



SAVONIA

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

TALOAUTOMAATIO- JÄRJESTELMÄN TESTAAMINEN JÄRJESTELMÄN TUOTTEISTAMISEKSI

TEKIJÄ: Tatu Reinikainen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma/Tutkinto-ohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä Tatu Reinikainen			
Työn nimi Taloautomaatiojärjestelmän tuotteistaminen			
Päiväys	24.5.2017	Sivumäärä/Liitteet	49/3
Ohjaaja Lehtori Heikki Laininen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Smart Automation Oy			
Tiivistelmä			
<p>Tämän opinnäytetyön aiheena oli testata SmartHome-konsernin Smart-BUS-taloautomaatiojärjestelmää sopivaa demolaitteistoa käyttäen järjestelmän saattamiseksi Kuopiossa toimivan Smart Automation Oy:n tuotteeksi. Smart-BUS-järjestelmä on vuonna 2004 lanseerattu väyläjärjestelmä, joka on maailmanlaajuisesti toimivan Smart Group konsernin tuote. Järjestelmä perustuu patentoituun avoimenprotokollan Smart-BUS-väylään.</p> <p>Työn tavoitteena oli suorittaa Smart-BUS-järjestelmän testaaminen ja kehittää ohjaustoimintoja Suomessa yleisesti käytettävien asuinkiinteistöjen teknisten järjestelmien ohjaamiseksi demolaitteiston avulla. Demolaitteiston määrittämiseksi aiottiin tutkia Suomessa käytettäviä taloautomaatiojärjestelmiä tarkastelemalla niillä toteutettavia toimintoja, niiden käyttökohteita sekä järjestelmiin liittyviä markkinoita. Myös Smart-BUS järjestelmää ja sen sovelluksia tutkittaisiin.</p> <p>Smart-BUS-järjestelmää ja Suomessa käytettäviä taloautomaatiojärjestelmien laitteistoja sekä niillä toteutettavia sovellutuksia ja käyttökohteita tutkittiin valmistajien julkaisemien dokumenttien, verkkolehtiartikkeleiden sekä Smart Automation Oy:n henkilökunnan avulla. Suomessa vallitsevaa taloautomaatiojärjestelmiin liittyvää markkinatilannetta selvitettiin samoin menetelmin. Tehtyjen havaintojen pohjalta suunniteltiin ja rakennettiin Smart-BUS-järjestelmän laitteistoa käyttävä demolaitteisto. Laitteiston ohjelmointi suoritettiin Smart-BUS-järjestelmän ohjelmointiin tarkoitetulla Smart Cloud -ohjelmistolla.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena Smart Automation Oy:lle luotiin Smart-BUS-järjestelmän laitteistoa käyttävä demolaitteisto, jolla saatiin toteutettua ja testattua ennalta suunnitellut toiminnot asuinkiinteistöjen teknisten järjestelmien ohjaamiseksi, ja jota voidaan jatkossa käyttää Smart-BUS-järjestelmän testialustana. Lisäksi saatiin selvitettyä muiden Suomessa käytettävien taloautomaatiojärjestelmien mahdollisuuksia sekä näitä tarjoavien yritysten palveluita. Näiden pohjalta voidaan päättää Smart-BUS-järjestelmällä toteutettavia asiakkaille tarjottavia toimintoja sekä järjestelmään liittyviä palveluita.</p>			
Avainsanat taloautomaatio, Smart-BUS, ohjelmointi			
Luottamuksellisuus Julkinen			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author Tatu Reinikainen			
Title of Thesis Testing of Home Automation System for Productisation of the System			
Date	24 May 2017	Pages/Appendices	49/3
Supervisor Mr Heikki Laininen, Lecturer			
Client Organisation / Partner Smart Automation Oy			
<p>Abstract</p> <p>The objective of this thesis was to test the Smart-BUS home automation system with an appropriate demo system to develop the system into a product of Smart Automation Ltd. operating in Kuopio. The Smart-BUS system is a bus system launched in 2004. It is a product of a globally operating concern SmartHome Group. The system is based on a patented open protocol Smart-BUS bus.</p> <p>The objective was to perform the testing of the Smart-BUS system and to develop controlling applications for technical systems generally used in residential properties in Finland by using the demo hardware. For defining the demo hardware, the purpose was investigate the home automation systems used in Finland by researching their functions, targets of use and markets related to them. Also the Smart-BUS system and its hardware and applications was to studied.</p> <p>The research of the Smart-BUS system and home automation systems used in Finland was performed by using online newspapers, manufacturers' websites and documents published by the manufacturers as a source of information together with the knowledge of the personnel of Smart Automation Ltd. The markets related to home automation systems in Finland were also researched by the same methods. The demo hardware was designed and build based on observations made in the research process. A programming of the demo hardware was performed with Smart Cloud software intended for the programming of the Smart-BUS system.</p> <p>As a result of this thesis a demo hardware using Smart-BUS appliances was created for Smart Automation Ltd. The pre-planned control applications to control technical systems of residential properties were implemented and tested with the demo. The demo hardware can also be used as a test platform for the Smart-BUS system in the future. Also applications of smart home systems used in Finland and services provided with them were clarified. The applications and services related to the Smart-BUS system and which will be offered for customers can be decided based on the researching and testing.</p>			
Keywords home automation, Smart-BUS system, programming			
Confidentiality Public			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	6
2	TALOAUTOMAATIO.....	7
2.1	Yleistietoa taloautomaatiojärjestelmistä.....	7
2.2	Taloautomaatiojärjestelmät Suomessa	7
2.3	Markkinatilanne	8
3	SMART-BUS-JÄRJESTELMÄ.....	10
3.1	Yleistietoa Smart-BUS-järjestelmästä.....	10
3.2	Väylä.....	10
3.3	Laitteisto	11
3.3.1	Kommunikointimoduuli	11
3.3.2	Ohjainyksiköt.....	12
3.3.3	Käyttöpaneelit.....	15
3.3.4	Anturit, ilmaisimet ja mittarit.....	17
3.3.5	Prosessinhallinta moduulit	18
3.3.6	Integrointi moduulit	18
3.3.7	Energiamittaus.....	18
3.3.8	Muut laitteet	18
3.4	Käyttökohteet.....	19
3.4.1	Valaistus.....	19
3.4.2	Lämmitys ja jäähdytys.....	20
3.4.3	Ilmanvaihto	20
3.4.4	Turvallisuus	21
3.4.5	Multimedia.....	21
3.4.6	Integrointi muihin järjestelmiin	21
4	SMART-BUS-DEMOLAITTEISTO	23
4.1	Taloautomaatiojärjestelmän tarpeet Suomessa	23
4.1.1	Valaistuksen ohjauksen tarpeet.....	23
4.1.2	Lämmityksen ja jäähdytyksen ohjauksen tarpeet.....	24
4.1.3	Ilmanvaihdon ohjauksen tarpeet	25
4.1.4	Smart-BUS-järjestelmän mahdollisuudet	25
4.1.5	Toteutettavan laitteiston määrittely	26

4.2	Demolaitteiston rakentaminen	30
4.3	Laitteiden määrittäminen väylään.....	31
4.4	Järjestelmän ohjelmointi.....	32
4.4.1	Valaistustoimintojen ohjelmointi.....	33
4.4.2	Lämmityksen ohjauksen ohjelmointi	35
4.4.3	Ilmanvaihdon ohjauksen ohjelmointi	36
4.4.4	Infrapunaohjauksien ohjelmointi	37
4.4.5	Langatonväylä	37
4.4.6	Mobiilisovelluksen ohjelmointi	38
4.5	Päätelmät Smart-BUS-demolaitteistosta.....	40
5	YHTEENVETO.....	42
	LÄHTEET	43
	LIITE 1: DDP-KÄYTTÖPANEELIN FLOOR HEATING OHJELMOINTISIVU	50
	LIITE 2: ZONE BEAST 23 MONITOIMIOHJAIMEN HVAC-OHJELMOINTISIVU	51
	LIITE 3: DDP-KÄYTTÖPANEELIN AIR CONDITIONING OHJELMOINTISIVU.....	52

1 JOHDANTO

Taloautomaatiojärjestelmien käyttö yleistyy Suomessa jatkuvasti. Taloautomaatiojärjestelmiä käytetään ohjaamaan rakennusten teknisiä järjestelmiä perinteisiä ohjaustapoja tarkemmin muun muassa automaattisten ja monipuolisempien ohjauksien avulla. Tarkemmalla ja monipuolisemmalla järjestelmien hallinnalla saavutetaan energiansäästöjä ja parempi asumismukavuus. Myös turvallisuutta saadaan parannettua erilaisten turva- ja hälytystoimintojen avulla. (EIProCus 2015; Emerson 2017; Bits & Bytes 2013.)

Tämä opinnäytetyö käsittelee SmartHome-konsernin Smart-BUS-taloautomaatiojärjestelmän testaamista tähän tarkoitukseen suunnitellulla demolaitteistolla. Järjestelmän testaamisen tarkoituksena on suorittaa pohjatyötä järjestelmän tuotteistamiseksi yrityksen käyttöön. Työn tilaaja on Smart Automation Oy, joka on vuodesta 2012 alkaen Kuopiossa toiminut kiinteistöjen automaatiojärjestelmiin ja energiatehokkuuteen erikoistunut yritys.

Työssä tarkastellaan Suomessa käytettäviä muiden valmistajien taloautomaatiojärjestelmiä sekä näihin liittyviä markkinoita. Eri taloautomaatiojärjestelmien mahdollisuuksia ja näillä toteutettavia sovelluksia ja ohjaustoimintoja tutkitaan valmistajien tarjoamien tietojen pohjalta. Lisäksi työssä perehdytään Smart-BUS-järjestelmän laitteistoon ja sillä toteutettavissa oleviin toimintoihin.

Tehtyjen havaintojen perusteella määritettiin Suomessa esiintyviä taloautomaatiojärjestelmältä vaadittuja tarpeita, joiden perusteella päätettiin demolaitteistolla toteutettavat eri teknisille järjestelmille toteutettavat ohjaustoiminnot. Määrittelyn pohjalta suunniteltiin demolaitteistoon tarvitta Smart-BUS-järjestelmän laitteisto. Demolaitteisto rakennettiin alumiiniseen salkkuun, jotta laitteisto siirrettävissä.

Demolaitteisto ohjelmoitiin Smart-BUS-järjestelmän ohjelmointiin tarkoitettulla Smart Cloud -ohjelmistolla. Laitteistolla toteutettiin suunnitellut teknisten järjestelmien ohjaukset sekä testattiin Smart-BUS-järjestelmän erilaisia hallinta- ja automatisointi mahdollisuuksia. Tuloksien perusteella Smart-BUS-järjestelmän tuotteistamista voidaan alkaa suunnitella ja toteuttaa järjestelmän saattamiseksi Smart Automation Oy:n tuotteeksi.

2 TALOAUTOMAATIO

2.1 Yleistietoa taloautomaatiojärjestelmistä

Taloautomaatiojärjestelmiä käytetään rakennusten teknisten järjestelmien, kuten valaistuksen, lämmityksen ja ilmanvaihdon, hallintaan. Taloautomaatiojärjestelmän avulla teknisten järjestelmien hallinnasta saadaan tehokkaampaa verrattuna perinteisiin ohjausmenetelmiin, kuten järjestelmien hallinnan tullessa mahdolliseksi yhtenä kokonaisuutena sekä ohjaustoimintoja automatisoimalla sekä monipuolistamalla. Teknisten järjestelmien tehokkaamman hallinnan ansiosta järjestelmien energiankulutusta saadaan pienennettyä ja asuinmukavuutta lisättyä. Erilaisten turvatoimintojen avulla saadaan lisättyä rakennuksen ja laitteiden turvallisuutta. (EIProCus 2015; Emerson 2017; Bits & Bytes 2013.)

Taloautomaatiojärjestelmä voi perustua erityyppisiin teknologioihin, kuten väylätekniikkaan, ohjelmoitavaan logiikkaohjaimeen (PLC) tai IoT-laitteisiin. Väylätekniikkaan perustuvissa järjestelmissä järjestelmän äly ja ohjaustoimintojen hallinta on hajautettu järjestelmän eri laitteisiin. Laitteet kytketään järjestelmän väylään, jonka kautta laitteet kommunikoivat keskenään. PLC-ohjaimeen perustuvissa järjestelmissä äly- ja ohjaustoimintojen hallinta on keskitetty PLC-ohjaimeen ja tähän liitettävii I/O-kortteihin. IoT-laitteisiin perustuvissa järjestelmissä äly on sisällytettyä itse laitteisiin, kuten lamppuun. Lyhenne IoT tulee sanoista Internet of Things eli tavaroiden internet. IoT-laitteita hallitaan langattomasti langattomien verkkojen yli. (KNX (a) 2016, 4; Beckhoff 2017; Arrow ECS 2015.)

2.2 Taloautomaatiojärjestelmät Suomessa

Suomessa käytettäviä taloautomaatiojärjestelmiä ovat muun muassa monet KNX-standardiin perustuvat väyläjärjestelmät sekä Beckhoff, EKE ja Cozify. KNX-standardin mukaiset järjestelmät perustuvat järjestelmässä käytettävään KNX-väylään, johon kaikki taloautomaatiojärjestelmän laitteet kytketään. Äly on järjestelmässä hajautettu eri toimilaitteille. Laitteiden ohjaus toteutetaan väylässä digitaalisesti siirrettävän datan perusteella. KNX standardin mukaisia laitteistoja valmistavat muun muassa ABB, Ensto, Gira, Zennio ja Berker. (Beckhoff (a) 2017; EKE (a) 2017; Cozify (a) 2017; ABB (a) 2017; Ensto 2017; Gira 2017; Zennio 2017; Berker 2017.)

Beckhoff on maailmanlaajuinen PLC-ohjaukseen perustuvia automaatiojärjestelmiä toteuttava yritys. Beckhoffin taloautomaatiojärjestelmä perustuu teollisuustason PLC (Programmable Logic Controller) -ohjaimeen. Järjestelmässä ei käytetä väylää, vaan laitteiden ohjaus toteutetaan PLC-ohjaimeen liitettävien toimilaiteterminaalien ja näihin liitettävien laitteiden sekä esimerkiksi USB- tai DVI-liitännällä kytkettävien kosketusnäyttöjen avulla. (Beckhoff (a) 2017.)

Smarthome by EKE-taloautomaatiojärjestelmä on EKE Yhtiöiden kehittämä suomalainen taloautomaation kokonaisratkaisu. Järjestelmä on vastaavanlainen kuin Beckhoffin järjestelmä, eli se perus-

tuu keskusyksiköllä toteuttavaan ohjaukseen. Erona on, että järjestelmässä ei käytetä kosketusnäyttöjä, vaan järjestelmän näytön antamaa informaatiota vaativien toimintojen suorittaminen tehdään selainkäyttöliittymän kautta. (EKE (b) 2017.)

Cozify-järjestelmä perustuu IoT-laitteisiin, joita hallitaan järjestelmän keskusyksikön kautta langattomalla ohjauksella esimerkiksi mobiilisovelluksen tai kytkimien kautta. Järjestelmällä ohjataan eri laitevalmistajien IoT-laitteita tai järjestelmän omia laitteita, joihin lukeutuu myös sähkökeskukseen asennettavia rele- ja himmenninohjaimia. Tällaisia järjestelmiä on muitakin, kuten iRidium, joka tukee IoT-laitteiden lisäksi myös taloautomaatiojärjestelmien laitteita. Cozify-järjestelmän käyttäjä voi itse ottaa käyttöön hankkimalla järjestelmän keskusyksikön ja järjestelmän tukemia IoT-laitteita, kuten valaisimia, liiketunnistimia ja ohjattavia pistorasioita. Toimintojen ohjelmoimisen käyttäjä voi itse suorittaa Cozifyn ohjelmiston avulla. Sähkökeskukseen asennettavien ohjaimien asentamiseen vaaditaan sähköalan ammattilainen. (Cozify (a) 2017.)

2.3 Markkinatilanne

Taloautomaatiojärjestelmien kysyntä kasvaa jatkuvasti järjestelmien hintojen laskiessa, toimintojen lisääntyessä ja käytettävyyden parantuessa. Järjestelmien tuomat energiansäästömahdollisuudet ja ympäristöystävällisyys kiinnostavat monia kuluttajia. Myös älypuhelimien nopea kehittyminen viime vuosina on vaikuttanut taloautomaatiojärjestelmiin ja niiden kysyntään esimerkiksi etähallintatoimintojen monipuolistuessa. Tällä hetkellä Suomessa taloautomaatiojärjestelmiä asennetaan enimmäkseen omakotitaloihin, mutta kiinnostus taloautomaatiojärjestelmien käyttämisestä myös rivi- ja kerrostaloissa lisääntyy jatkuvasti. Järjestelmien yleistyminen näissä tulee kasvattamaan markkinoita edelleen. (Suomen kiinteistölehti 2016; ABB (b) 2017; EKE (c) 2017; EKE (d) 2017.)

Taloautomaatiojärjestelmien asennus rakennukseen suoritetaan tyypillisesti rakennuksen rakentamisen tai saneerauksen yhteydessä, mutta väyläjärjestelmiä pystytään nykyään asentamaan rakennuksiin myös ilman suurempaa saneerausta langattomien toimilaitteiden avulla. Keskusyksikköä hyödyntävissä järjestelmissä tämä onnistuu, jos ne tukevat esimerkiksi langattomia EnOcean-tuotteita. IoT-laitteita hyödyntävissä järjestelmissä ohjaukset toteutetaan jo valmiiksi langattomasti. Tämä kasvattaa taloautomaatiojärjestelmien markkinaa. (EnOcean Alliance 2017.)

KNX-standardin mukaisia tuotteita on tarjolla monilla eri valmistajilla ja monet sähkösuunnittelutoimistot ja sähköurakointiyrietykset toimittavat KNX-standardin mukaisia taloautomaatiojärjestelmiä. Eri laitteistotoimittajilla on siis tyypillisesti omat yhteistyökumppaninsa järjestelmien suunnitteluun ja asennukseen. KNX Finland Ry järjestää KNX-järjestelmiin liittyviä koulutuksia ja kursseja. Näistä saatavalla KNX-sertifikaatilla pyritään varmistamaan toimijoiden ammattitaitoisuutta. (KNX (b) 2017.) Markkinoilla toimii myös Taloautomaatio.fi, joka toimittaa kokonaisvaltaisia KNX-järjestelmien suunnittelu- ja toteutusprosesseja yhteistyökumppaneita ja useiden eri laitevalmistajien tuotteita hyödyntäen. (Taloautomaatio.fi 2017.)

Beckhoffilla on oma keskusyksikköön ja omaan käyttöjärjestelmäänsä perustuva järjestelmä. Beckhoff toimittaa taloautomaatiojärjestelmiä omien yhteistyökumppaniensa kautta. Yhteistyökumppanit koulutetaan Beckhoffin toimesta järjestelmään liittyvän ammattitaidon lisäämiseksi. (Beckhoff (b) 2017.) EKE:n organisaation toiminta on vastaavanlainen kuin Beckhoffilla. EKE tarjoaa sähkö- ja automaatiosuunnittelun lisäksi myös LVI-suunnittelua. (EKE (e) 2017.)

Cozify-järjestelmä eroaa muista siinä, että käyttäjä voi ottaa sen itsenäisesti käyttöön ja myös laajentaa sitä itse järjestelmän kanssa yhteensopivien IoT-laitteiden avulla. Järjestelmä voidaan myös ottaa helposti käyttöön jo olemassa olevaan rakennukseen. Nämä edesauttavat järjestelmän myymistä kuluttajille. Cozify-järjestelmällä ei kuitenkaan pystytä toteuttamaan yhtä monipuolista taloautomaatiojärjestelmää kuin muiden valmistajien järjestelmillä esimerkiksi ilmanvaihdon ja lämmityksen ohjauksen osalta. Järjestelmien toimintoja rajoittaa myös se, että vain yhteensopivien laitevalmistajien laitteita voidaan käyttää. Järjestelmässä käytettävät IoT-laitteet ovat hinnaltaan perinteisiä laitteita huomattavasti kalliimpia ja kokonaisvaltaisen IoT-laitteita hyödyntävän järjestelmän hinta voi nousta korkeaksi. Cozify ei tarjoa asennuspalveluita esimerkiksi sähköasennuspalvelua vaativille rele- ja himmenninyksiköille. (Cozify (a) 2017; Cozify (b) 2017.)

Markkinoilla olevilla järjestelmillä, poislukien IoT-laitteisiin perustuvat järjestelmät, pystytään pääsääntöisesti ohjaamaan rakennuksien kaikkia teknisiä järjestelmiä, kuten valaistusta, lämmitystä, jäähdytystä ja ilmanvaihtoa. IoT-laitteisiin perustuvan järjestelmän mahdollisuudet riippuvat keskusyksikön ohjelmointimahdollisuuksista ja järjestelmän tukemista laitteista. Mahdollisuudet ovat kuitenkin pitkälti samat eri järjestelmien välillä. Hyvän asiakasrajapinnan luominen on näin ollen tärkeää taloautomaatiomarkkinoilla menestymiseksi. Taloautomaatiojärjestelmiin toimitukseen liittyy useilla toimijoilla myös erilaisia suunnittelupalveluita, koska järjestelmillä monesti hallitaan talon kaikkia teknisiä järjestelmiä. Tällä pyritään takaamaan mahdollisimman hyvä toimivuus automaatiojärjestelmän ja eri laitteiden välillä.

3 SMART-BUS-JÄRJESTELMÄ

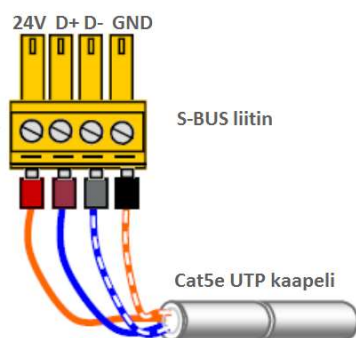
3.1 Yleistietoa Smart-BUS-järjestelmästä

Smart-BUS on väyläjärjestelmä SmartHome Group Inc.-konsernin tuote, joka käyttää patentoitua Smart-BUS-väyläprotokollaa. SmartHome Group on perustettu Yhdysvalloissa vuonna 1986 ja nykyisin se koostuu neljästä eri yrityksestä ja yrityskokonaisuudesta: Smart Labs Inc, Smart Soft Inc, Smart Industry Inc ja Smart Solutions Inc. (Smart-BUS (a) 2011.)

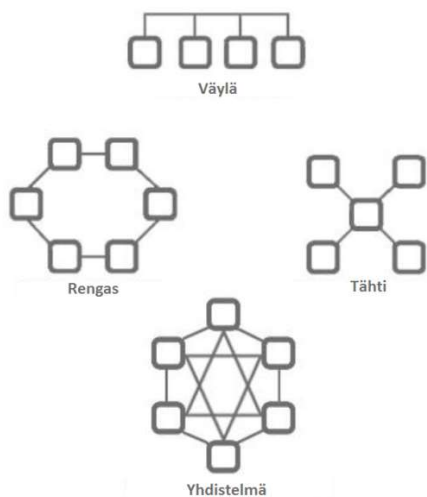
Smart-BUS on suunniteltu pääasiassa taloautomaatiota varten. Järjestelmästä käytetään myös nimiä SmartHome-BUS tai Smart-BUS. Smart-BUS-järjestelmän kehitys on alkanut vuonna 2004 ja nykyisiä järjestelmän 4. sukupolven Smart-BUS G4 tuotteita alettiin julkaista vuonna 2012. Smart-BUS-protokolla on täysin avoin protokolla. Avoimen protokollan ansiosta eri toimijat voivat kehittää tuotteita, jotka ovat yhteensopivia Smart-BUS-järjestelmän kanssa. (Smart-BUS (b) 2011.)

3.2 Väylä

Smart-BUS-järjestelmä perustuu digitaalista tiedonsiirtoa hyödyntävään väylään. Smart-BUS-järjestelmän väylä käyttää 64-bittistä kaksisuuntaista tiedonsiirtoa. Väyläkaapelina käytetään 4-johtimista suojaamatonta parikaapelia, kuten CAT5e-kaapelia. Tässä yksi pari on käyttäjännitteelle ja toinen pari väylän datasiirrolle. Kaapeli liitetään laitteisiin 4-napaisella naaras PCB-riviliittimellä (Kuva 1). Yhtein väylälinjaan voidaan liittää maksimissaan 250 laitetta ja linjan maksimipituus on 1200 metriä. Linjoja voidaan yhdistää toisiinsa verkkosiltamoduulien avulla siten, että samaan verkkoon voidaan liittää yhteensä 65 280 laitetta. Väylän topologia on täysin vapaa. Laitteet voidaan siis kytkeä väylään väylä-, tähti- sekä rengasverkoksi tai vapaasti näiden yhdistelmäksi (Kuva 2). Väylän nimellisjännite on 24 VDC, mutta järjestelmän laitteiden käyttäjännitteeksi käy 8–32 V. Laitteiden virrankulutus on 20–32 mA:a. Jokaisella väylään kytketyllä laitteella on oma osoitteensa, joka koostuu aliverkon ja laitteen ID-osoitteista. (Smart-BUS (b) 2011.)



KUVA 1. Smart-BUS-väylä käyttää Cat5e-kaapelin kahta paria. Yhtä paria käytetään väylän syöttöjännitteelle (+24V ja GND) ja toista paria väylän datan siirtoon (D+ ja D-). (SmartHome BUS n.d., 11.)



KUVA 2. Smart-BUS-järjestelmässä käytettävät verkkotopologiat (SmartHome BUS n.d., 6).

Smart-BUS-väylä voidaan tarvittaessa muuttaa myös langattomaksi S-wave wireless bridge-moduulin avulla. S-wave-moduuli käyttää datansiirtoon 433 MHz:n taajuista RF-verkkoa. S-wave-verkon kantama on olosuhteista riippuen 100–1000 metriä. S-wave-moduulien avulla voidaan koko järjestelmä toteuttaa langattomasti tai eri Smart-BUS-verkon osia voidaan liittää toisiinsa langattomasti. Jokaisessa verkon eri osassa on oltava S-wave-moduuli. Langaton väylä monipuolistaa Smart-BUS-järjestelmän käyttömahdollisuuksia. Väylän eri osia voidaan yhdistää esimerkiksi rakennuksen eri kerrosten välillä, jos kaapelointi on vaikeaa toteuttaa. Myös eri rakennuksissa sijaitsevia järjestelmiä voidaan yhdistää toisiinsa ilman kaapelointia. Lisäksi langatonväylä helpottaa saneerausasennuksia, kun kaikkia verkon osia ei tarvitse yhdistää toisiinsa kaapelilla. (Smart Home Group 2015.)

3.3 Laitteisto

Smart-BUS G4-järjestelmän kaikki laitteet liitetään samaan väylään, jonka kautta data siirtyy laitteesta toiseen. Järjestelmän laitteisto on erittäin laaja ja järjestelmää voidaan käyttää muun muassa asuin- ja toimistokiinteistöissä, hotelleissa ja sairaaloissa. Tässä kappaleessa on esitelty asuin- ja toimistokiinteistöissä käytettävää laitteistoa.

3.3.1 Kommunikointimoduuli

Smart-BUS-järjestelmään saadaan PC/IP-liityntä SB-RSIP-DN-moduulilla. Moduulissa on RJ45-verkkokaapeliliitäntä, jonka kautta Smart-BUS-järjestelmän ja tietokoneen välille saadaan muodostettua yhteys verkkokaapelilla. Tämä yhteys tarvitaan järjestelmän ohjelmointia varten. Moduuli voidaan yhdistää reitittimen kautta tietoliikenneverkkoon, jolloin Smart-BUS-järjestelmä on hallittavissa lähitai etäyhteydellä dynaamisen DNS-osoitteen kautta. Moduulissa on myös RS-232- ja RS-485-sarjaliikenneportit, joiden kautta Smart-BUS-järjestelmä voi kommunikoida RS-232- ja RS-485-sarjaliikenneprotokollia käyttävien järjestelmien kanssa. (Smart Group (a) 2011.)



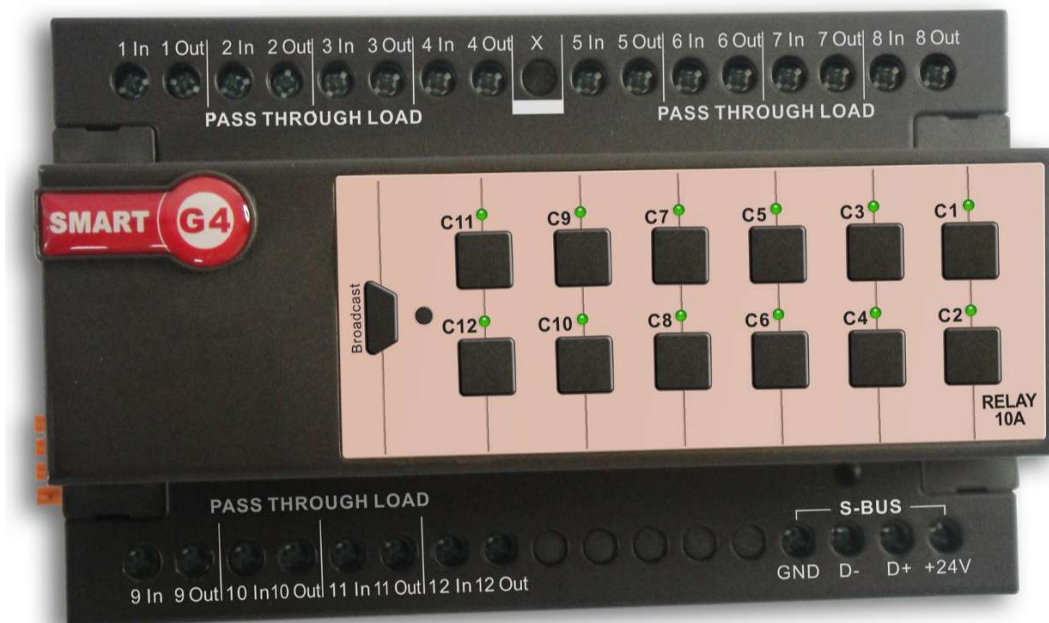
KUVA 3. SB-RSIP-DN-moduuli (Smart Group (ä) 2016, 48.)

3.3.2 Ohjainyksiköt

Ohjausyksiköillä tarkoitetaan erilaisia releitä, himmentimiä, moottorihjaimia ja 0–10 V ohjaimia. Smart-bus G4-järjestelmään on saatavilla laajalla skaalalla erilaisia ohjainyksiköitä. Ohjainyksiköillä toteutetaan varsinaiset eri laitteistoille toteutettavat ohjaustoiminnot, kuten valojen ohjaus päälle ja pois tai lämmitysjärjestelmän venttiilien ohjaaminen auki ja kiinni. Tyypillisesti ohjainyksiköt sijoitetaan sähkökeskukseen, mutta tarvittaessa ohjaimia voidaan myös sijoittaa muualle esimerkiksi ohjattavan laitteen läheisyyteen. Smart-bus G4-järjestelmä sisältää myös pienikokoisia miniohjainyksiköitä, joita voidaan sijoittaa esimerkiksi kojerasiaan.

3.3.2.1 Releohjaimet

Releohjaimia käytetään päälle/pois -ohjauksien toteuttamiseen. Smart-BUS G4-järjestelmä sisältää useita erilaisia releohjaimia. Releitä on eri virta-arvoille kahdesta ampeerista 20 ampeeriin ja eri virta-arvon releitä on saatavissa erikokoisissa kokonaisuuksissa neljä relettä sisältävistä ohjaimista jopa 28 relettä sisältäviin ohjaimiin. Pienen virta-arvon releitä sisältäviä ohjaimia on saatavissa minimalleina, joita voidaan sijoittaa esimerkiksi kojerasiaan. Osa releohjaimista sisältää potentiaalivapaitakoskettimia, joita voidaan käyttää esimerkiksi painiketoimintojen tunnistamiseen. (Smart Group (b) 2015.)



KUVA 4. 12 kanavainen 10 A releohjain (Smart Group (ä) 2016, 25).

3.3.2.2 Himmenninohjaimet

Smart-bus G4-järjestelmässä on useita erilaisia himmenninohjaimia. Himmenninohjaimet on tarkoitettu lähinnä valaistusohjaukseen. 0–10 V-ohjaimia voidaan käyttää valaistuksen lisäksi muiden laitteiden 0–10 V-ohjaussignaalien antamiseen. Resistiiviselle kuormalle, kuten hehkulampuille, tarkoitettuja TRIAC/leading edge-himmentimiä on 2-, 4-, 6- ja 8-kanavaisina malleina. Käytettäessä yhdessä "LED Flicker Supressor"-moduulin kanssa näitä himmentimiä on mahdollista käyttää myös joidenkin led-valojen himmentämiseen. (Smart Group (c) 2015.)

0–10 V himmentimiä on saatavana 1- ja 6-kanavaisena mallina. Näitä voidaan käyttää esimerkiksi 0–10 V-ohjattavien valaisinohjaimien tai venttiilien ohjaamiseen. 0–10 V-valaisinohjaimia on saatavana laajasti eri valaisinvalmistajilta useille eri valonlähteille. (Smart Group (c) 2015.)

Led-valojen ohjaamiseen järjestelmässä on tällä hetkellä yksi led-himmenninohjain. Himmennin on tarkoitettu "constant voltage"-led-valojen ohjaamiseen eli lähinnä led-nauhoille. Muun tyyppisten led-valaisimien himmentäminen on helpointa toteuttaa DMX-yhteensopivien led-ohjaimien avulla. (Smart Group (d) 2015.)



KUVA 5. 8-kanavainen himmenninohjain (Smart Group (ä) 2016, 24).

3.3.2.3 Yhdistelmäohjaimet

Järjestelmä sisältää ohjaimia, joissa on yhdistetty rele-, himmennin- ja verho-ohjaimia sekä erilaisia toimintoja. Näitä ovat esimerkiksi potentiaalivapaat koskettimet, joiden jännitetiedon perusteella voidaan ohjata ohjaimen releitä. Yhdistelmäohjaimia on saatavissa useita erilaisia jopa 28 relettä ja himmennintä sisältäviin malleihin. (Smart Group (e) 2015.)



KUVA 6- MIX24-yhdistelmäohjain, jossa on 20 relettä ja neljä himmennintä (Smart Group (ä) 2016, 26).

3.3.2.4 Moottoriohjaimet

Järjestelmässä on viisi erikokoista moottoriohjainyksikköä 4–12 erillisellä ohjauksella. Ohjaimissa on lisäksi potentiaalivapaitakoskettimia esimerkiksi kytkin tietojen liittämiseksi ohjaimiin. Ohjaimia voidaan käyttää myös erillisenä laitteistona. Moottoriohjaimia on myös integroituna esimerkiksi Zone Beast 23 -monitoimiohjaimen. (Smart Group (f) 2015.)

3.3.2.5 Miniohjaimet

Smart-BUS-järjestelmä sisältää myös pienikokoisia Trail Click-miniohjaimia, jotka voidaan asentaa koje- tai jakorasian sisään. Näitä on saatavissa 2–3 releen tai 1–2 releen ja himmentimen sisältävinä malleina. Releiden virran kesto on 12–36 VDC-jännitteellä 6 A:a ja 230 Vac-jännitteellä 5A. Himmentimien käyttöjännite on 80–230 Vac ja virrankesto 1A. Osassa miniohjaimia on myös jännitevapaita koskettimia. Myös yhdellä 0–10 V-ohjaimella varustettu miniohjain on saatavissa.

Miniohjaimia voidaan käyttää hajauttamaan järjestelmän ohjaimia eripuolille järjestelmää esimerkiksi kaapeloinnin vähentämiseksi. Miniohjaimet ovat yhdistettävissä langattoman väylän muodostavaan S-Wave-moduuliin. Tämä mahdollistaa miniohjaimien käytön saneerausasennuksissa ilman kaapelointia. Miniohjaimien avulla Smart-BUS-järjestelmä on mahdollista toteuttaa perinteisellä sähkökaapeloinnilla. (Smart Group (g) 2015.)



KUVA 7. Kolme relettä sisältävä miniohjain (Smart Group (ä) 2016, 25).

3.3.3 Käyttöpaneelit

Smart-BUS-järjestelmään on saatavissa kymmeniä erilaisia väylään kytkettäviä käyttöpaneeleita, joita käytetään eri ohjaustarpeisiin. Lisäksi järjestelmässä voidaan tavallisia painikeohjaimia yksinkertaisten päälle/pois-ohjauksien suorittamiseen. Monista näytön sisältävistä käyttöpaneelimalleista on mahdollista hallita järjestelmän kaikki eri toiminnot. (Smart Group (h) 2015.)

3.3.3.1 Painike- ja kosketuspainikepaneelit

Painike- ja kosketuspainikepaneeleita on saatavissa 1–15 painikkeisina mallista riippuen. Näitä paneeleita voidaan käyttää kaikkien ohjauksien toteuttamiseen, mihin ei tarvita näytön antamaa informaatiota. Tällaisia ovat esimerkiksi valaistus- ja verho-ohjaukset. (Smart Group (h) 2015.)

Järjestelmään kuuluu myös tavallisia painikekytkimiä, joita ei kytketä väylään vaan kytkimen asento-tieto luetaan potentiaalivapaan koskettimen avulla. Näitä voidaan käyttää päälle/pois-ohjauksella toteutettavien toimintojen ohjaamiseen. Nämä kytkimet ovat halvempia ja näitä voidaan käyttää kustannusten pienentämiseksi tai jos monipuolisia ohjaustoimintoja ei tarvitse suorittaa kytkimen sijainnista. Tällaisena voidaan pitää esimerkiksi vessan kytkintä. Painikekytkimenä voidaan käyttää myös muiden valmistajien painikekytkimiä. (Smart Group (h) 2015.)



KUVA 8. 10-painikkeinen painikepaneeli (Smart Group (ä) 2016, 34).

3.3.3.2 Näytölliset painike- ja kosketuspainikepaneelit

Näytöllisiä painike- ja kosketuspainikeohjaimia järjestelmässä on noin 10 erilaista mallia. Ohjaimien näytöt ovat pieniresoluutioisia kaksi- tai monivärisiä LCD-näyttöjä. Näillä ohjaimilla voidaan toteuttaa lähes kaikki järjestelmän ohjaustoiminnot. Painikeohjaimiin verrattuna näiden etuna on näytön antama informaatio, mikä mahdollistaa esimerkiksi lämpötilan säätämiseen. Kaikissa näytöllisissä ohjaimissa onkin sisäänrakennettu termostaatti lämpötilan ohjaamista varten. Lisäksi ohjaimissa on mallista riippuen myös muita antureita, kuten infrapunavastaanotin, valoisuusanturi, liiketunnistin ja mikrofoni. Näitä hyödynnetään erilaisten ohjauksien toteuttamiseksi. (Smart Group (h) 2015.)



KUVA 9. Demolaitteistossa käytetty näytöllinen painikepaneeli SB-DDP-EU (Smart Group (ä) 2016, 33).

3.3.3.3 Kosketusnäyttöpaneelit

Kosketusnäyttöpaneeleita järjestelmässä on kolmea eri tyyppiä. Näiden lisäksi kosketusnäyttöohjaimena voidaan käyttää iOS- tai Android-käyttöjärjestelmällä toimivaa tablettia. Kosketusnäyttöohjaimella erilaisia ohjaustoimintoja saadaan suoritettua kaikista monipuolisimmin korkeamman resoluution omaavan kosketusnäytön ansiosta. Näyttö tarjoaa enemmän informaatiota ja painikkeiden määrä ei rajoita ohjaustoimintojen suorittamista. Myös näissä ohjaimissa, tabletti pois lukien, on erilaisia antureita monipuolisten ohjaustoimintojen mahdollistamiseksi. (Smart Group (h) 2015.)



KUVA 10. SB-CTP-UN kosketusnäyttöpaneeli (Smart Group (ä) 2016, 30).

3.3.3.4 Muut käyttöpaneelit

Muita käyttöpaneeleita järjestelmässä ovat muun muassa erilaiset numeronäppäimistöt, joita käytetään esimerkiksi ovikoodien syöttämiseen, sekä ovikellopainikkeet (Smart Group (h) 2015.)

3.3.4 Anturit, ilmaisimet ja mittarit

Järjestelmään on saatavissa useita erilaisia antureita ja yhdistelmäantureita järjestelmän avulla hallittavien tilojen olosuhteiden mittaamiseksi ja ohjaussignaalien havaitsemiseksi. Näitä ovat muun muassa erilaiset liike- ja läsnäolotunnistimet, infrapunalähettimet ja -vastaanottimet sekä valoisuus- ja lämpötila-anturit. (Smart Group (i) 2015.)

Potentiaalivapaisiin koskettimiin kytkettäviä ilmaisimia järjestelmään on saatavissa muun muassa veden ja virtauksen ilmaisuun. Näiden lisäksi on magneettisia tunnistimia, joita voidaan käyttää esimerkiksi havaitsemaan onko ikkuna tai ovi auki vai kiinni. Myös muiden valmistajien ilmaisimia voidaan käyttää. (Smart Group (i) 2015.)

3.3.5 Prosessinhallinta moduulit

Kulunvalvonta ja turvallisuus -toimintoja varten Smart-BUS-järjestelmään on saatavissa Security/Safety-moduuli. Moduulin avulla järjestelmällä voidaan havaita esimerkiksi murto-, vesi- ja kaasuvuoto sekä toteuttaa kulunvalvonta. Eri vyöhykkeille voidaan asettaa eritasoinen valvonta. (Smart Group (j) 2012.)

Erlaisia automatisointitoimintoja voidaan toteuttaa Logic-moduulin avulla. Toimintojen määrittäminen moduuliin suoritetaan lohkokaavio-ohjelmointina. Moduuliin voidaan ohjelmoida 960 logiikkalinjaa. Ohjelmoinnin avulla järjestelmän valmiita toimintoja voidaan käyttää ja laajentaa monipuolisemmin. (Smart Group (k) 2011.)

3.3.6 Integrointi moduulit

Järjestelmään on saatavissa useita integrointimoduuleita, joilla mahdollistetaan ulkopuolisten järjestelmien ohjaaminen ja näistä saatavan datan tuominen rajapinnan kautta Smart-BUS-järjestelmään. Näitä ovat muun muassa digitaalinen valaistuksenohjausväylä DALI, digitaalinen valaistuksenohjausprotokolla DMX512 sekä monet RS232- tai RS485-sarjaliikenneväyläprotokollia käyttävät järjestelmät, kuten MODBUS. (Dali 2017; Smart Group (l) 2015.)

3.3.7 Energiamittaus

Smart-BUS-järjestelmällä voidaan mitata sähkönkulutusta virtamuuntajamoduulin ja tähän liitettävien pihtimallisten virtamuuntajien avulla (Smart Group (d) 2015). Järjestelmässä on myös impulssimittausmoduuli, jonka avulla järjestelmään saadaan eri valmistajien impulssitoiminnolla varustettujen energiamittareiden mittaustiedot (Smart-Bus (c) 2011).

3.3.8 Muut laitteet

Smart-BUS-järjestelmään on saatavissa edellä mainittujen lisäksi laajasti muutakin laitteistoa erilaisen sovellutuksen toteuttamiseksi. Näitä asuinkiinteistöissä käytettäviä laitteita ovat muun muassa monihuoneäänentoiston mahdollistava ZAudio ja tähän liittyvät äänentoistolaitteet, kuten median streamaustoiminnot mobiililaitteista mahdollistava Z-Air, ovikamerat sekä sorminjälkitunnistimet, joita voidaan käyttää ovilukituksen hallinnassa. (Smart Group (m) 2011; Smart Group (n) 2015; Smart Group (o) 2015.)

3.4 Käyttökohteet

Smart-BUS-järjestelmän laitteistolla voidaan kattavasti toteuttaa rakennuksien tyyppillisten laitteistojen hallinta eritasoisesti riippuen käytettävän laitteiston laajuudesta. Toimintoja voidaan hallita erilaisten toimintatilojen, kuten "kotona", "poissa", "päivä" ja "yö", sekä tapahtuma- ja tunnelmaohjauksien mukaan.

3.4.1 Valaistus

Smart-BUS-järjestelmällä voidaan toteuttaa valaistuksen ohjausjärjestelmän omilla rele- ja himmenninmoduuleilla tai integroimalla järjestelmä DALI- tai DMX512-valaistusohjausprotokollaa käyttävään järjestelmään. (Smart Group (p) 2015.)

Järjestelmän omilla moduuleilla voidaan toteuttaa valaistuksen päälle/pois- sekä himmennysohjaus. Päälle/pois-ohjaus toteutetaan releohjaimien avulla. Releohjaimen tyyppi määräytyy valaistuskourman mukaan. Himmennysohjaus toteutetaan omalla ohjaimella. Käytettävän ohjaimen tyyppi riippuu siitä mitä valolähdettä ja millaista liitäntälaitetta käytetään. Järjestelmän himmenninohjaimet ovat "Leading edge"-himentimiä ja ne on tarkoitettu resistiiviselle kuormalle eli hehku- tai halogeenivaloille. Niitä voidaan käyttää myös 230 Vac-kytkettävien led-valojen kanssa yhdessä "LED Flicker Suppressor"-moduulin kanssa. Toiminnan varmistamiseksi led-valon ja himmentimen yhteensopivuus on hyvä testata. Tyypillinen ongelma yhteensopivuudessa on, että led-valon kuorma on liian pieni hehkulamputteille tarkoitetulle himmentimelle. Toisena vaihtoehtona himmennysohjaukseen voidaan käyttää 0–10 V-ohjaimia. Näitä käytetään tyypillisesti liitäntälaitteen vaativien valonlähteiden, kuten loiste- ja led-valojen kanssa. Liitäntälaitteen tulee 0–10 V-ohjattava. 12–24 VDC-kytkettävien led-valojen, kuten led-nauhojen, himmennykseen järjestelmässä on oma led-ohjain. Ohjaimella voidaan toteuttaa nelikanavainen led-valaistuksen ohjaus eli neljän eri värin (RGBW) ja näiden yhdistelmien ohjaus. (Smart Group (p) 2015.)

Valaistuksen ohjaus voidaan toteuttaa myös DALI- tai DMX512-protokollan mukaisella valaistuksella ja integroida järjestelmä Smart-BUS-järjestelmän kanssa tähän tarkoitettulla integrointimoduulilla. Tällöin Smart-BUS-järjestelmän ohjainpaneeleilla voidaan hallita käytetyn protokollan mukaisia valaisimien liitäntälaitteita. DALI on Suomessa yleisesti käytetty valaistuksenohjaus protokolla, ja useimmat valaisinvalmistajat tarjoavat tuotteensa myös DALI-yhteensopivilla liitäntälaitteilla. DMX-protokollan mukaisia järjestelmiä käytetään tyypillisesti näyttämövalaistuksessa ja vastaavissa sovellutuksissa. DMX-protokollan mukaisia valaistuksen ohjainlaitteita on kuitenkin saatavissa 12–36 VDC-led-valaisimille sekä 230 Vac-led-valaisimille triac-himmennyksellä. Molemmissa järjestelmissä valaisimien liitäntälaitteita ohjataan digitaalisesti. (Smart Group (p) 2015.)

Smart-BUS-järjestelmällä valaistus voidaan hallita ja ohjata monin eri tavoin. Valaistuksen päälle/pois- ja himmennysohjaus suoritetaan järjestelmän ohjainpaneeleista. Näistä ohjaus tapahtuu

tyypillisesti painikkeella, kosketuspainikkeella tai kosketusnäytöllä, mutta myös äänikomento käsittämällä on osalla ohjainpaneeleista mahdollista. Valaistus voidaan asettaa myös ohjautumaan muun muassa liikkeen, läsnäolon, huoneen valoisuustason tai järjestelmään määritetyn tapahtuman mukaan. (Smart Group (p) 2015.)

3.4.2 Lämmitys ja jäähdytys

Smart-BUS-järjestelmällä voidaan ohjata sähköisiä ja vesikiertoisia lämmitysjärjestelmiä. Lämmityksen ohjaus toteutetaan Smart-BUS-järjestelmässä ohjauspaneeleissa olevien termostaattien tai erillisten lämpötila-antureiden mukaan. Näiden perusteella ohjataan vesikiertoisen lämmitysjärjestelmän venttiileitä tai sähköisen lämmitysjärjestelmän lämmittimiä releohjauksella. Vesikiertoisessa lämmitysjärjestelmässä muu järjestelmän säätö tapahtuu lämmitysjärjestelmän omalla ohjauksella. Lämmitystä säädetään Smart-BUS-järjestelmän ohjauspaneeleista huonekohtaisesti tai keskitetysti tähän soveltuvasta paneelista. Lämpötilalle voidaan asettaa haluttu asetusarvo säätimeen ohjelmoidulle välille välillä 0–30 °C:a. Lämpötilan asetusarvoa voidaan myös kalibroida ± 8 °C:a. Tätä voidaan käyttää, jos termostaatin sisältävä ohjainpaneeli on muuta tilaa kylmemmässä tai lämpimämmässä paikassa. (Smart Group (p) 2015.)

Lämmitys voidaan asettaa ohjautumaan Smart-BUS-järjestelmään asetettujen läsnäolotilojen mukaan. Huonelämpötiloja voidaan muuttaa esimerkiksi paikalla olon, lyhyen ja pidempiaikaisen poistumisen mukaan. (Smart Group (p) 2015.)

Jäähdytysjärjestelmiä voidaan ohjata Smart-BUS-järjestelmän avulla analogisesti rele- ja venttiiliohjauksella laitteistoissa, joissa tämä on mahdollista Modbus-rajapinnan kautta tai infrapunalla käyttämällä Smart-BUS-järjestelmää jäähdytysjärjestelmän kaukosäätimenä. Ohjauspaneeleissa on valmiit toiminnot jäähdytyksen puhallusnopeuden ja lämpötilan asetusarvojen ja toimintatilan säädöille. Järjestelmä ohjaa jäähdytystä näille asetettujen arvojen mukaan. (Smart Group (p) 2015.)

Smart-BUS-järjestelmällä voidaan ohjata laitteistoja, joilla voidaan sekä lämmittää että jäähdyttää, kuten ilmalämpöpumppua. Näille on mahdollista valita toimintatilaksi lämmitys, jäähdytys tai automaattinen. Ohjaamalla esimerkiksi ilmalämpöpumppua järjestelmän avulla voidaan estää lämmitysjärjestelmän ja ilmalämpöpumpun ristiriitainen toiminta ilmalämpöpumpun automaattitilassa. Tästä esimerkkinä tilanne, jossa ilmalämpöpumppu alkaa talviaikaan jäähdyttämään huonetilaa, jos huonelämpötila on kohonnut ilmalämpöpumpulle annetun asetusarvon yli. (Smart Group (p) 2015.)

3.4.3 Ilmanvaihto

Ilmanvaihtoa voidaan Smart-BUS-järjestelmällä ohjata Modbus-rajapinnan kautta tai rele- ja analogisen 0–10 V-ohjauksen avulla ilmanvaihtokoneilla, joissa ulkopuolinen releohjaus on mahdollista. Näiden kautta voidaan ohjata ilmanvaihdon tehoa ja lämpötilaa. Muut ohjaukset, kuten lämmöntalteen-

oton ohjaus, tapahtuvat ilmanvaihtokoneen omalla ohjauksella. Ilmanvaihto voidaan määrittää ohjautumaan esimerkiksi läsnäolon tai järjestelmään määritettyjen paikallaolotilojen mukaan. (Smart Group (p) 2015.)

3.4.4 Turvallisuus

Kulunvalvonta ja vartiointitoimintoja varten Smart-BUS-järjestelmään on saatavissa Security/Safety-moduuli. Moduulilla pystytään hallitsemaan kahdeksaa osoitteellista vyöhykettä ja moduuleita yhdistämällä vyöhyke määrää voidaan nostaa 250 000 asti. Moduulin avulla järjestelmällä voidaan toteuttaa muun muassa murto- ja kulunvalvonta. Valvonnan tasoa voidaan vaihdella päivänajan tai paikallaolon mukaan. Hälytystoimintojen päälle/pois-kytkeminen voidaan toteuttaa muun muassa numerokoodilla, sormenjälkilukijalla tai käyttäjän valitseman läsnäolotilan mukaan. Järjestelmän omilla antureilla voidaan valvoa ovia, ikkunoita ja liikettä. Ovilukituksia voidaan hallita releohjattavan ovilukituksen avulla. Myös muiden valmistajien antureita, jotka antavat kärke tiedon, voidaan käyttää. (Smart Group (p) 2015; Smart Group (j) 2012.)

Smart-BUS-järjestelmällä voidaan toteuttaa monenlaisia turvallisuutta ja vahinkoja estäviä tunnistuksia joko Smart-BUS-järjestelmän omia tai toisen valmistajan tunnistimia käyttämällä, joista on niin sanottu kärke tieto saatavissa. Tällainen on esimerkiksi vesivuototunnistus, joka voidaan toteuttaa vedenvuototunnistimella. Hälytystiedon perusteella veden virtaus voidaan katkaista vuotoalueelta solenoidiventtiin avulla. Vesivuotohälytys voidaan yhdistää Security/Safety-moduulin. (Smart Group (p) 2015; Smart-Bus (d) 2011.)

Muina turvallisuutta edistävinä toimintoina voidaan toteuttaa muun muassa kodin sähkölaitteiden sähkösyötön katkaisu kotoa poistuttaessa. (Smart Group (q) 2013, 17.)

3.4.5 Multimedia

Smart-BUS-järjestelmään on saatavissa monihuoneäänentoisto ZAudio-laitteiston avulla. ZAudio-monihuoneäänentoistojärjestelmään pystytään määrittämään 1470 erillistä vyöhykettä äänentoistolle. Jokainen vyöhyke vaatii oman ZAudio-laitteen. Ääntä voidaan toistaa radion, muistikortin, linjasisääntulojen tai FTP-palvelimen kautta. Kaukosäädinohjattavia multimedialaitteita voidaan hallita Smart-BUS-järjestelmällä infrapunalähettimien avulla. Tätä varten järjestelmään syötetään ohjattavan laitteen infrapunasignaali laitteen kaukosäätimen ja Smart-BUS-järjestelmän IR-Learner-laitteen avulla. (Smart Group (m) 2011.)

3.4.6 Integrointi muihin järjestelmiin

Järjestelmään on saatavissa useita integrointi moduuleita, joilla mahdollistetaan muiden järjestelmien ohjaaminen ja näistä saatavan datan tuominen Smart-BUS-järjestelmään. Näitä ovat muun

muassa digitaalinen valaistuksenohjausväylä DALI, digitaalinen valaistuksenohjaus protokolla DMX512 sekä monet RS232- tai RS485-sarjaliikenneväyläprotokollia käyttävät järjestelmät, kuten MODBUS. (Dali 2017; Smart Group (I) 2015.)

4 SMART-BUS-DEMOLAITTEISTO

Smart-BUS-järjestelmän toiminnallisuuksia testattiin demolaitteiston avulla. Testattavat toiminnallisuudet määritettiin tutkimalla Suomessa esiintyviä taloautomaatiojärjestelmille tarpeellisia toimintoja sekä Smart-BUS-järjestelmän mahdollisuuksia.

4.1 Taloautomaatiojärjestelmän tarpeet Suomessa

Suomessa myytävissä taloautomaatiojärjestelmillä ohjataan tyypillisesti valaistusta, lämmitystä, ilmanvaihtoa ja jäähdytystä. Lisäksi järjestelmillä voidaan hallita muun muassa erilaisia moottoroituja verhoja, ovilukituksia, turvallisuustoimintoja ja energiakulutuksen seuranta.

4.1.1 Valaistuksen ohjauksen tarpeet

Valaistuksen ohjauksessa tarvitaan päälle/pois- sekä himmennysohjauksia. Päälle/pois-ohjauksien toteuttaminen on yksinkertaisesti toteutettavissa releohjauksella, mutta himmennysohjauksen toteutuksessa on huomioitava käytettävä valonlähde. Talojen valaistuksessa siirrytään käyttämään yhä enemmän led-valaistusta. Valaistuksenohjauksessa on tämän vuoksi tarpeellista pystyä toteuttamaan himmennysohjauksia useille erityyppisille led-valonlähteille. (Saavalainen, H. & Mansikka, O. 2014; Tekeville n.d.)

Led-valaistuksen himmennysohjauksessa on tarpeellista pystyä ohjaamaan 230 VAC sekä 12 ja 24 VDC kytkettäviä led-valonlähteitä. Syöttöjännitteen lisäksi käytettävä ohjaustapa himmennykselle riippuu led-valaisimen liitäntälaitteesta. 230 VAC liitettävissä led-valonlähteissä liitäntälaitte voi olla integroitu led-valaisimeen tai se voi olla irrallinen laite. Esimerkiksi led-lampuissa liitäntälaitte tai toisin sanoen led-valonlähteen vaatima elektroniikka on aina integroituna ja tämän tyypistä riippuu onko led-lamppu himmennettävä vai ei. Liitäntälaitteen ollessa integroituna valonlähteeseen on himmennysohjaus toteutettava säätämällä valonlähteen syöttöjännitettä. 230 VAC kytkettävät led-valonlähteet vaativat näille tarkoitettun himmenninohjaimen. Hehkulamput ja halogeenivaloilille tarkoitettut himmentimet eivät sellaisenaan tyypillisesti sovellu led-valonlähteille. Näille on kuitenkin olemassa erilaisia lisälaitteita, joiden avulla osaa led-valonlähteistä pystytään himmentämään. Erillisellä liitäntälaitteella varustettuja led-valonlähteitä voidaan himmentää edellä mainitulla tavalla. Tämän lisäksi on olemassa liitäntälaitteita, joiden himmennystä voidaan ohjata erilaisten ohjaussignaalien avulla, kuten analoginen 0–10 V ohjaus tai erilaiset digitaaliset ohjaukset, kuten DALI tai DMX. (LED Supply 2002; Härkönen 2015, 173.)

12 ja 24 VDC kytkettävien led-valonlähteiden himmentämiseen ei tyypillisesti käytetä erillistä himmennintä vaan himmennys toteutetaan ohjaamalla liitäntälaitetta ohjaussignaalin avulla, kuten analogisesti 0–10 V signaalilla, digitaalisesti esimerkiksi DALI, DMX tai välilyöntijärjestelmän välilyöntisignaaleilla tai radiosignaaleilla. 12 ja 24 VDC kytkettävistä led-valonlähteistä ovat muun muassa erilaiset led-

nauhat. Näissä himmennettäviä kanavia voi yhdessä valonlähteessä olla useampia. Led-nauha valaistuksessa voidaan käyttää erilaisia värejä RGB- tai RGBW-lednauhojen avulla tai valaistuksen väriämpötilaa voidaan hallita kahta erisävyistä led:ä sisältävän led-nauhan avulla. (LEDSupply 2002; Zvei & Zveh 2006, 128.)

4.1.2 Lämmityksen ja jäähdytyksen ohjauksen tarpeet

Lämmityksen ohjauksessa on huomioitava erilaiset lämmitysjärjestelmät. Taloautomaatiojärjestelmällä on pystyttävä ohjaamaan nestekiertoisten lämmitysjärjestelmien venttiilitoimilaitteita tai sähköisten lämmitysjärjestelmien sähkölämmittimiä.

Venttiilitoimilaitteita käytetään nestekiertoisten lämmitysjärjestelmien venttiilien ohjaamiseen esimerkiksi pattereissa tai lattialämmityspiireissä. Venttiilitoimilaitteet ovat tyypillisesti päälle/pois ohjattavia, jolloin ohjaus onnistuu releohjauksella. Myös asento-ohjattavia venttiilitoimilaitteita voidaan käyttää, jolloin ohjaus toteutetaan esimerkiksi analogisella 0–10 V ohjauksella. Venttiilitoimilaitteet ovat pienitehoisia, joten näiden ohjaukseen voidaan käyttää pienen virrankeston omaavia releitä. Venttiilitoimilaitteita voidaan ohjata huone- tai lattialämpötilan perusteella. Käytettävä ohjaustapa riippuu muun muassa lämmitysjärjestelmän tyypistä ja lattiamateriaaleista. Esimerkiksi lattialämmitysjärjestelmissä parkettilattian lämpötila ei saisi kohota yli 27 °:en ettei parketti vahingoitu. Tämän vuoksi säädössä on hyödyllistä käyttää lattialämpötilan mittausta. Lattialämmityksensäätö voidaan toteuttaa myös huonelämpötilan perusteella. Patterilämmitysjärjestelmässä lämpötilansäätö perustuu huonelämpötilan mittaukseen. (Kährs 2008, 6; EKE (g) 2017.)

Sähköisissä lämmitysjärjestelmissä lämpötilaa säädetään ohjaamalla taloautomaatiojärjestelmällä suoraan sähkölämmittimiä. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi releohjauksella. Ohjattaessa sähkölämmittimiä suoraan releohjauksella tarvitaan suuremman virrankeston omaava releohjain kuin venttiilitoimilaitteita ohjattaessa. Lämmittimenä voi toimia esimerkiksi sähköpatteri tai lattialämmitysvastus. Lämpötilan säätö voidaan toteuttaa huone- tai lattialämpötilaan perustuen. (Härkönen 2015, 28; EKE (g) 2017.)

Lämmityksen ja jäähdytyksen osalta on tarpeellista pystyä ohjaamaan erilaisia puhallintoimisia lämmitys- ja jäähdytyslaitteita, kuten ilmalämpöpumppuja, puhallinkonvektoreja ja jäähdytyspalkkeja. Laitteiden ohjaus voidaan toteuttaa laitteesta riippuen muun muassa ulkoisella analogisella rele- ja 0–10 V ohjauksella, sarjaliikenneprotokolla Modbusia hyödyntäen tai laiteelle voi olla saatavissa taloautomaatiojärjestelmän kanssa yhteensopiva ohjain. (Panasonic 2015, 6; Mitsubishi Electric 2015, 2.)

4.1.3 Ilmanvaihdon ohjauksen tarpeet

Ilmanvaihdon ohjaamiseksi taloautomaatiojärjestelmällä voidaan ohjata ilmanvaihtokoneen toimintoja ja esimerkiksi erilaisia ilmapinnan säätölaitteita. Ilmanvaihtokoneessa voidaan ohjata esimerkiksi puhaltimien nopeutta ja tuloilman lämpötilaa. Näitä voidaan ohjata esimerkiksi läsnäolon tai ilmanlaadun mukaan. Ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenottoa ja suojaustoimintoja ei tyypillisesti ohjata taloautomaatiikalla vaan ilmanvaihtokoneen sisäiset ohjaustoiminnot hoitavat näiden ohjauksen. Ilmanvaihtokoneen toimintoja voidaan ohjata ilmanvaihtokoneesta riippuen esimerkiksi ulkoisella analogisella ohjauksella tai sarjaliikenneprotokolla Modbus:n avulla. Analogista ohjausta varten ilmanvaihtokoneessa tulee olla ulkoiseen ohjaukseen tarkoitetut tuloliitännät ja Modbus ohjausta varten koneessa on oltava Modbus rajapinta. Ilmanvaihtokoneesta voidaan liittää myös erilaisia hälytystietoja taloautomaatiojärjestelmään. (Härkönen 2015, 174; EKE (f) 2016.)

Ilmavirtaa säätävillä laitteilla voidaan ilmanvaihtojärjestelmässä käyttää rakennuksen eri tiloissa vaihdettavan ilmamäärän säätämiseen. Huoneen ilmanvaihdon määrää voidaan säätää esimerkiksi läsnäolon mukaan. Tällaisien laitteiden ohjaus voidaan toteuttaa muun muassa analogisella tai Modbus ohjauksella. (Swegon 2016.)

4.1.4 Smart-BUS-järjestelmän mahdollisuudet

Smart-BUS-järjestelmä on erittäin laaja. Järjestelmällä on toteutettu erilaisia älykkäitä ohjausjärjestelmiä asuin- ja toimistorakennuksiin, hotelleihin sekä moniin erilaisiin julkisiin rakennuksiin. Smart-BUS-järjestelmällä voidaan järjestelmän valmistajan mukaan toteuttaa kattavasti rakennuksien laitteistojen hallinta. Valaistuksen ohjaus voidaan toteuttaa hehku-, halogeeni-, loiste- ja LED-valonlähteitä käyttäen. Valaistukselle on toteutettavissa tapahtuma- ja tunnelmaohjauksia himmennys ja väriohjauksia käyttäen. Ilmanvaihdon, lämmityksen ja jäähdytyksen ohjaus on toteutettavaksi erityyppisillä laitteistoilla käyttäen analogisia rele ja 0–10 V ohjauksia, ohjausta RS232-rajapinnan kautta tai infrapunaohjausta. Turvallisuus- ja vartiointi toimintoja voidaan toteuttaa erilaisia antureita käyttäen vyöhykekohtaisesti eri toimintatilojen, kuten "päivä", "yö", "poissa" ja "lomalla", mukaisesti. Moottoriohjauksia voidaan toteuttaa muun muassa verho-, markiisi-, ovi- ja porttiohjauksille. Erilaisia antureita ja näiden mukaan toteuttavia ohjauksia varten järjestelmässä I/O-moduuleita. Järjestelmän Z-Audio-laitteistolla on toteuttavissa vyöhykeäänentoisto eri äänilähteitä hyödynnäen. Sähkönkulutusta voidaan tarkkailla virtamuunijien avulla. Ulkopuolisten järjestelmien integroimiseksi Smart-BUS-järjestelmään on siinä rajapintoja muun muassa DALI- ja DMX-järjestelmiin sekä RS-232- ja RS-485-sarjaliikenneprotokollia hyödyntäville järjestelmille, kuten Modbus. (Smart Group (p) 2015.)

Järjestelmän toimintojen hallinta voidaan toteuttaa väylään liitettävien painikeohjaimilla tai monitoimisten erilaisia antureita sisältävien käyttöpaneelien avulla, jolloin eri toiminnot eivät tarvitse omaa ohjaintaan. Järjestelmää voidaan hallita myös älylaitteilla mobiilisovelluksen kautta. Etäkäyttö on toteutettavissa SMS-viesteillä tai web-palvelimen kautta. (Smart Group (p) 2015.)

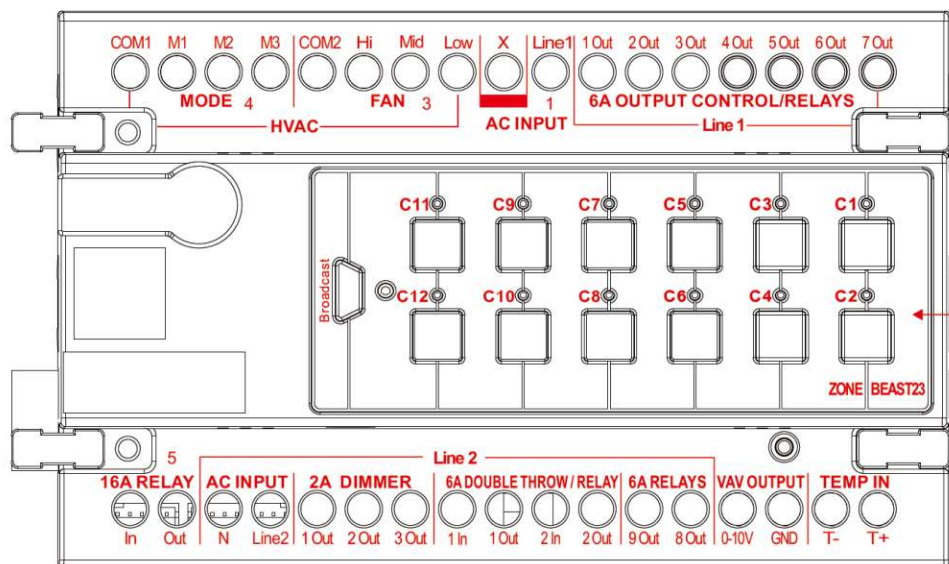
4.1.5 Toteutettavan laitteiston määrittely

Smart-BUS-järjestelmään myydään valmista Self Learning Kit (SLK) -laitteistokokonaisuutta järjestelmään tutustumista varten. Laitteisto on esitelty taulukossa 1. Tätä laitteistoa päätettiin käyttää pohjana demolaitteistolle, koska laitteistopakettin hankinta on pakollinen kaikille uusille SmartHome-BUS-yhteistyökumppaneille. Demolaitteiston määrittämistä jatkettiin selvittämällä SLK-laitteistopakettin toiminnallisuuksia laitteiston laajennustarpeiden tiedostamiseksi. (Smart-Bus (e) n.d.)

TAULUKKO 1. Self Learning Kit laitteistopakettin sisältö

Laite	Tyyppi	Määrä
Zone Beast 23	Monitoimiohjain	1
DDP	Näytöllinen painikepaneeli	1
Zone Audio 2	Äänentoisto ohjain	1
Remote Control	Kaukosäädin	1
9 in 1 Sensor	Monitoimianturi	1
IR Learner	Anturi	1

Zone Beast 23 -monitoimiohjain on suunniteltu 1–2 makuuhuoneen asunnon toimintojen ohjaamiseen. Ohjain sisältää 11 kappaletta 6 A:n releitä, 2 kappaletta 6 A:n releitä vaihtokoskettimella, 1 kappaletta 16 A:n releen, 3 kappaletta 1 A:n himmentimiä, HVAC-moduulin ilmanvaihtokoneen tai puhallintoimisten lämmitys/jäähdytys-laitteiden ohjaamiseksi, 0–10 V ohjaimen sekä tulon ulkoiselle lämpötila-anturille. Näillä pystytään toteuttamaan valaistuksen, lämmityksen ja ilmanvaihdon ohjaustoimintoja. (Smart Group (r) 2012.)



KUVA 11. Zone Beast 23 -monitoimiohjaimen liitännät (Smart Group (r) 2012).

SB-4LED-DCV on 4-kanavainen led-ohjain. Ohjain on tarkoitettu 12 ja 24 VDC kytkettävien led-valonlähteiden ohjaamiseen. Tällaisia ovat muun muassa erilaiset led-nauhat. Ohjaimen kanava määrä osoittaa kuinka monta erillistä led-valonlähdettä tai näiden ryhmää ohjaimella voidaan yksilöllisesti ohjata. Neljällä kanavalla voidaan siis ohjata esimerkiksi neljä eri väriä sisältävää led-nauhaa

(RGBW) tai neljää yksiväristä led-nauhaa. Ohjaimen virrankesto on 1 A kanavaa kohden eli käyttöjännitteestä riippuen joko 12 tai 24 W:a. Tästä tehokkaammilla valonlähteillä ohjaimen kanssa on käytettävä SS-LEDBOOST-DC-virtavahvistinta, jolloin virrankestoksi saadaan 30 A kanavaa kohden. (Smart Group (s) 2012.)

Zone Audio 2 on äänentoiston ohjaukseen Smart-BUS-väylän kautta tarkoitettu laite. Laitteilla voidaan toteuttaa vyöhykekohtainen äänentoisto lisäämällä yksi Zone Audio 2-laite jokaista vyöhykettä kohden. Äänilähteinä laitteelle voidaan käyttää radiosignaalia, muistikorttia, RCA audio-tuloliitäntää tai LAN/FTP yhteyttä. Laitteessa on 50 W:n stereolähtö kaiuttimille sekä RCA audio-lähtö. Laitteen LAN-liitäntää voidaan käyttää myös PC/IP-rajapintana Smart-BUS-järjestelmään. (Smart Group (m) 2011.)

DDP-paneeli on 5-painikkeinen monitoiminen ohjauspaneeli, joka sisältää pieniresoluutioisen LCD-näytön, lämpötila-anturin sekä infrapunavastaanottimien. Paneelissa on 13 erillistä sivua, joista seitsemän on HVAC-moduulien, yksi lattialämmityksen ja yksi musiikkitoimintojen ohjaamiseen sekä neljä vapaasti muokattavaa sivua. Paneeli vastaa toiminnoltaan yhteensä 104:ää erillistä kytkintä. Ohjaimen painikkeille voidaan määrittää eri toimintoja painallukselle, kaksoispainallukselle ja pitkälle painallukselle. Paneelia voidaan käyttää huonetermostaattina lämpötila-anturin ansiosta. Zone Beast 23 -monitoimiohjaimen kaikkien toimintojen ohjaaminen onnistuu yhdestä DDP-paneelistä. (Smart Group (t) 2011.)



KUVA 11. DDP-ohjauspaneeli. Paneelin eri sivuja selataan alimmalla painikkeella ja näytön kuvakkeiden osoittamia toimintoja hallitaan neljällä muulla painikkeella. (Smart Group (ä) 2016, 33).

9in1-anturi on monitoiminen anturi, joka sisältää osoitteellisen PIR-liiketunnistimen, valoisuus- ja lämpötila-anturit, infrapunavastaanottimen ja -lähettimen sekä kaksi potentiaalivapaata tuloa ulkoisten tunnistimien liittämiseksi. Laitteen sisältämien tunnistimien ja antureiden avulla Smart-BUS-järjestelmään voidaan toteuttaa monipuolisesti erilaisia toimintoja, kuten valaistuksenohjaus liikkeen tai valoisuustason mukaan. Infrapunälähettimen avulla voidaan lähettää ohjaussignaaleja kaukosäädinohjattaviin laitteisiin. (Smart Group (u) 2011.)

IR learner-anturin avulla Smart-BUS-järjestelmään pystytään syöttämään eri laitteiden kauko-ohjauksen infrapunasignaaleja. Kun järjestelmään syötetään kaukosäätimellä ohjattavan laitteen infrapunasignaali, pystytään laitetta ohjamaan tämän jälkeen Smart-BUS-järjestelmällä. Laite voi olla mikä tahansa perinteisellä infrapunakaukosäätimellä ohjattava laite. Ohjaukset voidaan suorittaa ohjainpaneeleista tai Smart-BUS-järjestelmän SB-Remote5-HH-kaukosäätimestä. (Smart-Bus (f) 2012.)



KUVA 12. Smart-BUS-järjestelmän kaukosäädin (Smart Group (ä) 2016, 40).

Valaistuksen ohjauksen osalta demolaitteistolla päätettiin toteuttaa 230 VAC-kytkettävien led-valaisimien päälle/pois- ja himmennysohjaus sekä RGB led-nauhan ohjaus. Lisäksi valaisimien ohjauksessa testattaisiin ohjausta liiketunnistuksen ja mikrofoniin avulla. 230 VAC-kytkettävien valojen päälle/pois- sekä himmennysohjaus päätettiin toteuttaa Zone Beast 23 -ohjaimella. Ohjaimen himmenninohjaimet on tarkoitettu resistiivisille hehku- ja halogeenilampuille, mutta näitä jouduttiin käyttämään 230 VAC-himmennettävien led-valaisimien ohjaukseen, koska Smart-BUS-järjestelmässä ei tällä hetkellä ole nimenomaan 230 VAC-kytkettäville led-valaisimille tarkoitettuja himmenninohjaimia. (Smart Group (r) 2012.) Led-valojen himmennysohjausta varten laitteistokokonaisuuteen lisättiin "Led Flicker Suptressor"-laite. Laite on tarkoitettua käytettäväksi silloin, kun resistiiviselle kuormalle tarkoitettua himmennintä käytetään led-valonlähteiden kanssa. Laite kytketään sarjaan led-valaisimen kanssa. Led-nauhan ohjaus toteutettaisiin 4-kanavaisella SB-4LED-DCV-led-ohjaimella. (Smart Group (v) 2012.)

Lämmitysohjaustoimintojen osalta suunniteltiin testattavan venttiilitoimilaitteiden ohjaus vesikiertoisia lämmitysjärjestelmiä varten sekä sähkölämmittimien ohjaus. Zone Beast-ohjaimella pystyttäisiin toteuttamaan venttiilitoimilaitteiden ohjaus 6 A:n releillä ja sähkölämmittimien ohjaus 16 A:n releillä. Termostaattina käytettäisiin DDP-käyttöpaneelia. (Smart Group (r) 2012.)

Ilmanvaihdon ohjaus suunniteltiin testattavan, mutta ilmanvaihdon ohjauksen demonstraatio päätettiin jättää toteuttamatta demolaitteistoon hankalan toteutuksen ja ilmanvaihtolaitteiston koon vuoksi. Ilmanvaihtoa Zone Beast-ohjaimella olisi mahdollista ohjata analogisesti HVAC-moduulilla tai releillä ja 0–10 V-säätimellä. (Smart Group (r) 2012.) Tätä varten ilmanvaihtokoneessa tulee olla mahdollisuus ulkoiseen analogiseen ohjaukseen. Tällainen on esimerkiksi Vallox 110 MV-ilmanvaihtokone. (Vallox 2015, 53.)

Zone Beast -ohjaimen vaihtokosketinreileillä voidaan toteuttaa moottoroitujen verhojen ohjaus. (Smart Group t) 2011; Smart Group (22) 2012). Verho-ohjaukset päätettiin tässä vaiheessa jättää vielä rakentamatta demolaitteistoon.

RS-232- ja RS-485-sarjaliikenneporttien saamiseksi demolaitteistoon lisättiin laitteistoon RSIP-moduuli. Moduulin pääkäyttötarkoitus on tyypillisesti PC/IP-rajapinta, mutta koska Zone Audio 2 sisältää myös tämän rajapinnan, ei RSIP-moduuli ollut pakollinen hankinta tämän takia. RSIP-moduuli kuitenkin lisättiin laitteistoon sen sisältämien sarjaliikenneporttien vuoksi. (Smart Group (x) 2011.)

Smart-BUS-järjestelmän langattoman S-wave-väylän testaamiseksi laitteistoon lisättiin kaksi kappaletta SWave Trail Click-moduuleita sekä yksi himmentimen ja kaksi relettä sisältävän Trail Click-miniohjainmoduulin. Miniohjaimella ja S-Wave-moduulilla voitaisiin toteuttaa irrallinen demolaitteiston osa, joka olisi langattoman väylän kautta yhteydessä muuhun demolaitteistoon. (Smart Group (y) 2011.)



KUVA 13. SB-6BS-EU painikeohjain (Smart Group (ö) 2015.)

Erilaisten käyttöpaneelien testaamiseksi ja ohjaustoimintojen monipuolistamiseksi demolaitteistoon päätettiin lisätä painikeohjain sekä kosketusnäyttöohjain. Painikeohjaimeksi valittiin 6-painikkeinen SB-6BS-EU, joka vastaa ulkonäöltään DDP-paneelia. Painikkeille voidaan määrittää omat toiminnot painallukselle, kaksoispainallukselle sekä pitkälle painallukselle. (Smart Group (z) 2011.) Kosketusnäyttöohjaimeksi valittiin SB-CTP-UN-paneeli. Se on varustettu 5" kapasitiivisella kosketusnäytöllä, kolmella kiinteällä painikkeella läsnäolotilojen ohjaamiseksi, lämpötila-anturilla, mikrofonilla, liiketunnistimella ja infrapunavastaanottimella. Kosketusnäyttöpaneeli päätettiin lisätä laitteistoon näytön tarjoaman visuaalisuuden ja kosketusnäytön tarjoamien monipuolisempien ohjaustoimintojen vuoksi. Lopullinen demolaitteiston laitteistokokonaisuus on esitetty taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Smart-BUS-järjestelmän testausta varten määritetty laitteistokokonaisuus

Laite	Tyyppi	Määrä
Zone Beast 23	Monitoimiohjain	1
SB-4LED-DCV	LED-ohjain	1
DDP	Näytöllinen painikepaneeli	1
Zone Audio 2	Äänentoisto ohjain	1
Remote Control	Kaukosäädin	1
9 in 1 anturi	Monitoimianturi	1
IR Learner	IR-signaalien rekisteröinti laite	1
RSIP	PC/IP ja RS-232/485 moduuli	1
Led Flicker Supressor	LED himmenninohjauksen lisälaite	1
CTP	Kosketusnäyttöpaneeli	1
6BS	6-painikkeinen painikeohjain	1
Trail Click S-Wave	Langaton väylä moduuli	2
Trail Click 1D2R	Miniohjain, 2 relettä 1 himmennin	1
Logic2	Logiikkamoduuli	1

4.2 Demolaitteiston rakentaminen

Demolaitteisto suunniteltiin rakennettavaksi siten, että sitä on tarvittaessa helppo siirtää paikasta toiseen. Päätettiin, että käytännöllisin ratkaisu on rakentaa järjestelmä alumiiniseen salkkuun, jollainen löytyi valmiiksi Smart Automation Oy:n toimistolta.

Työ aloitettiin määrittelemällä laitteistokokoonpanon asettelu salkkuun. Päätettiin, että järjestelmän ohjauslaitteet asennetaan salkun alaosaan ja valaisimet sekä ohjainpaneelit asennetaan salkun kannen sisäpuolelle. Järjestelmän ohjauslaitteet ovat DIN-kiskoasennettavia ja ne asennettiin salkun pohjaosaan kahteen riviin. Pohjaosaan asennettiin myös RGB led-nauha sekä indikointivalo lämmityksen ohjaukselle. Ohjainpaneelit asennettiin riviin salkun kannen yläosaan siten, että laajennusvara jäi vielä kahdelle ohjainpaneelille. Valaisimet asennettiin riviin salkun kannen alaosaan. Väylä yhdistettiin ohjauslaitteesta toiseen laitteiden kyljessä olevien liittimien kautta tai erillisellä kaapeloinnilla. Väyläkaapelointi ja tarvittavat sähkökaapeloinnit salkun kannen ohjauspaneelille ja valaisimille asennettiin kulkemaan salkun yläkulmasta ja kaapelointi suojattiin kierrenauhalla. Peitelevyinä käytettiin mittatilauksena teetettyjä mustia pleksilevyjä. Salkun pohjaosan peitelevyyn teetätettiin läpikuultava osa RGB led-nauhalle.



KUVA 14. Smart-BUS-järjestelmällä toteutettu siirrettävä demolaitteisto.

4.3 Laitteiden määrittäminen väylään

Smart-BUS-järjestelmän laitteistoa pystytään hallinnoimaan tietokoneella Smart Cloud -ohjelmiston avulla. Tietokone yhdistetään laitteistoon liittämällä tietokone verkkokaapelilla RSIP-moduuliin. Laitteiston hallitsemiseksi on väylään liitetyt laitteet määritettävä Smart Cloud -ohjelmistoon käyttämällä ohjelmiston laitehakutyökaluja.

Smart-BUS-järjestelmässä jokaisella laitteella on oma osoitteensa. Osoite koostuu aliverkon ja laitteen ID-osoitteista. Aliverkon ID-osoite on luku välillä 0–254 ja laitteen ID-osoite on luku välillä 1–254. Näin ollen samaan verkkoon voidaan liittää yhteensä 64 516 laitetta. Smart Cloud -ohjelmistossa väylään liitetyt laitteet löytyvät niiden osoitteen avulla. Laitteita voidaan etsiä neljällä eri haku-

menetelmällä: pikahauulla, edistyneellä haulilla, manuaalisella haulilla ja osoitteen lähetyksellä laitteesta. Pikahaku on tarkoitettu pääasiassa tietokoneen ja väylän välisen yhteyden testaamiseen sekä pienten järjestelmien laitteiden hakuun. Suuremmissa järjestelmissä pikahaku ei välttämättä löydä kaikkia laitteita, joten näissä on hyvä käyttää edistynyttä hakumenetelmää. Tällöin haussa määritetään, millä aliverkon numerolla ja millä laitenumeroiden välillä laitteita haetaan. Smart-BUS-järjestelmässä samanlaisilla laitteilla on oletuksena sama osoite, joten samanlaisten laitteiden osoitteet on vaihdettava näiden liittämiseksi samaan väylään. Osoitteen vaihtamiseksi käytetään osoitteen lähetystä laitteesta. Toiminto asetetaan päälle painamalla kussakin laitteessa olevaa painiketta 2–4 sekunnin ajan. Tämän jälkeen laite voidaan etsiä Smart Cloud -ohjelmistolla ”Broadcast detection”-toiminnon avulla ja laitteelle voidaan määrittää haluttu osoite. Osoitteen lähettämistä laitteesta voidaan käyttää myös yhteyksien testaamiseen. (Smart-Bus (g) 2012, 12–14.)

Demolaitteistossa pikahaku löysi kaikki väylään kytketyt laitteet, joten muita hakumenetelmiä ei tarvinnut käyttää. Laitteiden haku tuottaa listan väylään kytketyistä laitteista Smart Cloud -sovelluksen aloitussivulle. Listasta nähdään laitteen numero, osoite, malli, kuvaus sekä IMAC-osoite. Tästä näkyvästä laitteesta pääsee ohjelmoimaan tuplaklikkaamalla haluttua laitetta, jolloin laitteen ohjelmointivalikko aukeaa uuteen ikkunaan. (Smart-Bus (g) 2012, 12–14.)

4.4 Järjestelmän ohjelmointi

Smart-BUS-järjestelmää voidaan ohjelmoida kahdella eri tavalla. Yksinkertaisten toimintojen ohjelmointi on mahdollista toteuttaa manuaalisesti parittamalla laitteita käyttöpaneelien ja ohjainyksiköiden painikkeiden avulla. Tietokoneella voidaan toteuttaa järjestelmän kokonaisvaltainen ohjelmointi Smart Cloud G4-ohjelmaa käyttäen. Tietokone kytketään Smart-BUS-järjestelmään RSIP-moduulin kautta verkkokaapelilla. (Smart-Bus (g) 2012, 6.)

Ohjelmointi Smart Cloud -ohjelmistolla tapahtuu laitekohtaisesti määrittämällä laitteelle parametreja laitteen ohjelmointivalikossa haluttujen toimintojen mukaisesti. Ohjelmointia voidaan suorittaa Smart Cloud -ohjelmistolla yhdelle laitteelle kerrallaan. Mahdollisuudet eri ohjelmoitaville toimintoille riippuvat ohjelmoitavasta laitteesta. Pääsääntöisesti ohjaustoiminnot ohjelmoidaan käyttöpaneeliin ja erilaiset alue-, tapahtuma- ja tapahtumaketjutoiminnot ohjelmoidaan ohjainyksiköihin, kuten rele- ja himmennin ohjaimiin.

Kaikkien laitteiden ohjelmointivalikon aloitussivuna on ”General” (Yleiset asetukset) -sivu, jossa laitteet voidaan nimetä halutulla tavalla ja laitteen yleisiä asetuksia voidaan muokata. Ohjelmointi on hyvä aloittaa laitteiden nimeämisellä samanlaisten laitteiden erottamiseksi toisistaan. Demolaitteistossa samanlaisia laitteita ei ollut useampia, joten laitteiden nimeäminen ei ollut tarpeellista.

Smart Cloud -ohjelmistossa ohjaustoimintojen ohjelmointi tapahtuu käyttöpaneelien ohjelmointivalikon kautta. Ohjaustoiminnot ohjelmoidaan ”Magic Line” -nimisen rivin avulla, joka on samanlainen kaikilla laitteilla. Riviin määritetään kullekin ohjaustoiminnolle ohjattavan laitteen osoite, ohjauksen

tyyppi sekä ohjaustyyppin mukaiset parametrit 1–3. Eri toiminnot määritetään kullekin laitteelle erikseen. (Smart-Bus (g) 2012, 17.)

4.4.1 Valaistustoimintojen ohjelmointi

Demolaitteistolla oli suunniteltu toteuttaa ohjaukset 230 VAC-kytkettäville led-valaisimille ja RGB led-nauhalle. Perusohjaustoimintojen lisäksi valaistukselle oli tarkoitus ohjelmoida erilaisia tapahtuma- ja tapahtumaketjuohjauksia.

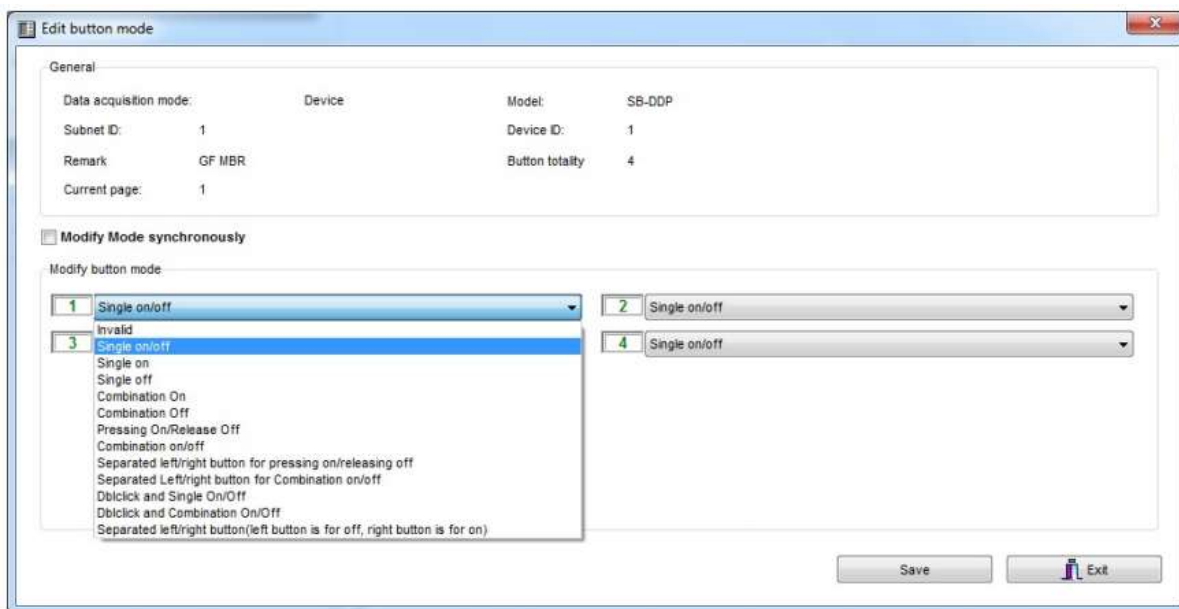
Demolaitteisto sisältää kolme eri käyttöpaneelia, joihin kaikkiin ohjelmointiin valaistustoimintojen ohjauksia. Ohjainyksikköinä käytettiin Zone Beast 23 -monitoimiohjaimen rele- ja himmenninohjaimia 230 VAC-kytkettäville led-valoille ja SB-4LED-DCV led-ohjainta RGB led-nauhalle.

Ensimmäisenä tehtiin asettelut ohjauksessa käytettäville Zone Beast 23 -monitoimiohjaimen rele- ja himmenninohjaimille. Asettelut suoritetaan ohjaimen kanavavalikosta, joka on esitetty kuvassa 16. Smart Cloud -ohjelmistossa releet ja himmentimet voidaan nimetä halutulla tavalla. Himmentimille voidaan asettaa himmennuksen ala- ja yläraja ja releille voidaan asettaa päälle kytkennän viive sekä suojauksen toiminnan viive.

Channel no.	DESC	Remark	Load type	Lower limit	Higher limit	Switching on delay(s)	Protection delay (mins)
1	Dimmer 2A	~~~~~	Undefined	255	255	<N/A>	<N/A>
2	Dimmer 2A	~~~~~	Undefined	255	255	<N/A>	<N/A>
3	Dimmer 2A	~~~~~	Undefined	255	255	<N/A>	<N/A>
4	Relay 10A	~~~~~	Undefined	<N/A>	<N/A>	0.0	0
5	Relay 10A	~~~~~	Undefined	<N/A>	<N/A>	0.0	0
6	Relay 10A	~~~~~	Undefined	<N/A>	<N/A>	0.0	0
7	Relay 10A	~~~~~	Undefined	<N/A>	<N/A>	0.0	0
8	Relay 10A	~~~~~	Undefined	<N/A>	<N/A>	0.1	0
9	Relay 10A	~~~~~	Undefined	<N/A>	<N/A>	0.0	0
10	Relay 10A	~~~~~	Undefined	<N/A>	<N/A>	0.0	0
11	Relay 10A	~~~~~	Undefined	<N/A>	<N/A>	0.0	0
12	Relay 10A	~~~~~	Undefined	<N/A>	<N/A>	0.0	0
13	Motor(Relay 10A)	~~~~~	Undefined	<N/A>	<N/A>	1.5	0
14	Motor(Relay 10A)	~~~~~	Undefined	<N/A>	<N/A>	0.0	0
15	Relay 16A	~~~~~	Undefined	<N/A>	<N/A>	0.0	0

KUVA 15. Zone Beast 23 -monitoimiohjaimen kanavavalikko Smart Cloud -ohjelmistossa.

Releiden ja himmentimien ohjaamiseksi käyttöpaneelille oli ohjelmitava tarvittavat toiminnot. Smart Cloud -ohjelmistossa käyttöpaneelien kullekin painikkeelle määritetään käytettävä toimintatila. Toimintatila voidaan määrittää erikseen käyttöpaneelin vapaasti ohjelmitaville sivuille näytöllisissä paneeleissa. Käytettävä toimintatila määräytyy sen mukaan, miten ja millaisia ohjauksia on tarkoitus suorittaa. Esimerkiksi yksittäisen kanavan päälle/pois-ohjaukseen ohjelmistossa käytetään toimintatilaa "Single on/off". Toimintatilojen määrittäminen on esitetty kuvassa 17.



KUVA 16. DDP-käyttöpaneelin painikkeiden toimintatilan määrittäminen Smart Cloud -ohjelmistossa.

Painikkeen toimintatilan määrittämisen jälkeen painikkeelle määritetään sillä suoritettavat ohjaustoiminnot. Tässä määritetään kullekin ohjaukselle ohjattavan laitteen osoite, ohjauksen tyyppi sekä ohjaustyyppin mukaiset parametrit 1–3. Esimerkiksi releen päälle/pois-ohjaamiseksi ohjauksen tyyppi määritettiin "Universal switch". Tälle ohjaustyyppille parametriksi 1 annetaan ohjattavan releen kanavanumero ja parametriksi 2 kytkentätapa vaihtoehdoista "ON", "OFF" ja "ON/OFF". Painikkeen määrittämisen ja tallentamisen jälkeen pystytään painikkeella ohjaamaan, sille osoitettua relettä tai himmennintä.

230 VAC-kytkettävien led-valonlähteiden himmennuksen toimivuutta testattiin pelkällä Zone Beast 23 -ohjaimen himmentimellä sekä yhdessä Led Flicker -moduulin kanssa. Himmennysohjaus ohjelmoitiin ohjaimen kanavaan 1 ja tähän kytkettiin vuoroittain eri led-valaisimia himmennysohjauksen testaamiseksi useilla eri valaisimilla. Pelkällä himmentimellä valo ei himmentynyt kunnolla ja alkoi välkkyä himmennuksen alimmilla tasoilla kaikilla valaisimilla. Led Flicker -moduulinkaan kanssa himmennys ei toiminut täysin moitteettomasti. Tämän epäiltiin johtuvan led-valon pienestä kuormasta ja useammalla led-valolla himmennys osoittautuikin toimivan hyvin. Himmennysohjaus määritettiin demolaitteiston kaikille käyttöpaneelille ja ohjaustieto synkronoitui paneelien välillä.

RGB led-nauhan ohjaamiseksi tämä kytkettiin Smart-BUS-järjestelmän SB-4LED-DCV-led-ohjaimen. Ohjaimen ohjaus ohjelmoitiin näytölliselle DDP-painikepaneelille sekä CTP-kosketusnäyttöpaneelille.

DDP-paneelille ohjaus toteutettiin siten, että led-nauhan kunkin värin ohjaus ohjelmoitiin omalle painikkeelleen himmennysohjauksena eli nauhan väriä ohjattiin kirkastamalla tai himmentämällä jotakin kolmesta väristä. CTP-paneelissa RGB-valaistuksen ohjaukseen on oma ohjaussivunsa ja paneelille tarvitsi määrittää vain led-ohjaimen osoite. Myös CTP-paneelissa RGB-nauhan ohjaus tapahtuu kolme eri väriä erikseen ohjaamalla eikä kuten tyypillisesti valitsemalla väri väripaletista. RGB-valaistuksen ohjaussivulle ei myöskään ole määritettävissä erilaisia toimintatiloja esimerkiksi valonvärin liukuvalla vaihtumiselle.

Valaistuksen ohjauksessa testattiin myös erilaisten tapahtumaohjausten toimivuutta. Laitteistoon ohjelmoitiin toiminnoiksi muun muassa kaiken valaistuksen sammutus yhdestä painikkeesta sekä valaistuksen ohjaus liikentunnistuksen ja taputuksen mukaan.

4.4.2 Lämmityksen ohjauksen ohjelmointi

Lämmitystä voidaan järjestelmällä ohjata käyttämällä termostaatilla varustettua käyttöpaneelia. Lämmityksen ohjaus toteutettiin simulointityylisesti. Demolaitteistolla ei siis ohjattu varsinaisia lämmitysjärjestelmiä, vaan lämpötilan säädön toimivuutta testattiin lämmittämällä ohjaukseen käytettyä lämpötila-anturia ja katsottiin kuinka ohjaus reagoi lämpötilan muutokseen.

Järjestelmää voidaan käyttää vesikiertoisen- ja sähkölämmityksen ohjaus. Ohjaus voidaan toteuttaa releohjauksella ja esimerkiksi DDP-paneelilla voidaan sähkölämmityksen ohjaus toteuttaa pulssimodulaatio-ohjauksella. Lämmityksen ohjausta testattiin näytöllisellä DDP-painikepaneelilla ja CTP-kosketusnäyttöpaneelilla. DDP-paneelissa lämmityksen ohjauksen ohjelmoimiseksi on "Floor Heating" ohjelmointisivu. Tämä on esitetty liitteessä 1. DDP-paneelilla voidaan toteuttaa yhden lämmityspiirin ohjaus. Lämmityspiiriin voidaan määrittää ohjaus neljälle eri toimilaitteelle. Ohjelmointisivulla lämmityksenohjaukselle määritetään sen tyyppi, reagointinopeus sekä ohjaus- ja lämmityssyklin kesto. Lämmitystä voidaan ohjata myös neljän toimitilan, "normaali", "kotona", "poissa" ja "yö", mukaan. Jokaiselle tilalle voidaan asettaa oma asetusarvo huonelämpötille. CTP-paneelilla lämmityksen ohjauksen ohjelmointi tapahtuu vastaavasti kuin DDP-paneelilla, mutta CTP-paneelin avulla voidaan ohjata viittä eri lämmityspiiriä

Lämmityksen ohjausta testattiin myös siten, että samaa lämmityspiiriä ohjataan kahdella eri paneelilla. Tässä ajatuksena oli, että CTP-paneeli toimisi niin sanottuna pääohjaimena, jolla ohjataan kaikkia talon lämmityspiirejä keskitetysti ja DDP-paneelit toimisivat huonekohtaisina säätiminä. Ohjelmointi toteutettiin siten, että CTP-paneelin ohjaus ohjelmoitiin käyttämään DDP-paneelin lämpötila-anturia ja paneelien lämmityksen asetusarvo synkronoituu keskenään. Tällöin muutettaessa lämpötilan ohjauksen asetusarvoa toisessa paneelissa tulisi tämän näkyä myös toisessa. Ohjausta ei kuitenkaan saatu toimimaan näin. Järjestelmän valmistajan mukaan laiteohjelmistossa on ilmeisesti jokin virhe ja valmistaja lupasi selvittää asian.

4.4.3 Ilmanvaihdon ohjauksen ohjelmointi

Ilmanvaihtoa Smart-BUS-järjestelmällä voidaan ohjata analogisesti HVAC-moduulin rele- ja 0–10 V ohjauksilla tai Modbus-väylän kautta. Käytettävä ohjaustapa on riippuvainen ilmanvaihtokoneen ohjausmahdollisuuksista.

Demolaitteistolla ilmanvaihdon ohjausta testattiin simuloitusti analogista ohjausta käyttäen. Ohjausta Modbus-väylän kautta ei testattu, koska tämän testaamiseksi demolaitteistoon olisi tullut liittää ilmanvaihtokone, jossa on mahdollisuus Modbus-ohjaukseen. Smart-BUS-järjestelmässä on erilaisten puhallinkäyttöisten laitteiden ohjaamiseen tarkoitettu HVAC-moduuli, jollainen on integroitu demolaitteistossa olevaan Zone Beast 23 -monitoimiohjaimeen. Moduulissa on puhallinnopeuden ohjaamiseen kolme eri nopeutta ja ohjattavaa laitetta voidaan hallita neljän eri käyttötilan, ”lämmitys”, ”jäähdytys”, ”pelkkä puhallin” tai ”ilman kuivatus”, mukaan. Puhallinnopeuksia ja käyttötiloja voidaan hallita manuaalisesti tai ne voidaan asettaa toimimaan automaattisesti.

HVAC-moduulilla laitteiden ohjaus tapahtuu analogisesti rele- ja 0–10 V ohjaimilla. Moduulissa releitä on kuusi kappaletta, 0–10 V ohjaimia yksi kappale ja lisäksi on liitäntä ulkoiselle lämpötila-anturille. Releistä kolme on puhallinnopeuksille low, medium ja high, ja kolme eri käyttötiloille, jotka voidaan kullekin releelle ohjelmoida yksilöllisesti. 0–10 V ohjain voidaan määrittää toimimaan puhallinnopeuden tai lämpötilan asetuksen mukaan. Lämpötilan asetusarvolle voidaan määrittää halutut ala- ja ylärajat väillä -9–99 °C:a. Lämpötilan asetusarvo voidaan asettaa asteen tarkkuudella.

HVAC-moduulin ohjelmointi suoritettiin Zone Beast 23 -monitoimiohjaimen HVAC-ohjelmointisivun kautta. Tämä on esitetty liitteessä 2. Ohjelmointi tapahtuu ohjelmointisivun valikoiden kautta. Ilmanvaihdolla ei tyypillisesti pyritä hallitsemaan sisäilman lämpötilaa, joten eri käyttötiloja ei ilmanvaihtokoneen ohjauksessa tarvittu. Mikäli ohjattavassa ilmanvaihtokoneessa on jäähdytystoiminto, voidaan eri käyttötiloja kuitenkin käyttää esimerkiksi jos halutaan mahdollisuus ilmanvaihdon jäähdytyksen sammuttamiseen. HVAC-moduuliin ohjelmoitiin ilmanvaihtokoneen ohjaus kahdella eri tavalla. Ensiksi toteutettiin ohjaus, jossa puhallinnopeuksia ohjataan moduulin releillä lämpötilaa moduulin 0–10 V ohjaimella. Tätä varten HVAC-ohjelmointisivun VAV-välilehdessä määritettiin eri tuloilman lämpötilan asetusarvoille 0–10 V ohjaimen antama ohjausjännitteen arvo. Puhallinnopeuksien releohjaus ei vaatinut ohjelmointia, koska toiminto oli valmiina moduulissa. HVAC-moduulissa on vain yksi 0–10 V ohjain, mutta päätettiin selvittää onnistuuko sekä puhallinnopeuksien että tuloilman lämpötilan ohjaus 0–10 V ohjaimella käyttämällä lisänä erillistä 0–10 V ohjainta. Tämä tehtiin sen vuoksi, että useissa Suomessa käytettävissä ilmanvaihtokoneissa näiden molempien ulkoinen ohjaus vaatii 0–10 V ohjauksen. Tämä saatiin ratkaistua käyttämällä erillistä 0–10 V ohjainta puhallinnopeuksien ohjaukseen ja HVAC-moduulin sisältämää 0–10 V ohjainta tuloilmanlämpötilan ohjaukseen. Tätä varten oli ohjelmoitava demolaitteistossa olevaan logiikkomodulin toiminto, jolla erillinen 0–10 V ohjain ohjautuu puhallinnopeuksien low, medium ja high mukaisesti.

HVAC-moduulin toimintojen hallinta voidaan toteuttaa useilla eri käyttöpaneelilla. Moduulin ohjaukseen kykenevissä käyttöpaneelissa on Air Conditioning -ohjelmointisivu. DDP-paneelin Air Conditioning -ohjelmointisivu on esitetty liitteessä 3. Ohjaukseen käytettävään paneeliin määritetään ohjattavan moduulin osoite, käytettävät puhallinnopeudet sekä käyttötilat. Lisäksi määritetään mitä lämpötila-anturia käytetään lämpötilan ohjaukseen. Voidaan myös käyttää useamman anturin keskiarvoa. Käytettäväksi lämpötila-anturiksi määritettiin HVAC-moduulin ulkoinen lämpötila-anturi, joka todellisessa asennuksessa asetettaisiin ilmanvaihtokoneen tuloilmakanavaan.

4.4.4 Infrapunaohjauksien ohjelmointi

Infrapunaohjaussignaalien syöttämiseksi Smart-BUS-järjestelmään käytetään IR-Learner-laitetta. Sillä pystytään tallentamaan infrapunakaukosäätimien signaaleja Smart-BUS-järjestelmään ja signaaleja voidaan lähettää infrapunälähtetimen sisältämillä laitteilla, kuten 9in1-monitoimianturilla. Signaaleita voidaan käyttää esimerkiksi ilmalämpöpumpun tai television ohjaamiseksi Smart-BUS-järjestelmän kautta. (Smart Group (å) 2012, 19–25.)

Infrapunaohjausta oli tarkoitus käyttää ilmalämpöpumpun ohjaamiseksi, mutta IR-learner-laitetta ei kuitenkaan saatu toimimaan. Laitteen ajurissa oli ilmeisesti yhteensopivuusongelmia Windows 10 -käyttöjärjestelmän kanssa. Valmistajan mukaan laite toimii varmimmin Windows XP ja Windows 7 -käyttöjärjestelmien kanssa ja on toiminut myös Windows 10 kanssa. Smart Automation Oy:n kaikki tietokoneet käyttivät Windows 10 -käyttöjärjestelmää eikä vanhemman käyttöjärjestelmän tietokoneita ollut saatavilla, joten infrapunasignaali-toimintoja ei päästy käytännössä testaamaan. Valmistajan mukaan infrapunasignaali-ohjaukset ovat yhdistettävissä esimerkiksi HVAC-moduulin ohjauksiin ja logiikkamoduulin toimintoja ohjelmoimalla infrapunasigneeilla on toteutettavissa laajasti erilaisia ohjaustoimintoja. (Smart Group (å) 2012, 19–25.)

4.4.5 Langatonväylä

Smart-BUS-järjestelmässä väylä voidaan toteuttaa langattomana S-Wave-moduulien avulla sijoittamalla järjestelmän jokaiseen toisistaan erillään olevaan järjestelmään osaan yksi S-Wave-moduuli.

S-Wave-moduulilla muodostettavaa langatonta SMART-BUS-väylää testattiin demolaitteistolla, mutta tästä ei vielä rakennettu lopullista demolaitteiston osaa. S-Wave-moduulin sähkönsyöttö voidaan toteuttaa SMART-BUS-väylästä tai verkkovirrasta. Verkkovirtaan kytkettäessä moduulilla voidaan muodostaa oma SMART-BUS-väylän osa. Toiminnon testaamiseksi yksi S-Wave-moduuli kytkettiin demolaitteiston väylään ja toisesta S-Wave-moduulista tehtiin pistorasiakytkettävä ja siihen liitettiin käyttöpaneeli sekä Trail Click 1D2R-himmennin- ja releohjain. Näin laitteiston molemmista osista pystyttiin antamaan ohjauksia käyttöpaneelilla sekä liittäämään ohjattavia laitteita.

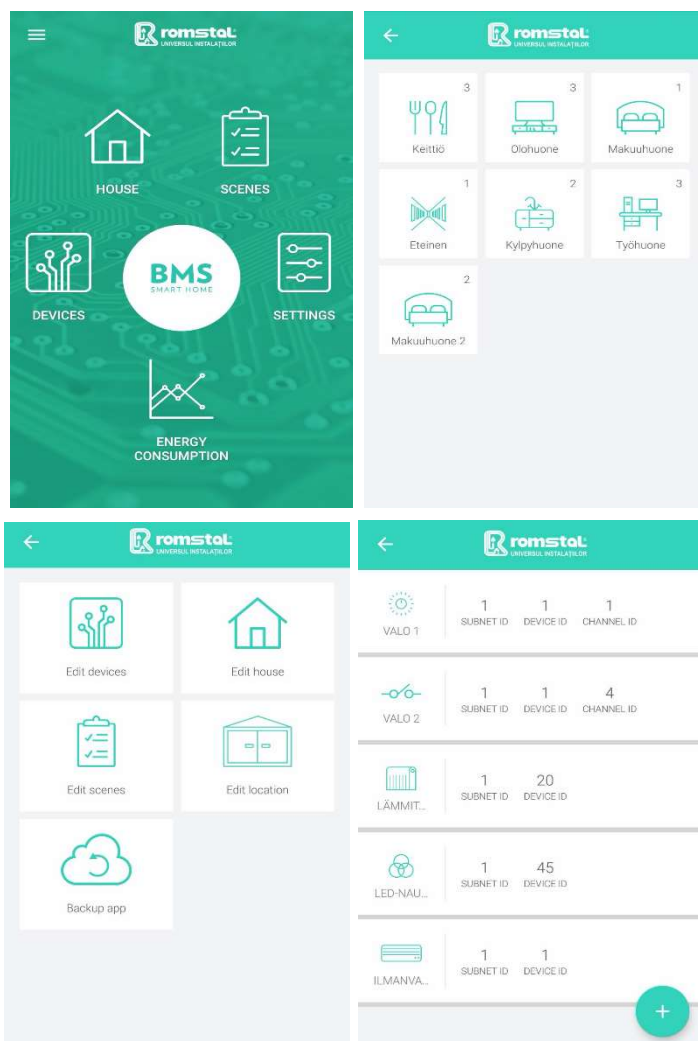
Langattoman väylän muodostamiseksi S-Wave-moduulit paritetaan moduuleissa olevien Broadcast-painikkeiden avulla. Paritus suoritetaan painamalla ensin toisen S-Wave-moduulin Broadcast-painiketta kahdesti ja tämän jälkeen toisen moduulin painiketta kolmesti. Useampien moduulien paritus tapahtuu samaan tapaan siten, että viimeisen moduulin Broadcast-painiketta painetaan kolmesti ja muista moduuleista painiketta painetaan kahdesti. Moduulien parituksen poistaminen tapahtuu painamalla Broadcasta-painiketta neljästi. Kun S-Wave-moduulit oli paritettu, suoritettiin Smart Cloud -ohjelmistossa laitteiden haku. Haku löysi erilliseen laitteiston osaan liitetyn käyttöpaneelin sekä himmennin- ja releohjaimen, josta voitiin päätellä S-Wave-moduulien parituksen onnistuneen. Langattoman väylän kautta liitettyjen laitteiden ohjelmointi tapahtui Smart Cloud -ohjelmistolla samaan tapaan kuin muidenkin laitteiden ohjelmointi. (Smart-Bus (h) 2014.)

4.4.6 Mobiilisovelluksen ohjelmointi

Järjestelmän mobiilisovellus on nimeltään Smart-BUS G4 ja siitä on olemassa versiot Android- ja iOS-käyttöjärjestelmille. Sovelluksen käyttöönotto vaatii järjestelmäkohtaisen SQLite-tietokannan luomisen ja valmis tietokanta on siirrettävä tietokoneella manuaalisesti mobiililaitteeseen.

Virallisen version lisäksi järjestelmään on olemassa myös Romstal BMS-niminen mobiilisovellus, joka on romanialaisen Romstal-yrityksen kehittämä. Tästä on olemassa versiot Android- ja iOS-käyttöjärjestelmille. Romstal BMS-sovelluksen käyttöönotto ja ohjelmointi onnistuvat suoraan sovelluksen valikoista ja ovat myös asiakkaan toteutettavissa. Android-käyttöjärjestelmälle löytyy myös kehitysvaiheessa oleva Easy Control-mobiilisovellus. Tämän käyttöön ei perehdytty. Virallisen mobiilisovelluksen tietokantaan perustuvaa käyttöä ei nähty asiakasystävälliseksi ja sovellusta ei lähdetty tässä vaiheessa testaamaan. Tämän sijaan testattiin BMS Romstal-sovellusta. (Smart-BUS (i) 2014.)

BMS Romstal-sovelluksella Smart-BUS-järjestelmää voidaan ohjata paikallisesti wifi-verkon kautta ja etäohjaus voidaan toteuttaa VPN-serverin kautta. Smart-BUS-järjestelmän on oltava yhteydessä samaan reitittimeen, jolla mobiiliohjaukseen käytettävä wifi-verkko on luotu. Sovelluksella toteutettavat ohjaustoiminnot määritetään sovelluksen asetusvalikon kautta. Ohjelmointi tapahtuu valitsemalla laitevalikosta haluttu ohjaustoiminto ja syöttämällä toimintoa vastaavat Smart-BUS-laitteen osoite eli aliverkon sekä laitteen ID-tunnukset ja laitteen kanava. Sovellukseen voidaan luoda huoneita, joihin voidaan liittää laitteiden ohjaustoimintoja. Myös erilaisia tapahtumaohjauksia voidaan luoda. Sovelluksen ohjelmointi on hyvin yksinkertaista ja se on toteutettavissa käyttäjän toimesta, kunhan laitteen ID-tunnukset ja kanavanumerot ovat tiedossa.

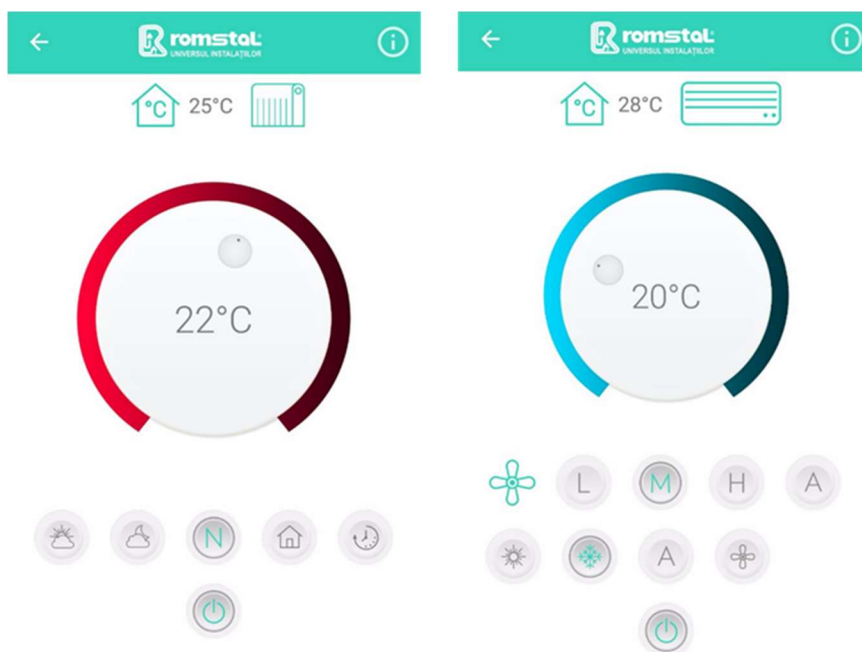


KUVA 17. Romstal BMS-mobiilisovelluksen valikoita.

Mobiilisovelluksella testattiin valaistuksen, lämmityksen ja ilmanvaihdon ohjaustoimintoja.

Valaistustoimintojen ohjaamiseksi sovellukseen määritettiin ohjauksen tyyppivaihtoehtoista rele, himmennin tai RGB ja syötettiin ohjattavan laitteen osoite sekä kanavanumero. Luotu ohjaus voitiin yhdistää vapaasti haluttuun huoneeseen valitsemalla ohjaus huoneen muokkausvalikosta.

Lämmityksen ohjaamiseksi luotiin ohjaus, jonka tyyppi määritettiin lämmitys. Ohjauksen osoitteeksi syötettiin sen käyttöpaneelin osoite, jolla lämmitystä ohjataan. Lämmityksen ohjaus sovelluksella onnistui DDP-paneelilla ohjattavaan lämmityspiiriin, mutta CTP-paneelilla ohjattavien lämmityspiirien ohjausta sovelluksella ei saatu toimimaan. Tämä johtunee siitä, että CTP-paneelilla voidaan ohjata viittä eri lämmityspiiriä, mutta mobiilisovelluksessa ei ole mahdollista valita ohjattavan lämmityspiirin numeroa vaan määritettävissä on pelkästään laitteen osoite. DDP-paneelilla taas voidaan ohjata vain yhtä lämmityspiiriä ja ohjaus toimii pelkällä osoitteen määrittelyllä.



KUVA 18. Romstal BMS-mobiilisovelluksen lämmityksen ja HVAC-moduulin ohjausnäkyvät.

Ilmanvaihdonohjaus mobiilisovelluksella voidaan toteuttaa, jos ilmanvaihtoa ohjataan Smart-BUS-järjestelmän HVAC-moduulilla. Ohjauksen toteuttamiseksi sovelluksesta määritetään siihen laite, jonka tyypiksi valitaan HVAC, ja syötetään HVAC-moduulin tai HVAC-moduulin sisältävän monitoimiohjaimen osoite. Sovellus tunnistaa HVAC-moduulille ohjelmoidut lämpötilaohjauksen alueet eri toimitiloilla, mutta ei tunnistaa, jos HVAC-moduulilta on jokin toimitiloista ohjelmoitu pois käytöstä. Muutoin HVAC-moduulin ohjaus sovelluksella toimii niin kuin se on Smart Cloud -ohjelmistolla ohjelmoitu.

Sovelluksella voidaan luoda siihen määritetyille laitteille tapahtumaohjauksia. Näiden luominen onnistuu jokaiselle laitteelle vain päälle/pois-ohjauksena, joten tapahtumaohjauksia ei voida määrittää kovinkaan monipuolisiksi. Smart Cloud -ohjelmistolla ohjelmoituja tapahtumaohjauksia ei ole mahdollista tuoda sovellukseen. Tapahtumaohjauksien kunnolliseksi toteuttamiseksi sovelluksen kautta vaatii sovellus vielä kehittämistä.

Sovellukseen luodut toiminnot voidaan varmuuskopioida sähköpostiin tai pilvipalveluun. Varmuuskopioidut toiminnot voidaan myös tuoda muihin mobiililaitteisiin.

4.5 Päätelmät Smart-BUS-demolaitteistosta

Demolaitteistolla oli suunniteltu toteutettavan valaistuksen ohjaus 230 VAC sekä 12 ja 24 VDC kytkettävän valaistuksen osalta. Testaus toteutettiin lähinnä led-valonlähteitä käyttäen. Lämpötilan ohjaus oli suunniteltu testattavan vesikiertoisten- ja sähkölämmitysjärjestelmien osalta. Ohjaus testattiin ohjaamalla releohjattavia venttiilitoimilaitteita käyttöpaneelien sisäisten sekä irrallisten lämpötilanturien mukaisesti. Ilmanvaihtoa demolaitteistolla testattiin simuloidusti ilman ilmanvaihtokonetta.

Ohjausta testattiin puhallinnopeuksien ja tuloilman lämpötilan hallitsemiseksi rele- ja 0–10 V ohjaimilla, joita käytetään ilmanvaihtokoneiden ulkoisessa ohjauksessa. Jäähdyksen ohjausta oli suunniteltu testattavan ohjaamalla ilmalämpöpumppua Smart-BUS-järjestelmän infrapunaohjauksella, mutta infrapunasignaalien syöttöä järjestelmään ei saatu toteutettua tietokoneen käyttöjärjestelmän ja infrapunasignaalien lukulaitteen ajurin yhteensopivuusongelmien takia.

Demolaitteiston avulla saatiin toteutettua suunnitellut ohjaustoiminnot infapunaohjausta lukuun ottamatta ja testattua monipuolisesti Smart-BUS-järjestelmän toimintoja. Suunniteltujen ohjaustoimintojen hallinta järjestelmällä onnistui hyvin muutamia puutteita lukuunottamatta. 230 VAC-kytkettävien led-valonlähteiden himmennysohjaus järjestelmän himmenninohjaimilla on vajavainen, koska kyseiset ohjaimet on tarkoitettu hehkulamputille ja halogeenivaloille. Ongelma on kuitenkin osittain ratkaistavissa led-valonlähteille tarkoitettujen sovittimien avulla. RGB-valaistuksen ohjaus todettiin hieman kankeaksi, koska ohjaus tapahtuu ohjaamalla yksittäisesti kutakin väriä eikä valitsemalla haluttua väriä väripaletista. Lämmityksen ohjauksessa oli puutteita keskitetyssä ohjauksessa sekä mobiililaitteella ohjattaessa. Tähän lienee syynä, että järjestelmää on käytetty pääasiassa lämpimän ilmaston maissa ja Smart-BUS-järjestelmässä on panostettu enemmän jäähdytykseen liittyvien toimintojen hallintaan.

Romstal BMS-mobiilisovelluksessa on muutamia puutteita eri ohjauksissa. Sovellus on kuitenkin melko uusi ja sitä kehitetään jatkuvasti, joten tulevaisuudessa sovelluksen toiminnot tulevat olemaan monipuolisemmat.

Demolaitteistosta saatiin tehtyä kompakti monitoimiohjaimen sekä monikäyttöisten käyttöpaneelien ansiosta. Järjestelmän etuna onkin monipuolisesti erilaisia antureita ja tunnistimia sisältävät käyttöpaneelit, jotka mahdollistavat useita erilaisia ohjaustoimintoja, joiden suorittamiseen normaalisti tarvittaisiin erillisiä antureita ja tunnistimia. Näiden avulla järjestelmän on toteutettavissa kustannustehokkaasti.

Järjestelmän ohjelmointi Smart Cloud -ohjelmistolla on melko yksinkertaista toteuttaa. Ohjelmointi tapahtuu laitteiden ohjelmointisivujen kautta parametreja syöttämällä ja asetusvalikkojen avulla. Myös lohko-ohjelmointi pienessä mittakaavassa on mahdollista logiikkamoduulilla. Perustoimintojen ohjelmointiin vaadittava osaamisen ja järjestelmän tuntemisen taso on helppo saavuttaa laitteisiin esiohjelmoitujen toimintojen ansiosta.

Demolaitteisto on mahdollista vielä edelleen kehittää ja näin testata Smart-BUS-järjestelmän toimintoja laajemmin. Muun muassa muiden järjestelmien integrointia Smart-BUS-järjestelmään voitaisiin suorittaa ja näin laajentaa järjestelmällä toteutettavien toimintojen määrää. Demolaitteiston laajentaminen onnistuu lisäämällä laitteistoa samaan demosalkkuun tai rakentamalla erillinen laitteisto, joka kommunikoi nykyisen laitteiston kanssa langattomasti S-wave moduulien avulla.

5 YHTEENVETO

Taloautomaatiojärjestelmät yleistyvät Suomessa jatkuvasti. Tähän vaikuttaa muun muassa järjestelmien halpeneminen ja järjestelmillä saavutettavat hyödyt verrattuna perinteisiin järjestelmiin. Vaatimukset kiinteistöjen energiatehokkuudelle kasvavat jatkuvasti. Automatisoimalla kiinteistöjen teknisten järjestelmien hallintaa taloautomaatiojärjestelmien avulla saadaan kiinteistöjen energiankulutusta pienennettyä verrattuna perinteisiin ohjaustapoihin. Lisäksi automaattiset toiminnot lisäävät asumismukavuutta yhdessä monipuolistuvien toimintojen kanssa.

Taloautomaatiojärjestelmien kysynnän lisääntyessä on myös toimijoiden määrä markkinoilla lisääntynyt. Tarjolla on erityyppisiin teknologioihin perustuvia järjestelmiä. Taloautomaatiojärjestelmä voi perustua muun muassa väyläteknikkaan, kuten KNX ja Smart-BUS, PLC-keskusyksikköön eli ohjelmoitavaan logiikkaohjaimeen, kuten Beckhoff- ja EKE-järjestelmät, tai keskusyksiköllä hallittaviin IoT-laitteisiin, kuten Cozify-järjestelmä. Järjestelmillä toteutettavat sovellutukset erityyppisten järjestelmien välillä eroavat toisistaan. Väylään ja PLC:hen perustuvilla järjestelmillä voidaan talon eri teknisiä järjestelmiä hallita kokonaisvalaisesti. Tämän tyyppiset järjestelmät asennetaan tyyppillisesti taloa rakennettaessa tai saneerattaessa, koska ne vaativat ammattiosaamista asennuksen ja käyttöönoton osalta. IoT-laitteisiin perustavat järjestelmät ovat edellä mainittuja suppeampia ja niillä hallitaan tyyppillisesti suoraan talon irrallisia laitteita, jolloin ne ovat käyttäjän itse asennettavissa. Osalla järjestelmistä voi olla mahdollista ohjata myös talon kiinteitä teknisiä järjestelmiä, kuten lämmitystä ja ilmanvaihtoa. Tällöin asennus ja käyttöönotto vaativat tyyppillisesti ammattilaisosaamista. Taloautomaatiojärjestelmiä on aiemmin käytetty tyyppillisesti omakotitaloissa, mutta niiden käyttö on viime vuosina lisääntynyt myös kerros- ja rivitaloissa.

Smart-BUS-järjestelmän laitteisto on laaja ja sillä voidaan toteuttaa monipuolisesti kiinteistön eri järjestelmien hallinta. Järjestelmään on myös integroitavissa muiden järjestelmien tuotteita, mikä laajentaa järjestelmällä toteutettavia sovellutuksia.

Demolaitteistolla testattiin Smart-BUS-järjestelmän toimintoja. Järjestelmällä saatiin toteutettua suunnitellut valaistuksen, lämmityksen ja ilmanvaihdon ohjaustoiminnot. Osassa ohjelmallisista toiminnoista oli kuitenkin puutteita Suomessa tarvittavien toimintojen ohjaamiseksi, mutta ne ovat järjestelmän toimittajan mukaan korjattavissa laiteohjelmistojen korjauksella. Myös mobiilisovelluksen toiminnot olivat vajavaisia, mutta sovellusta kehitetään jatkuvasti. Demolaitteistoa voidaan jatkossa käyttää korjattujen ja vielä testaamattomien toimintojen testaamiseen.

Suoritetun työn pohjalta voidaan Smart-BUS-järjestelmän tuotteistamista alkaa suunnitella ja toteuttaa. Järjestelmän saattamiseksi Smart Automation Oy:n toimivaksi tuotteeksi olisi järjestelmän infrastruktuuria, kuten järjestelmän toimitusprosessiin liittyviä tekijöitä, hyvä kehittää. Pelkän laitteiston toimittamisen lisäksi hyvin toimivan järjestelmän rakentaminen vaatii sähkö- ja automaatio suunnittelua sekä talon LVI-laitteistojen määrittelyä näiden ja Smart-BUS-järjestelmän yhteensopivuuden taakkaamiseksi.

LÄHTEET

- ABB (a). 2017. Älykäs asennusjärjestelmä KNX. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: <http://www.abb.fi/product/fi/9AAC111724.aspx>
- ABB (b). 2017. Case Adjutantti. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: <http://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/teknologia/adjutantti>
- ARROW ECS. 2015. IoT Finland. *Internet of Things on mahdollisuus*. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-5-11]. Saatavissa: <http://iotfinland.fi/>
- BECKHOFF (a). 2017. Taloautomaatio. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: <http://www.beckhoff.fi/taloautomaatio/>
- BECKHOFF (b). 2017. Kodinohjauksella viihtyisyyttä, turvallisuutta ja energiansäästöä. [Verkköjulkaisu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: <http://www.taloautomaatio-beckhoff.fi/>
- BERKER. 2017. KNX-automaatiolla älykkäämpi koti. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-3-15]. Saatavissa: <http://www.berker.fi/sahkoistys-ja-knx-taloautomaatio>
- BITS & BYTES. 2013. Advantages of home automation. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-5-11]. Saatavissa: <https://www.bitsbytes.be/en/node/6>
- COZIFY (a). 2017. Etusivu. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-5-12]. Saatavissa: <https://www.cozify.fi/>
- COZIFY (b). 2017. Etusivu. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-5-12]. Saatavissa: <https://tuki.cozify.fi/support/solutions/articles/8000033969-tekniset-ominaisuudet-ja-radiot>
- DALI. 2017. Discover DALI - excellent system performance. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-5]. Saatavissa: <http://www.dali-ag.org/discover-dali.html>
- EKE (a). 2017. Etusivu. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-3-16]. Saatavissa: <https://smarthome.eke.com/>
- EKE (b). 2017. Mukavuutta, turvaa ja säästää kotiautomaatiojärjestelmällä. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-3-16]. Saatavissa: <http://smarthome.eke.com/tietopankki/kotiautomaatiojarjestelma/>
- EKE (c). 2017. Kerrostaloasunto joustaa taloautomaation avulla. [Verkköjulkaisu] [Viitattu: 2017-3-16]. Saatavissa: <http://smarthome.eke.com/referenssit/as-oy-kiviston-koneisto/>
- EKE (d). 2017. Automaatio tuo älykodin myös rivi- ja kerrostaloihin. [Verkköjulkaisu] [Viitattu: 2017-3-16]. Saatavissa: <http://kotiautomaatio.eke.com/blogi/automaatio-tuo-%C3%A4lykodin-my%C3%B6s-rivi-ja-kerrostaloihin>

- EKE (e). 2017. Tukea järjestelmän suunnitteluun, asennuksiin sekä käyttöön. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-3-16]. Saatavissa: <https://smarthome.eke.com/palvelut/>
- EKE (f). 2016. Asuntokohtainen taloautomaatio mullistaa kerrostaloasumisen. [Verkkójulkaisu] [Viitattu: 2017-3-16]. Saatavissa: <https://smarthome.eke.com/asuntokohtainen-automaatio-mullistaa-kerrostaloasumisen/>
- EKE (g). 2017. Automaattista asumismukavuutta ja energiansäästöä. [Verkkójulkaisu] [Viitattu: 2017-3-16]. Saatavissa: <https://smarthome.eke.com/kodinohjausjarjestelma/huonelampotilan-saato/>
- ELPROCUS. 2015. Home Automation Systems and Applications – Structure, Types. [Verkkójulkaisu] [Viitattu: 2017-5-10]. Saatavissa: <https://www.elprocus.com/home-automation-systems-applications/>
- EMERSON. 2017. Smart home. *Six benefits to home automation technology*. [Verkkójulkaisu] [Viitattu: 2017-5-10]. Saatavissa: <https://sensicomfort.com/blog/home-automation-benefits/>
- ENOCEAN ALLIANCE. 2017. Smart Homes. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-25]. Saatavissa: <https://www.enocean-alliance.org/solutions/smart-homes/>
- ENSTO. 2017. KNX. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: <https://www.ensto.com/fi/tuotteet/asennuskalusteet/ensto-intro--asennuskalusteet/knx/>
- GIRA. 2017. Gira KNX -järjestelmä. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: http://www.gira.com/fi_FI/gebaeudetechnik/systeme/knx-eib_system.html?seite=gebaeudetechnik%2Fsysteme%2Fknx-eib_system
- HÄRKÖNEN, K. 2015. *KNX-järjestelmän perusteet*. Espoo: Sähkötieto Oy.
- KNX (a). 2016. The KNX Standard – the basics. [Verkkójulkaisu] [Viitattu: 2017-5-11]. Saatavissa: http://www.knx.org/media/docs/Flyers/KNX-Basics/KNX-Basics_en.pdf
- KNX (b). 2017. Koulutus. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-1-20]. Saatavissa: <http://knx.fi/index.php?k=220423>
- KÄHRS. 2008. Aluslattiaa koskevat vaatimukset ja lattialämmitys. [Verkkójulkaisu] [Viitattu: 2017-4-4]. Saatavissa: http://www.kahrs.com/globalassets/fi/kahrs_subfloors_underfloorheating_fi.pdf
- LEDSUPPLY. 2002. Understanding Led Drivers and How To Choose the Right One. [Verkkójulkaisu] [Viitattu: 2017-5-10]. Saatavissa: <http://www.ledsupply.com/blog/understanding-led-drivers/>

MITSUBISHI ELECTRIC. 2015. Suorahöyrysteinen puhallinkonvektori suuriin tiloihin. [Verkkojulkaisu] [Viitattu: 2017-5-11]. Saatavissa: http://www.scanoffice.fi/sites/default/files/liitetiedostot/tuotteet/mitsubishi_electric_idh-puhallinkonvektori.pdf

PANASONIC. 2015. Aquarea. *Tehokasta lämpöpumpputekniikkaa*. [Verkkojulkaisu] [Viitattu: 2017-5-11]. Saatavissa: https://www.spinea.fi/wp-content/uploads/2016/11/SV_Aquarea_suomi_WEB_2016.pdf

SAAVALAINEN, H. & MANSIKKA, O. 2014. Ledit yleistyvät vauhdilla – valaistuksen sähkönkäyttö liki puolittunut. Helsingin Sanomat. [Verkkojulkaisu] [Viitattu: 2017-5-12]. Saatavissa: <http://www.hs.fi/kotimaa/art-2000002769536.html>

SMART-BUS (a). 2011. Smart Home Group Company Information. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-5-10]. Saatavissa: <http://www.smarthomebus.com/smart-home-group-home-automation-smart-bus-company-profile.html>

SMART-BUS (b). 2011. SMART-BUS (S-BUS) Technology. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-15]. Saatavissa: <http://www.smarthomebus.com/smart-bus-sbus-technology.html>

SMART-BUS (c). 2011. Smartbus Impulse Metering Module (G4). [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-4-4]. Saatavissa: <http://www.smarthomebus.com/SmartBUS-Impulse-Metering-Module-G4-SB-Impulse-UN-GTIN-UPC-EAN-0610696254856.html>

SMART-BUS (d). 2011. BMS (Building Management System). [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-1-20]. Saatavissa: <http://www.smarthomebus.com/smart-bus-wiring-devices.html>

SMART-BUS (e). (n.d). Self-Learning Educational Kit. [Verkkojulkaisu] [Viitattu: 2017-1-20]. Saatavissa: http://media.wix.com/ugd/b060a3_5673b462de904d62b473ad1552eab69e.pdf

SMART-BUS (f). 2012. Configuration Manual for SMART IR Serials. [Verkkojulkaisu] [Viitattu: 2017-1-20]. Saatavissa: <http://www.smarthomebus.com/dealers/User%20Manual/Configuration%20Manual%20for%20SMART%20IR%20Serials%20V1.0.1.pdf>

SMART-BUS (g). 2012. Programming Manual. *V 2.1*. [Verkkojulkaisu] [Viitattu: 2017-1-20]. Saatavissa: <http://smarthomebus.com/dealers/Programming%20Manual/SmartBUS%20Manual%20Programming%20v.2.1.pdf>

SMART-BUS (h). 2014. Programming Manual. *V 2.1*. [Verkkojulkaisu] [Viitattu: 2017-1-20]. Saatavissa: <http://smarthomebus.com/dealers/Programming%20Manual/How%20to%20pair%20the%202nd%20generation%20S-Wave.pdf>

SMART-BUS (i). 2014. Manual of Installation and Configuration for SMART-BUS Android Official Pro Version. [Verkköjulkaisu] [Viitattu: 2017-1-20]. Saatavissa:

<https://drive.google.com/open?id=0BwNCU7JiMnaIUFFUY0tIWnlIR1k>

SMART GROUP (a). 2011. SB-G4 Data Sheet Rev 1.0. *SB-RSIP-DN: PC IP Interface with RS-232/485*. [Verkköjulkaisu] [Viitattu: 2017-2-15]. Saatavissa: [http://www.smarthomebus.com/dealers/Datasheets/RS-IP%20%20\(%20Data%20Sheet\).pdf](http://www.smarthomebus.com/dealers/Datasheets/RS-IP%20%20(%20Data%20Sheet).pdf)

SMART GROUP (b). 2015. SB-G4 Data Sheet Rev 1.0. *SB-RSIP-DN PC IP Interface with RS-232/485*. [Verkköjulkaisu] [Viitattu: 2017-1-20]. Saatavissa: <http://www.smartg4control.com/products-1/Relays-Switching-Controls-c17984386>

SMART GROUP (c). 2015. Dimmers (Lighting Controls). [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: <http://www.smartg4control.com/products-1/Dimmers-Lighting-Controls-c17983938>

SMART GROUP (d). 2015. LED Controllers. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: <http://www.smartg4control.com/products-1/LED-Controllers-c17984871>

SMART GROUP (e). 2015. Motor and Valve Controls. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: <http://www.smartg4control.com/products-1/Motor-and-Valve-Controls-c18120177>

SMART GROUP (f). 2015. Mixed Use Controller. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: <http://www.smartg4control.com/products-1/Mixed-Use-Controller-c17984819>

SMART GROUP (g). 2015. Mini & Wireless Controllers (Retrofit). [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: <http://www.smartg4control.com/products-1/Mini-%26-Wireless-Controllers-Retrofit-c17984533>

SMART GROUP (h). 2015. User Interface Panels. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: <http://www.smartg4control.com/products-1/User-Interface-Panels-c17984333>

SMART GROUP (i). 2015. Sensors & Detectors. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: <http://www.smartg4control.com/products-1/Sensors-%26-Detectors-c17984341>

SMART GROUP (j). 2012. G4 Data Sheet Rev 2.0. *SB-SEC250K-DN Security Monitoring Module*. [Verkköjulkaisu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: [http://smarthomebus.com/dealers/Datasheets/v2/Security%20%20\(%20Data%20Sheet\)%20%20V2.pdf](http://smarthomebus.com/dealers/Datasheets/v2/Security%20%20(%20Data%20Sheet)%20%20V2.pdf)

SMART GROUP (k). 2011. SB-G4 Data Sheet Rev 1.0. *SB-LOGIC2-DN Automation Logic and central clock*. [Verkköjulkaisu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: [http://www.smarthomebus.com/dealers/Datasheets/Logic2%20%20\(%20Data%20Sheet\).pdf](http://www.smarthomebus.com/dealers/Datasheets/Logic2%20%20(%20Data%20Sheet).pdf)

SMART GROUP (l). 2015. Communication Bridges. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: <http://www.smartg4control.com/products-1/Communication-Bridges-c17984855>

SMART GROUP (m). 2011. SB-G4 Data Sheet Rev 1.0. *SB-Z-AUDIO2: Zone Distributed Audio*. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 2017-2-15]. Saatavissa: [http://www.smarthomebus.com/dealers/Datasheets/SB-Z-Audio2-DN%20\(%20Data%20Sheet\).pdf](http://www.smarthomebus.com/dealers/Datasheets/SB-Z-Audio2-DN%20(%20Data%20Sheet).pdf)

SMART GROUP (n). 2015. (Air Push) Z-Air Smart Sonics (Mobile Source Streamer) Internet Radio with Air Push SS-Z-Air-FL. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: <http://www.smartg4control.com/products-1/Air-Push-Z-Air-Smart-Sonics-Mobile-Source-Streamer-Internet-Radio-with-Air-Push-SS-Z-Air-FL-p63965222>

SMART GROUP (o). 2015. Access and Entry Systems. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: <http://www.smartg4control.com/products-1/Access-and-Entry-Systems-c17985277>

SMART GROUP (p). 2015. Consultant. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: <http://www.smartg4control.com/consultant>

SMART GROUP (q). 2013. Programming Manual Security Module V2.2. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 2017-2-15]. Saatavissa: <http://smarthomebus.com/dealers/Programming%20Manual/Programming%20Manual-%20Security%20Module%20v.2.2.pdf>

SMART GROUP (r). 2012. SB-G4 Data Sheet Rev 2.0. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: [http://smarthomebus.com/dealers/Datasheets/v2/SB-ZoneBeast23-DN%20\(Data%20%20Sheet\)V2.2.pdf](http://smarthomebus.com/dealers/Datasheets/v2/SB-ZoneBeast23-DN%20(Data%20%20Sheet)V2.2.pdf)

SMART GROUP (s). 2012. SB-4LED Data Sheet 2.0. *SB-4LED-DCV: S-BUS Ready LED 4ChX1A Driver*. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 2017-2-15]. Saatavissa: [http://smarthomebus.com/dealers/Datasheets/v2/LED%20SB-4LED-DCV%20\(%20Data%20Sheet\)%20V2.1.pdf](http://smarthomebus.com/dealers/Datasheets/v2/LED%20SB-4LED-DCV%20(%20Data%20Sheet)%20V2.1.pdf)

SMART GROUP (t). 2011. SB-G4 Data Sheet Rev 1.0. *SB-DDP-EU: Dynamic Display Panel (Euro & UK)*. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 2017-2-15]. Saatavissa: [http://www.smarthomebus.com/dealers/Datasheets/DDP%20\(%20Data%20Sheet\).pdf](http://www.smarthomebus.com/dealers/Datasheets/DDP%20(%20Data%20Sheet).pdf)

SMART GROUP (u). 2011. SB-G4 Data Sheet Rev 1.0. *SB-9in1T-CL Multi-functional 9in1 sensor w/Temp*. <http://smarthomebus.com/dealers/Datasheets/9in1%20Sensor%20%28%20Data%20Sheet%29.pdf>

SMART GROUP (v). 2012. SB-G4 Data Sheet Rev 2.0. *SB-Flicker-S-UN 2-Channel LED Flicker Suppressor Mod-*. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 2017-2-15]. Saatavissa: [http://www.smarthomebus.com/dealers/Datasheets/v2/Flicker-S\(%20Data%20Sheet\)%20V2.pdf](http://www.smarthomebus.com/dealers/Datasheets/v2/Flicker-S(%20Data%20Sheet)%20V2.pdf)

- SMART GROUP (w). 2012. SB-G4 Data Sheet Rev 2.0. *SB-ZBeast23-DN Zone Beast 23 Mix Controller*. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 2017-2-15]. Saatavissa: [http://smarthomebus.com/dealers/Datasheets/v2/SB-ZoneBeast23-DN\(Data%20%20Sheet\)V2.2.pdf](http://smarthomebus.com/dealers/Datasheets/v2/SB-ZoneBeast23-DN(Data%20%20Sheet)V2.2.pdf)
- SMART GROUP (x). 2011. SB-G4 Data Sheet Rev 1.0. *SB-RSIP-DN: PC IP Interface with RS-232/485*. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 2017-2-15]. Saatavissa: [http://www.smarthomebus.com/dealers/Datasheets/RS-IP\(Data%20Data%20Sheet\).pdf](http://www.smarthomebus.com/dealers/Datasheets/RS-IP(Data%20Data%20Sheet).pdf)
- SMART GROUP (y). 2011. SWave Trail Click Module - SB-SWave-TC GTIN (UPC-EAN). [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-15]. Saatavissa: <http://www.smarthomebus.com/SWave-Trail-Click-Module-SB-SWave-TC-GTIN-UPC-EAN-0610696255075.html>
- SMART GROUP (z). 2011. SB-G4 Data Sheet Rev 1.0. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: [http://www.smarthomebus.com/dealers/Datasheets/6B\(Data%20Data%20Sheet\).pdf](http://www.smarthomebus.com/dealers/Datasheets/6B(Data%20Data%20Sheet).pdf)
- SMART GROUP (å). 2012. Programming Manual. *Example: How to control Split Ac from DDP using IR Emitter/9in1*. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: <http://smarthomebus.com/dealers/ProgrammingManual/ManualProgramminSplitACEx.pdf>
- SMART GROUP (ä). 2016. Product Catalogue. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 2017-5-30]. Saatavissa: http://media.wix.com/ugd/b060a3_cb2d91edf0444466ac8b0618e54e96ad.pdf
- SMART GROUP (ö). 2015. 6B Smart-Bus 6 Button Switch Wall Panel. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-5-30]. Saatavissa: <http://www.smartg4control.com/products-1/6B-Smart-Bus-6-Button-Switch-Wall-Panel-SB-6BS-EU-UPC-0610696254269-p62101439>
- SMARTHOME BUS. n.d. Smart-BUS Presentation. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 2017-5-30]. Saatavissa: <http://smarthomebus.com/dealers/Presentations/SMARTHOMEBUSPRESENTATION%20240714.pdf>
- SMART HOME GROUP. 2015. S-Wave Catalogue. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 2017-1-20]. Saatavissa: <http://smarthomebus.com/dealers/Catalogues/Swave/S-WaveCatalogueV4.2.1.pdf>
- SUOMEN KIIINTEISTÖLEHTI. 2016. Taloautomaatio säästää. [Digilehti] [Viitattu: 2017-3-16]. Saatavissa: <http://www.kiinteistolehti.fi/taloautomaatio-saastaa/>
- SWEGON. 2016. REACT ilmastovirtasäädin. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: http://www.swegon.com/Global/PDFs/Flowcontrol/Demandcontrolledventilation_fi/REACTa.pdf

TALOAUTOMAATIO.FI. 2017. Etusivu. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-15]. Saatavissa: <http://taloautomaatio.fi/fi>

TEKEVILLE. n.d. Kodin valaistus. *Valaistuksen peruskäsitteitä ja suureita*. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-5-12]. Saatavissa: <http://www.tekeville.fi/perustietoa-kodin-valaistuksesta/valaistuksen-peruskasitteita-ja-suureita>

VALLOX. 2015. MyVallox Control. [Verkkajulkaisu] [Viitattu: 2017-2-15]. Saatavissa: https://www.vallox.com/files/30/OHJE_Vallox_096_110_145_FIN_210415_print.pdf

ZENNIO. 2017. Zennio KNX-taloautomaatio tekee kodista toimivamman. [Verkkosivu] [Viitattu: 2017-2-28]. Saatavissa: <http://zennio.fi/zennio-taloautomaatio/>

ZVEI Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., ZVEH – Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke 2006. KNX peruseriaatteet – Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. (Suom. KNX Finland ry, Veijo Piikkilä, Harri Liukku & Kari Parvainen.) 5. korjattu painos. Belgia: KNX Association cvba.

LIITE 1: DDP-KÄYTTÖPANEELIN FLOOR HEATING OHJELMOINTISIVU

DDP

General | Button Assignment | Air conditioning | Floor Heating | Music | Page | Remote Control

Device: 1-20-SB-DDP Enable Floor-Heating

Index	Enable	SubNet ID	Device ID	Channel
Control objec	Valid	1	1	5
Control objec	Invalid	255	255	255
Control objec	Invalid	255	255	255
Control objec	Invalid	255	255	255

Temperature Settings

Internal External

Internal Temperature Sensor

Average of Internal and External

SubNet ID(Floor): 1 Device ID 1 chn 5 Max (C) 35

Outdoor Temp: SubNet ID 1 Device ID 1 chn 1

Working Settings

Enable PID Always ON

Output Mode: Relay ON/OFF Min. Heating: 1m

Heating Speed: Medium Control Cycle: 5 m

Day Start at: 7:00:00 Night Start at: 19:00:00

Mode: Normal Day Night Away Time

Heating Working Status

ON Heating OFF Heating

Current Mode: Normal

Normal Temp: 23 C

Day Temp: 20 C

Night Temp: 20 C

Away Temp: 18 C

Temp Type: C

Local compensation: -8

Upload Pictures of Modes

Mode	Resolution	Resolution	Resolution
Heating OFF	48 X 32	48 X 32	48 X 32
Heating ON	48 X 32	48 X 32	48 X 32
1-Normal	48 X 32	48 X 32	48 X 32
2-Day	48 X 32	48 X 32	48 X 32
3-Night	48 X 32	48 X 32	48 X 32
4-Away	48 X 32	48 X 32	48 X 32
5-Timer_Day	48 X 32	48 X 32	48 X 32
5-Timer_Night	48 X 32	48 X 32	48 X 32

Tip: You can also use uv switch to control floor heating.

LIITE 2: ZONE BEAST 23 MONITOIMIOHJAIMEN HVAC-OHJELMOINTISIVU

Zone-Beast 23 port Mix Control Module

Select device

Device: 1-1-SB-ZMIX23-DN

Device: Channel Scene Motor HVAC

General FCU VAV Temperature Sensor Set Point

Temperature Unit: C Save

Fan Speed and Mode

FAN speed: Auto High Medium Low

Mode: Auto Cool Heat Fan

Save

Model: SB-ZMIX23-DN
 Subnet ID: 1
 Device ID: 1

Temperature Range

Cooling Range: From: 18 To: 25 Unit: C

Heating Range: From: 20 To: 47

Auto Range: From: 0 To: 44

Save

LIITE 3: DDP-KÄYTTÖPANEELIN AIR CONDITIONING OHJELMOINTISIVU

DDP

General | Button Assignment | Air conditioning | Floor Heating | Music | Page | Remote Control

DDP Address

Subnet ID: 1 Device ID: 20

Model: SB-DDP Remark: Pankkeohjan LCD

Basic Information

Temperature Calibration on DDP: C

Broadcast Temperature Enable Temperature Broadcast

Subnet ID of target Device: Device ID of target Device:

If Subnet ID and Device ID both equal 255, it means broadcast to all devices

Control AC

SN	Enable	Subnet ID	Device ID	Type	G3/G4	Group No.	Port No.
1	Enable	1	1	HVAC	G4	N/A	N/A
2	Disable	255	255	N/A	N/A	N/A	N/A
3	Disable	255	255	N/A	N/A	N/A	N/A
4	Disable	255	255	N/A	N/A	N/A	N/A
5	Disable	255	255	N/A	N/A	N/A	N/A
6	Disable	255	255	N/A	N/A	N/A	N/A
7	Disable	255	255	N/A	N/A	N/A	N/A
8	Disable	255	255	N/A	N/A	N/A	N/A

Temperature Type

Temperature type: C

AC Control | Temp Range | Sensor Model Settings

AC Control

Power On Lock

Cool Setpoint: C

Heat Setpoint: C

Auto temperature: C

FAN Speed: Mode:

Current Status: Low, Cool

Air-condition Control Information

FAN speed

Auto High

Medium Low

Mode

Cool Heat

FAN Auto

Dry

TimeType

Time type 24 hour mode 12 hour mode