



AtmosWare IC1000 -rakennus- automaatiojärjestelmän moder- nisointi EcoStruxure-järjestel- mään

Olli Latvasalo

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2024

Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Koneautomaatio

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikan tutkinto-ohjelma
Koneautomaatio

LATVASALO, OLLI:
AtmosWare IC1000 -rakennusautomaatiojärjestelmän modernisointi
EcoStruxure-järjestelmään

Opinnäytetyö 93 sivua, joista liitteitä 21 sivua
Huhtikuu 2024

Rakennusautomaatiojärjestelmät kehittyvät nopeasti, ja energiatehokkuus on keskeinen puheenaihe kiinteistöjen ylläpidossa. Älykkäät automaatoratkaisut tarjoavat tehokkaita tapoja säästää energiaa ja kustannuksia samalla parantaen sisäolosuhteita. Vanhojen järjestelmien modernisointi mahdollistaa myös tulevaisuuden päivitykset tarjoten samalla helppokäyttöisiä etuja loppukäyttäjälle.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää ohjelmallinen dokumentti vanhan AtmosWare-automaatiojärjestelmän modernisoinnista työn toimeksiantajan, Schneider Electricin EcoStruxure Building -järjestelmällä. Tavoitteena työlle oli käydä pääpiirteittäin läpi koko modernisointiprojektin kulku sisältäen kytkentäsuunnittelun, laitevalinnat, ohjelmointityöt, grafiikkakuvat sekä asennukset ja järjestelmän käyttöönoton. Työn pääpaino pidettiin kuitenkin ohjelmointiin liittyvissä töissä, joka on aikaa vievin vaihe sekä yleensä vaikein osuus projektissa. Ohjelmointityöt tehtiin pääasiallisesti hyödyntäen yrityksen valmiita vakiopohjia sekä kirjasto-ohjelmia. Työtä tehdessä otettiin myös huomioon jo olemassa olevat aihepiiriä koskevat materiaalit ja tarkoituksena oli hakea niistä uutta näkökulmaa, sekä osittain koostaa niitä yhteen dokumenttiin.

Työn keskeisempänä tuloksena saatiin henkilökunnan käyttöön yleispätevä ohje vanhan AtmosWare-järjestelmän modernisointiprojektin läpivientiin ja ohjelmointiin. Työtä voidaan käyttää apuna projektien lisäksi myös huolto- ja vikatilanteissa. Lopputuloksena myös asiakas sai kohteeseensa nykyajan standardeja vastaavan automaatiojärjestelmän, joka on toimintavarma, helppokäyttöinen ja valmis tulevaisuuden laitekantapäivityksiä varten. Työn jatkokehittämistä voisi olla esimerkiksi opetusvideot ohjelmointivaiheesta, joissa voitaisiin käydä vielä yksityiskohtaisemmin läpi koko järjestelmän rakenne, sekä miten käännetyn tiedokannan sisältämä tieto käytetään oikein ja mahdollisimman tehokkaasti.

Asiasanat: rakennusautomaatio, modernisointi, ohjelmointi

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Mechanical Engineering
Machine Automation

LATVASALO, OLLI:
Modernization of the AtmosWare IC1000 Building Automation System to
EcoStruxure System

Bachelor's thesis 93 pages, appendices 21 pages
April 2024

Building automation systems are rapidly evolving, with energy efficiency being a key topic in property management. Smart automation solutions offer efficient ways to save energy and costs while improving indoor conditions. Modernizing old systems also allows future updates and user-friendly benefits to end users.

This thesis was aimed to develop an instructional document for modernizing the old AtmosWare automation system using Schneider Electric's EcoStruxure Building system. The goal was to outline the entire modernization project process, including wiring design, equipment selection, programming tasks, graphics, installations, and system commissioning. However, the focus was on programming-related tasks, which are typically the most time-consuming and challenging parts of the project. Existing materials on the topic were also considered to provide new perspectives and partially compile them into one document.

The primary outcome was a general guide for the company staff on modernizing the old AtmosWare system, aiding in project execution, maintenance, and troubleshooting. Additionally, the client received a modern automation system, meeting today's standards and ready for future updates. Further development could include instructional videos on the programming phase, providing a more detailed overview of the system's structure and optimizing the use of information contained in the converted database.

Key words: building automation, modernization, programming

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ	8
	2.1 Rakennusautomaatiota koskevat ohjeet, määräykset ja standardit 11	
	2.2 Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne	11
	2.2.1 Hallintotaso.....	12
	2.2.2 Automaatiotaso.....	13
	2.2.3 Kenttätaso	14
	2.3 Valvonta-alakeskuksen rakenne	15
	2.3.1 Automaatiopalvelin	17
	2.3.2 I/O-moduulit.....	18
	2.4 Alakeskusohjelmat	21
	2.4.1 Sovellusohjelmat	21
	2.4.2 Säättöohjelmat.....	22
	2.4.3 Aikaohjelmat.....	23
	2.4.4 Hälytysohjelmat	24
	2.4.5 Energianhallintaohjelmat	24
	2.5 AtmosWare IC1000.....	25
	2.5.1 Järjestelmän rakenne	26
	2.6 EcoStruxure Building.....	28
	2.6.1 Järjestelmän rakenne	29
	2.6.2 WorkStation ja WebStation.....	30
3	MODERNISOINTIPROJEKTIN ALOITUS.....	31
	3.1 Suunnittelu ja laitehankinnat	31
	3.1.1 KytKentäsuunnitelmat	33
	3.1.2 Virtuaaliprojektin luominen	36
	3.2 Vanhan tietokannan kääntö	38
4	OHJELMOINTITYÖ	41
	4.1 Käännetyt pääohjelmat	43
	4.1.1 Pääohjelman rakenne.....	44
	4.1.2 Script Function -ohjelmat.....	46
	4.1.3 Ohjelmien ja objektien liitokset	47
	4.2 Uudet ohjelmat.....	48
	4.2.1 Tulo- ja poistoilmakoneet.....	51
	4.2.2 Patteriverkosto ja erillispisteet	56
5	GRAFIKKAKUVAT	59

5.1 Vanhat grafiikkakuvat.....	59
5.2 Uudet grafiikkakuvat.....	60
6 ASENNUKSET JA KÄYTTÖÖNOTTO.....	63
6.1 Pistetestaus ja käyttöönotto	65
7 POHDINTA	68
LÄHTEET.....	70
LIITTEET	73
Liite 1. Ilmanvaihtokoneen säätökaavio (ST-käsikirja 17).	73
Liite 2. PK23 säätökaavio.	74
Liite 3. Laitetilauslista.....	75
Liite 4. KytKentäkuvat.....	76
Liite 5. Käännetyt pääohjelmat.....	84
Liite 6. Grafiikkakuvat.....	90

LYHENTEET JA TERMIT

AS-B	Automation Server Basic, automaatiopalvelin
AS-P	Automation Server Premium, automaatiopalvelin
CPU	Central Processing Unit, keskusyksikkö tai prosessori
Hälytysprioriteetti	Kiireellisyuden taso, joka kertoo kuinka nopeasti tapahtumaan tulisi reagoida
Hälytysviive	Aikaviive hälytyksen havaitsemisen ja sen aktivoimisen välillä
Indikointi	Tilatieto, esim. kosketintieto
IoT	Esineiden internet. Verkko, jossa fyysiset laitteet ovat yhteydessä toisiinsa ja internetiin
Kirjasto-ohjelma	Valmiiksi tehty ja toimivaksi todettu ohjelma
LVIS	Lyhenne sanoista lämmitys, vesi, ilmavaihto ja sähkö
Modra-vakiopohja	Moduulirakenteiden ohjelmakirjasto, joka sisältää mm. valmiit ohjelma- ja grafiikkakomponentit
Script-ohjelma	Tekstipohjainen ohjelma, joka koostuu sarjasta komentoja tai toimintoja, jotka suoritetaan järjestelmällisesti
Säätökäyrä	Graafinen kuvaaja, mihin voidaan määrittää käyräpisteitä
Tietokanta	Koko järjestelmän sisältämä tietorakenne
Virtuaalikone	Ohjelmallinen tietokone simuloidussa ympäristössä

1 JOHDANTO

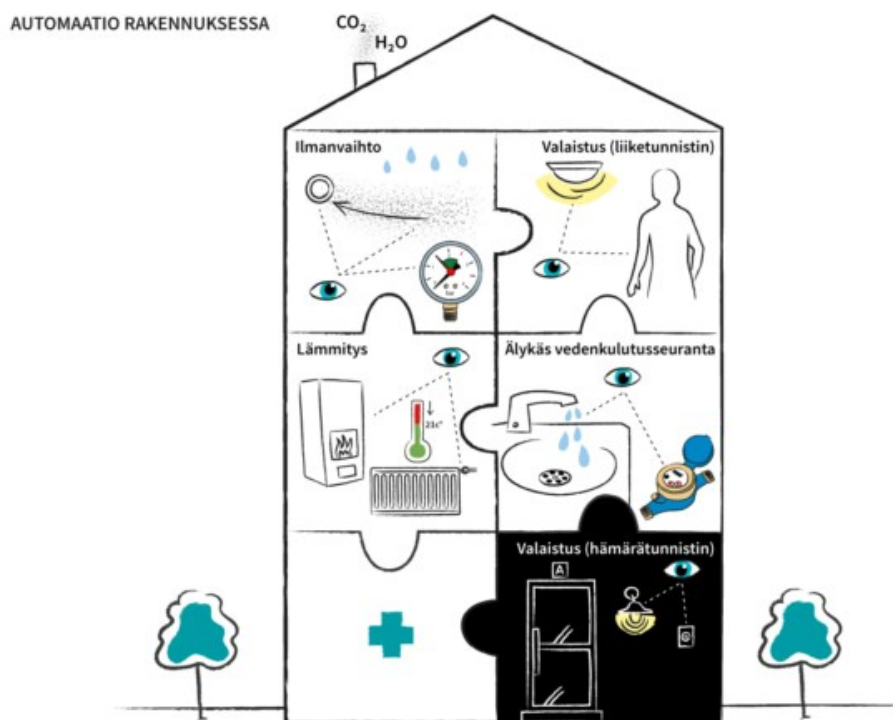
Rakennusautomaatiojärjestelmät kehittyvät kovaa vauhtia ja kiinteistöjen energiankulutus puhuttaa paljon nykypäivänä. Nykyisillä älykkäillä automaatoratkaisuilla saadaan tehokkaasti säästettyä energiaa ja kustannuksia kiinteistöissä, samalla parantaen sisäolosuhteita. Vanhojen automaatiojärjestelmien modernisointi mahdollistaa järjestelmän laitekannan päivittämistä tulevaisuudessa ja se tuo mukanaan helppokäyttöisiä etuja. Älykäs ja tietoturvallinen pilvialusta helpottaa automaatiojärjestelmän hallintaa loppukäyttäjälle tarjoten tehokkaan ja käyttäjäystävällisen tavan optimoida kiinteistön toimintaa ja resurssien käyttöä.

Opinnäytetyössä käsiteltävän vanhan AtmosWare-järjestelmän tuki, sekä varaosien toimittaminen on lopetettu ja järjestelmä voidaan korvata kustannustehokkaasti nykyisellä, Schneider Electricin EcoStruxure Building -rakennusautomaatiojärjestelmällä. Tavoitteena työlle oli käydä pääpiirteittäin läpi koko modernisointiprojektin kulku sisältäen sen suunnittelutyöt, ohjelmointiyöt sekä asennukset ja käyttöönotto uuteen järjestelmään. Työn pääasiallinen huomio kohdistettiin kuitenkin ohjelmointiin; miten sitä voidaan ymmärtää, sekä muuttaa nykyiseen ohjelmointitapaan hyödyntäen valmiita kirjasto-ohjelmia, sekä vakiopohjia. Nykyiseen ohjelmointitapaan siirryttäessä tuloksena on helpommin ymmärrettävissä oleva kokonaisuus esimerkiksi huolto- ja vikatilanteiden kannalta tulevaisuudessa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda ohjemainen työ modernisointiprojektien ja huoltotöiden tueksi pääosin henkilökunnan käyttöön, joilla on jo aikaisempaa kokemusta nykyisen EcoStruxure-järjestelmän kokonaisuudesta, toiminnasta ja ohjelmoinnista. Modernisointiprojektin kulkua ja siihen sisältyvää suunnittelutyötä voidaan taas hyödyntää esimerkiksi uusien työntekijöiden näkökulmasta.

2 RAKENNUSAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

Rakennus- tai kiinteistöautomaatiolla tarkoitetaan kiinteistön eri toimintojen kuten lämmityksen, jäähdytyksen, ilmanvaihdon, valaistuksen ja lukituksen automaatiointia. Rakennusautomaation tärkeänä tehtävänä on myös valvoa näitä järjestelmiä ja välittää hälytykset eteenpäin oikeille tahoille. Kuvassa 1 on esitetty esimerkkejä rakennusautomaation alaisuudessa olevista prosesseista kiinteistössä. (Kiinteistöautomaatio 2022.)



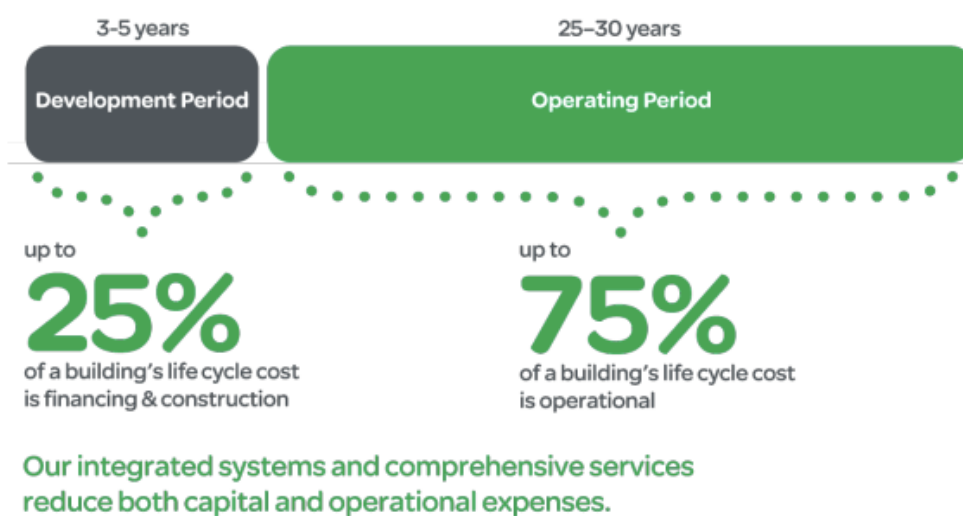
KUVA 1. Automaatio kiinteistössä. (Kiinteistöautomaatio n.d.)

Perinteisesti eri teknisiä järjestelmiä on ohjattu erillisinä, esimerkiksi lämmitystä omalla lämmönsäätimellä, ilmanvaihtoa kellokytkimillä ja lukituksia erilaisilla valvontalaitteilla. Nykyaikaisella automaatiojärjestelmällä mahdollistetaan kuitenkin näiden kaikkien toimintojen yhdistäminen yhdeksi helposti hallittavaksi kokonaisuudeksi. Rakennusautomaatiojärjestelmä on niin sanotusti kiinteistön aivot ja

valvova silmä. Automaation avulla ohjataan, säädetään, valvotaan ja optimoidaan kiinteistön toimintaa ilman käyttäjän tarvetta puuttua sen ohjauksiin. (Kiinteistöautomaatio n.d.)

Nykyaikaisella rakennusautomaatiojärjestelmällä varmistetaan ja ylläpidetään hyvät olosuhteet ja energiatehokkuus kiinteistössä. Tänä päivänä useimmat talotekniset laitteet pitävät sisällään myös omaa älyä. Niiden ohjaaminen ja oikea toiminta vaatii kuitenkin käsityötä, kuten ohjelmointia ja suunnittelua. Hyvin suunnitellun ja ohjelmoidun järjestelmän avulla näistä laitteista saadaan kasvatettua kokonaisuus, jota voidaan hallita yhdestä käyttöliittymästä. (Rakennusautomaatio n.d.)

Rakennusautomaation ja kiinteistöhallintajärjestelmien kehitysvauhti on ollut hyvin nopeaa ja monipuolista viime vuosikymmenen aikana. Kehitys on erityisen myönteistä ikääntyvien rakennusten ja infrastruktuurin kannalta. Alla olevasta kuvioista 1 nähdään, että jopa 75 prosenttia kiinteistön elinkaarikustannuksista Yhdysvaltain energiaministeriön ja rakennusviraston (U.S Department of Energy) mukaan kuluu rakennuksen käyttökustannuksiin, sekä ylläpitoon. Monet rakennukset on suunniteltu kestäämään vuosikymmeniä, joten on tärkeää huomioida teknologiaa ja skaalautuvia ratkaisuja, joilla saadaan optimoitua varoja ja säästää käyttökustannuksissa pitkällä aikajaksolla. (Schneider Electric n.d.)



KUVIO 1. Kiinteistön kustannukset elinkaaren aikana (Schneider Electric n.d.)

Nykypäivänä lähes kaikki järjestelmät ovat muuttuneet älykkäiksi sovelluksiksi sisällyttämällä älykkyyttä sovelluksiin, mikä vähentää ihmisten tarvetta usein keskeyttää tai ohjata niitä. Älykkyys mahdollistaa reaaliaikaisten parametrien välisen vuorovaikutuksen M2M (Machine to Machine) -vuorovaikutuksen avulla ja tekee viisaita päätöksiä haitallisissa tilanteissa. Markkinoilla on paljon edullisia laitteita, jotka keräävät reaaliaikaista dataa ja lähettävät ne esineiden internetin (IoT) avulla. Näin ollen ohjaus voidaan suorittaa etänä. Esimerkiksi eri antureista kerätyt tiedot ovat hyödyllisiä analytiikassa ja älykkäiden suunnittelumallien luomisessa paremmille rakennuksille. (Vijayan ym. 2020.)

Energian säästämisestä on tulossa maailmanlaajuinen prioriteetti, joten nykypäivän ensisijainen tavoite on saavuttaa älykäs ja kestävä kehitys, samalla kun vähäenergiarakennuksille aiheutuu suurin uhka hiilidioksidipäästöjen sekä suorien että epäsuorien seurausten vuoksi. Tutkimukset osoittavat, että 28–30 % maailmanlaajuisesta energiankulutuksesta tapahtuu rakennusten ja rakentamisen seurauksena. Älykäs rakennus tai koti, joka hyödyntää esineiden internetiä (IoT) ja kehittyneitä teknologioita, on paras ratkaisu energiansäästöön ja paremman ympäristön luomiseen. Älykkäät automaatiojärjestelmät ovat varustettu monilla innovatiivisilla tekniikoilla, jotka mahdollistavat ihmisten kommunikoinnin rakennusten kanssa ja ne suorittavat myös monia edistyneitä toimintoja kiinteistön valvonnassa, kuten turvavalvonta, vedenkäytön hallinta, energianhallinta, älykkäät valaistusratkaisut, älykäs energianhallinta ja sisäilman laatu. (Vijayan ym. 2020.)

Esimerkiksi lämmitys-, ilmanvaihto- ja jäähdytysjärjestelmiä (LVIS) käytetään sisätilojen mukavuustason parantamiseen, ja se muodostaa noin 50 % energiantarpeesta Euroopassa, samaan aikaan kun kyseisten järjestelmien käytön tärkeys ja prioriteetti rakennuksissa kasvaa. Asuinrakennuksissa LVIS-järjestelmä vähentää noin 6 % energiankulutuksesta ja on myös kodin suurin sähkönkuluttaja. (Vijayan ym. 2020.)

2.1 Rakennusautomaatiota koskevat ohjeet, määräykset ja standardit

Suomessa ei suoraviivaisesti ole asetettu paljoa viranomaisten velvoittamia määräyksiä rakennusautomaatiolle. Kuitenkin lähes kaikki talotekniikkaa koskevat säädökset koskevat epäsuorasti myös automaatiota. Suomen ympäristöministeriön laatima rakentamismääräyskokoelma säätelee rakentamista ja nämä asetukset liittyvät myös LVIS-järjestelmiin, mikä puolestaan vaikuttaa epäsuorasti rakennusautomaatioon. Lisäksi standardeja ja ohjeita on laajalti saatavissa, kuten ST-ohjekortisto ja SFS-standardit. (Korhonen 2022, 16–17.)

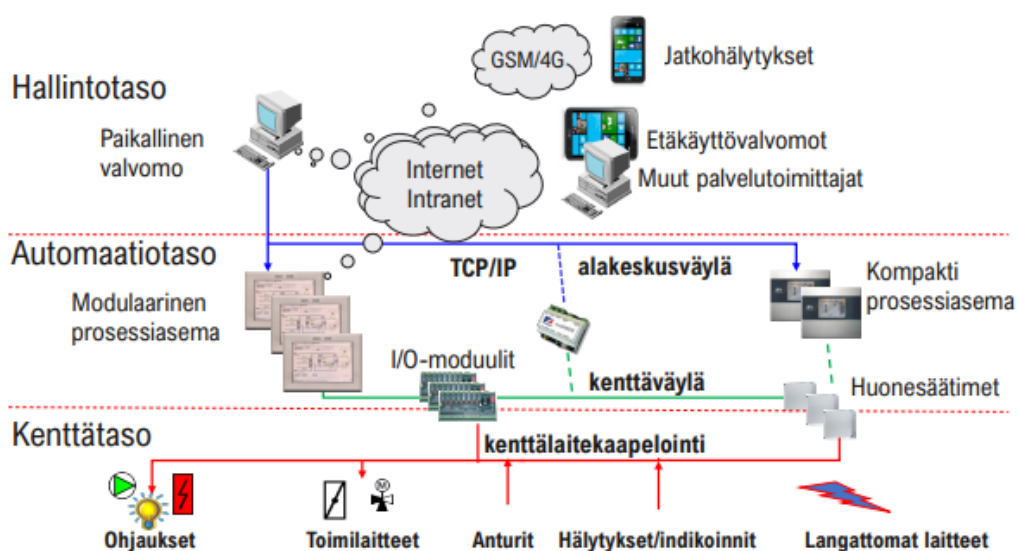
ST-kortisto toimii kattavana tietolähteenä sähkö-, tele-, turva- ja automaatioalan asiantuntijoille, jotka osallistuvat näiden järjestelmien toteutukseen ja suunnitteluun. Kortistosta löytyy monipuolisesti suunnitteluun liittyvää aineistoa, kuten ST-kortteja, ST-käsikirjoja, ST-ohjeistoja ja ST-esimerkkejä. (Korhonen 2022, 20) Alla olevissa kappaleissa on käytetty apuna näitä ST-materiaaleja.

Rakennusautomaatiota koskevia standardeja on runsaasti ja suurin osa niistä keskittyy pääasiassa rakennusautomaatiojärjestelmään liittyvien komponenttien, toimintojen rakenteiden ja laadun sekä järjestelmien asennuksen määrittelyyn. (Korhonen 2022, 19) Tämän työn kannalta keskeisenä standardina voidaan käyttää esimerkiksi SFS-EN ISO 16484-2 -standardia, joka tarkoitettu uusien rakennusten suunnitteluun ja olemassa olevaan olevien rakennusten modernisointiin hyväksyttävän sisäympäristön, käytännöllisen energiansäästön ja tehokkuuden varmistamiseksi. (SFS-EN ISO 16484-2 2005.)

2.2 Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne

Rakennusautomaatiojärjestelmien kehitystä enemmän kuin koskaan on ohjannut voimakkaasti IT-tekniikan edistyminen. Internetin, tietotekniikan, elektroniikkakomponenttien ja akkuteknologian yleinen kehittyminen on taannut tämän edistymisen. Myös jatkuva halu kehittää kiinteistöhoitoa, parantaa viihtyvyyttä ja energiatehokkuutta on saanut toimittajat tarjoamaan uusia tuotteita ja palveluita. Positiivisesti hinnat ovat laskeneet, koska järjestelmät perustuvat koko ajan enemmän yleisesti käytettäviin IT-tekniikoihin. (ST-käsikirja 17 2018, 59.)

Kuviosta 2 voidaan nähdä tyypillisen rakennusautomaatiojärjestelmän arkkitehtuuri nykypäivänä. Kuviota voidaan tarkastella hierarkkisesti ylhäältä alaspäin, jossa on kolme päätasoa: hallintotaso, automaatiotaso ja kenttätaso. Kyseinen hierarkia on luotu jo keskitettyjen järjestelmien aikana mutta älyn jakaannuttua yhä useampaan eri laitteeseen, on sen rajat jo hieman hälventyneet. Keskitettyjä järjestelmiä alettiin ottaa käyttöön 90-luvun lopulla, jolloin useita kiinteistöjä liitettiin yhteiseen valvomoon, joita kutsuttiin keskitetyiksi talovalvomiksi. Valvontajärjestelmät siihen aikaan toimivat kuitenkin täysin analogisesti. Jokainen mittaus-, tilatieto-, ohjaus- ja hälytyspiste vaati oman kaapeliparin, jota pitkin tieto vietiin valvontakeskukseen ja siitä talovalvomoon isoilla runkokaapelilla. (ST-käsikirja 17 2018, 14, 59.) Nykyään tietoa saadaan siirrettyä käytännössä yhden tietoliikennekaapelin avulla valvontakeskuksen ja valvomon välillä.



KUVIO 2. Tyypillisen rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne (ST-käsikirja 17 2018, 60.)

2.2.1 Hallintotaso

Hallintotasolla tarkoitetaan tasoa, johon kuuluvat paikallisvalvomot ja etävalvomot (keskusvalvomo). Hallintotaso toimii käyttäjärajapintana itse automaatiojärjestelmään päin. Paikallisvalvomoilla tarkoitetaan yleisesti automatisoidussa kiinteistössä paikallisesti olevia tietokoneita ja paikallisvalvomoita voi olla yksi tai

useampi. Etävalvomoon tai keskusvalvomoon voidaan taas yhdistää keskitetysti usea kiinteistön valvonta ja ne ovat yleensä serverityyppisiä ratkaisuja. Keskitettyä valvontaa voi hyödyntää esimerkiksi kaupungit, kunnat ja huoltoyhtiöt. Valvomosta voidaan tarkastella prosessien grafiikkakuvia, tehdä erilaisia muutoksia esimerkiksi lämpötilojen asetusarvoihin ja aikaohjelmiin, sekä vastaanottaa hälytyksiä järjestelmästä. Laajempaa osaamista ja asiantuntemusta voidaan myös hyödyntää kustannustehokkaasti useamman kiinteistön hyödyksi vaativissa analyysi- ja muutostöissä. Kunnossapito ja raportointi kuuluvat myös tavanomaisesti hallintotason toimintaan. (ST-käsikirja 17 2018, 59.)

2.2.2 Automaatiotaso

Automaatiotasolla taas tarkoitetaan kiinteistössä sijaitsevia alakeskuksia tai toisin sanottuna valvonta-alakeskuksia (VAK), jotka sisältävät älyn (CPU) sekä niihin liitetyt I/O-rajapinnat eli I/O-moduulit. Alakeskus voi olla myös ns. integroitu ratkaisu, joka sisältää itsessään CPU:n ja kiinteän I/O-pistemäärän (kuva 2). Alakeskus itsessään pitää sisällään tarvittavat ohjelmat ja alakeskuksen perässä olevia prosesseja ohjataan I/O-rajapintojen, sekä kentälaitteiden välityksellä. Alakeskukset eivät ole myöskään riippuvaisia etävalvomosta ja esimerkiksi tietoliikenneverkon katketessa kiinteistössä, toiminta jatkuu normaalisti itsenäisesti. (ST-käsikirja 17 2018, 60.) Kuitenkin usean alakeskuksen välillä samassa kiinteistössä jaetaan usein esimerkiksi ulkolämpötilan arvo ja alakeskuksien välisen järjestelmäarkkitehtuurin mukaan tieto ei välttämättä siirry. Tämä voi aiheuttaa pieniä ongelmia mm. lämmönjaossa.



KUVA 2. Esimerkki Schneider Electricin SpaceLogic AS-B-alakeskussäätimestä kiinteillä I/O-pisteillä (SpaceLogic AS-B 2024)

2.2.3 Kenttätaso

Kenttätasolla sijaitsee varsinaiset toimilaitteet ja anturit. Antureilla seurataan reaaliaikaisesti tietoa prosesseista ja olosuhteista. Esimerkkinä olosuhdemittaukset, kuten huoneilman lämpötilat ja hiilidioksidipitoisuudet tai lämmitysverkoston menoveden lämpötila (kuva 3). Alakeskus vertaa mitattuja tietoja ohjelmoituihin sekä suunniteltuihin arvoihin ja ohjaa I/O-rajapinnan kautta prosessin toimilaitetta. Esimerkiksi kaukolämmöllä lämmitettävässä lämmitysverkostossa mitataan verkostoon menevän veden lämpötilaa ja säädetään kaukolämpöventtiilin toimilaitetta halutun asetusarvon mukaan. I/O-moduuleita voidaan myös hajauttaa tarvittaessa alakeskuksen ulkopuolelle. Hajautettujen I/O-moduuleiden kanssa voidaan kommunikoida esimerkiksi kenttäväylän kautta. Väylää voidaan käyttää myös kiinteistössä itsenäisesti toimiville kenttälaitteille, kuten huonesäätimille, taajuusmuuttajille tai pakettimallisille ilmanvaihtokoneille, jotka toimitetaan omalla ohjauslogiikalla. Kenttäväylän kautta luetaan, sekä kirjoitetaan tietoa alakeskuksen ja laitteen välillä. Yleisimpiä kenttäväylästandardeja ovat mm. Mod-Bus, M-Bus, KNX ja BACnet. Väylän valintaan vaikuttaa mm. valitut laitteet, asiakkaan päätös, automaatio suunnittelijan näkemys ja urakoitsijan tarjoamat vaihtoehdot. (ST-käsikirja 17 2018, 61.)



KUVA 3. Antureita ja venttiilin toimilaite (Rakennusautomaatiotuotteet n.d.)

2.3 Valvonta-alakeskuksen rakenne

Valvonta-alakeskus (VAK) rakennetaan normaalisti kytkentäkaappiin ja se sijoitetaan yleensä lähelle hallittavaa prosessia, kuten ilmanvaihtokonehuoneeseen tai lämmönjakohuoneeseen. (ST-käsikirja 17 2018, 65.) Valvonta-alakeskus pitää sisällään vähintään yhden CPU:n eli suorittimen. CPU:ta voidaan kutsua myös automaatiopalvelimeksi ja kiinteistössä, jossa alakeskuksia ja automaatiopalvelimia on useampia, palvelimet ovat yhteydessä toisiinsa kiinteistön ATK-verkon välityksellä. Kohteissa, joissa kiinteän verkon käyttäminen ei ole mahdollista, voidaan käyttää esimerkiksi mobiililaajakaistaa (4G/5G) erillisellä modeemilla. (Virtanen 2016, 8.)

Valvonta-alakeskukseen lisätään tarvittava määrä I/O-moduuleita suunnitteluvaiheessa laskettujen I/O-pisteiden mukaisesti. Moduulit kommunikoivat automaatiopalvelimen kanssa yleensä väylän avulla, esimerkiksi ModBus-protokollalla. (ST-käsikirja 17 2018, 65.) Kuvassa 4 on EcoStruxure-järjestelmän valvonta-alakeskus, jonka ovesa sijaitsee itse automaatiopalvelin ja teholähde, joka syöttää DC-jännitettä palvelimelle sekä I/O-moduuleille. Alakeskuksen alaosassa sijaitsee sulakkeet, 24 V riviliittimet kenttälaitesyötöille, pistorasioita ATK-laitteiden käyttöön sekä 24 V AC-muuntaja kenttälaitteita varten. Keskellä keskusta sijaitsee I/O-moduulit ja lisää kenttälaitesyötöille varattuja riviliittimiä.



KUVA 4. Valvonta-alakeskus

Valvonta-alakeskus voi sisältää myös paikallisen näyttö- ja operointiyksikön, jolla voidaan tarkastella järjestelmän pistelistauksia, sekä grafiikkakuvia, joista päästään muuttamaan esimerkiksi prosessin asetusarvoja ja aikaohjelmia. Paikalliset operointiyksiköt voivat olla yksinkertaisimmillaan muutaman rivin pituisia nestekidenäyttöjä ja sen viereen asennettuja toimintanäppäimiä. Nykypäivänä on kuitenkin siirrytty enemmän keskuksen oveen integroituihin värillisiin kosketusnäyttöihin, jotka voi olla kooltaan jopa 24 tuumaa ja niiden toiminnallisuus lähenee jo valvomotasoa (kuva 5). (ST-käsikirja 17 2018, 70.)

Advanced Display v3 SmartX HMI



KUVA 5. Schneider Electric Advanced Display v3 -näyttö- ja operointiyksikkö (Advanced Display v3 2019.)

2.3.1 Automaatiopalvelin

Automaatiopalvelin tai CPU (kuva 6) on alakeskuksen ydin ja sen tehtävänä suorittaa keskeisiä toimintoja, kuten ohjauslogiikkaa, trendinäytteiden tallennusta, sekä hälytyksien valvontaa. (Automation Server 2015.) Automaatiopalvelimille on yleensä esiasennettu toimittajan oma ohjelmisto, jota voidaan hallita erilaisilla käyttöliittymillä tietokoneen välityksellä. Esimerkiksi Schneider Electricin rakennusautomaatiojärjestelmiä voidaan hallita WorkStationin ja WebStationin kautta.



KUVA 6. Schneider Electric SpaceLogic AS-P automaatiopalvelin (SpaceLogic AS-P 2024.)

Ohjauslogiikalla määritellään miten eri laitteet ja prosessit toimivat. Ohjauslogiikka ohjaa laitetta tai prosessia prosessista tulevan datan avulla, kuten anturi- ja tilatiedoilla.

Trendinäytteiden avulla voidaan pitää trendilokia, joka sisältää historiallisesti tietoa järjestelmän suorituskyvystä ja toiminnasta. Trendilokien avulla voidaan seurata prosessien arvoja, kuten olosuhteita pitkälläkin aikavälillä. Tietoa voidaan hyödyllisesti käyttää esimerkiksi analyysissä ja vianetsinnässä.

Hälytyksien valvonnalla seurataan järjestelmää hälytyksien varalta. Hälytyksiä voidaan valvoa suoraan kentältä fyysisillä hälytyspisteillä tai järjestelmä voi havaita poikkeamia mitatuista arvoista käyttäjän asettamien rajojen mukaisesti. Hälytykset voidaan välittää eteenpäin esimerkiksi huoltoyhtiölle.

2.3.2 I/O-moduulit

I/O-moduulit eli tulo-/lähtömoduulit toimivat automaatiopalvelimen ja kenttälaitteiden välissä. I/O-moduulit toimivat siis molempiin suuntiin ja niihin voidaan kytkeä ns. fyysisiä pisteitä, kuten antureita, toimilaitteita pumppuja, puhaltimia, taajuusmuuttajia ja venttiileitä. Käytännössä mitä vain, mitä voidaan mitata, ohjata ja säätää jännitteen avulla. I/O-moduulityyppejä on yleisesti ottaen neljää erilaista, **DI, AI, DO** ja **AO**. (ST-käsikirja 17 2018, 65) Osalla valmistajista on myös sekoituksia näistä moduulityypeistä eli esimerkiksi UI/AO-moduuleita. Kuvassa 7 on Schneider Electricin SpaceLogic UI-8/AO-V-4 (vasen) ja UI-8/AO-V-4-H (oikea) - I/O-moduulit, joihin voidaan kytkeä 8 kpl digitaalisia ja analogisia sisääntuloja, sekä 4 kpl analogisia ulostuloja. H-malli sisältää myös käsikäyttökytkimet analogisille ulostuloille. (UI-8/AO-V-4 and UI-8/AO-V-4-H 2024.) UI eli universal input -moduuli on yhdistetty DI- ja AI-moduuli.



KUVA 7. SpaceLogic UI-8/AO-V-4 ja UI-8/AO-V-4-H -moduulit (UI-8/AO-V-4 and UI-8/AO-V-4-H 2024.)

DI eli digital input -moduuleihin voidaan kytkeä erilaisia kenttätasolta tulevia kosketintietoon perustuvia ns. binäärisiä (digitaalisia) tilatietoja ja hälytyksiä. Kenttälaitteissa sijaitseva kosketintieto voi olla sulkeutuva (NO) tai avautuva (NC). Moduuli havaitsee sisääntulokanavan valvontapiirin sulkeutumisen tai avautumisen ja sen perusteella saadaan tieto ohjauslogiikkaan laitteen tilasta tai hälytyksestä. Jos kenttälaitteelta tuleva kosketintieto on erityisen kriittinen tai tärkeä, kuten murtohälytyskeskukselta tuleva hälytys, voidaan se muuttaa analogiseksi lisävastuksen avulla. Lisävastuksen avulla voidaan erottaa toisistaan kaapelin katkeaminen, oikosulku ja itse kosketintieto. (ST-käsikirja 17 2018, 72.) DI-moduuleihin voidaan kytkeä yleensä myös pulssilaskentapisteitä (IMP), joita ovat mm. kulutusmittareilta kuten vesi- ja sähkömittareilta tulevia kosketintietoja. Mittareiden lähettämät pulssit tai sykäykset vastaavat jotain kulutusmäärää, esimerkiksi 1 pulssi voi vastata 100 litraa vettä. Moduulin sisääntuloihin tulevat pulssit tai sykäykset lasketaan yhteen ja muutetaan oikeaan yksikköön ohjauslogiikan avulla. (ST-käsikirja 17 2018, 74.)

AI eli analog input -moduulin pisteisiin voidaan liittää erilaisia mittausantureita. Lämpötilan mittausanturit ovat yleensä yksinkertaisia NTC- tai PTC-tyyppisiä vastuselementtejä, joiden resistanssi muuttuu lämpötilan funktiona. Loput mittaustyytit ovat yleensä 0–10 tai 2–10 V DC-jänniteviestejä, kuten painemittaukset ja pitoisuusmittaukset. Poiketen teollisuusautomaatiosta virtaviestejä (4–20

mA) käytetään hyvin harvoin rakennusautomaatiossa. AI-moduulin toiminta perustuu A/D-muuntimeen (analog to digital), joka muuntaa mitatun signaalin analogisesta digitaaliseen muotoon. Ohjauslogiikka ymmärtää vain digitaalista tietoa eli ns. nollia ja ykkösiä. Muuntimen häiriönsietokyky vaikuttaa myös paljon mitaustuloksen tarkkuuteen ja esimerkiksi suomessa sähköjärjestelmissä käytettävä 50 Hz taajuus voi aiheuttaa häiriötä huonosti suojatussa moduulissa. (ST-käsikirja 17 2018, 73.)

DO eli digital output -moduuleilla voidaan toteuttaa erilaisia päälle/pois-tyyppisiä toimintoja. DO-lähdöt toimivat digitaalisesti samalla tavalla, kuin DI-moduulilla ja niillä voidaan ohjata yleensä 230 V ja 24 V laitteita, kuten toimilaitteita ja kontakteita sähkökeskuksissa. Jos DO-moduuli ei sisällä 230 V -kestoisia releitä, voidaan kuormia ohjata erillisillä apureleillä. Apureleiden käyttäminen 230 V -ohjauksille on myös suotavaa, jos samaan moduulin kytketään 24 V -lähtöjä tai kuorman aiheuttama virta on liian suuri moduulin kärkeille. Ohjauksikomentojen apuna käytetään usein DI-pisteisiin kytkettyjä tilatietoja. Mikäli laitteelta tuleva tilatieto poikkeaa ohjauksen tilasta, voidaan antaa esimerkiksi ristiriitahälytys. (ST-käsikirja 17 2018, 73.)

AO eli analog output -moduuleilla voidaan tuottaa portaattomia jänniteviestejä (säätöviestejä) ohjattaville toimilaitteille, kuten ilmapelleille ja säätöventtiileille. Ohjauslogiikka muuttaa sen laskemat ohjausarvot D/A-muuntimen (digital to analog) avulla digitaalisesta muodosta analogiseen muotoon, joka on lähtökohtaisesti 0–10 V tai 2–10 V DC-jännitettä. Ohjauslogiikassa käytetään usein esimerkiksi PID-säätöä ohjearvojen laskemiseen kenttälaitteille. (ST-käsikirja 17 2018, 74.) PID-säädin on yksi yleisimmistä säätötekniikassa käytettävistä perussäätimistä ja se perustuu P eli suhdeosaan, I eli integrointi-aikaan ja D eli derivointiaikaan. PID-säädin käyttää asetuseron (esim. haluttu lämpötila) ja mitatun arvon (mitattu lämpötila) erosuuretta ja säätää lähtevää arvoa sille annettujen parametrien (P, I ja D) mukaisesti.

2.4 Alakeskusohjelmat

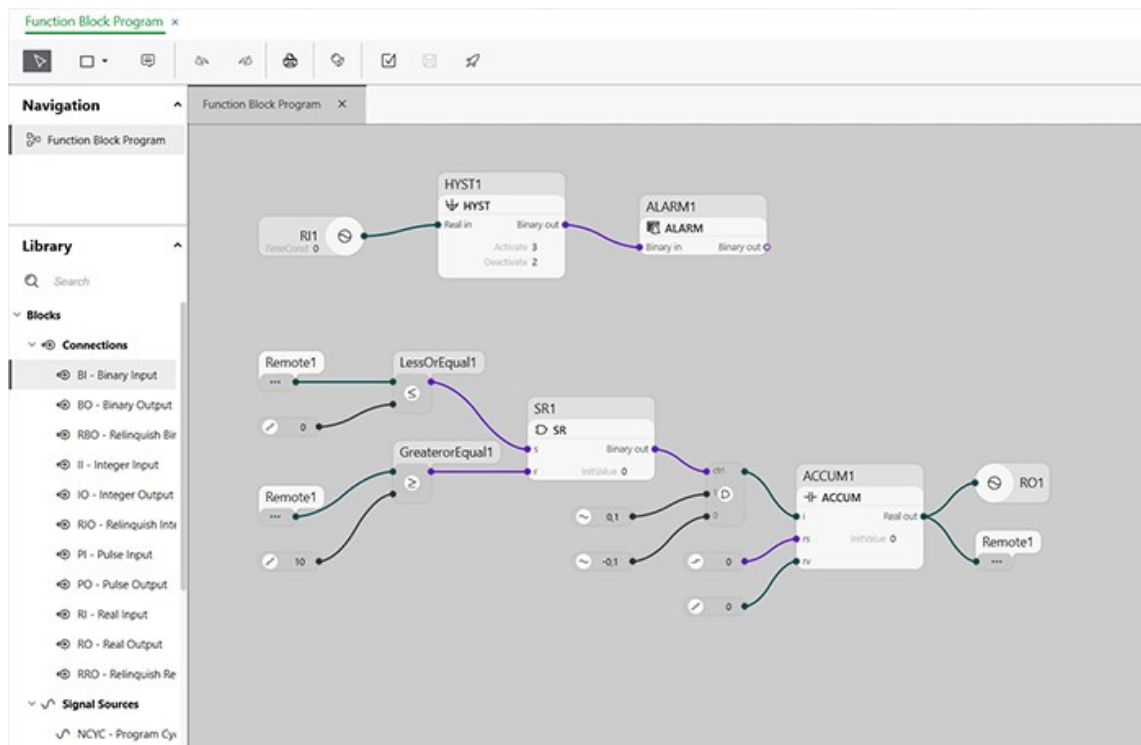
Alakeskus- ja valvomo-ohjelmilla on erilaisia toteutustapoja. Alakeskuksen toimissa itsenäisesti ilman valvomoyhteyttä, voidaan puhua alakeskusohjelmista. Nämä alakeskusohjelmat hallitsevat kaikki ohjaukseen ja säätöön liittyvät toiminnot, jolla varmistetaan prosessien toiminta paikallisesti ilman valvomoyhteyttä. Valvomo-ohjelma voi olla esimerkiksi historiaohjelma alakeskuksen keräämältä mittausdataalta, jonka valvomo luo trendilokiksi. Keskeisimpiä alakeskusohjelmia on sovellusohjelmat, säätöohjelmat, aikaohjelmat, hälytysohjelmat ja energianhallintaohjelmat. Tietyt ohjelmat voidaan toteuttaa joko alakeskus- tai valvomo-ohjelmina. Näiden ohjelmien vaatimukset voidaan esittää työselostuksissa tai säätökaavioiden toimintaselostuksissa. (ST 701.32 ohjekortti, 8.) Liitteessä 1 on esimerkki ilmanvaihtokoneen säätökaaviosta ja sen toimintaselostuksesta.

2.4.1 Sovellusohjelmat

Sovellusohjelmoinnilla tarkoitetaan käytännössä niitä ohjelmia, joissa määritetään ohjattavien prosessien toiminnot, niihin liittyvät I/O-pisteet sekä erilaiset riippuvuudet aliohjelmamoduuleista tai kirjasto-ohjelmista. Sovellusohjelmointia voidaan myös ajatella ikään kuin ohjelmarunkona, johon kasataan erilaiset aliohjelmat ja sovitetaan ne siihen prosessiin minkä toimintaa ollaan ohjelmoimassa (esimerkiksi ilmanvaihtokoneen säätö). Sovellusohjelmoinnissa käytetään valmistajakohtaisia ohjelmointikieliä, jotka voivat olla esimerkiksi function block eli toimilohko-ohjelmointi tai tekstipohjaiset JavaScript- ja HTML-kielet. Osa valmistajista käyttää myös teollisuusautomaatiossa käytettävään IEC 61131-3 -standardiin pohjautuvia ohjelmointikieliä Pascal, C ja Basic. Toimilohko-ohjelmointi kuuluu myös saman standardin piiriin. (ST-käsikirja 17 2018, 76.)

Sovellusohjelmoinnissa käytetään apuna usein tehokkaampia työkaluja ja ohjelmistoja, jotka perustuvat grafiikkaan, jossa prosessi tai ohjelma voidaan kuvata graafisina ohjelmalohkoina. Etuna graafisessa ohjelmoinnissa on sen havainnollisuus ja sitä on yleisesti helpompi ymmärtää, kuin tekstipohjaista ohjelmointikieltä. (ST-käsikirja 17 2018, 76.) Kuvassa 8 on esimerkki yksinkertaisesta toimi-

lohko-ohjelmasta, joka on toteutettu Schneider Electricin WorkStation-ympäristössä. Sovellusohjelmointi kehittyi nykypäivänä yhä enemmän valmiiden aliohjelmalohkojen hyödyntämiseen. Valmiiden ja testattujen lohkojen käyttö nopeuttaa ohjelmointityötä ja vähentää virheiden määrää. (ST-käsikirja 17 2018, 76.)



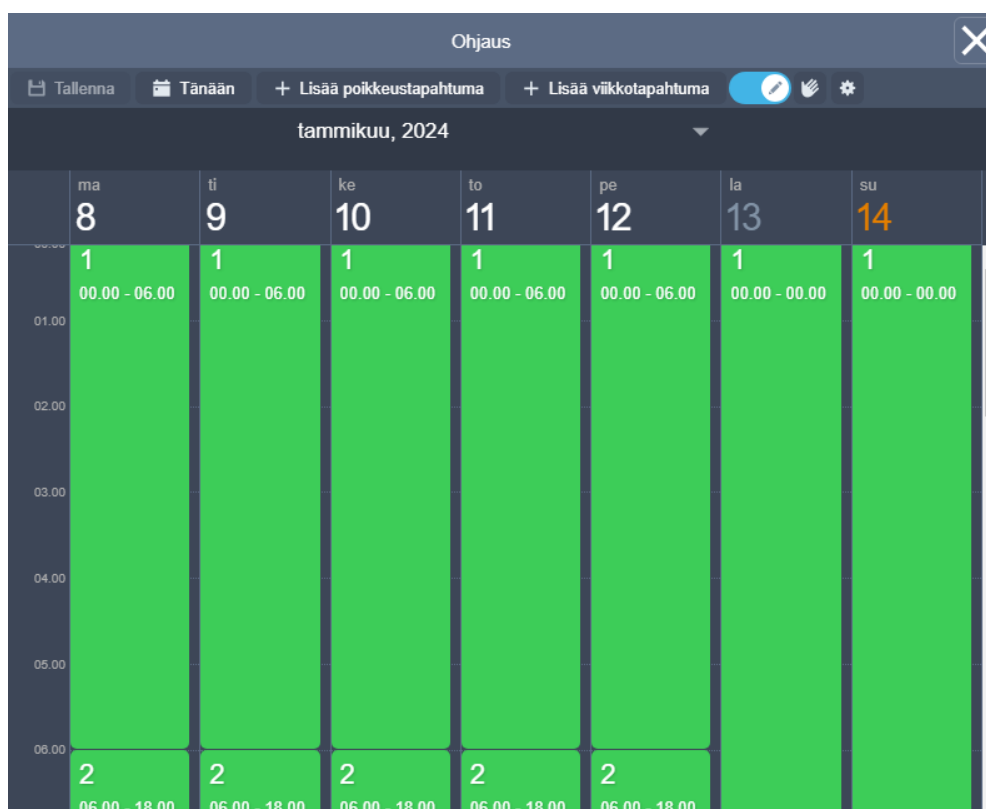
KUVA 8. Graafinen toimilohko-ohjelma (WorkStation 2024.)

2.4.2 Säätöohjelmat

Säätöohjelmista puhuttaessa voidaan ne ymmärtää yleisesti laajempina kokonaisuuksina, kuin pelkästään yksittäisinä säätöpiireinä. Säätöohjelma voi muodostua useammista ohjelmalohkoista, kuten PID-säätimistä, kaskadisäätöpiireistä, minimi-maksimivalitsijoista, loogisista ehtolauseista, matemaattisista lausekkeista tai viivepiireistä. Järjestelmän ohjelmointikielellä kirjoitettu säätöohjelma käyttää näitä ohjelmalohkoja ja funktioita. (ST-käsikirja 17 2018, 76.)

2.4.3 Aikaohjelmat

Aikaohjelmat voidaan sijoittaa joko valvomon puolelle tai suoraan alakeskukseen. Useimmiten ne sijaitsevan suoraan alakeskuksen automaatiopalvelimella, jolloin toiminta pysyy normaalina, vaikka valvomoyhteys katkeaisi. Tyypillisesti aikaohjelma koostuu viikko-ohjelmasta ja kalenteripohjaisesta erikoispäiväohjelmasta. Viikko-ohjelmalla voidaan määrittää esimerkiksi erilaisia käynnistys- ja pysäytysaikoja ilmanvaihtokoneelle. Erikoispäiväohjelmalla voidaan taas tehdä poikkeuksia halutuille ajoille ja päiville, kuten lomajaksot ja pyhäpäivät. (ST-käsikirja 17 2018, 78.) Kuvassa 9 on esimerkki eräässä koulussa sijaitsevan poistoilmakoneen viikko-ohjelma. Viikko-ohjelman mukaan kone käy ½-teholla (1) ajanjakson 00:00-06:00 ja täydellä nopeudella ajanjakson 06:00-18:00. Viikonloppuisin kone käy vain ½-teholla.



KUVA 9. Poistoilmakoneen aikaohjelma

2.4.4 Hälytysohjelmat

Hälytyksien käsittelyä voidaan hallita omalla ohjelmalla, jossa esimerkiksi määritellään hälytysluokat, puskurointi alakeskuksen muistiin, jatkosiirrot, vastaanottovalvomot ja jatkosiirroissa käytettävät aikaikkunat. Hälytyksien jatkosiirrot tapahtuvat yleensä sähköpostin tai tekstiviestin avulla. (ST-käsikirja 17 2018, 80.)

2.4.5 Energianhallintaohjelmat

Energiahallintaohjelmat kokoavat yhteen erilaisia sovelluksia, joiden yhteinen päämäärä on optimoida laitteiden maksimaalinen energiatehokkuus. Energianhallintaan liittyvät toiminnot voidaan toteuttaa suoraan sovellusohjelmointia käyttäen tai ottamalla käyttöön itsenäisiä kirjasto-ohjelmia. Valinta riippuu yleensä tapauskohtaisesta tilanteesta ja siitä voidaan mainita projektin suunnitteluasiakirjoissa. Energianhallinnassa käytettäviä tyypillisiä ohjelmia on optimoitu käynnistys ja pysäytys, yöviilennys, entalpiaohjaus, jaksottaisohjaus sekä huipputehon rajoitus. (ST-käsikirja 17 2018, 78.)

Optimoidulla käynnistys ja pysäytys -ohjelmalla pyritään optimoimaan lämmityksen tai jäähdytyksen käynnistyksen ja sammutuksen rakennuksessa, joka toimii jaksoittain. Se ottaa huomioon sisä- ja ulkolämpötilojen muutokset sekä rakennuksen massan aiheuttaman muutoshitauden. Rakennuksen käyttöjaksot määrittää käyttäjä ja ohjelma laskee optimaaliset käynnistys- ja sammutusajankohdat, varmistaen kuitenkin halutut olosuhteet käyttöjakson aikana. (ST-käsikirja 17 2018, 78.)

Yöviilennys-ohjelmaa voidaan käyttää ilmanvaihtokoneissa rakennuksen viilentämiseen yöaikana, kun ulkolämpötila laskee. Tällöin päiväaikaan tarvittavaa jäähdytystä voidaan vähentää ja sitä kautta säästää energiaa. (ST-käsikirja 17 2018, 79.)

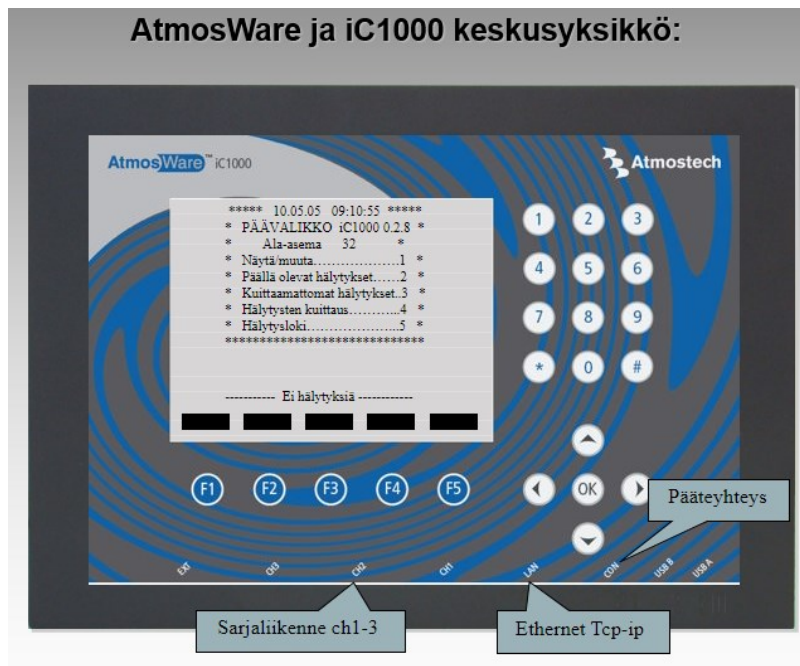
Entalpiaohjaus -ohjelmalla tavoitellaan mahdollisimman energiatehokasta jäähdystystä optimoimalla ulkoilman ja kiertoilman suhdetta tuloilmassa. Se ottaa huomioon kokonaislämpösisällön laskennallisesti mittaamalla lämpötilaa ja suhteellista kosteutta. (ST-käsikirja 17 2018, 79.)

Jaksottaisohjaus -ohjelma on pääasiassa suunniteltu käytettäväksi sähkökooneissa, joita ei ole käytännöllistä taloudellista säätää portaattomasti esimerkiksi taajuusmuuttajalla. Konetta ohjataan joko kiinteiden päälle-/poisjaksojen avulla tai muuttamalla jakson pituutta kompensointimittauksen perusteella. Tyypillisiä sovelluskohteita ovat esimerkiksi luiskalämmityksen ja autolämmityspisteiden ohjaus ulkolämpötilan perusteella. (ST-käsikirja 17 2018, 79.)

Huipputehon rajoitus -ohjelma on suunniteltu sähkökuormien hallintaan niin, että asetettua kokonaiskuormituksen raja-arvoa ei ylitetä. Ohjelman päämääränä on minimoida kiinteistölle määrättyä huipputehomaksua, joka perustuu energialaitoksen mittaamiin tehohuippuihin, yleensä muutaman kylmimmän talvikuukauden aikana. Ohjelmassa jokaiselle kuormalle määritellään prioriteetti, jota käytetään kuormien poiskytkentäjärjestykseen, kun lähestytään kokonaiskuormitukselle asetettua raja-arvoa. (ST-käsikirja 17 2018, 79.)

2.5 AtmosWare IC1000

AtmosWare IC1000 oli entisen Atmostech Oy:n kehittämän rakennusautomaatiojärjestelmän AtmosCaren viimeisin alakeskusyksikkö ja sen I/O-moduulit. Atmostech Oy yhdistyi alkuvuodesta 2006 Schneider Electricin omistaman TAC Finland Oy:n kanssa, täten muodostaen TAC Atmostech Oy:n. Vuonna 2014 TAC Atmostech sulautui taas osaksi Schneider Electric Finland Oy:ta. Molempien valmistajien laitekannat ja järjestelmät yhdistyivät molempien kehitystyötä ja valmistamista normaalisti jatkaen. (Mäenpää 2018, 13.) Opinnäytetyön työsudessa käsiteltävä valvonta-alakeskus on varusteltu kuvan 10 mukaisella AtmosWare IC1000 keskusyksiköllä. Keskusyksikön näyttöpaneelin ja näppäimien avulla käyttäjä voi paikallisesti esimerkiksi seurata ja ohjata järjestelmän tilaa, sekä kuitata hälytyksiä.

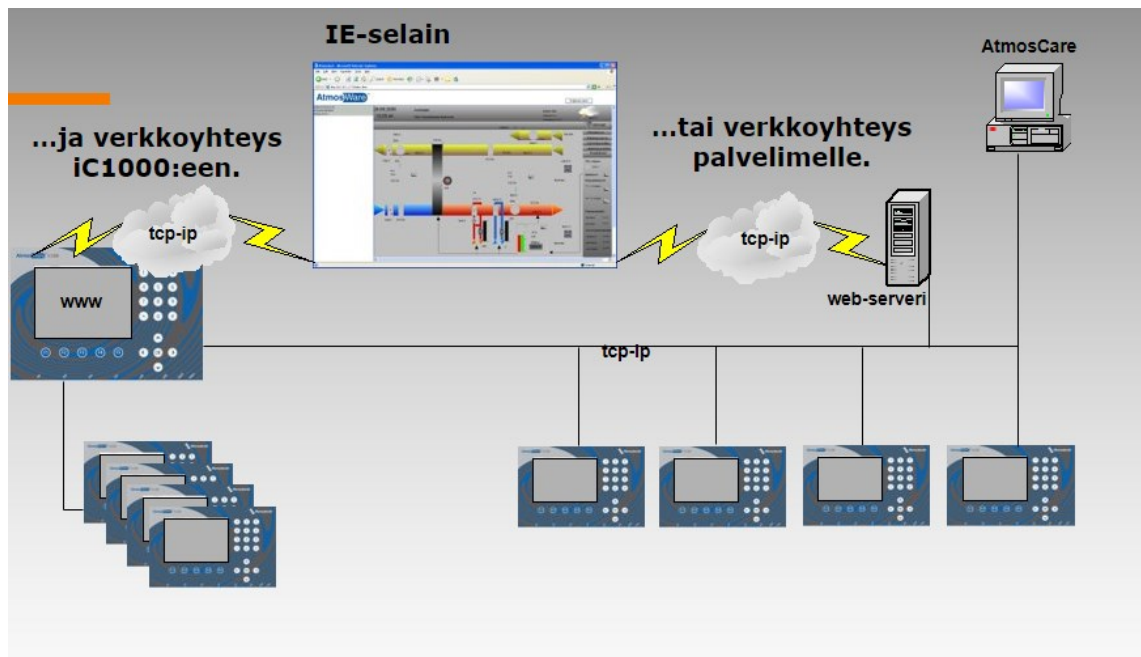


KUVA 10. AtmosWare IC1000 keskusyksikkö (IC1000 käyttöönnotto-ohje 2008.)

IC1000 keskusyksikköä edelsi malli A88, joka on tullut markkinoille 90-luvulla ja sitä käytettiin 2000-luvun alkuosille, kunnes IC1000 malli korvasi sen. IC1000 mallia käytettiin tietävästi 2010-luvun alkuosille asti. Myöhemmässä vaiheessa sitä alettiin modernisoimaan TAC:n ja Schneider Electricin StruxureWare (nyk. EcoStruxure) järjestelmillä. (Mäenpää 2018, 13.)

2.5.1 Järjestelmän rakenne

IC1000-malli oli varusteltu Ethernet-portilla ja se voitiin yhdistää suoraan kiinteistön ATK-verkkoon. Kiinteistöissä, joissa oli useampi kuin kaksi alakeskusta, voitiin käyttää 2 eri tapaa alakeskusten verkkoyhteyksille. Kuvion 3 vasemmalla puolella on aliväyläratkaisu, jolloin yksi IC1000 yksikkö (Master) liitetään verkkoon ja muut yksiköt (Slave) sen perään RS422-sarjaliikenteellä. Kuvion oikeanpuoleisessa ratkaisussa taas kiinteistön kaikki yksiköt liitetään verkkoyhteydellä palvelimelle (web-serveri). Järjestelmän grafiikkakuvia, aikaohjelmia ja asetuksia voitiin hallita sille luodun IE-selaimen avulla. (IC1000 käyttöönnotto-ohje 2008.)



KUVIO 3. AtmosWare-järjestelmän rakenne (Kytölä n.d.)

IC1000 keskusyksikkö keskusteli I/O-moduuleiden kanssa Modbus-väylän avulla, jolloin ne voidaan liittää suoraan esimerkiksi Schneider Electricin AS-P automaatiopalvelimeen. A88 mallin I/O-moduulit toimivat taas lattakaapeleilla ja ne voidaan liittää erillisen Modbus-adapterin avulla IC1000 keskusyksikköön tai AS-P automaatiopalvelimeen. (IC1000 käyttöönotto-ohje 2008.) Tässä työssä keskitytään kuitenkin valvonta-alakeskuksen täydelliseen modernisointiin eli I/O-moduulit uusitaan automaatiopalvelimen lisäksi.

AtmosWare-alakeskuksien ohjelmointitapa oli Atmostech Oy:n kehittämä täysin tekstipohjainen script-kieli ja se perustui pistekohtaiseen ohjelmointiin. Kuvassa 11 on esimerkki yhden alakeskuksen ohjelmoitavan pisteen ohjelmasta, jossa käsitellään tuloilmakoneen käyntilupaa. Ohjelma alkaa apumuuttujien määrittelyllä, seuraavaksi koneen lukitukseen ja käyntiin liittyvillä ehdoilla ja viimeisenä esitetään ohjelman ulostulo, joka on tässä tapauksessa tuloilmakoneen ohjelmallinen käyttöpiste. Käyttöpiste kertoo tuloilmakoneen tilan.

```

Pisteen indeksi..... 361
Pisteen tyyppi..... OHJELMOITAVA PISTE
Pistetunnus..... P32.TK2.IN
Teksti..... *** OHJELMOITAVA PISTE ***
Moduulinumero..... 0
Pistenumero..... 0
Näytteenottoväli..... 1
5 * ===APUMUUTTUJAT===
10 B1 = O_TK2-OHJAUS : B2 = O_TK2-TF1 ERI I_TK2-TF1
15 B3 = ( EI O_TK2-OHJAUS AUTO ) TAI ( EI O_TK2-TF1 AUTO )
18 * PALUUVEDEN LÄMPÖTILA MÄÄRÄTYN LÄMPÖISTÄ
20 * B4 = P303.TK2-START EPÄTOSI
22 B4 = TOSI
24 * LÄMMÖNJAKOHUONEEN VIKATILA PYSÄYTTÄÄ IV-KONEEN
25 X1 = M_LJH-VIKA
30 * ===LUKITUKSET===
35 JOS B1 SEIS : X10 = 0 : LOPPUJOS
40 * KÄYNTIIN
42 JOS ( B1 KÄY ) JA B4 VIIVE 10 S : X10 = 2 : LOPPUJOS
45 JOS ( B1 HIDAS ) JA B4 VIIVE 10 S : X10 = 3 : LOPPUJOS
50 JOS ( B1 NOPEA ) JA B4 VIIVE 10 S : X10 = 4 : LOPPUJOS
55 * JOS P1.TIK1-YT KÄY : X10 = 11 : LOPPUJOS
58 JOS P_TK2-PF2 KÄY : X10 = 8 : LOPPUJOS
59 JOS I_TK2-HS9.1 KÄY : X10 = 8 : LOPPUJOS
60 JOS M_TE1G,1 JA X10 > 1 JA B4 VIIVE 10 S : X10 = 5 : LOPPUJOS
65 * SEIS
70 JOS H_TK2-TZ14 : X10 = -2 : LOPPUJOS
75 JOS I_TK2-P5 SEIS : X10 = -3 : LOPPUJOS
80 JOS R_TK2-TE5 : X10 = -4 : LOPPUJOS
83 * JOS YR31.TK2-TE10 : X10 = -4 : LOPPUJOS
88 * JOS R31.TK2-TE29 : X10 = -4 : LOPPUJOS
89 JOS H_HS1 : X10 = -5 : LOPPUJOS
90 JOS X1 < 0 : X10 = X1 : LOPPUJOS
91 * JOS O31.HS1 KÄY : X10 = -5 : LOPPUJOS
95 JOS ( O_TK2-OHJAUS SEIS ) JA ( O_TK2-TF1 SEIS ) JA B3 : X10 = -11 : LOPPUJOS
96 JOS AR_TK2-PE1 : X10 = -15 : LOPPUJOS
100 * JOS P303.TK2-START : X10 = -20 : LOPPUJOS
101 JOS F_TK2-TF1 : X10 = -30 : LOPPUJOS
102 JOS F_TK2-PF1 : X10 = -31 : LOPPUJOS
103 JOS AR_TK2-TE5 : X10 = -32 : LOPPUJOS
105 * RISTIRIITA
110 JOS ( I_TK2-TF1 ERI SEIS JA B2 ) VIIVE 15 S : X10 = 1 : LOPPUJOS
115 JOS ( I_TK2-TF1 SEIS JA B2 ) VIIVE 15 S : X10 = -1 : LOPPUJOS
120 * ===ULOSTULOT===
125 W_TK2-KP = X10

```

KUVA 11. AtmosWare script-ohjelma

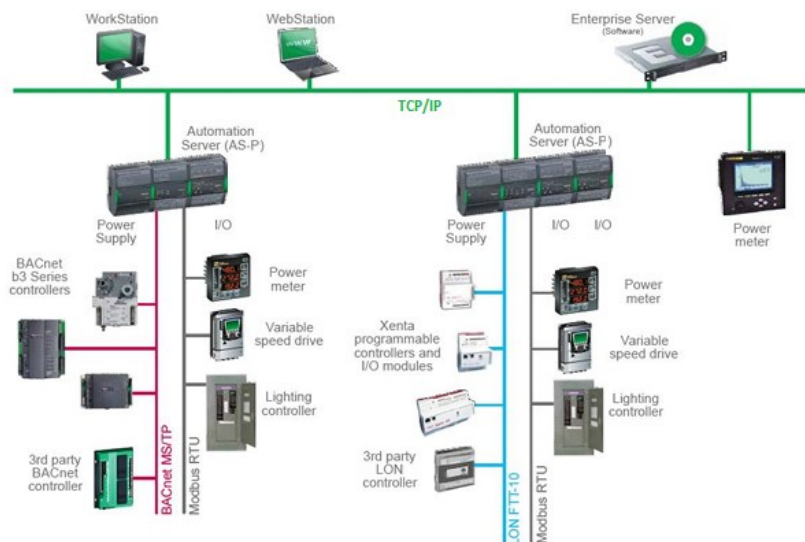
2.6 EcoStruxure Building

EcoStruxure Building on osa Schneider Electricin EcoStruxure -arkkitehtuuria ja alustaa. Se on yleisesti avoin esineiden internet (IoT) ja plug and play -tyyppinen ratkaisu ja sitä voidaan hyödyntää kiinteistöissä, kodeissa, datakeskuksissa, teollisuudessa sekä infrastruktuureissa. (Schneider Electric 2024.) Alustalla voidaan turvata ja modernisoida koko kiinteistönhallinnan infrastruktuuri. Alusta yhdistää laitteistot, ohjelmistot ja palvelut tietoturvallisesti suojatussa Ethernet IP -verkossa. Ratkaisulla on monia etuja, kuten energiatehokkuuden parantaminen, tilojen käytön suunnittelu, ennakointi vikojen varalta sekä henkilökohtaisien kokemuksien parantaminen. (Schneider Electric n.d.)

2.6.1 Järjestelmän rakenne

Kuviosta 4 voidaan tarkastella järjestelmän rakennetta ja arkkitehtuuria. Ylimmällä tasolla eli hallintotasolla toimii Enterprise Server (ES) eli yrityspalvelin ja hallintaohjelmat WorkStation ja WebStation. Yrityspalvelin on ikään kuin automaatiopalvelimen Windows-sovellusversio, joka kerää kaikkien automaatiopalvelimien tiedot yhdistämistä ja arkistointia varten. Kaikki automaatiopalvelimet kommunikoivat keskenään yrityspalvelimen välityksellä TCP/IP-protokollalla ja se toimii myös yhtenä hallintakeskuksena WorkStationin tai WebStationin kautta automaatiopalvelimelle. (Enterprise Server 2024.) Yhteen yrityspalvelimeen voidaan yhdistää useita automaatiopalvelimia esimerkiksi kunnan sisällä ja niiden välisiä tietoja keskenään voidaan siirtää vapaasti tarvittaessa. Yrityspalvelin voi myös pienimmillään olla vain esimerkiksi yhden kiinteistön käytössä.

Automaatiotasoa taas palvelee automaatiopalvelin SpaceLogic AS-P tai AS-B (kiinteät I/O-liittynät). Automaatiopalvelin kommunikoi kenttätason kanssa I/O-rajapinnoilla, sekä erilaisilla kenttäväylillä. AS-P -malli tukee useita eri kiinteistöautomaatiossa käytettäviä väyliä natiivisti, kuten BacNet-, Modbus- ja LON-protokollia. (SpaceLogic AS-P 2024.)



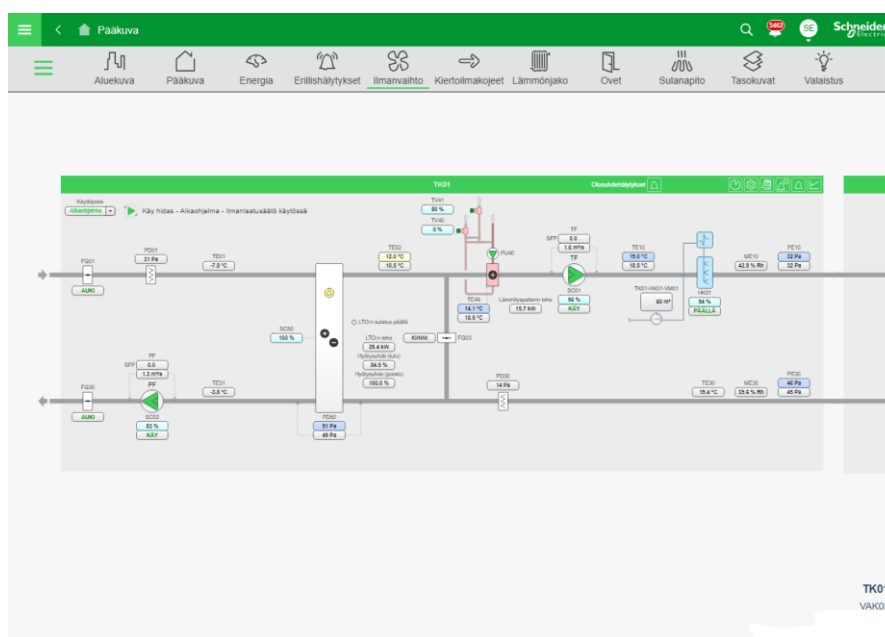
KUVIO 4. EcoStruxure Building -järjestelmän arkkitehtuuri (Web Services and EcoStruxure Web Services n.d.)

2.6.2 WorkStation ja WebStation

WorkStation, virallisesti EcoStruxure Building Operation WorkStation on täysin varusteltu ympäristö ja käyttöliittymä, jonka avulla voidaan käyttää ja hallinnoida ohjelmistoja kaikilta osin. WorkStationin kautta päästään käsiksi itse automaatiopalvelimiin, josta tehdään kaikki ohjelmointiin ja grafiikkakuviin liittyvät toiminnot. Loppukäyttäjät voivat taas käyttää alustaa järjestelmän tarkasteluun ja hallintaan mm. hälytyksien, aikaohjelmien, trendilokien ja raporttien osalta. (WorkStation 2024.)

EcoStruxure Building Operation WebStation on taas kevyempi selainpohjainen käyttöliittymä enemmänkin päivittäiseen käyttöön ja järjestelmän tarkkailuun. WebStation on sisäänrakennettu kaikkiin automaatiopalvelimiin ja se tarjoaa helpon pääsyn mistä tahansa päin maailmaa internetin välityksellä. Sitä voidaan käyttää tavallisilla verkkoselaimella tietokoneilla ja mobiililaitteilla. WebStationin avulla asiakas voi tarkastella ja hallita erilaisia grafiikkakuvia, hälytyksiä, aikatauluja, trendilokeja ja hallita käyttäjätunnuksia. (WebStation 2024.)

Kuvassa 12 on esimerkkikuva ilmanvaihtokoneen WebStation-näkymästä. Grafiikkakuvasta nähdään tarpeelliset koneen toiminnalliset tiedot, kuten mittaukset, tilatiedot ja ohjaukset.



KUVA 12. WebStation näkymä

3 MODERNISOINTIPROJEKTIN ALOITUS

Työosuudessa käsiteltävä modernisoitava valvonta-alakeskus sijaitsi eräässä oppilaitoksessa. Alakeskus piti sisällään yhden tuloilmakoneen ohjauksen, muutamaman poistoilmakoneen ohjauksen, sekä kylmiötilojen mittauksia ja erillishälytyksiä. Alakeskuksen saneerauksen yhteydessä lisättiin myös yhden uuden poistoilmakoneen säätö, sekä kanavapaineen mittaus. Projekti aloitettiin aloituspalaverilla projektipäällikön kanssa, missä käytiin läpi mm. työn aikataulua ja urakkarajouksen sisältöä.

3.1 Suunnittelu ja laitehankinnat

Työn suunnittelu ja aikataulutus aloitettiin heti aloituspalaverin jälkeen. Kohdekäynnillä tarkastettiin modernisoitava alakeskus ja sen vanhat kytkentäsuunnitelmat. Vanhojen kytkentäsuunnitelmien avulla voitiin päätellä vanhojen I/O-pisteiden määrät ja tyypit. Kohde sisälsi yhteensä 3 alakeskusta AK01, AK02 ja AK03, joista kaksi ensimmäistä oli modernisoitu jo aiemmin. Tässä työssä modernisoitava alakeskus AK03 sisälsi IC1000-keskusyksikön, sekä uudemmat IC1000 mallin I/O-moduulit. Keskusyksikkö ja I/O-moduulit modernisoitiin EcoStruxure-järjestelmän automaatiopalvelimella AS-P, sekä siinä käytettävillä Central IO - I/O-moduuleilla.

Vanhat kytkentäsuunnitelmat löytyivät alakeskuksen ovesta paperisena versiona. Kytkentäsuunnitelmista oli helppo laskea vanhojen I/O-pisteiden lukumäärä ja niiden tyypit. Vanhoista kytkentäkuvista näki myös minkä tyyppisiä laitteita alakeskuksen perässä on. Suunnittelijan toimittamasta säätökaaviosta (liite 2) voitiin taas laskea uuden lisättävän poistoilmakoneen toimintaan tarvittavat I/O-pisteet ja tyypit. Pisteiden ja tyyppien laskemisen jälkeen voitiin tilata projektissa tarvittavat komponentit. Taulukossa 1 on laskettu vanhojen ja uusien pisteiden lukumäärät, sekä uusien tilattavien I/O-moduulien mallit ja lukumäärät. Central IO -moduulit kiinnittyvät erilliseen pohjaosaan vaihtotyötä helpottaen, joten kaikille uusille moduuleille tilattiin myös moduulipohjat.

TAULUKKO 1. I/O-pisteet.

Pistetyyppi	lkm.	Uusi moduuli	lkm.
DI	15	DI-16	1
DO	8	DO-FA-12	1
AI	13	UI-16	1
AO	3	AO-V-8	1

I/O-moduulien lisäksi projektille tilattiin automaatiopalvelin AS-P ja tehonlähde PS-24V, sekä niille kuuluvat moduulipojat ja tarvittavat kaapelit. Automaatiopalvelimelle tilattiin lisäksi tarvittava lisenssi, joka aktivoidaan ennen alakeskuksen lopullista käyttöönottoa. Urakkaohjelmaan kuului myös uuteen poistoilmakoneeseen PK23 sijoitettavan paine-erolähtetimen hankinta. Paine-erolähtetimeksi valittiin HK Instruments:n DPT2500-R8-AZ-D automaattisella kalibroinnilla ja näyttöllä.

Kuusi kappaletta alakeskuksen vanhoista DO eli Digital Output ohjauspisteistä olivat 230 V jännitteellä toimivia ja kytkettyinä suoraan vanhaan I/O-moduuliin. Hyvän asennustavan mukaisesti yli 24 V jännitteellä toimivat pisteet on hyvä erottaa apureleilla moduulista, vaikka moduuli tukisikin 230 V jännitettä. Tällöin tulevaisuudessa esimerkiksi moduulinvaihtotyö ei edellytä sähköluvallista työntekijää. Projektille tilattiin yhteensä 6 kpl Schneider Electricin Harmony-sarjan apureleita yhdellä vaihtokoskettimella, sekä 24 V ohjausjännitteellä ja 10 A läpimenoirralla (kuva 13). Apureleille tilattiin myös asianomaiset pohjaosat. Liitteessä 3 on taulukko kaikista projektille tilatuista tuotteista.



KUVA 13. Schneider Electric Harmony-apurele (Schneider Electric 2024.)

3.1.1 KytKentäsuunnitelmat

Vanhaa alakeskusta tarkasteltaessa kohteessa, on hyvä suunnitella jo uusien I/O-moduulien mahdollisia sijainteja. Johtokouruja kannattaa availia ja tarkastella vanhojen kaapeleiden pituuksia, jotta kaapeleita ei tarvitsisi jatkaa alakeskuksen sisällä. Kuva 14 on valokuva vanhasta alakeskuksesta ja johtokourujen alta paljastui kaapelit, joihin oli jätetty tarpeeksi pituutta. Vanhat I/O-moduulit olivat sijoitettu vasemmalta oikealle, 2 kpl AI-8-, 1 kpl AO-8-, 1 kpl DI-16- ja 1 kpl DO-8- sekä vielä 1 kpl DO-8-moduuleita. Vanhat 230 V ja 24 V DO-pisteet olivat erotettu omiin moduuleihinsa.



KUVA 14. Vanha AK03 valvonta-alakeskus

Tiedossa olevien I/O-moduulien avulla voitiin aloittaa kytkentäsuunnittelu. Kyt-
kentäkuvat tehdään Schneider Electricin omalla kytkentäohjelmalla. Ohjelmaan
luotiin ensiksi uusi projekti ja sen alle uusi alakeskus. Ohjelma luo automaattisesti
Enterprise Server -yrittyspalvelimen, jonka alle alakeskus tulee näkyviin. Alakes-
kuksen alle lisätään taas automaatiopalvelin ja sen alle tarvittavat I/O-moduulit,
jotka voidaan havaita kuvan 15 vasemmasta yläreunasta. Moduuleita lisättäessä
on hyvä huomioida niiden tuleva järjestys uudessa järjestelmässä. Automaati-
opalvelimen alle lisättiin myös vanha fyysinen tuloilmakoneen jäätymissuoja
TK11-TZA04. Jäätymissuojan tarkoitus on sammuttaa ja lukita tuloilmakone, jos
sen lämmityspatterin paluuveden lämpötila laskee alle asetetun arvon. Näin eh-
käistään lämmityspatterin jäätymisen pakkasilmoilla.

Schneider Electric Buildings -kytkentäohjelma projekti: [redacted]

Projekti Muokkaa Näytä Toiminnot Ohje

Enterprise Server

- AK03
 - AS03 (AS-P)
 - IO Bus
 - 01_PS-24-V
 - 02_AS
 - 03_UI-16
 - 04_AO-V-8
 - 05_DI-16
 - 06_DO-FA-12-H
 - TK11-TZA04

Muutos	Päivämäärä	Muutoksen sisältö	Suunnittelija
	20.12.2023	Alkuperäinen suunnitelma	

Schneider Electric

Kohde:
[redacted]

Projektinimi:
[redacted]

Projektinumero:
[redacted]

KUVA 15. KytKentäsuunnittelun aloitus

Komponenttien lisäyksen jälkeen voidaan aloittaa pisteiden täyttäminen kytkentäkuviin. IO-Bus-lehden *Pisteet*-välilehdellä voidaan täyttää koottuna kaikki I/O-pisteet lisättyihin moduuleihin (kuva 16). Pisteet saadaan myös näkyviin moduulikohtaisesti klikkaamalla haluttua moduulia. Moduulien ensimmäiset pisteet varsin uusille I/O-pisteille, joissa muutosmerkintä A. Vanhat pisteet voitiin täyttää vanhoista kytkentäkuvista samassa järjestyksessä. Pisteiden oikean muotoisen nimeäminen otettiin myös huomioon, koska I/O-moduulit ja pisteet voidaan myöhemmässä vaiheessa siirtää suoraan ohjelmointiympäristöön.

Enterprise Server		Pisteet												
AK03		Kytkenä Pöytäkirja Työkirja: IO Bus												
AS03 (AS-P)														
IO Bus														
01_PS-24-V														
02_AS														
03_UI-16														
04_AO-V-8														
05_DI-16														
06_DO-FA-12-H														
TK11-TZA04														
03 UI-16		a. ohjau	ind	haji	imp	Muutos	TUNNUKSEN OSAT					TEKSTIN OSAT		
							osa1	osa2	osa3	osa4	osa5	valitusalue	laite	käipi
UI1	x					(A)	PK23-	PE17				M	Poistoilma kanavapaine	Mittaus
UI2	x						TK11-	PE01				M	Tulosuodatin paine-ero	Mittaus
UI3	x						TK11-	TE04				M	Lämmityspatterin paluuveden lämpötila	Mittaus
UI4	x						TK11-	TE10				M	Tuloilman lämpötila	Mittaus
UI5	x						TK11-	TE16				M	Huoneilman lämpötila keittiö	Mittaus
UI6	x						PK13-	TE16				M	Huoneilman lämpötila autotalli	Mittaus
UI7	x						TK02-	TEM...				M	Huoneilman lämpötila musiikkil.	Mittaus
UI8	x						K17-	TE1				M	Huoneilman lämpötila kylmiö K17	Mittaus
UI9	x						K17A-	TE1				M	Huoneilman lämpötila kylmiö K17A	Mittaus
UI10	x						K18-	TE1				M	Huoneilman lämpötila kylmiö K18	Mittaus
UI11	x						K19-	TE1				M	Huoneilman lämpötila pakastin K19	Mittaus
UI12	x						PV02-	TE01				M	Patteriverkoston menoveden lämpötila	Mittaus
UI13	x						PV02-	TE02				M	Patteriverkoston paluuveden lämpötila	Mittaus
UI14														
UI15														
UI16														
04 AO-V-8														
AO1						(A)	PK23-	PF01				Y	Poistoilmapuhallin EC	Säätöviesti
AO2							TK11-	TV04				Y	Lämmityspatterin säätöventtiili keittiö	Säätöviesti
AO3							PV02-	TV01				Y	Patteriverkoston säätöventtiili	Säätöviesti
AO4														
AO5														
AO6														
AO7														
AO8														
05 DI-16														
DI1				x		(A)	PK23-	PF01				H	Poistoilmapuhallin EC	Hälytys
DI2			x				TK11-	TF01				T	Tuloilmapuhallin keittiö	Seis/Hidas
DI3			x				TK11-	TF01				T	Tuloilmapuhallin keittiö	Seis/Nopea
DI4			x				TK11-	PF11				T	Poistoilmapuhallin keittiö	Seis/Hidas
DI5			x				TK11-	PF11				T	Poistoilmapuhallin keittiö	Seis/Nopea
DI6			x				PK12					T	Poistoilmapuhallin huuva	Seis/Hidas
DI7			x				PK12					T	Poistoilmapuhallin huuva	Seis/Nopea
DI8			x				TK11-	P1				T	Lämmityspatterin pumppu keittiö	Seis/Käy
DI9			x				TK11-	KS16				T	Paikallisojauusajastin keittiö	Tilatieto
DI10			x				PK12-	KS				T	Paikallisojauusajastin huuva	Tilatieto
DI11			x				TK11-	TZ04				H	Jäätymissuoja keittiö	Hälytys
DI12			x				JK01-	O2Y...				H	Kylmiöiden/pakastimien jäähd. koneet	Hälytys
DI13			x				TK02-	KSM...				T	Paikallisojauusajastin musiikkil.	Tilatieto
DI14			x				REK-	SET				H	Rasvanerotuskaivo	Hälytys
DI15			x				PV02-	PU01				T	Patteriverkoston pumppu	Seis/Käy
DI16														
06 DO-FA-12-H														
DO1							TK11-	TF01				K	Tuloilmapuhallin keittiö	Seis/Hidas
DO2							TK11-	TF01				K	Tuloilmapuhallin keittiö	Seis/Nopea
DO3							PK12					K	Poistoilmapuhallin huuva	Seis/Hidas
DO4							PK12					K	Poistoilmapuhallin huuva	Seis/Nopea
DO5							TJ01-	ES03				K	IV-Hätäseis	Ohjaus
DO6							PV02-	PU01				K	Patteriverkoston pumppu	Seis/Käy
DO7							TK11-	FG01				K	Raitisilmapelti keittiö	Ohjaus
DO8							TK02-	ML...				K	Merkkilamppu musiikkil.	Ohjaus
DO9														
DO10														
DO11														
DO12														

KUVA 16. Pisteiden lisäys kytkentäsuunnitelmaan

Pisteiden lisäyksen jälkeen siirrytään *Kytkenä*-välilehdelle, jossa voidaan lisätä käytettävät laitteet, tarvittava kaapeli ja kaapelin kytkentäparit. Ohjelma pitää sisällään tyypillisimmät kentälaitteet ja uusi laite voidaan lisätä *Laite*-valintapainik-

keella, kuten kuvan 17 ensimmäisessä rivissä. Laitteen lisäys luo samalla tarvittavan kaapelin, sekä kytkentäparit. Vanhat kaapelit ja laitteet voitiin täyttää taas vanhoista kytkentäkuvista manuaalisesti kirjoittamalla. 24 V kenttälaitteiden kaapeloinnissa käytetään tyypillisesti standardinmukaisia NOMAK/NESMAK- ja KLMA-kaapeleita. 230 V toimilaitteissa ja ohjauksissa käytetään MMJ- ja MMO-kaapeleita. Väylälaitteiden kaapeloinnissa käytetään yleensä paremmin häiriösuojattua kaapelia, kuten KJAAM. Koko alakeskuksen kytkentäkuvat on esitetty liitteessä 4.

Tunnus Teksti	Laitin	Kaapeli 1		Tyyppi koko nro	Kaapelitiedot		Kaapeli 2	Tyyppi koko nro	Parin nro lähdin	Menne johdotetaan		Laitteen Tunnus
		Parin nro lähdin	Parin nro lähdin		Valokenttä- pääte ja liittimet	Parin nro lähdin				Laitin	Kytkentäpaikka	
03_UI-16												
PK23-PE17_M	UI1 / 1	1o	NESMAK-HF							V Out	Paine-erolähetin	Laitte
Poistoilma kanavapaine	RET / 2	1v	2x2x0.5+0.5							GND	HK Instruments	
Mittaus	G	2o	PK23-PE17							24V	DPT2500-R8-AZ-D autonollaus+näyttö	
	G0	2v								GND	DPT2500-R8-AZ-D	
Jännite											0-10V/0-2500Pa	
TK11-PE01_M	UI2 / 3		OLEMASSA								Paine-erolähetin	Laitte
Tulosuodatin paine-ero	RET / 2		OLEVA								TAC	
Mittaus	G		KAAPELI								SPD360-300	
	G0										2500 kPa	
											004700360	
TK11-TE04_M	UI3 / 4	ru	VAK	5 / 3	NOMAK	1or					Vesianturi PT1000	Laitte
Lämmityspatterin paluuv... Mittaus	RET / 5		SISÄINEN KYTKENTÄ	/ 4	2x2x0.5+0.5	1va	TK11-TE04_M				Produal	
	G										Jäättäri-anturi PT1000 250mm	
	G0										TEV PT 1000	
TK11-TE10_M	UI4 / 6		KS. ERILLINEN				TK11-TZA04	KYTKENTÄSIVU			Kanava-anturi	Laitte
Tuuloilman lämpötila	RET / 5		OLEMASSA								1,8 kohm	
Mittaus	G		OLEVA								TAC	
	G0		KAAPELI								STD100-250	
											5123010010	
TK11-TE16_M	UI5 / 7	1or	NOMAK								Huoneanturi	Laitte
Huoneilman lämpötila keittiö	RET / 8	1va	2x2x0.5+0.5								TAC	
Mittaus	G		TK11TE16								1,8 kohm	
	G0										STR100	
											004600100	
PK13-TE16_M	UI6 / 9	1or	NOMAK								Huoneanturi	Laitte
Huoneilman lämpötila autot...	RET / 8	1va	2x2x0.5+0.5								TAC	
Mittaus	G		PK13TE16								1,8 kohm	
	G0										STR100	
											004600100	
TK02-TEM16_M	UI7 / 10	1or	NOMAK								Huoneanturi	Laitte
Huoneilman lämpötila musi...	RET / 11	1va	2x2x0.5+0.5								TAC	
Mittaus	G		TK02TEM16								1,8 kohm	
	G0										STR100	
											004600100	
K17-TE1_M	UI8 / 12	1or	NOMAK								Uikoanturi	Laitte
Huoneilman lämpötila kylmi...	RET / 11	1va	2x2x0.5+0.5								1,8 kohm	
Mittaus	G		K17TE1								TAC	
	G0										STO100	
											5141100010	

KUVA 17. Laitteiden ja kaapelin lisäys kytkentäsuunnitelmaan

Kytkentäkuvien valmistuttua voidaan moduulien ja pisteiden tietokanta viedä jo valmiiksi erilliseen tiedostoon odottamaan ohjelmoinnin aloittamista. Tietokanta voidaan luoda ohjelmasta klikkaamalla automaatiopalvelimen päältä hiiren oikealla ja painamalla *Vie tiedostoon* -valintaa.

3.1.2 Virtuaaliprojektin luominen

Kytkentäsuunnittelun jälkeen voitiin aloittaa ohjelmointiosio luomalla projekti Project Configuration Tool (PCT) nimiseen virtuaaliympäristöön. PCT:n avulla voi-

daan luoda virtuaalisia automaatio- ja yrityspalvelimia, ja käytännössä kaikki järjestelmässä tehtävät asiat kuten ohjelmointi, grafiikkakuvien editointi ja I/O-pisteiden määrittäminen voidaan tehdä ilman fyysisiä laitteita. Järjestelmän ohjelmointi voidaan siis tehdä alusta loppuun virtuaaliympäristössä ja ladata lopuksi fyysiselle palvelimelle.

Luodun projektin sisään lisättiin modernisoitavan alakeskuksen uusi automaatiopalvelin AS-P (kuva 18). Lisättäessä palvelinta ohjelma kysyy uutta salasanaa ja se kannattaa pistää muistiin. Virtuaaliympäristöä luodessa on myös hyvä selvittää jo valmiiksi mihin yrityspalvelimeen uusi alakeskus liitetään ja mikä on kyseisen palvelimen ohjelmistoversio. Automaatiopalvelimen ohjelmistoversion ensimmäinen numero ei saa olla suurempi, kuin yrityspalvelimella. Tässä tapauksessa tuleva yrityspalvelin oli versiota 5. Kuvan X oikeassa reunassa olevat valinnat *Enable program execution*, sekä *Enable scheduled backup* -valinnat on hyvä laittaa myös päälle, jotta ohjelmia voidaan simuloida ja palvelin tekee automaattisia varmuuskopioita.

The screenshot shows the Project Configuration Tool (PCT) interface. At the top, there is a title bar with 'Project Configuration Tool™' and system memory usage indicators. Below the title bar is a green header with 'SERVERS'. The main area contains a table with columns: State, Operation, Information, Name, Version, Type, Onsite IP address, and Added to parent. A single server entry is visible with a green checkmark in the State column, Name 'AS03', Version '5.0.3.117', Type 'AS-P', and Onsite IP address '1.1.1.1'. To the right of the table is a detailed configuration panel for the selected server, listing various parameters and their values, including 'Enable program execution' and 'Enable scheduled backup' which are checked.

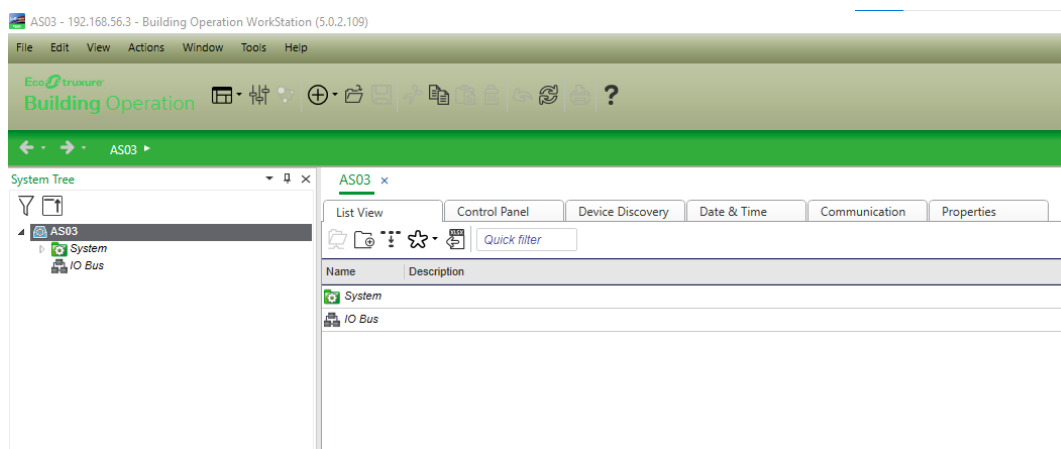
State	Operation	Information	Name	Version	Type	Onsite IP address	Added to parent
✓			AS03	5.0.3.117	AS-P	1.1.1.1	-

Name	Value
Server state	
Information	
Name	AS03
Version	5.0.3.117
Type	AS-P
Onsite IP address	1.1.1.1
Onsite HTTP port	80
Onsite HTTPS port	443
Onsite TCP port	4444
Engineering IP address	192.168.56.4
Engineering HTTP port	38940
Engineering HTTPS port	42315
Enable program execution	<input checked="" type="checkbox"/>
Enable scheduled backup	<input checked="" type="checkbox"/>
Deploy	<input type="checkbox"/>

KUVA 18. Virtuaaliprojektin luonti PCT:lle

Automaatiopalvelin voidaan käynnistää ylärivin play-painikkeella ja palvelimen käynnistyttyä, päästään WorkStation-näkymään painamalla palapelipainiketta. Kirjautumisikkunassa ohjelma pyytää käyttäjätunnusta ja salasanaa. Käyttäjätun-

nus on oletuksena admin ja salasanan se mikä syötettiin palvelimen luontivaiheessa. Kuva 19 on juuri luodun tyhjän automaatiopalvelimen WorkStation-näkymä.



KUVA 19. Tyhjä WorkStation-näkymä luodulla automaatiopalvelimella

3.2 Vanhan tietokannan kääntö

Vanhojen AtmosWare-järjestelmän ohjelmien ja tietokannan kääntötyö voidaan tehdä DBTool nimisellä kääntöohjelmalla. Käännös voidaan tehdä joko virtuaaliselle PCT-palvelimelle tai suoraan automaatiopalvelimelle internetyhteydellä. Ennen käännöstyökalun käyttöä, tarvitaan järjestelmän vanha BACK-niminen varmuuskopio tietokannasta. Tietokannan hankkimiseen on kaksi tapaa. Se voidaan hakea yrityspalvelimelta, johon järjestelmä on ollut liitettynä tai paikallisesti käyttäen tietokoneella Teraterm-pääteohjelmaa ja PC9-iC1000 kaapelia. Tässä tapauksessa vanhan järjestelmän tietokannasta löytyi tuore varmuuskopio yrityspalvelimelta. Yrityspalvelimelle päästiin käsiksi Microsoft:n etätyöpöytäyhteyden avulla.

Ennen käännöstyökalun käyttöä on huomioitava, että automaatiopalvelin on käynnissä PCT-projektissa. Kuvan 20 mukaisesti kääntötyökalulle syötetään haetun vanhan tietokannan sijainti *Add File* -painikkeella. *Replace Atmos IDs* -kohtaan voidaan muokata Excel:n avulla pisteiden nimet uusiksi, jos pisteissä on esimerkiksi epäolennaisia merkkejä tai numeroita. *Create CSV* -painikkeella saadaan kyseinen Excel-tiedosto ja se tallentuu samaan kansioon, kuin tietokanta.

Print Statistics -valinnalla saadaan tulostettua vanhojen ja tyhjen pisteiden tiedot ohjelman alaikkunaan. Jos vanhat ohjelmat halutaan hyödyntää sellaisinaan uuteen järjestelmään, on suositeltavaa hakea myös vanhan järjestelmän TEXT.dta-tiedosto, joka sisältää mittauksien rajojen ohjetekstit. Tässä tapauksessa tiedostolla ei ollut niin suurta merkitystä, kun ohjelmat uusitaan vanhojen ohjelmien perusteella. *Version*-valintana voidaan käyttää *Auto*-valintaa tai valita listasta automaatiopalvelimen versio mihin kääntö halutaan tehdä. *AS IP Addr : Port* -ikkunaan syötetään automaatiopalvelimen IP-osoite ja HTTP-portti. IP-osoite ja portti löytyvät PCT:n oikealle puolelle avautuvasta ikkunasta klikkaamalla automaatiopalvelin aktiiviseksi. Jos vanhojen pisteiden nimeämisessä on käytetty ensimmäisenä merkinä numeroa, on se muutettava alkamaan jostain kirjaimesta. *Prefix*-kohtaan voidaan lisätä haluttu alkukirjain. Pisteet voidaan myös muokata aiemmin mainitussa *Replace Atmos IDs* -kohdassa Excel:n avulla. *Convert I/O only* – valinnalla voidaan halutessa kääntää pelkät *I/O-pisteet*. Viimeisessä *I/O slection* -valinnassa valitaan käyttöön tulevat I/O-moduulit ja *Include Vario* -valintaa käytetään, jos vanhassa järjestelmässä on ollut käytössä Vario-mallisia I/O-moduuleita. Kun tarpeelliset tiedot ovat täytetty voidaan käänösprosessi aloittaa painamalla *Process*-painiketta.

Käännöstyökalu tulostaa ohjelman alaikkunaan virhelistan mahdollisista virheistä käännöksessä. Tässä tapauksessa virheitä tuli yksiköistä, sekä TK11 tuloilmakoneen ohjelmista. Virheikkunasta kannattaa ottaa aina varmuudeksi kuvakaappaus talteen, vaikka samoista virheistä tuleekin erillinen tekstitiedosto käännön mukana automaatiopalvelimelle.

AtmosCare Transition Tool

IC1000/A88 Backup File:

Replace Atmos IDs (.csv)

Limit texts (TEXT.dta)

Version:

AS IP Addr : Port:

HTTP HTTPS

Username:

Password:

Prefix (max. 4 chars)

Convert IO only

IO selection: Atmos SXW Include Vario

Import is starting for file: VAK3

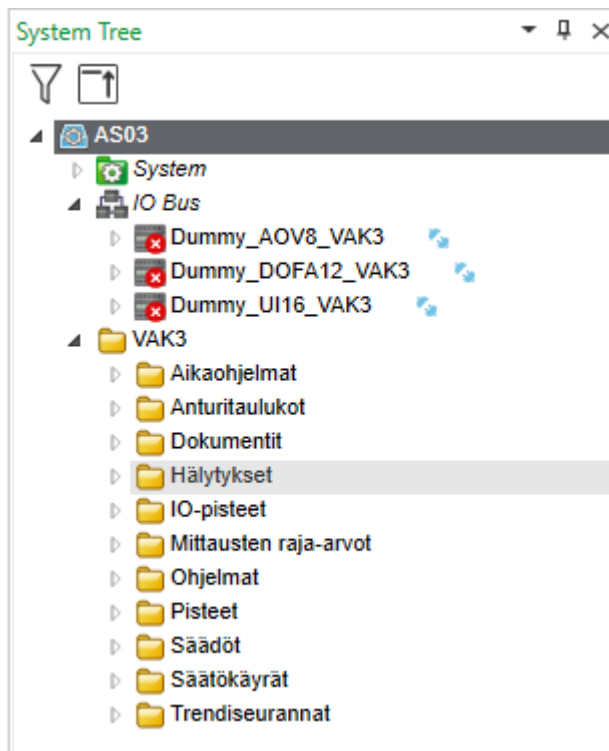
Importing IO modules...
 Import Content types...
 Creating Lookups...
 Creating Curves...
 Creating Schedules...
 Creating Ins and outs...
 ** Unit for Analog input not found in Unit.csv. ** M.KALELU_AIKA-S: Atmos unit: sekunt.
 Creating Alarms...
 Creating Indications...
 Creating Impulses...
 Creating High Lows...
 ** Unit for Analog input HighLow values not found in Unit.csv. ** M.KALELU_AIKA-S: Atmos unit: sekunt.
 Creating Trends...
 Creating Script points...
 Creating Control points...
 Creating Optimization points...
 Creating Scripts...
 ** Error ** P3.TK11-OUT: Script failed to compile. Found 2 errors:
 Error 01087 Line 41 Column 19 : Syntax error, unexpected symbol ""
 Error 01087 Line 42 Column 24 : Syntax error, unexpected symbol ""
 ** Error ** P3.TK11-IN: Script failed to compile. Found 3 errors:
 Error 01029 Line 39 Column 46 : Syntax error, unexpected token "True".
 Error 01087 Line 41 Column 24 : Syntax error, unexpected symbol ""
 Error 01087 Line 118 Column 17 : Syntax error, unexpected symbol ""
 Creating Script alarms...
 Creating Bindings...
 ** Error ** : Binding already exists cannot override. Bound value: /AS03/VAK3/Pisteet/DO/O.KALELU_TK11/Value
 ** Error ** : Binding already exists cannot override. Bound value: /AS03/VAK3/Hälytykset/Hälytyksien pisteet/H.KALELU_REK_SET/Value
 Creating Documents...
 Conversion Completed

Conversion time: 00:01:01.3

KUVA 20. DBTool-kääntöohjelma

4 OHJELMOINTITYÖ

Vanhan tietokannan käynnön jälkeen voidaan aloittaa ohjelmien tulkkaminen uusien ohjelmien luontia varten. Käännöstyökalu luo kuvan 21 mukaisen kansiorakenteen, sekä EcoStruxure I/O-moduulit WorkStation:lle. Kääntöprosessin jälkeen voidaan vielä tuoda kytkentäsuunnitelmin lopuksi tallennettu I/O-tietokanta klikkaamalla hiiren oikealla I/O Bus -rajapinnan päältä ja painamalla *import*-valintaa. Tietokanta luo kytkentäsuunnittelussa luodut moduulit pisteineen I/O Bus-rajapinnan alle.



KUVA 21. Kansiorakenne

Aikaohjelmat-kansio:

Käännöstyökalu luo uudet aikaohjelmat vanhojen aikaohjelmien perusteella tähän kansioon. Aikaohjelmat voidaan hyödyntää sellaisenaan uudessa järjestelmässä tai kopioida niistä vain käytetyt ajat uusiin aikaohjelmiin.

Anturitulukot-kansio:

Tässä kansiossa työkalu luo erilaisille anturityypeille tarvittavat skaalaukset, jotka ovat tarpeen, jos vanhat AtmosWare I/O-moduulit säilytetään.

Dokumentit-kansio:

Dokumenttikansio sisältää kääntötyökalun virhelokin ja vanhan järjestelmän pistelistan. Pistelistauksia on hyvä hyödyntää ohjelmoinnissa.

Hälytykset-kansio:

Työkalu generoi kansioon itse hälytysobjektit ja luo sen alle vielä **Hälytyksien pisteet** -kansion valvottaville hälytysmuuttujille. Kansion sisältöä on hyvä hyödyntää uusien ohjelmien hälytyspisteille.

IO-Pisteet-kansio:

Täältä löytyy Modbus-rajapinta vanhoille I/O-moduuleille ja muille mahdollisille Modbus-laitteille. Kansioista löytyy myös tarvittavat IO-ohjelmat AtmosWare ja EcoStruxure-moduuleille, jos vanhat ohjelmat halutaan hyödyntää sellaisinaan.

Mittausten raja-arvot -kansio:

Työkalu luo kansion jokaiselle vanhassa järjestelmässä olleelle mittaukselle, sisältäen raja-arvot hälytyksille. Kansio sisältää myös Script Function -ohjelmat, joita hyödynnetään itse pääohjelmissa.

Ohjelmat-kansio:

Ohjelmakansiosta löytyvät käännetyt Script-muotoiset pääohjelmat. Nämä ohjelmat toimivat pohjana uusien ohjelmien luomisessa.

Pisteet-kansio:

Työkalu luo kansioon kaikki muuttujat, joita kirjoitetaan Script-ohjelmissa ja ne pisteet, jotka tulevat suoraan fyysiseltä IO-pisteeltä. Kansio sisältää myös Script Function -ohjelmat AO- ja DO-pisteille ja niitä tarvitaan, jos hyödynnetään vanhat pääohjelmat.

Säädöt-kansio:

Tähän kansioon luodaan kaikille säätöpisteille, kuten lämmityspatterin venttiilin säädölle PID-säädinohjelma ja sen parametrit. Parametrit on hyvä hyödyntää uusissa ohjelmissa.

Säätökäyrät-kansio:

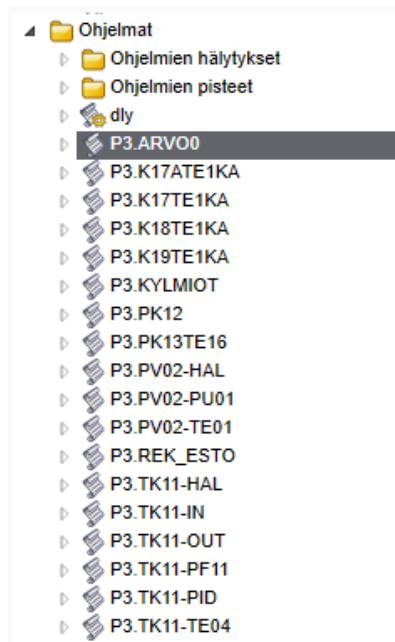
Työkalu luo kansioon kaikki käytössä olleet säätökäyrät, kuten esimerkiksi tuloilman ja lämmityspiirin menoveden lämpötilan asetusarvon käyrän. Kaikki säätökäyrät sisältävät grafiikkakuvan ja Script Function -ohjelman jos vanhat pääohjelmat hyödynnetään. Grafiikkakuvissa olevat säätökäyrien pisteet voidaan hyödyntää uusien ohjelmien säätökäyriin.

Trendiseurannat-kansio:

Trendiseurantakansiosta löytyvät kaikki vanhan järjestelmän trendiseurantakaaviot, sekä niiden lokipisteet. Näitä on hyvä hyödyntää uusien ohjelmien yhteydessä tai varmistettaessa, että vanhassa järjestelmässä olleet seurannat säilyvät uudessa järjestelmässä.

4.1 Käännetyt pääohjelmat

Uusien ohjelmien tekeminen voitiin aloittaa vanhojen pääohjelmien tulkkauksella. Kuvassa 22 on ohjelmat-kansion sisältö. Dokumentit-kansiosta löytyvän pistelistauksen avulla voidaan päätellä jo tässä vaiheessa kyseisten ohjelmien sisältöä. Pois lukien ohjelman *P3.ARVO.0*, joka alustaa vain kyseisen muuttujan arvoon 0. Seuraavat ohjelmat liittyivät kylmiöiden lämpötilamittauksiin, poistoilmakoneisiin PF11 ja PK12, patteriverkoston PV02 säätöön, tuloilmakoneeseen TK11 ja erillispisteisiin, kuten rasvanerotuskaivoon sekä yhteen huonemittaukseen.



KUVA 22. Ohjelmat-kansion sisältö

4.1.1 Pääohjelman rakenne

Kuvassa 23 on esimerkkinä tuloilmakoneen TK11-OUT käännetty ohjelma, jossa määritellään koneen ohjaustilat. Script-ohjelma suorittaa aina ensimmäiseltä riviltä alkaen syötetyt määrittelyt ja ehtolauseet rivi kerrallaan. Ohjelmissa pääasiallisina ehtolauseina on käytetty IF-THEN eli JOS-NIIN-ehtoa. IF-lauseen alkaessa tarkastetaan sen perässä oleva ehto ja jos ehto toteutuu, niin ohjelma suorittaa THEN-lauseen perässä olevat määrittelyt, kunnes päästään riville ENDIF, joka päättää lauseen. Jos ehto taas ei toteudu, ohjelma siirtyy suoraan ENDIF-jälkeiselle riville. Ohjelmassa vihreällä olevat tekstit ovat kommentteja ja niitä voidaan lisätä avaamalla ohjelma muokkaustilaan. Rivi kerrallaan kommentointi helpotti ohjelman ymmärtämistä ja jälkitarkastelua huomattavasti. Taulukossa 2 on mainittuna yleisiä ohjelmissa esiintyviä etuliitteitä ohjelmien sisään- ja ulostulomuuttujille. Esimerkiksi kuvan 23 rivillä 4 oleva sisääntulomuuttujaan *I_KALELU_TK11TF01_in* tuodaan tuloilmapuhaltimen indikointi.

Ohjelman riveillä 1–9 määritellään ensin kaikki muuttujat ja ohjelmassa käytettävät funktiot eli Script Function -ohjelmat. Ensimmäisillä riveillä määritetyt B ja X muuttujat ovat ns. julkisia numeerisia muuttujia, joihin voidaan liittää ohjelman

ulkopuolisia muuttujia, ja arvoja voidaan siirtää molempiin suuntiin. Kolmannella rivillä olevat *Numeric*-muuttujat ovat ohjelman sisäisiä muuttujia, jolle voidaan määritellä arvoja vain kyseisessä ohjelmassa. 4–6 riveillä on määritetty taas ohjelman sisään- ja ulostulomuuttujat. Sisääntulomuuttujiin tuodaan yleensä esimerkiksi tilatieto tai aikaohjelma, ja ulostulomuuttujiin ohjaustieto. 7–9 riveillä määritellään vielä ohjelmassa käytettävät Script Function -aliohjelmat. Ohjelman muuttujien määrittelyn jälkeen itse ohjelma alkaa riviltä 16, jossa haetaan sen hetkinen käyttöpisteen tila. Riveillä 41 ja 42 voidaan huomata ohjelmien käännösvaiheessa tullut virhe. Käännöstyökalu luo aina tekstin ****HUOM**** virheiden eteen. Yleisin virhe käännöksissä on muuttuja ”AUTO”, jota on käytetty vanhoissa AtmosWare-ohjelmissa. Uusi Script-ohjelma ei sitä tunnista, sillä sitä ei ole määritelty ohjelmassa, eikä sitä voida käyttää samalla tavalla uudessa järjestelmässä. Jos vanhat ohjelmat käytetään sellaisinaan, on virhe korjattava aina tapauskohtaisesti.

```

1 Numeric public B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14,B15,B16,B17,B18,B19,B20 '--> Public muuttujat
2 Numeric public X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8,X9,X10,X11,X12,X13,X14,X15,X16,X17,X18,X19,X20 '--> Public muuttujat
3 Numeric SEIS, KÄY, HIDAS, NOPEA, EIVAIKUTUSTA, WDAY '--> Ohjelman sisäiset muuttujat
4 Numeric input I_KALELU_TK11F01 in '--> Ohjelman tuotava input-muuttuja
5 Numeric output O_KALELU_TK11 out '--> Ohjelman tuotava output-muuttuja
6 Numeric output O_KALELU_TK11 '--> Ohjelmasta lähtevä output-muuttuja
7 Function f_O_KALELU_TK11F01 '--> Script Function aliohjelma pisteelle
8 Function f_O_KALELU_TK11F01 '--> Script Function aliohjelma pisteelle
9 Function f_W_KALELU_TK11 '--> Script Function aliohjelma pisteelle
10 SEIS = 0 '--> Sisäisen muuttujan määrittely
11 KÄY = 1
12 HIDAS = 2
13 NOPEA = 3
14 EIVAIKUTUSTA = 3E+38
15 WDAY = ((Weekday + 5) Mod 7 + 1) '--> Kyseinen päivä
16 X1 = f_W_KALELU_TK11(0) '--> Käyttöpisteen tila
17 ' * APUMUUTTUJAT
18 ' * == KÄY-OHJAUS ==
19 If X1 = 1 Then
20 B10 = O_KALELU_TK11 in '--> Jos käyttöpisteen tila 1 eli aikaohjelma tai ohjaus pakotettu JA indikoimien tila on eri kuin SEIS (0), B10 on TOSI 1 (KÄY RISTIRIITÄISESTI)
21 Endif
22 ' * PÄÄLLÄ KÄSIN VALYOMOSTA, KÄY RISTIRIITÄISESTI
23 If X1 > 1 Then '--> Jos käyttöpiste on suurempi, kuin 1 eli kone käy normaaliohjelmaa tai lisäaikaa, B10 on HIDAS (2)
24 B10 = HIDAS
25 Endif
26 If X1 = 4 Then '--> Jos käyttöpiste on 4 eli kone käy nopealla normaaliohjelmaa, B10 on NOPEA (3)
27 B10 = NOPEA
28 Endif
29 If X1 = 8 Then '--> Jos käyttöpiste on 8 eli kone käy lisäaikapainikkeella, B10 on NOPEA (3)
30 B10 = NOPEA
31 Endif
32 If X1 = 17 Then '--> Jos käyttöpiste on 17 eli kone käy ristiriitaisesti RK, B10 on SEIS (0)
33 B10 = SEIS
34 Endif
35 ' * PÄÄLLÄ RK:STA
36 If X1 = 0 Or X1 < -1 Then '--> Jos käyttöpiste on 0 eli seis automaattilla TAI pienempi, kuin -1 (lukitukset) , B10 on SEIS (0)
37 B10 = SEIS
38 Endif
39 ' * SEIS-OHJAUS AIKA TAI MUU SYY
40 If X1 < -1 And X1 <> -11 Then '--> Jos käyttöpiste on pienempi, kuin -1 (lukitukset) JA eri kuin -11 eli Seis käsiohjaus järjestelmästä, koneen ohjaustila on AUTO
41 O_KALELU_TK11 = **HUOM** AUTO '--> Voidaan kommentoida rivi pois, jos käytetään vanha ohjelma
42 f_O_KALELU_TK11F01( **HUOM** AUTO ) '--> Voidaan kommentoida rivi pois, jos käytetään vanha ohjelma
43 Endif
44 ' * == OUTPUT ==
45 f_O_KALELU_TK11F01( B10 ) '--> Viedään ohjaustila (0-3 SEIS, KÄY, HIDAS, NOPEA) tulopuhaltimen IO-scriptin kautta IO-pisteelle
46 f_O_KALELU_TK11F01( I_KALELU_TK11F01 in ) '--> Raitisilmapellin ohjaus, kun puhallin indikoi (1) IO-scriptin kautta.

```

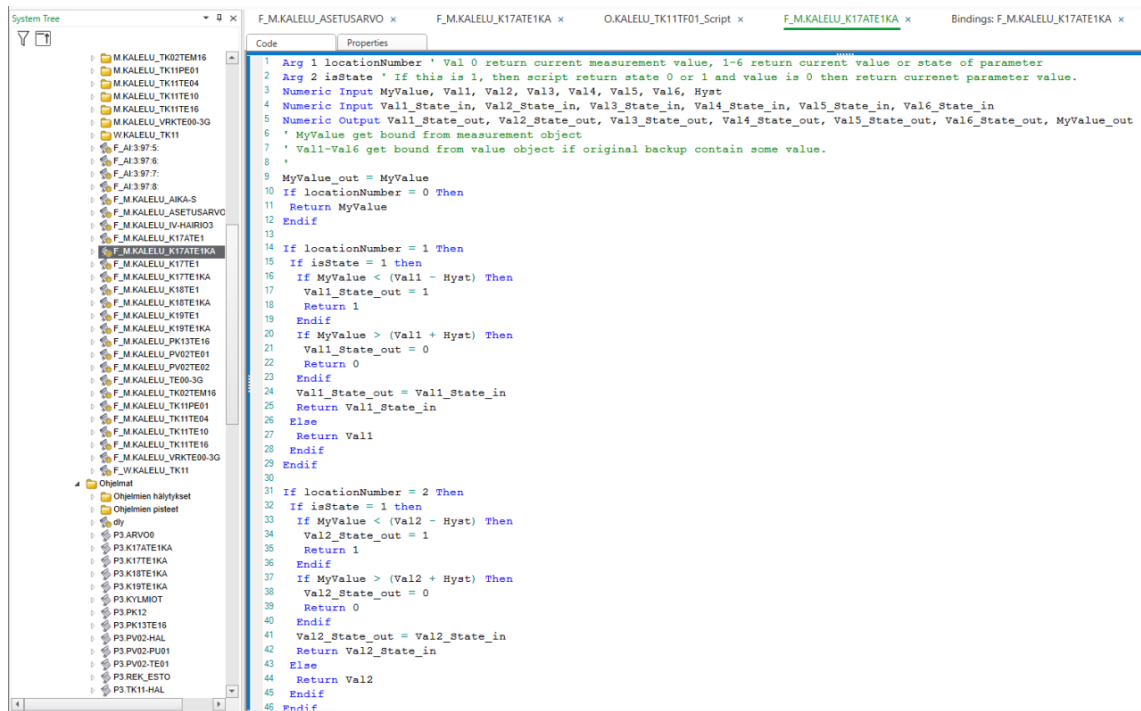
KUVA 23. Tuloilmakoneen TK11 OUT-ohjelma

TAULUKKO 2. Yleisesti käytettyjä etuliitteitä vanhoissa ohjelmissa

Etuliite	Selite
I	Indikointi
O	Ohjaus
S	Säätöpiste
T	Aikaohjelma
W	Käyttöpiste
H, F, R	Hälytys
AR	Alarajahälytys
YR	Ylärajahälytys

4.1.2 Script Function -ohjelmat

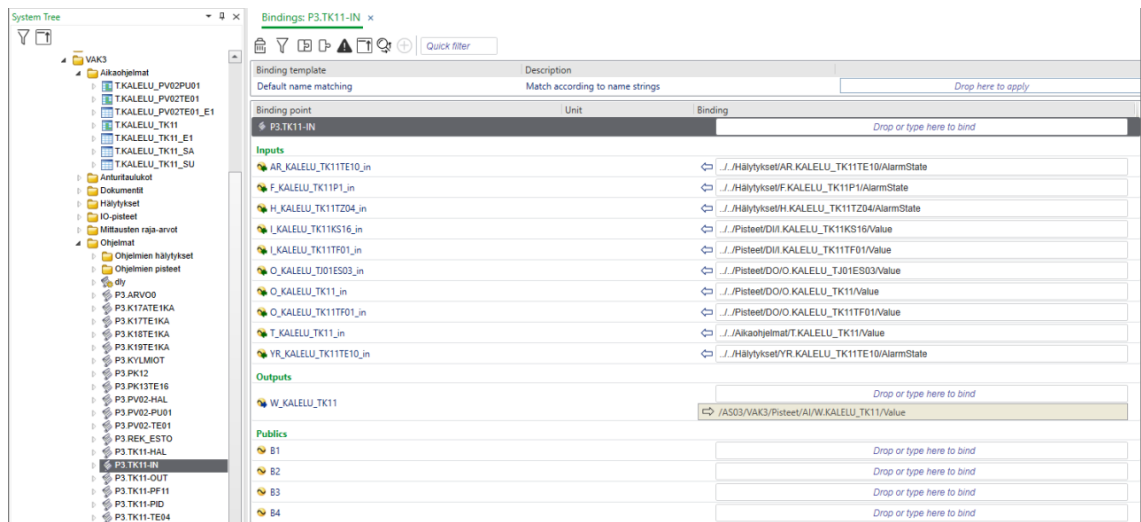
Pääohjelmissa käytettävät Script Function -aliohjelmien kautta luetaan esimerkiksi anturitietoja ja niihin liittyviä raja-arvohälytyksiä. Kuvassa 24 on esimerkki lämpötilan mittauspisteen funktio-ohjelmasta, johon pääohjelmassa kutsuttaessa annetaan yksi tai kaksi argumenttia. Funktio-ohjelman *MyValue*-muuttujaan on liitetty itse fyysinen mittaus tai välimuuttuja. Esimerkiksi funktiolle annettaessa arvo 0 pääohjelmassa, palauttaa se nykyisen mittausarvon (*MyValue*) pääohjelmaan. Funktio-ohjelmaan on myös liitetty *Mittausten raja-arvot* -kansion muuttujat *High1-3*, *Low1-3* sekä *Hystereesi*. High ja Low -muuttujilla voidaan määrittää mittauksen ala- ja yläraja-arvot hälytyksiä varten. Funktio-ohjelman muuttujat *Val1-3* ovat *Low1-3*-arvot ja *Val4-6* muuttujat ovat *High1-3*-arvot. Pääohjelmassa annettaessa funktiolle taas arvo 1 ja 1 (1 1), on funktion arvo 1, jos *MyValue*-arvo eli mittausarvo on pienempi kuin määritetyn *Low1*- ja hystereesiarvon erotus. Tällöin kyseessä on yleisimmin alarajahälytys. Kaikki pääohjelmissa käsiteltävät mittaukset toimivat näiden funktio-ohjelmien kautta ja jokaiselle mittaukselle on samalla pohjalla tehty ohjelma. Muita pääohjelmissa käytettyjä funktio-ohjelmia voivat olla esimerkiksi säätökäyrien ohjelmat, joka laskee asetusarvon määritettyjen käyräpisteiden avulla.



KUVA 24. Mittauksen funktio-ohjelma

4.1.3 Ohjelmien ja objektien liitokset

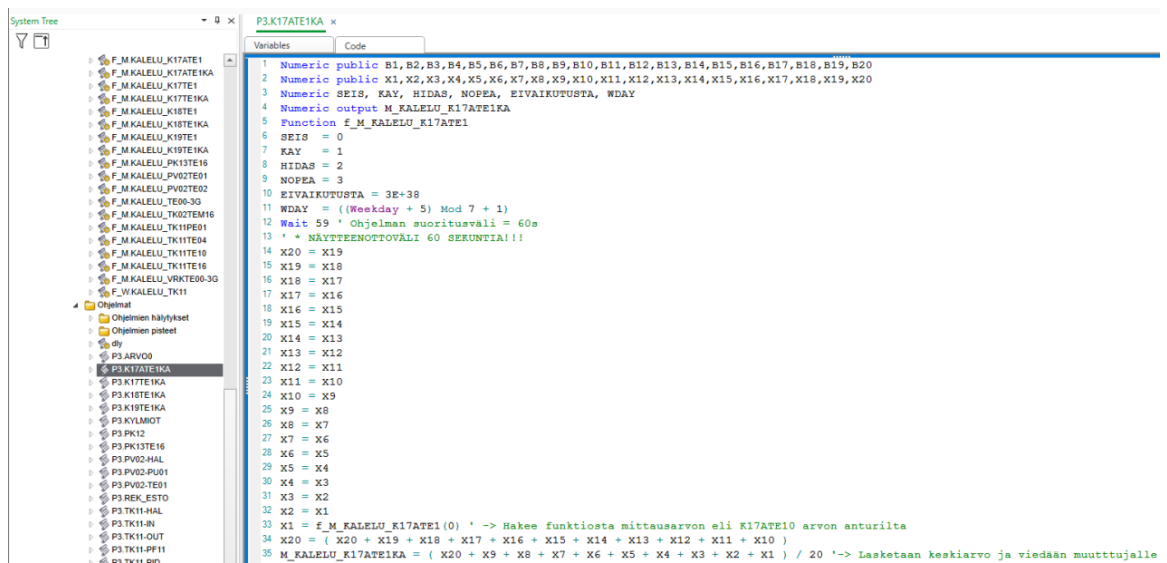
Kaikki objektit, kuten hälytysobjektit, trendilokit, välimuuttujat ja ohjelmissa käytettävät muuttujat liitetään esimerkiksi I/O-pisteille, toisen ohjelman muuttujille tai jollekin muulle pisteelle. Objektin liitokset (Bindings) saadaan auki klikkaamalla tarkasteltavan objektin päältä hiiren oikealla painikkeella ja valitsemalla *Edit bindings*. Kuvassa 25 on esimerkki ohjelman *TK11-IN* liitoksista. Liitoksissa vasemmalle osoittavan nuolen oikealla puolella olevat polut ovat ohjelmaan tulevia tietoja ja oikealle osoittavan nuolen oikealla puolella oleva polku on taas ohjelmasta lähtevä tieto. Ohjelmien ja muiden objektien liitoksia on hyvä käyttää lisätiedon hankkimiseen vanhoja ohjelmia lukiessa.



KUVA 25. Ohjelman liitokset

4.2 Uudet ohjelmat

Uusien ohjelmien luominen aloitettiin ns. ohjelma kerrallaan. Kuvassa 26 on ensimmäisen kylmiömittauksen kommentoitu ohjelma. Ohjelmaa lukemalla ylhäältä alaspäin rivi kerrallaan ja tarkastelemalla Script Function -ohjelmaa `f_M_KALELU_K17ATE1`, voitiin päätellä, että ohjelma laskee kylmiön K17A lämpötilan keskiarvoa aina 20 minuutin ajalta ja vie sen ulostulomuuttujaan `M_KALELU_K17ATE1KA`. Samanlainen ohjelma löytyi myös kylmiöille K17, K18 ja K19.



KUVA 26. Pääohjelma kylmiön lämpötilan keskiarvomittaukselle

Kylmiömittauksille oli myös hälytysohjelma *P3.KYLMIOT* (kuva 27), jossa määriteltiin taas funktio-ohjelman kautta lämpötilojen ylä- ja alarajahälytykset. Ohjelmassa määritetyt "AR" ja "YR" ulostulomuuttujat ovat liitetty ohjelmasta hälytyspisteille *Hälytykset*-kansioon.

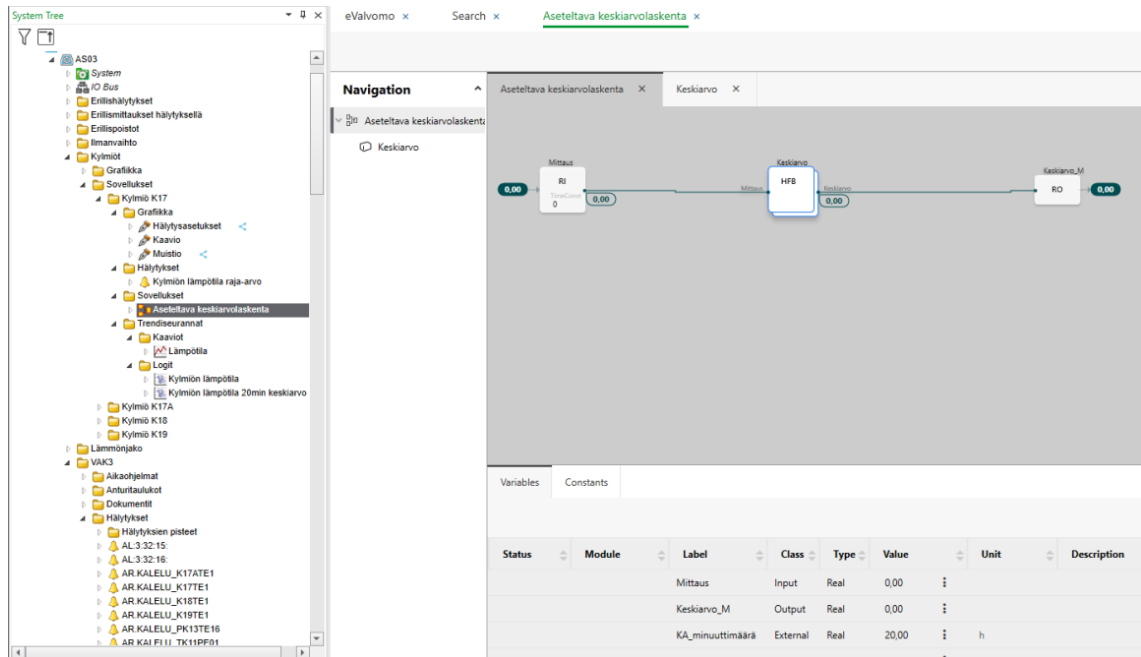
```

Variables      Code
1 Numeric public B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14,B15,B16,B17,B18,B19,B20
2 Numeric public X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8,X9,X10,X11,X12,X13,X14,X15,X16,X17,X18,X19,X20
3 Numeric SEIS, KAY, HIDAS, NOPEA, EIVAIKUTUSTA, WDAY
4 Numeric output AR_KALELU_K17ATE1
5 Numeric output YR_KALELU_K17ATE1
6 Numeric output YR_KALELU_K18TE1
7 Numeric output AR_KALELU_K18TE1
8 Numeric output AR_KALELU_K19TE1
9 Numeric output YR_KALELU_K19TE1
10 Numeric output AR_KALELU_K19TE1
11 Numeric output YR_KALELU_K19TE1
12 Function f_M_KALELU_K17TE1
13 Function f_M_KALELU_K17TE1
14 Function f_M_KALELU_K17ATE1
15 Function f_M_KALELU_K19TE1
16 SEIS = 0
17 KAY = 1
18 HIDAS = 2
19 NOPEA = 3
20 EIVAIKUTUSTA = 3E+38
21 WDAY = ((Weekday + 5) Mod 7 + 1)
22 AR_KALELU_K17ATE1 = f_M_KALELU_K17ATE1(1, 1)  '-> Alarajahälytys. TOSI jos mitattu arvo on pienempi, kuin alaraja - hystereesi
23 AR_KALELU_K17TE1 = f_M_KALELU_K17TE1(1, 1)
24 AR_KALELU_K18TE1 = f_M_KALELU_K18TE1(1, 1)
25 AR_KALELU_K19TE1 = f_M_KALELU_K19TE1(1, 1)
26 YR_KALELU_K17ATE1 = f_M_KALELU_K17ATE1(4, 1)  '-> Ylärajahälytys. TOSI jos mitattu arvo on suurempi, kuin yläaraja + hystereesi
27 YR_KALELU_K17TE1 = f_M_KALELU_K17TE1(4, 1)
28 YR_KALELU_K18TE1 = f_M_KALELU_K18TE1(4, 1)
29 YR_KALELU_K19TE1 = f_M_KALELU_K19TE1(4, 1)
30
31 'Atmos-ohjelman rivit:
32 'AR_KALELU/K17ATE1 = M.KALELU/K17ATE1,1
33 'AR_KALELU/K17TE1 = M.KALELU/K17TE1,1
34 'AR_KALELU/K18TE1 = M.KALELU/K18TE1,1
35 'AR_KALELU/K19TE1 = M.KALELU/K19TE1,1
36 'YR_KALELU/K17ATE1 = M.KALELU/K17ATE1,4
37 'YR_KALELU/K17TE1 = M.KALELU/K17TE1,4
38 'YR_KALELU/K18TE1 = M.KALELU/K18TE1,4
39 'YR_KALELU/K19TE1 = M.KALELU/K19TE1,4

```

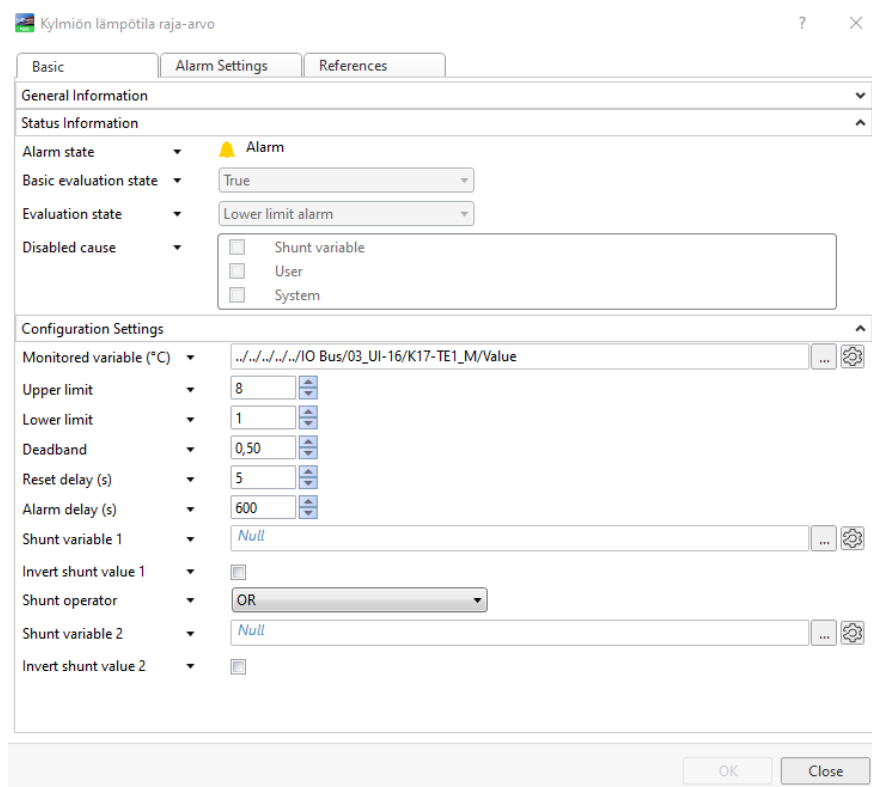
KUVA 27. Kylmiömittauksien hälytysohjelma

Uusia ohjelmia varten luotiin kansio kaikkia kylmiöitä varten. Kansion sisään luotiin yhdelle kylmiöille kansio, joka sisälsi grafiikkakuvat, hälytysobjektin, ohjelman sekä trendiseurannan (kuva 28). Kansion valmistuttua voitiin se monistaa muille kylmiöille ja täten vähentää toistuvaa työtä. Kansion pohjana käytettiin Modravakiopohjaa huonesäädöstä. Uutena ohjelmalla keskiarvomittaukselle voitiin käyttää valmista mittauspisteen keskiarvoa laskevaa Function Block -ohjelmaa. Ohjelman sisään määritettiin haluttu 20 minuutin keskiarvolaskenta.



KUVA 28. Aseteltava keskiarvo-ohjelma

Kääntötyökalun luomat hälytysobjektit ovat ns. binäärisiä *change of value* -hälytyksiä, jotka aktivoituvat, kun valvottu piste muuttaa tilaa nollassa yhdeksi tai toisinpäin. Uusien ohjelmien hälytysobjekteilla voidaan kuitenkin valvoa esimerkiksi anturitietoa suoraan I/O-pisteeltä ja kaikkia hälytyksiä ei täten tarvitse enää määrittellä ohjelmissa. Koska kylmiömittauksilla on ala- ja ylärajahälytys, voidaan käyttää uutena hälytysobjektina *out of range* -hälytystä, joka lukee lämpötilamittauksen arvon suoraan I/O-pisteeltä ja vertaa sitä määritettyihin ala- ja yläraja-arvoihin (kuva 29). Hälytysobjektia luodessa voidaan hälytyksen raja-arvot tarkastaa kyseisen mittauksen alta *Mittausten raja-arvot* -kansiossa (Low1-, High1 ja Hystereesi-muuttujat), sekä hälytysviive ja prioriteetti vanhasta hälytysobjektista. Tässä tapauksessa hälytyksen yläraja-arvo oli 8 °C, alaraja-arvo 1 °C, hystereesi (deadband) 0,5, hälytysviive 600 s ja hälytysprioriteetti 1, eli kyseessä oli ns. kiireellinen hälytys. Hälytysprioriteetti voidaan asettaa hälytysobjektin *Alarm Settings*-välilehdelle. Lämpötilamittauksille lisättiin vielä trendiseurannalle loki-piste ja kaavio samalla tavalla, kuin vanhan järjestelmän *Trendiseurannat* -kansiossa. Lopuksi tarkastettiin vielä ohjelman, hälytyspisteiden ja trendilokien liitokset ohjelmiin ja I/O-pisteille.



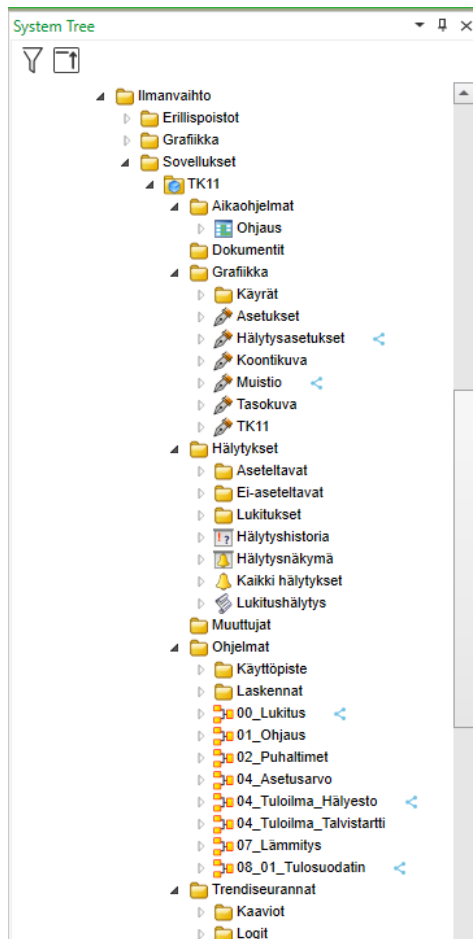
KUVA 29. Uusi hälytysobjekti kylmiömittaukselle

4.2.1 Tulo- ja poistoilmakoneet

Liitteessä 5 on kuvakaappaukset kaikista käännettyistä ja kommentoiduista pääohjelmista. Tuloilmakoneen TK11 toiminnallisuus oli jaettu yhteensä kuuteen eri ohjelmaan. *TK11-HAL* -ohjelma piti sisällään koneen hälytyksien määrittelyn, kuten tuloilman lämpötilan ylä- ja alarajahälytykset, suodattimen paine-eron hälytyksen, lämmityspatterin pumpun ja puhaltimen ristiriitahälytyksen. *TK11-IN*-ohjelmaan oli tuotu taas kaikki koneen toimintaan liittyvät muuttujat ja tilatiedot, kuten puhaltimen indikointi, lisäaikapainikkeen indikointi, aikaohjelma, ohjauksen tila sekä hälytykset mitkä vaikuttavat koneen toimintaan, esimerkiksi jäätymissuojan hälytys. Ohjelmassa määritetään tulomuuttujien avulla koneen numeerinen käyttöpiste, joka kertoo koneen sen hetkisestä tilasta. Käyttöpisteen arvo viedään *TK11-OUT*-ohjelmaan, jossa määritellään koneen ohjaus kyseisen arvon ja muiden ehtojen perusteella. Ohjelman ulostulot viedään I/O-pisteille. *TK11-PF11*-ohjelmassa määriteltiin ristiriitahälytys poistopuhaltimelle PF11, jonka ohjaus oli tuloilmapuhaltimen TF01 ohjauksen perässä mutta sillä oli kuitenkin oma indikoin-

tipiste. *TK11-PID*-ohjelmassa ohjattiin lämmityspatterin venttiilin PID-säätöä tuloilman lämpötilalla, sekä paluuveden lämpötilalla sen mukaan kumpi säätimistä pyytää suurempaa säätöviestiä venttiilille. *TK11-TE04*-ohjelmassa määritettiin lämmityspatterin paluuveden säädön ehdot ja lämpötilan asetusarvo. Ohjelmista voitiin siis jo päätellä, että kyseessä on 2-nopeuksinen tuloilmakone lämmityspatterilla ja erillisellä poistopuhaltimella. Koneen käyntiä ohjataan aikaohjelmalla, sekä lisäaikapainikkeella. TK11 ohjelmiin liittyi myös ohjelma *PK12*, jossa määriteltiin erillispoistokoneen PK12 ohjaus. Poistoilmakoneen käynnistys pienelle teholle oli sidottu tuloilmapuhaltimen TK-TF01 indikointiin ja lisäaikapainikkeeseen.

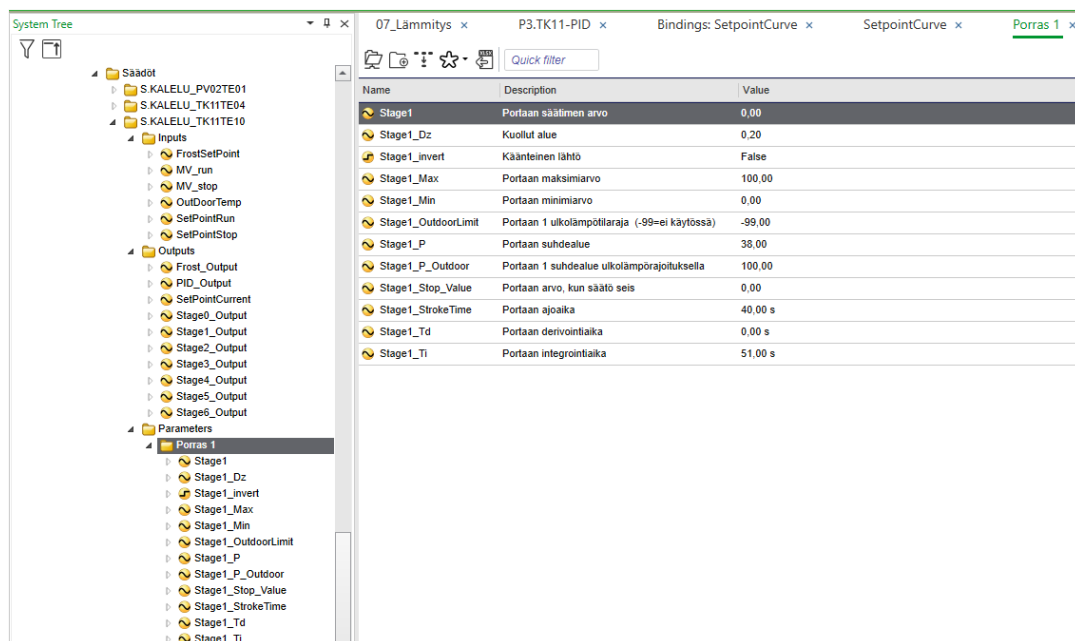
Tuloilmakoneelle TK11 luotiin taas kuvan 30 mukainen kansiorakenne. Pohjana käytettiin taas Modra-vakiopohjaa 2-nopeuksiselle tulo- ja poistokoneelle.



KUVA 31. TK11 tuloilmakoneen uusi kansiorakenne

KUVA 33. 04_asetusarvo-ohjelma

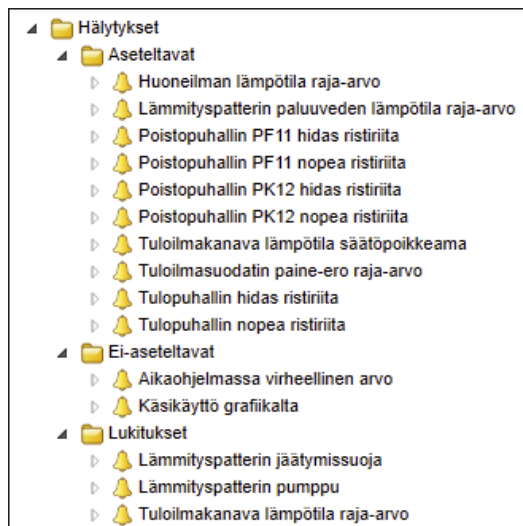
07_Lämmitys-ohjelmaan voitiin asettaa suoraan vanhat PID-säätimen parametrit pääsäätimelle, sekä paluuveden ennakointisäätimelle. Vanhat säätimien parametrit voitiin taas hakea *Säädöt*-kansion alta (kuva 34). Vaikka käytössä olleet parametrit eivät muutu on, säädön toiminta on kuitenkin aina testattava erikseen alakeskuksen käyttöönoton yhteydessä.



Name	Description	Value
Stage1	Portaan säätimen arvo	0,00
Stage1_Dz	Kuollut alue	0,20
Stage1_invert	Käanteinen lähtö	False
Stage1_Max	Portaan maksimiarvo	100,00
Stage1_Min	Portaan minimiarvo	0,00
Stage1_OutdoorLimit	Portaan 1 ulkolämpötilaraja (-99=ei käytössä)	-99,00
Stage1_P	Portaan suhdealue	38,00
Stage1_P_Outdoor	Portaan 1 suhdealue ulkolämpörajauksella	100,00
Stage1_Stop_Value	Portaan arvo, kun säätö seis	0,00
Stage1_StrokeTime	Portaan ajoaika	40,00 s
Stage1_Td	Portaan dervointiaika	0,00 s
Stage1_Ti	Portaan integrointiaika	51,00 s

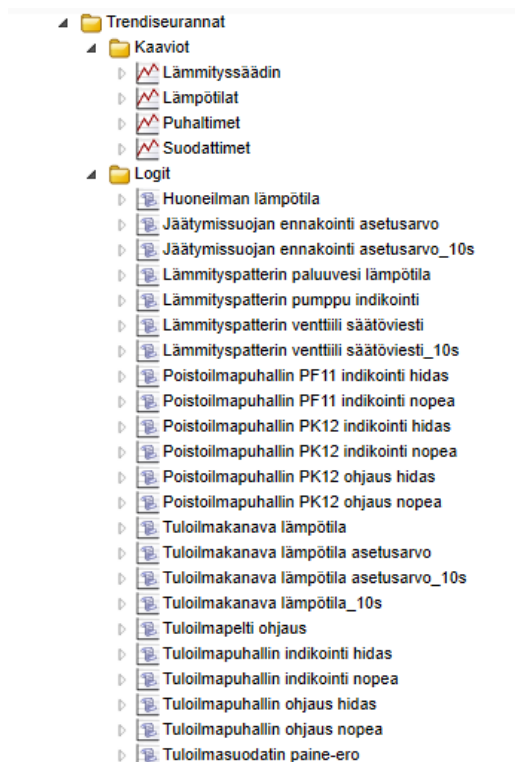
KUVA 34. Vanhat PID-säätimen parametrit

Tuloilmakoneen hälytykset ja niiden raja-arvot, hälytysprioriteetit voitiin taas hakea kääntötyökalun luomista *Mittausten raja-arvot* ja *Hälytykset* -kansioista. Kuvasssa 35 on tuloilmakoneelle luodut uudet hälytykset. Lisäyksenä vanhasta järjestelmästä uusissa ohjelmissa oli hälytykset tuloilman lämpötilan säätöpoikkeamalle, aikaohjelman virheelliselle arvolle sekä käsikäytölle grafiikalta. Hälytyksiä tehdessä on huomioitava, että koneen lukitsevat hälytykset ovat omassa *Lukitukset*-kansiossa. *Lukitukset*-kansion alla olevat hälytykset ovat liitettynä vakiopohjan lukitusohjelmaan. Ohjelmien luomisen lopuksi tarkastettiin vielä niiden liitokset oikeille pisteille.



KUVA 35. Uudet hälytykset

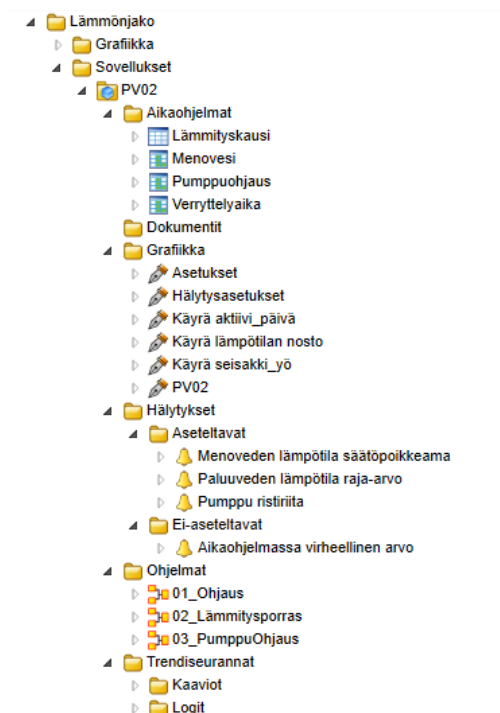
Tuloilmakoneelle lisättiin vielä trendikaaviot ja trendilokit vanhan *Trendiseurannat*-kansioista löytyvien lokien mukaisesti (kuva 36), sekä päivitettiin koneen aikaohjelma vanhan *Aikaohjelmat*-kansioista löytyneiden aikojen mukaisiksi. Samalla tarkastettiin myös lokipisteiden liitokset oikeisiin paikkoihin ohjelmiin ja I/O-pisteille.



KUVA 36. Uudet trendiseurannat

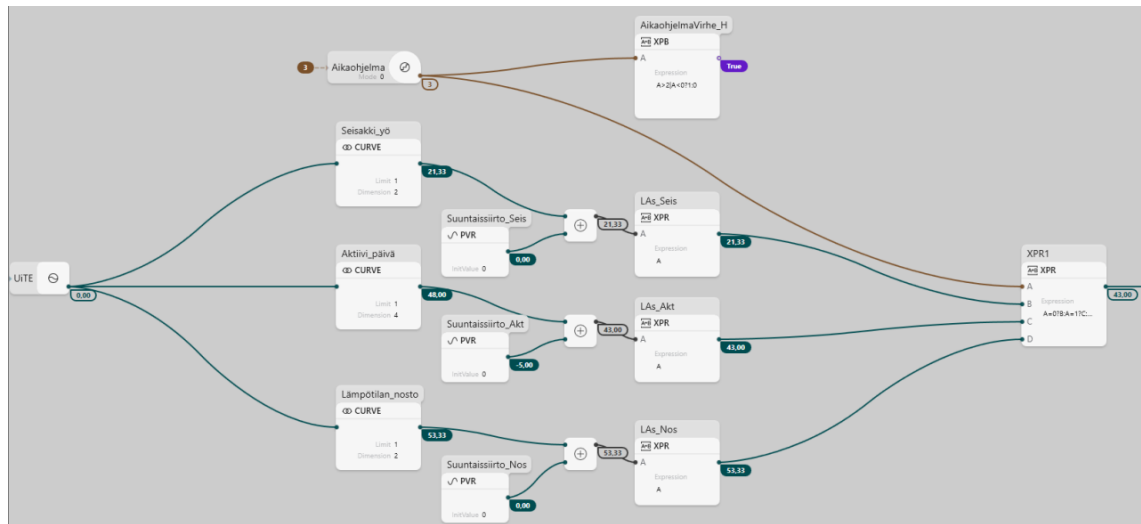
4.2.2 Patteriverkosto ja erillispisteet

Patteriverkoston PV02 vanhat ohjelmat oli jaettu 3 eri ohjelmaan (liite 5). *PV02-HAL*-ohjelmassa määritettiin säätöpoikkeamahälytys. *PV02-PU01*-ohjelmassa lämmityspumpun kesä- ja talvikäytön ehdot, sekä ristiriitahälytys ja *PV02-TE01*-ohjelmassa säätökäyrän valinta, sekä säätimen käynnistys. Uutena kansiorakenteena ja ohjelmina käytettiin lämmityspiirin vakiopohjaa (kuva 37).



KUVA 37. PV02 patteriverkoston uusi kansiorakenne

Vakiopohjan ohjelmat sisälsivät valmiiksi jo kaikki muut toiminnot kuten pumpun sammutuksen ja verryttelyn kesäaikana, mutta säätöohjelma vaati taas hieman muutoksia, kuten *PV02-TE01*-ohjelmassa oleva menoveden lämpötilan säätökäyrän valinta. Säätökäyriä oli yhteensä kolme kappaletta ja aikaohjelman arvolla voitiin valita haluttu säätökäyrä eri ajanhetkinä. Vakiopohjassa mukana tullut grafiikkakuva käyrälle monistettiin kahdelle muulle käyrälle ja niiden muutettavat pisteet yhdistettiin ohjelmaan. Kuvassa 38 on *02_Lämmitysporras*-ohjelmaan lisätty säätökäyrän valinta aikaohjelmalla, sekä hälytys jos aikaohjelmaan syötetään arvo, joka on alle 0 tai yli 2. Ohjelmaan päivitettiin myös samalla taas säätimen parametrit *Säädöt*-kansion alta.



KUVA 38. Säätokäyrän valinta

Patteriverkostolle lisättiin vielä vanhan järjestelmän mukaiset hälytyspisteet, niiden raja-arvot, hälytysviiveet sekä prioriteetit, kaaviot sekä trendilokit. Lopuksi tarkistettiin vielä kaikki liitokset ohjelmista ja objekteista sekä päivitettiin uudet aikaohjelmat vanhojen aikaohjelmien perusteella.

Rasvanerotuskaivon hälytyksen *REK-ESTO*-ohjelmassa (liite 5) estetään kyseinen hälytys kirjoittamalla se epätosi-arvoksi (false), sekä ohjelmaan oli lisätty kommentti päivämäärästä ja henkilöstä kenen kanssa hälytyksen estosta on aikaisemmin sovittu. Kohteen huoltomieheltä varmistettiin vielä, että kyseisen hälytyksen voi jättää pois uudesta järjestelmästä.

Huoneilman lämpötilamittaukselle *PK13TE16*-ohjelman (liite 5) mukaisesti lisättiin vakiopohja *Erillismittaukset hälytyksellä*, joka sisälsi grafiikkakuvan ja hälytysobjektin lämpötilamittauksen ylä- ja alarajalle (kuva 39). Hälytysobjektin raja-arvot, hystereesi, hälytysviive sekä prioriteetti haettiin taas vanhan järjestelmän kansioista.

The screenshot shows the configuration window for the alarm 'Huoneilman lämpötila raja-arvo'. The window is divided into two main sections: 'Status Information' and 'Configuration Settings'.

Status Information:

- Alarm state: Alarm (indicated by a yellow warning icon)
- Basic evaluation state: True
- Evaluation state: Lower limit alarm
- Disabled cause: Shunt variable, User, System (all unchecked)

Configuration Settings:

- Monitored variable (°C):/IO Bus/03_UI-16/PK13-TE16_M/Value
- Upper limit: 35
- Lower limit: 10
- Deadband: 0,50
- Reset delay (s): 5
- Alarm delay (s): 600
- Shunt variable 1: Null
- Invert shunt value 1:
- Shunt operator: OR
- Shunt variable 2: Null

The System Tree on the left shows the following structure:

- Enillismittaukset hälytyksellä
 - Grafiikka
 - Enillismittaukset
 - Hälytykset
 - Huoneilman lämpötila raja-arvo
- Enillispoistot
- Ilmanvaihto
- Kylmit
- Lämmönjako
- VAK3
 - Aikaohjelmat
 - Anturitauknot
 - Dokumentit
 - Hälytykset
 - IO-pisteet
 - Mittausten raja-arvot
 - AI.3.97.5
 - AI.3.97.6
 - AI.3.97.7
 - AI.3.97.8
 - M.KALELU_AIKA-S
 - M.KALELU_ASETUSARVO
 - M.KALELU_IV-HAIRIO3
 - M.KALELU_K17ATE1
 - M.KALELU_K17ATE1KA
 - M.KALELU_K17TE1
 - M.KALELU_K17TE1KA
 - M.KALELU_K18TE1
 - M.KALELU_K18TE1KA
 - M.KALELU_K19TE1
 - M.KALELU_K19TE1KA
 - M.KALELU_PK13TE16
 - Graphic
 - M.KALELU_PK13TE16_High1
 - M.KALELU_PK13TE16_High1_State
 - M.KALELU_PK13TE16_High2
 - M.KALELU_PK13TE16_High2_State
 - M.KALELU_PK13TE16_High3
 - M.KALELU_PK13TE16_High3_State
 - M.KALELU_PK13TE16_Hyst
 - M.KALELU_PK13TE16_Low1
 - M.KALELU_PK13TE16_Low1_State

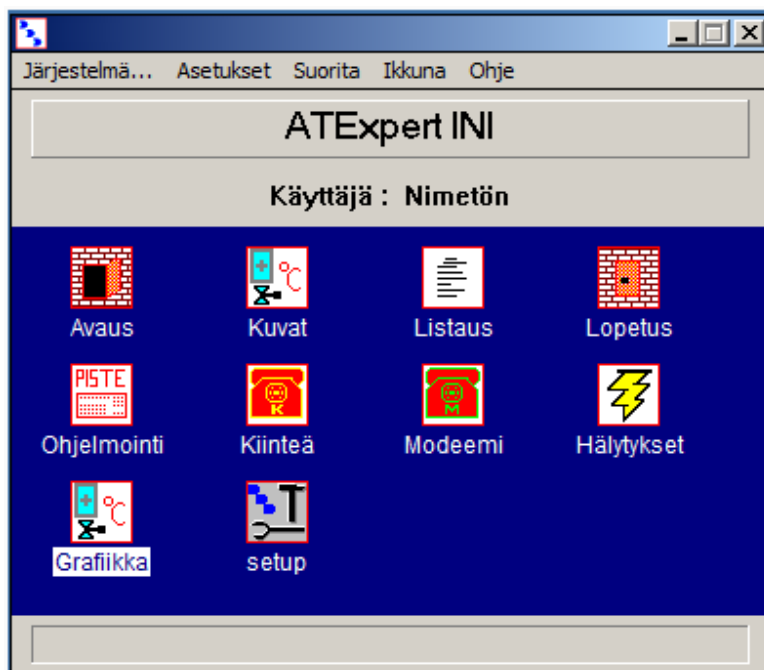
KUVA 39. Erillismittaukset hälytyksellä

5 GRAFIKKAKUVAT

Uuden järjestelmän grafiikkakuvat voidaan kääntää vanhasta järjestelmästä kuvienluontityökalulla (Kulu) tai käyttää ohjelmoinnissa hyödynnettyjen Modra-vakiopohjien uusia grafiikoita. Kuvienluontityökalu luo vanhemmanmalliset 3-version grafiikkakuvat ja ohjelmaa on hyvä hyödyntää, jos käännetyt AtmosWare-ohjelmat hyödynnetään sellaisinaan. Tässä tapauksessa, kun ohjelmat uusittiin, oli helpompi ja nopeampi tapa hyödyntää vakiopohjien grafiikkakuvia.

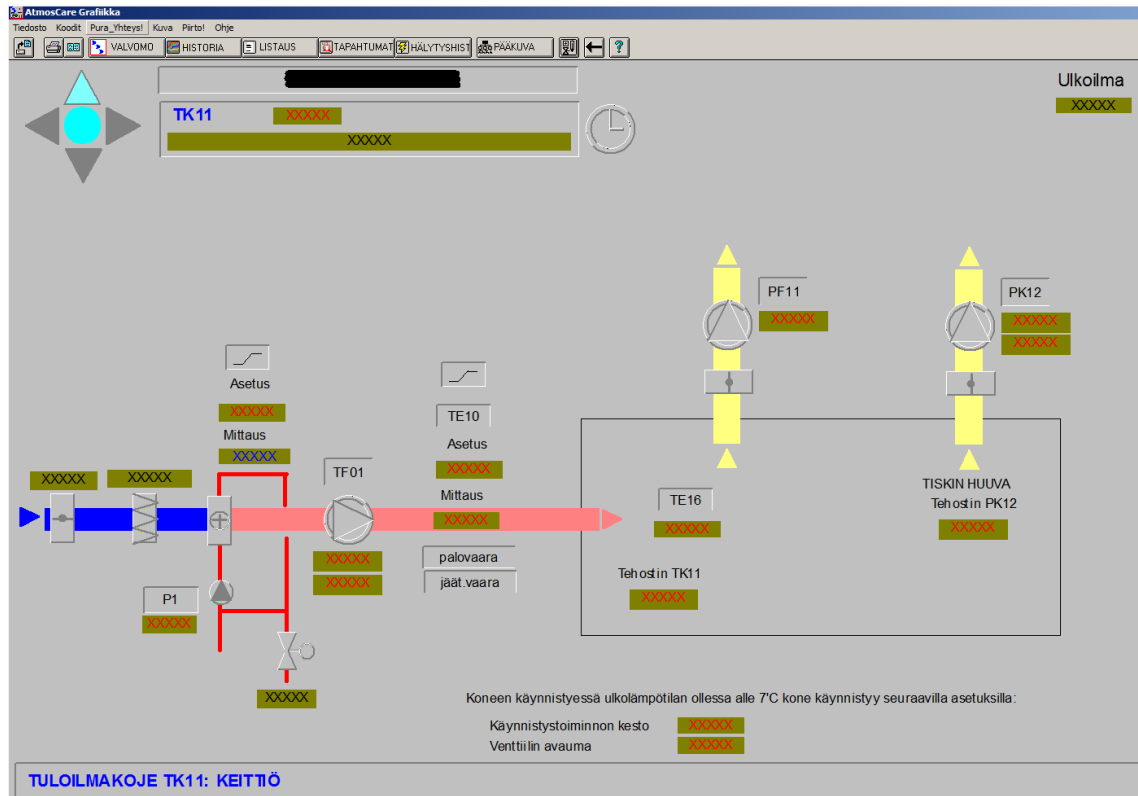
5.1 Vanhat grafiikkakuvat

Ennen vakiopohjien grafiikkakuvien muokkaamista luotiin Oracle VM VirtualBox virtuaalikoneelle Windows 7 -käyttöjärjestelmän näköistiedosto. Tiedosto pitää sisällään erilaisia AtmosCare-apuohjelmia, kuten valvomon (kuva 40), jonka kautta päästiin tarkastelemaan vanhan järjestelmän grafiikkakuvia ja niiden pohjalta muokkaamaan uudet vakiopohjien grafiikkakuvat. Kuvien tarkastelemista varten virtuaalikoneelle tuotiin vanhan järjestelmän BACK-varmuuskopio tietokannasta.



KUVA 40. AtmosCare-valvomo

Kuvassa 41 on esimerkkinä tuloilmakoneen TK11 vanha grafiikkakuva, mihin oli sijoitettu myös poistoilmapuhaltimet PF11 ja PK12. Grafiikkakuvista voidaan myös tarkastella eri mittaus- ja ohjauskomponenttien vanhoja polkuja viemällä hiiren osoitin niiden päälle. Näin voidaan varmistaa, että uudet komponentit tulevat varmasti oikeille paikoille.

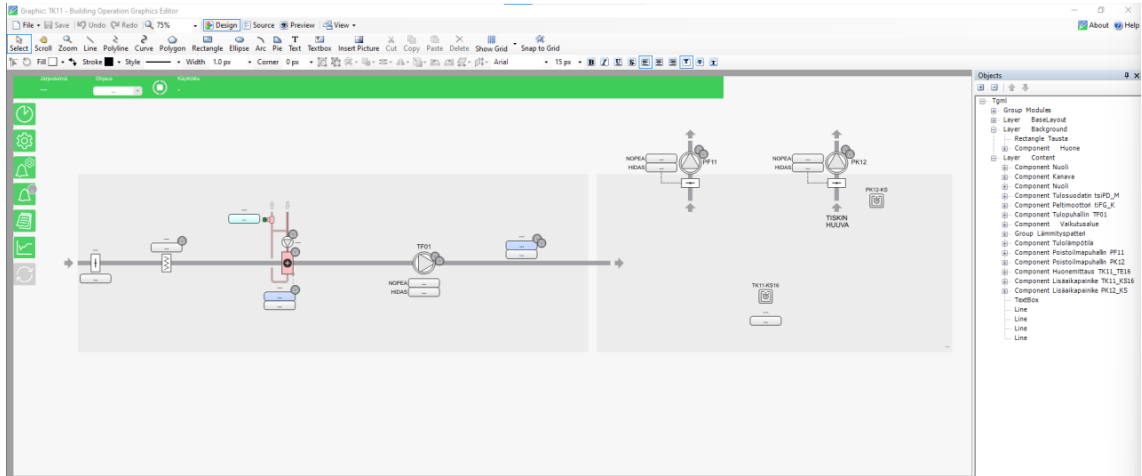


KUVA 41. Tuloilmakoneen TK11 vanha grafiikkakuva

5.2 Uudet grafiikkakuvat

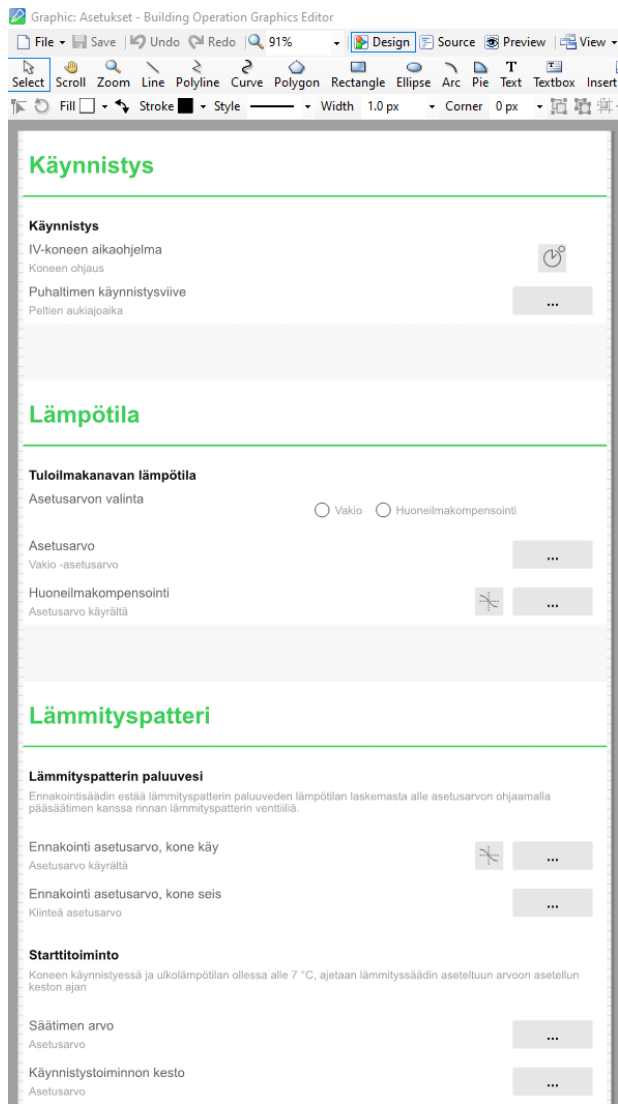
Vakiopohjien grafiikkakuvat muokattiin WorkStation:n grafiikkaeditorilla vastamaan vanhoja grafiikkakuvia. Kuvassa 42 on esimerkki tuloilmakoneen *Kaavio*-grafiikkakuvasta editorissa. Vakiopohjan alkuperäisestä kuvasta poistettiin kaikki ylimääräinen, kuten koneen poistoilmaisuus, lämmöntalteenotto ja poistosuodatin. Poistoilmapuhaltimet PF11, PK12 sekä lisäaikapainikkeet lisättiin grafiikka-komponenttien vakiokirjastosta. Grafiikkakuvia muokatessa on hyvä tarkastaa miltä kuva näyttää WebStation-näkymässä eli näkymä mikä näkyy pääasiallisesti aina asiakkaalle. WebStation-näkymään päästään selaimen kautta kirjoittamalla

osoitekenttään kyseisen virtuaaliprojektin IP-osoite, sekä HTTPS-portti (esimerkiksi 192.168.56.4:42315).



KUVA 42. Tuloilmakone TK11 grafiikkaeditorissa

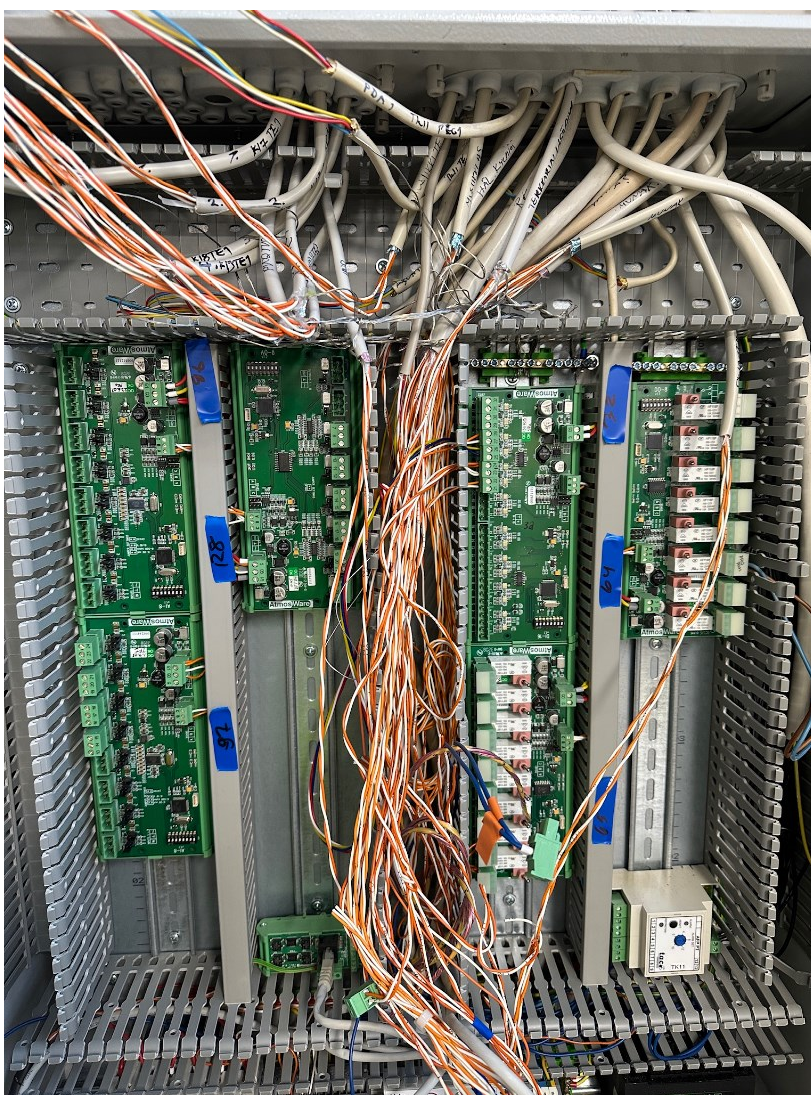
Vanhan järjestelmän grafiikkakuvissa erilaiset asetukset ja säätökäyrät sijaitsivat kyseisen laitteen grafiikkakuvissa. Uusissa vakiopohjien grafiikoissa on niitä varten erillinen *Asetukset*-grafiikkakuva (kuva 43), johon päästään *Kaavio*-kuvasta. Asetussivulla sijaitsee mm. koneen aikaohjelma, lämpötilan säätötapa ja asetusarvot. Sivulta poistettiin ylimääräiset asetukset, kuten lämmöntalteenotto ja lisättiin vielä koneen starttitoimintoon liittyvät asetukset. Lopuksi tarkastettiin vielä grafiikkakuvien liitokset I/O-pisteille, ohjelmiin ja muihin objekteihin kuten hälytyksiin ja trendeihin. Kaikkien laitteiden grafiikkakuvat muokattiin samalla tavalla vanhan järjestelmän mukaisiksi ja liitteessä 6 on kuvakaappaukset kaikkien laitteiden uusista ja vanhoista grafiikkakuvista.



KUVA 43. Asetukset-grafiikkakuva

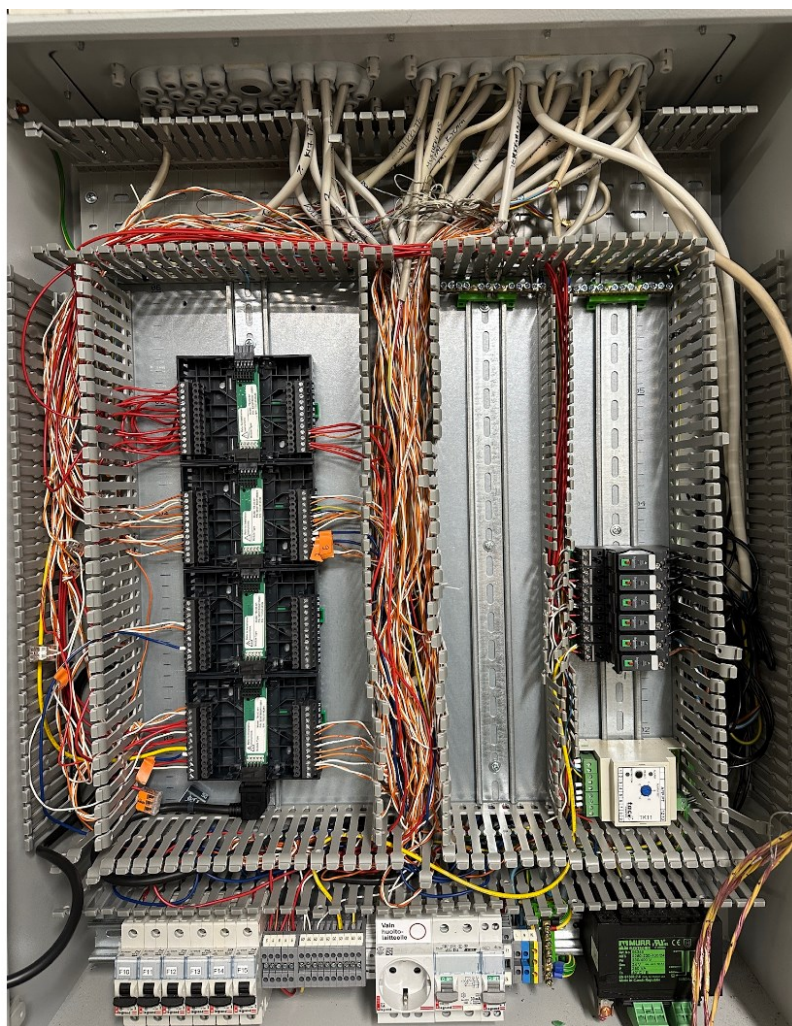
6 ASENNUKSET JA KÄYTTÖNOTTO

Asennustyöt voitiin aloittaa ohjelmointityön valmistuttua ja tilattujen laitteiden saatavuutta. Asennustyö aloitettiin ensin kytkemällä alakeskus, sekä kaikki 230 V ohjausjännitteet virrattomiksi. Yleismittarilla virrattomuuden varmistamisen jälkeen voitiin jatkaa työtä irtikytkemällä kaapelit vanhoista I/O-moduuleista (kuva 44). Kaapeliparia irrottaessa I/O-pisteestä, merkattiin tai varmistettiin kyseisen kaapelin merkintä, sekä vanhojen moduulien paikat. Suurimmassa osassa kaapeleista oli vielä vanhat tussilla tehdyt merkinnät. Kaapeleiden kunnollinen merkitseminen helpottaa ja nopeuttaa uusien I/O-moduulien kytkentätyötä huomattavasti.



KUVA 44. Kaapeleiden irtikytkemistä vanhoista I/O-moduuleista

Kaapeleiden irtikytkemisen jälkeen jatkettiin työtä irrottamalla vanhat moduulit DIN-kiskoista ja kiinnittämällä uusien I/O-moduulien pohjaosat tilalle. Keskuksen oveen lisättiin myös pätkä DIN-kiskoa ja pohjat tehonlähteelle, sekä automaatiopalvelimelle. Tehonlähteelle vietiin vielä omalla kaapelilla 24 V jännite sulakkeelta. Moduulien pohjaosat sisältävät itse kytkentäpisteet ja kaapelien takaisin-kytkentä voitiin aloittaa uusien kytkentäsuunnitelmien mukaan. Kuvassa 45 on kytketyt moduulipohjat, sekä oikealla apureleet 230 V ohjauspisteitä sisältävän DO-moduulin tilalle. Ylimmästä DO-moduulin pohjasta lähtevät punaiset johdot vietiin omalla kaapelilla apureleiden ohjauksiin. Kuvan oikeassa alalaidassa osittain näkyvä kaapeli oli vanha IC1000-yksiköiden aliväyläkaapeli rakennuksen muiden alakeskusten välillä. Kaapeli jätettiin kytkemättä, sillä jokainen rakennuksen alakeskus tarvitsee oman verkkokaapelinsa ja yhteyden kiinteistön verkkoon eikä toistensa välille.



KUVA 45. Moduulipohjien ja apureleiden kytkentä

Moduulipohjien ja apureiden kytkemisen ja kytkentöjen tarkastamisen jälkeen voitiin lisätä paikalleen uudet I/O-moduulit, tehonlähde ja automaatiopalvelin sekä kiinnittää johtokourujen kannet takaisin paikoilleen. Kuvassa 46 on valmis alakeskus. Alakeskuksen päällä olevasta verkkopistorasiasta kytkettiin vielä automaatiopalvelimen ja kiinteistön verkon välinen yhteys välikaapelilla. Vanha IC1000-yksikkö jätettiin vielä keskuksen oveen asiakkaan pyynnöstä. Alakeskuksen ja ohjauksen virtojen takaisinkytkennän jälkeen voitiin aloittaa järjestelmän testaus ja käyttöönotto.



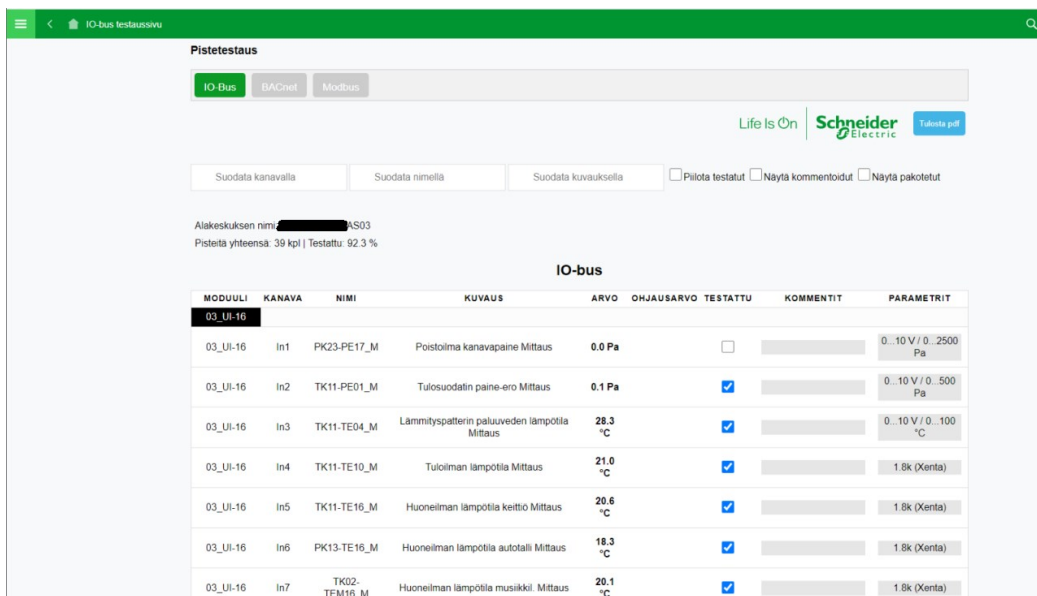
KUVA 46. Testausta vaille valmis alakeskus

6.1 Pistetestaus ja käyttöönotto

Ennen alakeskuksen käyttöönottoa on tässä vaiheessa viimeistään ajettava virtuaaliprojektissa tehty ohjelmointityö alakeskuksen fyysiseen automaatiopalvelimeen. Virtuaaliprojektissa tehty tietokanta otettiin ensin talteen omalle tietoko-

neelle *backup*-toiminnolla WorkStation:illa, joka tekee varmuuskopion koko tietokannasta yhteen tiedostoon. Varmuuskopion jälkeen otettiin yhteys automaatiopalvelimeen paikallisesti USB-yhteyden ja Device Administrator -ohjelman avulla. Ohjelmalla päivitettiin palvelin samaan versioon, kuin virtuaaliprojektissa ja asennettiin samalla tarvittava lisenssi. Päivityksen ja lisenssin jälkeen asetettiin vielä uudelle automaatiopalvelimelle varattu IP-osoite kiinteistön verkosta. Tietokannan lataamista varten palvelimeen oli otettava kiinteä yhteys Ethernet-portin kautta, sillä liitosta yrityspalvelimeen ei saatu asennushetkelle. Tietokoneen IP-osoite muutettiin samaan osoitevaruuteen ja yhdistettiin Ethernet-kaapelin avulla automaatiopalvelimeen. Näin päästiin kirjautumaan WorkStation:illa ja lataamaan virtuaaliprojektista tallennettu tietokanta *restore*-toiminnolla. Fyysinen palvelin sisälsi nyt kaikki virtuaaliprojektissa tehdyt ohjelmointityöt.

Itse alakeskuksen käyttöönotto aloitettiin seuraamalla grafiikkakuvia ja laitteiden toimintaa. Pistetestaustilasta avulla päästiin seuraamaan kytkettyjen pisteiden toimintaa ja testaamaan esimerkiksi lämpötilamittauksien toimintaa (kuva 47). Pistetestaustilasta avulla pystytään myös muuttamaan mittauksien parametrejä, kuten mittausalueita ja vastusmittauksien tyyppiä. Pistetestaustilasta käytiin piste kerrallaan läpi todentaen niiden oikea toiminta. Grafiikkakuvien ja samalla laitteiden fyysisen toiminnan tarkastelulla todettiin kaikki ohjelmoidut toiminnallisuudet oikeiksi ja toimiviksi.



The screenshot shows a web interface for 'IO-bus testaus'. It includes a navigation bar, a search bar, and a table of test results. The table has columns for 'MODUULI', 'KANAVA', 'NIMI', 'KUVAUS', 'ARVO', 'OHJAUSARVO', 'TESTATTU', 'KOMMENTIT', and 'PARAMETRIT'. The table lists 7 test points for module '03_UI-16'.

MODUULI	KANAVA	NIMI	KUVAUS	ARVO	OHJAUSARVO	TESTATTU	KOMMENTIT	PARAMETRIT
03_UI-16	in1	PK23-PE17_M	Poistoilma kanavapaine Mittaus	0,0 Pa		<input type="checkbox"/>		0...10 V / 0...2500 Pa
03_UI-16	in2	TK11-PE01_M	Tulosuodatin paine-ero Mittaus	0,1 Pa		<input checked="" type="checkbox"/>		0...10 V / 0...500 Pa
03_UI-16	in3	TK11-TE04_M	Lämmityspatterin paluuveden lämpötila Mittaus	28,3 °C		<input checked="" type="checkbox"/>		0...10 V / 0...100 °C
03_UI-16	in4	TK11-TE10_M	Tuloilman lämpötila Mittaus	21,0 °C		<input checked="" type="checkbox"/>		1.8k (Xenta)
03_UI-16	in5	TK11-TE16_M	Huoneilman lämpötila keitto Mittaus	20,6 °C		<input checked="" type="checkbox"/>		1.8k (Xenta)
03_UI-16	in6	PK13-TE16_M	Huoneilman lämpötila autotalli Mittaus	18,3 °C		<input checked="" type="checkbox"/>		1.8k (Xenta)
03_UI-16	in7	TK02-TEM16_M	Huoneilman lämpötila musikki Mittaus	20,1 °C		<input checked="" type="checkbox"/>		1.8k (Xenta)

KUVA 47. Pistetestaustilasta

Käyttöönnotossa tulee myös testata kaikki varotoiminnot, kuten tuloilmakoneen jäätymissuoja ja lämmityspatterin pumpun sammuminen. Jäätymissuoja testattiin irrottamalla lämmityspatterin paluulämpötila-anturista toinen johdin, jolloin lämpötila lähti tippumaan ja jäätymissuoja sammutti koneen, sekä antoi hälytyksen. Lämmityspatterin pumpun varotoiminto testattiin sammuttamalla se sähkökeskukselta kesken koneen normaalin käynnin ja varotoiminto sammutti taas koneen, sekä antoi oikean hälytyksen. Kaikkien toiminnallisuuksien, pistetestauslistan ja varotoimintojen tarkastuksien jälkeen täytettiin vielä käyttöönottopöytäkirja, jossa vahvistettiin kaikkien laitteiden toimintojen onnistunut testaus, sekä merkittiin vielä säätöpiireissä käytetyt parametrit.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön pääasiallisena tavoitteena oli luoda opastava dokumentti yrityksen henkilökunnan käyttöön, sekä omaa osaamista harjoittava työ tulevaisuuden modernisointiprojekteja varten. Työtä tehdessä otin huomioon omia ajatuksia ja minkälaisia ohjeita olisin itse kaivannut mm. suunnittelun osalta, kun aloitin työskentelyn projekteissa noin vuosi sitten. Huomioon otettiin myös jo olemassa olevat ohjeet, sekä materiaalit kyseisestä aihepiirisistä. Tarkoituksena oli hakea niistä uutta näkökulmaa, sekä osittain koostaa niitä yhteen dokumenttiin, jonka avulla esimerkiksi uusi aloittava työntekijä pääsee kiinni käytettäviin ohjelmistoihin ja koko modernisointiprojektin läpivientiin. Työn ohjelmointiosuutta voidaan taas hyödyntää mm. huoltotoissa, sekä kyseisen automaatiojärjestelmän modernisointiprojekteissa niillä, joilla on vähäinen kokemus AtmosWare-järjestelmästä.

Työn alkaessa joulukuun loppupuolella omaa kokemusta uudesta järjestelmästä oli kertynyt n. 6 kuukauden ajalta ja vanha järjestelmä tuli kokonaan uutena aihepiirinä. Tekstipohjaista ohjelmointiosaamista oli kertynyt vain opintojen pakollisten ohjelmointikurssien verran ja se osoittautuikin suurimmaksi haasteeksi työssä. Projekti aloitettiinkin tutustamalla vanhaan järjestelmään perusteellisesti, sekä työn ohjelmointivaiheessa ympärillä oli useampi kokenut AtmosWare-osaaja, joiden apu järjestelmän ohjelmoinnissa ja ominaisuuksissa osoittautui erityisen tärkeäksi.

Itse työssä käyty projekti vietiin onnistuneesti loppuun ja asiakas sai kohteeseensa nykyajan standardeja vastaavan automaatiojärjestelmän, joka on toimintavarma, helppokäyttöinen ja valmis tulevaisuuden laitekantapäivityksiä varten. Työssä käsitelty projekti oli myös ensimmäinen projekti, jonka vein teknisesti läpi alusta loppuun ja se opetti paljon vanhan AtmosWare-järjestelmän toiminnasta, ohjelmoinnista, sekä projektinhoidosta yleisesti. Tämä työ ja sen aikana tehty onnistunut projekti lisäsi huomattavasti osaamista ja varmuutta omaan tekemiseen.

Vaikka aikaa AtmosCare-järjestelmään ja arkkitehtuuriin tutustumiseen olisi voinut olla enemmän, onnistuttiin kuitenkin omasta mielestä luomaan yleispätevä

ohje, sekä omaa osaamista parantava työ tulevaisuuden projekteja varten. Jatkokokehitystä työlle voisi olla esimerkiksi opetusvideot ohjelmointivaiheesta, joissa voitaisiin käydä vielä yksityiskohtaisemmin läpi koko järjestelmän rakenne, miten käännetyn tietokannan sisältämä tieto käytetään oikein ja mahdollisimman kustannustehokkaasti.

LÄHTEET

A-Insinöörit. n.d. Rakennusautomaatio. Verkkosivu. Viitattu 6.1.2024.

<https://www.ains.fi/palvelumme/talotekninen-suunnittelu/rakennusautomaatio>

DDC-Tekniikka. 2022. Kiinteistöautomaatio. Verkkosivu. Viitattu. 4.1.2024.

<https://ddc-tekniikka.fi/kiinteistoautomaatio/>

HSY:n verkkokurssi. n.d. Kiinteistöautomaatio. Verkkosivu. Viitattu 4.1.2024.

<https://koutsu.hsy.fi/verkkokurssit/energiaekspertti/lessons/kiinteistoautomaatio-ja-mittaukset/>

Korhonen, I. 2022. Rakennusautomaation suunnitteluohjeistuksen kehittäminen Mikkelin kaupungissa, RAU-suunnitteluohjeen laadinta. Talotekniikan koulutus (ylempi amk). Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu XAMK. Opinnäytetyö. Viitattu 7.1.2024.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/752544/Korhonen_likka.pdf?sequence=2

Kytölä, R. n.d. AtmosCare Valvontajärjestelmä. Yrityksen sisäinen dokumentti. Viitattu 20.1.2024.

Mäenpää, J. 2018. Kiinteistöautomaatiojärjestelmän modernisointi. Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Oulun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 20.1.2024.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/156492/Maenpaa_Juho.pdf;jsessionid=31AABEA012B278C37E2B8A9C5E5BF03F?sequence=4

Prosessiautomaatio. n.d. Rakennusautomaatiotuotteet. Viitattu 11.1.2024.

<https://prosessiautomaatio.com/tuotteet/>

Schneider Electric. 2019. Advanced Display v3. Pdf-dokumentti. Viitattu 13.1.2024.

https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=03-20039&p_enDoc-Type=Other+technical+guide&p_File_Name=Advanced+Display+v3+%28AD+v3%29+-+SmartX+HMI+Specification+Sheet.pdf

Schneider Electric. n.d. Get Connected: Smart Buildings and the Internet of Things. Pdf-dokumentti. Viitattu. 6.1.2024.

https://download.schneider-electric.com/files?p_Doc_Ref=998-20233517

Schneider Electric. 2008. IC1000 käyttöönotto-ohje. Yrityksen sisäinen dokumentti. Viitattu 20.1.2024.

Schneider Electric. 2024. Rele, Harmony Relay, plug-in, 10 A, 1 vaihtokosketin, lukittava testipainike, LED, 24 V AC. Verkkosivu. Viitattu 3.2.2024.

<https://www.se.com/fi/fi/product/RXG12B7/rele-harmony-relay-plugin-10-a-1-vaihtokosketin-lukittava-testipainike-led-24-v-ac/>

Schneider Electric. 2024. Specifications, Enterprise Server. Verkkosivu. Viitattu 20.1.2024.

<https://ecostruxure-building-help.se.com/bms/Topics/show.castle?id=8061&locale=en-US&productversion=2023>

Schneider Electric. 2024. Specifications, SpaceLogic AS-B. Verkkosivu. Viitattu 11.1.2024.

<https://ecostruxure-building-help.se.com/topics/show.castle?id=10930&locale=en-US&productversion=2024>

Schneider Electric. 2024. SpaceLogic AS-P automaatiopalvelin. Verkkosivu. Viitattu 14.1.2024. <https://www.se.com/fi/fi/product-range/106275233-spacelogic-asp-automatiopalvelin#documents>

Schneider Electric. 2024. Specifications, UI-8/AO-V-4 and UI-8/AO-V-4-H. Verkkosivu. Viitattu 15.1.2024.

<https://ecostruxure-building-help.se.com/bms/Topics/show.castle?id=8072&locale=en-US&productversion=2024>

Schneider Electric. 2024. Specifications, WebStation. Verkkosivu. Viitattu 20.1.2024.

<https://ecostruxure-building-help.se.com/bms/Topics/show.castle?id=8792&locale=en-US&productversion=2024>

Schneider Electric. 2024. Specifications, WorkStation. Verkkosivu. Viitattu 15.1.2024.

<https://ecostruxure-building-help.se.com/bms/Topics/show.castle?id=8064&locale=en-US&productversion=2024>

Schneider Electric. 2024. Tutustu EcoStruxure Building -ratkaisuun. Verkkosivu. Viitattu 18.1.2024.

<https://www.se.com/fi/fi/work/campaign/innovation/buildings.jsp>

Schneider Electric. n.d. Web Services and EcoStruxure Web Services. Pdf-dokumentti. Viitattu 18.1.2024.

https://zenex.home.pl/pub/katalogi/schneider/5_systemy_automatyki_i_bezpieczenstwa_w_budynkach/5_7_struxureware_building_operation/pdf/katalogi_i_ulotki/webservices_technical_en.pdf

ST 701.32 ohjekortti. 2022 Rakennusautomaatiojärjestelmän suunnittelu. ST-kortisto. Sähkötieto ry. Viitattu 15.1.2024. Vaatii käyttöoikeuden.

<https://severi.sahkoinfo.fi/>

ST-käsikirja 17. 2018. Rakennusautomaatiojärjestelmät. ST-kortisto. Sähkötieto ry. Viitattu 10.1.2024. Vaatii käyttöoikeuden.

<https://severi.sahkoinfo.fi/>

Suomen Standardisoimisliitto SFS. SFS-EN ISO 16484-2. Pdf-dokumentti. Vaatii käyttöoikeuden. Viitattu 7.1.2024.

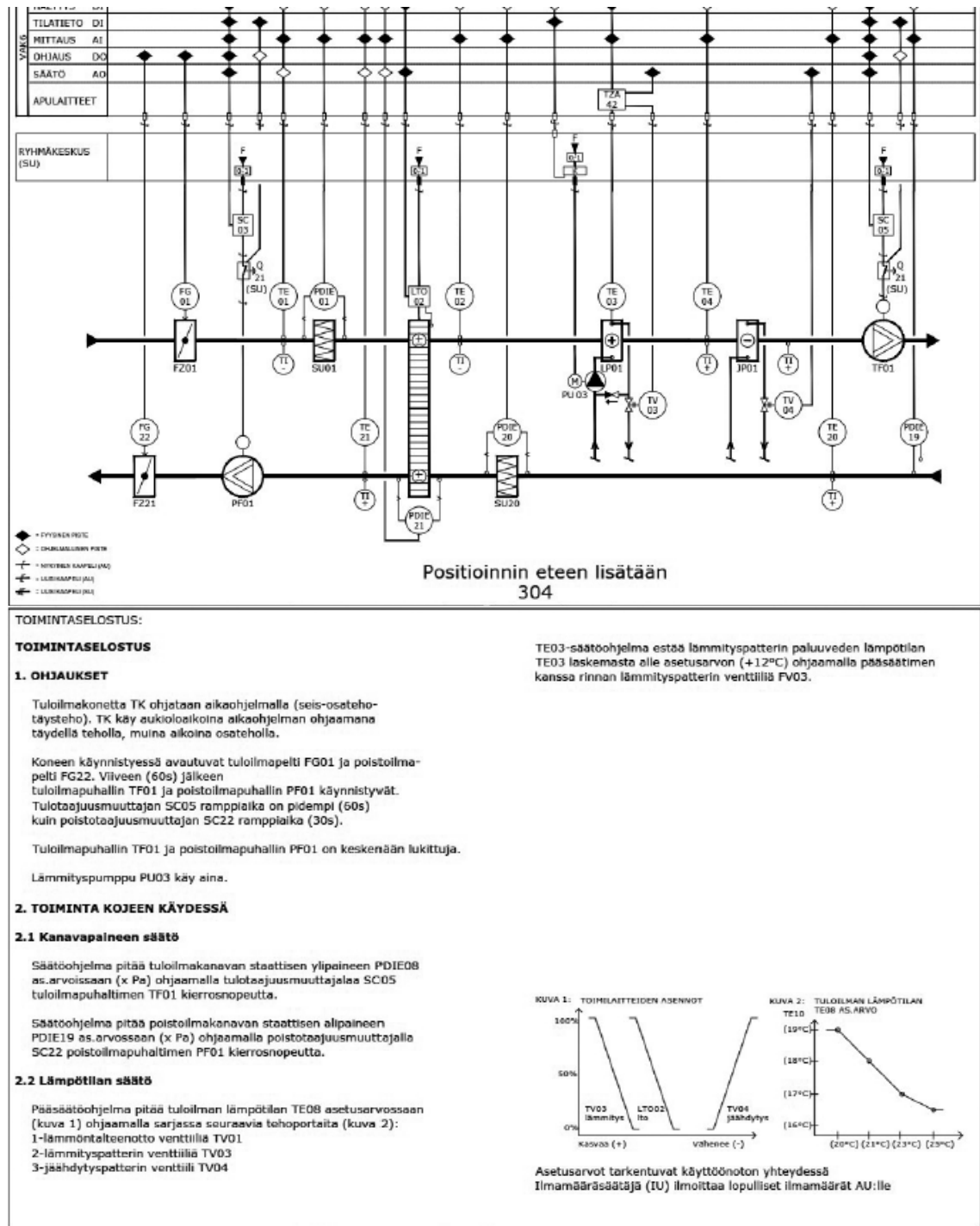
<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/12926.html.stx>

Virtanen, T. 2016. Valvonta-alakeskus ja sen valmistus johtosarjoilla. Talotekniikan koulutusohjelma, sähköinen talotekniikka. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Viitattu 13.1.2024. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/118602/Virtanen_Topi.pdf?sequence=1&isAllowed=y

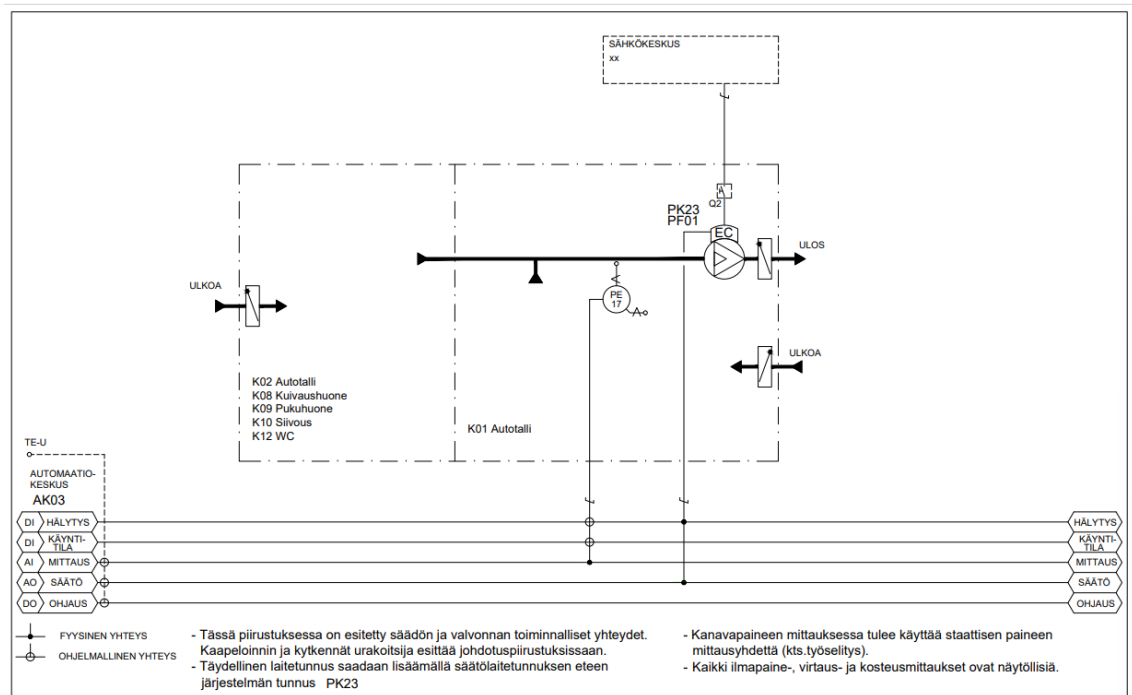
Vijayan, D.S., Rose, A Leema., Arvindan, S., Revathy, J. & Amuthadevi, C. 2020. Automation systems in smart buildings: a review. Journal of ambient intelligence and humanized computing. Viitattu 15.3.2024. Vaatii käyttöoikeuden. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12652-020-02666-9>

LIITTEET

Liite 1. Ilmanvaihtokoneen säätökaavio (ST-käsikirja 17).



Liite 2. PK23 säätökaavio.



TOIMINTASELOSTUS

1 Järjestelmän tehtävä

Järjestelmän tehtävänä on hoitaa tilan ilmanvaihto.

Kaikki toimintaselostuksessa mainitut asetellavat arvot ovat käyttäjän muutettavissa sekä valvomografialta että alakeskuspäätteeltä.

2 Lukitukset

Poistoilmapuhallin ei voi käydä, kun lukituksen ehdot täyttyvät:

- x turva-/huoltokytin on auki
- x rakennuksen IV-pysäytys on päällä
- x rakennuksen palohälytys on päällä

3 Ohjaukset

Automaatiokeskus ohjaa puhaltimen toimintaa.

Poistoilmapuhallin PF01 käy aina valvomosta aseteltua vakionopeutta.

4. Häilytykset

Kun poistoilmakanavassa PE17 ei ole riittävää alipainetta esim. -20Pa, tulee hälytys.

Hälytys on estetty kun puhallin on seis.

Kun puhallin on ohjattu seis, tulee hälytys.

Vika- ja ristiritahälytykset.

Liite 3. Laitetilauslista

Part Number	Quantity	Description	
DPT2500-R8-AZ-D	1	Paine-eroläh.autom.noll.näyttö	PK23
RXG12B7+ RGZE1S35M	6	Apurele 230V ohjauksille	AK03
SXWAOV8XX10001	1	IO-moduuli AO-V-8	AK03
SXWDI16XX10001	1	IO-moduuli DI-16	AK03
SXWDOA12X10001	1	IO-Moduuli DO-FA-12 12	AK03
SXWUI16XX10001	1	IO-moduuli UI-16	AK03
SXWPS24VX10001	1	PS-24V Teholähde	AK03
SXWTBPSW110001	1	PS-24 moduulipohja	AK03
SXWTBIOW110001	4	IO-moduulipohja	AK03
SXWTBASW110002	1	AS-P moduulipohja	AK03
SXWSWXBU0000SD	1	ASP Bundle - Standard	AK03
SXWSCABLE10002	1	Yhdistyskaapeli I/O-väylälle 1,5 m	AK03
ACTPC6UULS10WE	1	Cat6 Ethernetkaapeli 1,0 m	AK03

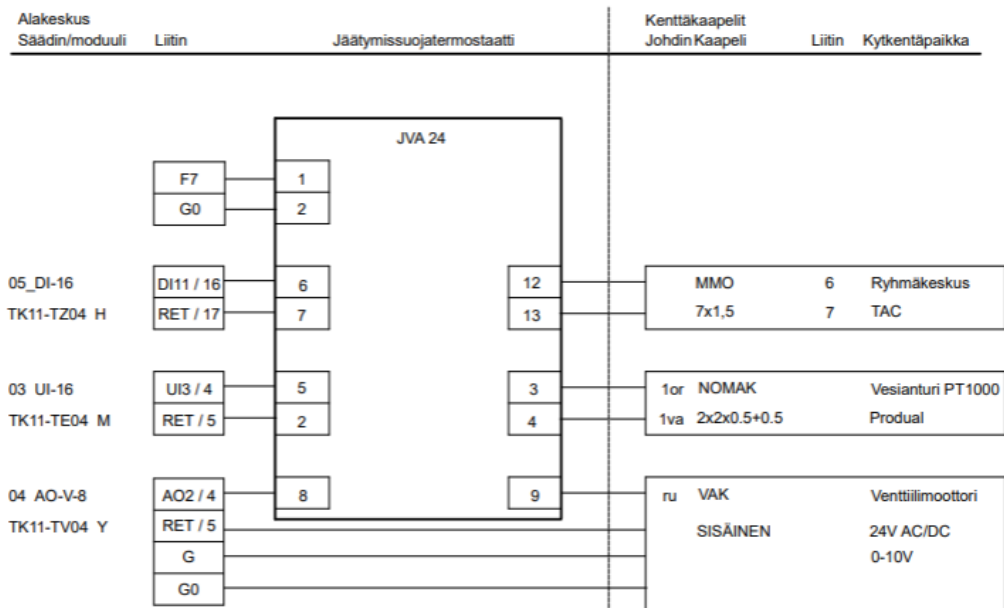
02 AS AS-P		Kapseli 1		Kapselitiedot		Kapseli 2		Menne jhdetään		Kytetty Tilausku
Tunnus Tolast	Liitin	Parinno tai jhdin	Tyyppi lcko no	Välilyönti- paikka ja lähmit	Tyyppi lcko no	Parinno tai jhdin	Liitin	Kytentipaikka		
	Ehemet 1 RJ-45		CAT6					Vetiko		
Vyöä										
	Ehemet 2 RJ-45									
Vyöä										
	TXRX+ / 1 TXRX/ 2 RET / 3 Bos+ / 4									
Vyöä										
	TXRX+ / 1 TXRX/ 2 RET / 3 Bos+ / 4									
Vyöä										
	TXRX+ / 5 TXRX/ 6 RET / 7									
Vyöä										
	TXRX+ / 5 TXRX/ 6 RET / 7									
Vyöä										
	LON1 / 11 LON2 / 12									
Vyöä										
	LON1 / 11 LON2 / 12									
Vyöä										

03_UI-16 UI-16				Käypötilat			Käypötilat			Menne johdotaan		Käytetty Tilausno
Turustus teksti	Laitin	Käypötilä nro tai kohdin	Tyypin koko ero	Välilyönti- palkki ja littimet	Käypötilä nro	Tyypin koko ero	Pari nro tai kohdin	Laitin	Kytkentäpaikka			
									PK25-PE17_M Pöytälamina keraapaine	UR1/1	tu	NOBARK
Mittaus	RET/2	tu	2x2x5+0,5					GN2		HK Instrument		
	G	2x	PK25-PE17					24V		DPT2500-R8-AZ-D		
	GD	2x						GN2		DPT2500-R8-AZ-D		
Järjellä										0-10V/5-2500Pa		
TK11-TE81_M Tuloaukko paine-ero	UR3/3		OLEMOSA							Paine-eroilähde		
Mittaus	RET/2		OLEJA							TAC		
	G		KAAPELI							SPC385-300		
	GD									2500 kPa		
Mittaus										004700380		
TK11-TE84_M Lämmityspöydän pakuzeden lämpö...	UR3/4	tu	VRK	5/3		NOBARK	tu			Vakautus (PT1000)		
Mittaus	RET/5		SBÄNEN	/4		2x2x5+0,5	tu			Produkt		
	G		KYTKENTÄ			TK11-TE84_M				Jussi-anturi PT1000 250mm		
	GD									TEVPPT 1000		
Mittaus			KG ERILLINEN	TK11-TE84K		KYTKENTÄSIVU						
TK11-TE10_M Tuloaukun lämpötilä	UR4/6		OLEMOSA							Keräus-anturi		
Mittaus	RET/5		OLEJA							1,8 kohin		
	G		KAAPELI							TAC		
	GD									STD105-250		
Mittaus										S123010010		
TK11-TE16_M Huoneilman lämpötilä kello	UR5/7	tu	NOBARK							Huoneilma		
Mittaus	RET/8	tu	2x2x5+0,5			TK11-TE16				TAC		
	G									1,8 kohin		
	GD									STR100		
Mittaus										004800100		
PK13-TE16_M Huoneilman lämpötilä aukko	UR5/9	tu	NOBARK							Huoneilma		
Mittaus	RET/8	tu	2x2x5+0,5			PK13-TE16				TAC		
	G									1,8 kohin		
	GD									STR100		
Mittaus										004800100		
TKG2-TEM9_M Huoneilman lämpötilä maaleit.	UR7/10	tu	NOBARK							Huoneilma		
Mittaus	RET/11	tu	2x2x5+0,5			TKG2-TEM9				TAC		
	G									1,8 kohin		
	GD									STR100		
Mittaus										004800100		
K17-TE1_M Huoneilman lämpötilä kytkin K17	UR7/12	tu	NOBARK			2x2x5+0,5				Ulkolämpö		
Mittaus	RET/11	tu	2x2x5+0,5			K17TE1				1,8 kohin		
	G									TAC		
	GD									STO100		
Mittaus										S141100010		
K17A-TE1_M Huoneilman lämpötilä kytkin K17A	UR7/13	tu	NOBARK			2x2x5+0,5				Ulkolämpö		
Mittaus	RET/14	tu	2x2x5+0,5			K17ATE1				1,8 kohin		
	G									TAC		
	GD									STO100		
Mittaus										S141100010		
K18-TE1_M Huoneilman lämpötilä kytkin K18	UR7/15	tu	NOBARK			2x2x5+0,5				Ulkolämpö		
Mittaus	RET/14	tu	2x2x5+0,5			K18TE1				1,8 kohin		
	G									TAC		
	GD									STO100		
Mittaus										S141100010		
K19-TE1_M Huoneilman lämpötilä pakuzeden K19	UR7/16	tu	NOBARK			2x2x5+0,5				Ulkolämpö		
Mittaus	RET/17	tu	2x2x5+0,5			K19TE1				1,8 kohin		
	G									TAC		
	GD									STO100		
Mittaus										S141100010		
PVG2-TE21_M Puhalluslaitteen menoveden lämpötilä	UR2/18	tu	NOBARK			2x2x5+0,5			1	Vakautus		
Mittaus	RET/17	tu	2x2x5+0,5						2	1,8 kohin		
	G									TAC		
	GD									STP105-100		
Mittaus										S123104010		
PVG2-TE22_M Puhalluslaitteen pakuzeden lämpötilä	UR3/19	tu	NOBARK			2x2x5+0,5			1	Vakautus		
Mittaus	RET/20	tu	2x2x5+0,5						2	1,8 kohin		
	G									TAC		
	GD									STP105-100		
Mittaus										S123104010		
Järjellä	UR4/21											
	RET/20											
	G											
	GD											
Järjellä												
Järjellä	UR5/22											
	RET/23											
	G											
	GD											
Järjellä												
Järjellä	UR6/24											
	RET/25											
	G											
	GD											
Järjellä												

04_AO-V8		Kaapeli 1		Kaapeli 2		Menne johdetaan		Kytetty Terveystu
Tunnus Teksti	Liitin	Paristo tai lohdin	Tyyppi koko nro	Välilyönti- pakka ja liittimet	Tyyppi koko nro	Paristo tai lohdin	Liitin	
PK23-PF01_Y Postoilmahuuhain EC Säätöviesti	A01 / 1 RET / 2 G G0	1or 1va 2or 2va	NESMAX-HP 2x2x0,5+0,5 PK23-PF01					Postoilmahuuhain
Analogialähte								
TK11-TV04_Y Lämmityspatterin säätöventtiili Säätöviesti	A02 / 4 RET / 5 G G0		VAK SISÄINEN KYTKENTÄ	8 / 9	VAK SISÄINEN KYTKENTÄ	0a		Venttiilimodotti 24V AC/DC 0-10V Belmo HRYD04-SR
Analogialähte			KS. ERI LLINEN	TK11-TZ04	KYTKENTÄSIVU			
PV02-TV01_Y Patteriverkoston säätöventtiili Säätöviesti	A03 / 7 RET / 8 G G0	1or 1va 2or	NOMAK 2x2x0,5+0,5					3 Venttiilimodotti 1 24V AC/DC 2 0-10V Belmo HRYD04-SR
Analogialähte								
	A04 / 10 RET / 11 G G0							
Analogialähte								
	A05 / 13 RET / 14 G G0							
Analogialähte								
	A06 / 16 RET / 17 G G0							
Analogialähte								
	A07 / 19 RET / 20 G G0							
Analogialähte								
	A08 / 22 RET / 23 G G0							
Analogialähte								

Turvustus Tilaus	05_DI-16 DI-16		Kaapeli 1		Kaapeli 2		Menne johdotetaan		Kytetty Tilaus
	Liitin	Par nro tai ohje	Tyyppi koko nro	Välilyönti- palkki ja lisäet	Tyyppi koko nro	Par nro tai ohje	Liitin	Kytetty/palkki	
PK23-PF01_H Puolipuhallin EC	DT1/1	3sr	NEMAKP						
Hälytys	RET/2	3sa	2x065-05						
	G		PK23-PF01						
	GB								
TK11-TF01_T Tublipuhallin kello	DQ/3	1sr	NOMAK						
Suuttimet	RET/2	1sa	8x065-05						
	G		AK3AKESKUS2						
	GB								
Indikaattori									
TK11-TF01_T Tublipuhallin kello	DQ/4	2sr	NOMAK						
Suuttimet	RET/5	2sa	8x065-05						
	G		AK3AKESKUS2						
	GB								
Indikaattori									
TK11-PF1_T Puolipuhallin kello	D4/6	3sr	NOMAK						
Suuttimet	RET/5	3sa	8x065-05						
	G		AK3AKESKUS2						
	GB								
Indikaattori									
TK11-PF1_T Puolipuhallin kello	DQ/7	4sr	NOMAK						
Suuttimet	RET/8	4sa	8x065-05						
	G		AK3AKESKUS2						
	GB								
Indikaattori									
PK12_T Puolipuhallin huone	D6/9	5sr	NOMAK						
Suuttimet	RET/8	5sa	8x065-05						
	G		AK3AKESKUS2						
	GB								
Indikaattori									
PK12_T Puolipuhallin huone	D7/10	6sr	NOMAK						
Suuttimet	RET/11	6sa	8x065-05						
	G		AK3AKESKUS2						
	GB								
Indikaattori									
TK11-P1_T Lämmityspuolipuhallin pumppu kello	D8/12	3sr	NOMAK						
Suuttimet	RET/11	7sa	8x065-05						
	G		AK3AKESKUS2						
	GB								
Indikaattori									
TK11-KS16_T Puhallinpuolipuhallin kello	D9/13	1sr	NOMAK						
Tilasto	RET/14	1sa	2x065-05						
	G		TK11KS16						
	GB								
Indikaattori									
PK12-KS_T Puhallinpuolipuhallin huone	D10/15	1sr	NOMAK						
Tilasto	RET/14	1sa	2x065-05						
	G		PK12KS						
	GB								
Indikaattori									
TK11-T204_H Jäätymisen kello	D11/16	1sr	VAR		MMO	6			
Hälytys	RET/17	1sr	SISÄNEN KYTKENTÄ		7x1.5	7			
	G								
	GB								
Hälytys			KS ERILLINEN	TKR-TZAD	KYTKENTÄSUJU				
JHD1-Q2YH01_H Kyläiläntalokkeiden jäähdytys kello	D12/18	1sr	NOMAK						
Hälytys	RET/17	1sa	2x065-05						
	G		JHD1-Q2YH01						
	GB								
Indikaattori									
TKD-KSM16_T Puhallinpuolipuhallin muuttokello	D13/19	1sr	NOMAK						
Tilasto	RET/20	1sa	2x065-05						
	G		TKDMLMMSM16						
	GB								
Indikaattori									
REK-RET_H Rasvanerotus kello	D14/21	1sr							
Hälytys	RET/20	1sa							
	G								
	GB								
Indikaattori									
PVD-PU01_T Puhallinpuolipuhallin pumppu	D15/22	1sr	NOMAK						
Suuttimet	RET/23	1sa							
	G								
	GB								
Indikaattori									
	D16/24	1sr							
	RET/23	1sa							
	G								
	GB								
Indikaattori									

06 DO-FA-12-H		DO-FA-12-H		Kaapeli 1		Kaapelitiedot		Kaapeli 2		Minne johdetaan		Käytetty	Terveystuote
Tunnus	Teksti	Litrit	Pari nro tai ohdin	Typin koto nro	Välilyöntis-palkki ja liittimet	Typin koto nro	Pari nro tai ohdin	Litrit	Kytkentäpaikka	Käytetty	Terveystuote		
TK11-TF01_K	Tuolimäpuhallinkattilo	DO1 NO / 1		14	MMD	2							
	Seis/Hidas	DO1 C / 2		13	12x1,5								
	Ohjau	G		11	AK3-NKESKUS	1							
		G0											
TK11-TF01_K	Tuolimäpuhallinkattilo	DO2 NO / 3		14	MMD	4							
	Seis/Nopea	DO2 C / 4		13	12x1,5								
	Ohjau	G		11	AK3-NKESKUS	3							
		G0											
PK12_K	Poistomäpuhallin huuva	DO3 NO / 5		14	MMD	6							
	Seis/Hidas	DO3 C / 6		13	12x1,5								
	Ohjau	G		11	AK3-NKESKUS	5							
		G0											
PK12_K	Poistomäpuhallin huuva	DO4 NO / 7		14	MMD	8							
	Seis/Nopea	DO4 C / 8		13	12x1,5								
	Ohjau	G		11	AK3-NKESKUS	7							
		G0											
TJ01-ES03_K	Iv-Häätös	DO5 NO / 9		14	MMD	10							
	Ohjau	DO5 C / 10		13	12x1,5								
		G		11	AK3-NKESKUS	9							
		G0											
PK03-FU01_K	Patteriverkoston pumppu	DO6 NO / 11		14	MMD								
	Seis/Käy	DO6 C / 12		13									
	Ohjau	G		11									
		G0											
TK11-FG01_K	Ratsimäpelli kettilo	DO7 NO / 13			OLEMASSA OLEVA KAAPELI								
	Ohjau	DO7 C / 14											
		G											
		G0											
TK02-MLM16_K	Merkitämpu musiikit	DO8 NO / 15	2ar		NOMAK			24 V					
	Ohjau	DO8 C / 16			2x2x0,5+0,5	TK02MLMKS16							
		G											
		G0						0					
		DO9 NO / 17											
		DO9 C / 18											
		G											
		G0											
		DO10 NO / 19											
		DO10 C / 20											
		G											
		G0											
		DO11 NO / 21											
		DO11 C / 22											
		G											
		G0											
		DO12 NO / 23											
		DO12 C / 24											
		G											
		G0											



Liite 5. Käännetyt pääohjelmat

```

P3.ARVOO x
Variables Code
1 Numeric public B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B20
2 Numeric public X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10, X11, X12, X13, X14, X15, X16, X17, X18, X19, X20
3 Numeric SEIS, KAY, HIDAS, NOPEA, EIVAIKUTUSTA, WDAY
4 Numeric output P3_ARVOO
5 SEIS = 0
6 KAY = 1
7 HIDAS = 2
8 NOPEA = 3
9 EIVAIKUTUSTA = 3E+38
10 WDAY = ((Weekday + 5) Mod 7 + 1)
11 P3_ARVOO = 0 '-> Alustetaan arvoksi 0

```

```

P3.K17ATE1KA x
Variables Code
1 Numeric public B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B20
2 Numeric public X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10, X11, X12, X13, X14, X15, X16, X17, X18, X19, X20
3 Numeric SEIS, KAY, HIDAS, NOPEA, EIVAIKUTUSTA, WDAY
4 Numeric output M_KALELU_R17ATE1KA
5 Function f_M_KALELU_R17ATE1
6 SEIS = 0
7 KAY = 1
8 HIDAS = 2
9 NOPEA = 3
10 EIVAIKUTUSTA = 3E+38
11 WDAY = ((Weekday + 5) Mod 7 + 1)
12 Wait 59 ' Ohjelman suoritusväli = 60s
13 ' * NÄYTTENOTTOVALI 60 SEKUNTIA!!!
14 X20 = X19
15 X19 = X18
16 X18 = X17
17 X17 = X16
18 X16 = X15
19 X15 = X14
20 X14 = X13
21 X13 = X12
22 X12 = X11
23 X11 = X10
24 X10 = X9
25 X9 = X8
26 X8 = X7
27 X7 = X6
28 X6 = X5
29 X5 = X4
30 X4 = X3
31 X3 = X2
32 X2 = X1
33 X1 = f_M_KALELU_R17ATE1(0) ' -> Hakee funktiosta mittausarvon eli R17ATE10 arvon anturilta
34 X20 = ( X20 + X19 + X18 + X17 + X16 + X15 + X14 + X13 + X12 + X11 + X10 )
35 M_KALELU_R17ATE1KA = ( X20 + X9 + X8 + X7 + X6 + X5 + X4 + X3 + X2 + X1 ) / 20 '-> Lasketaan keskiarvo ja viedään muuttujalle

```

```

P3.KYLMIOT x
Variables Code
1 Numeric public B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14,B15,B16,B17,B18,B19,B20
2 Numeric public X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8,X9,X10,X11,X12,X13,X14,X15,X16,X17,X18,X19,X20
3 Numeric SEIS, KAY, HIDAS, NOPEA, EIVAUKUTUSTA, WDAY
4 Numeric output AR_KALELU_K17ATE1
5 Numeric output YR_KALELU_K17ATE1
6 Numeric output YR_KALELU_K17TE1
7 Numeric output AR_KALELU_K17TE1
8 Numeric output AR_KALELU_K18TE1
9 Numeric output YR_KALELU_K18TE1
10 Numeric output YR_KALELU_K19TE1
11 Numeric output AR_KALELU_K19TE1
12 Function f_M_KALELU_K18TE1
13 Function f_M_KALELU_K17TE1
14 Function f_M_KALELU_K17ATE1
15 Function f_M_KALELU_K19TE1
16 SEIS = 0
17 KAY = 1
18 HIDAS = 2
19 NOPEA = 3
20 EIVAUKUTUSTA = 3E+38
21 WDAY = ((Weekday + 5) Mod 7 + 1)
22 AR_KALELU_K17ATE1 = f_M_KALELU_K17ATE1(1, 1) '-> Alarajahälytys. TOSI jos mitattu arvo on pienempi, kuin alaraja - hystereesi
23 AR_KALELU_K17TE1 = f_M_KALELU_K17TE1(1, 1)
24 AR_KALELU_K18TE1 = f_M_KALELU_K18TE1(1, 1)
25 AR_KALELU_K19TE1 = f_M_KALELU_K19TE1(1, 1)
26 YR_KALELU_K17ATE1 = f_M_KALELU_K17ATE1(4, 1) '-> Ylärajahälytys. TOSI jos mitattu arvo on suurempi, kuin yläaraja + hystereesi
27 YR_KALELU_K17TE1 = f_M_KALELU_K17TE1(4, 1)
28 YR_KALELU_K18TE1 = f_M_KALELU_K18TE1(4, 1)
29 YR_KALELU_K19TE1 = f_M_KALELU_K19TE1(4, 1)
30

```

```

P3.PK12 x
Variables Code
1 Numeric public B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14,B15,B16,B17,B18,B19,B20
2 Numeric public X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8,X9,X10,X11,X12,X13,X14,X15,X16,X17,X18,X19,X20
3 Numeric SEIS, KAY, HIDAS, NOPEA, EIVAUKUTUSTA, WDAY
4 Numeric input I_KALELU_TK11TF01_in
5 Numeric input I_KALELU_PK12_in
6 Numeric input I_KALELU_PK12KS_in
7 Numeric input O_KALELU_PK12_in
8 Numeric input O_KALELU_TJ01ES03_in
9 Numeric output F_KALELU_PK12
10 Function f_O_KALELU_PK12
11 SEIS = 0
12 KAY = 1
13 HIDAS = 2
14 NOPEA = 3
15 EIVAUKUTUSTA = 3E+38
16 WDAY = ((Weekday + 5) Mod 7 + 1)
17 B1 = I_KALELU_TK11TF01_in <> SEIS '-> B1 on TOSI, jos tulopuhaltimen indikointi on 1. Muuten 0
18 B10 = SEIS '-> B10 = 0
19 If B1 Then '-> Jos B1 TOSI eli tulopuhallin käy on B10 HIDAS (2)
20 B10 = HIDAS
21 Endif
22 If I_KALELU_PK12KS_in <> SEIS Then '-> Jos PK12KS Paikallishjauseajastin on päällä (1) on B10 NOPEA (3)
23 B10 = NOPEA
24 Endif
25 If O_KALELU_TJ01ES03_in = SEIS Then '-> Jos IV-hätäseis ohjaus 0 on B10 SEIS (0)
26 B10 = SEIS
27 Endif
28 f_O_KALELU_PK12( B10 ) '-> SEIS, HIDAS, NOPEA
29 F_KALELU_PK12 = O_KALELU_PK12_in <> I_KALELU_PK12_in '-> Jos poistopuhaltimen indikointi tai ohjaus on eri suuruisia (1,0 tai 0,1), annetaan riistiriitähälytys
30

```

```

P3.PK13TE16 x
Variables Code
1 Numeric public B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14,B15,B16,B17,B18,B19,B20
2 Numeric public X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8,X9,X10,X11,X12,X13,X14,X15,X16,X17,X18,X19,X20
3 Numeric SEIS, KAY, HIDAS, NOPEA, EIVAUKUTUSTA, WDAY
4 Numeric output AR_KALELU_PK13TE16
5 Numeric output YR_KALELU_PK13TE16
6 Function f_M_KALELU_PK13TE16
7 SEIS = 0
8 KAY = 1
9 HIDAS = 2
10 NOPEA = 3
11 EIVAUKUTUSTA = 3E+38
12 WDAY = ((Weekday + 5) Mod 7 + 1)
13 AR_KALELU_PK13TE16 = f_M_KALELU_PK13TE16(1, 1) '-> Alarajahälytys, jos mitattu arvo on pienempi kuin alaraja - hystereesi
14 YR_KALELU_PK13TE16 = f_M_KALELU_PK13TE16(4, 1) '-> Ylärajahälytys, jos mitattu arvo on suurempi kuin yläaraja + hystereesi

```

```

P3.PV02-HAL x
Variables Code
1 Numeric public B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14,B15,B16,B17,B18,B19,B20
2 Numeric public X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8,X9,X10,X11,X12,X13,X14,X15,X16,X17,X18,X19,X20
3 Numeric SEIS, KAY, HIDAS, NOPEA, EIVAUKUTUSTA, WDAY
4 Numeric input I_KALELU_PV02PU01_in
5 Numeric input S_KALELU_PV02TE01_in
6 Numeric output R_KALELU_PV02TE01
7 Function f_M_KALELU_PV02TE01
8 SEIS = 0
9 KAY = 1
10 HIDAS = 2
11 NOPEA = 3
12 EIVAUKUTUSTA = 3E+38
13 WDAY = ((Weekday + 5) Mod 7 + 1)
14 B1 = I_KALELU_PV02PU01_in <> SEIS '-> B1 on TOSI, jos pumpun indikointi on 1
15 R_KALELU_PV02TE01 = False '-> Hälytyksen resetointi
16 If B1 Then
17   * LÄMPÖTILIA FV-VERKOSTO
18   X1 = S_KALELU_PV02TE01_in - f_M_KALELU_PV02TE01(0) '-> Jos B1 TOSI, X1 on asetusarvo - mitattu arvo
19   X2 = f_M_KALELU_PV02TE01(4, 0) '-> Saätöpoikkeamähälytyksen yläraja-arvo
20   X3 = -1 * f_M_KALELU_PV02TE01(4, 0) '-> Saätöpoikkeamähälytyksen arvo negatiivisena lukuna (alaraja)
21   R_KALELU_PV02TE01 = X1 > X2 Or X1 < X3 '-> Jos mittausarvo on suurempi, kuin yläraja TAI pienempi kuin alaraja, annetaan hälytys.
22 Endif

```

```

P3.PV02-PU01 x
Variables Code
1 Numeric public B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14,B15,B16,B17,B18,B19,B20
2 Numeric public X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8,X9,X10,X11,X12,X13,X14,X15,X16,X17,X18,X19,X20
3 Numeric SEIS, KAY, HIDAS, NOPEA, EIVAUKUTUSTA, WDAY
4 Numeric input I_KALELU_PV02PU01_in
5 Numeric input O_KALELU_PV02PU01_in
6 Numeric output F_KALELU_PV02PU01
7 Function f_O_KALELU_PV02PU01
8 Function f_M_KALELU_VRKTE00_3G
9 SEIS = 0
10 KAY = 1
11 HIDAS = 2
12 NOPEA = 3
13 EIVAUKUTUSTA = 3E+38
14 WDAY = ((Weekday + 5) Mod 7 + 1)
15 B1 = f_M_KALELU_VRKTE00_3G(6, 1) '-> B1 on TOSI, jos ulkolämpötila on suurempi, kuin yläraja-arvo + hystereesi (kesä)
16   * KESA
17   B2 = f_M_KALELU_VRKTE00_3G(3, 1) '-> B2 on TOSI, jos ulkolämpötila on pienempi, kuin alaraja-arvo - hystereesi (talvi)
18   * TALVI
19   * JOSSITTELU
20 If B1 Then
21   B10 = EIVAUKUTUSTA '-> Jos B1 tosi (kesäaika) B10 arvo 3E+38 (EIVAUKUTUSTA)
22 Endif
23 If B2 Then
24   B10 = KAY '-> Jos B2 tosi (talviaika) B10 arvo 1 (KAY)
25 Endif
26   * OUT
27 f_O_KALELU_PV02PU01 ( B10 ) '-> Viedään tila DO-Scriptiin. Jos B2 tosi (talviaika), pumpun ohjaus tulee ohjelmasta. Jos B1 tosi (kesäaika) ohjaus tulee verzyttyyn aikaohjelmasta
28   * HÄLYTYKSET
29 F_KALELU_PV02PU01 = I_KALELU_PV02PU01_in <> O_KALELU_PV02PU01_in '-> Pumpun ristiiritähtälytys. Jos indikointi ja pumpun ohjaus erisuuria, annetaan ristiiritähtälytys

```

```

P3.PV02-TE01 x
Variables Code
1 Numeric public B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14,B15,B16,B17,B18,B19,B20
2 Numeric public X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8,X9,X10,X11,X12,X13,X14,X15,X16,X17,X18,X19,X20
3 Numeric SEIS, KAY, HIDAS, NOPEA, EIVAUKUTUSTA, WDAY
4 Numeric input T_KALELU_PV02TE01_in
5 Numeric output I_KALELU_PV02TE01
6 Numeric output P3_PV02_TE01
7 Numeric output S_KALELU_PV02TE01
8 Function f_M_KALELU_TE00_3G
9 Function f_L_KALELU_PV02TE01_1
10 Function f_L_KALELU_PV02TE01_2
11 Function f_L_KALELU_PV02TE01_3
12 Function f_M_KALELU_VRKTE00_3G
13 SEIS = 0
14 KAY = 1
15 HIDAS = 2
16 NOPEA = 3
17 EIVAUKUTUSTA = 3E+38
18 WDAY = ((Weekday + 5) Mod 7 + 1)
19 B1 = T_KALELU_PV02TE01_in '-> Aikaohjelman arvo muuttujalle
20 B2 = f_M_KALELU_VRKTE00_3G(6, 1) '-> Kesähdot
21   * KESA
22 B3 = f_M_KALELU_VRKTE00_3G(3, 1) '-> Talviehdot
23   * TALVI
24 X1 = f_L_KALELU_PV02TE01_1( f_M_KALELU_TE00_3G(0) ) '-> Haetaan säätökäyrän 1 funktio-ohjelmasta ulkolämpötilan mukainen aktiivi / päivä asetusarvo
25   * AKTIIVI / PÄIVÄ
26 X2 = f_L_KALELU_PV02TE01_2( f_M_KALELU_TE00_3G(0) ) '-> Haetaan säätökäyrän 2 funktio-ohjelmasta ulkolämpötilan mukainen seisokki / yö asetusarvo
27   * SEISOKKI / YÖ
28 X3 = f_L_KALELU_PV02TE01_3( f_M_KALELU_TE00_3G(0) ) '-> Haetaan säätökäyrän 3 funktio-ohjelmasta ulkolämpötilan mukainen mukainen lämpötilan nosto asetusarvo
29   * LÄMPÖTILAN NOSTO
30 X10 = X1 '-> Aktiivi / päivä asetusarvo
31   * JOSSITTELU
32 If B1 = SEIS Then '-> Jos aikaohjelma SEIS (0), X10 on seisokki / yö käyrän mukainen
33   X10 = X2
34 Endif
35 If B1 = HIDAS Then '-> Jos aikaohjelma HIDAS (2), X10 on lämpötilan nosto -käyrän mukainen
36   X10 = X3
37 Endif
38   * OUT
39 P3_PV02_TE01 = X10 '-> Viedään asetusarvo muuttujalle
40   * SAADON ALOITUSTA
41 If B2 Then '-> Jos kesäaika, B10 on SEIS (0)
42   B10 = SEIS
43 Endif
44 If B3 Then '-> Jos talviaika, B10 on KAY (1)
45   B10 = KAY
46 Endif   * OUT
47 S_KALELU_PV02TE01 = B10 '-> PID-säätimen käynnistys talviaikana
48 I_KALELU_PV02TE01 = B1 '-> Viedään aikaohjelman arvo "patteriverkoston tila" -muuttujalle

```

P3.REK_ESTO x	
Variables	Code
1	Numeric public B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B20
2	Numeric public X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10, X11, X12, X13, X14, X15, X16, X17, X18, X19, X20
3	Numeric SEIS, KAY, HIDAS, NOPEA, EIVAUKUTUSTA, WDAY
4	Numeric output H_KALELU_REK_SET
5	SEIS = 0
6	KAY = 1
7	HIDAS = 2
8	NOPEA = 3
9	EIVAUKUTUSTA = 3E+38
10	WDAY = ((Weekday + 5) Mod 7 + 1)
11	' * SOVITTU JYRKI A:N KANSSA / PRE 28.11.14
12	H_KALELU_REK_SET = False

P3.TK11-HAL x	
Variables	Code
1	Numeric public B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B20
2	Numeric public X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10, X11, X12, X13, X14, X15, X16, X17, X18, X19, X20
3	Numeric SEIS, KAY, HIDAS, NOPEA, EIVAUKUTUSTA, WDAY
4	Datetime dvl
5	Function dly
6	Numeric input I_KALELU_TK11TF01_in
7	Numeric input I_KALELU_TK11P1_in
8	Numeric input O_KALELU_TK11TF01_in
9	Numeric output AR_KALELU_TK11PE01
10	Numeric output AR_KALELU_TK11TE10
11	Numeric output F_KALELU_TK11P1
12	Numeric output F_KALELU_TK11TF01
13	Numeric output YR_KALELU_TK11PE01
14	Numeric output YR_KALELU_TK11TE10
15	Function f_M_KALELU_TK11PE01
16	Function f_M_KALELU_TK11TE10
17	SEIS = 0
18	KAY = 1
19	HIDAS = 2
20	NOPEA = 3
21	EIVAUKUTUSTA = 3E+38
22	WDAY = ((Weekday + 5) Mod 7 + 1)
23	' * LÄMPÖTILAT
24	B1 = I_KALELU_TK11TF01_in <> SEIS '-> TOSI kun tulopuhaltimen indikointi 1
25	YR_KALELU_TK11TE10 = f_M_KALELU_TK11TE10(4, 1) '-> TOSI kun TE10 lämpötila ylittää yläraja-arvon + hystereesin (High1 + Hyst)
26	AR_KALELU_TK11TE10 = f_M_KALELU_TK11TE10(1, 1) '-> TOSI kun TE10 lämpötila alittaa alaraja-arvon - hystereesin (Low1 - Hyst)
27	' * PAINHEET
28	X1 = f_M_KALELU_TK11PE01(0) '-> PE01 mitattu arvo
29	X2 = f_M_KALELU_TK11PE01(1, 0) '-> Alaraja-arvo (Low1)
30	YR_KALELU_TK11PE01 = f_M_KALELU_TK11PE01(4, 1) '-> TOSI kun PE01 painemittaus ylittää yläraja-arvon + hystereesin (High1 + Hyst)
31	AR_KALELU_TK11PE01 = False '-> Alaraja EPÄTOSI
32	If dly(dvl, (B1), 2, "M") Then '-> 2 min Hälytysviive- ja estofunktio PE01 painemittaukselle. Toteutuu vain, kun tulopuhaltimen indikointi 1
33	AR_KALELU_TK11PE01 = (X1 < X2) '-> Alarajahälytys. TOSI jos PE01 mitattu arvo pienempi, kuin asetettu alaraja arvo (Low1)
34	Endif
35	' * MUUT
36	F_KALELU_TK11P1 = I_KALELU_TK11P1_in = SEIS '-> Lämmityspiirin pumpun hälytys. TOSI jos pumpun indikointi 0.
37	F_KALELU_TK11TF01 = O_KALELU_TK11TF01_in <> I_KALELU_TK11TF01_in '-> Tulopuhaltimen ristiriitahälytys. TOSI jos ohjaus ja indikointi erisuuria.

P3.TK11-IN x	
Variables	Code
1	Numeric public B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B20
2	Numeric public X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10, X11, X12, X13, X14, X15, X16, X17, X18, X19, X20
3	Numeric SEIS, KAY, HIDAS, NOPEA, EIVAUKUTUSTA, WDAY
4	Datetime dvl, dv2
5	Function dly
6	Numeric input I_KALELU_TK11TF01_in
7	Numeric input I_KALELU_TK11P1_in
8	Numeric input H_KALELU_TK11TF01_in
9	Numeric input O_KALELU_TK11TF01_in
10	Numeric input O_KALELU_TK11PE03_in
11	Numeric input F_KALELU_TK11_in
12	Numeric input AR_KALELU_TK11TE10_in
13	Numeric input F_KALELU_TK11P1_in
14	Numeric input O_KALELU_TK11_in
15	Numeric input YR_KALELU_TK11TE10_in
16	Numeric output W_KALELU_TK11
17	Function f_M_KALELU_IV_HAIRIO3
18	Function f_M_KALELU_TK11_3G
19	Function f_M_KALELU_AIKA_3
20	Numeric H_KALELU_TK11TF04_state
21	Numeric AR_KALELU_TK11TE10_state
22	Numeric F_KALELU_TK11P1_state
23	Numeric YR_KALELU_TK11TE10_state
24	H_KALELU_TK11TF04_state = (H_KALELU_TK11TF04_in Mod 3 <> 0) '-> Nollataan ohjelmassa TK11 jästarin hälytyksen tila, jos se on 3 eli kuitattu jästarilta mutta ei grafiikalta
25	AR_KALELU_TK11TE10_state = (AR_KALELU_TK11TE10_in Mod 3 <> 0) '-> Nollataan ohjelmassa TE10 alarajahälytyksen tila, jos se on 3 eli palautunut normaaliksi mutta ei kuitattu grafiikalta
26	F_KALELU_TK11P1_state = (F_KALELU_TK11P1_in Mod 3 <> 0) '-> Nollataan ohjelmassa lämmityspiirin pumpun hälytyksen tila, jos se on 3 eli palautunut normaaliksi mutta ei kuitattu grafiikalta
27	YR_KALELU_TK11TE10_state = (YR_KALELU_TK11TE10_in Mod 3 <> 0) '-> Nollataan ohjelmassa TE10 ylärajahälytyksen tila, jos se on 3 eli palautunut normaaliksi mutta ei kuitattu grafiikalta
28	SEIS = 0
29	KAY = 1
30	HIDAS = 2
31	NOPEA = 3
32	EIVAUKUTUSTA = 3E+38
33	WDAY = ((Weekday + 5) Mod 7 + 1)
34	TE0 = F_KALELU_TK11_in <> SEIS '-> TOSI, kun aikajohdantila on eri kuin SEIS (0)
35	' * AJKAJOHTAMINEN TILA
36	B1 = O_KALELU_TK11_in '-> Koneen ohjaustila
37	B2 = F_KALELU_TK11TF01_in '-> Tulopuhaltimen indikoimien tila
38	' * APUOHJUTUS
39	B3 = dly(dvl, (B2 <> O_KALELU_TK11TF01_in), 100, "E") '-> 100 s Viivefunktio tulopuhaltimen ristiriitahälytykselle (TOSI jos indikointi ja ohjaus erisuuria yli viiveen)
40	' * ONKO TAAJAVARILLA RISTIRIITÄVÄTILANNE
41	B4 = (Not O_KALELU_TK11_in.Forced) And (Not O_KALELU_TK11TF01_in.Forced) 'EPÄTOSI jos koneen ohjaustila tai tulopuhaltimen ohjauspiste pakotettuna
42	' * ONKO KF JA TAAJAVARIN OHJAUS AUTOMAATTILLA
43	If B1 = SEIS And B4 = True Then '-> Jos koneen ohjaustila on tilassa SEIS (0) JA koneenohjaustila tai ohjauspiste on pakotettu, X10 on 0
44	X10 = 0
45	EndIf
46	' * SEIS-AUTOMAATTILLA
47	X7 = f_M_KALELU_AIKA_3(1, 0) '-> AIKA_3 Low1 arvo (60 s)
48	X8 = f_M_KALELU_TK11_3G(0) '-> Ukolämpötilan mittausarvo

```

49 If B2 <> SEIS And ( X8 < 7 ) Then '-> Jos tulopuhaltimen indikointi on eri kuin SEIS (0) JA ulkolämpötila on pienempi kuin 7, B7 on TOSI (1)
50 B7 = True
51 Endif
52 If dly(dv2, ( B7 ), X7, "S") Then '-> Jos B7 on TOSI, käynnistyy viive X7 ajaksi (60 s) ja viiveen jälkeen B7 on EPÄTOSI (0)
53 B7 = False
54 Endif
55 If B1 <> SEIS Then '-> Jos tulopuhaltimen ohjaus on eri kuin SEIS (0), X10 (KäyttöPiste) on 3 (KÄY HITAALLA AIKAOHJELMAA)
56 X10 = 3
57 Endif
58 ' * KÄY HITAALLA NORMAALIOHJELMAA
59 If B1 = NOPEA Then '-> Jos tulopuhaltimen ohjaus on NOPEA (3), X10 (KäyttöPiste) on 4 (KÄY NOPEALLA AIKAOHJELMAA)
60 X10 = 4
61 Endif
62 ' * KÄY NOPEALLA NORMAALIOHJELMAA
63 If I_KALELU_TR11RS16_in <> SEIS Then '-> Jos paikallisohjauseajastimen indikointi on eri kuin SEIS (0), X10 (KäyttöPiste) on 8 (KÄY NOPEALLA LISÄRAIKYTYKINELLÄ)
64 X10 = 8
65 Endif
66 ' * NOPEALLA K3 PAINIKKEELLA
67 If B4 = False And ( B2 <> SEIS ) Then '-> Jos aikaohjelma tai ohjaus pakotettu JA indikoinnin tila on eri kuin SEIS (0), X10 (KäyttöPiste) on 1 (KÄY RISTIRIITAISESTI)
68 X10 = 1
69 Endif
70 ' * KÄY RISTIRIITAISESTI
71 If B7 Then '-> Jos ulkolämpötila on alle 7 ja indikointi 1, X10 on (KäyttöPiste) on 391 (STARTTITOIMINTO PÄÄLLÄ)
72 X10 = 391
73 Endif
74 ' * STARTTITOIMINTO PÄÄLLÄ
75
76 ' * === SEIS-OHJAUKSET ===
77 If B1 = SEIS And B4 = False And B20 = True Then '-> Jos tulopuhaltimen ohjauksella on SEIS (0) JA tulopuhaltimen ohjauspiste on pakotettu JA aikaohjelma on eri kuin SEIS (0),
78 B10 = -11 'X10 on -11(SEIS KÄSIÖOHJAUS JÄRJESTELMÄSTÄ)
79 Endif
80 ' * SEIS KÄSIÖOHJAUS JÄRJESTELMÄSTÄ
81 If H_KALELU_TR11TS04_state Then '-> Jos jäätymisuoja laennut eikä kuitattu, X10 on -2 (JÄÄTYMISSUOJA)
82 X10 = -2
83 Endif
84 ' * JÄÄTYMISSUOJA
85 If F_KALELU_TR11PI1_state Then '-> Jos pumppu seis eikä kuitattu, X10 on -3 (LP-PUMPPU SEIS)
86 X10 = -3
87 Endif
88 ' * LP-PUMPPU SEIS
89 If YR_KALELU_TR11TE10_state Then '-> Jos TE10 yläraja hälyttää eikä kuitattu, X10 on -4 (PALOVAARA)
90 X10 = -4
91 Endif
92 ' * PALOVAARA
93 If AR_KALELU_TR11TE10_state Then '-> Jos TE10 alaraja hälyttää eikä kuitattu, X10 on -4 (TULOILMA KYLMÄÄ)
94 X10 = -4
95 Endif
96 ' * TULOILMA KYLMÄÄ
97
98 If O_KALELU_TJ01ES03_in = SEIS Then '-> Jos IV-Hätäseis ohjaus on SEIS (0), X10 on -5 (IV-HÄTÄSEISPAINIKE PAINETTU)
99 X10 = -5
100 Endif
101 ' * IV-HÄTÄSEIS PAINETTU
102 If F_M_KALELU_IV_HAIRIO3(0) = -6 Then '-> Jos IV-häiriö aktiivinen, x10 on -6
103 X10 = -6
104 Endif
105 If F_M_KALELU_IV_HAIRIO3(0) = -7 Then '-> Jos IV-häiriö aktiivinen, x10 on -7
106 X10 = -7
107 Endif
108 If F_M_KALELU_IV_HAIRIO3(0) = -13 Then '-> Jos IV-häiriö aktiivinen, x10 on -13
109 X10 = -13
110 Endif
111 ' * === RISTIRIITA ===
112 If ( B2 <> SEIS ) And B3 = True Then '-> Jos tulopuhaltimen indikointi on 1 JA tulopuhaltimen ristiriita aktiivinen, X10 on 17 (KÄY RISTIRIITAISESTI RK)
113 X10 = 17
114 Endif
115 ' * KÄY RISTIRIITAISESTI RK
116 If B2 = SEIS And B3 = True And X10 > -2 Then '-> Jos tulopuhaltimen indikointi on SEIS (0) JA ristiriita aktiivinen JA käyttöpieste on suurempi kuin -2,
117 X10 = -1 ' X10 on -1 (SEIS RISTIRIITAISESTI RK)
118 Endif
119 ' * SEIS RISTIRIITAISESTI RK
120 W_KALELU_TR11 = X10 '-> Viedään X10 käyttöpiesteen arvo käyttöpiesteohjelmaan
121 ' * KÄYTTÖPIESTEN TILA

```

P3.TK11-OUT x

Variables	Code
1	Numeric public B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B20 '-> Public muuttujat
2	Numeric public X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9, X10, X11, X12, X13, X14, X15, X16, X17, X18, X19, X20 '-> Public muuttujat
3	Numeric SEIS, KAY, HIDAS, NOPEA, EIVAUKUTUSTA, WDAY '-> Ohjelman sisäiset muuttujat
4	Numeric input I_KALELU_TR11TF01_in '-> Ohjelmaan tuotava input-muuttuja
5	Numeric input O_KALELU_TR11_in '-> Ohjelmaan tuotava input-muuttuja
6	Numeric output O_KALELU_TR11 '-> Ohjelmasta lähtevä output-muuttuja
7	Function f_O_KALELU_TR11TF01 '-> Script Function aliohjelma pisteelle
8	Function f_O_KALELU_TR11FG01 '-> Script Function aliohjelma pisteelle
9	Function f_W_KALELU_TR11 '-> Script Function aliohjelma pisteelle
10	SEIS = 0 '-> Sisäisen muuttujan määrittely
11	KAY = 1
12	HIDAS = 2
13	NOPEA = 3
14	EIVAUKUTUSTA = 3E+38
15	WDAY = ((Weekday + 5) Mod 7 + 1) '-> Kyseinen päivä
16	X1 = f_W_KALELU_TR11(0) '-> Käyttöpiesteen tila
17	' * APUMUUTTUJAT
18	' * === KÄY-OHJAUS ===
19	If X1 = 1 Then
20	B10 = O_KALELU_TR11_in '-> Jos käyttöpiesteen tila 1 eli aikaohjelma tai ohjaus pakotettu JA indikoinnin tila on eri kuin SEIS (0), B10 on TOSI 1 (KÄY RISTIRIITAISESTI)
21	Endif
22	' * PÄÄLLÄ KÄSIN VALVOMOSTA, KÄY RISTIRIITAISESTI
23	If X1 > 1 Then '-> Jos käyttöpieste on suurempi, kuin 1 eli kone käy normaaliohjelmaa tai lisäaika, B10 on HIDAS (2)
24	B10 = HIDAS
25	Endif
26	If X1 = 4 Then '-> Jos käyttöpieste on 4 eli kone käy nopealla normaaliohjelmaa, B10 on NOPEA (3)
27	B10 = NOPEA
28	Endif
29	If X1 = 8 Then '-> Jos käyttöpieste on 8 eli kone käy lisäaikapainikkeella, B10 on NOPEA (3)
30	B10 = NOPEA
31	Endif
32	If X1 = 17 Then '-> Jos käyttöpieste on 17 eli kone käy ristiriitaisesti RK, B10 on SEIS (0)
33	B10 = SEIS
34	Endif
35	' * PÄÄLLÄ RK:STA
36	If X1 = 0 Or X1 < -1 Then '-> Jos käyttöpieste on 0 eli seis automaattilla TAI pienempi, kuin -1 (lukitukset) , B10 on SEIS (0)
37	B10 = SEIS
38	Endif
39	' * SEIS-OHJAUS AIEA TAI MUU SY
40	If X1 < -1 And X1 <> -11 Then '-> Jos käyttöpieste on pienempi, kuin -1 (lukitukset) JA eri kuin -11 eli seis käsiohjaus järjestelmästä, koneen ohjauksella on AUTO
41	O_KALELU_TR11 = "HUOM" AUTO '-> Voidaan kommentoida rivi pois, jos käytetään vanha ohjelma
42	f_O_KALELU_TR11TF01("HUOM" AUTO) '-> Voidaan kommentoida rivi pois, jos käytetään vanha ohjelma
43	Endif
44	' * === OUTPUT ===
45	f_O_KALELU_TR11TF01(B10) '-> Viedään ohjauksella (0-3 SEIS, KAY, HIDAS, NOPEA) tulopuhaltimen IO-scriptin kautta IO-pisteelle
46	f_O_KALELU_TR11FG01(I_KALELU_TR11TF01_in) '-> Raitisilmappellin ohjaus, kun puhallin indikoi (1) IO-scriptin kautta.


```

P3.TK11-PF11 x
Variables Code
1 Numeric public B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14,B15,B16,B17,B18,B19,B20
2 Numeric public X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8,X9,X10,X11,X12,X13,X14,X15,X16,X17,X18,X19,X20
3 Numeric SEIS, KAY, HIDAS, NOPEA, EIVAIKUTUSTA, WDAY
4 Numeric input I_KALELU_TK11PF11_in
5 Numeric output O_KALELU_TK11PF01_in
6 Numeric output F_KALELU_TK11PF11
7 SEIS = 0
8 KAY = 1
9 HIDAS = 2
10 NOPEA = 3
11 EIVAIKUTUSTA = 3E+38
12 WDAY = ((Weekday + 5) Mod 7 + 1)
13 F_KALELU_TK11PF11 = O_KALELU_TK11PF01_in <> I_KALELU_TK11PF11_in '-> PF11 poistoilmalämpötilan ristiriitahälytys. TOSI jos tuloilmalämpötilan TF01 ohjaus tai PF11 indikoiti on erisuuria

```

```

P3.TK11-PID x
Variables Code
1 Numeric public B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14,B15,B16,B17,B18,B19,B20
2 Numeric public X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8,X9,X10,X11,X12,X13,X14,X15,X16,X17,X18,X19,X20
3 Numeric SEIS, KAY, HIDAS, NOPEA, EIVAIKUTUSTA, WDAY
4 Numeric input I_KALELU_TK11TF01_in
5 Numeric output S_KALELU_TK11TE04
6 Numeric output S_KALELU_TK11TE10
7 Function f_s_KALELU_TK11TE04
8 Function f_a_KALELU_TK11TV04
9 Function f_s_KALELU_TK11TE10
10 Function f_w_KALELU_TK11
11 Function f_m_KALELU_ASETUSARVO
12 SEIS = 0
13 KAY = 1
14 HIDAS = 2
15 NOPEA = 3
16 EIVAIKUTUSTA = 3E+38
17 WDAY = ((Weekday + 5) Mod 7 + 1)
18 ' * ===LUKITUKSET===
19 X20 = f_w_KALELU_TK11(0) '-> TK11 käyttöasteen tila
20 X19 = f_m_KALELU_ASETUSARVO(1, 0) '-> Asetusarvo venttiilille, kun talvistärtti (ulkolämpötila alle 7)
21 B1 = I_KALELU_TK11TF01_in <> SEIS '-> TOSI (1), jos tuloilmalämpötilan indikoiti on eri suuri kuin SEIS (0)
22 ' * TULOKONE
23 If X20 = 391 Then '-> Jos käyttöaste 391 (STARTTITOIMINTO PÄÄLLÄ), B1 on EPÄTOSI (0)
24 B1 = False
25 Endif
26 ' * START PÄÄLLÄ
27 B2 = I_KALELU_TK11TF01_in <> SEIS '-> TOSI (1), jos tuloilmalämpötilan indikoiti on eri suuri kuin SEIS (0)
28 S_KALELU_TK11TE04 = KAY '-> TE04 Lämmityspatterin lämpötilan PID-säätimen RUN-arvo KÄY (1)
29 S_KALELU_TK11TE10 = B1 '-> TE10 tuloilmalämpötilan PID-säätimen RUN-arvo TOSI, jos jos tuloilmalämpötilan indikoiti on eri suuri kuin SEIS (0)
30 X3 = f_s_KALELU_TK11TE10(1) '-> Haetaan TE10 PID-ohjelmasta säätöviestin arvo yhdellä portaalla (tuloilmalämpötila)
31 ' * ===LÄMMITYS PORRAS===
32 X4 = f_s_KALELU_TK11TE04(1) '-> Haetaan TE04 PID-ohjelmasta ylostulo arvo yhdellä portaalla (paluuviesisäädin)
33 ' * ===PALUUVESI SÄÄDIN===
34 ' * ===RAJOITUS PALUUVESI JA LTO===
35 If X4 > X3 Then '-> Jos TE04 ulostulon arvo on suurempi kuin ja TE10 ulostulon arvo on, muutetaan TE10 ulostulo samaan arvoon
36 X3 = X4
37 Endif
38 ' * HAETAAN SUUREMPI
39 ' * PÄÄLLÄ
40 If B1 Then '-> Jos tuloilmalämpötilan indikoiti (1), X13 on TE10 säätimen ulostulo
41 X13 = X3
42 Endif
43 ' * STARTTITOIMINTO PÄÄLLÄ
44 If X20 = 391 Then '-> Jos käyttöaste 391 (STARTTITOIMINTO PÄÄLLÄ), X13 on asetustilan alaraja
45 X13 = X19
46 Endif
47 ' * SEISOKKI

48 If B2 = False Then '-> Jos tuloilmalämpötilan ei indikoiti, X13 on TE10 säätimen ulostulo
49 X13 = X3
50 Endif
51 ' * ===ULOSTULOT===
52 f_a_KALELU_TK11TV04( X13 ) '-> Viedään säätöviesti IO-Scriptin kautta I/O-pisteelle.
53 ' * ===LÄMMITYS VENTTIILI===
..

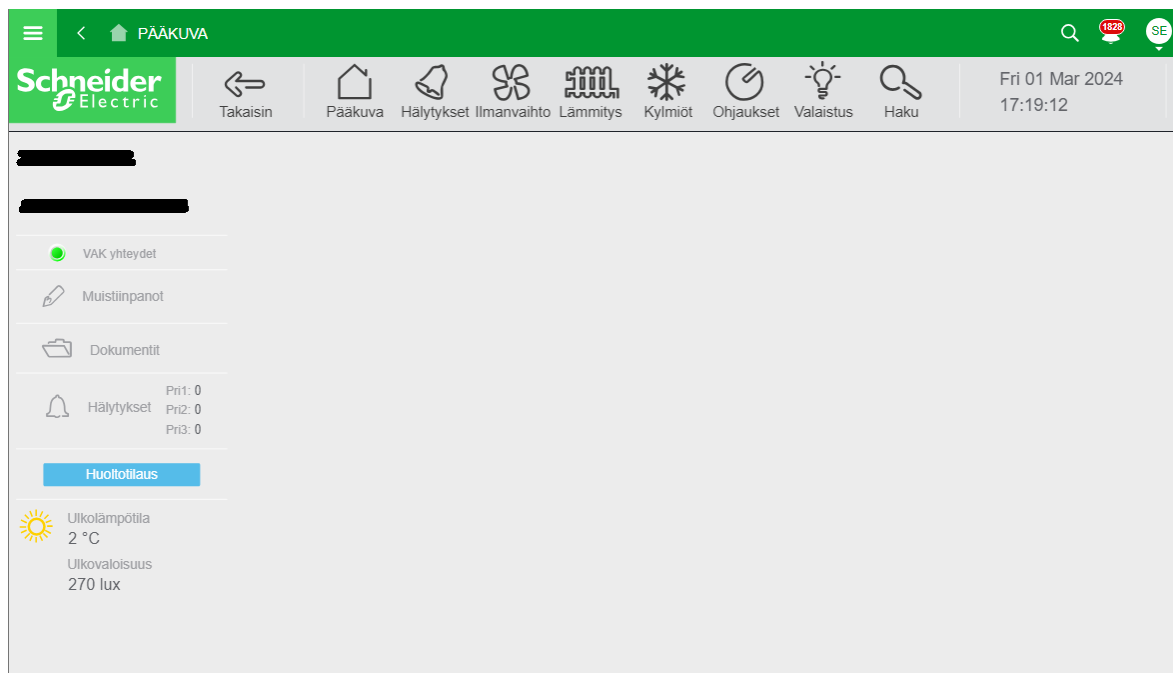
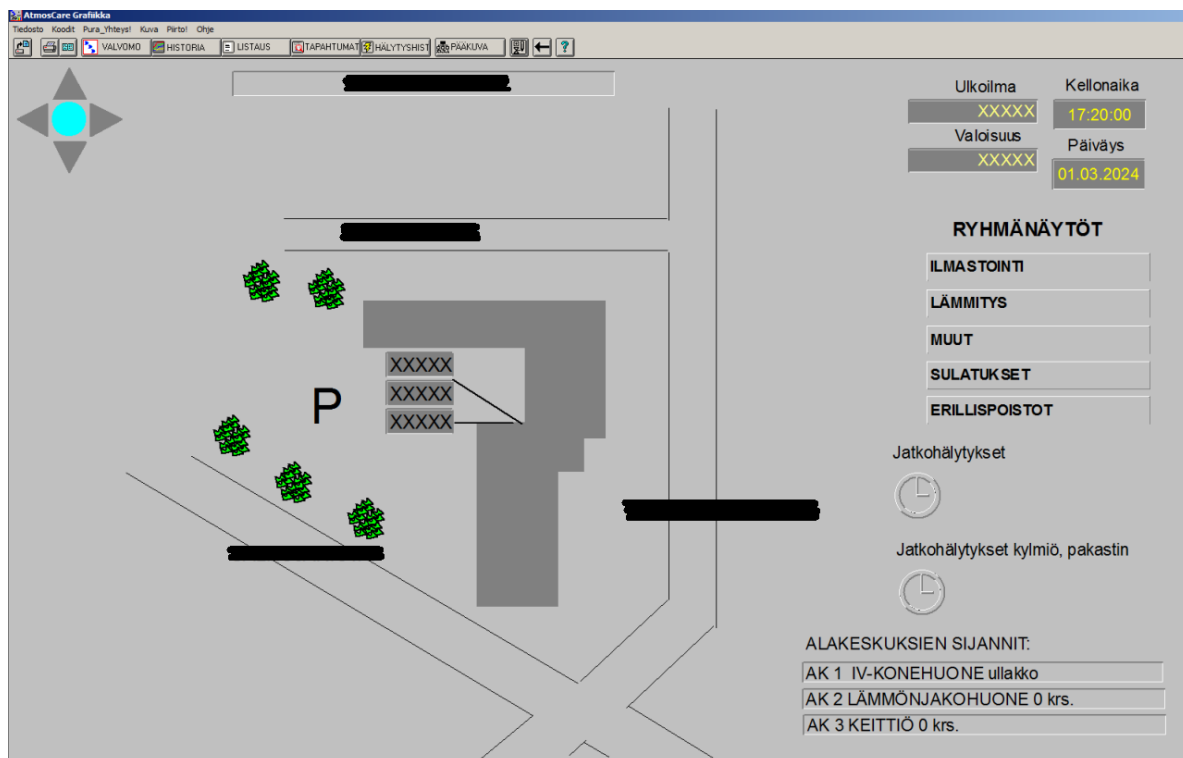
```

```

P3.TK11-TE04 x
Variables Code
1 Numeric public B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B9,B10,B11,B12,B13,B14,B15,B16,B17,B18,B19,B20
2 Numeric public X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8,X9,X10,X11,X12,X13,X14,X15,X16,X17,X18,X19,X20
3 Numeric SEIS, KAY, HIDAS, NOPEA, EIVAIKUTUSTA, WDAY
4 Numeric input I_KALELU_TK11TF01_in
5 Numeric output P3_TK11_TE04
6 Function f_L_KALELU_TK11TE04
7 Function f_M_KALELU_TK11TE04
8 Function f_M_KALELU_TE00_3G
9 SEIS = 0
10 KAY = 1
11 HIDAS = 2
12 NOPEA = 3
13 EIVAIKUTUSTA = 3E+38
14 WDAY = ((Weekday + 5) Mod 7 + 1)
15 B1 = I_KALELU_TK11TF01_in <> SEIS '-> TOSI jos tuloilmalämpötilan indikoiti on eri kuin SEIS (0)
16 ' * APUMUUTTUJAT
17 X2 = f_L_KALELU_TK11TE04( f_M_KALELU_TE00_3G(0) ) '-> Haetaan TE04 säätökäyräohjelmasta asetustilan arvo ulkolämpötilan mukaan
18 ' * LP-PALUUVESI KÄY AS.ARVO KÄYRÄ
19 X3 = f_M_KALELU_TK11TE04(5, 0) '-> Haetaan TE04 High2-arvo.
20 ' * LP-PALUUVESI SEIS AS.ARVO 20 'C
21 ' * === ASETUSARVON OHJELMOINTI ===
22 X10 = X3 '-> Siirretään TE04 High2-arvo X10 muuttujaan (kun tuloilmalämpötilan ei indikoiti)
23 ' * SEIS-ASETUSARVO
24 If B1 Then '-> Jos tuloilmalämpötilan indikoiti (1), X10 on TE04 säätökäyrän mukainen asetustilan
25 X10 = X2
26 Endif
27 ' * KÄY-ASETUSARVO
28 P3_TK11_TE04 = X10 '-> Viedään asetustilan TE04 PID-säätimen SetPoint-muuttujaan
..

```

Liite 6. Grafiikkakuvat



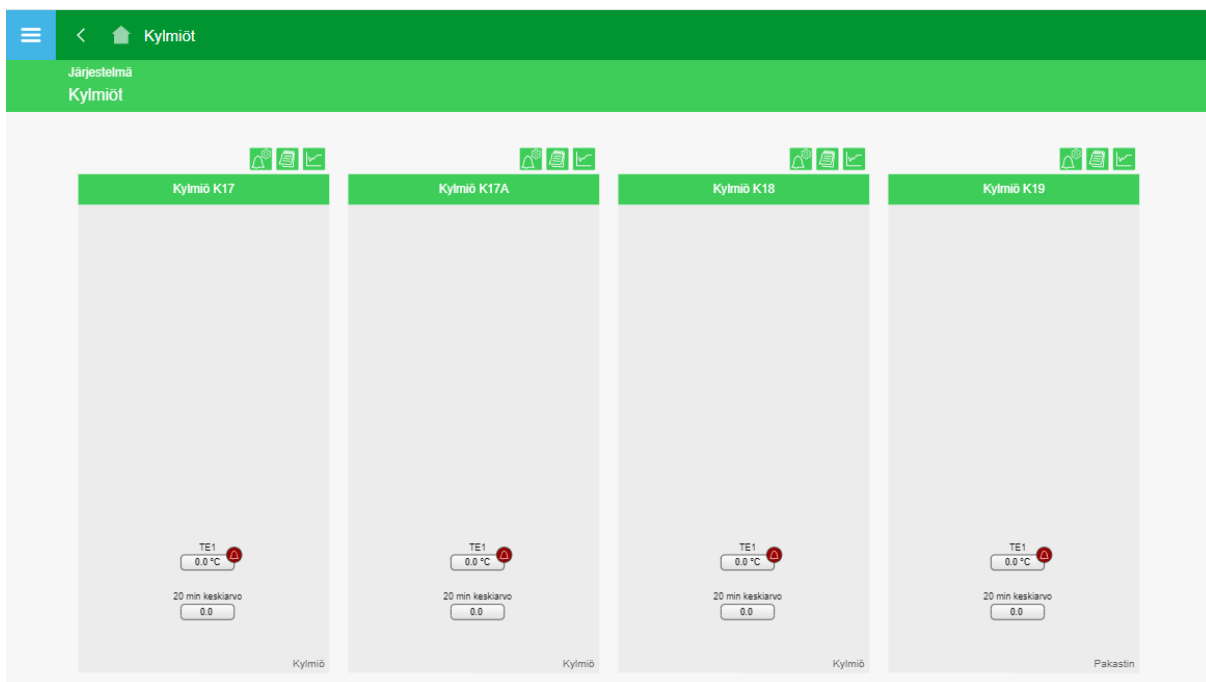
KYLMIOIDEN/PAKASTIMEN JÄÄHDYTYSKONEET JK01, JK02

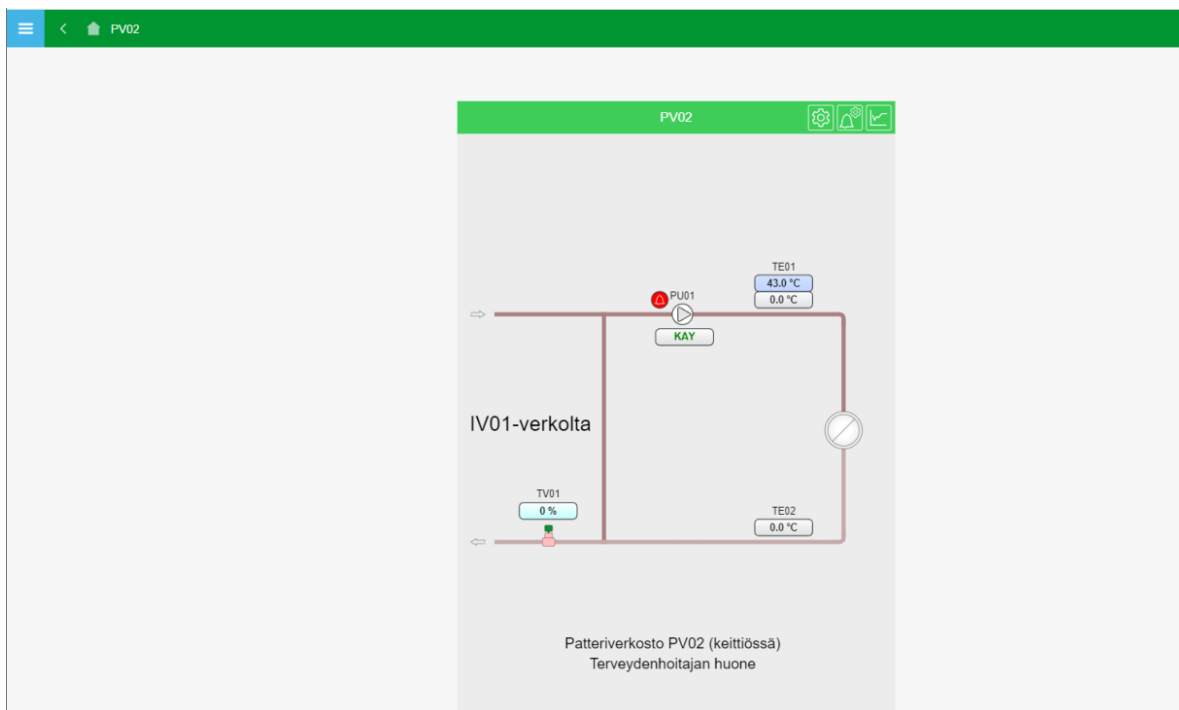
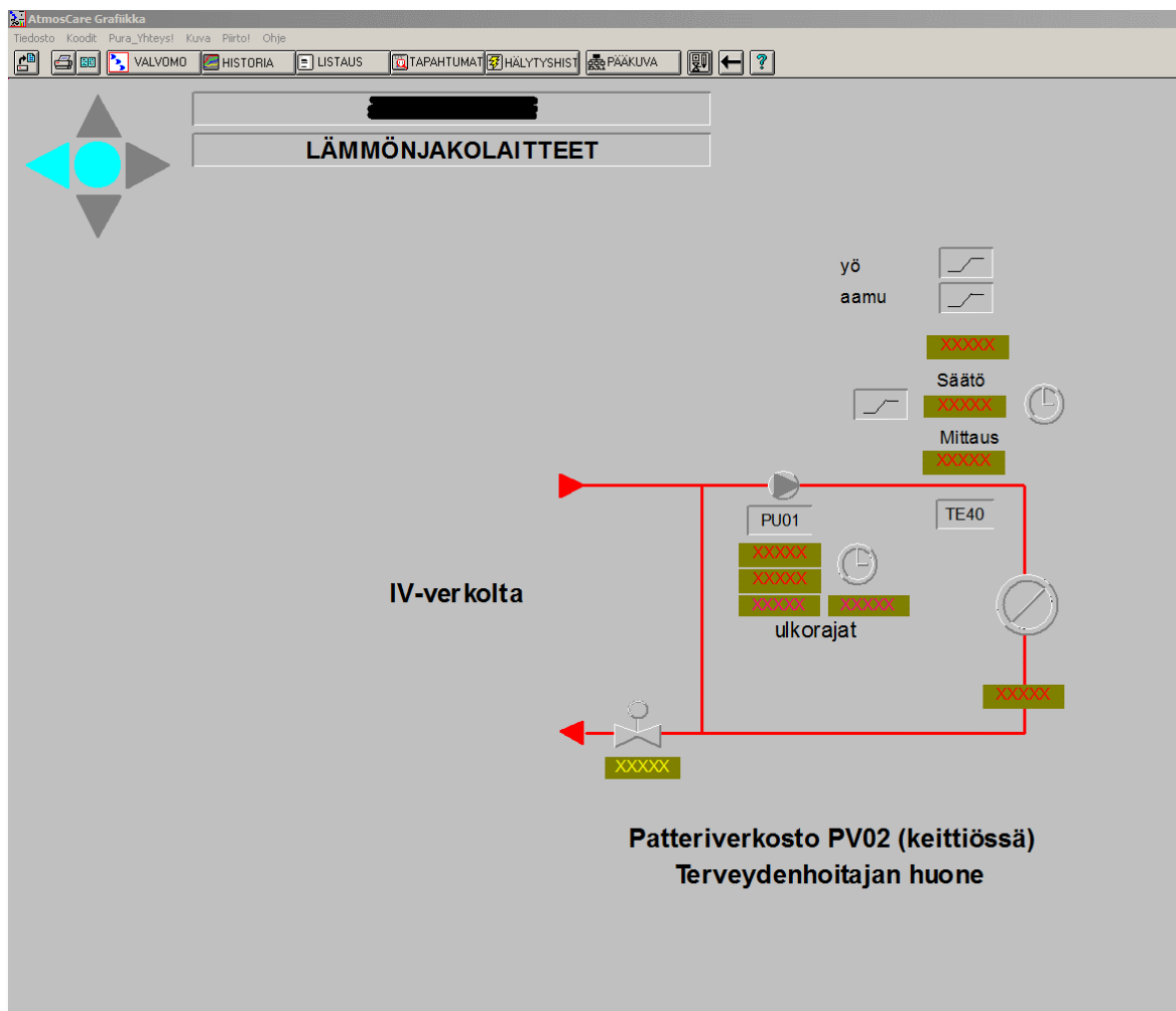
Kylmiön K17 lämpötilamittaus: XXXXX
 Kylmiön K17 lämpötilamittauksen hälytysyläraja: XXXXX
 Kylmiön K17 lämpötilamittauksen hälytysalaraja: XXXXX
 Kylmiön K17 lämpötilamittauksen 20 min keskiarvo: XXXXX

Kylmiön K17A lämpötilamittaus: XXXXX
 Kylmiön K17A lämpötilamittauksen hälytysyläraja: XXXXX
 Kylmiön K17A lämpötilamittauksen hälytysalaraja: XXXXX
 Kylmiön K17A lämpötilamittauksen 20 min keskiarvo: XXXXX

Kylmiön K18 lämpötilamittaus: XXXXX
 Kylmiön K18 lämpötilamittauksen hälytysyläraja: XXXXX
 Kylmiön K18 lämpötilamittauksen hälytysalaraja: XXXXX
 Kylmiön K18 lämpötilamittauksen 20 min keskiarvo: XXXXX

Pakastimen K19 lämpötilamittaus: XXXXX
 Pakastimen K19 lämpötilamittauksen hälytysyläraja: XXXXX
 Pakastimen K19 lämpötilamittauksen hälytysalaraja: XXXXX
 Pakastimen K19 lämpötilamittauksen 20 min keskiarvo: XXXXX





Erillismittaukset									
Erillismittaukset									
Hälytystila	Nimi	Kuvaus	Mittaus	Raja-arvot		Prioriteetti	Hälytysviiveet		
				Ala	Ylä		Hälytys	Reset	
■ Hälytys	PK13-TE16_M	Huoneilman lämpötila autotali Mittaus	0.0 °C	10	35	- 3 +	10 min	5 s	