



TAMPEREEN
AMMATTIKORKEAKOULU

KIINTEISTÖAUTOMAATION KÄYTTÖLIITTYMÄN JA OHJAUKSEN KEHITTÄMINEN

Lauri Hautaniemi

Opinnäytetyö
Toukokuu 2018
Konetekniikka
Koneautomaatio



TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Konetekniikka
Koneautomaatio

HAUTANIEMI, LAURI:
Kiinteistöautomaation käyttöliittymän ja ohjauksen kehittäminen

Opinnäytetyö 35 sivua
Toukokuu 2018

Opinnäytetyössä perehdyttiin tilaajayrityksen toimeksiantamaan kehitysprojektiin, jossa päivitettiin liikekiinteistön taloautomaation ohjaus ja käyttöliittymä vastaamaan nykyajan asettamia vaatimuksia. Työ oli osa laajempaa projektia, joka kattoi myös asennustyöt taloautomaatiota ohjaavien komponenttien tasolla. Tämän työn tavoitteena oli suunnitella ja uudistaa järjestelmän käyttöliittymä sekä määrittää järjestelmään päivitystyön yhteydessä vaihdettavat komponentit. Työssä hyödynnetään standardin SFS-EN ISO 9241-210 perusteita käyttäjälähtöisestä suunnittelusta. Hankitun teoriaosaamisen avulla määritettiin käyttöliittymän sisältö ja käyttötilanteet uudelleen.

Työssä saavutettiin asetetut tavoitteet käyttöliittymän kehittämisessä ja ohjausjärjestelmään vaihdettavien komponenttien määrittelyssä. Käyttöliittymän toimintojen ja sisällön määrittely tapahtui pohjautuen olemassa oleviin ja työn aikana selvitettyihin sidosryhmien vaatimuksiin. Laajemman käyttäjätestaukseen perustuvan käyttöliittymän jatkokehitys saatettiin aloittaa tehdyn työn pohjalta.

Työ oli kattava katsaus koneautomaation yhteydessä vähemmän käsitellyyn käyttöliittymäsuunnitteluun. Selkeästi toteutetun käyttöliittymän rooli on erilaisten järjestelmien tehokkaassa käytössä ja valvonnassa varsin merkittävä. Oikein toteutetun käyttäjärajapinnan helpon opittavuuden ja intuitiivisuuden ansiosta sisällön ymmärtäminen paranee huomattavasti. Työn tuloksista tulee olemaan myös hyötyä niin tekijälle kuin toimeksiantajana olleelle yritykselle myöhempien projektien aikana. Työssä ilmenneet kehittämissihtökset ovat esitettynä opinnäytetyön pohdinnassa.

Asiasanat: käyttäjäkeskeinen suunnittelu, käyttöliittymä, modernisointi

ABSTRACT

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

HAUTANIEMI, LAURI:
Development of User Interface and Control System for Building Automation

Bachelor's thesis 35 pages
May 2018

The aim of this thesis was to modernize a control system used in building automation. The main goal of this project was modernization of the graphical user interface of the automation system. The theoretical part of this thesis was based on standard SFS-EN ISO 9241-210. Background information was acquired through an extensive literature review to provide the best possible user experience to users.

In the course of this study, the graphical user interface was designed and made to meet the specified requirements. The requirements were based on the stakeholder's needs which already existed before the work. The additional requirements were gathered during the review of the existing automation system.

As a conclusion, the project can be considered successful as regards the objectives set for the UI design. Moreover, suggestions for further development were made according to the needs brought up by the client during the study. The development proposals are presented at the end of this thesis.

Key words: user-centered design, user interface, modernization

SISÄLLYS

| | | |
|-------|-------------------------------------------------------|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 6 |
| 1.1 | Opinnäytetyön tausta ja tarkoitus | 6 |
| 1.2 | Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus | 6 |
| 2 | TILAAJAYRITYKSEN ESITTELY | 8 |
| 2.1 | Yritys | 8 |
| 2.2 | Tuotteet ja palvelut | 8 |
| 3 | KÄYTTÖLIITTYMÄSUUNNITTELU | 9 |
| 3.1 | Ihmiskeskeisen suunnittelun perusteet..... | 9 |
| 3.1.1 | Yleistä | 9 |
| 3.1.2 | Käyttötilanteiden ymmärtäminen ja määrittely..... | 10 |
| 3.1.3 | Käyttäjävaatimusten määrittely..... | 11 |
| 3.1.4 | Suunnitteluratkaisujen tuottaminen..... | 12 |
| 3.1.5 | Suunnitteluratkaisujen testaaminen ja arviointi | 12 |
| 3.2 | Käyttöliittymän suunnittelu | 13 |
| 3.2.1 | Historiaa ja perusteita..... | 13 |
| 3.2.2 | Rakenteen suunnittelu ja mallit..... | 14 |
| 3.2.3 | Visuaalisuus | 16 |
| 3.2.4 | Värien merkitys käyttöliittymän suunnittelussa..... | 17 |
| 3.3 | Käytettävyys | 18 |
| 3.3.1 | Teoriaa ja käsitteitä | 18 |
| 3.3.2 | Käytettävyyden arviointimenetelmät | 18 |
| 4 | MODERNISOINNIN SUUNNITTELU | 20 |
| 4.1 | Nykyisen järjestelmän kartoittaminen | 20 |
| 4.2 | Esisuunnittelu..... | 24 |
| 5 | PÄIVITYSTYÖ..... | 26 |
| 5.1 | Logiikan ohjelmointi..... | 26 |
| 5.1.1 | Yleistä | 26 |
| 5.1.2 | Ohjelman muuntaminen uudelle logiikalle | 26 |
| 5.2 | Käyttöliittymän kehittäminen | 27 |
| 5.2.1 | Graafisen käyttöliittymän suunnittelu | 27 |
| 5.2.2 | Käyttöliittymän ohjelmointi | 29 |
| 6 | POHDINTA..... | 33 |
| 6.1 | Projektin arviointi | 33 |
| 6.2 | Jatkokehitysehdotukset | 33 |
| | LÄHTEET..... | 35 |

LYHENTEET JA TERMIT

| | |
|-----|---------------------------------------------------------------|
| CPU | Central Processing Unit |
| GUI | Graafinen käyttöliittymä (Graphical User Interface) |
| HMI | Ihmisen ja koneen välinen rajapinta (Human Machine Interface) |
| I/O | Tulo/Lähtö (Input/Output) |
| PLC | Ohjelmoitava logiikkaohjain (Programmable Logic Controller) |
| UI | Käyttöliittymä (User Interface) |
| UX | Käyttäjäkokemus (User Experience) |

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta ja tarkoitus

Opinnäytetyö käsittelee tilaajayrityksen toimeksiantamaa työtä, jossa kehitetään olemassa olevaa taloautomaatiojärjestelmää vastaamaan nykyajan tarpeita. Työssä paneudutaan järjestelmän ohjauksen modernisointiin ja helppokäyttöisen käyttöliittymän tuottamiseen. Lisäksi valmistellaan jatkokehitystoimenpiteitä entuudestaan määritettyjen ja opinnäytetyön aikana ilmenevien seikkojen pohjalta.

Työ suoritetaan tilaajayrityksen omistavan konsernin Tampereella sijaitsevan liikekiinteistön taloautomaatiota ohjaavaan järjestelmään. Järjestelmä on nykyiselläänkin poikkeuksellinen verrattuna tavanomaisiin taloautomaatiojärjestelmiin. Ohjauksessa käytetyt komponentit kuten PLC ja väylälaitteet ovat teollisuudessa käytettyjä komponentteja taloautomaatiossa yleisesti käytettyjen laitteiden sijasta. Lisäksi järjestelmän laitteiden välisessä kommunikaatiossa hyödynnetään teollisuudesta tuttuja väylätyyppejä taloautomaatiossa käytettyjen sijasta.

Koska erilaisten järjestelmien modernisoinnin yhteyksissä on käsitelty useasti perinteisten automaatiokomponenttien toimintaa ja ohjelmoinnin teoriaa, valittiin tämän työn teoreettiseksi pohjaksi käyttöliittymän suunnittelu käyttäjälähtöisestä näkökulmasta.

Opinnäytetyön aiheesta on keskusteltu jo vuonna 2013 työskennellessäni opinnäytetyön teettäneessä yrityksessä. Työ valikoitui soveltuvuutensa ja sille muodostuneen tarpeen perusteella.

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet ja rajaus

Opinnäytetyön tavoitteena on toteuttaa liikekiinteistöön uusi ohjausjärjestelmä taloautomaation tarpeisiin. Nykyisen järjestelmän komponenttien tullessa käyttöikänsä päähän ja varaosien saatavuuden heikentyessä katsottiin tarpeelliseksi tehdä kokonaisvaltainen ohjauksen ja käyttöliittymän päivitys. Opinnäytetyön on tarkoitus parantaa taloautomaation

ohjausjärjestelmän toimintavarmuutta. Työ koostuu ensisijaisesti suunnittelusta ja ohjelmoinnista. Lisäksi valmistellaan liitettävyys tilaajayrityksen luomaan verkossa toimivaan etävalvontaportaaliin. Opinnäytetyön ulkopuolelle rajataan järjestelmän fyysisten komponenttien vaihto.

2 TILAAJAYRITYKSEN ESITTELY

2.1 Yritys

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli tamperelainen koneautomaation palveluja tuottava yritys, jonka historia ulottuu aina vuoteen 1965 asti. Tilaajayritys on osa yksityisomisteista konsernia, johon kuuluu kaksi muutakin yritystä.

2.2 Tuotteet ja palvelut

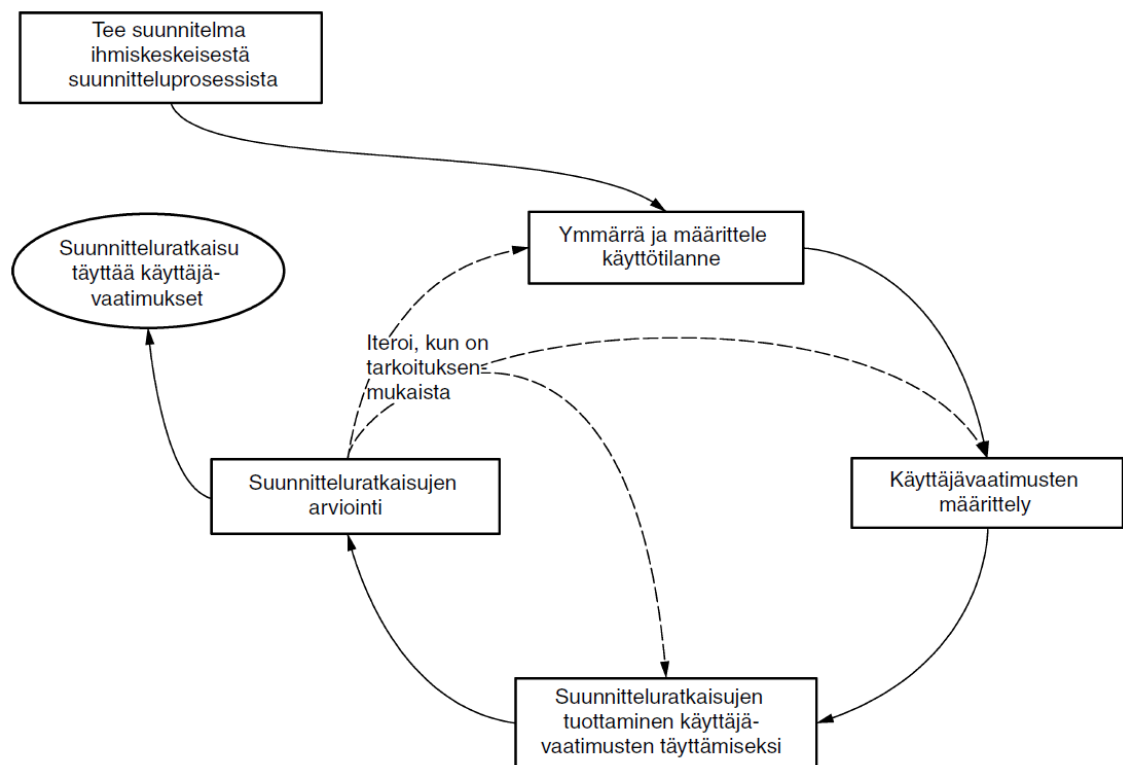
Toimeksiantaja palvelee suomalaisia yrityksiä kuin yksityisiä asiakkaitakin. Asiakkaisiin kuuluu suurien pörssiyhtiöiden ohella pienempiä toimijoita kuten huoltoliikkeet ja erilaiset laitevalmistajat. Tuoteohjelmaan kuuluvat muun muassa useiden tunnettujen valmistajien automaatio- ja sähkökomponentit. Lisäksi yritys tarjoaa keskus- ja laitevalmistusta sekä suunnittelupalveluja.

3 KÄYTTÖLIITTYMÄSUUNNITTELU

3.1 Ihmiskeskeisen suunnittelun perusteet

3.1.1 Yleistä

Ihmiskeskeinen suunnittelu on vakiintunut menetelmä joka on terminä harvoin esillä päivittäisessä suunnittelijan työssä. Standardissa SFS-EN ISO 9241-210 kuvataan ihmiskeskeisen suunnitteluprosessin pääkohdat ja toimintatavat vuorovaikutteisten järjestelmien koko elinkaaren suunnittelun osalta. Standardi ei kuitenkaan käsittele spesifejä menetelmiä, joita suunnittelussa tarvitaan, vaan toimii ohjearvona. Standardia voidaan soveltaa sekä laitteistojen että ohjelmistojen käyttäjäkeskeisen suunnittelun alueella kuten määriteltäessä käyttöliittymien sisältöä ja toiminnollisuuksia (SFS-EN ISO 9241-210, 12). Kuviossa 1 esitetään standardissa mainittu toimintamalli visuaalisessa muodossa. Kuvion eri osia käsitellään tarkemmin kappaleissa 3.1.2–3.1.5.



KUVIO 1. Ihmiskeskeisen suunnittelun aktiviteetit (SFS-EN ISO 9241-210, 12)

Käyttäjakeskeisen suunnittelun tarpeellisuus tulee perustella siitä saatavilla hyödyillä. Näitä voivat olla merkittävät hyödyt markkinoilla ja säästöt elinkaaren kokonaiskustannuksissa. Käyttäjakeskeisen suunnittelun suurimmat hyödyt ilmenevät parantuneena tuotavuutena, alentuneina käyttäjätuki- ja koulutuskuluina eri käyttäjäryhmien tasapuolisemman huomioon ottamisen ansiosta. Lisäksi toimintatapa ilmenee epävarmuuden ja virheratkaisuiden vähentymisenä sekä tukevat tuotteen kilpailukykyistä asemaa markkinoilla. (SFS-EN ISO 9241-210, 16–18.)

Käsitellyn standardin viitekehyksen mukaisesti tulee ymmärtää kattavasti käyttäjien ja käyttöympäristön vaatimukset ja pitää loppukäyttäjä osallisena koko suunnitteluprojektin ajan. Käyttäjakeskeisen arvioinnin ja iteratiivisen kehitysmenetelmän ansiosta hyvän käyttäjäkokemuksen luominen on helpompaa. Lisäksi on huolehdittava suunnittelutiimin monialaisuudesta jotta lopputulos ei jää liian kapeakatseiseksi. (SFS-EN ISO 9241-210, 20–22.)

Käyttäjakeskeisen suunnittelun edut havaitaan tarkastelemalla tuotteen elinkaaren kokonaiskustannuksia ja niiden alemmaa tasoa tavanomaisia menetelmiä hyödyntävän suunnitteluprosessin tuotoksiin. Seuraavissa kappaleissa käsitellään käsitellyn standardin ohjaamien aktiviteettien keskeisimpiä tuotoksia ja niiden merkitystä suunnitteluprojektissa.

3.1.2 Käyttötilanteiden ymmärtäminen ja määrittely

Käyttötilanteiden tunnistaminen ja niiden kuvaus on lähtökohta minkä tahansa järjestelmän suunnittelulle. Käyttötilanteesta muodostettavan kuvauksen sisältö koostuu seuraavista asioista:

- käyttäjät ja muut sidosryhmät
- käyttäjien tai käyttäjäryhmien ominaisuudet
- käyttäjien tavoitteet ja tehtävät
- järjestelmän ympäristö(t) (SFS-EN ISO 9241-210, 30.)

Kuvaus voidaan tehdä järjestelmän nykyisestä tai tulevasta käyttötilanteesta. Päättävänä on kuitenkin kerätä tietoa riittävässä määrin, jotta kokonaisuutta ymmärrettäisiin paremmin. Tulevien käyttötarkoitusten määrittely tulisi suorittaa siten että niistä selviää,

missä olosuhteissa vaatimukset pätevät. Kerättyä tietoa hyödynnetään myöhemmin vaatimusten määrittelyssä, suunnittelu- ja arviointiaktiiviteeteissa. (SFS-EN ISO 9241-210, 30.)

3.1.3 Käyttäjävaatimusten määrittely

Käyttäjien tarpeiden ja tuotteen tai järjestelmän toiminnallisten ja muiden vaatimusten määrittäminen on keskeinen suorite suunnitteluprojekteissa. Tämä käsittää laajamittaisen eri sidosryhmät kattavan käyttäjävaatimusten selvittämisen, joka kattaa sekä käyttötilanteet ja liiketoiminnalliset intressit. Tarpeesta riippuen selvittäminen saattaa kattaa myös organisaation työtapoihin ja toimintamalleihin kohdistuvia vaatimuksia. (SFS-EN ISO 9241-210, 30.)

Käyttäjien ja muiden sidosryhmien tarpeiden kartoittaminen suoritetaan huomioiden tavoitteellinen käyttötilanne. Tässä vaiheessa otetaan kantaa asioihin, jotka tulee saavuttaa olemassa olevien rajoitusten puitteissa. Käyttäjävaatimusmäärittelyyn tulee ottaa kantaa

- tulevaan käyttötilanteeseen
- käyttäjien tai käyttöympäristön asettamiin vaatimuksiin
- ergonomisiin ja standardien asettamiin vaatimuksiin
- käytettävyyteen ja
- organisaation asettamiin vaatimuksiin. (SFS-EN ISO 9241-210, 32.)

Ideaalitilanteiden puutteessa kompromisseja on tehtävä vaatimusten ja käytössä olevien resurssien pohjalta. Päätökset tehdään esimerkiksi painoarvoihin perustuen, tarpeen tullen suoritetaan ristiriidassa olevien vaatimusten uudelleenkäsittely oleellisten sidosryhmien läsnä ollessa. Jotta käyttäjävaatimusten toteutumista voidaan seurata myöhemmin, tehdään kokonaisuudesta dokumentaatio, jota päivitetään tarpeen tullen. (SFS-EN ISO 9241-210, 32.)

3.1.4 Suunnitteluratkaisujen tuottaminen

Suunnitteluvaiheessa tuotetut ratkaisut vaikuttavat suuresti, mihin suuntaan tuote tai palvelu jalostuu ja millaisen käyttäjäkokemuksen se luo. Suunnitteluratkaisujen sisältö muodostuu pitkälti käyttötilanteiden kuvausten, erilaisten arviointien ja suunnitteluryhmän teknisen tietämyksen tason perusteella. Käyttäjävaatimukset saattavat lisäksi muuttua ja kehittyä iteratiivisen tarkastelu- ja kehitysprosessin aikana. (SFS-EN ISO 9241-210, 32.)

Suunnitteluratkaisujen tuottamisen tulisi käsittää seuraavat aktiviteetit:

- koko käyttäjäkokemus (UX), käyttäjävaatimukset sekä käyttäjän ja järjestelmän välisen vuorovaikutuksen toteuttava käyttöliittymäsuunnittelu
- suunnitteluratkaisujen konkretisointi
- suunnitteluratkaisujen kehittäminen iteratiivisessa prosessissa arvioiden ja palautteen pohjalta
- suunnitteluratkaisujen esittely ne toteuttavalle ryhmälle. (SFS-EN ISO 9241-210, 34.)

3.1.5 Suunnitteluratkaisujen testaaminen ja arviointi

Ihmiskeskeisen suunnittelun tuotoksen arviointimenetelmänä käyttäjakeskeinen arvio on tehokkain. Arviointia on suoritettava varhaisista luonnoksista lähtien käyttäjien tarpeiden ymmärtämiseksi. Suunnittelun periaatteista ja ohjeistuksista riippumatta järjestelmän tai palvelun kehittäminen on haastavaa ja jatkuvat katselmuksat kehitykseen ovat perusteltuja. Toisaalta liiallinen käyttäjän konsultointi jokaisessa projektin vaiheessa on resursien hukkaa kasvattavaa ja tällöin on aiheellista tukeutua muihin arviointimenetelmiin. Soveltuvia arviointitapoja ovat muun muassa tuotosten vertailu käyttäjävaatimuksiin, standardeihin ja muihin ohjeistuksiin. (SFS-EN ISO 9241-210, 38.)

Käyttäjakeskeisessä arvioinnissa sen aikataulutus ja tarkoituksenmukaisuus ovat ensiarvoisen tärkeitä seikkoja. Käyttäjien suorittamat katselmuksat tulisi sijoittaa ennalta määritettyihin ajankohtiin, jolloin esille tuotujen parannusehdotusten toteuttaminen tarpeellisissa määrin on mahdollista suorittaa. Soveltuvia arviointimenetelmiä on eritelty teknisessä raportissa ISO/TR 16982. Yleisimpiä käyttäjakeskeisiä arviointimenetelmiä ovat

käyttäjöpohjainen testaus ja käytettävyys- ja esteettömyysohjeisiin sekä -vaatimuksiin perustuvat tarkastukset. (SFS-EN ISO 9241-210, 38–40.)

Käyttäjöpohjaista testausta voidaan hyödyntää missä tahansa vaiheessa suunnitteluprosessia. Käyttäjiltä kerätään palautetta erilaisten luonnosten ja fyysisten prototyyppien avulla, joita arvioidaan teoreettisesti tai todellisessa käyttöympäristössä. Tällöin arviointi perustu käyttäjryhmien omaan tietämyksen tasoon. Tarkastuspohjaisella arvioinnilla täydennetään käyttäjöpohjaista arviointia. Tämän arvioinnin suorittaa yleensä ulkopuolinen käytettävyysasiantuntija, jolla on vertailukohtana laajempi tietämys aihepiiristä useista eri ympäristöistä. Menetelmänä tämä on tehokkaampaa käyttäjiltä kerättävään arviointiin verrattuna, koska aiheeseen perehtynyt taho pystyy erottelemaan selkeät ongelmakohdat tuotteesta, joita tulee parantaa. (SFS-EN ISO 9241-210, 40–42.)

Lisäksi voidaan suorittaa pitkäaikaista seurantaan normaalien käyttötilanteiden arvioinnin lisäksi. Tämän tapainen arviointi suoritetaan yleensä määrätyn ajan kuluttua järjestelmän käyttöönoton jälkeen. Arvioinnissa pyritään löytämään järjestelmän tai tuotteen suorituskykyyn liittyviä seikkoja. Tunnistettuihin seikkoihin pystytään helpoiten vastaamaan muuttamalla arvoa tuottamattomia käyttäytymismalleja kuin muuttamalla itse järjestelmää. (SFS-EN ISO 9241-210, 42.)

3.2 Käyttöliittymän suunnittelu

3.2.1 Historiaa ja perusteita

Graafisen käyttöliittymän (GUI) kehittäjänä pidetään amerikkalaista Douglas Engelbartia. Valmistuttuaan sähköinsinööriksi vuonna 1948 hän aloitti työt NASA:a edeltäneessä NACA-instituutissa. Eräänä päivänä hän ymmärsi, että haluaa työskennellä tehden suurempaa yleisöä hyödyttäviä keksintöjä ja alkoi kehittämään käyttöliittymää sen aikaisia tietokoneita varten. Tuohon aikaan tietokoneiden syöttölaitteena toimivat muun muassa reikäkortit. Vuonna 1968 hän esitteli ensimmäistä kertaa graafisen käyttöliittymän jota operoitiin nykyaikaista näppäimistöä ja hiirtä käyttämällä. (Reimer, J. 2005.)

Hyvän GUI:n merkitystä, suunnittelu- ja tuottamismenetelmiä on tutkittu laajemmin ohjelmistotekniikan alalla, minkä teoriaan tämä kappale perustuu. Käyttöliittymän hyvyys mitataan sen miellyttävyydessä, turvallisuudessa ja uskottavuudessa. Käyttöliittymän tulee olla myös yksiselitteinen ja se on myös osa yrityksen luomaa brändiä (Develore n.d.).

Väyrksen, Nevalan ja Päivisen (2004, 96) mukaan käyttöliittymäsuunnittelua pidetään enemmän taiteen lajityyppinä kuin tieteeseen perustuvana työnä. Vuorovaikutteisuuden ohjeena näyttelevät osaansa kognitiiviset perusteet, jotka ovat edistyneet tutkimuksen ansiosta kiitettävästi. Teorian yhteisymmärryksen, vajavaisen sellaisen, johdattamana käyttöliittymän suunnittelun haastavuus tarvitsisi kuitenkin lisää käytäntöön perustuvia kokemuksia.

Edellä mainitusta huolimatta Jacob Nielsenin (1995) suorittamien tutkimuksien mukaan tehty kymmenen kohdan listaus on kuitenkin ollut alan teoriana 1990-luvulta lähtien. Käyttöliittymän sisältöä suunniteltaessa seuraava luetteloitu heuristiikka on yksi tehokkaimmista työkaluista:

- järjestelmän tilan selkeä näyttäminen
- vuorovaikutus käyttäjän omalla kielellä
- selkeät tiet pois virhetilanteista, undo- ja redo-toimintojen käyttö
- käyttöliittymän johdonmukaisuus
- selkeät vikailmoitukset ja niiden kuittausmahdollisuudet
- käyttäjän muistia ei tule kuormittaa, käytä kuvaavia toimintoja ja indikaattoreita
- minimalistinen design, objektien relevanttius
- oikopolkujen tarjoaminen kehittyneille käyttäjille
- virhetilanteisiin joutumisen välttäminen
- dokumentaation ja ohjeiden sisällyttämien käyttöliittymään.

3.2.2 Rakenteen suunnittelu ja mallit

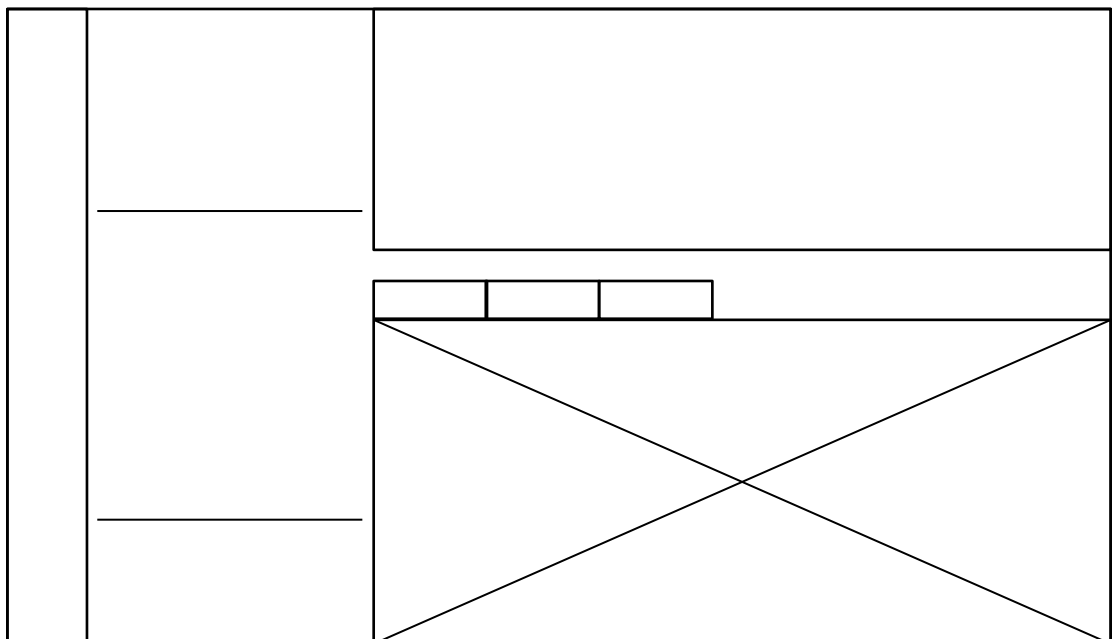
Jokelan (2010, 56) mukaan UI:n suunnittelun ohjeistot voidaan jakaa kolmeen eri tasoon:

1. asiantuntijoiden luomat suunnitteluohjeet
2. standardit
3. muut ohjeet tyyliin ja sisältöön.

Asiantuntijoiden tuottamilla suunnitteluohjeilla on selkeä merkitys organisaatiossa, jossa useampi henkilö osallistuu käyttöliittymien kehittämiseen. Tämän tyyppiset ohjeet sisältävät usein standardeihin ja käytännössä tutkittujen ja hyväksi todettujen menetelmien yhdistelmiä, joita suunnittelutyössä tulee käyttää. Tällöin vältetään tulkinnanvaraisuuksista johtuvien epäjohtonmukaisuuksien syntymistä. Tyylioppaiden merkitys korostuu eritoten suunniteltaessa käyttöliittymää tietyn tyyppisiin käyttöjärjestelmiin ja -ympäristöihin, kuten matkapuhelimeen tai tietokoneelle. Tällä halutaan määrittää vakioidut sijainnit valikoille ja muille elementeille sekä ottaa kantaa termistöön sovellusten välisen yhdenmukaisuuden varmistamiseksi. (Jokela 2010, 56–59.)

Käyttöliittymän rakenteen ja järjestyksen suunnittelu perustuu aiemmin hankittuun tietoon käyttötilanteista ja muihin käyttäjien esittämiin vaatimuksiin. Näistä muodostetut dokumentit johdattavat suunnittelijaa prosessin lävitse kertomalla, mikä informaatio ja millaiset hallintavälineet ovat tarpeellisia ja tulee sisällyttää käyttöliittymään. Käyttöliittymän sisältöä sommiteltaessa on edettävä siten, että käyttäjän huomio saadaan kiinnitettyä oikeisiin asioihin ja esitettyä on vain tarvittava informaatio. Keinoja huomion kiinnittämiseen ovat tekstin tyypit ja UI:n elementtien värit. Tyhjä tila elementin ympärillä taas auttaa korostamaan sen merkitystä. (Kuutti 2003, 91–94.)

UI:n jäsentelyn suunnittelussa voidaan käyttää erilaisia apuvälineitä kuten rautalankamalleja. Kuviossa 2 on esitetty rautalankamalli käyttöliittymän etusivun karkeaan luonnosteeluun.



KUVIO 2. Rautalankamalli UI:n näkymän sijoitteluun (Hautaniemi 2018)

Mallin tyypistä riippumatta niitä kehitetään iteratiivisessa prosessissa vastaamaan määritettyjä vaatimuksia. Muutoksia malleihin suoritetaan pääsääntöisesti käytettävyydestä tulosten perusteella., jolloin oikeat käyttäjät saavat antaa palautetta mallien asettelusta tai todellisista käyttötilanteista. Tämä vuorovaikutussuunnittelun osa jaksottuu ideaalitalanteessa koko kehitysprosessin ajalle. (Jokela 2010, 62, 64.)

Käyttöliittymän näkymiä mallinnettaessa huomioidaan käyttäjäryhmien tarvitseman informaation laatu ja sen tehokas käyttötapa. Yleensä onkin tehokkainta kohdentaa käyttöliittymän sisältö kullekin käyttäjäryhmälle. Esimerkiksi laitteen käyttäjän ja ylläpitäjän välillä on eroja. Heitä kuitenkin yhdistää tekijä, että kumpikin tuntevat laitteiston riittävän hyvin toimiakseen tehokkaasti sen kanssa. Kolmanneksi ryhmäksi voitaisiin ajatella henkilöt, jotka eivät käytä tavallisesti kyseistä järjestelmää tai laitetta käyttöliittymän kautta. (Jokela 2010, 33–34.)

3.2.3 Visuaalisuus

Visualisoinnilla on keskeinen merkitys UI:n suunnittelussa jo prosessin varhaisimmissa vaiheissa. Visuaalinen mallintaminen mahdollistaa tehokkaan käyttäjälähtöisen suunnittelun, sillä kommunikointi käyttäjien ja muiden suunnittelijoiden kanssa helpottuu. Mallien avulla saavutetaan taloudellisia hyötyjä ideoinnin paljastaessa helpommin puutteet ja huonot suunnitteluratkaisut ennen niiden joutumista kehitysvaiheeseen. (Saariluoma, Kujala, Kuuva, Kymäläinen, Leikas, Liikkanen & Oulasvirta 2010, 160–161.)

Visuaalisuuden vaikuttamisen keinoina ovat muun muassa erilaiset tekstityypit, kuvakkeet ja värit. Graafisen suunnittelun tehtävänä on tuottaa käyttäjän ympäristöön sopiva yhtenäistä linjaa noudattava käyttöliittymän ulkomuoto. (Saariluoma ym. 2010, 166.)

Esimerkiksi tekstin ja symbolien välisiä hyötyjä ja eroja joutuu miettimään usein. Kansainvälisesti tunnistetun symbolin käyttö on soveltuvissa määrin edullisempaa kuin saman asian merkitseminen tekstillä. Tämä johtuu symbolin ymmärtämisen vaivattomuudesta tekstin lukemiseen verrattuna. Samalla vältytään kielen tuomista rajoitteista, jos järjestelmän käyttäjän kieli vaihtuu. (Kuutti 2003, 98.)

Hyvin suunniteltu UI on käyttäjän näköaistille ergonominen havainnoinnin vaivattomuuden ansiosta. Kehnosti suunnitellun visuaalisuuden riskinä on käyttäjän kuormittaminen väärällä tiedolla mikä hidastaa reagointia oleelliseen informaatioon. (Saariluoma ym. 2010, 161.)

3.2.4 Värien merkitys käyttöliittymän suunnittelussa

Värien käytön merkitys käyttöliittymässä on suuri ja niiden valintaan tulee suhtautua ajatuksella. Värien ja niiden yhdistelmien toimivuus vaikuttaa selkeyteen ja muistettavuuteen, pahimmillaan huonosti sopivat yhdistelmät johtavat käytettävyysoongelmiin. Ohjeääntönä pidetään värien määrän rajaamista korkeintaan viiteen. Teksteissä selkeimmän luettavuuden tuottaa musta väri vaalealla pohjalla yhdistelmän hyvän kontrastin ansiosta. (Kuutti 2003, 100.)

Värien valinnassa tulee myös ottaa huomioon kulttuuriset erot sekä käyttäjien fyysiset rajoitteet. Riippuen käyttäjäryhmistä, käyttöliittymäsuunnittelijan mielestä hyvä värivalinta voi asiakkaissa aiheuttaa ristiriitaisia tilanteita. Fyysisistä rajoitteista aiheutuvia haasteita GUI:n käytössä aiheuttaa esimerkiksi värisokeus. (Kuutti 2003, 44, 101.)

Väreillä on myös määrätty merkitys hallintaelimien ja merkinantolaitteiden osalta. Standardissa SFS-EN 61310-1 (2008, 24) otetaan kantaa eri elementtien merkitykseen ennalta tunnetuissa yhteyksissä, värien merkitykset ovat esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Värien merkitys hallintaelimien ja merkinantolaitteiden koodauksessa (SFS-EN 61310-1 2008, 24)

| Väri | Merkitys | | |
|------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| | Henkilöiden tai ympäristön turvallisuus | Koneen tai prosessin olosuhde | Laitteen tila |
| Punainen | Vaara/kielto | Hätä | Viallinen |
| Oranssi/keltainen | Varoitus/huomio | Normaalista poikkeava | Normaalista poikkeava |
| Vihreä | Turvallinen | Normaali | Normaali |
| Sininen | Pakollinen | | |
| Valkoinen Harmaa Musta | Ei osoitettu määriteltyä merkitystä | | |

3.3 Käytettävyys

3.3.1 Teoriaa ja käsitteitä

Käyttäjäkokemus (UX) kuvaa ihmisen ja tietokoneen tai laitteen välisen kommunikaatiota ja vuorovaikutusta. Terminä UX kuvastaa kokemusta, jonka huolellisesti toteutettu käyttöliittymä (UI) tuottaa. Hyvän käytettävyyden avulla käyttöliittymä luo ajan saatossa erilaisia tunnetiloja käyttäjäkunnassaan ja saattaa parhaimmillaan johtaa positiivisiin vaikutteisiin heissä. Lisäksi hyväkäytettävyys vahvistaa palvelun tai laitteen tuottaneen yrityksen imagoa ja laatukuvaa. (UX Guider 2018.)

Graafisen suunnittelun parissa työskentelevä Joonas Virtanen (2016) toteaa, että hyvä käyttäjäkokemus muodostuu yleensä käyttäjälle syntyvistä positiivisista mielikuvista ja laitteen hyvän käytettävyyden tuottamasta kepeydestä. Käyttäjäkokemuksen suunnittelu onkin tärkeässä osassa eritoten käyttöliittymissä jotta tuotetun lisäarvon ja käytön helpous saadaan riittävälle tasolle.

3.3.2 Käytettävyyden arviointimenetelmät

Käytettävyysarvioinnin tarkoituksena on selvittää miten käyttöliittymän suunnittelu ja toteuttaminen on onnistunut suhteessa tunnettuihin vaatimuksiin. Arvioinnin tulokset eivät kuitenkaan kerro suoraan, tuleeko palautteen perusteella käyttöliittymästä asetettujen vaatimusten mukainen, vaan se ottaa kantaa vain yksittäisen suunnittelukohtien parantamiseen. Arviointi tuottaa myös lisätietoa käyttäjätehtävistä, joita voidaan hyödyntää käyttöliittymän seuraavissa kehitysversioissa. (Jokela 2010, 50.)

Käytetyt menetelmät jaetaan karkeasti kolmeen eri tyyppiin: käyttäjäpohjaisiin, tarkastuspohjaisiin ja mallipohjaisiin menetelmiin. (Jokela 2010, 51.)

Käyttäjäpohjaisten menetelmien aktiviteetteihin sisältyy kanssakäyminen todellisen käyttäjäryhmän kanssa. Käytettävyystestauksia voidaan suorittaa määrättyissä käyttötilanteissa, jolloin suunnitteluryhmä tarkkailee toimintaa ja tekee tarvittavat havainnot käytettävyydestä. Vaihtoehtoisesti arviointi tehdään kyselyihin tai haastatteluihin pohjautuen. (Jokela 2010, 51.)

Mittaamisessa tulee hyödyntää eri taustoja ja käyttäjätyyppejä edustavaa testiryhmää. Tällä keinolla pystytään paljastamaan laajemmin ongelmakohdat koska jokainen yksilö pystyy havaitsemaan erityyppisiä asioita. (Kuutti 2003, 48.)

Tarkastuspohjaisissa arvioinneissa painotetaan taasen asiantuntijoiden harkintakykyä ja vertailua tunnettuihin tyylioppaisiin ja heuristiikkoihin. Käyttäjäkokemuksen arvioinnissa hyödynnetään heuristista arviointia, joka perustuu samoihin Nielsenin 10 sääntöihin, joita suunnitteluperusteinaakin käytetään. Lisäksi voidaan hyödyntää Shneidermanin kahdeksaa sääntöä, jotka ovat luonteeltaan Nielsenin sääntöjen kaltaisia:

- yhdenmukaisuus rakenteessa, toiminnassa ja termeissä
- oikopolut kokeneille käyttäjille
- informatiivisen palautteen jakaminen
- käyttötilanteiden dialogien selkeys
- helppo virheenkäsittely
- mahdollisuus toiminnon peruuttamiseen
- hallintamahdollisuus ohjattavaan järjestelmää
- käyttäjän muistin kuormittamisen minimoiminen. (Jokela 2010, 52, 57.)

Mallipohjaiset menetelmät keskittyvät käyttötilanteiden arviointiin, kuinka ihmiset onnistuisivat järjestelmän käytössä (Jokela 2010, 52). Noudattamalla tunnettua arviointimallia, saadaan vertailukelpoisia tuloksia, joiden riippumattomuus arvioinnin tekijöistä on hallitumpaa.

Arviointimenetelmistä riippumatta arvioinnin tuotteena syntyy lista suunnitteluratkaisuista, jotka toimivat tai eivät toimi odotetulla tavalla. Havaituille kohdille määritellään painoarvo niiden tärkeyden perusteella, jotta oikeita korjaustoimia voidaan suorittaa. Käytettävyyssarvioinnin tuloksista raportoitaessa tulee eritellä alkuperäiset havainnot ja käytettävyyttä tutkineiden johtopäätökset toisistaan. (Jokela 2010, 51.)

4 MODERNISOINNIN SUUNNITTELU

4.1 Nykyisen järjestelmän kartoittaminen

Kartoituksessa hyödynnettiin käytännön tutustumista olemassa olevan järjestelmän toimintaan ja sitä ohjaaviin komponentteihin. Lisäksi haastateltiin nykyisen järjestelmän suunnitteluun ja toteuttamiseen osallistunutta henkilöä. Tästä oli merkittävää hyötyä sillä toteutetut ratkaisut sisälsivät myös hiljaista informaatiota, jota ei dokumentaatiosta ollut saatavissa. Järjestelmän kirjallisesta dokumentaatiosta selvitettiin ilmanvaihdon ja jäähdytyksen ohjauksen toimintakuvaukset, mitä hyödynnettiin uuden ohjelman ja käyttöliittymän vaatimusten määrittelyssä ja suunnittelussa. Samalla saatiin tieto, mitkä ongelmat vaivaavat järjestelmää eniten ja kuinka niihin tulisi päivitystyön aikana suhtautua niiden korjaamiseksi.

Katselmus suoritettiin kiinteistön ilmanvaihtokojetilaan tammikuussa 2018. Liikerakennuksen toisessa kerroksessa sijaitsevassa huoneessa sijaitsevat toimiston ja tuotantotilojen ilmanvaihtokojet, toimiston tuloilmaa viilentävä jäähdytyskone ja kaikki järjestelmän ohjauskeskukset. Kuvassa 1 esitetään toimiston IV-koje. Etualalla näkyvät putkitukset lämmitys- ja jäähdytyspatereille.



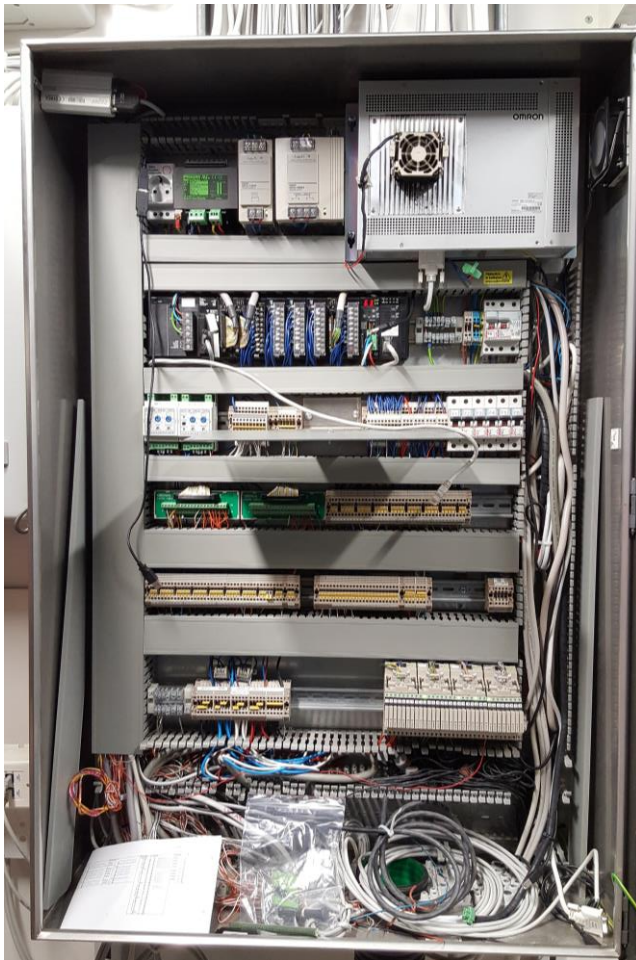
KUVA 1. Toimiston ilmanvaihtokoje (Hautaniemi 2018)

IV-kojeet olivat muutoin identtisiä komponenteiltaan ja toiminnaltaan poislukien lämmöntalteenottojen toimintamallit ja jäähdytyspiirin patterin sijaitseminen ainoastaan toimiston IV-kojeessa. Lisäksi tilan ulkopuolelle rakennuksen katolle oli asennettu lauhdutin jäähdytyskonetta varten. Aulatilaan oli sijoitettu taloautomaatiota ohjaavan järjestelmän käyttöliittymänä toimiva kosketusnäyttö (kuva 2).



KUVA 2. Alkuperäinen taloautomaatiojärjestelmän käyttöliittymä (Hautaniemi 2018)

Kentällä olevien laitteiden ohjaukset on tehty suurimmilta osin suoraan pääohjauskaapissa sijaitsevaan logiikkaan johdotetuilla lähdöillä ja tuloilla joiden lisäksi on käytetty hajautusasemia ja väylään liitetyjä taajuusmuuttajia. Taloautomaation pääohjauskaappi on esitetty kuvassa 3.



KUVA 3. Taloautomaation pääohjauskaappi (Hautaniemi 2018)

Ilmanvaihtokojeden puhaltimien ja jäähdytyskoneen lauhduttimen ohjaamisessa käytetyt taajuusmuuttajat olivat Omronin V1000-sarjaa ja ne olivat varustettu DeviceNet-väyläkorteilla. Toimiston jäähdytykseen käytettyä jäähdytyskonetta ohjattiin DeviceNet-väylään kytketyn Omronin SmartSlice-sarjan hajautusaseman kautta. Logiikkaan liitetyllä EtherNet/IP-laajennuskortilla mahdollistettiin sen yhdistäminen talon sisäverkkoon ja HMI-paneeliin. Lisäksi väylää käytettiin logiikan etäohjelmointiin.

Opinnäytetyön alussa esille tuodut ongelmat liittyivät IV-kojeiden käynnistyssekvensseihin, laitteita ohjaavien taajuusmuuttajien vajavaiseen vikatilatiedon käyttöön ja näiden vikojen ilmoittamiseen järjestelmässä. IV-kojeiden haasteena oli käynnistysen yhteydessä ilmenevä ongelma, joka korostui erityisesti kylmällä säällä. Käynnistys aloitetaan aina avaamalla IV-kojeen ulkoilmasta erottavat sulkupellit, jonka jälkeen aletaan puhaltamaan kylmää ilmaa sisään rakennukseen. Tässä vaiheessa säätöpiirit aloittivat tuloilman

lämmityspatterien lämpötilan nostamisen mutta samalla patterien läpi virtaama ilma jäähdyyttä niitä liian voimakkaasti. Tämä johtaa lämmityspattereita suojaavien pakkasvahtien laukeamiseen, mikä taas pysäyttää IV-kojeen käynnistyssekvenssin.

Toisena haasteena oli IV-kojeiden puhaltimia ja jäähdytyskojeen lauhduttimen tuulettimia ohjaavien taajuusmuuttajien joutumien vikatilaan ylikuumenemisen takia. Syynä kuumentumiselle on ollut niiden kotelointien puutteellinen tuuletus jota on parannettu heti vian ilmetyä lisäämällä puhaltimet koteloissa olleisiin tuuletusritilöihin. Tämän muutoksen yhteydessä ei ole kuitenkaan lisätty väylän kautta toteutettavissa ollutta vikatiedon välitystä PLC:lle. Ongelma toistuu välillä lämpimillä keleillä, kun IV-kojeet puhaltavat suurella teholla viileämpää ilmaa tuotantotiloihin, mikä aiheuttaa jälleen edellä kuvaillun vian nousseen kotelon lämpötilan takia. Vikatila huomataan yleensä noin 1–2 tuntia IV-kojeen pysähtymisen jälkeen tuotantotilojen ilmanlaadun heikennyttyä ja lämpötilan noustua. Ongelma joudutaan korjaamaan manuaalisesti katkaisemalla syöttö taajuusmuuttajilta ja käynnistämällä ne uudelleen. Toimenpide palauttaa taajuusmuuttajat vikatilasta ja mahdollistaa niiden automaattisen uudelleenkäynnistymisen. Kuvassa 4 on esitetty malli taajuusmuuttajan koteloinnista.



KUVA 4. IV-kojeiden puhaltimia ohjaavien taajuusmuuttajien kotelointi (Hautaniemi 2018)

Lauhduttimen tuulettimia ohjaavan taajuusmuuttajan joutumista vikatilaan ilmenee myös lämpimällä säällä, kun toimiston tuloilmaa jäähdyttävän koneen kuormittuminen nostaa reilusti lauhdutuspiirissä kiertävän veden lämpötilaa. Tässä tilanteessa lauhduttimen tuulettimet ohjautuvat lauhdevedestä mitatun lämpötilan säätämänä maksiminopeudelle, mikä aiheuttaa suuren kuormituksen alla olevan taajuusmuuttajan joutumiseen vikatilaan sen tuottaman kotelon lämpötilan nousun takia.

4.2 Esisuunnittelu

Koska taloautomaatiojärjestelmä toimii muuten normaalisti opinnäytetyön tekohetkellä, priorisoitiin muutostyöt käyttöliittymän uudelleensuunnittelulle ja logiikan ohjelman muuttamisen suunnittelulle uutta PLC:tä varten. Muita tässä vaiheessa suoritettavia asioita ovat vaihdettavien kenttälaitteiden korvaajien valitseminen. Vaihtoehtoiset ratkaisut esitetään tässä luvussa. Tässä vaiheessa ei kuitenkaan katsottu tarpeelliseksi määrittää tarkkaa ajankohtaa, jolloin käytössä olleen järjestelmän komponentit ja ohjaus muutettaisiin. Alustavasti se kuitenkin tulee sijoittumaan kesään 2018.

Päivitystyön esisuunnittelussa huomioitiin järjestelmän ohjauksen vaihdon aiheuttama huoltokatko. Jotta tähän tarvittava aika saadaan minimoitua, tulee käyttöliittymän ja logiikan ohjelman olla testattuna tarpeellisessa määrin ennen lopullista käyttöönottoa. Käyttöliittymän ja ohjelman testaamiseksi hankittiin etukäteen osa tärkeimmistä uusista komponenteista kuten PLC ja osa tarvittavasta I/O:sta. Työssä käytettävä Omron NJ3-sarjan logiikan ja osan I/O:sta ollessa jo saatavilla omasta varastosta, hankittiin lisäksi Omron NA-sarjan värillinen 15” kosketusnäyttö taloautomaatiojärjestelmän pääkäyttöliittymäksi. Näytön hankinta etukäteen oli perusteltua, jotta työn alkuvaiheessa voitaisiin tehdä koeversioita käyttöliittymän toiminnollisuuksista ja testata taloautomaatiojärjestelmän valvonnassa ja hallinnassa käytettävien elementtien sijoittelua eri näytimeen.

Koska järjestelmän tiedonsiirrossa käytettiin väyläteknikkaa entuudestaan, oli luontevaa suunnitella uusi järjestelmä samaan periaatteeseen pohjautuen. Käytössä olevan kenttälaitteet yhdistävä DeviceNet-väylä tullaan muuttamaan EtherCAT-väylään, koska valittu PLC tukee tätä protokollaa kenttätason laitteille (Omron: NJ3 2018). Väylätyypin vaihtaminen mahdollistaa helpon kenttälaitteiden konfiguroinnin ja vianhaun logiikan kautta

laitteiden ollessa kytkettynä siihen. Tästä saadaan merkittävää etua esimerkiksi järjestelmän diagnostiikassa. Väylätyypin reaaliaikaisuudesta ei sovelluksessa kuitenkaan käytännön hyötyjä saada.

EtherCAT-väylän käyttö sallii vanhan jäähdytyskoneen ohjauksesta vastaavan SmartSlice-hajautusaseman liittämisen väylään vaihtamalla ainoastaan väyläliityntämoduulin (Omron: SmartSlice 2018). Vaihtoehtoisesti voitaisiin käyttää Omronin NX-sarjan hajautusasemia ja sovelluksessa tarvittavia I/O-kortteja. Kaikki puhallinmoottoreiden ohjauksista vastaavat Omron MX2-sarjan taajuusmuuttajat tulevat myös liittymään logiikkaan EtherCAT-väylällä. Ylemmän tason liitynnästä vastaava EtherNet/IP-väylä säilyy ennallaan.

Valitun PLC:n käyttö mahdollistaa lisäksi kaikkien nykyiseen CJ1M-sarjan logiikkaan kiinnitettyjen I/O-korttien liittämisen uuteen NJ3-sarjan logiikkaan. Tällä saavutetaan merkittäviä säästöjä laitehankinnoissa ja työaikaa, joita päivitystyössä tarvitaan. Lisäksi on mahdollista käyttää olemassa olevaa DeviceNet-korttia, mikäli väylää tullaan tarvitsemaan tulevaisuudessa. Asennettua DeviceNet-kaapelointia ei siis modernisointityön yhteydessä tulla purkamaan.

Logiikan ja hajautusasemien I/O-korttien päivittämättä jättämien tuo kuitenkin varjopuolelta esiin mahdolliset ongelmat kuten iän aiheuttama rikkoutumien, joita vanhoissa komponenteissa saattaa ilmetä. Lisäksi päivityksen tarpeellisuuteen vaikuttaa tuotetuen jatkuvuus käytettyjen komponenttien osalta sekä entuudestaan tunnettu tieto kyseisten osien vikaantumishistoriasta. Täten tulee harkita uudelleen, mikä lähestymistapa komponenttien uusimiseen valitaan päivityksen tullessa ajankohtaiseksi.

Esitettyihin komponenttivalintoihin päädyttiin käytössä olevan ohjelmointiympäristön mahdollisuuksien ja rajoitteiden puitteissa. Jos käytetään pelkästään Omron Sysmac -tuotepöytäkirjan osia, on kaikki ohjelmointi ja parametointi mahdollista suorittaa käyttämällä Sysmac Studio -ohjelmistoa. Päivitys- ja käyttöönottojen jälkeen tullaan muuttamaan ohjauskeskuksen sähkökuvat ajantasaisiksi. Tämä on välttämätöntä uusien ja vanhojen laitteiden kytkentöjen erotessa merkittävästi toisistaan. Lisäksi päivitetään toimintakuvaukset niiden laitteiden osalta, joihin ohjelmamuutokset tulevat vaikuttamaan.

5 PÄIVITYSTYÖ

5.1 Logiikan ohjelmointi

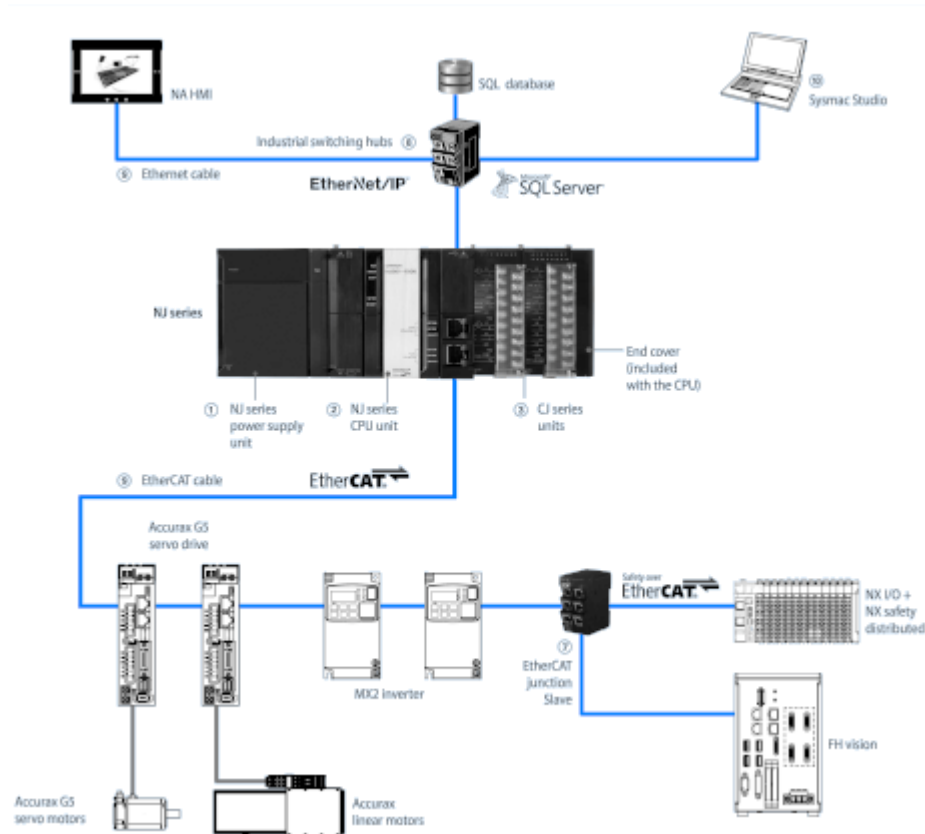
5.1.1 Yleistä

Ohjelmoinnissa käytettiin Omronin Sysmac Studio -ohjelmistoa, joka on standardin IEC 61131-1 mukainen ympäristö ohjelmoida Omronin valmistamia logiikkaohjaimia. Ohjelmisto soveltuu kokonaisvaltaisesti Omron Sysmac -tuoteohjelmaan kuuluvien komponenttien ohjelmointiin ja parametrintointiin sisältäen työssä tarvittavat PLC:t, etä I/O:t, HMI-paneelit ja taajuusmuuttajat (Omron 2018). Ohjelmiston käytöstä on työn toimeksiantaneessa yrityksessä aiempaa kokemusta jolloin neuvojen saaminen niitä tarvittaessa on helppoa.

5.1.2 Ohjelman muuntaminen uudelle logiikalle

Nykyistä taloautomaatiojärjestelmää ohjataan Omronin valmistamalla CJ1M-tuoteperheen logiikalla. Logiikan ollessa varhaisempaa sukupolvea Omronin tuoteohjelmassa, tuli sen sisältämä ohjelma avata eri ohjelmistolla. Ohjelman I/O-taulukko ja sisäisten muuttujien lista olivat osittain soveltuvia uuden ohjelman pohjaksi. Jotta käyttöliittymää saattoi testata suunnitteluvaiheen yhteydessä, täytyi vanhan logiikan ohjelmasta poimia muutamia osuuksia ja tehdä niistä tarvittavissa määrin toimilohkoja uuteen PLC:hen.

Ohjelman muutostyö aloitettiin tekemällä uusi projekti Sysmac Studioon. Projektin alussa määriteltiin logiikan konfiguraatio sisältäen NJ301-1100 -CPU:n, NX-väyläsovittimen ja muutaman I/O-kortin, MX2 taajuusmuuttajan sekä NA-näytön. Kuvassa 5 on esitetty viitteellinen malli Sysmac-tuoteperheen komponenteilla toteutetun järjestelmän väylien ja kentälaitteiden topografiasta. Se kuvastaa testin aikana käytettyä laitteistoa lukuun ottamatta servokäyttöjä, konenäköjärjestelmää ja ulkoista SQL-tietokantaa.



KUVA 5. Esimerkki Omron Sysmac -automaatiojärjestelmän topografiasta (Omron 2018, muokattu)

Ohjelman ollessa alkuperäisen toimintakuvauksen mukainen, täytyy sitä muuttaa tarpeellisissa määrin vastaamaan haluttua toimintatapaa. Muutosvaiheessa huomioitiin parannukset IV-kojeiden käynnistyssekvensseissä, joita luvussa 4.1 käsiteltiin. Samalla suunniteltiin toimilohkot jokaiselle ilmanvaihtoon osallistuvalla kojeella erikseen. Tällä selkeytetään ohjelman ymmärrettävyyttä ja vianetsintää, koska nykyisen ohjelmaversion tutkimisessa aikaa kului liikaa.

5.2 Käyttöliittymän kehittäminen

5.2.1 Graafisen käyttöliittymän suunnittelu

Käyttöliittymän (UI) merkitys koneen tai tässä tapauksessa taloautomaatiojärjestelmän ohjauksessa on suuri. Tavallisesti sovelluksissa hyödynnetään fyysisillä ohjaimilla ja merkinantolaitteilla tai GUI:lla toteutettua ohjausta. Järjestelmän ollessa monimutkai-

sempi, on perusteltua käyttää edellä mainittujen yhdistelmää tai hyvää graafista käyttöliittymää. Esimerkiksi suuren laitteen hallitsemiseen käytettäviä parametreja voidaan antaa tehokkaammin näytöllä varustetusta käyttöliittymästä, kuin pelkkiä painikkeita käyttäen.

Käyttöliittymän suunnittelussa noudatettiin opinnäytetyön teoriaosuuden mukaisia menetelmiä soveltuvilta osin. GUI:n ohjelmoinnissa oli käytössä sama ohjelmisto, millä logiikan ohjelmointi suoritettiin. Jotta käyttöliittymästä saadaan sovellukseen ja käyttöympäristöön riittävän hyvä ja vaatimukset täyttävä, tulee tietää miten ja millaisilla taustoilla olevat henkilöt sitä käyttävät. Käyttötilanteiden määrittäminen oli suoraviivaista, sillä olemassa olevan käyttöliittymän sisältöä ja asettelua tutkittua, selvisi kolme käyttötavan jaottelu-perustetta.

- Tavanomaisessa päivittäisessä käytössä kuka tahansa rakennuksessa työskentelevistä henkilöistä saattoi vilkaista määritettyä huonelämpötilaa, ohjata valaistusta tai asettaa jonkin ennalta asetetun poikkeustilan päälle. Tilanteessa saattoi myös tarkkailla mitä tahansa muuta päänäkymän elementtiä.
- Toisena vaihtoehtona käyttötilanteeksi olivat asiantuntijan tai muu kokeneen järjestelmän käyttäjän suorittamat tarkastukset IV-kojeiden tai jäähdytyskoneen tilaan. Lisäksi hänellä oli käytettävissä hälytyshistorian ja aktiivisten hälytysten tarkastelu- ja kuittaustoiminnot.
- Kolmantena käyttötilanteena oli harvemmin tarvittava järjestelmän asetuksia ja diagnostiikkaa sisältävä näkymä. Tähän näkymään pääsyä ei ollut erikseen suojattu salasanalla tai muulla tunnistusmenetelmällä, mistä aiheutui turha riski tahattoman vian syntymiselle.

Edellä luetelluista käyttötilanteista saatettiin tunnistaa kolme eritasoista käyttäjäryhmää. Nämä voitiin rajata selkeästi, koska käyttöympäristö ja siellä työskennellyt henkilökunta olivat tuttuja.

Tärkeimmän sidosryhmän, toisin sanoen tilaajan, toivomuksesta olemassa olevaan käyttöliittymään sisällytetyt poikkeustila painikkeet tultiin säilyttämään ennallaan. Muita ulkoisia sidosryhmiä, kuten suunnittelijoita, asiantuntijoita ja asiakkaita tai niiden asettamia tavoitteita ei katsottu tarpeelliseksi määrittää koska taloautomaation käyttöliittymä tuli

niin sanotusti omaan käyttöön. Mikäli tilanne muuttuisi kiinteistöä käyttävien henkilöiden vaihtumisen tai järjestelmän tai sen osien kaupallisen käyttötarpeen ilmettyä, olisi määrittely suoritettava uudelleen vastaamaan sen hetkistä tilannetta.

Muita käyttöliittymän suunnitteluun ja toteutuksen laajuuteen liittyviä toimenpiteitä rajoittivat opinnäytetyön tekohetkellä ainoastaan käytettävissä ollut aika, työlle asetetut yleiset tavoitteet sekä jotkin näyttöpaneelin sisältämät rajoitteet. Esimerkkinä mainittakoon HMI-paneelin sisäinen maksimimäärä kaavioiden käytölle yhdessä näkymässä kun olemassa olevassa Omronin Dyalox-sarjan HMI-paneelissa tätä rajoitetta ei ollut aiemmin ilmennyt.

Suunnittelun aikainen käyttöttestaus suoritettiin joustavasti käyttöliittymän toteutuksen ohessa jolloin osaan puutteista tai kehitystarpeista pureuduttiin heti. Tässä vaiheessa arviointia suorittivat henkilöt, joilla oli käytössään aiempaa suunnittelukokemusta ja tarjolla kattavia näkemyksiä parannuksien toteuttamiseksi.

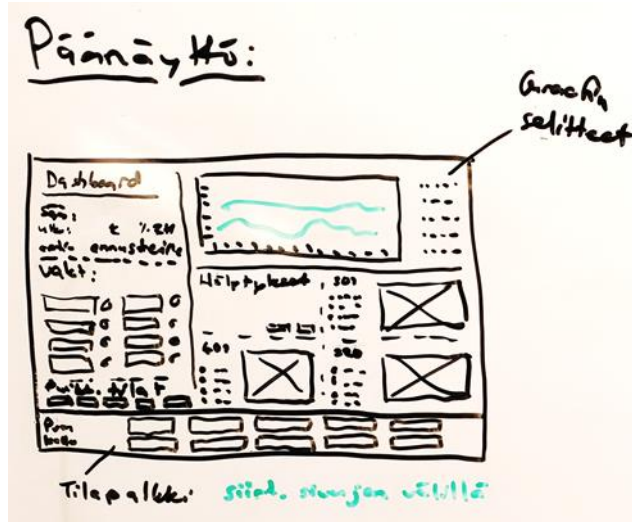
Käyttöliittymä tullaan lisäksi varustamaan sisäisellä PDF-muodossa olevalla käyttöoppaalla, johon käytön aikana voi tukeutua. Oppaassa tullaan esittämään käytännön ohjeet käyttöliittymässä navigointiin ja hallintaelementtien oikeaoppiseen käyttöön sekä kuvajien tulkittamiseen. Lisäksi oppaaseen sisällytetään toimenpiteet, joilla käyttäjä selviytyy mahdollisista järjestelmän vioista ja niistä aiheutuneista hälytyksistä.

Perusteellisempi käyttöttestaus tullaan suorittamaan käyttöliittymän viimeistelyn ja uudistetun taloautomaatiojärjestelmän ohjauksen käyttöönoton jälkeen, jolloin todellisten käyttötilanteiden arviointi on luontevampaa. Testissä tullaan hyödyntämään erityisesti käyttäjätyyppejä, joilla ei välttämättä ole tekniikan alan taustaa tai muuta koulutusta aiheeseen. Näin saadaan todennäköisimmin esille suurimmat puutteet, jotka käyttöliittymää vaivaavat.

5.2.2 Käyttöliittymän ohjelmointi

Käyttöliittymän tekeminen aloitettiin rajaamalla karkeasti kuvan suhteet, joilla käyttöliittymän elementit erotetaan selkeästi ryhmiin. Tässä vaiheessa mallina toimi luvussa 5.2.1 esitettyjen suunnitteluperusteiden pohjalta tehty luonnostelma UI:n päänäytön sisällöstä

(kuva 6). Kuvan luonnosteluvälineenä valkotaulu ajoi asiansa hyvin. Paras keino toimivuuden testaamiseksi kosketusnäytöllä oli taasen käyttöliittymän elementtien piirtäminen suunnittelunäkymässä ja niiden esittäminen Sysmac Studion simulaatiotilassa tai siirtämällä piirretyt näkymät fyysisen näyttöpaneeliin. Täten tehtyjen ikkunoiden arviointi ja tarvittavien muutoksien tekeminen oli heti mahdollista.



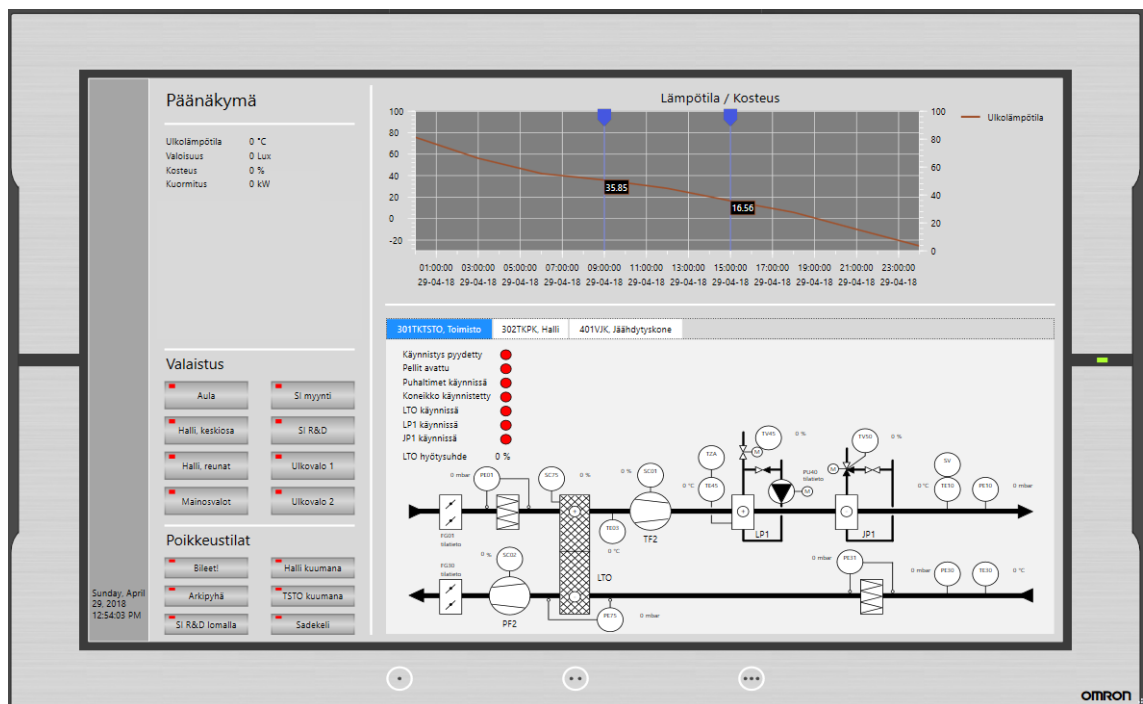
KUVA 6. Piirretty luonnos UI:n päänäkymästä (Hautaniemi 2018)

Etusivun sisällön rajautuessa päivittäisessä käytössä tarvittaviin elementteihin, tarvitsi hälytyksille ja järjestelmän ohjauksen säädettävät parametrit omat ikkunansa. Ikkunoiden avautumien tapahtui joko automaattisesti tai avaamalla manuaalisesti tilapalkkiin sijoitettavilla painikkeilla. Asetusikkunaan pääsy tullaan lisäksi suojaamaan salasanalla.

IV-kojeiden ja jäähdytyskoneen prosessikaaviot asetettiin omaan osioon, josta käyttäjä voi itse valita, mitä haluaa tarkastella. Prosessikaavioiden piirtämien oli hieman työlästä, sillä oikeita piirrosmerkkejä ei ollut saatavilla. Jokainen merkki tuli siis piirtää erikseen käyttäen mallina taloautomaatiojärjestelmän liitteinä olleita prosessikaavioita. Valmiista piirrosmerkeistä poiketen tämä vaihtoehto ei sallinut piirrettyjen objektien yhtä helppoa uudelleen skaalaamista UI:n näkymässä.

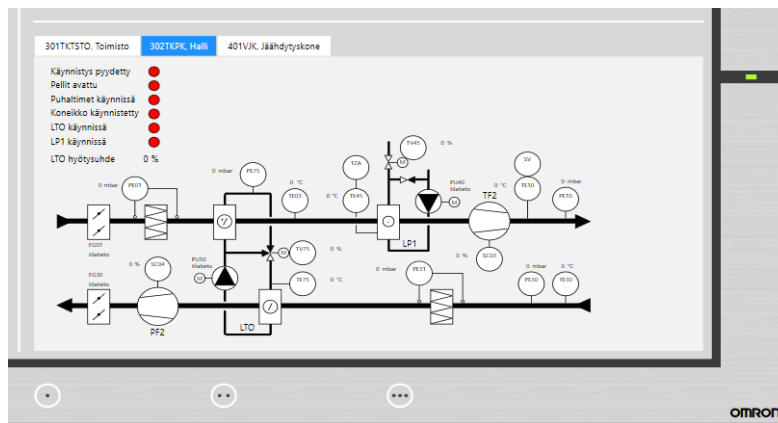
Kehitysversion havainnollistamiseksi alla on esitetty kuva Sysmac Studion simulaatiotilassa kaapatusta UI:n päänäkymästä. Näkymä on jaettu tummemmalla pohjalla olevaan kiinteään vasemman reunan tilapalkkiin ja vaaleammilla harmaan sävyillä erotettuihin käyttäjän vaihdettaessa oleviin näkymiin.

Päänäkymään on sisällytetty kooste tärkeimmistä indikaattoreista ja toiminnoista, joita päivittäisessä käytössä tarvitaan (kuva 7). Ulko-olosuhteet ja talon hetkellinen sähköenergian kulutus on esitetty vasemmassa yläreunassa, joiden alla on tarvittavat valaistus ja poikkeustilojen käyttöpainikkeet. Oikeaan yläkulmaan sijoitettiin viivadiagrammi, jonka kursorilla voidaan palata tarkastelemaan aiempia lokiin kerättyjä huoneilmojen sekä lämmitys- ja jäähdytyspiirien nesteiden lämpötiloja. Alalaidassa sijaitsevat IV-kojeiden ja jäähdytyskoneen prosessikaaviot. Koneiden tilaa voidaan seurata valitsemalla aktiiviseksi sen laitteen ikkuna, jota halutaan kulloinkin tarkastella.



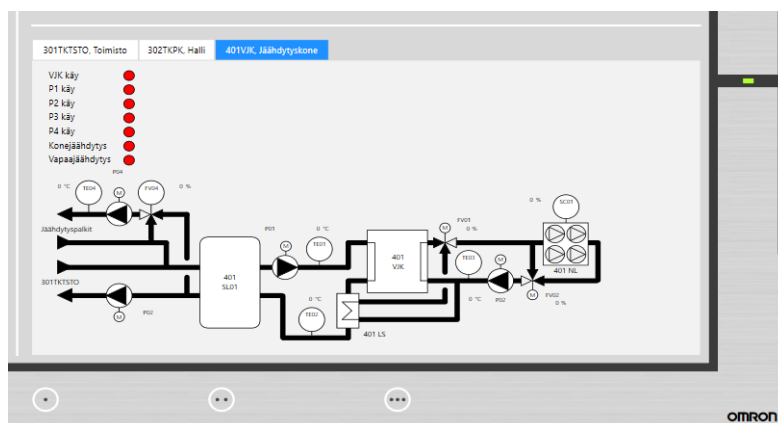
KUVA 7. Käyttöliittymän päänäkymä, toimiston IV-kojeen näkymä aktiivisena (Hautaniemi 2018)

IV-kojeiden ja jäähdytyskoneen prosessikaaviot havainnollistavat käyttäjälle mittauksia ja laitteiden toimintaa, sekä auttavat mahdollisten hälytysten selvittämisessä. Ikkunoiden vasemmassa yläkulmassa ovat kojekohtaiset indikaattorit, jotka ilmoittavat mitkä osuudet IV-kojeista ovat käynnissä. Prosessikaavioon on sijoitettu lukemat kaikkien mittauspisteiden oloarvoista ja säätöjen asetusarvoista. Kukin lukema on esitetty mittauksen tai säädön symbolin läheisyydessä. Kuvassa 8 on esitetty tuotannon IV-kojeen prosessikaavion sisältävä näkymä. Edellisestä kaaviosta poiketen lämmöntalteenoton toimintamalli on nestekierrolla toteutettu.



KUVA 8. Tuotannon tilojen IV-kojeen näkymä aktiivisena (Hautaniemi 2018)

Kuvan 9 näkymässä on esitetty jäähdytyskoneen prosessikaavio. Näkymän yläreunasta selviää jäähdytyskoneen ja kiertovesipumppujen toiminta. Lisäksi indikaattorit kertovat onko jäähdytys koneellinen vai vapaakierrolla. Vapaakierron aikana lauhduttimelle kiertävä vesi viilentää sisäkierrossa kulkevaa vettä lämmönvaihtimen avulla ohittaen jäähdytyskoneen. Kaaviossa on esitetty mittausten ja säätöjen oloarvot ylempänä esitettyjen esimerkkien tapaan.



KUVA 9. Jäähdytyskoneen näkymä aktiivisena (Hautaniemi 2018)

Prosessikaavioiden esittämien tarkasti on välttämätöntä, jotta käyttäjä ymmärtää järjestelmän toimintaa. Mahdollisten hälytyksien tullessa aktiiviseksi, voidaan niissä ilmoitettujen vikojen paikantaminen suorittaa myös käyttämällä kaavioita apuna. Näytön ominaisuuksiin kuului myös etäyhteys, jolloin millä tahansa samaan verkkoon liittyneellä PC:llä tai tabletilla voidaan tarkastella käyttöliittymää ja operoida sitä kiinteästi asennetun HMI-paneelin tavoin.

6 POHDINTA

6.1 Projektin arviointi

Projekti tarjosi laajan katsauksen teoriaan käyttäjälähtöisen suunnittelun ja käyttöliittymäsuunnittelun takana. Aihe ei itselleni ole kovin tuttu mutta tulee kuitenkin olemaan tärkeässä osassa myöhemmin työelämässä. Vastaavassa tyyppisestä ohjauksien modernisoinnista ja käyttöliittymäsuunnittelusta ei aiempaa kokemusta itselläni ollut. Opinnäytetyössä käsitellyn kehitystyön eteneminen ja luotettavuus perustuivat standardeihin tai tunnettuihin määritelmiin sekä käytäntöihin. Lisäksi työhön sisältyi projektinhallinnan toimia sekä ongelmanratkaisua vaativia tilanteita.

Opinnäytetyöprojektissa tuli ajankäytöllisiä haasteita, mutta siitä huolimatta suunnitellut asiat saatiin tehtyä vaihdettavien komponenttien valitsemisen ja käyttöliittymän päivittämisen osalta. Lisäksi tehtiin tarvittavissa määrin logiikkaohjelman päivittämistä, jotta käyttöliittymän testaaminen oli mahdollista. Logiikkaohjelman lopullisen muuntamisen siirtämiseen parempaan ajankohtaan oli kuitenkin väistämätöntä, UI:n tekemisen osalta työt saatiin kuitenkin tehtyä, jotta tarvittava käyttötilanteiden simulaatioita saatiin suoritettua työpöytäympäristössä.

6.2 Jatkokehitysehdotukset

Projektin aikana ilmeni useita kehitysehdotuksia, joita järjestelmään tullaan suorittamaan. Näistä merkittävimmissä asemassa tulevat olemaan etävalvontaan liittyvät ominaisuudet ja datankeruun kehittäminen ennakoivaa huoltoa varten. Koska kyseessä oleva ohjausjärjestelmä sisältää väylätekniikkaa hyödyntäviä kenttälaitteita, saadaan järjestelmän tilan lisäksi kerättyä laajasti sen komponenttien toiminnasta dataa myöhemmin kehitettäviin diagnostiikkaominaisuuksiin. Käytetyn PLC:n ja HMI-paneelin suuren tallennuskapasiteetin ja sen lisäämismahdollisuuden ansiosta, voidaan kerätä lähes mistä tahansa tapahtumasta dataa lokiin jatkuvasti.

Kerätyn datan merkitys korostuu oikein tulkittuna ja sitä voidaan hyödyntää tehokkaasti säätöpiirien optimointiin, millä on myös pitkän aikavälin vaikutuksia sähkön ja kaukolämmön siirtämän energian kulutukseen. Diagnostiikan kannalta voidaan laitteiden tilatietoa ja virheilmoituksia käsitellä proaktiivisen kunnossapidon tarpeissa.

Ilmanvaihdon optimointitarpeeseen tullaan lisäksi kehittämään huonetilojen hiilidioksidipitoisuusmittauksiin perustuvaa säätöä, jolloin sisäilman CO²-pitoisuus saadaan pysymään vaatimusten mukaisella tasolla. Hiilidioksidipitoisuuden suositusarvoina pidetään sisäilmastoluokassa S1 700 ppm ja luokassa S2 900 ppm lukemia (Kukkonen N.d., 4).

Hiilidioksidipitoisuuden ollessa yleisesti käytetty mittari sisäilman laadulle ja ihmisen ollessa ainoa sen tuottajista, voidaan sitä hyödyntää myös ilmavirran säädössä. Kun säätö tapahtuu CO²-pitoisuuden perusteella, on suositeltavaa käyttää asetuservona 800 ppm lukemaa. Vertailuarvona ulkoilman CO²-pitoisuus, joka on keskimäärin 350 ppm. (Sisäilmayhdistys ry 2008.)

LÄHTEET

Develore. N.d. Millainen on hyvä käyttöliittymä. www-sivu. Luettu 16.3.2018.
<http://www.develore.com/artikkeli/millainen-on-hyva-kayttoliittyma/>

Jokela, T. 2010. Navigoi oikein käytettävyyden vesillä. Opas käytettävyysohjattuun vuorovaikutussuunnitteluun. Pello: Väylä-Yhtiöt Oy.

Kukkonen, E. N.d. Sisäilmaluokitusta uudistettiin. artikkeli. Luettu 4.3.2018.

Kuutti, W. 2003. Käytettävyys, suunnittelu ja arviointi. Helsinki: Talentum Media Oy.

Mankki, M. N.d. Värit ja niiden merkitys käyttöliittymän visuaalisessa suunnittelussa. PDF-tiedosto. Luettu 4.3.2018. http://www.soberit.hut.fi/T-121/T-121.200/suomi/syky2003/essee2003/mari_mankki.pdf

Nielsen Norman Group. 1995. 10 Usability Heuristics for User Interface Design. www-sivu. Julkaistu 1.1.1995. Luettu 25.1.2018. <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>

Omron Industrial Automation. 2018. NJ3. www-sivu. Luettu 4.4.2018. <https://industrial.omron.fi/fi/products/nj3#features>

Omron Industrial Automation. 2018. SmartSlice. www-sivu. Luettu 4.4.2018. <https://industrial.omron.fi/fi/products/smartslice#features>

Omron Industrial Automation. 2018. Sysmac Studio. www-sivu. Luettu 25.1.2018. <https://industrial.omron.fi/fi/products/sysmac-studio#features>

Reimer, J. 2005. A History of the GUI. www-sivu. Julkaistu 5.5.2005. Luettu 17.4.2018. <https://arstechnica.com/features/2005/05/gui/>

SFS-EN 61310-1. Koneturvallisuus. Merkinantamien, merkitseminen ja vaikuttaminen. Osa 1: Näköön, kuuloon ja tuntoon perustuvia signaaleja koskevat vaatimukset. Suomen standardoimisliitto SFS ry. SFS Verkkokauppa.

SFS-EN ISO 9241-210. Ihmisen ja järjestelmän vuorovaikutteinen ergonomia. Osa 210: Vuorovaikutteisten järjestelmien käyttäjäkeskeinen suunnittelu. Suomen standardoimisliitto SFS ry. SFS Verkkokauppa.

Sisäilmayhdistys ry. 2008. Kemiaalliset epäpuhtaudet. www-sivu. Luettu 16.4.2018. <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Kemiaalliset-epapuhtaudet>

UX Guider Oy. N.d. Käytettävyydestä yleisesti. www-sivu. Luettu 27.3.2018. <https://uxguider.fi/kaytettavyydesta.html>

Virtanen, J. 2016. Mistä muodostuu loistava käyttökokemus eli User Experience (UX)? Blogi-teksti. Julkaistu 28.6.2016. Luettu 16.3.2018. <https://contrast.fi/hyvan-kayttokokemuksen-ux-kolme-tarkeinta-elementtia/>