

LOMAKYLÄN ENERGIANSÄÄSTÖPOTENTIAALIN SELVITYS

Jussi-Pekka Eronen

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Jussi-Pekka Eronen	
Työn nimi Lomakylän energiansäästöpotentiaalin selvitys	
Päiväys 14.6.2011	Sivumäärä/Liitteet 41/4
Ohjaaja(t) Diplomi-insinööri Risto Rissanen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Aholansaaren Matkailu Oy	
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä tutkittiin energiansäästön mahdollisuuksia Tahkovuoren matkailualueella sijaitsevalle Aholansaaren lomakylälle. Jatkuvasti kallistuvan energianhinnan takia syntyi tarve selvittää, millä keinoin energiankulutusta, erityisesti sähkönkulutusta, saisi kohteessa laskettua. Energiansäästön mahdollisuuksia selvitettiin erityisesti kiinteistöautomaation näkökulmasta.</p> <p>Opinnäytetyössä esiteltiin kiinteistöautomaatiota yleisellä tasolla ja sen tyypillisiä käyttökohteita sekä mahdollisuuksista säästää kiinteistössä energiaa. Muutamaa eri kiinteistöautomaatiojärjestelmää käytiin tarkemmin läpi ja yhtä näistä käsiteltiin mahdollisena järjestelmänä tilaajan kiinteistöihin.</p> <p>Energiatehokkuus oli myös yksi oleellinen asia, johon opinnäytetyössä perehdyttiin. Energiatehokkuuteen liittyen, Aholansaaren rakennuksille tehtiin lämpökamerakuvaus, mistä opinnäytetyössä esitellään muutamia esimerkkikuvia.</p> <p>Tehokkain ja helpoiten toteutettavissa oleva keino, jolla energiaa saataisiin säästettyä, on rakennusten tai huoneiden lämpötilojen laskeminen tilojen ollessa tyhjillään. Sähkölämmitteisissä rakennuksissa jo lyhytaikaisesta lämpötilan laskusta saadaan nopeasti säästöä, sillä sähkölämmitystä on nopea ohjata verrattuna esimerkiksi vesikiertoiseen lämmitykseen, jossa aikaa kuluu enemmän lämpötilojen muutoksiin.</p>	
Avainsanat energiatehokkuus, lämpökuvaus, kiinteistöautomaatio	
Luottamuksellisuus julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Jussi-Pekka Eronen			
Title of Thesis A Research of The Energy Saving Potential of a Holiday Village			
Date	14 June 2011	Pages/Appendices	41/4
Supervisor(s) Mr Risto Rissanen, Master of Science in Technology			
Project/Partners Aholansaaren Matkailu Oy			
<p>Abstract</p> <p>In the thesis I explored the opportunities of energy conservation in the Ahonsaari holiday village, which is located in Tahkovuori holiday resort. Due to the ever increasing energy prices there was a need to find out how the resort's energy consumption – and especially electricity consumption – could be cut back. The possibilities of energy consumption were also examined in from a building automation viewpoint.</p> <p>My research examines building automation on a general level along with its typical uses and the ways in which it can be applied to saving energy in real estates. A couple of different real estate automation systems were examined more thoroughly and one of them was analyzed as a possible alternative for the real estates in question.</p> <p>Energy efficiency was also an integral question explored in the thesis. In terms of energy efficiency in the Aholansaari buildings, thermal images were taken, and example pictures are provided in the research.</p> <p>The most effective and most feasible method of conserving energy would be lowering the temperature of rooms or entire buildings while the premises are empty. With electrical heating noticeable savings can be achieved from lowering the temperature even for short periods, since electrical heating can be controlled quickly compared to for example water heating, in which it takes more time to change the temperature.</p>			
Keywords energy efficiency, thermal images, building automation			
Publicity public			

ALKUSANAT

Keväällä 2011 sain mahdollisuuden lähteä mukaan LaatuSavo -hankkeeseen, jossa tehtävänä oli selvittää Tahkovuoren matkailukeskuksen alueella sijaitsevan lomakylän energiansäästöpotentiaalia. Hankkeelle tein erillisen raportin, jota jatkoin Aholansaaren Matkailu Oy:n toimeksiantona opinnäytetyöksi.

Haluankin esittää kiitokset Aholansaaren Matkailu Oy:lle ja yrityksen yhteyshenkilö Kari Ikoselle mahdollisuudesta jatkaa hankkeen raporttia opinnäytetyöksi sekä vieraanvaraisuudesta suorittaessani lämpökuvauksia Aholansaassa. Savonia-ammattikorkeakoulusta kiitän työni ohjaajaa diplomi-insinööri Risto Rissasta ja muuta koulumme sähkölaboratorion henkilökuntaa avusta työn eri vaiheissa.

Kuopiossa 14.6.2011

Jussi-Pekka Eronen

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	8
2	TYÖN TILAAJA	9
2.1	Aholansaaren Matkailu Oy.....	9
2.2	Aholansaari	9
2.2.1	Sijainti	9
2.2.2	Historia.....	10
2.2.3	Rakennukset	10
3	ENERGIATEHOKKUUS	11
3.1	Määräykset ja sopimukset	11
3.1.1	Energiatodistus.....	12
3.1.2	Energiatodistusta ei vaadita.....	12
3.1.3	Energiatodistus vaaditaan	13
3.2	Lämpökuvaus	13
3.2.1	Kiinteistöjen lämpökuvaus	13
3.2.2	Sähkökuvaus.....	14
3.2.3	Aholansaaren rakennusten lämpökuvaus	14
3.2.4	Aholansaaren lämpökuvat	15
4	KIINTEISTÖAUTOMAATIO	21
4.1	Kiinteistöautomaation kehitys	22
4.1.1	Keskitetyt ja suljetut järjestelmäpohjat	23
4.1.2	Hajautetut ja avoimet järjestelmät.....	24
4.2	Erilaisia automaatiojärjestelmiä	26
4.2.1	LonWorks	26
4.2.2	KNX.....	28
4.2.3	M2M	29
5	ENERGIATEHOKKUUTTA KIINTEISTÖAUTOMAATIOILLA.....	30
5.1	Lämpötilan alennus	30
5.2	Kiinteistöautomaatio-ohjelma KOPPI	31
5.2.1	Kaksiasentosäätö	32
5.2.2	Välyksellinen kaksiasentosäätö	33
5.2.3	Pulssinleveyssäätö	33
5.3	Erilaisia säätimiä.....	34
6	KIINTEISTÖAUTOMAATIOTA AHOLANSAAREEN	36
6.1	Esimerkki mahdollisesta kiinteistöautomaatiojärjestelmästä	36
6.2	Kiinteistöautomaatiojärjestelmän esisuunnittelun lähtökohdat.....	37
7	YHTEENVETO	39

LIITTEET

Liite 1 Aholansaaren karttakuva

Liite 2 Huonelämpötilan ohjausyksikkö tiloja varten

Liite 3 Painike plus huonelämpötilan ohjausyksiköllä

Liite 4 Näytöllä varustettu huonelämpötilan ohjausyksikkö

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aihe on Aholansaaren lomakylän energiansäästöpotentiaalın selvitys. Kohteen majoitusrakennukset ovat eri vuosikymmeninä rakennettuja ja pääosin sähkölämmitteisiä. Yhteensä kohteessa on n. 200 vuodepaikkaa. Opinnäytetyö esittää energiansäästön mahdollisuuksia erityisesti kiinteistöautomaation näkökulmasta. Aholansaareissa suoritettiin myös lämpökamerakuvaus, josta esitellään opinnäytetyössä muutamia kuvia ja esimerkkejä.

Energiatehokkuus on ollut paljon esillä erityisesti 2000-luvulla ja erilaiset energiansäästöselvitykset kiinteistöistä ovat yleistyneet. Pitkällä aikavälillä energianhinta kallistuu, taloustaantumien aiheuttamista väliaikaisista halpenemisista huolimatta. Halvan energian aika, varsinkin nykYTEKNIKALLA tuotettuna, alkaa olla ohitse. Korkean energianhinnan takia maat, yritykset ja yksityishenkilöt ovat kiinnostuneet energiansäästöstä. Tehostamalla energiankäyttöä saadaan selvää rahallista säästöä niin tehtaantuoantokustannuksissa kuin omakotitalon sähkölaskussakin. Viime kädessä energiatehokkaampi yhteiskunta koituu ympäristön hyödyksi.

Kiinteistö- eli rakennusautomaatiolla voidaan vaikuttaa huomattavasti kiinteistön energiankulutukseen erilaisilla ohjauksilla ja säädöillä. Energiatehokkuuden ensisijainen tavoite on kasvihuonekaasupäästöjen kustannustehokas vähentäminen. Esimerkiksi EU:n yhteisenä tavoitteena on tehostaa energiankäyttöä 20 % vuoteen 2020 mennessä. Rakennus- ja kiinteistöala on energiatehokkuuden parantamisen kannalta Suomessa kaikkein potentiaalisin ala, sillä Suomi on jo nykyisinkin monissa energiansäästötoimissa ja energiankäytön tehokkuudessa maailmanlaajuisesti yksi johtavista maista.

Aholansaaren sähkölämmitteiset rakennukset kuluttavat paljon sähköä ja energianhinnan koko ajan noustessa, on tällaiselle tutkimustyölle olemassa selkeä tarve. Tavoitteena on saada lomakylälle selvitys, missä asioissa energiaa voitaisiin säästää ja esitellä kiinteistöautomaatiota yleisellä tasolla sekä sen tarjoamia mahdollisuuksia energiansäästöissä.

2 TYÖN TILAAJA

2.1 Aholansaaren Matkailu Oy

Aholansaaren Matkailu Oy vastaa Aholansaaren matkailupalveluista. Majoituspalveluina saari tarjoaa huoneistohotelli- ja mökkivaihtoehtoja. Aholansaarella on myös puitteet erilaisten kokouksien ja tapaamisten pitoon. Lukuisissa ryhmä- ja kokoustiloissa ovat tilat niin pienille muutamien ihmisten tapaamisiin soveltuviin huoneissa kuin myös jopa 200 ihmisen tilaisuuksiin juhlasalissa. (Aholansaari.)

Tahkon alueen läheisyys tuo paljon erilaisia vapaa-ajanpalveluita saaren omien vaihtoehtojen lisäksi. Erityisesti talvella laskettelurinteet ja Aholansaaren kautta kulkevat hiihtoladut tarjoavat lomalaisille hyvät liikuntamahdollisuudet. Kesäisin saarella on tietenkin mahdollisuus saunaan perinteikkäällä puulämmitteisessä rantasaunassa. Muita kesäajan palveluita ovat mm. kanootilla melominen, jousiammunta sekä erilaiset retkipaketit. (Aholansaari.)

Monien erityyppisten tilaisuuksien, kuten häiden, sukukokousten ja merkkipäivien viettoon Aholansaaren Matkailu Oy tarjoaa tilojen ja henkilökunnan lisäksi myös pitopalveluja. Aholansaaren aukioloaikojen mukaan vierailijat saavat myös perinteistä kotiruokaa noutopöydästä sekä monipuoliset kahvilapalvelut. (Aholansaari.)

2.2 Aholansaari

2.2.1 Sijainti

Aholansaari sijaitsee Pohjois-Savon maakuntaan kuuluvassa Nilsiän kaupungin Syväri-järvessä. Aholansaari on yksi monista Syväri-järven saarista ja se sijaitsee keskellä Syvärin vesistöä. Saaren pinta-ala on noin yksi neliökilometri (0,5 km x 2,0 km). Matkaa lähimpään suurempaan paikkakuntaan, Kuopioon, on noin 65 kilometriä. Muita pienempiä lähinaapureita ovat Siilinjärvi, Juankoski, Rautavaara ja Lapinlahti. (Nilsiän kaupunki; Aholansaari.)

2.2.2 Historia

Aholansaari on tullut tunnetuksi herännäisyyden johtajan Paavo Ruotsalaisen asuttua saarella kahteen eri otteeseen vuosina 1817 - 1820 ja 1830 - 1850. Aholansaari on ennen nykyistä nimeään tunnettu myös nimillä Ruotsala ja Markkala. Saari kuului Ruotsalaisten perillisten omistukseen vuoteen 1913 asti, jonka jälkeen erinäisten omistajavaihdosten ja perintöjen myötä saaren omistuksesta kuuluu nykyisin kolmasosa Aholansaaressätiölle. (Aholansaari.)

2.2.3 Rakennukset

Saaren rakennuskanta on kovin monimuotoinen ja eri vuosikymmeninä rakennettu. Vanhimmat rakennukset ovat Paavo Ruotsalaisen ajalta 1800-luvulta ja uusin rakennus on vuosina 2008 - 2009 valmistunut huoneistohotelli Sepänpaja. (Aholansaari.)

3 ENERGIATEHOKKUUS

Energiatehokkuus on laajasti käytetty, mutta suhteellinen ja laajahko käsite, jota ei ole tarkasti määritelty. Tiivistettynä se pitää sisällään kuitenkin sen, että energiaa ei käytetä turhaan ja toisaalta käytettävästä energiasta saadaan mahdollisimman paljon hyötyä irti. (SPU Systems Oy, Energiatehokkuus ja energiatodistus.)

Energiatehokkuus on ollut ajankohtainen aihe erityisesti 2000-luvulla. Teollisuusmaissa energiaa käytetään joka vuosi enemmän ja enemmän. Energiankäytön voimakas kasvu näkyy varsinkin Kiinan tapaisissa nopean talouskasvun maissa. Energiankäytön suuruus ja sen hinta on suorassa suhteessa talouden tilaan: talouskasvun aikana, kun energiaa käytetään paljon, energianhinta nousee ja vastaavasti taantumassa laskee. Ilmiö oli selvästi havaittavissa viimeksi taantumien aikaan vuosina 2008 - 2009.

Korkean energianhinnan takia maat, yritykset ja yksityishenkilöt ovat kiinnostuneet energiansäästöistä. Tehostamalla energiankäyttöä saadaan selvää rahallista säästöä niin tehtaan tuotantokustannuksissa kuin omakotitalon sähkölaskussakin. Viime kädessä energiatehokkaampi yhteiskunta koituu ympäristön hyödyksi.

Rakennus- ja kiinteistöala on energiatehokkuuden parantamisen kannalta Suomessa kaikkein potentiaalisin ala, sillä Suomi on jo nykyisinkin monissa energiansäästötoimissa ja energiankäytön tehokkuudessa maailmanlaajuisesti yksi johtavista maista. Esimerkiksi sähkön ja lämmön yhteistuotanto, energiatehokkuussopimusten kattavuus ja erilaisten energiakatselmusten järjestelmällinen toteuttaminen on maassamme pitkällä. (Työ- ja elinkeinoministeriö, Energiatehokkuus; Valtion ympäristöhallinto, Energiatehokkuus.)

3.1 Määräykset ja sopimukset

Energiatehokkuuden ensisijainen tavoite on kasvihuonekaasupäästöjen kustannustehokas vähentäminen. Esimerkiksi EU:n yhteisenä tavoitteena on tehostaa energian käyttöä 20 % vuoteen 2020 mennessä. (Työ- ja elinkeinoministeriö, Energiatehokkuus.)

Viranomaiset, teollisuuden ja palvelualan toimialaliitot sekä monet yhteisöt ovat tehneet energiatehokkuuden parantamiseksi energiansäästösopimuksia, joiden avulla yhteisöt ja yritykset vähentävät energiankulutustaan vapaaehtoisesti. Kuluttajille energiatehokkuusvaatimukset näkyvät esimerkiksi kodinkoneliikkeissä kylmälaitteiden ja tietokoneiden energiamerkintöinä. (Valtion ympäristöhallinto, Energiatehokkuus.)

Vuoden 2008 alussa astui voimaan laki energiatodistuksesta ja ympäristöministerin asetukset energiatodistuksesta. Energiatodistuksen taustalla on EU direktiivi, jolla EU-maat yrittävät vähentää kasvihuoneilmiötä parantamalla rakennusten energiatehokkuutta. (Energiatodistus.info, Energiatodistus.)

3.1.1 Energiatodistus

Energiatodistuksesta ilmenee rakennuksen energiatehokkuus. Energiatodistus on erityisesti kuluttajia varten suunniteltu asiakirja, jonka avulla pystytään vertailemaan rakennusten energiatehokkuutta. Energiatehokkuutta mitataan samalla energialuokka-asteikolla kuin kodinkoneiden energiatehokkuutta asteikolla A - G, jossa vähiten energiaa kuluttaa A- ja eniten G-luokan kiinteistö. Energiatodistuksessa kerrotaan rakennuksen tarvitsema lämmitysenergia, sähkö, jäähdytysenergia ja näiden pohjalta laskettu energiatehokkuusluku bruttoalaan suhteutettuna. Jotta hyvään energialuokkaan päästään, täytyy perustekijöiden olla kunnossa: hyvä rakennuksen ulkovaipan, seinien, katon, ikkunoiden ja lattian lämmöneristys sekä tiiviys. Ilmanvaihdoissa tulisi myös olla lämmöntalteenotto. (Energiatodistus.info, Energiatodistus.)

3.1.2 Energiatodistusta ei vaadita

Energiatodistusta ei vaadita rakennuksilta, joiden pinta-ala on enintään 50 neliometriä tai vapaa-ajan asunnoilta, joita käytetään enintään neljä kuukautta vuodessa. Myös kaikki suojellut rakennukset ovat energiatodistuksesta vapautettuja kuin myös sellaiset väliaikaiset rakennukset, joiden suunniteltu käyttöaika on enintään kaksi vuotta. Rakennukset, joita käytetään vain kokoontumiseen, kuten kirkkojen ja muiden uskonnollisten yhdyskuntien omistamat rakennukset saavat toimia ilman energiatodistusta. Myös talouden kannalta on helpotettu tiettyjen rakennusten energiatodistusvaatimusta. Tällaisia ovat mm. teollisuus- ja korjaamorakennukset. (Energiatodistus.info, Energiatodistus.)

3.1.3 Energiatodistus vaaditaan

Energiatodistus vaaditaan kaikille rakennuksille, joille haetaan rakennuslupaa 1.1.2008 jälkeen. Energiatodistus on laadittava jo rakennuslupaa haettaessa ja todistuksen teosta vastaa pääsuunnittelija. Todistus on pakollinen myös olemassa oleville rakennuksille myynnin ja vuokrauksen yhteydessä, lukuun ottamatta pientaloja ja alle seitsemän asunnon asuinrakennuksia, joille se on vapaaehtoinen. Taloyhtiöissä on energiatodistus, joka sisältyy isännöitsijäntodistukseen. (Energiatodistus.info, Energiatodistus; Motiva Oy, Energiatodistus)

3.2 Lämpökuvaus

Lämpökuvauksella voidaan ainetta rikkomatta arvioida rakennusten, rakenteiden ja rakennusmateriaalien kuntoa, laatua ja toimivuutta. Lämpökuvaus on yksi tutkimusmenetelmä sekä uudisrakennusten laadunvalvontamittauksissa että vanhojen kiinteistöjen kuntotutkimuksessa. (Paloniitty & Kauppinen 2006, 7.)

3.2.1 Kiinteistöjen lämpökuvaus

Lämpökamerakuvauksella kiinteistöistä voidaan selvittää monentyypisiä asioita. Energiatehokkuutta selvittäessä saadaan rakennuksista selville muun muassa vaipan ilmanpitävyys, rakenteiden lämpötekninen toimivuus sekä talotekniikan viat ja puutteet. Tietyin edellytyksin myös kosteus- ja homevaurioita pystytään selvittämään. (Paloniitty & Kauppinen 2006, 11.)

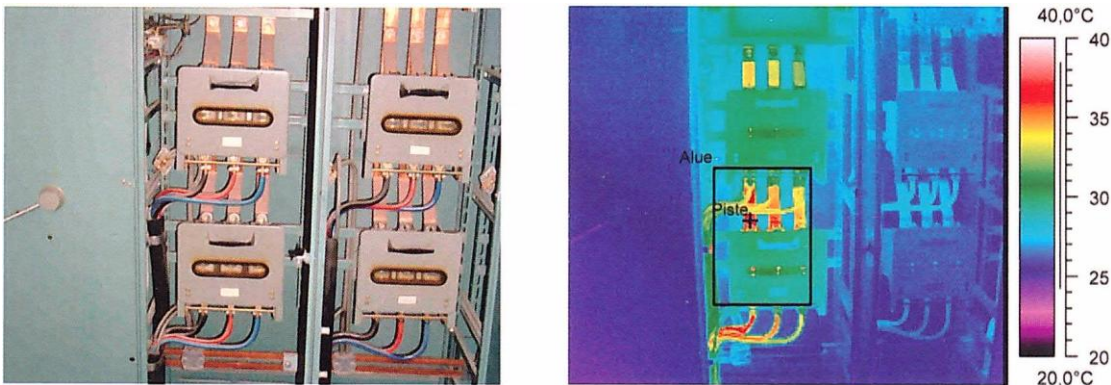
Normaalisti rakennuksen lämpökuvaus sisältää rakennuksen ulkovaipan sisä- ja ulkopuolisen lämpökuvauksen. Kuvauksen avulla pyritään löytämään rakennuksen ulkovaipan puutteita ja vikoja, ilmavuotoja, selvittämään lämmöneristeiden kunto sekä kylmäsillat. (Paloniitty & Kauppinen 2006, 11.)

Ainetta rikkomattomana tutkimusmenetelmänä lämpökuvauksella on myös tiettyjä rajoituksia. Lämpökuvia tulkittaessa on otettava huomioon kaikki tekijät, jotka ovat mahdollisesti vaikuttaneet pintalämpötiloihin. Kuvien ylitulkintaa on varottava ja joskus joudutaankin tekemään uusintakuvauksia sekä käyttämään muita menetelmiä tutkimuksen apuna. (Paloniitty & Kauppinen 2006, 11 - 12.)

3.2.2 Sähkökuvaus

Lämpökuvauksen ensimmäisiä ja suurimpia käyttökohteita on ollut sähköasennusten kuvaaminen. Sähkökuvauksen merkittävin etu on, ettei sähkölaitteiden toimintaa tarvitse keskeyttää eikä niihin tarvitse koskea, vaan ne saavat toimia normaaleissa käytöissään. Yleisimmät viat, kuten heikot liitokset (KUVA 1) ja ylikuormitukset muun muassa keskuksissa ja sähkömoottoreissa on kätevä paikantaa kuvauksella. Ennakoivalla ja säännöllisellä toiminnalla huoltotoimenpiteiden tekeminen voidaan ajoittaa oikein sekä estää sähkökatkoja ja tulipaloja. (Clemac, Mahdollisuudet ja käyttökohteet.)

Kun virtaa kulkee sähköpiirin komponenttien läpi, osa sähköenergiasta muuttuu lämpöenergiaksi vastuksen takia, mikä on aivan normaalia. Mikäli kuvauksessa piirissä näkyy epätavallisen paljon lämpöä, on todennäköistä, että sähköpiirissä on normaalia huomattavasti korkeampi vastus tai virta. Tällaisista tilanteista voi aiheutua vaurioita ja vikoja. (Fluke Finland Oy, Sähköjärjestelmät.)



KUVA 1. Sähkökeskuksen liitosten kunnon arviointia lämpökuvauksella (Paloniitty & Kauppinen 2006, 41).

3.2.3 Aholansaaren rakennusten lämpökuvaus

Opinnäytetyöhön kuului yhtenä osana Aholansaaren rakennusten lämpökuvaaminen. Rakennukset kuvattiin vain ulkopuolelta, koska täydellisen rakennusten lämpökuvauksen järjestäminen olisi ollut liian suuri operaatio toteutettavaksi tämän opinnäytetyön aikataulussa. Oikeaoppisessa kuvaamisessa kuvataan rakennukset myös sisältä ja kiinteistöt alipaineistetaan, mikä olisi vaatinut paljon erikoisjärjestelyitä, sillä majoitustiloihin oli majoittunut asukkaita. Lämpökuvaaminen ei suoranaisesti liittynyt myös-

kään sähkötekniikkaan: kuvaaminen palvelikin enemmän koulua, joka sai tietoa uuden lämpökameran käytännön kokeilusta sekä tietenkin työn tilaajaa, joka sai edes pintapuolisen käsityksen rakennuskannan kunnosta. Mutta myös pelkästään rakennusten ulkovaipan kuvauksella saa tyydyttävän kuvan ainakin suurimmista lämpövuodoista.

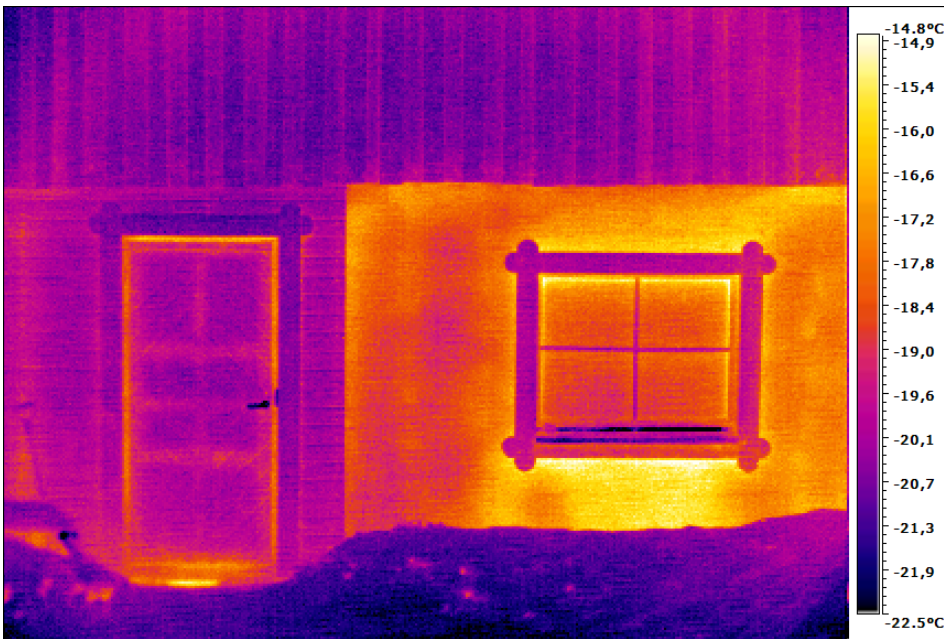
Kuvaukset suoritettiin maaliskuun 24. päivänä Aholansaassa, jolloin olosuhteet olivat vielä riittävän hyvät ulkona kuvaamiseen. Kuvaukset aloitettiin kuudelta aamulla ja saatiin päätökseen kello 9.30 mennessä. Kuvausaikana taivas oli pilvetön ja lämpötila pysyi melko samana; mittauksen alussa lämpötila oli $-7,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja lopussa $-6,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ astetta. Kuvasajankohdan vuoksi auringosta ei ollut haittaa kuvauksessa. Myös tuuliolosuhteet olivat otolliset: aamulla oli lähes tyyntä, mutta kuvauksen loppupuolella pohjoistuuli alkoi voimistua. Lämpökuvaukset saatiin kuitenkin onnistuneesti päätökseen ennen kuin olosuhteet olisivat muuttuneet kuvausta hankaloittavaksi.

3.2.4 Aholansaaren lämpökuvat

Seuraavissa kuvissa esitellään muutamia otoksia, joista on selvästi havaittavissa lämpövuotoja. Lämpökuvien oikea tulkinta vaatii korkeaa ammattitaitoa ja asiaan perehtymistä syvällisesti, joten kuvien analysointi jätetään tässä opinnäytetyössä melko pintapuoliseksi. Kameran emissiivisyys-asetus on joka kuvassa 0,95. Kuvien analysoinnissa on käytetty apuna Rakennusten lämpökuvaus -kirjan tulkintaesimerkkejä. Ensimmäinen esimerkki on Juhanantuvan etupuolelta kuvissa 2 ja 3.

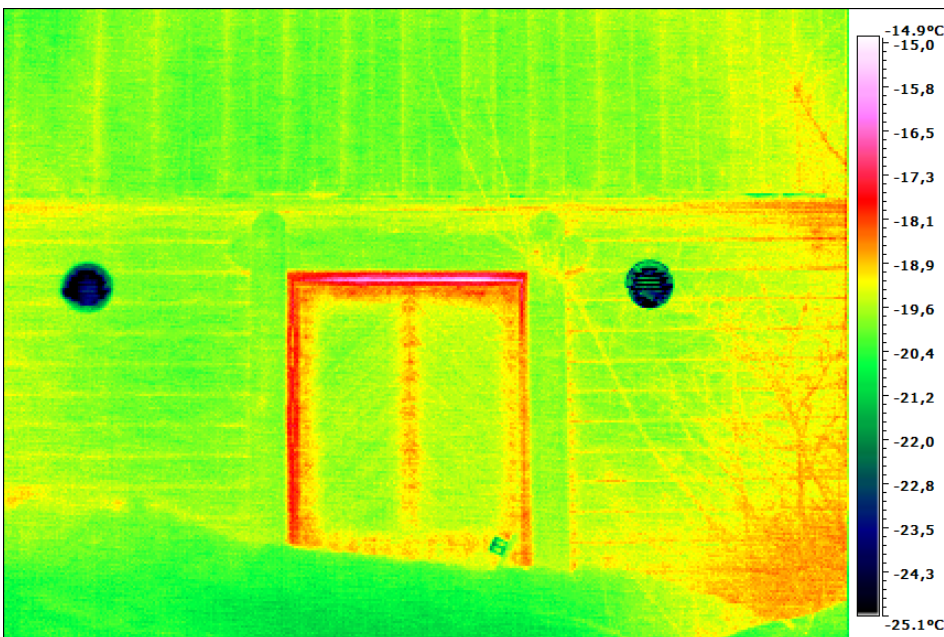


KUVA 2. Juhanantupa etusivu



KUVA 3. Juhantupa etusivu, IR-kuva.

Kuvassa 3 ikkunapelti saattaa valuttaa julkisivuun vettä. Myös oven tiiviyttä näyttää heikolta. (Paloniitty & Kauppinen 2006, 34.)



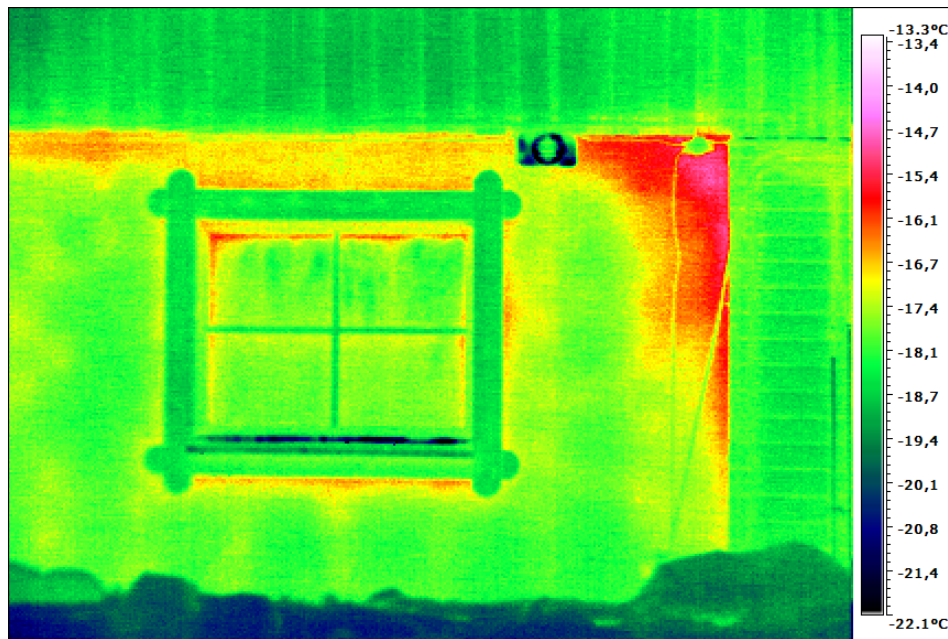
KUVA 4. Juhantupa pääty, IR-kuva.

Kuvassa 4 on tyypillinen ovi, jonka tiiviyttä näyttää olevan puutteellinen. Punaisena loistavat ovenpielet erottuvat selvästi kuvassa lämpimämpänä alueena. (Paloniitty & Kauppinen 2006, 42.)



KUVA 5. Juhanantupa pääty

Kolme ensimmäistä esimerkkiä (kuvat 2 - 7) ovat samasta kohteesta, josta löytyi eniten selviä lämpövuotoja. Kuten kuvista 2, 5 ja 7 voidaan todeta, on rakennus melko iäkäs.



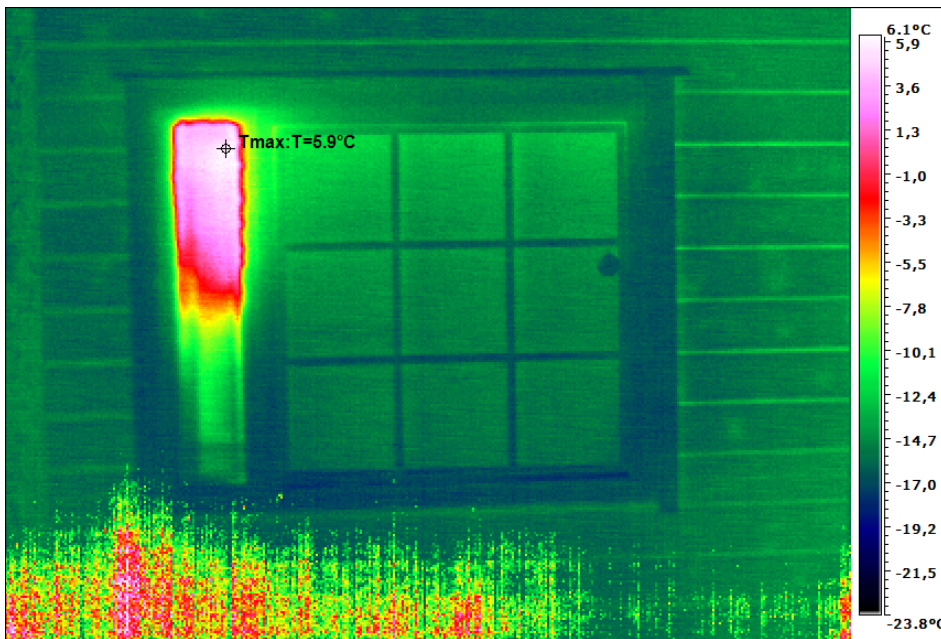
KUVA 6. Juhanantupa takaa, IR-kuva.

Kuva 6 on rakennuksen takapuolelta otettu lämpökamerakuva, jossa näkyy lämpövuotoa tai kosteutta rakenteiden liittymässä. (Paloniitty & Kauppinen 2006, 55.)



KUVA 7. Juhanantupa takaa

Kuvasta 7 nähdään paremmin rakenteiden liittymiskohta, jossa kaksi eri seinää näyttää yhtyvän. Tällaiset rakenteiden liittymiskohdat ovat usein paikkoja, joihin voi kertyä kosteutta tai liittymiskohta on puutteellisesti eristetty.



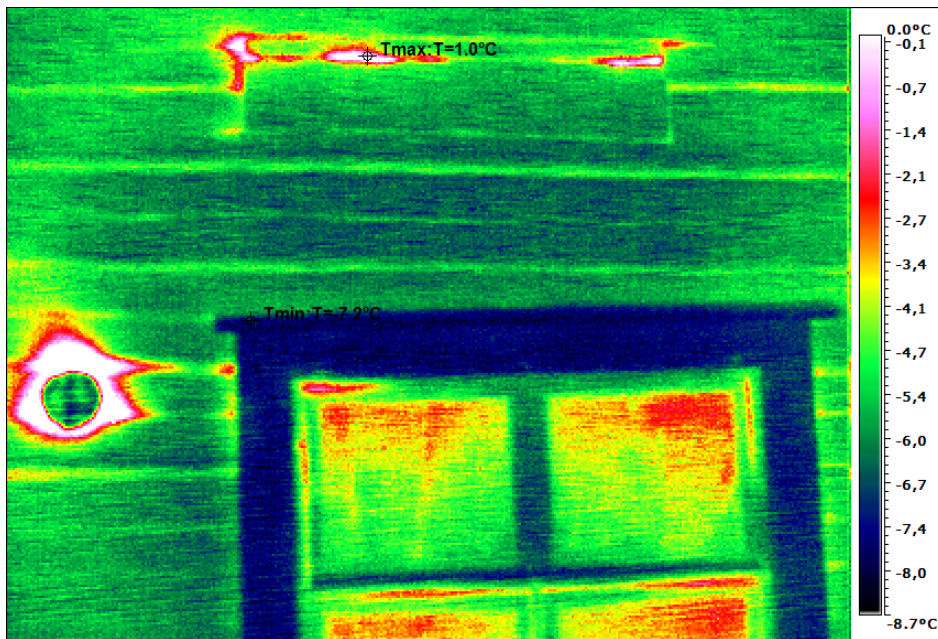
KUVA 8. Sipilä, IR-kuva.

Esimerkki kunnossa olevasta seinästä kuvassa 8, jossa näkyy selvä lämpövuoto ikkunassa. Lämpövuotoon on tosin selvä selitys: mökkiin majoittuneilla asukkailla on ollut ikkuna auki. Kuvan alalaidan epäselvyys johtuu pakkasen aiheuttamasta kameran kylmenemisestä.



KUVA 9. Sipilä

Kuvista 8 ja 9 voidaan todeta, miten suuri merkitys ihmisten omilla käyttötottumuksilla on energiatehokkuuteen. Mikäli pakkasella tarvitsee tuulettaa, kannattaa se tehdä nopeasti ristivedolla. (Motiva Oy, Talviset energiansäästövinikit.)



KUVA 10. Mäntyterassi, IR-kuva.

Kuvassa 10 lämpövuotoa on havaittavissa ikkunan yläpuolella olevan luukun reunoista. Muutoin vanha hirsimökki näyttää tiiviiltä, joskin vasemmalla puolen kuvaa olevan tuuletusräppänän ympärillä näkyy lämmin alue, kuten ilmanvaihdon kannalta kuuluu-kin.

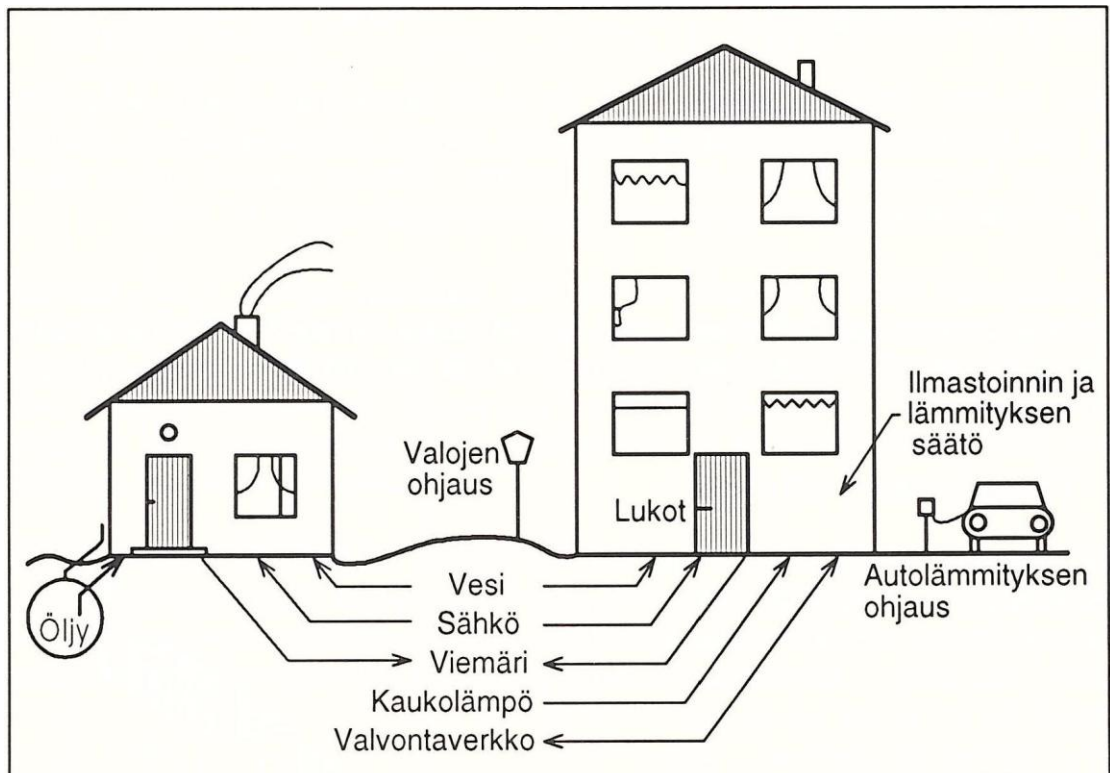


KUVA 11. Mäntyterassi

Tavallisen kuvan 11 perusteella voisi helposti olettaa, että vanhan mökin ikkunan karmeissa ja seinän hirsien väleissä voisi olla lämpövuotoa. Pahoja lämpövuotoja ei kuitenkaan IR-kuvan mukaan näytä olevan.

4 KIINTEISTÖAUTOMAATIO

Talotekniikan kiinteistö- eli rakennusautomaatio on yksi automaatiotekniikan merkittävä osa-alue. Oikein käytettynä rakennusautomaatiojärjestelmä on tehokas ja säästöä tuova työkalu. Samalla kun kiinteistön omistaja saa säästöjä esimerkiksi lämmityskustannuksissa, rakennusten viihtyisyys paranee automaatiolaitteiden huolehtiessa lämmityksen ja ilmanvaihdon määrän optimaaliseksi. Kiinteistöautomaation huoleksi voi jättää myös turvallisuuden: paloilmoittimet, murtohälyttimet ja monet muut valvontalaitteet, kuten vesivahti, tuovat turvaa kiinteistön ollessa tyhjiään. Tiivistettynä rakennusautomaatiolla siis saadaan rakennuksen tekniset laitteet toimimaan itsenäisesti oikein erilaisilla ohjauksilla ja näin minimoimaan kiinteistön energiankulutus. Tällöin myös laitteet kuluvat vähemmän ja niiden aiheuttama melu ja muut haitat vähenevät. Kuvassa 12 on esimerkkikuva asuintalojen automaatiosta, missä näkyvät yleisimmät toiminnot, joita automaatiolla ohjataan. (Suomen automaatioseura ry 2005; Mikkola & Värjä 1999, 2.)



KUVA 12. Asuintalojen automaatio (Mikkola & Värjä 1999, 5).

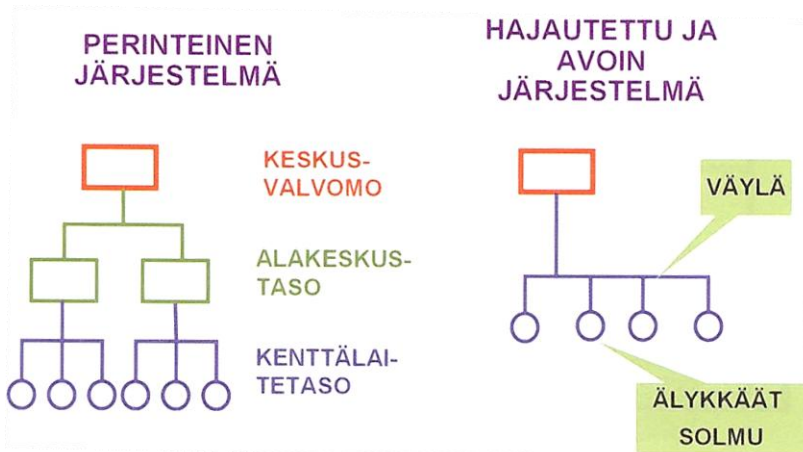
Toimivan kiinteistöautomaation kannalta oleellista on järjestelmien ja laitteiden yhteensopivuus keskenään. Niiden täytyy ymmärtää toisiaan ja saada viestit kulkemaan sujuvasti eri laitteiden välillä. Energiatehokkaat laitteet, jotka kykenevät itsenäisesti käsittelemään ympäristössä tapahtuvia muutoksia, ovat tärkeä osa kiinteistöautomaatiota. Energiatehokas laite on tärkeä esimerkiksi puhaltimien moottoreissa ilmanvaihtojärjestelmissä. Tällainen laite on taajuusmuuttaja, oikein käytettynä se yhdessä hyvän hyötysuhteen omaavassa moottorissa säästää huomattavan paljon energiaa, vähentää päästöjä ja käyttäjän kannalta ennen kaikkea säästää selvää rahaa. Puhallinkäytössä taajuusmuuttajilla voidaan saavuttaa jopa 50 % säästöt. Säästöpotentiaalia kuvaa hyvin ABB:n tuotepäällikkö Antti Hedman artikkelissa *Power & Automation* -lehdessä (3/2010): ”Perinteisesti puhaltimet paahtoivat aina täysillä ja ilmavirtausta säädettiin sillä, että peltiä laitettiin pienemmälle – kuin autoa ajaisi aina kaasu pohjassa ja taajamissa säätelisi vauhtia jarrulla.” (Suvanto 2010.)

Taajuusmuuttajakäytöissä ollaan Suomessa jo melko pitkällä, mutta maailmalla ja erityisesti kehittyvissä teollisuusmaissa tähän ollaan vasta heräämässä. Taajuusmuuttajiin tehty investointi maksaa nopeasti itsensä takaisin: ei puhuta vuosikymmenistä, vaan jopa vuodesta. Myös pelkän vanhan ja huonon hyötysuhteen moottorin vaihto uuteen kannattaa, sillä niissäkin takaisinmaksuajat ovat vain muutamia vuosia. (Suvanto 2010.)

4.1 Kiinteistöautomaation kehitys

Talotekniikan kiinteistöautomaatio on ollut jo useita vuosia eräänlaisessa murrosvaiheessa. Pysytäänkö suljetuissa kahdeksankymmentä luvulta peräisin olevissa järjestelmäpohjissa vai lähdetäänkö ajan hengen mukaisesti avoimiin järjestelmiin. Suunta näyttää onneksi, varsinkin talotekniikan loppukäyttäjien kannalta, olevan avoimiin järjestelmiin liittyminen. Markkinoilla on tosin edelleen runsaasti vanhan tekniikan tarjoajia, ja näitä järjestelmiä myydään vieläkin lähinnä edullisten hintojen takia. (Piikkilä 2004, 1 - 3.)

Järjestelmät voidaan periaatteessa jaotella kahteen erilaiseen perustyyppiin, joita ovat keskitetyt ja hajautetut järjestelmät. Kuva 13 esittelee järjestelmien eroavaisuuksia: perinteisessä eli keskitetyssä järjestelmässä on useita hierarkkisia tasoja, jossa ylempi taso ohjaa aina alempien tasojen toimintaa. Hajatuettu järjestelmä on jaettu pieniin osakokonaisuuksiin, jossa yksiköt toimivat itsenäisesti ilman ylemmän tason käskyjä. (Sähkötieto ry 2006, 17.)



KUVA 13. Järjestelmien rakenteet (Sähkötieto ry 2006, 17).

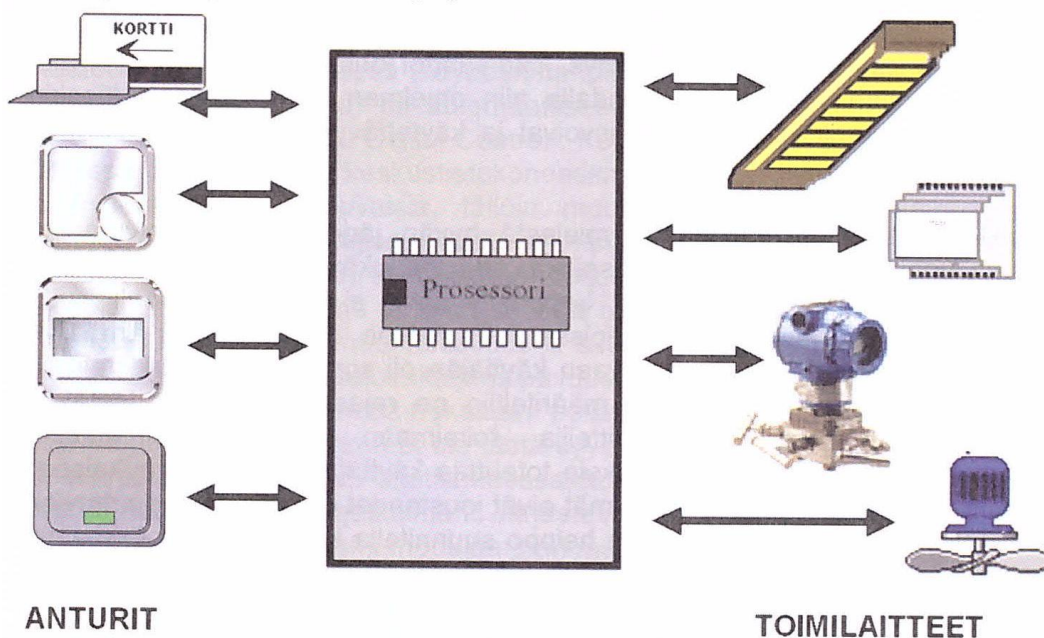
4.1.1 Keskitetyt ja suljetut järjestelmäpohjat

Suljettu järjestelmä on haavoittuva tekniikka, sillä mikäli jokin osa järjestelmästä vioittuu, voi yksikin vika ajaa alas koko järjestelmän. Järjestelmä on kuitenkin kehittynyt alkuaikojensa kömpelöstä prosessoritekniikasta usean eri laitetoimittajan omien kehitystöiden ansiosta. Suurimpana ongelmana on ollut yhteisen standardin ja protokollan puute. Eri valmistajat kehittivät vain omia järjestelmiään, jolloin tultiin tilanteeseen, jossa muiden laitetoimittajien komponentit eivät toimineet omassa järjestelmässä ja vastaavasti omat laitteet eivät sopineet muiden järjestelmiin. Epäsopivuudet tekevät järjestelmistä suljettuja. Tässä tilanteessa oli pakko määritellä rajapinta, jolla tietoa saatiin siirrettyä eri järjestelmien välillä. Alettiin kehittää erilaisia laiteajureita, joiden runsas käyttö synnytti pullonkaulan järjestelmään. Jokainen muutos järjestelmästä toiseen hidasti toimintaa entisestään, sillä jokaiselle järjestelmälle oli aina omat ajurinsa. Sulkeutuneisuuden ja epästandardisuuden takia näiden järjestelmien integrointi on kallista ja vaivalloista. (Piikkilä 2004, 1 - 2; Sähkötieto ry 2006, 17.)

Kun kommunikointiperiaatteesta - yhteisestä kielestä - ei päästy yhteisymmärrykseen, tultiin tilanteeseen, jossa markkinoilla oli useita eri toimijoita ja kaikilla oli oma järjestelmänsä. Automaatiojärjestelmän tilaajan tuli tällöin valita monista vaihtoehdoista itselle sopivin järjestelmä. Asiakas tuli riippuvaiseksi laitetoimittajastaan, jonka osat sopivat tähän tiettyyn suljettuun järjestelmään. Kaikki parannukset sekä päivitykset tapahtuivat nyt muiden eli laite- tai järjestelmätoimittajan sanelemilla ehdoilla. Kun automaatiojärjestelmää haluttiin kehittää, esimerkiksi uusilla toiminnoilla, tarvittiin usein uudet versiot ohjelmistoista tai järjestelmästä, jotka harvoin toimivat yhteen enää alkuperäisen järjestelmän kanssa. Ja jälleen tarvittiin uusia päivityksiä, jotka sitten johtivat usein merkittäviin muutoksiin vanhassa järjestelmässä sekä ohjelman

että komponenttien osalta. Tilaajalle koitui lähinnä vain lisäkustannuksia käytettävyyden heiketessä ja monimutkaistuessa jatkuvien päivitysten takia. (Piikkilä 2004, 1 - 2.)

Kuvassa 14 on esitetty perinteisen järjestelmän toimintaa. Keskusprosessori on toiminnassa jatkuvasti ja tarkastelee laitteiden tilaa tuhlaten samalla verkon kapasiteettia, vaikka laitteiden tiloissa ei tapahtuisi muutoksia. Ongelmana on, että keskusyksikkö joutuu kyselemään jokaisen laitteen, kuten kytkinten ja antureiden tilaa, jotta se voisi tehdä ohjauksia. Keskusyksikön prosessori joutuu näin jatkuvaan ”pollaus” -tilaan eli kiertokyselemään jokaisen laitteen tilaa, onko esimerkiksi anturin tilassa tapahtunut muutoksia. (Piikkilä 2004, 1 - 1.)



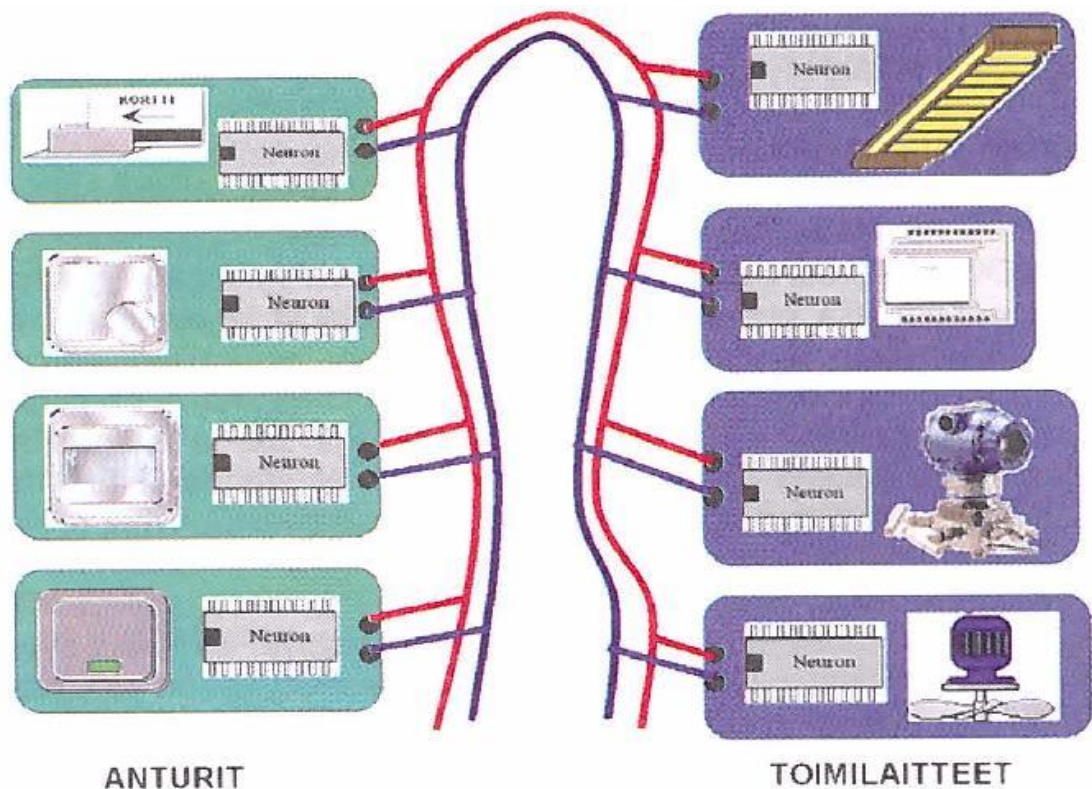
KUVA 14. Keskitetty järjestelmä (Piikkilä 2004, 1 - 1).

4.1.2 Hajautetut ja avoimet järjestelmät

Loppukäyttäjän kannalta hankalat suljetut järjestelmät ovat luoneet tarpeen avoimille järjestelmille. Kun järjestelmän loppukäyttäjää jouduttiin sopeuttamaan aina uusiin järjestelmiin tai päivityksiin eikä toisinpäin, että järjestelmää olisi sopeutettu käyttäjän tarpeisiin, oli aika kypsä asiakas- ja käyttäjäläheiselle avoimelle järjestelmälle. Avoin järjestelmä huomioi tilaajan tai loppukäyttäjän toiveet ja tarpeet ja on helposti muunneltavissa. (Piikkilä 2004, 1 - 1.)

Kiinteistöautomaatiossa avoimuudella tarkoitetaan, että tekniikkaa ei omista kukaan eikä siitä peritä tekijänoikeus- tai muita maksuja. Tekniikka ei ole myöskään salaista ja tiedonsiirtoprotokollat ovat yleisesti tunnettuja, kaikkien käytettävissä ja avoimia. Avoimien järjestelmien etuun kuuluu myös, että ne antavat mahdollisuuden valita vapaasti järjestelmä- ja laitetoimittajat eivätkä ne sido urakoitsijoita ja suunnittelijoita vain yhden toimittajan toteutukseen: mahdollisuus käyttää useiden laitetoimittajien komponentteja keskenään. (Piikkilä 2004, 1 - 5.)

Hajautuksella tarkoitetaan, että tehtävät ja toiminnot on siirretty kenttälaitteiden hoitettavaksi. Keskitetyssä järjestelmässä nämä toiminnot olivat alakeskuksien suoritettavana. Hajautetussa ratkaisussa ei puhuta enää alakeskuksista, sillä kenttälaitteet pystyvät tekemään itsenäisesti tehtäviään ja kommunikoimaan toisten kenttälaitteiden kanssa suoraan. Hajautettu, avoin automaatiojärjestelmä voidaankin käsittää jo älykkäänä rakennusautomaationa. (Piikkilä 2004, 1 - 5.)



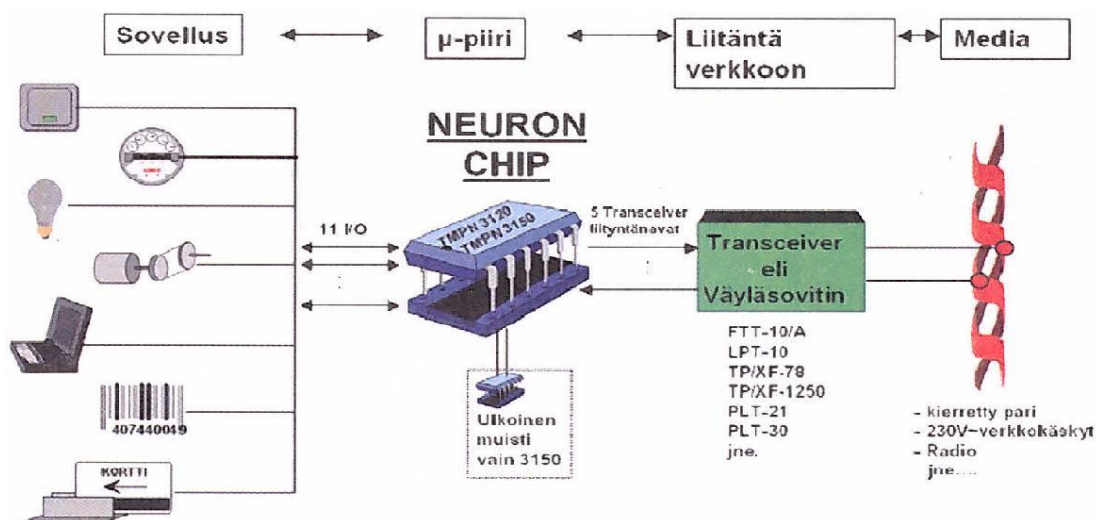
KUVA 15. Hajautettu ja avoin järjestelmä (Piikkilä 2004, 1 - 4).

4.2 Erilaisia automaatiojärjestelmiä

Tässä luvussa tarkastellaan hajautettuja KNX/EIB- ja LonWorks-tekniikoita sekä langatonta M2M-järjestelmää.

4.2.1 LonWorks

Talotekniikan käytetyin avoin ja hajautettu automaatiojärjestelmä on nykyisin LonWorks. Yhdysvaltalainen Echelon Corporation julkaisi järjestelmän vuonna 1990 ja omistaa sen patentit. LON tarkoittaa talotekniikan hajautettua tietojärjestelmää, Local Operating Network. Kuten hajautettuun järjestelmään kuuluu, alakeskuksille ei ole tarvetta LonWorksissa, vaan siinä käytetään älykkäitä kenttälaitteita, joita kutsutaan solmuiksi (Node). On huomioitava, että solmua ei sekoiteta tässä yhteydessä toiseen Suomessa puhekielessä vakiintuneeseen käsitteeseen (solmupistemenetelmä piiri-analyseissa). Solmut mahdollistavat yhteyden muihin kenttälaitteisiin ja kommunikoinnin kenttälaitteiden välillä. Järjestelmän älykkyys on solmun Neuron-piirissä (Neuron Chip kuvassa 16), joka on koko LonWorks-teknologian perusta. (Piikkilä 2004, 2-1; Mikkola & Värjä 1999, 150.)

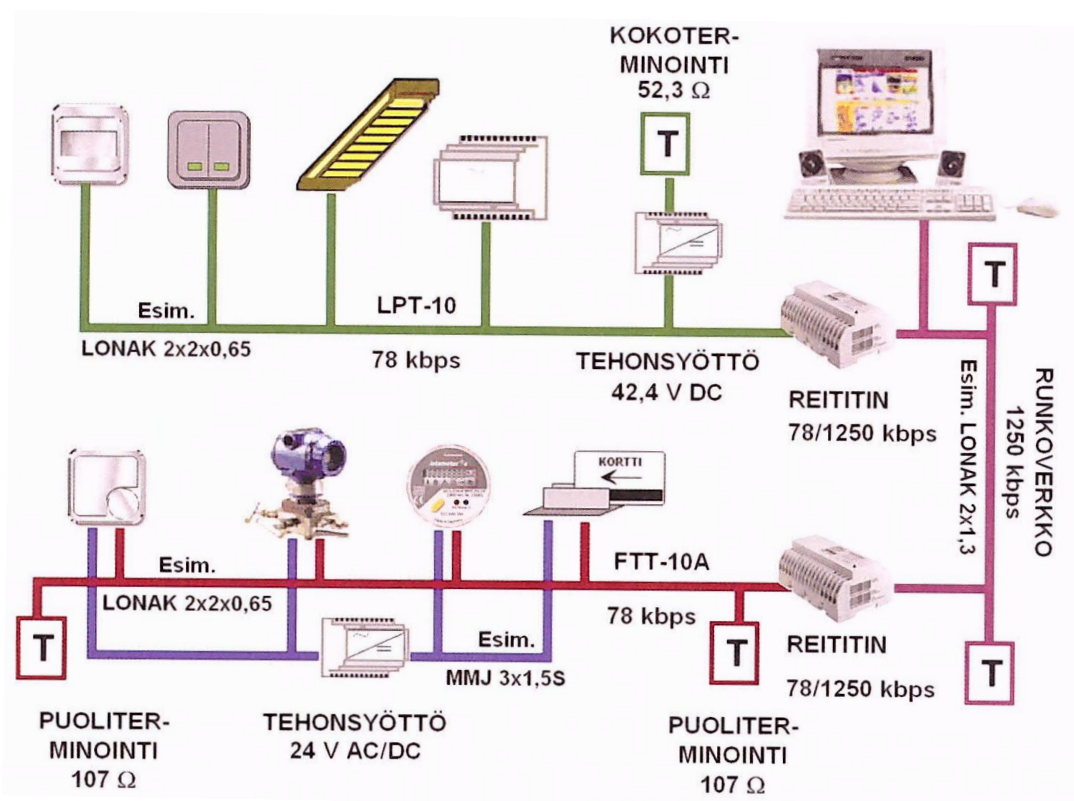


KUVA 16. Lon-tekniikan periaate (Piikkilä 2004, 2 - 5).

Lon-solmut on kytketty fyysisesti toisiinsa väyläsovittimen (Transceiver) avulla, jonka kautta käytetty siirtotie "sovitetaan" Neuron-piirille. Siirtotienä (Media) on yleisesti käytetyn parikierretyn kaapelin lisäksi käytettävissä radiotaajuus, sähköverkko, kuitukaapeli ja infrapunayhteys. Sovellustehtäviä ohjataan I/O-liityntäpinnan kautta ja yhteys verkkoon on kommunikointiverkon kautta. (Piikkilä 2004, 2 - 4 – 2 - 5.)

LonWorksia käytetään kiinteistöautomaation lisäksi prosessiautomaatiossa, koneissa ja kulkuneuvoissa. Kuten muissakin rakennusautomaation järjestelmissä, LON-verkko säätelee ja ohjaa kiinteistöjen lämmitystä, ilmanvaihtoa, kulunvalvontaa, valaistusta, hissejä ja monia muita kohteita. LON-verkko voidaan liittää tietysti myös valvomoon, mikäli automaatiojärjestelmään sellainen tarvitaan. Liitäntä tapahtuu usein erilliseen PC-valvomoon tai kiinteistön keskitettyyn valvontajärjestelmään. (Mikkola & Värjä 1999, 151.)

LonWorksin kantavana ideana on saada useat erilaiset toisistaan riippumattomat laitteet yhteiselle väylälle, joka ei ole laitevalmistajasta riippuvainen. Edellä mainitut älykkäät solmut ”keskustelevat” keskenään LonTalk-standardiprotokollan määrittämällä kielellä. (Piikkilä 2004, 2 - 1.)

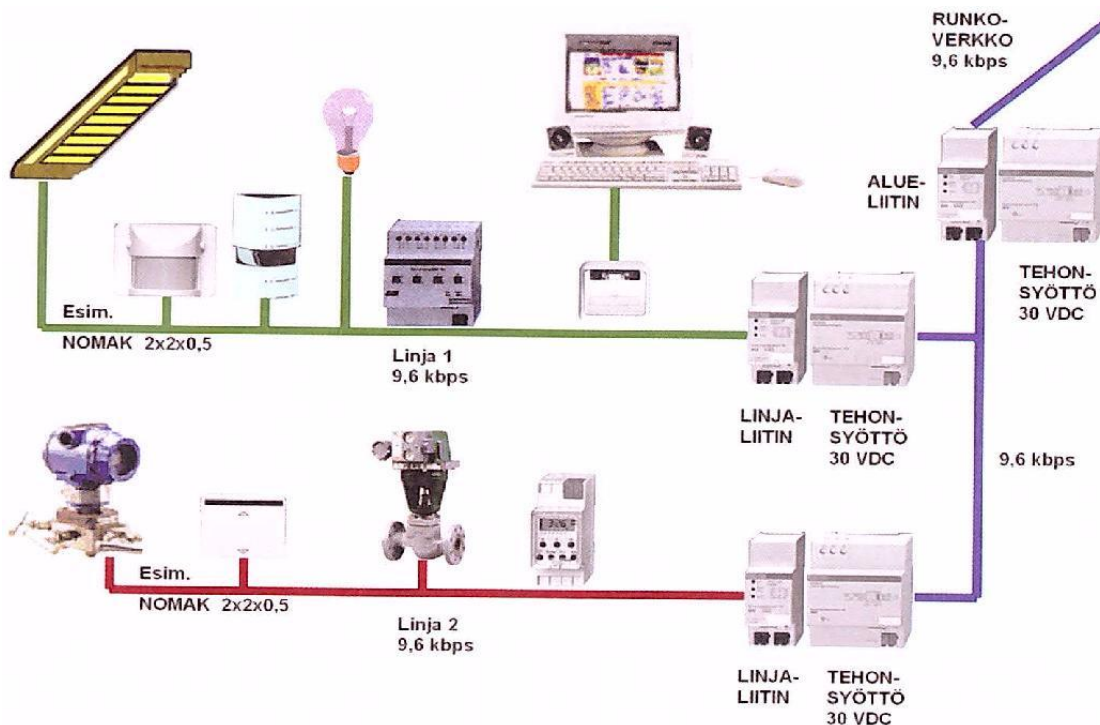


KUVA 17. Esimerkki LonWorks-verkosta (Sähkötieto ry 2006, 18).

LonWorks- ja EIB-verkko ovat hyvin samanlaisia, kuten kuvista 17 ja 18 on selvästi havaittavissa. Suurimpana erona näiden verkkojen välillä on osajärjestelmien välinen laite. LonWorks-verkossa (KUVA 17) on reititin ja EIB-verkossa (KUVA 18) linja- tai alueliitin. Reititin ohjaa läpi vain sen liikenteen, mitä kyseinen osajärjestelmä tarvitsee. Linja- tai alueliitin ohjaa osajärjestelmille kaiken liikenteen.

4.2.2 KNX

Yksi merkittävä automaatiojärjestelmä on KNX, joka on ollut kehittämässä kiinteistöautomaatiota nykyiselle tasolle. Se on standardoitu järjestelmä (ISO/IEC 14543-3), joka takaa, että eri valmistajien KNX-tuotteet ovat keskenään yhteensopivia. KNX-tekniikka perustuu EHS ja BatiBUS -järjestelmiin sekä erityisesti EIB-väylätekniikkaan, jotka kehitettiin 1990-luvun alussa. EIB (European Installation Bus) -väylätekniikka on nykyisen KNX-järjestelmän ydin. KNX-taloautomaatio sopii moniin erilaisiin kohteisiin omakotitalosta liikerakennuksiin. (ABB Asennustuotteet, KNX-taloautomaatio.)



KUVA 18. Esimerkki EIB-verkosta (Sähkötieto ry 2006, 19).

KNX -järjestelmän perusideana on yhdistää kiinteistön monet erilaiset sähköiset toiminnot yhtenäiseksi ja energiatehokkaasti toimivaksi verkoksi. Järjestelmä soveltuu mm. lämmityksen, jäähdytyksen, valaistuksen ja ilmastoinnin ohjaukseen. KNX on joustava talotekniikan järjestelmä: muutostöiden ja toimintojen muuttaminen sekä järjestelmän laajentaminen ovat helppoja toteuttaa. Esimerkiksi valaistusta ohjaavien painikkeiden lisääminen onnistuu yksinkertaisesti liittämällä uusi painike väylään ja ottamalla se ohjelmallisesti käyttöön. (ABB Asennustuotteet, KNX-taloautomaatio.)

Väylätekniikassa eri laitteet kommunikoivat keskenään ilman keskitetyn tietokoneen apua. Anturit ja ilmaisimet, kuten painonapit ja liiketunnistimet, lähettävät väylään

sanomia. Toimilaitteet (esim. releyksiköt ja valonsäätimet) vastaanottavat sanomia ja ohjaavat lämmitystä, jäähdytystä, valaistusta, sähkösyöttöryhmiä, ilmanvaihtoa ja monia muita toimintoja. (ABB Asennustuotteet, KNX-taloautomaatio.)

Tavallisissa sähköasennuksissa kytkinlaitteet ohjaavat kuorman päälle yleensä suoraan. Toisista järjestelmistä saatavan tiedon hyödyntäminen jossakin muussa järjestelmässä on hankalaa. EIB-väylätekniikkaan kuuluu, että tunnistimen lähettämä sanoma välitetään jokaiselle väylän laitteelle. Näin väylälle lähetetty tieto on kaikkien väylään liitettyjen laitteiden käytettävissä. Ohjaustieto ja sähkönsyöttö kulkevat omisissa kaapeleissaan, jolloin ne on erotettu toisistaan. Omat kaapelinsa molemmille yksinkertaistavat asennusta. Kuten edellä mainittiin, yksi merkittävä etu on, että järjestelmän toimintaa voidaan muuttaa ohjelmallisesti ilman, että johdotuksiin tarvitsee tehdä muutoksia. (ABB Asennustuotteet, KNX-taloautomaatio)

4.2.3 M2M

Machine-to-Machine eli M2M:llä tarkoitetaan koneiden välistä automaattista kommunikaatiota, vielä tarkemmin koneiden välistä langatonta tiedonsiirtoa. Kone on tässä tapauksessa kommunikoiva laite, joka voi olla esimerkiksi toimiyksikkö, anturiyksikkö tai kotiautomaatiolaite. Toisilleen kommunikoivien laitteiden välimatka voi olla muutamista senteistä aina tuhansiin kilometreihin. Langattomina tiedonsiirtoteinä toimivat mm. puhelinverkot (GSM/GPRS/3G), WLAN ja BlueTooth. Tiedonsiirto tapahtuu reaaliaikaisena eikä siinä tarvita ihmisen valvontaa. (M2M Platforms, Mitä on M2M.)

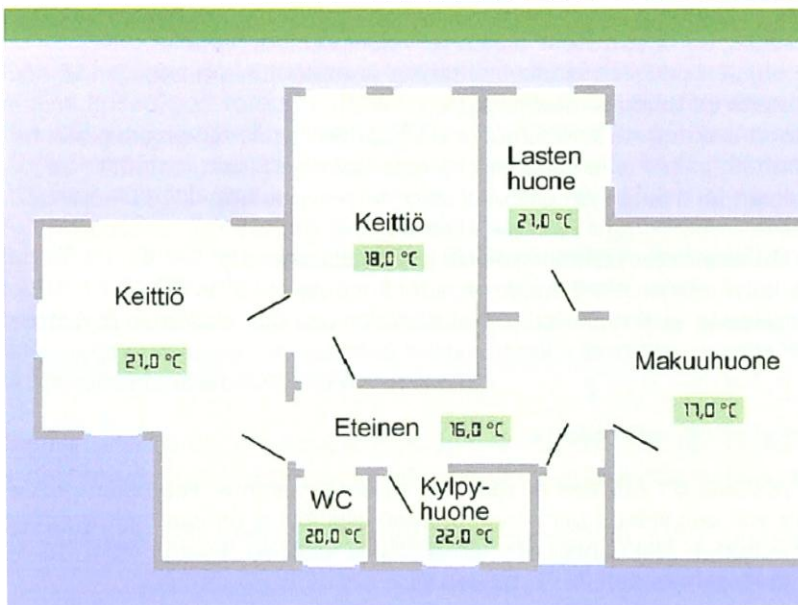
M2M-modeemeilla voidaan luoda luotettava kaksisuuntainen etäyhteys ja laitehallinta sekä muodostaa automaattisia varayhteysjärjestelmiä. Erilaisia sovelluksia ja käyttökohteita joihin M2M-modeemeja voidaan käyttää, on lähes äärettömästi. Laitteiden yhteysvarmistus on huippuluokkaa ja ne ovat erittäin toimintavarmoja. (Mobile World Communications, M2M-laitteet (3G/2G).)

M2M-laitteet keräävät tietoa esimerkiksi langattomasti etäällä olevista antureista ja mittareista sekä seuraavat ja raportoivat vaikkapa kuljetuskaluston liikkeitä ja tapahtumia. Tekniikalla valvotaan myös erilaisia teollisuuden prosesseja ja sen avulla pystytään seuraamaan jonkin etäpisteen tapahtumia, kuten esimerkiksi montako pulloa on juoma-automaatissa jäljellä. Tärkeimpänä sovelluskohteena tämän opinnäytetyön kannalta ovat kiinteistöautomaatiikkasovellukset. (Mobile World Communications, M2M-laitteet (3G/2G).)

5 ENERGIATEHOKKUUTTA KIINTEISTÖAUTOMAATIOILLA

Rakennusten lämmitystarve vaihtelee suoraan ulkolämpötilan mukaan: lämmityksen ideahan on pitää lämpötilaero rakennuksen sisä- ja ulkovaipan välillä vakiona. Tällöin lämmitystä luonnollisesti tarvitaan talvella enemmän ja kesäkuukausina pärjätään jonkun aikaa ilmankin. Mikäli lämmönsäätely tapahtuu pelkästään manuaalisesti, on epätarkoista säädöistä seurauksena lämmön hallitsematonta hukkaan menoa. On merkille pantavaa, että jo yhden asteen huonelämmön tiputus laskee energiankulu- tusta 5 %:lla ja toisaalla kasvattaa saman verran, eli lämpötila kannattaa säätää tar- kasti. (Ouman Oy, lämmönsäätö.)

Lämmitykseen kuluva energia on merkittävä osa rakennuksen kokonaisenergian käy- töstä. Aholansaaren lomakylään kuuluu useita sähkölämmitteisiä mökkejä ja rivitalo- ja, joten oikeaoppisella automaation käytöllä sähkölämmitykseen kuluva sähköstä olisi kannattavaa säästää energiaa asumisviihtyvyyden kärsimättä.



KUVA 19. Esimerkki huoneiden taloudellisista sisälämpötiloista (KNX Association 2006, 16).

5.1 Lämpötilan alennus

Silloin, kun rakennus on tyhjiään esimerkiksi viikonloppuisin ja öisin, huoneiden läm- pötiloja kannattaa alentaa, jolloin säästyy energiaa. Tällä tarkoitetaan lämpöenergian

optimaalista käyttöä eli kiinteistön omistajalle edullisinta käyttöä. Lämpötilan alennus voidaan toteuttaa kytkinkellolla tai kotona/poissa-kytkimellä. (Mikkola & Värjä 1999, 88.)

Aholansaaren tapaisessa lomakylässä mökkien ja huoneiden lämpötilan alennus on yksinkertaisin ja tehokkain tapa saada säästöä lämmityskustannuksissa, kun majoitustiloissa ei ole asukkaita. Kaikki rakennukset ovat harvoin yhtä aikaa varattuina ja suurin käyttökin ajoittuu viikonloppuun ja lomasesonkeihin, jolloin alkuvuodesta merkittävä osa rakennuksista voi olla tyhjiillään. Lämpötiloja välillä alentamalla energiatehokkuus paranee: energiaa ei käytetä turhaan tyhjiiden tilojen lämmittämiseen.

5.2 Kiinteistöautomaatio-ohjelma KOPPI

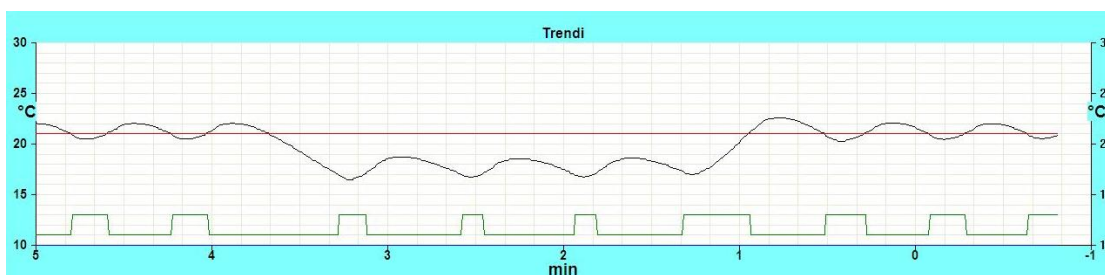
Kiinteistöautomaation opetusohjelma KOPPI on Mikro-oppi Ky:n tekemä opetusohjelma. Ohjelmalla voi simuloida erilaisia tilanteita esimerkiksi lämmöntuotossa (kaukolämpö, kattila-automaatio), ilmastoinnissa, säätölaitteissa (anturit, toimiyksiköt, säätimet), kylmäkoneiden toiminnassa ja lämmityksessä (KUVA 20). Tässä esimerkissä keskitytään esittelemään sähkölämmityksen ohjaamista muutamilla eri säätömuodoilla, jotka ovat kaksiasentosäätö, välyksellinen kaksiasentosäätö ja pulssinleveysäätö.



KUVA 20. KOPPI-ohjelman aloitusnäky.

5.2.1 Kaksiasentosäätö

Kaksiasentosäätöä käytetään suoran ja varaavan lämmityksen säädöissä. Lämpötila alkaa nousta jännitteen kytkeytyessä patteriin, mutta lämmön siirtymisen hitauden takia anturi lämpiää viiveellä. Viiveen vuoksi säädettävä lämpötila nousee asetusarvon yli ennen kuin säädin puuttuu peliin ja katkaisee lämmityksen. Vastaavasti lämpötila myös laskee asetusarvon alapuolelle. Kuvassa 21 on KOPPI-ohjelmalla simuloitu kaksiasentosäätö, jossa näkyy myös kotona/poissa -kytkimen toiminta. (Mikkola & Värjä 1999, 98.)



KUVA 21. Kaksiasentosäätö

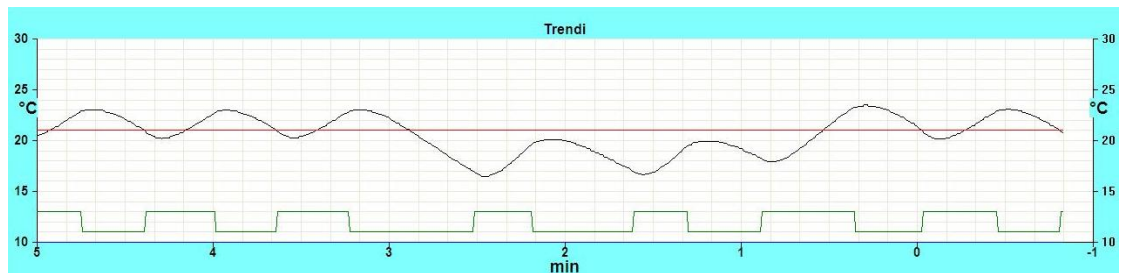
Noin 3,5 minuutin kohdalla kotona/poissa -kytkin painetaan poissa -asentoon, jolloin lämpötilan asetusarvo tippuu neljällä asteella. Anturin lämpötilakäyrä (musta) laskee ja asettuu n. 17 asteeseen. Minuutin kohdalla kytkin käännetään takaisin kotona -asentoon, jolloin anturin lämpötilakäyrä seuraa jälleen lämpötilan muutosta asettuen takaisin 21 asteeseen. Käyrien selitykset näkyvät kuvassa 22.



Kuva 22. Trendikäyrät. Samat värit ja selitykset pätevät myös kuviin 23 ja 25.

5.2.2 Välyksellinen kaksiasentosäätö

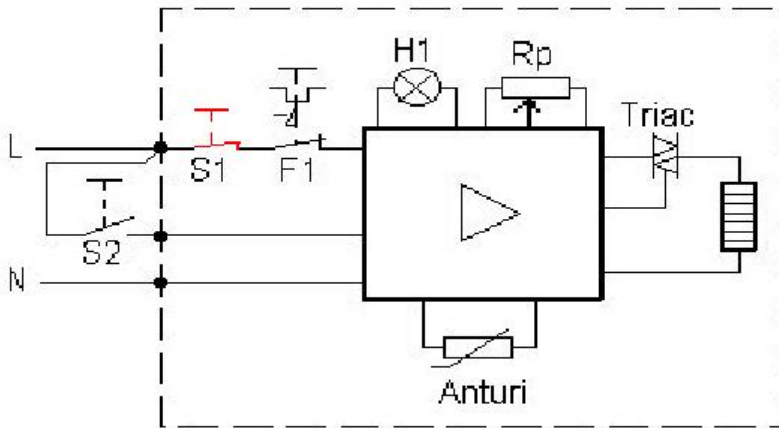
Välyksellisessä kaksiasentosäädössä on ylä- ja alaraja, joiden välillä lämpötila seilaa. Anturin lämpötilan ylittäessä ylärajan lämmitys menee pois päältä, ja kun anturin lämpötila alittaa alarajan, kytkeytyy lämmitys jälleen päälle. Yli- ja alihuojahdukset tapahtuvat lämmön siirtymisen hitauden takia. Välyksen eli asetusarvojen välisen eron ansiosta lepo- ja kytkentäjaksot ovat pidempiä (KUVA 23) kuin tavallisessa kaksiasentosäädössä. (Mikkola & Värjä 1999, 99.)



KUVA 23. Välyksellinen kaksiasentosäätö, jossa myös kotona/poissa toiminto välillä 1 - 3 min.

5.2.3 Pulssinleveyssäätö

Läpivirtauspattereissa käytetään yleensä pulssinleveyssäädintä (lohkokaavio kuvassa 24) vastuksen ohjaukseen. Kun jännite kytketään, säädin kytkee ohjauksen päälle, jolloin vastukset kuumenevat. Ilma alkaa lämmetä ja anturin lämpötila nousee saavuttaen lopulta säätöalueen alarajan. Tässä vaiheessa säädin katkaisee lämmityksen hetken ajaksi ja kytkee sen kohta taas uudelleen. Anturin ja patterin lämpötilat jatkavat kasvuaan ja lämmitysjaksojen kestoajat lyhenevät (KUVA 25). Tästä seuraa, että patterin lämmitysteho pienenee ja anturin lämpötila laskee. Seuraavaksi säädin alkaa taas kasvattaa lämmitysjaksojen kestoajoja. Säädin pyrkii muuttamalla lämmityspulssien leveyttä niin, että anturin lämpötila on asetusarvon suuruinen. Huojahtelua tapahtuu tässäkin tapauksessa lämmön siirtymisen hitauden takia. (Mikkola & Värjä 1999, 99.)



KUVA 24. Pulssinleveyssäädin. Säädin ohjaa triac-kytkintä muuttaen kytkentäjaksojen kestoaikaa, säätömuotona P. S1 on patterin käyttökytkin, S2 kotona/poissa-kytkin, asetusarvo R_p ja F1 on patterin lämpövaroke.



KUVA 25. Pulssinleveyssäätö. Myös tässä kuvassa on simuloitu kotona/poissa-kytkimen käyttöä aikavälillä 1 - 3 min.

5.3 Erilaisia säätimiä

Säätimen päätehtävä kiinteistöautomaatiossa on pitää säädettävä suure, kuten lämpötila, halutussa vakioarvossa. Käytössä voi myös olla jonkinlainen ohjelma, jonka mukaan lämpötilan pitää pysyä vaihtelevassa arvossa erilaisista häiriötekijöistä huolimatta (muuttuva ulkolämpötila, tuuli, ovien avautumiset, huonetilaan lisälämpöä tuovat ihmiset, valaisimet jne.). (Mikkola & Värjä 1999, 58.)

P-säädin ei pyri pitämään mittausarvoa täsmälleen asetusarvon suuruisena, vaan säätää sen vahvistuksen mukaan määräytyvällä säätöalueella, nk. vertoalueella. Tämän takia mittaus- ja asetusarvo ovat lähes poikkeuksetta erisuuruisia. Mittaus- ja asetusarvon välistä eroa sanotaan pysyväksi säätöpoikkeamaksi. (Mikkola & Värjä 1999, 62.)

I-säädin integroi mittaus- ja asetusarvon säätöpoikkeamaa ja muuttaa lähtöään niin pitkään, että säätöpoikkeama poistuu. Kun käytetään käsiohjausta, säätimen lähtö on sama kuin käsiohjausarvo. (Mikkola & Värjä 1999, 63.)

PI-säädössä on yhdistetty P- ja I-säädön parhaat puolet. P-säätö muuttaa heti säätimen lähtöä sen havaitessa mittaus- tai asetusarvon muuttuneen. Tämän jälkeen I-säätö muuttaa lähtöä tarvitsemansa ajan, kunnes säätöpoikkeama poistuu. (Mikkola & Värjä 1999, 65.)

PID-säädin on PI-säätimestä paranneltu versio. Kun säätöpiirissä on huomattavaa kuollutta aikaa eli mittaushitautta, voidaan PI-säätimen ominaisuuksia parantaa D-osalla, joka tavallisesti derivoi mittausarvoa. (Mikkola & Värjä 1999, 66.)

6 KIINTEISTÖAUTOMAATIOTA AHOLANSAAREEN

Rakennuksen käyttäjälle kiinteistöautomaation pitää olla riittävän yksinkertainen. Rakennusautomaatio on tietotekninen järjestelmä, joka toimii itsekseen taustalla. Toimivaa rakennusautomaatiota ei asunnon käyttäjä välttämättä edes huomaa muutoin kuin miellyttävänä sisäilmastona. Automaation huomaamattomuus onkin tärkeä asia asuinrakennuksissa ja erityisesti Aholansaaren tapaisissa lomakylissä. (Suvanto, Power & Automation.)

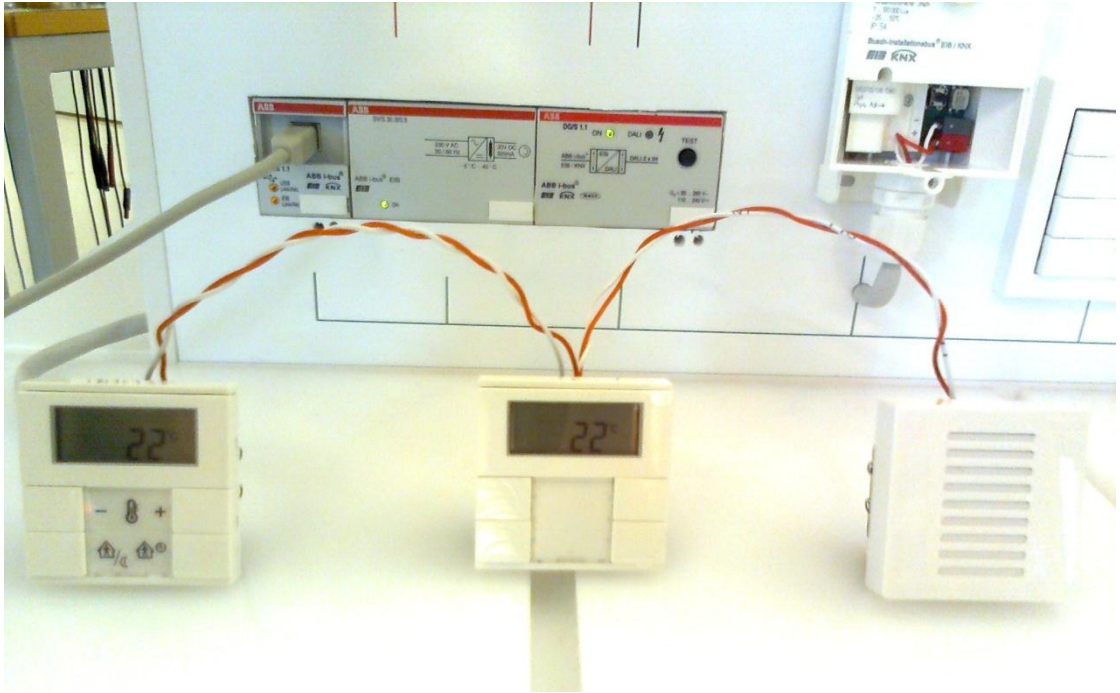
6.1 Esimerkki mahdollisesta kiinteistöautomaatiojärjestelmästä

Luvussa 4.2.2 esitelty KNX-automaatiojärjestelmä olisi yksi mahdollinen ratkaisu Aholansaareen. Koululla on KNX-laitteisto sähkölaboratoriossa, jossa tätä järjestelmää on voinut simuloida. Kuvassa 26 on KNX-laitteisto, joka on yhdistettynä tietokoneeseen usb-väylän kautta ETS3-ohjelmaan, jolla järjestelmää ohjelmoidaan.



KUVA 26. EIB/KNX- ja DALI -väyläjärjestelmien demolaitteisto.

Koululle tilattiin kolme huonelämpötilan ohjausyksikköä, jotka ovat kuvassa 27. Laitteet liitettiin väylään parikierrityllä kaapelilla, jonka jälkeen ne otettiin ohjelmallisesti käyttöön ETS3-ohjelman avulla. Parhaiten näistä kolmesta vaihtoehdosta Aholansaaren sopisi oikeanpuoleisin ohjausyksikkö, jossa ei ole näyttöä eikä painikkeita. Tällöin asukkaat eivät voisi itse säätää lämpötiloja liian korkeiksi, vaan lämpötilaohjaukset tehtäisiin keskitetysti valvomosta käsin.



KUVA 27. EIB-väylään NOMAK 2 x 2 x 0,5 mm² -kaapelilla liitetyt huonelämpötilan ohjausyksiköt.

6.2 Kiinteistöautomaatiojärjestelmän esisuunnittelun lähtökohdat

Aholansaaren rakennusten hajanainen sijainti ympäri saarta aiheuttaa erinäisiä haasteita kiinteistöautomaation suunnittelua ajatellen. Yksi tärkeä päätettävä asia on käytettävä tiedonsiirtotie. Esimerkiksi radiotaajuuden käyttö siirtotienä olisi teoriassa kätevä kohteeseen, sillä rakennukset ovat hajallaan eikä kaapelia tarvitsisi vetää pitkiä matkoja joka suuntaan erikseen. Radiotaajuuden kantama KNX:ssä on 100 metriä, joten se ei riittäisi kaikkiin rakennuksiin. Tiedonsiirtoväylää voidaan myös yhdistellä siten, että esimerkiksi rivitalohuoneistot tehtäisiin väyläkaapelilla ja erillään oleviin kohteisiin radiotaajuudella.

Oleellista on myös miettiä, kuinka laajaa systeemiä ylipäättään tarvitaan ja paljonko siitä ollaan valmiita maksamaan. Avoimen järjestelmän etuihin kuuluu, että se on muokattavissa helposti ja laajennettavissa myöhemmin. Väylään vain lisätään uusi laite ja otetaan se tietokoneen avulla käyttöön ja ohjelmoidaan siihen halutut toiminnot. Tällöin voitaisiin aluksi hankkia huoneisiin vain lämpötila-anturit, jotka ovat kohtuullisen edullisia. Huoneiden ja mökkien lämpötiloja pystyttäisiin seuraamaan valvomosta käsin ja tarvittaessa käydä säätämässä lämpötiloja.

Lämpötilojen alennus vaatii kuitenkin huoltohenkilön fyysisen käynnin joka kohteessa aina erikseen ja mikäli sähköä haluttaisiin säästää mahdollisimman tehokkaasti, olisi syytä hankkia huonelämpötilojen ohjausyksiköt, joita voidaan valvomosta käsin ohjata. Varaustilanteesta nähdään, mitkä huoneet ja mökit ovat tyhjillään, jolloin niiden tavoitelämpötilaa voisi tiputtaa 4-5 asteella ja sähköä alkaisi tällöin säästyä välittömästi. Kun huoneistoon on tulossa asukkaita tietyssä päivänä ja tiettyyn kellonaikaan, voidaan lämmitys kytkeä taas takaisin päälle ennen varaushetken alkua, jolloin tila on lämpimänä odottamassa asukkaita.

Yksinkertaiseen systeemiin ei tarvitse kovin montaa laitetta. Alle 64 toimilaitteiden järjestelmissä tarvitaan vain virtalähde, joka syöttää väylän laitteille käyttöjännitteen. Väyläliitäntäyksiköillä väylään saadaan liitettyä esimerkiksi huonetermostaatteja ja painonappeja ja kytkinyksiköillä saadaan ohjattua sähkölämmitystä. USB-liityntää tarvitaan vain ohjelmointivaiheessa, joten sen hankkiminen ei ole pakollista. (KNX Association 2006.)

7 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä selvitettiin kiinteistöautomaatiolla saatavaa energiansäästöpotentiaalia Aholansaaren kiinteistöissä. Opinnäytetyö painottui enemmän teoriaan ja esitteli kiinteistöautomaatiota ja sillä saavutettavaa parempaa energiatehokkuutta yleisellä tasolla sekä muutamia esimerkkejä. Lämpökuvien avulla Aholansaaren rakennusten lämpövuotoja saatiin tutkittua ja havainnollistettua.

Kun rakennusautomaatiojärjestelmää ja sen tilaamista mietitään, on tärkeää, että on olemassa jonkinlainen esiselvitys mahdollisista järjestelmistä. On hyvä tietää, miten erilaiset automaatiojärjestelmät ylipäättään toimivat ja kuinka laaja systeemi kohteeseen tarvitaan. Tämän opinnäytetyön avulla voi lähteä miettimään ja tekemään ratkaisuja kiinteistöautomaatioon liittyen.

Opinnäytetyössä painotettiin myös rakennusautomaation käyttäjille ja tilaajalle tulevaa hyötyä. Hyödyn esittäminen on tärkeää, jotta automaatiojärjestelmän tilaaja todella tajuaa, että järjestelmällä voidaan säästää energiaa ja sitä kautta rahaa. Tästä esimerkkinä pienentynyt sähkölasku ja siitä säästynyt raha, joka olisi ennen säästötoimenpiteitä mennyt muuten laskujen maksuun.

Minulle itselle tämän opinnäytetyön tekeminen tarjosi sopivasti haastetta ja opin paljon uutta asiaa erityisesti kiinteistöautomaatiosta ja lämpökuvauksesta. Koulussa ei ollut montaa rakennusautomaation kurssia, joten nämä asiat täytyi itse opiskella monista kirjoista. Opinnäytetyön tekeminen vaati myös perehtymistä yleisimpiin väylätekniikoihin ja automaatiojärjestelmiin. Kiinnostukseni heräsi rakennusautomaatioon siinä määrin, että se sai miettimään alan työllistymismahdollisuuksia. Rakennusautomaatio on energiatehokkuuden parantamisen kannalta yksi keskeinen tekniikka ja se tarjoaa töitä kehittämisen ja suunnittelun osa-alueilla tulevaisuudessa yhä enemmän.

LÄHTEET

ABB Asennustuotteet. Sovelluksia. KNX-taloautomaatio [viitattu 9.4.2011]. Saatavissa: <http://www.asennustuotteet.fi/>.

Aholansaaren www-sivu [viitattu 9.4.2011]. Saatavissa: <http://www.aholansaari.fi>.

Baff, Johtokunta. Rakennusautomaatiolla saavutettavissa olevat hyödyt. *Suomen automaatioseura ry* 21.9.2005 [viitattu 11.4.2011]. Saatavissa: http://www.automatioseura.fi/index/tiedostot/BAFF_%20hyodyt.pdf.

Clemac. Mahdollisuudet ja käyttökohteet [viitattu 12.4.2011]. Saatavissa: <http://www.clemac.fi/>.

Energiatodistus.info. Energiatodistus [viitattu 11.4.2011]. Saatavissa: <http://www.energiatodistus.info/>.

Fluke Finland Oy. Sovellukset. Sähköjärjestelmät [viitattu 13.4.2011]. Saatavissa: <http://www.fluke.com/fluke/fifi/home>.

KNX Association. 2006. *Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin*. KNX-Peruseriaatteet. ZVEI, ZVEH.

Mobile World Communications. M2M-laitteet (3G/2G) [viitattu 16.4.2011]. Saatavissa: <http://www.mobileworld.fi/>.

Motiva Oy. Koti ja asuminen. Taloyhtiöt. Energiatodistus [viitattu 11.4.2011]. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/>.

Motiva Oy. Koti ja asuminen. Näin säästät energiaa. Talviset energiansäästövälineet [viitattu 13.5.2011]. Saatavissa: <http://www.motiva.fi/>.

Mikkola, J-M. & Värjä, P. 1999. *Uusi kiinteistöautomaatio*. Elimäki: Korian kirjapaino Ky.

M2M Platforms. Mitä on M2M [viitattu 15.4.2011]. Saatavissa: <http://www.m2m-platforms.com>.

Nilsian kaupungin www-sivu [viitattu 9.4.2011]. Saatavissa: <http://www.nilsia.fi>.

Ouman Oy. Rakennusautomaatio. Ratkaisut. Lämmönsäätö [viitattu 11.4.2011]. Saatavissa: <http://www.ouman.fi/>.

Paloniitty, S. & Kauppinen, T. 2006. *Rakennusten lämpökuvaus*. Jyväskylä: Rakennusteollisuuden Kustannus RTK Oy.

Pertti Suvanto. Rakennusautomaatio leikkaa tarpeettoman kulutuksen - mukavuudesta tinkimättä. *Power & Automation* 3/2010 [viitattu 10.4.2011]. Saatavissa: <http://www.abb.fi/cawp/seitp202/fc20965ea87a779dc12577c40024c1be.aspx>.

Piikkilä, Veijo. 2004. *Lon-Works-tekniikan perusteet*. Tampere: Tehokopiointi, Pirkanmaan Uulait Oy.

SPU Systems Oy. Passiivienergiarakentaminen. Energiatehokkuus ja energiatodistus [viitattu 11.4.2011]. Saatavissa: <http://www.spu.fi/>.

Sähkötieto ry 2006. *Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät*. ST-käsikirja 21. Espoo: Sähköinfo Oy.

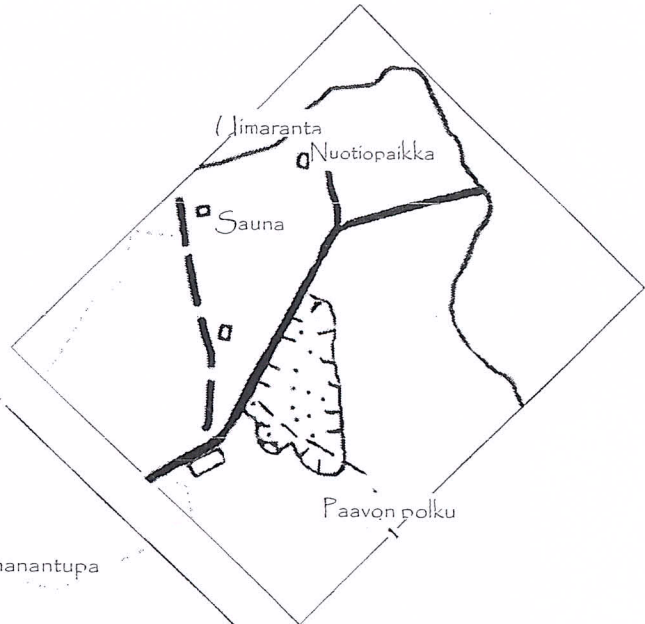
Työ- ja elinkeinoministeriö. Energia. Energiatehokkuus [viitattu 11.4.2011]. Saatavissa: <http://www.tem.fi/>.

Valtion ympäristöhallinto. Yritykset ja yhteisöt. Energiatehokkuus [viitattu 11.4.2011]. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/>.



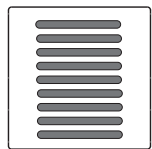
AHOLANSAARI

Ukko-Paavon kotisaari



Room temperature control unit for properties

System M
Operating instructions



Art. no MTN6221-03../MTN6221-04..

Accessories

- You have to complete the room control unit with a design frame System M.

For your safety

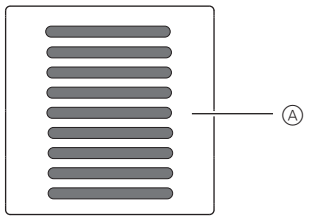
DANGER
Risk of fatal injury from electrical current.
The unit may only be installed and connected by skilled electricians. Observe the regulations valid in the country of use, as well as the valid KNX guidelines.

Getting to know the controller

The **room temperature control unit for properties** (referred to below as the **controller**) is designed for different types of property (school, hospital, public building, etc.). All settings relevant to room temperature control can only be parameterised using the KNX Tool Software (ETS). The controller has neither display nor operating elements so that it is protected against misuse by unauthorised persons.

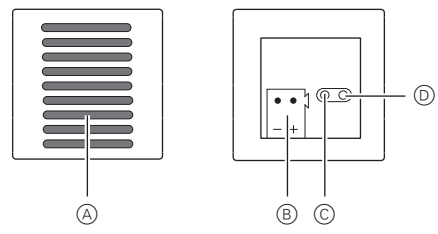
- Functions of the room temperature control unit:**
- Heating / cooling with one controller output
 - Heating / cooling with separate controller outputs
 - Heating / cooling with two controller outputs
 - Heating / cooling (2 levels) with four control outputs
- The controller is directly connected to the KNX and parameterised by the electrician using the ETS.

Scope of delivery



A Controller

Connections, displays and operating elements

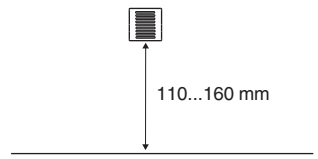
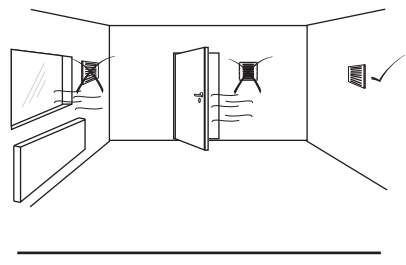


Front:
A Openings for thermostat

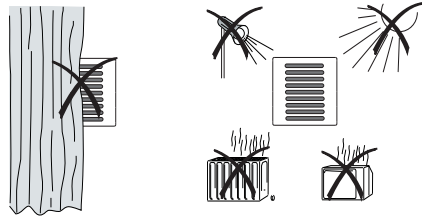
Back:
B Bus connection
C Programming button
D Programming LED

Installation side

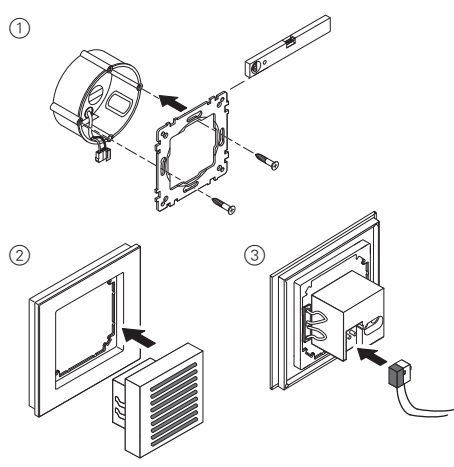
You must take the following points into consideration when selecting the installation location for the room temperature control unit in order for it to work optimally:



Sources of interferences

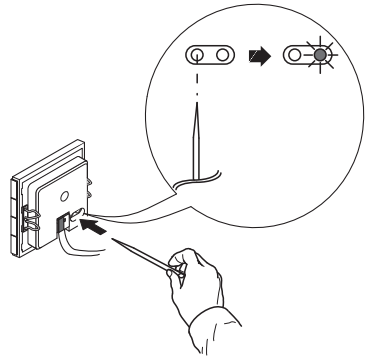


Mounting the controller

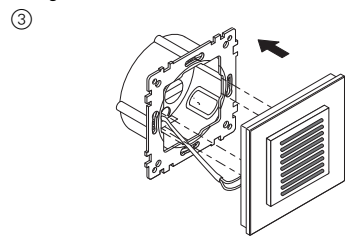


Operating the controller

1 Set the controller to the programming state.



2 Load the physical address and application from the ETS into the controller. The red programming LED goes out.



Technical data

Power supply:	via KNX
Connection:	Bus terminal connection
Measurement range:	0 to 40 °C
Measurement accuracy:	± 1 K, depends on installation location
Controller type:	Offset can be parameterised 2-point controller continuous PI controller switching PI controller (PWM)
Controller mode:	Heating with 1 controller output Cooling with 1 controller output Heating and cooling with separated controller outputs 2-stage heating with 2 controller outputs 2-stage cooling with 2 controller outputs 2-stage heating and 2-stage cooling with 4 controller outputs
Protection type:	IP 20

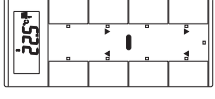
Schneider Electric Industries SAS

If you have technical questions, please contact the Customer Care Center in your country.
www.schneider-electric.com

This product must be installed, connected and used in compliance with prevailing standards and/or installation regulations. As standards, specifications and designs develop from time to time, always ask for confirmation of the information given in this publication.

Push-button plus with room temperature control unit

Operating instructions



System M

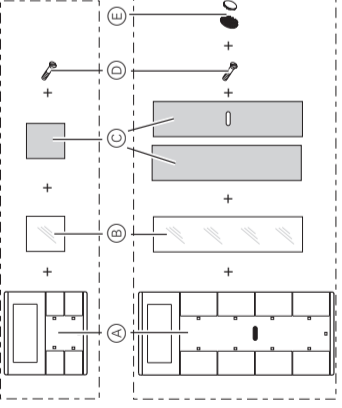


Push-button, 2-gang plus with room temperature control unit
Art. no. MTN6212-03.../MTN6212-04..



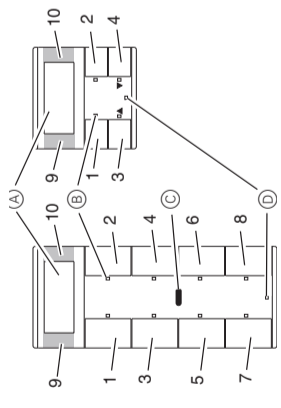
Push-button, 4-gang plus with room temperature control unit
Art. no. MTN6214-03.../MTN6214-04..

Scope of delivery



- A Push-button
- B Cover
- C Foil strip
- D Saty screw
- E Sticker (only push-button 4-gang)

Connections, displays and operating elements



- 1 - 8: Function keys
- 9 + 10: Function keys for display
- A Display
- B LED
- C IR receiver
- D Staus LED

Getting to know the keypad

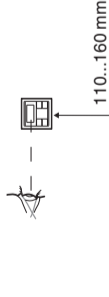
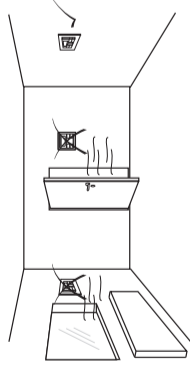
The push-buttons opposite each other can be configured as either individual push-buttons or a push-button pair. The push-buttons are programmed with various functions depending on the pre-setting.

For 4-gang push-button only:

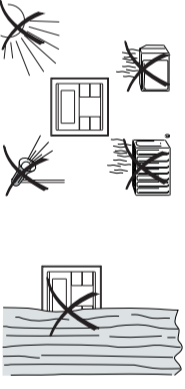
The 4-gang push-button is equipped with an IR receiver, with which you can control the push-button with any IR remote control. Pressing push-buttons 1-8 on the remote control activates the function of the corresponding push-button. Push-buttons 9 and 10 of the remote control have a direct effect on display push-buttons 9 and 10.

Mounting side

In order for the integrated room temperature control unit to work in the best way, you should keep in mind the following when selecting the right installation side:

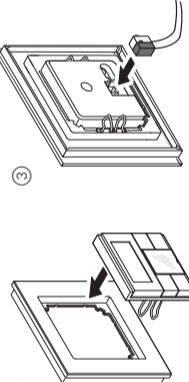
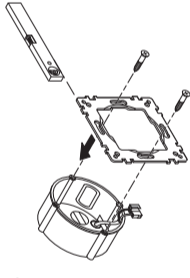


Sources of interference

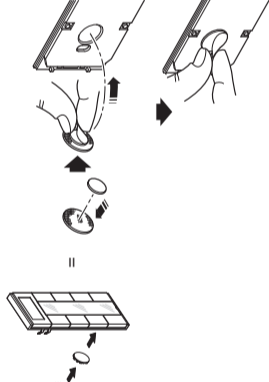


Mounting the push-button

Push-button 2-gang and 4-gang

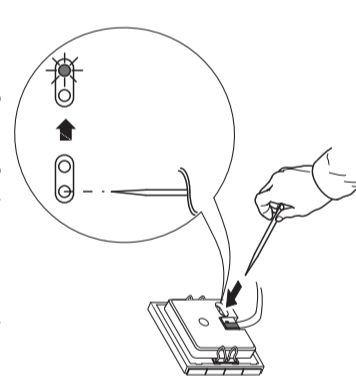


Only push-button 4-gang

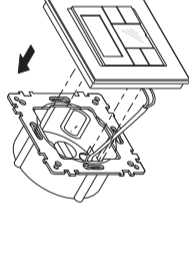


Operating the push-button

- 1 Set the push-button to programming state



- 2 Load the physical address and application from the ETS into the push-button: The red programming LED goes out.

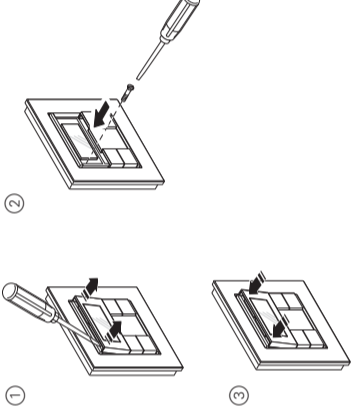


Note for the electrician

Make sure that you note the settings you have made in the ETS which are important for the user in the configuration table (see „Pre-settings table“), because not all parameters that can be set are shown in the display of the push-button.

Anti-theft protection

Push-button 2-gang and 4-gang

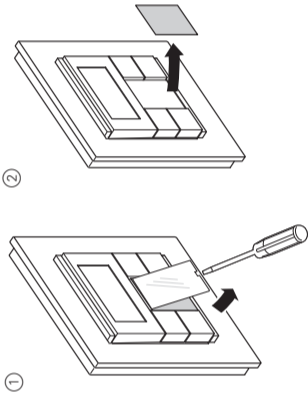


Dismantling the push-button

CAUTION
The device could become damaged. Before removing the push-button, check whether it is secured with protection against theft. Always remove the protection against theft before removing the push-button.

Labelling the push-button

Opening the labelling field



Creating labelled foil strips

You can also create and print corresponding foil strip templates with any layout program.

Size specifications for foils (in mm):

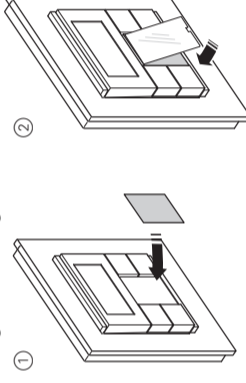
Push-button	Height	Width	Thickness
2-gang	24,9	23	max. 0,15
4-gang	96,2	23	max. 0,15

Consult the operating instructions of your printer to find out which type of foil strips you can print.

i Only use the coloured foil strips enclosed as the base, since this ensures that the push-button LEDs under the labelling field can shine through.

i Two versions of coloured foil strips are provided: one with a recess in the middle for the IR receiver, and one without a recess. If you want to control the push-button via an IR remote control, you have to use the coloured foil strip with recess. Always only use one of the two coloured foil strips.

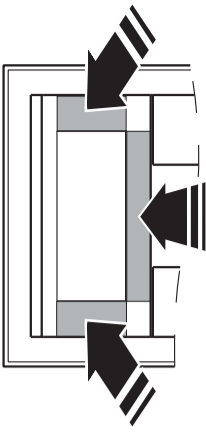
Closing the labelling field



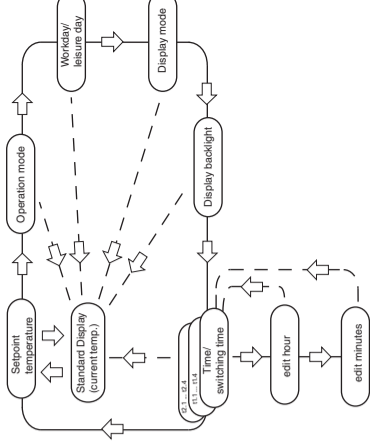
Getting to know the control menu

There is a control menu for selecting the individual functions of the room temperature controller.

A rocker is integrated in the cover of the display. It has three contacts: left, centre and right. With these push-buttons, you can access the control menu, scroll backwards and forwards and change individual values.



Overview of the menu structure



Push-button action

Center –
Long push-button action*
Save
Return to standard display

Center –

Short push-button action**
Select next menu command

Left/Right –

Short push-button action**
Change value

*Long push-button action = approx. 5 s

**Short push-button action = approx. 1 s



If you don't press any push-button within a period of about one minute, the room temperature control unit automatically returns to the standard display. The values that were set before the control menu was opened are restored; **any changes that you may have made are not saved. Exception: The temperature is saved directly.**

Pre-settings

When installing the push-button, the electrician defines various settings that are necessary so you can use the push-button correctly. Most of the explanations provided on the following pages depend on these settings. The electrician enters the settings in question in a table for you (see table „pre-settings“).

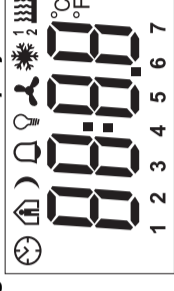
i If you come across this symbol when reading, it means that you can look up the corresponding value in the table.

Preface room temperature control unit/display

With the integrated room temperature control unit, you can control the temperature in various different ways. You can read and set important information on the display:

- Setpoint temperature
- Operating mode (comfort, standby, night, etc.)
- Working day/holiday
- Display mode (setpoint temperature, actual temperature, date etc.)
- Background lighting
- Setting the time/switching time

Getting to know the display



You will see the following symbols on the display:

Comfort mode or working day. The room temperature is adjusted to the set comfort setpoint temperature .

The flashing symbol means that the comfort extension is active.

Standby mode or holiday. The room temperature is adjusted to the set standby setpoint temperature .

Night operation. The room temperature is adjusted to the set night setpoint temperature .

Time control is active.

Constant display: The time has been synchronised.

Flashing display: The time has not been synchronised; the displayed time may not be accurate.

Alarm, symbol flashing. For 4-gang push-button: Additional acoustic warning sound possible .

Weekday display .

In combination with Fan speed

Menu command „Setting the background lighting“ is activated.

Heating control mode is active or controller requires power.

Cooling control mode is active or controller requires power.

Display under „Heating“ or „Cooling“ symbol.

For heating or cooling:
- „1“: Setpoint temperature has not yet been reached. The controller is heating or cooling.
- „2“: Level 2 is activated (display only if two-step heating/cooling is set).

For heating and cooling: Two modes are available: Manual or automatic

°C Temperature display in degrees Celsius

°F Temperature display in degrees Fahrenheit

88:88 Time display or value display

Getting to know the push-button

The push-button plus with room temperature control unit (referred to below as the push-button) gives you four (push-button 2-gang) or eight (push-button 4-gang) operating surfaces. The keys can be set individually to perform various functions. Furthermore a room temperature control unit is integrated, which allows you to control temperature in various different ways.

Functions of the push-button:

- Switching, toggling, dimming, blind control
- Szenenfunktion
- Communication and disable functions
- Time control with synchronisation, reading external temperature, fan control

Functions of the room temperature control unit:

- Heating/cooling with 1 controller output
 - Heating/cooling with separated controller outputs
 - Heating/cooling with 2 controller outputs
- The push-button can directly be connected to the KNX and is parameterised by the electrical installer via the KNX-Tool-Software (ETS).

Setting the room temperature control unit/display view

Standard display

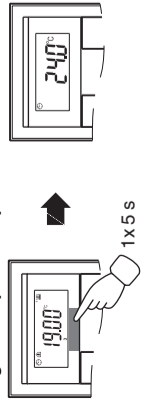
Here you see an example of the standard display:



- „Comfort“ operating mode
- Actual temperature **20°**
- Heating is active in order to reach the comfort setpoint temperature .
- is constantly displayed: The time has been synchronised with the time switch (e.g. year time switch REG-K). Clock symbol flashes: The time has not (yet) been synchronised.
- Weekday display **3** = Wednesday

i Note that the display of the weekday depends on the pre-settings. The electrician has set , a specific weekday to 1. In some countries the first day of the week is not Monday, but Sunday, for example. The other numbers have different meanings accordingly (e.g., 2 = Monday, 3 = Tuesday etc.).

Setting the setpoint temperature

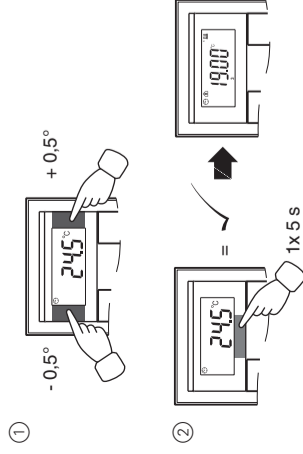


The electrician has specified three setpoint temperatures (for both heating and cooling):

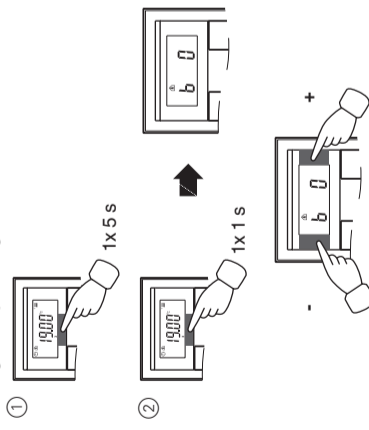
- for comfort mode
- for standby mode
- for night operation

i You see the setpoint temperature of the current operating mode. You can only change this setpoint temperature. In order to change the setpoint temperature of another operating mode, you first have to switch the operating mode (see „Setting the operating mode“).

i The electrician specified , within which limits this value can be changed (for example, within a minimum of 16 °C up to a maximum of 26 °C). You cannot set any value below or above these limit values. If the electrician made the appropriate setting , the 4-gang push-button emits a warning sound as soon as you attempt to exceed these limit values.

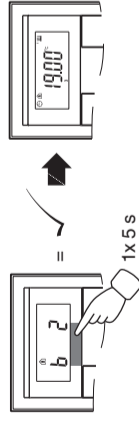


Setting the operating mode

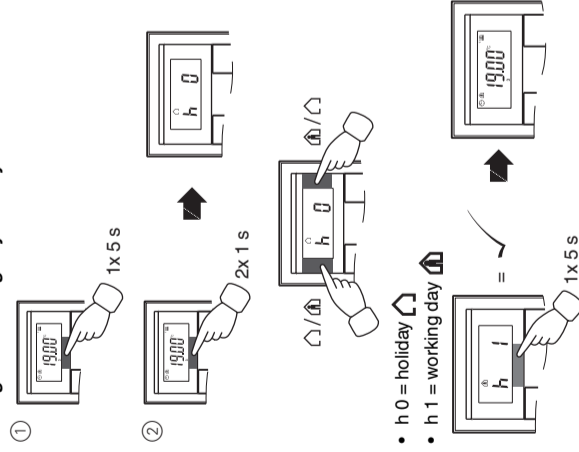


- **b 0** = comfort mode Select this operating mode if you are staying in the room. The heating is set to the comfort setpoint temperature (e.g. 21 °C .
- **b 1** = standby mode Select this operating mode when you are not in the room over a longer period of time. The heating is set to the standby setpoint temperature (e.g. 18 °C .
- **b 2** = night operation The heating is set to the night setpoint temperature (e.g. 15 °C .
- **b 3** = comfort extension (flashes) Select this operating mode if you want to suppress night operation temporarily. The heating is set to the comfort setpoint temperature (e.g. 21 °C .

i The electrician may have set , the times at which the operating mode switches automatically from night operation to comfort mode and vice versa.



Setting the working day/holiday

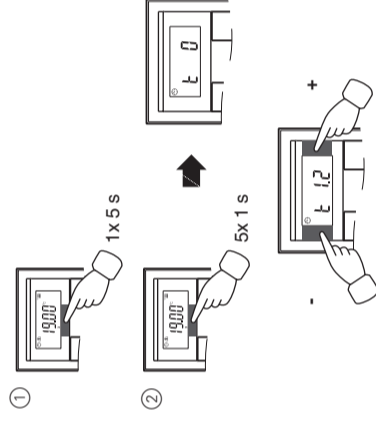


- **h 0** = holiday
- **h 1** = working day

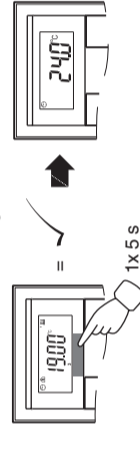
Setting the internal clock time and switching times

i If the time is updated by an external time switch, the updated time is displayed here. If you change this time manually, it will be overwritten again by the time switch during the next update.

i You can only use the control menu to adjust the switching times which have been pre-programmed via the ETS. Switching times which are not defined in the ETS are shown when they are called up in the display with „-“- and cannot be set using the push-buttons on the display.



- **t 0** = time (either transmitted from the external time switch or from the internal clock)
- **t 1.1** bis **t 1.4** = time channel 1, switching time 1-4
- **t 2.1** bis **t 2.4** = time channel 2, switching time 1-4
- Press central push-button and **hold**: the hour display for the selected time/switching time starts to flash.
- Press the left or right push-button on the display: Set the hours as desired
- Press the central push-button **briefly**: The minute digits now flash.
- Press the left or right push-button on the display: Set the minutes as desired.
- Press the central push-button **briefly**: The set time (...) appears again.
- Press the central push-button **briefly** again: Save the desired new setting.



i Synchronise the time via an external time switch to guarantee precision over a long period of time.

Selecting the setpoint temperature or operating mode directly

The electrician specified , whether you can access and adjust the setpoint temperature or the operating mode directly using the right/left push-button, or whether none of these functions is activated.

- **1 x** push-button **left/right** – **short** push-button action.

The menu command „Set setpoint temperature“ or „Set operating mode“ is displayed with the last set value. Change the value by pressing the left or right push-button on the display. The value is saved directly; you don't have to save it separately. After approx. 5 s, the room temperature control unit returns automatically to the standard display.

Other display views

- APL**, Application not loaded or faulty
- E 2**, Heating setpoint temperature = cooling setpoint temperature
- E 3**, ETS application is not compatible
- E 4**, Upper control value range = lower control value range
- E 5**, FRAM error
- E 6**, Error in temperature sensor
- E 7**, STACK error
- E 8**, RAM error
- E 9**, Buffer error

Presettings table

Push-button assignment	Push-button 1	Push-button 2	Push-button 3	Push-button 4	Push-button 5	Push-button 6	Push-button 7	Push-button 8
Measuring range:	0 to 40 °C							
Measuring accuracy:	± 1 K, depending on installation site; Offset can be configured							
Controller type:	2-step Continuous PI controller Switching PI controller (PWI)							
Controller mode:	Heating with 1 controller output Cooling with 1 controller output Heating with 2 controller outputs Cooling with 2 controller outputs Heating and cooling with separate controller outputs 2-step heating with 2 controller outputs 2-step cooling with 2 controller outputs 2-step heating and 2-step cooling with 4 control outputs IP 20							

Time control channel 1	1	2	3	4
Switching time
Time
Function:

Time control channel 2	1	2	3	4
Switching time
Time
Function:

Alarm functions

- Alarm sounds if actual temperature is less than the frost protection temperature **or**
- Alarm sounds if the setpoint adjustment limit is exceeded
- Others:

Heating setpoints in °C/°F	Adjustment limit in °C/°F
Comfort: min: _____ max: _____	min: _____ max: _____
Standby: min: _____ max: _____	min: _____ max: _____
Night: min: _____ max: _____	min: _____ max: _____

Heating setpoints in °C/°F	Adjustment limit in °C/°F
Comfort: min: _____ max: _____	min: _____ max: _____
Standby: min: _____ max: _____	min: _____ max: _____
Night: min: _____ max: _____	min: _____ max: _____
Frost protection: min: _____ max: _____	min: _____ max: _____
Heat protection: min: _____ max: _____	min: _____ max: _____

Setpoint adjustment valid until:

Operation mode change / Permanent

Week starts (1): on Fri / Sat / Sun / Mon

Direct selection: Setpoint temperature / Operation mode / None

Technical data

- Power supply: via KNX
- Connection: Bus connecting terminal
- Display elements
- Push-button 2-/4-gang: 1x Display
1x operational LED
4x Status LED
8x Status LED
Piezo buzzer
- Operating elements
- Push-button 2-/4-gang: 3 push-buttons to navigate menu
- Push-button 2-gang: 4 push-buttons
- Push-button 4-gang: 8 push-buttons
- IR receiver (angle of reception: 60°)
- Measuring range: 0 to 40 °C
- Measuring accuracy: ± 1 K, depending on installation site; Offset can be configured
- Controller type: 2-step
Continuous PI controller
Switching PI controller (PWI)
- Controller mode: Heating with 1 controller output
Cooling with 1 controller output
Heating with 2 controller outputs
Cooling with 2 controller outputs
Heating and cooling with separate controller outputs
2-step heating with 2 controller outputs
2-step cooling with 2 controller outputs
2-step heating and 2-step cooling with 4 control outputs
IP 20

Schneider Electric Industries SAS

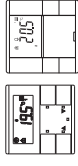
If you have technical questions, please contact the Customer Care Center in your country.

www.schneider-electric.com

This product must be installed, connected and used in compliance with prevailing standards and/or installation regulations. As standards, specifications and designs develop from time to time, always ask for confirmation of the information given in this publication.

Room Temperature Control Unit with Display

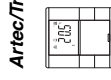
Operating instructions



System M



Room temperature control unit with display
Art. no. MTN6241-03.../MTN6241-04...



Artec/Tranctic/Antique room temperature control unit with display
Art. no. MTN6241-4...

Necessary accessories

- You have to complete the room temperature control unit with a corresponding design frame.

For your safety



DANGER
Risk of fatal injury from electrical current.
The unit may only be installed and connected by skilled electricians. Observe the regulations valid in the country of use, as well as the valid KNX guidelines.

Getting to know the controller

The **Room temperature control unit with display** (referred to as **Controller** from here on) can be used for heating and cooling with infinitely variable KNX valve drives or for controlling switch actuators and heating actuators. The white backlit display shows e.g. time, date, temperature and operating mode. The following settings can be changed via the menu:
operating mode, setpoint, working day, display mode, time, switching time and brightness.

Four operating surfaces are also available, which are preset with room temperature control functions. The push-buttons can at a later date be locked to prevent misuse by unauthorised persons.

Functions of the room temperature control unit:

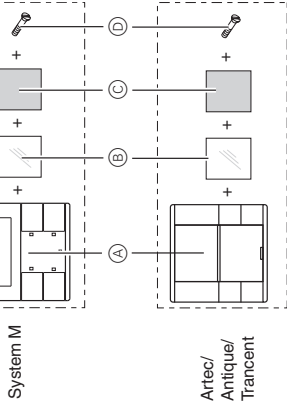
- Heating / cooling with one controller output
- Heating / cooling with separate controller outputs
- Heating / cooling with two controller outputs

Push-button functions:

- Push-button 1: Setpoint adjustment / operating mode
- Push-button 1: Setpoint adjustment / operating mode
- Push-button 3: Comfort mode / night operation
- Push-button 4: Comfort extension

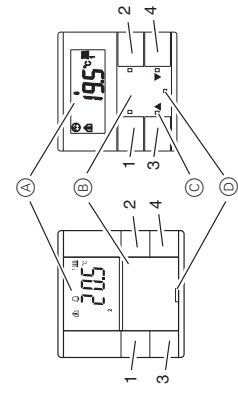
The unit is directly connected to the KNX and parameterised by the electrician using the KNX tool software (ETS).

Scope of delivery



- (A) Controller
- (B) Cover
- (C) Foil strip
- (D) Safety screw

Connections, displays and operating elements



- 1 - 4: Push-buttons
- (A) Display
- (B) Labeling field
- (C) LED
- (D) Status LED

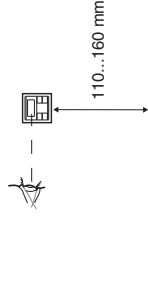
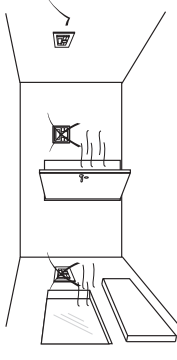
Useful information about the key field

The push-buttons facing each other have been preset at the factory and can be parameterised to a limited extent:

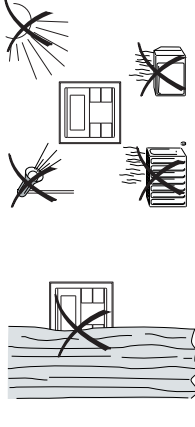
- Push-button 1: Setpoint adjustment -0.5 K
- Push-button 2: Setpoint adjustment +0.5 K
- Push-button 3: Toggle: Comfort mode / night operation
- Push-button 4: Comfort extension

Mounting side

In order for the integrated room temperature control unit to work in the best way, you should keep in mind the following when selecting the right installation side:

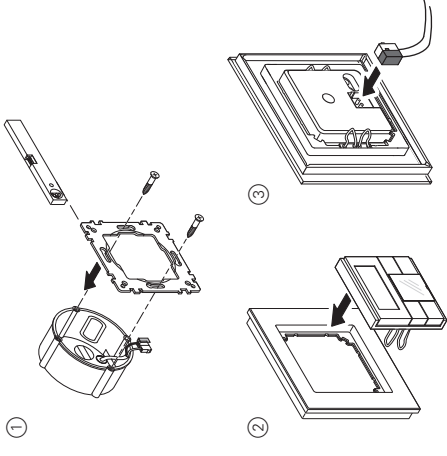


Sources of interference

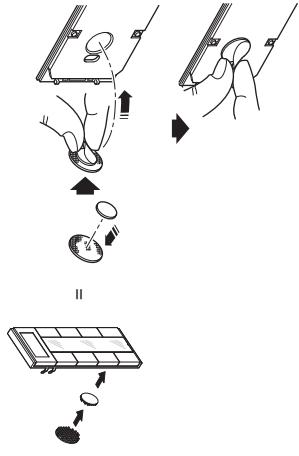


Mounting the push-button

Push-button 2-gang and 4-gang

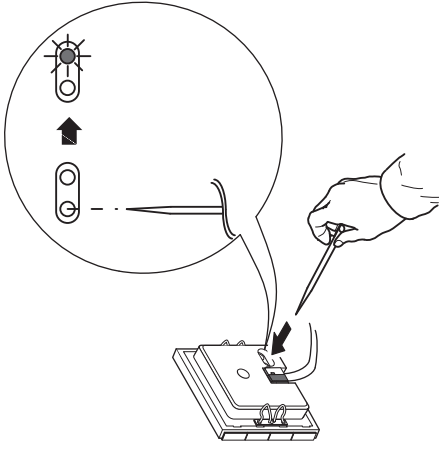


Only push-button 4-gang

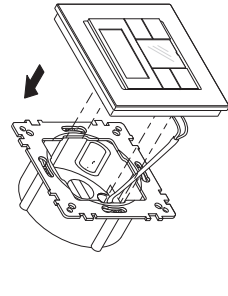


Operating the push-button

- 1 Set the push-button to programming state



- 2 Load the physical address and application from the ETS into the push-button. The red programming LED goes out.

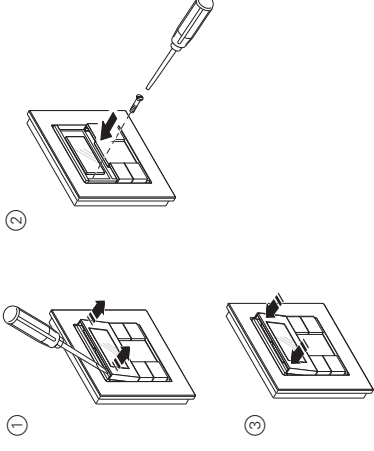


Note for the electrician

Make sure that you note the settings you have made in the ETS which are important for the user in the configuration table (see „Pre-settings table“), because not all parameters that can be set are shown in the display of the push-button.

Anti-theft protection

Push-button 2-gang and 4-gang



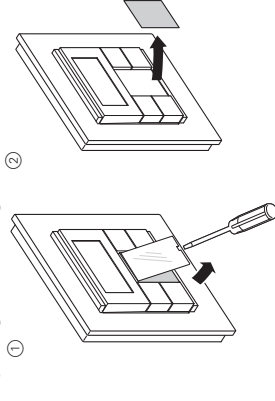
Dismantling the push-button

CAUTION

The device could become damaged. Before removing the push-button, check whether it is secured with protection against theft. Always remove the protection against theft before removing the push-button.

Labelling the push-button

Opening the labelling field



Creating labelled foil strips

You can also create and print corresponding foil strip templates with any layout program.

Size specifications for foils (in mm):

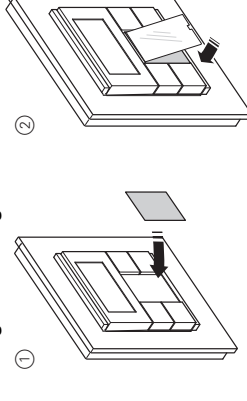
Push-button	Height	Width	Thickness
System M	24.9	23	max. 0,15
System Design	31	34.8	max. 0,15

Consult the operating instructions of your printer to find out which type of foil strips you can print.

Only use the coloured foil strips enclosed as the base, since this ensures that the push-button LEDs under the labelling field can shine through.

Two versions of coloured foil strips are provided: one with a recess in the middle for the IR receiver, and one without a recess. If you want to control the push-button via an IR remote control, you have to use the coloured foil strip with recess. Always only use one of the two coloured foil strips.

Closing the labelling field



Pre-settings

When installing the push-button, the electrician defines various settings that are necessary so you can use the push-button correctly. Most of the explanations provided on the following pages depend on these settings. The electrician enters the settings in question in a table for you (see table „pre-settings“).

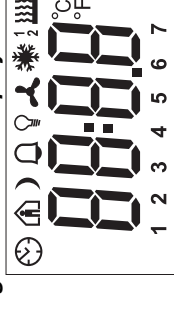
If you come across this symbol when reading, it means that you can look up the corresponding value in the table.

Preface room temperature control unit/display

With the integrated room temperature control unit, you can control the temperature in various different ways. You can read and set important information on the display:

- Setpoint temperature
- Operating mode (comfort, standby, night, etc.)
- Working day/holiday
- Display mode (setpoint temperature, actual temperature, date etc.)
- Background lighting
- Setting the time/switching time

Getting to know the display



You will see the following symbols on the display:

Comfort mode or working day. The room temperature is adjusted to the set comfort setpoint temperature.

The flashing symbol means that the comfort extension is active.

Standby mode or holiday. The room temperature is adjusted to the set standby setpoint temperature.

Night operation. The room temperature is adjusted to the set night setpoint temperature.

Time control is active.

Constant display: The time has been synchronised.

Flashing display: The time has not been synchronised; the displayed time may not be accurate.

Alarm, symbol flashing. For 4-gang push-button: Additional acoustic warning sound possible

1234
567
Weekday display
In combination with Fan speed

Menu command „Setting the background lighting“ is activated.
Fan.

Heating control mode is active or controller requires power.

Cooling control mode is active or controller requires power.

Display under „Heating“ or „Cooling“ symbol.

- For heating or cooling:
"1": Setpoint temperature has not yet been reached. The controller is heating or cooling.
"2": Level 2 is activated (display only if two-step heating/cooling is set).

- For heating and cooling:
Two modes are available: Manual or automatic

°C Temperature display in degrees Celsius

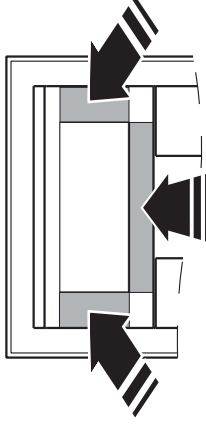
°F Temperature display in degrees Fahrenheit

86:88
Time display or value display

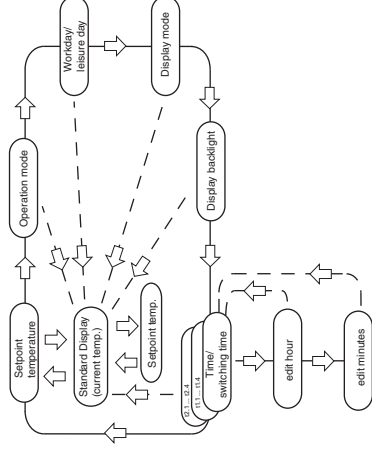
Getting to know the control menu

There is a control menu for selecting the individual functions of the room temperature controller.

A rocker is integrated in the cover of the display. It has three contacts: left, centre and right. With these push-buttons, you can access the control menu, scroll backwards and forwards and change individual values.



Overview of the menu structure



Push-button action

Center -
Long push-button action*
Return to standard display

Center -

Short push-button action**
Select next menu command

Left/Right -

Short push-button action**
Change value

*Long push-button action = approx. 5 s

**Short push-button action = approx. 1 s



If you don't press any push-button within a period of about one minute, the room temperature control unit automatically returns to the standard display. The values that were set before the control menu was opened are restored; **any changes that you may have made are not saved. Exception: The temperature is saved directly.**

Setting the room temperature control unit/display view

Standard display

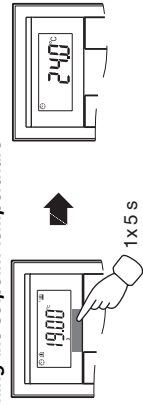
Here you see an example of the standard display:



- „Comfort“ operating mode
- Actual temperature **20°**
- Heating is active in order to reach the comfort setpoint temperature .
- is constantly displayed: The time has been synchronised with the time switch (e.g. year time switch REG-K). Clock symbol flashes: The time has not (yet) been synchronised.
- Weekday display **3** = Wednesday

i Note that the display of the weekday depends on the pre-settings. The electrician has set a specific weekday to 1. In some countries the first day of the week is not Monday, but Sunday, for example. The other numbers have different meanings accordingly (e.g., 2 = Monday, 3 = Tuesday etc.).

Setting the setpoint temperature



The electrician has specified three setpoint temperatures (for both heating and cooling):

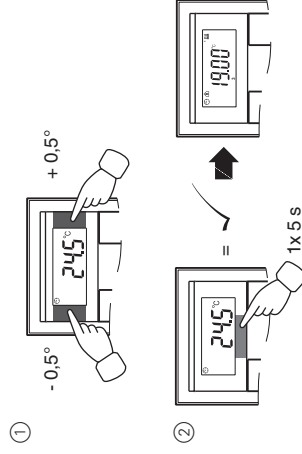
- for comfort mode
- for standby mode
- for night operation

i

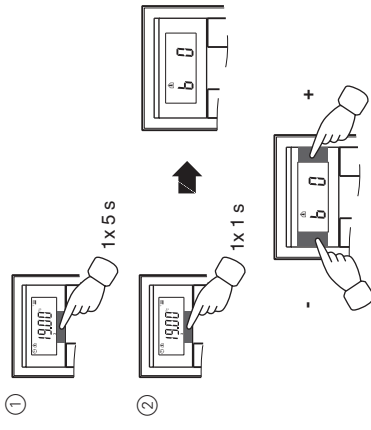
You see the setpoint temperature of the current operating mode. You can only change this setpoint temperature. In order to change the setpoint temperature of another operating mode, you first have to switch the operating mode (see „Setting the operating mode“).

i

The electrician specified , within which limits this value can be changed (for example, within a minimum of 16 °C up to a maximum of 26 °C). You cannot set any value below or above these limit values. If the electrician made the appropriate setting , the 4-gang push-button emits a warning sound as soon as you attempt to exceed these limit values.



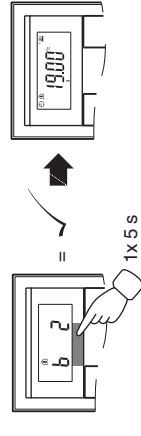
Setting the operating mode



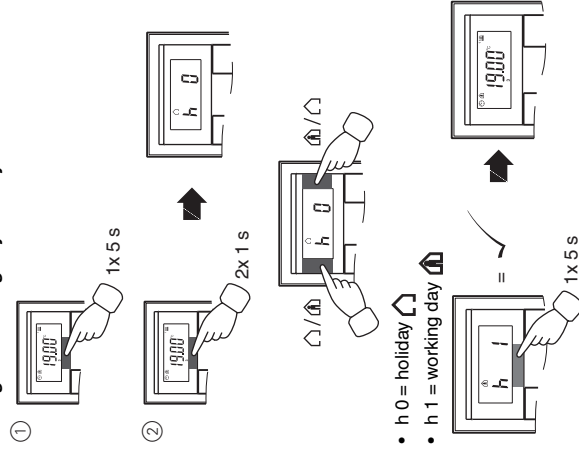
- **b 0** = comfort mode Select this operating mode if you are staying in the room. The heating is set to the comfort setpoint temperature (e.g. 21 °C .
- **b 1** = standby mode Select this operating mode when you are not in the room over a longer period of time. The heating is set to the standby setpoint temperature (e.g. 18 °C .
- **b 2** = night operation The heating is set to the night setpoint temperature (e.g. 15 °C .
- **b 3** = comfort extension (flashes) Select this operating mode if you want to suppress night operation temporarily. The heating is set to the comfort setpoint temperature (e.g. 21 °C .

i

The electrician may have set the times at which the operating mode switches automatically from night operation to comfort mode and vice versa.



Setting the working day/holiday

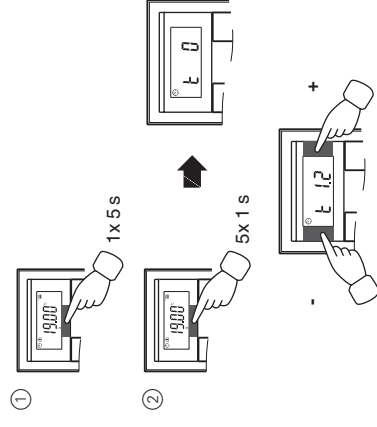


- **h 0** = holiday
- **h 1** = working day

Setting the internal clock time and switching times

i If the time is updated by an external time switch, the updated time is displayed here. If you change this time manually, it will be overwritten again by the time switch during the next update.

i You can only use the control menu to adjust the switching times which have been pre-programmed via the ETS. Switching times which are not defined in the ETS are shown when they are called up in the display with „-“-“ and cannot be set using the push-buttons on the display.



- **t 0** = time (either transmitted from the external time switch or from the internal clock)
- **t 1.1** bis **t 1.4** = time channel 1, switching time 1-4
- **t 2.1** bis **t 2.4** = time channel 2, switching time 1-4
- Press central push-button and **hold** : the hour display for the selected time/switching time starts to flash.
- Press the left or right push-button on the display: Set the hours as desired
- Press the central push-button **briefly** : The minute digits now flash.
- Press the left or right push-button on the display: Set the minutes as desired.
- Press the central push-button **briefly**: The set time (...) appears again.
- Press the central push-button **briefly** again: Save the desired new setting.

i Synchronise the time via an external time switch to guarantee precision over a long period of time.

Selecting the setpoint temperature or operating mode directly

The electrician specified , whether you can access and adjust the setpoint temperature or the operating mode directly using the right/left push-button, or whether none of these functions is activated.

- **1 x** push-button **left/right/links** – short push-button action.

The menu command „Set setpoint temperature“ or „Set operating mode“ is displayed with the last set value. Change the value by pressing the left or right push-button on the display. The value is saved directly; you don't have to save it separately. After approx. 5 s, the room temperature control unit returns automatically to the standard display.

Other display views

- APL**, Application not loaded or faulty
- E 2** Heating setpoint temperature = cooling setpoint temperature
- E 3** ETS application is not compatible
- E 4** Upper control value range = lower control value range
- E 5** FRAM error
- E 6** Error in temperature sensor
- E 7** STACK error
- E 8** RAM error
- E 9** Buffer error

Presettings table

Time control channel 1	
Switching time	1 2 3 4
Time
Function:

Time control channel 2	
Switching time	1 2 3 4
Time
Function:

Alarm functions

- Alarm sounds if actual temperature is less than the frost protection temperature **or**
- Alarm sounds if the setpoint adjustment limit is exceeded
- Other:

Heating setpoints in °C/°F	
Comfort:	min: _____ max: _____
Standby:	min: _____ max: _____
Night:	min: _____ max: _____

Heating setpoints in °C/°F	
Comfort:	min: _____ max: _____
Standby:	min: _____ max: _____
Night:	min: _____ max: _____
Frost protection:	min: _____ max: _____
Heat protection:	min: _____ max: _____

Setpoint adjustment valid until: Operation mode change / Permanent

Week starts (1): on Fri / Sat / Sun / Mon

Direct selection: Setpoint temperature / Operation mode / None

Technical data

- Power supply: via KNX
- Connection: Bus connecting terminal
- Display elements: 1x Display
- 1x operational LED
- 4x Status LED
- 3 push-buttons to navigate menu
- 4 push-buttons
- Measuring range: 0 to 40 °C
- Measuring accuracy: ± 1 K, depending on installation site; Offset can be configured
- Controller type: 2-step
- Continuous PI controller
- Switching PI controller (PWI)
- Heating with 1 controller output
- Cooling with 1 controller output
- Heating with 2 controller outputs
- Cooling with 2 controller outputs
- Heating and cooling with separate controller outputs
- 2-step heating with 2 controller outputs
- 2-step cooling with 2 controller outputs
- 2-step heating and 2-step cooling with 4 control outputs
- IP 20

Type of protection: IP 20

Schneider Electric Industries SAS

If you have technical questions, please contact the Customer Care Center in your country.

www.schneider-electric.com

This product must be installed, connected and used in compliance with prevailing standards and/or installation regulations. As standards, specifications and designs develop from time to time, always ask for confirmation of the information given in this publication.

www.savonia.fi

