



Antti Koivumäki

Takuuaikaisen valvonnan käsikirja

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

Insinöörityö

10.11.2024

Tiivistelmä

Tekijä: Antti Koivumäki
Otsikko: Takuuajaisen valvonnan käsikirja
Sivumäärä: 22 sivua
Aika: 10.11.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Energia- ja ympäristötekniikka
Ammatillinen pääaine: Energiatuotantomenetelmät
Ohjaajat: Yksikönpäällikkö Luka Heinonen
Lehtori Kari Salmi

Energ Oy:lle tehdyn insinööriyön tarkoituksena oli laatia käsikirja, joka nopeuttaisi uusien työntekijöiden perehdyttämistä ja antamaan heille nopeammin vastuullisempia tehtäviä. Käsikirjan tehtävänä oli koota kaikki yritykselle tulevat mahdolliset rakennusautomaatiojärjestelmän hälytykset ja laatia niiden käsittelyä varten selkeät toimintaohjeet. Käsikirjan oli alusta alkaen sähköinen, ja projektin edetessä se kehittyi tietokantamalliseksi ohjelmistoksi, josta on hyötyä myös yrityksen muussa toiminnassa.

Työ toteutettiin hyödyntämällä yrityksen olemassa olevaa automaatiojärjestelmää, josta hälytykset koottiin listaksi. Hälytykset ryhmiteltiin eri järjestelmiin ja niille määritettiin selkeät ja ytimekkäät toimintaohjeet. Kun oikea muoto oli löydetty, käsikirjaa varten kehitettiin oma käyttöliittymä.

Käsikirjan toteutus onnistui hyvin, vaikka haasteina oli se, ettei olemassa olevaa mallia ollut saatavilla ja uuden tietojärjestelmän rakentaminen piti oppia työn aikana. Käsikirjasta ei ehditty saada kattavaa palautetta ennen raportin valmistumista. Testaajilta ja ohjaajalta saatu palaute oli kuitenkin positiivista ja kehitysehdotukset ehdittiin korjaamaan ensimmäiseen versioon. Käsikirjaa pystytään muokkaamaan ja kehittämään jatkossa, mikä oli myös järjestelmälle asetettu kriteeri.

Avainsanat: käsikirja, rakennusautomaatio, käyttöliittymä

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Author: Antti Koivumäki
Title: Handbook of Warranty Period Supervision
Number of Pages: 22 pages
Date: 10 November 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Energy and Environmental Technology
Professional Major: Energy Production Technologies
Supervisors: Luka Heinonen, Unit Manager
Kari Salmi, Senior Lecturer

The thesis conducted for Enerz Oy aimed to develop a handbook that facilitates the orientation of new employees, enabling them to assume responsibility more swiftly. The handbook serves to compile all potential alarms from the building automation system that the company may encounter and to provide clear operational procedures for addressing these alarms. Initially created as an electronic document, the handbook evolved into a database-oriented software solution as the project progressed, yielding additional benefits for the company's other operations.

The thesis project was executed by utilizing the existing automation system of the company, from which alarms were compiled into a list. The alarms were categorized into different systems, with clear and concise operational instructions defined for each. Once the correct format was identified, a dedicated user interface was developed for the handbook.

The implementation of the handbook was successful, despite the challenges posed by the absence of an existing model and the requisite to learn how to build a new information system during the thesis process. Comprehensive feedback on the handbook could not be obtained before the completion of the report. However, the feedback received from the testers and the supervisor was positive, and development suggestions were addressed in the first version. The handbook can be modified and further developed in the future, which was also a criterion set for the system.

Keywords: handbook, building automation system, user interface

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Enerz Oy	2
3	Esimerkkihankke	3
4	Takuuajaisen valvonnan käsikirja	8
4.1	Tietojen esikäsittely	9
4.2	Ohjelmiston valinta ja koodaus	10
4.3	Ohjeiden kirjoitus	11
4.4	Käsikirjan sisältö	12
4.5	Järjestelmät, laitteet ja hälytykset	14
4.6	Viankuvaus, ohje ja takuuohje	16
4.7	Energia- ja olosuhdevaikutus	16
4.8	Käsikirjan testaus	17
4.9	Käsikirjan käyttöliittymä	18
5	Yhteenveto	20
	Lähteet	22

Lyhenteet ja käsitteet

EC-moottori	Electronically commutated motor. Moottori, jota käytetään pumpuissa tai puhaltimissa. (Moottori on energiatehokkain, mitä talotekniikassa tällä hetkellä käytetään.)
Informatiivinen anturi:	Anturi, joka mittaa arvoa ja esittää arvon järjestelmässä. Kyseinen mittaus ei kuitenkaan sääda prosessin osia vaan sen avulla voidaan päätellä prosessin toiminnan kokonaisuutta.
LED:	Light emitting diode. Se tarkoittaa puolijohdekomponenttia, joka tuottaa valoa. LED-valot ovat energiatehokkaita ja pitkäikäisiä.
RAU-järjestelmä:	Rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa ja valvoo rakennuksen taloteknisiä järjestelmiä, kuten ilmanvaihto, lämmitystä ja valaistusta.
VBA:	Visual Basic on Microsoftin kehittämä ohjelmointikieli, jota käytettiin käsikirjan luomiseen.

1 Johdanto

Insinööriyön toimeksiantajana toimii Enerz Oy. Yrityksen toimialue on liikekiinteistöjen energiatehokkuushankkeet. Yritys on perustettu vuonna 2018, ja se toimi aluksi Latviassa. Suomessa toiminta alkoi vuonna 2020. Enerz Oy työllistää Suomessa 35 henkilöä erilaisissa energiatehokkuushankkeissa. Liikevaihto oli Suomessa 7,6 miljoonaa euroa vuonna 2023. [1.]

Toiminnan laajentuessa yrityksessä kasvoi myös työntekijöiden tarve. Monipuolisen osaamisen tehtäviin oli hankala löytää päteviä työntekijöitä. Opinnäytetyön tavoitteena oli kirjoittaa käsikirja, jonka avulla pystytään tehostamaan työntekijöiden perehdyttämistä ja jonka avulla pystytään ottamaan hälytysvalvontatehtävät vastaan pienemmällä kynnyksellä. Käsikirja toimii rakennusautomaatiojärjestelmien hälytysten kautta, ja jokaisen eri laitteen kaikki hälytykset löytyvät siitä. Suuri vaatimus käsikirjalle oli helppo käytettävyys ja selkeät ohjeet.

Käsikirja kirjoitettiin kesällä 2024. Käsikirjan tekoon on osallistunut yrityksessä useita eri tason työntekijöitä, joilla kaikilla on ollut oma panos käsikirjan toteutuksen onnistumisessa. Ensimmäinen versio käsikirjasta julkaistaan tämän opinnäytetyön ohessa, mutta alan ja järjestelmien kehittyessä jatkuvasti käsikirja tulee kehittymään myös niiden rinnalla. Sähköisen järjestelmän käytettävyydessä on myös odotettavissa parannusehdotuksia, jotka eivät testivaiheessa tulleet vielä ilmi. Käsikirja on täysin muokattavissa jälkikäteen, ja siihen on mahdollista myös lisätä suuriakin kokonaisuuksia. Myös toisen opinnäytetyön tekemistä käsikirjan jatkoksi on esitetty.

2 Enerz Oy

Enerz Oy:n toiminta jakaantuu viiteen eri osastoon, joiden kautta kaikki energia-
tehokkuushankkeet etenevät. Enerz Oy:n ohjelmointi- ja asiantuntijapalvelun
työntekijät vastaavat hankkeiden ohjelmoinnista ja kehittävät omaa automaa-
tiojärjestelmää.

Myyntin tehtävä ei ole pelkästään myynti ja asiakkaiden hankinta. Myyntiosasto
kartoittaa potentiaalisten hankkeiden kohteita ja jo etukäteen tekee laskelmia
energiatehokkuudesta. Tämän työvaiheen yhteydessä määritetään useimmille
hankkeille energiasäästötakuu. Myynnissä toimii myös poikkeuksellisesti enem-
män teknisiä henkilöitä kuin kaupallisia.

Suunnitteluosasto ottaa myynniltä hankkeen vastaan ja määrittää tarkemmat to-
teutussuunnitelmat hankkeille. Hyvin innovatiivinen ja edistysellinen toteutus-
tapa on tuonut myös kilpailuedun yritykselle. Suunnittelijat toimivat nimikkeellä
energy specialist.

Projektinjohto-osasto aloittaa työnsä jo suunnittelun rinnalla. Projektipäälliköi-
den tehtävänä on toteuttaa itse hanke. Usein esivalmistelut ja urakoitsijoiden
kilpailutus aloitetaan jo ennen lopullisten suunnitelmien valmistumista. Tämä
osasto toimii olemassa olevien rakennushankkeiden toimintatapojen ja sään-
nösten puitteissa. RAU-järjestelmän asennusta lukuun ottamatta yrityksessä ei
ole asennustason työntekijöitä.

Energia- ja vastuullisuuspalveluiden osasto toimii opinnäytetyön toimeksiantaja.
Takuuaika alkaa hankkeiden valmistuttua. Takuuaikana osaston työntekijät opti-
moivat järjestelmän toimintaa, korjaavat mahdolliset viat, valvovat hälytyksiä ja
varmistavat energiatakuun toteutumisesta, josta myös raportoidaan yhteis-
työssä myyntin kanssa asiakkaalle. Tämän kaltaista toimintaa on muissakin yri-
tyksissä, mutta ei näin perusteellisessa mittakaavassa. Lisäksi osastolla on
myös seurantakohteita, joissa ei ole toteutettu energiahanketta. Toimintaan
kuuluu lisäksi pienempiä taloteknisiä projekteja ja korjauksia.

Tällä hetkellä mistään muusta yrityksestä ei löydy näitä kaikkia palveluita saman katon alta. Tästä syystä toiminta on huomattavasti nopeampaa ja dynaamisempaa. Kehitystyötä tehdään kaikkien osastoiden kesken. Alalle ominainen hierarkia ja byrokratia on myös yrityksessä hyvin vähäistä. Yritykseen on ollut hyvin vaikea saada valmiita työntekijöitä ja heidän koulutuksensa etenkin takuuaikaisen valvonnan tehtäviin on aikaa vievä prosessi. Tehtävä vaatii talo-, automaatio-, sähkö- ja energiatekniikan tuntemusta. Usein uusien työntekijöiden koulutustausta suuntautuu vain yhteen näistä. Opinnäytetyön tavoite on edistää työntekijöiden perehdytystä. Käsikirjan avulla aloitteleva työntekijä pystyy valvomaan hälytyksiä huomattavasti omatoimisemmin aikaisemmassa vaiheessa ja hän pystyy sen avulla perehtyä laitteisiin ja rakennusautomaatioprosesseihin.

3 Esimerkkihanke

Jokainen hanke on aina yksilöllinen kokonaisuus, mutta peruseriaate on hyvin samanlainen. Lähes kaikki hankkeet toteutetaan olemassa olevaan kiinteistöön, jonka talotekniikka on teknisen käyttöikänsä päässä. Vanhempien laitteistoiden monia osia voidaan käyttää hyväksi, uusilla tehokkaammilla tavoilla.

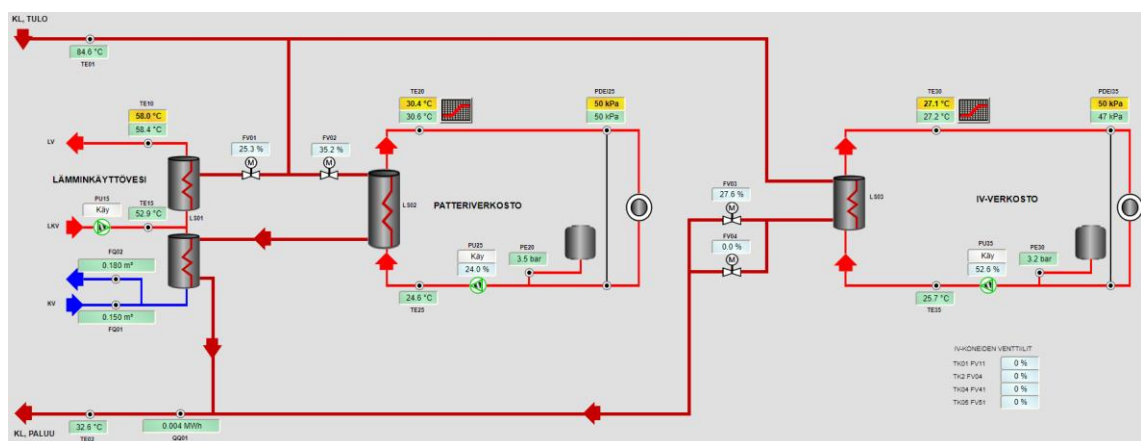
RAU-järjestelmä ohjaa taloteknisiä järjestelmiä. Ilmanvaihto, lämmitys ja jäähdytys ovat sen tärkeimmät ohjattavat järjestelmät, mutta myös toissijaisia järjestelmiä usein liitetään siihen, esimerkiksi pumppaamoita tai valaistusta. Sen tehtävänä on myös hälyttää mahdollisista ongelmista ja vaaroista. Näiden järjestelmien käyttöikä on tyypillisesti korkeintaan 20 vuotta, mutta niiden toiminnot ovat tässä vaiheessa jo mahdollisesti vanhentuneet [2].

Usein hankkeissa törmätään jo uusittuun järjestelmään, mutta vanhentuneeseen muuhun tekniikkaan. Tästä syystä aina ei ole kannattavaa uusia järjestelmää vaan rakentaa uusi tekniikka sen kanssa. Alle kymmenen vuoden ikäiset järjestelmät ovat vielä ohjelmoitavissa hankkeiden tarpeiden mukaisesti ja niihin saa varaosia, mutta myös uudempien järjestelmien uusiminen on joskus tarpeellista, sillä ne eivät välttämättä täytä hankkeen vaatimuksia.

Energ Oy:yn oma järjestelmä on rakennettu Schneider Eco Struxure-tuotteilla, joka tarjoaa vapaasti ohjelmoitavan ympäristön, jota Energ Oy hyödyntää. Oman järjestelmän käyttö on myös Energ Oy:yn toiminnalle huomattavasti helpompaa, koska kaikki pystytään toteuttamaan yrityksen toimesta itse.

Ennen järjestelmän saneerausta kaikki vanhat asetukset ja muut tiedot otetaan talteen. Nämä kaikki palautetaan uuteen tai uusittuun järjestelmään samanlaisina, niiltä osilta mitä ei saneerata. Tyypillisesti toiminta-ajat ja lämmityskäyrät pysyvät samanlaisina ja jos muutoksia tulee, ne ovat helpommin toteutettavissa vanhoja muokkaamalla.

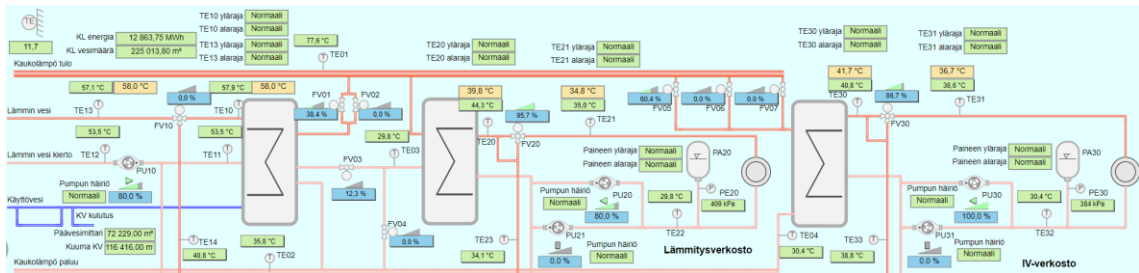
Lämmitysjärjestelmänä hankekiinteistöissä on lähes poikkeuksetta kaukolämpö. Sen hinta ja päästövaikutukset ovat nousseet viime vuosina suhteessa uudempiin lämmitysratkaisuihin, vaikkakin aluekohtaisia eroja on [3]. Kiinteistöjen lämmityksen käyttö tapahtuu patteriverkostolla tai lattialämmityksellä ja näistä voidaan käyttää automaatiossa yhteisnimitystä lämmitysverkosto (kuva 1). Näitä osia ei hankkeissa uusita, mutta niiden toiminta varmennetaan ja mahdolliset toimilaitteet ja venttiilit voidaan uusia. Ilmanvaihto käyttää myös suuren osan lämmitysenergiasta kiinteistöissä, omien lämmityspatteriensä kautta.



Kuva 1. Tyypillinen kaukolämmönjakojärjestelmä.

Hankkeissa voidaan muokata lämmitysjärjestelmää, jolloin kaukolämpöjärjestelmä säilytetään kiinteistössä, mutta rinnalle tuodaan maa- tai vesi-

ilmalämpöpumpputjärjestelmä. Tällöin kytketään lämpöpumput rinnakkain kaukolämmönjakokeskukseen, niin kutsutulla hybridikytkennällä.

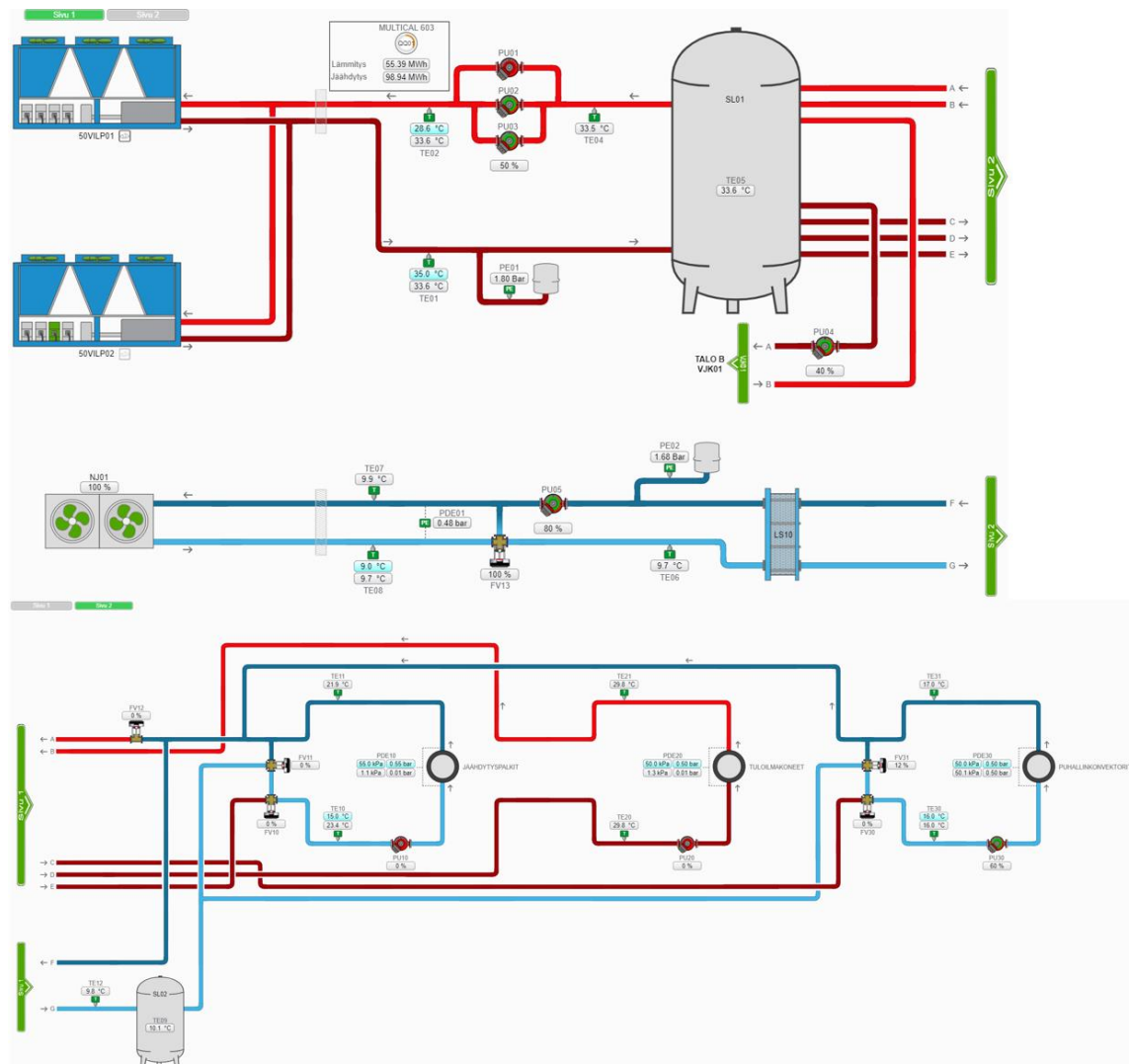


Kuva 2. Kaukolämmön hybridikytkentä saneeratussa kohteessa.

Hybridikytkentä on energiatehokkaampi tapa, mutta sen yhteydessä myös kaukolämmönjakokeskus pitää saneerata mikä lisää kuluja. Energiatehokkuus paranee esimerkkikuvan (kuva 2) mukaisessa kytkennässä, missä lämpöpumpuilta tuleva lämpöenergia tuodaan suoraan kaikkiin lämmityspiireihin. Tällöin vasta, kun lämpöpumpuilta loppuu teho, kaukolämpöä käytetään sen rinnalla. Toinen vaihtoehto on tapa, jossa lämpöpumput kytketään tuottamaan lämpöä pelkästään ilmanvaihtokoneille. Näin pystytään korvaamaan vain ilmanvaihdon osa kaukolämmöstä, mutta ei käyttövetä tai lämmityspiirejä. Usein ilmanvaihtokoneet sijaitsevat ylimmässä kerroksessa, ilmalämpöpumput katolla ja kaukolämpölaitteisto kellarissa. Lämmitysputkien rakentaminen suoraan lämpöpumpuilta ilmanvaihtokoneille on huomattavasti helpompaa, kuin kaukolämpölaitteistolle.

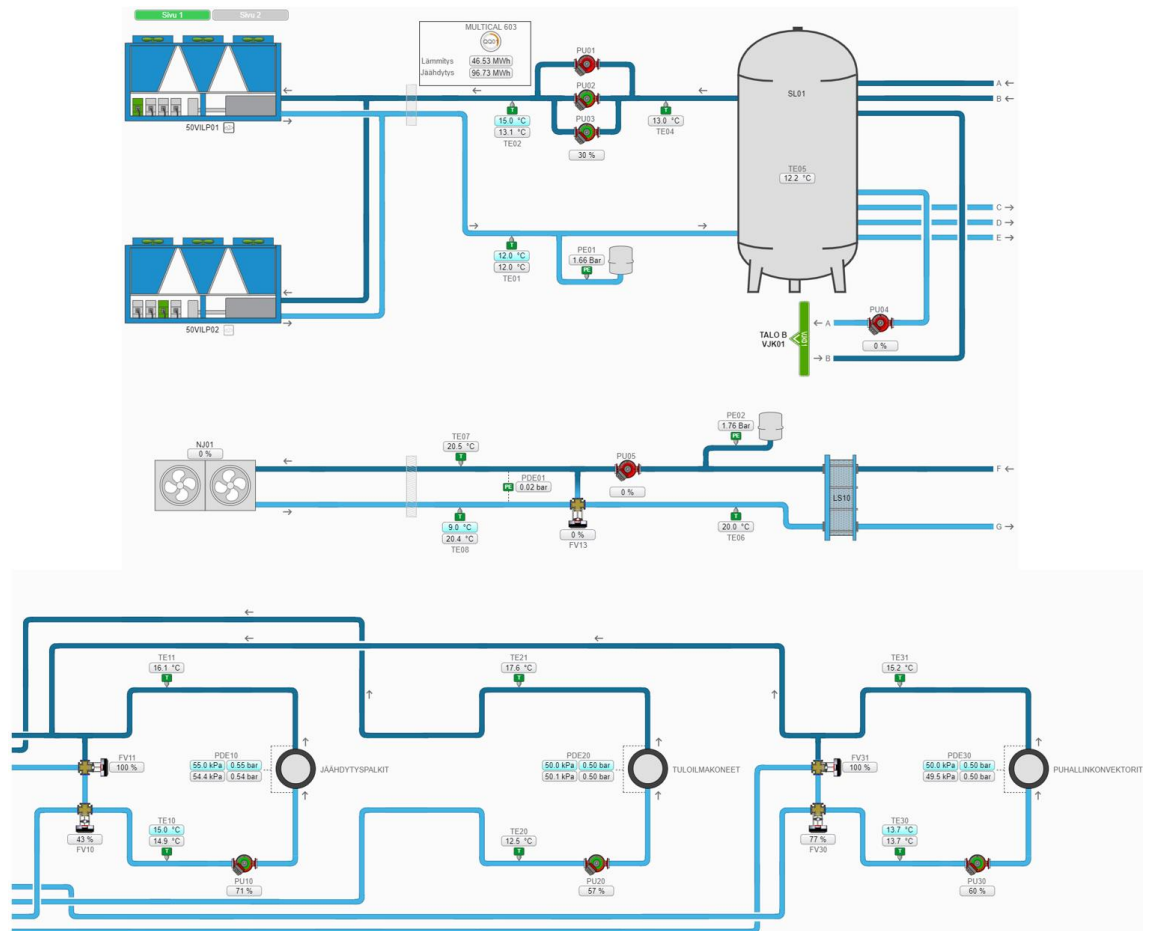
Jäähdytysjärjestelminä Suomessa käytetyt jäähdytyskoneet ovat usein vanhoja ja yksitoimisia. Niiden hyötysuhde on erittäin huono verrattuna uudempiin lämpöpumppeihin, jotka voivat myös tuottaa lämpöä, jolloin ne ovat kaksitoimisia. Ilmalämpöpumput asennetaan vanhan jäähdytyskoneen tilalle. Yleisesti jäähdytysjärjestelmä tuottaa jäähdytysenergiaa ilmanvaihto-, jäähdytyspalkki- ja konvektoriverkostolle. Uudessa kytkennässä (kuva 3) jäähdytyspalkki- ja konvektoriverkosto erotetaan ilmanvaihtoverkostosta lämmityskaudella ja ilmalämpöpumppu käännetään tuottamaan lämpöä. Jos kiinteistössä on ympärivuotinen

jäähdytystarve, kylmä otetaan vapaajäähdytykseltä ja lämpöenergia tuodaan ilmanvaihdon jäähdytys/lämmityspatterin kautta kiinteistöön.



Kuva 3. Vesi-ilmalämpöpumpun lämmityskäyttö jäähdytysverkostossa.

Jäähdytyskaudella järjestelmä toimii täysin samalla tavalla kuin vanha vedenjäähdytyskone (kuva 4). Vesi-ilmalämpöpumppu pystyy kuitenkin vanhaan vedenjäähdytyskoneeseen verrattuna tuottamaan huomattavasti energiatehokkaammin jäähdytysenergiaa kiinteistöön, uudemman tekniikkansa takia.



Kuva 4. Vesi-ilmalämpöpumput jäähdytyskäytöllä.

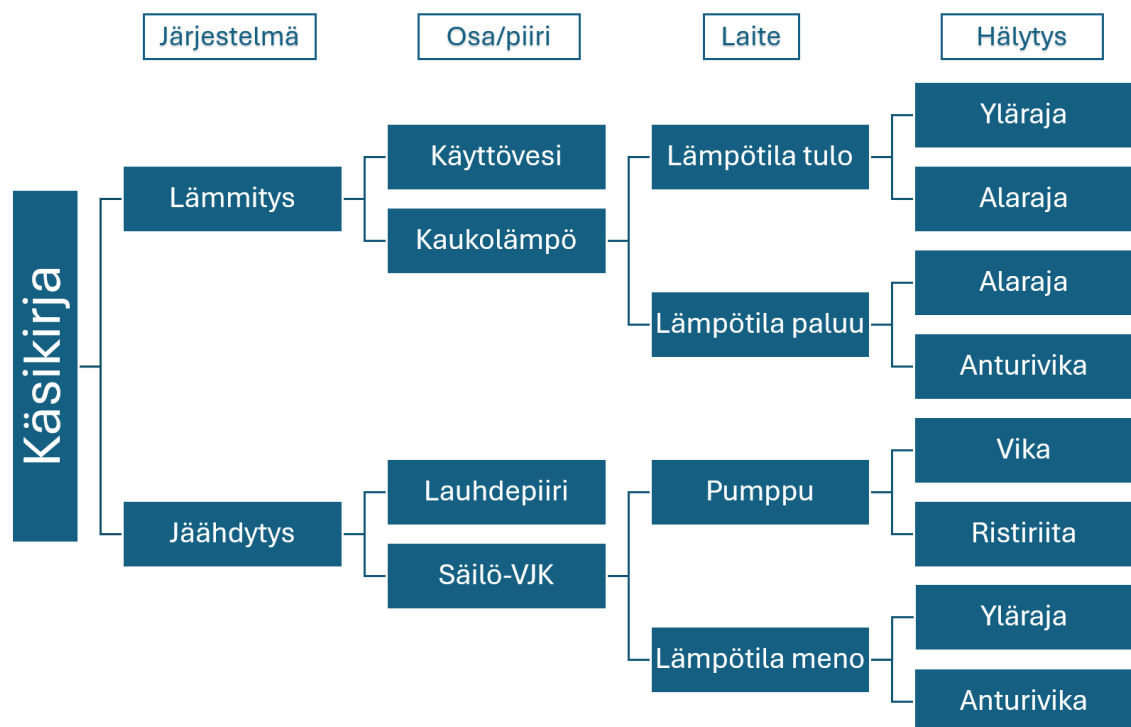
Ilmanvaihtokoneet voi karkeasti jakaa tällä hetkellä kolmeen eri tyyppiin. Vanhin tyyppi on yksi- tai kaksinopeuspuhallin. Tämä on energiakulutuksen kannalta tehottomin vaihtoehto. Puhaltimen pyörimisnopeutta ei pysty muuttamaan, ja se pyörii aina sähköverkon kanssa samaan tahtiin. Puhaltimessa on sähkötekni- seltä nimeltään oleva oikosulkumoottori. Toinen tyyppi käyttää myös oikosulku- moottoria, mutta siihen lisätään taajuusmuuttaja, jonka avulla nopeutta sääde- tään. Tämä hieman energiakulutukseltaan parempi tyyppi on paljon käytetty. Sen kulutusikäyrä ei ole kuitenkaan lineaarinen, ja siksi sitä hidastamalla ei vält- tämättä pystytä säästämään energiaa paljon. Kolmas tyyppi on EC-moottori, joka on viimeisintä teknologiaa ja kaikkein energiatehokkain. Moottoria voi myös ohjata portaattomasti, ja sen energiankulutus on lähes lineaarinen. [4, s.32.] Tällöin pystytään kiinteistössä ajamaan pienempiä ilmamääriä, joko käytön tai

ilmanlaadun mukaan. Näitä koneita asennetaan nykyään lähes poikkeuksetta rakennuttajien ja aina Enerzin energiatehokkuushankkeissa [5].

Kiinteistöjen sähköenergiasta valaistukseen kuluu tyypillisesti noin kolmannes. Monessa energiatehokkuushankkeessa myös valaistus uusitaan. Valaistus on yksinkertaisin säästökohde, eikä sen toteutus vaadi suunnitteluresursseja yhtä paljon kuin lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät. Alalla toimii useita luotettavia yrityksiä ja näiden yritysten kautta saa valaisimet, suunnittelun ja urakoinnin. Led-valaisimet voivat vähentää kiinteistön valaistukseen käyttämää energiaa parhaimmillaan 60—80 % [6].

4 Takuuajaisen valvonnan käsikirja

Sähköisessä muodossa oleva käsikirja koostuu ohjeista hälytyksille, joita RAU-järjestelmät antavat. Hälytykset on jaoteltu eri taloteknisten kokonaisuuksin mukaan pyramidimaisen rakenteen mukaan (kuva 5). Jokaisessa kokonaisuudessa on sisällä kaikki järjestelmän laitteet ja niiden mahdolliset hälytykset.



Kuva 5. Havainnekuva käsikirjan rakenteesta.

Microsoftin Access -ohjelmisto mahdollisti helppokäyttöisen käyttöliittymän ohjelmoinnin, jonka avulla käsikirjan 412 hälytysriviltä löytyy oikea ohjeteksti. Ohjetekstit sisältävät hyvin teknistä sanastoa ja vaatii pääsyä rakennusautomaatiojärjestelmiin, joihin ei ole pääsyä kuin ammattilaisilla. Koska käsikirja on tarkoitettu työuraansa alkuvaiheessa oleville, siihen päätettiin lisätä ohjeteksti, joka kuvaa käsikirjan luonnetta hyvin:

Tämä käsikirja on tarkoitettu vain Enerz Oy:n käyttöön, eikä sitä saa kopioida tai jakaa eteenpäin. Käsikirjaa ei ole tarkoitettu maallikoille. Kaikkien toimintojen ja testien tekeminen, mitä käsikirjassa neuvotaan, pitää tehdä harkiten ja ymmärtämällä, mihin kyseinen toiminto voi vaikuttaa. Älä tee mitään testiä, jos et ole varma sen turvallisesta käytöstä, esimerkiksi lämmitysventtiilin käsiajo. Pyydä apua kokeneemmalta energiamanagerilta, jos mikään asia epäilyttää. Käsikirja on jatkuvassa kehityksessä, ja ensimmäisen version jälkeen sen kehityksestä vastaa koko osasto.

Käsikirjan laatiminen eteni projektina, jossa suoritettiin useita keskeisiä tehtäviä. Tässä osiossa tarkastellaan niitä kronologisessa järjestyksessä ja kuvataan oleellisimmat kokonaisuudet.

4.1 Tietojen esikäsittely

Hälytyslistan pohjana käytettiin kahden RAU-järjestelmän hälytystietoja. Schneider-järjestelmän tiedot olivat Excel-muodossa, jolloin ne olivat helposti siirrettävissä käsikirjan Excel-pohjaan (kuva 6). Toinen järjestelmä oli Fidelix. Järjestelmät käyttivät hieman erilaisia sanamuotoja samoista hälytyksistä. Esimerkiksi poistoilma oli toisessa järjestelmässä nimellä jäteilma. Termistö yhtenäistettiin yrityksen käyttämän järjestelmän mukaan. Pohjana käytettävän Schneiderin hälytys-Exceliä, jonka kaikki rivit verrattiin Fidelix-järjestelmän hälytyksiin.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2									
3		Lämmitys							
4									
5		Osa/piiri	Laite	Hälytys	Viankuvaus	Ohje	Takuuohje	Olosuhdevaikutus	Energiavaikutus
6		Kaukolämpö	Lämpötila tulo	Yläraja	Tämä hälytys on yleen	Tarkasta anturi ja ra	Anturi voi olla meidän	0	0
7		Kaukolämpö	Lämpötila tulo	Alaraja	Jos anturi toimii oikeir	Tarkasta trendistä ai	Anturi voi olla meidän	-3	0
8		Kaukolämpö	Lämpötila tulo	Anturivika	Riippuen järjestelmästä	Voi tarkastaa trendi:	Tämä anturi voi olla r	0	0
9		Kaukolämpö	Lämpötila Paluu	Yläraja	Tämä hälytys maksaa	Tarkasta trendistä ai	Anturi voi olla meidän	-1	3
10		Kaukolämpö	Lämpötila Paluu	Alaraja	Jos alarajahälytys akti	Tarkasta anturi raja-	Anturi voi olla meidän	0	0
11		Kaukolämpö	Lämpötila Paluu	Anturivika	Riippuen järjestelmästä	Voi tarkastaa trendi:	Tämä anturi voi olla r	0	0
12		Kaukolämpö	Energiamittaus	Hälytys	Energiamittari voi anti	Tarkasta näyttääkö i	Tämä ei ole meidän as	0	0
13		Kaukolämpö	Energiamittaus	Vika	Energiamittari voi anti	Tarkasta näyttääkö i	Tämä ei ole meidän as	0	0
14		Käyttövesi	Vesimittaus	Hälytys	Vesimittari voi antaa	Tarkasta näyttääkö i	Vesimittarit ovat meic	0	0
15		Käyttövesi	Vesimittaus	Vika	Vesimittari voi antaa	Tarkasta näyttääkö i	Vesimittarit ovat meic	0	0
16		Käyttövesi	Venttiili	Vuotohälytys	Järjestelmä voi tunnis	Tarkasta mittaukset	Venttiilit ovat välillä m	-1	2
17		Käyttövesi	Lämpötila meno	Yläraja	Käyttöveden asetusn	Tarkasta trendistä r	Uudessa kohteessa lai	-3	1
18		Käyttövesi	Lämpötila meno	Alaraja	Käyttövesi on käyttäjä	Tarkasta trendistä r	Uudessa kohteessa nä	-3	1
19		Käyttövesi	Lämpötila meno	Anturivika	Todennäköisesti nyt	ki Tämän anturin toim	Tämä anturi voi olla r	-3	0
20		Käyttövesi	Lämpötila paluu	Yläraja	Piiristä palaa liian kuu	Voi vaati tarkempaa	Lämmönjako järjesteli	-1	1
21		Käyttövesi	Lämpötila paluu	Alaraja	Piiristä pitää palata ta	Tarkasta piirin toimi	Lämmönjako järjesteli	0	0
22		Käyttövesi	Lämpötila paluu	Anturivika	Antuti on informatiivi	Voi tarkastaa trendi:	Tämä anturi voi olla r	0	0
23		Käyttövesi	Pumppu	Ristiriita	Tämä tarkoittaa, että	i Pumpun toiminnan	Lämmönjako järjesteli	-3	1
24		Käyttövesi	Pumppu	Vika	Pumpun ongelma voi	i Pumpun toiminnan	Lämmönjako järjesteli	-3	1
25		Käyttövesi	Pumppu	Hälytys	Pumpun ongelma voi	i Pumpun toiminnan	Lämmönjako järjesteli	-3	1
26		patteriverkosto	Venttiili	Järjestelmä voi tunnis	Tarkasta mittaukset	Lämmönjako järjesteli	-1	1	
27		patteriverkosto	Lämpötila meno	Yläraja	Verkostoon menee jos	Tarkasta mittaukset	Lämmönjako järjesteli	-1	2
28		patteriverkosto	Lämpötila meno	Alaraja	Verkostoon menee jos	Tarkasta mittaukset	Lämmönjako järjesteli	-2	0
29		patteriverkosto	Lämpötila meno	Anturivika	Riippuen järjestelmästä	Voi tarkastaa trendi:	Tämä anturi voi olla r	-2	2

Kuva 6. Tietojen esikäsittely Excel-taulukossa.

Suurin osa hälytyksistä oli molemmista järjestelmistä, mutta myös paljon listalta puuttuvia hälytyksiä lisättiin. Erikoisimmissa järjestelmissä voi olla hälytyksiä, joita ei saatu käsikirjaan mukaan.

4.2 Ohjelmiston valinta ja koodaus

Alun perin käsikirja oli tarkoitus tehdä Exceliin. Järjestelmän käyttöliittymän ominaisuuksia kartoitettiin, mutta Excel ei ole tietokantaan perustuva ohjelmisto vaan puhtaasti laskentaohjelmisto. Ohjelmisto toimii pienemmissä tapauksissa hyvin, mutta tietomäärän lisääntyessä sen käytettävyyden alkaa kärsiä. Myös virhelyöntien mahdollisuus on hyvin suuri ja ne jäävät helposti huomaamatta. Esimerkkinä Williamsin Formula 1-tallin ongelmat, kun autojen varaosat olivat Excel-taulukossa eivätkä tietokannassa. Tämä johti tiimin hallinnollisiin ongelmiin ja jopa huonoon kilpailumenestykseen, kun varaosia oli Excelissä yli 20 000 kappaletta. [7].

Vaatimukset käsikirjan ohjelmistolle olivat hyvin selkeät. Käsikirjan käytettävyyden piti olla helppoa, materiaalin muokattavissa ja ohjelmisto ei saanut vaatia erillistä asennusta. Selainpohjaista tietokantamallia selvitettiin, mutta yleisesti niiden täysversiot olisivat maksullisia ja koodaus vaikeaa. Hakusanaksi oli tässä

kohtaa jo muodostunut tietokanta, ja tekoälyn avulla löytyi jokaiselta Windows-tietokoneelta esiasennettu ohjelmisto nimeltä Access. Ohjelmistoa ei käytetä koulu- tai työympäristössä paljon. Tähän on syynä ohjelmiston hyvin pitkä oppimiskynnys. Exceliä osaa pienissä määrin käyttää jo ensimmäisellä kerralla, ja monet toiminnot ovat hyvin helposti ymmärrettävissä. Access taas ei toimi käytännössä lainkaan ilman VBA-koodin ymmärrystä. Tämä koodikieli on kuitenkin sama, mitä Excelin vaativammat toiminnot tarvitsevat. Tästä syystä opiskelun ohessa opitut alkeelliset VBA-aidot antoivat edellytyksen opiskella Access tarvittavalle tasolle käsikirjaa varten.

Access on puhtaasti tietokantaan perustuva tiedonhallintaohjelmisto. Sen tehtävä on ylläpitää suuria määriä tietoa. Käytännössä itse tiedot syötetään taulukkoon tai Excelistä voi tuoda taulukon täynnä tietoa, niin kuin tässäkin tapauksessa tehtiin. Tietoa ei kuitenkaan lueta tai käsitellä tässä taulukkonäkymässä, ja taulukko onkin suojattu muutoksilta. Accessiin rakennetaan oma käyttöliittymä, jonka avulla tietoa käsikirjan tapauksessa luetaan, ja tätä käyttöliittymän osaa kutsutaan lomakkeeksi. Edistysellisemmissä toiminnoissa on omat lomakkeet muokkaukselle, lukemiselle tai lisäykselle. Kaikille lomakkeille voidaan asettaa käyttäjätasoja. Näiden avulla esimerkiksi varastotyöntekijä voi lukea tilausta, jonka myyjä on luonut myyntilomakkeella, mutta ei muokata sitä. Lähettämö voi omalla lomakkeella kuitata tilauksen lähetetyksi, jolloin se näkyy laskutuksen lomakkeella. Printtauslomakkeilla pystytään tulostamaan esimerkiksi lasku, joka tulostettuna asettaa tilauksen käsitellyksi. Sovellukset ovat käytännössä rajattomat, mutta suuren järjestelmän rakentamiseen ja ylläpitoon vaaditaan yritykseen oma järjestelmänasiantuntija. [8]. Tästä syystä esimerkkitapauksen järjestelmä usein nykyään korvataan verkossa toimivalla valmisohjelmistolla, joka toimii kuukausimaksulla eikä vaadi kattavaa tietoteknistä osaamista.

4.3 Ohjeiden kirjoitus

Suurin haaste ohjeiden kirjoittamisessa oli saada aikaan tarpeeksi selkeää kieltä, jossa pystytään samalla kertomaan hälytyksestä oikea määrä tietoa, mutta myös yrityksen taloudelliselle näkökulmalle toimiva ohje. Alkuvaiheessa

nämä kaikki tiedot pyrittiin kirjoittamaan samaan kenttään, mutta teksteistä tuli pitkiä ja sekavia. Lopulta päädyttiin jakamaan ohjeet kolmeen eri kenttään, jotka ovat viankuvaus, ohje ja takuuohje. Näin tekstit saivat oikeanlaisen rakenteen ja etenkin viankuvaus palvelee koulutuskäytössä hyvin käyttäjiä.

Tekstien kirjoitus vei hyvin pitkän ajan työstä. Kirjoitus aloitettiin helpoimmasta päästä, jotka olivat ilmanvaihtokonejärjestelmässä. Suurin osa viankuvauksista oli helppo kirjoittaa ilman lähteitä tai apua, työkokemuksen avulla. Nämä kohdat ovat asentajatasolla hyvin osattuja ja arkipäiväisiä. Helpommat tekstit olivat myös yrityksen ohjaajan tarkastelussa, ja näiden mallitekstien avulla etsittiin järkevin toteutustapa. Kun mallitekstit olivat hyväksytyt, pystyttiin käsikirjan kirjoitus aloittaa kokonaisuudessaan.

Monimutkaisempien lämpöpumppujärjestelmien ohjeet ja viankuvaukset olivat haastavimpia. Kaikki nämä järjestelmät ovat yrityksen suunnitteleimia, joten niiden toimintaselosteet löytyivät toteutussuunnitelmista. Haasteellisimmat osiot ovat yrityksen asiantuntijoiden tarkastamat. Myös helpoimmista osioista löytyi haastavampia kohtia, joihin pyydettiin apua tai varmistusta yrityksen asiantuntijoilta tai ohjaajalta.

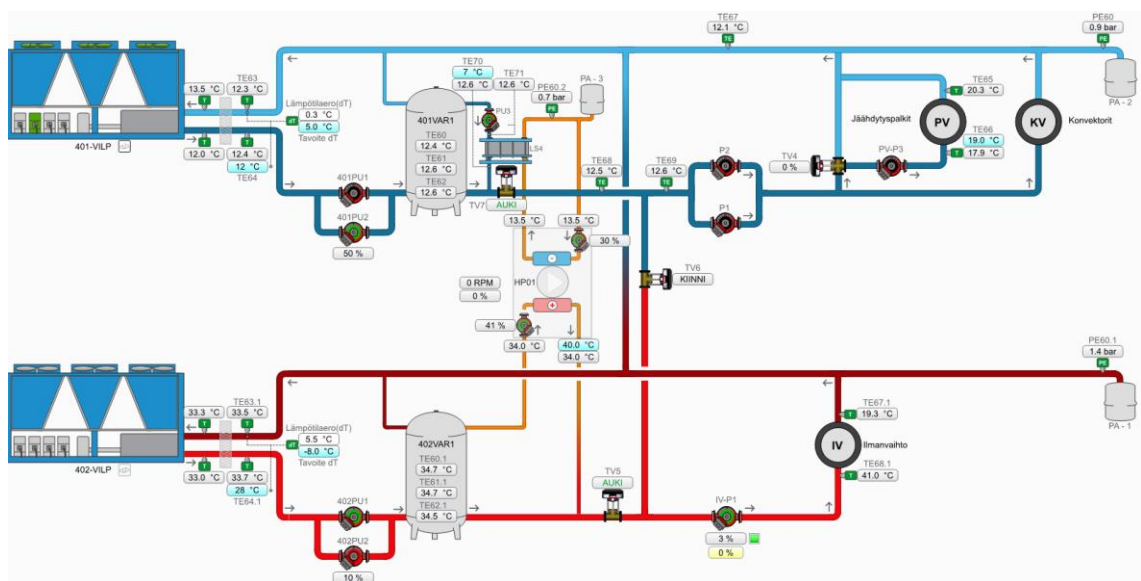
4.4 Käsikirjan sisältö

Käsikirja koostuu seitsemästä järjestelmästä. Jokaisella järjestelmällä on osia tai piirejä ja niissä laitteita. Jokaisella laitteella on useita hälytyksiä (kuva 6). Kaikille hälytyksille on kirjoitettu viankuvaus, ohje ja takuuohje. Lisäksi niille on annettu mahdollinen energia- ja olosuhdevaikutus (kuva 5). Kaikki kappaleessa mainitut osat käydään tarkemmin läpi luvuissa 4.6, 4.7 ja 4.8.

Käsikirjan kieli on erittäin yksinkertaista: se koostuu lyhyistä lauseista. Moni hälytys voi johtua monesta eri syystä, ja tämä tieto on helpompi tuoda esiin tällä tavalla. Myös väärinymmärryksen mahdollisuus on huomattavasti pienempi, ilman pitkää, ja monimutkaista virkerakennetta. Esimerkkinä raitisilmamittauksen anturivika hälytyksen viankuvaus:

Mittaus vaikuttaa lämmöntalteenoton toimintaan ja on samalla informatiivinen. Riippuen järjestelmästä anturi näyttää arvoa, joka on ulkona asteikolta, kysymysmerkkiä tai se on hälytystilassa. Anturin yhteys alakeskukseen on estynyt. Vika voi johtua katkenneesta johdosta, hajonneesta anturista tai alakeskukseen ongelmasta.

Suoraviivaisesti kerrotaan hälytyksen vaikutus, mahdolliset ilmenemistavat ja todennäköisimmät syyt. Vaikka kuvaus on lyhyt, sen avulla pystyy päättämään monta asiaa. Käsikirjaa käytettäessä on myös aina kyseisen järjestelmän graafinen käyttöliittymä (kuva 7) auki ja koko kyseinen prosessi näkyvissä.



Kuva 7. Lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmän graafinen käyttöliittymä.

Käyttöliittymän tehtävä on myös olla informatiivinen, ja siitä näkee hyvin nopealla silmäyksellä, ovatko kyseiset toiminnot estyneet. Vaikka käsikirja toimii yksittäisten hälytysten kautta, ovat järjestelmät aina kokonaisuuksia. Yhtä hälytystä tutkiessa pitää myös koko prosessi tarkastaa. Voidaan myös paremmin sanoa, että yhden hälytyksen kautta tulee aina koko prosessi tarkastettua.

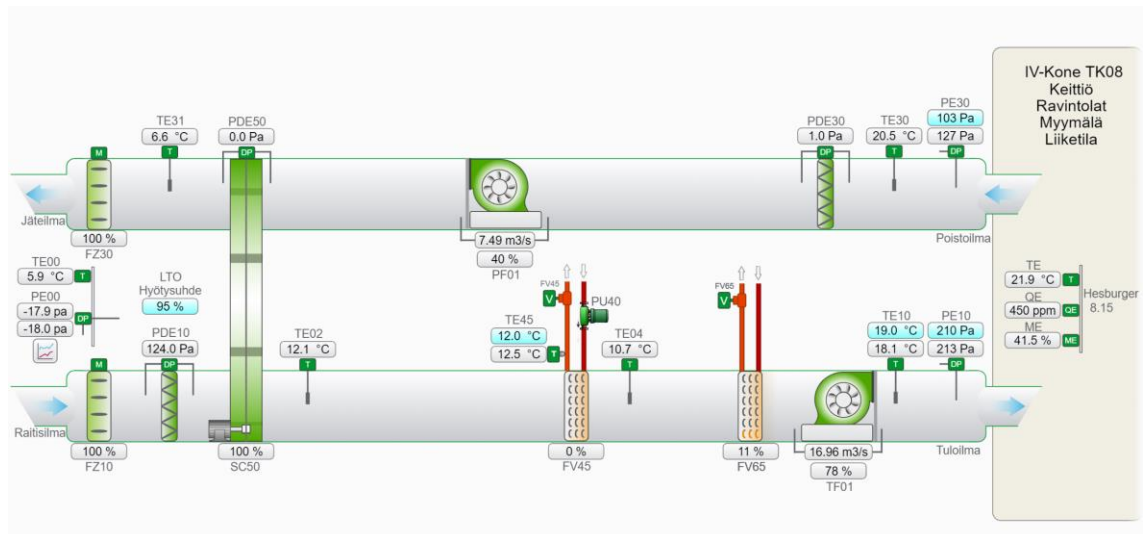
4.5 Järjestelmät, laitteet ja hälytykset

Käsikirjassa järjestelmät on jaettu seitsemään eri osaan. Järjestelmien jaot eivät ole standardisoituja, mutta vastaavat hyvin pitkälle yleistä käytäntöä. Suurin ero on Lämpöpumput osio, joka yrityksen toiminnan vuoksi on eriytetty omaksi kokonaisuudeksi.

- ilmanvaihto
- lämmitys
- jäähdytys
- lämpöpumput
- puhaltimet
- erillis- ja järjestelmähälytykset
- olosuhde- ja valaistushälytykset.

Ilmanvaihdon alla ovat kaikki siihen liittyvät hälytykset, mutta järjestelmistä löytyy myös päällekkäisyyksiä. Ilmanvaihtokoneet ovat hyvin riippuvaisia lämmityksestä. Lämmönjakokeskuksessa on ilmanvaihtopiiri, joka syöttää ilmanvaihtokoneiden lämmityspattereita. Tämän piirin hälytykset voivat vaihdella eri RAU-järjestelmien välillä ja löytyä niin ilmanvaihdon kuin lämmityksenkin alta. Tästä syystä osa hälytyksistä on kopioitu molempien järjestelmien sivuille. Tästä selkein esimerkki on Ilmanvaihtopiirin painehälytys.

Esimerkkijärjestelmä ilmanvaihtokone (kuva 8) pitää sisällään lukuisia laitteita. Määrä vaihtelee koneen rakenteesta ja toimintatavasta riippuen. Yleensä laitteita on noin 15—25 kappaletta yhdessä ilmanvaihtokoneessa. Osa laitteista voi myös olla erilaisia toiminnoiltaan. Esimerkiksi puhaltimet voivat toimia yksinopeuksisena, taajuusmuuttajalla tai EC-puhallinohjauksella. Kuitenkin käsikirjasta löytyy laite kohta vain tulo- ja poistopuhaltimelle. Erityyppiset laitteet eriytetään hälytykset osiossa, koska ne antavat erityyppisiä hälytyksiä.



Kuva 8. Ilmanvaihtokoneen grafiikkakuva.

Jokaisella laitteella on oma tehtävänsä prosessissa. Hälytyslistasta tai grafiikkakuvasta pitää tunnistaa laite, jota käsikirjan avulla halutaan tarkastella. Käsikirjan ensimmäisestä versiosta löytyy yhteensä 412 erilaista hälytystä. Erilaiset hälytykset myös rajaavat, voiko kyseessä olla tietyn tyyppinen laite. Tarkastellaan yhden hälytyksen kohdalla, mitä käsikirjassa lukee. RAU-järjestelmä antaa hälytyksen, joka tulee sähköpostilla, hälytyksiä valvovalle energiamanagerille:

Esimerkkikohde VAK03/BACnet Interface/IP Network/VAK01_MP-C-36A/Application/Heating Center/Alarms/TE10 Sum Alarm/TE10 Korkea hälytys Lämpimän Käyttöveden Lämpötila Liian Korkea.

Ensimmäiset kohdat paikallistavat järjestelmässä hälytyksen lähteen, ja käytännössä manageri avaa nyt esimerkkikohteen etäyhteyden. Heating Center tarkoittaa käsikirjassa lämmitysjärjestelmää. Sen osa/piiri on käyttövesi ja laitteena TE10 eli temperature emitter, joka tarkoittaa lämpötilanmittausta. Hälytysteksti kertoo lämpötilan olevan liian korkea.

4.6 Viankuvaus, ohje ja takuuohje

Nyt kun hälytys on paikannettu, tulee käsikirjasta ensimmäisenä kohta viankuvaus. Se kertoo tämän hälytyksen kohdalla seuraavaa:

Käyttöveden asetusarvo on 58 °C ja se voi vaihdella ± 3 °C hetkellisesti. Yläraja tarkoittaa, että vesi on ollut yli 61 °C hälytysviiveen verran.

Ohje-kohdassa käydään tarkemmin läpi, miten erityyppinen laite tai järjestelmä voi käyttäytyä ja miten sitä voi mahdollisesti testata. Ohjetekstiesimerkki hälytyksen kohdalla:

Tarkista trendistä säätöjen käyttäytyminen. Jos lämpötila vaihtelee paljon, voi sen saada virittämällä toimimaan paremmin. Jos lämpötila pysyy jatkuvasti korkeana, voi venttiili tai toimilaite olla viallinen. Aja venttiiliä varoen käsikäytöllä, että näet muuttuuko lämpötila. Käyttöveden viritys on hyvin haasteellista, keskustele havainnoista järjestelmäasiantuntijan kanssa. Jos lämpötilamittaus näyttää hyvin kuumaa tai huojuu hyvin paljon, ilmoita kiinteistöhoitajalle mahdollisesta haitasta.

Takuuohjekohta kertoo kaupallisesta merkityksestä mahdolliselle vialle, ottamalla kantaa onko kyseinen laite takuunalainen vai ei. Monet laitteet ovat olemassa olevia, eivätkä ne kuulu takuun piiriin tai kuuluvat siihen vain osittain. Tässä yhteydessä on tärkeä tietää, onko kiinteistö sitoutunut maksamaan yritykselle takuun ulkopuolisen laitteen korjauksesta vai ei. Kyseisen hälytyksen kohdalla takuuohje:

Uudessa kohteessa laitteet voivat olla meidän asentamia ja viritys kuuluu myös takuuseen. Toimilaite ja venttiili voivat olla vanhoja, mutta järjestelmä usein meidän asentama. Tarkista takuutiedot ennen korjausta.

4.7 Energia- ja olosuhdevaikutus

Tutkinto-ohjelman ja yrityksen toiminnan vuoksi tahdottiin käsikirjaan lisätä energiavaikutus jokaiseen hälytykseen. Jokaisella hälytyksellä voi olla energiavaikutus 0—3. Nolla tarkoittaa, ettei vaikutusta ole tai sitä ei pysty hälytyksen

luonteen vuoksi määrittelemään. 1—3 on kyseisen laitteen mahdollisesti pahin vaikutus minkä se voi tuottaa kyseisen laitteen energian kulutukseen, kolmen ollessa suurin ja yhden pienin. Kyseisen hälytyksen vaikutukseksi on määritetty yksi, koska liian kuuma käyttövesi ei käytä paljon energiaa, koska se on valmiiksi lämmintä eikä luovuta lämpöä paljon eristyksien takia, mutta kuitenkin voi näkyä kulutuksessa vähän.

Olosuhteille on annettu myös samakaltainen vaikutusluku 0—3. Samoin kuin energiavaikutuksessa nolla tarkoittaa, ettei vaikutusta ole tai sitä ei pysty hälytyksen luonteen vuoksi määrittämään. 1—3 on asteikko vaikutukselle yhden ollessa pienin ja kolmen suurin. Tämä hälytys on saanut luvuksi kolme, koska käyttöveden korkea tai huokuva lämpötila tuntuu käyttäjälle erittäin voimakkaasti ja siitä myös tulee hyvin herkästi reklamaatio.

4.8 Käsikirjan testaus

Alkuperäisen suunnitelman mukaan käsikirjan testaus oli managerointitiimin vastuulla. Yrityksen työkuorma kuitenkin muutti tilanteen, kun yritykseen palkattiin uusi alalla aloittava työntekijä, ennen käsikirjan käyttöliittymän valmistamista. Hänelle päätettiin antaa alustava Excel-versio testikäyttöön. Käsikirjaa pystyy käyttämään Excelinäkin, mutta se on hieman hankalaa. Odottamattoman aikataulumuutoksen takia tämä oli kuitenkin sopiva ratkaisu. Näin pystyttiin vielä helpommin pureutumaan mahdollisiin virheisiin, joita käsikirjassa oli.

Excelin käyttö osoittautui hyvin haasteelliseksi, mutta ei mahdottomaksi. Palautetta tuli kirjoituksen ulkoasusta ja kirjoitusvirheistä. Käsikirja sisältää alalla käytettyjä ilmaisuja ja lyhyitä lauserakenteita, jotka myös käyttäjän mielestä olivat toimivampia käsikirjaan. Parannukset ja korjaukset tehtiin esikäsittely Excel-työkirjaan, josta ne siirrettiin Accessin käyttöliittymään. [9].

Yksinkertaisesta käyttöliittymästä ei tullut palautetta paljon. Käyttäjät osasivat käyttää sitä ilman ohjeita, joten muutoksia siihen ei tarvinnut tehdä. Käyttöliittymän värimaailmaa olisi voinut yhdistää yrityksen automaatiojärjestelmän

kanssa, mutta tämän toissijaisen asian ei nähty tuovan paljon lisäarvoa käsikirjalle tässä vaiheessa.

4.9 Käsikirjan käyttöliittymä

Accessilla voidaan helposti rakentaa erilaisia käyttöliittymiä tiedonhallintaan. Käsikirjan kohdalla päädyttiin hyvin yksinkertaiseen ulkoasuun, joka taas mahdollistaa nopean ja suoraviivaisen käytön. Tiedosto avataan, samalla tavalla kuin mikä tahansa Windowsin tiedosto. Käsikirja avautuu etusivulle (kuva 9) josta löytyy valikosta suoraan järjestelmät, joilla jokaisella on omat painikkeet.



Kuva 9. Käyttöliittymän etusivu.

Painikkeet ohjaavat kukin oman järjestelmänsä hakusivulle, pois lukien ”Read me” painike, joka johtaa sivulle, josta löytyvät selitykset toiminnoille ja varoitukset käyttäjälle.

Hakusivulla (kuva 10) voi jokaisen järjestelmän hälytyksiä etsiä eri tavoin, kolmen pudotusvalikon avulla. Pudotusvalikoilla voi hakea listasta joko kirjoittamalla tai etsimällä oikean hälytyksen. Hälytysten suuren määrän vuoksi ensin kannattaa valita oikea piiri ja laite. Tämän jälkeen hälytys-pudotusvalikossa on enää vain tämän tietyn laitteen hälytykset, joita on maksimissaan viisi kappaletta.

Osa/piiri	Laite	Hälytys
IV-konepiiri	Lämpötila meno	
IV-konepiiri	Lämpötila meno	Yläraja
IV-konepiiri	Lämpötila meno	Alaraja
IV-konepiiri	Lämpötila meno	Anturivika
IV-konepiiri	Lämpötila meno	Säätövika
*		

Kuva 10. Käyttöliittymä jäähdytysjärjestelmän hakusivu.

Rajauksen jälkeen, kun haluttu hälytys on löytynyt, voidaan painaa mitä vain kohtaa riviltä, ja lukusivu aukeaa.

Lukusivulla (kuva 11) on myös hakusivulla olevat tiedot, mutta tärkeimpänä viankuvaus, ohje ja takuuohje. Jokaisella hälytyksellä on oma ID-numero, jonka avulla se voidaan paikantaa taulukosta, joka on piilotettu käyttäjältä. Energia- ja

olosuhdevaikutusluvut ovat sivun ylälaudassa, mutta niiden selitteet löytyvät "Read me" sivulta.

Lämmitys

Sulje

Denerz
PROVIDING SUSTAINABLE LIVING

ID Energiavaikutus Olosuhdevaikutus

Osa/piiri

Laite

Hälytys

Viankuvaus
Käyttöveden asetusarvo on 58 astetta ja se voi huojua siitä ± 3 °C hetkellisesti. Yläraja tarkoittaa, että vesi on ollut yli 61 astetta hälytysviiveen verran.

Ohje
Tarkista trendistä säätöjen käyttäytyminen. Jos lämpötila vaihtelee paljon, voi sen saada virittämällä toimimaan paremmin. Jos lämpötila pysyy jatkuvasti korkeana, voi venttiili tai toimilaite olla viallinen. Aja venttiiliä varoen käsikäytöllä, että näet muuttuuko lämpötila. Käyttöveden viritys on hyvin haasteellista, keskustele havainnoista järjestelmäasiantuntijan kanssa. Jos lämpötilamittaus näyttää hyvin kuumaa tai huojuu hyvin paljon, ilmoita kiinteistön-hoitajalle mahdollisesta haitasta.

Takuuohje
Uudessa kohteessa laitteet voivat olla meidän asentamia ja viritys kuuluu myös takuuseen. Toimilaite ja venttiili voivat olla vanhoja, mutta järjestelmä usein meidän asentama. Tarkista takuutiedot ennen korjausta.

Kuva 11. Käyttöliittymän hälytyksen ohjesivu.

Jokaisella lukusivulla on suljepainike ja hakusivulla palaa etusivullepainike. Näiden avulla navigoidaan eri sivujen välillä.

5 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli luoda sähköinen käsikirja, joka sisältää rakennusautomaatiojärjestelmien hälytykset ja niille toimintaohjeet. Tavoitteet saavutettiin ja käsikirja on otettu käyttöön yrityksen toiminnassa ja se on koko henkilöstön käytettävissä yrityksen jaetulla palvelimella. Käsikirja auttaa perehdytyksessä ja

ongelmatilanteissa sekä palvelee yleisenä tiedonlähteenä koko yritystä. Käsikirjan luomisvaihe opetti yritykselle tiedonhallinnan tärkeydestä. Vaikka yrityksellä on monia eri asiakas- ja projektihallintaan olevia verkkopohjaisia ohjelmistoja, on yrityksessä myös Exceleissä suuria määriä tietoa. Nämä tietojenhallinnointihaasteet tulivat insinööriyön mukana esille, ja nyt niihin pystytään reagoimaan aikaisemmassa vaiheessa.

Työn merkittävin haaste oli täysin uuden ohjelmiston käyttöönotto ilman esimerkkiä tai opetusta. Tästä tuli myös insinööriyön suurin onnistuminen. Yksi insinöörin tärkeimmistä taidoista on teoriassa opitun pohjatiedon varassa, opetella ja soveltaa taitoja saavuttaakseen päämäärän. Ajankäytöllisiä haasteita toivat yrityksen työntekijöiden lomat. Tämän takia testaus jäi hieman lyhyeksi ja osa sisältömuutoksista viime hetkeen.

Tulevaisuudessa käsikirjaa voidaan kehittää edelleen. Hälytysten osalta voidaan esimerkiksi kerätä tietoa siitä, mikä vika oli syyllinen kyseiseen hälytykseen, ja sen kautta kehittää toimintaa. On myös mahdollista lisätä ohjesivulle oma tietue mahdollista vian aiheuttajasta. Koska järjestelmä on hyvin joustava, sen muokkaaminen pidempiaikaisen käyttöpalautteen perusteella on erittäin helppoa. Tämän käsikirjan lisäksi se voi toimia pohjana yrityksessä useille muille tiedonhallintaprojekteille.

Lähteet

- 1 Enerz yritysesittely 2024. 2024. Yrityksen sisäinen dokumentti. Enerz Oy.
- 2 Silver, Timo. 2023. Mistä tunnistaa vanhentuneen automaatiojärjestelmän? Verkkoaineisto. Integrio. <<https://integrio.fi/mista-tunnistaa-vanhentuneen-automatiojarjestelman>>. 28.3.2023. Luettu 18.10.2024.
- 3 Kaukolämpötilastot. Verkkoaineisto. Energiateollisuus. <<https://energia.fi/tilastot/kaukolampotilastot>>. Luettu 18.10.2024.
- 4 Koivula, Tommi. 2017. EC-moottori. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 5 Enerz – Energy Efficiency Project Handbook v2.0. 2024. Yrityksen sisäinen dokumentti. Enerz Oy.
- 6 Mononen, Ari. 2021. Valaistus kuntoon koko kiinteistössä. Verkkoaineisto. Kiinteistö & talotekniikka. <<https://www.kita.fi/natiivi/2655/valaistus-kuntoon-koko-kiinteistossa>>. 1.1.2021. Luettu 18.10.2024.
- 7 Mitchell-Malm, Scott. 2024. Shocking details behind painful Williams F1 revolution. Verkkoaineisto. The Race. <<https://www.the-race.com/formula-1/shocking-details-behind-painful-williams-f1-revolution>>. 19.03.2024. Luettu 18.10.2024.
- 8 Rost, Richard. Computer Learning Zone. Verkkoaineisto. <<https://www.youtube.com/@599CD>>. Katsottu 11.8.2024.
- 9 Heinonen, Luka. 2024. Yksikönpäällikkö, Enerz Oy, Espoo. Palautepalaveri 14.10.2024