Kuva 2. Vasemmalla ote säätökaavion erillispoistosta, oikealla sitä vastaava ohjelmalohko ja grafiikkakuva ilman asetusarvoja.

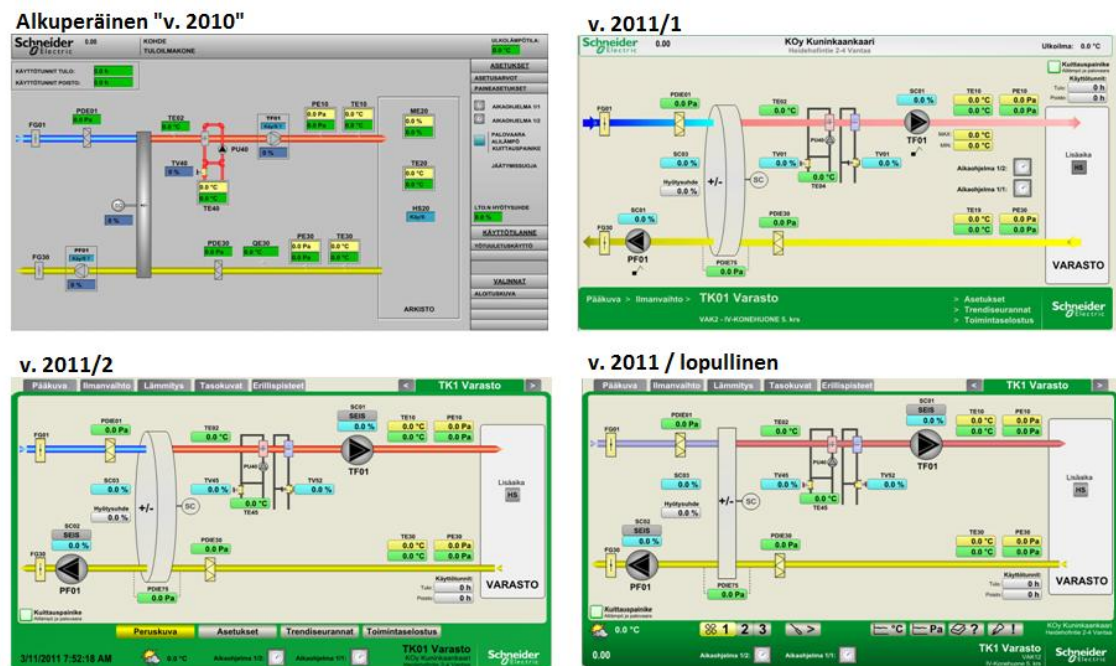
Kuvassa 2 on esitetty yksinkertaisen erillispoistopuhaltimen säätökaavio ja sitä vastaava ohjelmalohko ja grafiikkakuva. Kuvan 2 esimerkin osalta ohjelmakirjastosta saadaan kokonaan valmis ohjelmalohko, mutta ohjelmalohkossa määritellyn erillispoistopuhaltimen positio on ollut PF01, jolloin se on jouduttu vaihtamaan PF02:ksi. Tämä voidaan tehdä ohjelmaeditorissa korvaa-toiminnolla, jolloin myös puhaltimeen liittyvien muuttujien eli olioiden nimet muuttuvat samalla kertaa. Tämä esimerkipuhallin sisältää vain kaksi fyysistä pistettä, mutta olioita on kaikkiaan kuusi. Puhaltimeen liittyviä olioita liitetään grafiikkakuvaan lähes sama määrä, jolloin nämäkin pitää muuttaa PF01:stä PF02:ksi. Kaiken lisäksi jokainen piste ja olio pitää linkittää grafiikan ja ohjelman välille vielä erikseen. Kun edellä mainitun esimerkin kaltaisia vaiheita toistetaan useita kymmeniä tai satoja kertoja, työaika kuluu ja myös virheiden mahdollisuus kasvaa.

2.5 IV- ja LJ-vakiot

Olemassa olevien ohjelma- ja grafiikkakirjastojen tueksi tehtiin vuosina 2010 ja 2011 vakioratkaisuja erilaisille ilmanvaihto- ja lämmönjakoratkaisuille. Näistä käytettiin nimitystä IV- ja LJ-vakiot. IV-vakioita luotiin 48 ja LJ-vakioita kolme kappaletta. Kaikille vakioille löytyi oma toimintaselostus, säätökaavio, kytkentäkuva, grafiikkakuva sekä ohjelmalohko. Vakioratkaisut olivat varsin toimivia, mikäli erillistä suunnittelijan tai raken-

nuttajan ilmoittamaa positiomallia ei tarvinnut käyttää. Useimmiten laitepositiot piti kuitenkin muuttaa suunnittelijan tai rakennuttajan positiomallin mukaisesti kohdekohtaisiksi. KytKentäkuvien, grafiikoiden, ohjelmalohkojen ja muiden dokumenttien välillä ei ollut mitään yhteyttä, joten muutokset piti viedä kaikkiin dokumentteihin erikseen kuten ennenkin. IV- ja LJ-vakioiden myötä saatiin kuitenkin samankaltaisemmat pohjat käyttöön eri toimipisteisiin, kuin mitä aikaisemmin oli ollut käytössä.

IV- ja LJ-vakioiden kehityksen yhteydessä piti luoda myös kokonaan uusi käytettävä grafiikkakuvamalli. Grafiikkakuvamalli rakennettiin vuona 2010 käytössä olleen grafiikkakuvan pohjalta, kuvassa 3 ylhäällä vasemmalla. Tästä kuvasta lähdettiin jalostamaan uutta mallia vaihe vaiheelta. Kehitystiimin sisällä päätettiin suurin osa muutoksista, joiden pohjalta luotiin muutama erilainen vaihtoehto ja näiden pohjalta pidettiin sisäinen äänestys sekä palautekysely tekijöiden kesken. Vuoden 2011 lopullinen malli syntyi lopulta äänestyksen ja palautekyselyn jälkeen (kuvassa 3 alhaalla oikealla). Lopullinen malli ei ollut äänestyksessä mukana, vaan siinä otettiin huomioon saatu palaute. Esimerkiksi pyörivän LTO:n kuvake haluttiin säilyttää samanlaisena, kuin se alkuperäisessä kuvassa oli. Lisäksi haluttiin käyttää painikkeissa symbolikuvia tekstien sijaan.



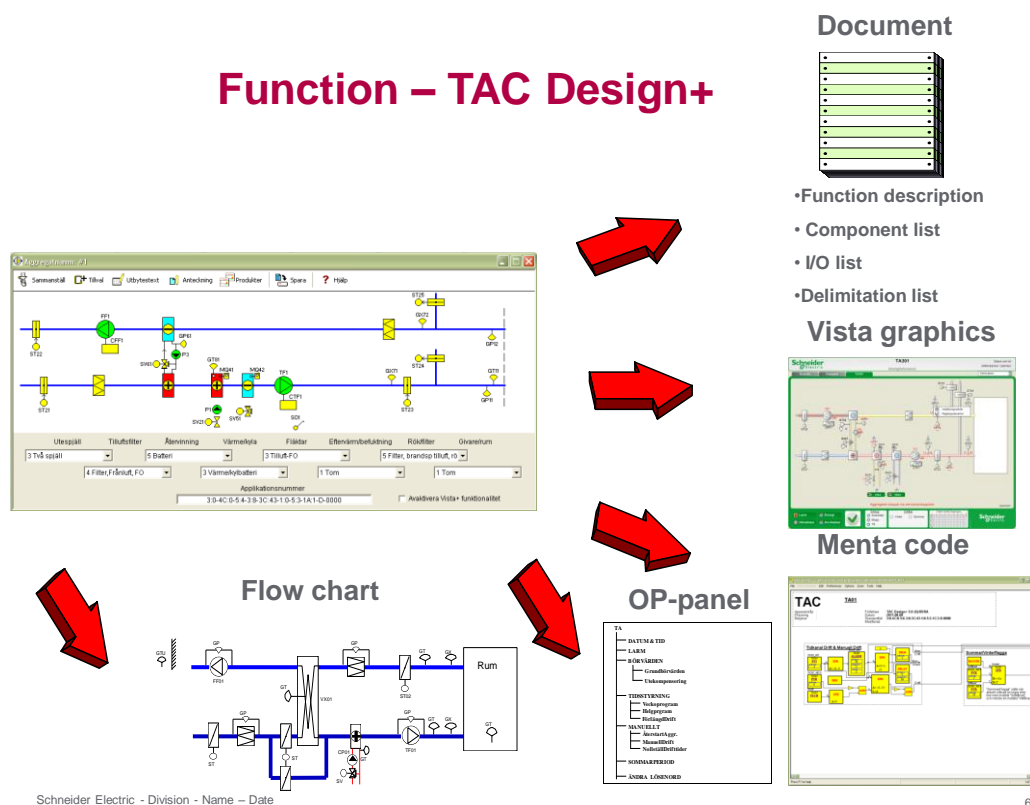
Kuva 3. Erilaisia grafiikkakuvamalleja vuosilta 2010-2011.

IV- ja LJ-vakioiden kautta saatiin hyvät grafiikkakuva- ja ohjelmapohjat sekä laadukkaat toimintaselostukset ja säätökaaviot, mutta ongelmaksi jäi edelleen positioiden muutta-

minen. Työajan merkittävää säästöä tällä menetelmällä ei siten saavutettu, joten IV- ja LJ-vakioiden jälkeen päätettiin yrittää ruotsalaisen TAC Design+ -työkaluohjelman lokalisointia ja käyttöönottamista Suomessa.

2.6 TAC Design+

Schneider Electricin Ruotsin Buildings -liiketoimintayksikön (aikaisemmin TAC Sverige AB) kehittämä rakennusautomaation suunnittelutyökalu TAC Design+ on ollut käytössä Ruotsissa jo vuodesta 1996 [18]. Ohjelmaa voi käyttää jo tarjouslaskennassa, ja näiden tietojen pohjalta voidaan generoida automaattisesti lähes kaikki urakkaprosessissa tarvittavat dokumentit, grafiikat ja ohjelmat. Päällekkäisiä työvaiheita tulee vähemmän, jolloin työajan säästö on merkittävä ja virheiden mahdollisuus pienenee.



Kuva 4. TAC Design+-työkalun Vista-version toiminnot [18].

Kuten kuvassa 4 on esitetty, TAC Design+ -työkalulla saadaan luotua esimerkiksi sää-
tökaaviot, toimintaselostukset, laiteluettelot, kytkentäkuvat, grafiikat ja ohjelmat samalla
kertaa. Tämän lisäksi grafiikat ja ohjelmat on linkitetty jo valmiiksi keskenään.

Miksi työkalua ei sitten otettu käyttöön jo 15 vuotta sitten Suomessa? Sitä voi kysyä vielä tänäkin päivänä. Lokalisointia oli yritetty muutaman kerran, mutta siinä ei kertaakaan onnistuttu. Suurimmat syyt todennäköisesti olivat siinä, että alkuvaiheessa työkaluohjelma toimintoineen ei ole ollut riittävän monipuolinen ja sen tuotokset eivät sopineet Suomen käytäntöihin ollenkaan – tai siltä se saattoi vaikuttaa. Tälläkin kertaa oli tiedossa, että onnistunut lokalisointi Suomessa vaatisi toimintojen muokkauksia tai lisäyksiä, jotta ne suurin piirtein vastaisivat paikallisia käytäntöjä. Toisaalta samalla oli mahdollista saada myös kokonaan uusia ohjelmaratkaisuja esimerkiksi viihtyvyyteen ja energiatehokkuuteen liittyen. Työkalun ja sen tietokannan kielenä on ruotsi, mutta lokalisointia varten oli olemassa valmiita käännöstiedostopohjia, joihin oli mahdollista määrittää suomenkieliset vastineet.

3 Kehitysprojekti: Design+-työkalun lokalisointi Suomeen

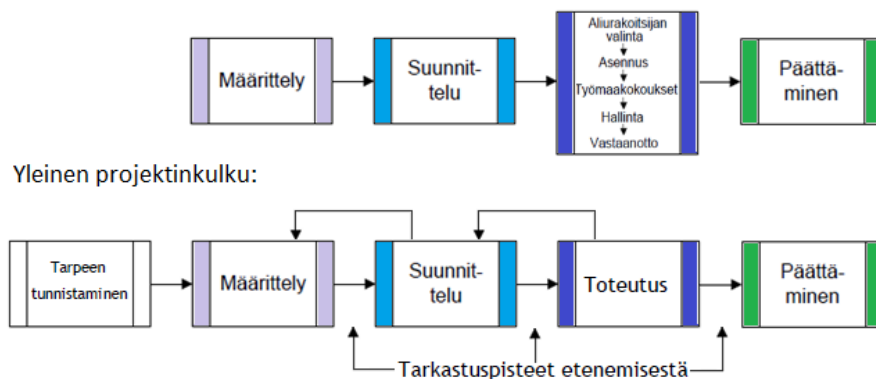
Ennen varsinaisen kehitysprojektin aloitusta, käytiin syyskuussa 2011 Tukholmassa tutustumassa siihen, mihin kaikkeen työkalu kykenee. Esitys työkalun sen hetkisistä ominaisuuksista ja mahdollisuuksista oli varsin vakuuttava, joten sen perusteella päätettiin, että kehitysprojekti työkalun lokalisoinnille Suomeen tullaan aloittamaan.

3.1 Kehitysprojektin vaiheet

Kehitysprojektilla tai millä tahansa projektilla pitäisi olla aina selkeä alkua ja loppu [19, s. 47]. Projektien sisällöt ja toimintatavat voivat olla keskenään hyvinkin erilaisia, eikä samanlaista projektia ole olemassa [20, s. 17, 43]. Riippumatta projektien sisällöstä, ne noudattavat yleisen projektikulun vaiheita, kuten kuvasta 5 voidaan nähdä. Kuvassa 5 on vertailtu yleistä projektinkulkua ja Schneider Electricin urakkaprosessia keskenään. Urakkaprosessi noudattaa otsikkotasolla täsmälleen yleisen projektikulun mallia, ja vain toteutuksen osa on jaettu tarkempiin pääalueisiin urakkaprosessissa. Selitys tälle on yksinkertainen, toteutusvaihe on yleensä puhdasta työtä, joka konkretisoi projektin tuotoksen ”käsin kosketeltavaksi”.

Koko projektin perusvaiheiden hahmottaminen on tärkeää koko projektin onnistumisen kannalta. *”Hyvin suunniteltu on puoliksi tehty”* pätee myös tässä. Projekti etenee yleensä suoraviivaisesti vaiheesta toiseen, mutta jos eri vaiheiden tulokset ovat vajaita tai epämääräisiä, voidaan joutua palaamaan edelliseen vaiheeseen, kuten kuvassa 5 on esitetty [20, s. 43].

Schneider Electricin urakkaprosessi:



Kuva 5. Schneider Electricin urakkaprosessi ja yleinen projektinkulku [17; 20, s. 43].

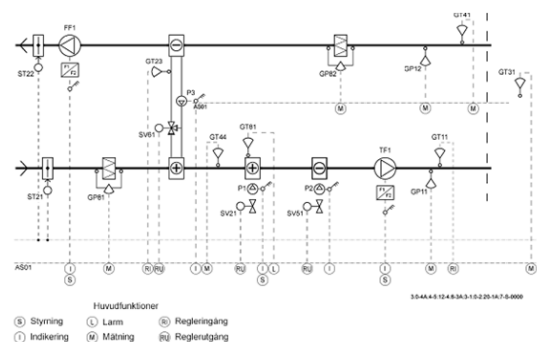
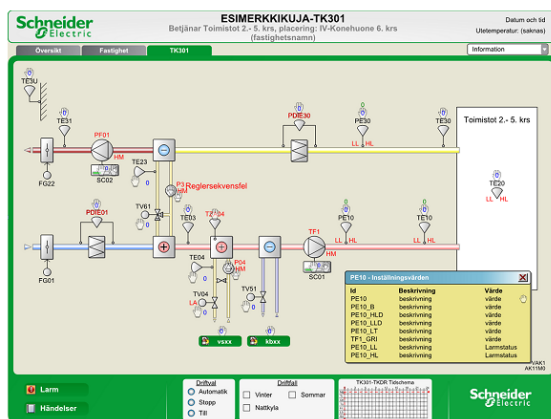
3.2 Kehityksen määrittely

Ennen varsinaista projektin määrittelyä, projektin ensimmäinen vaihe on tarpeen tunnistaminen [20, s. 43]. Tämän kehityksen osalta tarve oli jo tunnistettu, kuten luvussa 2 oli esitelty. Määrittelyvaiheessa tutkitaan, onko projekti taloudellisesti kannattava ylipäätään aloitettavaksi, ja onko se riittävän hyvä käynnistettäväksi [20, s. 43].

Design+:n kehityksen projekti aloitettiin aloituspalaverilla, eli kick-off -palaverilla lokakuussa 2011 Espoossa. Aloituspalaveriin osallistuu yleensä projekti- ja johtoryhmän lisäksi myös erikseen nimetyt asiantuntijat ja yhteyshenkilöt [21, s. 97], ja näin oli täälläkin ker-
taa. Aloituspalaverissa kuului määrittelyä [21, s. 97]:

- projektin tavoitteet ja organisointi
- tiedonvälitys- ja kokouskäytäntö
- dokumentointi- ja raportointiperiaatteet
- projektissa sovellettavat ohjeet, standardit ja työmenetelmät.

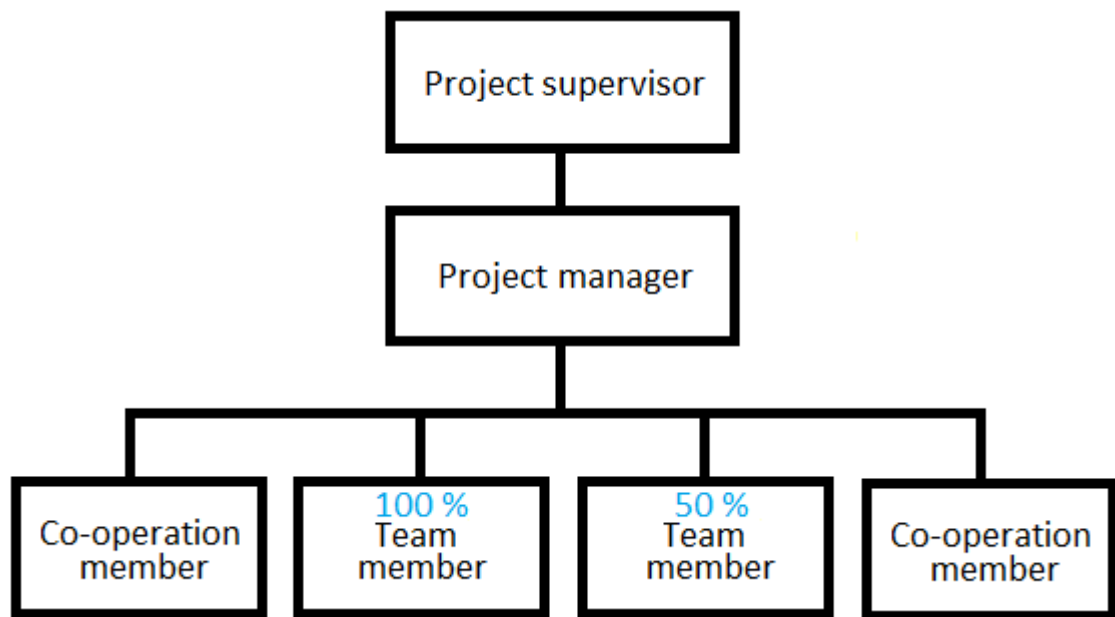
Aloituspalaverissa sovittiin, että projekti käynnistetään ja käännostiedostojen sekä paikallisten muutoksien lisäksi tehdään kokonaan omat IV- ja LJ-vakioiden kaltaiset grafiikkakuvat sekä säätökaaviot. Ruotsalainen grafiikkakuva- ja säätökaaviomalli ei kelpaanut Suomeen esimerkiksi grafiikkakuvan liian pienen tekstin ja 4:3 kuvasuhteen takia tai säätökaavion erilaisuuden vuoksi (kuva 6).



Kuva 6. Työkalulla generoitu ruotsalainen ilmanvaihtokoneen grafiikkakuva ja säätökaavio.

Lokalisoinnista oli olemassa pohjatietona Ruotsissa tehty laskelmat lokalisointityöhön tarvittavasta ajasta, mutta siinä ei otettu huomioon paikallisia muutoksia. Nyt kun esimerkiksi grafiikkakuvat haluttiin tehdä kokonaan suomalaisen mallin mukaisesti, voitiin

tiedostaa, että aikaa kuluisi paljon enemmän. Aloituspäälaverissa sovittiin kehitysprojektille oma organisaatiokaavio, joka on esitetty kuvassa 7. Projektin johtamisesta vastasi kaksi henkilöä. Varsinaisen toteuttamisen tekisi pääosin yksi henkilö panostamalla tähän 100 % työajasta ja tämän avuksi tulisi toinen henkilö, joka panostaisi projektiin 50 % työajastaan. Loput jäsenet olisivat asiantuntijaroolissa arvioimassa ja antamassa omia näkemyksiään kuukausittaisissa seurantapäälavereissa. Ajalliseksi tavoitteeksi asetettiin, että suomalainen TAC Design+ -versio TAC Vista -järjestelmälle olisi valmis vuoden 2012 lopussa. [22]



Kuva 7. Kehitysprojektin organisaatiokaavio [22].

3.3 Kehitysprojektin suunnittelu ja rajaus

Kehitysprojektin ongelmaksi muodostui jo alkuvaiheessa se, että ei tiedetty täysin sitä, mihin oli oikeasti ryhdytty. Projekti oli kyllä osattu rajata hyvin ja selkeästi aloituspäälavereissa, mutta aloituspäälaverin aikaan ei voitu tietää, minkälaisia esteitä projektin aikana voisi tulla. Näin suunnitteluosuus jäi melko kapeaksi ja määrittelystä siirryttiin melkein suoraan toteutusvaiheeseen.

Normaalisti suunnitteluvaiheessa tulisi käydä läpi kaikki määrittelyvaiheessa tehdyt tavoitteet ja tarkentaa niitä tarvittaessa. Samalla pitäisi tehdä tarkempi koko projektin kattava projektisuunnitelma, mihin on kirjattu ne seikat, joilla tavoitteisiin voidaan päästä annetulla aikatauluilla, budjetilla ja resursseilla. Jos määrittelyvaiheesta lähdetään

liikkeelle vajailla tiedoilla, suunnitteluvaihe ei pääse etenemään toivotulla tavalla. Tällöin saatetaan joutua palaamaan takaisin suunnitteluvaiheesta määrittelyvaiheeseen. [20, s. 44.]

Projektisuunnitelmassa määritellään, kuinka toteutusvaiheen pitäisi edetä. Projektit kuitenkin elävät aina sen verran toteutuksen aikana että toteutusvaiheessa joudutaan tekemään jonkin verran muutoksia. Tällöin projektisuunnitelmaa pitäisi muokata ja täydentää kaikkien toteutusvaiheen aikana tapahtuvien muutoksien osalta. Projektisuunnitelmaan kirjatut tavoitteet eivät kuitenkaan saisi muuttua, sillä muuten pitäisi palata takaisin suunnitteluvaiheeseen ja varmistaa, että kaikki tekeminen on edelleen suunniteltujen rajojen sisällä. [20, s. 44.]

Projektin rajausta määrittelee, mitä toimintoja, vaatimuksia ja tehtäviä projekti sisältää. Joskus voi olla hyödyllistä myös määritellä, mitä projektiin ei kuulu, jotta väärinkäsityksiä ei pääsisi tulemaan. Toteutusvaiheessa rajaukset saivat tarkentua, mutta eivät enää muuttua. Jos projektin rajausta on ollut epäselvä, tai rajausta muuttuu merkittävästi, se kertoo yleensä huonosta suunnittelusta. Joissain tapauksissa, kuten tämänkin kehitysprojektin osalta, kaikkia asioita ei voitu tietää projektin alkuvaiheessa, joten rajausta jouduttiin muuttamaan. Rajauksen muuttaminen aiheuttaa käytännössä aina viiveen projektin aikatauluun ja tuo lisäkustannuksia. Myös lopputuloksen laatu saattaa heiketä. Rajausta saisi muuttaa vain erityisen painavista syistä. [21, s. 43.]

3.4 Kehitysprojektin riskit

Riskianalyysillä pyritään estämään ne tekijät, jotka voisivat aiheuttaa projektin saattamisen loppuun asti [21, s. 250]. Tämän kehitysprojektin osalta varsinaista riskianalyysia ei tehty ollenkaan, ainoana riskinä nähtiin oikeastaan vain, jos projektin päätoiminen jäsen vetäytyy projektista tai Ruotsissa lopetetaan työkaluohjelman käyttö ja tuki kokonaan.

Riskianalyysiin kuuluisi kerätä lista oleellisista riskeistä projektin kannalta. Lisäksi listalla olevat riskit pitäisi osata laittaa järjestykseen ja antaa niille kertoimet riskien toteutumisen todennäköisyyksien mukaan. Varmasti toteutuva riski saa prosenttiluvun 100 ja täysin epätodennäköinen prosenttiluvun 0. Tällöin puhutaan riskien kvantifioimisesta. Riskien vaikutuksia voidaan tarkastella sen mukaan, miten ne vaikuttavat projektin lopputulokseen, aikatauluun, kustannuksiin tai työmäärään. [21, s. 251.]

Näin jälkiviisaana voidaan sanoa, että kehitysprojektin osalta riskeinä olisi pitänyt huomioida päätoimisen jäsenen vetäytymisen ja Ruotsin tuen loppumisen lisäksi ainakin seuraavat asiat:

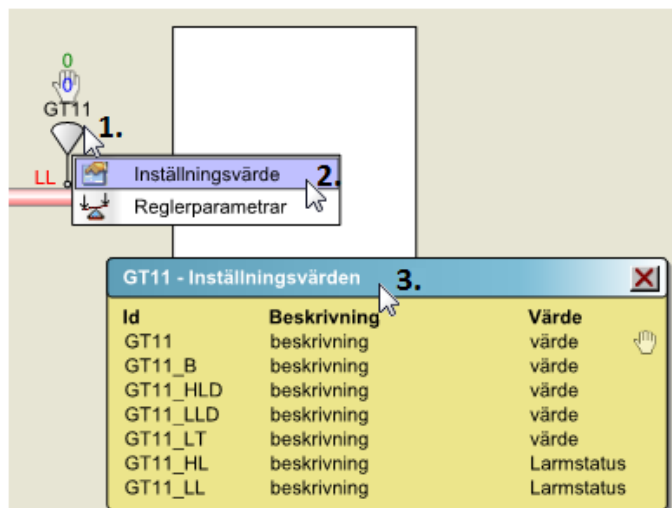
- Jäsenet eivät ehdi sitoutua projektiin muiden tehtävien vuoksi.
- Ruotsista saatavissa ohjelmakirjastoissa on virheitä.
- Käännöstiedostot ruotsista suomeen eivät toimi kunnolla.
- Ruotsista ei saada riittävän ajoissa teknistä tukea.
- Käyttäjät eivät saa riittävästi teknistä tukea.
- Käyttäjät eivät opi tai ehdi opetella käyttämään työkaluohjelmaa.
- Esimiehet eivät sitoudu käyttämään tai suosimaan ohjelmaa.
- Projektinjohtaminen epäonnistuu.
- Käytettävissä järjestelmissä on teknisiä puutteita.

3.5 Kehitysprojektin toteutusvaihe

Toteutusvaihe on projektin pisin vaihe. Kuten kuvasta 5 nähtiin, urakkaprosessin merkittävimmät työvaiheet sisältyvät toteutusvaiheeseen. Toteutusvaihetta lähdetään toteuttamaan suunnitteluvaiheessa luodun projektisuunnitelman mukaisesti. Tämä hetki on myös viimeinen järkevä mahdollisuus keskeyttää projekti, mikäli siihen on perusteita. Jos projektisuunnitelma on puutteellinen tai raja-alue epäselvä, voi tällainen projekti tulla todella kalliiksi. [20, s. 44.]

Kehitysprojektia päästiin tekemään kunnolla vuoden 2012 alusta alkaen. Jonkin verran tarvittiin teknistä perehdytystä ruotsalaisien kollegoiden tuella, jotta tiedettiin miten lokalisointi ylipäättensä voitiin toteuttaa. Alkuvaiheen ongelmana oli resursointi, kun vanhojen työtehtävien siirto muille henkilöille ei onnistunutkaan, vaan se tapahtui vaiheittain. Näin projektiin ei voitu panostaa vuoden 2012 aikana projektisuunnitelman mukaisesti, jossa panostukset oli määritelty niin, että päätoiminen jäsen käyttää kehitysprojektiin 100 % ja toinen jäsen 50 % työajastaan. Toteutuma vuonna 2012 oli suunnilleen 50 % ja 20 %. Yrityksissä sisäisesti tehtäville kehitysprojekteille onkin ominaista, että henkilöt toimivat niissä omien töidensä ohella ja ongelmaksi koituu aikataulujen pitkityminen ajankäytön haasteista johtuen [20, s. 17, 19]. Tilanne parani vasta vuonna 2013, kun henkilöt saatiin siirrettyä virallisesti pois vanhoista tehtävistään. Tämän jälkeen tosin kehitysprojektin toteutus jäi yksin päätoimiselle jäsenelle, kun projektin toinen jäsen siirrettiin toiseen kehitysprojektiin.

Sisällöltään toteutusvaihe alkoi paikallisten muutoksien määrittämisestä ja tekemisestä, käännöstyöstä sekä grafiikkakuvakirjaston luonnista. Projektisuunnitelman mukaisesti grafiikkakuvien piti vastata IV- ja LJ-vakioiden mallia. Grafiikkakuvakirjastoa lähdettiin silti tekemään ruotsalaisen mallin pohjalta, koska grafiikkakuvakirjasto koostui 3000 eri komponentista, ja niille oli rakennettuna logiikka jo valmiiksi sen mukaan milloin kyseinen komponentti generoidaan grafiikkakuvaan. Komponentit saatiin silti näyttämään suomalaisilta. Ruotsalainen grafiikkakuvamalli käytti ponnahdusikkunoita, jolloin erillisiä asetusarvosivuja ei tarvittu. Ensin klikataan haluttua anturia, sitten valitaan ”Asetusarvot” ja sen jälkeen saadaan kyseisen anturin asetusarvot omassa siirrettävässä ikkunassaan näkyviin (kuva 8). Tämä tosin tuotti teknisiä rajoituksia koskien TAC Vista -järjestelmän käyttöä Internet-selaimella, sillä ponnahdusikkunatoiminto vaati toimiakseen Oraclen Java-lisäosan. Ruotsissa ei juurikaan käytetty TAC Vista -järjestelmää selaimella, joten se ei ollut heillä ongelmana. Asetusarvot piti kuitenkin saada näkyviin ilman Java-lisäosaa, joten asetusarvot piti esittää ilman ponnahdusikkunatoimintoa.



Kuva 8. Ruotsalainen grafiikkakuvamalli ja ponnahdusikkuna.

Asetusarvot ilman ponnahdusikkunatoimintoa saatiin kuitenkin tehtyä, ja kehitysprojektin ensimmäinen suomalainen TAC Design+ -versio julkaistiin lopulta vuoden 2013 maaliskuussa TAC Vista -järjestelmälle. Teknisiä ratkaisuja on esitelty luvussa 6. Julkaisun jälkeen aloitettiin välittömästi työkaluohjelman koulutus käyttäjille. Tämän lisäksi kehitysprojekti laajeni entisestään, kun kehitystyötä päätettiin jatkaa myös uudelle SmartStruxure-ratkaisulle [23].

3.6 Kehitysprojektin päättäminen

Projekti päättyy projektin päättämiseen. Päätösvaiheessa luodaan projektin loppuraportti, jossa käsitellään koko projektin kulku, tavoitteisiin pääseminen ja lopputuloksen esittely. Loppuraportoinnin lisäksi päättämiseen kuuluu projektiorganisaation purku ja jatkoideoiden esitys. Jatkoideat voivat olla arvokkaita, sillä niillä on taipumus tuottaa uusia hyödyllisiä projekteja tulevaisuutta ajatellen. Riippuen projektin luonteesta ja laajuudesta, projektiorganisaation purun ohessa voidaan järjestää projektin päättäjistäpahtuma, jonka jälkeen projektihenkilöstö palaa normaaleihin työtehtäviinsä. [20, s. 45, 183–184.]

Tämän kehitysprojektin osalta projektin päättäminen kuvatulla tavalla ei ole ollut mikään itsestäänselvyys. Uuden SmartStruxure-ratkaisun myötä kehitysprojekti pääsi venymään jo muutenkin pidemmäksi, kuin alun perin oli tarkoitus. Kuten luvussa 3.3 todettiin, ei projektin rajausta pitäisi muuttaa kuin erityisen painavista syistä. Tällä kertaa niitä kuitenkin löytyi. Työkaluohjelman kehitys Ruotsissa oli saatu vietyä uuden järjestelmän osalta niin pitkälle, että se pystyi tarjoamaan tälle entistä monipuolisempia toimintoja verrattuna TAC Vista -järjestelmään. Lisäksi TAC Vista -järjestelmä alkoi olla jo elinkaarensa päässä siinä mielessä, että suurin osa kohteista oli jo valmistunut ja tehty vanhan mallin mukaisesti. SmartStruxure-ratkaisulle vuorostaan ei ollut olemassa käyttökelpoisia ohjelma- tai grafiikkakirjastoja, eikä urakkaprosessin määrittämiä työtapoja oltu vielä tarkkaan määritelty tai löydetty, työkaluohjelman käyttöönotto tälle järjestelmälle oli perustellumpaa kuin TAC Vistalle. Syntyi itse asiassa kaksi rinnakkain kulkevaa Design+-kehitysprojektia, TAC Vistalle ja SmartStruxurelle omansa. Tämä mahdollisti myös sen, että kehitysprojektin osat voitaisiin myöhemmin päättää helpommin.

Ensimmäisen suomalaisen TAC Design+ -version julkaisuhetkellä vuoden 2013 maaliskuussa vaikutti siltä, että palaset olivat varsin kohdillaan. Lokalisoidaan työkaluohjelma Suomeen ensin TAC Vistalle ja sitten SmartStruxurelle, pidetään käyttäjille koulutus työkaluohjelman käytöstä ja näin saadaan tehokkuutta urakkaprosessiin aivan uudella tavalla. Mitä sitten unohdettiin? Unohdettiin, että työkaluohjelman monipuolinen hyödyntäminen muuttaa urakkaprosessia niin paljon, että siitä syntyvä muutosprosessi olisi pitänyt ottaa hallitaan jo hyvissä ajoin.

4 Muutosprosessi

Mikään ei ole pysyvämpää kuin muutos. Markkinat elävät jatkuvaa muutosta, mutta kykenevätkö markkinoilla toimivat yritykset pärjäämään jatkuvan muutoksen keskellä? Niillä yrityksillä, joilla on kyky ymmärtää muutosta, on mahdollisuus menestyä ja kasvaa. Yrityksillä voi olla jopa mahdollisuus itse luoda muutosta ja hallita sitä. Onnistuneen muutoksen luominen yritykseltä ei ole mikään itsestäänselvyys, se vaatii kovaa työpanosta kaikilta, niin johdolta kuin työntekijöiltäkin. [24, s. 35.]

Jos muutosta verrataan jäävuoreen, voidaan ajatella että vaativimmat muutokset tapahtuvat pinnan alla huomaamattomasti. Muutosta voi näin tapahtua sekä pinta-että syvätasolla. Tämän päivän yrityksille on tyypillistä toteuttaa jatkuvia organisatiomuutoksia, joilla yrityksen johto voi osoittaa että jotain konkreettista on tehty. Tällaiset pintatason muutokset on nopeampi toteuttaa ja niillä voidaan kerätä pika-voittoja. Lyhyen kantaman toimina ne voivat myös lisätä uskoa siihen, että syvempiäkin muutoksia voidaan joskus toteuttaa. Syvempien muutoksien toteuttaminen on kuitenkin vaikeampaa, sillä ne liittyvät arvoihin ja työskentelykulttuuriin. Toisaalta syvätasolla tehtävät muutokset ovat onnistuessaan laajempia ja pysyvämpiä. Onnistunut muutos koostuu tuottavuudesta, organisaation oppimisesta ja hyvinvoinnista. Jos nämä kolme mainittua osa-aluetta ovat kunnossa, toteutuu myös muutos, joka on eduksi kaikille osapuolille. [25, s. 136, 139.]

4.1 Työyhteisö muutoksen keskellä

Jo aloituspalaverissa lokakuussa 2011 unohdettiin, että työkalun lokalisoinnin myötä tekeminen muuttuisi urakkaprosessin osalta niin paljon, että sen hallintaan olisi tarvittu oman muutosprosessin määrittäminen ja erityisesti sen hallinta. Lähempänä ensimmäistä työkaluohjelman koulutuskierrosta vuoden 2013 keväällä, ajatukset olivat edelleen siinä, että jokainen ottaa työkalun käyttöön ongelmitta, kunhan vain osallistuvat päivän kestävään koulutukseen. Vasta koulutuskierroksen jälkeen voitiin sanoa varmasti, että työkaluohjelman jalkautuksen eteen pitää tehdä enemmän työtä ja muutosprosessi pitää ottaa haltuun.

Tilanne oli varsin tyypillinen, sillä kehitysprojekteilla on tapana kohdata vaikeuksia, kun muutos osuu merkittävästi työyhteisön tekemiseen. Yrityksen johto saattaa kuvitella, että isompikin muutos saadaan vietyä eteenpäin vain ilmoittamalla henkilöstölle menet-

telytavasta, minkä jälkeen henkilöstö alkaa toimia vaaditulla tavalla. Tämä saattaa johtaa siihen, että muutos sekoittaa työyhteisön toimintaa entisestään, eikä muutoksen tuomaa hyötyä voidakaan saavuttaa. [26, s. 52–53.]

Kun muutosta lähdetään viemään eteenpäin, pitäisi ymmärtää että muutos vaikuttaa ihmisiin eri tavoin. Tutussa ja turvallisessa työympäristössä pienetkin uudistukset voivat aiheuttaa voimakkaita ja erityisen kielteisiä reaktioita henkilöstössä. Saatetaan esittää kysymyksiä: Mihin uudistuksella pyritään? Miksi ei voida jatkaa vanhalla tavalla? [26, s. 53–55.]

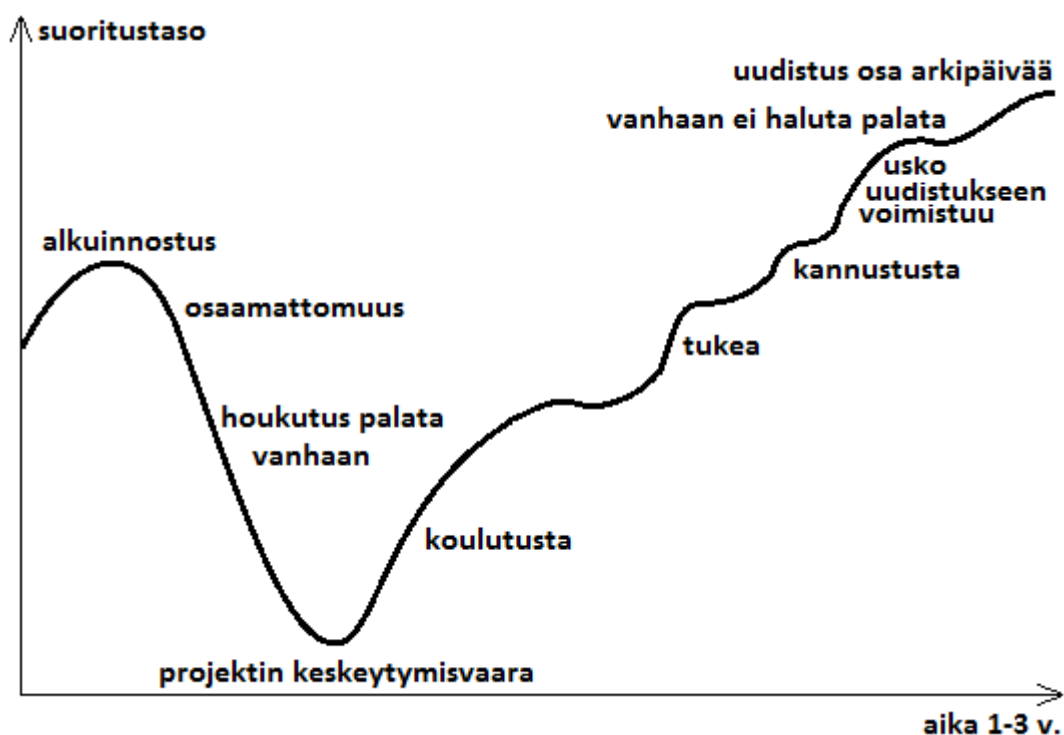
Muutoksen keskellä esimiehen rooli nousee keskeiseksi. Yleensä muutos vaikuttaa myös esimiehen toimintaan, jolloin esimiehen pitää muuttaa totuttuja toimintatapojaan. Esimiehen pitää saada tarpeeksi tietoa muutoksesta, jotta hän pystyisi vastaamaan uskottavasti ja perustellusti työntekijöiden esittämiin kysymyksiin. Esimiehet ja työntekijät eivät voi sitoutua muutokseen, jos se tuntuu järjettömältä ja turhalta. Vaikka muutos olisi kuinka mielekäs tahansa, ei muutosvastarinnalta voida kokonaan välttyä. Muutosvastarinta on normaali ilmiö, sillä henkilöstö haluaa keskustella muutoksen mielekkyydestä. Samalla voi esiintyä välinpitämättömyyttä muutosta kohtaan. Saatetaan ajatella, että muutosta ei tarvitse ottaa tosissaan, eikä se koske meitä ollenkaan. Muutosvastarinnan esiintyminen on kuitenkin merkki siitä, että henkilöstö miettii muutosta omalla kohdallaan, jolloin terve muutosprosessi on jo käynnistynyt. Muutosvastarinnan negatiivisia vaikutuksia voidaan ehkäistä sillä, että työyhteisö saa mahdollisuuden vaikuttaa muutokseen tai sen sisältöön, jolloin työyhteisö ei koe muutosta alistavana tai loukkavana. [26, s. 57–59.]

4.2 Työyhteisön osallistuminen

Muutosvastarinta jää pysyväksi, jollei työyhteisö koe pääsevänsä vaikuttamaan muutoksen sisältöön. Muutoksen läpiviennin onnistumiseen vaaditaankin, että muutoksen kohteena oleva työyhteisö kokee, että heidän mielipiteitä ja työkokemusta on arvostettu riittävästi. Kehitysprojektin kannalta keskustelut ja palaute käyttäjien kanssa on ollut erittäin arvokasta. On voitu tuoda esiin sellaisia asioita, joita ei muuten olisi osattu ottaa huomioon, ja näin epäkohdat olisivat jääneet korjaamatta. Kyse ei ole pelkästään epäkohtien löytämisestä, vaan tavoitteena on saada työyhteisö miettimään, mitä kiinnostavia ja motivoivia mahdollisuuksia muutos voi tuoda tullessaan. [26, s. 62–64; 27, s.16.]

Toimintatapojen muutoksen vaiheet voidaan esittää kehittämisprosessina (kuva 9). Kun toimintatapojen muutosta lähdetään toteuttamaan käytännössä, alkuihinnostuksen jälkeen tapahtuu ensimmäinen kunnon notkahdus. Vaikka aiempi toimintapa olisi ollut huonompi, sitä saatetaan silti kaivata, sillä ihminen on tottunut kaikkeen entiseen. Uudella tavalla työskentely on alussa aina vaikeampaa kuin vanhalla tavalla, jolloin työyhteisön oppiminen ja epävarmuuden sieto joutuvat koetukselle. Tällöin on vaarana, että työyhteisö jättää uusiutumistyön kesken ja palaa vanhoihin hyviksi koettuihin toimintatapoihin. Jos vanhoista toimintatavoista ei päästä eroon, ne kilpailevat uusien rinnalla. [26, s. 66; 27, s. 41.]

Samalla koetukselle joutuu myös organisaation johdon ja esimiesten päättäväisyys ja heidän sitoutuminen muutoksiin. Muutoksen läpiviennin ehdoton edellytys on, että johto ei hyväksy uudistuksen keskeyttämistä, vaan vaatii sen jatkamista vaikeuksista huolimatta. Muutoksen läpiviennistä vastaavien henkilöiden täytyy ymmärtää kehittämisprosessin yleinen kulku. On välttämätöntä tiedostaa, että muutos ei tapahdu hetkessä, vaan syvemmälle vaikuttava kehittämisprosessi ottaa aina oman aikansa. Vaaditaan tilanteeseen sopivaa koulutusta, tukea ja kannustusta. Muutoksen vaikutukset alkavat näkyä vasta pidemmän ajan kuluttua. [25, s. 141, 148; 26, s. 66–67.]



Kuva 9. Kehittämisprosessin yleinen kulku [26, s. 66].

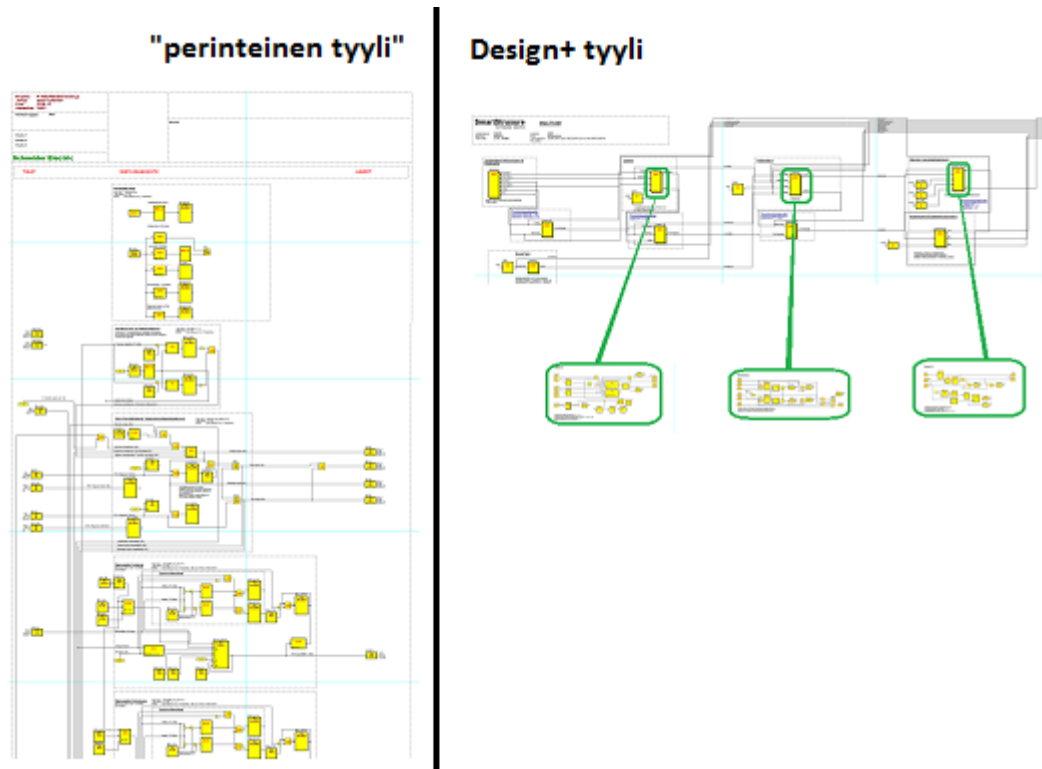
4.3 Työyhteisön oppiminen

Työyhteisössä henkilöillä on erilaiset kokemukset ja taustat, eikä oppiminen ole kaikilla yhtä nopeaa. Henkilöt lähtevät muutoksen mukaan eri tavoin, ja mitä enemmän henkilöillä on kokemusta muutokseen vaikuttavasta asiasta, sitä enemmän he haluavat pitää kiinni vanhoista toimintatavoista [27, s. 41]. Kun osa on pääsemässä muutokseen mukaan, hitaimmat vasta yrittävät sisäistää muutoksen tarkoitusta. Jos muutostahtia ei hidasteta, hitaammat saattavat luovuttaa. Vastaavasti muutostahtia hidastamalla hitaammatkin ehtivät mukaan, mutta nopeimmat taas voivat turhautua tilanteeseen ja alkaa tehdä jotain muuta. Kehitysprojektin aikana tämä on näkynyt siten, että nopeimmat ovat halunneet työkaluun lisää toimintoja, hitaammat taas tarvinneet lisää ohjeistusta ja tukea. Koulutus, tuki ja kannustus pitäisikin järjestää niin, että ne vastaisivat mahdollisimman monen tarpeisiin samaan aikaan. Kehitysprojektissa tämä on ollut haasteena, koska projektin toteutus on jäänyt vain yhdelle henkilölle, ei koulutusta, tukea ja varsinaista kehitystyötä ole aina voitu tehdä samanaikaisesti. [25, s. 142,148.]

Työyhteisössä tapahtuvaa oppimista kuitenkin tapahtuu, kunhan muutokselle annetaan tilaa ja siihen sitoudutaan. Henkilöille pitää antaa mahdollisuus oivaltaa muutos omaanseen [27, s. 56]. Pahimman muutosvastarinnan laannuttua henkilöt alkavat oppia muutoksen edellyttämiä asioita aivan uudella tavalla. Tapahtuu hiljaista hyväksyntää, ymmärretään muutoksen tuomat mahdollisuudet eikä vanhaan haluta enää palata. Onnistuneen muutosprosessin lopussa työyhteisö näkee koko prosessin selvitettyä haasteena. Tällaiset onnistumiset nostattavat henkilöiden itseluottamusta ja päämäärätietoisuutta ja ne kehittävät työyhteisöä vastaanottamaan uusia muutostilanteita helpommin. [25, s. 142.]

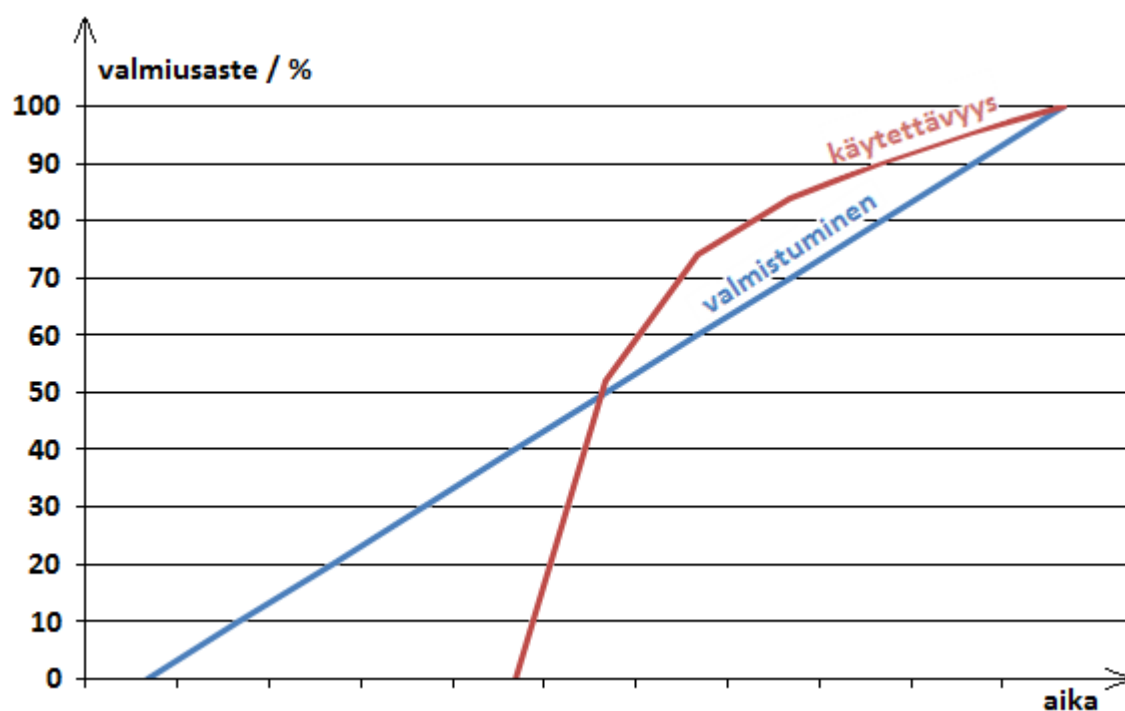
4.4 Jalkautusvaihe

Jalkautuksen onnistumisella ja sen oikealla ajoituksella on suuri merkitys myös muutosprosessin onnistumiselle. Työkalun käyttö koskettaa monia, kun sitä on tarkoitus käyttää sekä myynnissä, että urakoinnissa. Lisäksi vaikkapa huoltoteknikoiden täytyy osata käyttää ja ymmärtää työkalun tuottamia ohjelmia. Työkalun tuottamat ohjelmat poikkeavat totutusta, sillä ne on rakennettu erilaisiin osakokonaisuuksiin ja ne kulkevat vasemmalta oikealle, kun aikaisemmin on totuttu lukemaan ja rakentamaan ohjelmaloikoja ylhäältä alas (kuva 10). Lisäksi olio- eli muuttujanimet ovat erilaisia ja niitä on enemmän kuin aikaisemmin.



Kuva 10. Osa IV-vakion ohjelmasta vasemmalla, Design+-työkalun vastaavasta oikealla.

Kehitysprojektin edetessä syntyi jossain vaiheessa kiusallinen tilanne siitä, missä vaiheessa työkalun jalkautus kannattaisi aloittaa. Osa ominaisuuksista voi olla jo valmiina, kun taas osa voi puuttua kokonaan. Tahtotila työkalun käyttöönotossa on kuitenkin se, että mitä nopeammin se saadaan tuottavaan käyttöön, sen parempi. Tämän takia pitäisi osata arvioida, milloin jalkautus kannattaa aloittaa. Lokalisoinnin valmistumista on kuvattu kaaviossa 3, jossa valmistuminen kuvataan lineaarisena suorana (sininen) ja ohjelman käytettävyys logaritmisena käyränä (punainen):



Kuva 11. Lokalisoinnin valmistuminen ja käytettävyys.

Kuten kuvasta 11 nähdään, käytettävyys alkaa kasvaa vasta kun lokalisoinnin valmistuminen on edennyt jo jonkin aikaa. Loppuvaiheessa käytettävyyden kasvaminen taasoittuu, jolloin on mahdollista aloittaa jalkautus ennen kuin kaikkia työkaluohjelman toimintoja voidaan käyttää. Puuttuvien ominaisuuksien vaikutukset muutosprosessiin pitäisi kuitenkin osata huomioida.

5 Koulutus ja tuki

Ensimmäinen koulutuskierros TAC Vistalle tarkoitetun työkalun käytöstä pidettiin vuoden 2013 huhtikuussa. Työkalu oli vielä keskeneräinen, mutta se haluttiin silti saada tuottavaan käyttöön. Olihan aikataulu venynyt jo useammalla kuukaudella. Työkalu oli kyllä riittävän käyttökelpoinen, mutta tilanteen teki erityisen haastavaksi se, että liikkeelle lähdettiin käytännössä yhden diaesityksen varassa ja vain päivän koulutuksella. Diaesitys sisälsi ohjelman käytöstä lyhyen esityksen, harjoituksia ja muutamaan pikaohjeeseen. Päivän koulutuksia pidettiin yhdeksän eri alueella, ja niiden oli tarkoitus antaa riittävä valmius ohjelman käyttöön. Koulutuksiin osallistui lähinnä rakennusautomaatioprojektien toteuttamiseen osallistuvia henkilöitä, eikä niinkään pääosin esimiehistä koostuvia urakkalaskijoita. Jos muutosprosessi olisi osattu ottaa huomioon, ei koulutuskierrosta olisi näin heikoilla lähtökohdilla lähdetty viemään eteenpäin.

5.1 Onnistunut koulutus

Koulutus pitäisi järjestää niin, että se tapahtuu riittävän ymmärrettävällä tasolla ja saavuttaa sille asetetut tavoitteet [28, s. 15]. Kouluttaja voi luoda tälle mahdollisimman hyvät puitteet, mutta lopulta koulutuksen hyödyllisyyden määrittävät koulutukseen osallistuvat henkilöt itse. [29, s. 25.]

Yleinen harhakuva on, että tieto siirtyy kouluttajan ja osallistujien välillä niin, että tieto siirtyisi suoraan osallistujille. Jos osallistujat eivät ymmärrä käsiteltävää asiaa, tieto ei siirry osallistujille jälkeinpäin hyödynnettävänä tietona. Kyse on itse asiassa samasta ilmiöstä kuin muutosprosessissa, jossa yrityksen johto kuvittelee, että isompikin muutos saadaan vietyä eteenpäin vain ilmoittamalla siitä henkilöstölle. Tällöin puhutaan tiedonsiirtomallista (kuva 12 vasemmalla). [29, s. 25–26.]



Kuva 12. Tiedonsiirtomalli ja tiedon tarjoilumalli [29, s.26–27].

Sen lisäksi, että tieto olisi ymmärrettävää, pitäisi tiedon olla jollain tavalla myös mielenkiintoista ja hyödyllistä. Uutta asiaa opiskellessa, uutta tietoa rakennetaan vanhan kokemuksen päälle. Uusia asioita voi olla niin paljon tarjolla, että sen työstäminen pitää tehdä kaikessa rauhassa. Koulutettavien kokemukset saattavat myös poiketa toisistaan niin paljon, että tietoa pitäisi tuoda tarjolle valikoivasti, jotta koulutus palvelisi kaikkia osallistujia. Näin osallistujat voivat valita itselleen tärkeät ja olennaiset asiat tarjottimelta. Tämä tarkoittaa tiedon tarjoilumallia (kuva 12 oikealla). [29, s. 26–27.]

Kouluttaja saattaa joskus sortua myös tiedonsiirtomalliin, erityisesti jos kouluttaja lähtee liikaa yksityiskohtiin asiassa, joka ei ole osallistujille vielä niin tuttua. Kouluttaja on yleensä alansa asiantuntija, jolloin kouluttajalle itselleen helpot ja yksinkertaiset asiat eivät aina ole sitä henkilöille, jotka vasta perehtyvät asiaan. Koulutus etenee yleensä suoraviivaisesti, jos opetellaan lisää asioita vanhan osaamisen päälle. Yleensä osallistujat näkevät tällaisen kokemuksen antoisimpana, kun saadaan uusia näkökulmia tai toimintatapoja aikaisempien kokemusten päälle. Haastavin koulutus vuorostaan on sellainen, jossa henkilöillä on vankka osaamistausta ja kokemus, mutta koulutuksen myötä he joutuvat muuttamaan käsityksiä ja toimintatapojaan. Erityisen vaikeaksi tilanteen tekee se, jos osallistujat eivät halua muuttaa tapojaan. Palataan taas muutosprosessin perusteisiin. Tilanteeseen tarvitaan riittävästi perusteluja, vakuutteluja ja turvallisen ilmapiirin luomista. Kouluttajan pitäisikin olla valmistautunut tilanteeseen, aivan kuten esimiehen ja johdon pitäisi olla muutostilanteessa. Turvallinen ilmapiiri voidaan luoda vertailemalla vanhaa ja uutta. Tärkeintä olisi pystyä osoittamaan, että kaikki ei muutukaan, vaan omaa osaamista voi hyödyntää myös uuden toimintatavan kanssa. [29, s. 28–30.]

Työkaluohjelman käyttöönoton kannalta joidenkin henkilöiden kohdalla muutoksen myötä työnteon mielekkyys ja tehokkuus voivat heikentyä [28, s.17], jos ohjelmien ja grafiikoiden piirtäminen on ollut projektin osalta isossa asemassa eli ns. päätyötä. Kouluttajan on tärkeää kunnioittaa henkilöiden aiempaa kokemusta ja ymmärtää, että vanhasta toimintatavasta luopuminen ei välttämättä ole helppoa, vaan se voi tuntua rasakalta. Vanha malli tuntuu tutulta ja turvalliselta, jolloin uutta mallia opetellessa pudotaan noviisiksi, ainakin hetkellisesti. Uuden oppiminen vie aluksi paljon energiaa, mutta vaiva palkitaan myöhemmin, kun uusi toimintatapa löydetään tehokkaampana, mielenkiintoisempana ja lopulta helpompana. Ilman koulutukseen osallistuvien henkilöiden esimiesten tukea kouluttajan on vaikea perustella tapahtuvan muutoksen mielekkyttä vakuuttavasti. [29, s. 31.]

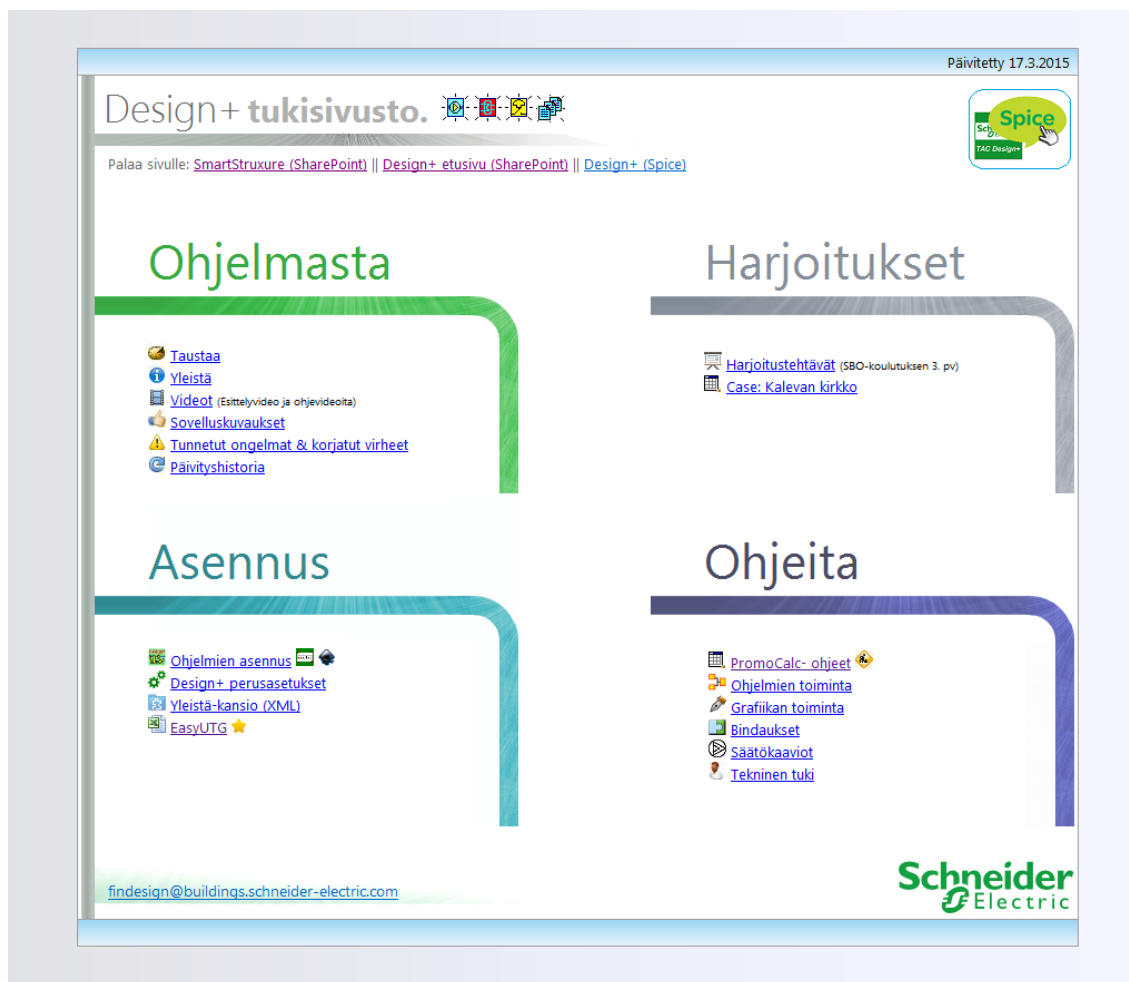
5.2 Koulutus- ja tukimateriaali

Koulutusmateriaalin pitää olla sellainen, että se toimii myös sellaisenaan, ilman että se vaatisi erillistä selitystä. Tausta- ja oheismateriaali pitäisi sisältää laajempia ja syvällisempiä näkökulmia käsiteltävään aiheeseen. Tämä mahdollistaa tiedon tarjoilumallin toteuttamisen koulutuksessa helpommin, jolloin paremmilla lähtötiedoilla koulutukseen osallistuvat voivat tarvittaessa hakea syvällisempää tietoa asiasta. Materiaalia voidaan jakaa jo ennen koulutusta tai sen jälkeen, mutta sen määrä ja sisältö täytyy tehdä harkiten. Liika ennakkomateriaali saattaa nostaa kynnystä osallistua koulutukseen. [29, s. 82.]

Vuoden 2013 koulutuskierroksen ensimmäinen päivä osoitti, että koulutuksessa käytetty diaesitys ohjelman esittelystä, käytöstä ja harjoituksista oli hieman epäkäytännöllinen. Tämä synnytti ajatuksen siirtää materiaali intrasivustolle HTML-muodossa. Menetely mahdollisti myös sen, että oheismateriaalia voitiin lisätä sivustolle pienissä erissä, jolloin koulutus- ja oheismateriaali oli saatavilla samasta paikasta. Syntyi Design+ FIN-tukisivusto (kuva 13).

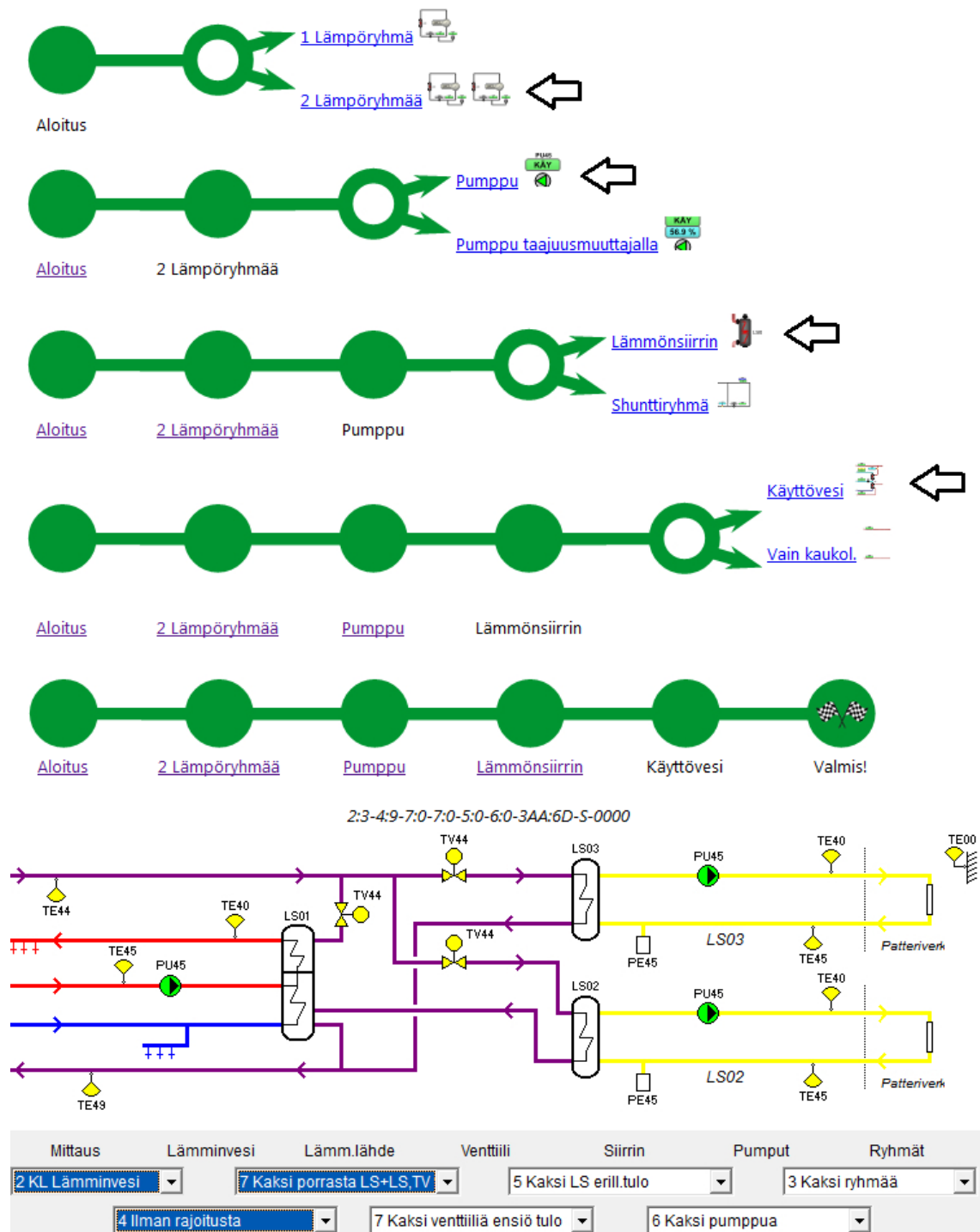


Kuva 13. Tukisivuston etusivu vuonna 2013.



Kuva 14. Tukisivuston etusivu vuonna 2015.

Tukimateriaalin työstöä jatkettiin tukisivustolle kehitysprojektin aikana, jolloin SmartStruxure-ratkaisulle tarkoitetun koulutuskierroksen aikana vuonna 2015 oli tarjolla jo runsaammin oheismateriaalia (kuva 14). Sivustolle tehtiin havainnollistavia videoita, jotka toimivat ennen koulutusta orientoitumisen apuna tai koulutuksen jälkeen palauttavana materiaalina. Lisäksi sivustolle tehtiin työkaluohjelman käyttöä helpottava valintatyökalu, jolla pystyi tekemään esimerkiksi lämmönjakosovelluksen pohjan alle minuutissa (kuva 15). Tämän jälkeen sovellusta voitiin tarvittaessa muokata edelleen.



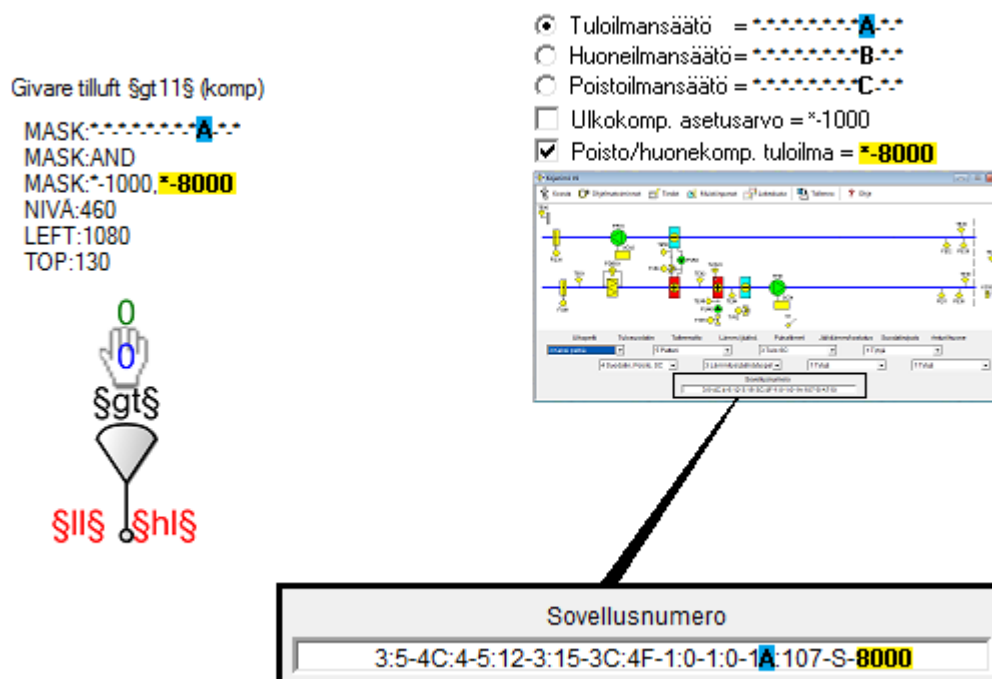
Kuva 15. Tukisivuston valintatyökalun toimintaperiaate.

6 Tekniset ratkaisut

Työkalun lokalisointi on vaatinut monia teknisiä ratkaisuja, joita ilman lokalisointi ei olisi voinut onnistua. Kehitysprojektin alussa tekniset ratkaisut liittyivät ensin työkalun kirjastojen sisältöön ja niiden soveltamiseen, kun taas kehitysprojektin edetessä tehdyt ratkaisut liittyivät lähinnä käännöstyön nopeuttamiseen. Kehitysprojektin loppuvaiheessa tekniset ratkaisut ovat liittyneet työkalun käytön tehostamiseen. Tässä luvussa on esitelty joitakin ratkaisuja jokaiselta osa-alueelta.

6.1 Nykyisen kirjaston soveltaminen

Design+ -työkalulla voidaan luoda erilaisia sovelluksia, joita on kolmea eri tyyppiä. Näitä ovat ilmanvaihto-, lämmönjako- ja erillispistesovellukset. Jokaisella sovelluksella on oma sovellusnumero, joka määrittää sovelluksen sisällön. Esimerkiksi kuvassa 16 vasemmalla näkyvä tuloilma-anturi sisältyy generoitavaan grafiikkakuvaan, jos kyseisen komponentin logiikkamäärittely vastaa sovellusnumeroa.

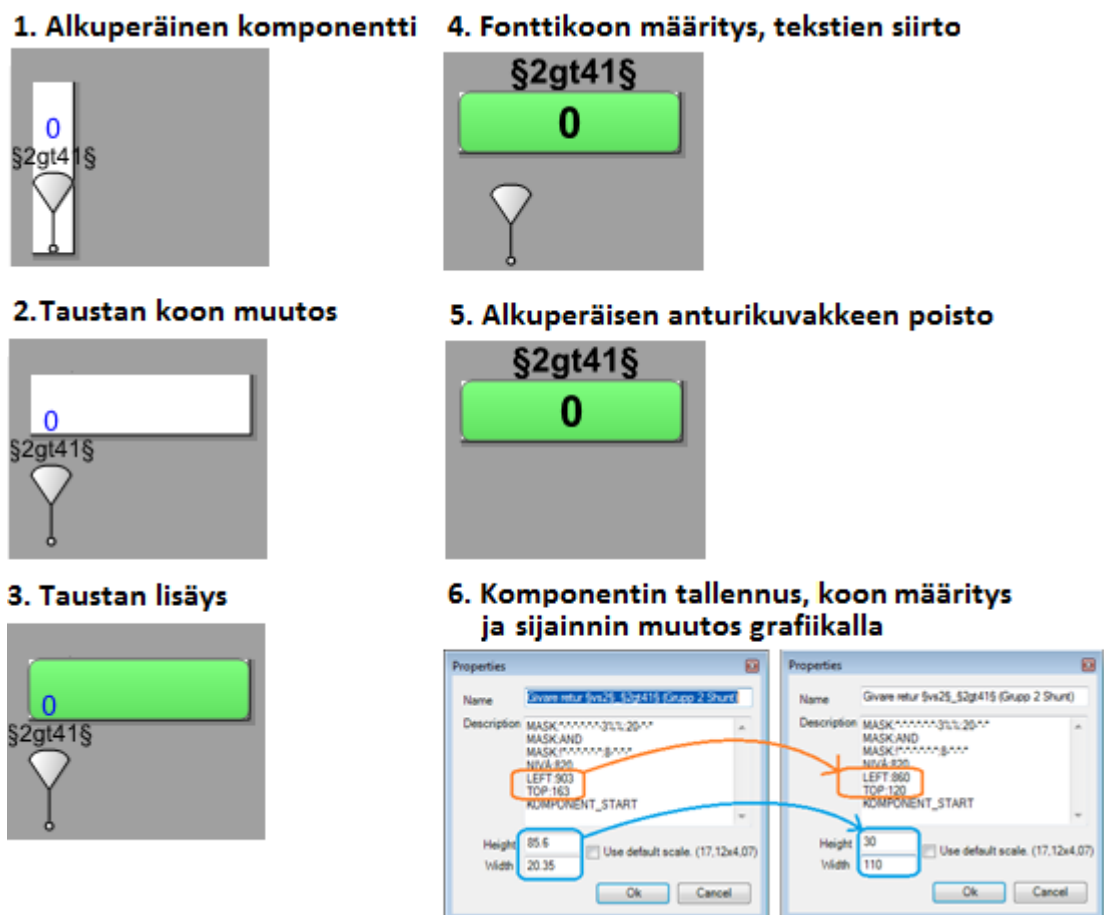


Kuva 16. Grafiikkakomponentin logiikkamäärittely ja ilmanvaihtokoneen sovellusnumero.

Kuvan 16 tapauksessa on luotu ilmanvaihtokone, jolle on valittu tuloilmasäätö sekä poisto tai huonekompensoitu tuloilman säätö. Tällöin sovellusnumeron seitsemännen

väliiviivan jälkeen tulee kirjain A ja sovellusnumeron loppuun tulee koodi 8000. Kun katsotaan vasemmalla näkyvän grafiikkakomponentin logiikkaa, kuva sijoitetaan grafiikalle, koska sen vaatimuksena on tuloilmansäätö (koodi A) sekä ulkokompensoitu tuloilma (koodi 1000) tai poisto/huonekompensoitu tuloilma (koodi 8000). Mikäli poisto/huonekompensoitu tuloilman valinta otettaisiin pois ohjelmavalinnoista, tulisi tilalle jokin muu komponentti, ellei tilalle valittaisi ulkokompensoitua tuloilmaa. Muu komponentti tulisi tilalle myös silloin, jos kompensoinneista riippumatta valittaisiin huone- tai poistoilmansäätö.

Työkalun ruotsinkieliset kirjastot logikoineen voitiin ottaa suoraan käyttöön sen jälkeen kun paikalliset muutokset ja käännöstiedostot ruotsista suomeen oli tehty. Grafiikkakuvakirjastot koostuvat 3000 eri komponentista ja säätökaaviokuvat 600 eri komponentista. Logiikkamäärittelyjen uudelleen teko olisi ollut sen verran työlästä, että oli parempi hyödyntää jo tehty logiikka piirtämällä vain komponenttien sisällöt uusiksi. Grafiikkakuvat piirrettiin yksi komponentti kerrallaan. Esimerkiksi yksittäinen anturi muuttui suomalaiseksi versioksi kuvan 17 esittämällä tavalla.



Kuva 17. Yksittäisen anturin muuttaminen suomalaiseksi versioksi.

Kaikki työkalun kirjastot olivat ruotsinkielisiä. Myös muokatut grafiikkakuvat jäivät ruotsinkielisiksi, mutta kirjastot saatiin käännettyä suomenkieliseksi erillisillä käännöstiedostoilla. Käännöstiedostot ovat erillisiä tekstitiedostoja, joissa määritetään jokaista ruotsinkielistä sanaa tai lausetta varten suomenkielinen vastine. Tässä muutamia esimerkkejä:

- {Börvärde Tillufttemp.} = {Asetusarvo Tuloilmalt.}
- {Nattvärme} = {Yölämmitys}
- {Mv §gt3u§} = {Mittaus §gt3u§}
- {Kaskad Rum} = {Kaskadi Huone}
- {Värme=0, Kyla=1.} = {Lämmitys=0, Jäähdytys=1.}
- {Börvärde tillufttemp.} = {Asetusarvo tuloilmalt.}
- {Driftind. TF} = {Tilatieto TF}
- {§id3§§_avik§\§xelv§§_dt§Lö} = {§id3§§_avik§\§xelv§§_dt§La} (lauantai)
- {Utetemp.} = {Ulkolämpöt.}

Osa käännettävistä teksteistä sisältää korvausparametreja, joita ei käännetä ollenkaan. Korvausparametri voi olla esimerkiksi koneen tunnus, muutettava positio tai kommentti-teksti. Korvausparametrit on erotettu käännettävästä tekstistä §-merkeillä:

- §gt3u§ = TE00 (ulkoilma)
- §id3§ = TK01 (koneen tunnus)
- §kom172§ = Poistoilmapellin ohjaus

6.2 Paikalliset muutokset

Kehitysprojektin alkuvaiheessa käytiin ruotsalaisten kollegoiden kanssa läpi keskeiset eroavaisuudet ohjelmien toiminnoista, ja niiden perusteella sovittiin tehtävät muutokset ohjelmakirjastoihin. Tällä oli vaikutusta myös työkaluohjelman käyttöliittymään, mitä piti jonkin verran muuttaa. Suurimmat eroavaisuudet Suomeen verrattuna olivat seuraavat:

- Puhaltimien tilatiedot otettiin yleensä virtausvahdilta tai kanavapaineesta.
- Peltimoottoreille ei ollut omia ohjauspisteitä.
- Pyörivän LTO:n yli ei saanut paine-eromittausta.
- LTO- ja lämmitysverkostoille ei saanut analogista painemittausta.
- Ohjelmallinen jäätymissuoja voitiin kuitata suoraan valvomosta.
- Puhaltimen yli ei saanut ilmamäärämittausta.
- Lämmityspatterin pumpulle tuli aina ohjauspiste.

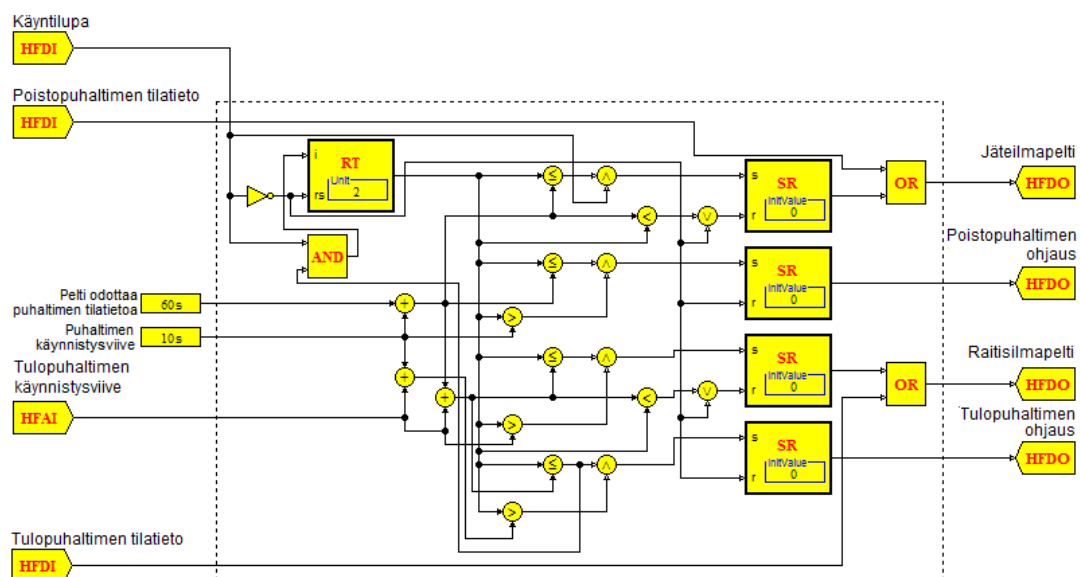
Ohjelmakirjastoon tehtiin myös muita muutoksia, mutta niillä ei ollut vaikutusta työkaluohjelman käyttöliittymään. Osa muutoksista oli sellaisia, että voitiin hyödyntää parhaat puolet sekä suomalaisesta että ruotsalaisesta versiosta. Esimerkiksi peltien ja puhaltimen ohjaus oli tehty IV-vakioissa Suomessa seuraavasti:

1. Kone saa käyntiluvan.
2. Raitis- ja jäteilmapellit avautuvat.
3. Viiveen jälkeen puhallimet käynnistyvät.
4. Käsikäyttötilanteessa puhaltimien tilatiedot avaavat puhallinta vastaavan pellin välittömästi.
5. Jos puhaltimilta ei tule tilatietoja käynnistytksen jälkeen, pellit suljetaan.

Ruotsissa vastaava toiminta oli seuraava:

1. Kone saa käyntiluvan.
2. Poistopuhallin käynnistyy ja jäteilmapelti avautuu apureleen kautta.
3. LTO:lle annetaan viestiksi 100 %, jolloin se lämmittää tulokanavan jäätymissuojan laukeamisen välttämiseksi käynnistyksessä.
4. Viiveen tulopuhallin käynnistyy ja raitisilmapelti avautuu apureleen kautta.

Nämä toiminnot yhdistettiin, jolloin tuloksena oli hieman monimutkainen ohjelmalogiikka, mutta toisaalta täysin toimiva ja monikäyttöinen, jolloin sen sisälle ei tarvitse tehdä muutoksia jälkeinpäin. Tulopuhaltimen viive voidaan pudottaa halutessa nolnaan, jolloin puhallimet käynnistyvät samaan aikaan (kuva 18).



Kuva 18. Puhaltimien ja peltimoottorien ohjauslogiikka käyntiluvan ja tilatietojen perusteella.

Muutoksia pyrittiin tekemään ohjelmiin myös niin, että yksittäiset ohjelmalohkot näyttäsivät samoilta kuin ne ovat Suomen ohjelmakirjastoissa olleet käytössä, jotta käyttäjien olisi helpompi löytää tuttuja yksityiskohtia muuten eritavalla rakentuvasta ohjelmasta.

6.3 Asetussivumalli TAC Vista -järjestelmälle

Grafiikkakuvat saatiin käännettyä IV-vakion näköisiksi, mutta niissä oli tällöin myös ponnahdusikkunatoiminto ilman erillisiä asetusarvosivuja. Kehitysprojektin vaatimuksena oli kuitenkin erilliset asetusarvosivut, joten piti löytää jokin ratkaisu asetusarvosivujen tekemiseen. Toisaalta ponnahdusikkunatoiminto nähtiin hyvänä ominaisuutena, eikä siitäkään haluttu luopua. Ensimmäinen vaihtoehto olisi ollut erillinen grafiikkakirjasto asetusarvoille omalla logiikalla, mutta tällaisen tekeminen olisi ollut työläs vaihtoehto ja lisännyt grafiikkakomponenttien määrää. Grafiikkakomponentteja oli muutenkin paljon, koska ponnahdusikkunatoiminnon asetusarvoikkunoiden logiikka oli rakennettu pääasiassa niin, että kirjaston komponentit olivat jo valmiita komponentteja. Tällainen menettely kasvattaa komponenttien määrää. Esimerkiksi tuloilma-anturin asetusarvoihin voi sisältyä seuraavat arvot, joista lopullinen asetusarvo lasketaan:

- perusasetus
- poisto- tai huonekompensointi
- ulkokompensointi
- lämmityksen ja jäähdytyksen asetusarvon kuollut alue.

Jos logiikka rakennetaan niin, että kyseinen rivi joko tulee tai ei tule ja asetusarvorivit voidaan kasata näistä, tulee näistä seitsemän eri komponenttia (kuva 19). Mikäli komponenttirivit on kasattu jo valmiiksi omiin komponentteihin, pitää näistä muodostaa jokaisen tapauksen yhdistelmät erikseen, jolloin komponentteja tulee jo 12 erilaista (kuva 20).

Muodostus osakomponenteista:

TE10 - Asetusarvot	
Mittaus tuloilma	TE10 17.8 °C
Asetusarvo tuloilma	TE10_As 20.0 °C
+	
Laskettu asetusarvo tuloilma	TE10_LAs 20.6 °C
+	
Ulkoilmakompensointi +/-	TE00_UlkoKomp -0.6 °C
+	
Huoneilmakompensointi +/-	TE00_HuoneKomp -0.6 °C
+	
Poistoilmakompensointi +/-	TE30_PoistoKomp 1.2 °C
+	
Kuollut alue, jäähdytys-lämmitys	TE10_DzPar 2.0 °C
+	
Tuloilman minimi	Tulo min 15.0 °C
Tuloilman maksimi	Tulo max 26.0 °C
Alarajahälytyksen eroalue	TE10_AlaRajaEro 3.0 °C
Allilämpö	TE10_Allilämpöraja 12.0 °C
Palovaara	TE10_Palovaararaja 45.0 °C

Lopputulos:

TE10 - Asetusarvot	
Mittaus tuloilma	TE10 17.8 °C
Asetusarvo tuloilma	TE10_As 20.0 °C
Laskettu asetusarvo tuloilma	TE10_LAs 20.6 °C
Ulkoilmakompensointi +/-	TE00_UlkoKomp -0.6 °C
Tuloilman minimi	Tulo min 15.0 °C
Tuloilman maksimi	Tulo max 26.0 °C
Alarajahälytyksen eroalue	TE10_AlaRajaEro 3.0 °C
Allilämpö	TE10_Allilämpöraja 12.0 °C
Palovaara	TE10_Palovaararaja 45.0 °C

Kuva 19. Logiikkavalinnat ja muodostus osakomponenteista.

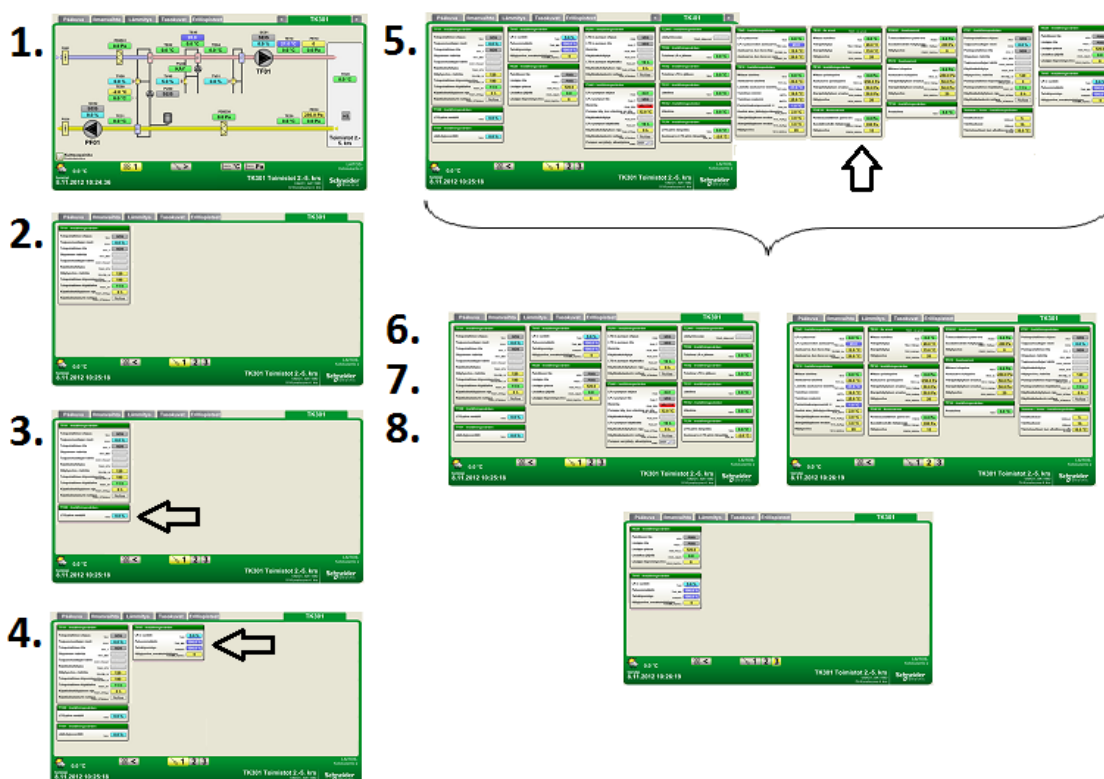
Tuloilma **X** Ei kompensointia Poistokompensointi **X** Ei ulkokompensointia Ulkokompensointi **X** Ei jäähdytystä Jäähdytys **=**

TE10 - Asetusarvot		TE10 - Asetusarvot		TE10 - Asetusarvot	
Mittaus tuloilma	TE10 17.8 °C	Mittaus tuloilma	TE10 17.8 °C	Mittaus tuloilma	TE10 17.8 °C
Asetusarvo tuloilma	TE10_As 20.0 °C	Asetusarvo tuloilma	TE10_As 20.0 °C	Asetusarvo tuloilma	TE10_As 20.0 °C
Laskettu asetusarvo tuloilma	TE10_LAs 20.6 °C	Laskettu asetusarvo tuloilma	TE10_LAs 20.6 °C	Laskettu asetusarvo tuloilma	TE10_LAs 20.6 °C
Ulkoilmakompensointi +/-	TE00_UlkoKomp -0.6 °C	Ulkoilmakompensointi +/-	TE00_UlkoKomp -0.6 °C	Ulkoilmakompensointi +/-	TE00_UlkoKomp -0.6 °C
Tuloilman minimi	Tulo min 15.0 °C	Tuloilman minimi	Tulo min 15.0 °C	Tuloilman minimi	Tulo min 15.0 °C
Tuloilman maksimi	Tulo max 26.0 °C	Tuloilman maksimi	Tulo max 26.0 °C	Tuloilman maksimi	Tulo max 26.0 °C
Alarajahälytyksen eroalue	TE10_AlaRajaEro 3.0 °C	Alarajahälytyksen eroalue	TE10_AlaRajaEro 3.0 °C	Alarajahälytyksen eroalue	TE10_AlaRajaEro 3.0 °C
Allilämpö	TE10_Allilämpöraja 12.0 °C	Allilämpö	TE10_Allilämpöraja 12.0 °C	Allilämpö	TE10_Allilämpöraja 12.0 °C
Palovaara	TE10_Palovaararaja 45.0 °C	Palovaara	TE10_Palovaararaja 45.0 °C	Palovaara	TE10_Palovaararaja 45.0 °C

Kuva 20. Logiikkavalinta kokonaisesta komponenteista.

Lopulta asetusarvoikkunat TAC Vista -järjestelmälle muodostettiin grafiikkakuvaan siten, että grafiikkakuvakirjaston ponnahdusikkunatoiminnolla varustettuihin asetusarvoikkunoihin lisättiin JavaScriptiin perustuva komentosarjakoodi. Komentosarjakoodi asetettiin toimimaan siten, että normaalitilanteessa grafiikkakuva toimi kuten ennenkin, mutta muuttamalla tiettyä parametria, grafiikkakuva saatiin näyttämään vain asetusarvoja. Komentosarjakoodi tehtiin pelkistetyksi seuraavalla logiikalla (kuva 17):

1. Normaali tila, jolloin sivunumeroparametri saa arvon 1.
2. Ensimmäinen asetusarvoikkuna sijoitetaan vasempaan yläkulmaan.
3. Seuraava ikkuna sijoitetaan edellisen alle.
4. Jos kuvan alareuna tulee vastaan, siirrytään seuraavaan sarakkeeseen.
5. Kuva täytetään kuvitteellisesti niin pitkään kuin asetusikkunoita riittää.
6. Sivunumeroparametri määrittelee näytettävän sivun.
7. Oikea sivunumero jokaiselle asetusikkunalle saadaan, kun arvoon 1 lisätään asetusikkunan x-koordinaatti, joka jaetaan grafiikkakuvasivun leveydellä ja luvusta poistetaan x-koordinaatin jakojäännös suhteessa grafiikkakuvasivun leveyteen.
8. Asetusikkunat saadaan suoraan oikeille paikoille, kun asetusarvoikkunan x-koordinaatin arvoksi annetaan x-koordinaatin jakojäännös suhteessa grafiikkakuvasivun leveyteen.



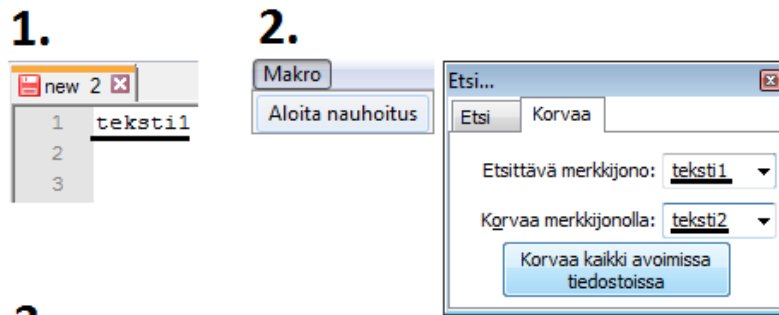
Kuva 21. Asetusikkunan muodostaminen.

6.4 Korvausmenetelmä

Ruotsissa valmistui kokonaan uusi grafiikkakuvakirjasto SmartStruxure-ratkaisulle keuhällä 2013. Tavoitteena oli saada uuden kirjaston pohjalta suomalainen vastine mahdollisimman nopeasti käyttöön. Tästä syystä piti kehittää menetelmä, jolla käännöstyö voitaisiin tehdä tehokkaammin kuin TAC Vistalle tehtyyn versioon. Grafiikkakuvakomponentit perustuvat TAC Graphics Markup Language -koodiin eli TGML-koodiin. TGML-koodi taas muistuttaa XML-kuvauskieltä (Extensible Markup Language). [30.] Komponenteista voitiin löytää tekstimuodossa yhdistäviä tekijöitä. Työkaluna grafiikkakomponenttien yhdistävien tekijöiden etsimiseen käytettiin Notepad++ -tekstieditoria. Notepad++ on avoimen lähdekoodin tekstieditori, joka mahdollistaa useiden tiedostojen muokkauksen kerralla. Lisäksi sillä voidaan ajaa ja nauhoittaa makroja [31].

Notepad++:lla oli helppo löytää yhdistäviä tekijöitä. Suurin osa muokattavista grafiikkakomponenteista oli toistuvia asetusikkunoiden arvovivejä. Ongelmana oli kuitenkin, että korvaukset olivat useamman rivin pituisia, eikä useamman rivin korvaamiset onnistuneet Notepad++:n etsi ja korvaa -toiminnolla. Ongelma voitiin ratkaista niin, että tehtiin ensin yksinkertainen korvaustoimenpide, joka nauhoitettiin makrona. Notepad++:n makrot sijaitsevat erillisessä Shortcuts.xml -tiedostossa, jossa nauhoitettuja makroja voidaan muokata rivikoodina [32]. Esimerkiksi jos haluttiin korvata kaikista korvattavista tiedostoista asetusikkunan otsikkotekstin fontin koko 14 kokoon 15 ja otsikkotekstin koordinaattia muuttaa sijainnista (10;2,5) sijaintiin (6,5;1.5) olisi työjärjestys seuraava (kuva 22):

1. Avataan Notepad++ ja kirjoitetaan teksti1.
2. Nauhoitetaan makro ja korvataan etsi- ja korvaa- toiminnolla kaikista tiedostoista teksti1 teksti2:ksi.
3. Avataan Shortcuts.xml -tiedosto ja muokataan rivit kuten kuvassa 22.



3.

Tehtävät muutokset:

FontSize="14" -> "15"

Left="10.0" -> "6.5"

Top="2.5" -> "1.5"

Shortcuts.xml muokkaus:

```
<Action type="3" message="1700" wParam="0" lParam="0" sParam="" />
<Action type="3" message="1601" wParam="0" lParam="0" sParam='Teksti1' />
<Action type="3" message="1625" wParam="0" lParam="0" sParam="" />
<Action type="3" message="1602" wParam="0" lParam="0" sParam='Teksti2' />
<Action type="3" message="1701" wParam="0" lParam="1635" sParam="" />
```



```
<Action type="3" message="1700" wParam="0" lParam="0" sParam="" />
<Action type="3" message="1601" wParam="0" lParam="0" sParam='&lt;Text
FontSize=&quot;14&quot;; FontStyle=&quot;Normal&quot;;&#x000A; FontFamily=&quot;Arial&quot;;
HorizontalAlign=&quot;Left&quot;; Left=&quot;10.0&quot;;&#x000A; Name=&quot;Rubrik&quot;;
Stroke=&quot;#FFFFFF&quot;; TextDecoration=&quot;None&quot;; Top=&quot;2.5&quot;;&gt;' />
<Action type="3" message="1625" wParam="0" lParam="0" sParam="" />
<Action type="3" message="1602" wParam="0" lParam="0" sParam='&lt;Text
FontSize=&quot;15&quot;; FontStyle=&quot;Normal&quot;;&#x000A; FontFamily=&quot;Arial&quot;;
HorizontalAlign=&quot;Left&quot;; Left=&quot;6.5&quot;;&#x000A; Name=&quot;Rubrik&quot;;
Stroke=&quot;#FFFFFF&quot;; TextDecoration=&quot;None&quot;; Top=&quot;1.5&quot;;&gt;' />
<Action type="3" message="1702" wParam="0" lParam="0" sParam="" />
<Action type="3" message="1701" wParam="0" lParam="1635" sParam="" />
```

Kuva 22. Notepad++:n korvausmenetelmä ja Shortcuts.xml -tiedoston muokkaaminen.

Shortcuts.xml:stä tulee vaikealukuinen, koska XML-kieltä muistuttavan TGML-koodin erikoismerkit joudutaan ilmaisemaan viittausmerkkeinä. Notepad++ osaa kuitenkin kääntää Shortcuts.xml -tiedoston erikoismerkit viittausmerkkeihin automaattisesti. Vaikealukuisuudesta huolimatta menetelmä oli silti varsin tehokas. Kahdessa päivässä tehdyllä makrolistauksella voitiin tehdä minuutin sisällä 30 000 erilaista korvaustoimenpidettä grafiikkakuvakirjaston tiedostoihin, jotka muuten olisi pitänyt tehdä käsin (kuva 23).

LAITOS-TK01 - Inställningsvärden		
Aggregatsstyrning		
Id	Beskrivning	Värde
PF01_B	Börvärde varvtal frånluft	50 %
TF01_START_FD	Uppstartsfordröjning	120 s
TF01_B	Börvärde varvtal tilluft	50 %
TI01_Pumpmotion	Tidkanal pumpmotion	Off
Sommar/Vinter		
Id	Beskrivning	Värde
SolMånad	Sommarmånad	5
VilMånad	Vintermånad	10
VITemp	Gräns utemp för vinter	10.0 °C
Temperaturreglering		
Id	Beskrivning	Värde
LTO_IT	Återvinningsreglering I-tid	120 s
LTO_PB	Återvinningsreglering P-band	20.0 °C
LTO_PB	Återvinningsreglering P-band	20.0 °C
LTO_IT	Återvinningsreglering I-tid	120 s
LTO_TD	Återvinningsreglering D-tid	0 s
LTO_TD	Återvinningsreglering D-tid	0 s
MaTITe	Max tilluftstemperatur	25.0 °C
MITTe	Min tilluftstemperatur	16.0 °C
PU40_STP	Pumpstoppgräns	10.0 °C
TE00_UK	Utekomp. tilluftsbövr.	1.0 °C
TE10_B	Börvärde tilluft	20.0 °C
TE10_BB	Beräknat börvärde tilluft	22.0 °C
TE30_FK	Frånluftskomp. tilluftsbövr.	1.0 °C
TE45MIN_B	Börvärde retur drift	12.0 °C
TE45RET_B	Börvärde retur stopp	20.0 °C
TE45_BB	Beräknat börvärde retur	20.0 °C
TV45_PB	Värmereglering P-band	20.0 °C
TV45_IT	Värmereglering I-tid	120 s
TV45_TD	Värmereglering D-tid	0 s
Returbegränsning		
Id	Beskrivning	Värde
TV45MIN_IT	Minbegr. I-tid värme retu	30 s
TV45MIN_PB	Minbegr. P-band värme r	100.0 °C
TV45MIN_TD	Minbegr. D-tid värme ret	0 s
TV45RET_IT	Varmhållningsreglering I-240 s	240 s
TV45RET_PB	Varmhållningsreglering P-200.0 °C	200.0 °C
TV45RET_TD	Varmhållningsreglering D-0 s	0 s
TV45_MIN	Minbegränsning värme re	29.0 %
Larmparametrar		
Id	Beskrivning	Värde
LTO_G	Gränsvärde signal vxv	90 %
LTO_LL	Differens hög tilluftstemp	värde
PDIE01_L	Hög larmgräns filtervakt	värde
PDIE30_L	Hög larmgräns filtervakt	värde
PE50_G	beskrivning	värde
Driftidsmätning		
Id	Beskrivning	Värde
PU40_DT	Drifttid pump värme	0 h
PU40_NDT	Nollställ drifttid pump värme	Nollställ
TK01_DT	Drifttid aggregat	3 h
TK01_NDT	Nollställ drifttid aggregat	Nollställ
Larm		
Id	Beskrivning	Värde
LTO_LL	Låg verkkningsgrad	Normal
PDIE01_L	beskrivning	Larmstatus
PDIE30_L	beskrivning	Larmstatus
PDIE75_L	beskrivning	Larmstatus
PE50_L	Avfrostningslarm	Normal
PF01_DS	Driftstopp frånluftsfäkt	Normal
PF01_HM	Handmanöver frånluftNormal	
PU40_DS	Driftstopp pump vär	Kvitterat
PU40_DTL	Drifttidslarm pump	Normal
PU40_HM	Handmanöver pump	Normal
REG_L	Avvikande sekvens	Blockerat
TE10_HL	Hög tilluftstemp	Utlöst
TE10_LL	Låg tilluftstemp	Normal
TE20_KlimatLarm	Låghög-rumstemp	Kvitterat
TF01_DS	Driftstopp tilluftsfäkt	Normal
TF01_HM	Handmanöver tilluftsfäkt	Normal
TK01_DTL	Drifttidslarm aggrega	Normal
TV45MIN_L	Minbegränsning akti	Normal
TZA01_FT	Frys-vakt värmebatter	Normal
Övrigt		
Id	Beskrivning	Värde
AfrMxFbg	Max förbigång vid avfros	värde
AfrMxt	beskrivning	värde
AfrRaHa	Avfrostning ramphastigh	25
ForAfr_FD	Fränslagsfördröj avfros	60.00
PE50_G	beskrivning	värde
PE50_HY	Hysteres frostvakt	10 Pa
PF01FEL_FD	Fördröjning driftfel frånluft	120 s
PF01_GRI	Gräns driftindikering tryck	70 Pa



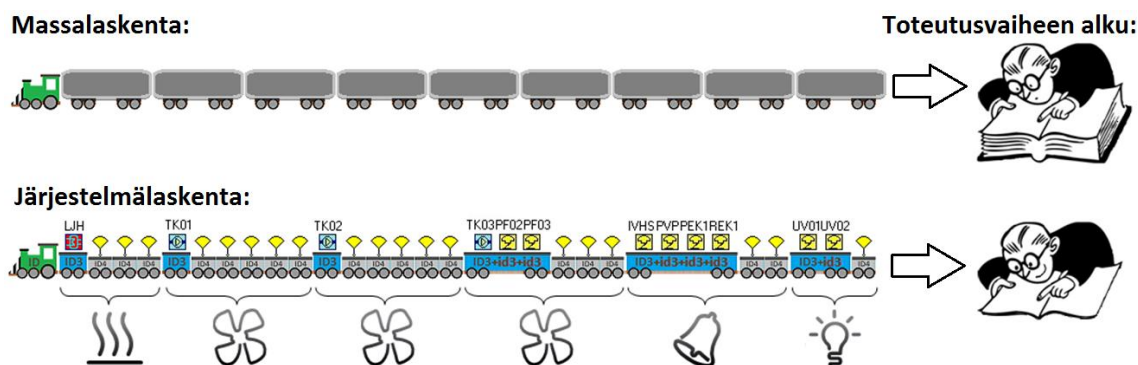
LAITOS-TK01 - Inställningsvärden		
Aggregatsstyrning		
Beskrivning	Id	Värde
Börvärde varvtal frånluftsfäkt	PF01_B	50 %
Uppstartsfordröjning aggregat	TF01_START_FD	120 s
Börvärde varvtal tilluftsfäkt	TF01_B	50 %
Tidkanal pumpmotionering	TI01_Pumpmotion	Off
Sommar/Vinter		
Beskrivning	Id	Värde
Sommarmånad	SolMånad	5
Vintermånad	VilMånad	10
Gräns utemp för vinter	VITemp	10.0 °C
Temperaturreglering		
Beskrivning	Id	Värde
Återvinningsreglering I-tid	LTO_IT	120 s
Återvinningsreglering P-band	LTO_PB	20.0 °C
Återvinningsreglering P-band	LTO_PB	20.0 °C
Återvinningsreglering I-tid	LTO_IT	120 s
Återvinningsreglering D-tid	LTO_TD	0 s
Återvinningsreglering D-tid	LTO_TD	0 s
Max tilluftstemperatur	MaTITe	25.0 °C
Min tilluftstemperatur	MITTe	16.0 °C
Pumpstoppgräns	PU40_STP	10.0 °C
Utekomp. tilluftsbövr.	TE00_UK	1.0 °C
Börvärde tilluft	TE10_B	20.0 °C
Beräknat börvärde tilluft	TE10_BB	22.0 °C
Frånluftskomp. tilluftsbövr.	TE30_FK	1.0 °C
Börvärde retur drift	TE45MIN_B	12.0 °C
Börvärde retur stopp	TE45RET_B	20.0 °C
Beräknat börvärde retur värme	TE45_BB	20.0 °C
Värmereglering P-band	TV45_PB	20.0 °C
Värmereglering I-tid	TV45_IT	120 s
Värmereglering D-tid	TV45_TD	0 s
Returbegränsning		
Beskrivning	Id	Värde
Minbegr. I-tid värme retur	TV45MIN_IT	30 s
Minbegr. P-band värme retur	TV45MIN_PB	100.0 °C
Minbegr. D-tid värme retur	TV45MIN_TD	0 s
Varmhållningsreglering I-tid	TV45RET_IT	240 s
Varmhållningsreglering P-band	TV45RET_PB	200.0 °C
Varmhållningsreglering D-tid	TV45RET_TD	0 s
Minbegränsning värme retur	TV45_MIN	11.4 %
Larmparametrar		
Beskrivning	Id	Värde
Gränsvärde signal vxv	LTO_G	90 %
Differens hög tilluftstemp	LTO_LL	värde
Hög larmgräns filtervakt	PDIE01_L	värde
Hög larmgräns filtervakt	PDIE30_L	värde
beskrivning	PE50_G	värde
Driftidsmätning		
Beskrivning	Id	Värde
Drifttid pump värme	PU40_DT	0 h
Nollställ drifttid pump värme	PU40_NDT	Nollställ
Drifttid aggregat	TK01_DT	3 h
Nollställ drifttid aggregat	TK01_NDT	Nollställ
Larm		
Beskrivning	Id	Värde
Låg verkkningsgrad VVX	LTO_LL	Normal
beskrivning	PDIE01_L	Larmstatus
beskrivning	PDIE30_L	Larmstatus
beskrivning	PDIE75_L	Larmstatus
Avfrostningslarm	PE50_L	Normal
Driftstopp frånluftsfäkt	PF01_DS	Normal
Handmanöver frånluftsfäkt	PF01_HM	Normal
Driftstopp pump värme	PU40_DS	Kvitterat
Drifttidslarm pump värme	PU40_DTL	Normal
Handmanöver pump värme	PU40_HM	Normal
Avvikande sekvens	REG_L	Blockerat
Hög tilluftstemp	TE10_HL	Utlöst
Låg tilluftstemp	TE10_LL	Normal
Låghög-rumstemp	TE20_KlimatLarm	Kvitterat
Driftstopp tilluftsfäkt	TF01_DS	Normal
Handmanöver tilluftsfäkt	TF01_HM	Normal
Drifttidslarm aggregat	TK01_DTL	Normal
Minbegränsning aktiv	TV45MIN_L	Normal
Frys-vakt värmebatteri	TZA01_FT	Normal
Övrigt		
Beskrivning	Id	Värde
Max förbigång vid avfrostning	AfrMxFbg	värde
beskrivning	AfrMxt	värde
Avfrostning ramphastighet	AfrRaHa	25
Fränslagsfördröj avfrostning	ForAfr_FD	60.00
beskrivning	PE50_G	värde
Hysteres frostvakt	PE50_HY	10 Pa
Fördröjning driftfel frånluftsfäkt	PF01FEL_FD	120 s
Gräns driftindikering tryck frånluft	PF01_GRI	70 Pa

Kuva 23. Grafiikkakuvakirjaston asetusarvojen ulkoasun muuttaminen Notepad++:n makrolla.

6.5 Urakkalaskentamenetelmä ja Excel-aputyökalu

Vuoden 2015 alun koulutuksiin otettiin myös pääosin esimiehistä koostuvat urakkalaskijat mukaan. Urakkalaskijoille koulutettiin uudenlainen Design+ -työkaluohjelmaa hyödyntävä laskentamenetelmä, jossa massalaskennan sijaan tehtiin urakan toteutusvaiheessa käyttökelpoisempi järjestelmälaskenta Design+ -sovelluksina. Tavoitteena oli

osoittaa, että uudella menetelmällä saatiin samassa laskenta-ajassa luotua käyttökelpoinen runko urakan toteutusvaiheeseen (kuva 24).



Kuva 24. Massa- ja järjestelmälaskenta ja niiden hyödyntäminen toteutusvaiheen alussa [33].

Urakkalaskenta voitiin tehdä käytettävällä laskentaohjelmalla helposti, mutta laskentaohjelmasta sovellustiedostojen siirto urakan toteutusvaiheen käyttöön ei ollut kaikista johdonmukaisin, sillä sovellustiedostot jäivät Microsoft Accessin perustuvan laskentatietokannan sisälle. Lisäksi laskentavaiheessa luodut sovellukset saattoivat sisältää puutteellisia perustietoja, joiden korjaaminen yksitellen olisi ollut työlästä.

Ongelma ratkaistiin luomalla erillinen makroja hyödyntävä Excel-aputyökalutiedosto, joka osasi kaivaa tiedostot esiin toteutusvaihetta ajatellen. Aputyökalun avulla voidaan korjata esimerkiksi kohde- ja osoitetiedot kaikkiin urakaprojektin sovellustiedostoihin kerralla. Sovellustiedostot voitiin käsitellä Excel-aputyökalulla nopeammin yhteen kuin varsinaisella Design+ -työkalulla.

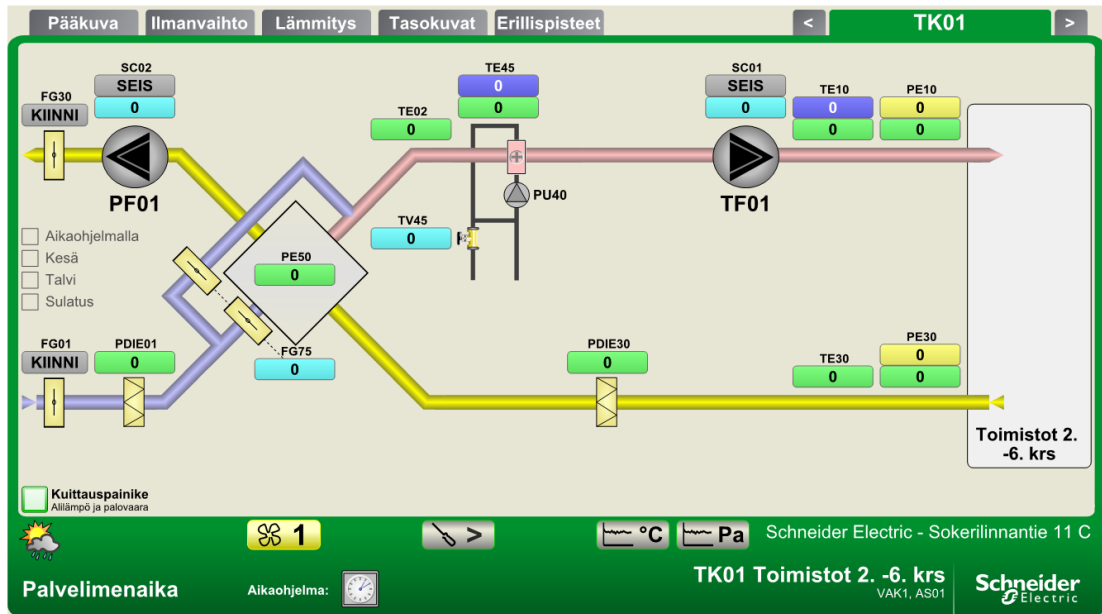
7 Tulokset

Design+ -työkalua on kehitetty vuodesta 1996 [18]. Työkalun kehittäminen jatkuu edelleen, lisäksi käytettävää SmartStruxure-ratkaisua kehitetään vielä pitkään. Design+ -työkalun TAC Vista -version kehittäminen jätettiin sovitulle tasolle, jonka jälkeen se päätettiin vuoden 2013 lopussa. Kehitysprojekti SmartStruxure-ratkaisun osalta jatkuu edelleen, mutta vuonna 2015 pidetyn koulutuskierroksen jälkeen voidaan sanoa, että on saavutettu tämän kehitysprojektin raamit. Tästä eteenpäin kehitystyö on ylläpidollisempaa kuin kokonaan uuden kehittämistä. Uusia ominaisuuksia lisätään jatkossakin ja työmenetelmät paranevat, mutta silloin uudella tavalla ei korvata enää vanhaa, vaan uusia tapoja rakennetaan nykyisien päälle.

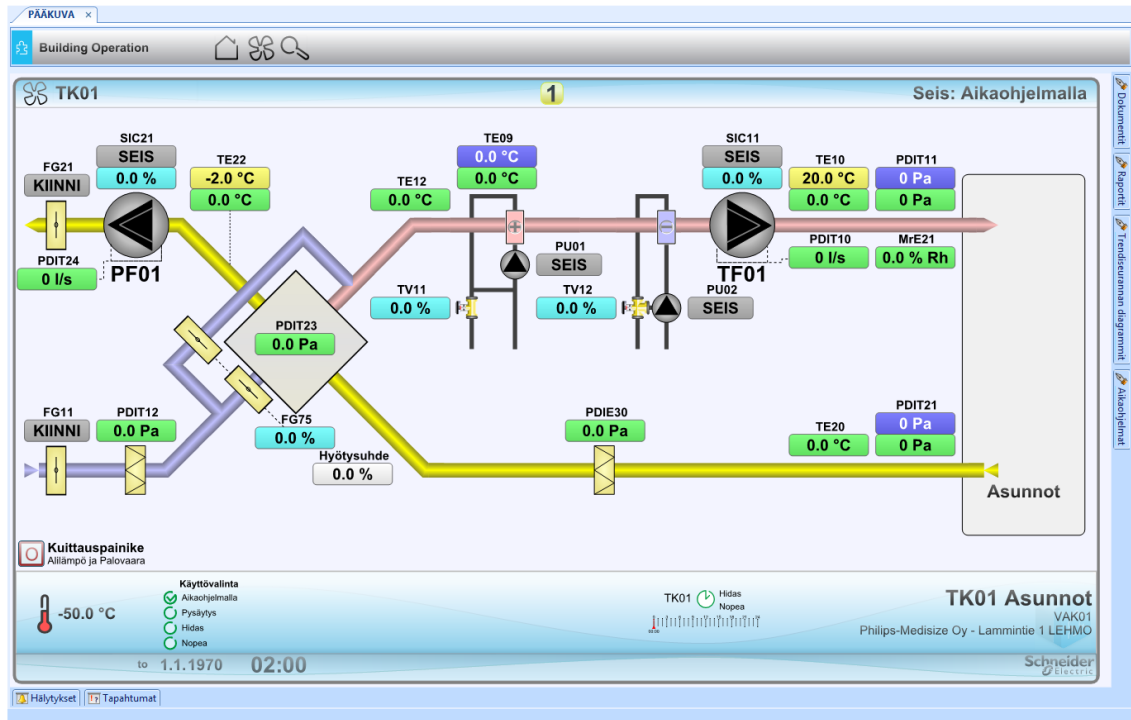
7.1 Valmiit grafiikka- ja säätökaaviokuvakirjastot

Suuritöisin vaihe oli tehdä suomalaiset grafiikkakuvakirjastot sekä TAC Vista -järjestelmälle, että SmartStruxure-ratkaisulle. TAC Vista -version teko oli työläämpää, mutta sikäli helpompaa, kun mallina oli valmis grafiikkakuvamalli IV- ja LJ-vakioista. Komponenttien sijainnit piti määrittää jokaisen tilanteen mukaan oikeiksi, koska ruotsalaiset paikkakoordinaatit eivät kelvanneet suoraan. SmartStruxure-ratkaisun osalta tehtiin kokonaan uusi grafiikkakuvastandardi, koska järjestelmän värimaailma oli vaaleansininen ja harmaa. Näiden värien pohjalta luotiin uusi grafiikkakuvastandardi, mutta peruskomponenttien ulkoasu ja paikkakoordinaatit hyödynnettiin TAC Vistan mallista. Lisäksi suuritöisin osuus saatiin tehtyä Notepad++:n makrokorvausmenetelmällä helpommin. Kuvassa 25 on esitetty valmis Design+ -työkalulla generoitu grafiikkakuva TAC Vista -järjestelmälle ja SmartStruxure-ratkaisulle.

TAC Vista

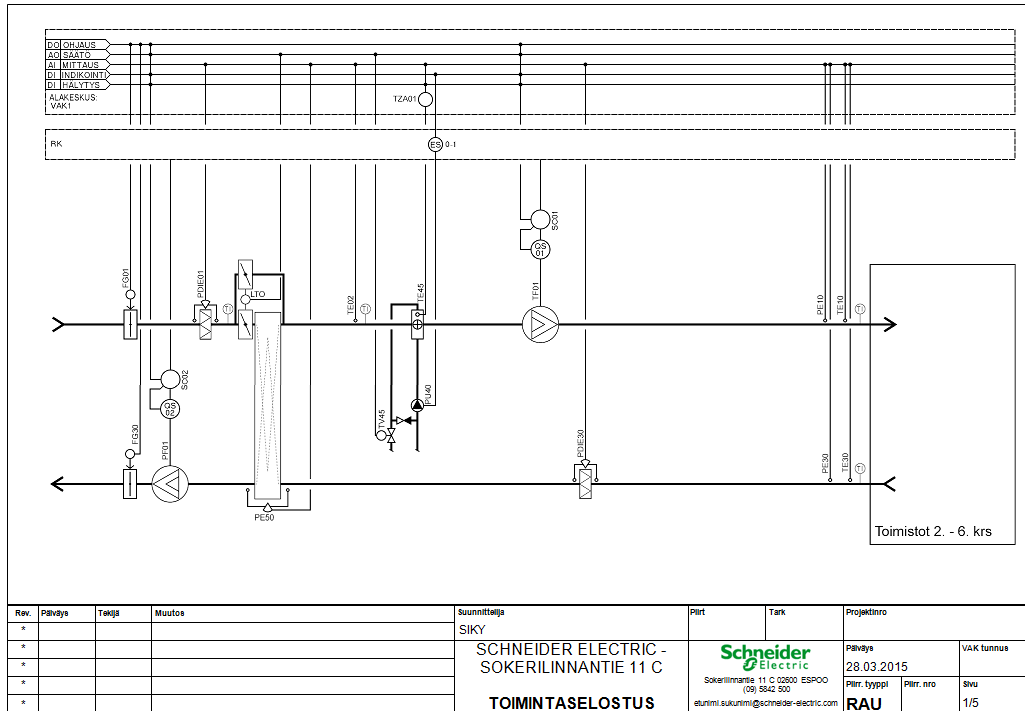


SmartStruxure



Kuva 25. Design+-työkalulla generoitu grafiikkakuva TAC Vista -järjestelmälle ja SmartStruxure-ratkaisulle.

Säätökaaviot pyrittiin tekemään IV- ja LJ-vakioihin kuuluvien säätökaavioiden näköisiksi (kuva 26). Säätökaaviot ovat CAD-piirustuksien sijaan SVG-kuvia, jotka upotetaan objekteina Word-dokumenttiin.



VAK: VAK1

JÄRJESTELMÄ TK01

Palvelee: Toimistot 2. - 6. krs

Sijainti: IV-Konehuone 5. krs

Laitekaappi: VAK1

OHJAUS TK01**Käyntiajat**

Ilmanvaihtokojetta ohjataan aikaohjelman mukaan.

Kojeen käynnistyessä avautuu jäteilmapieli FG30 ja poistoilmapieli PF01 käynnistyy. Lämmöntalteenotto LTO ohjataan maksimitasolle. Asetetun käynnistysajan kuluttua raitisilmapieli FG01 avautuu ja tuloilmapieli TF01 käynnistyy ja lämmöntalteenotto LTO siirtyy normaalisäädölle.

Kojeen pysähtyessä sulkeutuvat raitisilmapieli FG01 ja jäteilmapieli FG30.

Kiertopumppu PU40

Lämmityspatterin pumppu PU40 käy aina.

SUOJAUS TK01**Lukitukset**

Puhalttimien TF01 ja PF01 käynti on lukittu lämmityspatterin pumpun PU40 käyntiin. Tuloilmapieli ja poistoilmapieli on lukittu nistui.

Jännitekatkos

Jännitekatkoksen sattuessa raitisilmapieli FG01 ja jäteilmapieli FG30 sulkeutuvat

jousivoimalla.

Jäätymissuoja

Jäätymisvaaralle määritellään kiinteä hälytysraja (5 °C).

Hälytys poistuu, kun lämmityspatterin pahuuveden lämpötila TE45 nousee yli hälytysrajan ja jäätymissuoja on kuitattu.

Jäätymissuojakuitataan paikallisesti jäätymissuojasta.

SÄÄTÖ TK01**Lämpötilasäätö**

Säädetään tuloilman lämpötilaa TE10.

TE10 asetusarvoa kompensoidaan poistolämpötilan TE30 mukaan käyrällä. Tuloilman lämpötila rajoitetaan 16 ja 25 °C välille.

Säätöportaita on kaksi:

- 1. Lämmöntalteenotto LTO
- 2. Lämmitysentiliä TV45

Paluuvesisäätö

Lämmityspatterin pahuuveden TE45 rajoitussäätö on toteutettu rakennusautomaatiojärjestelmässä ohjaamalla ventiliä TV45. Kojeen ollessa seis pidetään pahuuveden ulkolämpötilan mukaan muuttuvassa asetusarvossa (10-20 °C). Kojeen käydessä pahuuveden lämpötila pidetään rajoitussäädön asetusarvossa (12 °C).

Sulatuslämmöntalteenotto

Kun paine-ero PE50 lämmöntalteenoton yli ylittää asetellun raja-arvon, käynnistyy sulatus toiminto ja avataan lämmöntalteenoton ohituspieli FG75. Kun paine-ero on palautunut normaalkiksi, sulatus toiminto lakkaa ja ohituspieli sulkeutuu. Jos sulatus kestää aseteltua arvoa pidempään, pysähtyy tuloilmapieli TF01 sulatuksen tehostamiseksi. Asetellun maksimisulatusajan

Rev.	Päiväys	Tekijä	Muutos	Suunnittelija	Piiri	Tark	Projekti	Päiväys	VAK tunnus
*				SIKY					
*				SCHNEIDER ELECTRIC - SOKERILINNANTIE 11 C				28.03.2015	
*				TOIMINTASELOSTUS				RAU	2/5

Kuva 26. Design+-työkalulla generoitu säätökaavio ja toimintaselostuksen 1. sivu.

7.2 Ajansäästö urakaproseessissa

Rakennusautomaatiourakoiden ajankäyttöä seurataan tiiviisti, ja niitä on verrattu aina alun perin suunniteltuihin määriin. Suunnitellut määrät perustuvat kokemuksiin työajan käytöstä aikaisemmista projekteista. Vuoden 2013 alussa tehtiin pilottiprojekti, jossa työkalua hyödynnettiin ensimmäisen kerran.

Taulukko 2. Pilottikohteen toteutunut ajankäyttö.

	Suunniteltu	Toteutunut	Tavoite
Projektinjohto	100 %	113 %	100 %
Suunnittelu	100 %	80 %	20 %
Ohjelmointi (sis. grafiikat)	100 %	23 %	20 %
Käynnistys	100 %	96 %	90 %

Taulukossa 2 on esitetty ensimmäisen työkalulla tehdyn pilottikohteen ajankäyttö niin, että suunniteltu ajankäyttö on täydet 100 %. Toteutunutta ja tavoiteltavaa aikaa verrataan suunniteltuun prosenttiyksiköinä. Suunniteltu ajankäyttö on arvioitu ilman, että työkalu olisi käytössä. Toteutuneessa ajassa työkalua on hyödynnetty ohjelmoinnissa täysin, mutta kytkentäpiirustukset oli tehty vanhalla mallilla. Näin ohjelmointiin jouduttiin käyttämään jonkin verran enemmän aikaa, koska normaalitilanteessa työkalu määrittelee fyysiset kytkentäpisteet automaattisesti. Näiden perusteella voidaan saada lähes valmiit kytkentäpiirustukset, mutta nyt suunnitelmat oli jo ehditty tehdä vanhalla tavalla. Tällöin fyysiset kytkentäpisteet piti muuttaa työkalussa vastaamaan aiemmin suunniteltuja kytkentäpisteitä. Tästäkin huolimatta ohjelmointiin käytetty aika pienentyi 23 %:iin alkuperäisestä. Suunnitteluvaihe on nopeampi, jos tarjouslaskentavaiheessa käytetään työkalua. Aluksi aikaa kuluu myös enemmän, koska osa ajasta kuluu työkalun käytön opetteluun ja oikeiden toimintatapojen löytämiseen. Urakan jälkeen voidaan saada huollon osalta lisää tehokkuutta, kun eri kohteissa käytettävät ohjelmat ovat samankaltaisempia aikaisempaan verrattuna. Tämän yhden pilottikohteen perusteella työkalun käytön tarjoamat mahdollisuudet ja hyödyt näyttivät varsin lupaavilta.

7.3 Toinen koulutuskierros

Ensimmäisen koulutuskierroksen ongelmana oli TAC Vista -järjestelmän hiljainen siirtyminen SmartStruxure-ratkaisun tieltä. Työkalu tuli TAC Vista -järjestelmälle liian myöhään. Sen lisäksi puutteina voidaan mainita ainakin muutosprosessin hallitsemattomuus, koulutus- ja oheismateriaalin niukkuus sekä esimiehien puuttuminen koulutuk-

sesta. Näistä puutteista otettiin opiksi, joten toiselle koulutuskierrokselle lähdettäessä vuoden 2015 alussa koulutuksen pitoon valmistauduttiin paremmalla koulutus- ja oheismateriaalilla, valmiimmalla työkalulla, mutta ennen kaikkea koulutuksiin saatiin nyt myös esimiehet mukaan. Pääosin esimiehistä koostuvat urakkalaskijat saivat yhden päivän koulutuksen ja varsinaisille tekijöille pidettiin kahden päivän koulutus. Koulutuskierros onnistui erittäin hyvin verrattuna vuoden 2013 kierrokseen. Esimiesten mukanaoloa tarvittiin, jotta koko työyhteisö saataisiin paremmin käyttämään työkalua.

Näin muutosprosessi oli paremmin hallinnassa kuin vuonna 2013 ja koulutuksen sisältö perustui lähinnä tiedon tarjoilumalliin. Osa koulutukseen osallistujista ei ollut koskaan käyttänyt työkalua, kun taas osa oli jo tehnyt muutaman rakennusautomaatioprojektin. Tiedon tarjoilumallin mukaisesti kaikki pysyivät mukana henkilöiden kokemuksesta riippumatta. Koulutuksesta saatiin pääosin hyvää palautetta, ja niistä välittyi hyvin käyttäjien pohjatieto työkalusta ja SmartStruxure-ratkaisusta. Seuraavassa on joitakin poimintoja [34]:

Vastasiko koulutus tarpeeseen?

- ”Todella hyvä kurssi”
- ”Kyllä vastasi”
- ”Vastasi erinomaisesti. Tietämys oli opetusvideoiden varassa aiemmin. Nyt tuntuu, että osaisi jotain tehdäkin käytännössä”
- ”Kyllä, paljon uutta tietoa”
- ”OK”

Miten kehittäisit kurssia?

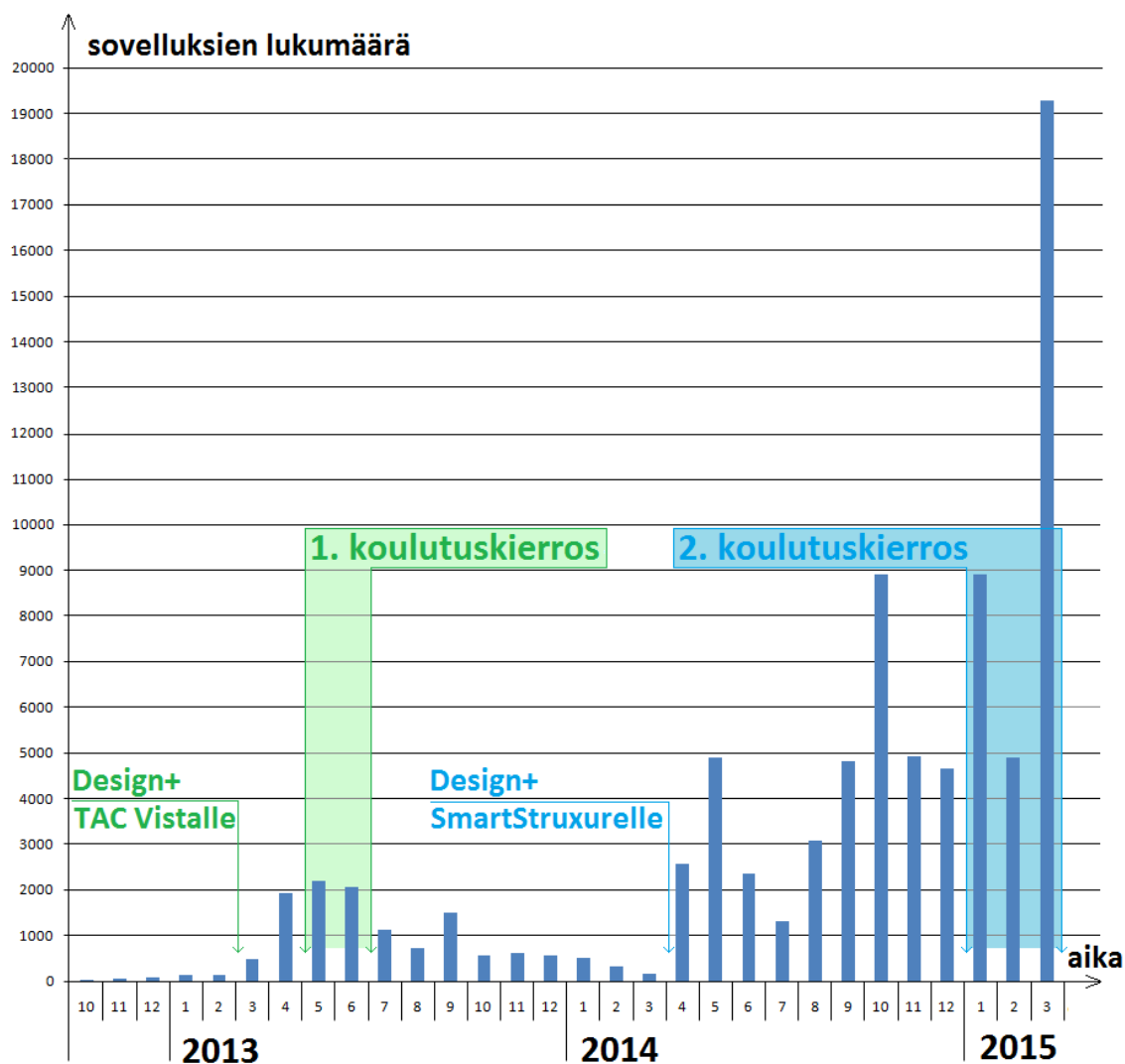
- En tiedä”
- ”Ei kehittämistä”
- ”Hitaampi eteneminen”
- ”Enempi aikaa käydä rauhassa asioita läpi vaihe vaiheelta”
- ”Ohjeistusta voisi parantaa”

Oma taso suhteessa osaamiseen?

- ”Ehkä aavistuksen tuttuja asioita oli”
- ”Jotain uutta ja parempia työtapoja tuli”
- ”Sopiva taso. Kysymykset käytiin huolella läpi”
- ”Välillä meinasi tipahtaa kärryiltä”
- ”Vaikea”

7.4 Ohjelman käytön aktiivisuus

Design+-työkaluohjelma kerää tietoa jokaiselta käyttäjältä erilliselle palvelimelle sen mukaan, kuinka monta sovellusta sillä on tehty [18]. Sovellusten määrän avulla voidaan seurata ohjelman käytön aktiivisuutta. Kuvassa 27 on esitetty ohjelmalla luotujen sovellusten määrää kuukausittain vuoden 2012 lokakuusta vuoden 2015 maaliskuun loppuun. Luvuista on poistettu koulutuksissa tehdyt harjoitussovellukset.



Kuva 27. Design+-työkaluohjelman luotujen sovelluksien määrä Suomessa.

Kuvasta 27 näkyy hyvin ensimmäisen koulutuskierroksen puutteiden vaikutus. Päivän koulutuksen jälkeen työkalusta tuli vapaaehtoinen vaihtoehto, eikä monikaan sitoutunut sen käyttöön.

8 Johtopäätökset

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli lokalisoida Ruotsissa Schneider Electricin käytössä ollut rakennusautomaation suunnittelutyökalu Suomeen ja selvittää voidaanko työkalulla saada tehokkuutta Schneider Electricin urakkaprosessiin Suomessa. Saatiin selville, että työkalun tehokas käyttäminen tuo merkittävän ajansäästön urakkaprosessiin, mutta tehokkaan käytön oppiminen vie aikaa. Työkalun tuottamat ohjelmat toimivat pääosin kuin on totuttu, mutta niiden esitystapa poikkeaa totutusta. Design+-työkaluohjelman ohjelmakirjastot ja käyttöliittymä parantuvat entisestään sitä mukaa kun työkaluohjelmaa opitaan käyttämään ja mahdollisista ongelmista myös ilmoitetaan. Tehokas ohjelman käyttö takaa lopulta pienemmät ohjelmointi-, suunnittelu- ja käyttöönottotunnit, joka taas johtaa laadun paranemiseen ja parempaan kilpailukykyyn.

Schneider Electricin strategia perustuu vahvaan liiketoimintaan ja toiminnan laajentumiseen tarjoamalla asiakkaille mahdollisimman laajasti erilaisia tuotteita ja ratkaisuja [35]. Tällä olettamuksella tulevaisuudessa työtehtävät tulevat muuttumaan ja monipuolistumaan, jolloin perustekeminen pitää osata tehdä tehokkaammin. Tällainen työkaluohjelman käyttöönottaminen koettelee, mutta samalla myös kehittää työyhteisöä tuleviin haasteisiin.

Toinen koulutuskierros oli merkittävä apu edesauttamaan työkaluohjelman käytön yleistymistä. Vaikka luotujen sovellusten määrä oli ollut hyvällä tasolla, kuten kuvasta 27 nähtiin, se ei vielä riitä. Tullaan tarvitsemaan edelleen parempaa ohjeistusta, joka nähtiin myös koulutuspalautteesta, mutta ennen kaikkea tarvitaan henkilöiden ja erityisesti heidän esimiesten sitoutumista työkalun käyttämiseen. Henkilöiden sitoutumista pitää edesauttaa siten, että he saavat tarvittavat työkaluohjelman kanssa yhteensopivat aputyökalut käyttöön urakaprojektien läpiviemiseksi. Lisäksi paikalliset käytännöt alueille pitää huomioida ja pyrkiä ottamaan mukaan työkalun toimintoihin. Näin työkalua ja siihen liittyviä toimintatapoja voidaan kehittää käyttäjien haluamaan suuntaan.

Kaikkia ratkaisuja ei ole ollut helppoa toteuttaa. Työkalun käyttöliittymään lisättävät toiminnot on pitänyt neuvotella ruotsalaisien kollegoiden kanssa erikseen. Kirjastoihin voidaan tehdä ominaisuuksia oman maun mukaan, mutta esimerkiksi valintoja vaativat toiminnot pitää pääsääntöisesti sopia ruotsalaisien kollegoiden kanssa. Samaan aikaan tavoitteena on ollut ja on edelleen käyttää yhteistä ohjelmakirjastoa ruotsalaisien kanssa. Tämä mahdollistaa sen, että jos ohjelmasta löytyy virhe, se saadaan korjattua kir-

jastoon. Jos kirjasto on yhteinen, ruotsissa löydettävät virheet ja niiden korjaukset tulevat myös suomalaisten käyttöön ja päinvastoin.

Tulevissa kehitysprojekteissa projektin rajausta ja henkilöresurssit pitäisi mitoittaa paremmin. Ei voida lähteä vain tekemään jotain ja sitten jälkeensä katsoa, mitä saatiin aikaiseksi. Muutosprosessi pitää nähdä jo aloituspalaverista lähtien, jotta se voidaan ottaa haltuun ajoissa. Kehitysprojektiin osallistuvien on sitouduttava projektiin alusta loppuun.

Kehitysprojekti on ollut erittäin mielenkiintoinen ja työntäyteinen. On ollut palkitsevaa huomata, kuinka henkilöiden osaaminen on kehittynyt työkalun käytön osalta. Lisäksi on ollut mielenkiintoista nähdä, miten henkilöt oppivat uutta, oltiinpa sitten Turussa tai Joensuussa. Koulutuskierrokset maakunnissa ovat myös opettaneet, että rakennusautomaatiosuunnittelua tehdään melko eri tyyleillä eri puolilla Suomea. Suomen rakentamismääräyskokoelman ohje D4 LVI-piirrosmerkit vuodelta 1978 olisi ehkä kannattanut päivittää vastaamaan rakennusautomaatioalan tarpeita aikoinaan. Tämän päivän värikkäät positiointimallit eivät palvele ketään, etenkään kun varsin usein kiinteistöjen huollosta vastaa ulkopuolinen kiinteistöhoitoyhtiö.

Opinnäytetyön aiheeksi tämä kehitysprojekti on ollut liian laaja, myös ajallisesti. Laajuuden lisäksi alkuvaiheessa vaikutti, ettei työhön löytyisi juurikaan lähdemateriaalia. Näkökulmaa työhön löytyi lopulta Metropolian liiketalouden YAMK-kursseilta, jonka jälkeen työn rajausta ei ollutkaan enää niin helppoa. On ollut antoisaa löytää kirjallisuudesta ne samat ongelmat, jotka on joutunut näkemään käytännössä.

Lähteet

- 1 Piikkilä, Veijo. 2006. ST-Käsikirja 21, Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylä. Teoksessa Sahlstén, Toivo, Metsikkö, Arja (toim.) Espoo: Sähkötieto ry.
- 2 LVI 40-10250. 1996. Rakennusautomaatiojärjestelmän suunnitteluohje. Ohjetiedosto. Rakennustieto Oy.
- 3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Verkkodokumentti. <<http://www.ym.fi/rakentamismaaraykset>>. Luettu 25.1.2015.
- 4 Urakoitsijoiden valinta Vuokatin uuden koulurakennuksen rakentamiseen. Pöytäkirja 25.04.2012. <http://kafi.tutka.net/so_paatokset/kokous/2012451-20.PDF>. Luettu 25.2.2013.
- 5 Mäntynummen koulukeskuksen uuden liikuntahallin kustannukset. Pöytäkirja 28.02.2012. <<http://palvelut.lohja.fi/kirjat/d5web/kokous/20123917-18.PDF>>. Luettu 25.2.2013.
- 6 Markkinaoikeus: Vihannin kunta, rakennusautomaatiourakka. Päätös 17.6.2008. <<http://www.oikeus.fi/markkinaoikeus/43765.htm>>. Luettu 25.2.2013.
- 7 Rakennusosalta löytyy sekä kilpailua että laatua. Uutinen 26.9.2012. <<http://www.rakennusteollisuus.fi/RT/Ajankohtaista/Rakennusosalta+l%C3%B6ytyy+sek%C3%A4+kilpailua+ett%C3%A4+laatua/>>. Luettu 28.2.2013.
- 8 Suomen rakentamismääräyskokoelma D4: LVI-piirrosmerkit. 1978. Ohje.
- 9 HUS-Kiinteistöt Oy, Laitetunnusjärjestelmä. Verkkodokumentti <<http://www.khus.fi/henkilokunta/ohjeet/04.%20Laitetunnusj%C3%A4rjestelm%C3%A4t/01.%20Laitetunnusj%C3%A4rjestelm%C3%A4%20LVIA,%20versi o%205.5.pdf>>. Luettu 25.2.2013.
- 10 VVO, Liite 6: Rakennusautomaatio, Suunnittelu- ja toteutusohje. Verkkodokumentti <<http://www.vvo.fi/attachements/2013-01-18T12-56-0369.pdf>>. Luettu 25.2.2013.
- 11 Oulun Tilakeskus: Rakennusautomaatiosuunnittelu, suunnitteluohjeisto. Verkkodokumentti. <http://tilakeskus.ouka.fi/assets/site/files/ohjeet/suunnitteluohjeet/lvi_rau_sah/ouka_rau_suunnitteluohje_4_2009.pdf>. Luettu 25.2.2013.
- 12 Sahlstén, Toivo. 2012. ST-Esimerkit 9, Rakennusautomaation mallikaaviot. Teoksessa Lappalainen, Juhani, Karppinen, Eeva (toim.) Espoo: Sähkötieto ry.
- 13 Schneider Electricin yritys esittely. Verkkodokumentti. <<http://www.schneider-electric.fi/sites/finland/fi/yritys/yrityssivu.page>> Luettu 27.1.2015.
- 14 TAC Finland Oy ja Atmostech Oy yhdistyvät. Lehdistötiedote 10.10.2005. <<http://www.staging.tac.com/fi/Content?contentId=document/8628&node=2709>> Luettu 27.2.2013.

- 15 Schneider Electric Buildings sulautuu osaksi emoyhtiötänsä Schneider Electric Finland Oy:tä. Lehdistötiedote 13.11.2014. <http://www.schneider-electric.fi/finland/fi/news_homepage/uutisnaytto.page?c_filepath=/templatedata/Content/News/data/fi/local/ajankohtaista/general_info/2014/11/20141113_schneider_electric_buildings_sulautuu_osaksi_emoyhtiotansa_schneider_e.xml> Luettu 19.2.2015.
- 16 Schneider Electric Buildings Finland Oy. Taloustiedot 2013 <<http://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/schneider+electric+buildings+finland+oy/06800180>> Luettu 19.2.2015.
- 17 Schneider Electric Buildings Business: Urakkaprosessi. 2012. Prosessikaavio.
- 18 Schneider Electric Buildings Business: Function – TAC Design+. 2011. Diaesitys.
- 19 Arto Karlos, Martinsuo Miia & Kujala Jaakko. 2006. Projektiliiketoiminta. Espoo: WSOY Oppimateriaalit Oy.
- 20 Kettunen, Sami. 2009. Onnistu projektissa. Juva: WSOYpro Oy.
- 21 Ruuska, Kai. 2007. Pidä projekti hallinnassa. Helsinki: Talentum.
- 22 Schneider Electric Buildings Finland Oy. Design+ aloituspalaveri. 6.10.2011. Muistio.
- 23 Schneider Electric Buildings Finland Oy. Design+ palaverin pöytäkirja. 4.9.2013. Muistio.
- 24 Vuori, Jukka-Pekka. 2011. Kasvun paikka. Helsinki: Talentum.
- 25 Nevalainen, Vesa. 2007. Ihminen ja työ - työelämässä voi selvitä hengissä. Helsinki: Edita.
- 26 Järvinen, Pekka. 2000. Esimies ja työyhteisön kehittäminen. Porvoo: WSOY.
- 27 Kiiskinen Satu, Linkoaho Anssi & Santala Riku. 2002. Prosessien johtaminen ja ulkoistaminen. Porvoo: WS Bookwell Oy.
- 28 Luomala, Anne. 2008. Muutosjohtamisen ABC: Ajatuksia muutoksen johtamisesta ja ihmisten johtamisesta muutoksessa. Tampere: Tutkimus- ja koulutuskeskus Synergos ja Tampereen yliopiston kauppakorkeakoulu.
- 29 Kupias Päivi & Koski Mia. 2012. Hyvä kouluttaja. Helsinki: Sanoma Pro Oy.
- 30 Schneider Electric. Graphics Editor TGML, Editor for TGML Graphics. 2011. Datalehti.
- 31 Notepad++ Wikipedia. Verkkodokumentti. <<http://en.wikipedia.org/wiki/Notepad%2B%2B>> Luettu 27.3.2015.
- 32 Notepad++ Configuration Files. Verkkodokumentti. < http://docs.notepad-plus-plus.org/index.php/Configuration_Files> Luettu 27.3.2015.

- 33 Schneider Electric. Design+ koulutusmateriaali. 2015. Diaesitys.
- 34 Schneider Electric. Vuoden 2015 koulutuskierroksen palaute. Raportti.
- 35 Schneider Electric – Our strategy. Verkkodokumentti. <<http://www.schneider-electric.com/sites/corporate/en/group/profile/schneider-electric-strategy.page>> Luettu 27.2.2013.