

Jesse Ruhanen

Kiinteistöautomaatiikan säätöventtiilien valitsemisen automatisointityökalu

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Elektroniikka

Insinöörityö

13.5.2013

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Jesse Ruhanen Kiinteistöautomaatiikan säätöventtiilien valitsemisen automatisointi työkalu 36 sivua + 4 liitettä 13.5.2013
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	elektroniikan koulutusohjelma
Ohjaajat	aluepäällikkö Harri Bamberg lehtori Timo Kasurinen
<p>Tässä insinööriyössä kehitettiin Fidelix Oy:n kiinteistöautomaatioprojektien yhtä työvaihetta. 30 työntekijää on joka päivä säätöventtiilien valitsemisen kanssa tekemisissä. Työkalu auttaa valitsemaan aina oikeanlaisen ja juuri tilanteeseen sopivan säätöventtiilin. Insinööriyössä luotiin työkalu, joka valitsee venttiilit käyttäjälle pelkästään suunnittelijalta saatujen säätöventtiilien arvojen perusteella. Työkalu valitsee myös oikeanlaisen toimilaitteen jokaiselle venttiilityypille.</p> <p>Lisäksi toteutettiin yksinkertainen ja selkeä tapa kasata lämmönjakopaketin tarvitsemat laitteet. Nämä laitteet lähetetään tuotannon kautta lämmönsiirtimen valmistajalle.</p> <p>Näillä keinoilla saavutetaan huomattavia säästöjä niin työntekijöiden ajankäytössä, kuin oikeanlaisten venttiilien ja toimilaitteiden valitsemisen kanssa. Säästöjä saadaan myös valitsemalla juuri sellainen toimilaite, kuin säätöventtiili tarvitsee.</p> <p>Insinööriyön tuloksena saavutettiin toimiva työkalu, joka otettiin käyttöön Fidelix Oy:ssä huhtikuusta 2013 alkaen. Työkalu on osoittautunut kehitystyön jälkeen toimivaksi ja säästöä tuottavaksi järjestelmäksi.</p>	
Avainsanat	Kiinteistöautomaatio, säätöventtiili, Excel, tehostaminen

Author Title Number of Pages Date	Jesse Ruhanen Choosing Tool for House Automation Adjustment Valve 36 pages + 4 appendices 13 May 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electronics
Instructors	Bamberg Harri, District Manager Kasurinen Timo, Senior Lecturer
<p>The efficiency of Fidelix Oy house automation projects was improved in this bachelor's thesis. Approximately 30 employees are working with valve selections every day. A tool was produced to help employees choose the right valve for every purpose.</p> <p>The choosing tool will create valve roster only by using the designer's values for valves. The tool will also choose the right motor for every valve.</p> <p>Also, a simple and easy way to list all the necessary heat exchanger equipment was created. These equipment are sent to the heat exchanger developer with the valves and valve motors.</p> <p>With the help of the results, it is possible to accomplish remarkable time savings in choosing valves and motors. By choosing always the right motor for every valve will accomplish further savings.</p> <p>The result of this bachelor's thesis is a working tool that was introduced at Fidelix Oy in April 2013. The tool has proved to be a very useful and time saving system.</p>	
Keywords	House automation, adjustment valve, Excel, efficiency

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Fidelix Oy -yritys	2
2.1	Fidelix Oy:n tuotteet	2
2.1.1	Moduulit	3
2.1.2	Ala-asetat Fx2025A ja Fx-Spider40	3
3	Kiinteistöautomaatio	4
3.1	Kiinteistöautomaatioprojektin työvaiheet	4
3.1.1	Kiinteistöautomaatiikkaprojektin grafiikkakuvien piirtäminen	5
3.1.2	Kiinteistöautomaation toiminnan ohjelmointi	6
3.1.3	Kiinteistöautomaatio käytännössä	7
3.2	Kiinteistön lämmönjakelu	8
4	Kenttälaitteet	10
4.1	Anturit	10
4.1.1	Lämpötila-anturit	10
4.1.2	Paine- ja paine-eroanturit	11
4.1.3	Muut anturit	12
4.2	Säätöventtiilit	13
4.3	Säätöventtiilien toimilaitteet	15
5	Säätöjärjestelmät	17
5.1	Säätöjärjestelmän rakenne	17
5.2	Säätöventtiilin valitseminen	18

6	Työkalun suunnittelu	20
6.1	Käyttöliittymän vaatimukset	20
6.2	Työkalun suunnittelu & lohko-kaavio	22
6.3	Toimintatapojen analysointi	23
6.4	Ohjelmointikielien analysointi	23
6.4.1	Visual Studio 2012-ohjelmankehitysympäristö	24
6.4.2	Visual Basic-ohjelmointikieli	24
6.4.3	Visual Basic Applications	24
7	Työkalun toiminta	26
7.1	Venttiilin ja toimilaitteen löytäminen	26
7.2	Venttiilin muuttaminen	28
7.3	Virheellisten tietojen eliminointi	30
8	Työkalun ohjelmointi	31
8.1	Visual Basic Editor-sovellus	31
8.2	Makrojen ja toimenpiteiden luominen	32
8.3	Ohjelmakoodin tulkitseminen ajoaikana	34
9	Työkalun verifiointi ja testaus	34
10	Yhteenveto	35
	Lähteet	36
	Liitteet	
	Liite 1. Combi-36-datalehti	
	Liite 2. Vanha käyttöliittymä	
	Liite 3. Uusi käyttöliittymä	
	Liite 4. Ohjelmakoodin vuokaavio	

Lyhenteet

CO ₂	hiilioksidi eli häkä
C#	C sharp-ohjelmointi
IDE	Integrated Development Environment; ohjelmistotuotannon mahdollistava ohjelma, joka sisältää toiminnot ohjelmoinnin muokkaukseen, koodin kääntämiseen, ohjelmiston kokoamiseen sekä virheiden poistoon ja etsintään
LS	lämmönsiirrin
LTO	lämmöntalteenotto
LVISA	lämpö, vesi, ilmastointi, sähkö, automaatio
NTC	Negative Temperature Coefficient; resistanssin lämpötilakerroin negatiivinen
pdf	Portable Document Format; ohjelmistoriippumaton tiedostomuoto asiakirjoille
PLC	Programmable logic controller
PTC	Positive Temperature Coefficient; resistanssin lämpötilakerroin positiivinen
RAU	rakennusautomaatio
VAK	valvonta-alakeskus
VB	Visual Basic; Microsoftin kehittämä ohjelmointikieli
VBA	Visual Basic Application; VB:n implementaatio, joka mahdollistaa käyttöliittymän hallitsemisen
VBE	Visual Basic Editor; MS Officeen integroitu VBA sovellusten kehitysympäristö

1 Johdanto

Kilpailukyvyn säilyttämiseksi yritykset pyrkivät mahdollisimman kustannustehokkaiseen työskentelyyn. Tästä syystä yritykset joutuvat pohtimaan erilaisia keinoja säästääkseen. Kustannukset ovat aina projektikohtaisia. Tämän takia jokaista työvaihetta tehostamalla saadaan tuntuvia säästöjä.

Tässä Fidelix Oy:lle tehdyssä insinööriyössä pyrittiin saavuttamaan säästöjä yritykselle. Säästöventtiilien valitseminen on yksi projektin tärkeimpiä vaiheita. Venttiilin koko vaikuttaa koko kiinteistön lämmitykseen. Venttiilin moottori on laite, joka ohjaa venttiiliä auki tai kiinni. Työkalulla saadaan helposti ja nopeasti valittua oikeankokoiset venttiilit jokaiseen käyttötarkoitukseen. Lisäksi saavutetaan oikean moottorin valitseminen kullekin venttiilille.

Työssä tutustutaan aluksi säästöventtiilien tarkempaan toimintaan kiinteistön lämmönjakoa silmällä pitäen. Sen jälkeen työn tilaajan kanssa yhteistyössä suunnitellaan työkalun vaatimukset. Kun toimintatavat ovat selvillä, aletaan tutkia Microsoft Office -tuotteen, MS Excelin ominaisuuksia sekä perehtymään ohjelmiston hallittavuuteen VBA-ohjelmoinnin menetelmiä käyttäen. Myös vaihtoehtoisia toteutustapoja tutkittiin ja etsittiin parhaiten soveltuvat vaihtoehdot, joita käytetään hyödyksi työkalussa.

2 Fidelix Oy -yritys

Fidelix Oy on vuonna 2002 perustettu täysin kotimainen yhtiö, joka valmistaa rakennusautomaatio- ja turvajärjestelmiä. Suomessa työskentelee noin 90 henkilöä, ja yrityksen liikevaihto oli vuonna 2012 noin 12 miljoonaa euroa.

Fidelix antaa asiakkaalle kosketusnäytöllisen tietokoneen, jolla voidaan ohjata esimerkiksi valaistusta, ilmastointia ja lämmönjakoa kiinteistössä. Yritys keskittyy erityisesti panostamaan helppokäyttöisyyteen sekä energiatehokkuuteen. Alakeskuksiin on mahdollista ottaa internetin kautta etäyhteys, jos asiakas päättää liittää alakeskuksen 3G-modeemin tai taloyhtiön kautta verkkoon. Kiinteistöautomaatiikan markkinat ovat viime aikoina olleet huomattavasti kasvussa. Fidelix Oy:n kohteita on pääkaupunkiseudulla runsaasti. Niistä tunnetuimpina voidaan mainita Helsingin musiikkitalo, tavaratalo Helsingin Stockmann ja työn alla oleva Kehärata.

Fidelix Oy:n pääkonttori sijaitsee Vantaalla, ja sen lisäksi yhtiöllä on aluekonttoreita Turussa, Tampereella, Oulussa, Joensuussa, Kuopiossa, Lahdessa, Vaasassa ja Kokkolassa. Aluekonttoreiden lisäksi yhtiöllä on myös lukuisia partneriyhtiöitä. [1;2.]

2.1 Fidelix Oy:n tuotteet

Fidelix Oy tarjoaa valmiin kiinteistöautomaatiopaketin. Huomattava osa tuotteista menee ulkomaan vientiin, jolloin asiakkaita palvelee yhteistyökumppanit. Yrityksellä on erilaisia kokonaisuuksia vaativiinkin kohteisiin. Valvonta-alakeskus (VAK) on Fidelix-järjestelmän toiminnan keskipiste. VAK-kaapissa tapahtuu kaikki kiinteistöautomaation tarvittavat toimenpiteet. Kaappi on varustettu kosketusnäytöllisellä ala-asemalla, jolla käyttäjä pystyy säätämään ja muuttamaan arvoja. VAK-kaapit sisältävät lisäksi erilaisia moduuleja. Tästä syystä myös kaappeja on erikokoisia riippuen kiinteistön suuruudesta ja siitä, kuinka paljon moduuleita tarvitaan. Isoimmissa kohteissa yksi valvonta-alakeskus ei riitä.

2.1.1 Moduulit

Fidelix Oy valmistaa viittä erilaista moduulia, joiden avulla ohjataan, säädetään, indikoidaan ja mitataan erilaisia laitteita:

- DI-16-moduuli on *digital-in*, joka on tarkoitettu hälytyspisteille, tilatiedoille ja voidaan myös soveltaa impulssilaskurin käytössä
- DO-8-moduuli on *digital-out*, jota käytetään laitteiden ohjaamiseen
- AI-8-moduuli on *analog-in*, jota käytetään mittauksissa
- SI-8-moduuli on turvamuuli, jota käytetään vaativimmissa kohteissa turvallisuuden varmistamiseksi
- Combi-36 on yhdistelmämoduuli, joka sisältää kaikkia muita yllämainittuja pisteitä paitsi SI-8:ta. (Liite 1.) [2.]

Fyysesti VAK-kaappi moduuleineen sijoitetaan yleensä lämmönjakohuoneeseen tai vastaavaan tilaan, jonka avulla kaapeloinnit saadaan suoritettua mahdollisimman helposti.

2.1.2 Ala-asetat Fx2025A ja Fx-Spider40

Fx2025A on Fidelixin myydyin ala-asema. Sen käyttö on tarkoitettu lähinnä isoihin kohteisiin. Fx-Spider40 on pienempi ala-asema, joka itsessään jo sisältää moduulit. Fx-Spider40 käyttötarkoituksia ovat pienemmät kohteet, kuten edustusasunnot tai omakotiasunnot.

Kumpikin ala-asema on varustettu kosketusnäytöllä, joka perustuu PC:n ja Windows CE-käyttäjärjestelmään. Molemmat ovat selainpohjaisia, ja niihin on mahdollisuus kytkeä etävalvonta web-selaimen avulla [2.]



Kuva 1. Fx2025A- ja Fx-Spider40-ala-asetat [2]

Molempiin ala-asemiin on mahdollista liittää myös GSM-modeemi. Modeemin avulla pystytään toteuttamaan mahdollisten hälytysten jatko huoltoyhtiölle. Tämä mahdollistaa nopean reagoinnin ongelmiin.

3 Kiinteistöautomaatio

3.1 Kiinteistöautomaatioprojektin työvaiheet

Aluepäällikkö valitsee kullekin projektihenkilölle sopivan projektin riippuen projektihenkilön kokemuksesta ja osaamisesta. Myös työmaan sijainti vaikuttaa valintaan. Teknisesti jokainen kohde on uudiskohde, vaikka kyseessä olisi saneerauskohte. Molemissa tapauksissa automaatio uusitaan kokonaisuudessaan. Projektihenkilöllä on useita projekteja samaan aikaan hoidossa, joten aikataulut on myös tärkeä työn onnistumisen kannalta.

Työ alkaa aina suunnittelijoiden piirtämien LVISA-kuvien tutkimisella. Huomioitavaa on tarkistaa monenko VAK:in kohde on kyseessä. Jokainen VAK on hyvä ajatella omana projektinaan. Alussa on myös tarkastettava lämmönjakopaketin säätöventtiilit, joita automaatiikka ohjaa. Venttiilien valinnan ja toimituksen kanssa on usein kiire johtuen siitä, että lämmöt halutaan kohteeseen nopeasti päälle.

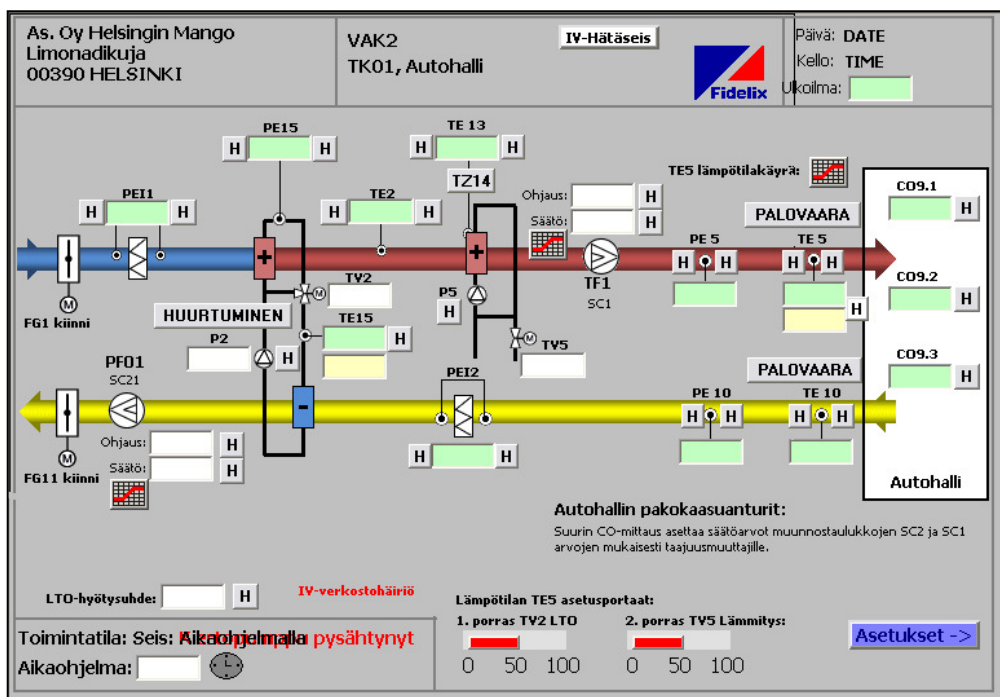
Projekteissa esiintyy seuraavat toimenpiteet:

- valaistuksen ohjaus
- lämmityksestä huolehtiminen
- ilmanvaihdosta huolehtiminen
- hälytyksistä huolehtiminen vikatilanteissa.

Säätöventtiilit ovat keskeisessä roolissa kiinteistöautomaatikassa. Niitä säätämällä lisätään tai vähennetään lämmöntarvetta kiinteistössä. On tärkeää, että venttiilit on valittu oikein.

3.1.1 Kiinteistöautomaatiikkaprojektin grafiikkakuvien piirtäminen

Suunnittelijalta saatujen kuvien perusteella luodaan kuva projektista. Tämän jälkeen aloitetaan grafiikkakuvien piirtäminen. Suunnittelijoiden käyttämiä pistetunnuksia on noudatettava. Kuvassa 2 esitetään perinteisen IV-koneen grafiikkakuva piirrettyinä Fidelixin toteutuksena. Kuvassa esiintyy TV5 ja TV2, jotka ovat säätöventtiilejä LTO:lle ja lämmityspattereille.



Kuva 2. Ilmanvaihtokone Fidelixin grafiikalla

Kuvasta 2 voitiin havaita, keltaisella näkyvät säätöpisteet ja vihreällä mittauspisteet. Näiden kahden pisteen kautta säätöventtiiliä ohjataan eri asentoihin. Tarkoituksena on pitää mitattu lämpötila samana kuin säädetty lämpötila. Ohjauspisteet on symboloitu valkoisella.

Kuvasta 2 voitiin nähdä myös hälytyspisteet, joilla jokaisella on tärkeä tehtävä kiinteistön toimintaa valvottaessa. Hälytyspisteet priorisoidaan tärkeyden mukaan neljään luokkaan. A-luokka on hälytysluokka, josta hälytykset lähtevät eteenpäin huoltoyhtiölle.

3.1.2 Kiinteistöautomaation toiminnan ohjelmointi

Ohjelmointikielenä projekteissa käytetään PLC-kieltä. PLC on ohjelmointikieli, joka on luotu automaation tarkoituksiin. Peruskäytöltään PLC on hyvin samanlaista kuin monet muutkin ohjelmointikielet. Kuvassa 3 esitellään lyhyt esimerkki ohjelmasta, jossa ensin esitellään muuttujat. Tämän jälkeen ohjelma hakee analogiset mittaustulokset Real-muuttujaan sekä digitaalisen arvon mahdolliselta napilta. Jos kuvassa 3 esiintyvät ehdot täyttyvät tapahtuu hälytys.

```
VAR_EXTERNAL
END_VAR

VAR_GLOBAL
END_VAR

VAR
Tulos, Nappi: int;
Input, Output: Real;
END_VAR

(* Demo ohjelma *)
Nappi := GetDigitalPointF('demo_nappi_1');
Input := GetAnalogPointF('demo_input');
Output := GetAnalogPointF('demo_output');

if Nappi = 1 and Output > Input then
    Tulos:=SetDigitalPointF(Value:=1, LockState:=1, Name:='demo_halytys');
else
    Tulos:=SetDigitalPointF(Value:=0, LockState:=1, Name:='demo_halytys');
end_if;
```

Kuva 3. PLC-ohjelmoinnin malliohjelma

Suunnittelijan piirtämissä rakennusautomaatio kuvissa on aina toimintaselostus kerrottuna, jonka perusteella projektihenkilö tekee toiminnat. Ohjelmoinnilla luodaan aina vakiohälytykset mittauksen ylä- ja alarajoille. Lisäksi ohjelmoidaan ristiriitaisia hälytykset, missä ohjaus ja tilatieto eivät ole yhtenäisiä.

3.1.3 Kiinteistöautomaatio käytännössä

Kun ohjelmat toimii halutulla tavalla ja projektin jokainen piste on suunnitelmissa voidaan alkaa fyysisesti VAK:in tekoon. Jokainen projekti vaatii tietyn määrän erilaisia pisteitä, näiden perusteella valitaan oikeanlaiset moduulit. Moduulien valinnan kanssa pitää olla tarkkaavainen, koska tässä työvaiheessa voidaan tehdä mittavia säästöjä yritykselle. Huomioitavaa on myös varata VAK:sta tilaa mahdollisille muutostöille. Monesti projektin aikana suunnitelmat muuttuvat.

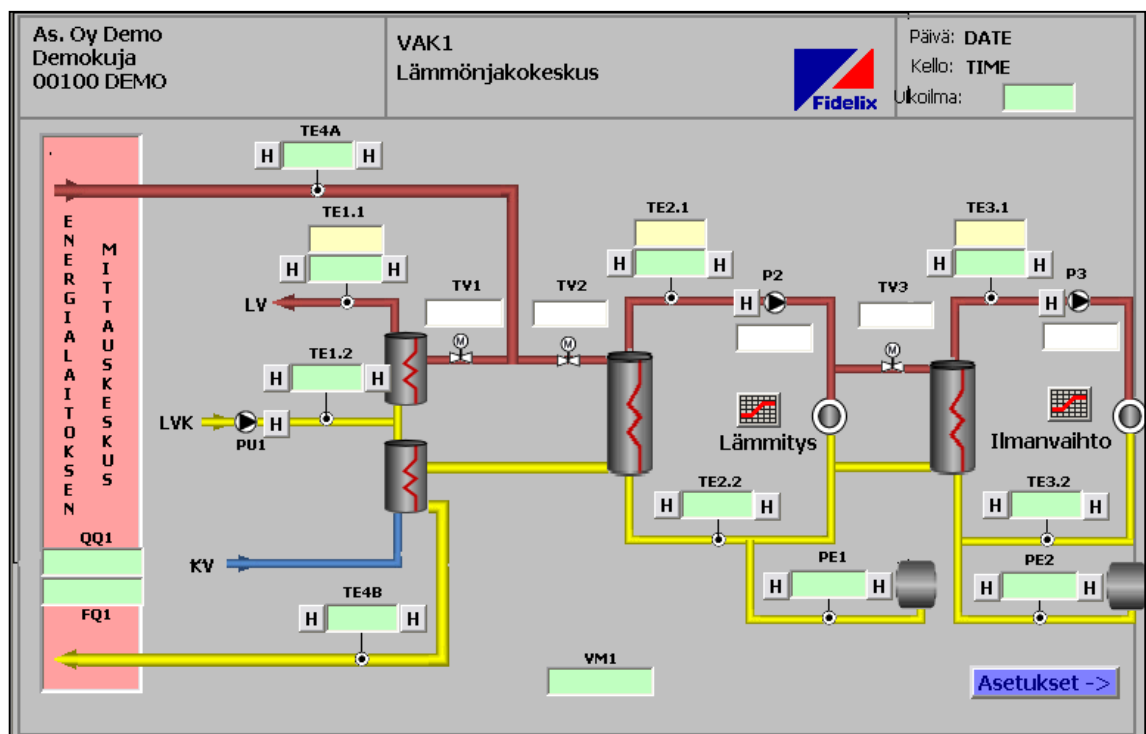
Kun oikeanlainen VAK on toimitettu työmaalle ja tarvittavat kaapeloinnit sekä kytkennät suoritettu, tulee tarkistaa, että kaikki pisteet toimivat oikein. Lähes aina tulee eteen jonkinlaisia ongelmia, kun ollaan niin monen eri yrityksen edustajan kanssa yhteistyössä. Varsinkin sähköurakoitsijan kanssa tulee olla aktiivisesti tekemisissä. Sähköurakoitsija hoitaa kaiken tarvittavan kaapeloinnin VAK:lle. Varsinkin isommissa monen alakeskusten kohteessa pitää olla selvät ohjeet kaapeloinnille. Monesti kaapeloinnit suoritetaan väärällä tavalla. Vianetsintään on hyvä varata aikaa.

Lopputestauksessa nimenkin mukaisesti testataan kiinteistön koko toiminta. Tähän testaukseen osallistuu jokainen urakoitsija sekä työmaan valvoja. Lopputestausta ennen projektihenkilön on käytävä jokainen piste läpi ja todettava toiminta suunnitelman mukaiseksi. Kun kiinteistöautomaatiikka todetaan toimivaksi voidaan luovutuskansiot tehdä. Luovutuskansioista selviää kyseisen kohteen kaikki automaation tiedot huoltoyhtiölle sekä työn tilaajalle. Luovutuskansioon tulee myös lisätä laiteluettelo. Laiteluettelosta selviää jokainen projektissa käytetty laite. Kaikissa kohteissa on sopimuksen mukainen Fidelix takuu. Takuu on yleensä noin kaksi vuotta. Laiteluettelo helpottaa huoltoa ongelmatilanteissa. Projektissa käytettyjen säätöventtiilien ja venttiilien toimilaitteiden tiedot on myös lisättävä luovutuskansioon. Tähän työvaiheeseen myös uusi työkalu antaa apua. Työkalu ilmoittaa käyttäjälle suoraan oikean osoitteen valmistajan sivuille, joilta projektihenkilö voi tulostaa ja lisätä oikeat dokumentit luovutuskansioon.

Luovutuskansion luovutuksen jälkeen projektihenkilö pitää huoltoyhtiölle vielä käyttökoulutuksen Fidelix-järjestelmästä. Takuuajan jälkeen huoltotoimenpiteet ovat laskutettavia.

3.2 Kiinteistön lämmönjakelu

Lämmönkehityslaitteet muuttavat ulkopuolisesta lähteestä tulevan energian kiinteistössä hyödynnettäväksi lämmöksi. Lämmönkehityslaitteita ovat esimerkiksi lämmityskattilat, kaukolämmön lämmönsiirtimet, lämpöpumput ja sähkölämmitykset. [4.]



Kuva 4. Fidelixin grafiikan mukainen lämmönjakokeskus

Kuvassa 4 on esitelty yhden kerrostalon lämmönjako Fidelixin grafiikan mukaisesti. Energialaitoksen mittauskeskus mittaa kaukolämmön tulo- ja menolämpötilaa. Tämän lämpötila-eron perusteella yhtiötä laskutetaan. TE1.1 mittaa lämmintä käyttövedettä. Lämpimän käyttöveden mittauksella on säätöpiste, joka ohjaa TV1-venttiiliä. Samanlaisella toimenpiteellä hoidetaan kiinteistön lämmitys- ja iv-verkosto. Lämmönsiirtimien tehtävä on siirtää kaukolämpö taloyhtiön omaan käyttöön.

Kiinteistöillä on erilaisia tapoja toteuttaa lämmitys. Jokaisessa tapauksessa lämminvesi kulkee putkia pitkin. Säästöventtiilien valintaan pitää ottaa huomioon putkien fyysinen koko. Yleensä käytössä on DN-asteikko symboloimassa putken kokoa. Putkien kokoa voidaan mitata myös tuumina. Taulukossa 1 esitellään eri putkien DN-arvot tuumina sekä halkaisijan mitalla esitettynä.

Taulukko 1. Putkien DN koko tuumina ja halkaisijan mitalla esitettynä [3]

Tuuma	DN [mm]	Ulkohalkaisija [mm]
3/8"	10	17,2
1/2"	15	21,3
3/4"	20	26,9
1"	25	33,7
1 1/4"	32	42,4
1 1/2"	40	48,3
2"	50	60,3
2 1/2"	65	76,1
3"	80	88,9
4"	100	114,3
5"	125	139,7
6"	150	168,3
8"	200	219,1

Aina ei ole mahdollista valita putkelle oikeankokoista DN-arvon omaavaa venttiiliä. Jos valittavissa on kaksi samanlaista venttiiliä, on erittäin suositeltavaa valita putken koon perusteella parempi vaihtoehto. Tähän uusi säästöventtiilien valitsemisen automatisointityökalu tuo helpotusta. Putkiasentajat työmaalla vastaavat venttiilien asennuksesta.

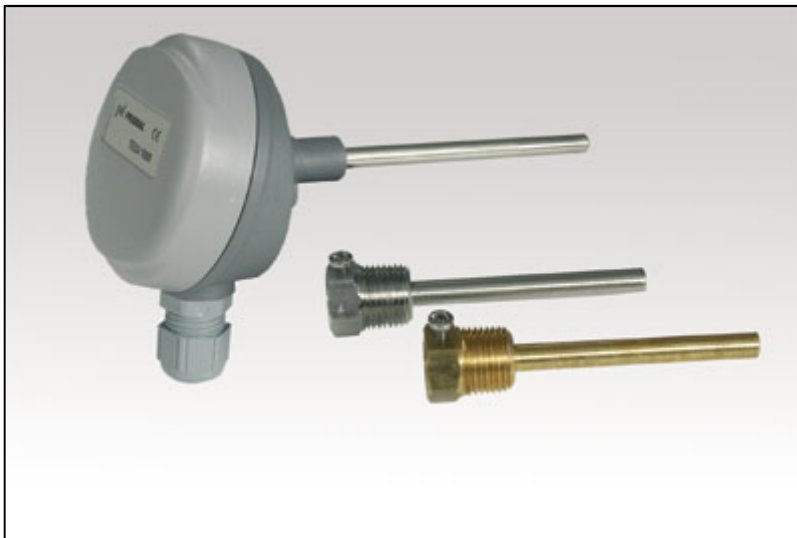
4 Kenttälaitteet

4.1 Anturit

Anturit ovat talotekniikassa keskeisiä. Kaikki säätö ja mittaus tapahtuu antureilta tulevan tiedon perusteella.

4.1.1 Lämpötila-anturit

Lämpötila-anturit on eniten käytettyjä kiinteistöautomaatiikkajärjestelmien antureita. Lämpötilan mittaus perustuu resistanssin mittaukseen. Mikäli resistanssi kasvaa lämpötilan noustessa puhutaan ns. PTC-antureista ja vastaavasti NTC-antureista, jos resistanssi laskee.



Kuva 5. Pro dualin NTC10 ja suojatasku nesteverkostojen lämpötilan mittaamiseen [6]

Rakennusautomaatiikassa käytetyimpiä lämpötila-antureita ovat PT100-, PT1000-, NTC10k- ja NTC20k-anturit. PT-antureiden elementti on valmistettu platinasta ja NTC-antureiden elementti on puolijohde, ns. termistori. [4.]

Lämpötila-antureiden fyysinen rakenne ja asennustapa vaihtelee melkoisesti käyttökohteen mukaan. Anturin valintaan voivat vaikuttaa mm. seuraavat seikat:

- lämpötila-alue
- mitattava väliaine
- toimintanopeus
- asennuspaikka
- paineen kesto
- kotelointi. [4.]

Yleensä lämpötila-anturit asennetaan putkeen hitsattavaan taskuun. Veden lämmittäessä väliainetta (metallia) saadaan tarkka mittaustulos veden lämpötilasta. Toinen vähemmän käytetty vaihtoehto on asentaa putkien pintaan lämpötila-anturit. Tällä välteään taskun asentaminen, mutta anturien asentaminen on huomattavasti hankalampaa. Kustannuksiltaan tuotteet ovat samanhintaisia ja uusimpien tutkimusten mukaan myös molemmat tavat ovat yhtä tarkkoja mittaustulosten suhteen. Taskuun asennettavat anturit ovat huomattavasti yleisemmin käytettyjä ja pintaan asennettavat lähinnä jälkiasennuksia varten.

4.1.2 Paine- ja paine-eroanturit

Paine- ja paine-eroanturit ovat toiseksi yleisimmin käytettyjä anturityyppejä rakennusautomaatikassa. Toimintaperiaate on usein sellainen, että mitattava paine aiheuttaa pienen muodonmuutoksen tai jännityksen mittauskalvossa. Tämä muodonmuutos muutetaan sähköiseen muotoon erilaisin kapasitiivisten, induktiivisten tai pietsosähköisten elementtien avulla. [4.]



Kuva 6. Pro Dualin PEL 1000 -paine-erolähetin ilmanvaihtokoneisiin [6]

Aiemmin LVI-prosesseja valvottiin painekeytimillä yhtä kytkentäpistettä hyväksikäyttäen, mutta nykyisin ne korvataan analogisilla mittalähettimillä ja raja-arvot toteutetaan ohjelmallisesti alakeskuksissa. Monet erilaiset ohjaustavat perustuvat paine-eromittauksiin. Yleisimmin käytetty on IV-koneitten puhaltimien taajuusmuuttajien ohjaus.

4.1.3 Muut anturit

Paineen ja lämpötilan mittaukset ovat ylivoimaisesti käytetyimpiä kiinteistöautomaatikassa. Muita vähemmän käytettyjä anturityyppejä ovat

- kosteusanturit
- CO/CO₂ -anturit
- valoisuus-anturit
- sääasemat
- läsnäoloanturit
- vesivuotoanturit
- pinnankorkeus
- vesimittarit
- lämpömäärälaskuri
- sähkömittarit.

Antureiden käyttöpaikat riippuvat täysin siitä, miten suunnittelijat haluavat kiinteistöautomaatiikan toimivan. Kaikki anturit kertovat toimintaperiaatteensa nimen perusteella. [4.]

4.2 Säätöventtiilit

Venttiilit jakautuvat käyttökohteen perusteella moneen erilaiseen tyyppiin. Tässä luvussa esitellään kiinteistöautomaatiikassa eniten käytetyt venttiilit, joiden valitsemiseen työkalu on suunniteltu.



Kuva 7. Belimon R2-sarjan säätöpalloventtiili sisäkierteellä [8]

Kuvassa 7 esiteltiin Belimon 2-tie sisäkierteellä oleva säätöventtiili. Tämä venttiili on tarkoitettu avoimiin ja suljettuihin kylmän ja lämpimän veden järjestelmiin sekä ilmanvaihtokoneiden ja lämmitysjärjestelmien vesivirtojen säätöön. Venttiili on myös ilmakuplatiivis.



Kuva 8. Belimon R4-sarjan säätöpalloventtiili ulkokierteellä kaukolämpöön [8]

Kuvassa 8 esiteltiin Belimon 2-tie ulkokierteellä oleva kaukolämpöventtiili. Kyseinen venttiili on tarkoitettu kaukolämpö-, ilmastointi, lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmiin.

Edellä mainitut kaksi venttiilisarjaa ovat eniten käytetyt kiinteistöautomaatikassa. Molemmissa venttiilisarjoissa on kymmeniä erityyppisiä venttiilejä, joilla jokaisella on omat tarvittavat arvot. Näissä venttiileissä on virtauksenohjauslevyn muotoilulla saatu aikaan tasaprosenttinen ominaiskäyrä, joka soveltuu LVI-prosesseihin. Säätäpalloventtiilin etuja ovat mm. pienempi virtauspiikki venttiilin avautuessa, tiiviys ja hyvät virtausominaisuudet osakuormillakin. [4.]



Kuva 9. Belimon H6-sarjan ja OSBY- sarjan laipalliset istukkaventtiilit [8]

Kuvassa 9 esiteltiin kaksi eri 2-tieventtiiliä, joissa on laippaliitäntä. Nämä istukkaventtiilit on suunniteltu lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmiin. Kiinteistöautomaatikassa näitä venttiilejä käytetään pääosin jäähdytysjärjestelmissä. OSBY-sarja soveltuu myös kaukokylmään. [8.]

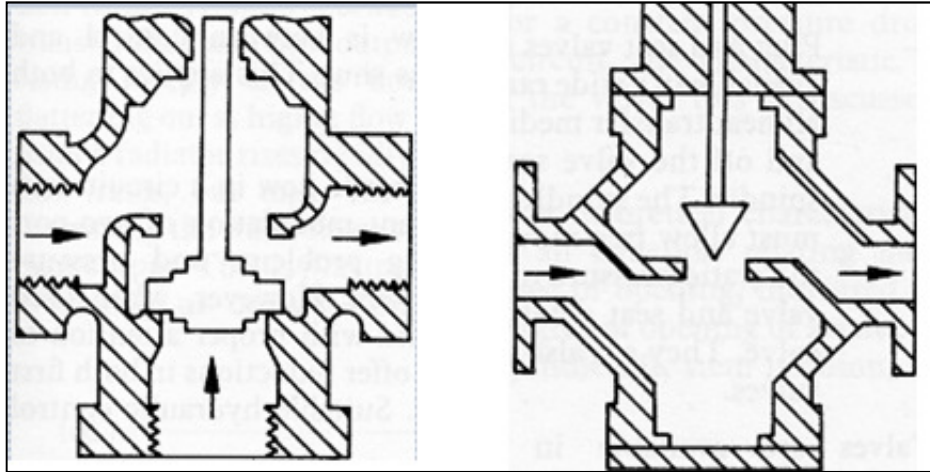
Magneettiventtiilit ovat venttiilin ja toimilaitteen yhdistelmä, jossa karan liike synnytetään sähkömagneettisen kelan avulla. Magneettiventtiilit soveltuvat *on/off*-ohjauksiin ja kokoluokka on tyypillisesti DN10 - DN25.

Läppäventtiilejä käytetään, kun tarvitaan suurempia *on/off*-sulkuventtiilejä. Suurissa jäähdytysjärjestelmissä tarvitaan läppäventtiilejä, jotka ovat kokoluokkaa DN150 - DN 250. [5.]

Uusi säätäventtiilien valinta työkalu on suunniteltu vain yleisesti käytetyimpien venttiilien valitsemiseen. Erikoistapauksia varten käyttäjä hakee ja täyttää luetteloon venttiilin tyyppin hyväksymistä varten.

4.3 Säätoventtiilien toimilaitteet

Säätoventtiilin toimilaitte tarkoittaa moottoria, joka ohjaa säätoventtiiliä eri asentoihin. Moottori liikuttaa venttiilin karaa ja sulkijatulppaa vaihteiston välityksellä. Kun kara painuu alas, tulppa puristuu tiiviisti säätoventtiilin runkoon sorvattuun istukkaan ja sulkee venttiilin [5.] (kuva 10.)



Kuva 10. 3-tie- ja 2-tie-venttiilin toimintakuva [5]

Suhteellinen ohjaus toteutetaan yleisimmin 0 - 10 VDC:n ohjausviestillä. Toimilaitteiden moottorit ovat usein vaihteistolla varustettuja AC/DC-moottoreita tai toisinaan askelmoottoreita. Käyttöjännitteenä kiinteistöautomaatiikan toimilaitteissa on yleensä 24 V AC/DC tai 230 V AC. [4.]

Belimon HR-sarjan toimilaitte (ks, kuva 11, seur. s.) on yleisimmin käytetty toimilaitte Fidelix Oy:ssä. Turvallisuusominaisuutena toimilaitte voi olla jousivoimalla avautuva tai sulkeutuva tilanteessa, jossa käyttöjännite katkeaa.



Kuva 11. Belimon HR-sarjan toimilaitteet läppä- ja palloventtiileille [8]

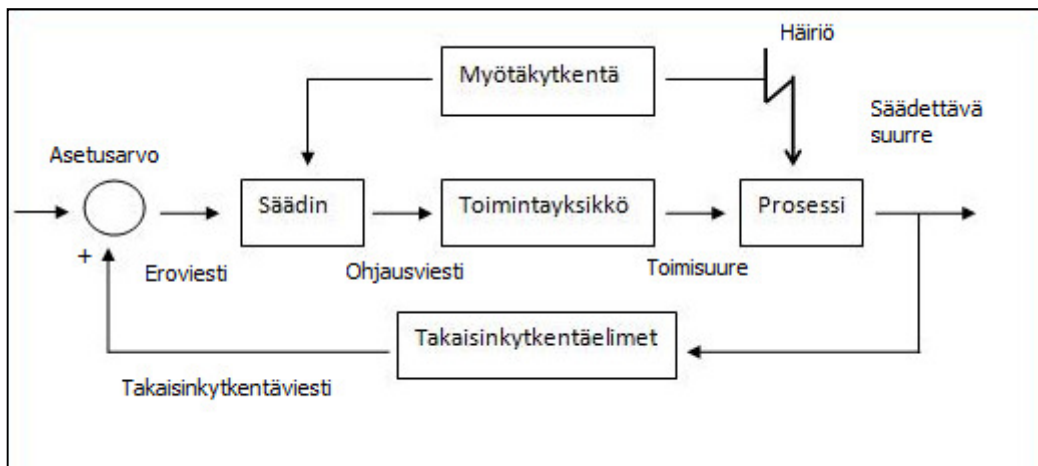
Toimilaitteen iskunpituus vaihtelee venttiilin koon mukaan. Tyypillisiä portaita toimilaitteiden iskunpituuden suhteen ovat 2,5 mm, 6 mm, 20 mm ja 40 mm. Toimilaitteiden ajoaika on yleensä n. 30 - 120 s. [4.]

Ajoaika tarkoittaa sitä aikaa, mikä toimilaitteella menee avatessa säätöventtiiliä. Esimerkiksi kiinteistön lämpimän käyttöveden säätöventtiilin toimilaitteella on hyvä olla vielä nopeampi ajoaika kuin 30 s. Tämä johtuu yksinkertaisesti siitä, että lämpötilamuutokset halutaan nopeammin vaikuttavan. Kun taas lattialämmityksen tai lämmitysverkoston tapauksissa ajoaika ei ole niin tärkeä tekijä. Muutokset eivät ole sekuntien tarkkuudella tärkeitä kiinteistössä jälkimmäisissä tapauksissa.

5 Säätöjärjestelmät

5.1 Säätöjärjestelmän rakenne

Säätöjärjestelmän perusrakenneosa on yksittäinen säätöpiiri (kuva 12). Säätöpiirin tehtävänä on pitää säädettävän suureen arvo tarkoituksenmukaisella tarkkuudella asetusravossaan. Säätöpiirin tulee olla riittävän nopea, mutta kuitenkin mahdollisimman tunteeton ulkopuolisille häiriötekijöille. [4.]



Kuva 12. Säätöjärjestelmän rakenne [4]

Kuvassa 12 esitettiin suljettu säätöpiiri. Suljettu säätöpiiri syntyy, kun säädettävän suureen mittauksen ja asetusravon erotuksella eli eroviestillä ohjataan prosessia toimiyksikön välityksellä. Mikäli takaisinkytkentä puuttuu, saadaan avoin piiri. Kyseessä on tällöin säädön sijaan ohjaus.

Yleisimmin suljettua säätöpiiriä käytetään tuloilmakoneen esilämmityspatterin säätöön. Tällöin kuvaan 12 liittyvät suureet ovat

- *mittausviesti*; säätimelle tuleva tuloilman lämpötilan mittausviesti
- *asetusarvo*; tuloilman lämpötilan asetusravo
- *eroviesti*; edellisten suureiden erotus
- *ohjausviesti*; säätölain mukainen ohjausviesti lämmityspatterin venttiilin toimilaitteelle

- *toimisuure*; lämmityspatterin venttiilin toimimoottorin asento
- *säädettävä suure*; tuloilman lämpötila.

Säätöpiiri pyrkii pitämään säätimen eroelimelle tulevan mittausviestin asetusarvossaan, ei suoranaisesti säädettävää suuretta (tuloilman lämpötilaa). Säätöpiirin oikean toiminnan yksi lähtökohta onkin mahdollisimman hyvin säädettävää suuretta kuvaavan mittausviestin saaminen prosessista. Käytännössä lämpötilakerrostumat kanavistossa, anturien asennusvirheet, mittausjohtimien linjavastukset ja anturien epätarkkuudet aiheuttavat merkittäviä poikkeamia mitatun lämpötilan ja tuloilman todellisen lämpötilan välillä. Tällöin säätöpiirin toiminnalta katoaa helposti koko pohja.

Säädettävästä prosessista riippuen saattaa suljetussa säätöpiirissä kestää pitkäänkin, ennen kuin muutos näkyy säädettävässä suureessa. Näin voi syntyä suuriakin säätöpoikkeamia. Näitä säätöpoikkeamia voidaan vähentää käyttämällä takaisinkytkennän apuna myötäkytkentää. Mikäli säätöpiiriin häiriöitä aiheuttava suure vain on mitattavissa, toimiyksikön ohjausviestiin voidaan summata häiriön perusteella muodostettu myötäkytkentäsignaali. Myötäkytkentää käyttäen voidaan toimitusvettä korjata jo ennen, kuin häiriön vaikutus näkyy säädettävässä suureessa. Myötäkytkentä soveltuu prosesseihin, joissa viive ohjauksen ja säädettävän suureen välillä ei ylitä häiriön ja säädettävän suureen välistä viivettä. [4.]

5.2 Säätöventtiilin valitseminen

Venttiilinä voidaan käyttää 2- tai 3-tieventtiiliä riippuen putkiverkoston mitoituksesta ja ominaisuuksista. 2-tieventtiiliä käytettäessä pitää kuitenkin kiinnittää erityistä huomiota putkiverkoston paineensäätöön äänihaittojen välttämiseksi. Lämmönmyyjä ilmoittaa käytettävissä olevan paine-eron, josta suositusten mukaan valitaan lämmönsiirtimelle 20 kPa ja putkistolle 5 kPa. Säätöventtiilin mitoituspainehäviö on lämmönmyyjän ilmoittama paine-ero vähennettynä siirtimen ja putkiston paine-eroilla. [5.]

Venttiilin koko vaikuttaa säädön tarkkuuteen ja lämmön riittävyteen. Liian pieni venttiili ei anna tarpeeksi lämpöä, ja liian iso venttiili aiheuttaa lämpötilan huojumista (venttiilin auktoriteetti).

Venttiilin kapasiteettikerroin K_v ilmoittaa, kuinka monta kuutiometriä 5 - 30-asteista vettä virtaa venttiilin läpi tunnissa venttiilin yli vaikuttavan paine-eron ollessa 100 kPa. K_v -arvolla ei ole yksikköä, koska se on vain kerroin, ja se saadaan laskettua kaavasta:

$$K_v = \frac{q}{\sqrt{\Delta p}}, \quad (1)$$

jossa

q on mitoitusvirtaama (m^3/h)

Δp on venttiilin painehäviö (bar)

Bar on paineen yksikkö ja se vastaa 100kPa. Pascalit ovat kiinteistöautomaatikassa käytetty paineen yksikkö. [5.]

Kun K_v -arvo on laskettu, valitaan venttiili kyseisen arvon mukaan valmistajien taulukoista. Tästä saadaan valittuun venttiiliin kohdistuva painehäviö Δp laskettua kaavasta:

$$\Delta p = \frac{q_v}{K_{vs}}, \quad (2)$$

jossa

q_v on mitoitusvirtaama (m^3/h)

K_{vs} on valitun venttiilin K_v -arvo

Tämä kyseiseen säätöventtiiliin kohdistuva painehäviö on se arvo, joka on erittäin tärkeä. Tästä painehäviön arvosta ovat kiinnostuneet niin energialaitos kuin myös suunnittelijat ja se on pakko olla sopiva tilanteeseen. Vaikka maksimi painehäviöarvo hetkellisesti ylitettäisiinkin ei tämä tarkoita, että venttiili räjähtäisi. Käyttöpaineen jatkuvasti ollessa yli tämän maksimi arvon on asiasta neuvoteltava, koska käytössä on isompia-kin venttiilejä. Aina valitaan käyttötarkoitukseen soveltuva venttiili, jonka suunnittelija ja energialaitos vielä tarkastaa ja hyväksyy.

Tämän jälkeen tarkistetaan venttiilin vaikutusaste:

$$sA_v = \frac{\Delta P_v}{\Delta P_k}, \quad (3)$$

jossa

sA_v on venttiilinvaikutusaste (auktoiteetti)

Δp_v on venttiilin mitoituspainehäviö (kPa)

Δp_k on käytettävissä oleva paine-ero (kPa)

Venttiilin vaikutusasteeksi tulisi saada n. 50 %. [4.]

6 Työkalun suunnittelu

6.1 Käyttöliittymän vaatimukset

Fidelix Oy:llä oli vanha Excel-tiedostopohjainen venttiililuettelo käytössä projektihenkilöillä. Tähän ei kuitenkaan yrityksessä oltu tyytyväisiä, joten venttiililuettelo uusittiin.

Vaatimuksina Fidelix Oy antoi muutaman lisäselvityksen tiedoista, mitä halutaan uusina tuoda venttiililuetteloon. Tärkein vaatimus oli automaattinen venttiilin ja toimilaitteen löytäminen valintakriteerien perusteella.

Lisäksi Fidelix Oy halusi venttiililuettelon, jossa pystyy muuttamaan löydetyn venttiilin kokoa helposti ja yksinkertaisesti. Tämä edistää sitä, että venttiiliin kohdistuvaa painehäviötä pystytään nopeasti katsomaan valitsemalla isompi tai pienempi venttiili. Kyseinen asia toteutettiin luomalla valintaikkuna, joka tulee esille jokaisen venttiilin haun jälkeen. Venttiilien järjestäminen pienimmästä suurimpaan K_v -arvon perusteella oli tehtävä tämän onnistumiseksi.

Näiden vaatimuksien lisäksi haluttiin uutena tietona käyttäjälle tuoda toimilaitteen ajoaika sekä iskun pituus istukkaventtiilien tapauksessa esille. Uudistuksena lisättiin sarake venttiilin versiolle. Jos venttiiliä täytyy muuttaa suunnittelijan tai energialaitoksen puolelta on helppo havaita, mikä versio on kyseessä.

Uuteen käyttöliittymään vaadittiin paitsi täysin uusi selkeämpi grafiikka myös muita toimintoja. Uudessa venttiililuettelo työkalussa on mahdollista suoraan täyttää venttiilien lisäksi myös muut tarvittavat laitteet. Näihin kuuluu mm. lämmönjakopaketin erilaiset lämpötila- ja painemittaukseen tarvittavat laitteet (kuva 13):

Lisäksi LS-toimittajalle toimitettavat kenttälaitteet			Laitteiden toimitustiedot		
Tulolämpötila, kaukolämpö	TE 4A	FX-TEW-NTC10 + FX-P304	toimitusosoite:	GEBWELL OY	
Paluulämpötila, kaukolämpö	TE 4B	FX-TEW-NTC10 + FX-P304		Patruunapolku 5	
				79100 Leppävirta	
Menolämpötila, lämmin käyttövesi	TE 1.1	TENA NTC 10			
Kiertolämpötila, lämmin käyttövesi	TE 1.2	FX-TEW-NTC10 + FX-P304			
Menolämpötila, patteriverkosto	TE 2.1	FX-TEW-NTC10 + FX-P304			
Paluulämpötila, patteriverkosto	TE 2.2	FX-TEW-NTC10 + FX-P304		fdx projektinumero 1414	
Paine, patteriverkosto	PE 1	PTL6/V	Viite:	NCC Rakennus Oy / Helsingin Mango	
Menolämpötila, IV-verkosto	TE 3.1	FX-TEW-NTC10 + FX-P304			
Paluulämpötila, IV-verkosto	TE3.2	FX-TEW-NTC10 + FX-P304			
Paine, IV-verkosto	PE 2	PTL6/V			
Menolämpötila, Lattialämmitys	TE 4.1	FX-TEW-NTC10 + FX-P304			
Paluulämpötila, Lattialämmitys	TE 4.2	FX-TEW-NTC10 + FX-P304			
Paine, Lattialämmitysverkosto	PE 3	PTL6/V			
Hitsausliittimet x kpl				postipaketti 14	
Käytössä olevat anturit:					
Lämpötila:	Huom.	Paine:	Huom.	Taskut	Huom.
FX-TEW-NTC10	Fidelix	PTL-4V	0-4bar V output	FX-P304	Fidelix
TENA NTC 10	Produal	PTL-6V	0-6bar V output	AT 80	Produal
TEAT LL	Produal	PTL-10V	0-10bar V output		
		PTL-16V	0-16bar V output		

Kuva 13. Työkalun LS-toimittajalle toimitettavat kenttälaitteet

Kyseiset laitteet tulee toimittaa LS-siirtimen valmistajalle jo hyvissä ajoin. Monesti työmaalla on kiire saada kohteeseen lämmöt päälle, ja se ei onnistu ilman kyseisiä laitteita. Tämä tarkoittaa sitä, että projektihenkilö voi suoraan lähettää tuotantoon venttiililuettelon, joka sisältää LS-toimittajan tarvitsemat toimilaitteet. Tuotanto osaa tämän perusteella kasata oikeanlaisen paketin ja lähettää sen LS-toimittajalle. Tämä oli tärkeä vaatimus työlle Fidelix Oy:ltä

Työkaluun on lisäksi listattu kaikki yrityksessä käytössä olevat anturit lämmönjakopakettia varten. Nämä kyseiset asiat nopeuttavat projektihenkilöä ja helpottavat tuotantoa kasamaan oikeanlaisen paketin lähettämistä varten.

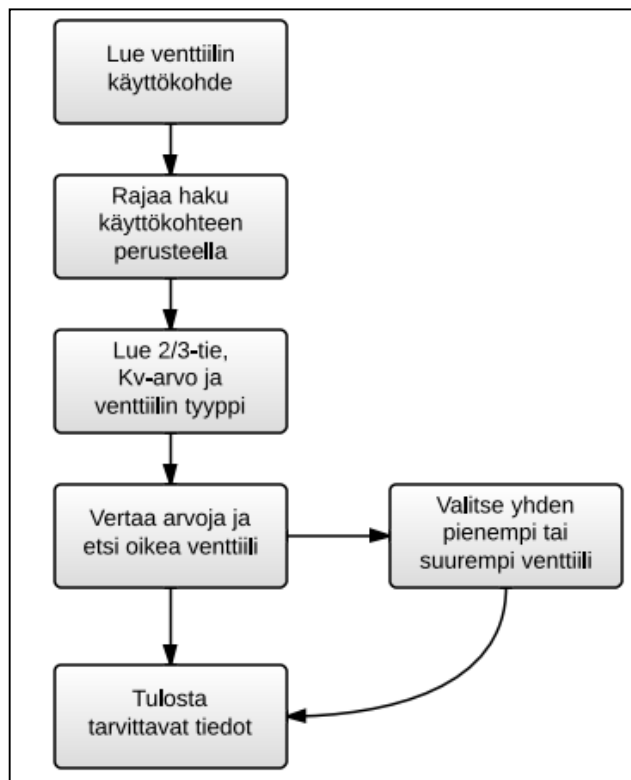
Vanhassa työkalussa ei ollut kaikkia tarvittavia energialaitosten tai suunnittelijoiden yhteystietoja venttiilien hyväksymistä varten. Venttiilit tulee aina hyväksyttävä molemmilla osapuolilla. Uuteen työkaluun yhteistiedot haluttiin lisätä uudelle välilehdelle. Tämä

helpottaa projektihenkilöä nopeasti tarkistamaan, kenellä venttiilit on hyväksyttävä ja samalla saada tarvittavat yhteystiedot. (Liite 3.)

Fidelix Oy on kasvava kansainvälinen yritys. Tästä syystä työkalusta on tehty suomen- ja englanninkielinen versio.

6.2 Työkalun suunnittelu & lohkokaavio

Työkalua suunniteltiin yhdessä Fidelix Oy:n tuotekehitysosaston kanssa. Työkalu on tulevaisuudessa integroituna muiden Fidelix Oy:n työkalujen kanssa.



Kuva 14. Työkalun lohkokaavio

Työkalun lohkokaavio tehtiin Fidelix Oy:n kanssa yhteistyössä. Lohkokaaviosta saadaan nopeasti selville se, miten työkalun halutaan toimivan. Lohkokaaviota käytettiin myös hyödyksi ohjelmointi vaiheessa, jotta osattiin edetä halutulla tavalla.

Käyttöliittymän grafiikkaan on käytetty puhtaasti insinööriyöntekijän mielikuvitusta. Grafiikka on työn edetessä muuttunut. Ideoita grafiikkaan on tullut niin tuotekehityksen puolelta kuin projektihenkilöiltäkin.

6.3 Toimintatapojen analysointi

Fidelix Oy antoi työkalun tekoon täysin vapaat kädet, kunhan tarvittavat vaatimukset toteutetaan. Pääosin vaihtoehtoja työn toteuttamiseen oli kaksi. Aluksi mietittiin ideaa tehdä WEB-pohjainen verkkosivu, joka automaattisesti tulostaisi venttiililuettelon käyttäjälle. Tässä vaihtoehdossa muodostui ongelmaksi se, että käyttäjän on vaikea hahmottaa ja huomata mahdollisia virheitä työkalussa. Käyttäjä on siis täysin työkalun valintojen armoilla. Lisäksi tämä vaihtoehto todettiin huomattavasti haastavammaksi toteuttaa kuin toinen vaihtoehto.

Toisena vaihtoehtona oli tehdä Excel-pohjainen tiedosto, jossa ensimmäisellä välilehdellä on venttiililuettelo ja toisella välilehdellä kaikki Fidelix Oy:n käyttämät venttiilit ja toimilaitteet lajiteltuna. Valintatyökalun pitää pystyä etsimään oikeat tiedot ja tulostaa ne käyttäjälle valintakriteerien perusteella. Työkalu on suunniteltu vain löytämään yleisimmin käytetyt venttiilit. Poikkeustilanteita varten Excel on myös hyvä vaihtoehto työkalun toteuttamiseksi. Poikkeustilanteissa käyttäjä pystyy käsin täyttämään Exceliin erikoisemmat, harvoin käytetyt venttiilit. Lisäksi Excel-tiedostoon on helppo kirjoittaa mahdollisia omia muistiinpanoja ja yhteystietoja.

6.4 Ohjelmointikielien analysointi

Toimintatavaksi päätettiin Fidelix Oy:n kanssa yhteistyössä Excel-pohjainen työkalu. Työkalun ohjelmointityö jäi täysin insinööriyöntekijän vastuulle. Työkalun ohjelmointi oli mahdollista toteuttaa muutamalla eri tavalla, ja aluksi perehdyttiin erilaisiin vaihtoehtoihin.

6.4.1 Visual Studio 2012-ohjelmankehitysympäristö

Visual Studio on Microsoftin ohjelmankehitysympäristö. Välineellä voidaan tehdä esimerkiksi Windows-, web- ja matkapuhelinverkkosovelluksia. Visual Studio 2012 on uusin versio ohjelmasta ja se toimii Excel 2010 -version kanssa yhteistyössä. [7.]

Visual Studiossa pystyy valitsemaan projektille joko Excel *add-in* tai Excel *worksheet*-vaihtoehdot. Vaihtoehtoihin tutustumisen jälkeen todettiin, että *add-in* palvelee tätä työtä paremmin. *Worksheet* tekee kokonaan uuden Excel-tiedoston, mutta *add-in* on vain lisäosa jo olemassa olevaan Excel-tiedostoon. Visual Studiolla pystytään kahdella eri ohjelmointikielellä toteuttamaan Excel-tiedostoja. Vaihtoehtoina oli tehdä työ joko C#- tai VB- ohjelmointikielellä. Ongelmaksi Visual Studion- ja Excel *add-in* -sovelluksen käytössä muodostui ohjelmien lisenssit. Lisäksi todettiin, että työ on nopeampi ja helpompi toteuttaa muulla tavalla. Kuitenkin perehtymällä Visual Studion käyttöön saatiin tärkeätä tietoa ohjelman toiminnasta tulevaisuutta ajatellen.

6.4.2 Visual Basic-ohjelmointikieli

VB on Microsoftin kehittämä tapahtumakeskeinen, helppokäyttöisyyteen ja nopeaan sovelluskehitykseen tähtäävä Basic-sukuinen ohjelmointikieli. VB on suosittu Windows-sovellusten ohjelmointikieli ja sillä on suurin osuus yritysohjelmoinnissa käytettävien kielten joukossa.

VB ei ole aito oliokieli, mutta siinä on pitkälle vietyä olioiden simulointia. Tällä saavutetaan useita olio-ohjelmoinnin hyötyjä (kuten koodin uudelleenkäytettävyys, luokkien käyttö, kapselointi, rajapinnat ja monistaminen). VB on kuitenkin korkean tason ohjelmointikieli ja sillä on useiden asioiden käsittely selkeätä ja yksinkertaista. [10.]

6.4.3 Visual Basic Applications

VBA on VB:n implementaatio, jota käytetään pääasiassa MS Office-ohjelmistoihin ja CAD-ohjelmistoihin integroituna kehitysympäristön (IDE) kautta rajapinnan ohjelmointiin. Rajapinta mahdollistaa isäntäsovelluksen toimintojen sekä käyttöliittymän hallinnan makro-sovelluksista. Rajapinta sisältää myös liittymän suurimpaan osaan Windows-sovelluksista.

Ei kannata sekoittaa VBA-kieltä ja VB-kieltä toisiinsa. VBA on työkalu, jolla kehitetään ohjelmia, jotka kontrolloivat tässä tapauksessa Exceliä. VB taas tuottaa toimintakykyisiä itsenäisiä ohjelmia. Vaikkakin VBA ja VB ovat paljon toisiaan muistuttavia ohjelmointikieliä, ne ovat toiminnaltaan erilaisia. Sovellusten kehittäminen VBA-kielellä on järkevä vaihtoehto. VBA:lla on kaksi tärkeää etua VB:n nähden, eli

1. VBA kuuluu Ms Office -pakettiin
2. VBA-ympäristö hyödyntää täysin Ms Office -objektien ominaisuuksia.

VBA-ohjelmointikieli ja kaikki sen sisältämät kirjastot ja sovelluskehitin VBE on sisällytetty Ms Office -pakettiin, joka on jo suurella osalla yritelty. Tästä syystä tuotettaessa VBA-sovelluksia säästetään ylimääräisiltä ohjelmoinnin lisenssien lisäkustannuksilta.

Kun kaikki Office sovellukset tukevat VBA:ta, ohjelmoija voi hyödyntää niiden sisäänrakennettuja objektikirjastoja suoraan ohjelmankehityksessä ja varmistua siitä, että myös loppukäyttäjältä ne löytyvät. Tämä takaa sen, että ohjelma toimii myös vanhemmille Ms Office -paketin versioilla. [10.]

Edellä mainittujen asioiden vuoksi tässä työssä on käytetty Ms Officen VBA-ohjelmointia Exceliä varten. Huomattiin, että insinööriyöntekijän oli helpompi toteuttaa opittujen taitojen perusteella työkalu VBA:lla.

7 Työkalun toiminta

Projektihenkilö saa suunnittelijalta venttiileille suunnitellut virtaus- ja painehäviö arvot. Nämä arvot täyttämällä työkalu laskee k_v -arvon. Laskenta on toteutettu suoraan Excelin matemaattisilla toiminnoilla. Lisäksi k_v -arvon tulostamiseen on laitettu ehto, että suunniteltujen arvojen tulee olla positiivisia. Toiminta perustuu Excelin painikkeiden avulla tapahtuviin käskyihin. Valittavissa olevat painikkeet ovat seuraavat:

- Hae venttiili.
- Tee laitetilaus.
- Tyhjennä rivit.
- Tulosta.

Ohjelmoinnin työvaiheista luotiin vuokaavio (Liite 4). Vuokaavio on selventävä kaaviomallinen esitys, miten prosessin eri osat ovat yhteydessä toisiinsa.

7.1 Venttiilin ja toimilaitteen löytäminen

Erilaisia venttiilejä työkaluun lisättiin noin 300 erilaista, joten kriteerejä valitsemiseen oli keksittävä. Tätä varten jokaisen käyttökohteen venttiilit lajiteltiin oman nimen alle. Työkalussa käyttäjä valitsee jokaiselle venttiilille käyttötarkoituksen mukaan sopivan vaihtoehdon. Vaihtoehdot ovat seuraavat:

- B-KL: Belimon kaukolämpöventtiilit
- B-SP: Belimon säätöpalloventtiilit
- B-IST: Belimon istukkaventtiilit
- OB-KL: Osby - sarjan kaukolämpöventtiilit jäähdytykseen.

Näiden perusteella ohjelma osaa verrata juuri käyttöön tarkoitettuja venttiileitä ja valita näistä oikean.

Vaihtoehtojen lisäksi tarvittiin muitakin valintakriteereitä. Tärkeä tieto on, onko venttiili 2-tie vai 3-tie, sekä onko kyseessä sisäkierteinen-, ulkokierteinen-, laippa-, vai läppäventtiili. Näitä ehtoja verrataan Excelin toisella välilehdellä oleviin venttiileihin. Työkalun löytäessä oikean venttiilin, tulostetaan lisäksi venttiilille suunnattu toimilaitte tulostetaan.

Ohjelma on suunniteltu niin, että jälkeempään pystytään myös lisäämään uusia vaihtoehtoja ja kategorioita venttiileille. Tulevaisuudessa tulee varmasti uusia venttiilimalleja ja täten ne on helppo yhdistää työkaluun lisäämällä vain uusi kategoria. Uuteen kategoriaan käyttäjä pääsee käsiksi helposti ja nopeasti valitsemalla oikean vaihtoehdon. Myös uusien venttiilien lisääminen jo olemassa oleviin kategorioihin on mahdollista.

Lisäksi on aina mahdollisuus tehdä venttiililuettelo täysin käsin, jos tulokset näyttävät epäilyttäviltä, aivan kuten vanhassa versiossa. Tästä syystä Excel on myös pohjana työkalulle.

Työkalussa on kokonaan oma Excel-välilehti, minne on listattu kaikki venttiilit ja niiden toimilaitteet, joita Fidelix Oy käyttää. Alla olevassa kuvassa esitellään kaukolämpö venttiileiksi tarkoitetut Belimon R4..D(K)-sarjan venttiilit ja toimilaitteet.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	2/3-tie	Malli	Käyttö	Venttiili	DN	KV	Toimilaitte	Ajoaika	Isku	Valmistaja
2	2	UK	B-KL	R404DK	15	0,3	LRC24A-SR	35s		Belimo
3	2	UK	B-KL	R405DK	15	0,4	LRC24A-SR	35s		Belimo
4	2	UK	B-KL	R406DK	15	0,63	LRC24A-SR	35s		Belimo
5	2	UK	B-KL	R407DK	15	1	LRC24A-SR	35s		Belimo
6	2	UK	B-KL	R408DK	15	1,6	LRC24A-SR	35s		Belimo
7	2	UK	B-KL	R409DK	15	2,5	LRC24A-SR	35s		Belimo
8	2	UK	B-KL	R412D	20	2,5	LRC24A-SR	35s		Belimo
9	2	UK	B-KL	R413D	20	4	LRC24A-SR	35s		Belimo
10	2	UK	B-KL	R417D	25	6,3	LRC24A-SR	35s		Belimo
11	2	UK	B-KL	R418D	25	10	LRC24A-SR	35s		Belimo
12	2	UK	B-KL	R419D	25	16	LRC24A-SR	35s		Belimo

Kuva 15. Työkalun toisen välilehden Belimo kaukolämpö venttiilit

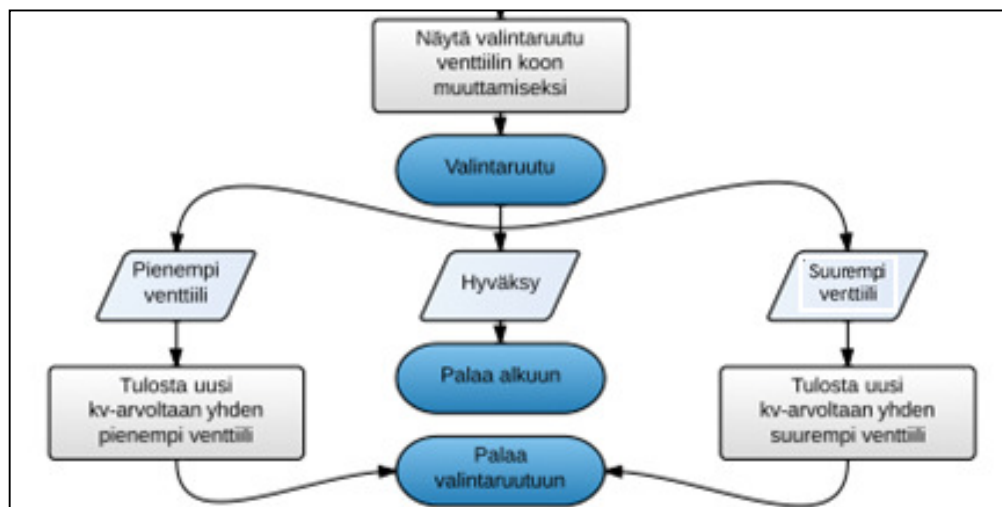
Jokaiselle venttiilille on käsin määritelty toimilaitte. Tällä saavutettiin yrityksessä säästöjä. Osa projektihenkilöistä on tottunut käyttämään vanhoja toimilaitteita, vaikka markkinoilla on nykyään uusia, paljon halvempia. Työkalun ansiosta jokainen Fidelix Oy:ssä oleva projektihenkilö käyttää samoja toimilaitteita, jotka on todettu hinta-/laatusuhteeltaan parhaimmiksi. Työkalu myös estää toimilaitteen valinnassa sattuvat virheet, ja tämä säästää kaikkien aikaa ja sitä kautta myös taloudelliset hyödyt ovat huomattavia.

Ohjelman löydettyä valintakriteerien perusteella oikean venttiilin, työkalu osaa tulostaa halutut tiedot käyttäjälle. Halutut tiedot ovat

- venttiilin DN-arvo
- toimilaite
- toimilaitteen ajoaika
- toimilaitteen isku
- venttiilin ja toimilaitteen valmistaja.

7.2 Venttiilin muuttaminen

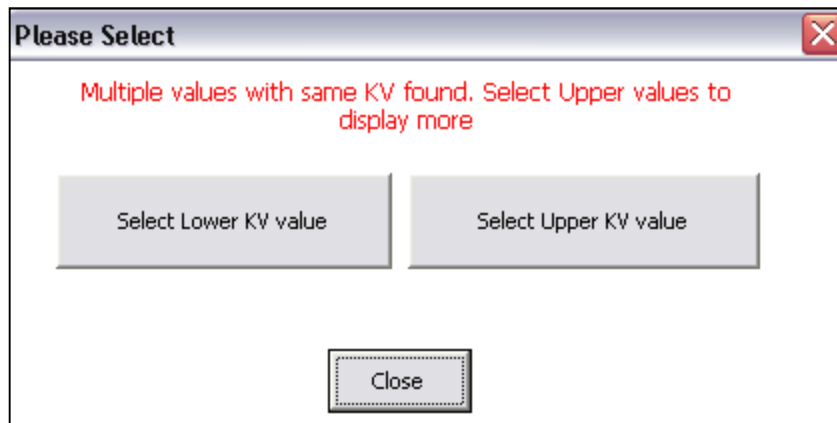
Työkaluun haluttiin toteuttaa selkeä ja yksinkertainen tapa valita yhden koon suurempi tai pienempi venttiili. Kuvassa 16 esitellään ohjelman vuokaavion avulla venttiilin muuttaminen.



Kuva 16. Ohjelman vuokaavio venttiilin muuttamiseksi

Vuokaaviosta huomataan, että valintaruutu tulee esiin joka kerta venttiilin hakemisen jälkeen. Valintaruutu on niin kauan näkyvässä ennen kuin käyttäjä hyväksyy venttiilin nappia painamalla. Tämän jälkeen palataan alkuun ja ohjelma on valmis uuden venttiilin hakemiseen.

Valintaruutu on tehty kokonaan VBE:n kautta luomalla erillinen lomake, jota kutsutaan ohjelmassa tarpeen vaatiessa. Lomakkeeseen lisättiin kolme nappia ja kolme tekstilaatikkoa. Tekstilaatikot ovat ohjelmallisesti suunniteltu tulevan esiin aina tarpeen vaatiessa.



Kuva 17. Työkalun venttiilin muuttamiseen suunniteltu lisävalinta ikkuna

Joskus saattaa tulla eteen tilanne, jossa samalla K_v -arvolla on kaksi venttiiliä. Esimerkiksi kuvassa 17 esiintyi K_v -arvolla 2,5 kaksi venttiiliä, joilla on eri DN-koko. Tällöisiä tilanteita varten ohjelma ilmoittaa käyttäjälle, että samalla K_v -arvolla löytyi useita venttiilejä. Käyttäjä pystyy tämän jälkeen valitsemaan haluamansa venttiilin DN-koon perusteella tarjolla olevien venttiilien mukaan.

Lisäksi valintaruutu ilmoittaa löydettiinkö suunnittelusta k_v -arvosta suurempi vai pienempi venttiili. Valintaruutu ilmoittaa myös semmoisen tilanteen, missä suunniteltu k_v -arvo on tarkalleen sama kuin käytettävissä olevan venttiilin.

7.3 Virheellisten tietojen eliminointi

Mahdollisia ongelmatilanteita varten on luotu virheilmoitukset. Mikäli käyttäjä yrittää hakea semmoisilla arvoilla venttiiliä, mitä ei ole olemassa, tulostuu alla olevan kuvan mukainen virheilmoitus käyttäjälle.



Kuva 18. Työkalun virhetulostus, jos venttiiliä ei löydy oikeilla arvoilla

Venttiililuetteloon tulee monesti jopa kymmeniä erilaisia kiinteistön säätöventtiilejä. Ohjelma on suunniteltu niin, että käyttäjän pitää olla valitulla rivillä hakiessaan venttiiliä kyseiseen käyttötarkoitukseen. Mikäli näin ei ole, ohjelma tulostaa alla olevan kuvan näköisen virheilmoituksen.



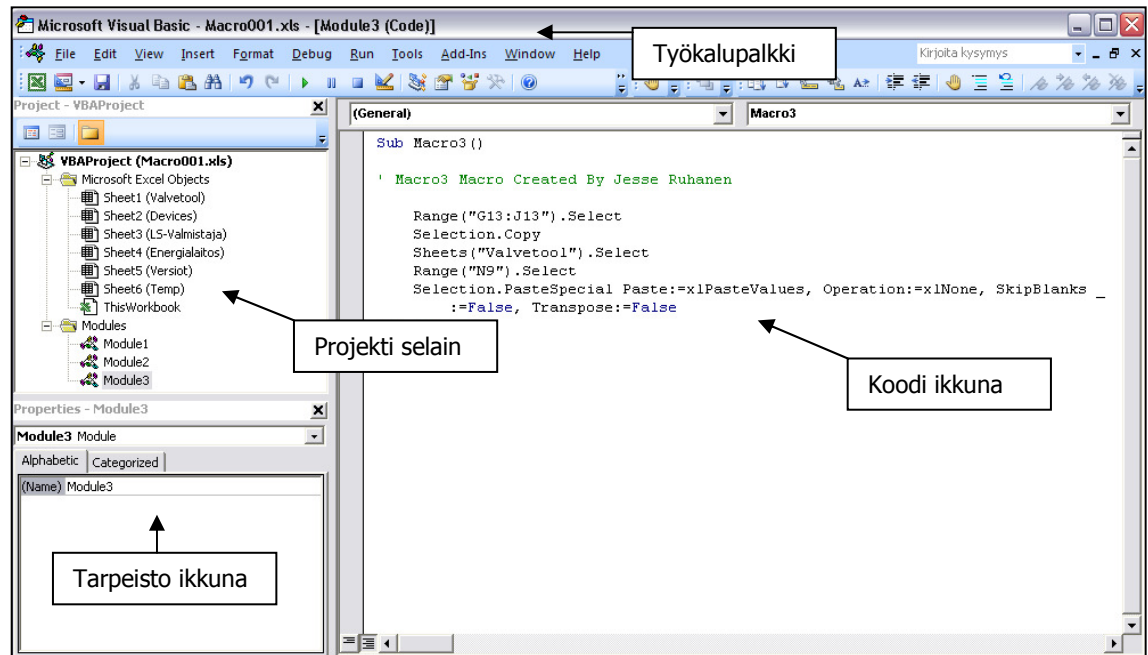
Kuva 19. Työkalun virhetulostus, jos käyttäjä ei ole venttiilin oikealla rivillä

Kaikki käytettävissä olevat hakukriteerit on toteutettu Excelin alasettovalikoilla. Työkalua tehtäessä huomattiin, että VBA on riippuvainen isoista ja pienistä kirjaimista. Tällä vältetään mahdolliset hakuongelmat erikokoisten kirjainten kanssa.

8 Työkalun ohjelmointi

8.1 Visual Basic Editor-sovellus

Kaikkia macroja muokataan ja luodaan VBE-sovelluksen avulla.



Kuva 20. Visual Basic Editor; MS officeen integroitu VBA-sovelluskehitin

VBE:n löytää Excelistä hyväksymällä Excelin asetuksista kehitystyökalut. Tämän jälkeen kehitystyökalut välilehdestä löytyvästä Visual Basic-painikkeesta pääsee editoriin käsiksi.

Kuvassa 20 esiteltiin editorin tärkeimmät ikkunat. Työkalupalkista löytyy kaikki tarpeelliset toiminnot ohjelman tallennukseen, ajamiseen ja moduuleitten lisäykseen. Koodiikkuna nimensä mukaisesti sisältää ohjelman koodit. Projekti selaimesta saa selville ohjelmassa käytetyt välilehdet, jonne voi esimerkiksi lisätä painikkeita. Projekti selaimeseen luodaan myös valintaikkuna venttiilin koon muuttamiseksi. Painikkeet kutsuvat moduuleissa sisältäviä alaohjelmia. Myös työssä käytetyt moduulit löytyvät projekti selaimesta omasta alikansioistaan. Tarpeistoikkuna on vähemmän käytetty, ja sillä esimerkiksi nimetään ja muokataan ohjelmassa käytettyjä painikkeita.

8.2 Makrojen ja toimenpiteiden luominen

Makro on sarja sovelluksessa suoritettavia toimenpiteitä, jotka voidaan tallentaa ja toistaa uudelleen. Kaikki Office - tuotteet tukevat makroja, mikä mahdollistaa rutiinitoimenpiteiden tallentamisen ja suorittamisen uudestaan nopealla tavalla. Makrojen luomiseen on kaksi eri vaihtoehtoa, eli

1. ohjelmoida VBA:lla
2. nauhoittaa makro.

Makron nauhoitus tapahtuu klikkaamalla kehitystyökalut välilehdestä tallenna makro - painiketta. Napin painalluksen jälkeen käyttäjän toteuttamista komennoista Excel luo itsestään VBA-moduulin. Nauhoituksen aloituksesta lähtien Excel automaattisesti kirjoittaa käyttäjän suorittamat komennot VBA-kielenä. Käyttäjän ollessa valmis, voidaan lopettaa makron nauhoitus. Luotu makro löytyy VBE-moduuleista.

```
Sub Macro3()  
  
' Macro3 Macro Created by Jesse Ruhanen  
  
    Range("G13:J13").Select  
    Selection.Copy  
    Sheets("Venttiililuettelo").Select  
    Range("N9").Select  
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _  
        :=False, Transpose:=False  
End Sub
```

Kuva 21. Excelin nauhoittamalla luotu VBA-makro

Kuvassa 21 esiteltiin työkalun yksinkertainen aliohjelma haluttujen tietojen kopioimiseen venttiililuettelo välilehdelle. Kyseinen aliohjelma on erittäin nopea tapa luoda juuri nauhoittamalla. Aliohjelmaa kutsutaan aina, kun työkalu on löytänyt oikean venttiilin ja tämän jälkeen halutaan kopioida kyseisen venttiilin toimilaitteen tiedot venttiililuettelo välilehdelle. Sama koodi pystytään luomaan myös käsin kirjoittamalla, mutta pidemmissä tapauksissa on tämä hitaampi tapa tehdä vastaava asia.

Makrojen nauhoittaminen luo tiettyjä kriteerejä. Nauhoittaminen on sidottu niihin asioihin, mitä käyttäjä pystyy Excelissä tekemään. Kaikkien erilaisten ehto-rakenteiden luominen nauhoittamalla on mahdotonta. Näitä tilanteita varten tarvitaan ohjelmointitaitoa VBA:n avulla.

Ohjelmaa tehdessä huomattiin, että yksinkertaisin tapa toteuttaa työkalun toiminnan perusrakenne on käyttää *ActiveCell.Row*-komentoa. Tällä komennolla saadaan selvitettyä se rivi, mitä käyttäjä pitää aktiivisena kyseisenä hetkenä. Komennon avulla saadaan haettua oikealle riville kriteerien mukainen venttiili. Työkalussa pitää erikseen valita jokaisen venttiilin rivi ja painaa painiketta venttiilin hakemista varten.

```

mr = ActiveCell.Row 'ottaa tämänhetkisen rivin tiedon venttiililuettelo välilehdelt myöhempää käyttöä varten
con = Cells(mr, 4).Value 'ottaa valintakriteerien arvot venttiililuettelo välilehdeltä
vtype = Cells(mr, 5).Value
kv = Cells(mr, 8).Value
used = Cells(mr, 9).Value

If con = "" And vtype = "" And used = "" Then 'tulostaa virheen jos 3 ehtoa ei ole täytetty
MsgBox "Please select a row where 'tie', 'type' and 'Used' values are populated.", vbCritical
Exit Sub
End If

```

Kuva 22. Ohjelmoimisella luotu VBA-ohjelma valintakriteerien tarkistamiseksi

Kuvasta 22 nähtiin, miten ohjelmassa on toteutettu ehdot siihen, että jokainen valintakriteeri on täytetty. Tästä saadaan selvitettyä, onko käyttäjä oikealla rivillä. Ohjelma tulostaa virheen, jos jokin valintaehdoista puuttuu.

Muuttujat on esitelty kuvan 22 ulkopuolella. Muuttuja *mr* kertoo sen rivin, millä käyttäjä on. K_v -arvo on sidottu sarakkeeseen H, mikä vastaa numeroa 8 venttiililuettelo lehdellä. Näin saadaan muuttujaan *kv* selville jokaisen venttiilin k_v -arvo aktiivisen rivin perusteella.

Jos valintakriteerit on täytetty, rajaa ohjelma haut venttiilin käyttötarkoituksen mukaan. Tällä saavutetaan se, että esimerkiksi kaukolämpöventtiileihin ohjelma ehdottaa ainoastaan tämän käyttötarkoituksen venttiileitä.

Tämän jälkeen ohjelma vertaa muita valintakriteerejä ja etsii oikean venttiilin. Valintaruudussa olevilla painikkeilla kutsutaan omia funktioita, jotka hakevat k_v -arvoltaan pienemmän tai suuremman venttiilin.

8.3 Ohjelmakoodin tulkitseminen ajoaikana

VBA tukee ohjelmakoodin tulkitsemista ajon aikana. VBE:ssä on valmiina laaja työkaluvalikoima virheiden paikannukseen. Tulkitseminen tapahtuu keskeytyspisteen luomisella haluttuun paikkaan. Ohjelma pysähtyy tähän paikkaan, ja ohjelmoija pystyy katsomaan erilaisten muuttujien arvoja kyseisellä hetkellä. Lisäksi muuttujien muuttaminen lennosta on mahdollista. Vaikka VBA ei olisi kielenä täysin tuttua, mahdollistaa tämä ohjelmointikielen nopean opiskelun ohjelmoijalle.

9 Työkalun verifiointi ja testaus

Verifiointi on menetelmä, jolla varmistetaan, että työkalu täyttää sille asetetut vaatimukset. Verifioinnilla varmistetaan se, että työkalua valmistetaan oikealla tavalla. Työn edetessä Fidelix Oy:n kanssa varmistuttiin, että työkalua ollaan kehittämässä oikealla tavalla.

Valmiin työkalun testauksessa käytettiin hyödyksi vanhoja käsin tehtyjä venttiililuettelointia. Syöttämällä samat arvot uuteen työkaluun tarkistettiin, että samat venttiilit löytyvät kuin vanhassa työkalussa. Lisäksi tarkastettiin, että juuri kyseiselle venttiilille määrätty toimilaite on myös oikeanlainen. Venttiilin koon muuttaminen todettiin toimivaksi tarkistamalla venttiilien koko jokaisessa tapauksessa.

Kun omat testaukset oli suoritettu työkalun kanssa, työkalu annettiin muutamalle projektihenkilölle Fidelix Oy:ssä. Mahdollisten virheiden ilmetessä saatiin ne korjattua pois ennen työkalun luovuttamista koko yritykselle.

Testauksessa ilmenneet viat korjattiin, ja muutama puuttuva venttiili lisättiin työkaluun. Lisäksi toteutettiin selventävät kommentit työkaluun, jotta jokaisen on helppo sitä käyttää.

10 Yhteenveto

Insinööriyössä oli tehtävänä suunnitella ja toteuttaa kaiken kattava venttiilityökalu sovellus Fidelix Oy:lle. Työkalu koostui Excelillä täytettävästä asiakirjasta sekä sen avulla toimivien ohjelmoitujen sovellusten kautta.

Työssä tutustuttiin aluksi säätöventtiilien toimintaan ja näiden avulla ohjattaviin asioihin kiinteistöissä. Seuraavaksi yrityksen kanssa suunniteltiin haluttu, mahdollisimman selkeä käyttöliittymä. Suunnittelun ja käyttöliittymän toteutuksen jälkeen ryhdyttiin tekemään työkalua vaatimusten mukaiseksi.

Työkalua koekäytettiin ja tällä etsittiin mahdolliset virheet. Huhtikuussa 2013 työkalu luovutettiin Fidelix Oy:n käyttöön.

Lähteet

- 1 Kauppalehti. 2012. Verkkodokumentti
<<http://www.kauppalehti.fi/5/i/yritykset/tulostiedote/tiedote.jsp?selected=kaikki&oid=20130101/13572223534120&liikevaihtoluokka=5&toimiala=&paikkakunta=092>>.
- 2 Fidelix Oy. 2012. Verkkodokumentti. <www.fidelix.fi>.
- 3 Wurth Oy. 2013. Verkkodokumentti.
<http://www.wurth.fi/site/media/pdf/tuotekuvasto/tuotteet/lvi/13_LVI_kannakkeet.pdf>.
- 4 Härkönen, Pentti, ym. 2012. ST-käsikirja 17: Rakennusautomaatiojärjestelmät. Espoo: Sähkötieto ry.
- 5 Smith, Peter. 2004. Valve Selection Handbook. Elsevier, Inc.
- 6 Pro dual Oy. 2012. Verkkodokumentti. <www.produal.fi/FI/tuotteet>.
- 7 Johnson, Bruce. 2012. Professional Visual Studio. Indianapolis: John Wiley & Sons Inc.
- 8 Belimo Oy. 2013. Verkkodokumentti <www.belimo.fi/products.php?type=water>.
- 9 Green, Alexander, ym. 2007. VBA Programmer's reference. Wiley Publishing.
- 10 McFedries, Paul. Visual Basic for Applications Unleashed. 1997. SAMS Publishing, Indianapolis.

Combi-36 datasheet:

		COMBI-36
36-kanavainen yhdistelmämoduuli		
	Yleistä <ul style="list-style-type: none"> • 12 digitaalista tuloa, 8 relelähtöä, 8 analogista tuloa, 8 analogista lähtöä • Optimal beträffande storlek och funktion • Irroitettavat ruuviliittimet • RS-485 tiedonsiirto, Modbus-protokolla • Asennus DIN-kiskoon 	
Tekniset tiedot		
Käyttöjännite:	20 – 26 VDC	
Virrankulutus:	70 mA – 85 mA + (8 x 26mA (rele))	
Toimintalämpötila:	0 °C – 50 °C	
Toimintaolosuhteet:	Max 95%RH, ei kondenssivettä	
Modulin mitat:	235 mm x 130 mm x 65 mm	
Modulin paino:	530 g	
Suojausluokka:	IP20	
Tiedonsiirtonopeudet:	9600 bps, 19200 bps, 38400 bps tai 57600 bps	
Osoitealue:	1 – 60	
Tiedonsiirtoprotokolla:	Modbus RTU	
CE-merkki:	Täyttää direktiivien 73/23/EEC (LVD) ja 89/336/EEC (EMC) vaatimukset	
Digitaaliset sisääntulot, erityistiedot		
Mittausjännite DI:	20 – 48 VDC	
Mittauspiirin virrankulutus:	2.5 mA @ 24 VDC / suljettu piiri	
Sallittu vastus, avoin piiri:	50 kΩ – ∞ (rinnalla) 24 VDC mittausjännitteellä	
Sallittu vastus, suljettu piiri:	0 Ω – 1 kΩ (sarjassa) 24 VDC mittausjännitteellä	
sallittu minimi pulssinpituus:	ohjelmoitavissa, 5 ms – 1275 ms	
Ohjauspisteet, erityistiedot		
Virrankesto /lähtö:	6 A / 250 VAC	
Kytkenäkyky:	2500 VA	
Releen ohjausvirta:	26 mA / rele	
Mittaukset, erityistiedot		
Tarkkuus:	20 bittiä	
Vaimennus 50 Hz:	> 110 dB	
Anturityypit:	NTC, PT1000, Ni1000, 0..20mA, 4..20mA, 0–10V, 2–10V	
Virrankulutus vastusantureilla:	0.5 mA - 1 kΩ, 0.2 mA - 10 kΩ	
Säätölähdöt, erityistiedot		
Tarkkuus:	10 bittiä	
Normaali virransyöttö:	10 mA	
Maximi virransyöttö:	20 mA	
Maximi jännitesyöttö:	10 V	
Fidelix Oy pidättää oikeudet muutoksiin.		

Vanha käyttöliittymä:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1																													
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
7																													
8																													
9																													
10																													
11																													
12																													
13																													
14																													
15																													
16																													
17																													
18																													
19																													
20																													
21																													
22																													
23																													
24																													
25																													
26																													
27																													
28																													
29																													
30																													
31																													
32																													
33																													
34																													
35																													
36																													
37																													
38																													
39																													
40																													
41																													
42																													
43																													
44																													
45																													
46																													
47																													
48																													
49																													
50																													
51																													
52																													
53																													
54																													
55																													

Kaukolämpöventtiilit:

Typiä	Väinistö	KY-ruo	Ohjelma	Montori	Alue
9-200	BF73	01	5	R-200-SR	21
9-200	BF73	04	5	R-200-SR	21
9-200	BF73	032	5	R-200-SR	21
9-200	BF73	1	5	R-200-SR	21
9-200	BF73	6	5	R-200-SR	21
9-200	BF73	25	5	R-200-SR	21
9-200	BF73	25	2	R-200-SR	21
9-200	BF73	61	2	R-200-SR	21
9-200	BF73	61	2	R-200-SR	21
9-200	BF73	0	2	R-200-SR	21
9-200	BF73	0	2	R-200-SR	21

KÄYTTÖNÄ TRICHA-SF RAS-DN 20

TYÖ Nro: 111
 PÄIVÄMY: Jesse Ruhanen
 PÄIVÄYS: 1.2.2013
 E-MAIL: jesseru@oohi.fi
 RIIDOTS:
 PÄIVÄMY:
 PÄIVÄYS:

KOHDE: Demo Kohde
 OSOITE: Demon osoite
 POSTINUMERO: 00000 Demo

Älä laita sinisiä soluja! Työcalu täyttää itse kyselyiset solut.

Uusi käyttöliittymä:

VENTTIILILUETTELO											
Yhtiö:		Tuloista		KOHDE:		TYHIÄMÄ RIVIT		TEKIJÄ:		VER:	
Martinkyläntie 41, J-720 Vartaa		Tuloista		Tyhjiä riviä		Hae venttiiliä		Tekijä:		A/B/C	
Puh. +358-9-250 1268, Fax. +358-9-250 1239								Pvm:		27.3.2013	
E-mail: etunimi.sukunimi@fidelix.fi								REV:			
www.fidelix.fi											
RYHMÄ	LÄHITIEDOT:	2/3- te	Tyyppi UK/SK/U_Ä	SUURMITTELU:	VALINNA:	VENTTIILI:	TOIMILAITE:	VALMISTAJA:	ENERGIAL:		
Nro	Asennus- pelike			I/s kPa KV	KÄYTTÖ	TYYPPI DN KV	Ajo- alka [s]	Venttiili / Toimilaitte	I/s kPa KV		
1	101 TV 1	KL Käyttövesi	Ulkokierre	1,1 20 8,85	B-KL	R413D 25 10	35	LRC24A-SR	15,68		Belimo
2				0,00					0,00		
3		KL Käyttövesi		0,00					0,00		
4		KL Lämmitys		0,00					0,00		
5		KL Ihastointi		0,00					0,00		
6		KL Laitteiden lämmitys		0,00					0,00		
7		LTO, Patteri		0,00					0,00		
8		Lämm. Patteri		0,00					0,00		
9		Jäähc. Patteri		0,00					0,00		
10		Kuukellona		0,00					0,00		
11				0,00					0,00		
12				0,00					0,00		
13				0,00					0,00		
14				0,00					0,00		
15				0,00					0,00		
16				0,00					0,00		
17				0,00					0,00		
18				0,00					0,00		
19				0,00					0,00		
20				0,00					0,00		
21				0,00					0,00		
22				0,00					0,00		
23				0,00					0,00		
24				0,00					0,00		
25				0,00					0,00		
26				0,00					0,00		
27				0,00					0,00		
28				0,00					0,00		
29				0,00					0,00		
30				0,00					0,00		
31				0,00					0,00		
32				0,00					0,00		

Sivu 1

Uusi käyttöliittymä:

2/3-tie	Tyyppi	Käyttö	Venttiili	DN	KV	Toimilaitte	Ajoaika	Isku	Valmistaja
2	Ulkokierre	B-KL	R404DK	15	0,3	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Ulkokierre	B-KL	R405DK	15	0,4	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Ulkokierre	B-KL	R406DK	15	0,63	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Ulkokierre	B-KL	R407DK	15	1	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Ulkokierre	B-KL	R408DK	15	1,6	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Ulkokierre	B-KL	R409DK	15	2,5	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Ulkokierre	B-KL	R412D	20	2,5	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Ulkokierre	B-KL	R413D	20	4	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Ulkokierre	B-KL	R417D	25	6,3	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Ulkokierre	B-KL	R418D	25	10	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Ulkokierre	B-KL	R419D	25	16	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2015-P25-S1	15	0,25	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2015-P4-S1	15	0,4	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2015-P63-S1	15	0,63	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2015-1-S1	15	1	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2015-1P6-S1	15	1,6	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2015-2P5-S1	15	2,5	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2015-4-S1	15	4	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2020-4-S2	20	4	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2015-6P3-S1	15	6,3	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2020-6P3-S2	20	6,3	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2025-6P3-S2	25	6,3	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2020-8P6-S2	20	8,6	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2025-10-S2	25	10	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2025-16-S2	25	16	LRC24A-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2032-16-S3	32	16	HRY24-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2040-16-S3	40	16	HRY24-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2040-25-S3	40	25	HRY24-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2050-25-S4	50	25	HRYD24-SR	35		Belimo
2	Sisäkierre	B-SP	R2050-40-S4	50	40	HRYD24-SR	35		Belimo
3	Sisäkierre	B-SP	R3015-P25-S1	15	0,25	LRC24A-SR	35		Belimo
3	Sisäkierre	B-SP	R3015-P4-S1	15	0,4	LRC24A-SR	35		Belimo
3	Sisäkierre	B-SP	R3015-P63-S1	15	0,63	LRC24A-SR	35		Belimo
3	Sisäkierre	B-SP	R3015-1-S1	15	1	LRC24A-SR	35		Belimo
3	Sisäkierre	B-SP	R3015-1P6-S1	15	1,6	LRC24A-SR	35		Belimo
3	Sisäkierre	B-SP	R3015-2P5-S1	15	2,5	LRC24A-SR	35		Belimo
3	Sisäkierre	B-SP	R3015-4-S1	15	4	LRC24A-SR	35		Belimo
3	Sisäkierre	B-SP	R3020-4-S2	20	4	LRC24A-SR	35		Belimo

ok

ok

R4 Sarja

Uusi käyttöliittymä:

Lisäksi LS-toimitajalle toimitettavat kenttälaitteet		Laitteiden toimitustiedot	
Tuulilämpötila, kaukolämpö	TE 4/A	FX-TEW-NTC10 + FX-P304	toimitusosoite: GEBWELL OY Parrunapolku 5 79100 Leppävirta
Paluulämpötila, kaukolämpö	TE 4/B	FX-TEW-NTC10 + FX-P304	
Maalämpötila, lämmin käyttövesi	TE 1.1	TENA NTC 10	fdx projektinumero 1414
Kiertolämpötila, lämmin käyttövesi	TE 1.2	FX-TEW-NTC10 + FX-P304	
Maalämpötila, patteriverkosto	TE 2.1	FX-TEW-NTC10 + FX-P304	Vite: MCC Rakennus Oy / Heisingin Mango
Paluulämpötila, patteriverkosto	TE 2.2	FX-TEW-NTC10 + FX-P304	
Paine, patteriverkosto	PE 1	FTL6/V	postipaketti 14
Maalämpötila, IV-verkosto	TE 3.1	FX-TEW-NTC10 + FX-P304	
Paluulämpötila, IV-verkosto	TE 3.2	FX-TEW-NTC10 + FX-P304	
Paine, IV-verkosto	PE 2	FTL6/V	
Maalämpötila, lattialämmitys	TE 4.1	FX-TEW-NTC10 + FX-P304	
Paluulämpötila, lattialämmitys	TE 4.2	FX-TEW-NTC10 + FX-P304	
Paine, lattialämmitysverkosto	PE 3	FTL6/V	
Hissausliittimet x kpl			

Käytössä olevat anturit:			
Lämpötila:	Huom.	Paine:	Huom.
FX TEW NTC10	Fidelix	PTL 4V	C-4bar V output
TENA NTC 10	Produel	PTL-6V	C-6bar V output
TEAT LL	Produel	PTL-10V	C-10bar V output
		PTL-16V	C-16bar V output
		FX P304	Fidelix
		AT 80	Produel

Tee laitetilaus

Työkalun ohjelman vuokaavio:

