

Marko Alaste, Juha Lyijynen

KNX-
VÄYLÄJÄRJESTELMÄ
OMAKOTITALOSSA

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Marraskuu 2011




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>	<p>Opinnäytetyön päivämäärä</p> <p>20.11.2011</p>	
<p>Tekijä(t)</p> <p>Marko Alaste, Juha Lyijynen</p>	<p>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</p> <p>Sähkötekniikan koulutusohjelma Sähkövoimatekniikka</p>	
<p>Nimeke</p> <p>KNX-väyläjärjestelmä omakotitalossa</p>		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Käsittelimme opinnäytetyössämme KNX-väyläjärjestelmää omakotitalon sähköistyksessä. Järjestelmällä pystytään helposti yhdistämään rakennuksen eri sähköisiä toimintoja toisiinsa. Järjestelmä on hyvin hyödynnettyä energiatehokas ratkaisu omakotitaloon, mutta asennuskustannuksiltaan huomattavasti perinteistä järjestelmää kalliimpi. Älykällä järjestelmällä pystytään kuitenkin toteuttamaan sellaisia ohjauksia ja toimintoja joita on perinteisellä järjestelmällä lähes mahdotonta toteuttaa. Ihmisten mukavuudenhalun ja liikkuvuuden sekä turvallisuusajattelun lisääntyessä erilaisille väyläratkaisuille on tulevaisuudessa varmasti kysyntää.</p> <p>Työssämme tarkastelimme erilaisia väylätekniikoita, rakenteita, kaapelointeja sekä asennuskohteeseen tulevia asennuksia ja asennuskalusteita. Tarkastelimme myös taloon asennettua lämmitys-/ilmanvaihto järjestelmää sekä niiden liittämistä väyläohjausjärjestelmään. Asennuskalusteet talossa ovat ABB:n valmistamia, joten keskityimme työssämme niiden esittelyyn.</p> <p>Järjestelmän ohjelmoinnin suoritti ulkopuolinen, joten järjestelmän ohjelmointia työhön ei sisälly. Opinnäytetyömme tarkoituksena oli yleiskuvan luominen KNX-järjestelmästä sekä sen tuomista eduista perinteiseen sähköistykseen verrattuna. Tavoitteena oli myös tehdä tutuksi tarvittavat asennuskalusteet sekä erilaiset liitettävyydet sekä järjestelmän moninaiset ohjausmahdollisuudet.</p> <p>Opinnäytetyön tekemisen aikana selvisi, että väyläjärjestelmän asennus omakotitaloon on kaiken kaikkiaan laaja ja vaativa työ. Järjestelmä on kuitenkin suhteellisen vähän käytetty, joten asentajia/ohjelmoijia ei aivan joka asennusliikkeestä löydy.</p>		
<p>Asiasanat (avainsanat)</p> <p>sähköjärjestelmä, valaistus, asennus</p>		
<p>Sivumäärä</p> <p>43+9 sivua</p>	<p>Kieli</p> <p>suomi</p>	<p>URN</p>
<p>Huomautus (huomautukset liitteistä)</p>		
<p>Ohjaavan opettajan nimi</p> <p>Hannu Honkanen</p>	<p>Opinnäytetyön toimeksiantaja</p>	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis 20.11.2011	
Author(s) Marko Alaste, Juha Lyijynen		Degree programme and option Electrical Power Engineering	
Name of the bachelor's thesis KNX-bus system in detached house			
Abstract <p>This thesis discusses KNX-Bus system which was used in the electrification of a detached house. It is easy to connect the different electrical processes of the building to each other with the help of this system. When the system is well utilized it is energy efficient solution in the detached house but its installation costs are much higher compared to the costs of traditional system.</p> <p>In this thesis we investigated different f Bus systems, structures, cabling, and installation and assembly furniture which were installed in the house. We investigated also the heating and ventilation system of the house and their connections to the Bus system. The assembly furniture is produced by ABB and we concentrate to present them in this work.</p> <p>The programming of the system was done by the third party so it is not included. The purpose of our Thesis was to give a general overview of KNX-system and its benefits compared to the traditional electrification. Another aim was to present the assembly furniture and different kind of connectivity and multiple steering possibilities.</p> <p>During the process of doing the Thesis it was found out that the installation of the Bus system in the detached house is altogether wide and demanding job. The system is after all relatively little used so there will not be installers and programmers in exactly every installation company.</p>			
Subject headings, (keywords) electrical system, lightning, installation			
Pages 43+9 pages	Language Finnish	URN	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Hannu Honkanen		Bachelor's thesis assigned by	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	KENTTÄVÄYLÄRATKAISUN VALINTA	2
3	VÄYLIEN FYYSISET RAKENTEET ELI TOPOLOGIAT	4
3.1	Väylätologia.....	4
3.2	Rengastologia.....	5
3.3	Tähtitologia.....	6
3.4	Puutologia	6
4	KNX-VÄYLÄOHJAUSJÄRJESTELMÄ	7
4.1	Yleistä	7
4.2	Edut.....	8
4.3	Heikkoudet.....	9
4.4	Tekninen toteutus.....	9
4.4.1	Siirtotiet	10
4.4.2	KNX väyläkaapelointi.....	11
4.4.3	Verkon rakenne	13
4.4.4	Maadoitukset.....	14
5	YLEISTÄ SUUNNITTELUSTA	14
5.1	Suunnittelu.....	14
5.2	Asiakasvaatimusten määrittely	15
5.3	Rakenteen suunnittelu.....	16
5.4	Kustannusarvio	16
5.5	Symbolit standardin (DIN 40900) mukaisin piirrosmerkein	17
6	ASENNUSKOHDE	18
7	ASENNUSKALUSTEET ASUINTILOISSA.....	19
7.1	Ohjauspaneeli Busch Comfort Touch.....	19
7.2	Väyläliityntäyksikkö	23
7.3	Painikkeet ja päätykappaleet.....	24
7.4	Lämmönsäätölaitteet.....	25
8	JÄRJESTELMÄN TOTEUTUS	26
8.1	Valaistus	26

8.2	Lämmitys	29
8.2.1	Maalämpöjärjestelmä	29
8.2.2	Maalämpöpumppu Lämpöässä V20.....	30
8.2.3	Lämmönsäädin Ouman EH-203 GT	31
8.2.4	Kiertovesipumppu Grundfos Alpha 2	32
8.3	Ilmastointi	33
8.4	Turvallisuus	35
8.5	Etäkäyttö	35
9	ASENNUSKALUSTEET-KESKUS	35
9.1	Virtalähteet	36
9.2	Kytkeyksiköt.....	37
9.3	Binäärivastaanotin	38
9.4	Yleissäädin ja portti	39
10	DOKUMENTOINTI	40
11	YHTEENVETO	41
12	LÄHTEET	42

LIITTEET

LIITE 1. KYTKENTÄLUETTELO

LIITE 2. PIIRROSMERKIT

LYHENTEET, KÄSITTEET JA MÄÄRITELMÄT

Anturi	<p>Elementti, joka muuttaa fyysiset muuttujat sähköarvoiksi. KNX-laite, joka käsittelee fyysisiä ominaisarvoja ja lähettää tarvittaessa sanoman väylään.</p> <p>Esimerkki:</p> <ul style="list-style-type: none">• kytkinanturi• lämpötila-anturi• valoisuusanturi
ASCII	<p>Digitaalinen 7-bittinen koodi yleensä tunnettu ASCII-merkkinä.</p>
Baudinopeus	<p>Tiedonsiirtonopeus, sama kuin bittiä sekunnissa ja silloin modulointikerroin 1.</p>
CE- merkki	<p>Valmistajan vaatimustenmukaisuusvakuutus siitä, että tuotteet noudattavat vastaavia EU-standardeja, esim EMC- säädökset.</p>
EIB	<p>Eurooppalainen asennusväylä EIB, merkitty tavaramerkillä EIB.</p> <p>Hajautettu, tapahtumaohjattu väylä sähköasennuksiin, kytkentään, raportointiin, ohjaamiseen, valvontaan ja näyttämiseen, voidaan käyttää sekä toiminnallisissa rakennuksissa että asuinrakennuksissa. KNX- järjestelmän perusta.</p>

ETS	Työkaluohjelmisto suunnitteluun; ohjelmisto KNX- tuotteiden projektisuunnitteluun ja käyttöönottoon.
ETS- projektitietokanta	Kaikki KNX- projektin tiedot tallentuvat projektitietokantaan. Se on tarpeellista esim. dokumentointia varten tai jos projekti pitää ladata tietokoneesta toiseen.
Fyysinen osoite	Ainutkertainen väylälaitteen tunnistus KNX- järjestelmässä. Fyysinen osoite sisältää runkolinjan, linjan ja laitteen numeron.
Hajautettu järjestelmä	Järjestelmä, joka toimii ilman korkeamman tason ohjausyksikköä. Tämäntyyppisessä järjestelmässä väylälaitteet säätävät esim. tiedonvaihtojakson ja väylälaitteiden väyläyhteyden.
Johdinpari	Kierretty parijohdinkaapeli väyläsiirtoon.
Järjestelmäkomponentit	Sellaisten väylälaitteiden nimitys, jotka ottavat käyttöön korkeamman tason toimintoja, jotka eivät ole sovellusriippuvaisia, esim. linjayhdistimet.
KNX- yhdistys	KNX- sertifioitujen tuotteiden valmistajien organisaatio.

Kohdeosoite	Sen väylälaitteen ryhmäosoite, jonka tulisi sanoma. Ohjelmoinnin (käyttöönoton) aikana se on laitteen fyysinen osoite.
Linja	Pienin KNX- järjestelmän yksikkö, johon voidaan kytkeä 64 väylälaitetta. Linja koostuu yhdestä tai useammasta sähkölohkosta, jotka on sähköeristetty linjavahvistimien avulla ja loogisesti kytketty.
Linjavahvistin (LR)	KNX järjestelmän komponentteja, jotka virkistävät signaaleja kantaman lisäämiseksi tai yhdistävät kaksi sähkölohkoa toisiinsa.
Linjayhdistin (LC)	KNX järjestelmän komponentteja, jotka yhdistävät linjat toisiinsa. Sanomat reititetään linjayhdistimen kautta tai rajoitetaan linjaan.
Osoitekenttä	Osa sanomaa KNX järjestelmässä. Sisältää lähde- ja kohdeosoitteen.
Päälinja	Komponentteja KNX järjestelmässä. Yhdistää useita linjayhdistimiä toisiinsa ja sitten runkoyhdistimeen. Mahdollistaa tiedonvaihdon linjojen ja alueiden poikki.
Runkoyhdistin (BC)	Komponentteja KNX järjestelmässä. Kytkee päälinjan runkolinjaan.

Ryhmäosoite	Osoite, jolla useita vastaanottimia voidaan osoittaa sanoman kautta. Ne muodostavat ryhmän. Ryhmäosoite on toimintoon liittyvä osoite.
Törmäys	Tapahtuu, jos kaksi tai useampia lähettimiä pääsee väylään samanaikaisesti. Törmäys käynnistyy KNX- järjestelmässä.
Väylä	Siirtotie, johon voidaan kytkeä useita väylälaitteita, jotka kaikki kommunikoivat keskenään.

1 JOHDANTO

Pientalojen sähköistykseen on nykyään saatavissa ns. perinteisen sähköistyksen rinnalle väyläpohjaisia ratkaisuja. Näillä väyläratkaisuilla on mahdollista yhdistää kaikki rakennuksen sähköiset toiminnot yhteneväiseksi verkoksi. Tämän verkon kautta on vaivatonta hallita ilmastointia, lämmönsäätöä, valaistusta, kulunvalvontaa yms. rakennukseen kuuluvaa sähköistystä. Väylän käytöllä saavutetaan vähäisemmällä johdotuksella huomattavasti monipuolisemmin käytettävä ja säädettävä kokonaisuus, jota on helppo muuttaa myöhempiäkin tarpeita vastaavaksi. Pientalossa saavutettava energiansäästö sekä turvallisuuden lisääntyminen ovat myös tänä päivänä tärkeitä asioita.

KNX järjestelmä on eurooppalainen rakennuksiin tarkoitettu kenttäväyläratkaisu, joka on maailman ainoa avoin standardi koti- ja taloautomaatiojärjestelmille. Ohjelmistoa sekä standardisointia hallitsee Konnex Association. Järjestelmässä sähkötoimiset laitteet kommunikoivat itsenäisesti ilman keskustietokonetta ja ohjelmointi tapahtuu PC:n avulla. Järjestelmän käytön mielletään usein soveltuvan ainoastaan isompiin kohteisiin, mutta sillä voidaan toteuttaa hyvin myös pienempiä kohteita.

Tämän työn tarkoituksena on kertoa asioista, joita on otettava huomioon asennettaessa KNX-väyläjärjestelmää perinteiseen omakotitaloon. Tutustumme työssämme tarvittaviin laitteisiin, kaapelointiin sekä niiden sijoitteluun kohteessa. Tutustumme hieman myös vaadittaviin sovelluksiin sekä niiden käyttöön. Väyläohjauksella toteutetaan talon kaikki ohjausjärjestelmät lämmityksestä ilmastointiin sekä valaistuksesta kulunvalvontaan. Ihmisten mukavuudenhalun sekä ympäristötietouden lisääntyessä toivomme, että tästä työstä olisi apua selvitettäessä, mitä väylä vaatii ja mitä se antaa perinteiseen sähköistykseen verrattuna.

2 KENTTÄVÄYLÄRATKAISUN VALINTA

Valittaessa käytettävää kenttäväyläratkaisua (kuva 1) kannattaa lähteä siitä löytykö kyseiselle sovellukselle sopivia laitteita. Suljetut ja keskitetyt järjestelmät ovat useimmiten hankintavaiheessa edullisempia kuin hajautetut järjestelmät. Tosin jollain osajärjestelmä- alueilla hintaero on lähes kokonaan poistunut.

Investointia katsottaessa elinkaariajattelun pohjalta voikin olla, että hankintahinnaltaan edullisempi suljettu järjestelmä on ylläpitokuluiltaan huomattavasti kalliimpi kuin avoin, valmistajasta riippumaton, hajautettu ratkaisu. Tämä johtunee siitä, että suljetun ratkaisun osalta asiakas on ”pakotettu” ostamaan saman valmistajan komponentteja, jolloin ei kilpailua käytännöllisesti katsoen ole. Avoimissa, valmistajista riippumattomissa järjestelmissä kilpailu eri toimittajien välillä säilyy myös myöhempiä lisäyksiä tehtäessä.

Suljettujen järjestelmien ylläpito edellyttää usein erillistä koulutusta työkalujen ja menetelmien käyttöön, jotka ovat täysin järjestelmäkohtaisia. Avoimissa kenttäväyläratkaisuisissa voidaan samalla vapaasti valittavalla tuotteella suorittaa kaikkien osajärjestelmien asetukset, muutokset sekä kytkennät. Tämä helpottaa käyttöhenkilöstöä järjestelmän hallitsemisessa, koska kaikki järjestelmän osat ovat hallittavissa samalla työkalulla.

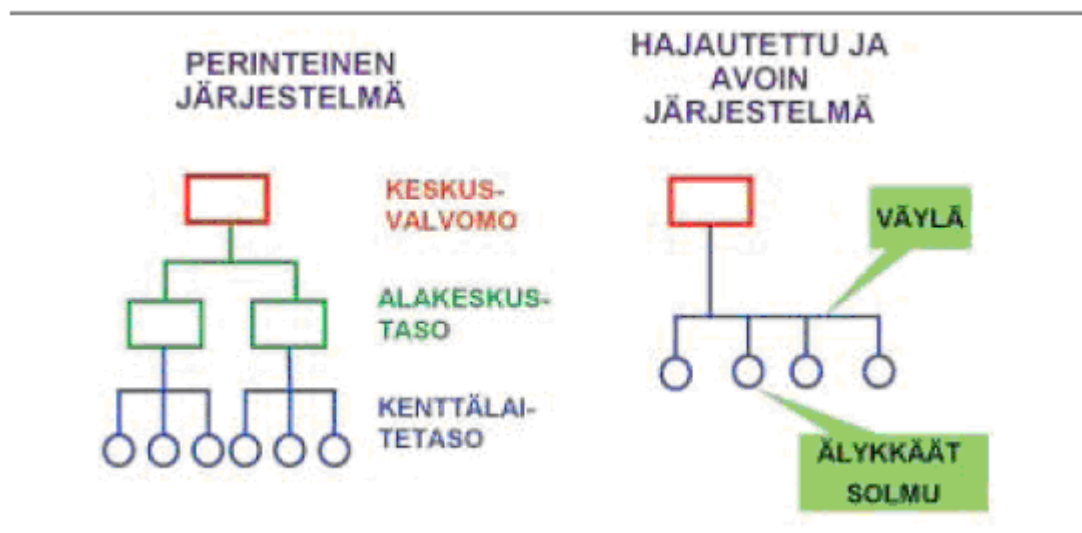
Erillisjärjestelmien kaapelointikustannukset ovat korkeammat, koska kullakin osajärjestelmällä on oma erillinen kaapelointinsa, kun taas avoimessa järjestelmässä voidaan käyttää yhtä yhteistä kaapelointia. Avoimessa järjestelmässä riittää yksi yhteinen valvomo, kun taas erillisjärjestelmässä kullakin osajärjestelmällä on oma valvomonsa./1, s.16./

Valintakriteereinä voidaan pitää soveltuvuuden osalta seuraavia seikkoja:

- mitä voidaan toteuttaa
- viranomaismääräykset
- joustavuus, muutokset sekä uudet toiminnot
- laajennusmahdollisuudet
- ratkaisua tukevien valmistajien määrä
- käytön helppous

Investoinnin osalta:

- hankintahinta
- kustannukset koko käyttöajalta (elinkaarikustannus).



KUVA 1. Järjestelmät /2, s.17/

3 VÄYLIEN FYYSISET RAKENTEET ELI TOPOLOGIAT

Väylätopologialla tarkoitetaan väylän fyysistä rakennetta. Levityskanavatyyppisissä verkoissa jokainen asema voi lähettää tietoa mille tahansa toiselle asemalle verkon alueella. Vastaanotettaessa sanomaa mikä tahansa verkon asemista voi kuunnella sanoman, mutta ainoastaan se kenelle sanoma on tarkoitettu voi lukea sanoman verkosta.

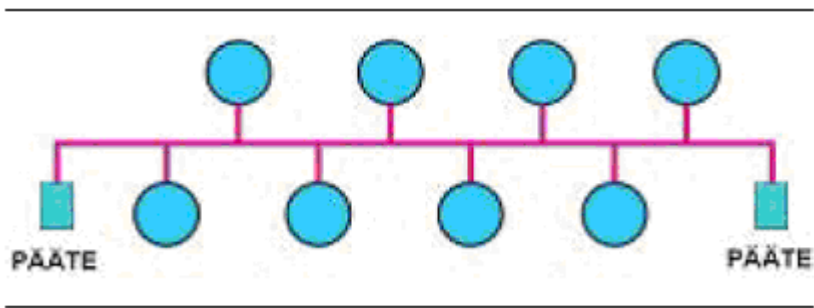
Verkon muoto määräytyy verkkoon liitettävien asemien ominaisuuksista sekä verkossa kulkevasta tiedosta. Teoriassa paras verkko olisi ns. täysin kytketty verkko, jossa jokaisen asemaparin välillä olisi oma kaapeli. Käytännössä tämä on kuitenkin mahdotonta, koska kaapelointikustannukset olisivat kohtuuttomat. Tärkeimmät verkkotopologiat ovat väylä-, rengas- ja tähtitopologia.

3.1 Väylätopologia

Väylätopologiassa (kuva 2) kaikki asemat on liitetty samaan kaapeliin, jonka päitä ei ole liitetty yhteen. Kaapelina käytetään usein kierrettyä parikaapelia tai koaksiaalikaapelia, mutta myös optinen kuitu tulee kysymykseen./7./

Protokollasta riippuen on väylän impedanssi sovitettava väyläpääteellä. Tällainen protokolla on esim. Lon Works, kun taas esim. KNX-järjestelmässä ei terminointia tarvita, koska tiedonsiirtoprotokolla on symmetrinen./7./

Väylän etuja ovat yksinkertaisuus, luotettavuus, uusien asemien liittämisen helppous sekä sen laajahko levinneisyys. Käyttösovelluksia löytyy paljon eri toimialoilta./7./

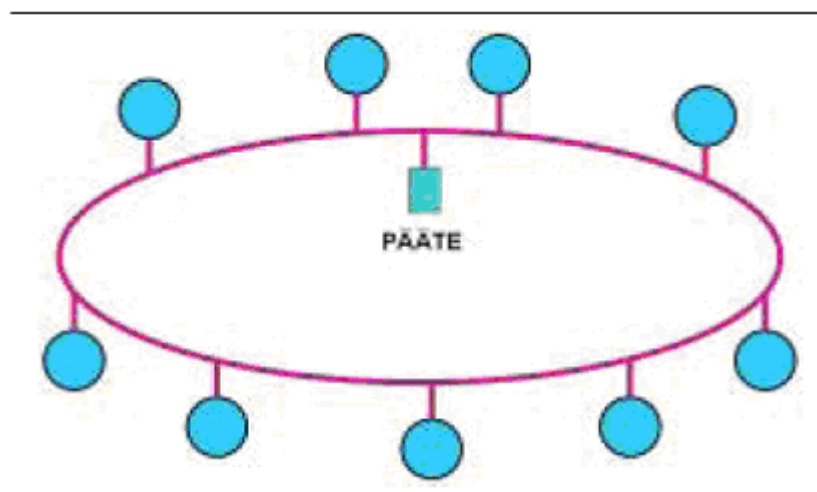


KUVA 2. Väylätopologia /7/

3.2 Rengastopologia

Rengastopologiassa (kuva 3) verkon runkokaapeli muodostaa renkaan. Renkaan ero väylään on se, että väylässä kaikki asemat kuulevat sanoman lähes yhtä aikaa, kun taas renkaassa sanoma kulkee asemalta toiselle ja vain yksi kerrallaan kuulee sanoman. Kaapelointiin käy samat kaapelityypit kuin väylätopologiassa./7./

Renkaan heikkoutena on se, että yhden aseman vioittuminen voi pysäyttää verkon toiminnan kokonaan. Rengasverkkojen suurin etu on IBM:n johtama vahva kaupallinen tukiryhmä./7./

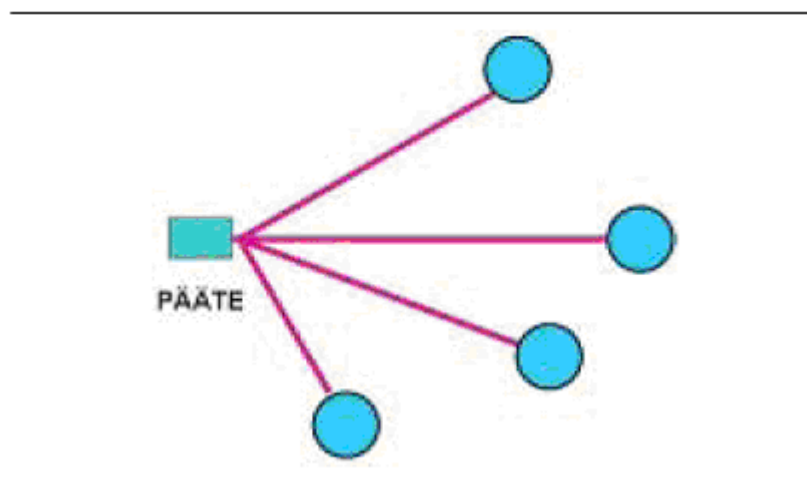


KUVA 3. Rengastopologia /7/

3.3 Tähtitopologia

Tähtitopologiassa (kuva 4) kaikki asemat kytketään tähden keskustaans. ns. kytkentäkeskukseen. Tällöin kaikki yhteydet kulkevat keskuksen kautta. Kaapelointiin käyvät samat kaapelityypit kuin edellisiin, mutta optisia verkkoja suunniteltaessa tähti on havaittu yhdeksi parhaaksi rakenteeksi.

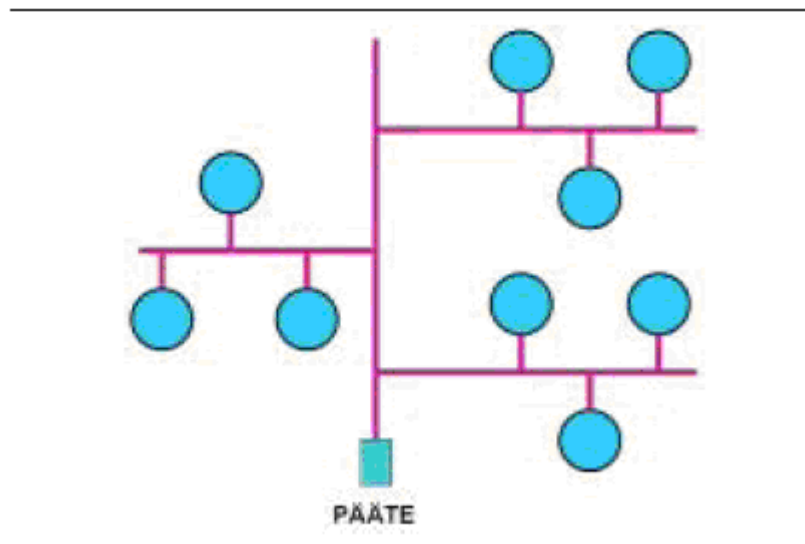
Tähtiverkon suurin heikkous on kytkentäkeskuksen korostunut asema, koska keskuksen rikkoutuminen tekee koko verkosta toimintakyvyttömän./7/.



KUVA 4. Tähtitopologia /7/

3.4 Puutopologia

Puumaisessa topologiassa (kuva 5) on mahdollista säästää kaapelointikustannuksissa verkkoa rakennettaessa. Tällöin on kuitenkin tärkeää laskea kaapelin kokonaispituus. Käytettävissä oleva kaapelipituus on noin puolet siitä mikä on käytettävissä väylämuotoisessa verkossa. Etuna voidaan kuitenkin pitää muuntojoustavuutta. Verkko on myös sovitettava päätteellä yhdestä kohdasta, riippuen tietenkin protokollasta. /7./



KUVA 5. Puutopologia /7/

4 KNX-VÄYLÄOHJAUSJÄRJESTELMÄ

4.1 Yleistä

KNX luokitellaan ainoaksi avoimeksi väyläksi maailmassa. Aikaisempia väylästandardeja ovat EIB,EHS sekä batibus. KNX täyttää eurooppalaisen standardin (EN 50090) sekä kansainvälisen (ISO/IEC14543) standardin vaatimukset.

Kyseinen väylä ohjelmoidaan PC:llä käyttäen ETS ohjelmaa. Järjestelmässä ohjainlaitteet kommunikoivat keskenään itsenäisesti ilman keskuskojetta. Jokaisessa ohjainlaitteessa on oma mikroprosessori. Verrattuna perinteiseen sähköasennukseen KNX:ssä tieto lähetetään väylän jokaiselle laitteelle, jotka kytkevät sähkösyötön. Sähkösyöttö kulkee erillään omassa verkossa.

Eurooppalaisista sähkötarvikevalmistajista 80 % on sitoutunut KNX-väylä tekniikkaan. Monilla valmistajilla on myös oma nimi väylälle, esimerkiksi ABB i bus, Hager Tebis.

Hajautetun väylän ollessa kyseessä vikatilanteessa se vain lakkaa toimimasta eikä vaikuta muihin laitteisiin, koska jokainen laite on ohjelmoitu erikseen.

KNX on valmistajariippumaton avoin protokolla noudattaen CSMA/CD periaatetta.

/4/

Yhteensopivia tuotteita /8/ toimittaa mm:

- ABB
- Gycom
- DJS automation
- Merilux
- Schneider Electric
- Somfy
- UTU Powel
- Wago.

4.2 Edut

Järjestelmä tarjoaa paljon etuja ns. perinteiseen järjestelmään verrattuna, joista tärkeimpinä voidaan pitää lisääntynyttä turvallisuutta, energiansäästöä sekä helppoa muunneltavuutta ja laajentamista tulevien tarpeiden mukaan.

Turvallisuutta lisää kiinteistön erilaisten sähköjärjestelmien sekä lvi-laitteiden helppo ohjattavuus. Kaikki mahdolliset hälytykset (murto, vuoto jne.) on helppo siirtää mihin tahansa järjestelmään. Valaistus voi toimia oppimallaan rytmillä ollessasi poissa, jolloin talo näyttää asutulta. Liiketunnistimet voidaan myös ohjelmoida toimimaan normaalisti valaistuksen ohjaimena, ja poissa ollessa ne ovat aktivoitavissa valvontatilaan.

Valaistusta, ilmanvaihtoa sekä lämmitystä voidaan ohjata läsnä- tai poissaolotiedon mukaan automaattisesti. Kaikille laitteille on ohjelmoitavissa aikaohjelmat, viiveet ja hidastukset. Termostaateille on mahdollista tehdä yksilöllisiä lämpötilanpudotuksia ja esim. kerroskohtaiset lämpötilan säädöt on helppo toteuttaa. Yleisesti lämmityksen ja jäähdytyksen tarve pienenee optimoimalla toimintaa tarpeen mukaan, mikä vähentää

energian kulutusta. Kulutuksen seurantaan helpottaa mittaus- ja kulutustietojen lukeminen jopa ryhmittäin./4./

Tarvittavat muutokset järjestelmään voidaan tehdä ohjelmamuutoksina tietokoneella ilman uusia kaapelointeja ja toiminnan keskeytyksiä. /8/ Järjestelmän asennus ja käyttö ovat myös lisenssivapaita./3, s.10/.

4.3 Heikkoudet

Heikkoudeksi voidaan lukea tiedonsiirtonopeuden rajoitukset. Huomattavaa on myös se, että tiukasta standardisoinnista huolimatta laitteista löytyy valmistajakohtaisia eroja, jolloin laitteet eivät aina ole keskenään täysin yhteensopivia. Heikkous on myös se, että KNX on merkittävä tekijä vasta Euroopassa. /3, s.11./

4.4 Tekninen toteutus

KNX on keskusyksikötön väyläjärjestelmä, jonka jokaisessa liittyyssä on oma mikroprosessorinsa. Pienimmän mahdollisen järjestelmän voi siis muodostaa jo kaksi väyläkaapelilla toisiinsa yhdistettyä liittijää sekä virtalähde.

Anturit, kuten esimerkiksi painonapit, termostaatit, liiketunnistimet ja kellokytkimet lähettävät tietyn toimintaosoitteen sisältäviä sanomia väylään. Toimilaitteet, kuten esimerkiksi releet ja himmenninohjaimet vastaanottavat lähetettävän sanoman ja suorittavat sanoman käskemän toiminnan. Sanoma välittyy vain sellaisille laitteille, joille lähetettävä viesti on tarkoitettu. Anturi voi ohjata näin ollen missä tahansa väylän osassa olevaa toimilaitetta, sillä tieto kulkee koko väylää läpi ja vain ne laitteet, jotka tarvitsevat sanomaa, käyttävät sitä.

KNX laitteet on jaettu kolmeen tyyppiin sen mukaan, mihin niitä käytetään:

- Peruskomponentit, kuten virtalähde(PSU), kuristin ja signaalifiltteri

- Järjestelmäkomponentit, joiden tehtävänä on hoitaa perusoperaatiot. Näitä ovat mm. väyläliityntä yksikkö (BCU; Bus Coupling Unit), linjayhdistimet (LC) sekä reitittimet
- KNX-laitteet, jotka ovat erikoissovelluksia, kuten tuntoelimet, toimielimet, näyttöpaneelit. Nämä laitetypit on kytketty KNX väyläliityntäyksiköillä (BCU) tai samanlaisilla sovittimilla. /5./

Komponentit liittyvät toisiinsa tavallisimmin kierretyillä parikaapelilla, kuten KLMA 4x0,8+0,8. Kaapelissa siirtyy samanaikaisesti ohjauksen sisältävä tieto sekä komponentin tarvitsema käyttöjännite.

Toimilaitteet sijoitetaan yleensä ryhmä- tai pääkeskukseen. Hajautettu äly mahdollistaa myös toimilaitteiden sijoittamisen alas laskettuihin kattoihin, mikä on joskus asenusteknisistä syistä johtuen ihan järkeväkin. Toimilaitteet sopivat DIN-kiskoon. Toimilaitteiden lähdöt johdotetaan valmiiksi riviliittimille, joihin on sitten varsinaiset kuormat helppo kytkeä.

Lattialämmityksen osalta järkevintä on sijoittaa toimilaitteet jakotukkikaappiin, sillä se säästää paljon johdotuksissa. Tällöin jakotukkikaappiin ei tarvitse vetää kuin syöttökaapeli sekä väyläkaapeli.

4.4.1 Siirtotiet

KNX:n pääasiallinen siirtotieratkaisu on Twisted Pair (TP) eli kierretty parikaapeli, mutta markkinoiden kehittyessä on ilmestynyt myös muita vaihtoehtoja. Tiedonsiirron sähköverkossa mahdollistaa KNX Powerline (PL).

Tiedonsiirtonopeus on ilmoitettu usein muodossa 9600 baudia. Modulointikerroin on 1, joten se voidaan kuitenkin suoraan muuttaa arvoon 9,6kb/s. Tiedonsiirto ei ole häiriöherkkä, koska se on symmetristä. Kaapelit voidaan näin ollen asentaa vahvavirtakaapeleiden joukkoon vapaasti.

Powerline-KNX voi käyttää markkinoilta jo löytyvää ETS-ohjelmaa, eikä silloin tarvita erillisiä väyläkaapeleita. Laitteet tarvitsevat vain vaihe- ja nollajohtimen kytkennän. Pienin asennusyksikkö on linja, johon voi kytkeä enintään 255 laitetta. Tällöin laitteiden välinen maksimietäisyys on 600 metriä.

Powerline-KNX järjestelmää käytetään yleisesti vain Saksan markkinoilla. Suomessa käytettävät ratkaisut ovat IP, RF, TP.

Saatavilla on myös KNX Radio Frequency eli radioon perustuva tiedonsiirtoväline. Tällöin KNX-järjestelmän laitteita ei tarvitse laittaa mihinkään järjestykseen. Laitteet voidaan asentaa mihin tahansa paikkaan ottaen huomioon radiosignaalin kantama. KNX Advanced Network specifioi KNX integraation mihin tahansa internet-, ethernet- ja Wlan yhteyksiin. /3, s.2./

4.4.2 KNX väyläkaapelointi

Väyläkaapelina käytetään 2-napaista heikkovirtakaapelia. Kaapelia pitkin kojeet saavat käyttöjännitteen, joka on 28 VDC. Samaa kaapelia pitkin kulkevat myös kytkentä-, valvonta- ja muut vastaavat ohjauskäskyt.

Kaapeli voidaan asentaa vapaasti samaan kaapelihyllyyn energiasyöttö yms. sellaisten kaapelien kanssa. Tämä on mahdollista siitä syystä, että sanoman lähetys on symmetrinen, eli mahdollinen häiriö ei muuta viestin sisältöä.

Väyläkaapelina voidaan käyttää kierrettyjä parikaapeleita, kuten:

- NOMAK 2x2x0,5
- JAMAK 2x(2x1)x0,5
- KLM 4x0,8
- KLMA 4x0,8+0,8.

Standardisoituja kaapeleita, joita suositellaan käytettäväksi KNX-järjestelmässä kuivissa, kosteissa ja hyvin kosteissa huoneissa, on YCYM 2x2x0,8 sekä kuivissa ja kosteissa huoneissa J-Y(St)Y 2x2x0,8. /6, s.182./

Suomessa yleisemmin käytetty kaapelityyppi on KLMA 4x0,8+0,8. Ohjaukseen riittää yksi pari, mutta toista paria voidaan käyttää muihin järjestelmiin tai mahdollisiin tulevaisuuden tarpeisiin. Pääperiaate on, että väyläkaapelina käytetään suojattua kaapelia ja kaapelin läpimitta on 0,8mm.

Sähköasennuksissa käytettäviä kaapeleita ei saa käyttää väyläkaapeleina. Mikäli väyläkaapelin vapaata johdinparia käytetään lisäkäyttötarkoituksiin, seuraavat asiat on huomioitava:

- Käytetään vain pienjännitettä SELV/PELV.
- Maksimissaan 2,5A tasavirta ja tarvitaan ylivirtasuojaus(Ylikuormitus ja oikosulku).
- Toisen johdinparin käyttö tulee olla oma linja.
- Puheensiirto on sallittu, ei kuitenkaan yleisen tietoverkon telekaapelissa.
- Suositeltavaa on merkitä kaikki toisen johdinparin johtimenpäät.

Lisäparia käytettäessä lisälinjana, keltainen on + ja valkoinen on – /6, s.78/. Väyläkaapelit, sähköasennuskaapelit ja asennuskalusteet voidaan asentaa keskuksiin vierekkäin. Väyläkaapeleiden eristetyt johtimet ja muovipäällysteiset virtajohtimet on asennettava etäisyyden päähän toisistaan.

Väyläkaapelit ja sähkökaapeleiden eristetyt johtimet voidaan asentaa vierekkäin. Väyläkaapeleiden ja sähkökaapeleiden eristettyjen johtimien välinen etäisyys on oltava vähintään 4mm.

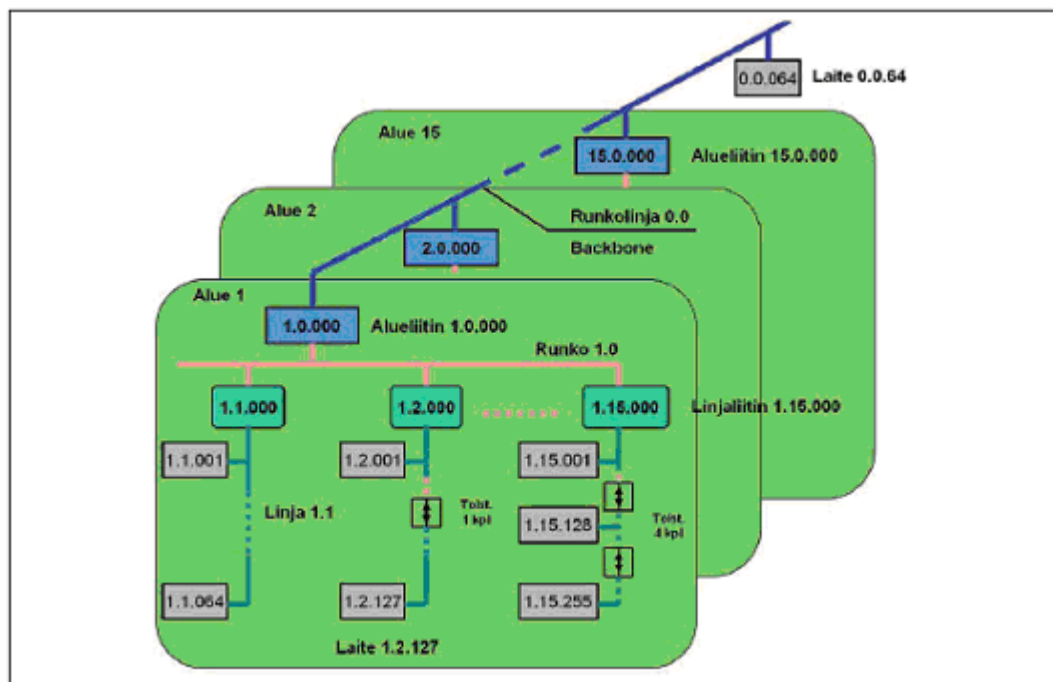
Linjan kaapeleiden maksimipituudeksi on määritelty 1000 metriä sanomasignaalin heikkenemisen vuoksi. Väylälaitteiden ja tehonlähteen välinen etäisyys maksimissaan 350m. Virtalähteiden välinen etäisyys minimissään 200m. Kaapeloinnissa on myös muistettava välttää tekemästä linjaan rengasta, koska tällöin sanoma saattaa jäädä pyörimään silmukkaan. /3, s.3./

4.4.3 Verkon rakenne

Väylätopologiana voidaan käyttää linjaa, puuta tai tähteä, mutta ei rengasta. Myöskään erillistä väyläterminointia ei tarvita tiedonsiirron ollessa symmetrinen, minkä takia väylä ei ole häiriöaltis.

Verkon rakenne (kuva 6) muodostuu siten, että jokainen väylään liitetty laite saa oman yksilöllisen osoitteen. Osoite muodostuu alue- ja linjajaon mukaisesti. Ylimmällä tasolla on enintään 15 aluetta, jotka on yhdistetty toisiinsa päälinjassa alueliittimillä. Seuraavan tason alue jakautuu myös enintään 15 linjaan, jotka yhdistetään linjaliittimillä päälinjaan. Jokaisessa linjassa voi olla 64 liittyjää.

Alue- sekä linjaliitimet toimivat samalla tavoin, eli laite voi olla fyysisesti sama, mutta osoite ratkaisee tehtävän järjestelmässä. Tämä mahdollistaa sen, että linjan sisäiset viestit eivät häiritse muiden alueiden ja linjojen viestejä, ellei ryhmäkäske edellytä eri linjojen välillä olevia toimilaitteita toimimaan. /3, s.4./



KUVA 6. KNX verkko /3/

4.4.4 Maadoitukset

Kaapelin mennessä kiinteistöstä toiseen on läpimenoon käytettävä metalliputkea ja putki on myös maadoitettava. Käytettäessä maakaapelia, on lisäksi käytettävä ylijänniteliitintä, jonka vihreä johdin liitetään maadoitukseen. Väyläkaapelin '+' ja '-' -napoja ei saa koskaan maadoittaa. Rakennusten välillä on mahdollista käyttää myös valokuitua./5./

5 YLEISTÄ SUUNNITTELUSTA

5.1 Suunnittelu

KNX järjestelmän saamiseksi asiakkaan tarpeita vastaavaksi asennukseen vaaditaan yksilöllistä ja yksityiskohtaista suunnittelua. Järjestelmän ja laitteiden tuntemus on perusta parhaan mahdollisen tuloksen aikaansaamiseksi.

Asiantuntijan käyttö prosessia suunnitellessa säästää aikaa ja rahaa sekä nopeuttaa kaikkia muutosprosesseja, kuten projektisuunnittelua, käyttöönottoa, testausta sekä dokumentointia. Väärinkäsitysten mahdollisuus eri sopimusosapuolten välillä pienee hyvin suunnitellun projektin ansiosta.

Asiakkaan tarpeet kartoitetaan ensimmäisenä, ja sen pohjalta määritellään toiminnalliset vaatimukset, jotka tulisi kirjata joko vapaamuotoisesti, tarkistuslistan tai huonekorttien muodossa. Suunnitelman tuloksena laaditaan järjestelmäkonsepti toiminnallisten vaatimusten perusteella.

KNX-toteutuksen suunnittelu suoritetaan kansallisten määräysten mukaan ja sähköverkkojärjestelmään liitettävien telelaitteiden asennus on täytettävä kansalliset tekniset vaatimukset. Valmiustilavirtaa, turvavalaistusta, varavalaistusta jne. suunniteltaessa on asiaankuuluvia määräyksiä sekä normeja noudatettava

5.2 Asiakasvaatimusten määrittely

Vaatimusten määrittely tarpeellisten töiden osalta on hyvin erilaista asuinkiinteistöissä ja toiminnallisissa rakennuksissa. Asuinkiinteistöjen ollessa kyseessä tarvittavat keskustelut käydään suoraan asiakkaan eli pääosin loppukäyttäjän kanssa. Toiminnallisissa rakennuksissa asiat hoidetaan kokonaissuunnittelusta vastaavien suunnittelijoiden ja arkkitehtien kanssa. /6./

Seuraaviin asioihin kannattaisi kiinnittää huomiota toimintoja valitessa/4/:

- ulkopistorasioiden ohjaukset ulkolämpötilan mukaan, painikkeilla tai kello-ohjuksella
- automaattiset valaistukset liike-, tai läsnäolotunnistimien avulla. Mahdollisuus ohjata myös erilaisilla aikaohjelmilla
- kellot joissa näkyy kaikissa sama aika
- pistorasioita voidaan ohjata kuten valojakin
- ilmastoinnin ohjaukset erilaisilla asetuksilla esim. kotona/poissa tai yö/päivä jne.
- kameravalvonta
- murtohälytysjärjestelmän ohjaukset voidaan liittää samaan järjestelmään muiden laitteiden kanssa
- palohälytysjärjestelmän ohjaus
- vuotohälytyksiä ja esim. vesilinjojen sulkemisia kotoa poistuttaessa
- lämmityksien ohjaus huonekohtaisesti
- kauko-ohjaus. Voidaan ohjata kaikkia toimintoja IR-, radiotaajuus-, ja/tai enocean kauko-ohjaimilla. Helppo lisätä myöhemminkin.
- SMS ohjaus. Kaikkia toimintoja voidaan ohjata tekstiviestein. Halutuista toiminnoista saat tekstiviestit kännykkään.
- E-mail ohjaus. Saat sähköpostina tietoa halutuista toiminnoista esim. viikoittaisen kulutuksen tiedot tai huoltopyynnöt suoraan huoltoliikkeelle
- erilaiset tilanneohjaukset esim. kotona, poissa, aamu, yökulku, siivous jne.
- lukitukset

- vikahälytykset esim. vikavirtasuojakytkimien , pumppujen, lv-koneen yms. toiminnasta luettavissa mm. termostaateilta, kosketusnäytöiltä, tietokoneelta tai matkapuhelimesta
- säätiedot
- markiisi, sälekaihdin ja verho-ohjaukset sään mukaan.

5.3 Rakenteen suunnittelu

Asiakasvaatimusten toteamisen jälkeen määritetään, mitä KNX järjestelmällä halutaan ohjata sekä miten ja mistä ohjauksen tulisi tapahtua. Tämän lisäksi täytyy selvittää kannattaako järjestelmää asentaa tietyille alueille vai ei. Asennuksen rakennetta on nyt helppo suunnitella piirustusta apuna käyttäen, koska saatavilla olevat tiedot sekä rakennetilat ovat käytössä.

Erityisesti rakenteen suunnittelussa on kiinnitettävä huomiota seuraaviin asioihin:

- parhaiten soveltuvien siirtoteiden valinta
- mahdollinen kytkentä muihin verkkoihin
- asennuksen jako alueisiin ja linjoihin
- kytkinten ja yhdyskäytävien käyttö
- KNX laitteiden tyyppin, mallin sekä toiminnallisuuden valinta
- turvalaitteiden valinta ja niiden sopivuus järjestelmään
- ympäristön määrittäminen
- kaapeloinnin kaaviokuva.

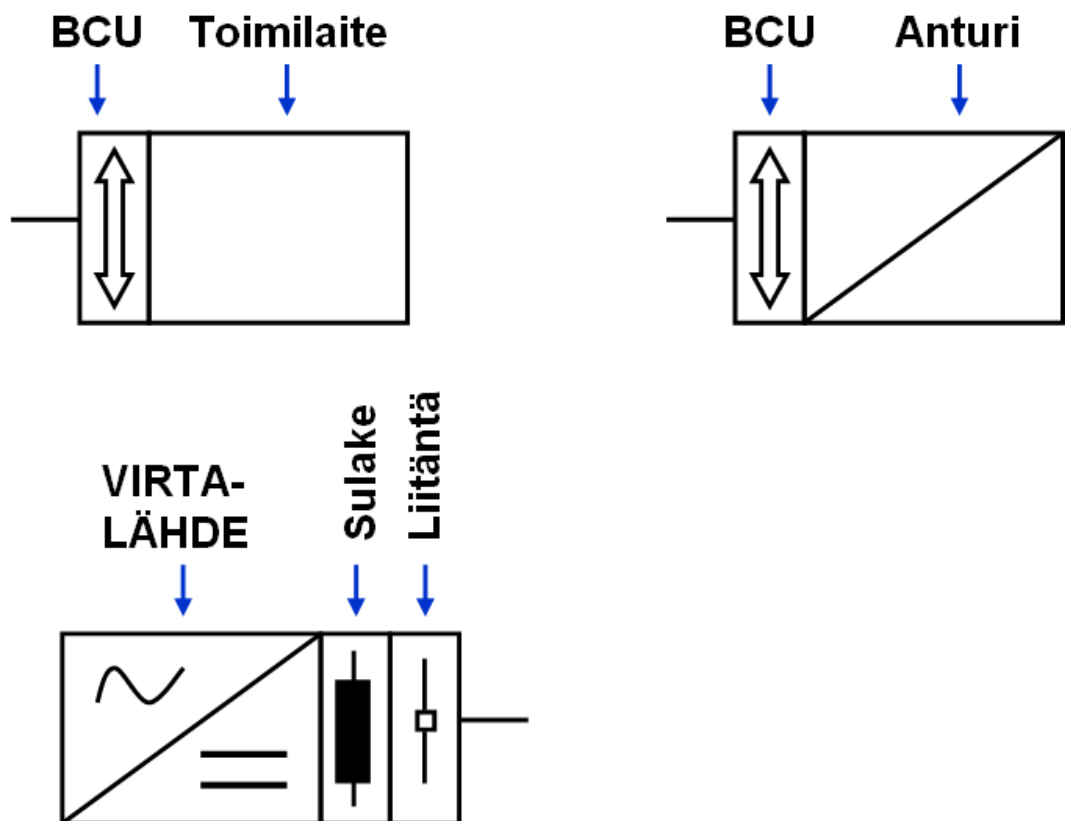
5.4 Kustannusarvio

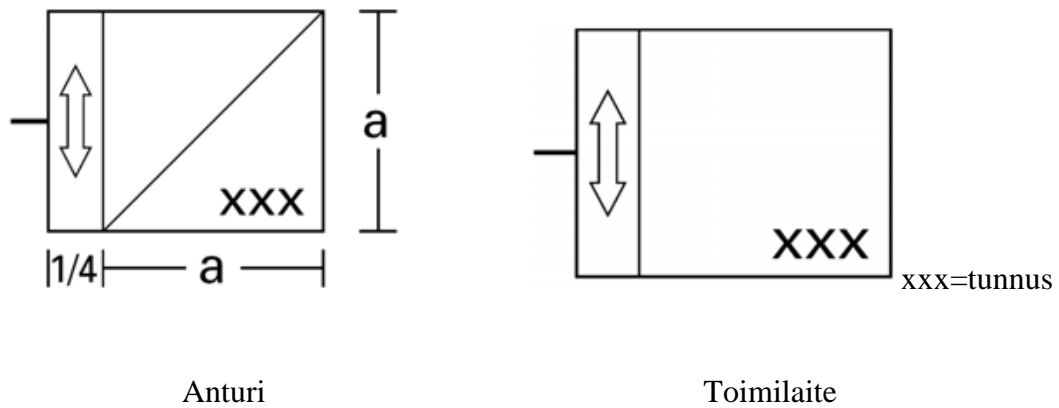
Alustava kustannusarvio voidaan laatia asennuksen rakenteen selvittämisen jälkeen. Suunnittelu-, laite-, asennus- ja käyttöönottokustannusten lisäksi tulee ottaa huomioon mahdolliset laajennukset sekä muutokset. Niiden tekeminen järjestelmään onnistuu yleensä nopeasti ja ilman ongelmia. /6./

5.5 Symbolit standardin (DIN 40900) mukaisin piirrosmerkein

KNX-ympäristössä käytetään erilaisia piirrosmerkkejä (liite 2), jotka eivät sinänsä ole standardisoituja, mutta järjestelmän suosittomia. Yleinen tunnus (kuva 7) koostuu neliöstä. Tunnus muodostaa yksittäisen symbolin. Liityntäelektronikka on lisätty suorakulmioon. Laitteen liityntää edustaa ns. väylänuoli, joka on lisätty osaksi suorakulmiota. Liityntä voi olla joko yhteen tai kahteen suuntaan. Jos se on kahteen suuntaan, nuoli on symbolin molemmilla puolilla.

Tähän kootut symbolit ovat samat kuin DIN 40900-standardissa. BCU on liityntäyksikkö mediaan/8/.





KUVA 7. Piirrosmerkit/8/

6 ASENNUSKOHDE

Asennuskohde (kuva 8), johon KNX-järjestelmä asennetaan, sijaitsee Kouvolassa Mielakan kaupunginosassa. Asennuskohde on kolmikerroksinen omakotitalo, jonka huoneistoala on noin 300 m² ja bruttoneliöt noin 355 m².

Talossa on harkoista muurattu kellarikerros. Ylemmät kerrokset on toteutettu perinteisellä puurungolla, joka on tiiliverhoiltu. Katemateriaalina on tiili. Runkotoimituksesta vastaa Kastelli Oy. Kokonaisuuteen kuuluu myös erillinen autotallirakennus, joka on noin 50 m² kokoinen ja lämpiää lattialämmöllä.

Talon kellarikerros on jouduttu louhimaan kallion sisään, ja siellä sijaitsee talon peseytymistilat mukaan lukien sauna, takkahuone, oleskelutila/TV huone sekä tekninen tila. Talon pääsisäänkäynti sijaitsee myös kellarikerroksessa. Keskimmaisessä kerroksessa on keittiö, olohuone, wc ja yksi makuuhuone vaatehuoneineen. Kerroksen bruttoneliöt ovat noin 130 m². Yläkerrassa on 3 makuuhuonetta, vaatehuone ja kylpyhuone. Bruttoneliöt ovat noin 90 m².



KUVA 8. Asennuskohde

7 ASENNUSKALUSTEET ASUINTILOISSA

Asennus kohteeseen on toteutettu Busch-priON-kalustesarjan sekä Busch Comfort Touch-ohjauspaneelin avulla, jotka yhdessä ovat uusinta teknologiaa taloautomaatiossa.

7.1 Ohjauspaneeli Busch Comfort Touch

Ohjauspaneelilta (kuva 9), jossa on 9”värinäyttö sekä 16:9 kuvakoko, voidaan ohjata kaikkia kodin toimintoja yhdestä paikasta. Nettiyhteys onnistuu LAN sekä WLAN verkon kautta ilman ylimääräistä kaapelointia.



KUVA 9. Busch Comfort Touch paneeli /9/

Paneeli korvaa yksittäiset ajastimet, logiikkamoduulit ja termostaatit, ja se koostuu kolmesta eritasoisesta toimintaikkunasta, joiden tarkoituksena on muodostaa käyttäjälle selkeä ja kokonaisvaltainen kuva talon toiminnoista.

Aloitussivu, jolta pääsee järjestelmään sisään, voidaan rakentaa käyttäen apuna talon pohjapiirustusta kerroskohtaisesti (kuva 10). Sivulle ohjelmoidaan kaikki tärkeimmät toiminnot.



KUVA 10. Aloitus sivu talon pohjapiirustuksella /9/

Käyttämällä alavetovalikkoja päästään helposti toimintosivuille, jotka koskevat yksittäisiä huoneita sekä niihin ohjelmoituja toimintoja. Sivulla näkyy suoraan väylässä olevien laitteiden toimintatila sekä niiden ohjattavuus. Lisäksi kahteen alasivuun voidaan tallentaa yhteensä 36 toimintoa huonetta kohti. Toimintosivut (kuva 11) on myös mahdollista toteuttaa valokuvan avulla, josta näkee selkeästi, mitkä toiminnot huoneessa on käytössä (kuva 12).



KUVA 11. Toimintosivut /9/



KUVA 12. Toimintosivut valokuvalla /9/

Paneelissa on useita helppokäyttötoimintoja, kuten huoneen lämpötilan säätö-ikkuna (kuva 13). Tässä ikkunassa eri huoneiden lämpötilaa voidaan säätää keskitetysti. Tätä säätöä varten tarvitaan lämpötila tieto kustakin huoneesta. Näytöllä näkyy lämpötilan lisäksi se, että on lämmitys tai jäähditys päällä.



KUVA 13. Lämpötilan säätö-ikkuna /9/

Ohjausnäyttöön voidaan myös kirjoittaa tekstejä tai tehdä piirroksia joko kynällä tai sormella. Ääniviestien jättäminen ja kuunteleminen on myös mahdollista sisään rakennetun mikrofonin ansiosta.

Paneelista löytyy myös erilaiset viikko-ohjelmat, tilanneohjaukset, läsnäolosimuloinnit yms. toiminnot.

Näyttöön on myös mahdollista ohjelmoida erilaisia turvallisuustoimintoja, kuten hälytyksiä ja virheilmoituksia. Näiden taso voidaan määrittellä kolmeen erilliseen ryhmään: informaatio, varoitus tai hälytys (kuva 14). Viestistä ilmoitetaan joko äänimerkillä, sähköpostilla tai näyttöön tulevalla viestillä.



KUVA 14. Viestit /9/

7.2 Väyläliityntäyksikkö

Väyläpohjaosia nro 6120/12 (kuva 15) käytetään Busch-priON-sarjan kalusteille sekä Impressivo sarjan termostaateille. Väyläpohjaosia on talossa yhteensä 32 kpl. Väyläpohjaosaa nro 6120/13 käytetään näytön yhteydessä ja se tarvitsee erillisen 30VDC käyttöjännitteen. Näitä on yksi kappale.

Väyläpohjaosa tarvitsee myös aluslevyt, joita on yksi-, kaksi- ja kolmiosaisia. Pohjaosia tarvitaan kuitenkin vain yksi, vaikka käytettäisiin 3-osaista aluslevyä.



KUVA 15. Väyläpohjaosa ja aluslevy /9/

7.3 Painikkeet ja päätykappaleet

Painikkeita taloon tulee yhteensä 32 kpl, joista yksiosaisia on 9 kpl ja kolmeosaisia 23 kpl. Painikkeella voi lähettää erilaisia sähkeitä väylätoimilaitteelle. Painike asennetaan väyläliityntäyksikköön, ja asennuksessa käytetään aluslevyjä sekä ala- ja yläpäätykappaleita.

Ylä- ja alapäätykappaleita on tavallisia sekä sellaisia, jotka sisältävät IR-vastaanottimen sekä lähestymiskytkimen. IR-yläpäätykappaleita nro 6350-825 tulee yhteensä 4 kpl.

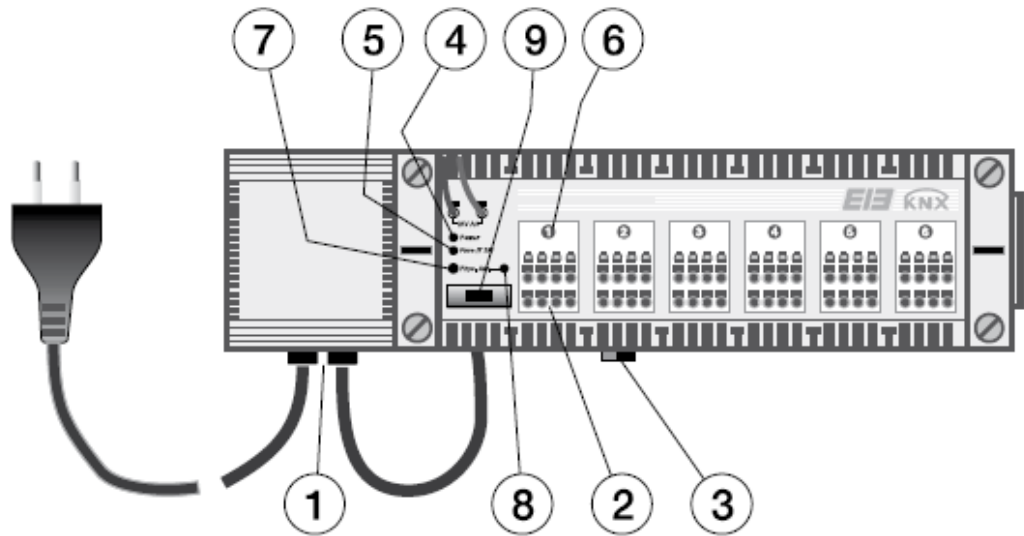
Alapäätykappaleet nro 6352-860 sisältävät termostaatin, ja niitä asennetaan yhteensä 17 kpl. Termostaattien tietoa voidaan käyttää esim. Comfort-Touch paneelilla. /9/



KUVA 16. Painikkeet ja päätykappaleet /9/

7.4 Lämmönsäätölaitteet

Lattialämmityksen jakotukkikaapeissa käytetään venttiilien ohjauksen toimilaitetta (kuva 17). Laite tarvitsee sähkösyötön ja väyläkaapelin. Jakotukkikaapeissa käytetään lisäksi kosteusanturia, joten sinne tarvitaan lisäjännitesyöttö.



VAA/A 6.24.1

KUVA 17. Venttiilien ohjauksen toimilaite/16/

Merkinnät ja numerointi (kuva17):

1. 230V sähköliitäntä
2. Venttiilin toimilaite 24V liitäntä
3. KNX väyläliitäntä
4. Virranilmaisin
5. Sulake(T2A)
6. Kanava(1-6)
7. KNX ohjelmointipainike
8. KNX ohjelmointi LED
9. Sulake(T2A).

Elementin VAA/A (kuva 17) näytössä on yhdeksän indikaattoria (kuva 18) ilmaise-
massa eri toimintoja.



KUVA 18. Indikaattorivalot/16/

Powerin valo palaa, kun sähkö on kytketty

Fuse led palaa, kun sulake on palanut

Physical address valo palaa, kun laite on ohjelmointitilassa

Kanavien 1-6 valo palaa, kun toimilaitetta ohjataan /16/.

8 JÄRJESTELMÄN TOTEUTUS

8.1 Valaistus

Valaistus on kerroksien auloissa, olohuoneessa ja keittiössä pääosin toteutettu Hellan
Concept i Line-valaisimilla (kuva 19), ja ne on erityisesti suunniteltu kotitalouksien ja
liiketilojen yleis- ja kohdevalaistukseen.

Concept i Line on vasta markkinoille tullut sarja, ja niissä on paljon hyviä ominaisuuksia, kuten mm:

- Valaisimien keskimääräinen käyttöikä on jopa 60 000 tuntia
- Valaisimessa on tunnelma- ja päävalo yhdessä
- Led-tekniikka
- Pieni virran kulutus
- Upotussyvyys 60mm
- Säädettävyys/ohjaus.

Valaisimien muuntajien ohjaus tapahtuu säätimillä, jotka on liitetty väylään. Sähkösyöttö kytketään säätimien kautta muuntajille. Väylän ohjatessa säätimiä himmennys voidaan ohjelmoida mihin tahansa kytkimeen. Päävaloa voidaan himmentää normaalisti ja säädön ollessa minimissä syttyy tunnelmavalo päälle (kuva 19). /15./

Taloon on haluttu valonväriksi lähinnä päivänvaloa oleva valo, mutta led-valaisimista niitä ei vielä tahdo löytyä. Tässä sarjassa valon väri on 4000K, joten päästään aika lähelle päivänvaloa. Teho on 15W, joten yhteen virtalähteeseen voidaan kytkeä 2 valaisinta. Yksi väyläsäädin voi ohjata useampaa virtalähdettä.

Yläkerran vaatehuoneessa ja WC:ssä valaistus on toteutettu osin ihan perinteisesti liiketunnistimilla ilman väylää.

Kokonaisuudessaan talon valaistus on toteutettu himmennettävillä led-valaisimilla, koska ne ovat energiataloudellisesti järkevä vaihtoehto.

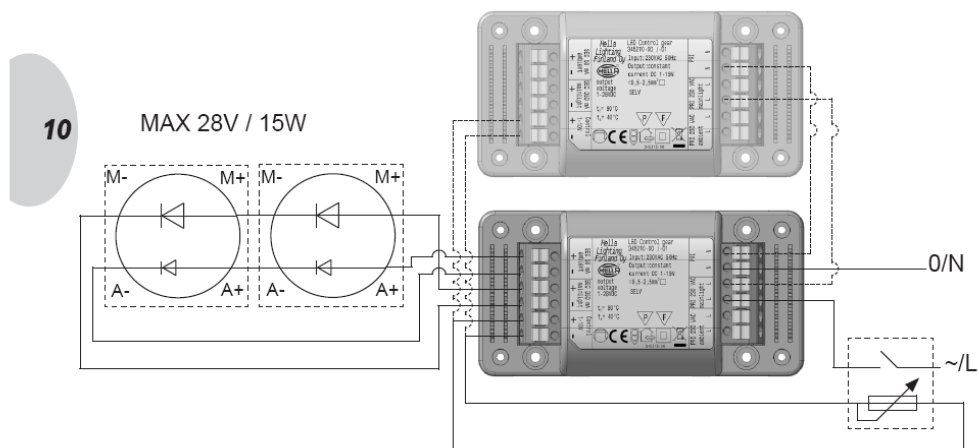


KUVA 19. Päävalo ja tunnelmavalo kytkettynä /15/

C 1-10 V dimming connected
 1-10 V abblendung eingeschaltet
 1-10 V bländare inkopplad
 1-10 V himmennin kytkettynä

0-2 V : ambient light, ambientlicht, bakgrundslys, tunnelmavalo

2-10 V : main light, hauptlicht, huvudljus, päävalo



KUVA 20. Himmenninkytkentä /15/

8.2 Lämmitys

Asennuskohteessa käytetään lämmitykseen edullista maalämpöä. Maalämpö kerätään talteen kahdesta erillisestä porakaivosta, jotka ovat kumpikin 140 metriä syviä. Maalämpöpumppu on Lämpöässä valmistama malli V20 (kuva 21), johon on liitetty Ouman EH- 203 GT-lämmönsäädin (kuva 22).

Kaikissa huonetiloissa on vesikiertoinen lattialämmitys, jota ohjataan piirikohtaisilla termostaateilla sekä KNX-järjestelmän avulla. Järjestelmässä on kaksi erillistä kierto-vesipumppua malliltaan Grundfos Alpha 2 (kuva 24), joista toinen on varsinaisiin asuintiloihin ja toinen pumpuista on pelkästään kellarikerroksen lattialämmitys piireille.

8.2.1 Maalämpöjärjestelmä

Maalämpöjärjestelmä koostuu lämmönkeruuputkistosta ja sen sisällä kiertävästä vesietanoli-liuoksesta sekä maalämpöpumppuyksiköstä.

Maalämpöpumppuyksikkö koostuu sisään rakennetusta lämmin-/käyttövesivaraajasta, kompressorista, höyrystimestä, lauhttimesta ja pumpun sisällä kiertävästä kylmäaineesta. Maapiirin lämmönkeruuliuos ja kylmäaine eivät sekoitu keskenään prosessin missään vaiheessa./14./

Laitteen toiminta perustuu lämmön siirtoon porakaivosta. Lämmitykseen tarvittavasta lämpöenergiasta pumppu kerää luonnosta 70 %./14./

Lämpö siirretään liuoksesta toiseen höyrystimessä, missä kompressorin alhaisen imupaineen ansiosta kylmäaine höyrystyy ja sitoo itseensä lämpöä maalämpönesteestä levylämmönvaihtimen välityksellä. Kaasumaisessa muodossa oleva kylmäaineen painetta nostetaan kompressorilla, jolloin kylmäaineen lämpötila nousee. Tämä kaasun sisältämä lämpö siirretään lauhttimessa edelleen lämmitykseen ja lämpimän käyttöveden tuottamiseen./14./

Lämmönjako voidaan toteuttaa vesikiertoisella lattialämmityksellä, vesipattereilla tai ilmalämmityksellä. Paras hyötysuhde saadaan kuitenkin lattialämmityksellä. /14/

8.2.2 Maalämpöpumppu Lämpöässä V20

Lämpöässä V-mallisto on suunniteltu vastaamaan omakotiasujan kaikkia lämmitystarpeita. Järjestelmään kuuluvat osat on integroitu laitteen sisään.

V20 malli on ns. täysteho malli, jonka ansiosta pumppu pystyy lämmittämään talon ja tuottamaan lämpimän käyttöveden ilman erillistä sähkölämmitystä. Järjestelmässä on kuitenkin sähkövastukset häiriötilanteiden varalle./13./

Mitoiltaan pumppu on 190x120x80cm ja painaa n.600kg. Vaadittava sulakekoko 3x25A/400V. Pumpulla pystytään lämmittämään 400-600 m² kokoisia huoneistoja ja siinä on kiinteä 750 litran varaaja. /13./



KUVA 21. Maalämpöpumppu Lämpöässä V20

8.2.3 Lämmönsäädin Ouman EH-203 GT

Ouman EH-203 (kuva 22) edustaa kehittynyttä ja monipuolista tekniikkaa kiinteistöjen lämmön- ja käyttövedensäädössä. Ouman soveltuu kaikenlaisiin vesikiertoisiiin lämmitysjärjestelmiin ja lämmötuottotapoihin. Informatiivisen ja opastavan näytön sekä selkeän valikkorakenteen ansiosta EH-203-säätimen käytettävyys on vertaansa vailla./12./

EH-203-säädintä voidaan etäohjata ja valvoa, web-selaimella, EH- net palvelimen välityksellä sekä matkapuhelimen avulla. Säätimet voidaan myös liittää sovitinkorttien avulla Lon- ja Modbus protokollaa käyttäviin valvomoratkaisuihin./12./



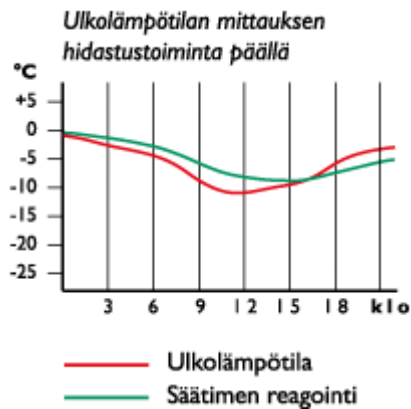
KUVA 22. Ouman EH-203 GT lämmönsäädin /12/

EH-203 helpottaa käyttäjää näyttämällä juuri sellaisen säätökäyrän, joka on asetusten mukainen, kun käyttäjä asettelee menoveden lämpötilan asetusarvoja eri ulkolämpötiloille. Säädin tekee tarvittaessa automaattisen korjausehdotuksen, mikäli käyttäjä asettelee säätökäyrän muodoksi sellaisen käyrän, joka poikkeaa tavanomaisesta. Näin vältetään tyypillisiltä virhekäytöiltä, mitkä ovat usein syynä lämmitysjärjestelmien huonoon toimivuuteen.

EH-203:lla voidaan ohjata kahta erillistä lämmityksen säätöpiiriä toisistaan riippumattomasti sekä yhtä käyttövesi piiriä. Tämä merkitsee entistä parempaa energiatehokkuutta ja rakenneturvallisuutta.

Säädin myös huomioi kiinteistökohtaiset erot, koska kiviseinärakenteet sitovat ja luovuttavat lämpöä eri lailla kuin kevyet puuseinärakenteet.

Ouman EH-203:ssa voidaan erikseen asetella ulkolämpötilan mittauksen hidastustoiminta (kuva 23). Nopeissa ulkolämpötilan muutoksissa säädin ei lähde samaan tahtiin muuttamaan menoveden lämpötilaa, vaan säätää pidemmältä ajalta mitattamansa ulkolämpötilan keskiarvon mukaan. /12./



KUVA 23. Hidastustoiminta /12/

8.2.4 Kiertovesipumppu Grundfos Alpha 2

Alpha 2 (kuva 24) on Grundfos-kiertovesipumppujen uudistettu versio aikansa edelläkävijästä Alpha Pro-pumpusta. Pumppu on A-energiamerkitty, jonka ominaisuudet, kuten led-näyttö AUTOADAPT-toiminto, tekevät energiansäästöä todella helppoa.

Tämä pumppu on luokkansa energiatehokkain sekä äänitasoltaan erittäin hiljainen. Alpha 2 toimii minimissään 5W teholla käyttäen vuodessa vain n.120 Kwh energiaa. /11./



KUVA 24. Grundfos Alpha 2 /11/

8.3 Ilmastointi

Koneilla voidaan kesäaikaana myös viilentää asuintiloja tarpeen mukaan hyödyntämällä porakaivojen kylmää vettä. Viileä ilma tuotetaan ilmanvaihtokoneilla, jonka kennojen läpi kylmä neste kulkee. Näin toteutettu viilennys on kaikkein edullisin vaihtoehto tämän kokoluokan rakennukseen (vrt. esim. ilmalämpöpumppu).

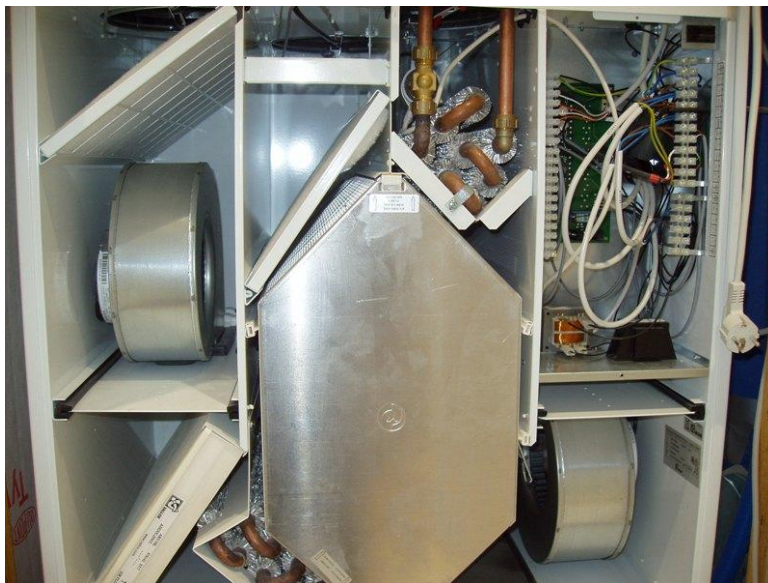
Rakennuksen viilennys kesäaikaan lisää asumismukavuutta ja on tarpeen jo talon sijainninkin puolesta. Rakennus sijaitsee etelärinteessä, johon aurinko pääsee paistamaan esteettä koko päivän. Riittävän ilmanvaihdon varmistamiseksi kohteessa käytetään kahta erillistä ilmanvaihto konetta. Koneet ovat Valloxin valmistamia MLV-malleja (kuva 25), ja niitä suositellaan käytettäväksi maalämmön kanssa ja niiden lii-

tettävyys KNX-järjestelmään on tehty helpoksi. Toinen ilmanvaihtokoneista hoitaa kellarikerroksen ilmanvaihdon, ja se on varustettu kosteus- ja hiilidioksidiantureilla./10./

Valloxin kaikissa matalaenergia ilmanvaihtokoneissa on integroidut tasavirtauspuhaltimek, jotka ovat erittäin energiataloudellisia. MLV-mallit on suunniteltu ilmanvaihtokoneiksi erityisesti maalämpöä hyödyntäviin lämmitysratkaisuihin. Näihin malleihin on valmiiksi asennettu ns. MLV-patteri, jota käytetään talviaikoina ulkoilman esilämmitukseen ja kesällä huonetilojen viilennykseen./10./

MLV-patterin avulla voidaan maalämpöputkistossa kiertävään nesteeseen sitoutunutta maanlämpöä hyödyntää talviaikaan ilmanvaihdossa. Talvella sillä saadaan säästöä energiakuluissa ja kesäaikana se vastaavasti viilentää sisäilmaa.

Ilmanvaihtokoneet voidaan kytkeä suoraan lattialämmitykseen, minkä takia näiden koneiden jäätyminenestoratkaisut ovat erittäin kehittyneitä. /10/



KUVA 25. Vallox MLV

8.4 Turvallisuus

Knx-järjestelmä antaa rajoittamattomat mahdollisuudet tehdä erilaisia ratkaisuja turvallisuutta parantamaan. Yhdellä painalluksella voidaan kytkeä esim. kodinhoitohuoneen ja keittiön työtason pistorasioista sähköt pois tai sammuttaa kaikki valot. Ilmanvaihto voidaan myös kytkeä toimimaan puolella teholla. Päävesiputken venttiili sulkeutuu haluttaessa aina, kun talo on tyhjillään.

Murtohälytys voidaan ohjelmoida toimintaan. Ulko-ovet on kytketty magneettikoskettimein ja lukkopesän takalukkovalvonnan avulla KNX järjestelmään, jolloin comfort-näyttötaulusta voidaan tarkastaa ovien lukitus. Liiketunnistimet voivat toimia normaalisti valaistuksen ohjaimena ja ovat aktivoituneina murtohälytyksen valvontaan esim.yöllä. Hälytyksen tapahtuessa kaikki talon valaistus kytkeytyy päälle tai vilkkuu. Hälytyksen siirto on mahdollista kytkeä edelleen mihin tahansa järjestelmään./8./

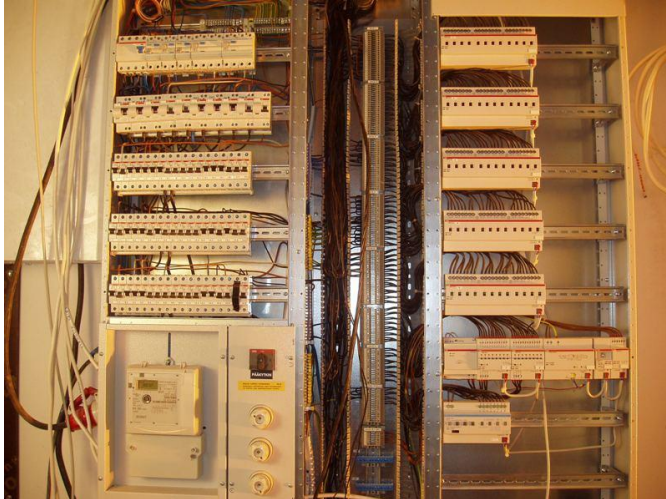
8.5 Etäkäyttö

Järjestelmää on mahdollista valvoa/käyttää etäkäyttönä joko tietokoneen tai matkapuhelimen välityksellä. Valvonnan piiriin kuuluvat murto-, vuoto ja paloalvonta. Säättäjä on mahdollista suorittaa lähes kaikissa mahdollisissa järjestelmään kytketyissä piireissä./8./

9 ASENNUSKALUSTEET-KESKUS

Keskus (kuva 26) on Auboxin valmistama ja on mitoiltaan 120cm x 140cm. Keskus sijaitsee alakerran teknisessä tilassa.

Keskuksessa KNX komponentit on sijoitettu oikeaan reunaan ottaen huomioon laajenusvarat. Varsinainen sähkökeskus on vasemmassa reunassa. Keskuksen keskelle on jätetty nousukuilu johon on sijoitettu riviliittimet, joihin KNX komponenttien johdotukset on kytketty asennusta helpottamaan.



KUVA 26. Asennusvaiheessa oleva keskus

9.1 Virtalähteet

Kohteessa on käytetty virtalähdettä SV/S 30.640.5, mikä on 640mA virtalähde sisäisellä kuristimella. Virtalähteessä on kaksi ulosottoa ja väyläjännite 30VDC. Väyläliittämistä tapahtuu väyläkaapeli liittimien kautta.

Virtalähteellä CP-D24/2.5 syötetään väyläpohjaosan tarvitsema 24V jännite. KNX järjestelmässä on 24 VDC teholähde, joka syöttää käyttöjännitteen verkon linjaan asennetuille toimilaitteille.

Yhteen linjaan on mahdollista kytkeä 64 laitetta. Linjojen maksimimäärä on 15 aluetta kohden. Alueita voi järjestelmässä olla myös 15, joten kaiken kaikkiaan toimilaitteita voi olla 14 400 kappaletta./9./



KUVA 27. Virtalähteiden kytkentä /9/

9.2 Kytkeyksiköt

Järjestelmään on mahdollista asentaa 2-,4-,8- ja 12-kanavaisia kytkeyksiköitä (kuva 28). Yhdellä sovellusohjelmalla voidaan valita kanavakohtaisesti seuraavat toiminnot:

- virranmittaus (ainoastaan 16A kytkeyksikkö)
- virran ylä- ja alaraja-arvoihin perustuva ohjaus
- aikaohjaukset, sytytys/sammutus viiveet
- porraskäyttötoiminto
- tilanneohjaukset
- loogiset funktiot (AND, OR, XOR ja GATE)
- todellinen tilatieto
- elektroninen lämmitys/jäähdytys ohjaus.

Lisätoimintoina on mahdollista tehdä pakko-ohjaus jokaiselle kanavalle erikseen, siten että mikään käsky väylältä ei saa niitä muuttamaan tilaansa, ennenkuin pakko-ohjaus poistetaan. Sähkökatkon jälkeiset tilatkin on määriteltävissä kanavakohtaisesti./9./

Kohteessa käytettävät kytkinyksiköt ovat:

- SA/S 12.10.1 230V, 50HZ 12x10A
- SA/S 12.16.5 230V, 50HZ 12x16A, kapasitiivinen kuorma



KUVA 28. Kytkeyksikkö 8 kanavaa /9/

9.3 Binäärivastaanotin

Binääri-sisääntuloissa on nyt entistä enemmän mahdollisuuksia käyttää perinteisiä painonappeja tai muita potentiaalivapaita kontakteja haluttujen toimintojen aktivoimiseksi. Vastaanottimissa voidaan yhdellä sovellusohjelmalla valita kanavakohtaisesti seuraavat toiminnot:

- kytkentä päälle/pois ja säätö pitkällä painalluksella
- verhomootoreiden ja markiisien ohjaus
- arvojen lähetys esim. valaistus 80%
- laskuritoiminnot
- potentiaalivapaan kontaktin valvonta
- tilanneohjauksien aktivointi normaaleilla painonapeilla
- käsikäyttömahdollisuus.

Muita käyttökohteita ovat esim. kiinteistöautomaation sisääntulot aikaohjuksissa./9./

Kohteessa käytettävät vastaanottimet:

BE/S 8.20.1 8x32V Potentiaalivapaa



KUVA 29. Binäärivastaanotin 8-kanavaa /9/

9.4 Yleissäädin ja portti

Yleissäätimet (kuva 30) käyvät hehkulampuille, halogeenilampuille, elektronisille sekä rautasydänmuuntajille. Sekaryhmien käyttö ei ole kuitenkaan sallittua.

Säätimessä on automaattinen kuormantunnistus eli ohjaustavanvalinta. Kohteessa käytettävät säätimet ovat 4-kanavaisia, 315VA yleissäätimiä, joiden kuormaa voidaan kasvattaa max.1x1260VA. Paikallisohtaus on mahdollista laitteen kannesta kanava-kohtaisesti./9./



KUVA 30. Yleissäädin 4-kanavaa /9/

PC:n ja KNX- väylän välillä käytetään USB/S1.1 DIN porttia (kuva 31). Ohjelmoinnissa käytetään ETS4-ohjelmaa. /9/



KUVA 31. USB- portti DIN /9/

10 DOKUMENTOINTI

Asennuskohteesta on hyvä tehdä normaalien tasokuvien lisäksi KNX- väyläkaapeloinnin tasokuva. Tasokuvasta selviää KNX-anturien sijainnit ja kaapelointi mahdollisten lisäasennusten helpottamiseksi. Tasokuvat on hyvä säilyttää urakoitsijalla sekä asiakkaalla.

Normaalisti omakotitaloissa käytetään yhtä linjaa ja erillistä järjestelmäkaaviota ei tarvita. Kaavio tulee kysymykseen suurissa kohteissa, joissa pitää saada selville, mille alueelle ja linjalle komponentit kuuluu.

Keskuksen pääkaaviosta selviää, mitä komponentteja se sisältää ja mitä ryhmää mikäkin toimilaite ohjaa.

ETS-järjestelmän tietokantaa tarvitaan järjestelmän uudelleen ohjelmointia varten. Tietokannan puuttuessa ohjelmointi joudutaan aloittamaan alusta laitteita lisättäessä tai muutettaessa toimintoja.

Ennen ohjelmointia on hyvä tehdä kytkentäluettelo, mistä selviää anturien tyypit ja mitä toimilaitteita kyseinen anturi ohjaa. Kytkenäluettelosta voi selvittää myös valaisimien numerot, joita anturit ohjaavat. Valaisimien numerot ovat myös tasokuvassa. Malliesimerkki on liitteessä 1.

11 YHTEENVETO

Työn valmistuessa on käynyt selväksi, että KNX väylällä toteutettu omakotitalon sähköistys on hyvä vaihtoehto. Perinteiseen järjestelmään verrattuna väyläjärjestelmän hinta on korkea. Toisaalta hintaa laskettaessa ei voida katsoa vain rakennusaikaisia kustannuksia, koska väyläjärjestelmän muunneltavuus tulevia tarpeita ajatellen on edullisempaa kuin perinteisessä järjestelmässä.

Käyttökustannuksiin tuo säästöä väylän parempi ohjattavuus sekä helposti toteutettavat tilaohjaukset. Lämmönsäätö ja ilmastoinnin ohjaus toimii aina tarpeen mukaan eikä vaadi välttämättä käyttäjältä kuin yhden napinpainalluksen halutunlaisen tilan aikaansaamiseksi koko rakennukseen. Järjestelmä osaa myös korjata käyttäjän tekemiä virheitä kuten sammuttaa valoja ja päälle jääneitä laitteita.

Tarvittaessa järjestelmä huolehtii koko kodin turvallisuudesta. Tänä päivänä kiinnitetään liian vähän huomiota erilaisten vesi-, murto-, ja palovahinkojen mahdollisuuteen, joiden korjauskustannukset ovat yleensä todella kalliita. KNX-järjestelmällä on helppo toteuttaa kaikki suojaukset ja tarkistukset niin, että niitä ei ole hajautettu moneen eri järjestelmään. Tällaisen järjestelmän seuraaminen ja kunnossapitäminen on vaivatonta.

KNX järjestelmän käyttö on helppoa pienen harjoittelun jälkeen ja mukavuus korostuu järjestelmän älykkyyden ansiosta. Valaistus säätyy esim. kellonajan mukaan halutulle valaistusvoimakkuudelle. Talossa on kolme kerrosta, joten erilaiset tilaohjaukset ovat käteviä käyttää ja on helppo tarkistaa graafiselta näytöltä esim. onko alakerran ovet lukossa tai missä tilassa valaistus on.

KNX järjestelmän asentajia ja ohjelmoijia on vielä suhteellisen vähän, mikä aiheuttaa varmasti haasteen tavalliselle omakotirakentajalle. Näkemyksemme on kuitenkin että väylät ovat osa tulevaisuuden rakentamista, joten palveluiden saatavuuskin helpottuu koko ajan.

12 LÄHTEET

/1/ ST –Käsikirja 5.

/2/ ST- Käsikirja 21. Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät.

/3/ ST- Käsikirja 3.8.2.

/4/ KNX-väylätekniikka. www-sivut. <http://www.vaasansahkopalvelu.fi>. Päivitetty 4.11.2011. Luettu 20.10.2010.

/5/ KNX-koulutus/luentomateriaali. CD-rom levyke.

/6/ KNX-käsikirja.

/7/ Sähköinfo 2009. ST-kortti 701.60. Kenttäväylätekniikka.

/8/ KNX-finland. www-sivut. <http://www.knx.fi> Päivitetty 13.11.2011. Luettu 21.10.2010.

/9/ ABB Buch-Jaeger. KNX-Tuoteluettelo 2010. www-sivut.

<http://www.asennustuotteet.fi>. Päivitetty 12.11.2011. Luettu 23.11.2010.

/10/ Vallox ilmanvaihto. www-sivut. <http://www.vallox.com>. Päivitetty 06.10.2011. Luettu 08.10.2011.

/11/ Vesi- ja lämpötuotteet. www-sivut. <http://kauppa.satalampo.fi>. Päivitetty 11.11.2011. Luettu 12.10.2011.

/12/ Ouman tuotteet. www-sivut. <http://www.ouman.fi> Päivitetty 18.10.2011. Luettu 15.10.2011.

/13/ Lämpöässä. www-sivut. <http://www.lampoassa.fi>. Päivitetty 11.11.2011. Luettu 18.10.2011.

/14/ Lämpöässä maalämpöjärjestelmä. www-sivut. <http://www.rakentaja.fi>. Päivitetty 20.10.2011. Luettu 18.10.2011.

/15/ Hella concept i line. www-sivut. <http://www.hella.com/MicroSite/conceptiline/>. Päivitetty 12.11.2011. Luettu 01.11.2011.

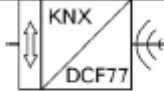
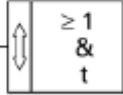



/16/ ABB. www-sivut. <http://www.abb.fi> Päivitetty 14.11.2011. Luettu 30.10.2011.

LIITE 2(1). Piirrosmerkit

Perusosia ja järjestelmäkomponentteja

Nro	Tuotteen nimi	Lyhenne	Symboli
001	Väyläliityntäyksikkö	BCU	
002	Sulake	CH	
003	Virtalähde	PSU	
004	Virranjakelu, johon integroitu sulake. Virtalähde yksikkö	PSUTCH	
005	Linjayhdistin	LC	
006	Alueyhdistin	AC	
007	Toistin	RC	
008	Käyttöliittymä sarjaportin kautta	RS232 (V24)	
009	Ulkoinen käyttöliittymä, Yhdyskäytävä (Gateway)	GAT	
010	Käyttöliittymä, ADSL		
011	Käyttöliittymä, USB		
012	Käyttöliittymä, IP-reititin		
013	Käyttöliittymä, Logiikka		
014	Käyttöliittymä, Kenttäväylä		

LIITE 2(2). Piirrosmerkit

Nro	Tuotteen nimi	Lyhenne	Symboli
015	Käyttöliittymä, DCF77		
016	Sovellutusten ohjaus Sovellusten valvonta ohjaus elementti Tilanne-elementti Logiikkaelementti Yhdistävä elementin Ajanvalvonta		
017	Liitin		
018	Taajuussalpa		
019	Vaiheyhdistin/ toistin		

LIITE 2(3). Piirrosmerkit

Anturit

n = tulojen lukumäärä [1, 2, 3, ...]

Nro	Tuotteen nimi	Lyhenne	Symboli
020	Anturi, yleinen a) Kenttä sovellusohjelmiston tunnistamiseksi b) Kenttä fyysisten tulojen lukumäärä, tulokanavien tunnistamiseksi		
021	Anturi, yleinen - Ylimääräisellä syötöllä		
022	Binääri anturi Binääri sisääntulo Binääri laite Sisääntuloliitin Painonappi liityntä b) Kenttä fyysisten tulojen lukumäärä, tulokanavien tunnistamiseksi		
023	Esim. DC		
024	esim. AC		
025	esim. 2 tuloa, AC		
026	Binääri / analoginen anturi Binääri / analoginen tulo Binääri / analoginen laite		

Nro	Tuotteen nimi	Lyhenne	Symboli
027	Analoginen anturi Analoginen tulo Analoginen laite		
028	Kosketusanturi Painonappi		
029	Himmennys anturi Himmennys painonappi		
030	Ohjaus kosketusanturi Ohjaus painonappi		

LIITE 2(4). Piirrosmerkit

Anturit

n = tulojen lukumäärä [1, 2, 3, ...]

Nro	Tuotteen nimi	Lyhenne	Symboli
020	Anturi, yleinen a) Kenttä sovellusohjelmiston tunnistamiseksi b) Kenttä fyysisten tulojen lukumäärä, tulokanavien tunnistamiseksi		
021	Anturi, yleinen - Ylimääräisellä syötöllä		
022	Binääri anturi Binääri sisääntulo Binääri laite Sisääntuloliitin Painonappi liityntä b) Kenttä fyysisten tulojen lukumäärä, tulokanavien tunnistamiseksi		
023	Esim. DC		
024	esim. AC		
025	esim. 2 tuloa, AC		
026	Binääri / analoginen anturi Binääri / analoginen tulo Binääri / analoginen laite		

Nro	Tuotteen nimi	Lyhenne	Symboli
027	Analoginen anturi Analoginen tulo Analoginen laite		
028	Kosketusanturi Painonappi		
029	Himmennys anturi Himmennys painonappi		
030	Ohjaus kosketusanturi Ohjaus painonappi		

LIITE 2(5). Piirrosmerkit


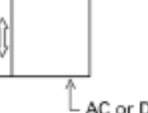
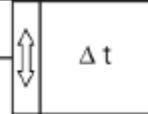
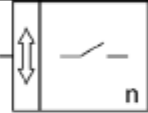
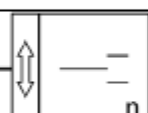
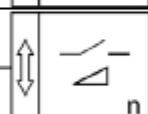


031	Verhoanturi Verhopainonappi		
032	IR-lähetin		
033	IR-vastaanotin		
034	IR-vastaanotin n-reittiä painonappeja		
035	IR-dekooderi		
036	IR-vastaanotin / dekooderi		
037	Valoisuusanturi		
038	Valoisuustunnistin Valoisuusarvo -kytkin Hämäräkytkin painonappi		


043	Kello Ajastin		
044	Ajastin Aika-arvo painonappi		
045	Tuulennopeus anturi		
046	Kytin lukittava		
047	Automaattinen katkaisun seuranta		

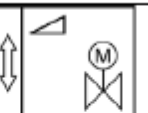
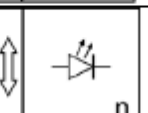
LIITE 2(6). Piirrosmerkit

Toimilaitteet

n = lähtöjen lukumäärä [1, 2, 3, ...]

Nro	Tuotteen nimi	Lyhenne	Symboli
048	Toimilaite, yleensä		
049	Toimilaite ylimääräisellä syötöllä		
050	Toimilaite, yleismerkki varustettuna viiveellä		
051	Kytchentätoimilaite Kytchentä laite Binäärilähtö Binääri-laite Lähtöliitäntä		
052	Verhotoimilaite Verhokytkin		
053	Himmennys toimilaite Kytchentä / himmennys toimilaite		
054	Näyttöpaneeli Näyttöyksikkö Näyttöpääte Info-näyttö, esim. 8-tie		
055	Analoginen toimilaite Analoginen lähtö Analoginen laite Säädin Ohjausyksikkö		

Nro	Tuotteen nimi	Lyhenne	Symboli
056	Pulssitoiminen kytkin esim. sähkölämmitys / lämmitysventtiili *) Toiminto: Kytkee lähdön Päälle / Pois päältä (0-100%); eli jos 60% on määritely analogiseksi arvoksi, ulostulo on päällä 60% kokonaisajasta ja pois päältä 40% ajan. (Ajastimet noin 64 sekuntia		

	käytössä.)		
057	Venttiili Säätöventtiili venttiili asemointi		
058	Binäärinäyttö		

LIITE 2(7). Piirrosmerkit

Yhdistelmälaitteet

n = tulojen/lähtöjen lukumäärä [1, 2, 3, ...]

Nro	Tuotteen nimi	Lyhenne	Symboli
059	Yhdistelmäanturien toiminnot samassa laitteessa Esim. Lämpötila-anturi ja aika-arvo kytkin		
060	Laitteiden kytkeminen Esim. Binääri sisääntulo ja binääri lähtö		
061	Laitteiden kytkeminen Esim. säädin ja binääri sisääntulo		
062	Väylän yhdistimen laite-moduulin ajastimella ja valon intensiteettikytkin (ja valoisuuden tunnistin)		
063	Kytkeä n-tie toimilaitte infrapuna-vastaanottimella		
064	Kytkeä n-tie toimilaitte painonapilla		
065	Säätö n-tie toimilaitte painonapilla		
066	Kaihdin n-tie toimilaitte painonapilla		

