



# TIA Portal WinCC Advanced HMI -päivitys

Riikka Oinonen

OPINNÄYTETYÖ  
Huhtikuu 2022

Konetekniikka  
Koneautomaatio

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Konetekniikka  
Koneautomaatio

OINONEN, RIIKKA:  
TIA Portal WinCC Advanced HMI -päivitys

Opinnäytetyö 29 sivua, joista liitteitä 0 sivua  
Huhtikuu 2022

---

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi konsultointi-, suunnittelu- ja projektihoitoyhtiö Fimpec Engineering Oy. Työ tehtiin Jyväskylän toimipisteen automaatio-suunnitteluosastolle.

Työn tarkoituksena oli päivittää käyttöliittymän (HMI) tyyppilohkokirjasto käyttäen Siemensin TIA Portal- ja WinCC-ohjelmia. Päivityksen oli tarkoitus parantaa yleistä käytettävyyttä ja yhtenäisyyttä sekä parantaa hälytysten jaottelua. Tavoitteena oli tehdä toimeksiantajalle päivitetty ja modernisoitu HMI-tyyppilohkokirjasto, jota pystytään käyttämään tulevilla projekteilla.

Työssä käsiteltiin käyttöliittymään tarvittavia ohjelmistoja, nykypäiväistä ulkonäköä ja käytettävyyttä sekä kuinka käyttöliittymä toteutetaan ja testataan Siemensin ohjelmilla ja laitteilla. Suunnittelu- ja toteutusapuna toimivat Siemensin omat kattavat materiaalit ohjelmistoista sekä muut kirjallisuudet automaatiosta ja käyttöliittymistä.

Työn tuloksena päivitettiin ohjelmisto, jossa käyttöliittymän tyyppilohkokirjasto sai uuden modernin ilmeen, priorisoidun hälytysluokituksen sekä paremman käytettävyyden. Kirjaston päivityksen tavoitteena on pystyä käyttämään sitä tulevilla projekteilla, jolloin myös käyttöliittymä on tunnistettavissa. Kirjastoa voitaisiin jatkokehittää kattamaan enemmän uusia toimintoja ja toimimaan paremmin PLC-tyyppilohkokirjaston kanssa, sekä se voitaisiin yhteensovittaa erikokoisiin näytöihin.

## **ABSTRACT**

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

OINONEN, RIIKKA:  
TIA Portal WinCC Advanced HMI update

Bachelor's thesis 29 pages, appendices 0 pages  
April 2022

---

The thesis was commissioned by the consulting, engineering and project management company Fimpec Engineering Oy and conducted in collaboration with the Automation Design Department.

The purpose of this thesis was to update the type block library of the HMI using Siemens TIA Portal and WinCC programs. The update was intended to improve the overall usability and consistency, as well as to improve the differentiation of alarms. The objective of this thesis was to make an updated and modernized HMI type block library which will be able to be used on future projects and to be edited.

The thesis deals with the software required for the HMI, modern appearance and usability options and how the HMI is implemented and tested with Siemens software and hardware. Siemens' own comprehensive materials on software and other literature on automation and HMI were used to assist in design and implementation.

As a result of the study, the software was updated and got a new modern look, differentiated alarms with common data function classification, prioritization and colours, as well as better usability with the new function menu. The library could be further developed to cover more new functions and to work better with the PLC type block library. In addition, it could be compatible with different screen sizes.

---

Key words: type block library, TIA Portal, WinCC, HMI

## SISÄLLYS

JOHDANTO .....	6
1.1 Toimeksiantaja .....	6
1.2 Tavoitteet .....	6
2 TIETOPERUSTA .....	8
2.1 Automaatio yleisesti .....	8
2.2 Käyttöliittymä (HMI).....	8
2.3 TIA Portal .....	9
2.4 WinCC & WinCC Runtime.....	9
3 TOTEUTUS .....	11
3.1 HMI tyyppilohkokirjasto .....	12
3.2 Modernisointi ja käytettävyys .....	14
3.2.1 Navigoinnin konseptit .....	15
3.2.2 Symbolit.....	18
3.3 Hälytykset .....	21
3.4 Testaaminen .....	22
4 TULOKSET .....	24
5 POHDINTA .....	25
5.1 Tulosten ja tavoitteiden vertailu.....	25
5.2 Jatkokehitys .....	26
LÄHTEET.....	28

**ERITYISSANASTO**

HMI	Human Machine Interface, käyttöliittymä esim. näyttö-paneeli
HMI Template Suite	Siemensin WinCC käyttöliittymän mallikirjasto
Operaattori	Työntekijä, joka käyttää käyttöliittymää
PI-kaavio	Putkitus- ja instrumentointikaavio
PLC	Programable Logic Controller. Ohjelmoitava logiikka.
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition. valvomo-ohjelmisto
Tag	Tagi on muuttuja, jolla on nimi, tietotyyppi ja arvo
Template	Käyttöliittymän suunnittelussa käytetty näyttö, jota pystytään peilaamaan muissa näytöissä
TIA Portal	Totally Integrated Automation Portal. Siemensin logiikojen ohjelmointityökalu
WinCC	Käyttöliittymän suunnittelutyökalu
WinCC RT	Käyntitila (Runtime), jossa voidaan simuloida valvomonäyttöä

## JOHDANTO

Työ on tehty toimeksiantajalle Fimpec Engineering Oy. Työn tuloksena luotiin päivitetty ja paranneltu ohjelmisto HMI tyyppilohkokirjastolle, mitä jatkossa pystytään käyttämään uusissa projekteissa. Työssä määritettiin selkeät tavoitteet toimeksiantajan ja henkilökohtaisesta näkökulmasta.

### 1.1 Toimeksiantaja

Fimpec on syntynyt vuonna 2021, kun CTS Engtec, Fimpec ja Fundacon fuusioituivat yhdeksi konserniksi. Fimpec on projektijohtamiseen ja suunnitteluun erikoistunut yritys, joka toimii energia-, teollisuuden-, kiinteistö- ja infra-alalla. Pääkonttori sijaitsee Kouvolassa ja muita toimipisteitä Suomessa on Jyväskylässä, Helsingissä, Turussa ja Kotkassa. Fimpec toimii seitsemässä eri maassa ja työllistää yli 260 työntekijää. Yrityksen liikevaihto vuonna 2020 oli yli 25,7 milj. €. (Fimpec 2021)

Entinen CTS Engtec Oy ja nykyinen Fimpec Engineering Oy on 1973 Kouvolaan perustettu insinööritoimisto. Fimpec Engineering tarjoaa projektinhoito-, suunnittelu-, projektikehitys- ja ylläpitopalveluita. Opinnäytetyö tehtiin Jyväskylän toimipisteen automaatio suunnitteluosastolle. Jyväskylän toimipisteen suurin osaamisalue on prosessiteollisuuden automaatiojärjestelmien käyttöönotto ja suunnittelu, mutta sieltä löytyy myös sähkösuunnittelua. (Fimpec Engineering Oy 2022)

### 1.2 Tavoitteet

Toimeksiantaja tekee asiakkaille suunnitteluprojekteja, joihin kuuluu yhtenä osana käyttöliittymät. Asiakkaat käyttävät käyttöliittymiä päivittäin teollisuudessa antamaan tietoa esimerkiksi tuotannon toimivuudesta. Toimeksiantaja käyttää käyttöliittymiä lähes jokaisessa logiikkapuolen automaatio suunnitteluprojektissa ja nykyinen HMI (*Human Machine Interface*) tyyppilohkokirjasto on vanha ja osittain hyödytön. Kirjastoa käytetään useissa projekteissa ja sitä muokataan usein

projektikohtaisesti, jolloin käyttöliittymien yhtenäisyys projekteissa ei toteudu. Toimeksiantajan tavoitteet olivat selkeät:

- TIA Portalin HMI tyyppilohkokirjaston päivittäminen ja parantaminen
- Kirjaston ja käyttöliittymän yleisen käytettävyyden parantaminen, modernisointi ja yhtenäisyys
- Kirjastoon haluttiin myös selkeyttä hälytyksiin, jotta hälytykset olisivat jaoteltu paremmin priorisoinnin perusteella
- Kirjastosta haluttiin myös tehdä helposti muokattava.

Tyyppilohkokirjastoa halutaan jatkossa käyttää uusissa projekteissa, mutta säilyttää hyvä muokattavuus käyttöliittymien jatkuvan kehityksen vuoksi ja projektien erilaisten vaatimusten takia.

Henkilökohtaisena tavoitteena oli luoda ohjelmisto, joka täyttää toimeksiantajan kriteerit sekä on tarvittaessa helposti muokattava tulevaisuudessa. Tavoitteena on ymmärtää laajemmin käyttöliittymän suunnittelusta ja kehityksestä, sekä mitä kaikkea käyttöliittymällä on mahdollista tehdä. Tavoitteena on saada kirjaston ulkonäkö ja käyttökokemus tukemaan nykypäivän modernia ilmettä, sekä yksinkertaista käytettävyyttä. Lopputuloksena luodaan sellainen käyttöliittymä, jota jokainen operaattori ymmärtää ja osaa käyttää. Myös yksi tavoite on saada laajempi tieto ja käsitys TIA Portal-ohjelmointityökalun ja WinCC-työkalun käytöstä ja toiminnosta sekä samalla parantaa omia suunnittelu- ja ohjelmointitaitoja.

## 2 TIETOPERUSTA

Tässä osiossa käsitellään automaatiota, TIA Portal-ohjelmointiympäristöä, HMI käyttöliittymää sekä WinCC suunnittelutyökalua. Tietoperustan tarkoitus on tukea opinnäytetyön teknistä ja teoreettista puolta.

### 2.1 Automaatio yleisesti

Automaatiolla tarkoitetaan itsestään tapahtuvaa toimintaa, joka perustuu erilaisien antureiden avulla tehtyihin mittauksiin ja niistä saataviin mittaustietoihin. Mittausten avulla tehdään erilaisia ohjauksia ja säätöjä, jotka pohjautuvat ihmisen ennakkoon asettamiin vaatimuksiin. Automaation avulla voidaan manipuloida sellaista, mitä ihminen ei pysty näkemään tai tuntemaan. (Kippo & Tikka 2008, 7-8)

Automaatioon kuuluu instrumenttitekniikka, mittaus- ja säätötekniikka, servotekniikka ja logiikkaohjaus. Näistä erityisesti käytetään ohjelmoitavaa logiikkaa (PLC) ohjaamaan järjestelmää erilaisten tietojen perusteella ja hallitsemaan toimintoja. Logiikan toiminta perustuu tuloihin, lähtöihin ja muistipaikkoihin. Tuloihin voidaan kytkeä esimerkiksi anturi, joka havainnoi järjestelmän tilaa ja lähtöön voidaan kytkeä esimerkiksi sähkömoottori tai merkkilamppu, jota pystytään ohjaamaan tilatietojen perusteella. Muistin avulla saadaan kirjoitettua ohjelmia, joilla saadaan järjestelmään tallennettua tiloja. Yleisesti ohjelmoitavan logiikan ja ihmisen kommunikoinnin välillä toimii (HMI) käyttöliittymä. (Keinänen 2007, 7; 223)

### 2.2 Käyttöliittymä (HMI)

Käyttöliittymällä tarkoitetaan tietokoneen ja ihmisen välistä kommunikoinnin ohjelmia ja laitteita, joilla operaattori pystyy vuorovaikutukseen. Operaattori pystyy käyttöliittymän kautta seuraamaan ja ohjaamaan prosessia. Käyttöliittymiä on pääasiassa kahdenlaista: PC-tietokone hiirellä ja näppäimistöllä tai erillinen kosketusnäyttöpaneeleita. Operaattori pystyy näytöltä näkemään esitettävien näyttötyyppien kautta erilaisia prosessiin liittyviä toimintoja. Tällaisia toimintoja voi olla



prosessikaavionäyttö, josta voi nähdä esimerkiksi prosessilaitteet, mittaus- ja ohjauskohteet. Näytöltä yleisesti nähdään myös esimerkiksi hälytykset ja tilat, joita kuvataan erilaisia väreillä ja vilkkumisilla. Näin operaattori kiinnittää huomion paremmin prosessin tapahtumiin. Säädinnäyttöillä voidaan tehdä ohjaustapa- ja asetusarvomuutoksia, sekä ajaa laitetta suoraan käsiohjaustilassa. Tällaisia säädinnäyttöjä voi olla erilaiset venttiilien ja moottorien ohjausnäytöt. (Kippo & Tikka 2008, 46)

### **2.3 TIA Portal**

TIA Portal on Siemensin kehittämä PLC-ohjelmointiympäristö, jolla voi suunnitella ja ohjelmoida automaatioprojekteja. Sen perusohjelmistoihin kuuluu SIMATIC STEP 7, SIMATIC WinCC, SINAMICS Startdrive, SIMOCODES ES ja SIMOTION SCOUT TIA, sekä monet muut lisäohjelmat, kuten SIMATIC Energy Suite. Yhden sovelluksen avulla kytetään yhdistämään usean ohjelmiston ja lähes kaiken projektiin liittyvän, kuten ohjauksen, käyttöliittymän, hajautetut kenttälaitteet, moottorin säätämisen, energianhallinnan, diagnosoinnin ja konfiguroinnin. TIA Portal on kehitetty helppokäyttöiseksi ja tehokkaaksi ohjelmointityökaluksi, jolla pystytään yhdistämään useat ominaisuudet keskenään.

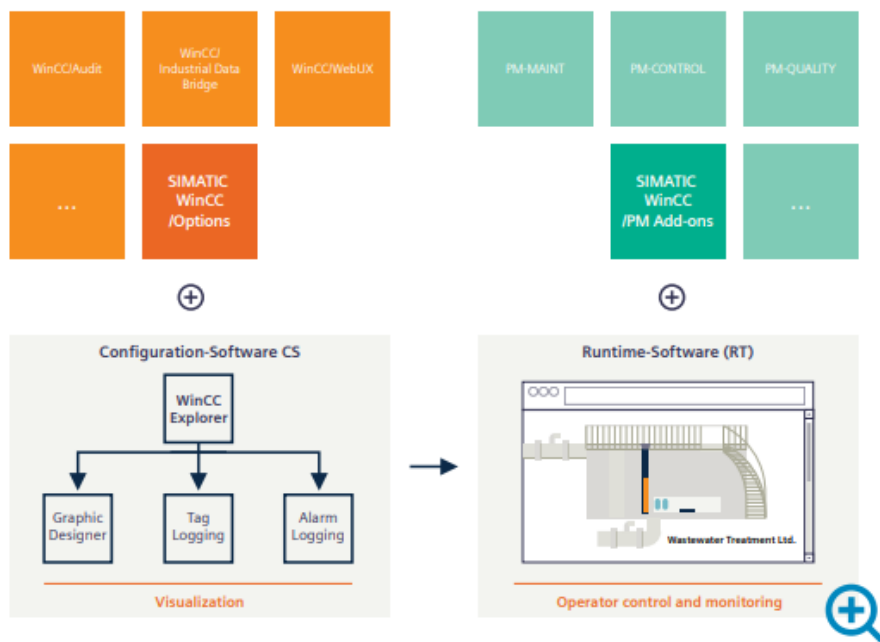
(Software TIA Portal n.d.; TIA Portal n.d.)

### **2.4 WinCC & WinCC Runtime**

WinCC on Siemensin SCADA-järjestelmän käyttöliittymän suunnittelutyökalu, jossa pystytään luoda skaalautuva visualisointijärjestelmä, joka sisältää monia toimintoja automatisoitujen prosessien valvontaan. WinCC sisältää erilaisia toimintoja kuten hälytyksiä, datan keruuta, datapisteiden esitystä käyrinä sekä simulointia. WinCC:stä on saatavilla eritasoisia paketteja riippuen käyttäjän tarpeesta, esimerkiksi toimintojen määrästä. (SIMATIC WinCC n.d.)

WinCC Runtime on käyntitila, jossa voidaan esimerkiksi ajaa ohjelmaa, millä pystyy simuloimaan valvomonäytön erilaisia toimintoja ilman fyysistä laitetta. Ohjel-

mistoa pystyy käyttämään itsenäisenä Runtime-lisenssillä, jolloin puuttuu kokonaan suunnittelutyökalut. Valvomonäytöllä pystytään simuloimaan muun muassa painikkeita, mittausarvoja ja hälytysten kirjausta, skriptejä, pylvädiagrammeja ja mittareita. (SIMATIC WinCC Runtime Software n.d.)



KUVA 1. WinCC ja WinCC Runtime ohjelmistot ja yhteys toisiinsa. (SIMATIC WinCC V7 n.d., 10).

### 3 TOTEUTUS

Toteutuksessa ensimmäiseksi perehdyttiin vanhaan tyyppilohkokirjastoon, mistä lähdettiin suunnittelemaan konsepteilla, mihin suuntaan päivitettyä kirjastoa haluttiin lähteä rakentamaan. Kappaleessa käydään myös tarkemmin läpi modernisointia, symboleiden ja hälytysten rakennetta. Valintoihin vaikutti toimeksiantajan kanssa käydyt kriteerit ja käytettävyyden näkökanta.

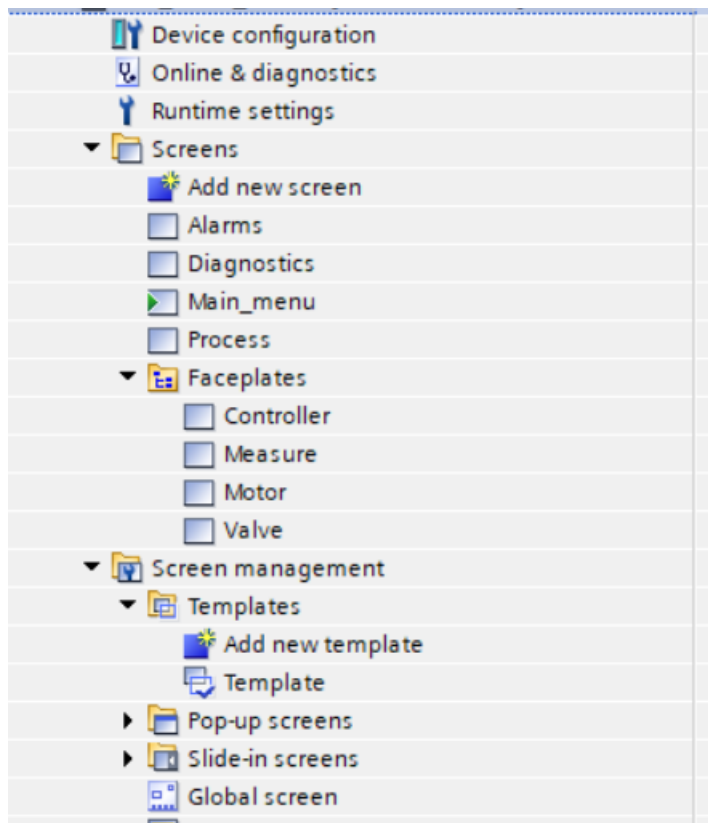
Käyttöliittymän suunnittelussa painotetaan käyttäjäystävällisyyttä ja helppoutta. Näihin saadaan vaikutettua esitystavalla ja riittävällä informaatiolla yhdellä silmäyksellä. Aina ei kuitenkaan tarvitse nähdä kaikkea kerralla, vaan prosessiohjauskohteille voidaan tehdä omia näyttöjä, jotka saa avattua helposti. Tuomalla erilaisia grafiikoita saadaan nopeasti selkeytettyä, mistä prosessista on kyse. Esimerkiksi moottorin ollessa prosessinohjauskohteena, on kohde helpompi tunnistaa symbolin avulla ja tila erilaisten värien kautta. Pelkän tekstin ja erilaisten arvojen avulla on haastava päätellä, mistä prosessinohjauskohteesta on kyse ja missä tilassa kohde on. (Prosessiautomaatio 2000, 4)

Taustaväriksi suositellaan harmaata väriä, jolloin muut värit saadaan korostumaan paremmin ja näin operaattori erottaa muut tila-, hälytys- ja raja-arvo värit selkeämmin näytöltä. Samoin myös esimerkiksi värilliset pylväsdiagrammit, symbolit ja taustavärilliset tekstit selkeyttävät operaattoria prosessissa tapahtuvista muutoksista. Symboleiden pitää olla selkeitä ja tunnistettavia, jotta ne auttavat operaattoria. Pitää kuitenkin muistaa, että ”liika on liikaa”, ja liiallinen värien ja symbolien käyttö yhdellä näytöllä saattaa myös häiritä ja sekoittaa operaattoria. Toimintavalikon on hyvä olla saatavilla kaikilla näytöillä, jotta navigointi on helpompaa. Siirtyminen näyttöjen välillä ja palaaminen päänäyttöön täytyy tapahtua yksinkertaisesti ja selkeästi, jotta matkalla ei pysty eksyä. (HMI Handbook n.d., 16-20)

Päivitetyn HMI tyyppilohkokirjaston suunnittelussa haluttiin ottaa myös huomioon muokattavuus, jotta tulevaisuudessa kirjaston päivittäminen käy nopeammin ja helpommin kehitysten myötä esimerkiksi hälytysten muokattavuudessa.

### 3.1 HMI tyypilohkokirjasto

Alkuperäinen tyypilohkokirjasto oli tehty TIA Portal V11 versioon vuonna 2012. Sitä on päivitetty uusimpiin versioihin niiden ilmestyessä, mutta itse kirjaston sisältöä ei ole päivitetty. Kirjasto sisältää erilaisia näyttöjä (kuva 2), grafiikoita, symboleita ja tageja.

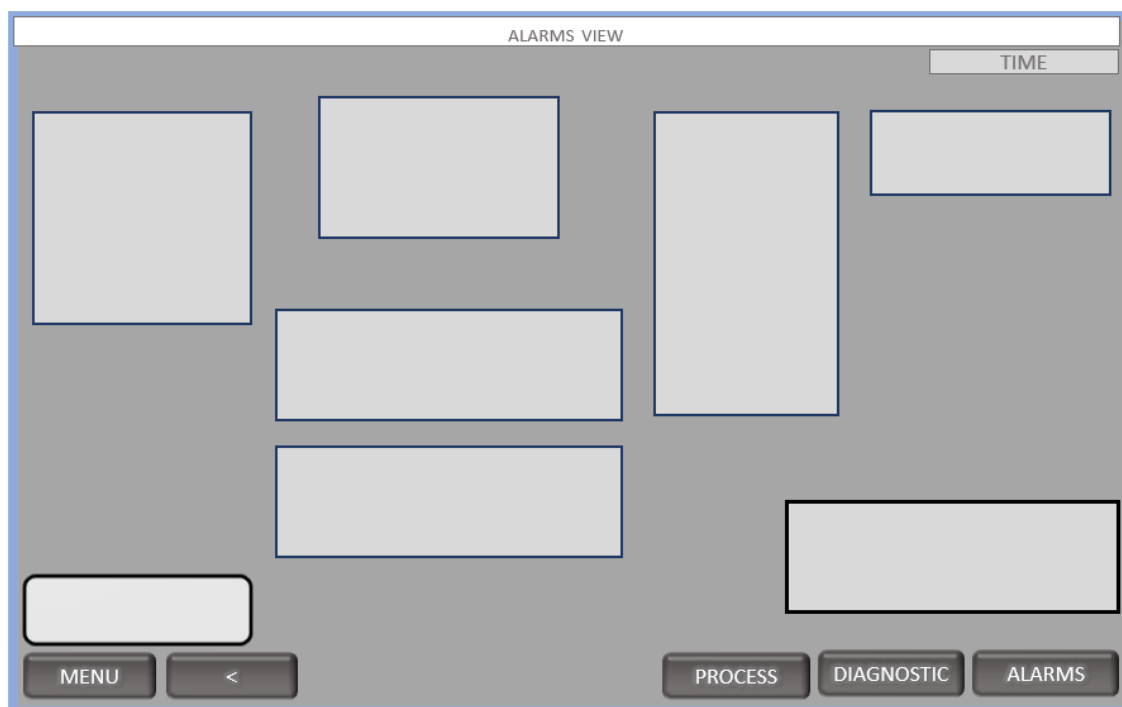


KUVA 2. Tyypilohkokirjastossa käytössä olevat näytöt.

Kirjastossa oli neljä ”pää” näyttöä, joista löytyi hälytykset, diagnostiikka, prosessi ja päänäyttö erilaisilla prosessinohjaus- ja laitetoiminnoilla. Näiden lisäksi neljä prosessinohjauskohde Faceplates-näyttöä säätimelle, mittauksille, moottorille ja venttiilille, joissa avautui popup-ikkunoita erilaisilla tiedoilla. Navigointi näyttöjen välillä tapahtui Template-näytön avulla, mitä kutsuttiin muissa näytöissä.

Vanhan kirjaston värimaailma oli taustaväriältään harmaa ja vihreä, jossa symboleiden ja muiden grafiikoiden kirkkaanpunaiset, -siniset ja -vihreät värit ilmoittivat tilasta. Näyttöjen sekä symboleiden värimaailma ei ollut yhtenevä. Esimerkiksi eri näytöissä tai symboleissa kuvattiin punaisen vikatilän väriä neljällä eri punaisen sävyllä.

Näyttöjen yleisilme, grafiikka ja symbolit olivat toimeksiantajan mukaan vanhan näköisiä. Moottorin, puhaltimien ja pumppujen kuvakkeista ei saanut tulkittua mistä laitteesta on kyse ilman otsikkoa. Yleisilme oli sekava ja jäänyt kymmenen vuotta jälkeen vanhahtavien popup-ikkunoiden, symboleiden ja värimaailman suhteen. Esimerkiksi päänäytöstä näkee kuvan kolme mukaisesti grafiikan ja sommittelun olevan sekavaa ja epäjärjestyksessä.

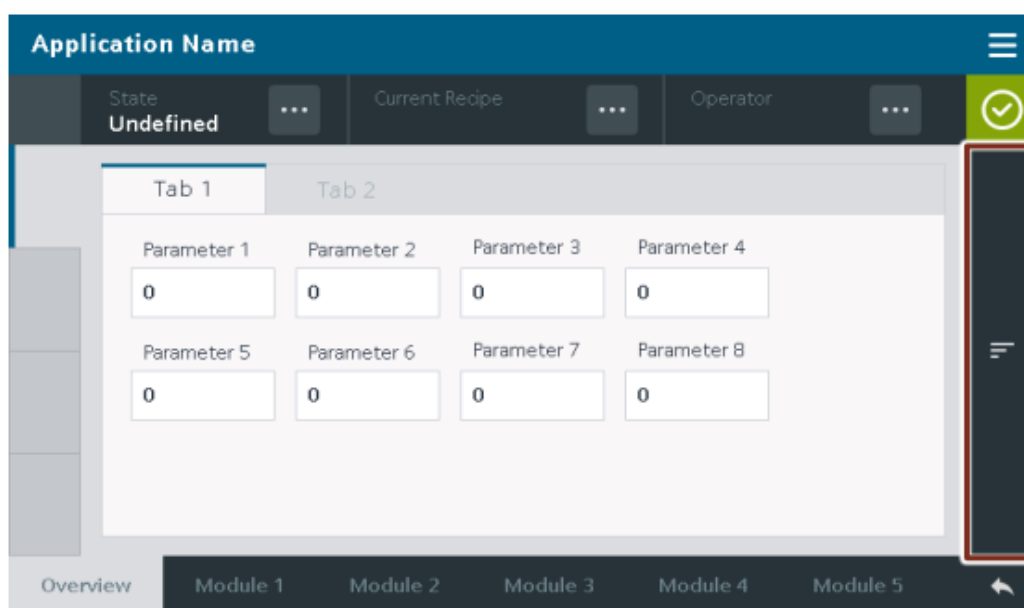


KUVA 3. Vanhan kirjaston päänäytön grafiikkaa ja sommittelu

Opinnäytetyön myötä kirjasto on päivitetty TIA Portal V16 versioon ja siinä on käytetty S7-1500 logiikkaa sekä 1500 Comfort paneelia. Kirjastossa on päivitetty vanhoja olemassa olevia toimintoja ja lisätty muutamia uusia toimintoja parantamaan käytettävyyttä. Kirjastoon haluttiin myös tuoda Fimpec-konsernin omaa värimaailmaa ja logo, jolloin käyttöliittymä on tunnistettavissa eri projekteissa ympäri maailmaa.

### 3.2 Modernisointi ja käytettävyys

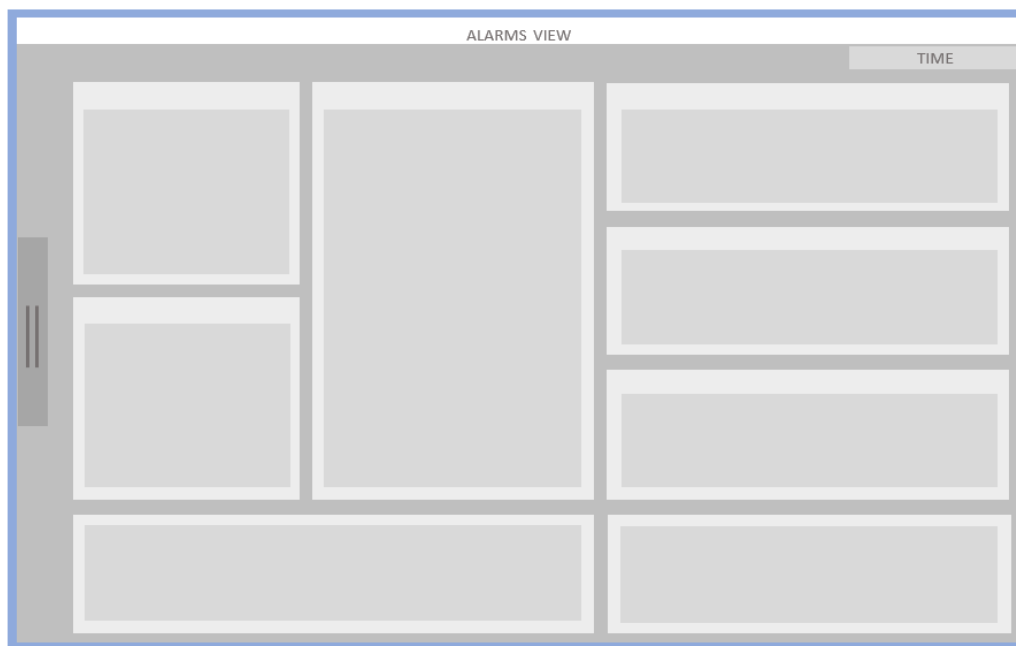
Modernisointiin käytettiin esimerkkinä Siemensin WinCC saatavaa HMI Template Suite-kirjastoa, joka on modernisoitu versio, mitä WinCC-työkalulla parhaimmillaan pystyy luomaan. HMI Template Suite -kirjastoa käytettiin muotojen ja grafiikoiden paranteluun ja antamaan esimerkkiä paremmasta värimaailmasta, sekä nykypäiväisemmistä toiminnoista. (HMI design with the HMI Template Suite 2022)



KUVA 4. WinCC:n HMI Template Suite kirjaston esimerkki kuva näytöstä. (HMI design with the HMI Template Suite 2022, 19)

Päivitetyssä kirjastossa näyttöjen värimaailmaa on tuotu enemmän nykypäivään käyttämällä enemmän neutraaleja ja pastellinsävyisiä värejä parantamaan visuaalista ulkonäköä. Aikaisemmat värit ja grafiikat saivat aikaan vanhan vaikutelman, jota yritettiin saada pois luomalla raikkaampi ja modernimpi ilme.

Näyttöjen grafiikkaa ja symboleita päivitettiin muuttamalla tekstin fonttia, värejä ja muotoja nykypäiväisemmäksi erilaisten rajausten ja värien yhdistelmien avulla. Päänäytön ulkonäköä saatiin selkeämmäksi muuttamalla näyttöjen grafiikkaa ja sommittelua kuvan viisi mukaisesti. Laatikot haluttiin saada samankokoisiksi ja laatikoiden reunojen alkavan samasta kohtaa, jotta näytön yleisilmeestä saatiin siisti ja selkeä.



KUVA 5. Päänäytön uusi grafiikka ja sommittelu

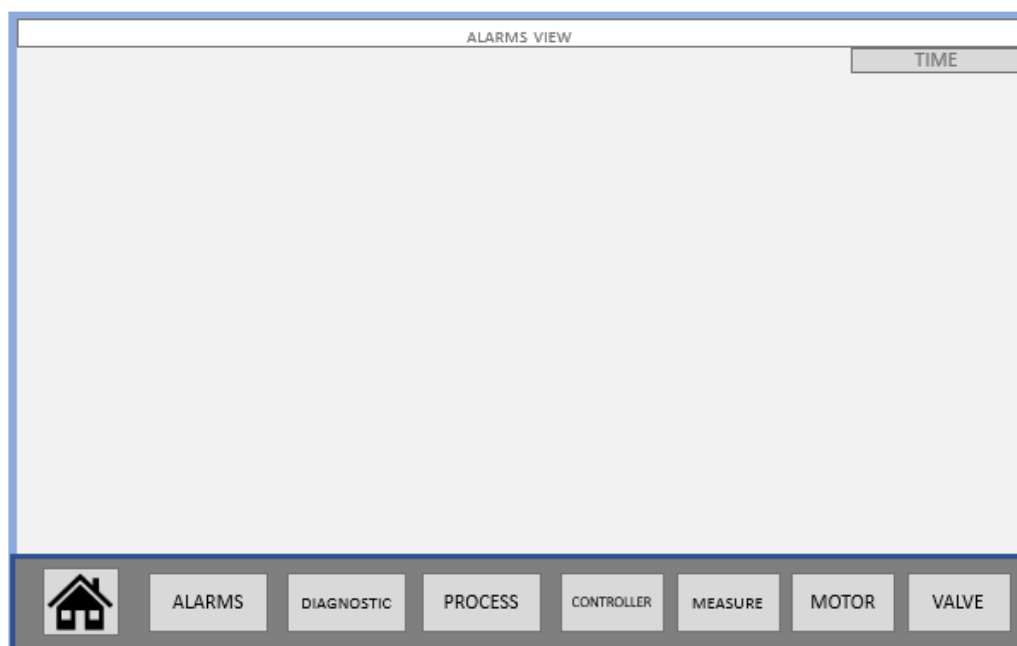
### 3.2.1 Navigoinnin konseptit

Toimeksiantajalla ei ollut suoraa visiota siihen, miten käytettävyyttä ja navigointia haluttiin parantaa. Käytettävyydestä päätettiin tehdä kolme erilaista konseptia, joissa toteutuisivat erilaiset ideat näyttöjen välillä navigointiin. Navigointi näyttöjen välillä toteutettaisiin toimintavalikolla, jossa painikkeet eri näytöille.

Toimintavalikko oli alkuperäisessä kirjastossa tehty Template-näytön avulla. Template-näyttöä kutsutaan halutuissa näytöissä, jolloin painikkeet ja muut näytölle laitettut toiminnot tulevat näkyviin näille kyseisille näytöille. Template-näyttöön oli kiinnitetty aika, hälytysvalikko, painikkeita, sekä tietyille prosessinohjauslaitteille toimintaikkuna.

Ensimmäinen konsepti (kuva 6) toteutettiin niin, että alkuperäisen Template-näytön toimintavalikon ideaa modernisoitiin. Template-näytön toimintavalikosta yritettiin luoda helpommin käytettävä versio vanhasta ideasta. Painikkeet ja muut toiminnot pysyivät samana, paitsi prosessinohjauslaitteiden toimintaikkunat siirrettiin päänäytölle ja toimintavalikkoon tuotiin painikkeet Faceplates-näyttöjen prosessinohjauskohteille.

Ensimmäisessä konseptissa navigointi on helppoa, sillä painikkeet ovat koko ajan näkyvissä käytettävyyden helpottamiseksi. Konseptissa ongelmakohtat ovat toimintavalikossa. Jos painikkeita ja toimintoja tarvitaan enemmän toimintavalikkoon, voi silloin toimintovalikosta tulla sekava, tilaa vievä ja symboleista liian pieniä käyttää sormella.



KUVA 6. Ensimmäinen konsepti; template-näytön toimintavalikko.

Toisessa konseptissa (kuva 7) toimintavalikko tehtiin slide-in-toiminnon avulla. Konseptissa käytettiin myös Template-näyttöä, johon jätettiin vain aika- ja hälytysikkunaruutu toiminnot. Slide-in-näytön saisi avattua kaikilla näytöillä pienestä painikkeesta ja pois samasta painikkeesta, kun Slide-in-toiminto on aktivoitu.

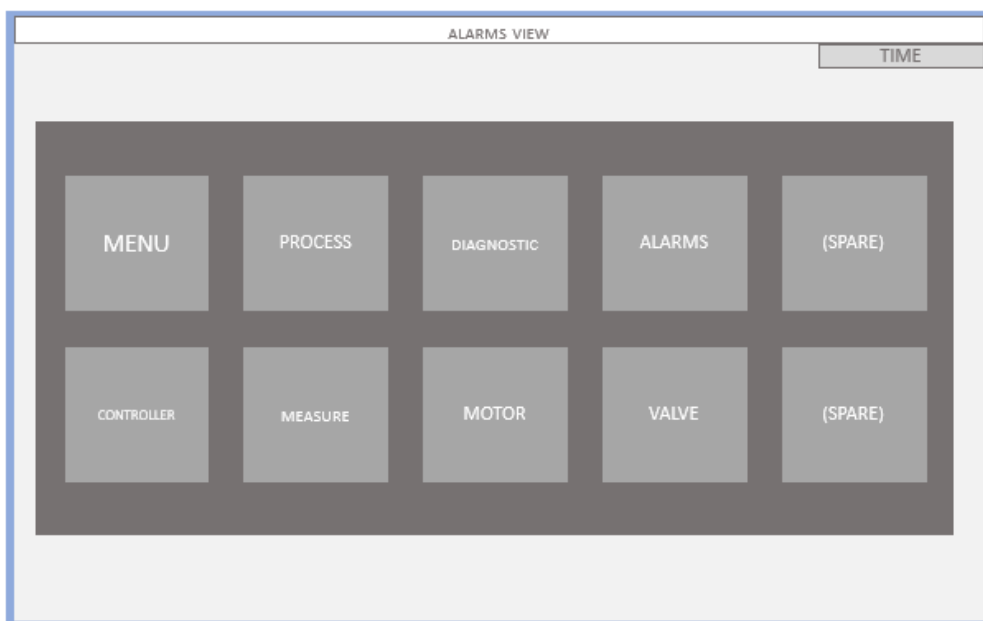
Näytölle jäisi enemmän tilaa prosessin kuvaamiseen ja muille toiminnoille, kun toimintavalikko ei veisi näytöltä tilaa, ja sen saisi vedettyä pienellä painikkeella esille. Navigointi pysyy helppona, sillä toimintavalikkoon pääsisi kaikilta näytöiltä. Operaattoreille pitäisi kuitenkin opettaa uuden toimintovalikon käyttö, sillä toimintavalikko on painikkeen takana eikä koko ajan näkyvissä. Toimintovalikon muokkaaminen ja toimintojen lisääminen olisi helppoa, sillä Slide-in-ikkunasta pystytään tekemään minkä kokoinen tahansa, eikä se veisi näytöltä siltikään suurempaa tilaa.





KUVA 7. Toinen konsepti; slide-in-toiminnon toimintavalikko.

Kolmannessa konseptissa (kuva 8) tehtiin kokonaan uusi päänäyttö, joka toimisi pelkästään toimintavalikkona. Silloin siirtyminen toiselle näytölle tapahtuisi uuden päänäytön kautta. Näytöille tehtäisiin painike, millä pääsisi päänäytön toimintavalikolle. Uusi päänäytön toimintavalikko olisi selkeä ja sinne saisi lisättyä paljon uusia toimintoja. Konseptissa hieman hankaluutta luo navigointi, kun siirtymiset näyttöjen välillä tapahtuu aina päävalikon kautta ja painikkeet ovat piilossa muilla näytöillä.



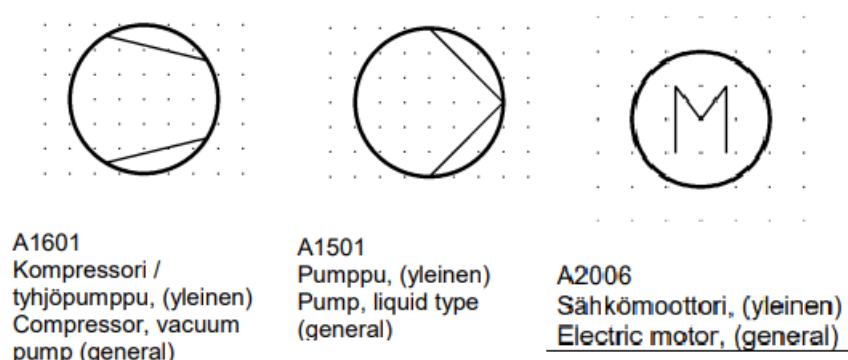
KUVA 8. Kolmas konsepti; Uusi päänäyttö toimintavalikkona

Konseptit esitettiin toimeksiantajalle ja valittiin parhaiten käytettävyyden ja muokattavuuden perusteella toimiva konsepti. Ensimmäisessä konseptissa muokattavuus ja tilan vieminen olivat isoimpia kompastuskiviä. Toisessa konseptissa mietittiin, onko toimintaikkunaan pääseminen selkeää ja helposti löydettävissä. Kolmannessa konseptissa pohdittiin, tuleeko navigoinnissa liikaa turhia painalluksia, mikä vaikuttaa käytettävyyteen huomattavasti.

Toisessa konseptissa toteutuivat parhaiten toimeksiantajan tavoitteet, jolloin toista konseptia lähdettiin työstämään eteenpäin toimintavalikon suhteen. Samalla käytiin läpi näyttöjen värimaailmaa ja muita toimintoja, jotta lopputuloksesta saataisiin toimeksiantajan tavoitteiden mukainen. Toimintavalikkoon tuotiin myös yhtiön logo, sekä värimaailma yhtenäistämään jatkossa yrityksen suunnittelemissa käyttöliittymiä ja projekteja, jolloin olisi tunnistettavissa kenen suunnittelusta on kyse.

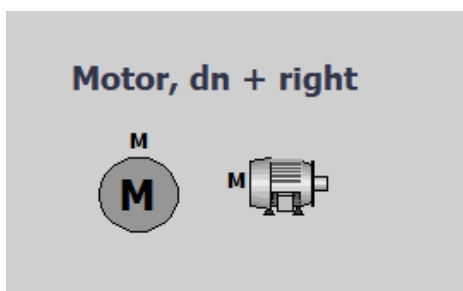
### 3.2.2 Symbolit

Näytöllä olevat grafiikat ja symbolit haluttiin muokata nykypäiväisemmäksi ja selkeämmiksi. Symbolit päivitettiin WinCC:n grafiikkakirjastolla, jolloin muokattavuus säilyy muutostenhallinnan ollessa projektien sisällä globaali. Symbolit haluttiin päivittää vastaamaan PI-kaavion symboleita kuvan yhdeksän mukaisesti, jolloin kirjasto saataisiin yhtenäisemmäksi ja ymmärrettävyyksi pysyisi mahdollisimman selkeänä.



KUVA 9. PSK standardi PI-kaavion symboleille. (PSK 3605 2016, 19-25)

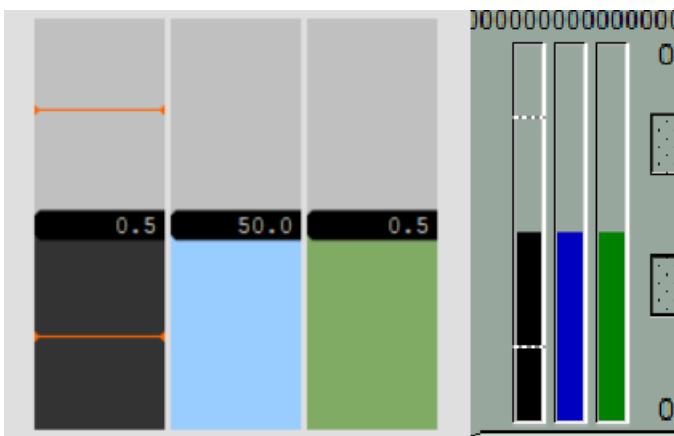
Kuvan kymmenen mukaisesti moottorin symboli sai PI-kaavion mukaisen uuden ilmeen, kun vanha 3D -tyylinen symboli ei kaikille ole selkeä ilman tekstiä, ja se myös näytti vanhanaikaiselta. Näin saadaan myös enemmän yhtenäisyyttä, sillä koskaan ei tiedä minkä näköinen tai tyylinen kyseessä oleva moottori fyysisesti on mitä käyttöliittymässä kuvataan.



KUVA 10. Moottorin symbolit: vasemmalla puolella päivitetty ja oikealla vanha

Myös laitteiden symboleiden värejä muutettiin selkeimmiksi ja yhtenäisemmiksi valitsemalla samat sävyt eri tiloille. Vanhat värit ilmestyvät näytölle ja silmille erittäin räikeänä ja vanhahtavana. Päivitettyissä symboleissa haluttiin saada tilaa kuvaavat värit hieman hillitymmiksi, mutta silti menettämättä tilan tunnistettavuutta.

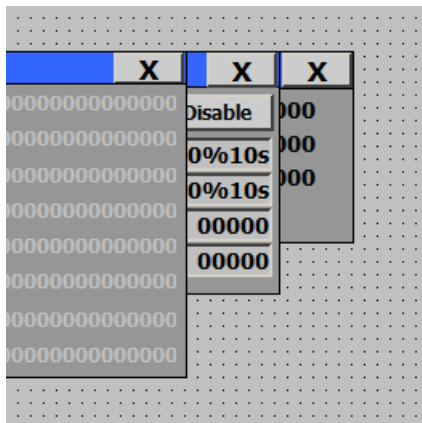
Grafiikoista pylväsdiagrammeille annettiin uudet värit ja ulkomuodot (kuva 11). Erottavuus vanhoissa pylväsdiagrammeissa oli näyttöpaneelilta hankala grafiikan ja koon takia. Esimerkiksi kirkkaan sininen vaihdettiin pastellinsiniseen väriin sekä tehtiin koosta ja ulkonäöstä näkyvämpi ja helpommin luettavampi.



KUVA 11. Pylväsdiagrammi: vasemmalla puolella päivitetty ja oikealla vanhat

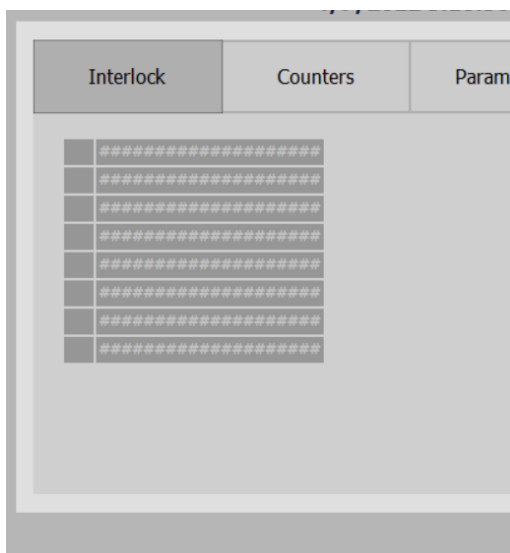
Myös muita grafiikoita ja symboleita paranneltiin selkeämmiksi, jotta ne näyttäisivät helposti luettavilta ja yhtenäisiltä. Vanhassa kirjastossa oli tehty paljon symboleita huolimattomasti, jolloin laatikoiden reunat eivät olleet samassa kohdassa tai samantyyllisillä symboleilla oli erilaiset värisävyt tai eri kokoiset fontit.

Isoin muutos grafiikassa tapahtui muuttamalla painikkeiden ja popup-ikkunoiden ulkonäköä ja sommittelua. Vanhassa kirjastossa popup-ikkunat avautuivat kuvan 12 mukaisesti sattumanvaraisesti näytölle, sekä niiden ulkonäkö oli vanhanaikainen. Käytettävyys oli myös erittäin heikko, sillä uuden popup-ikkunan avaaminen onnistui vasta, kun edellisen oli sulkenut.



KUVA 12. Vanhan kirjaston popup-ikkunat

Päivitetyssä kirjastossa popup-ikkunat avautuvat samaan kohtaan painikkeiden alapuolelle (kuva 13) ja uuden popup-ikkunan saa näkyviin painamalla painiketta. Käytettävyudessa parantuminen tapahtui selkeänä muutoksena, kun popup-ikkunoita ei enää tarvitse sulkea x-painikkeesta vaan painikkeilla pystyy tarkastelemaan ikkunoita nopeasti. Myös popup-ikkunoiden painikkeisiin tuli selkeyttä, niistä poistettiin vanhahtava kolmiulotteinen ulkonäkö. Ikkunoita painaessa väri muuttuu hieman tummemmaksi, jolloin erottaa selkeästi, mikä popup-ikkunoista on sillä hetkellä aktiivisena.



KUVA 13. Päivitetyn kirjaston popup-ikkunat ja painikkeet

### 3.3 Hälytykset

Toimeksiantaja halusi hälytyksiin selkeän priorisoinnin, jolloin hälytyksistä erottaisi paremmin hälytyksen vakavuus. Vanhassa kirjastossa hälytyksiä ei ollut jaoteltu ollenkaan ja oli vaikea nähdä esimerkiksi, onko raja-arvo melkein ylitymässä vai onko se jo ylitetty, kun hälytysnäkömään tulee monta hälytystä samanaikaisesti. Hälytyksille tehtiin jaottelu priorisointien, luokitusten ja värien avulla. Hälytyksille luotiin luokittelu käyttämällä Common data -toimintoa (kuva 14), jonka avulla saatiin nimettyä erilaisia hälytysluokkia ja priorisoitua luokituksia. Common data -toiminnolla niille saatiin eri väritoimintoja sekä jaoteltua hälytysikkunassa eri priorisointiluokituksen mukaisesti. Hälytykset luokiteltiin vian ja raja-arvojen lähestymisen ja ylittymisen mukaan. Näille annettiin omat värit (kuva 15) ja priorisointiluokat.

Hälytykset pystyttiin luokittelemaan 0-16 välillä nollan kuvastaessa priorisoinnissa korkeinta luokkaa. Korkeimmalla olevalla priorisoinnilla pystytään saamaan tärkeimmät hälytykset näkömään hälytysikkunaan ensimmäiseksi, jotta tärkeät hälytykset eivät huku muiden raja-arvo lähesty -hälytysten joukkoon.

Name	Display name	Acknowledgment	Priority
1 Acknowledgement	A	<input checked="" type="checkbox"/>	0
2 No Acknowledgement	NA	<input type="checkbox"/>	0
3 VIAT	VIAT	<input checked="" type="checkbox"/>	1
4 LL	LL	<input checked="" type="checkbox"/>	1
5 L	L	<input checked="" type="checkbox"/>	2
6 HH	HH	<input checked="" type="checkbox"/>	1
7 H	H	<input checked="" type="checkbox"/>	2
8		<input type="checkbox"/>	

KUVA 14. Common data -toiminnon hälytysluokittelu

Jotta priorisoinnista saataisiin mahdollisimman selkeä, annettiin vialle ja rajojen ylitykselle kirkaampi punainen väri ja raja-arvon lähestymiselle haaleampi punainen. Error-hälytykset saivat haalean oranssin värin kuvan 15 mukaisesti. Hälytyksistä tuli nähdä selkeästi, mitkä ovat sellaisia hälytyksiä, joihin tulee puuttua heti ja mitkä eivät ole prioriteetissa niin korkealla, mutta ovat kuitenkin otettava huomioon. Luokitusvärit pitää muistaa ottaa käyttöön runtime-asetuksista, jotta toiminto toimii käyttöliittymässä.

Display name	Name	State machine	Log	E-mail address	Backgro...	Backgro...	Backgro...	Backgro...
1	Errors	Alarm with single-mode ...	<No log>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
1	Warnings	Alarm without acknowle...	<No log>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	System	Alarm without acknowle...	<No log>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
57	Diagnosis events	Alarm without acknowle...	<No log>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A	Acknowledgement	Alarm with single-mode ...	<No log>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
NA	No Acknowledgement	Alarm without acknowle...	<No log>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
VIAT	VIAT	Alarm with single-mode ...	<No log>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
LL	LL	Alarm with single-mode ...	<No log>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
L	L	Alarm with single-mode ...	<No log>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
HH	HH	Alarm with single-mode ...	<No log>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
H	H	Alarm with single-mode ...	<No log>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

KUVA 15. Hälytysikkunassa hälytystenluokittelun värit

Common data -toiminnon avulla hälytysten jaottelu eri luokkiin, prioriteetteihin ja väreihin mahdollistaa hyvän muokattavuuden sekä kommunikoinnin PLC kanssa, sillä luokitteluja pystyy käyttämään suoraan logiikkaohjelmistossa. Luokitusten avulla myös hälytysten kuittaus pystytään suorittamaan esimerkiksi luokittain, jolloin hälytysikkunasta saadaan kuitattua vain tietyt hälytykset kerralla eikä kaikkia ja näin päästään vielä paremmin tarkastelemaan hälytyksiä.

### 3.4 Testaaminen

Päivitettyä kirjastoa ajettiin WinCC Runtime työkalun avulla, jolloin pystyttiin simuloimaan arvoja ja nähdä käyttöliittymän toimintaa. Simulointia pystyi tekemään

helposti pientenkin muutosten jälkeen, jolloin näki heti selkeästi toimivuuden. Kirjaston toimivuudessa ja symboleiden esityksessä esiintyi muutamia poikkeuksia, jotka saatiin simuloimalla huomattua ja korjattua. Simulointityökalu helpotti paljon suunnittelua ja toimintojen toimivuuden varmistamista.

Testaaminen suoritettiin myös Siemensin TP1500 Comfort näyttöpaneelin avulla. Paneelilla testattiin sekä vanha että päivitetty kirjasto, jotta saatiin vertailtua selkeästi muutoksia ja käytettävyyttä. Kirjastoista sai paremmin käsityksen, miltä kirjastot näyttävät konkreettisesti paneelilla ja käytettävyyden parannukset. Konkreettisesti testaamalla näyttöpaneelilla sai paremman käsityksen esimerkiksi painikkeiden ja muiden objektien koosta, sillä näyttöpaneeli on kosketusnäyttö, jota operaattori käyttää sormin. Tällöin painikkeet pitävät olla oikean kokoisia, jotta painaminen onnistuu erikokoisilla sormilla ja nämä asiat täytyi ottaa huomioon suunnittelussa ja testaamisessa. Myös tekstien koko ja erottuvuus muista väreistä otettiin huomioon testaamisessa, jotta huononäköisempi operaattori näkisi lukea hyvin tekstiä. Värien käyttö oli onnistunut, sillä näyttöjen selkeydessä ei ollut huomautettavaa. Toimintavalikon sai helposti esille ja siirtyminen näyttöjen välillä oli helppoa. Navigoinnissa ei pystynyt eksymään, joten turhista painalluksista oli päästy eroon ja käyttäjäystävällisyys tullut tilalle.

## 4 TULOKSET

Lopputuloksena saatiin päivitettyä HMI tyyppilohkokirjasto, missä toteutui toimeksiantajan tavoitteet. Päivitetty kirjasto luotiin käyttämällä TIA Portalin V16 versiota sekä kirjastossa käytettiin TP1500 Comfort paneelia S7-1500 logiikan kanssa. Kirjasto sai uuden modernin ilmeen värien ja muotojen ansioista, sekä käytettävyys parani huomattavasti uusien muokattavissa olevien toimintojen avulla. Päivitettyssä kirjastossa toimintavalikko on saatavilla jokaisella näytöllä viemättä suurempaa tilaa, mikä mahdollistaa siirtymisen näyttöjen välillä vaivattomasti ja helposti. Myös turhista siirtymisistä popup-ikkunoihin ja näyttöihin päästiin eroon, kun kaikki saatiin selkeästi samalle sivulle näkyviin. Ulkonäöllisesti myös näyttöjen sommittelulla saatiin modernia ilmettä aikaiseksi ja selkeyttä näyttöjen toimintoihin. Symbolit luotiin helposti muokattavaksi ja tunnistettaviksi yleisen PI-kaavion standardin mukaisiksi. Muut grafiikat ja symbolit päivitettiin samalla selkeimmiksi ja yhtenäisemmiksi.

Simuloimalla ja konkreettisesti testaamalla pystyttiin varmistamaan, että päivitetty kirjasto vastaa sekä toimeksiantajan asettamia että henkilökohtaisia tavoitteita. Näin saatiin myös huomattua virheet ja tarvittavat muutokset tehtyä helposti ja ajoissa, jotta työssä pysyttiin tavoitteissa ja aikataulussa.



## 5 POHDINTA

### 5.1 Tulosten ja tavoitteiden vertailu

Tulokset ja tavoitteet tulivat konkreettisesti yhteen opinnäytetyötä tehdessä. Tavoitteena oli päivittää HMI tyyppilohkokirjasto moderniksi, priorisoida hälytyksiä sekä parantaa käytettävyyttä ja yhtenäisyyttä. Tulokset kohtaavat näissä, sillä kirjasto sai modernin ulkonäön ja hälytyksillä on selkeä jaottelu oman luokituksen, priorisoinnin ja värien avulla. Käytettävyys ja yhtenäisyys pystyttiin toteamaan testaamalla kirjastoa konkreettisesti näyttöpaneelilla, jolloin saatiin selkeyttä näyttöjen yhtenäisyyteen, näyttöjen välillä navigointiin sekä turhien painallusten eroon pääsemisestä. Myös kaikki tarvittavat toiminnot saatiin toteutettua ja paranneltua sekä lisäksi näyttöön lisättiin myös kaksikielisyys. Tällä hetkellä näyttöön laitettiin Englannin ja Suomen kieli, mutta jatkossa toinen kielistä voidaan muuttaa sen maan kieleksi, mihin projekti tehdään.

Toimeksiantajan kanssa käytiin läpi päivitetty kirjasto ja asetetut tavoitteet. Toimeksiantaja oli tyytyväinen työn laatuun ja parannuksiin. Tavoitteissa kirjaston päivittäminen ja parantaminen tapahtui selkeästi ulkonäöllisellä muutoksella ja toimivuudella. Käytettävyydessä parannus tapahtui uudella toimintavalikolla ja navigoinnilla näyttöjen välillä, sekä popup-ikkunoiden toimivuudella ja selkeydellä. Vanhan ja päivitetyn kirjaston välillä on selkeä kymmenen vuoden ero ulkonäössä, vaikka moderni ilme on subjektiivinen käsitys. Yhtenäisyyttä toi näyttöjen samankaltaisuus, sekä toistuvat ja huolella tehdyt grafiikat ja symbolit. Yhtenäisyyttä luo myös toimeksiantajan logo sekä värimaailma toimintavalikossa. Hälytyksiin saatiin myös uusi jaottelu, millä näkee selkeästi erilaisten priorisointien perusteella, minkä tason hälytyksestä on kyse. Kirjaston muokattavuus tuli ilmi, kun käytiin läpi, miten grafiikkaa ja symboleita on päivitetty ja luotu, jotta jatkossa symbolien muodot ja värit on helppo muuttaa ilman, että symbolin tagi ja tilatiedot katoavat. Myös hälytysten jaottelun muokkaaminen on helppoa Common data -toiminnon avulla, jolloin luokituksia ja värejä saadaan lisättyä ja muutettua helposti. Näytöille on luotu yksinkertainen ulkonäkö, joka on helposti kopioitavissa ja muokattavissa, kun tulee tarve uusille näytöille tai toiminnoille tulee.

Ylimääräisenä oli lisätty vielä kaksikielisyys kirjastoon, joka helpottaa tulevia projekteissa huomattavasti. Tavoitteet saavutettiin ja kirjasto otetaan käyttöön tulevissa projekteissa. Kirjastoa aiotaan jatkossa päivittää useammin kuin kymmenen vuoden välein, jos resurssit antavat myöten.

Kirjasto täytti myös kaikki henkilökohtaiset tavoitteet mitä sille annettiin. Kirjastoa tehdessä tuli tehtyä paljon selvitystä TIA Portalin toiminnoista erilaisten manuaalien ja Siemensin forumin avulla. Uusina asioina esimerkiksi Common data-toiminto, mistä toimeksiantajallakaan ei ollut tietoa. Uutta tuli opittua myös aikataulusuhteen, sillä oman työn jaottelu pysyäkseen aikataulussa tuli tutuksi ja onnistui hyvin. Alkuperäisestä aikataulusta selvittiin reippaasti aikataulua edellä. Ainut asia mikä tuotti enemmän ongelmia, oli lähteiden oikeaoppinen merkkäminen ja osittain englannin kielen sanaston ymmärtäminen, joissain yhteyksissä. Myös suunnittelutaitoni parani huomattavasti ja opin paljon uutta tietoa Siemensin TIA Portal-ohjelmointityökalusta ja varsinkin WinCC-työkalun käytöstä ja toiminnoista, joita pystyn soveltamaan tulevaisuudessa.

## 5.2 Jatkokehitys

Opinnäytetyötä tehdessä tuli erilaisia ideoita mieleen jatkoa ajatellen, sen takia myös kirjaston muokattavuus haluttiin pitää hyvänä. Myös automaation ja käyttöliittymien kehittyminen on nopeaa ja markkinoille tulevien uusien toimintojen ja toteutuksien myötä kirjastoa on syytä pystyä muokkaamaan ja päivittämään jatkossakin.

Päivitettyä kirjastoa tullaan varmasti muokkaamaan ja lisäämään uusia toimintoja sitä mukaa, kun se saadaan käyttöön ja siitä saadaan palautetta. PLC tyyppilohkokirjaston päivittämisen myötä myös HMI tyyppilohkokirjastoon tulee uusia toimintoja tulevaisuudessa ja niin ollen saadaan kirjastosta vielä kattavampi. Uusia toimintoja, joita tällä hetkellä sinne pystyisi lisäämään ovat erilaiset trend-näytöt ja datan kerääminen sekä käyttöliittymän käyttö puhelimesta tai selaimesta.

Myös kirjaston sovittaminen erikokoisille näytöille on eräs tulevaisuuden jatkokehityskohteista, sillä 1500 näyttöpaneeli on 15” tuumainen ja suuri kokoinen. Osa

projekteista saatetaan tehdä jopa 7” tuumaisille näytöille, joihin päivitetty kirjasto ei sovi tällaisenaan. Silloin pitäisi huomioida vielä enemmän grafiikoiden ja symboleiden kokoa ja näyttöjen sommittelua, jotta kaikki toiminnot saadaan näytölle selkeästi.

Lisäksi yksi parannus kirjastoon olisi lisätä vielä eri kieliä. Tällä hetkellä kirjasto on tehty englanniksi ja suomeksi, mutta useiden projektien pääkielenä toimii jokin muu. Käyttöliittymät toteutetaan yleensä englannin kielellä ja kohdemaan omalla kielellä. Kirjastossa olisi hyvä siis olla kaikki yleisimmät kielet valmiina mihin projekteja tehdään suurimmaksi osaksi. Esimerkiksi lisättävät kielet olisivat ruotsi, saksa, venäjä ja espanja. Tämän toteuttaminen vaatisi kuitenkin tekijöiltä hyvää kielitaitoa. Rekrytoinneissa tulisi siis panostaa henkilöihin, jotka omaavat hyvän kielitaidon kyseiseen kieleen tai käyttää alan sanaston tuntevaa kääntäjää.

Käyttöliittymien tulevaisuus tekoälyn ja nopeasti kehittyvän alan myötä on vaikeaa arvioida, sillä tekoälynkin tuominen teollisuuteen tarkoittaisi silti käyttöliittymä näyttöjen tarvetta. Ihmisen pitäisi kuitenkin tietää mitä esimerkiksi tuotannossa tapahtuu, vaikka konkreettisia muutoksia ja säätöjä ei enää käyttöliittymän kautta tehtäisi. Käyttöliittymän toimisi siis silloin ennemminkin tarkastelun välineenä, jotta tuotannossa tapahtuu oikeita asioita tekoälyn puolelta. Joten on selvää, että käyttöliittymän kehitystä kannattaa jatkaa jatkossakin.

## LÄHTEET

Fimpec. 2021. Fimpec-konsernin esittely niiden omilla sivuilla. Luettu 15.3.2022. <https://fimpec.com/ajankohtaista/suomalainen-fimpec-kasvoi-kansainvaliseen-mittakaavaan-moderni-projektijohto-vaatii-rohkeaa-asennetta-yhteistyohon/>

Fimpec Engineering Oy. 2022. Fimpec Engineering Oy Jyväskylän toimipisteen esittely. Sisäinen materiaali. Luettu 16.3.2022.

HMI design with the HMI Template Suite. 2022. HMI Template Suite kirjaston manuaali V16 mallille 2020, päivitetty versio V17 2021. Luettu 1.3.2022. <https://support.industry.siemens.com/cs/document/91174767/hmi-design-with-the-hmi-template-suite?dti=0&lc=en-WW>

HMI Handbook. N.d. Practical Guide to HMI Selection, Design and Operation. AutomationDirect. Luettu 28.3.2022. <https://info.controlglobal.com/white-paper-2020-automationdirect-hmi-handbook-practical-guide>

Keinänen, T. 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit. Luettu 23.3.2022

Kippo, A., & Tikka, A. 2008. Automaatiotekniikan perusteet. Helsinki: Edita Publishing. Luettu 19.3.2022.

PSK 3605. 2016. Prosessiteollisuuden virtaus- ja PI-kaavioiden symbolit. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry. Luettu 17.3.2022. Vaatii käyttöoikeuden. <https://psk-standardisointi.fi/standardit/>

Prosessiautomaatio. 2000. Oulun Ammattikorkeakoulun prosessiautomaation materiaali. Luettu 1.4.2022. [http://www.oamk.fi/~kurki/automaatio-labrat/TTT/24\\_Prosessiautomaatio.pdf](http://www.oamk.fi/~kurki/automaatio-labrat/TTT/24_Prosessiautomaatio.pdf)

SIMATIC WinCC. N.d. Kuvaus WinCC:stä. Luettu 30.3.2022. <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/scada/simatic-wincc-v7.html>

SIMATIC WinCC Runtime Software. N.d. Kuvaus runtime ohjelmistosta. Luettu 30.3.2022. <https://new.siemens.com/in/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal/software/simatic-wincc-tia-portal/wincc-tia-portal-runtime-software.html>

SIMATIC WinCC V7. N.d. Katalogi WinCC:stä. Luettu 30.3.2022. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:eac06c86-f121-48f8-874f-30355aa6b111/difa-i10159-00-7600-simatic-winncc-v7.pdf>

Software in TIA Portal. N.d. Kuvaus TIA Portaalista. Luettu 28.3.2022. <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal/software.html>

TIA Portal. N.d. Kuvaus TIA Portal ohjelmistosta. Luettu 28.3.2022.

<https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal.html#SoftwareinTIAPortal>