



Heikki Haikola

PIENTALON HYBRIDLÄMMITYSJÄRJESTELMÄN AUTOMATISOINTI

PIENTALON HYBRIDILÄMMITYSJÄRJESTELMÄN AUTOMATISOINTI

Heikki Haikola

Opinnäytetyö

Kevät 2013

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Oulun seudun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun seudun ammattikorkeakoulu
Automaatiotekniikan koulutusohjelma, projektoinnin sv

Tekijä: Heikki Haikola

Työn nimi: Pientalon hybridilämmitysjärjestelmän automatisointi

Työn ohjaaja: Timo Heikkinen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2013

Sivumäärä: 42 + 4 liitettä

Tämän insinööri työn tarkoituksena oli luoda ja tuotteistaa pientalon hybridilämmitysjärjestelmän säätöön ja ohjaukseen helppokäyttöinen ja muokattava säädinlaitteisto. Työn toimeksiantajana toimii Fidelix Oy. Pyyntö kyseiselle tuotteelle tuli Finelmo Oy:ltä, jonka esimerkkijärjestelmää pidettiin hybridisäätimen kehityksen pohjana.

Asiaan perehtymisen jälkeen huomattiin markkinoilla olevan tarvetta kokonaisvaltaiselle hybridilämmitysjärjestelmän säädinlaitteistolle. Hybridisäädin kykenee ohjaamaan lämmön keräämistä yhdestä kolmeen tukilämmönlähteestä. Niitä voi olla esimerkiksi aurinkokeräimet, vesikiertoiset tulisijat tai savukaasulämmönvaihtimet. Se valvoo hybridivaraajan lämpötiloja ja ohjaa siihen liitettyä sähkövastusta. Sähköä käytetään järjestelmän päälämmönlähteenä. Lämmönjakoa yhteen tai valinnaisesti kahteen lämmitysverkostoon säädetään tarkasti ja energiatehokkaasti.

Tietoa insinööri työn pohjaksi on etsitty uusiutuvia lämmönlähteitä käsittelevistä julkaisuista sekä seminaarista. Teknistä tietoa käytettävästä laitteistosta ja apua toteutukseen on saatu Fidelix Oy:n sisäisistä lähteistä sekä henkilökunnalta. Näiden lisäksi tietoa hybridilämmitysjärjestelmien toteutustavoista on etsitty eri valmistajien internetsivuilta.

Insinööri työn tuloksena saatiin valmis tuote myytäväksi suoraan pientalorakentajalle, -korjaajalle tai laitetoimittajille. Tulevaisuudessa tuotetta voidaan kehittää pidemmälle luomalla useampia ohjelmistoversioita ja grafiikkakuvien arkisto. Tällöin hybridisäädin soveltuisi lähes kaikenlaisien hybridilämmitysjärjestelmien säätöön.

Asiasanat: Fidelix Oy, hybridilämmitysjärjestelmä, hybridisäädin, Multi-24, pientaloautomaatio

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Automation technology, projection

Author: Heikki Haikola

Title of thesis: Automation of small house hybrid heating system

Supervisor: Timo Heikkinen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2013

Number of pages: 42 + 4 appendices

This thesis's purpose was to create and commercialize easy to use and modifiable control system for small house hybrid heating system. It was carried out for Fidelix Oy. A request for such device was made from Finelmo Oy whose planned system was used as a base for the development.

After getting familiarized with the matter it was realized that there was need at the market for comprehensive control system for controlling and adjusting hybrid heating systems. Hybrid control unit is capable of controlling heat collecting from one to three heat sources. They can be as such as solar heat collectors, water fireplaces or flue gas heat exchangers. It also monitors the hybrid water collector's temperatures and controls the heating element built in to the collector. Electricity is used as a primary source of energy. Heat distribution to one or two heating networks is adjusted finely and energy-efficiently.

Information for thesis's base was searched from publications and seminars dealing with renewable heat sources. Technical information of used hardware was acquired from Fidelix Oy's internal sources as well as from staff. In addition to these some information of existing hybrid heating systems was searched from the manufacturers' websites.

As a result of this thesis we had achieved a ready product to be sold directly to the small house builder or the system supplier. In the future product can be further processed to cover larger number of possible hybrid heating systems. This can be done by creating large archive of different graphics and different software versions.

Keywords: Fidelix Oy, hybrid heating system, hybrid control unit, Multi-24, small house automation

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
TERMIT JA LYHENTEET	7
1 JOHDANTO	8
2 HYBRIDILÄMMITYS	10
2.1 Aurinkolämpö	10
2.1.1 Passiivinen aurinkolämpö	10
2.1.2 Aktiivinen aurinkolämpö	11
2.2 Vesikiertoinen tulisija	13
2.3 Savukaasuvaihdin	15
2.4 Hybridivaraaja	16
3 PIENTALON AUTOMAATIO	18
3.1 Lämmitysjärjestelmän säätö	18
3.2 Ilmanvaihdon ohjaus	19
3.3 Murto- ja kulunvalvonta	20
3.4 Kunnonvalvonta	20
4 KÄYTETTY LAITTEISTO	22
4.1 I/O-liitynnät	22
4.2 Väylätekniikka	23
4.3 Room display	24
5 SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	26
5.1 Pistesuunnittelu	26
5.2 Käyttöliittymäsuunnittelu	27
5.3 Instrumentointi	30
5.4 Sääätötekniikka	32
5.5 Sovellussuunnittelu	33
6 TUOTTEISTAMINEN	36
6.1 Pääperiaate	36
6.2 Dokumentointi	37

6.3	Tuotteen muokattavuus.....	38
7	YHTEENVETO JA POHDINTA	39
	LÄHTEET	41
	LIITTEET	
	Liite 1. Järjestelmäkaavio	
	Liite 2. Multi-24 kytkentäkuva	
	Liite 3. Laiteluettelo	
	Liite 4. Asennus- ja käyttöönotto-ohje	

TERMIT JA LYHENTEET

AI	analoginen tulo
AO	analoginen lähtö
DI	digitaalinen tulo
DO	digitaalinen lähtö
hybridi	kahden tai useamman asian risteytys tai yhdistelmä
I/O	automaatiojärjestelmän tai säätimen tulot ja lähdöt
Modbus	avoin sarjaliikenneprotokolla
M-Bus	lämpömittareiden ja muiden laskureiden kanssa käytetty väyläteknikka
RFID	radiotaajuuksiin perustuva etätunnistusmenetelmä
RTU	Modbus-protokollan kompakti binaarinen versio
TCP/IP	yleinen tiedonsiirtoprotokolla internet-liikenteessä ja laitteiden osoitteiden määrittämisessä
UI	universaali sisääntulo, voidaan käyttää joko AI tai DI

1 JOHDANTO

Tämän insinööriyön tarkoituksena on luoda pientalon hybridilämmitysjärjestelmän ohjaukseen ja säätöön yksinkertainen, mutta laajennettavissa oleva säädinratkaisu. Työn toimeksiantajana toimii Fidelix Oy.

Energiahintojen noustessa sekä rakennusmääräysten kiristyessä rakentajat valitsevat yhä enemmän lämmitysjärjestelmiä, joissa käytetään useampia lämmönlähteitä. Tällaisissa niin sanotuissa hybridilämmitysjärjestelmissä turvautaan hyvin useasti uusiutuviin energialähteisiin, kuten aurinkolämpöön, lämpöpumpusovelluksiin sekä erilaisiin tulisijaratkaisuihin. Osa näistä lähteistä on kuitenkin luonteeltaan hetkellisesti lämpöä tuottavia. Tästä syystä ne soveltuvat ainoastaan tukilämmönlähteiksi, mutta eivät päälämmönlähteiksi.

Automatisoimalla järjestelmä voidaan ohjata se toimimaan siten, että lämpöä otetaan kustakin lähteestä silloin, kun sitä parhaiten on saatavilla. Tämän lisäksi yhden yhtenäisen säätölaitteiston käyttöönotto ja virittäminen on helpompaa kuin useamman erillisen yksikkösäätimen. Joissakin tapauksissa lämmönkeruuta saatetaan jopa ohjata mekaanisten termostaattien avulla. Tällöin ei voida saada aikaan hallittua ja tarkkaa prosessin säätöä. Tässä työssä luodun säädinlaitteiston päätavoitteena on saada aikaan hallittu lämmönkeruu ja tarkka lämmityspiirien säätö. Nämä vaikuttavat suoraan energiatehokkuuteen.

Säädinlaitteisto koostuu Fidelix Oy:n (myöhemmin Fidelix) vapaasti ohjelmoitavasta Multi-24-säätimestä sekä siihen liitettävästä Room display-kosketusnäytöstä. Suunnittelun pohjana käytettävä hybridilämmitysjärjestelmä on Finelmo Oy:n suunnittelema esimerkkijärjestelmä, jonka järjestelmäkaavio on liitteenä 1. Yritys on hybridisäätimen alkuperäisidean takana. Säätimen suunnittelu on tehty sille tasolle asti, että se on suoraan myytävissä kuluttajalle tai laitevalmistajalle. Tässä työssä valmista säätö- ja automaatiolaitteistoa kut-

sutaan myöhemmin nimellä hybridisäädin, jotta se erottuu siihen vertailtavista laitteista.

Hybridisäädin on suunniteltu hybridilämmitysjärjestelmään, jossa sähkö toimii päälämmönlähteenä. Tukilämmönlähteinä voidaan käyttää aurinkokeräimiä, vesikiertoista tulisijaa ja erilaisia savukaasuvaihdinratkaisuja. Päälämmönlähteeksi voitaisiin sähkön rinnalle ottaa myös jokin lämpöpumppusovellus. Se voisi olla joko maalämpö-, ilma-vesilämpö- tai poistoilmalämpöpumppu. Ilmalämpöpumppu ei välttämättä ole riittävä lämmönlähde ainoaksi peruslämmönlähteeksi. (Oulun kaupungin rakennusvalvonta 2013, hakupäivä 11.5.2013.)

Hybridisäätimen kaltaista valmista säädinratkaisua ei tällä hetkellä löydy kotimaan markkinoilta. Voidaan todeta, että kysyntää tämän kaltaiselle tuotteelle on.

2 HYBRIDILÄMMITYS

Hybridilämmitysjärjestelmät ovat kiinteistön lämmitysjärjestelmiä, joissa käytetään useampia lämmönlähteitä. Pääpaino on yleensä uusiutuvien lämmönlähteiden käytössä. Vaikka hybridijärjestelmiä rakennetaan enimmäkseen uusiin kiinteistöihin, voidaan mikä tahansa vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä muuntaa hybridiksi suhteellisen helposti. Monet pientalonasukkaat voivat esimerkiksi lisätä öljylämmityksen rinnalle aurinkolämpöä kerääviä ratkaisuja. Tällä pyritään laskemaan öljynkulutusta, mutta myös riippumattomuus ulkopuolisesta energiasta on joillekin tärkeää.

2.1 Aurinkolämpö

Pohjoisesta sijainnistaan huolimatta Suomessa aurinkoenergian käyttöä ei tule vähätellä. Vuodenaikojen välinen vaihtelu on hyvin suurta, mutta Etelä-Suomessa mitatut auringon säteilymäärät ovat silti vuositasolla samaa luokkaa kuin Keski-Euroopassa. Tästä säteilymäärästä 90 % saadaan maaliskuun ja syyskuun välisenä aikana. Tämä tehokkaan säteilyn ajanjakso ajoittuu ainoastaan osittain lämmityskaudelle. Siitä huolimatta aurinkolämmöllä pystytään hyvin lämmittämään käyttövesi lämmityskauden ulkopuolella. (Energiateollisuus Ry 2013, hakupäivä 2.5.2013.)

2.1.1 Passiivinen aurinkolämpö

Auringosta tulevan säteilyenergian talteen keräämiseen on kaksi tapaa: passiivinen ja aktiivinen. Passiivisessa tavassa talon sijoittamisella ilmansuuntiin nähden sekä rakennusteknisillä ratkaisuilla pyritään saamaan auringon säteilyn lämmittävä vaikutus sitoutumaan talon rakenteisiin. Käytännössä tämä tarkoittaa suuria ikkunoita, jotka on suunnattu etelään päin, sekä rakennuksen muotoilua. Talo on hyvä sijoittaa etelärinteeseen ja tontilla olisi hyvä olla puustoa pie-

nentämässä tuulen viilentävää vaikutusta. (Motiva Oy 2009, hakupäivä 2.5.2013.)

Passiivisessa keräyksessä ei tarvita lisälaitteita tai muita rakenteita. On kumminkin huomioitava, että passiivisesta aurinkolämmöstä voi koitua kesäkuukausina ongelma. Sisälämpötila voi nousta suurien ikkunoiden vuoksi hyvinkin korkeaksi. Tällöin asumisviihtyvyys laskee ja voidaan joutua turvautumaan jäähdytyslaitteisiin, jotka kuluttavat sähköenergiaa. Hyvin suunnitellussa talossa on ratkaisu, jolla voidaan varjostaa ikkunoita sekä itse rakennusta kuumimpina kesäpäivän tunteina. (Motiva Oy 2009, hakupäivä 2.5.2013.)

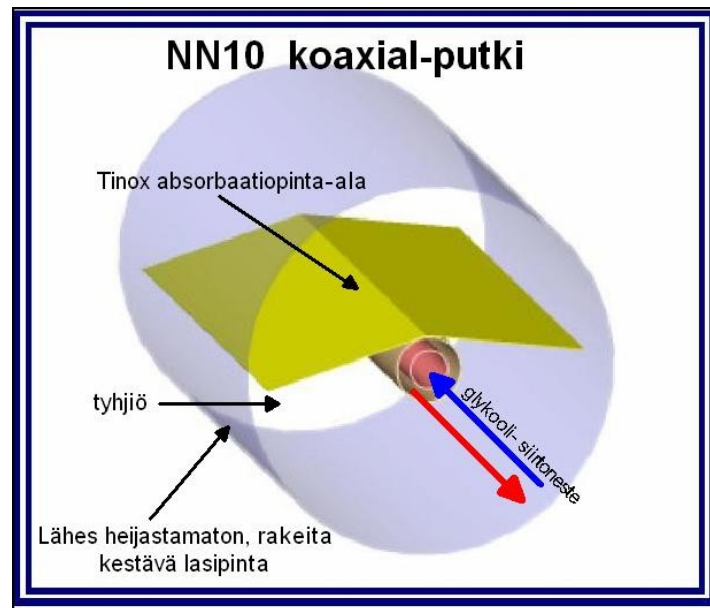
2.1.2 Aktiivinen aurinkolämpö

Lämpöä voidaan kerätä aktiivisesti aurinkokeräimien avulla. Suomessa käytetään yleisemmin joko nestekiertoisia tasokeräimiä tai tyhjiöputkikeräimiä. Keskitävät keräimet sekä ilmakiertoiset tasokeräimet eivät sovellu Suomessa käytettäväksi parhaalla mahdollisella tavalla. Keräimet sijoitetaan tavallisimmin kiinteistön katolle 30–60 asteen kulmaan maanpintaan nähden. Auringon säteily lämmittää keräimen sisään asennettua, yleisimmin kuparista valmistettua absorbaattoria. (Erkkilä 2003, 25, 31.)

Tasokeräimen kotelo on eristetty muilta osin, mutta aurinkoon osoittava pinta on lasia tai muuta läpinäkyvää materiaalia. Neste kiertää absorbaattorin pinnalla keräten energian keruunesteeseen, joka on yleensä veden ja propyleeniglykolin sekoitus. (Erat, Erkkilä, Löfgren, Nyman, Peltola & Suokivi 2001, 75.)

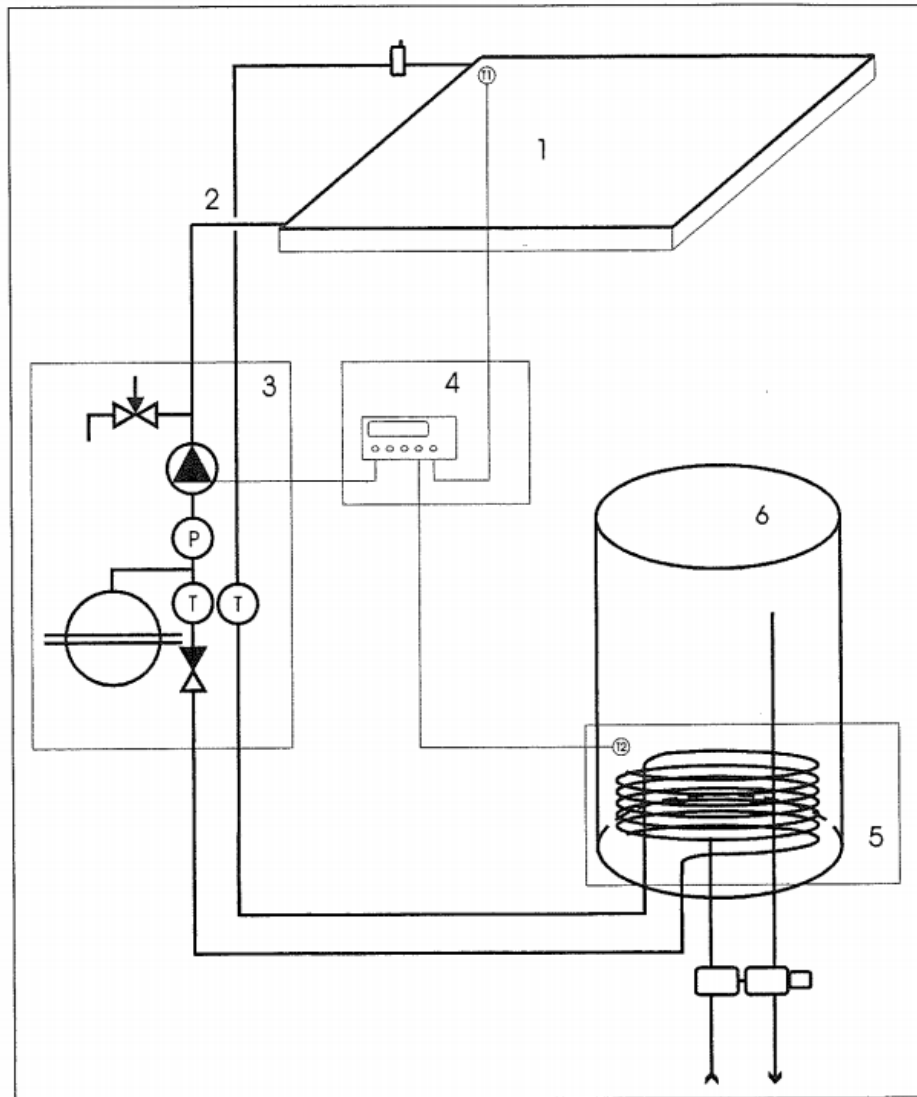
Tyhjiöputkikeräimissä rakenne on putkimainen ja putken keskellä on absorbaattorilevy (kuva 1). Keruuneste virtaa keskellä putkea omassa kanavassaan. Muu osa keräimestä on tyhjiötä, joka estää lämmön säteilyn ja johtumisen pois keräimestä. Tyhjiöputkikeräimet reagoivat auringon säteilytehon kasvuun aikaisemmassa vaiheessa kuin tasokeräimet. Ne myös ottavat vastaan auringon säteilyä leveämmällä sektorilla. Niiden yleistymistä hidastuttaa suurempi han-

kintahinta kuin tasokeräimillä. (Suomen ekotalot Ay 2012, hakupäivä 29.5.2013.)



KUVA 1. Tyhjiöputkikeräimen sisäinen rakenne (Suomen ekotalot Ay 2012, hakupäivä 29.5.2013)

Auringon lämmön keräämistä ohjataan yleisimmin erillisellä ohjausyksiköllä, joka tulee usein keräinlaitteiston mukana. Tässä työssä tuotettu hybridisäädin hoitaa kuitenkin aurinkokeräimien ohjauksen muiden tehtäviensä ohessa. Ohjausyksikkö tai säädin ohjaa lämmönkeruuta keräimien sisäisen lämpötilan sekä varaajan nesteen lämpötilan avulla (kuva 2). Kun näiden välinen erotus on vaaditun suuruinen, käynnistetään keruupumppu. Normaalisti vaatimus on viidestä kymmeneen astetta. Pumppu pysähtyy, kun erotus kaventuu määritettyyn pisteeseen. Tämä voi olla esimerkiksi kaksi astetta.



KUVA 2. Aurinkolämpöjärjestelmän ohjauksen peruseräite (Erkkilä 2003, 30)

2.2 Vesikiertoinen tulisija

Useat takka- ja uunivalmistajat ovat viime vuosina keskittyneet kehittämään vesikiertoisia tulisijaratkaisuja. Tulisijoja on ollut kautta aikojen suomalaisissa kodeissa ja tälläkin hetkellä niitä on noin 1,3 miljoonaa. Ne ovat hyviä vaihtoehtoja tukilämmönlähteiksi. Tulisijat saattavat jopa pelastaa kylmältä pitkien sähkökatkosten aikana. Kysyntä tulisijoille on pysynyt hyvänä nykyäänkin niiden monikäyttöisyyden vuoksi. Toimivathan ne myös tunnelman tuojina kodissa. (Suomalaiset Tulisijat Ry 2013, hakupäivä 2.5.2013.)

Perinteinen tulisija luovuttaa poltosta syntyvän lämpöenergian huoneilmaan tehokkaasti. Ongelmana on pistemäinen lämmönlähde, joka ei pysty säteilemään lämpöä jokaiseen kodin huoneeseen. Vesikiertoisessa tulisijassa on lämmönvaihdin, jossa neste kiertää keräten osan energiasta talteen. Lämpöenergia luovutetaan yleisimmin hybridivaraajaan, josta se jaetaan huoneisiin ja käytetään käyttöveden lämmitykseen. (Ovaskainen 20.4.2013, seminaari.)

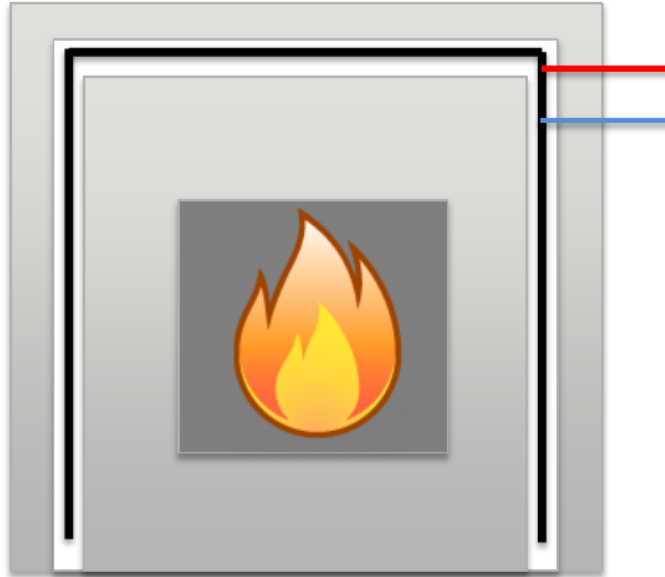
Vesikiertoisia tulisijoja rakennetaan kahden eri periaatteen mukaisesti. Toisessa tuli lämmittää suoraan lämmönvaihdinta ja nestettä (kuva 3). Tätä tyyppiä kutsutaan kamiinatyyppiseksi vesitakaksi. Yleensä lämmönvaihdin on suoraan tulipesän katossa tai ympärillä. Tällöin saavutetaan suuri hetkellinen teho. Lämpöteho myös hiipuu hyvin nopeasti polton loputtua. Varaajan koolla on tällöin suuri merkitys. Vesitilavuus tulee olla suuri lämmön varastointia varten. Ominaista tämän tyyppin tulisijoille on myös se, että huonetilaan luovutettava säteilylämpö on alhainen, alle 30 % poltosta saatavasta energiamäärästä. (Ovaskainen 20.4.2013, seminaari.)



KUVA 3. Kamiinatyyppinen vesitakkaratkaisu (Ovaskainen 2013, 11)

Toinen periaate on asentaa lämmönvaihdin kauemmaksi tulipesästä (kuva 4). Käytännössä tämä tarkoittaa, että tulipesän ja vaihtimen välissä on kivi- tai betonikerros. Tuli lämmittää hitaasti ympäröivän kivimassan ennen lämmön siirty-

mistä keruunesteeseen. Tätä takan rakennusperiaatetta kutsutaan varaavaksi vesitakaksi. Etuna tälle tyypille on hitaasti luovutettava ja pitkäkestoinen lämpöteho. Kovinkaan suurta varaajaa ei tarvita. Lämpösäteilyä riittää tällöin myös huonetilaan. (Ovaskainen 20.4.2013, seminaari.)



KUVA 4. Varaava vesitakkaratkaisu (Ovaskainen 2013, 11)

2.3 Savukaasuvaihdin

Vesikiertoisten tulisijojen lisäksi on eri valmistajilta saatavilla erilaisia savukaasulämmönvaihtimia. Nämä soveltuvat erinomaisesti esimerkiksi puukiukaan yhteyteen, jossa muutoin ulkoilmaan siirtyvä lämpö otetaan talteen savukaasuista. Tekniikkaa on hyödynnetty suurissa voimalaitoksissa jo pitkään.

Yksinkertaisuudessaan savukaasuvaihdin on savukaasukanavan ympärille asennettava vesitila, joka lämpenee kuumien savukaasujen vaikutuksesta. Lämmönvaihdin voi olla myös rakennettu itse kanavan sisään, jolloin savukaasut ovat suoraan vaikutuksessa vaihtimen kanssa.

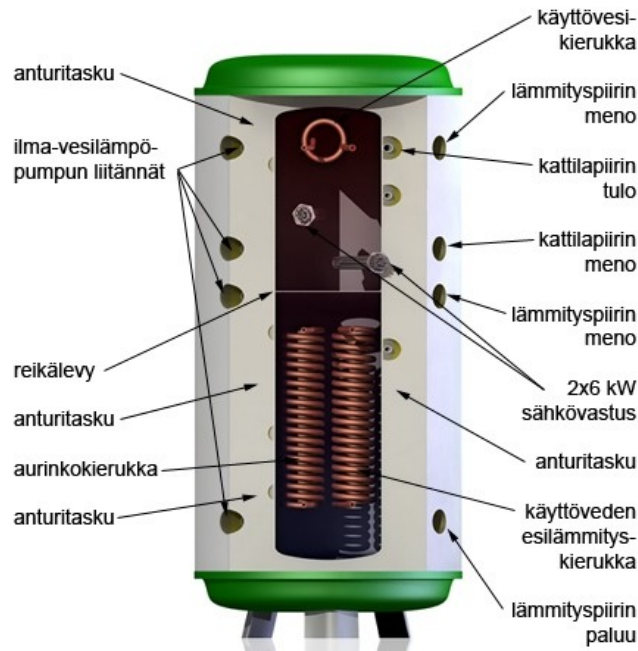
Positiivisena puolena savukaasuvaihtimille voidaan pitää kiuaskäytössä sen suurta hetkellistä tehoa. Tällöin sillä voidaan kätevästi lämmittää jopa kaikki pe-

seytymiseen tarvittava lämminvesi. Haasteena savukaasuvaihdin voi tuoda ongelmia savukaasukanavan vedon kanssa. Jos kaasut poistuvat liian kylminä tai vaihdin on kylmällä vedellä jäädyttänyt kanavan, veto voi olla kanavassa heikko.

2.4 Hybridivaraaja

Hybridilämmitysjärjestelmässä tulee olla lämmön varastointia varten varaaja, sillä lämmöntuotanto on usein jaksottaista. Hybridivaraajaa käytetään sekä käyttöveden että huonetilojen lämmitykseen. Se varustetaan aina tarpeiden mukaan. Jos lämmitysjärjestelmässä on aurinkokeräimiä tai muita lämmityspiirejä, joissa virtaa muuta kuin vettä, varustetaan ne omalla lämmityskierukalla eli lämmönvaihtimella. Päälämmönlähde, esimerkiksi öljypoltin tai maalämpökompresori, liitetään suoraan varaajan yhteisiin ilman kierukkaa.

Hybridivaraajassa pyritään ylläpitämään lämmön kerrostumista. Näin ollen alaosan tulisi olla viileämpi kuin yläosan. Lämmönvaihtimet sijoitetaan aina varaajan alaosaan, jolloin sitä ympäröi mahdollisimman viileä neste. Tällöin lämpö siirtyy varaajaan mahdollisimman tehokkaasti. Kuvassa 5 voidaan nähdä esimerkki hybridivaraajan toteutuksesta.



KUVA 5. Hybridivaraajan leikkauskuva (Oilon Oy 2013, hakupäivä 2.5.2013.)

Varaaja varustetaan yleisesti myös sähkövastuksin. Tällöin sähkö voi olla pää- tai varalämmönlähde. Vastuksia on yleensä käyttövedelle omansa varaajan yläosassa sekä toinen lämmitykselle varaajan alaosassa. Käyttöveden lämmönvaihdin on varaajan yläosassa, koska se tarvitsee suurimman menolämpötilan. Käyttöveden halutun lämpötilan ollessa noin 55–58 astetta pidetään sähkövastuksella yläosan lämpötila hieman tätä korkeampana. Tarvittaessa varaajan alaosaan asennetaan toinen kierukkamallinen lämmönvaihdin käyttöveden esilämmitystä varten. Tämä parantaa varaajan kerrostuneisuutta eikä yläosaa tarvitse välttämättä lämmittää yhtä kuumaksi.

3 PIENTALON AUTOMAATIO

Pientalon, olkoon se loma-asunto tai omakotitalo, rakentajalle automaatio voi olla asiana täysin tuntematon. Siksi monesti suunnittelu- ja rakentamisvaiheessa automaatiota ei oteta riittävästi esille tilaajan ja suunnittelijoiden välisissä keskusteluissa. Työyhteisön sisäisissä keskusteluissa on todettu, että tyypillisesti kiinteistöautomaatiourakat ovat 0,5–3 % kokonaisurakkahinnasta. Sama prosenttiosuus pätee pientaloympäristöön. Esimerkiksi 250 000 euron omakotitaloon saadaan yhden prosentin suuruisella investoinnilla aikaan hyvä automaatiojärjestelmä. Jos investoidaan toinen prosentti eli yhteensä 5 000 euroa, saadaan jo hyvin kattava järjestelmä.

Kotiautomaatio on usein asumismukavuutta lisäävä tekijä sekä energiatehokkuutta tehostava hankinta. Se lisää myös turvallisuutta, kun automaatiojärjestelmään liitetään sekä murto- että kulunvalvonta. Eikä voida unohtaa automaatiota rakennuksen kunnonvalvonnan yhteydessä.

3.1 Lämmitysjärjestelmän säätö

Ehkä tärkeimpänä tehtävänä automaatiolle voi nimetä rakennuksen lämmityksen säädön. Tarkalla säädöllä pystytään pitämään sisätilojen lämpötila tasaisesti halutussa lämpötilassa. Se saa aikaan myös samalla suoraa rahallista säästöä, kun yllilämmittämistä ei ilmene. On nykyaikaisen rakennuksen lämmitysjärjestelmä minkälainen tahansa, ohjaa sitä aina jokin automaattinen laite. Yksinkertaisimmillaan se on esimerkiksi suoran sähkölämmityksen kanssa termostaatti.

Rakennuksen lämmitysjärjestelmän ollessa vesikiertoinen termostaatit toimivat huonekohtaisen lämpötilan säädössä. Automaation tehtäväksi jää kuitenkin pitää verkostoon menevän veden lämpötila tasaisena. Menevää vettä on turhaa

lämmittää tarpeettoman kuumaksi. Sen lämpötilaa tulee kompensoida ulkolämpötilaan nähden.

Vietäessä lämmitysverkoston menoveden säätö pidemmälle, voidaan lämpötilan asetusarvoa kompensoida alaspäin, esimerkiksi paluueden lämpötilan perusteella. Tällöin pyritään tulkitsemaan paluueden lämpötilan perusteella, kuinka paljon lämmitysverkostossa on kulutusta. Jos lattialämmityksen tai patterien termostaatit ovat kiinni, vesi virtaa jäähtymättä verkostossa. Tämän perusteella pystytään menoveden asetusarvoa laskemaan alemmas, koska lämmöntarvetta ei ole.

Kompensointikeinoja on useita, mutta useasti ne kaikki vaativat tarkkaa lämmitysjärjestelmän käyttäytymisen seuraamista, jotta oikeat viritysarvot voidaan löytää. Siksi asukkaalla tulee olla ammattitaitoa järjestelmän virittämisestä. Muita kompensointimenetelmiä on lämmitysverkoston meno- ja paluupuolen paineeron seuranta, auringon säteilytehon mittaaminen tai sääennustuksen käyttö.

3.2 Ilmanvaihdon ohjaus

Ilmanvaihdon automatisointi on lämmityksen säädön ohella tärkeimpiä kiinteistöautomaation prosesseja. Uusissa tiiviisti rakennetuissa pientaloissa ilmanvaihto on oleellinen osa sisäilmaongelmien välttämiseksi. Sen oikealla toiminnalla on suuri merkitys talossa asuvien ihmisten hyvinvointiin. Siksi sen tarkka mitoitus ja säätö ovat tärkeitä.

Pientaloympäristössä ilmanvaihdon automatisointi voidaan toteuttaa joko ilmanvaihtokonetoimittajan omalla säätimellä tai laajemmalla automaatiojärjestelmällä. Osa valmistajista myy ilmanvaihtokoneitaan vaihtoehtoisesti ilman automaatiota. Pientalon rakentajien on hyvä huomioida mahdollisuus ilmanvaihdon liittämisestä yhtenäisen pientaloautomaation piiriin.

Etuina yhtenäiselle järjestelmälle on sen helppokäyttöisyys, koska opeteltavia laitteistoja on vain yksi. Lisäksi on mahdollisuus helpompaan muokattavuuteen.

Esimerkiksi on mahdollista ohjelmoida kattavampia erikoistoimintoja, kuten erilaisia ilmanvaihdon tehostuksia.

3.3 Murto- ja kulunvalvonta

Pientalon rakentajan päätyessä kattavan automaatiojärjestelmän hankintaan, ei kannata unohtaa murto- ja kulunvalvonnan integroimista järjestelmään. Fidelix ala-asemiin on sisäänrakennettu nämä ominaisuudet. Käyttäen yhtiön omaa DU-10-ovimoduulia sekä SI-8-turvamoduulia pystytään valvomaan pientalon ovia ja niiden lukitusta sekä käyttämään liiketunnistimia murtovalvonnassa.

Edellä mainittu DU-10-moduuli tukee Idescon valmistamia RFID-etälukijoita. Näin ollen talon ovien aukaisuun voidaan käyttää koodattavia RFID-avaimia perinteisten avainten sijaan. Tämä helpottaa jokapäiväistä käyntiä kotiin ja pois kodista. Turvallisuus lisääntyy, kun kadonnut avain voidaan poistaa järjestelmästä yksinkertaisesti.

3.4 Kunnonvalvonta

Omakotitalon omistajalta vaaditaan rakennuksen jatkuvaa huoltoa ja huoltotarpeen valvontaa. Tästä valvonnasta osa on mahdollista siirtää osaksi automaatiota. Ajatus siitä, että automaatio estäisi vesivuotovahingon syntymisen silloinkin kun asukkaat ovat poissa kotoa, herättää varmasti kiinnostusta. Tämä pystytään toteuttamaan vesivuotoanturien avulla. Niitä sijoitetaan jokaiseen kohtaan asunnossa, jossa vesivuoto voi tapahtua. Tällaisia paikkoja ovat muun muassa pesukoneiden alapuoliset tilat. Toinen vaihtoehto on sulkea koko asunnon päävesisyöttö, kun ketään ei ole kotona. Tämä on täysin varma ratkaisu sen varmistamiseen, että kotona ei odota ikävä yllätys.

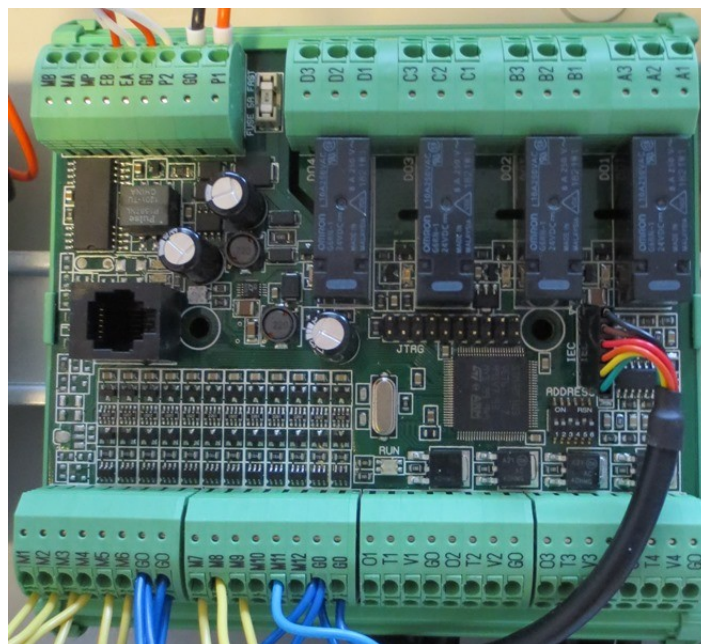
Kunnonvalvonta voi olla paljon muutakin kuin vesivuotojen havaitsemista. Nykyajan passiivitalojen rakentaminen on vielä alkuvaiheessa. Tiivis rakentamistapa on luonut joillekin ihmisille kauhukuvan kosteusvahingoista, jos kosteutta

pääsee kertymään rakenteisiin kodin rakennusvaiheessa. Rakenteiden kosteutta voidaan mitata asunnon eri kohdista ja tuoda mittausdata automaatiojärjestelmään, joka pystyy laatimaan pidempiaikaista historialokia mittausdatasta. Jos pystytään toteamaan rakenteiden kosteuksien pysyvän kohtuullisissa rajoissa, uhka homevaurioista saattaa pienentyä.

Automaation käytöllä kunnonvalvonnassa on rajoittamattomia sovelluskohteita. Tämä on huomattu teollisuudessa, jossa yhden laitteen vioittuminen saattaa pysäyttää koko prosessin ja aiheuttaa suuria kustannuksia. Tällöin ennakoivaan kunnonvalvontaan panostetaan suurilla panoksilla. Pääperiaatteena on, että jos laitteen tai vaikka koko kodin kuntoa voidaan jollain tavalla mitata, voidaan tämä mittaus tuoda automaatioon. Siellä mittaukselle asetellaan sallitut rajat ja määritellään rajojen mukaiset hälytykset.

4 KÄYTETTY LAITTEISTO

Hybridisäätimen laitteistona käytetään Fidelixin suunnittelemaa ja valmistuttamaa vapaasti ohjelmoitavaa säädintä, Multi-24:ää (kuva 6) ja Room display-kosketusnäyttöä. Vapaa ohjelmoitavuus mahdollistaa säätimen monipuoliset käyttömahdollisuudet. Sitä voidaan käyttää esimerkiksi kiinteistöautomaatiojärjestelmän huonesäätimenä, itsenäisenä kaukolämpövaihtimen säätimenä tai kylmäprosessin erillissäätimenä. Nopean prosessorin avulla vasteajat ovat hyvin lyhyitä. Liityntäpisteiden mittaukset luetaan 40 millisekunnin välein. Tästä syystä ohjelmien suoritus on suositeltavaa tehdä samanpituisten tai sitä pidempien aikajaksojen välein. Näin nopea suoritus aika soveltuu esimerkiksi valojen painikeohjaukseen. Hybridisäätimen ohjelmat suoritetaan 500 millisekunnin suoritusvälillä. (Fidelix Oy 2012, hakupäivä 18.3.2013.)



KUVA 6. Multi-24-säädin

4.1 I/O-liitynnät

Multi-24-säätimessä on nimensä mukaisesti 24 kappaletta liityntäpisteitä eli niin sanottuja I/O-pisteitä. 12 kappaletta näistä pisteistä on UI-pisteitä (universal

input). Näillä pisteillä pystytään vastaanottamaan kärkitietoja eli digitaalisia tuloja avoimella tai suljetulla kärjellä. Tämän lisäksi on mahdollista vastaanottaa pulssimuotoisia tietoja esimerkiksi vesimäärälaskurilta. Analogisia mittauksia voidaan tuoda pisteisiin resistiivisinä mittauksina tai standardimuotoisina jänniteviesteinä tai virtaviesteinä. Jänniteviestin alue on 0–10 V ja virtaviestin alue on 0–20 mA. (Fidelix Oy 2013, hakupäivä 24.4.2013.)

Liityntäpisteiden tyyppin valinta tapahtuu ohjelmallisesti. Ohjelmointivaiheessa luodaan yksi keskeytyssovellus. Tällä tarkoitetaan sovellusta, joka ajetaan ainoastaan tietyn signaalin tullessa. Tässä tapauksessa signaali on laitteiston käynnistys. Toisin sanoen ohjelmassa, joka ajetaan säätimen käynnistyessä, määritetään fyysisten pisteiden tyytit. Keskeytyssovelluksia voi olla määritetty vain yksi. (Fidelix Oy 2012, hakupäivä 18.3.2013.)

Säätimen ulostuloja on 12, kolmea eri tyyppiä. Siitä löytyy neljä digitaalista ulostuloa. Ulostulot on toteutettu sähkömagneettisilla releillä, joiden virran kesto on kuusi ampeeria. Analogisia ulostuloja on kahdeksan. Standardimuotoista 0–10 V syöttäviä ulostuloja on neljä. Loput neljä ulostuloa on pulssinleveysmoduloituja 24 voltin vaihtovirtasyöttäjä. Sääto on toteutettu triac-komponentein, joiden virran kesto on yhden ampeerin. (Fidelix Oy 2012, hakupäivä 18.3.2013.)

4.2 Väylätekniikka

Perinteisten I/O-liityntöjen lisäksi Multi-24:stä löytyy tuki Modbus-väylälle. Tarvemmin otettuna niitä on kaksi, sillä se voi toimia Modbus-väylän yhtenä laitteena eli orjana, mutta myös lisäksi isäntänä eli hallinnoida omaa aliväyläänsä. Tämä monipuolisuus mahdollistaa säätimelle laajat käyttömahdollisuudet.

Aliväylän kautta Multi-24:ään voidaan liittää useita Modbus-väylän laitteita. Se pystyy prosessoimaan niistä saatua dataa ja syöttämään ne ala-asemalle pääväylän kautta. Näin ollen automaatiojärjestelmästä voidaan tehdä hajautettu ja sitä kautta vikasietoinen.

Modbus-väylä on automaatiomaailmassa lähes peruskäsite, mutta käytetään kiinteistöautomaatioissa myös muita väyläratkaisuja. Lämpömäärämittareiden ja muiden kulutuslaskureiden kanssa käytetään usein M-Bus-väylää. Se on eurooppalaisen standardointiorganisaation Cenelecin standardoima väylätekniikka. Tarkka standardi on EN 13757-2. Vaikka sen väylänopeus on suhteellisen hidas (suositus on 300–9 600 bittiä sekunnissa), käytetään väylää laajalti kyseessä olevien mittalaitteiden yhteydessä. Väylän käyttöönotto on tehty erittäin yksinkertaiseksi. Jokainen laite määrittää väylän nopeuden automaattisella tunnistuksella. Tämän lisäksi kytkentä on helppoa, koska se käyttää kahta johdinta joiden napaisuudella ei ole merkitystä. (Miehlisch 1998, hakupäivä 19.5.2013.)

M-Bus-väylä voidaan tuoda Multi-24-säätimeen helposti Fidelixin omalla MultiMbus-muuntimella. Se pystyy lukemaan M-Bus-väylää ja muuntamaan sen Modbus-väyläksi. Alakeskuskäytössä MultiMbus liitetään alakeskukseen ethernetin kautta. Jolloin se nähdään siellä TCP/IP-moduulina.

4.3 Room display

Toinen järjestelmän pääkomponentti on Room display -kosketusnäyttö (kuva 7). Se toimii säätöjärjestelmän käyttöliittymänä. Multi-24:n tavoin se on Fidelixin suunnittelema sekä valmistuttama.

Multi-24:n toimiessa Modbus-väylän isäntänä on Room display väylän orjalaite ja se liitetään säätimen aliväylään. Sille voidaan määrittää väylän osoite suoraan käyttöliittymästä. Tuettu väylän nopeus on 57 600 kbit/s.

Room display on monipuolinen käyttöliittymä järjestelmän ja käyttäjän välissä. Selkeä värillinen näkymä helpottaa prosessin ymmärtämistä ja säätöä. Näytölle voidaan tuottaa millaisia kuvia tahansa, kunhan kuvien koko pidetään kohtuullisena. Sisäistä muistia näytöllä on 256 kilotavua, tätä voidaan laajentaa microSD-muistikortin avulla useisiin gigatavuihin. Näin tehtiin hybridisäätimen tapauksessa. Kuvat tehdään yhtiön omalla HTMLeditor-ohjelmalla sekä ne käännetään näytölle sopivaksi MultiDisplay ConversionToolilla. Viimeisimpänä mainittu oh-

ohjelma minimoi grafiikkakuvan koon muuttamalla staattiset objektit osaksi taustakuvaa. Tämän lisäksi ohjelma luo IEC-ohjelmakoodin historiaominaisuutta sekä järjestelmän pisteiden ominaisuuksia varten.



KUVA 7. Room display -kosketusnäyttö

Näytön vaatima 24 voltin vaihtojännite tuodaan samassa kaapelissa Modbus-väylän kanssa Multi-24-säätimeltä. Se asennetaan näkyvälle paikalle joko pinta- tai uppoasenteiseen sähkörasiaan.

5 SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Suunnitteluprosessin lähtökohtana oli toteuttaa kustannustehokas sekä käyttäjäystävällinen hybridilämmitysjärjestelmän säädin. Lämmitysjärjestelmä, joka on ollut suunnittelulle pohjana, on Finelmo Oy:n suunnittelema esimerkkijärjestelmä (liite 1). Poikkeuksena varausta vesi-ilmalämpöpumpulle ei ole otettu huomioon järjestelmän suunnittelussa. Tämä johtuu rajatusta I/O-pisteiden määrästä. Automaation suunnittelulle jätettiin suhteellisen vapaat kädet, sillä tarkempaa säätökaaviota ja toimintakuvausta ei ollut. Siksi suunnitteluprosessi oli kokonaisuudessaan haastava.

Järjestelmä on rakenteeltaan laaja ja monimuotoinen. Silti se tulisi pystyä kuvaamaan käyttöliittymässä mahdollisimman yksinkertaisena sekä pyrkiä selkeään kokonaisuuteen. Säätimen käyttöliittymän ollessa kolmen ja puolen tuuman kosketusnäyttö tämä ei ole yksinkertainen operaatio.

5.1 Pistesuunnittelu

Suunnitteluprosessi Multi-24-säätimelle aloitetaan aina pistesuunnittelulla. Tarvittavat I/O-pisteet lasketaan ja määrätään tiettyihin fyysisiin liityntäpisteisiin. Tällöin varmistutaan liityntöjen riittävydestä eikä törmätä ongelmiin myöhemmissä vaiheissa suunnittelua. Pisteet listataan taulukkomuodossa tarkoitusta varten suunniteltuun pistelistaan (liite 2). Pistelistasta ilmenee laitteen positio eli nimi, kytkentäpiste ja sen tyyppi sekä selkokielineen laitteen teksti. Multi-24:lle suunniteltu pistelista soveltuu myös samalla toimimaan kytkentäkuvana asentajaa varten. (Mikkola 2012, 182)

Vaikka Multi-24 on laajennettavissa toisella samanlaisella säätimellä, käyttäen sitä ainoastaan I/O-korttina, on se kustannuksia lisäävä tekijä. Kun valmiin tuotteen ostajana toimii pientalon omistaja, on kustannukset pidettävä kohtuullisena ja tuote houkuttelevana. Tällöin pistesuunnittelua ei voida väheksyä.

Joskus joudutaan tekemään kompromisseja, kun fyysiset liityntäpisteet eivät riitä. Voidaan esimerkiksi olla pakotettuina jättämään jonkin laitteen fyysinen hälytystieto pois ja korvaamaan se ohjelmallisella hälytyksellä. Tämän työn pitesuunnittelussa törmättiin ongelmaan, jossa ei riittänyt digitaalisia lähtöjä käytettäväksi säädettävien pumppujen käyntilupia varten. Pumppujen ohjaus on toteutettu käyttäen standardiviestiä 0–10 V sekä niiltä on otettu tilatieto normaalisti avoimena kärkitietona. Säätoviestin ja tilatiedon avulla voidaan toteuttaa ristiriitahälytys, kun tiedetään, että pumpun tulisi lähteä pyörimään säätoviestin ylittäessä kynnysjännitteen suuruuden.

Valmiin hybridisäätimen kaikki I/O-liitynnät ovat käytössä, lukuun ottamatta pulssinleveysmoduloituja lähtöjä. Täten laajennettavuutta ei juuri jää, jos käytössä on järjestelmäkaavion mukainen järjestelmä. Se tapahtuu ainoastaan tarvittaessa lisäämällä toinen Multi-24-säädin rinnalle. Tällöin lisätty säädin toimii ainoastaan I/O-moduulina eikä se suorita muuta prosessointia. Toisaalta hybridisäätimen voidaan muuttaa helposti sisältämään esimerkiksi maalämpökoneiston ohjaus jonkun toisen ominaisuuden sijaan. Säädin kykenee hallitsemaan lämmön keräämistä kolmesta erillisestä lämmönlähteestä. Tämän lisäksi se ohjaa varaajan sähkövastusta sekä kahta eri lämmityspiirin menovesisäätöä. Voidaan todeta, että se on suunniteltu kattamaan laajan hybridilämmitysjärjestelmän tarpeet. Jos käyttäjä haluaa lähteä rakentamaan laajempaa pientalon automaatiojärjestelmää, voidaan suositella Fidelixin FX-Spider-ala-asemaa. Siinä on sisäänrakennettuna valvomo-ominaisuudet ja laajasti muokattavat historia- sekä kulutusseurantatoiminnot.

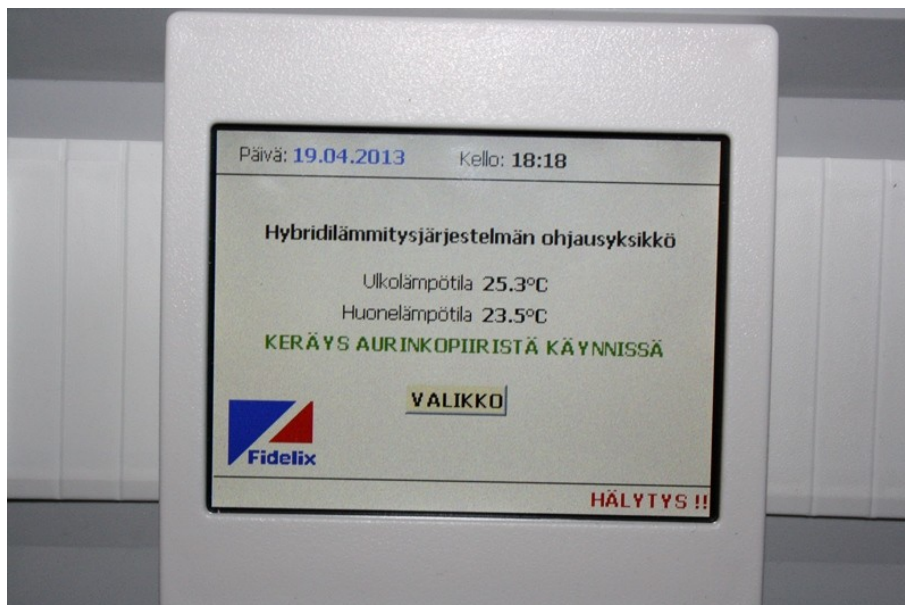
5.2 Käyttöliittymäsuunnittelu

Järjestelmän käyttöönottovaiheessa säätimessä täytyy olla käyttöliittymä, josta asetukset syötetään ja tarvittavat toimenpiteet tehdään. Säädin ei myöskään voi olla käyttäjäystävällinen ilman selkeää käyttöliittymää. Tätä varten säätimeen on kytketty Fidelixin Room display -kosketusnäyttö. Se on tarkoitettu sijoitettavaksi asunnon huonetiloihin, teknisten tilojen sijasta. Näytön sisäisen lämpötila-

anturin ansiosta käyttäjä voi tarkkailla huonetilojen lämpötilaa ja muuttaa tarvittaessa paneelista lämmityspiireihin menevän nesteen säätökäyriä.

Käyttöliittymä on yleisesti määriteltynä käyttäjän ja järjestelmän välinen rajapinta. Järjestelmään sisältyy kenttälaitteista lähtien aina sovelluksiin saakka. Tätä apuna käyttäen käyttäjä tulkitsee kotinsa, kiinteistönsä tai prosessinsa tilaa ja pyrkii selvittämään, onko käyttäjän toimenpiteille tarvetta. Käyttöliittymä voi olla yksinkertaisuudessaan sarja painikkeita, joilla on ennalta ohjelmoitu toiminto. Nykyaikaisissa automaatiojärjestelmissä sekä säädinratkaisuissa käyttöliittymä on usein graafinen. Tämä helpottaa loppukäyttäjää ja tuo järjestelmän lähemmäs kokeneemattomampaa kiinteistönomistajaa tai -hoitajaa. (Sahala 2012, 155)

Toinen vaihe suunnitteluprosessissa on käyttöliittymän tekeminen. Graafiset kuvat piirretään kosketusnäytölle käyttäen Fidelixin HTMLeditor-ohjelmaa. Hybridisäätimen käyttöliittymä koostuu sarjasta kuvia, joista yksi on aloitusnäky (kuva 8). Tältä näytöltä pääsee linkin kautta valikkoon, josta päästään eteenpäin muille sivuille.



KUVA 8. Aloituskuva

Grafiikan piirtoa Room display -näytölle rajoittaa sen erottelutarkkuus, joka on 320 x 240 pikseliä, sekä näyttöpaneelin fyysinen koko: 3,5 tuumaa. Tällöin suuria kokonaisuuksia ei voida kuvastaa yhdellä sivulla. Hybridisäätimen kuvat jaoteltiin osakokonaisuuksiksi. Tästä on esimerkkinä varaajakuva (kuva 9), josta ilmenee sen tulot sekä lähdöt ja kaksi varaajan lämpötilamittausta. Muut kuvat koostuvat lämmönlähdepiirien kuvista, joita on kolme: aurinkopiiri, uunin savukaasuvaihdin sekä kiuas. Jokaisella sivulla on linkki eteenpäin asetussivulle. Sinne pääsyä on rajoitettu salasanalla. Tämä on siitä syystä, että sivulliset ihmiset tai itse käyttäjäkään eivät tee muutoksia asetuksiin vahingossa.



KUVA 9. Varaajakuva

Aloituskuvan ja lämmönlähdepiirien kuvien lisäksi valikon kautta päästään koon-
tikuvaan ja hälytyksiin. Koontisivulla on jokainen säätimen mittausta, ohjauspi-
s-
teiden tilat sekä digitaalisten tulojen tilat. Tältä sivulta on helposti ja nopeasti
nähtävissä, onko jokin mittausta korkeammalla kuin toinen tai jokin tilatieto nor-
maalista poikkeavampi. Koontisivun kautta päästään hälytyssivulle. Sillä näyte-
tään kuusi erilaista hälytyspistettä. Hälytyksestä annetaan selkeä selkokieline-
nen teksti, jos se on aktiivinen. Muulloin hälytyspiste on piilotettuna. Hälytyksestä
ilmoittaa myös hälytysteksti hybridisäätimen aloitusnäytöllä. Tällöin käyttäjä
huomaa hälytyksen helposti ohi kävellessään. Jos hälytyksiä ei ole päällä lain-
kaan, näytetään hälytyssivun keskellä teksti "Ei hälytyksiä".

Jokaiselle symbolille tai numeraaliselle arvolle, joilla on grafiikassa jokin funktio, täytyy määrittää tunnus. Tunnus on muotoa "Point" sekä perään lisätään juokseva numero 1–99. Tällöin ohjelmointivaiheessa pystytään yhdistämään tietty arvo tiettyyn näytön pisteeseen. Piirtovaiheessa määritetään myös erilaisia parametreja pisteille. Voidaan määrittää muun muassa, laaditaanko pisteen arvosta historiatrendiä tai mitkä ovat pisteelle määritettävät minimi- ja maksimiarvot. Minimi- ja maksimiarvot ovat tärkeitä, koska säädin on suunniteltu myytäväksi ilman käyttöönottoa. Tämä tarkoittaa, että käyttöönoton suorittaa käyttäjä eli tässä tapauksessa pientalon asukas. Minimi- ja maksimiarvo pitää huolen, ettei käyttäjä syötä täysin sopimattomia arvoja.

Käyttöliittymäsuunnittelun kannalta pystyttiin luomaan hyvin yksinkertainen asetussivujen kokonaisuus. Käyttäjälle ei jää muuta tehtävää kuin asettaa kellonai-ka ja päivämäärä, koska nämä eivät säily tallessa, jos laite on useita päiviä ilman sähköä. Toisena tehtävänä on määrittää PI-säätöpiirien viritysparametrit. Prosessit ovat suhteellisen rauhallisia, joten oletusasetuksille pääsee pitkälle sekä ohjeen avulla jokainen pystyy virittämään säädön toimivaksi. Viimeinen askel on asettaa kaikki automaatti-, nolla- ja käsikytkimet automaattiasentoon. Muut vaihtoehdot ovat kokeneemmille käyttäjille.

5.3 Instrumentointi

Instrumentoinnille ei ole tarpeen esittää monimutkaisia vaatimuksia, kun kaikki järjestelmän mittaukset ovat yksinkertaisia lämpötilamittauksia ja järjestelmä pyritään pitämään edullisena kokonaisuutena. Ainoa rajoittava tekijä osassa mittauksia on korkea lämpötila.

Kaikki mittaukset on toteutettu resistiivisinä. Tämä tarkoittaa, että säädin mittaa anturin yli olevaa resistanssia eli vastusta. Se muuttuu suhteessa lämpötilaan. Käytettävä anturielementin tyyppi on ntc10k-termistori. Nimi ntc tulee englannin kielisestä sanoista negative temperature coefficient. Kyseessä olevan termistorin resistanssi laskee, kun siihen vaikuttava lämpötila nousee. Anturityypin loppuosa 10k viittaa sen ominaisuuteen. Sen resistanssi on 10 k Ω 25 °C:ssa. Hyvänä

puolena puolijohteista valmistetuissa termistoreissa on niiden suuri ominaisresistanssi. Tämän vuoksi kaapelin aiheuttamaa resistanssi ei ole tarvetta huomioida mittauksessa. (Spangar, Sandström & Sahlstén 2012, 115)

Antureina käytetään suomalaisen Produal Oy:n valmistamia tuotteita. Mittauksissa käytetään heidän kolmea erilaista anturimalliaan. Varaajaan, johon tulee kaksi lämpötilamittausta, on valittu puikkomallinen tuntoelin. Mittauksia on kaksi, ylä- ja alaosaan. Koska varaajaan pyritään saamaan kerrostuneisuutta, täytyy kummankin osan lämpötila mitata omina mittauksinaan. Anturit sijoitetaan 300 mm pitkiin suojataskuihin. Normaalia pidemmällä tuntoelimellä mahdollistetaan tarkempi varaajan lämpötilan mittaus. Ulkolämpötilan mittaukseen on IP54-suojausluokan täyttävä koteloitu anturi.

Niin kuin aiemmin mainittiin, ainoa rajoittava tekijä mittauksille on korkea lämpötila. Esimerkiksi aurinkokeräimien lämpötila voi kesähelteellä nousta toiselle sadalle. Siispä lämmönlähteiden mittauksissa käytetään silikonikaapelilla varustettua anturia, jossa tuntoelin on kaapelin päähän prässätyn teräsholkin sisässä. Tämä rakenne takaa hyvän säänkeston. Anturi koee aurinkokeräimeen asennettuna lämpötilan vaihteluita väliltä -35 °C :sta aina lähemmäs 120 °C :een asti. Kyseisen anturimallin IP-luokitus on IP67. Anturia ei sijoiteta suoraan virtaavaan nesteeseen vaan aina suojataskun sisään. Tällöin anturi pystytään vaihtamaan rikkoutuessaan helposti, ilman putkimiehen apua. Tässä tapauksessa suojataskuina käytetään ruostumattomasta teräksestä valmistettuja taskuja.

Automaatiotoimitukseen voidaan lukea kuuluvan säätimen lisäksi anturit sekä anturien suojataskut ja joissakin tapauksissa myös venttiilirungot ja niiden toimilaitteet. Automaation tulee kumminkin välillä asettaa tiettyjä ehtoja myös LVI-puolen laitteille. Hybridisäätimessä asetettiin lämmönkeruupumpuille vaatimukseksi, että niitä voidaan ohjata standardin mukaisella jänniteviestillä portaattomasti. Tämä mahdollisuus löytyy hyvin usein pumpuista, joissa on sisäänrakennettu taajuusmuuttaja tai jokin muu tekniikka, jolla säätää pyörimisnopeutta.

5.4 Sääntötekniikka

Lähtökohdaksi energian keräämiselle hybridijärjestelmässä asetettiin, että keräämisen tulee olla hallittua. Lämmönsiirto lämmönlähteestä varaajaan tapahtuu nesteen välityksellä. Nesteen siirtoon käytettävällä pumpulla on suuri vaikutus hetkelliseen tehoon. Jotta lämmönkeruu olisi hallittua, ei voida sanoa, että yksinopeuksisella pumpulla saataisiin sitä aikaan.

Esimerkin omaisesti voidaan kuvitella tilanne, jossa kevätaurinko helmimaaliskuussa alkaa lämmittää aurinkokeräimiä aamupäivästä. Lämpötilan nousu huomataan keräimessä ja käynnistetään yksinopeuksinen pumppu. Neste, joka on keräysputkistossa katolla, voi olla jopa -15 -asteista. Pumppu ajaa kylmän nesteen varaajaan, joka jäähtyy sen vaikutuksesta, ennen kuin lämmin neste kerääjistä saavuttaa varaajan kierukan. Tällä saadaan aikaan huojuntaa varaajan lämpötilassa. Huojunta vaikuttaa lämmityspiirien menovesisäätöön. Pumppu pysähtyy siinä vaiheessa, kun keräinten lämpötila on laskenut alle pysäytysraja-arvon, ja käynnistyy taas keräinten lämpötilan noustessa. Tämä sama tapahtuu aamupäivästä ja iltapäivästä useita kertoja, kun auringon lämmitävä teho on alhainen.

Pumpulla, jonka nopeutta pystytään säätämään portaattomasti, voidaan lähteä aloittamaan lämmön keräämistä minimikierroksilla. Pieni nestevirta auttaa estämään huojuntaa ja sen avulla mahdollistetaan jatkuva keräys. Ennen kaikkea hallittu kerääminen lisää lämmöntuottoa. Jos ei tarvitse odottaa keräimien latautumista, ei myöskään tarvitse pysäyttää pumppuja useaan otteeseen. Pumpun mitoituksella on myös oma roolinsa tässä kuviossa. Suuri pumppu mahdollistaa tehokkaan keräämisen, mutta aamu- ja iltapäivistä se voi olla liian tehokas jatkuvaan keräämiseen. Pienellä pumpulla on päinvastainen vaikutus. (Erkkilä 2003, 47)

Hallitussa keräämisessä pyritään pitämään keräinten ja varaajan välinen lämpötilaerotus ennalta määritetyssä asetusarvossa. Hybridisäätimessä tuo erotus on käyttäjän valittavissa. PI-säätöpiiri säätää pumpun pyörimisnopeutta sen mukai-

sesti. Jos asetusarvo on pieni, esimerkiksi viisi astetta, alkaa keräys aiemmin aamupäivästä ja jatkuu myöhempään iltaan. Toisaalta lämmönkeruun hetkellinen teho ei ole yhtä suuri kuin aseteltaessa suurempi asetusarvo. Tämä johtuu siitä, että jäähtymä varaajan kierukassa on pienempi.

Asetusarvon ollessa suurempi, esimerkiksi kymmenen astetta, lämmönkeruun jakso on lyhyempi, mutta toisaalta hetkellinen teho on suurempi. Hitaampi nesteen kierto mahdollistaa suuremman jäähtymän varaajassa sekä suuremman lämpötilan nousun keräimissä. Voi olla hyvin vaikea määrittää, mikä on tälle oikea asetusarvo. Jos aurinkopiirissä on energiamittari, voidaan yrittää päätellä oikeaa vastausta tähän kysymykseen. Toisaalta päivien välissä voi olla suuria eroavaisuuksia säteilytehon suhteen.

Muita säätöpiirejä hybridisäätimessä on lattialämmityksen menovesisäädöt. Niitä on tarpeiden mukaan yhdestä kahteen. Säätö toteutettiin näissäkin PI-säätönä. Vitysparametrit on helposti muutettavissa asetussivulta. Säätötekniisesti lämmitysverkoston menovesisäädössä ei ole suuria hankaluuksia, koska säätö on suhteellisen rauhallinen ja kuorma verkostossa pysyy tasaisena lähes jatkuvasti.

5.5 Sovellussuunnittelu

Ohjelmointi Multi-24-säätimelle tapahtuu samalla tavoin kuin Fidelixin alasemiin. Käytettävä ohjelmisto on ohjelmoitaville logikoille tarkoitettu saksalaisen Infoteam Software GmbH:n Openpcs. Ohjelmointikieli on IEC-standardin 61131-3 mukaista. Ohjelmakoodia tai sen osia ei julkaista tässä insinööriyön raportissa.

Ohjelmointivaihe on kenties käyttöliittymän suunnittelun ohella työteliäin vaihe. Se alkaa pisteiden määrittämisellä. Sitä varten on luotu yksittäinen ohjelma nimeltään pistemäärittäminen. Siinä kerrotaan Multi-24-säätimelle, mikä tehtävä jokaiselle UI-pisteelle annetaan. Hybridisäätimen tapauksessa pisteet 1–9 ovat ntc10-

termistori-mittauksia, kun taas pisteet 10–12 ovat tilatietoja, toteutettuna sulkeutuvilla kärjillä.

Ohjelmointia lähdettiin suorittamaan yksi osa-alue kerrallaan. Ensimmäisenä työn alle otettiin lattialämmityspiirien säätö. Käyttäjä voi syöttää käyttöliittymästä säätökäyrän pisteet. Säätökäyrä on viisipisteinen. Multi-24 lukee syötetyt arvot näytöltä ja tallentaa ne sisäiseen rekisteriinsä. Kuten jo aiemmin mainittu, menovesisäätö on toteutettu PI-säätönä. PID-säädin löytyy Multi-24:n pysyvästä ohjelmasta eli firmwaresta. Lämmitysverkostojen pumput toimivat joko ulkolämpötilan ohjaamina tai jatkuvalla käytöllä. Tämä on käyttäjän valittavissa.

Hybridisäädin suunniteltiin siten, että sähkö toimii järjestelmän päälämmönlähteenä. Käytännössä varaajassa tulee olla kaksi erillistä vastusta. Toista käytetään tarvittaessa käyttöveden lämmittämiseen sekä toista lämmitysverkoston menoveden kuumentamiseen. Liityntäpisterajoitusten vuoksi käyttöveden vastuksen ohjaus on jätetty ulkoisen termostaatin ohjattavaksi. Se pystyy hoitamaan ohjauksen, kun toiminta on yksinkertainen. Se pitää varaajan yläosan lämpötilan tietyssä lämpötilassa, jotta käyttövesi lämpenee käyttövesikierukassa riittävästi. Alaosan sähkövastus on hybridisäätimen ohjauksessa, sillä sen asetusarvo muuttuu verkostoon menevän veden asetusarvon mukaan.

Hybridisäädin ohjaa lämmönkeruuta uunin savukaasuvaihtimesta sekä aurinkopiiristä. Se mittaa palaavan nesteen lämpötilaa ja käynnistää keruun, jos varaajan ja lämmönlähteen välinen lämpötilaerotus kasvaa riittävästi. Ohjelmaan on rakennettu pyöräytystoiminto, joka käyttää keruupumppua päällä hetken ajan, jos pientä lämmön nousua on havaittu lämmönlähteessä kuluneen puolen tunnin aikana. Tällä saadaan lämmin neste liikkumaan piirissä. Anturi havaitsee tällöin lämmön helpommin.

Kosketusnäyttö on himmennettynä lepotilassaan ja kirkastuu kosketuksesta. Ohjelmaan rakennettiin ominaisuus, jossa näyttö kirkastuu itsestään lämmön keräämisen merkiksi. Käyttöliittymän aloitussivulle tulee tällöin teksti siitä, mistä lämpöä kerätään. Tällä pyritään informoimaan käyttäjää. Kun käyttäjä oppii tun-

temaan ajankohdat milloin lämpöä saadaan kerättyä uusiutuvista lähteistä, voi hän pyrkiä muokkaamaan kulutustottumuksiaan. Tällöin ostoenergian määrää voidaan pyrkiä pienentämään oikea-aikaisella kulutuksella.

6 TUOTTEISTAMINEN

Hybridisäätimen kehitys lähti erityisesti Finelmo Oy:n toiveesta saada vapaasti ohjelmoitava säädinratkaisu uusiutuvia energialähteitä käyttäviin hybridijärjestelmiin. Tärkeässä roolissa pidettiin helppokäyttöisyyttä käyttäjätasolla. Tämä on Fidelixille tuttua, koska sen valmistamissa alakeskuslaitteissa on aina ollut selkeä, värillinen ja iso näyttöruutu. Uusimmissa malleissa se käyttää kosketusta ohjaukseen. Tämän lisäksi alakeskusten käyttöjärjestelmänä toimii helppokäyttöinen Windows CE, jonka päällä oma alakeskusohjelmisto suoritetaan.

Asiaan perehtymisen jälkeen todettiin, että markkinoilta puuttuu kattava säädinratkaisu, jolla pystyttäisiin ohjaamaan useampaa lämmönlähdettä ja lämmityspiiriä sekä valvomaan varaajan toimintaa. Ongelmana lienee hybridilämmitysratkaisujen toimittajien iso kirjo sekä vaihtelevat toteutustavat. Monet valmistajat ovat vielä prototyyppitasolla tuotteidensa kanssa.

6.1 Pääperiaate

Nimensä mukaisesti hybridilämmitysjärjestelmässä on useampia lämmönlähteitä. Harva toimittaja myy aurinkokeräimiä sekä vesikiertoisia tulisijoja. Siksi toimittajilta löytyy useasti säädin ainoastaan yhden piirin ohjausta varten. Pientalorakentajan tulee kasata järjestelmänsä useiden toimittajien tuotteista. Tällöin rakentajan tulisi myös huomata hankkia kattava hybridisäädin yksikkösäätimien sijaan.

Tuotteistamisella pyritään luomaan yksi valmis ja loppuun hiottu kokonaisuus, jota voidaan monistaa suoraan asiakkaille myytäväksi sellaisenaan. Automaatioprojekteissa on yleistä, että toteutus räätälöidään aina kohteen mukaisesti. Mitä monimutkaisempi automatisoitava kohde on, sitä hankalampaa valmiin tuotteen luominen on.

Hybridisäätimen tuotteistamisprosessia helpottaa Multi-24-säätimen vapaa ohjelmitavuus. Kaikki vastaan tulleet haasteet ovat olleet ohjelmallisia ja täten ratkaistavissa. Mahdolliset laitepuolen haasteet olisivat saattaneet pysäyttää koko hybridisäätimen kehittämisprosessin. Fidelix on hiljattain julkaissut samalle laitealustalle luodun kaukolämpövaihtimen säädinratkaisun nimeltään Genius. Se on hybridisäätimen tavoin tuotteistettu monistettavaksi kokonaisuudeksi. Sitä tullaan levittämään kaukolämpövaihtimien valmistajien kautta.

Tärkeä osa-alue tuotteistamisprosessissa on dokumentointi. Sitä täytyy tehdä kahta käyttäjäkuntaa varten. Tuotteen ostaja on näistä ensimmäinen ja yhtiön henkilökunta toinen. Muiden työntekijöiden täytyy voida muokata ja päivittää hybridisäädintä helposti. Hybridisäätimen ohjelmakoodi on kommentoitu ohjelmoinnin edetessä. Siitä ilmenee ohjelman muokkaamiseen tarvittavat tiedot.

6.2 Dokumentointi

Normaalisti rakennusautomaatiourakan tilaajana toimii jokin yritys tai yhteisö sekä työn kohteena on jokin suurempi asuinkiinteistö tai julkinen tila. Tällöin järjestelmän käyttäjänä ja huoltajana toimii lähes aina kiinteistön huoltoon erikoistunut henkilö tai henkilöiden ryhmä. Heillä on yleisesti kokemusta kiinteistöautomaatiosta ja he ovat saattaneet saada koulutusta sen käyttöön.

Kun automaatiojärjestelmää myydään pientalon asukkaalle, on mahdollista, että käyttäjällä ei ole lainkaan käsitystä, mitä on hankkimassa. Monessa tapauksessa LVIA-suunnittelija on saattanut määrittää hybridilaitteiston vaatiman automaation ja nimennyt sille jopa merkin ja mallin. Käyttäjä hankkii tällöin asiaan enempää perehtymättä valmiiksi nimetyn mallin. Monesti laitteistolle jää kuitenkin hankkimatta käyttöönotto. Sähköasentaja pystyy suorittamaan asennuksen kytkentäkuvien avulla. Nyt haasteena onkin ohjeistuksen luominen, jonka avulla maallikko pystyy käyttöönottamaan järjestelmän.

Hybridisäätimelle on laadittu yhdistetty käyttäjän manuaali sekä asennusopas, josta ilmenevät laitteen tekniset ominaisuudet ja se, mihin se pystyy. Manuaali

auttaa käyttäjää laitteen käyttöönotossa. Siitä ilmenee myös asennuksessa tarvittavat tiedot. Manuaali on tämän raportin liitteenä 4.

6.3 Tuotteen muokattavuus

Usean lämmönlähteen hybridijärjestelmiä voi olla lukuisia erilaisia. Siksi yhden ja ainoan täysin kattavan säädinratkaisun luominen on mahdottomuus. Hybridisäädin on toteutettu siten, että siihen voidaan helposti lisätä tai poistaa lämmönlähde. Se tapahtuu ainoastaan kytkemällä tai irrottamalla anturi sille tarkoitettuun paikasta. Näin ollen on pystytty luomaan ratkaisu, joka soveltuu useaan kohteeseen. Luomalla hybridisäätimelle muutama erilainen ohjelmakoodi ja grafiikkakuvien kokoelma voidaan soveltuvuutta lisätä lähes täysin kattavaksi. Näiden luominen jälkeinpäin on yksinkertaista, kun hybridisäätimen toiminta on havaittu toimivaksi.

Asiakkaan halutessa hybridisäätimen ominaisuuksia voidaan laajentaa etäyhteydellä sekä tekstiviestihälytyksillä. Tämä tapahtuu lisäämällä Fidelix MultiLink laitteistoon. Se liitetään hybridisäätimeen Modbus-väylän kautta. MultiLinkin sisäiseen muistiin tai microSD-muistikortille luodut grafiikkakuvat ovat katsottavissa sisäverkon tai internetin yli. GSM-modeemin lisäys tapahtuu kytkemällä se MultiLinkiin.

7 YHTEENVETO JA POHDINTA

Tässä insinööriyössä pystyttiin tuottamaan helppokäyttöinen ja monipuolinen säädinlaitteisto hybridilämmitysjärjestelmien ohjaukseen sekä säätöön. Valmis tuote on myytävissä asiakkaalle sellaisenaan. Toimitus sisältää hybridisäätimen sekä järjestelmään tarvittavat anturit. Käyttöönotto on pyritty tekemään mahdollisimman helpoksi. Mukana toimitettavan asennus- ja käyttöönotto-ohjeen avulla asiakkaan tulisi selvittää asennuksesta vaivattomasti. Laajennettavuutta hybridisäätimeen tuo etäkäyttömahdollisuus sekä tekstiviestihälytyksien lähettäminen. Tämä tapahtuu valinnaisella Fidelixin MultiLink-laitteella.

Tunnettavuuden luominen on hybridisäätimen kohtaamista haasteista suurin. Pientä näkyvyyttä se on saanut Oulun rakennusvalvonnan järjestämässä energiakorjausta käsittelevien seminaarien sarjassa. Yhdessä Oulun rakennusmessujen aikaan pidetyistä seminaareista olin esittelemässä Fidelix Oy:n toimeksiantamana hybridilämmitysjärjestelmien säätöä ja ohjausta. Seminaarien sarja on suunnattu pientalorakentajille sekä -korjaajille. Moni heistä painii lämmitys- muotoihin liittyvien valintojen edessä. Näissä valinnoissa Oulun rakennusvalvonta pyrkii auttamaan lisäämällä tietoisuutta kaikista mahdollisuuksista.

Paras mahdollinen tuotteen markkinoija on tyytyväinen asiakas. Yhden henkilön positiiviset käyttökokemukset saattavat johtaa useamman uuden asiakassuhteen luomiseen. Raportin kirjoitushetkellä hybridisäätimelle on mahdollisesti tiedossa ensimmäinen käyttökohde eli niin sanottu pilottikohde. Laitteiston toimintaa on simuloitu useaan otteeseen toimisto-olosuhteissa. Silti parhaat käyttökokemukset saadaan oikeassa käyttöympäristössään ja oikean prosessin ohjauksessa.

Hybridisäätimen luominen on ollut opettavaista monessa mielessä. Minulle täysin uudet tuotteet Multi-24 sekä Room display tulivat projektin aikana tutuiksi ja täten mahdollisti niiden käyttämisen tulevaisuuden työtehtävissä. Toinen tärkeä oppimiskohde on ollut hybridilämmitysjärjestelmät ja niiden säätötavat. Ennen

insinööriyön aloittamista sain hieman pohjatietoa työprojektissa, jossa rakennettiin automaatiojärjestelmä ohjaamaan kahden kerrostalon ilmanvaihtoa, aurinkolämmön keräämistä, maalämmön käyttöä ilmanvaihdon esilämmitykseen sekä -jäähdytykseen sekä lämmitysjärjestelmän säätöä. Tässäkin tapauksessa voitiin puhua hybridilämmitysjärjestelmästä. Kummastakin projektista saatu tieto on nivoutunut hyväksi käsitykseksi järjestelmistä ja niiden ominaisuuksista.

LÄHTEET

Energiateollisuus Ry. 2013. Aurinkoenergia. Hakupäivä 2.5.2013.
<http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energialahteet/aurinkoenergia>.

Erat, B., Erkkilä, V., Löfgren, T., Nyman, C., Peltola, S. & Suokivi, H. 2001. Aurinko-opas: aurinkoenergiaa rakennuksiin. Helsinki: Kustantajat Sarmala Oy / Rakennusalan Kustantajat RAK.

Erkkilä, V. 2003. Aurinkolämpöopas rakentajilla ja suunnittelijoille. Helsinki: Kustantajat Sarmala Oy / Rakennusalan Kustantajat RAK.

Fidelix Oy. 2012. Multi-24 getting started guide. Sisäinen lähde. Hakupäivä 18.3.2013.

http://support.fidelix.fi/GetFile.aspx?file=Multi24\FXMULTI24_GETTING_STAR TED_ENG_V19.pdf.

Fidelix Oy. 2013. Multi-24 Vapaasti ohjelmoitava väyläsäädin. Hakupäivä 24.4.2013. http://www.fidelix.fi/documents/tuki/MULTI24_datasivu_FI.pdf.

Finelmo Oy. 2013. Hybridienergiaa parhaimmillaan. Hakupäivä 1.5.2013. http://finelmo.fi/images/stories/finelmo_hybridi_1.pdf.

Miehlisch, F. 1998. The M-Bus: A Documentation Rev. 4.8. Hakupäivä 19.5.2013. <http://www.m-bus.com/mbusdoc/default.php>.

Mikkola, J. 2012. Rakennusautomaatiojärjestelmän suunnittelu. Teoksessa E. Karppinen (toim.) Rakennusautomaatiojärjestelmät. 3. uusittu painos. Espoo: Sähkötieto ry, 167–197.

Motiva Oy. 2009. Passiivinen aurinkoenergia. Hakupäivä 2.5.2013.
http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/passiivinen_aurinkoenergia.

Oilon Oy. 2013. Oilon-hybridivaraaja. Hakupäivä 2.5.2013.
<http://oilon.com/oilon-home/tuotteet/hybridiratkaisut/>.

Oulun kaupungin rakennusvalvonta. 2013. Energiakorjaus, Tekninen kortti 16: Lämpöpumput. Hakupäivä 11.5.2013.
http://www.energiakorjaus.info/pages/kortit/Pientalo_16_Lampopumput_2013_02_01.pdf.

Ovaskainen, O., 2013. Tulikivi Oy. Seminaari 20.4.2013 .

Ovaskainen, O., 2013. Tulikivi Oy. Vesitakat uudisrakennuksissa. Hakupäivä 29.5.2013.
http://www.energiakorjaus.info/pages/files/seminaarit/2013.4.20_Ovaskainen_Tulikivi.pdf.

Sahala, A. 2012. Käyttöliittymät. Teoksessa E. Karppinen (toim.) Rakennusautomaatiojärjestelmät. 3. uusittu painos. Espoo: Sähkötieto ry, 158–164.

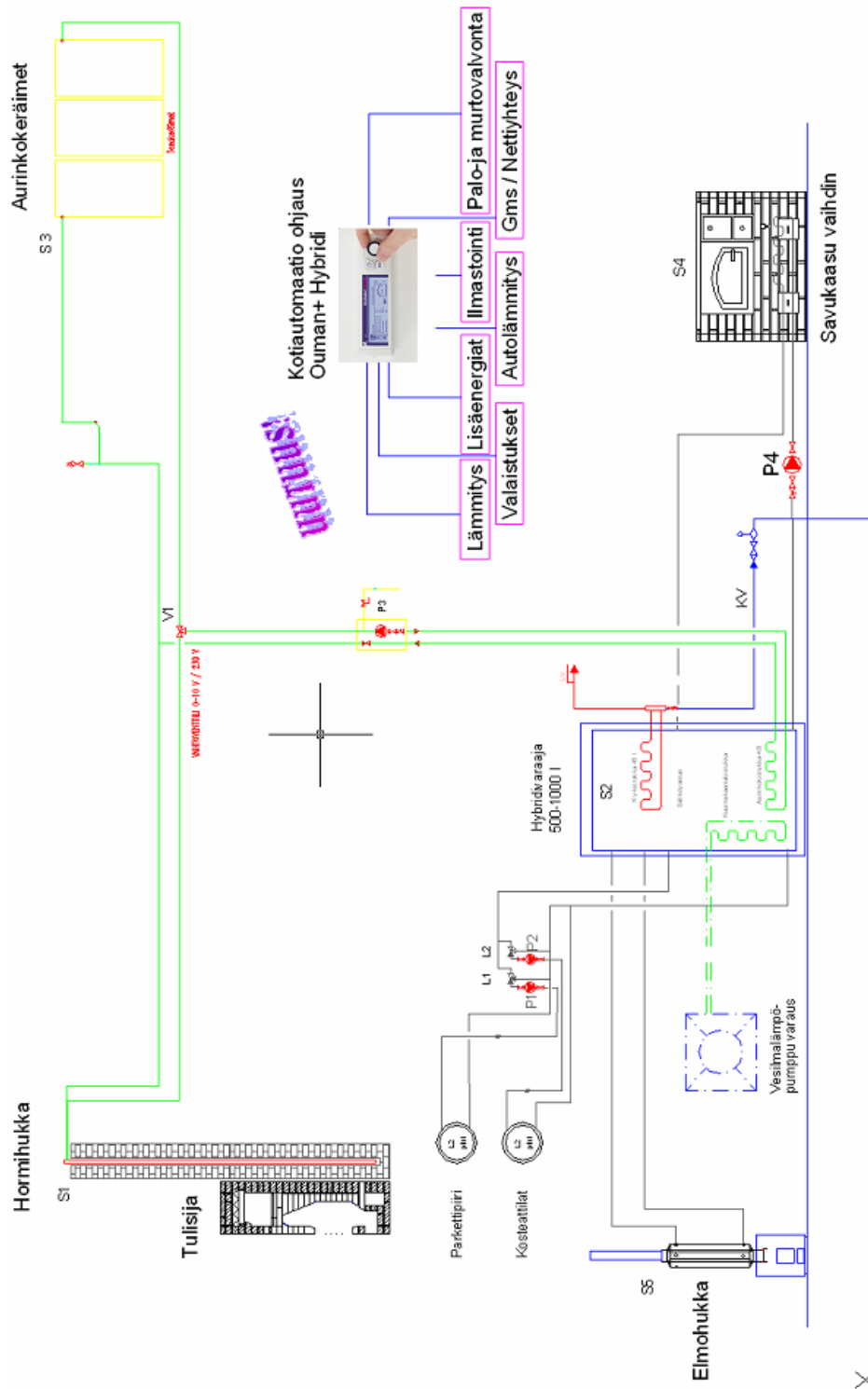
Spangar, T., Sandström, B. & Sahlstén, T. 2012. Rakennusautomaatiojärjestelmän rakenne. Teoksessa E. Karppinen (toim.) Rakennusautomaatiojärjestelmät. 3. uusittu painos. Espoo: Sähkötieto ry, 93–138.

Suomalaiset Tulisijat Ry. 2013. Tietoa tulisijoista. Hakupäivä 2.5.2013.
<http://www.tulisijat.tv/tietoa/sivuti.htm>.

Suomen ekotalot Ay. 2012. Aurinkolämmitys Suomen olosuhteissa. Hakupäivä 29.5.2013. <http://www.suomenekotalot.fi/index.php/aurinko/aurinko2>.



Hybridienergiaa parhaimmillaan



X

Fidelix Multi24-säätimen kytkentäkuva**Kohde:** Hybridilämmitysjärjestelmä

PISTE	LIITTIMET	KÄYTTÖ- JÄNNITE	POSITIO	TEKSTI
AI 1	G0 / M1		TE1	Tulisijan paluulämpö- tila
AI 2	G0 / M2		TE2.1	Varaaja yläosan lämpötila
AI 3	G0 / M3		TE2.2	Varaaja alaosan lämpötila
AI 4	G0 / M4		TE3	Aurinkokeräimien paluulämpötila
AI 5	G0 / M5		TE4	Savukaasuvaihtimen paluulämpötila
AI 6	G0 / M6		TE5	Kiukaan paluulämpötila
AI 7	G0 / M7		TE10.1	Lattialämmityspiiri menolämpötila
AI 8	G0 / M8		TE10.2	Kosteat tilat menolämpötila
AI 9	G0 / M9		TE0	Ulkolämpötila
AI 10	G0 / M10		P1/P2	Lattialämmityspumppujen hälytys
AI 11	G0 / M10		SC3	Aurinkolämpöpiirin pumppu
AI 12	G0 / M12		SC4	Savukaasuvaihtimen pumppu
AO 1	O1	V1 / G0	TV1	Lattialämmityspiiriin säätöventtiili
AO 2	O2	V2 / G0	TV2	Kosteiden tilojen piirin säätöventtiili
AO 3	G0 / O3		SC3	Aurinkolämpöpiirin pumppu
AO 4	G0 / O4		SC4	Savukaasuvaihtimen pumppu
DO 1	A1 / A3		SV1	Sähkövastus
DO 2	B1 / B3		P1	Lattialämmityspiirin pumppu
DO 3	C1 / C3		P2	Kosteiden tilojen piirin pumppu
DO 4	D1 / D3	P2 -> D2, G0	TV3	Aurinkolämpöpiirin 3-tieventtiili

Laiteluettelo**Kohde: Hybridilämmitysjärjestelmä****Positio: Valmistaja: Laitetyyppi:**

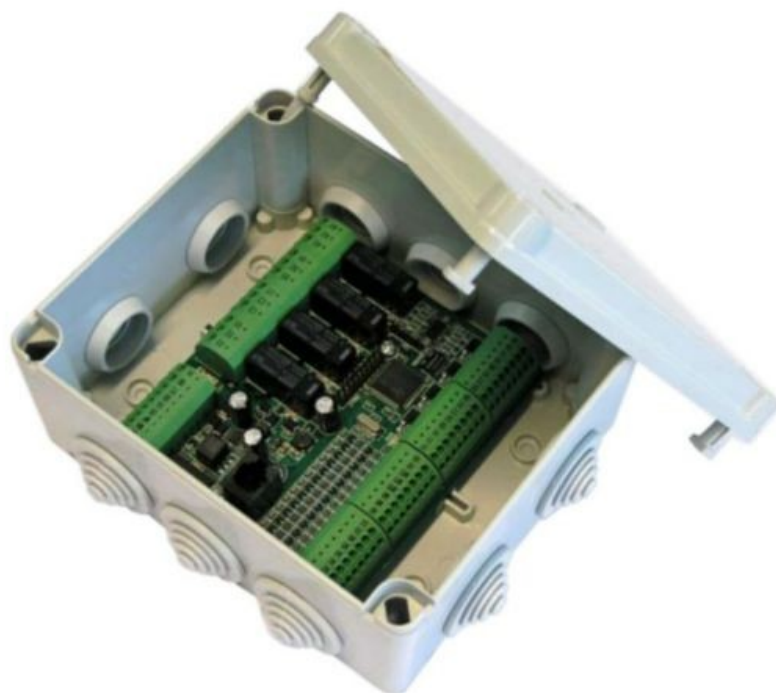
TE0	Produal	TEU NTC10	Ulkolämpötila-anturi IP54
TE1	Produal	TEKY6 NTC10 + AT80	Kaapelianturi IP 67 + anturitasku 80mm Vesiverkostoanturi IP54 + anturitasku 300mm
TE2.1	Produal	TEAT NTC10-300 + ATH300	Vesiverkostoanturi IP54 + anturitasku 300mm
TE2.2	Produal	TEAT NTC10-300 + ATH300	300mm
TE3	Produal	TEKY6 NTC10	Kaapelianturi IP 67
TE4	Produal	TEKY6 NTC10 + AT80	Kaapelianturi IP 67 + anturitasku 80mm
TE5	Produal	TEKY6 NTC10 + AT80	Kaapelianturi IP 67 + anturitasku 80mm Vesiverkostoanturi IP54 + anturitasku 80mm
TE10.1	Produal	TEAT NTC10 + AT80	80mm
TE10.2	Produal	TEAT NTC10 + AT80	Vesiverkostoanturi IP54 + anturitasku 80mm



HYBRIDISÄÄTIMEN ASENNUS JA KÄYTTÖÖNOTTO

SISÄLLYS

OMINAISUUDET	2
LIITYNNÄT	2
ASENNUS JA KYTKENTÄ	3
ASENNUSPAIKKA	3
KYTKENTÄTAULUKKO	3
KYTKENTÄPERIAATTEET	4
KÄYTTÖLIITTYMÄ	5
KÄYTTÖÖNOTTO	9
PISTETESTAUS	9
ASETUSTEN MÄÄRITTÄMINEN	12



OMINAISUUDET

Hybridisäädin on tarkoitettu pientalon hybridilämmitysjärjestelmän ohjaamiseen. Hybridisäätimen versio 1.0 kykenee ohjaamaan aurinkokeräyspiiriä, joka on varustettu jänniteviestiohjattavalla keräyspumpulla. Tämän lisäksi aurinkopiirissä on mahdollisuus olla vaihtoventtiili, jolla voidaan yhdistää toinen lämmönlähde aurinkopiiriin (esimerkiksi vesikiertoinen tulisija). Säädin voi ohjata myös toista erillistä lämmönlähdepiiriä, jossa käytetään jänniteviestiohjattavaa pumppua. Lämmönlähteet otetaan käyttöön kytkemällä anturi sille varattuun liityntään.

Hybridisäätimellä on mahdollista säätää yhdestä kahteen lämmitysverkostoa, joilla kummallakin on oma säätökäyränsä. Tämä mahdollistaa kuumemman nesteen ajamista esimerkiksi kosteiden tilojen lattialämmitykseen. Toinen lämmitysverkosto ja sen säätö otetaan käyttöön kytkemällä menovesianturi sille tarkoitettuun liityntään.

Säädin ohjaa hybridivaraajan alaosan sähkövastusta. Vastus on tarkoitettu pitämään alaosan lämpötila riittävänä lämmitysverkostoja varten. Käyttöveden vastusta ohjaa oma termostaatti.

Ominaisuudet lyhyesti

- Aurinkolämmön keräys säädettävällä pumpulla (0-10VDC)
- Piiri laajennettavissa toiseen lämmönlähteeseen vaihtoventtiilin kautta
- Lämmönlähdepiiri säädettävällä pumpulla (0-10VDC)
- Lämmityspiirejä 1-2 kappaletta
- Varaajan alaosan vastuksen ohjaus
- Pumppujen toiminnan valvonta
- Varaajan lämpötilavalvonta

LIITYNNÄT

- 9 resistiivistä mittausta (NTC10k-termistori)
- 3 tilatietoa (NO)
- 4 analogista ulostuloa (0-10VDC)
- 4 digitaalista lähtöä (NO/NC max. 6A)

Kytentää varten, katso kytentätaulukko.

ASENNUS JA KYTKENTÄ**ASENNUSPAIKKA**

Hybridisäädin asennetaan tekniseen tilaan tai muuhun säältä suojattuun lämpimään tilaan. Sijainti kannattaa määrittää siten, että kaapelivedot pysyvät mahdollisimman lyhyinä sekä mahdollinen tarvittava huolto olisi helppoa. Hybridisäätimen näyttöpaneeli voidaan asentaa asuintiloihin, esimerkiksi eteiseen, josta järjestelmän hallinnointi on helppoa. Se kiinnitetään uppo-/pinta-asenteeseen sähkörasiaan. Näytön ja säätimen väliin tulee vetää kaapeli. Sen tyyppi voi olla sama kuin kentälaitteiden kaapelit (katso tyypit jäljempänä).

Seuraavassa taulukossa on esitetty kytkentätaulukko. Siitä ilmenee jokaiselle kentälaitteelle määrätty liityntäpiste. Ainoastaan tarvittavat pisteet kytketään. Kaapelointiin suositellaan instrumentointikaapelia NOMAK 2x2x0.5+0.5 tai merkinantokaapelia KLMA 4x0.8+0.8.

KYTKENTÄTAULUKKO

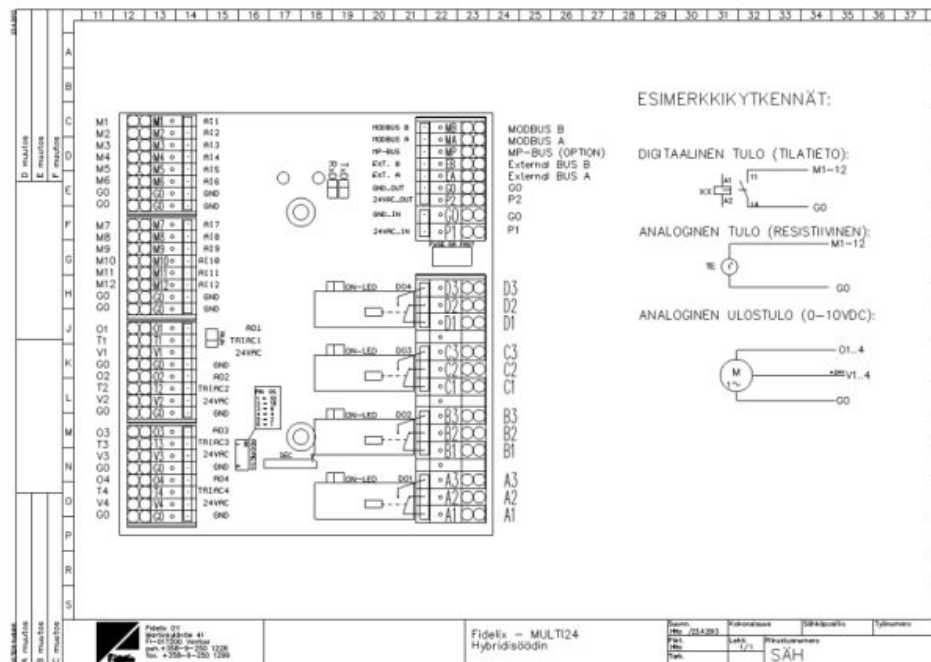
PISTE	LIITTIMET	KÄYTTÖ- JÄNNITE	POSITIO	SELKOKIELITEKSTI
AI 1	G0 / M1		TE1	Tulisijan paluulämpötila
AI 2	G0 / M2		TE2.1	Varaaja yläosan lämpötila
AI 3	G0 / M3		TE2.2	Varaaja alaosan lämpötila
AI 4	G0 / M4		TE3	Aurinkokeräimien paluulämpötila
AI 5	G0 / M5		TE4	Savukaasuvaihtimen paluulämpötila
AI 6	G0 / M6		TE5	Kiukaan paluulämpötila
AI 7	G0 / M7		TE10.1	Lattialämmityspiiri menolämpötila
AI 8	G0 / M8		TE10.2	Kosteat tilat menolämpötila
AI 9	G0 / M9		TE0	Ulkolämpötila
AI 10	G0 / M10		P1/P2	Lattialämmityspumppujen hälytys
AI 11	G0 / M10		SC3	Aurinkolämpöpiirin pumppu
AI 12	G0 / M12		SC4	Savukaasuvaihtimen pumppu
AO 1	O1	V1 / G0	TV1	Lattialämmityspiiriin säätöventtiili
AO 2	O2	V2 / G0	TV2	Kosteiden tilojen piirin säätöventtiili
AO 3	G0 / O3		SC3	Aurinkolämpöpiirin pumppu
AO 4	G0 / O4		SC4	Savukaasuvaihtimen pumppu
DO 1	A1 / A3		SV1	Sähkövastus
DO 2	B1 / B3		P1	Lattialämmityspiirin pumppu
DO 3	C1 / C3		P2	Kosteiden tilojen piirin pumppu
DO 4	D1 / D3	P2 -> D2, G0	TV3	Aurinkolämpöpiirin 3-tieventtiili

KYTKENTÄPERIAATTEET

Hybridisäädin tarvitsee 230VAC käyttöjännitteen. Kaapeliksi soveltuu MMJ 3x1.5S. Kytkeä tulee kuitenkin jättää sähköasentajalle. Muut kaapeloinnit sekä kytkennät voi suorittaa kuka tahansa ohjeistettu henkilö. Järjestelmän suurin käyttöjännite on 24VAC.

Häiriösuojauksen vuoksi tulee kenttälaitekaapeleissa oleva paljas häiriösuojajohdin kytkeä maadoitusliittimen alle säätimen päässä. Kenttälaitteen päässä häiriösuojajohdinta ei kytkeä lainkaan.

Seuraavassa kuvassa on esitetty hybridisäätimen layout sekä kenttälaitteiden kytkentäperiaatteet.



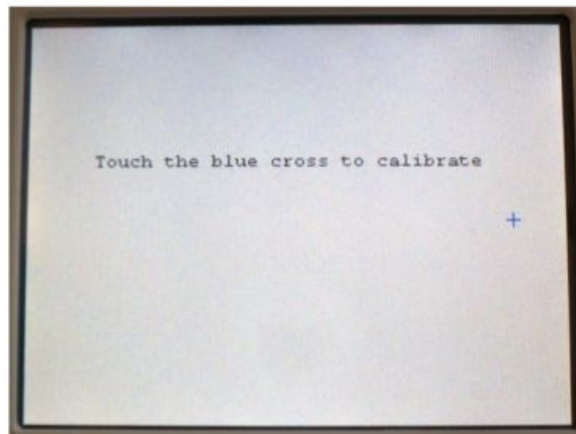
Antureita kytkettäessä johtimien napaisuudella ei ole merkitystä. Myöskään digitaalisia lähtöjä/tuloja kytkettäessä ei ole merkitystä johtimien järjestyksellä. Ainoastaan aurinkopiirin 3-tieventtiilin tapauksessa (DO4) tulee tarkistaa ajosuunta kytkennän jälkeen. Säädettävien pumppujen sekä säätöventtiilien tapauksessa on erityisen tärkeää huolehtia oikeista kytkennöistä, katso laitteiden omat kytkentäohjeet. Syöttämällä 24VAC säätöventtiilin jänniteviestitulon voidaan saada toimilaitte tai pumppu rikkoutumaan.

KÄYTTÖLIITTYMÄ

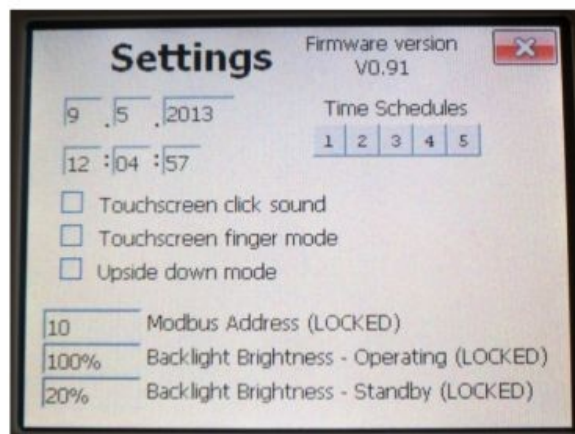
Käyttöliittymänä toimii 3.5" kosketusnäyttö. Se on hyvä sijoittaa asuintiloihin, esimerkiksi eteiseen. Käyttöliittymään tutustuminen on hyvä aloittaa asettamalla säädinlaitteiston kellonaika oikeaksi.

Kellonajan asettaminen

Kun säädinlaitteistoon on kytketty jännite, siirry huoltovalikkoon. Se tapahtuu painamalla mihin tahansa näytön tyhjässä alueessa noin kymmenen sekunnin ajan. Laite pyytää kalibroimaan näytön. Kosketa näyttöä tarkasti sinisten ristien osoittamiin paikkoihin.



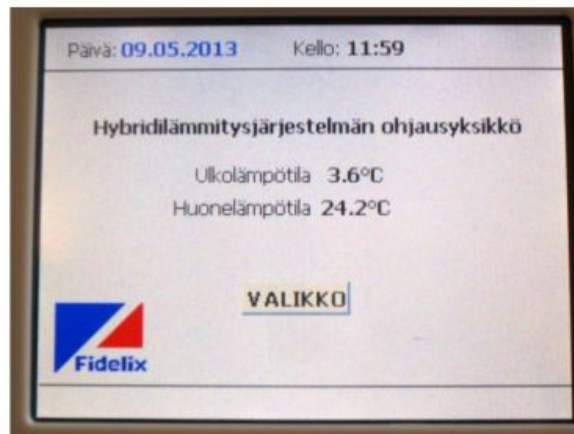
Kalibroinnin päättyessä avautuu seuraavanlainen näkymä huoltovalikosta.



Aseta päivämäärä ja kellonaika osoittamaan oikeaa koskettamalla numerokenttiä ja syöttämällä oikeat arvot numeropainikkeiden avulla. Poistu valikosta painalla punaista raksia näytön oikeassa yläkulmassa.

Järjestelmän kuvien selaus

Käyttöliittymän perusnäkyvä on seuraavanlainen ja siihen palataan aina, kun punaista raksia painetaan.



Valikkopainiketta painamalla päästään päävalikkoon. Osa valikon painikkeista saattaa olla piilotettuina, jos ko. järjestelmässä niiden anturia ei ole kytketty.



Hybridisäätimen asennus ja käyttöönotto

7

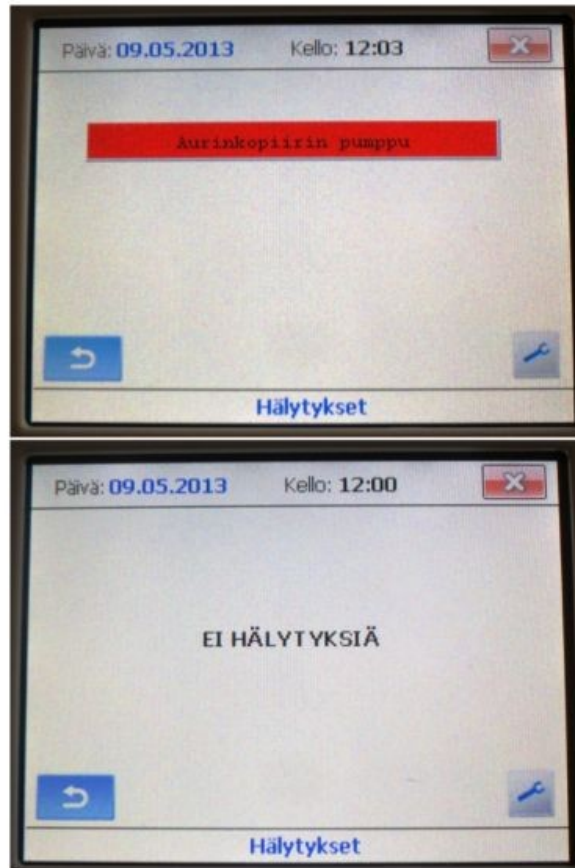
Jokaisessa kuvassa on näytön oikeassa alareunassa symboli, jota painamalla pääsee kyseistä ominaisuutta liittyviin asetuksiin. Asetusvalikko vaatii salasanan, joka on **1509**. Vasemman alakulman nuolta painamalla pääsee edelliseen näkymään.



Päävalikon alimpana painikkeena on koontikuva. Tätä painamalla pääsee kuvaan, josta näkyy lähes jokainen hybridisäätimen mittaus, tilatieto sekä ohjaus. Tästä on helppo tehdä nopea katsaus järjestelmän tilasta. Painike oikeassa alakulmassa vie hälytyssivulle.



Hälytyssivulta ilmenee järjestelmän hälytykset selkokielisinä teksteinä punaisella pohjalla. Jos hälytyksiä ei ole, näkyy teksti "EI HÄLYTYKSIÄ".



KÄYTTÖÖNOTTO

Järjestelmän käyttöönoton ensimmäisenä vaiheena on kenttälaitteiden testaus eli niin sanottu pistetestaus. Tämä vaihe on syytä suorittaa huolella täyden toimintakunnon varmistamiseksi. Tässä vaiheessa olisi hyvä olla asentajalla kaverinaan apulainen.

PISTETESTAUS

Pistetestaus suoritetaan käymällä jokainen järjestelmän kenttälaite läpi järjestyksessä.

Mittaukset (AI1 – AI9)

- Siirry anturin luo
- Avaa kytkentärasia tai kytkentäkotelo
- Liitä lyhyellä johtimella anturin navat toisiinsa
- Näet grafiikalla ko. anturin kohdalla lukeman 120 °C
 - o jos oikea mittaus ei muuta lukemaansa, on kytkentä säätimen päässä väärä, tarkista kytkentä
- Siirry seuraavan anturin luo, käy jokainen läpi

Näin voidaan todeta, että jokainen anturi on kytketty omaan kytkentäpaikkaansa.

Tilatiedot (AI10 – AI12)

Lämmitysverkostojen pumppujen hälytykset (AI10) voidaan lukea pumppujen lämpöreleiltä. Ne sijaitsevat pumppukeskuksessa. Yleensä lämpöreleestä löytyy sulkeutuva kärki, ilmoittaen ylisuuren virran. Jos pumppukeskuksesta ei löydy kyseistä mahdollisuutta, kysy apua sähköasentajalta. Useamman pumpun hälytysten kytkentä samaan pisteeseen tapahtuu kytkemällä tilatiedot rinnakkain.

- Siirry pumppukeskuksen luo
- Kytke lyhyellä johtimella sulkeutuvan hälytyskärjen navat yhteen
- Näet grafiikalla (hälytyssivu) punaisen palkin, jossa on hälytystä kuvastava teksti
 - o jos hälytystä ei tule, tarkista kytkentä

Lämmönkeruupumppujen tilatiedot (AI11 – AI12) voidaan lukea suoraan pumpulta.

- Siirry pumpun luo
- Kytke lyhyellä johtimella sulkeutuvan kärjen navat yhteen
- Näet grafiikalla (aurinkopiirin kuva tai savukaasuvaihtimen kuva) pumppua kuvaavan symbolin muuttuvan vihreäksi
 - o jos tilatietoa ei tule, tarkista kytkentä

Säätöviestit (AO1 – AO4)

Säätöviestit tuodaan suoraan kentälaitteelle. Jos olet varmistunut, että säätöventtiilin toimilaite on asennettu oikein venttiilirunkoon, voit grafiikalta antaa venttiilille käsiohjauksen (AO1 – AO2). Se tapahtuu seuraavalla tavalla:

- Siirry käyttöliittymän lämmitysverkostoja koskettavaan kuvaan
- Siirry asetussivulle näytön oikean alareunan painikkeella, käytä salasanaa **1509**
- Aseta käsiohjauksen arvoksi esimerkiksi 50 % sekä aseta A K –valitsin asentoon K
- Seuraa venttiiliä, sen tulisi siirtyä asentoon 50 %
 - o jos toimilaite ei reagoi, tarkista kytkentä
- Kokeile useita käsiohjauksen arvoja oikean toiminnan tarkistamiseksi
- Lopuksi aseta A K –valitsin asentoon A

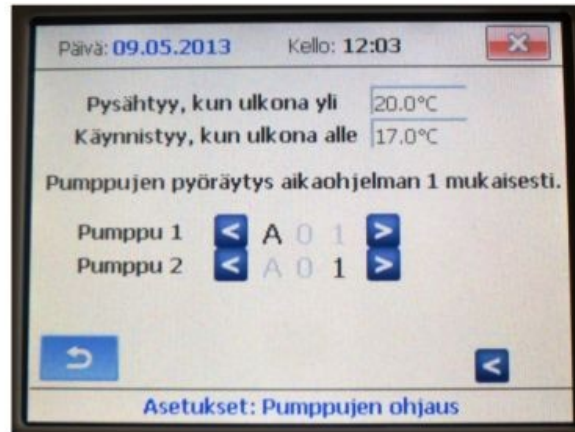


Testaa pumppujen (AO3 – AO4) säätöviestit samalla tavoin. Pumppujen nopeutta voidaan myös käsiohjata asetussivun (aurinkopiiri ja savukaasuvaihdin) kautta. Muista lopuksi asettaa valitsin asentoon A eli automaatile.

Ohjaukset (DO1 – DO4)

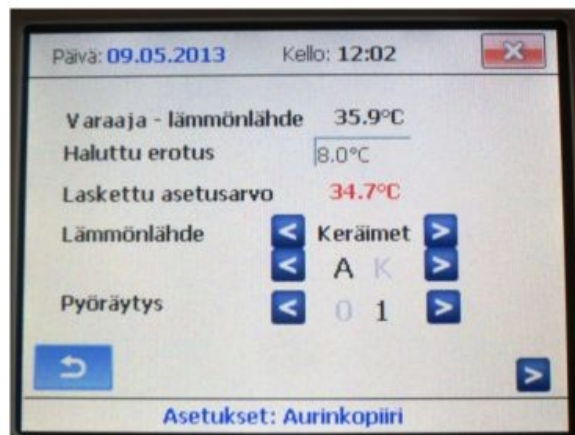
Sähkövastuksen ohjauksen (DO1) testaus tulee jättää sähköasentajalle. Ohjausjännitteen ollessa 230VAC on syytä noudattaa äärimmäistä varovaisuutta. Lämmitysverkostojen pumppujen ohjaukset (DO2 – DO3) voidaan testata seuraavalla tavalla.

- Siirry lämmitysverkostoja koskevalle sivulle ja sitä kautta kolmannelle asetussivulle
- Aseta vuorotellen pumppujen 1 ja 2 A 0 1 –valitsimet asentoon 1
- Totea pumppujen pyöriminen
 - o jos oikea pumppu ei pyöri, pyydä sähköasentajaa tarkistamaan kytkentä
- Lopuksi aseta A 0 1 –valitsin asentoon A



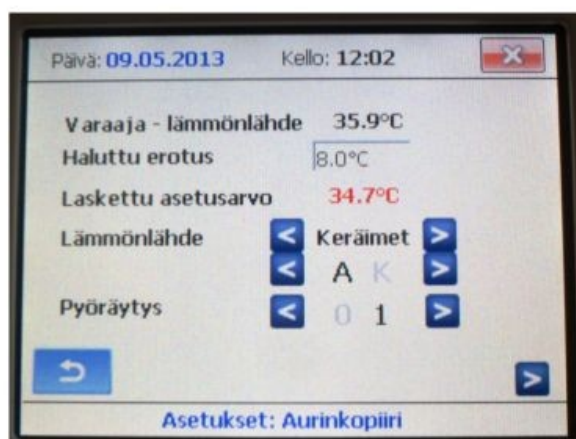
Aurinkopiirin vaihtventtiilin toiminnan testaus tapahtuu seuraavalla tavalla

- Mene aurinkopiiriä koskevalle sivulle ja sitä kautta asetussivulle
- Aseta lämmönlähteen A K –valitsin asentoon K
- Muuttamalla Keräimet Tulisija –valitsimen asentoa saadaan vaihtventtiilin toimilaitte vaihtamaan asentoaan
 - o jos toimilaitte liikkuu väärään suuntaan, tarkista toimilaitteen asennus
 - o jos toimilaitte ei liiku, tarkista kytkentä
- Lopuksi aseta A K –valitsin asentoon A



ASETUSTEN MÄÄRITTÄMINEN

Asetuksia voidaan muuttaa aina jokaisen sivun omasta asetusvalikosta. Sinne pääsee oikean alanurkan symbolin kautta syöttämällä salasanan **1509**. Seuraavassa käydään läpi kaikki asetukset, jotka ovat käyttäjän määritettävissä.

Aurinkopiiri**Haluttu erotus :**

Aurinkopiiristä tehtävää lämmönkeräämistä säädetään lämmönlähteen (keräimet tai tulisija) ja varaajan alaosan välisen lämpötilaerotuksen mukaan. Lämmönkerääminen alkaa, kun lämmönlähteen lämpötila on halutun erotuksen verran suurempi kuin varaajan alaosan. Erotus myös pyritään pitämään saman suuruisena säätämällä pumpun pyörimisnopeutta portaattomasti. Oletusasetus on 8 °C. Normaali vaihteluväli on 5 – 10 °C.

Lämmönlähde :

Lämmönlähteen valitsimilla voidaan valita lämmönlähde, josta keräämistä suoritetaan. Jos järjestelmässä ei ole vaihtoventtiiliä aurinkopiirissä, nämä asetukset eivät kosketa sinua. Valitsin on kuitenkin parasta pitää asennossa A eli automaattilla.

Pyöräytys :

Pyöräytystoiminto pyöräyttää pumppua muutaman minuutin, jotta lämmin neste saadaan virtaamaan putkistossa. Pyöräytys tapahtuu, jos lämpötila anturin kohdalla on noussut viimeisen 30 minuutin aikana viidellä asteella. Tällä toiminnolla pyritään aikaistamaan lämmönkeruun aloittamista. Joskus lämpötila anturilla ei ala nousemaan vaikka lämpöä olisi saatavilla. Tämä voi tapahtua useista eri syistä, esimerkiksi puun varjostuksesta.



Seuraavat kaksi asetusta ovat lämmönkeruun säädön virittämistä varten. Säädön virittämisessä on tarkoitus saada lämmönkerääminen tapahtumaan rauhallisesti sekä ilman suuria lämpötilan edestakaisia vaihteluita.

Suhdealue :

Tämä parametri kuvastaa sitä, kuinka voimakkaasti säätö reagoi lämpötilan muutokseen. Pienempi arvo nopeuttaa reagointia, mutta saattaa jättää säädön huojumaan. Suurempi arvo takaa rauhallisen säädön, mutta muutoksiin menee pitempi aika. Seuraa aurinkopiirin pumpun säätöviestin suuruutta (%), se ei saisi huojua edestakaisin vaan muuttua rauhallisesti. Oletusasetus on 80 °C.

Integrointi-aika :

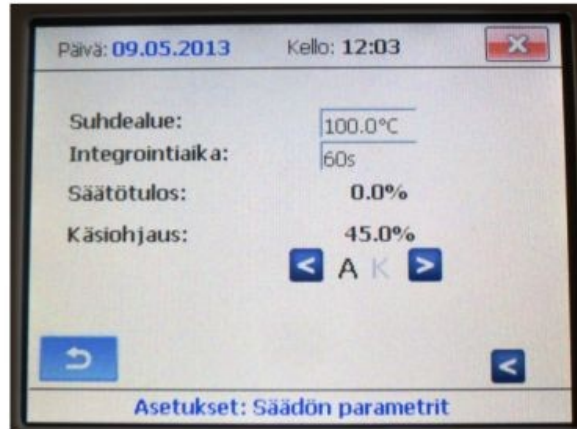
Tällä parametrilla täydennetään ja korjataan säätöä. Tähänkin parametriin pätee samat periaatteet. Pitkä aika rauhoittaa säätöä, mutta saattaa tehdä siitä liian hitaan. Lyhyt aika saattaa aiheuttaa turhaa huojuntaa. Oletusasetus on 50 s.

Käsi-ohjaus :

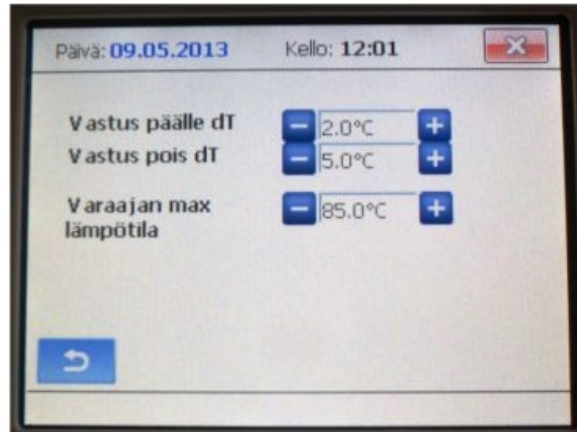
Aurinkopiirin pumppua voidaan ohjata käsin asettamalla A K –valitsin asentoon K eli käsikäyttö. Halutun pyörimisnopeuden voi syöttää numeraalisesti kenttään.

Savukaasuvaihdin**Haluttu erotus :**

Savukaasunvaihtimesta tehtävää lämmönkeräämistä säädetään lämmönlähteen ja varaajan alaosan välisen lämpötilaerotuksen mukaan. Lämmönkerääminen alkaa, kun lämmönlähteen lämpötila on halutun erotuksen verran suurempi kuin varaajan alaosan. Erotus myös pyritään pitämään saman suuruisena säätämällä pumppua portaattomasti. Oletusasetus on 8 °C astetta. Normaali vaihteluväli on 5 – 10 °C astetta.



Katso sivulta 13 selitys näillä asetuksille.

Varaaja**Vastus päälle/pois dT :**

Sähkövastuksella pidetään varaajan alaosan lämpötila hieman korkeamana kuin lämmitysverkostoon menevän veden asetusarvo on. Kun varaajan alaosan lämpötila sekä lämmitysverkoston menoveden asetusarvon erotus laskee vastus päälle dt-asetuksen suuruiseksi kytketään vastus päälle. Lämpötilaerotuksen noustessa vastus pois dT :n suuruiseksi, kytketään vastus pois. Oletusasetukset ovat 2 ja 5 °C.

Varaajan max lämpötila :

Tämä asetus kertoo kuinka lämpimäksi varaaja voidaan päästää. Lämpötilan noustetta ko. arvoon, lopetetaan kaikki lämmönkerääminen. Jos lämpötila ylittää rajan viidellä asteella annetaan yllälämmöstä hälytys. Oletusasetus on 85 °C.

Lattialämmitys**Asetusarvo :**

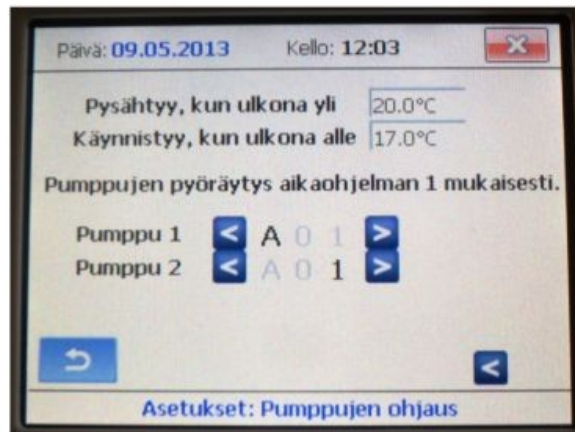
Lämmitysverkostojen menoveden asetusarvo lasketaan ulkolämpötilan avulla säätökäyrästä. Sitä pystytään muuttamaan painamalla asetusarvo-kentän oikealla puolella olevaa symbolia. Säätökäyräksi voidaan syöttää LVI-suunnittelijan antamat arvot tai käyttää oletuskäyrää. Käyrää voi lämmityskauden aikana joutua virittämään useita kertoja, sillä se on aina tapauskohtaista.

Suhdealue ja integrointi-aika :

Näihin pätee samat periaatteet kuin aurinkokeräyksen kanssa, katso sivu 13. Oletusasetukset ovat 100 °C sekä 60 s.

Käsiohjaus :

Tällä pystytään ohjaamaan lämmitysverkostojen säätöventtiileitä. Aseta A K –valitsin K asentoon. Muista silti lopulta asettaa se takaisin automaatile.

**Pysähtyy :**

Tässä asetuksessa määritetään ulkolämpötila, jonka jälkeen lämmitysverkostojen pumput pysäytetään. Tällä voidaan säästää energiaa lämmityskauden ulkopuolisina aikoina. Oletusasetus on 18 °C.

Käynnistyy :

Tässä asetuksessa määritetään ulkolämpötila, joka jälkeen lämmitysverkostojen pumput käynnistetään. Oletusasetus on 15 °C.

Pumppujen pyöräytys :

Pumppuja pyöräytetään niiden ollessa seis jumiutumisen estämiseksi. Pyöräyttämistä ohjaa aikaohjelma 1. Aikaohjelmaa päästään muuttamaan huoltovalikosta. Huoltovalikkoon päästäksesi katso sivu 5, kellonajan asettaminen. Oletuksena pumput pyörähtävät viiden minuutin ajan vuorokauden aikana.

Pumppu 1 ja 2 :

Näillä valitsimilla voidaan määrittää noudattavatko pumput ulkolämpötilan mukaisia pysäytysrajoja. Jos toinen lämmitysverkostoista on esimerkiksi kosteiden tilojen lattialämmitys, on syytä asettaa pumppu pyörimään aina eli asentoon 1. Tämä edistää kosteuden haihtumista kosteista tiloista.

Hälytykset**Hälytysääni :**

Tällä valitsimella voidaan määrittää antaako kosketusnäyttö hälytysäänen, jos hälytyksiä ilmenee. Hälytysääni soitetaan vain aikaohjelman 5 mukaisina aikoina. Aikaohjelmaa päästään muuttamaan huoltovalikosta. Huoltovalikkoon päästäksesi katso sivu 5, kellonajan asettaminen. Hälytysääni soitetaan hälytyksen ilmetessä sekä 30 minuutin välein tämän jälkeen. Oletusasetus on ON.