



Antti Hirn

# HMI-ohjelmiston alustapäivitys WinCC Unified-ympäristöön

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan Insinööritutkinto

Insinöörityö

9.5.2022

## Tiivistelmä

Tekijä:	Antti Hirn
Otsikko:	HMI-ohjelmiston alustapäivitys WinCC Unified-ympäristöön
Sivumäärä:	61 sivua
Aika:	9.5.2022
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Sähkö- ja automaatiotekniikan Insinööritutkinto
Ammatillinen pääaine:	Automaatiotekniikka
Ohjaajat:	Reijo Leinonen, lehtori Tero Kallioinen, automaatio suunnittelija

---

Työssä luodaan Siemensin uuteen WinCC Unified HMI-alustaan pohjautuva käyttöliittymäohjelmisto teolliselle alipainesiirtojärjestelmälle. Työn tavoitteena on tuottaa käyttöliittymä, joka vastaa ominaisuuksiltaan vanhaa WinCC Comfort -alustaa, ja hyödyntää uuden ohjelma-alustan tuomia ominaisuuksia.

Muutostyön alkuvaiheessa perehdytään HMI-tekniikan kehitykseen ja yhteneviin trendeihin eri automaatiojärjestelmiä tarjoavien yritysten ratkaisujen välillä. Tutkimuksen tulosten avulla arvioidaan Unified-paneelien kannattavuutta uutena HMI-ratkaisuna, ja kuinka hyvin se vastaa alati kehittyvän teollisuusautomaation markkinoiden kysyntään.

Lisäksi työssä vertaillaan Unified-paneeliperheen MTP700-paneelin sekä HMI-tekniikan ikääntyvää sukupolvea edustavan TP700-paneelin keskinäisiä eroja. Lisäksi työssä käsitellään Unified-alustan ohessa julkaistuja uusia ominaisuuksia, joilla on suuri vaikutus HMI-ohjelman toimintaan.

Käyttöliittymän luomisessa käytetyt työkalut ja menetelmät esitellään. Käytettyjen toimintojen peruseräkkeet sekä hyödyntämismenetelmät käsitellään, ja esitetään esimerkkien kautta, kuinka niitä hyödynnetään luotavassa HMI-ohjelmassa.

Työn tuloksena toteutunut käyttöliittymä vastaa toiminnoltaan vanhalla alustalla toimivaa käyttöliittymää. Asiakas on tyytyväinen käyttöliittymän toiminnan tasoon, ja ohjelma otetaan nopeasti käyttöön yrityksen tulevissa projekteissa. Toteutuneiden toimintojensa lisäksi ohjelma tarjoaa toimivan pohjan toimintojen laajentamiselle sekä uusien toimintojen kehittämiselle.

Avainsanat: HMI, SCADA

## Abstract

Author: Antti Hirn  
Title: HMI Program Update to WinCC Unified  
Number of Pages: 61 pages  
Date: 9 May 2022

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering  
Professional Major: Automation Technology  
Supervisors: Reijo Leinonen, Senior Lecturer  
Tero Kallioinen, Automation designer

---

In this project, a new HMI-program was created using the new Siemens WinCC Unified HMI platform. The program will be used with an industrial vacuum conveying system. The goal of this project was to recreate the functionality of the old WinCC Comfort -based HMI onto the new platform, utilizing the new tools and features present in the new environment.

First, we will examine the current trends for industrial automation and how they affect new HMI solutions are examined. The new features of the WinCC Unified platform are compared to a couple of their competitor's solutions, keeping an eye on possible similarities between different HMI platform developers. The results can be used to assess the viability of the Unified platform, and how it responds to ever-developing customer demands.

Then, the panels from the Unified platform are compared to their predecessors. The comparison models are the MTP700 and TP700 panels, the 7-inch HMI touchscreen panels from the Unified and WinCC Comfort lineups. The new features brought by the Unified update that affect the new HMI program the most, are examined in further detail.

The tools and development methods used in the creation of the new HMI program are featured. The basic application methods of the functions used in the program are examined as well, along with illustrative examples.

As a result of the project, the functionalities of the old HMI program were successfully implemented using the new WinCC Unified platform. The new HMI software lives up to the expectations of the customer and is quickly put to action in their upcoming projects. In addition to its existing functionalities, the new HMI program serves as a working platform for future development.

Keywords: HMI, SCADA

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Työn kohde	1
1.2	Työn tausta	1
1.3	Työn tavoitteet	2
1.4	Työn tilaaja	2
2	Nykypäivän HMI-tekniikka	3
2.1	Siemens, WinCC Unified	3
2.2	Beckhoff, TwinCAT 3	4
2.3	ABB, Automation Builder	5
2.4	Johtopäätökset	7
3	Vanhan ja uuden HMI-alustan vertailu	8
3.1	Uudet liitännäismahdollisuudet	8
3.1.1	Muutokset liittimissä	8
3.1.2	Kenttäväylien uusi fokus	11
3.2	Alustamuutos	13
3.3	Parannukset käytettävyydessä	15
3.3.1	Näytön käyttöominaisuudet	15
3.3.2	Uusia dynamisointimahdollisuuksia	16
3.4	Web-pohjaiset ohjelmakoodit	17
3.4.1	Turvallinen tiedonsiirto HTML5-protokollalla	18
3.5	Muutokset käyttäjien hallinnassa	19
4	Alustapäivityksen suorittaminen	20
4.1	Näytöt ja näyttöikkunat	20
4.2	Tietojen käsittely	25
4.2.1	Tagit ja UDT:t	25
4.2.2	Teksti- ja grafiikkalistat	29
4.3	Faceplate	32
4.3.1	Faceplaten toiminta ja käyttötarkoitus	32

4.3.2	Faceplaten rajoitukset	34
4.3.3	Ponnahdusikkunat ja sisäkkäiset faceplatet	35
4.4	Hälytykset	37
4.4.1	Diskreetit hälytykset	39
4.4.2	PLC-hälytykset	39
4.5	Reseptiikan käsittely	41
4.6	Käyttöliittymän testaus simulaattorilla	43
5	Valmis käyttöliittymä	45
5.1	Valmiin käyttöliittymän esittely	46
5.2	Toiminta fyysisellä näytöllä	48
5.3	HMI:n etäkäyttö	50
5.3.1	VPN-etäyhteys	51
5.3.2	Web-Client ja SmartServer	52
6	Yhteenveto	55
6.1	Esiintyneet haasteet	55
6.1.1	Haasteet parametrien hallinnassa	56
6.1.2	Parametrien raja-arvot	57
6.2	Tavoitteiden arviointi	58
6.3	Jatkotoimenpiteet	59
	Lähteet	61

## Lyhenteet

- HMI: Human-machine interface. Yleinen lyhenne, jolla tarkoitetaan automaatiojärjestelmän käyttöliittymää.
- PLC: Programmable Logic Controller. Automaatiojärjestelmän logiikkaohjain.
- CPU: Central Processing Unit. Tietokonemaailmassa toimiva termi prosessoriyksikölle, automaatiojärjestelmässä synonyymi PLC:lle.
- IO: Input/Output. Yleiskäsite signaaleille, joita automaatiojärjestelmä käyttää havainnoimaan ympäristöä ja ohjaamaan toimilaitteita
- Tagi: PLC-ohjelmoinnissa käytettävä käsite muistiin tallennettavalle muuttujalle, jota voidaan käyttää järjestelmän eri osissa.
- PLC-Tagi: Tagi, joka toimii PLC:n muistista käsin, ja voidaan linkittää suoraan järjestelmän IO:hon.
- HMI-Tagi: HMI:n muistiin tallennettava tagi, käytetään sisäisenä muuttujana tai linkitetään PLC-Tagin kautta IO:hon.
- UDT: User Data Type. Käyttäjän määrittelemä datarakenne, joka koostuu käyttäjän valitsemista tiedoista.
- Faceplate: Siemens TIA-Portaalin graafisista elementeistä koottu elementtien kokonaisuus, josta voidaan luoda erillisiä instansseja

# 1 Johdanto

## 1.1 Työn kohde

Tämän työn aiheena on teollisen alipainesiirtojärjestelmän käyttöliittymän alustapäivitys.

Järjestelmällä siirretään erilaisia tuotantoprosesseissa syntyviä materiaaleja paikasta toiseen. Materiaali kerätään prosessissa tuotantoympäristöön sijoitetuille keräyspisteille, joista ne siirretään vakuumi-imun avulla keskitettyyn keräyspaikkaan. Yksi järjestelmän yleisimmistä käyttökohteista on elintarviketeollisuuden sivutuotteiden siirtäminen tuotantolinjalta omiin prosesseihinsa.

Järjestelmän toimintaperiaatetta voi rinnastaa pölynimurin toimintaan. Putkiston päässä on laitteisto, joilla luodaan putkistoon alipaine. Putkiston varrella on keräyspisteitä, joihin siirrettävä materiaali toimitetaan. Aloitettaessa keräyspisteen tyhjennys, keräyspisteen linjaventtiili avataan, jolloin ilma pyrkii keräyspisteen putken kautta sisään alipaineistettuun putkeen, työntäen siirrettävän materiaalin mukanaan putkistoon. Putkisto kuljettaa materiaalin keräyspaikkaan, jossa siirretty materiaali erotetaan ilmavirrasta, ja kerätään seuraavaa tuotantoprosessia varten.

## 1.2 Työn tausta

Järjestelmää on valmistettu viimeisen vuosikymmenen aikana usealla eri automaatiojärjestelmällä, mutta ajan saatossa Siemens on vakiintunut yleiseksi järjestelmäalustaksi. Järjestelmän käyttöliittymä on toteutettu perinteisillä Simatic WinCC Comfort -näyttöpaneelilla, jotka toimivat Windows -pohjaisella käyttöjärjestelmällä sekä Siemensin omalla Runtime-ohjelmistolla.

Vuonna 2020 Siemens julkaisi uuden WinCC Unified -näyttöjen tuoteperheen, joka pohjautuu tekniikaltaan täysin uuteen käyttöjärjestelmään. Oleellisten käyttöjärjestelmäerojen vuoksi vanhoille WinCC Comfort -paneeleille laaditut käyttöjärjestelmät eivät ole yhteensopivia uuden WinCC Unified -tekniikan kanssa. Tästä huolimatta uusi alustatekniikka tuo mukanaan huomattavia yleisparannuksia käyttöliittymän käytettävyyteen, prosessien visualisoinnin mahdollisuuksiin sekä käyttöliittymän toimivuuteen ilman riippuvuutta näyttölaitteesta [1].

### 1.3 Työn tavoitteet

Työn tavoitteena on luoda toimiva käyttöliittymä käyttäen Siemensin WinCC Unified -käyttöalustaa. Lopullisen käyttöliittymän tulee sisältää kaikki ominaisuudet ja toiminnot kuin alkuperäinen WinCC Comfort -pohjainen käyttöliittymä.

Automaatiojärjestelmän alustapäivityksen lisäksi tässä työssä perehdytään myös laajemmin eri järjestelmätoimittajien näkemyksiin HMI-tekniikan kehityksestä sekä yleisiin teollisuuden näyttötekniikan kehityssuuntiin. Tutkimuksen tavoitteena on ottaa selville HMI-tekniikan yleinen kehityksen suunta, sekä verrata eri valmistajien yhteneviä tai poikkeavia ratkaisuja tekniikan edistämiseksi.

### 1.4 Työn tilaaja

Työn on tilannut MariElectronics Oy, joka toteuttaa sisaryhtiönsä MariMatic Oy:n sähkö- ja automaatio suunnittelua. MariMatic Oy valmistaa automatisoituja Taifun- alipainesiirtojärjestelmiä teollisuuteen sekä Metro Taifun -järjestelmiä yhdyskuntajätteen keräämiseen.

Yritys kiinnostui Unified -käyttöliittymästä peruskäytettävyyden parannusten ja pitkän tuoteperheen elinkaaren myötä. Lisäetuna uudelle käyttöalustalle nähdään mahdollisuus käyttää samaa käyttöliittymää verkkopohjaisesti. Viime vuosina kärjistynyt materiaalipula on lisäksi vaikeuttanut aiempien, suosittujen Comfort -paneelien saatavuutta, joten Unified -paneelien käyttöönotto tulee helpottamaan yrityksen projektien laitteistotoimituksia.

## 2 Nykypäivän HMI-tekniikka

Tässä luvussa perehdytään eri järjestelmätoimittajien HMI-ratkaisuihin pitäen silmällä mahdollisia yhtäläisyyksiä uusien tai tulevien järjestelmien ominaisuuksissa. Tutkimuksen tavoitteena on ottaa selville tämänhetkiset kehityksen trendit. Kun HMI-tekniikan kehityssuunnat tiedetään, on helpompi arvioida asiakkaan järjestelmässä käytettävän WinCC Unified -ympäristön soveltuvuutta tulevaisuuden teollisuuden kysyntään.

### 2.1 Siemens, WinCC Unified

WinCC Unified hyödyntää internetissä usein käytettäviä HTML5- JavaScript- ja SVG-teknologioita uudessa alustassaan. Näiden teknologioiden hyödyntäminen mahdollistaa käyttöliittymän sujuvan käytön millä tahansa modernilla verkkoselaimella ilman tarvittavia lisäohjelmia. Muutosten tarkoituksena on luoda käyttöalusta, joka ei riipu laitteesta tai sen näytön koosta, toisin sanoen Siemens tähtää muutoksillaan tarjoamaan kyvyn käyttää samaa käyttöliittymää HMI-paneelilla, PC:llä tai jopa älypuhelimella [2].

WinCC Unified on suunniteltu toimimaan laitteista riippumatta kaiken kokoisissa järjestelmissä. Tämä tarkoittaa sitä, että kaikkien Siemensin tarjoamien HMI-ratkaisujen toteuttaminen tapahtuu Siemens TIA Portal -ohjelmistolla, käyttäen samoja työkaluja ja tekniikoita. Heti Unified-alustan julkaisun yhteydessä samoja TIA-Portaalin työkaluja pystyttiin käyttämään luomaan yhdenmukaiset käyttöliittymät HMI-paneeleille sekä SCADA-järjestelmien teollisuustietokoneille [2].

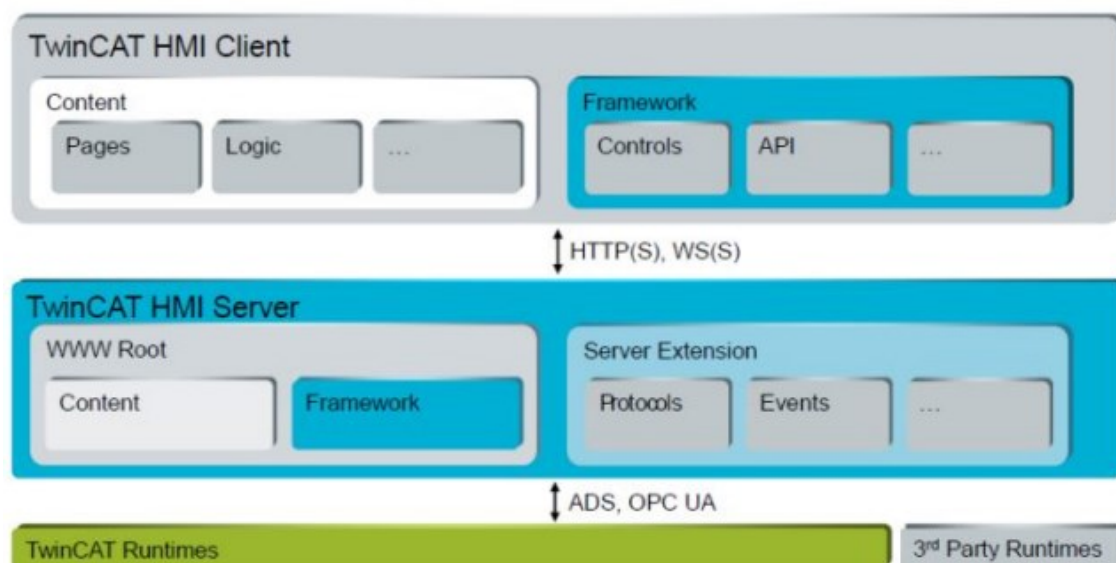
TIA Portaalin version 17 julkaisun yhteydessä Siemens S7-1500 -sarjan PLC-perheelle julkaistiin View Of Things -toiminto, jonka avulla PLC:lle voidaan luoda oma yksinkertaistettu käyttöliittymä käyttäen samoja Unified-työkaluja kuin muillakin laitteilla. Tämä merkitsee sitä, että jos PLC ei tarvitse monimutkaista käyttöliittymää toimiakseen, laitteelle voidaan tehdä oma, verkkoselaimella käytettävä käyttöliittymä mm. parametrisointia varten, eikä erillistä HMI-laitetta tarvita enää [3].

Näiden näkemysten myötä voidaan todeta, että Siemens katsoo tulevaisuuden käyttöliittymien olevan laiteriippumattomia. Unified-alustaa käsittelevistä artikkeleista saa käsityksen, että tekniikan tulisi mahdollistaa käyttöliittymän operoimisen jopa älypuheimella. Siemens ei ole kuitenkaan luopumassa perinteisemmistä teollisuusautomaation komponenteistaan, vaan sen sijaan panostaa enemmän näiden komponenttien kyvykkyyteen toimia monipuolisessa järjestelmässä.

## 2.2 Beckhoff, TwinCAT 3

Beckhoff lukeutuu yhdeksi Siemensin merkittävistä kilpailijoista Euroopassa PLC-automaation alalla. Siinä missä Siemens keskittyy omien tuotteidensa yhteensopivuuteen ja helppokäyttöisyyteen, Beckhoffin tuotekehitys perustuu avoimeen lähdekoodiin ja vapaisiin kehitysmahdollisuuksiin. Tämä on ilmeistä perehtyessä Beckhoffin uusimpaan TwinCAT 3-ohjelmointiympäristöön, joka voidaan integroida kokonaisuudessaan Microsoftin Visual Studio -ohjelmointiympäristöön, mukaan lukien TwinCAT HMI-visualisointityökalu [4].

Beckhoff on pyrkinyt parantamaan TwinCAT 3:n myötä järjestelmiensä laiteriippumattomuutta hyödyntämällä HMI-sovelluksissaan HTML5- ja JavaScript -alustoja. JavaScript mahdollistaa HMI-ohjelman logiikan käsittelyn sovellusta käyttävän selaimen käsiteltäväksi. Muodostettaessa yhteys HMI-serverille, välitetään vastaanottajan selaimelle käsiteltävät loogiset operaatiot käyttämällä suojattua https -protokollaa. Saman tietoliikenteen mukana välitetään tietoa käyttöliittymän graafisista elementeistä, jotka piirretään vastaanottajan näytöllä laitteen ominaisuuksien mukaan. Tämän ansiosta käyttöliittymä skaalautuu aina sopivaksi sitä käyttävälle näyttölaitteelle [5].



Kuva 1 TwinCAT HMI-ohjelman kommunikaatorakenne [5].

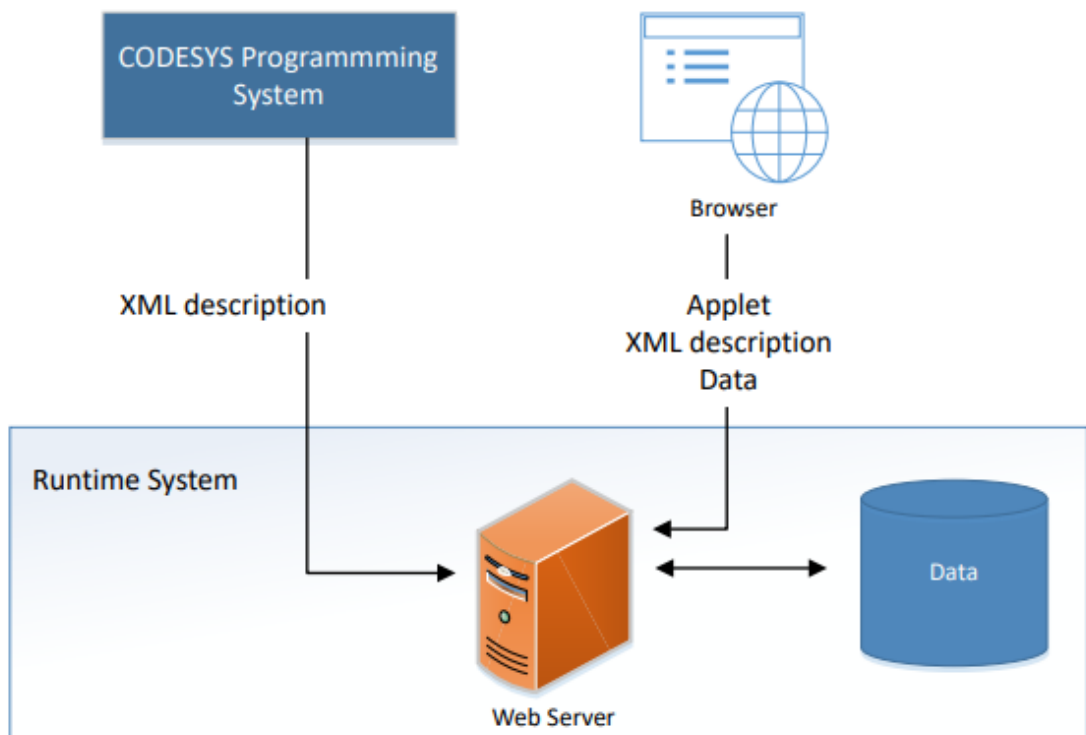
TwinCAT HMI tarvitsee serverin, joka toimii HMI-sovelluksen palvelunvälittäjänä käyttäjän ja automaatiojärjestelmän välillä. Serveri välittää käyttöliittymän loogiset operaatiot ja visuaaliset elementit käyttäjälle. Suoritettaessa loogisia operaatioita, operaatioista syntyneitä dataa välitetään serverille. Serveri kommunikoi automaatiojärjestelmän kanssa käyttäen ADS- tai OPC UA-protokollia, ja välittää HMI:llä annetut ohjaukset järjestelmään. Serveri vastaanottaa automaatiojärjestelmän lähetettävää dataa, ja välittää sen verkon välityksellä HMI-ohjelmalle käyttäjän selaimella [5].

### 2.3 ABB, Automation Builder

ABB on yksi maailman suurimmista teollisuusautomaation alan toimijoista, ja heidän tarjonnastaan löytyy ratkaisuja kaiken kokoisiin automaatiojärjestelmiin. Vaikka ABB:n automaatio-osaaminen ja painottuu DCS-järjestelmiin ja sitä myötä suurten kokonaisuuksien ratkaisuihin, tarjoaa ABB myös yksittäisiä PLC- ja HMI-laitteita, joilla voidaan toteuttaa saman mittakaavan projekteja kuin mihin tämä tutkimus keskittyy.

ABB:n työkaluna toimii yrityksen kehittämä Automation Builder -ohjelmisto, joka pohjautuu avoimen lähdekoodin CODESYS-ohjelmapohjaan. Automation Builder sisältää erillisen Panel Builder-ohjelman, jolla luodaan HMI-paneelien näkymät. Vaikka sovellukset ovat erillisiä, Panel Builderilla luotu HMI-projekti integroituu Automation Builderilla käsiteltävään pääprojektiin, jolloin projektirakenne muistuttaa TIA-Portalilla luotua Siemensin automaatioprojektia [6].

Myös Automation Builderilla on mahdollista luoda PLC:lle verkkopohjainen visualisointi. Toisin kuin vertailukohteilla, verkkopohjainen käyttöliittymä toimii edelleen ABB:n käyttämällä CODESYS-alustalla. Sen sijaan, että käyttöliittymä rakennettaisiin verkkopohjaisista ohjelmakoodeista, ohjelmointityökalulla muodostetaan XML-pohjainen tietorakenteen kuvaustiedosto verkkoserverille, joka toimii ohjelmoitavalla PLC:llä. Verkkoserveri käyttää tätä XML-kuvausta ylläpitämään tietorakennetta, joka toimii PLC:n CODESYS-pohjaisen ohjelmiston ja verkkoselaimella käytettävän käyttöliittymän välillä [6].



Kuva 2 Verkkopohjaisen käyttöliittymän rajapinnat ABB:n laitteilla [6].

## 2.4 Johtopäätökset

Kuten aiemmissa luvuissa todettiin, tutkituista automaatiojärjestelmistä jokainen tarjoaa mahdollisuuden käyttää web-pohjaista käyttöliittymää. Sekä Siemens että Beckhoff ovat päätyneet mukauttamaan HMI-alustansa hyödyntämään verkossa käytettäviä ohjelmakoodeja, jotta verkossa toimivan käyttöliittymän ja PLC-ohjelman rajapinta olisi mahdollisimman toimiva. Kahdesta muusta vertailukohteesta poiketen ABB luottaa SCADA-teknologiaa varten kehittämäänsä XML-pohjaiseen rajapintaan.

Poikkeavista toteutuksista huolimatta joustavan etäkäytön lähtökohdat ovat vertailukohteilla yhdenmukaiset. Osa käyttöliittymän toiminnoista, kuten graafisen näkymän piirtäminen sekä loogisten toimintojen suorittaminen jalkautetaan käyttäjän verkkoselaimelle. Tällöin käyttöliittymän ja HMI-serverin välinen yhteys voidaan optimoida turvalliseen tiedonsiirtoon, jolloin serveri kykenee käsittelemään ja välittämään datapaketteja HMI:n ja automaatiojärjestelmän välillä nopeasti.

Kaikkien kolmen järjestelmän yhtenäisenä teemana on alustavapaa käyttöliittymä, jolloin käyttöliittymää voidaan operoida monipuolisilla laitteilla. Tästä yhtäläisyydestä voidaan tehdä johtopäätös, että järjestelmien valmistajat kokevat teollisuudella olevan kasvava kiinnostus automaatiojärjestelmän joustavan ohjauksen tuomiin etuihin.

Siemensin Unified-paneelien tarjoamien etujen myötä kyseisellä paneelilla toteutetut käyttöliittymät tarjoavat järjestelmään lisäarvoa web-pohjaisen käyttöliittymänsä ansiosta. Samaa käyttöliittymää voidaan hyödyntää sekä paneeleilla, että SCADA-palvelimella, jolloin suurten järjestelmien HMI-ohjelmiston luomisessa säästetään aikaa. Koska Unified-paneelin käyttöliittymää voidaan käyttää verkkoselaimen avulla, voidaan tietyissä tilanteissa käyttöliittymää käyttää etänä

ilman dedikoitua SCADA-palvelinta. Toisin sanoen Unified-paneelin avulla pienempäänkin järjestelmään voidaan tuoda SCADA-järjestelmän mahdollistamia etäkäyttöominaisuuksia ilman merkittäviä lisäkuluja.

### **3 Vanhan ja uuden HMI-alustan vertailu**

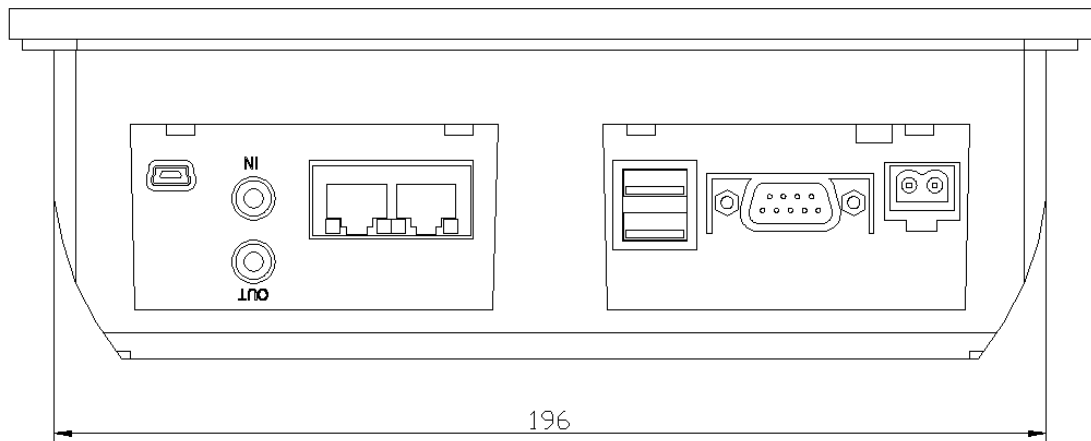
Tässä kappaleessa vertaillaan WinCC Comfort- ja WinCC Unified -alustoja keskenään, ja käsitellään oleelliset muutokset käyttöliittymän toiminnoissa. Muutoksia on tapahtunut vaihtelevissa määrissä lähes jokaisessa käyttöliittymän elementissä, ja niitä tuodaan esille asiakokohtaisesti. Tämän kappaleen sisältö keskittyy vanhan ja uuden järjestelmän oleellisimpiin eroihin, joilla on vaikutuksia ohjelma-alustalla toteutettavan käyttöympäristön rakenteeseen ja sitä kautta alustojen hyödyntämisessä käyttöliittymän suunnittelussa ja toteutuksessa.

#### **3.1 Uudet liitännäismahdollisuudet**

##### **3.1.1 Muutokset liittimissä**

Verrataan vanhan Comfort-paneelin ja uuden Unified-paneelin liitännäismahdollisuuksia. Vertailulaitteiksi on valittu vanhaa Comfort-paneeliperhettä edustava TP700, ja tuoreemmasta Unified-paneeliperheestä kokonsa puolesta vanhaa paneelia vastaava MTP700. Molemmat paneelit on varustettu 7 tuuman kosketusnäytöllä, joka on todettu riittävän kokoiseksi HMI-paneeliksi valtaosassa asiakasyrityksen sovelluksia.

Unten / Bottom

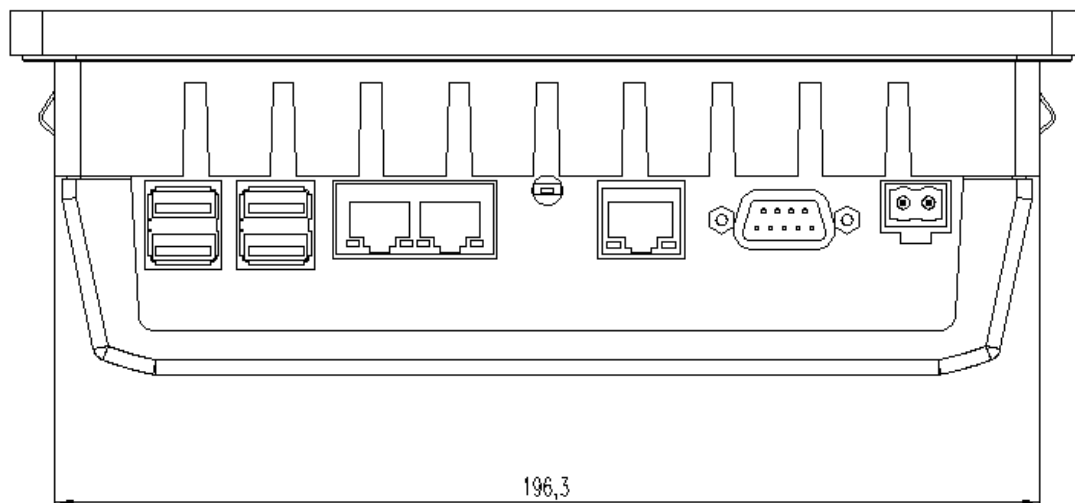


Kuva 3 TP700-paneelin liitynnät laitteen pohjassa [7].

Kuvassa 3 on Siemensin esittämä piirros TP700-paneelin pohjasta, ja siellä sijaitsevista liitynnöistä. Listaten kuvan liitynnät vasemmalta oikealle, paneelissa esiintyy:

- USB-B -liitin
- Audioliitäntä
- Kaksi Ethernet-porttia
- Kaksi USB 2.0-porttia
- Sarjaliikenneportti
- Pistokeliitin paneelin 24V sähkönsyötölle [8]

Unten / Bottom



Kuva 4 Unified-paneelin liitännät laitteen pohjassa [9].

Siemens on tehnyt muutoksia paneelien liitännöihin Unified-paneelien julkaisun yhteydessä. Kuvassa 4 on piirros MTP700 Unified-paneelin pohjaan sijoitetuista liitännöistä. Listaten jälleen vasemmalta alkaen, laitteessa esiintyy:

- 4 kappaletta USB 3.1 -liitäntöjä
- 2 verkkoporttia, yhteisellä verkkorajapinnalla
- Näytön uudelleenkäynnistyspainike
- Kolmas verkkoportti omalla verkkorajapinnalla
- Sarjaliikenneportti
- Pistokeliitin 24V sähkönsyötölle [10]

Verrattaessa paneelien liitäntöjä, vanhan Comfort-paneelin liitännät kielivät paneelimallin iästä, kun verrataan USB-portteja. Comfort-paneelistä löytyy kaksi USB 2.0 -liitintä, joihin voidaan kytkeä näppäimistö sekä hiiri paneelin käyttöä varten. Lisäksi vanhassa Comfort-paneelissa on USB-B -liitin, jonka Siemens on tarjonnut kenttäväyläyhteyden vaihtoehdoksi ohjelmointi-PC:n ja paneelin välille [8].

Unified-paneelistä löytyy sen sijaan 4 kappaletta modernimpia USB 3.1 -liittimiä, joiden suurempi tiedonsiirtonopeus tekee mahdolliseksi käyttää paneelin

ohessa USB-massamuistilaitetta [10]. USB-portteja voidaan myös käyttää järjestelmän varmuuskopiointiin ja palauttamiseen, tai ohjelmistopäivitystiedostojen siirtämiseen paneelille. Unified-paneelissa on luovuttu USB-B- ja audioliitännöistä, jotta uusille USB-liittimille saadaan tilaa, mutta uusien USB-liittimien monipuolisuus korvaa menetettyjen liitännämahdollisuuksien aiheuttaman haitan.

### 3.1.2 Kenttäväylien uusi fokus

Liitännöissä toinen merkittävä muutos on tapahtunut verkkoliitännöissä. Comfort-paneelissa on käytetty kahta ethernet-porttia, joiden avulla laite voidaan liittää PROFINET-kenttäväylään, ja väylää voidaan jatkaa eteenpäin rinnakkaisesta verkkoportista. Unified-paneelissa tämä toiminto on säilytetty, sekä paneeliin on lisätty kolmas verkkoportti, joka määritetään eri verkkoavaruuteen. Tämä lisäportti on tarkoitettu verkon kautta kulkevalle tietoliikenteelle, ja sen tiedonsiirtonopeus on paljon nopeampi, kuin kenttäväylälle tarkoitetuilla porteilla [9].

Molempien paneelimallien sarjaliikenneportit tukevat sarjaliikennepohjaisia RS232 -ja RS485 -protokollia [8, 10]. Portin avulla paneeli voidaan kytkeä muun muassa PLC:lle, joka ei tule Ethernet-pohjaista tiedonsiirtoa [11]. Vanhalla Comfort-paneelilla puolestaan sarjaliikenneportin pääasiallinen käyttötarkoitus on liittyminen PROFIBUS-väylään.

Vuosituhanen alusta lähtien PROFIBUS on ollut Siemensin standardi tiedonsiirtomenetelmä, ja vuonna 2005 sillä on kytketty maailmanlaajuisesti yli 10 miljoonaa datanoodia eri järjestelmissä. Vuoden 2010 jälkeen Ethernet-pohjaisen PROFINET-väylän suosio on kasvanut eksponentiaalisesti vuosittain. Vuonna 2021 PROFIBUS-liitäntöjä on olemassa noin 65 miljoonaa kappaletta, ja lähi vuosien datanoodien kasvu on ollut noin 2 miljoonaa noodia vuodessa. PROFINET-noodeja on puolestaan asennettu vuonna 2021 noin 40 miljoonaa, mutta noodimäärän vuosittainen kasvu on vaihdellut 6–8 miljoonan noodin välillä vuodesta 2018. Nämä kenttäväylien kasvusuhdanteet ennustavat, että PROFINET-

väylän käyttökohteet tulisivat ylittämään PROFIBUS-noodien määrän vuoteen 2025 mennessä [12].



Kuva 5 Profibus- ja Profinet-väylien käytön kasvusuhdanteet [12].

Siemensin mukaan Unified-paneeli voidaan kytkeä PROFIBUS-väylään käyttäen paneelin USB-porttia, mutta tiedonsiirto vaatii tarkoitukseen suunnitellun väyläsovittimen toimiakseen [11]. Se, että Siemens on jättänyt liityntämahdollisuuden vanhaan väyläänsä lisälaitteiston varaan, antaa selkeän kuvan väylätekniikan kehityssuunnasta. PROFIBUS-väylän elinkaari on hiipumassa päättymistä kohti, ja uusien tuotteiden kehityksessä keskitytään uusiin Ethernet-pohjaisiin väyläratkaisuihin.

## 3.2 Alustamuutos

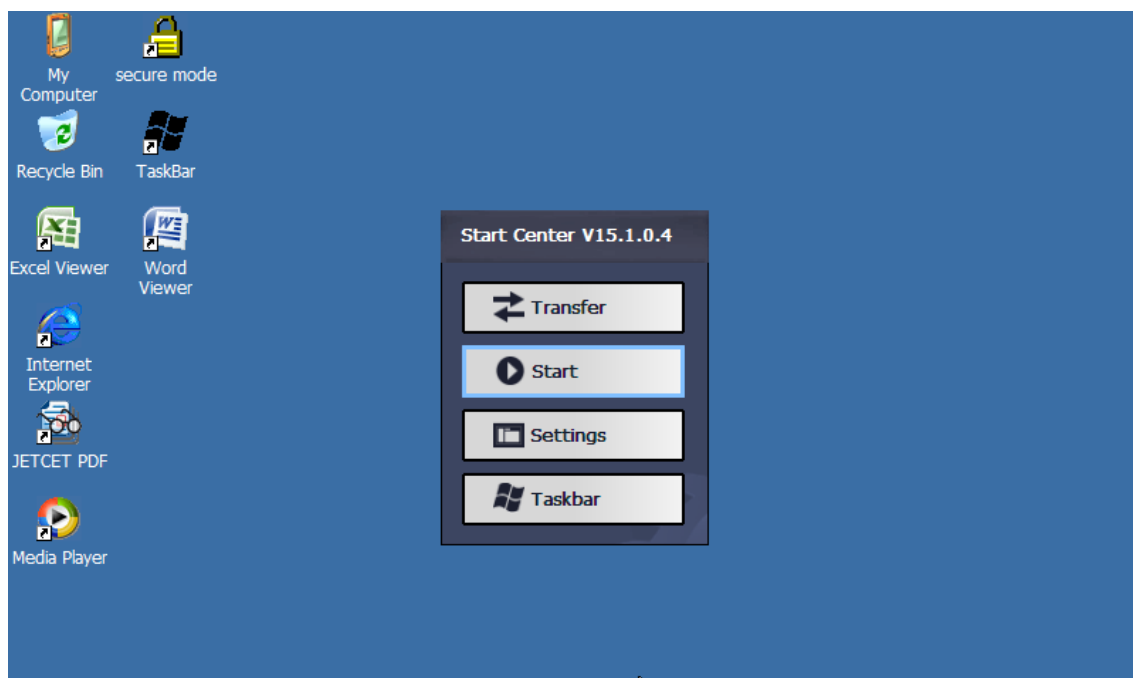
Kuten johdannossa kerrottiin, Siemensin SIMATIC HMI-sarjan paneelit ovat toimineet kauan Windows-pohjaisilla ohjelma-alustoilla. Unified-paneelien ohjelma-alusta on puolestaan rakennettu Linux-pohjaiselle käyttöjärjestelmälle, joka vastaa käytettävyydeltään älypuhelinien ja tablettien ohjelma-alustoja. Järjestelmien erot ovat ilmeisiä jo paneelia käynnistäessä, jolloin nähdään paneelin ohjauspaneeli ennen HMI-ohjelman käynnistymistä.

Kuten alla olevista kuvista näkee, Comfort-paneelin ohjauspaneeli käyttää Windows CE -käyttöjärjestelmää, joka on Microsoftin tarjoama, sulautetuille järjestelmille suunniteltu käyttöjärjestelmä. Järjestelmä suunniteltiin olemaan rinnakkaiskappale PC-järjestelmien Windows Vista -käyttöjärjestelmälle, ja poikkeaa suurimmilta osin työpöytäversiostaan resurssienkäytön optimisoinnissa [13].

Unified-paneelin ohjauspaneeli muistuttaa enemmän tabletin käyttöliittymää kuin perinteisempää HMI:tä, ja on intuitiivisempi käyttää. Comfort-paneelista poiketen Unified-paneelille on luotu täysin Siemensille uniikki Linux-pohjainen käyttöjärjestelmänsä, jonka kehityksen pääpainona on järjestelmän turvallisuus uhraamatta mahdollisuuksia moderneihin tiedonsiirtoratkaisuihin. Siemens lupaa järjestelmätukea monille kolmannen osapuolen tiedonsiirtomenetelmälle, kuten OPC UA:lle ja heidän omalle ”Industrial Edge” -data-analytiikkajärjestelmälle. Turvallisuuden maksimoimiseksi kaikki tarjotut rajapinnat voidaan poistaa käytöstä, jolloin ylimääräiset liityntärajapinnat suljetaan mahdollisilta ulkopuolisilta uhilta [14].



Kuva 6 Unified-paneelin työpöytä



Kuva 7 Comfort-paneelin työpöytä

Unified-paneelin käyttöjärjestelmään kuuluu lisäksi lajitelma oheisohjelmia, joita voidaan hyödyntää käyttöliittymästä käsin. Paneeliin on oletuksena asennettu esimerkiksi PDF-dokumenttien lukutyökalu, mediasoitin, sähköpostisovellus ja suojattuun https-verkkoliikennöintiin kykenevä verkkoselain.

Kaikki lisäohjelmat ovat poistettavissa, mikäli niitä ei haluta käyttää. Näin vähennetään ohjelmien eri rajapintoja, joiden kautta järjestelmään voi muodostua tietoturvaohkia. Tästä syystä Siemens suosittelee Unified-paneelien käyttöoppaassa poistamaan kaikki sovellukset, joille ei ole järjestelmässä käyttöä [15].

### 3.3 Parannukset käytettävyydessä

#### 3.3.1 Näytön käyttöominaisuudet

Unified-paneelissa lisääntyneistä kyvykkyyksistä kielii Comfort-paneelia pidempi käynnistymisaika. Jos Comfort-paneeli kykeni käynnistymään ja avaamaan käyttöliittymän alle minuutissa, Unified-paneelin käynnistyminen voi viedä reilusti yli minuutin aikaa. Tästä huolimatta Unified-paneelin käyttö paneelilla sekä etäyhteyksillä on paljon nopeampi ja stabiilimpi. Unified-paneeli kykenee suorittamaan huomattavasti monimutkaisempia ohjelmakutsuja hidastumatta Comfort-paneelin tavoin.

Uuden käyttöjärjestelmän nopeus edeltäjänsä verrattuna konkretisoituu jo puhtaasti sillä, että kaikki toiminnot tapahtuvat nopeammin. Etenkin näyttöjen ja näkymien lataaminen ja piirtäminen tapahtuu Unifiedilla pääsääntöisesti silmänräpäyksessä. Vain monimutkaisemmat toiminnot, kuten vaikka hälytys- diagnostiikka- ja reseptiikkatyökaluja sisältävät näkymät vaativat joitain sekunteja aikaa datan koostamiseen.

Järjestelmän nopeus on suuri parannus vanhoihin Comfort-paneelisiin nähden, koska kyseisillä näytöillä yksinkertaisemmankin näkymän avaaminen saattoi viedä useita sekunteja. Lisäksi vuosien varrella yrityksen huoltotiimeille tuli

säännöllisesti vastaan tilanteita, joissa paneeli oli hyytynyt täysin, eikä vastannut enää mihinkään kehoitteeseen ilman koko laitteen uudelleenkäynnistämistä. Tilanne nopeuden ja kaatumisten suhteen tyypillisesti pahenee entisestään paneelin iän myötä välimuistin tukkeutuessa ja piirilevyjen komponenttien ikääntyessä.

Koska Unified-paneelit ovat niin uusia markkinoilla, ei ole vielä varmaa tietoa, kuinka merkittävästi ne tulevat hidastumaan ajan ja käytön myötä. Ilman historiadataa paneelin toiminnasta, ainoat johtopäätökset paneelin luotettavuudesta voidaan tehdä toimisto-olosuhteissa toteutettujen testien pohjalla. Näiden testien tuloksena paneelien käyttöliittymäsovellukset vaikuttavat hyvinkin stabiileilta, mutta vain aika tulee todistamaan paneelimalliston todellisen kestävyysden.

Myös itse paneelin kosketusnäytön käytettävyyttä on parannettu huomattavasti vanhoihin laitesukupolviin nähden. Unified-paneelien näytöt tukevat älypuhelinmaailmasta tuttua "Multi-touch" -tekniikkaa, eli näyttö kykenee tunnistamaan kosketusta useammassa kohdassa samanaikaisesti. Tämä mahdollistaa käyttämään käyttöliittymän elementtejä samoin kuin älypuhelisten elementtejä, taulukoiden sarakkeita voidaan säätää venyttämällä, kuvia voidaan "zoomata" tai kaventaa ja sivuja sekä listoja voidaan rullata pyyhkäisyillä. Kaikkia näitä ominaisuuksia voidaan hyödyntää käyttöliittymän dynamisoinnissa ohjelmoimalla toimintoja, joita toteutetaan liikkeen tunnistuksen perusteella [2].

### 3.3.2 Uusia dynamisointimahdollisuuksia

Osana Siemensin tavoittelemaa käyttöliittymän riippumattomuutta käytetyn laitteen näytön koosta, Unified-ympäristön grafiikat luodaan SVG-formaatissa. SVG-formaatin grafiikoiden kuvatarkkuus ei ole riippuvainen näytön koosta tai resoluutiosta, vaan skaalautuu aina samaan kuvatarkkuuteen eri kokoisilla näyttöillä. Tämän vuoksi formaatti on suosittu nykyaikaisilla verkkosivuilla, kun verkkosivu saadaan näyttämään hyvältä tietokoneen sekä puhelimen näytöltä.

Koska Unified -ympäristö hyödyntää yleisimpiä verkon ohjelmakoodeja, voidaan SVG-grafiikoista saada paras mahdollinen hyöty käyttöliittymissä.

Aiemmissa Comfort-paneeleissa oli mahdollista luoda käyttöliittymään ponnahtusikkunoita, ja avata niitä näkyviin tarvittaessa. Todellisuudessa ponnahtusikkunoiden elementit olivat faceplateja, jotka olivat todellisuudessa aina näytöllä. Oikeaa nappia painamalla ohjelmassa käännettiin faceplaten näkyvyyttä ohjaava tagi, jolloin ponnahtusikkunan näkyvyys muuttui. Toisin sanoen ponnahtusikkunoita ei voinut koskaan oikeasti sulkea, niitä vain muutettiin näkyväksi tai näkymättömäksi. Tällä rajoituksella oli varmasti osansa Comfort-paneelilla toteutetun käyttöliittymän hitauteen, kun ponnahtusikkunoiden elementeille piti varata muistista jatkuvasti tilaa elementtien esillä olosta välittämättä.

Unified-paneelin tekniset muutokset uudistivat ponnahtusikkunoiden toiminnan täysin. Nyt käyttöliittymä tukee ponnahtusikkunoita, joiden toiminta on verrattavissa tietokoneiden käyttöjärjestelmien ikkunoihin. Ponnahtusikkunan asetuksista riippuen ikkunaa voidaan vapaasti siirtää ja sen kokoa voidaan muuttaa. Toisin kuin vanhassa järjestelmässä, suljettaessa ponnahtusikkuna sen elementit oikeasti katoavat ohjelmasta, jolloin niiden varaama muisti vapautuu.

Ponnahtusikkunoiden toiminnan muutos tulee muuttamaan asiakkaan järjestelmän toimintamallia huomattavasti. Ponnahtusikkunoita tullaan hyödyntämään monen laitteen, etenkin yksittäisten venttiilien, ohjauksissa. Tästä annetaan konkreettisia esimerkkejä kappaleessa 4.1.2.

### 3.4 Web-pohjaiset ohjelmakoodit

Kuten aiemmin on todettu, Unified-paneelit ovat siirtyneet uusiin ohjelma-alustoihin vanhoista Windows CE-pohjaisista Comfort-paneelien alustoista. Koska käyttöliittymän näkymät rakentuvat HTML5-pohjaisina ja koodi toimii JavaScriptillä, luotu käyttöliittymä toimii saumattomasti verkkoselaimen käyttöön kykenevien laitteiden kanssa.

Jotta HMI-ohjelmaan sisältyvät koodit toimisivat verkkoympäristössä saumattomasti, Siemens on muuttanut koko käyttöliittymän toimimaan JavaScript -pohjalla. Mikäli HMI-ohjelmaan halutaan sisällyttää toimintoja, joita Siemens ei tarjoa valmiina TIA Portaalin mukana, ne tulee laatia itse käyttämällä JavaScriptiä. Siemens tarjoaa itse laadittuihinkin skripteihin valmiita toimintoja, joilla voidaan toteuttaa tiettyjä toimintoja leikkaa ja liimaa -periaatteella. Mitä monimutkaisempia toimintoja skripteillä halutaan toteuttaa, sitä enemmän syventymistä ohjelmointikieleen ohjelmoijalta vaaditaan.

Unified-alustan Web Client -ominaisuuden ansiosta käyttöliittymän etäkäyttö nettiselaimen kautta on helppoa ja sujuvaa. Tämä on suuri edistysaskel verrattuna vanhaan Windows-pohjaiseen alustaan, jossa paneelin etäkäyttö oli mahdollista ainoastaan Siemensin SmartServer -työkalun avulla. Tarkempaa vertailua ja työkalujen käyttökohteita käsitellään kappaleessa 5.

### 3.4.1 Turvallinen tiedonsiirto HTML5-protokollalla

Sujuvan etäkäytön mahdollisuuksien lisäksi Unified-paneelien hyödyntämä HTML5-kieli mahdollistaa verkon kautta tapahtuvan liikennöinnin turvaamisen sertifikaattien avulla.

Nykyaikaiset verkkoselaimet käyttävät oletuksena https -tiedonsiirtoprotokollaa. Yksi protokollassa käytettävistä turvallisen yhteyden varmentamiskeinoista on palveluntarjoavan sertifiointi. Sertifikaatti käytännössä toimii palveluntarjoajan tunnukseksi, jonka avulla verkkoselain tunnistaa verkkosivun luotettavaksi.

Sertifikaateilla ehkäistään IP-osoitteen väärennöksillä toteutettavia tietojen kalasteluyrityksiä. Mikäli tietomurtoa yrittävä henkilö pääsee käsiksi paneelin lähiverkkoon, hän voi kaapata paneelille tarkoitetun IP-osoitteen käyttöönsä ja vastaanottaa paneelille tarkoitettuja datapaketteja, joista voidaan ottaa selville esimerkiksi käyttäjätunnuksia ja salasanoja. Mikäli tällainen ”välikäsihyökkäys” tapahtuu sertifikaatteja hyödyntävässä verkossa, verkkoselain huomaa nopeasti

yhteyskumppanin puuttuvan sertifi kaatin ja estää datan lähettämisen varmentamattomalle laitteelle.

Palveluntarjoajan sertifi kaatteja on mahdollista luoda itse, mutta tyypillisesti ne pitää jakaa manuaalisesti laitteille, jotka muodostavat yhteyttä palveluntarjoajaan, sekä määrittää kyseisten laitteiden verkkoselainten luottamuslistoille.

TIA Portaalin version 17 mukana tulevalla "Certificate Authority" -sovelluksella voidaan määrittää sertifi kaatteja Siemens-pohjaisten automaatiojärjestelmien laitteille ja yhteyskumppaneille. Muodostettaessa yhteys Unified-käyttöliittymän verkko-Runtimeen paneelin sertifi kaatti on mahdollista ladata laitteelle ja määrittää luotettavaksi palveluntarjoajaksi. Sertifi kaatin lataaminen käynnistetään verkko-Runtimen Certificate Authority -painikkeella, katso kuva 11 kappaleessa 5.3.2. [16].

### 3.5 Muutokset käyttäjien hallinnassa

Koska tietoturvallisuus on ollut yksi Siemensin tuotekehityksen lähtökohdista, on Unified -paneeleissa tehty oleellisia muutoksia käyttäjien hallintaan.

Pääsääntöisesti käyttäjiä on käytetty käyttöliittymällä määrittämään, kenellä käyttäjällä on oikeus käyttää mitään ominaisuutta. Esimerkiksi painonapille voidaan määrittää "Authorization" -parametriin käyttöoikeus, joka vaaditaan kirjautuneelta käyttäjältä, että nappia voidaan käyttää.

TIA Portaalin ohjelmaversio 17:stä eteenpäin käyttäjien hallinta on siirtynyt yksittäisiltä paneeleilta koko projektille yhteiseen Security -polkuun. Tämä siis tarkoittaa, että samoja käyttäjätunnuksia käytetään jokaisella järjestelmän paneelilla, ja niitä hallinnoidaan TIA-Portaalin sisällä.

Unified-paneeleissa käyttäjäoikeudet eivät rajoitu pelkästään käyttöliittymän sisälle. Kirjautuessa paneelilla sisään käyttäjälle, kirjautuminen on voimassa myös käyttöliittymän ulkopuolella. Paneelissa on mahdollista määrittää asetus, jossa vain "Control Panel Access" -oikeuden omaavat käyttäjätunnukset voivat

käyttää laitteen ohjauspaneelia ja muuttaa laitteen asetuksia. Näin esimerkiksi huoltoinsinööreille luovutettavilla tunnuksilla voidaan määrittää oikeus muuttaa paneelin asetuksia, mutta peruskäyttäjien tunnuksilla ei ole pääsyä ohjauspaneeliin.

Unified-paneelissa toimivaa käyttöliittymää on myös mahdollista käyttää tietokoneen tai älypuhelimien nettiselaimella, jos paneelin ”Web Client” -toiminto on otettu käyttöön ja toinen laite on samassa verkkoavaruudessa paneelin kanssa. Selainpohjainen käyttöliittymä vaatii aina tunnukset, jotta käyttöliittymään päästään käsiksi. Näin ollen käyttöliittymän käyttäminen selaimen kautta voidaan myös rajata haluttujen tunnusten taakse määrittämällä käyttöoikeuksia.

TIA Portaalin versiosta 16 eteenpäin projektin käyttäjiä on mahdollista hallinnoida Siemensin UMC-palvelun avulla. UMC on serveri, jossa säilytetään organisaation käyttäjätietoja ja eri käyttäjien käyttöoikeuksia. UMC on mahdollista ottaa käyttöön joko asentaessa TIA-Portaalia, projektin yhteydessä tai paneelin käyttöliittymän Runtimessa. Jos järjestelmässä halutaan hyödyntää UMC:ta käyttäjien hallinnassa, pitää järjestelmään määrittää laite toimimaan palvelun serverinä.

## **4 Alustapäivityksen suorittaminen**

Tässä kappaleessa käydään läpi käyttöliittymän ohjelmointiympäristön ominaisuuksia ja toimintoja, joita hyödynnetään käyttöliittymän luomisessa. Ohjelmointiympäristönä toimii Siemens TIA Portal v17 -ohjelmisto. Käsitellyistä työkaluista ja toiminnoista esitettävät esimerkit ovat peräisin Siemensin Unified-käyttökoulutuksen yhteydessä luodusta malliprojektista sekä Siemensin tarjoamista käyttöoppaista eri toimintojen soveltamiseen.

### **4.1 Näytöt ja näyttöikkunat**

Näytöt ovat kokonaisuuksia, joilla näytetään ohjelman käyttäjälle tiettyjä elementtejä, kuten järjestelmän tilatietoja ja ohjauksia. HMI-paneelin käyttöliittymä

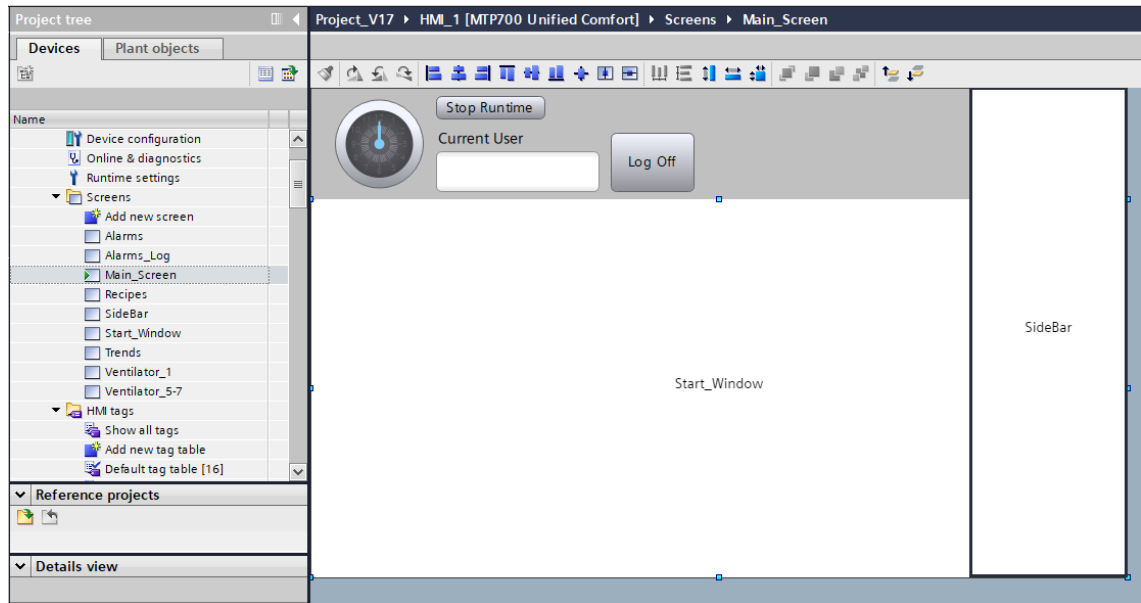
voidaan määritellä niin, että yhdessä ”näkyssä” löytyy ohjattavien laitteiden tilatietoja sekä ohjauksia, ja toisella näytöllä asetuksia ja parametreja. Yksinkertaisimmillaan tällainen käyttöliittymä voidaan toteuttaa TIA-Portaalissa hyvinkin nopeasti ohjelmoimalla näytölle luotava painonappi vaihtamaan näytön näkymän toiseen.

Tällä lailla näytöistä voidaan koostaa yksinkertainen kokonaisuus, mutta toimivan käyttöliittymän luominen tällä menetelmällä on työlästä. Vaihdettaessa koko näytön näkymää, kaikki näytölle luodut elementit katoavat uuden näkymän alta. Esimerkiksi jos käyttöliittymään halutaan luoda jokaiselle näkymälle yhtenevät valikkoruudut, pitäisi valikoiden kaikki elementit kopioida jokaiselle erilliselle näytölle.

Comfort-paneeleilla tämä ongelma on ratkaistu antamalla ohjelmoijalle mahdollisuus luoda näyttöön pysyvä näkymä Permanent Screen -ominaisuudella. Kun vastaava näkymä luodaan, siinä määritellyt elementit pysyvät samana valitusta näkymästä riippumatta. Ominaisuuden rajoituksena on, että koko näytöllä voi olla vain yksi tällainen näkymä. Sovelluksesta riippuen esimerkiksi ohjelman otsikkotaulun rakenne saatetaan tahtoa erilaiseksi kuin muu ohjelma. Koska pysyvä näkymä on nimensä mukaisesti pysyvä, sen tilalle ei voida vaihtaa sopivampaa näkymää ohjelman ollessa käynnissä.

Unified-alustalla uutena ominaisuutena on näyttöikkunaksi kutsuttu elementti (eng. ”Screen Window”). Toimintaperiaate näyttöikkunoilla on hyvin samanlainen kuin varsinaisilla näytöillä, mutta yhdelle näytölle voidaan luoda yhtä aikaa useampi ”näkymä” erilaisista näyttöikkunoista.

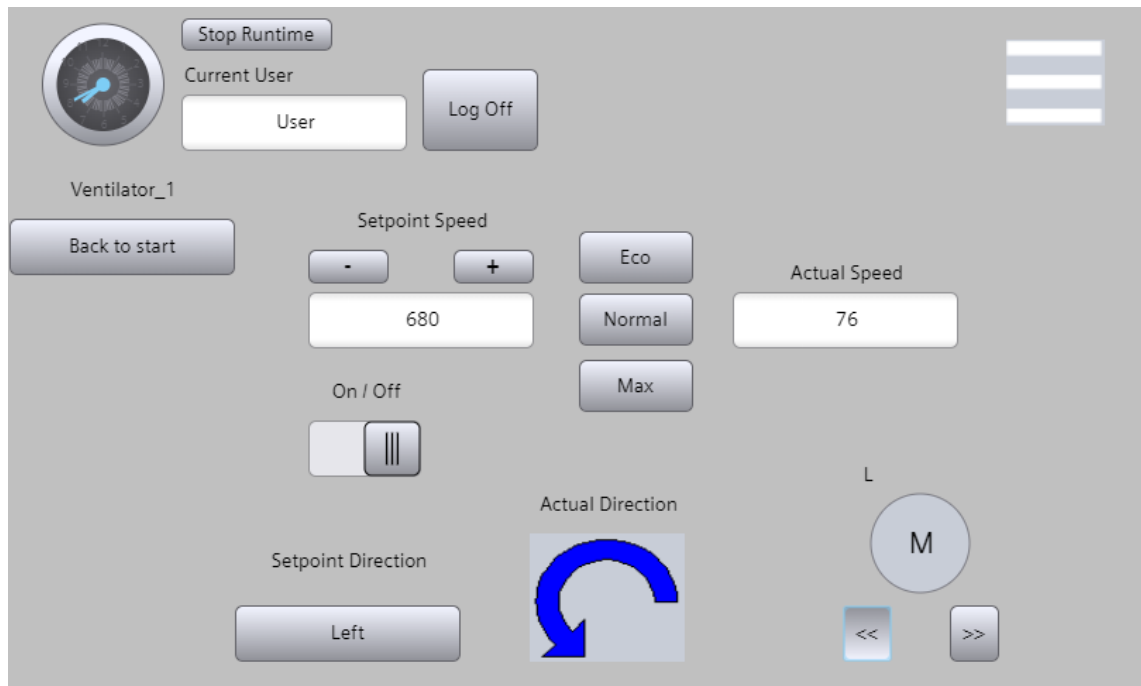
Kuvassa 8 on esitetty käyttöliittymän Layout-näyttö, joka koostuu kaikille näkyville yhteisestä osiosta, sekä käyttötarpeen mukaan muutettavista näyttöikkunoista. Näyttöikkunoista suurempi sisältää varsinaisen sisällön, jota käyttöliittymässä halutaan esittää. Näkymän oikeassa reunassa on näyttöikkuna, johon painiketta painaessa avataan valikkoruutu navigointia varten.



Kuva 8 Näyttöikkunoiden rakenne projektin päänäkymässä

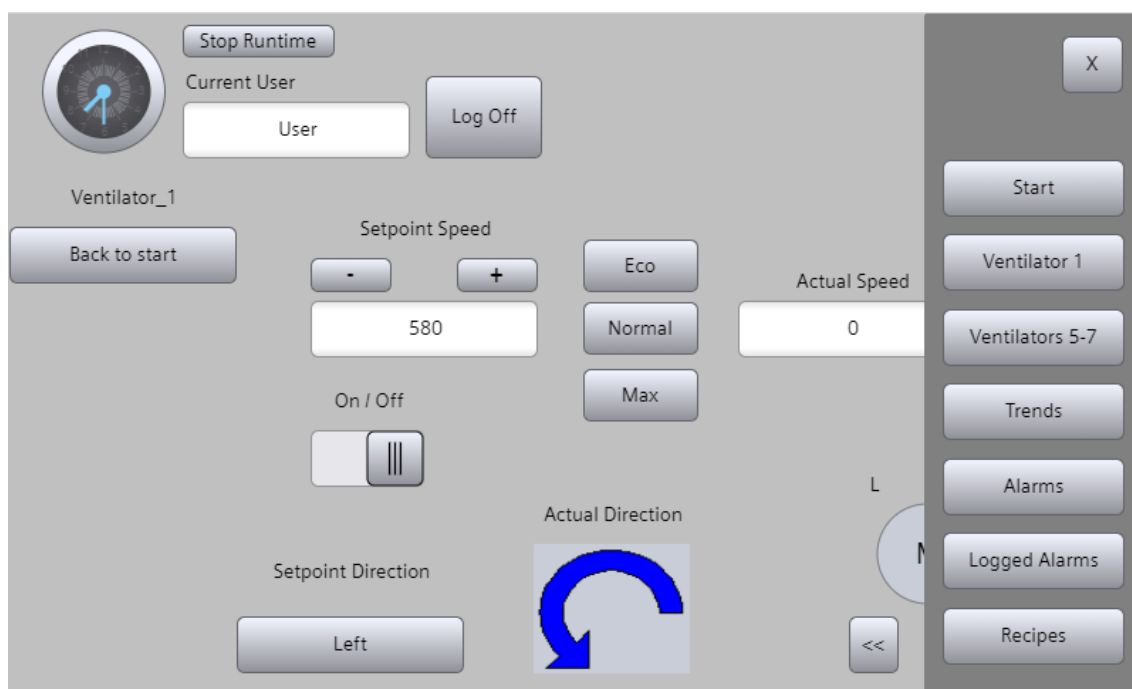
Näyttöikkunoiden sisäisiä näkymiä voidaan vaihtaa itsenäisesti toisistaan. TIA-Portaalin funktio ”Change Screen” voidaan täsmentää vaihtamaan pelkästään määritetyn näyttöikkunan näkymää. Tehtäessä näin kaikkien muiden näyttöikkunoiden näkymä pysyy ennallaan. Toisin sanoen näytön näkymä voidaan rakentaa muutamasta näyttöikkunasta, esimerkiksi otsikkoikkunasta, parista valikkoikkunasta sekä varsinaisesta sovellusikkunasta. Koko näytön näkymää ei tarvitse vaihtaa, ellei haluta muuttaa näyttöikkunoiden asettelua.

Näyttöikkunoiden näkymien vaihtaminen ei vaikuta ikkunoiden ulkopuolisiin elementteihin. Kuvan 8 esimerkissä käyttöliittymään on luotu ohjelman otsikkotaulu asettamalla sen elementit näyttöikkunoiden ulkopuolelle. Kun näyttöikkunoiden sisällä sijaitsevassa varsinaisessa ohjelmassa siirrytään näkymästä toiseen, näiden elementtien osuus näytöstä pysyy samana. Tämä toiminnallisuus korvaa Comfort-paneelin käyttämän Permanent Screen -ominaisuuden rajoittamatta näytöllä käytettävissä olevaa tilaa. Jos näyttöikkunan näkyvyyttä halutaan muuttaa ohjelman aikana, luodaan siitä oma näyttöikkunansa, joka on aina samassa paikassa ollessaan auki, ja sen näkyvyyttä voidaan dynamisoida muista näyttöikkunoista riippumatta.



Kuva 9 Esimerkki käyttöliittymän ohjausnäkyvästä

Kuvassa 9 on esimerkki käyttöliittymästä moottorinohjaukselle. Käyttöliittymästä löytyy muun muassa moottorin käynnistys ja pysäytys, pyörimisnopeuden ja -suunnan säätö sekä näiden suureiden indikointi. Näkymässä on myös teksti- ja grafiikkalistojen avulla dynamisoituja elementtejä, joihin palataan myöhemmissä kappaleissa. Oikealla yläkulmassa on painike, jolla tuodaan ruudun oikeassa reunassa oleva näyttöikkunan näkymä näkyviin.



Kuva 10 Käyttöliittymä, jossa avattu valikkonäkymä.

Tällä tavalla toteutettuna käyttöliittymää on myös helppo laajentaa. Jos käyttöliittymään halutaan lisätä esimerkiksi ohjausikkuna toiselle moottorille, ohjelmoijan tarvitsee ainoastaan luoda uusi ikkuna Sovellusnäkyä -ikkunan elementeistä, ja yksilöidä ne oikealle moottorille tagien kautta. Vastaavasti valikon näkymään luodaan uusi painike, jolla Sovellusnäkyä vaihdetaan näyttämään uuden moottorin parametrit ja ohjaus. Valikon näyttöikkunan näkymää ei tarvitse vaihtaa, koska näkymän muutos koskee vain sovellusnäkyä, ja samaa valikkoa tahdotaan käyttää muissakin näkymissä.

Joissain tilanteissa on hyvä saada sovellusnäkyä mahdollisimman suuri pinta-ala käytettäväksi, jotta näytöllä saadaan näytettyä mahdollisimman paljon asioita kerralla. Tällaisia tilanteita on esimerkiksi hälytysikkunoiden ja parametri-settien näkymät, joissa tarvitsee usein nähdä mahdollisimman paljon tietoa näytöllä kerrallaan. Näissä tilanteissa voidaan luoda sovellusnäkyä suurempi ikkuna, jolle annetaan näkymästä pois jätettävien valikoiden käyttämä ala. Nämä tarpeettomat näyttöikkunat voidaan piilottaa, tai vaihtoehtoisesti voidaan

luoda täysin uusi näyttö haluttua näkymää varten, johon ei lisätä koko valikonäkymää ollenkaan.

Käyttöliittymän näkymiä suunnitellessa on hyvä tietää, millaisia ominaisuuksia näkymään halutaan saada mahtumaan. Jokaisessa näkymässä voi hyödyntää näyttöikkunoita, joiden avulla voidaan käyttää samoja elementtejä useammassa näkymässä. Näyttöikkunoiden asettelua voidaan muuttaa tai tarpeettomia näyttöikkunoita poistaa eri näytöillä kunkin näkymän tarpeen mukaan. Eri näyttöjen näkymät saa täten toteutettua tehokkaimmin käyttämällä näyttöikkunoita toistuvissa elementeissä, kuten valikkoikkunoissa.

Näyttöikkunoiden sisällön suunnittelussa kannattaa myös huomioida, minkä kokoisia elementit tulevat olemaan oikeassa käyttöympäristössään. Ohjelmointityökalussa tai simulaattorin näkymässä käyttöliittymä saattaa näyttää hyvältä, mutta oikealla paneelilla teollisessa ympäristössä etenkin pienet tekstit ja dynaamiset elementit voivat olla vaikeaselkoisia. Suunnitellessa käyttöliittymää muualle kuin tietokoneen näytölle, on hyvä pitää mielessä, että yksinkertaisuus ja selkeys ovat teollisuudessa huomattavasti estetiikkaa ja kompaktiutta tärkeämpiä.

## 4.2 Tietojen käsittely

### 4.2.1 Tagit ja UDT:t

Perustoiminnoiltaan Unified-paneelin tagien linkittäminen PLC:n dataan ei poikkea oleellisesti vanhan Comfort-paneelin toiminnasta. Ensin Paneelille luodaan listat halutuista tageista, jonka jälkeen tiedot linkitetään PLC-tageihin, tai suoraan PLC:n muistissa säilytettävään dataan. Kuvassa 11 esitetään malliprojektissa luotu tagilista, jossa näkyy myös PLC:n datanoodi, johon tagi on linkitetty.

Name	Data type	Connection	PLC name	PLC tag	Address
jogEnable	Bool	<Internal tag>		<Undefined>	
Ventilator1Data_actualDirection	Bool	HM_Connection_2	CPU1500	Ventilator1Data.actualDirection	
Ventilator1Data_actualSpeed	Int	HM_Connection_2	CPU1500	Ventilator1Data.actualSpeed	
Ventilator1Data_jogLeft	Bool	HM_Connection_2	CPU1500	Ventilator1Data.jogLeft	
Ventilator1Data_jogRight	Bool	HM_Connection_2	CPU1500	Ventilator1Data.jogRight	
Ventilator1Data_onOff	Bool	HM_Connection_2	CPU1500	Ventilator1Data.onOff	
Ventilator1Data_rotate	Bool	HM_Connection_2	CPU1500	Ventilator1Data.rotate	
Ventilator1Data_setDirection	Bool	HM_Connection_2	CPU1500	Ventilator1Data.setDirection	
Ventilator1Data_setpointSpeed	Int	HM_Connection_2	CPU1500	Ventilator1Data.setpointSpeed	

ID	Name	Alarm text	Alarm class	Trigger tag	Trigge...	Connection of t...	Acknowledg...	Ackn...	Acknowledg...	Connection stat...
<Add new>										

Kuva 11 HMI:n tagilista

Yllä esitetystä tagilistasta jokainen erillinen tagi on liitetty suoraan yksittäisiin PLC-tageihin. Tämä on yksinkertainen tapa yhdistää PLC:n ja HMI:n dataa toisiinsa, mutta suurissa järjestelmissä suurten tagikokonaisuuksien luonti ja hallinta tulee työlääksi, mikäli käytetään vain tätä menetelmää datan linkityksissä.

Ohjelman toiminnallisuuden kannalta voi olla tarpeellista hyödyntää UDT-rakenteita käsiteltävän datan luokitteluun. UDT, eli "User Data Type", on nimensä mukaisesti käyttäjän määriteltävissä oleva datarakenne. UDT on käytännössä listaus datasta, jota tarvitsee käytännöllisyyden ja ohjelman selkeyden vuoksi käsitellä yhtenä rakenteena.

Project\_V17 > CPU\_IOdevices > CPU1500 [CPU 1513F-1 PN] > PLC data types > typeVentilatorData

typeVentilatorData									
	Name	Data type	Default value	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint	Supervision	Comment
1	setpointSpeed	Int	580	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Speed setpoint 0 to 1350 (revs/min)
2	rampUpTime	Real	1.0e+1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ramp up time (s) from motor start until speed setpoi...
3	rampDownTime	Real	1.0e+1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ramp down time (s) from motor stop command until...
4	maxSpeed	Real	1350.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Max. speed (0..1350rpm or 0..50Hz), only changeabl...
5	onOff	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Start/stopp motor (1 = motor-ON, 0 = motor-OFF)
6	setDirection	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Direction command (0 = left, 1 = right)
7	jogRight	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inching right, only changeable if motor is stopped
8	jogLeft	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Inching left, only changeable if motor is stopped
9	statusWord	Word	16#0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Status information of drive (Bit10 = max.Speed reach...
10	actualSpeed	Int	0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Actual speed 0 to 1350 (Revs/min)
11	rotate	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Motor status on/off (1 = motor running, 0 = motor st...
12	actualDirection	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Actual turning direction (0 = left, 1 = right)
13	speedLimitActive	Bool	false	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Motor status Speed limit is active, if Speed_act = 135...
14	temperatureFactor	Real	20.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Motor temperature factor (% of max. value)

Kuva 12 PLC:llä määritelty UDT-datarakenne

Project\_V17 > HMI\_1 [MTP700 Unified Comfort] > HMI tags > Ventilators 5-7 [3]

Ventilators 5-7					
	Name	Data type	Connection	PLC name	PLC tag
▼	Ventilator5_to_7_Data_VentilatorArray[5]	typeVentilatorData	HMI_Connection_2	CPU1500	Ventilator5_to_7_Data.VentilatorArray[5]
▼	setpointSpeed	Int	HMI_Connection_2	CPU1500	Ventilator5_to_7_Data.VentilatorArray[5].setpointSpeed
▼	rampUpTime	Real	HMI_Connection_2	CPU1500	Ventilator5_to_7_Data.VentilatorArray[5].rampUpTime
▼	rampDownTime	Real	HMI_Connection_2	CPU1500	Ventilator5_to_7_Data.VentilatorArray[5].rampDownTime
▼	maxSpeed	Real	HMI_Connection_2	CPU1500	Ventilator5_to_7_Data.VentilatorArray[5].maxSpeed
▼	onOff	Bool	HMI_Connection_2	CPU1500	Ventilator5_to_7_Data.VentilatorArray[5].onOff
▼	setDirection	Bool	HMI_Connection_2	CPU1500	Ventilator5_to_7_Data.VentilatorArray[5].setDirection
▼	jogRight	Bool	HMI_Connection_2	CPU1500	Ventilator5_to_7_Data.VentilatorArray[5].jogRight
▼	jogLeft	Bool	HMI_Connection_2	CPU1500	Ventilator5_to_7_Data.VentilatorArray[5].jogLeft
▼	statusWord	Word	HMI_Connection_2	CPU1500	Ventilator5_to_7_Data.VentilatorArray[5].statusWord
▼	actualSpeed	Int	HMI_Connection_2	CPU1500	Ventilator5_to_7_Data.VentilatorArray[5].actualSpeed
▼	rotate	Bool	HMI_Connection_2	CPU1500	Ventilator5_to_7_Data.VentilatorArray[5].rotate
▼	actualDirection	Bool	HMI_Connection_2	CPU1500	Ventilator5_to_7_Data.VentilatorArray[5].actualDirection
▼	speedLimitActive	Bool	HMI_Connection_2	CPU1500	Ventilator5_to_7_Data.VentilatorArray[5].speedLimitActive
▼	temperatureFactor	Real	HMI_Connection_2	CPU1500	Ventilator5_to_7_Data.VentilatorArray[5].temperatureFactor
▶	Ventilator5_to_7_Data_VentilatorArray[6]	typeVentilatorData	HMI_Connection_2	CPU1500	Ventilator5_to_7_Data.VentilatorArray[6]
▶	Ventilator5_to_7_Data_VentilatorArray[7]	typeVentilatorData	HMI_Connection_2	CPU1500	Ventilator5_to_7_Data.VentilatorArray[7]
	<Add new>				

Discrete alarms										
ID	Name	Alarm text	Alarm class	Trigger tag	Trigge...	Connection of t...	Acknowledg...	Ackn...	Acknowledg...	Connection stat...
	<Add new>									

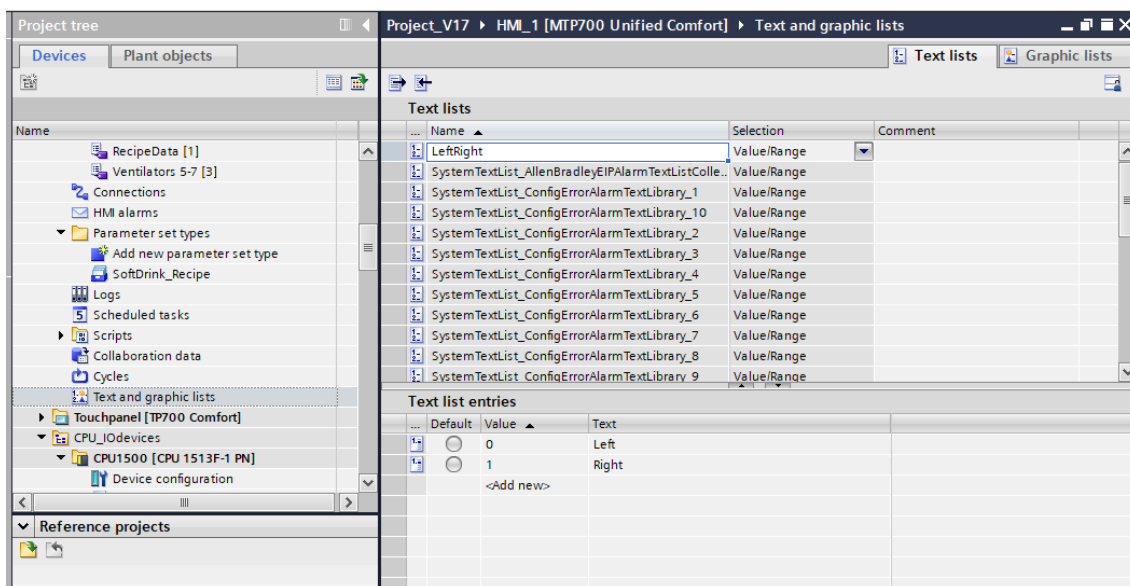
Kuva 13 PLC:n UDT-tagien pohjalta luotu HMI-tagilista.

Mikäli PLC:n datablokissa käytetään UDT:tä, on sitä mahdollista käyttää sellaisenaan myös HMI-tagina. Kun UDT-tietotyyppiä olevasta datasta luodaan HMI-tagin, syntyy jokaiselle UDT:hen sisältyvästä elementistä oma taginsa. Tämän ansiosta UDT:hen viittaavan tagin yksittäisiä elementtejä voidaan hyödyntää suoraan käyttöliittymän ohjelmoinnissa.

Kuvassa 13 on esitetty tagilista, jossa esiintyy 3 UDT-tagia. Tarkastellessa datatyyppistä muodostettua tagilistausta, UDT-tyypin sisältämien tagien lista on ikään kuin taulukko yhden määritellyn laitteen tai laitekokonaisuuden käyttämästä datasta.

UDT-rakenteet ovat hyödyllisiä etenkin faceplate-elementtien kanssa, jos faceplate tarvitsee paljon tagiyhteyksiä toimiakseen oikein. Jotta faceplate kykenee käyttämään UDT:ta, pitää faceplaten tagirajapintaan määrittää tagiyhteys, jonka datatyyppiksi määritetään käytettävä UDT. Tämän jälkeen faceplaten sisällä voidaan elementtejä dynamisoidessa viitata tämän tagiyhteyden kautta haettavaan tietoihin, ja faceplaten ulkopuolella rajapintaan voidaan liittää haluttu datatyyppi HMI-tagin avulla. Faceplate-elementin toiminta käydään läpi kappaleessa 4.3.





Kuva 15 TIA-Portaalissa määritelty tekstilista.

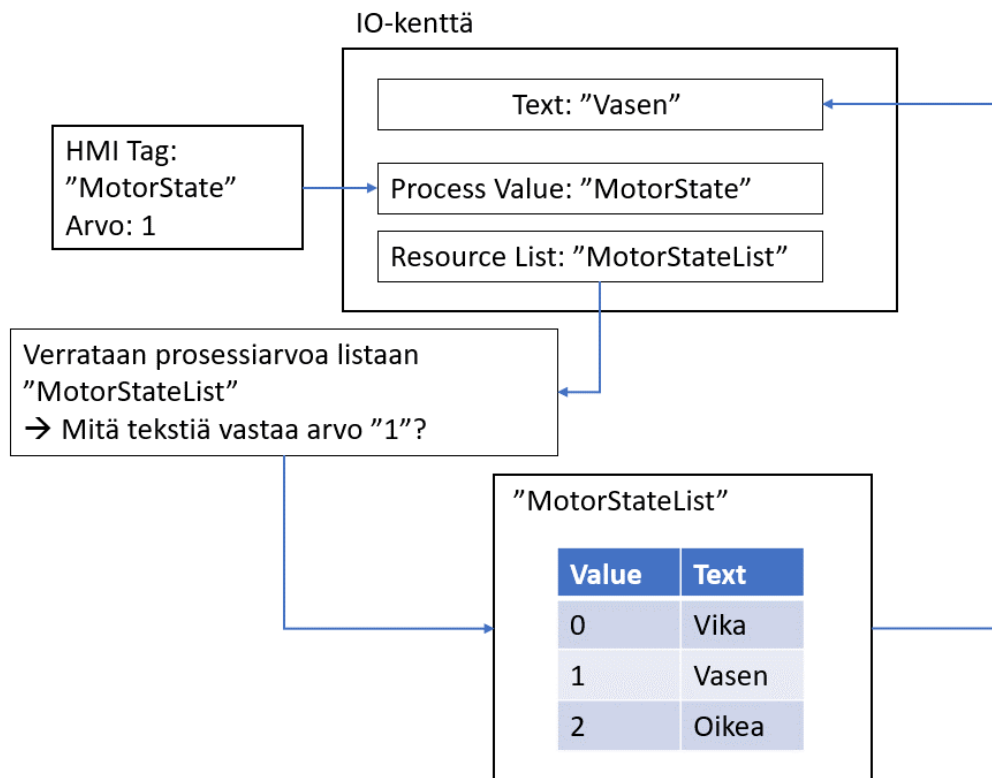
Testilistan sisältöä hyödynnetään ohjelmassa listan indeksinumeroiden kautta. Käyttöliittymissä tekstielementeillä sekä IO-kentillä on mahdollista määrittää kirjoitettavan prosessiarvon lisäksi arvoon liittyvä resurssilista, jota hyödyntämällä saadaan näkyviin haluttu teksti.

Malliprojektin käyttöliittymässä on tekstielementti, jolla halutaan ilmaista moottorin pyörimissuunta. Projektin PLC-ohjelmassa on määritelty muistibitti, joka saa arvon 1, kun moottori pyörii oikealle. Kun tälle muistibitille määritetään HMI-tagit, tagia voidaan käyttää tekstilistan indeksinä. Tekstilistan ja luodun indeksitiedon perusteella tekstielementti voidaan määrittää hakemaan näytettävät tekstit listasta halutun indeksin avulla.

Tekstilistaa voidaan myös hyödyntää koostamaan ohjelmassa käytettävät tekstit yhdeksi listaksi helpottamaan niiden käsittelyä kokonaisuutena, esimerkiksi tehdessä käännöksiä eri kielille. Vanhassa Comfort-paneelin ohjelmointiympäristössä voitiin luoda staattisia tekstielementtejä, jotka hakevat sisältönsä tekstilistasta, määrittämällä indeksinumeron tilalle pelkkä numero. Unified-käyttöliittymä ei salli enää tämän menetelmän käyttöä, mutta sama toiminnallisuus voidaan

toteuttaa luomalla HMI-tageja, joita ei linkitetä PLC-dataan. Sen sijaan tageille annetaan oletusarvoksi haluttu numero, eikä tagin arvoa muuteta ohjelmassa.

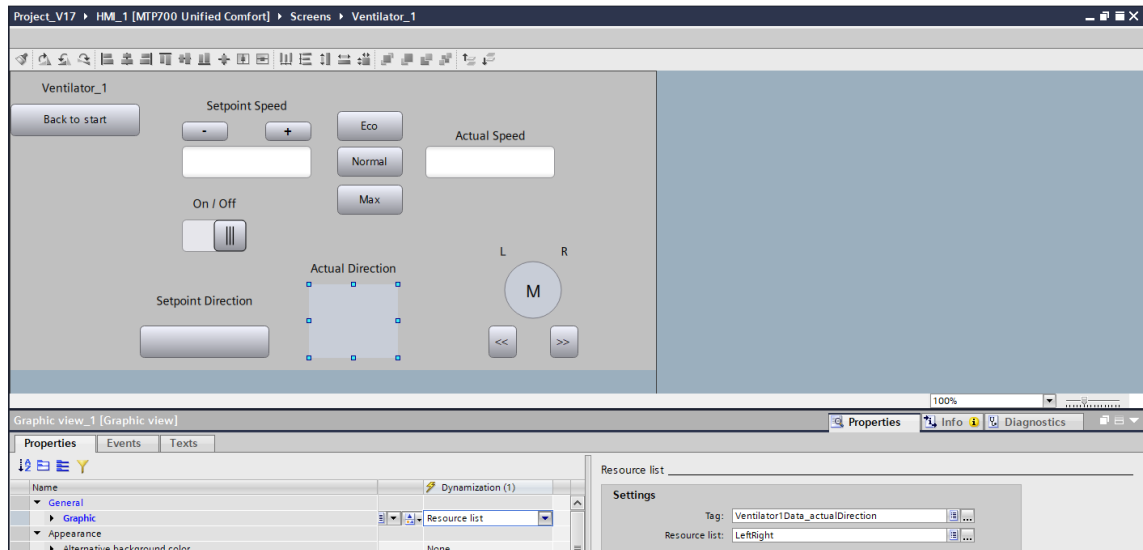
Siemensillä on ollut tarkoituksensa muuttaessaan resurssilistan indeksinumeroviittauksensa sellaiseksi, kuin se on Unified-ympäristössä. Koska indeksinumero on määritelty HMI-tagiin, jota ei muuteta missään vaiheessa, voidaan sitä hyödyntää myös faceplaten tekstien dynamisoinnissa. Kun faceplaten rajapintaan luodaan viittaukset tekstilistaan ja sille annetaan haluttu indeksinumero tagin muodossa, voidaan aiemmin mainittu otsikkokenttä dynamisoida tekstilistan avulla.



Kuva 16 Ajatuskartta resurssilistan viittauksesta

Käyttöliittymässä halutaan usein dynamisoida myös graafisia elementtejä, jotta tietoa voidaan välittää käyttöliittymässä myös visuaalisella tasolla. Esimerkiksi venttiilin eri tilat voidaan esittää värikoodauksen perusteella, jolloin käyttäjä näkee jo venttiilin grafiikan väristä, missä tilassa venttiili on.

Venttiilin grafiikka voidaan esittää Unified-ympäristössä Graphic View -elementillä. Graphic View toimii verrattavasti samalla tavalla kuin faceplate- ja screen window -elementit, ensin ne mitoitetaan näkymään ja sen jälkeen määritetään mitä halutaan näyttää. Graphic View -elementin tapauksessa määritetään näytettävä grafiikka.



Kuva 17 Graphic View- elementin dynamisointi grafiikkalistalla

Graphic View -elementtiin valittu grafiikka voidaan dynamisoida samalla tavalla kuin IO-kentän teksti käyttäen grafiikkalista. Grafiikkalista toimii teknisesti samalla tavalla kuin tekstilista, listan osiot koostuvat erilaisista grafiikoista ja niihin viittaavista indeksinnumeroista. Muuttamalla Graphic View -elementtiin liitetyn indeksinumeron arvoa, saadaan näytöllä näkyvä venttiilin grafiikka muuttumaan.

## 4.3 Faceplate

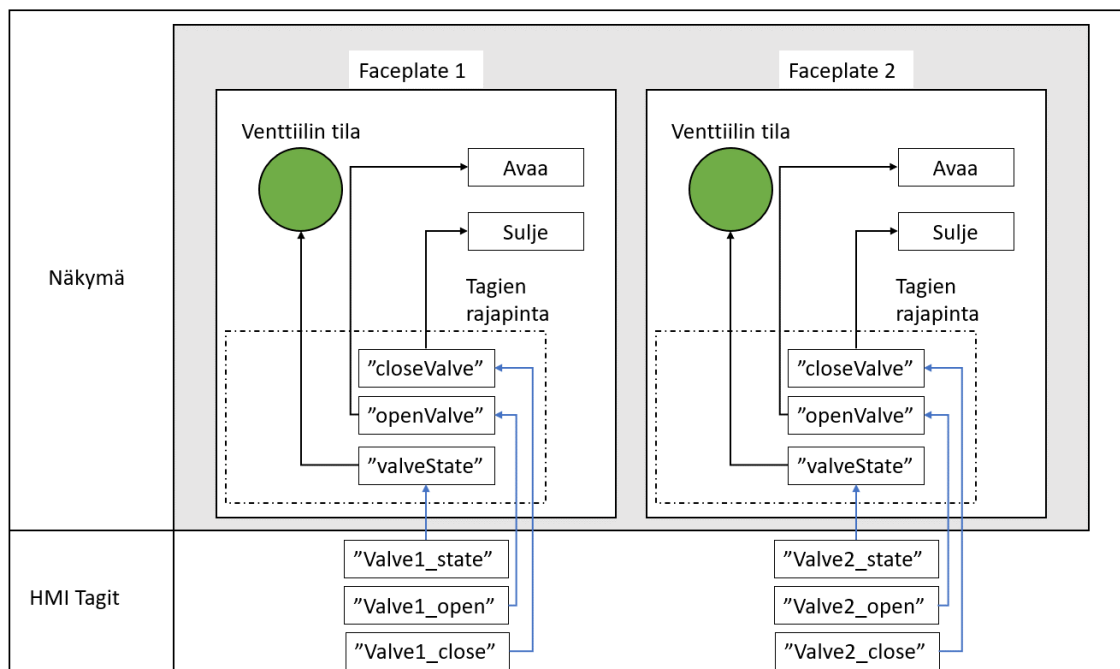
### 4.3.1 Faceplaten toiminta ja käyttötarkoitus

Automaatiojärjestelmissä on usein laitteita tai kokonaisuuksia, joiden toiminnot ovat keskenään samanlaisia, ja samoja laitteita tahdotaan ohjata samalta näytöltä.

Konkreettinen esimerkki tällaisesta toistuvasta elementistä on venttiilin ohjaus. Maltillisen kokoisessakin automaatiojärjestelmässä voi olla parhaimmillaan yli kymmenen venttiiliä, joiden ohjausten luomisesta kehittyi nopeasti valtava määrä työtä, kun valmista kokonaisuutta kopioidaan ja yksilöidään tietyille venttiileille.

Faceplate -elementti on luotu tällaisia käyttötarkoituksia varten. Näytöille luodut elementit voidaan rajata ja määrittää faceplateksi, jolloin niistä generoituu oma elementtinsä, jota puolestaan voidaan kopioida näytölle haluttu määrä. Kopioitaessa näytölle kaksi eri "instanssia" samaa faceplatea, niiden toiminnot pysyvät samanlaisina, mutta ne voidaan määrittää ohjaamaan eri laitteita.

Kuvassa 18 on esitetty esimerkkirakenne yksinkertaisesta faceplatesta, josta löytyy merkkilamppu, jolla ilmaistaan venttiilin olevan auki. Lisäksi faceplatessa on kaksi nappia, joilla venttiili ohjataan auki tai kiinni. Tässä näkymässä tahdotaan ohjata kahta venttiiliä, joten faceplatesta luodaan uusi instanssi samaan näkymään.



Kuva 18 Faceplate -elementin toiminta näkymässä

Faceplaten sisäiset ominaisuudet, kuten painikkeiden toiminnot ja graafisten elementtien ominaisuudet, ovat oletusarvoisina identtisiä jokaisella faceplatesta luodulla instanssilla. Faceplate-instanssien eriyttäminen toisistaan perustuu faceplatelle luotuun tagirajapintaan. Rajapintaan määritellään tilat halutuille tageille, sekä käytettävien tagien tietotyypit. Käyttöliittymän visualisoinnin puolella rajapintaan puolestaan liitetään eri faceplateille eri tagitiedot, jolloin faceplatet ohjaavat eri asioita, käyttäen keskenään identtisiä toimintoja.

#### 4.3.2 Faceplaten rajoitukset

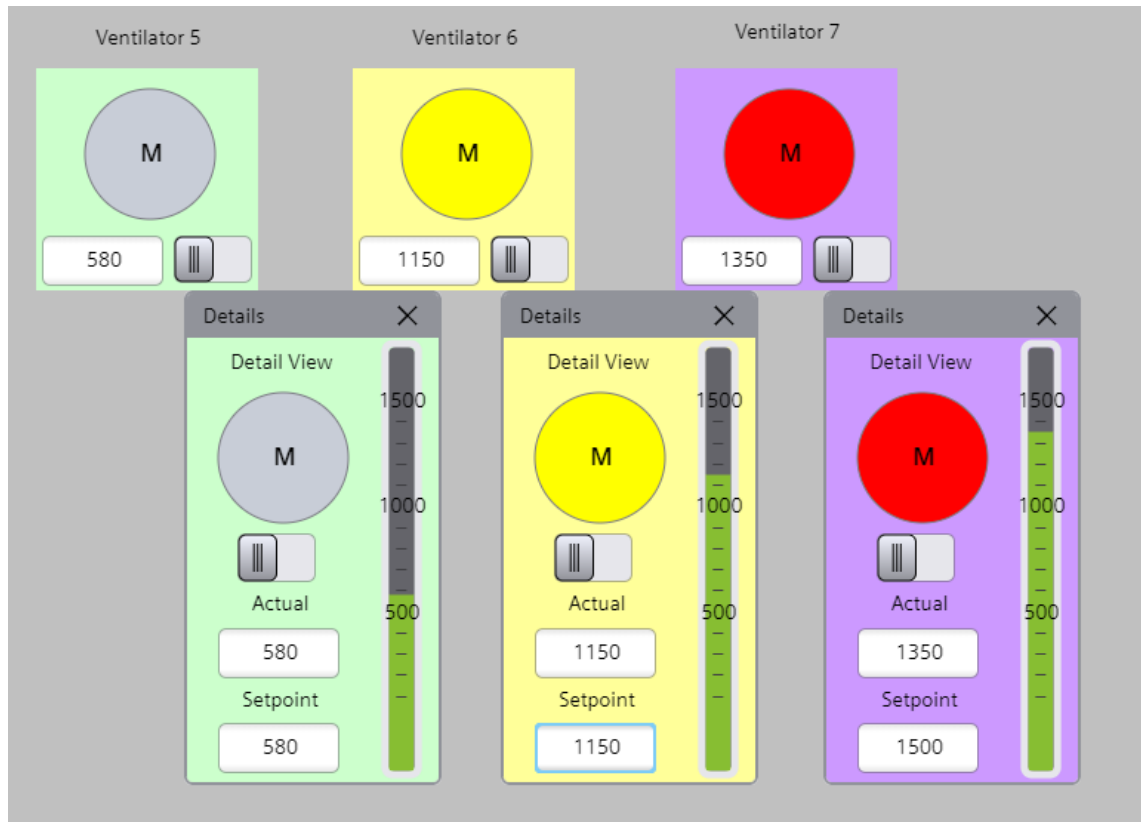
Koska faceplaten käyttötarkoitus on luoda kopioita, eli instansseja samoista toimunnoista, joilla tehdään eri asioita, on faceplaten rakenteella joitain rajoituksia. Kaikki faceplaten ulkopuolelle kytkeytyvät muuttujat on kytkettävä rajapintoihin, jotta niiden tiedot voidaan yksilöidä. Jos faceplaten sisältö linkitetään suoraan HMI-tagiin ilman rajapintaa, käyttää jokainen faceplaten instanssi kyseisessä toiminnossa samaa tietoa.

Laitteelle tai kokonaisuudelle kohdennetut tekstit, kuten esimerkiksi otsikkona käytettävä laitteen nimi, ei voi olla faceplatessa pelkkänä staattisena tekstikenttänä. Jos näin tehtäisiin, esimerkiksi faceplaten otsikoksi kirjoitettaisiin ”Venttiili 1”, jokaisella faceplaten tulevalla instanssilla olisi sama otsikko, koska otsikkokentän sisältöä ei ole dynamisoitu.

TIA-portaali siirtää luodut faceplatet automaattisesti ohjelmiston tyyppikirjastoon, jossa ohjelmisto pitää yllä kirjastoa faceplaten eri versioista. Tämä pakottaa ohjelmoijan tekemään muutoksia faceplateen ohjelmiston haluamalla tavalla, mutta sen ansiosta ohjelma kykenee automaattisesti päivittämään kaikki muutokset muokatun faceplaten jokaiselle instanssille. Jos faceplaten tagirajapinnassa tarvitsee käyttää UDT-rakenteita, ohjelmisto vaatii versioimaan kaikki käytetyt UDT:t, joka vaikuttaa muutosten tekemiseen PLC-ohjelman puolella.

### 4.3.3 Ponnahdusikkunat ja sisäkkäiset faceplatet

Kuten kappaleessa 3.1.2 mainittiin, faceplateja on mahdollista avata ponnahdusikkunan muodossa. Käyttöliittymässä tätä ominaisuutta hyödynnetään imu-  
pisteiden sekä venttiilien ohjausten avaamisessa näytölle. Näytölle voidaan määrittää painonappi, joka avaa halutun faceplaten ponnahdusikkunassa.

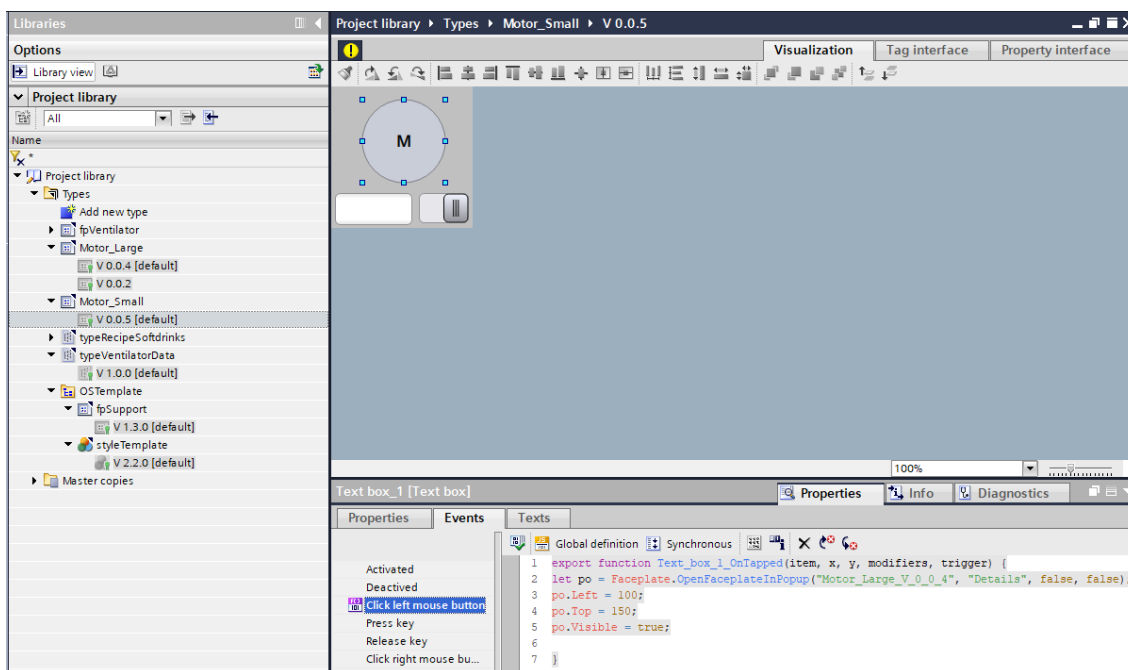


Kuva 19 Faceplateja avattu ponnahdusikkunoina.

Kuvassa 16 esitetään näkymä, jossa esiintyy kolmen moottorin ohjaus ja nopeusindikointi. Jokaisen moottorin oletusnäkymä on oma faceplate, johon sisältyy painonappi, jolla samasta faceplatesta voidaan avata yksityiskohtaisempi näkymä ponnahdusikkunaan.

Ponnahdusikkunoita voidaan avata suoraan näkymästä valmiilla järjestelmä-funktiolla, joka tarvitsee ainoastaan tiedon, mikä näkymä tai faceplate avataan. Mikäli ponnahdusikkunan ominaisuuksia halutaan muokata yksityiskohtaisesti,

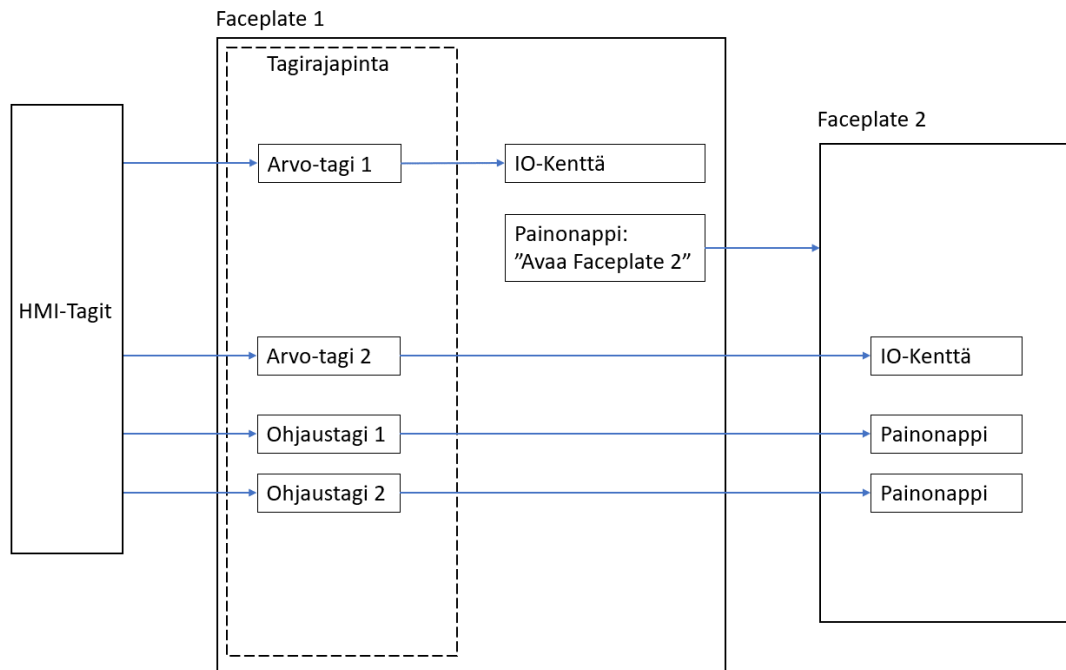
joudutaan ponnahdusikkunan avaaminen toteuttamaan JavaScript -koodilla. Faceplaten painikkeilla käynnistettävät toiminnot on myös toteutettava JavaScriptillä.



Kuva 20 Faceplaten avaaminen ponnahdusikkunaan JavaScript-funktiolla.

Kuvassa 20 esitetään näkymä projektikirjaston näkymässä, jossa Faceplate-elementtejä muokataan. Ohjelmassa on valittuna moottoria esittävä ympyrä, joka on määritelty avaamaan moottorin tarkemmat ohjaukset, kun ympyrää painetaan.

Jos yllä olevan tapauksen tavoin faceplate avataan toisen faceplaten sisältä, uusi faceplate ”perii” sen ”isäntä”-faceplaten rajapinnat. Tämä tarkoittaa sitä, että ponnahdusikkunan avaavalle faceplatelle on luotava rajapinnat myös itse ponnahdusikkunan tarvitsemille arvoille. Tätä riippuvuutta rajapintojen ”perimisestä” kuvataan alla olevassa kaaviossa.



Kuva 21 Sisäkkäisten Faceplate-elementtien rajapinta

#### 4.4 Hälytykset

Järjestelmään voidaan luoda omia hälytyksiä, joilla ilmaistaan järjestelmässä havaituista erilaisista tiloista, joista käyttäjälle halutaan ilmoittaa.

Yleisimmin hälytyksistä halutaan saada selville sen alkuperä, ajankohta sekä sanallinen kuvaus hälytyksestä. Tyypillisesti ensimmäiset kaksi tietoa kuuluvat oletusarvoisesti hälytyksen rakenteeseen, mutta hälytystekstit tulee laatia hälytyksen käyttökohteen mukaan.

Hälytyksiä käytetään ilmaisemaan käyttäjälle tilanteita, jotka voivat vaatia käyttäjän huomiota, ja niitä voidaan jakaa hälytyksen aiheuttaneen tilanteen vakavuuden mukaan. TIA-Portaalista löytyy oletuksena "Acknowledgement"-ja "No Acknowledgement"-hälytysluokat, joiden avulla erotellaan, millä tavalla hälytyksen tieto välitetään käyttäjälle. Nimiensä mukaisesti nämä kaksi tyypillistä hälytysluokkaa määrittelevät, täytyykö käyttäjän kuitata hälytys sen sammutta-

miseksi vaiko ei. Hälytysluokkien erot voidaan myös rinnastaa varoitus- ja virheviesteihin. Virheviesteillä ilmaistaan käyttäjälle kriittinen tapahtuma, joka on aiheuttanut vikatilän.

Järjestelmän toiminnalle kriittisemmät hälytykset määritetään yleensä kuitattaviksi hälytyksiksi. Tällaisia hälytyksiä voidaan luoda laiterikoille tai vioille, jotka haittaavat prosessin toimintaa oleellisesti tai estävät sen toiminnan täysin. Eikuitattavia hälytyksiä käytetään tyypillisemmin ilmaisemaan järjestelmän tilanteita, joista halutaan välittää tieto käyttäjälle, mutta ei välttämättä vaadita toimenpiteitä. Esimerkki tällaisesta tilanteesta voi olla määritetyn prosessirajan tilapäinen ylittyminen.

Hälytyksiä voidaan käyttää myös puhtaasti järjestelmäilmoitusten tekemiseen tapahtumille, jotka eivät vaadi käyttäjän toimia, ja jotka halutaan kirjata muistiin järjestelmän toiminnan seuraamista varten. Esimerkiksi pumppukoneikon jäädytyspuhaltimen käynnistymisestä ja sammuttamisesta saatetaan haluta pitää tällaista seurantalokia.

Tyypillisesti hälytyksistä koostetaan loki halutulta ajanjaksolta, josta voidaan arvioida järjestelmän toimintaa hälytyshistorian perusteella. Esimerkiksi jos päätyrajakytkimillä varustettu venttiili ei pääse liikeratansa loppuun, tapahtumasta voidaan nostaa hälytys, joka kirjataan lokiin. Hälytyshistoriasta nähdään nopeasti, mikäli kyseisen venttiilin ohjaamisessa esiintyy ongelmia usein. Lokeja voidaan kerätä mistä tahansa halutuista hälytyksistä, mutta niitä voidaan myös suodattaa muun muassa hälytysluokan mukaan. Automaatiojärjestelmä voidaan määrittää laatimaan erillisiä lokeja vikatilanteista, ja toiminnan seurantaan käytettävistä ilmoituksista.

Hälytysluokkien ilmentymiä hälytysnäkyvässä voidaan muokata toisistaan helpommin erotettaviksi värien avulla. Jokaiselle hälytysluokalle voidaan määrittää omat taustan ja tekstin värit riippuen hälytyksen tilasta. Esimerkiksi kuitattava hälytys voidaan määrittää niin, että sillä on punainen taustaväri, jos hälytyksen aiheuttanut tilanne on edelleen päällä eikä hälytystä ole kuitattu. Hälytyksen

taustaväri voidaan myös määrittää vilkkumaan, jolloin se havaitaan entistä helpommin laajasta listasta. Kun hälytys on kuitattu, sille voidaan antaa erilainen taustaväri ilmaisemaan, että hälytys ei ole enää niin kriittinen.

#### 4.4.1 Diskreetit hälytykset

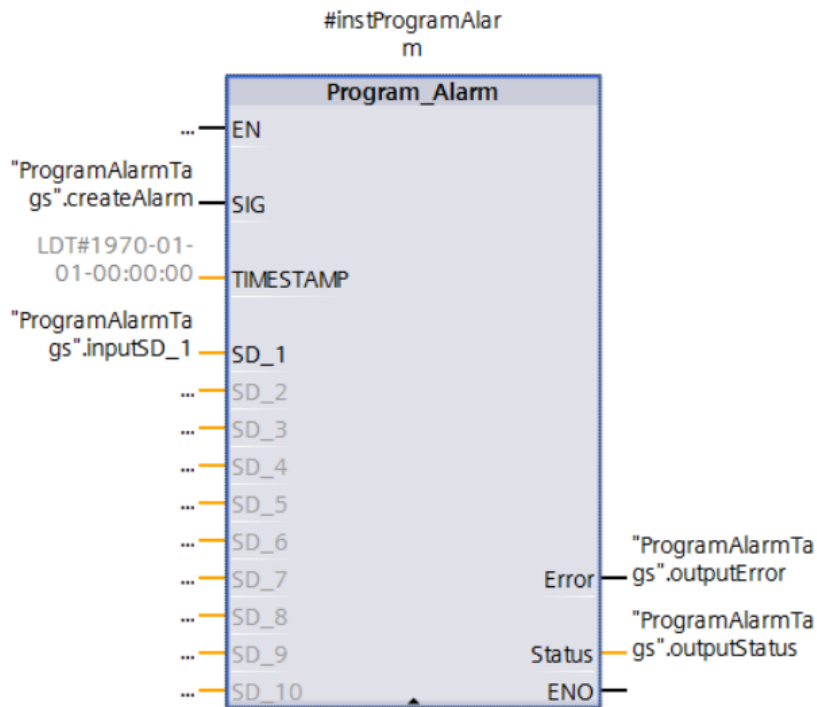
HMI-paneelille voidaan luoda yksittäisiä paneelikohtaisia hälytyksiä. Paneelilla luotuja hälytyksiä ei jaeta muille järjestelmän laitteille, jolloin ne pysyvät ns. ”paikallisina” ilmoituksina. Koska HMI ei välttämättä ilmoita sen sisäisistä hälytyksistä muille järjestelmän osille, kutsutaan näitä hälytyksiä diskreeteiksi hälytyksiksi.

Diskreettejä hälytyksiä käynnistetään HMI-tagien avulla. Yksittäisten hälytysten laukaisutagit voidaan joko määrittää käynnistämään hälytyksen tiettyjen ehtojen täytyessä HMI-ohjelmassa, tai ne voidaan liittää PLC:n hallinnoimiin hälytysbitteihin. Koska hälytysten laukaisutagien tilaa voidaan ohjata HMI-ohjelman sisällä, voidaan luoda hälytyksiä mm. määritettyjen parametrien ylittymisestä.

Laajassa järjestelmässä saattaa kertyä paljon erilaisia tapahtumia, joista halutaan luoda omia hälytyksiä, jolloin laukaisutageja saattaa syntyä paljon. Laukaisutagin tietotyyppi voidaan määrittellä suurempikokoinen datatyyppi, kuten 16-bittinen Word-tyyppi, jolloin yhden tagin eri bittien tiedoilla voidaan hallita useampia hälytyksiä. Vastaavasti diskreetin hälytyksen määrittelyssä voidaan määrätä, mikä tagin bitti laukaisee hälytyksen.

#### 4.4.2 PLC-hälytykset

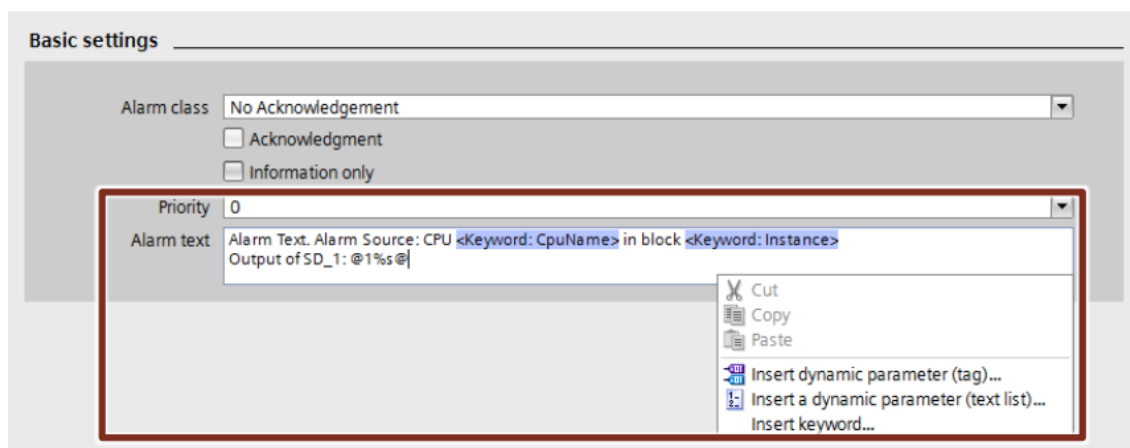
Järjestelmän hälytykset voidaan generoida ohjelmallisesti PLC:llä, jolloin hälytyksiä ei tarvitse määrittellä HMI:lle erikseen. Yksittäisellä HMI:lla määritellyt hälytykset eivät välity muille HMI-laitteille, vaan hälytykset ovat silloin laitekohtaisia. PLC-hälytyksiä voidaan käyttää generoimaan koko järjestelmää koskevat hälytykset, jotka voidaan välittää kaikille HMI-laitteille tarpeen mukaan. Hälytyksien sisältöä voidaan myös hallita keskitetysti PLC:llä.



Kuva 22 Ohjelmassa määritelty Program Alarm -funktio [17].

Hälytykset generoidaan TIA-Portaaliin sisäänrakennetun Program Alarm -funktion avulla. Hälytyksen käynnistämiseen sekä sen kuittaamiseen määritellään tagit, joita ohjataan ohjelman muista osioista.

Program Alarm on kopiointia varten suunniteltu funktio, joka tarkoittaa, että funktiota voidaan käyttää useassa eri ohjelman osiossa käynnistämään sama hälytys käyttäen eri yksilöintitietoja. Toisin sanoen ohjelmasta voidaan luoda useita yhtäaikaista instansseja. Hälytyksellä tulee aina määritellä hälytystä kuvaava teksti, ja PLC-hälytyksen tapauksessa myös tekstin sisältö on oltava yksilöitävissä instanssin mukaan. Kuvassa 23 esitetään PLC-hälytyksen dynaamisen tekstisisällön luonti [17].



Kuva 23 Hälytystekstin luonti Program Alarm -funktion asetuksissa [17].

Hälytyksen dynaaminen tekstisisältö koostuu parametreista, jotka voivat olla liitetty tagiin tai tekstilistan sisältöön. Lisäämällä tekstin sekaan esimerkiksi parametrin, joka sisältää laitteen nimen, hälytysteksti yksilöidään viittaamaan kyseisen laitteen toiminnasta aiheutuneeseen hälytykseen [17]. Hälytystä hallinnoivan funktion instanssin yksilöinnin ansiosta jokainen hälytyksen esiintymä saa tekstikseen uniikin sisällön, ilman että jokaiselle hälytykselle kirjoitettaisiin yksilöidyt hälytystekstit käsin.

#### 4.5 Reseptiikan käsittely

Automaatiojärjestelmissä on usein tarve hallinnoida useampia muuttujia yhtenä kokonaisuutena. Nämä muuttujat voivat liittyä esimerkiksi laitteiston parametrisointiin, jolla laitteiston toiminta säädetään toimimaan halutulla tavalla. Esimerkiksi valmistusprosessissa parametrin säätäminen voi vaikuttaa, kuinka paljon raaka-ainetta järjestelmä syöttää tuotantoprosessiin, jotta valmiin tuotteen ominaisuudet tulevat halutun laisiksi. Reseptiikka tarkoittaa automaatiojärjestelmissä reseptien, eli juuri esimerkin mukaisten laiteparametrien koottua ja koordinoitua hallintaa.

Comfort-paneelien Recipes -toiminto on saanut Unified -paneeleilla uuden nimen, vanha reseptiikkatoiminto on korvattu Parameter Set Types -toiminnolla.

Toiminnot ovat perustasollaan hyvin samanlaisia vanhan ja uuden alustan välillä, joten Comfort- järjestelmän reseptejä voidaan rinnastaa helposti uuden järjestelmän parametrisetteihin.

TIA-Portaalin Parameter Set Control -työkalulla on mahdollista luoda määritellyille parametriseteille erilaisia reseptejä. Resepti on paneelin muistiin tallennettava kooste parametrisetin sisältämistä arvoista, jotka voidaan lukea PLC:n muistista ja tallentaa sinne.

The screenshot shows a software window titled 'Project\_V17 - HMI\_1 [MIP700 Unified Comfort] - Parameter set types - SoftDrink\_Recipe'. It displays a table with columns: ID, Name, Display name, Data type, Tag, Start value, Minimum value, Maximum value, and Value required. The table contains one main entry for 'SoftDrink\_Recipe' with ID 1, which is expanded to show four sub-entries: Water, Sugar, Lemon, and Juice. Each sub-entry has a 'Start value' and a 'Value required' checkbox. The 'Water' entry has a start value of 150 and a required checkbox. The 'Sugar' entry has a start value of 0. The 'Lemon' entry has a start value of 0. The 'Juice' entry has a start value of 0 and a required checkbox. The 'Tag' column for the main entry is 'ActualRecipeData\_softdrink\_recipe'.

ID	Name	Display name	Data type	Tag	Start value	Minimum value	Maximum value	Value required
1	SoftDrink_Recipe		typeRecipeSoftdrinks V 0.0.1	ActualRecipeData_softdrink_recipe	150	100	200	<input type="checkbox"/>
	Water	Water	Real		0			<input type="checkbox"/>
	Sugar	Sugar	Real		0			<input type="checkbox"/>
	Lemon	Lemon	Real		0			<input type="checkbox"/>
	Syrup	Syrup	Real		0			<input type="checkbox"/>
	Juice	Juice	Real		0			<input checked="" type="checkbox"/>

Kuva 24 HMI:lle määritelty parametrisetti











Reseptit usein linkitetään ohjelmassa UDT-rakenteeksi, jolloin yksittäisen prosessin parametreja voidaan hallita reseptien avulla. Kuvassa 24 nähdään Tag-kentässä, että parametrisetti on linkitetty HMI-tagiin. Tämä HMI-tag on puolestaan linkitetty PLC-dataan, jota käytetään säädettävän prosessin parametreinä.

Kuten vanhassa Comfort-paneelissa, parametrisetin arvoille voidaan määrittää oletusarvot, sekä tarvittaessa sallitut minimi- ja maksimiarvot halutuille parametreille.

Parameter set type: SoftDrink\_Recipe Number: 1

Parameter set: SuperOrange Number: 1

	Name	Value	Unit of measurement
1	Water	100.00	l
2	Sugar	5.00	kg
3	Lemon	10.00	kg
4	Syrup	5.00	l
5	Juise	100.00	l

Kuva 25 Reseptiikkatyökalu HMI:ssä.

Kun ohjelma otetaan käyttöön, HMI:n reseptiikkatyökalun rakenteesta käy paremmin ilmi, kuinka parametreja todellisesti hallitaan ohjelmassa. Työkalun yläreunassa voidaan valita käytettävä parametrissetti, mutta koska malliohjelmassa käytetään vain yhtä parametrissettiä, on työkalu lukittu käyttämään pelkästään määritettyä parametrissettiä. Varsinaiset reseptit muodostetaan parametrissetin sisältämistä arvoista, jotka voidaan tallentaa ja ladata PLC:lle. Toimivassa HMI-ympäristössä yhteen parametrissettiin pohjautuen voidaan luoda useita reseptejä, joiden rakenne on sama mutta määritetyt arvot poikkeavat.

#### 4.6 Käyttöliittymän testaus simulaattorilla

Unified -alustan muutoksista johtuen Siemens on tehnyt muutoksia myös käyttöliittymien simulointiin. Perinteisemmän Simulation Runtime -sovelluksen sijaan Unified -käyttöliittymiä simuloidaan käyttäen Unified Runtime -verkkosovellusta. Tätä samaa ohjelmaa käytetään, jos PC:tä halutaan käyttää Unified-järjestelmän palvelimena. Toisin sanoen käyttöliittymän simulointi tapahtuu HMI-ohjelman oikeassa potentiaalisessa käyttöympäristössä.

HMI-simulaation kaikkien toimintojen testaamiseen on tarpeellista simuloida myös PLC:n toimintaa. Ilman PLC:tä, mitään PLC:ltä vastaanotettavaa dataa ei

saada siirrettyä, joten käyttöliittymän ohjelma ei voi toimia. Käyttöliittymää testattiin simuloimalla PLC:tä TIA-Portaaliin kuuluvalla PLCSim -ohjelmalla. PLC-simulaatiossa myös laitteen IO:t simuloidaan, jolloin niille syötettyjä arvoja muuttamalla voidaan havainnoida käyttöliittymän toimintoja, jotka liittyvät suoraan PLC:n tuloporttien arvoihin. TIA-Portaalin Force Table-ominaisuudella PLC:n IO-korttien vastaanottamat tai lähettämät arvot voidaan pakottaa haluttuihin arvoihin testejä varten.

Esimerkiksi pakotuksen avulla voidaan testata analogisten mittausten tulkinta ohjelmassa sekä näihin mittauksiin liittyvät toiminnot. Kun analogiamittaukseen käytettävälle portille pakotetaan haluttu arvo, tulisi mittatulosta näyttävän indikaattorin ilmaista mittatuloksen muutos. Indikaattori voi olla mitatulle suurelle määritelty IO-kenttä tai HMI-ohjelman trendinäkyvä, jolla mitta-arvojen tuloksista piirretään kaavioita.

Simulaattoriohjelmiston rajoitteena testauksissa on, että sillä ei voida testata luotettavasti toimintoja, jotka vaativat fyysisen laitteen ominaisuuksia toimiakseen. Esimerkiksi hälytyslokien ja parametrien tallennusta muistikortille ei voida todentaa toimivaksi simulaattorilla. Tätä varten käyttöliittymän ohjelmointivaiheessa on hyvä pystyä käyttämään oikeaa Unified-paneelia ohjelman testauksessa.

Kuitenkin, jos testauksia toteutetaan pelkästään fyysisellä laitteistolla, tulee koko laitteisto olla rakennettu siten, kun se on ohjelmassa määritelty. Jos PLC:ltä puuttuu IO-kortteja tai ne ovat väärissä paikoissa, ohjelma määrittää IO:t vikatilaan, jolloin niitä ei voida käyttää. TIA-Portaali ei suostu pakottamaan luettuja arvoja vikatilassa oleville IO-korteille, jolloin fyysisiin suureisiin liittyvien toimintojen testaus tulee mahdottomaksi.

Näin ollen ohjelman testaus on hyvä suorittaa erillisinä simulaattori- ja laitteiston testausvaiheina. Koska simulaatio-PLC määritetään aina täydelliseksi kokonaisuudeksi, sitä ei haittaa, mikäli PLC:n IO-kortteja ei ole asennettu. Näin ollen fyysisiä rajapintoja lähimpänä olevat toiminnot voidaan testata pakotusten avulla luotettavasti, ennen kuin ohjelmoijalla on hallussaan välttämättä yhtään

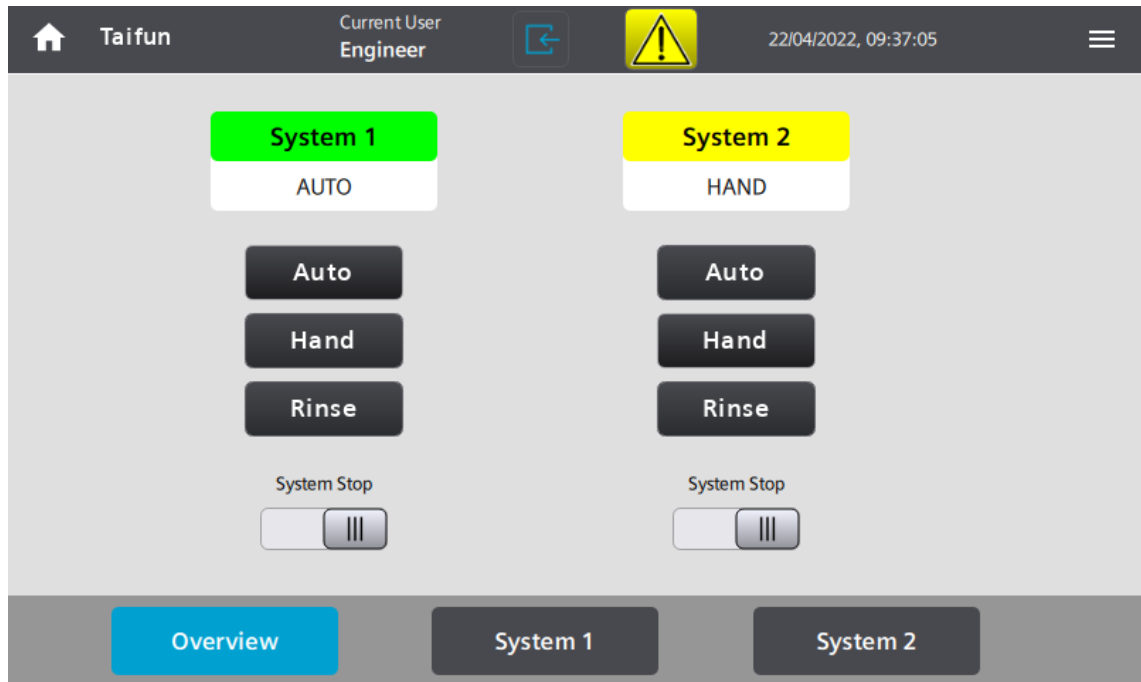
järjestelmän fyysistä osaa. Järjestelmän komponenttien yhteensopivuus sekä fyysisestä laitteistosta riippuvaiset toiminnot voidaan testata, kun laitteet ovat saapuneet ja niistä on koottu ohjelman konfiguraatiota vastaava kokonaisuus.

Koska verkkoselaimella sekä paneelin näytöllä käytetään samaa ohjelmaa, voidaan simulaattorina käytettävän web-pohjaisen käyttöympäristön avulla testata lähes kaikki käyttöliittymän toiminnot. Mikäli ohjelmassa esiintyy bugeja tai väärin määritettyjä toimintoja, voidaan näiden virheiden tietää esiintyvän simulaattorissa, ennen kuin ohjelma ladataan oikeaan paneeliin.

## **5 Valmis käyttöliittymä**

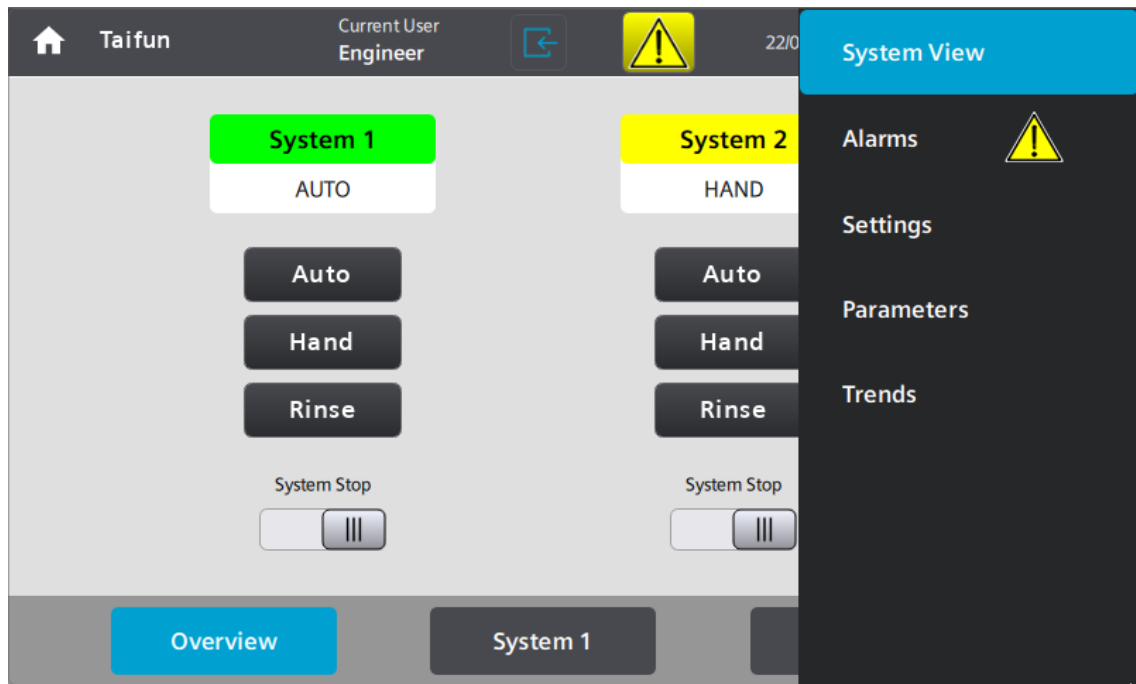
Tässä kappaleessa esitellään käyttöliittymä, joka on luotu käyttäen raportissa käsiteltyjä työkaluja ja ominaisuuksia. Tulevissa kappaleissa esitetään pari näkymää valmiista käyttöliittymästä, joiden avulla saadaan käsitys alustapäivityksen mahdollistamien muutosten laajuudesta. Kappaleessa tullaan myös tutki-  
maan tarkemmin ohjelman etäkäyttöä hyödyntäen Unified -alustan tarjoamia uutta Web Client -ominaisuutta, ja tarkastellaan kuinka fyysinen paneeli kykenee käsittelemään muita etäkäytön menetelmiä.

## 5.1 Valmiin käyttöliittymän esittely



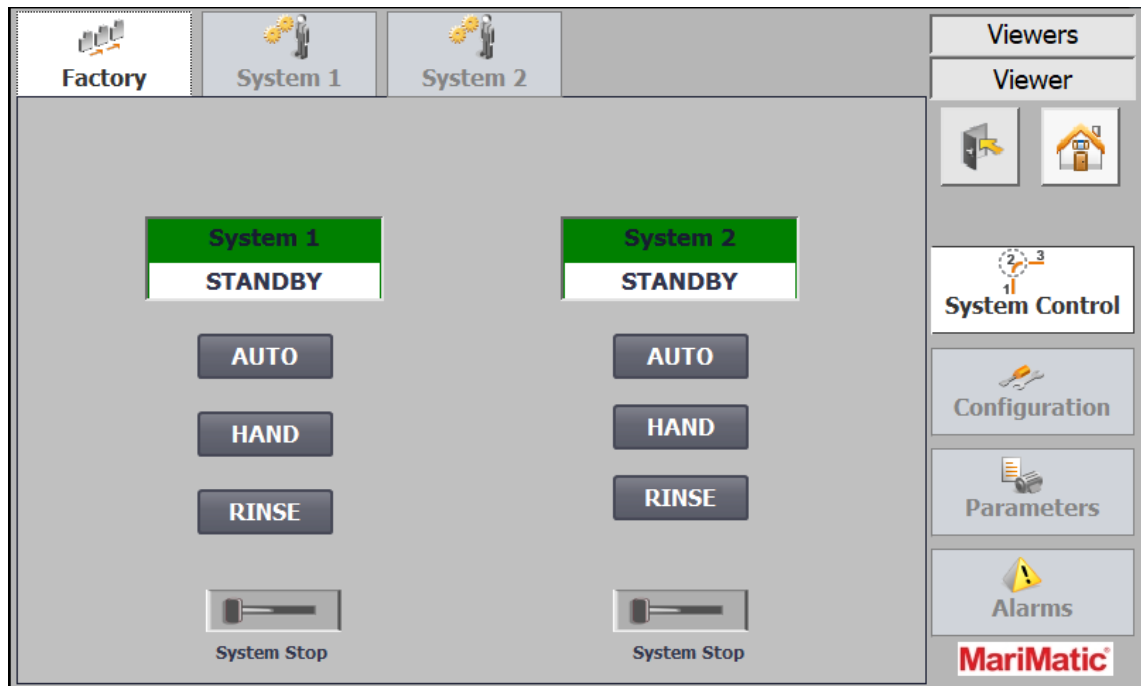
Kuva 26 Taifun-käyttöliittymän päänäkymä

Kuvassa 26 on esitetty HMI:n päänäkymä. Näkymässä voidaan ohjata kaksi erillistä siirtojärjestelmää eri toimintatiloihin. Pääasiallisesti järjestelmiä käytetään automaattitilassa, mutta järjestelmä voidaan myös ohjata käsiajotilaan tai pysäyttää kokonaan tästä näkymästä. Lisäksi järjestelmille on olemassa putkiston huuhteluohjelma, joka voidaan käynnistää tästä näkymästä. Tästä näkymästä voidaan siirtyä yksityiskohtaisempiin järjestelmiä kuvaaviin näkyymiin, tai siirtyä esimerkiksi hälytys- tai parametrinäkymiin sivuvalikon kautta.



Kuva 27 Sivupalikko avattuna näytölle.

Näkymä koostuu useasta näyttöikkunasta. Luonnollisesti näytön keskiala on varattu pääsisällölle, ja muut näkymät on luotu sen ympärille. Näytön yläreunassa on oma näyttöikkunanaan käyttöliittymän otsikkotaulu, joka pysyy samana kaikissa käyttöliittymän näkymissä. Alareunan valikolla voidaan siirtyä näkymiin, joissa kuvataan siirtojärjestelmän eri alueita. Tämä valikko piilotetaan esimerkiksi parametrinäkymässä, kun näytölle halutaan mahdollisimman paljon pystysuuntaista tilaa. Otsikkotaulusta löytyy lisäksi painike, jolla avataan sivupalikko. Sivupalikko pysyy aina piilossa, ellei painiketta paineta.



Kuva 28 Kuvakaappaus Comfort-paneelilla toteutetusta käyttöliittymästä

Vertaamalla Unified-alustalla toteutettua päänäkymää yllä olevan kuvan näkymään, saadaan käsitys parantuneesta graafisesta ilmeestä. Unified-alustan laajempi värimaailma mahdollistaa modernimman ja edistyneemmältä vaikuttavan käyttöliittymän luomisen käyttämällä samoja työkaluja, joista suurin osa oli olemassa jo vanhan sukupolven paneeleilla. Comfort-paneelilla on voitu luoda pysyvät valikkonäkymät vaihdettavan näkymän ympärille, mutta käytettävissä oleva tila jää ahtaammaksi, koska valikot joudutaan pitämään auki jokaisessa näkymässä, eikä niitä voida sulkea tarvittaessa lisätilaa näkymälle. Unified-käyttöliittymässä näytölle jää enemmän käyttökelpoista tilaa, kun valikoita voidaan avata tai sulkea tarpeen mukaan.

## 5.2 Toiminta fyysisellä näytöllä

Käytettäessä käyttöliittymää HMI-paneelilla, ohjelman toiminta vastaa suuresti toimintaa simulaattorilla. Näytölle piirretyt elementit vastaavat PC:n näytöllä suunniteltuja elementtejä kuvatarkkuutensa puolesta. Tästä huolimatta, jos käyttöliittymässä on päätyntä käyttämään pienellä fontilla kirjoitettua tekstiä,

tekstin pienuus saattaa yllättää käyttäjän jo muutenkin valmiiksi pienellä näytöllä.



Kuva 29 Taifun-järjestelmän päänäkymä 7-tuumaisella HMI-paneelilla

Havaittiin myös, että käyttöliittymän ulkoasuun vaikuttaa yllättävän suuresti näytön omat asetukset. Etenkin säädettäessä näytön kirkkautta, näytön väritarkkuus saattaa kärsiä. Jos näytön kirkkaus säädetään noin 60 prosenttiin näytön maksimikirkkaudesta, kuvissa 24 ja 25 näkyvien otsikotaulujen ja sivuvalikon taustaväri oli lähestulkoon musta. Täydellä kirkkaudella näytön väritarkkuus vastasi PC:n näytöllä suunniteltua näkymää.

Koska paneeli on tarkoitettu teollisuusympäristöön, näyttö on voitu optimoida käyttämään kirkkainta mahdollista taustavaloa, jotta näytön elementit erottuisivat haastavissakin olosuhteissa. On kuitenkin hyvien suunnittelukäytäntöjen mukaista suunnitella näyttöelementtien väliset kontrastit niin, että elementit erottuvat toisistaan huonommassakin valaistustilanteessa, tai himmeämmällä taustavalolla.

Kuten aiemmin jo todettiin, paneelin näkymät vastaavat PC-pohjaisen simulaation ja suunnitteluohjelman mukaisia näkymiä. Ei ole siis suuri ihme, että myös paneelin isännöimä web-pohjainen käyttöliittymä onnistuu säilyttämään kuvan tarkkuuden ja elementtien mittasuhteet oikeina. Toisin kuin paneelin näkymissä, web-HMI:n näkymässä voidaan näytöstä riippuen siirtää avattavia ponnahdusikkunoita näkymän rajojen ulkopuolelle. Tämä helpottaa järjestelmän seuraamista samalla, kun järjestelmää ohjataan käsin.

Paneelin ja verkkopohjaisen HMI:n oleellisena käytön erona on se, että paneelia voi päästä käyttämään myös ilman kirjautuneita tunnuksia. Käynnistettäessä web-HMI, käyttöliittymään ei päästä ollenkaan käsiksi ilman oikeilla valtuuksilla varustettuja käyttäjätunnuksia.

Yleisesti teollisissa kohteissa HMI-paneelit sijaitsevat sellaisissa paikoissa, jossa asiaankuulumattomilla ei ole niihin helppoa pääsyä, jolloin salasanasuojaus ei ole niin kriittistä kuin verkon kautta muodostettavissa yhteyksissä. Joka tapauksessa paneelille on järkevää luoda erilaisia käyttäjätasoa suojaamaan kriittisempiä asetuksia ja ohjauksia, jotta välttyään myös vahingollisilta järjestelmän muutoksilta, jota osaamaton järjestelmän käyttäjä saattaa tehdä ilman salasanasuojauksia.

Lähtökohtaisesti valmiin käyttöliittymän salasanasuojaukset on suunniteltu niin, että oletuskäyttäjällä päästään katselemaan järjestelmän toimintaa ja kytkeään järjestelmä hallitusti eri tiloihin, mutta järjestelmän käsiohjauksiin tai parametreihin oletuskäyttäjällä ei ole oikeutta.

### 5.3 HMI:n etäkäyttö

Yrityksen siirtojärjestelmään kuuluu oleellisena osana mahdollisuus etäyhteyden muodostamiseen eri käyttötarkoituksia varten. Yritys on toimittanut siirtojärjestelmiään ympäri maailmaa useita vuosia, ja uusia toimituksia tehdään edel-

leen. Jotta huoltohenkilöstön ja insinöörien ei tarvitsisi matkustaa jatkuvasti ympäri maailmaa käyttöönotoissa tai vianselvityksissä, mahdollisuus näiden tehtävien suorittamiseen tietoturvallisen etäyhteyden avulla on tärkeää.

### 5.3.1 VPN-etäyhteys

Valtaosaan toimitetuista järjestelmistä asennetaan teollisuuskäyttöön suunniteltu verkkoreititin, jonka yhteydessä käytetään VPN-tunnelia. Tämän ansiosta tiedonsiirto on vahvasti salattua ohjelmoijan ja järjestelmän välillä. VPN-tunnelin kautta ohjelmointitietokone voidaan liittää automaatiojärjestelmän lähiverkkoon, jolloin tiedonsiirron puolesta verkon toiminta on verrattavissa tilanteeseen, jossa tietokone olisi kytketty suoraan verkkokaapelilla ohjelmitavan laitteen verkkopistokkeeseen.

Järjestelmän testausten yhteydessä tehtiin testi, kuinka käyttöliittymä ja paneelin ohjelmointi toimii VPN-verkkoyhteyden välityksellä. Testissä PLC sekä HMI-paneeli liitettiin reitittimen lähiverkkoon, ja ohjelmointi-PC liitettiin lähiverkkoon VPN-tunnelin avulla. Kun yhteys oli muodostettu, TIA-Portaalilla voitiin ladata ohjelmat PLC:lle ja HMI:lle VPN-tunnelin kautta. Myös projektissa paneelille määritellyt Runtime-asetukset siirtyivät paneelille. Nämä Runtime-asetukset pitävät sisällään mm. asetukset, joilla otetaan käyttöön paneelin Web-Client- ja SmartServer -toiminnot.

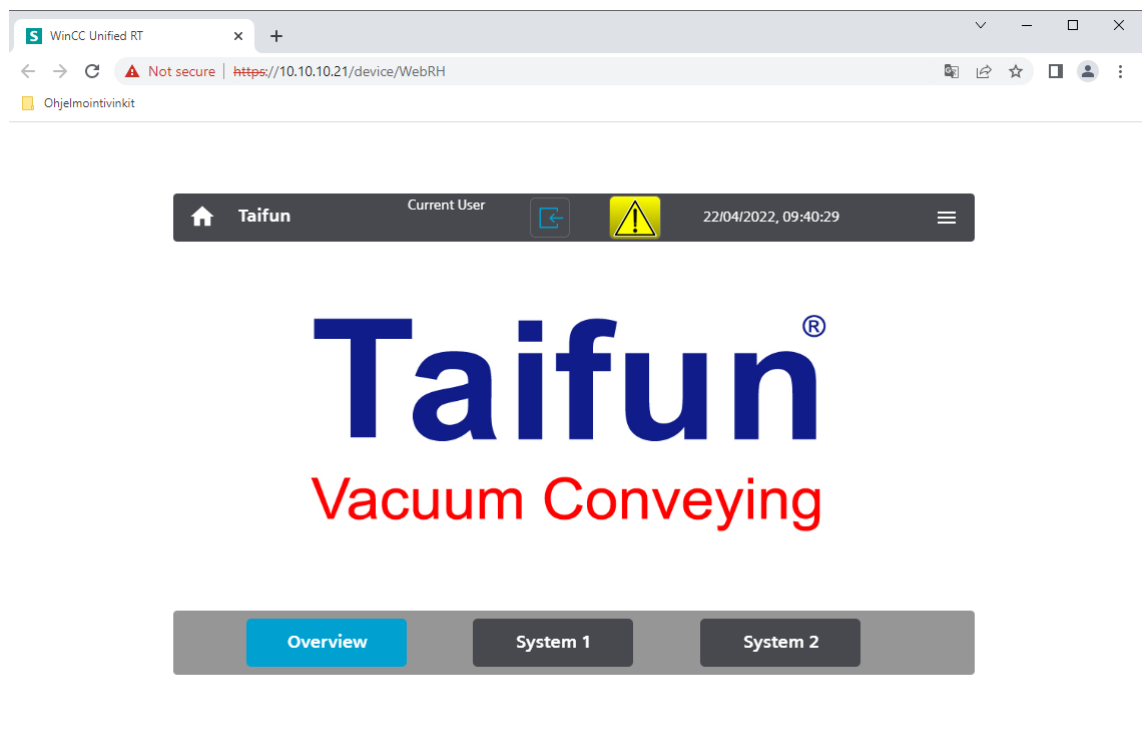
Testin tulos tarkoittaa sitä, että VPN-tunnelin avulla on mahdollista tehdä automaatiojärjestelmän käyttöönotto täysin etänä. Vaikka lähtökohtaisesti yritys ohjelmoi kaikki käytettävät laitteet mahdollisimman valmiiksi tehtaalla ennen asiakkaille lähettämistä, voi silti tulla vastaan tilanteita, jossa näyttöpaneelin määrittäykset menetetään.

Esimerkiksi jos asiakkaalle toimitetun järjestelmän HMI-paneeli rikkoutuu ja yrityksen huoltohenkilöstön ei ole mahdollista päästä paikan päälle korjaustoihin, voi paneelin asennuksen suorittaa paikalliset toimijat. Paikallisen asentajan ei tarvitse kuin määrittää paneelille yrityksen antama IP-osoite, jonka jälkeen

kaikki paneelin päivitykset ja ohjelmistojen asennukset voidaan toteuttaa etänä, käytännössä mistä päin maailmaa tahansa.

### 5.3.2 Web-Client ja SmartServer

Unified-käyttöliittymää on mahdollista käyttää myös verkkoselaimella, jos Unified-paneelin Web Client -toiminto on otettu käyttöön. Verkkopohjainen käyttöliittymä sisältää kaikki samat toiminnot kuin itse paneelillakin, mutta käytetyn laitteen näytön kokoerosta paneeliin riippuen, selaimen näkymään saattaa jäädä tyhjää tilaa. Tätä tilaa voidaan kuitenkin käyttää mm. tilana, jossa ponnahdusikkunoita pidetään auki, mikäli määritelty ohjelma sallii sen.



Kuva 30 Unified-paneelin HMI-ohjelma avattuna Google Chrome -selaimella

Verkko-HMI on näkymiltään täysin erillinen paneelilla näytettävistä näkymistä. Käyttöliittymää voidaan käyttää samanaikaisesti paneelilta sekä verkon kautta, mutta paneelia operoiva henkilö ei voi välttämättä nähdä, mitä verkon kautta

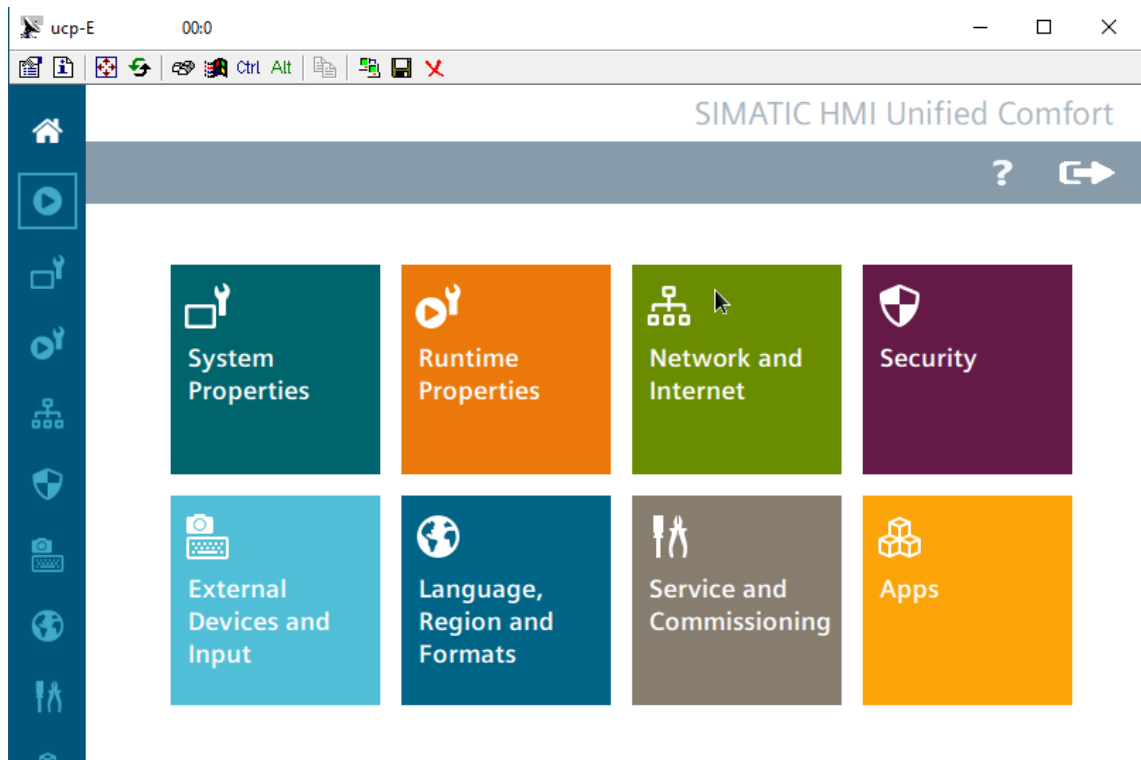
käyttöliittymällä tehdään. Tästä ominaisuudesta voi olla hyötyä, esimerkiksi jos halutaan tehdä toimintoja mitä ei haluta näyttää itse paneelilla.

Siemensin HMI-paneeleja on voitu käyttää etänä jo myös ennen Unified-paneeliperheen lanseerausta. Tähän käyttöön on käytetty Siemensin SmartServer-työkalua.

SmartServer on Siemensin HMI-paneelisiin sisällytetty ominaisuus, jonka avulla paneelin näkymä voidaan kloonata suojatun yhteyden kautta yhdistetyn laitteen näytölle. Ominaisuuden käyttö vaatii erillisen työkalun asentamisen laitteelle, ja koska suuri osa yhteyden kaistanleveydestä kuluu ruudun kuvan jakamiseen, on käyttöliittymän operoiminen etänä hidasta tällä työkalulla.

SmartServerin etu on se, että toisin kuin Web-Client, se toimii täysin HMI-ohjelman ulkopuolella, jolloin sillä päästään käsiksi myös näyttölaitteen ohjauspaneeliin etäyhteyden välityksellä.

Esimerkiksi jos järjestelmän paneeli joudutaan käyttöönottamaan etänä, ohjelman paneelille lataamisen jälkeen itse paneelin asetukset voivat vaatia vielä asettelua, jota ei voida tehdä projektista käsin. Muodostamalla SmartClientin avulla yhteys paneeliin, voidaan asetukset määritellä samalla tavoin kuin käyttöönottaja olisi itse paneelin äärellä.



Kuva 31 Näyttölaitteen ohjauspaneeli avattuna SmarClient -ohjelmalla

Koska Unified-paneelin käyttöliittymä toimii verkkoselainten omilla ohjelmapohjilla, toimii verkossa isännöitävä käyttöliittymä huomattavasti sulavammin kuin SmartClientin avulla. Web-pohjaisten ohjelma-alustojen avulla jokainen käyttöliittymän näkymän elementti luodaan tarvittaessa (eli sivua ladatessa), ei yhteyden pitäminen paneeliin kuormita tiedonsiirtoa merkittäväällä tasolla.

Koska SmartClientin näkymät ovat sidoksissa fyysisen näytön näkymiin, navigoidessa ohjelmalla käyttöliittymää tai paneelin asetuksia, myös fyysisellä paneelilla näkymät muuttuvat. Toisin sanoen, paneelin edessä seisova henkilö näkee reaaliaikaisesti kaiken, mitä myös SmartClientin käyttäjä näkee. Tietyissä tilanteissa tähän ominaisuuteen voi liittyä erilaisia riskejä, muun muassa tietoturvasuuteen liittyen.

Näin ollen Web Client- ja SmartServer -toiminnoille on omat selkeät käyttötar-koituksensa. Web Client soveltuu erinomaisesti arkisempaan käyttöliittymän

etäkäyttöön verkon välityksellä, mutta ei ole niin hyödyllinen huolto- tai vianselvitystilanteissa. Suhteellisesti hitaammin toimiva SmartClient on puolestaan parhaimmillaan huolto- ja käyttöönottilanteissa, koska sillä on mahdollista päästä etänä käsiksi käyttöliittymän lisäksi myös ohjauspaneelin asetuksiin. Lisäksi SmartClient ei ole riippuvainen HMI:n suorittamasta käyttöliittymästä, jolloin paneelia voidaan käyttää myös silloin kuin käyttöliittymä ei ole käynnissä tai ladattu HMI-paneelille ollenkaan.

## 6 Yhteenveto

Työn alkuperäisenä tarkoituksena oli luoda vanhaan WinCC Comfort-paneelin ohjelmaan pohjautuva käyttöliittymä, josta löytyy vanhan järjestelmän oleelliset toiminnot toteutettuna uudella paneelitekniikalla.

Työn tuloksena syntyi käyttöliittymä, josta löytyy kaikki oleelliset toiminnot vanhasta käyttöliittymästä. Osassa toiminnoista on tapahtunut suuriakin muutoksia, ja joitakin vähemmän oleellisia toimintoja myös menetettiin, mutta kaikki järjestelmän toiminnan osalta tärkeimmät komponentit saatiin toimimaan vähintäänkin vanhaan järjestelmään verrannollisella tavalla.

Unified-pohjaisen käyttöliittymän mahdollistamien tekniikoiden myötä käyttöliittymän toiminta on käyttäjälle helpompi käsittää ja intuitiivisempi käyttää. Uudistuneita ponnahdusikkunoita voi siirtää tarpeen vaatiessa, ja käyttöliittymän graafinen ilme on parantunut. Verkkopohjaisen HMI-tekniikkansa ansiosta käyttöliittymää on helppo käyttää etänä verkkoselaimen avulla, ja näin ollen mahdollisuudet käyttöliittymän joustavampaan käyttöön ovat parantuneet oleellisesti.

### 6.1 Esiintyneet haasteet

Käyttöliittymää luodessa esiintyi useita ennakoimattomia haasteita, jotka johtuivat osittain Unified-käyttöympäristön uutuudesta markkinoilla. Kun käsitellään Siemensin tuoteperheiden parissa toimivia laitteisto- ja ohjelmistokokonaisuuksia

sia, on tyypillistä, että osa kokonaisuuden toiminnoista julkaistaan hieman keskeneräisinä tai niiden julkaisua lykätään seuraavan ohjelmointiympäristöversion julkaisuun.

Vaikka projektia aloittaessa tiedettiin, että monimutkaisia toimintoja tullaan toteuttamaan JavaScript-koodilla, jouduttiin järjestelmässä silti toteuttamaan yllättävän suuri määrä toiminnoista koodin varassa. Siemensin on hyvin vaikea ennakoida joka ikistä eri käyttäjien tarvetta erilaisille mallikoodeille, jolloin myöskin valmiiden järjestelmäfunktioiden määrä käyttöliittymätyökalussa jättää helposti toivomisen varaa. Projektissa kului lopulta huomattavan kokoinen osuus ajasta selvittäessä alustalta löytyviä JavaScript-funktioita, sekä mistä HMI-alustan rakenteesta niitä tulee milloinkin kutsua.

Tämän projektin lopputuloksena syntyneen käyttöliittymän suurin epäkohta on parametrienhallinnasta syntyneet ongelmat. Näitä ongelmia käsitellään tarkemmin seuraavissa kappaleissa. Syntyneistä ongelmista voidaan kuitenkin todeta, että ne eivät vaikuta merkittävästi käyttöliittymän toimivuuteen, koska ongelmat eivät kosketa suuresti järjestelmän päivittäistä käyttöä.

Vaikka Unified-ohjelmointiympäristössä sekä sen työkaluissa on vielä puutteita tätä työtä kirjoittaessa keväällä 2022, alustan ja uuden laitteiston tuomat edut HMI-kehityksessä ovat jo ylimääräisen vaivannäön arvoisia. Näkemykseni mukaan Unified-alusta tulee kehittymään vielä nykyisestä tilastaan tulevina vuosina, ja etenkin järjestelmädokumentaation sekä Siemensin tarjoamien JavaScript -kirjastojen karttuessa järjestelmäalustan edut tulevat entistä selkeämmiksi ja helpommin hyödynnettäviksi.

### 6.1.1 Haasteet parametrien hallinnassa

Vanhasta järjestelmästä poiketen luotavan parametrisetin on noudatettava ennalta määritellyn UDT:n rakennetta. Tämä helpottaa datakokonaisuuksien hallintaa, mutta aiheuttaa ennalta odottamattomia haasteita siirryttäessä Unified-alustalle.

Vanhalla alustalla jokainen reseptin elementti tuotiin HMI:lle yksitellen ja liitettiin osaksi haluttua reseptiä. Tämän ansiosta parametrien hallinnassa voitiin käyttää yhtä datatyyppeä kaikille siirtojärjestelmän eri variaatioille, joilla voi olla toisistaan poikkeavia tarpeita parametrisoinnille. Koska Unified-alustan parametrisetti muodostetaan suoraan parametreja käsittelevän UDT:n rakenteesta, täytyy luotavassa parametrisetissä käyttää kaikkia UDT:n parametreja. Jos UDT:hen kuuluu parametreja, joita ei käytetä kyseenomaisessa järjestelmässä, niitä ei voida piilottaa käyttäjältä toisin kuin vanhalla Comfort -alustalla. Tämän raportin kirjoitushetkellä ainut keino muokata parametrisetin rakennetta on muuttaa itse UDT:n rakennetta, joka puolestaan vaatii laajoja PLC-ohjelman muutoksia.

Uusien rakenteellisten pakotteiden lisäksi parametrisetin elementeille ei voida määrittää enää tekstilistoja vastaamaan parametrien numeroarvoja. Comfort-alustalla parametrille voitiin määrittää teksilista, johon parametrisoitua numeroa verrataan. Tällöin käyttäjä saattoi tehdä parametrien valintoja alasettovalikon avulla, jossa voitiin tekstillä kertoa, mitä kukin valinta tekee. Koska tätä ominaisuutta ei löyty Unified-alustan parametriseteistä, joudutaan vastaavien valintojen opastus tekemään erilaisilla, sekä mahdollisesti kömpelömmillä menetelmillä.

### 6.1.2 Parametrien raja-arvot

Koska ohjattavassa järjestelmässä parametryökalua käytetään asettamaan parametriarvoja laitekokonaisuuksille, tulee parametreille määrittää raja-arvot. Jos parametreilla ei ole määritettyjä raja-arvoja, järjestelmän käyttäjä saattaa parametreja säätäessä asettaa parametrin arvon niin, että se häiritsee järjestelmän toimintaa tai pahimmassa tapauksessa aiheuttaa laiterikkoja tai muita vikatilanteita.

Raja-arvojen määrittämisestä ilmeni ongelma, koska laitteiden parametreihin kuuluu aika-arvoja, joilla määrätään muun muassa venttiilien aukioloaikoja. Jos tällaiselle aikaparametrille määritettiin raja-arvo, ei paneeli pystynyt kommunikoimaan PLC:n kanssa parametrin muutoksista. Parametrin arvoa ei voida hakea

PLC:ltä tarkastelua varten, eikä PLC vastaanota paneelilta ladattua aikamuotoista parametria, mikäli sille on määritetty raja-arvot.

Aluksi parametrien arvot asetettiin parametrisetin asetuksissa, ja ongelman arvioitiin johtua parametrien hallintatyökalusta. Ongelmaa koetettiin kiertää määrittämällä parametrin raja-arvoja parametrisetin asetusten sijaan suoraan parametrin tagin tiedoissa. Sama virhe uusiutui parametryökalun kiertämisestä huolimatta, joten ongelma vaikuttaa olevan peräisin itse Unified-alustalla tapahtuvasta tagin käsittelyvirheestä. Ongelma poistuu ainoastaan poistamalla raja-arvot kaikilta aikamuotoisilta parametreilta.

TIA-Portaalissa aika-arvoiselle parametrille on määritettävä rajat käyttäen kokonaislukuja. Ohjelma palauttaa virheen, jos raja-arvoa yritetään määrittää manuaalisesti aika-arvoksi käyttäen Siemensin käyttämää aikanotaatiomuotoilua. Yksi mahdollinen ongelman aiheuttaja voi olla, että ohjelma ei osaa suhteuttaa aikamuotoista parametrin arvoa määritettyihin, ei-aikamuotoisiin rajoihin.

Koska aikamuotoiset parametrit muodostavat suuren osan ohjattavan järjestelmän säädettävistä parametreista, näiden raja-arvojen puute koetaan ongelmaksi uudella alustalla. Koska järjestelmällä tehtyjen testien tulosten mukaan ongelma vaikuttaa johtuvan itse Unified-alustasta, ongelman ratkaisu jää tämän projektin jälkitoimenpiteeksi.

## 6.2 Tavoitteiden arviointi

Tämän projektin pääasiallisena tavoitteena oli toteuttaa Unified-alustalla käyttöliittymä, joka vastaa toiminnoiltaan Comfort-paneeleilla toteutettua vanhaa käyttöliittymää. Perustoiminnoiltaan uusi käyttöliittymä mukailee vanhaa versiotaan läheisesti, ja uuden alustan tuomat työkalut sujuvoittavat ohjelman käyttöä entisestään. Alustapäivityksen myötä käyttöliittymän graafinen ilme on parantunut merkittävästi, ja Unified-alustan tarjoamien työkalujen avulla ohjelman ulkonäköä voidaan parannella tarpeen mukaan.

Unified-alusta on parantanut paneelien etäkäytön hyödyntämismahdollisuuksia, uusien työkalujen ja menetelmien ansiosta ohjelmoijan ei välttämättä tarvitse päästä edes käsiksi ohjelmoitavaan paneeliin, jotta ohjelmointi onnistuu. Näkemykseni mukaan paneelien mahdollistamat etäkäytön optiot tuovat valmistettaviin järjestelmiin lisäarvoa verkkopohjaisen HMI-sovelluksen avulla.

Projektin aikana Unified-alustasta paljastui myös toimintoja, joiden tämänhetkinen toiminnallinen tila jättivät toivomisen varaa. Kappaleessa 6.1.2 käsitellyn parametrihallinnan ongelman myötä parametrien toimivuudesta muodostui valmistuneen käyttöliittymän suurempi ongelmakohta. Ongelman selvitystyötä jatketaan HMI-ohjelman jatkokehityksen yhteydessä, ja ongelmaan odotetaan korjauksia tulevissa TIA-Portaalin päivityksissä.

Parametrien raja-arvojen ongelma on ainut merkittävä ongelma, joka Unified-käyttöliittymän uudessa käyttöliittymässä havaittiin. Käyttöliittymästä löytyi myös pienempiä bugeja liittyen mm. värimaailman ja näkymien dynamisointiin, jotka tuottavat lievempää haittaa käyttökokemukselle. Näillä bugeilla on toisaalta niin lievä vaikutus ohjelman käytettävyyteen, että ohjelman käyttöönottoa tarvitsisi lykätä niiden ratkaisemisen vuoksi.

Projektin lopputuloksena syntyi pääosin vanhan HMI-ohjelman veroinen käyttöliittymä, joka onnistuu sujuvoittamaan käyttöliittymän operointia toteutuksensa teknisistä haasteista huolimatta. Näin ollen projektin aikana luotu käyttöliittymä on hyväksytty käytettäväksi uusissa järjestelmissä, ja projektin tavoitteet katsotaan täytetyiksi.

### 6.3 Jatkotoimenpiteet

Tässä raportissa esitetyillä työkaluilla toteutettu käyttöliittymä on hyväksytty käytettäväksi yrityksen uusilla järjestelmillä, ja otetaan käyttöön mahdollisimman pian tuleviin järjestelmätoimituksiin. Kuten tässä luvussa on jo kerrottu, ohjel-

maan jäi kuitenkin epäkohtia, joiden korjaaminen jää tämän projektin jatkotoimenpiteiksi. Kuten monissa muissa ohjelmistoissa, ohjelman kehitys tulee jatkumaan eri muodoissa vielä kauan ensimmäisen käyttöönottonsa jälkeen.

Parametrien hallinnan ongelmien ratkominen tulee olemaan etusijalla tulevassa ohjelman kehityksessä. Parametrien raja-arvoihin kohdistuvan ongelman lisäksi itse parametrihallinnan rakennetta tullaan optimoimaan, jotta parametrisettien käyttö helpottuisi. Tällaisenaan parametrisettien hallinta toimii, mutta on työläämpää käyttää vanhaan Comfort-paneeliin nähden.

Ohjelmasta löytyy lisäksi useita pienempiä epäkohtia, joita on paljastunut laajempien testien aikana, ja niitä tulee varmasti löytymään ajan saatossa lisää. Osa näistä epäkohdista voi johtua itse laadituista skripteistä, tai järjestelmän bugeista. Näiden pienempien ongelmien korjaaminen tulee etenemään ajallaan muiden toimintojen parantamisen ohella skriptausideoiden kehittyessä ja uuteen järjestelmään liittyvän osaamisen karttuessa.

Yrityksen seuraava suurempi tavoite Unified-alustan HMI-ohjelman kehityksessä tulee olemaan uusien paneelien hyödyntäminen laajemmassa Metro Taifun -järjestelmässään. Kyseiset järjestelmät ovat yleisesti ottaen huomattavasti teollisia Taifun-järjestelmiä suurempia, joten tässä projektissa luodun käyttöliittymän ominaisuuksia tulee parannella merkittävästi, jotta järjestelmän kokonaisuus pysyy hallinnassa. Tämän projektin myötä opitut ohjelman kehitysmenetelmät edistävät tätä työtä, ja antaa mahdollisuudet laajentaa Unified-alustan käytön kaikkiin yrityksen tuleviin automaatiojärjestelmiin.

## Lähteet

1. Siemens Industry Support. 2020. Delivery Release SIMATIC WinCC Unified V16. Verkkoaineisto. support.industry.siemens.com. Linkki aineistoon: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109771777/delivery-release-simatic-wincc-unified-v16?dti=0&lc=en-AO>
2. Siemens. 2022. Simatic WinCC Unified Panels. Verkkoaineisto. Siemens.com. Linkki aineistoon: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/simatic-hmi/wincc-unified/hardware.html>
3. Siemens. 2022. Simatic WinCC Unified View of Things. Verkkoaineisto. Siemens.com. Linkki aineistoon: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/simatic-hmi/wincc-unified/view-of-things-web-hmi.html>
4. Beckhoff. 2022. TwinCAT Automation Software. Verkkoaineisto. Beckhoff.com. Linkki aineistoon: [https://www.beckhoff.com/fi-fi/products/automation/twincat/#text\\_bild](https://www.beckhoff.com/fi-fi/products/automation/twincat/#text_bild)
5. Beckhoff. 2022. TwinCAT HMI Engineering. Käyttöopas. Beckhoff.com. Aineisto ladattavissa: <https://www.beckhoff.com/fi-fi/products/automation/twincat-3-hmi/>
6. ABB. 2022. Manual for PLC automation with AC500 V2 and Automation Builder 2.5.0. Käyttöopas. New.ABB.com. Aineisto ladattavissa: <https://new.abb.com/plc/automationbuilder/platform>
7. Siemens. 2021. Simatic TP700 Comfort Panel. Tuotekatalogi. Mall.industry.siemens.com. Linkki verkkoaineistoon: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/6AV2124-0GC01-0AX0>
8. Siemens. 2022. Simatic TP700 Comfort Panel. Datalehti. Mall.industry.siemens.com. Aineisto ladattavissa: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/ww/Catalog/Product/6AV2124-0GC01-0AX0>
9. Siemens. 2022. Simatic MTP700 Unified Comfort Panel. Tuotekatalogi. Mall.industry.siemens.com. Linkki verkkoaineistoon: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6AV2128-3GB06-0AX0>

10. Siemens. 2022. Simatic MTP700 Unified Comfort Panel. Datalehti. Mall.industry.siemens.com. Aineisto ladattavissa: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6AV2128-3GB06-0AX0>
11. Siemens. 2020. SIMATIC Unified Comfort Panels. Verkkoainesto.Assets.new.siemens.com. Aineisto ladattavissa: <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:62af8ab1-8582-40cb-a436-814a1da50e9d/WinCC-Unified-Comfort-Panel-kalvot.pdf>
12. Siemens. 2022. From PROFIBUS to PROFINET – Time to change over. Verkkoartikkeli. New.siemens.com. linkki verkkoaineistoon: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industrial-communication/profinet/pb-2-pn.html>
13. HPC Factor. 2022. The History of Microsoft Windows CE: Windows CE 6.0. Verkkoaineisto. Hpfactor.com. Linkki verkkoaineistoon: <https://www.hpfactor.com/support/windowsce/history/ce6>
14. Siemens. 2022. Simatic WinCC Unified System. Verkkoaineisto. Siemens.com. Linkki aineistoon: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/simatic-hmi/wincc-unified.html>
15. Siemens. 2020. Simatic WinCC Unified HMI Panels Operating Instructions. Käyttöopas. Support.industry.siemens.com. Aineisto ladattavissa: [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/257/109773257/att\\_1019074/v1/hmi\\_unified\\_comfort\\_panels\\_operating\\_instructions\\_enUS\\_en-US.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/257/109773257/att_1019074/v1/hmi_unified_comfort_panels_operating_instructions_enUS_en-US.pdf)
16. Siemens. 2020. Simatic WinCC Certificate Manager. Verkkoaineisto. Support.industry.siemens.com. Linkki verkkoaineistoon: <https://support.industry.siemens.com/cs/mdm/109779117?c=134276049675&lc=en-WW>
17. Siemens. 2018. Configuring Messages and Alarms in WinCC. Käyttöopas. Industry.siemens.com. Aineisto ladattavissa: [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/503/62121503/att\\_950826/v1/62121503\\_wincc\\_tia\\_alarms\\_S7-1x00\\_en.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/503/62121503/att_950826/v1/62121503_wincc_tia_alarms_S7-1x00_en.pdf)